

2024

선급 및 강선규칙

제5편 기관장치

규
칙

2024

선급 및 강선규칙 적용지침

제5편 기관장치

적
용
지
침



2024
선급 및 강선규칙

제 5 편
기관장치

제 5 편 “기관장치”의 적용

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

적용일자 : 2024년 7월 1일

제 1 장 총칙

- 제 1 절 일반사항
- 101.의 5항을 개정함.
 - 102.의 9항 및 10항을 개정함.
- 제 2 절 승인도면 및 자료
- 203.을 개정함.
- 제 4 절 예비품 및 공구 등
- 402.를 개정함.

제 2 장 주기관 및 보조기관

- 제 1 절 일반사항
- 101.의 3항, 7항 및 8항을 개정함.
- 제 2 절 왕복동 내연기관
- 201.의 1항을 개정함.
 - 202.의 2항, 5항 (1)호 및 6항을 개정함.
 - 203.의 10항을 개정함.
 - 204.의 1항을 개정함.

제 3 장 추진축계 및 동력전달장치

- 제 2 절 축계
- 201.의 1항을 개정함.
 - 203.을 개정함.
- 제 4 절 동력전달장치
- 403.의 표 5.3.4를 개정함.
 - 407.의 4항 (2)호를 개정함.
- 제 5 절 워터제트 추진장치
- 501.의 2항 (8)호를 개정함.

제 4 장 축계비틀림진동

- 제 2 절 응력의 허용한도
- 201.을 개정함.

- 202.의 1항 및 2항을 개정함.
- 203.의 1항 및 2항을 개정함.

제 5 장 보일러 및 압력용기

- 제 3 절 **압력용기**
- 표 5.5.15 (비고) (3)호를 개정함.

제 6 장 보기 및 관장치

- 제 1 절 **일반사항**
- 103.의 4항 (2)호를 개정함.

- 제 9 절 **연료유장치**
- 901.의 11항 (1)호를 개정함.

적용일자 : 2024년 7월 1일 (증서 신청일 기준)

제 2 장 주기관 및 보조기관

- 제 2 절 **왕복동 내연기관**
- 202.의 3항 (4)호를 개정함.
 - 211.의 표 5.2.4 (비고) (2)호를 개정함.

적용일자 : 건조 계약일이 2024년 1월 1일 또는 그 이후인 선박, 또는 선박의 인도일이 2028년 1월 1일 이후인 선박
(관련 회보번호: 2024-04-E)

제 6 장 보기 및 관장치

- 제 1 절 **일반사항**
- 107.의 8항 (2)호를 개정함.

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

제 6 장 보기 및 관장치

- 제 1 절 **일반사항**
- 101.의 2항 (4)호를 개정함.
 - 101.의 표 5.6.1을 개정함.

- 제 11 절 **압축공기장치**
- 1101.의 2항 (2)호를 개정함.

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

제 6 장 보기 및 관장치

- 제 1 절 **일반사항**
- 104.의 4항 (1)호를 개정함.
 - 104.의 표 5.6.11을 개정함.

차 례

제 1 장 총칙	1
제 1 절 일반사항	1
제 2 절 승인도면 및 자료	5
제 3 절 시험 및 검사	12
제 4 절 예비품 및 공구 등	12
제 2 장 주기관 및 보조기관	15
제 1 절 일반사항	15
제 2 절 왕복동 내연기관	15
제 3 절 증기터빈	27
제 4 절 가스터빈	30
제 3 장 추진축계 및 동력전달장치	33
제 1 절 일반사항	33
제 2 절 축계	33
제 3 절 프로펠러	37
제 4 절 동력전달장치	40
제 5 절 워터제트 추진장치	47
제 6 절 선회식 추진장치	54
제 4 장 축계비틀림진동	59
제 1 절 일반사항	59
제 2 절 응력의 허용한도	59
제 5 장 보일러 및 압력용기	65
제 1 절 보일러	65
제 2 절 열매체유 가열기	92
제 3 절 압력용기	93
제 4 절 보일러 및 압력용기의 용접	99
제 6 장 보기 및 관장치	103
제 1 절 일반사항	103
제 2 절 공기관, 넘침관 및 측심장치	121
제 3 절 해수흡입 및 선외배출	123
제 4 절 빌지 및 평형수장치	125
제 5 절 보일러의 급수 및 복수장치	130
제 6 절 증기관장치 및 배기관장치	131
제 7 절 냉각장치	132
제 8 절 윤활유장치	132
제 9 절 연료유장치	133

제 10 절 열매체유장치	137
제 11 절 압축공기장치	138
제 12 절 냉동장치	139
제 13 절 유압장치	141
제 14 절 시험 및 검사	142
제 7 장 조타장치	145
제 1 절 일반사항	145
제 2 절 조타장치의 성능 및 배치	146
제 3 절 제어장치	148
제 4 절 조타장치의 재료, 구조 및 강도	149
제 5 절 시험	152
제 6 절 총톤수 10,000톤 이상인 탱커 및 총톤수 70,000톤 이상인 선박에 대한 추가규정	153
제 8 장 윈들러스 및 무어링 원치	157
제 1 절 일반사항	157
제 2 절 윈들러스	157
제 3 절 무어링 원치	161

제 1 장 총칙

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 편의 규정은 항로 또는 용도에 특별한 제한이 없는 선박의 기관장치에 적용한다. 항로에 제한이 있는 선박 및 소형의 선박에 대하여는 이 규정의 적용을 적절히 참작할 수 있으며, 또한, 용도에 제한이 있는 선박에 대하여는 특별히 고려하여야 한다. **【지침 참조】**
2. 이 규칙에 만족하지 않거나 적용할 수 없는 대체설계 및 신기술의 동등효력에 대해서는 **1편 1장 105**를 따른다.
3. 이 규칙의 규정을 적용할 수 없는 기관장치의 강도 및 구조에 대하여는 제조자는 상세한 강도계산서 및 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받고 적절한 부하상태에서 변형량을 측정하여 그 결과로부터 각 부분의 강도에 대한 신뢰도를 결정할 수 있다. 또한, 새로이 설계되는 기관장치에 대하여는 이 장에서 규정한 것 이외에 부분상세도, 설계자료 등의 제출을 요구할 수 있다.
4. 이 규칙에서 규정하는 기관장치의 강도계산식은 사용범위 내에 위험한 진동이 없는 것을 조건으로 정한 것이므로 각 제조자는 이들 식의 적용에 있어서 이 점을 충분히 고려하여야 한다.
5. 왕복동 내연기관의 출력을 결정하기 위한 표준주위환경조건은 **표 5.1.1**에 따른다. 다만, 기관 제조자가 기관 시운전시에 표준주위환경조건을 만족시킬 필요는 없다.
6. 대빙구조로 등록하는 선박의 경우에는 이 편에서 규정한 요건에 추가하여 **빙해운항선박지침 1장**의 관련 규정에도 적합하여야 한다.
7. 이 편에서 규정한 요건에 추가하여, 극지운항 선박의 경우에는 **빙해운항선박지침 2장**, 극지운항 및 쇄빙기능을 갖는 선박의 경우에는 **빙해운항선박지침 3장**의 관련 규정에도 적합하여야 한다.
8. 이편에서 규정하는 요건에 추가하여, 액화가스 산적운반선 및 압축천연가스(CNG) 산적운반선 이외에 인화점 60 °C 미만의 저인화점 연료를 사용하는 선박은 **저인화점연료선박규칙**의 관련 규정에도 적합하여야 한다. (2018)
9. 이 편에서 규정한 요건에 추가하여, 선박에서 발생하는 대기오염 물질을 줄이기 위한 설비를 설치하는 경우에는 **선박의 환경보호 설비에 관한 지침**의 관련 규정에도 적합하여야 한다. (2023)

표 5.1.1 표준주위환경조건

구분	표준주위환경조건
대기압	절대압력 0.1 MPa
대기온도	45 °C
상대습도	60 %
해수온도 (공기냉각기의 냉각수입구측)	32 °C

102. 용어의 정의

1. **연속최대출력**이라 함은 추진용 기관(이하 **주기관**이라 한다)에 있어서는 만재흘수선으로 항해하는 상태에서, 추진용 기관 이외의 기관(이하 **보조기관**이라 한다)에 있어서는 계획한 상태에서 안전하게 연속 사용할 수 있는 최대출력을 말한다.
2. **연속최대회전수**라 함은 연속최대출력시의 회전수를 말한다.
3. **제1종 프로펠러축** 및 **제1종 선미관축**이라 함은 해수에 대하여 우리 선급이 승인한 방식조치(슬리브 또는 형식승인된 방식코팅)를 하거나 승인된 내식성 재료를 사용하는 축을 말하며, 기타의 것은 **제2종 프로펠러축** 및 **제2종 선미관축**이라 한다. (2020)
4. **설계압력**이라 함은 각 부재의 설계에 사용되는 압력으로서 허용최고사용압력을 말한다. 다만, 설계압력은 안전밸브의 설정압력 미만이어서는 아니 된다.
5. **중요보기**라 함은 중요한 용도에 사용하는 보기로서 선박의 추진, 인명과 선박의 안전에 관계가 있는 보기를 말한다. (2019) **【지침 참조】**

6. 보일러라 함은 화염, 연소가스, 기타 고온가스에 의하여 증기 또는 온수를 발생시키는 장치를 말하며, 그 부속장치를 포함한다.
7. 주 보일러라 함은 추진용 증기터빈을 구동하는데 사용하는 보일러를 말한다.
8. 중요보조 보일러라 함은 주 보일러 이외의 보조보일러로서 발전기, 선박의 추진, 인명과 선박의 안전에 관련 있는 보기의 운전에는 필요한 증기를 공급하는 보일러를 말한다. (2022)
9. 배기가스 보일러라 함은 왕복동 내연기관의 배기가스만을 이용하여 증기 또는 온수를 발생시키는 장치로서 독립의 증기실 또는 온수탱크를 가지며, 여기에 증기 또는 온수의 방출구를 갖는 것을 말한다.
10. 배기가스 이코노마이저라 함은 왕복동 내연기관의 배기가스만을 이용하여 증기 또는 온수를 발생시켜 별도로 설치된 보일러에 공급하는 장치로서 독립의 증기실이나 온수탱크를 가지지 아니하는 것을 말한다.
11. 열매체유설비라 함은 열매체유가 화염, 연소가스 또는 기타 고온가스에 의하여 가열되어 화물유 또는 연료유의 가열용으로 사용되거나 또는 보조용의 증기 또는 온수를 발생시키기 위한 가열원으로 사용되는 설비를 말한다.
12. 압력용기라 함은 용기 내의 최상부에 대기압보다 높은 압력을 형성시키는 기체 또는 액체를 내부에 보유하는 용기로서 열교환기류를 포함하며, 화염, 연소가스 또는 고온가스에 접촉하지 아니하는 것을 말한다.
13. 보일러의 부속장치라 함은 독립의 과열기, 재열기, 이코노마이저(보일러 본체와의 사이에 스톱밸브를 갖는 경우) 및 이에 준하는 것을 말한다.
14. 보일러 및 압력용기의 부착품이라 함은 다음의 것을 말한다.
 - (1) 보일러, 보일러의 부속장치 및 압력용기에 직접 부착되는 플랜지, 스탠드 파이프 및 디스턴스 피스
 - (2) 보일러, 보일러의 부속장치 및 압력용기에 직접 부착되는 밸브
15. 보일러 및 압력용기에 직접 부착되는 밸브라 함은 보일러 및 압력용기의 본체에 스테드 볼트, 플랜지, 스탠드 파이프 또는 디스턴스 피스를 사용하여 부착하는 밸브를 말하며, 5장 127.의 1항에 규정한 나사조임 체크밸브를 포함한다.
16. 스탠드 파이프라 함은 보일러 및 압력용기의 본체에 직접 부착되는 다음의 것을 말한다.
 - (1) 파이프 및 노즐
 - (2) 보일러 및 압력용기에 직접 부착되는 밸브를 부착하기 위하여 보일러 및 압력용기의 본체에 직접 부착되는 파이프와 플랜지로 구성된 관통 피스
 - (3) 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍 등의 설치용 링
17. 보일러 및 압력용기에서 디스턴스 피스라 함은 보일러 및 압력용기에 직접 부착되는 플랜지 또는 스탠드 파이프와 보일러 및 압력용기에 직접 부착되는 밸브 또는 각종 게이지 사이의 거리를 유지하기 위한 피스를 말한다.
18. 중요한 용도에 사용되는 압력용기라 함은 주기관, 중요보조 보일러, 선박의 추진과 인명의 안전 및 선박의 안전에 관계가 있는 보기, 선박의 용도에 관계가 있는 설비에 사용되는 보기 등과 직접 관련을 갖는 압력용기를 말한다.
19. 과열기를 갖는 보일러의 호칭압력은 제조자 또는 사용자가 계획한 과열기 출구의 최고증기압력으로, 과열기 안전밸브의 조정기준압력이 된다.
20. 보일러의 전열면적이라 함은 한쪽 면은 연소가스에 접촉되고 다른 면은 물에 접촉되어 있는 부분의 면을 연소가스 측에서 계산한 면적으로서, 별도로 지정하지 아니한 경우에는 과열기, 재열기, 이코노마이저 및 배기가스 이코노마이저 등의 전열면적은 포함하지 아니한 것을 말한다.
21. 데드숍 상태라 함은 다음과 같은 상태를 말한다.
 - (1) 주전원의 상실로 인하여 주추진장치, 보일러 및 보기가 작동되지 아니하며,
 - (2) 추진력을 회복하기 위하여 추진장치, 주전원장치 및 기타 중요보기를 시동하기 위한 저장된 에너지를 사용할 수 없는 것으로 가정한다. 다만, 비상발전기를 시동하기 위한 수단은 항상 사용할 수 있다고 가정한다.
22. 관장치라 함은 관, 밸브 및 관부착품을 말한다. 【지침 참조】
23. 플렉시블관 조립체라 함은 용이한 설치를 위하여 통상적으로 사전에 제작된 끝단 부착품이 부착되어 있는 짧은 길이의 유연성을 갖는 금속 또는 비금속관을 말한다. 중요한 용도에 사용되거나 인화성 또는 독성유체에 사용되는 플렉시블관 조립체는 1.5 m를 초과하지 않아야 한다.
24. 선체붙이밸브라 함은 6장 301.의 1항에 따라 선저 또는 선측에 부착하는 밸브를 말한다.
25. 항해 가능한 속력이라 함은 타에 의하여 조선 성능을 유지할 수 있는 속력으로서, 상당 기간(수리를 위한 가장 가까운 항구까지 도달하는 데 필요한 기간) 항해를 유지할 수 있는 속력을 말한다. 일반적으로, 7노트 또는 만재흘수에서 3편 1장 120.에서 규정하는 속력의 1/2 중 큰 쪽의 속력을 항해 가능한 속력으로 간주할 수 있다.
26. 선급기자재증서(KRC) 다음의 모든 사항을 기술하는, 우리 선급에 의해 발급된 문서를 말한다.
 - (1) 우리 선급 규칙에 적합함.

- (2) 완성된 구성품 또는 해당하는 경우 구성품의 이전 생산단계에서 채취된 샘플에 대해 시험 및 검사가 수행되었음. (2020)
 - (3) 검사원의 입회하 또는 우리 선급의 품질보증제도에 따라 검사 및 시험이 수행되었음.
27. 제조자증서(W) 다음의 모든 사항을 기술하는, 제조자에 의해 서명된 문서를 말한다.
- (1) 요구사항에 적합함.
 - (2) 완성된 구성품 또는 해당하는 경우 구성품의 이전 생산단계에서 채취된 샘플에 대해 시험 및 검사가 수행되었음. (2020)
 - (3) 시험이 제조자 해당부서의 자격을 갖춘 대표자에 의해 입회 및 서명되었음.
28. 시험성적서(TR) 다음의 모든 사항을 기술하는, 제조자에 의해 서명된 문서를 말한다.
- (1) 요구사항에 적합함.
 - (2) 현행 생산 배치로 부터의 샘플에 대해 시험 및 검사가 수행되었음. (2020)
29. 배기터빈 과급기는 과급기에 의해 과급되는 기관 실린더 그룹의 출력(연속최대출력)에 따라 아래 표와 같이 3개의 그룹으로 분류한다.(예를 들면 V형 기관에서 각 뱅크 당 한 대의 과급기가 있는 경우 기관 총 출력의 절반이 이에 해당한다.) 그룹에 따라 제출 도면 및 자료, 시험 등의 요건이 확대된다. (2017)

그룹	출력 P (kW)
카테고리 A	$P \leq 1000$
카테고리 B	$1000 < P \leq 2500$
카테고리 C	$2500 < P$

103. 일반구조, 재료 및 설비

- 1. 기관장치의 구조, 설치, 운할 및 냉각장치 등은 표 5.1.2에 정하는 경사상태에서도 아무런 지장이 없는 것이어야 한다.

표 5.1.2 경사각도

구분	경사각도(deg) ⁽²⁾			
	횡경사		종경사	
	정적	동적	정적	동적
기관장치	15	22.5	5 ⁽⁴⁾	7.5
안전설비(비상동력원, 비상소화펌프 등)	22.5 ⁽³⁾	22.5 ⁽³⁾	10	10
기동장치 ⁽¹⁾ (전기기기, 전자기기 및 원격제어장치)	22.5 ⁽³⁾	22.5 ⁽³⁾	10	10

(비고)

- (1) 스위치의 작동이나 전환이 저절로 일어나지 않아야 한다.
- (2) 횡경사와 종경사가 동시에 발생하여도 지장이 없어야 한다.
- (3) 액화가스산적운반선 및 위험화학품 산적운반선에 있어서는 최대 30° 횡경사에서도 비상동력을 공급할 수 있어야 한다.
- (4) 선박의 길이가 100 m 를 초과하는 경우, 종경사에서의 정적인 경사각도는 500/L° 로 할 수 있다.
(L : 3편 1장 102.에 따른 선박의 길이, m)

- 2. 기관장치는 온도조건이 표 5.1.3의 범위 내에 있을 때 아무런 지장 없이 운전할 수 있어야 한다.

표 5.1.3 온도조건

설치 장소		온도(°C)
공기	폐위구역	0 ~ 45 ⁽¹⁾
	45 °C를 넘는 구역 또는 0 °C 이하의 구역 내에 있는 기관부품 또는 보일러	계획조건에 따름
	노출감판상	-25 ~ 45 ⁽¹⁾
해수	-	32 ⁽¹⁾
(비고)		
(1) 항로에 제한이 있는 선박에 대하여는 우리 선급이 승인한 다른 온도로 할 수 있다.		

3. 기관장치는 선외로부터 아무런 도움 없이도 선내에 설치된 기관장치만을 사용하여 데드쉽 상태에서부터 운전될 수 있어야 한다. **【지침 참조】**
4. 기관장치의 주요부분에 사용하는 재료는 2편 1장의 규정에 적합한 것으로서 결함이 없는 양호한 것이어야 한다. 또한, 각부의 제작과정은 실적 및 경험에 따른 방법에 의한 것이어야 한다. 다만, 이 규칙에서 규정하고 있지 아니한 재료를 사용하고자 할 경우에는 재료에 관한 충분한 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
5. 추진기관의 후진력
 - (1) 통상의 항해조건하에서 선박의 충분한 조종성능 및 안전한 제어를 유지하기 위하여 주추진기관은 최대운전속도로부터 선박을 정지시킬 수 있도록 추력방향을 역전시킬 수 있어야 한다. 또한, 주추진기관은 연속최대회전수의 70% 이상의 회전수로 후진상태를 유지할 수 있어야 한다.
 - (2) 역전치차, 가변피치프로펠러 또는 전기추진장치에 의하여 후진력을 얻는 추진장치에 대하여는 후진 시에 추진기관에 과부하가 발생되지 않도록 하여야 한다.
 - (3) 주추진용으로 증기터빈을 사용하는 경우, 증기터빈은 연속최대회전수의 70% 이상의 회전수로 최소한 15분 동안 후진상태를 유지할 수 있어야 한다. 후진 시운전은 풍손(windage) 및 마찰로 인한 터빈의 과열을 피할 수 있도록 30분으로 제한하거나 제조자의 권고사항을 따라야 한다.
 - (4) 주추진장치는 후진 응답 특성을 검증하기 위한 시험을 실시하여야 한다. 시험은 최소한 추진장치의 조종 범위에 걸쳐 그리고 모든 제어위치로부터 실시하여야 한다. 시험 계획이 조선소에 의하여 제공되어야 하고 검사원에 의하여 인정되어야 한다. 만일 특정 운전 특성이 제조자에 의하여 정의된 경우 이는 시험 계획에 포함되어야 한다. (2018)
 - (5) 가변피치프로펠러의 날개 피치제어시스템을 포함하는 추진장치의 역전 특성은 시운전 동안 검증되고 기록되어야 한다. (2018)
6. 기관장치의 회전부분, 왕복운동부분, 고온부분 또는 전류가 통하는 부분 등에는 기관을 감시하거나 운전하는 사람 또는 기관에 접근하는 사람에게 해를 주지 아니하도록 적당한 보호장치를 하여야 한다. 또한, 각 운동부분 및 주요부분에 부착하는 볼트 및 너트는 적당한 방법으로 풀리지 아니하도록 하여야 한다.
7. 온도가 220 °C를 초과하고 가연성 유체의 누설로 인한 발화의 위험성이 있는 기관장치(예, 증기관, 열매체유관, 배기가스관, 소음기, 배기가스 보일러, 과급기 등)의 모든 표면은 불연성 재료에 의한 유효한 피복을 하여야 한다. 또한, 이 피복재가 흡유성 또는 침유성의 것인 경우에는 피복재를 강 또는 이와 동등의 재료로 피복하여야 한다.

【지침 참조】

104. 자동제어장치

추진기관장치, 중요보기 및 하역장치 등을 자동제어 또는 원격제어로 할 경우 및 특히 기관실의 무인화 장치를 갖고자 할 경우 등은 이들 장치를 6편 2장의 규정에 적합한 것으로 하여야 한다.

105. 내빙장치

한랭지역을 항해하는 선박의 기관은 시동에 지장이 없도록 장치하고, 연료유 및 윤활유 등이 응고하는 것을 방지할 수 있고, 해수 흡입구 및 선외배출구가 얼어서 막히는 일이 없도록 적절한 장치를 하여야 한다.

106. 선교와 기관구역 사이의 통신

선교로부터 기관구역 또는 제어실의 프로펠러 추력방향 및 속력을 통상적으로 제어하는 곳으로 명령을 전달할 수 있는 적어도 2 개의 독립된 통신수단을 구비하여야 한다. 이들 중 한 개는 기관구역 및 선교 양쪽에서 명령 및 응답을 볼 수

있는 엔진텔레그래피이어야 한다. 프로펠러 추력방향 또는 속력을 제어할 수 있는 기타 모든 장소와 선교 및 기관구역 사이에는 적절한 통신수단을 구비하여야 한다. **【지침 참조】**

107. 기관사 호출장치

기관사의 거주구역에는 기관제어실 또는 운전장소에서 동작시킬 수 있고 명확히 들을 수 있는 기관사 호출장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

108. 기관구역의 통풍장치

1. A류 기관구역에는 황천시를 포함한 모든 기상상태에서 이 구역 내의 기관 또는 보일러를 전부하로 운전하는 경우 승무원의 안전과 기관의 운전을 확보하기 위한 필요공기를 공급할 수 있는 적절한 통풍장치를 설치하여야 한다. 다만, A류 기관구역을 제외한 기관구역에 있어서는 그 구역에 적절한 통풍장치를 설치하여야 한다.
2. 4편 4장 402.의 요건에 추가하여, A류 기관구역 및 비상발전기실 등과 같이 연속통풍이 필요한 기관구역의 경우, 건현감판 및 선루감판상의 노출된 위치에 설치되는 통풍통의 코밍 높이는 국제만재흡수선협약에 따라 제1위치에서는 4.5 m, 제2위치에서는 2.3 m보다 높아야 한다. 다만, 비상발전기실의 경우에는 복원성계산에 부력으로 고려되거나, 하방으로 통하는 개구가 내부에 있는 경우에만 적용한다. **【지침 참조】**
3. 기관구역의 정의에 대하여는 8편 1장 103.의 30항에 따른다.

제 2 절 승인도면 및 자료

201. 제출도면 및 자료

1. 조선소 또는 기관장치의 제조자는 공사착수 전에 다음에 기재된 승인용 도면 3부 및 자료 1부를 우리 선급에 제출하여야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 기관장치 또는 이미 우리 선급의 승인을 받은 동일한 형식의 기관장치에 대하여는 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 바에 따라 도면 및 자료의 제출을 일부 또는 전부 생략할 수 있다. 또한, 우리 선급이 필요하다고 인정할 경우에는 202.부터 210.에 규정된 것 이외의 상세도면 및 자료의 제출을 요구할 수 있다. 승인도면에는 사용재료의 재질, 치수, 배치, 고착법 및 기타 이 규칙에서 규정하는 필요한 사항을 기재하여야 한다.

202. 조선소가 제출할 도면 및 자료 **【지침 참조】**

1. 승인도면

- (1) 기관실 전체 장치도
- (2) 주기관, 감속기어장치, 역전장치, 조타장치 및 보일러의 거치도 (2018)
- (3) 축계장치도(스트럿 구조도 포함)
- (4) 선내 및 기관실 내의 각종 관장치도
- (5) 선체의 일부를 구성하지 아니하는 연료유탱크의 상세도
- (6) 축계 비틀림진동계산서 및 자료(4장 1절 참조)

2. 자료

- (1) 건조시방서, 자동화관계 시방서 및 작동설명서
- (2) 기관실 내의 주기관, 보일러, 축계 및 중요보기 등의 주요 요목표
- (3) 주요부품의 재료 요목표
- (4) 주요부품의 강도계산서
- (5) 축계정렬계산서 및 축계정렬절차서(우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우) (2018)

203. 왕복동 내연기관의 라이선서 및 라이선시가 제출할 도면 및 자료 **【지침 참조】**

1. 기관의 설계자/라이선서(이하 “라이선서”라 한다.) 및 제조자/라이선서(이하 “라이선시”라 한다.)가 제출해야 할 도면 및 자료로서 승인용은 표 5.1.4, 참고용은 표 5.1.5에 따른다. 시험 및 검사를 위하여 입회 검사원의 요구 시 라이선서 또는 라이선시는 표 5.1.6의 도면 및 자료 1세트를 이용할 수 있도록 제공하여야 한다.
2. 기관의 라이선서, 라이선시, 우리 선급 간의 도면 및 자료의 제출, 승인 절차는 지침 부록 5-11에 따른다.
3. 가스연료기관의 도면 및 자료의 제출은 상기 1항에 추가하여 지침 부록 5-7의 표 1에 따른다. (2018) (2021)

표 5.1.4 승인용으로 제출해야 할 왕복동 내연기관의 도면 및 자료

번호	도면 및 자료	
1	베드플레이트 및 크랭크실(용접구조인 경우, 용접 상세 및 용접지침서를 포함) ^{(1) (2)}	
2	추력베어링 베드플레이트(용접구조인 경우, 용접 상세 및 용접지침서를 포함) ⁽¹⁾	
3	베드플레이트/오일섬프 용접 도면 ⁽¹⁾	
4	프레임/프레임박스/기어박스(용접구조인 경우, 용접 상세 및 용접지침서를 포함) ^{(1) (2)}	
5	엔진 프레임 용접 도면 ^{(1) (2)}	
6	크랭크축 상세도(각각의 실린더마다)	
7	크랭크축 조립도(각각의 실린더마다)	
8	크랭크축 계산서(각각의 실린더 형상마다)	
9	추력축 또는 중간축(기관과 일체형인 경우)	
10	축커플링볼트	
11	주요부품의 재료사양서(비파괴시험 및 수압시험에 대한 상세내용 포함) ⁽³⁾	
12	기관의 계통도 또는 이와 동등한 자료	시동공기장치
13		연료유장치
14		윤활유장치
15		냉각수장치
16		유압장치
17		유압장치(밸브작동용)
18		기관의 제어 및 안전장치
19	고압연료유관의 피복 조립도 ⁽⁴⁾	
20	축압기의 구조(전자제어 기관의 경우)	
21	공통축압기의 구조(전자제어 기관의 경우)	
22	크랭크실 폭발방지용 도출밸브의 배치 및 상세도 ⁽⁵⁾	
23	크랭크실 폭발방지용 도출밸브의 계산 결과	
24	형식시험 방안 및 형식시험 성적서 ⁽⁷⁾	
25	연료분사장치용 고압부품 목록표 ⁽⁶⁾	
26	오일미스트 탐지장치 및/또는 이를 대체할 수 있는 경보장치 배치도	
27	관장치의 기계식 이음에 대한 상세도	
28	경사한계에 대해 검증된 도면 및 자료(103. 1항에 따른다.)	
29	컴퓨터기반시스템에 관한 도면 및 자료(6편 2장 101. 3항 (7)호에 따른다.)	
(비고)		
(1) 재료 및 용접절차시방서의 승인의 경우 용접절차시방서는 예열 및 후열처리, 용접용재료, 접합조건(fit-up conditions)에 대한 상세사항을 포함해야 한다.		
(2) 치수 및 상세가 다른 각 실린더분에 대해 제출.		
(3) 해당되는 재료, 비파괴 시험 및 수압시험에 대한 우리 선급 요건과의 비교를 위해 제출.		
(4) 모든 기관에 해당됨.		
(5) 기관의 실린더지름이 200 mm 이상 또는 크랭크실 용적이 0.6 m ³ 이상인 경우에만 제출.		
(6) 압력, 관의 치수 및 재료에 대한 사양을 포함하는 문서		
(7) 형식시험 성적서는 형식시험 완료 후 신속히 제출하여야 한다.		

표 5.1.5 참고용으로 제출해야 할 왕복동 내연기관의 도면 및 자료

번호	도면 및 자료	
1	기관의 요목표(전반적인 기관 정보를 포함하는 기술자료표(가능한 한 우리 선급이 요구하는 별도의 양식에 따라 제출할 것), 프로젝트 가이드, 선박설치매뉴얼 등)	
2	기관의 횡단면도	
3	기관의 종단면도	
4	베드플레이트 및 크랭크실(주조품인 경우)	
5	추력베어링 조립도 ⁽¹⁾	
6	프레임/프레임박스/기어박스(주조품인 경우) ⁽²⁾	
7	타이로드	
8	연접봉	
9	연접봉 조립도 ⁽³⁾	
10	크로스헤드 조립도 ⁽³⁾	
11	피스톤로드 조립도 ⁽³⁾	
12	피스톤 조립도 ⁽³⁾	
13	실린더 재킷/블럭(주조품인 경우) ⁽²⁾	
14	실린더 커버 조립도 ⁽³⁾	
15	실린더라이너	
16	고정장치를 포함한 평형추(크랭크축과 일체형이 아닌 경우)	
17	캠축 구동장치 조립도 ⁽³⁾	
18	플라이휠	
19	연료분사펌프	
20	연료유 계통의 손상으로 위험을 초래할 수 있는 배기관 및 고온부의 피복 및 방열 조립도	
21	전자제어기관의 구조 및 배치	제어밸브
22		고압펌프
23		고압펌프 구동장치
24	기관의 취급설명서 ⁽⁴⁾	
25	고장모드 및 영향분석(FMEA) 결과(전자제어기관의 경우) ⁽⁵⁾	
26	주조 및 용접에 대한 생산 시방서	
27	기관 설계 및 운전 중 보수에 대한 품질관리시스템의 증빙	
28	기관 생산에 대한 품질 요건	
29	제어 구성품, 환경시험에 대한 형식승인 증서 ⁽⁶⁾	
(비고)		
(1) 기관에 내장되어 있으나 베드플레이트와 일체를 이루지 않는 경우에만 제출.		
(2) 1실린더분 또는 1실린더 형상분에 대해 제출.		
(3) 구성품의 식별(예를 들면 도면 번호 등)을 포함하여 제출.		
(4) 기관의 취급설명서는 모든 특수공구 및 게이지의 상세사항을 포함한 보수점검 요령을 포함.		
(5) 유압, 공압 또는 연료분사 및 밸브의 전자제어로 이루어지는 기관의 경우에는 전자제어장치가 고장이 나더라도 기관 성능이 허용기준 이하로 저하되지 않는다는 것을 증명하기 위하여 고장모드 및 영향분석(FMEA)을 제출하여야 한다.		
(6) 제어, 보호 및 안전 장비는 지정된 시험 조건에 적합한 성능을 가지는 지에 대해 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 23절에 따라 시험으로 입증되어야 한다.		

표 5.1.6 검사용으로 제출해야 할 왕복동 내연기관의 도면 및 자료

번호	도면 및 자료	
1	기관의 요목표(가능한 한 우리 선급이 요구하는 별도의 양식에 따라 제출할 것)	
2	주요부품의 재료사양서(비파괴시험 및 수압시험에 대한 상세내용 포함) ⁽¹⁾	
3	베드플레이트 및 크랭크실(용접구조인 경우, 용접 상세 및 용접지침서를 포함) ⁽²⁾	
4	추력베어링 베드플레이트(용접구조인 경우, 용접 상세 및 용접지침서를 포함) ⁽²⁾	
5	프레임/프레임박스/기어박스(용접구조인 경우, 용접 상세 및 용접지침서를 포함) ⁽²⁾	
6	크랭크축 조립도 및 상세도	
7	추력축 또는 중간축(기관과 일체형인 경우)	
8	축커플링볼트	
9	주베어링의 볼트 및 스톨드	
10	실린더헤드 및 배기밸브의 볼트 및 스톨드(2행정 기관의 경우)	
11	연접봉의 볼트 및 스톨드	
12	타이로드	
13	기관의 계통도 또는 이와 동등한 자료 ⁽⁵⁾	시동공기장치
14		연료유장치
15		윤활유장치
16		냉각수장치
17		유압장치
18		유압장치(밸브작동용)
19		기관의 제어 및 안전장치
20	고압연료유관의 피복 조립도 ⁽⁴⁾	
21	축압기의 구조(유압유 및 연료유용의 경우)	
22	연료분사장치용 고압부품 요목표 ⁽⁵⁾	
23	크랭크실 폭발방지용 도출밸브의 배치 및 상세도 ⁽⁶⁾	
24	오일미스트 탐지장치 및/또는 이와 대체할 수 있는 경보장치 배치도	
25	실린더헤드	
26	실린더블럭, 엔진블럭	
27	실린더라이너	
28	고정장치를 포함한 평형추(크랭크축과 일체형이 아닌 경우)	
29	연접봉(캡 포함)	
30	크로스헤드	
31	피스톤로드	
32	피스톤 조립도 ⁽⁷⁾	
33	피스톤헤드	
34	캠축 구동장치 조립도 ⁽⁷⁾	
35	플라이휠	
36	기관의 거치 배치도(주기관의 경우에 한함)	
37	연료분사펌프	
38	연료유 계통의 손상으로 위험을 초래할 수 있는 배기관 및 고온부의 피복 및 방열 조립도	

표 5.1.6 검사용으로 제출해야 할 왕복동 내연기관의 도면 및 자료(계속)

번호	도면 및 자료	
39	댐퍼의 구조 및 배치	
40	전자제어기관의 조립도 또는 배치도	제어밸브
41		고압펌프
42		고압펌프 구동장치
43		밸브몸체(해당하는 경우)
44	기관의 취급설명서 ⁽⁸⁾	
45	고장모드 및 영향분석(FMEA) 결과를 기반으로 하는 시험방안(전자제어기관의 경우) ⁽⁹⁾	
46	주조 및 용접에 대한 생산 시방서	
47	제어 구성품, 환경시험에 대한 형식승인 증서	
48	기관 생산에 대한 품질 요건	
(비고)		
(1) 해당되는 재료, 비파괴 시험 및 수압시험에 대한 우리 선급 요건과의 비교를 위해 제출.		
(2) 재료 및 용접절차시방서의 승인의 경우 용접절차시방서는 예열 및 후열처리, 용접용재료, 접합조건(fit-up conditions)에 대한 상세사항을 포함.		
(3) 주요치수, 작동매체 및 최고사용압력 등과 같은 기관 제조자가 제공하는 시스템 상세를 제출.		
(4) 모든 기관에 해당됨.		
(5) 압력, 관의 치수 및 재료에 대한 사양을 포함하는 문서		
(6) 기관의 실린더지름이 200 mm 이상 또는 크랭크실 용적이 0.6 m ³ 이상인 경우에만 제출.		
(7) 구성품의 식별(예를 들면 도면 번호 등)을 포함하여 제출.		
(8) 기관의 취급설명서는 모든 특수공구 및 게이지의 상세사항을 포함한 보수점검 요령을 포함.		
(9) 유압, 공압 또는 연료분사 및 밸브의 전자제어로 이루어지는 기관의 경우		

204. 증기터빈의 제조자가 제출할 도면 및 자료 [지침 참조]

1. 승인도면

- (1) 조립단면도
- (2) 터빈 케이싱, 터빈 로터, 날개
- (3) 터빈의 거치상세도
- (4) 주복수기
- (5) 주요부품의 용접시공 요령 및 상세도

2. 자료

- (1) 터빈의 연속최대출력시의 요목(출력, 터빈 로터의 회전수, 터빈 입구의 증기압력 및 온도, 복수기 진공 또는 배기실의 증기상태)
- (2) 터빈 로터의 위험회전수, 각 단의 날개 수, 노즐 수 및 노즐배치, 제관선도, 제어 안전장치 계통도 및 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 자료
- (3) 주요부품의 재료 요목표
- (4) 축계 비틀림진동의 계산에 관한 자료(4장 1절 참조)
- (5) 터빈 로터 및 날개의 강도계산서

205. 가스터빈의 제조자가 제출할 도면 및 자료

1. 승인용 도면 및 자료 (2021)

- (1) 조립단면도
- (2) 터빈 및 압축기의 디스크(또는 로터)
- (3) 연소기
- (4) 회전날개 및 고정날개의 조립 상세도

- (5) 축 커플링 및 커플링 볼트
- (6) 부속 관장치도(연료, 윤활유, 냉각수, 공압 및 유압 장치를 포함하는 관의 재료 정보, 치수, 사용압력 등을 기재한 것)
- (7) 가스터빈 부속의 압력용기 및 열교환기(5장에 따라 제1급 및 제2급 압력용기로 분류된 것)
- (8) 가스터빈의 거치 상세도
- (9) 가스터빈 요목표(터빈의 형식 및 제품번호, 연속최대출력, 최대피크출력, 연속최대출력시의 가스발생기 및 출력터빈의 회전수, 연속최대출력시의 압축기 배기온도 및 출력터빈 입구온도, 운전을 위한 주위환경조건, 사용 연료유 및 윤활유)
- (10) 주요부품의 용접 상세
- (11) 터빈 로터 및 압축기의 위험회전수
- (12) 각 단의 회전날개 수
- (13) 고정날개의 수 및 배치
- (14) 404.에 규정된 것을 포함하는 안전장치 목록

2. 참고용 도면 및 자료 (2021)

- (1) 주요부품의 재료사양서
- (2) 전체장치도
- (3) 시동장치도
- (4) 흡배기장치도
- (5) 가스터빈의 제어 계통도
- (6) 주요부품의 적합성 및 강도를 입증하기 위한 계산 또는 시험 결과를 포함하는 문서
- (7) 터빈 날개의 진동 계산서
- (8) 연료제어계통의 작동 설명서
- (9) 냉각방법 설명서
- (10) 정비지침서
- (11) 고장모드 영향분석(FMEA) 보고서
- (12) 날개가 파손될 경우 봉쇄(containment)에 관한 문서

206. 축계의 제조자가 제출할 도면 및 자료

1. 승인도면

- (1) 추력축
- (2) 중간축
- (3) 프로펠러축
- (4) 선미관 및 선미관베어링 또는 스트럿 베어링
- (5) 커플링 및 커플링 볼트
- (6) 프로펠러

2. 자료

- (1) 주기관의 종류에 따라 계산에 필요한 자료
- (2) 축계 비틀림진동의 계산에 관한 자료(4장 1절 참조)
- (3) 주요부품의 강도계산서

207. 동력전달장치의 제조자가 제출할 도면 및 자료

1. 승인도면

- (1) 조립단면도
- (2) 각 기어, 각 기어축, 플렉시블 커플링, 플렉시블 축 등 주요부분의 구조도
- (3) 주요부품의 용접시공 요령 및 상세도
- (4) 제관장치도

2. 자료

- (1) 주요 요목표(각 피니언의 연속최대출력에서의 전달마력 및 매분당 회전수, 각 기어의 톱니의 수, 모듈, 피치원지름, 압력각, 나선각, 톱니의 너비, 중심거리, 커터의 톱니끝 곡률반지름, 백래쉬, 전위량, 톱니 모양 및 잇줄의 수정량,

- 톱니면의 최종 다듬질방법, 기대하는 가공 정도 등을 기재한 것)
- (2) 동력전달부분에 사용하는 재료 요목표(화학성분, 열처리방법, 기계적 성질 및 그의 시험방법 등을 기재한 것)
 - (3) 주요부품의 강도계산서
 - (4) 축계 비틀림진동의 계산에 관한 자료(4장 1절 참조)

208. 보일러, 제1급 압력용기 및 제2급 압력용기의 제조자가 제출할 도면 및 자료 [지침 참조]

1. 승인도면

- (1) 전체조립도
- (2) 동체, 노통 및 헤더 등의 상세도
- (3) 부착품용 자리 및 노즐상세도
- (4) 보일러관의 배열 및 상세도, 과열기 및 재열기의 관의 배열 및 상세도, 이코노마이저 또는 배기가스 이코노마이저의 관의 배열 및 상세도
- (5) 공기예열기, 보일러 부착품 장치도 또는 장치선도
- (6) 안전밸브 조립도 및 도출밸브의 조립도
- (7) 용접구조물의 상세도 및 용접시공요령서
- (8) 파열판 상세도(설치되는 경우)
- (9) 보일러의 분연장치 (2022)

2. 자료

- (1) 주요 요목표(종류, 형식, 설계압력, 과열기 출구에서의 증기의 호칭압력 및 온도, 매시 계획최대증발량, 방사전열면적 및 접촉전열면적, 급수온도, 노통의 용적, 계획최대증발시의 연료소비량, 버너의 분사능력 및 개수, 안전밸브 조정압력 등을 기재한 것).
- (2) 주요부품의 강도계산서
- (3) 운전 지침서(원통형 배기가스 이코노마이저에 한함)

209. 냉동장치의 제조자가 제출할 도면 및 자료

1. 승인도면

- (1) 냉장화물창용 냉동장치의 관계통도
- (2) 1차냉매의 압력을 받는 압력용기 도면

2. 자료

- (1) 냉동장치의 요목표

210. 중요보기의 제조자가 제출할 도면 및 자료 [지침 참조]

1. 승인도면

- (1) 조립단면도(주요부품의 재료를 기재한 것)
- (2) 축 구조도

2. 자료

- (1) 주요 요목표(구동원동기의 종류, 출력 및 회전수, 용량 등을 기재한 것)
- 3. 조타장치 및 윈들러스에 대하여는 각각 7장 103. 및 8장 202.에 따른 도면 및 자료

211. 과급기의 제조자가 제출할 도면 및 자료 (2017)

1. 카테고리 A

- (1) 봉쇄시험(containment test) 성적서
- (2) 주요치수 및 구성품의 명칭이 포함된 횡단면도

2. 카테고리 B 및 C

- (1) 봉쇄(containment) 평가를 위한 주요치수 및 하우징 구성품의 재료가 포함된 횡단면도
- (2) 디스크가 파손될 경우 봉쇄(containment)에 관한 문서
- (3) 최대허용운전회전수, 과속도 경보레벨, 터빈 입구에서의 최대허용 배기가스온도 및 배기가스온도 경보레벨, 운할유 입구 최소압력 및 저압경보 설정점, 운할유 출구 최대온도 및 고온경보 설정점, 최대허용 진동레벨(자체 및 외부발

생 진동)과 같은 운전자료 및 제한점

(4) 윤활계통의 배치

3. 카테고리 C

(1) 하우징 및 날개 고정부의 상세를 포함하는 회전부의 도면

(2) (1)호 재료의 화학성분 및 기계적 성질

(3) (1)호의 용접상세 및 용접절차(용접구조인 경우)

(4) 디스크와 축이 끼워맞춤인 경우 안전한 토크전달에 관한 문서

(5) 기대수명, 크리프의 고려, 저사이클 피로 및 고사이클 피로에 대한 정보

(6) 운전 및 정비 설명서

제 3 절 시험 및 검사

301. 공장시험

1. 기관장치는 선내에 설치하기 전에 해당시험을 행하는데 적절한 설비를 갖춘 장소에서 해당되는 각 장의 규정에 따라 시험 및 검사를 받고, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시운전 검사를 받아야 한다. **【지침 참조】**
2. 제조자증서(W) 및 시험성적서(TR)를 발행하는 제조자는 제조자의 책임 하에 시험 및 검사를 실시하여야 하며 우리 선급에 의한 인정이 이러한 제조자의 책임을 면제하는 것은 아니다. **【지침 참조】**
3. 검사원은 제조자증서(W) 및 시험성적서(TR)가 동의되거나 승인된 사양서에 적합함을 검토하여야 한다. 제조자증서(W) 및 시험성적서(TR)가 요구되는 경우에도 검사원은 언제라도 시험의 입회 및 생산관리 요소의 확인을 요구할 수 있다. (2017)

302. 선내시험

기관장치는 선내에 설치한 후 해당되는 각 장의 규정에 따라 시험 및 검사를 받아야 하며, 해상 시운전시에는 정상적인 기능을 갖고 과도한 진동이 없음을 확인받아야 한다.

303. 시험검사의 생략

우리 선급이 인정하는 증명서를 갖는 기관장치 또는 재료에 대하여는 시험검사의 일부 또는 전부를 생략할 수 있다.

304. 시험의 추가

우리 선급이 필요하다고 인정할 경우에는 이 규칙에서 규정하지 아니하는 시험검사 또는 제조자가 행한 시험성적서의 제출을 요구할 수 있다.

305. 품질보증제도 등에 의한 검사

우리 선급이 별도로 정하는 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침에 따라 우리 선급의 품질보증제도의 승인을 받고 제조한 기관장치에 대하여는 우리 선급 검사원 입회하에 실시하는 시험 및 검사의 일부 또는 전부를 제조자에게 위임할 수 있다.

제 4 절 예비품 및 공구 등

401. 적용 **【지침 참조】**

1. 각 선박에는 원칙적으로 우리 선급이 권고하는 예비품 및 공구를 기관실 또는 적당한 장소에 비치하여야 한다. 항해 구역에 제한을 받는 선박 및 어선에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다. (2017)
2. 선박에 장비한 동일한 치수, 형식 및 동일 목적의 기관장치가 2대 이상 설치되어 있고, 이들의 부속품이 서로 교환하여 사용할 수 있는 경우에는 특별히 규정된 것을 제외하고 1대분의 예비품만으로 충분하다. 다만, 선박에 장비한 기관장치의 수가 규칙에서 요구하는 대수보다 많고, 각각의 용량이 통상의 항해에 지장이 없을 정도로 충분한 경우에는

이들의 예비품은 비치하지 아니할 수 있다.

402. 예비품의 종류 및 수량 (2017) 【지침 참조】

주기관 및 중요한 보조기관용 왕복동 내연기관, 주기관 및 중요한 보조기관용 증기터빈, 축계 및 동력전달장치, 보일러, 중요보기, 공구 등의 예비품 종류 및 수량은 우리 선급이 별도로 권고하는 바에 따른다. ↓

제 2 장 주기관 및 보조기관

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장의 규정은 주기관, 발전기 및 중요보기를 구동하는 보조기관에 적용한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 소형의 보조기관에 대하여는 일부 규정의 적용을 참작할 수 있다. (2017) **【지침 참조】**
2. 전기추진용 발전기를 구동하는 기관에 대하여는 이 장의 규정 이외에 6편 1장 16절의 규정에도 적합하여야 한다.
3. 비상전원용 발전기를 구동하는 왕복동 내연기관은 이 장의 규정 이외에 6편 1장 203. 및 6편 2장 204. 2항의 규정에도 적합하여야 한다. (2018)
4. **부속 관장치** 기관의 부속 관장치에 대하여는 이 장에서 특별히 규정된 것을 제외하고는 6장의 규정에 적합하여야 한다. (2021)
5. **용접구조** 기관의 주요부품을 용접구조로 할 경우에는 우리 선급이 특별히 필요하다고 인정하는 경우, 공사에 앞서 예비시험 또는 공사에 관한 시험을 요구할 수 있다. 또한, 용접방법 등은 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 한다. 이는 주요부품의 용접수리를 하는 경우에도 적용된다. **【지침 참조】**
6. **계기** 주기관 및 보조기관에는 기관의 안전운전에 필요한 회전계, 압력계 및 온도계를 부착하여야 한다.
7. **전자제어 왕복동 내연기관** 주추진기관으로 전자제어 왕복동 내연기관을 사용하는 경우에는 이 장에서 규정된 요건에 추가하여 우리 선급이 별도로 규정한 요건에 따른다. **【지침 참조】**
8. **가스연료기관 7편 5장의 적용을 받는 연료로서 화물을 사용하는 액화가스 산적운반선에 설치되는 가스연료기관의 경우에는 이 장에서 규정된 요건에 추가하여 7편 5장 5절, 16절의 규정에도 적합하여야 한다. 액화가스 산적운반선 및 압축천연가스(CNG) 산적운반선 이외에 인화점 60 °C 미만의 저인화점 연료를 사용하는 선박에 설치되는 가스연료기관의 경우에는 이 장에서 규정된 요건에 추가하여 저인화점연료선박규칙의 관련 규정에도 적합하여야 한다. 또한 저압가스를 연료로 사용하는 왕복동 내연기관에 대하여는 지침 부록 5-7에 따른다. (2018) (2021)**

제 2 절 왕복동 내연기관

201. 재료

1. 시험 왕복동 내연기관 부품의 재료에 대하여는 표 5.2.4에 정한 바에 따라 시험을 하여야 하며, 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다.
2. 실린더, 실린더 라이너, 실린더 커버, 피스톤, 기타 고온 고압을 받는 부품은 응력 또는 열에 충분히 견딜 수 있는 적절한 재질의 것이어야 한다.

202. 일반구조 및 장치

1. 거치

- (1) 프레임 및 베드는 충분한 강도를 갖는 구조의 것으로서 유밀이어야 한다.
- (2) 기관에 의하여 정적 및 동적으로 가해지는 모든 힘에 견딜 수 있도록 기관 베드는 충분한 수의 거치 볼트로 기관 거치대에 견고하게 거치하여야 한다. 또한, 거치 볼트는 기관 제조자가 권고하는 토크(볼트를 유압으로 체결하는 경우에는 기관 제조자가 권고하는 유압)를 기준으로 계산한 축력에 견디도록 충분한 강도를 가져야 한다.

【지침 참조】

- (3) 수지축(resin chock)을 사용하거나 탄성지지를 이용할 경우에는 우리 선급의 형식승인을 받은 것이어야 한다.
 - (4) 기관 거치 시, 기관 제조자가 권고하는 토크(볼트를 유압으로 체결하는 경우에는 기관 제조자가 권고하는 유압)를 기준으로 계산한 축력에서 수지축(resin chock)의 면압은 형식승인 시 승인된 값 이내이어야 하며 두께는 형식승인 시 승인된 값 이상이어야 한다.
2. **화재예방** 왕복동 내연기관의 바로 위 및 주위에 나무 또는 기타 연소하기 쉬운 재료로 만들어진 구조물이 있고, 화재의 위험이 있는 경우에는 적절한 조치를 강구하여야 한다.

3. 배기터빈 과급기

- (1) 배기터빈 과급기를 장비하는 주기관에 있어서는 1대의 과급기가 고장 난 경우에도 선박이 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 충분한 출력으로 주기관을 계속 운전할 수 있는 조치를 강구하여야 한다.
- (2) 주기관의 시동 및 저속범위에서 배기터빈 과급기만으로 운전할 수 없는 경우에는 최소한 2대의 보조 소기 송풍기를 설치하여야 한다. 또한, 각 보조 소기 송풍기의 용량은 1대의 보조소기 송풍기가 고장 난 경우에도 배기터빈 과급기가 효력을 충분히 발휘할 수 있는 출력까지 주기관을 운전할 수 있어야 한다.
- (3) 배기터빈 과급기의 구성품 수명 및 회전수에 대한 경보레벨은 공기흡입구 온도 45 °C를 기준으로 하여야 한다. 과급기의 공기흡입구에는 여과기가 설치되어야 한다.
- (4) 봉쇄(containment) (2024)
 - (가) 배기터빈 과급기는 로터의 파손 시 충분히 봉쇄되도록 설계되어야 한다. 로터의 파손 시 부품이 과급기의 케이싱을 관통하거나 공기흡입구로 돌출되어서는 아니 된다. 시험 및 계산에서는 디스크 파손이 일어날 수 있는 가장 가혹한 경우를 가정하여야 한다.
 - (나) 카테고리 B 및 C에 해당하는 과급기의 경우 봉쇄가 시험을 통해 문서화되어야 한다. 이 요구사항의 충족은 하나의 특정 과급기의 시험을 기반으로 하여 포괄적인 범위(generic range)의 과급기에 부여할 수 있다. 포괄적인 범위 안의 모든 작은 과급기에 대하여 보수적으로 고려되어야 하므로 되도록 큰 과급기의 시험이 선호된다. 어떤 경우든 선택한 시험 과급기가 전체 포괄적인 범위를 대표한다는 것을 문서화(예를 들면 계산을 통해) 하여야 한다. 여기서 포괄적인 범위라 함은 동일한 설계이지만 서로 다른 크기의 과급기 시리즈를 말한다.
 - (다) 최소시험회전수는 압축기의 경우 최대허용운전회전수의 120%, 터빈의 경우 최대허용운전회전수의 140% 또는 자연파손회전수 중 작은 것으로 한다.
 - (라) 봉쇄시험은 제조자에 의해 명시된 과급기의 최대허용온도 이상의 온도에서 실시하여야 한다.
 - (마) 제조자는 상기 (다) 및 (라)에서 정의된 것보다 봉쇄 안전과 관련하여 더 중대한 사례가 존재하는지를 결정하여야 한다. 그러한 사례가 확인되는 경우 해당 사례에 대한 봉쇄 안전의 증거를 제공하여야 한다.
 - (바) 시뮬레이션 모델에 의한 계산을 기초로 케이싱이 충분한 봉쇄 안정성을 가지는지에 대한 유한요소법과 같은 수치해석 시뮬레이션이 다음과 같은 경우 실제 봉쇄시험을 대신하여 허용될 수 있다.
 - (a) 수치 시뮬레이션 모델은 시험을 거쳐 참조할 수 있는 실제 봉쇄시험(참조 봉쇄시험)과 계산결과 사이의 직접 비교를 통하여 적합성 및 정확성이 검증되어야 한다. 이 시험은 수치 시뮬레이션 방법의 인정을 위하여 제조자에 의해 적어도 한번은 수행되어야 한다.
 - (b) 봉쇄에 대한 해당 수치 시뮬레이션은 봉쇄시험에서 지정된 것과 동일한 회전수로 수행되어야 한다.
 - (c) 고속 변형에 대한 재료 특성이 수치 시뮬레이션에 적용되어야 한다. 정상상태의 특성과 관련 변형속도에서의 특성 사이의 상관관계가 입증되어야 한다.
 - (d) 과급기의 설계는 기하학 및 운동학적으로 참조 봉쇄시험에 사용된 과급기와 유사하여야 한다.
- (사) 형식승인 증서를 신청한 과급기에 대하여 완전히 새로운 설계를 채택한 경우, 새로운 참조 봉쇄시험이 수행되어야 한다. 여기서 완전히 새로운 설계라 함은 새로운 과급기와 이전 과급기 간의 주요 차이점이 기하학 및 운동학과 관련되어 있음을 의미한다. 과급기 케이스의 구조 및/또는 재료가 변경되거나 이전 설계로부터 다음 항목(이에 국한하지 않음) 중 하나가 변경되는 경우 과급기는 완전히 새로운 설계로 간주한다.
 - (a) 최대허용 배기가스온도
 - (b) 베어링 수
 - (c) 터빈 날개 수
 - (d) 터빈 휠 및/또는 압축기 휠의 수
 - (e) 흡입 공기 및/또는 배기가스의 방향(예를 들면 축류 방향, 반경류 방향)
 - (f) 과급기 구동 형식(예를 들면 축류 터빈 형식, 반경류 터빈 형식, 혼류 터빈 형식)

4. 연료유 공급 실린더의 연료 분사밸브는 기관이 정지 중에도 수동펌프 또는 기타의 적절한 방법에 의하여 연료유를 공급할 수 있는 구조로 하여야 한다.

5. 시동장치

- (1) 왕복동 내연기관의 시동에 압축공기를 사용하는 경우에는 6장 11절의 규정에 적합하여야 한다.
- (2) 주기관의 시동에 축전지를 사용하는 경우에는 적어도 독립된 2조의 축전지를 설치하여야 하며, 동시에 사용되지 않도록 연결하여야 한다. 각 축전지는 냉각상태에서 시동준비가 완료된 기관을 시동할 수 있어야 하며, 이들의 합계 용량은 도중에 충전하지 아니하고 30분 이내에 6장 1101.의 1항에서 규정하는 회수만큼 시동할 수 있는 것이어야 한다.

- (3) 시동에 축전지를 필요로 하는 보조기관의 시동장치는 2조의 독립된 축전지를 비치하여야 하며, 이들 축전지의 합계 용량은 냉각상태에서 시동준비가 완료된 각 기관을 적어도 3회 시동하는데 충분한 것이어야 한다. 보조기관이 1대 일 경우, 축전지는 1조로 할 수 있다.
- (4) 시동에 축전지를 필요로 하는 보조기관의 시동장치는 주기관의 시동용 축전지로부터 독립회로에 의해 급전할 수 있으며, 이 경우 주기관 시동용 축전지의 합계용량은 (2)호 및 (3)호에서 규정하는 회수만큼 시동할 수 있는 용량과 그 기관의 감시용으로 소모되는 양을 합한 것 이상이어야 한다.
- (5) 시동용 축전지는 시동용 및 그 기관의 감시용으로만 사용하여야 하며, 항상 축적된 에너지가 계속 유지될 수 있는 설비를 하여야 한다. **【지침 참조】**
- (6) 비상발전기를 구동하는 원동기의 시동장치 및 시동성능은 **6편 1장 203.**의 규정에 따른다.

6. 윤활유 장치

- (1) 크랭크실을 윤활유 탱크로 사용하는 밀폐식 크랭크실에는 크랭크실 내의 기름을 수시로 배출할 수 있는 장치를 하여야 한다. 또한, 드레인 탱크로 유도된 윤활유 드레인 관의 배출구는 드레인 탱크의 액면 아래에 잠기도록 하여야 한다.
- (2) 윤활유 장치에는 적당한 위치에 윤활유의 유동상황을 알 수 있는 장치 또는 압력계를 설치하여야 한다.
- (3) 과급기의 회전축에 대한 윤활유 장치는 윤활유가 토출공기 내에 들어가지 아니하도록 하여야 한다.

7. 냉각장치

- (1) 각 실린더 및 피스톤의 냉각수 또는 냉각유는 균일하게 공급되도록 하여야 하며, 냉각수가 고이는 재킷 및 냉각수 관의 최하부에는 배수콧을 설치하여야 한다.
- (2) 냉각수 또는 냉각유는 되도록 높은 위치에서 배출되도록 하고, 배출구에는 온도계를 설치하여야 한다.

203. 안전장치

1. 조속기

- (1) 주기관에는 조속기를 장비하고 연속최대회전수의 115 %를 넘지 아니하도록 조정하여야 한다. 또한, 연속최대출력이 220 kW 이상으로서 클러치를 뿔 수 있거나 가변피치 프로펠러를 구동하는 주기관은 조속기와 별도로 구동되는 과속도방지장치를 장비하고, 연속최대회전수의 120 %를 넘지 아니하도록 조정하여야 한다.
- (2) 발전기를 구동하는 기관에는 **6편 1장 302.**의 2항 및 3항에 규정하는 조속기를 장비하여야 한다. 또한, 연속최대출력이 220 kW 이상인 경우에는 조속기와는 별도로 구동되는 과속도방지장치를 장비하고, 연속최대회전수의 115 %를 넘지 아니하도록 조정하여야 한다.
- (3) 주기관에 전자식 조속기가 장비되고 원격제어시스템의 일부를 구성하는 경우, 전자식 조속기는 **9편 3장 305.**의 2항 (3)호 및 다음 조건에 따라야 한다. (2020)
 - (가) 조속기로의 전원 공급 부족이 프로펠러의 미리 설정된 속도 및 추력의 방향에 주요하고 갑작스런 변화를 일으킬 수 있는 경우, 자동으로 사용 가능한 예비전원이 공급되어야 한다.
 - (나) 기관의 기계측 제어가 항상 가능하여야 한다. 이 목적을 위하여 원격제어 신호를 차단하기 위한 수단이 기계측 제어 위치에 제공되어야 한다. 만약 이러한 차단이 (1)호에서 요구하는 조속기 기능도 차단할 경우, 추가적인 별도의 조속기가 기계측 제어 모드를 위하여 제공되어야 한다.
 - (다) 전자식 조속기 및 그 작동기(actuators)는 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 23절**에 따라 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다.

- 2. 실린더 과압에 대한 보호 실린더의 지름이 230 mm를 넘는 기관의 각 실린더에는 유효한 센티넬밸브(sentinel valve), 연속최대출력시의 실린더 내 최대압력의 140 % 이하의 압력에서 배기할 수 있도록 조정된 도출밸브, 승인된 형식의 유효한 경보장치 또는 다른 인정할 수 있는 수단을 갖추어야 한다. **【지침 참조】**

3. 크랭크실 개폐문

- (1) 크랭크실의 구조 및 크랭크실의 개폐문은 폭발방지용 도출밸브의 설치를 고려하여 크랭크실 내부의 폭발로 인해 발생하는 크랭크실 압력을 견딜 수 있도록 충분한 강도를 갖는 것이어야 한다. 크랭크실의 개폐문은 내부에서 폭발이 일어나도 열리지 아니하도록 확실히 부착하여야 한다.
- (2) 기관의 제어대(control stand) 또는 기관의 각 측면에 있는 크랭크실 개폐문에는 “크랭크실 내부에 과열부분이 있다고 생각될 때에는 기관이 정지한 후 냉각에 필요한 충분한 시간이 경과된 후가 아니면 개폐문 또는 사이트홀을 열어서는 아니 된다”는 취지의 주의명판을 부착하여야 한다.

4. 크랭크실 도출밸브 【지침 참조】

- (1) 실린더의 지름이 200 mm 이상이거나 크랭크실의 총용적이 0.6 m³ 이상인 기관의 크랭크실에는 내부에서 폭발이

생길 때에 일어나는 과압에 대하여 승인된 형식의 도출밸브를 설치하여야 한다.

- (2) 크랭크실에 설치하는 도출밸브의 수는 다음에 따른다.
 - (가) 실린더의 지름이 250 mm 이하인 기관의 경우에는 적어도 기관의 양단 실린더 부근에 각각 1개씩 설치하여야 한다. 다만, 크랭크 스로우가 8개를 넘는 경우에는 기관의 중앙 부근에 추가로 1개를 설치하여야 한다.
 - (나) 실린더의 지름이 250 mm 초과하고 300 mm 이하인 기관의 경우에는 적어도 크랭크 스로우 하나 건너마다 1개씩 설치하여야 한다. 다만, 어떠한 경우에도 2개 이상이어야 한다.
 - (다) 실린더의 지름이 300 mm 초과하는 기관의 경우에는 적어도 크랭크 스로우마다 1개씩 설치하여야 한다.
- (3) 각 도출밸브의 통과면적은 45 cm^2 이상이어야 하며, 기관에 부착된 도출밸브의 총통과면적은 크랭크실의 총용적 1 m^3 당 115 cm^2 이상이어야 한다. 크랭크실의 총용적을 산정함에 있어서 크랭크실 내부에 붙어있는 부품들의 용적은 감할 수 있다. 다만, 회전 및 왕복하는 부품은 총용적에 포함되어야 한다.
- (4) 크랭크실의 폭발방지용 도출밸브에는 내부 폭발이 발생한 경우에 크랭크실 압력을 방출하고 그로 인한 공기의 유입을 방지하기 위하여 스프링을 장착한 밸브 디스크 또는 기타 신속하게 작동하는 자기폐쇄장치를 설치하여야 한다.
- (5) 크랭크실의 폭발방지용 도출밸브의 밸브 디스크는 최대의 개방위치에서 스톱퍼와의 접촉 충격에 견딜 수 있는 연성재료로 제작되어야 한다.
- (6) 크랭크실의 폭발방지용 도출밸브는 0.02 MPa 이하의 압력에서 신속하고 완전하게 개방되도록 설계 및 제작하여야 한다.
- (7) 크랭크실의 폭발방지용 도출밸브에는 크랭크실의 압력도출을 위한 기류는 허용하고 크랭크실의 폭발에 따른 화염의 통과를 방지하기 위하여 플레임어레스터를 설치하여야 한다.
- (8) 크랭크실로부터 독립인 캠축구동기어실, 롤러체인실 또는 기타 구동장치실로서 그의 용적이 0.6 m^3 이상일 경우에는 그곳에 도출밸브를 설치하여야 한다.

5. 크랭크실의 환기

- (1) 원칙적으로 크랭크실의 통풍장치 및 크랭크실 내에 외기의 유입이 발생하도록 하는 장치를 설치하여서는 아니 된다. 다만, 누설된 연료가스가 축적되는 것을 방지하기 위하여 크랭크실에 통풍장치를 설치한 이중연료기관은 제외할 수 있다.
- (2) 크랭크실에 통풍관을 설치한 경우에는 크랭크실이 폭발한 후 공기의 유입을 최소화하기 위하여 단면적은 가능한 한 작게 하여야 한다.
- (3) 크랭크실로부터 오일미스트 가스를 강제로 흡입하는 경우(예를 들면, 오일미스트의 검출 목적 등)에는 크랭크실 내부의 부압이 $2.5 \times 10^{-4} \text{ N/mm}^2$ 를 넘어서는 아니 된다.
- (4) 크랭크실 사이의 교차연결 및 폭발에 따른 화재의 확산을 방지하기 위하여 각각의 기관에 대한 크랭크실 통풍관 및 유탄유 드레인관은 다른 기관의 것과는 독립된 것이어야 한다.

6. 소제공기실의 보호장치

- (1) 실린더와 직접개구를 가지는 크로스헤드형 기관의 소제공기실에는 소화장치를 설치하여야 하며, 이 경우의 소화장치는 기관실의 소화장치와는 별개의 것이어야 한다.
- (2) 실린더와 직접개구를 가지는 소제공기실에는 폭발에 의한 이상압력상승을 방지하고, 취급자에게 위험을 줄 우려가 없도록 도출밸브를 설치하여야 한다.

7. 시동 공기관 보호 시동밸브의 기능이 좋지 않을 때 생기는 폭발로부터 시동 공기주관을 보호하기 위하여 독립된 체크밸브 또는 이와 동등 이상의 장치를 각 기관의 시동 공기관 계통에 설치하여야 한다. 또한, 실린더의 지름이 230 mm를 넘는 경우, 시동공기 매니폴드(manifold)를 갖는 자기역전식 기관에 대하여는 각 실린더의 시동밸브마다, 자기역전식이 아닌 기관에 대하여는 시동공기 매니폴드의 입구부에 각각 파열판(rupture disc) 또는 플레임어레스터(flame arrester)를 설치하여야 한다.

8. 유탄유 저압 경보장치 37 kW를 넘는 주기관 및 보조기관에는 유탄유의 공급이 중지되거나 급유압력이 기관운전에 지장을 줄 정도로 저하되었을 경우에 보고 들을 수 있는 경보장치를 설치하여야 한다.

9. 고압 연료유관 보호 고압연료 펌프와 연료분사기 사이의 모든 외부 고압연료유 이송관은 8편 2장 102.의 5항 (2)호의 요건에 적합하여야 한다.

10. 크랭크실 오일미스트 탐지장치

- (1) 다음의 기관에는 형식승인을 받은 오일미스트 탐지장치(또는 베어링 온도 감시장치 또는 동등한 장치)를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
 - (가) 연속최대출력이 2,250 kW 이상 또는 실린더 안지름이 300 mm를 초과하는 저속 왕복동 내연기관

- : 경보 및 감속용
(나) 연속최대출력이 2,250 kW 이상 또는 실린더 안지름이 300 mm를 초과하는 중속 및 고속 왕복동 내연기관
: 경보 및 자동긴급정지용
저속, 중속, 고속 왕복동 내연기관에 대한 정의는 표 5.2.1를 따른다.

표 5.2.1 정격회전수에 따른 왕복동 내연기관 정의

구분	정격회전수 R (rpm)
저속	$R < 300$
중속	$300 \leq R < 1400$
고속	$1400 \leq R$

- (2) 오일미스트 탐지장치는 기관설계자 및 오일미스트 탐지장치 제조자의 지침서 및 권고사항에 따라 설치하여야 한다.
【지침 참조】
(3) 오일미스트 탐지 및 경보에 대한 정보를 기관으로부터 떨어진 안전한 장소에서 읽을 수 있어야 한다.
(4) 각 기관에는 그 기관용의 독립된 오일미스트 탐지장치와 전용의 경보장치를 설치하여야 한다.
(5) 오일미스트 탐지 및 경보장치는 기관의 정지상태 및 정상적인 운전상태로 공장 시험대 및 선내에서 시험할 수 있어야 한다.
(6) 오일미스트 탐지장치의 경보 및 긴급정지와 시스템의 배치는 9편 3장 3절의 규정을 따라야 한다.
(7) 탐지기를 포함한 오일미스트 탐지장치는 탐지 및 경보 장치가 기능적으로 작동되는지 확인하기 위하여 공장 시험대 및 선내에 설치 시 시험되어야 한다
(8) 크랭크실 내에 잠재적인 폭발조건에 이를 수 있는 오일미스트의 축적을 방지하기 위한 대체수단을 설치할 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 상세한 자료를 제출하여야 한다. 【지침 참조】
11. 배기터빈 과급기의 경보 카테고리 B 및 C에 해당하는 과급기의 경우 경보 및 표시는 다음의 표 5.2.2에 따라야 한다. 표시는 기계측 또는 원격위치 중 하나에 제공되어야 한다.

표 5.2.2 배기터빈 과급기의 경보 및 표시

감시 파라미터 [H=고 L=저]	카테고리 B		카테고리 C		비고
	경보	표시	경보	표시	
회전수	H ⁽⁴⁾	○ ⁽⁴⁾	H ⁽⁴⁾	○ ⁽⁴⁾	
과급기 입구 배기가스온도	H ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	H	○	기관 각 실린더에 고온 경보가 있을 경우도 인정된다. ⁽²⁾
과급기 출구 윤활유 온도			H	○	강제순환식이 아닌 경우, 베어링 근처 윤활유 온도
과급기 입구 윤활유 압력	L	○	L	○	강제순환식인 경우에 한함. ⁽³⁾

(비고)
(1) 카테고리 B 과급기에서 경보레벨이 터빈의 안전레벨로 설정되고 입구 및 출구 온도의 상관관계로 얻어질 경우, 대안으로 과급기 출구에 배기가스온도 감시 장치를 설치할 수 있다.
(2) 개별 배기가스 온도 경보 및 표시가 각 실린더에 제공되고 경보레벨이 과급기의 안전치에 설정되어 있을 경우 과급기 입구의 배기가스 온도 경보 및 표시는 생략할 수 있다.
(3) 과급기의 윤활유계통이 기관의 윤활유계통과 통합되어 있지 않은 경우 또는 기관의 윤활유계통으로부터 스톱틀 또는 감압밸브로 분리되어 있을 경우 별도 감지기는 설치되어야 한다.
(4) 과급기가 순차적으로 작동될 경우, 모든 과급기가 동일한 입구 공기여과기를 공유하고 웨이트게이트가 없을 경우 회전수 감시는 마지막 순차의 과급기에는 필요하지 않다.

204. 크랭크축

- 적용 이 규정은 왕복동 내연기관의 크랭크축에 적용한다.
- 최소지름 크랭크축의 핀 또는 저널의 소요지름 d_c 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_c = \left\{ D^2(M + \sqrt{M^2 + T^2}) \right\}^{\frac{1}{3}} \quad (\text{mm})$$

$$M = 10^{-2} APL$$

$$T = 10^{-2} BP_i S$$

D : 실린더의 지름 (mm)

S : 행정 (mm)

L : 주베어링의 중심간 거리 (mm)

P : 실린더 내의 최대압력 (MPa)

P_i : 도시평균유효압력 (MPa)

A 및 B : 계수로서 등간격으로 착화하는 기관(V형 기관인 경우에는 편측열에 대하여)인 경우에는 표 5.2.3에 따르며, 표에 주어지지 아니한 기관에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

표 5.2.3 계수 A 및 B [지침 참조]

(1) 직렬 단동기관인 경우													
실린더수		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2사이클	A	1.00											
	B	8.8	8.8	10.0	11.1	11.4	11.7	12.0	12.3	12.6	13.4	14.2	15.0
4사이클	A	1.25											
	B	4.7	4.7	4.7	4.7	5.4	5.4	6.1	6.1	6.8	6.8	7.4	7.4
(2) V형 단동기관(연접봉 병렬식)인 경우													
		동일한 크랭크 스톱에 속한 실린더간의 최소 착화간격											
실린더의수		45°		60°		90°		270°		300°		315°	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
2사이클	6		17.0		12.6		17.0						
	8		17.0		15.7		20.5						
	10		19.0		18.7		20.5						
	12	1.05	20.5	1.00	21.6	1.00	20.5						
	14		22.0		21.6		20.5						
	16		23.5		21.6		23.0						
	18		24.0		21.6		23.0						
	20		24.5		24.2		23.0						
4사이클	6		4.1		4.0		4.0		4.0		4.4		4.3
	8		5.5		5.5		5.5		5.5		5.3		5.2
	10		6.7		7.0		6.5		6.5		6.1		5.9
	12	1.60	7.5	1.47	8.2	1.40	7.5	1.40	7.5	1.30	6.9	1.20	6.6
	14		8.4		9.2		8.5		8.5		7.5		7.3
	16		9.3		10.1		9.5		9.5		8.2		7.9
	18		10.1		11.1		10.5		10.5		8.8		8.5
	20		11.5		14.0		11.5		11.5		9.5		9.2

205. 크랭크암의 치수

- 일체형 크랭크축 일체형 크랭크축에 있어서 크랭크암의 두께 및 너비는 크랭크축의 핀 또는 저널의 지름에 대하여 다음 식 또는 그림 5.2.1에 표시한 조건을 만족한 것이어야 한다. 다만, 크랭크축의 실제지름이 계산상의 소요지름보다 클 경우에는 다음 식의 좌변에 $(d_c/d)^3$ 을 곱한 것으로 할 수 있다. 또한, 크랭크암의 두께는 핀 또는 저널의 지

름의 0.36배보다 작아서는 아니 된다. 【지침 참조】

$$\{0.122(2.20 - b/d)^2 + 0.337\}(d/t)^{1.4} \leq 1$$

- b : 크랭크암의 너비 (mm)
- t : 크랭크암의 두께 (mm)
- d : 크랭크핀 또는 저널의 실제지름 (mm)
- d_c : 크랭크핀 또는 저널의 소요지름 (mm)

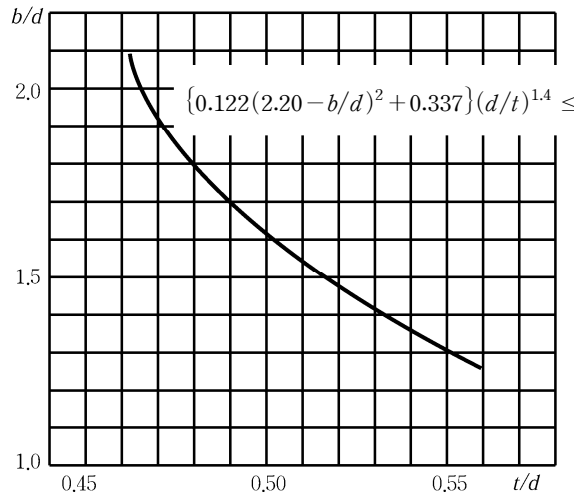


그림 5.2.1

2. 일체형 크랭크축에 있어서 핀 또는 저널 필릿부의 반지름은 각각 핀 또는 저널 지름의 0.05배보다 작아서는 아니 된다.
3. 반조립형 크랭크축 반조립형 크랭크축에 있어서 저널을 열박음한 부분의 크랭크암의 치수는 다음 2개의 식에 표시된 조건을 만족하는 것이어야 한다. 다만, 크랭크핀 필릿부에 있어서 암의 치수는 전 각 항의 규정을 적용한다.

【지침 참조】

$$t_1 \geq \frac{C_1 T D^2}{C_2 d_h^2} \times \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{A_s^2}\right)}$$

$$t_2 \geq 0.525 d_c$$

t_1 및 t_2 : 암의 축방향 두께 (mm)

C_1 : 정수로서 다음에 따른다.

2사이클 직렬기관 ----- 10

4사이클 직렬기관 ----- 16

T : 204.의 2항에 따른다.

D : 실린더의 지름 (mm)

$$C_2 = 12.8\alpha - 2.4\alpha^2$$

다만, 중공축의 경우에는 $(1 - R^2)$ 을 곱한 것.

α : 크랭크저널의 열박음의 여유를 열박음 부분의 구멍지름으로 나눈 값에 10^3 을 곱한 값.

R : 중공축의 안지름을 바깥지름으로 나눈 값

d_h : 열박음 부분의 구멍지름 (mm)

A_s : 암의 바깥지름을 d_h 로 나눈 값

d_c : 204.의 2항에 따른 크랭크축의 소요지름 (mm)

4. 전조립형 크랭크축 전조립형 크랭크축에 있어서 열박음을 한 부분의 크랭크암의 치수는 3항의 규정을 적용한다.

【지침 참조】

5. 열박음여유 전조립형 또는 반조립형 크랭크축에 대하여 핀 또는 저널은 암에 확실히 열박음하여야 하며, 이 경우 열박음여유 α_s 는 다음의 범위 내에 있어야 한다.

$$\frac{\sigma_y \cdot d_h}{E_m} \leq \alpha_s \leq \left(\frac{\sigma_y \cdot d_h}{E_m} + \frac{0.8d_h}{1,000} \right) \frac{1}{1-R^2}$$

σ_y : 암 재료의 규격최소항복강도 (N/mm²)

E_m : 재료의 종탄성계수 (N/mm²)

d_h 및 R : 3항의 규정에 따른다.

206. 재료보정

크랭크축 및 크랭크암을 규격최소인장강도 440 N/mm²를 넘는 탄소강 또는 저합금강으로 제조할 경우, 크랭크축의 지름은 다음 계수 K_m 의 값을 곱한 것까지 감소시킬 수 있다. 또한, 205.의 3항 d_c 에는 이 규정을 적용하여서는 아니 되며, 규정 이외의 재료에 대한 K_m 의 값은 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다. 【지침 참조】

$$K_m = \sqrt[3]{\frac{440}{440 + \frac{2}{3}(S - 440)}}$$

S : 사용재료의 규격최소인장강도로서 1,000 N/mm² 를 넘는 경우에는 1,000 N/mm²로 한다.

207. 중공축

크랭크축의 핀 또는 저널이 중공축일 경우, 이들의 바깥지름은 204.의 2항 d_c 에 다음의 계수 K_h 를 곱한 것 이상이어야 한다. 다만, R 이 1/3 미만일 경우에는 이에 따르지 아니한다.

$$K_h = \sqrt[3]{\frac{1}{1-R^4}}$$

R : 안지름을 바깥지름으로 나눈 값.

208. 특별고려

우리 선급의 규칙에 적합하지 아니하는 크랭크축의 지름 또는 암의 치수에 대하여는 크랭크축 또는 암의 강도에 대한 상세한 계산서가 제출될 경우 이를 검토하고 적절하다고 인정할 경우에는 이를 승인할 수 있다. 또한, 통상의 제조법과 다른 방법으로 제조한 크랭크축으로서 상세한 자료 및 시험 결과를 검토하고 강도상의 우월성이 인정될 경우에는 이들의 지름 및 암의 치수를 경감할 수 있다. 【지침 참조】

209. 플라이휠 축 및 기타 축

플라이휠 또는 펌프용 편심내륜을 크랭크축이나 크랭크 최후 저널베어링과 추력축 사이에 설치된 특설 축에 붙일 경우에는 이들 축의 지름은 204.의 2항에 따른 크랭크축의 소요지름보다 작아서는 아니 된다.

210. 축커플링 및 커플링볼트

1. 크랭크축 상호간, 크랭크축과 추력축 사이 및 209.에 규정된 축의 커플링 연결면에서의 커플링 볼트의 지름 d_b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_b = 0.7 \sqrt{\frac{d_c^3}{nD} \cdot \frac{440}{T_b}} \quad (\text{mm})$$

n : 볼트의 수

D : 피치원의 지름 (mm)

d_c : 204.의 2항에 따른 크랭크축의 소요지름 (mm)

T_b : 커플링 볼트의 규격최소인장강도로서 1,000 N/mm²를 넘는 경우에는 1,000 N/mm²로 한다.

2. 피치원상에서의 축커플링의 플랜지의 두께는 1항에 의한 커플링 볼트의 소요지름보다 작아서는 아니 된다. 또한, 축커플링 필릿부의 반지름은 축지름의 0.08배 이상이어야 한다. 다만, 축커플링의 볼트 또는 너트의 자리파기 부분이 그 필릿부에 걸리는 경우에는 필릿부의 반지름을 축지름의 0.125배 이상으로 하여야 한다.
3. 축의 커플링이 조립형일 경우에는 단강품 또는 주강품으로 하고 축의 회전력에 대하여 충분한 강도를 가지며, 또한, 후진력에도 견딜 수 있는 구조의 것이어야 한다. 이 경우, 축에 과도한 응력집중이 생기지 아니하도록 하여야 한다.

211. 시험 및 검사

1. 기관 구성품의 시험

- (1) 기관 제조자는 우리 선급의 증서를 득하고자 하는 기관 형식에 적합한 품질관리시스템을 보유하고 있어야 한다. 품질관리시스템은 외주업체에게도 적용되어야 하며 우리 선급은 품질관리시스템 또는 그 일부를 검토할 권리를 가진다. 재료 및 구성품은 기관 제조자에 의해 명시된 적절한 생산 및 품질지침서에 따라 생산되어야 한다. (2017) **[지침 참조]**
- (2) 우리 선급에 의해 문서로 명확히 요구되지 않았다고 해서 부품과 관련된 시험 및 검사에 대해 제조자의 책임이 면제되는 것은 아니다. 제조 공정 및 장비는 모든 재료 및 구성품이 요구된 표준에 따라 일관되게 생산될 수 있도록 수립 및 유지되어야 한다. 이는 생산 및 조립라인, 가공기계, 특수공구 및 장치, 조립 및 시험기구 뿐만 아니라 리프팅 및 이동 설비를 포함한다. (2017)
- (3) 기관의 구성품은 표 5.2.4에 따라 시험 및 검사를 실시하여야 한다. 표 5.2.4에 규정되지 않은 구성품 및 재료의 경우 상세한 자료를 제출 받아 우리 선급에 의해 특별히 고려될 수 있다.

표 5.2.4 기관 구성품의 시험 및 검사 (2017)

구성품	재료시험 ⁽¹⁾	비파괴시험 ⁽²⁾	수압 시험 ⁽³⁾	표면상태 및 치수검사	육안검사 (검사원)	적용대상 ⁽⁶⁾	증서
용접구조의 베드	W(C+M)	W(UT+CD)			조립 후 및 용접 후	All	KRC
횡단 베어링거더(주강)	W(C+M)	W(UT+CD)			X	All	KRC
용접구조의 프레임	W(C+M)	W(UT+CD)			조립 후 및 용접 후	All	KRC
실린더블럭(회주철)			W ⁽⁵⁾			>400 kW/cyl.	
실린더블럭(구상흑연주철)			W ⁽⁵⁾			>400 kW/cyl.	
용접구조 실린더프레임	W(C+M)	W(UT+CD)			조립 후 및 용접 후	CH	KRC
엔진블럭(회주철)			W ⁽⁵⁾			>400 kW/cyl.	
엔진블럭(구상흑연주철)	W(M)		W ⁽⁵⁾			>400 kW/cyl.	
실린더라이너	W(C+M)		W ⁽⁵⁾			D>300 mm	
실린더헤드(회주철)			W			D>300 mm	
실린더헤드(구상흑연주철)			W			D>300 mm	
실린더헤드(주강)	W(C+M)	W(UT+CD)	W		X	D>300 mm	KRC
실린더헤드(단조)	W(C+M)	W(UT+CD)	W		X	D>300 mm	KRC
피스톤크라운(주강)	W(C+M)	W(UT+CD)			X	D>400 mm	KRC
피스톤크라운(단조)	W(C+M)	W(UT+CD)			X	D>400 mm	KRC
일체형 크랭크축	KRC(C+M)	W(UT+CD)		W	임의선택부(특히 필릿부 및 오일구멍)	All	KRC
반조립형 크랭크축(크랭크스로우, 단조 주저널 및 플랜지와 연결된 저널)	KRC(C+M)	W(UT+CD)		W	임의선택부(특히 필릿부 및 수축끼워맞춤부)	All	KRC
배기가스 밸브케이징			W			CH	
피스톤로드	KRC(C+M)	W(UT+CD)			임의선택부	D>400 mm CH	KRC
크로스헤드	KRC(C+M)	W(UT+CD)			임의선택부	CH	KRC
연접봉(캡 포함)	KRC(C+M)	W(UT+CD)		W	임의선택부(모든 표면, 특히 숏피닝부)	All	KRC
크랭크축의 커플링볼트	KRC(C+M)	W(UT+CD)		W	임의선택부(특히 수축끼워맞춤부)	All	KRC
주베어링의 볼트류	W(C+M)	W(UT+CD)				D>300 mm	
실린더헤드의 볼트류	W(C+M)	W(UT+CD)				D>300 mm	
연접봉의 볼트류	W(C+M)	W(UT+CD)		TR (나사산)		D>300 mm	
타이로드	W(C+M)	W(UT+CD)		TR (나사산)	임의선택부	CH	KRC
고압연료분사펌프 몸체(body)	W(C+M)		W			D>300 mm	
	W(C+M)		TR			D≤300 mm	

2. 과급기의 시험 (2017)

- (1) 카테고리 B 및 C에 해당하는 과급기의 경우 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다.
- (2) 카테고리 B 및 C에 해당하는 개개의 과급기에 대하여 다음의 시험을 실시하여야 한다. (2019)
 - (가) 회전부 재료의 화학성분
 - (나) 회전부 및 케이싱 대표 시편 재료의 기계적 성질
 - (다) 회전부의 초음파 탐상시험 및 결함검출, 치수검사
 - (라) 로터의 동적평형시험
 - (마) 0.4 MPa 또는 냉각수 최고사용압력의 1.5 배 중 높은 값으로 하는 냉각부의 수압시험
 - (바) 모든 압축 휠은 실온에서 경보레벨회전수의 120% 또는 상응하는 압력비를 가지는 실제 하우징에서 시험될 경우 입구온도 45 °C에서 경보레벨회전수의 110% 중 하나로 3분 동안의 과속도 시험이 실시되어야 한다. 승인된 비파괴시험에 따라 품질관리가 실시된 것에 대하여는 과속도 시험을 생략할 수 있다.
- (3) 과급기는 (2)호의 시험에 대해 다음의 증서를 발급 받아야 한다.
 - (가) 카테고리 C의 경우, 선급기자재증서(KRC)
 - (나) 카테고리 B의 경우, 제조자증서(W)
- 3. 기관의 형식승인 새로운 형식의 기관 또는 사용실적이 없는 기관으로서 우리 선급이 필요하다고 인정 하는 기관은 별도로 정하는 규정에 따라 형식승인을 받아야 한다. **[지침 참조]**
- 4. 공장시운전 출력, 화재에 대한 안전, 승인된 제한치의 만족(예를 들면 최고압력 등), 성능 및 운항 시 참고가 될 기준선 또는 참고치의 수립과 같은 설계의 전제를 실증하기 위하여 기관은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 공장시운전을 실시하여야 한다. **[지침 참조]**
- 5. 선내시험 동력전달 및 주변기기와의 호환성, 기관의 제어계통 및 보조시스템과의 호환성, 기관/선내제어계통의 통합, 공장시운전에서 다루어지지 않은 기타 사항을 검증하기 위하여 기관은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 선내시험을 실시하여야 한다. **[지침 참조]**

212. 교류발전기 세트 (2020)

1. 일반

- (1) 이 규정은 아래의 요건에 추가하여 교류발전기 세트(즉 왕복동 내연기관, 교류발전기, 커플링)에 대한 요건을 제공한다.
 - (가) 2장 211. 및 지침 부록 5-3의 요건에 따른 왕복동 내연기관
 - (나) 2장 203.의 1항 및 6편 1장 302.의 요건에 따른 왕복동 내연기관의 조속기 및 과속도방지장치
 - (다) 6편 1장 309.의 요건에 따른 교류발전기
- (2) 이 규정은 PTO(power take off)의 발전기와 이를 구동하는 추진기관으로 구성된 경우를 제외하고 기관의 형식(즉 디젤기관, 이중연료기관, 가스연료기관)에 관계없이 왕복동 내연기관에 의해 구동되는 교류발전기 세트에 적용할 수 있다.

2. 발전기 세트 요건

- (1) 발전기 세트는 교류발전기, 축, 커플링 및 댐퍼의 비틀림진동 수준이 허용한계 내에 있음을 보여야 한다.
- (2) 발전기 세트의 커플링 선정은 장치의 비틀림진동에 의하여 발생하는 응력과 토크를 고려하여야 한다. 비틀림진동 계산서의 제출 및 승인은 4장의 요건에 따른다.
- (3) 정격출력은 발전기 세트의 실제사용에 적합하여야 한다.
- (4) 발전기 세트 조립을 책임지는 주체는 적어도 다음 정보가 표시된 명판을 설치하여야 한다.
 - (가) 발전기 세트 제조자의 업체명 또는 마크
 - (나) 세트 제조번호
 - (다) 세트 제조일자
 - (라) ISO 8528에 정의된 부호 COP(Continuous Operating Power), PRP(Prime Rated Power) 또는 비상발전기 세트에만 해당하는 LTP(Limited Time Power) 중 하나와 함께 정격출력(kW 및 kVA)
 - (마) 정격 역률
 - (바) 세트 정격 주파수(Hz)
 - (사) 세트 정격 전압(V)
 - (아) 세트 정격 전류(A)
 - (자) 질량(kg)

제 3 절 증기터빈

301. 비상추진용 장치

증기터빈으로 추진되는 선박에는 1대의 주보일러가 고장나더라도 비상추진을 유지하기 위한 장치를 설치하여야 한다.

302. 재료

1. 터빈 로터, 날개 및 터빈 케이싱의 재료는 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다.
2. 고온 고압을 받는 터빈 케이싱 및 기타 부품은 응력 또는 열에 충분히 견딜 수 있는 재료의 것이어야 하며, 이들 부품은 잔류응력을 제거하기 위하여 적당한 열처리를 하여야 한다. 다만, 증기의 사용온도가 230 °C를 넘는 부분에는 주철품을 사용하여서는 아니 된다.

303. 일반구조

1. 증기터빈의 케이싱에는 적당한 배수장치를 설치하여야 한다.
2. 조립식 터빈로터를 열박음 구조로 할 경우에는 키, 다우웰핀, 기타 승인된 방법으로 고정시켜야 한다.
3. 열팽창 터빈의 각부는 열팽창에 대하여 적절한 간격 및 끼워맞춤 공차 등을 가져야 하며, 뒤틀림 등의 유해한 변형을 일으키지 아니하는 구조로 하여야 한다. 또한, 터빈은 열팽창을 과도하게 구속하지 아니하는 구조이어야 한다.
4. 추진용 증기터빈의 비상운전장치
 - (1) 병렬복식(cross compound) 증기터빈이 설치된 단축 선박에 있어서는 터빈 중 어느 1대에 증기 공급이 차단되더라도 안전하게 운항할 수 있도록 장비하여야 한다. 이러한 비상운전을 위해 증기를 저압터빈으로 직접 유도할 수도 있고 고압 또는 중압터빈중 1대를 복수기로 직접 배기할 수 있어야 한다. 이 경우, 증기의 압력 및 온도가 터빈 및 복수기의 안전을 해치지 않도록 적절한 설비 및 제어장치를 설치하여야 한다.
 - (2) 비상운전용 장치의 관 및 밸브는 쉽게 이용할 수 있어야 하며, 적절한 표시가 되어 있어야 한다.
 - (3) 터빈 중 어느 1대가 없이 운전할 경우, 허용출력 및 속도를 규정하고 그 자료를 선박 내에 비치하여야 한다.
 - (4) 축계열라인먼트 및 치차 하중조건에서 터빈의 비상운전에 의한 잠재적인 영향력이 고려되어야 한다.
5. 전진 및 후진 고압터빈 입구 또는 조종밸브의 입구에는 유효한 증기여과기를 설치하여야 한다.
6. 추진용 증기터빈의 터닝 기어는 독립동력에 의하여 구동되어야 하며, 전동기 구동일 경우에는 연속 사용할 수 있는 것이어야 한다.

304. 안전장치

1. 증기터빈에는 연속최대회전수의 115%를 넘지 아니하도록 조정할 수 있는 과속도방지장치를 장비하여야 하며, 주감속장치가 2대 이상의 증기터빈에 의하여 구동되는 것일 경우에는 그 중 1대에만 장비할 수 있다. 또한, 클러치로 뿔 수 있거나 가변피치 프로펠러를 장비하는 추진용 증기터빈에는 과속도방지장치 외에 조속기도 비치하여야 하며, 터빈의 부하가 제거되었을 경우 과속도방지장치가 작동하지 아니하여도 속도를 제어할 수 있어야 한다. 또한, 발전기를 구동하는 증기터빈에는 6편 1장 302.의 2항 및 3항에 규정하는 조속기도 비치하여야 한다.
2. 증기터빈에는 유힐유 압력이 이상 저하할 경우, 자동적으로 증기의 공급을 차단할 수 있는 장치를 설치하여야 하며, 수동으로도 조작이 가능한 것이어야 한다. **【지침 참조】**
3. 주증기터빈 및 주발전기용 증기터빈에는 유힐유 압력이 이상 저하할 경우에도 터빈의 안전상 필요한 적당량의 유힐유를 자동적으로 보낼 수 있는 비상장치를 설치하여야 한다. 그 수단으로서 터빈이 정지할 때까지 적절한 유힐유를 유지하는데 충분한 양의 유힐유를 포함하고 있는 중력탱크를 사용하거나 이와 동등한 장치를 사용할 수 있다. 기타 유힐유장치의 안전장치에 대하여는 6장 8절의 규정에 따른다. **【지침 참조】**
4. 주증기터빈에는 주복수기의 진공이 이상 저하할 경우에 자동적으로 전진 터빈에의 증기공급을 차단할 수 있는 장치를 설치하여야 하며, 수동으로도 조작이 가능한 것이어야 한다.
5. 추기를 하는 증기터빈에는 승인된 증기역류 방지장치를 설치하여야 한다. 또한, 모든 터빈의 배기측에는 경보용 도출밸브를 설치하여야 한다.

305. 터빈 로터

1. 터빈 로터(또는 원판)는 사용회전수 범위 내에서 과대한 진동을 일으키지 아니하도록 설계하여야 하며, 2항의 강도계산에는 재료의 크리프와 기타 현상에 대하여 고려하지 아니하고 있으므로 각 제조자는 필요에 따라 이점에 충분한

주의를 하여야 한다.

2. 평균접선응력 터빈 로터의 평균접선응력은 다음의 조건을 만족하여야 한다.

$$T_m = \frac{1.10N^2}{A} \left(\rho I + \frac{rW}{2\pi} \right) \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$T_m \leq \frac{Y}{3}$$

$$T_m \leq \frac{T_s}{4}$$

T_m : 평균접선응력 (N/mm²)

N : 연속최대회전수의 1/1,000 (rpm/1,000).

A : 회전축 중심의 한쪽에 있는 터빈 원판의 단면적 (cm²)

I : 회전축 중심에 대한 단면 A 의 2차 모멘트 (cm⁴)

ρ : 터빈 로터(또는 원판) 재료의 단위체적당 질량 (kg/cm³)

W : 날개(루트부 포함)의 질량 (kg)

r : 축 중심에서 날개의 무게중심까지의 거리 (cm)

Y : 재료의 규격최소항복강도 (N/mm²)

T_s : 재료의 규격최소인장강도 (N/mm²)

306. 터빈 날개의 강도 및 소요단면적

터빈 날개는 단면에 급격한 모양의 변화가 없고, 휨 또는 진동을 최소한으로 막을 수 있는 충분한 강도를 갖는 것이어야 한다. 또한, 날개의 루트부에 있어서의 단면적 A 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

$$A = \frac{4.395WN^2r}{S} \quad (\text{cm}^2)$$

W : 날개 한 개의 질량 (kg)

N : 연속 최대회전수의 1/1,000 (rpm/1,000)

r : 축 중심으로부터 날개의 무게중심까지의 거리 (cm)

S : 날개 재료의 규격최소인장강도 (N/mm²)

307. 시험 및 검사

1. 수압시험 터빈 및 그 부속품은 표 5.2.5에 정한 압력으로 수압시험을 하여야 한다.

표 5.2.5 시험압력

품명		시험 압력	비고
터빈 실린더, 고압 증기터빈 증기실, 증기 리시버		1.5P 또는 0.2 MPa 중 큰 것	P : 설계압력 (MPa)
증기여과기, 조종밸브의 밸브 체스트, 기타 부속장치		2P	
주 복수기	증기측	0.1MPa	-
	냉각수측	$P_1 + P_2 + 0.1 \text{ MPa}$ 또는 0.2 MPa 중 큰 것. P_1 : 순환수 펌프의 토출밸브 폐쇄시 상승하는 최대토출압력 (MPa) P_2 : 만재흡수시 상승하는 최대흡입압력 (MPa)	스쿠프 방식을 사용할 경우에는 $P_1 + P_2 + 0.1 \text{ MPa}$ 또는 0.35 MPa 중 큰 것.

2. **평형시험** 터빈 로터는 날개를 붙인 후 동적평형시험을 하여야 한다.
3. **공장시운전** 주기관용 증기터빈의 공장시운전 검사는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시험방법에 따라 실시하여야 하며 안전장치의 성능시험을 포함하여야 한다. **【지침 참조】**
4. **선내시험**
 - (1) 해상시운전에 앞서, 303.의 4항 (1)호 및 (2)호에 따라 조작하는 것이 가능한지를 시험을 통하여 확인하여야 한다. 이 시험은 제조공장에서 실시할 수도 있다.
 - (2) 주기관용 증기터빈의 해상시운전시험은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시험방법에 따라 실시하여야 한다. 증기터빈은 모든 운전상태 하에서 충분히 기능을 발휘하고 신뢰성이 있어야 하며, 사용회전수 범위 내에서 이상 진동이 없어야 한다. 공장시운전 시험에 합격한 증기터빈에 대하여는 우리 선급이 인정하는 경우 선내시운전 시험의 방법을 적절히 참작할 수 있다. **【지침 참조】**

제 4 절 가스터빈

401. 일반

1. 정의 (2021)

- (1) **주요부품**이라 함은 다음의 것을 말한다.
 - (가) 터빈 디스크(또는 로터), 회전날개 및 고정날개
 - (나) 압축기의 디스크, 회전날개 및 고정날개
 - (다) 터빈 및 압축기의 케이싱
 - (라) 연소기
 - (마) 터빈 출력축
 - (바) 터빈 주요부품의 결합볼트
 - (사) 축커플링 및 커플링 볼트
 - (아) 6장의 제1급 관 및 제2급 관에 상당하는 터빈 부속관과 여기에 사용되는 밸브 및 관부착품
- (2) **추진용 가스터빈**이라 함은 선박의 추진에 필수적인 가스터빈을 말한다. 전기추진선박에서 추진용 전동기에 전력을 공급하는 발전기를 구동하는 가스터빈을 포함하며 최고 속도 달성을 위해 임시적으로 사용되는 부스팅용 가스터빈은 제외한다.
- (3) **가스터빈**은 상류의 회전 압축기, 이와 연결된 하류의 터빈, 그리고 이 둘 사이의 연소기로 구성된다. 다중 축 구성의 출력터빈 또한 포함한다.
- (4) **가스발생기(gas generator)**라 함은 가열 가압된 가스를 생산하는 가스터빈의 부품 조립체를 말한다.
- (5) **출력터빈(power turbine)**이라 함은 가스발생기로부터의 가스로 구동되는 독립 축을 통하여 동력을 발생시키는 터빈을 말한다.

402. 재료

1. 가스터빈의 주요부품에 사용하는 재료는 원칙적으로 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다.
2. 가스터빈의 주요부품(볼트류, 관, 밸브 및 관 부속품은 제외한다.)은 2편 1장 501.의 10항 및 601.의 10항에 규정하는 비파괴시험을 하여야 한다.
3. 고온부에 사용되는 재료는 계획된 성능 및 수명을 유지하기 위하여 부식, 열응력, 크리프, 이완 등을 고려한 적절한 재질의 것이어야 한다. 또한, 모재를 내식성재료로 피복하는 경우 피복재는 박리되지 않고 모재의 강도를 손상시키지 아니하는 것이어야 한다.

403. 구조 및 거치

1. 가스터빈은 사용회전수 범위 내에서 과도한 진동 및 서징 등이 발생되지 아니하는 구조이어야 한다.
2. 가스터빈은 각부의 열팽창에 의해 본체에 유해한 변형이 생기지 아니하는 구조이어야 한다.
3. 가스터빈의 주요부품을 용접구조로 하는 경우에는 5장 4절의 규정을 준용한다.
4. 가스터빈은 열팽창에 의한 과도한 구속이 일어나지 않도록 설치되어야 한다.
5. 가스터빈의 케이싱은 날개의 파손 시 파편을 봉쇄하도록 설계되어야 한다. 봉쇄강도계산, 또는 수치시뮬레이션이나 시험과 같은 다른 방법으로 상기 요건을 검증하는 자료가 제출되어야 한다. (2021)

404. 안전장치

1. 가스터빈은 운전 중 고장으로 발생할 수 있는 위험상태에 대한 보호수단으로 자동 안전시스템 및 장치가 제공되어야 한다. 안전장치의 설계는 고장모드 영향분석(FMEA)으로 평가되어야 한다. (2021)
2. **조속기 및 과속도방지장치**
 - (1) 가스터빈에는 터빈의 속도가 연속최대회전수의 15 %를 초과하는 것을 방지하기 위하여 과속도방지장치를 설치하여야 한다. 가스터빈이 역전기어, 전기식 변속기, 가변피치프로펠러 또는 이와 유사한 장치에 연결되어 있는 경우, 과속도방지장치와는 별도로 조속기를 설치하여야 한다. 이 조속기는 과속도방지장치를 작동시키지 않고 무부하상태인 가스터빈의 속도를 조정할 수 있어야 한다.
 - (2) 발전기를 구동하는 가스터빈의 조속기는 6편 1장 302.의 2항의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 가스터빈이 전기추진선박에서 추진용 전동기에 전력을 공급하는 발전기를 구동하는 경우에는 6편 1장 1602.의 2항의 규정에 따른다.

3. 비상시 연료공급을 차단하기 위한 수동조작의 정지장치를 로컬제어위치에 설치하여야 하며, 가능한 경우 가스터빈 제어장소에도 설치하여야 한다. (2021)
4. **경보 및 운전정지 (2021)**
 가스터빈은 원칙적으로 표 5.2.6에 따른 가시감경 경보장치, 그리고 가스터빈으로 공급되는 연료를 자동적으로 차단하는 신속차단장치(운전정지장치)를 제공하여야 한다. 다만, 1항의 고장모드 영향분석(FMEA)를 고려하여 경보 및 운전정지 장치를 추가하거나 생략할 수 있다. (2023)

표 5.2.6 경보 및 운전정지 (2021)

감시 항목 [H=고 L=저 O=이상상태]	경보	운전정지 ⁽²⁾	
		주추진용 가스터빈	주추진용 이외의 가스터빈
과속도	H	●	●
윤활유 압력	L ⁽¹⁾	●	●
감속기어 윤활유 압력	L ⁽¹⁾	●	
윤활유 여과기 전후의 차압	H		
윤활유 온도	H		
연료유 공급 압력	L		
연료유 온도	H		
냉각 매체 온도	H		
베어링 온도	H		
화염 소실 및 점화 실패	O	●	●
자동 시동 실패	O	●	●
과도한 진동 발생	O ⁽¹⁾	●	●
각각의 로터에서 과도한 축방향의 변위 발생	O	● ⁽³⁾	
출력터빈 입구 온도	H ⁽¹⁾	●	●
배기가스 온도	H ⁽¹⁾	●	●
압축기 입구 측에서의 부압	H ⁽¹⁾	●	
제어시스템 전원 상실	O		

(비고) : [● = 적용]
 (1) 운전정지 작동을 위한 임계조건에 도달하기 전 적절한 설정점에서 경보가 작동하여야 한다.
 (2) 운전정지 시 경보를 발하여야 한다.
 (3) 구름베어링이 설치된 가스터빈은 제외한다.

5. 자동온도제어

통상적인 운전 범위에 걸쳐 안정된 상태를 유지하기 위하여 주추진용 가스터빈의 다음 서비스에는 자동온도제어를 갖추어야 한다.

- (1) 윤활유
- (2) 연료유(연료유 점도 자동조절장치로 대신할 수 있다.)
- (3) 배기가스

6. 인클로저 내의 화재 탐지장치 및 소화장치

가스터빈의 가스발생기 및 고압유관을 완전히 둘러싸고 있는 인클로저가 설치되어 있을 경우, 내부에 화재탐지장치 및 소화장치를 설치하여야 한다.

405. 부속장치

1. 흡기장치

흡기장치는 유해한 물질의 유입 가능성을 최소화 시킬 수 있도록 설계 및 배치되어야 한다. 필요한 경우 흡기측에서 빙(ice)이 형성되는 것을 방지할 수 있는 방안이 마련되어야 한다. 흡입 공기의 품질에 대한 명시된 한계가 가스터빈 제조자에 의하여 요구되는 경우, 이 한계 내에서 물, 입자 및 부식성 해양 염분을 제어할 수 있는 적절한 여과장치를

제공해야 한다. 여과기, 디 미스터, 소음기 및 방빙장치(anti-icing devices)와 같은 흡입 공기흐름에 인접하는 덕트 및 부품은 느슨해진 부품이 가스터빈으로 유입되는 위험을 최소화할 수 있도록 설치되고 부착되어야 한다. (2021)

2. 배기가스장치

- (1) 배기가스관의 개구단은 배기가스가 흡기측으로 유입되지 않도록 적절한 위치에 배치되어야 한다.
- (2) 가스터빈의 배기열을 이용하는 보일러 또는 열교환기에 대하여는 5장의 규정에도 적합하여야 한다.
- (3) 배기가스장치는 6장 602.의 규정에도 만족하여야 한다.

3. 시동장치

- (1) 자동 퍼징
가스터빈을 시동 또는 재시동하는 경우, 점화를 시작하기 전에 자동으로 퍼징되어야 한다. 퍼징은 터빈에 축적되어 있는 액상 또는 기상의 연료를 제거할 수 있도록 충분한 기간 동안 이루어져야 한다.
- (2) 사전설정시간
시동제어장치에는 점화타지장치를 설치하여야 한다. 사전설정시간 내에 점화가 이루어지지 않은 경우, 시동제어장치는 자동으로 점화를 중지하고, 주연료밸브를 차단한 후 자동으로 퍼징되어야 한다.
- (3) 시동을 위해 압축공기 또는 축전지를 사용하는 경우에는 2장 202.의 5항의 규정을 준용한다.

4. 점화장치

- (1) 점화장치는 서로 독립한 2개 이상의 계통으로 구성되어야 한다.
- (2) 전기점화장치의 케이블은 절연이 양호한 것으로서 손상의 우려가 없도록 포설하여야 한다.
- (3) 점화 배전기는 방폭구조로 하든지 또는 차폐되어야 한다. 또한, 점화장치의 코일은 폭발성 가스가 체류할 우려가 있는 장소에 설치하여서는 아니 된다.

5. 연료유 장치

- (1) 연료 중의 고형분에 의하여 연료 매니폴드 및 연료노즐이 막히지 않도록 하고, 염분 등의 부식성물질에 의하여 터빈 날개 등이 부식되지 않도록 적절한 조치를 하여야 한다.
- (2) 연료유장치는 6장 9절의 규정에도 적합하여야 한다.

6. 윤활유장치

- (1) 주추진용 가스터빈은 윤활유 공급계통에 고장이 발생한 경우에도 터빈이 정지할 때까지 충분한 양의 윤활유를 자동적으로 공급할 수 있도록 비상공급장치를 설치하여야 한다. 이 수단으로서 중력탱크 또는 터빈에 의해 구동되는 보조 윤활유펌프 등이 이용될 수 있다.
- (2) 윤활유장치는 6장 8절의 규정에도 만족하여야 한다.

406. 시험 및 검사

- 1. 수압시험 가스터빈 및 그 부속장치는 각각 다음에 규정하는 압력으로 수압시험을 하여야 한다.
 - (1) 케이싱 : 설계압력의 1.5배의 압력.
 - (2) 관장치 : 6장 1404.에 규정하는 압력.
- 2. 평형시험 터빈 및 압축기의 회전부는 조립 후 동적평형시험을 하여야 한다.
- 3. 과속도시험 터빈 로터는 완성 후 최소한 2분간 연속최대회전수의 115 % 이상으로 과속도시험을 하여야 한다.
- 4. 공장시운전 가스터빈은 전 404.의 안전장치를 포함하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시험절차에 따라 공장시운전을 실시하여야 한다. 우리 선급은 시동특성 및 축의 위험속도에 대한 시험을 요구할 수 있다.
- 5. 선내시험 주기관용 가스터빈은 우리 선급의 승인을 받은 시험방법에 따라 해상시운전을 실시하여야 한다. 가스터빈은 모든 운전상태에서 충분히 기능을 발휘하고 신뢰성이 있어야 하며, 사용회전수 범위 내에서 이상진동이 없어야 한다. 공장시운전에 합격한 가스터빈에 대해서는 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우, 선내시험의 방법을 적절히 참작할 수 있다. ↓

제 3 장 추진축계 및 동력전달장치

제 1 절 일반사항

101. 용접구조의 부품

주요부품을 용접구조로 할 경우, 우리 선급이 특별히 필요하다고 인정하는 경우에는 공사에 앞서 예비시험 또는 공사에 관한 시험을 요구할 수 있다. 또한, 용접방법 등은 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 한다. 이는 주요부품의 용접보수 또는 수리의 경우에도 적용한다. **【지침 참조】**

102. 기타의 추진장치

이 장에 규정하지 않은 추진장치의 요건에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

103. 추진축계장치의 거치

1. 동력전달장치, 선미관, 축베어링 등을 수지축(resin chock)을 사용하여 거치할 경우 수지축은 우리 선급의 형식승인을 받아야 하며 계산된 최대 축력에서 수지축의 면압은 형식승인 시 승인된 값 이내이어야 한다. 배치 및 설치 절차는 수지축 제조사의 권고에 따라야 한다. (2018)
2. 프로펠러축 또는 선미관축을 스트럿으로 지지할 경우, 이 스트럿은 충분한 강도를 갖는 구조의 것이어야 한다.
3. 추진축계장치는 축계에 과도한 굽힘응력 및 전단응력이 발생하지 않고 베어링에는 적절한 반력이 작용하도록 거치하여야 한다.

제 2 절 축계

201. 적용

1. 이 절의 규정은 왕복동 내연기관, 증기터빈 및 가스터빈을 주기관으로 하는 선박과 전기추진 선박의 축계에 적용한다.
2. 축의 크기 계산시 이 절에서 규정하는 방법 이외에 다른 대체계산법을 사용할 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

202. 재료

1. 중간축, 추력축, 선미관축, 프로펠러축, 축커플링 및 커플링 볼트의 재료는 2편 1장의 규정에 적합한 단강품이어야 한다. 다만, 축커플링을 조립형으로 할 경우에는 2편 1장의 규정에 적합한 주강품으로 할 수 있다.
2. 1항에서 규정하는 재료의 연신율(L방향)은 우리 선급이 특별히 승인한 것 이외에는 16% 이상이어야 한다. **【지침 참조】**
3. 과도운전으로 인해 축이 허용응력에 근접한 진동응력을 접할 수 있는 경우, 재료의 규격최소인장강도는 500 N/mm² 이상이어야 한다. 그 외의 경우에는 규격최소인장강도가 400 N/mm² 이상인 재료를 사용할 수 있다.

203. 중간축 및 추력축

선박의 중간축 및 추력축 지름 d_0 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

$$d_0 = F \cdot K_1 \sqrt[3]{\frac{P}{n} \times \frac{560}{(T+160)}} \quad (\text{mm})$$

P : 기관의 연속최대출력시의 축출력 (kW)

n : 축의 연속최대출력시의 회전수 (rpm)

F : 추진기관의 형식에 따른 계수로서 다음에 따른다.

· 터빈 기관, 유압(슬립형) 커플링을 갖는 왕복동 내연기관 및 전기추진장치 : 95

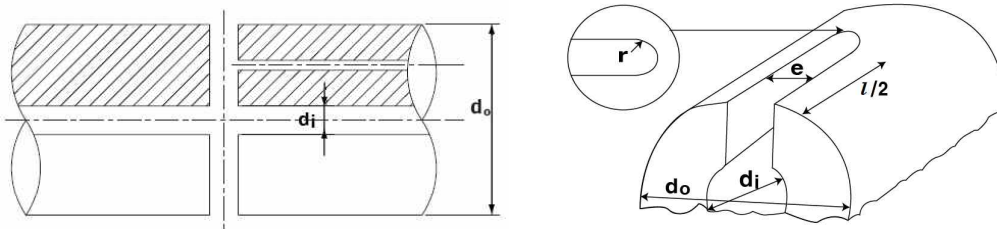
- 상기 이외의 왕복동 내연기관 : 100
- T : 재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)
 다만, T 의 값은 탄소강이 $760 N/mm^2$ 을 넘는 경우 $760 N/mm^2$ 으로 하고, 합금강이 $800 N/mm^2$ 을 넘을 경우 우리 선급이 특별히 승인하는 경우를 제외하고 $800 N/mm^2$ 로 한다. (2017)
- K_1 : 축의 설계 특성에 관한 계수로서 표 5.3.1에 따른다.

표 5.3.1 계수 K_1

중간축					추력축	
일체식 커플링 플랜지	수축 끼워맞춤 커플링 플랜지	키홈이 있을 경우	반지름방향 구멍이 있을 경우	축방향으로 슬롯이 있을 경우	추력칼라가 있을 경우	롤러베어링을 추력베어링으로 사용하는 축
1.00	1.00 ⁽¹⁾	1.10 ⁽²⁾	1.10 ⁽³⁾	1.20 ⁽⁴⁾	1.10	1.10

(비 고)

- (1) K_1 은 평탄한 축단면을 기준으로 한 것임. 연속운전을 하는 동안 축이 허용응력에 근접한 진동응력을 접할 수 있는 경우, 수축끼워맞춤 지름에 대한 1 내지 2%의 지름 증가 및 지름의 변화율과 거의 동등한 혼합반지름(blending radius)이 제공되어야 한다.
- (2) 키홈의 끝단부터 $0.2 d_0$ 이상 떨어진 범위에서의 축지름은 $K_1=1.0$ 으로 계산한 지름까지 감할 수 있다. 또한, 키자리 밑면 필릿부의 곡률반지름은 $0.0125 d_0$ 이상으로 한다. 다만, 연속사용 금지범위가 설정되어 있는 장치에 키홈을 사용하여서는 아니 된다.
- (3) 반지름방향 구멍의 지름은 $0.3 d_0$ 이하일 것. 횡방향 구멍이 중심을 벗어난 축방향 구멍과 교차하는 경우(아래 그림 참조)에는 각 사안별로 제출된 자료를 근거하여 결정되어야 한다.



- (4) 슬롯의 길이(l)는 $0.8 d_0$ 미만이고, 중공축 안지름(d_i)은 $0.7 d_0$ 미만이어야 하며 슬롯의 너비(e)는 $0.15 d_0$ 보다 커야 한다. 또한, 슬롯의 끝단 라운드(r)는 $e/2$ 이상이어야 하며, 가능한 한 이를 크게 하여 응력집중이 생기지 않도록 하여야 한다. 슬롯의 수는 1, 2 또는 3개이어야 하며, 서로 각각 360도, 180도 또는 120도가 되도록 배치하여야 한다.

204. 프로펠러축 및 선미관축

1. 프로펠러축 및 선미관축의 지름 d_p 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_p = 100 \times K_2 \sqrt[3]{\frac{P}{n} \times \frac{560}{(T+160)}} \quad (\text{mm})$$

P 및 n : 203.의 규정에 따른다.

K_2 : 축 설계특성에 관한 계수로서 표 5.3.2에 따른다.

T : 재료의 규격최소인장강도(N/mm^2)로서 $600 N/mm^2$ 를 넘을 경우에는 $600 N/mm^2$ 로 한다.

표 5.3.2 계수 K_2

구간 ⁽¹⁾	프로펠러 부착방법 ⁽²⁾	K_2 ⁽⁴⁾
1. 프로펠러보스(또는 프로펠러부착 플랜지)의 선수단으로부터 축의 최후부 베어링의 선수단 또는 $2.5 d_p$ (해수운항의 경우 $4.0 d_p$)까지의 구간 중 길이가 긴 부분	키	1.26
	키 없이 압입	1.22
	플랜지 ⁽³⁾	1.22
2. 상기 1.에 해당되는 부분을 제외하고, 선내측 선미관 밀봉장치의 전단부까지의 구간		1.15
(비고)		
(1) 구간 사이의 경계에서 축지름은 점차적으로 감소되어야 한다.		
(2) 기타의 프로펠러 부착방법은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.		
(3) 플랜지의 밀면 필릿부에는 $0.125d_p$ 보다 큰 곡률반지름을 주어야 한다.		
(4) 해수에 대하여 승인된 방식조치(슬리브 또는 형식승인된 방식코팅)를 한 것에 적용한다. 다만, 승인된 내식성 재료로 제조되는 제1종 프로펠러축 또는 선미관축과 제2종 프로펠러 또는 선미관축의 지름에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. (2020) 【지침 참조】		

2. 경감 내측 선미관 밀봉장치보다 전방에 위치한 구간의 축 지름은 1항의 식에서 K_2 계수 대신에 표 5.3.1의 중간축의 계수 K_1 을 사용하여 계산한 값까지 점차적으로 경감할 수 있다. **【지침 참조】**

3. 슬리브

- (1) 프로펠러축 또는 선미관축이 해수에 대하여 내식성을 갖지 않는 재료로 제작될 경우에는 슬리브로 해수에 대하여 방식조치를 하여야 한다.
- (2) 슬리브의 제작 : 슬리브의 재료는 고급 청동제, 스테인리스강 또는 이와 동등 이상의 것으로서 기포나 기타의 결함이 없어야 한다.
- (3) 슬리브의 두께
 - (가) 청동제의 경우에는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = 0.03d_p + 7.5 \quad (\text{mm})$$

$$t_2 = 0.75t_1 \quad (\text{mm})$$

t_1 : 선미관베어링 또는 스트럿베어링에 접촉하는 부분의 슬리브 두께 (mm)

t_2 : 기타 부분에서의 슬리브 두께 (mm)

d_p : 프로펠러축의 계산상 소요지름 (mm)

(나) 스테인리스강제의 경우에는 청동제에 요구되는 두께의 1/2 또는 6.5 mm 중 큰 것 이상이어야 한다.

(4) 슬리브의 고정

- (가) 슬리브는 축에 수축 끼워맞춤으로 고정하여야 하며, 핀 또는 볼트 등으로 고정하여서는 아니 된다.
- (나) 슬리브는 일체형으로 시공함을 원칙으로 한다. 슬리브를 분할하여 시공할 경우, 슬리브로 보호되지 않는 축 부분을 고무, 합성수지 등과 같은 방식재료로 보호하여야 한다. 방식재료는 우리 선급이 형식승인한 것이어야 하며 승인한 방법으로 시공하여야 한다. (2021)

4. 프로펠러축의 테이퍼 테이퍼부를 갖는 프로펠러축의 선미단에서의 테이퍼는 1/10(키가 없는 경우에는 1/15) 이하이어야 한다.

5. 프로펠러 부착부의 프로펠러축 키 (2018)

- (1) 키 및 키홈 : 프로펠러축의 테이퍼 부분에 키를 설치하는 경우에는 키는 키홈에 단단히 들어 맞도록 하여야 하며, 고정볼트로 고정하여야 한다. 또한, 키홈 밀면 필릿부의 곡률반지름은 실제 프로펠러축 콘의 대단부 지름의 1.25% 이상이어야 한다. 키홈의 선수측 끝부분은 스펀형으로 하는 것을 원칙으로 하며 키홈 선수측 끝단과 콘의 대단부 사이의 거리는 실제 프로펠러축 콘의 대단부 지름의 20% 이상이어야 한다. 다만, 소형 프로펠러 부착부에 대하여는 KS V 4811에 따를 수 있다.
- (2) 키 고정볼트 : 키는 2개의 고정볼트로 키홈에 고정하여야 하며, 선수측 고정볼트는 적어도 키 선수단에서 키 길이의 1/3 이상의 위치에 고정하여야 한다. 또한, 고정볼트의 구멍깊이는 고정볼트의 지름을 넘지 않아야 하고, 키홈 구멍의 모서리는 모떼기를 하여야 한다.

- (3) 키 면적 : 일반적으로 키의 재료는 축 재료와 동등하거나 높은 강도를 가진다. 전단에 대한 키의 유효 면적 A 는 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A = \frac{d_0^3}{2.55d_m} \cdot \frac{Y_S}{Y_K} \quad (\text{mm}^2)$$

d_0 : 203.의 식에 의한 중간축 지름 (mm)

d_m : 키 중간 위치에서의 축지름 (mm)

Y_S : 축 재료의 규격최소항복강도 (N/mm^2)

Y_K : 키 재료의 규격최소항복강도 (N/mm^2)

205. 중공축

중공축의 바깥지름은 203. 및 204.에서 규정하는 각각의 식에 의한 지름에 다음의 계수 K_h 를 곱한 것 이상이어야 한다. 다만, R 이 0.4 이하일 경우에는 $K_h=1$ 로 한다.

$$K_h = \sqrt[3]{\frac{1}{1-R^4}}$$

R : 안지름을 바깥지름으로 나눈 값

206. 선미관 베어링 및 선미관 밀봉장치

1. 프로펠러의 중량을 지지하는 선미관의 선미축 베어링 또는 스트럿 베어링은 다음 규정에 적합하여야 한다.

- (1) 베어링에 고무, 합성수지 등을 사용할 경우에는 미리 그 재료, 구조 및 윤활장치 등에 대하여 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다.
- (2) 해수윤활을 하는 경우, 베어링의 길이는 프로펠러축의 계산상 소요지름의 4배 이상이어야 한다. 다만, 고무 또는 합성수지 등을 사용할 경우에는 베어링에 대한 실험자료 또는 사용실적 등이 양호할 경우, 우리 선급의 승인을 받아 베어링의 허용면압을 증가시키거나 또는 베어링의 길이를 적절하게 감소시킬 수 있다. 이러한 경우에 베어링 길이는 최소한 프로펠러축의 계산상 소요지름의 2배 이상이어야 한다.
- (3) 화이트메탈, 합성수지 등을 사용하고 기름윤활을 하는 경우, 베어링 길이는 프로펠러축의 계산상 소요지름의 2배 이상이어야 한다. 다만, 프로펠러축과 프로펠러의 하중을 고려한 베어링의 정적반력에 의하여 계산된 베어링 호칭면압이 0.8 MPa 이하, 합성수지인 경우 0.6 MPa 이하이면 베어링의 길이를 감소시킬 수 있으나, 어떤 경우에도 베어링의 길이는 실제지름의 1.5배 이상이어야 한다. **【지침 참조】**
- (4) 기름윤활 방식의 선미관 내에는 항상 기름이 충전되어 있도록 하여야 하며, 선미관을 선미탱크 내의 물속에 잠기도록 하든가 또는 적절한 방법에 의해 냉각될 수 있어야 하며, 선미관 내의 윤활유 온도를 확인할 수 있는 적절한 장치를 하여야 한다. 증력탱크 윤활유 공급방식의 경우에는 만재흡수선보다 높은 곳에 저액면 경보장치를 갖춘 탱크를 설치하여야 한다. 해수윤활방식의 선미관 내에는 냉각 및 윤활을 위하여 충분한 해수를 공급하여야 한다.
- (5) 그리스윤활을 하는 경우, 베어링의 길이는 프로펠러축의 계산상 소요지름의 4배 이상이어야 한다. (2021)

2. 선미관 밀봉장치는 그 형식, 구조 및 재료 등에 대하여 미리 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다. 다만, 글랜드패킹 방식의 해수용 밀봉장치는 제외한다. **【지침 참조】**

207. 축커플링 및 커플링 볼트

1. 커플링 볼트 축커플링 연결면에서의 커플링 볼트의 지름 d_b 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_b = 0.65 \sqrt{\frac{d_0^3(T+160)}{n \times D \times T_b}} \quad (\text{mm})$$

d_0 : $K_1=1.0$ 으로 계산한 중간축의 계산상 소요지름 (mm)

n : 커플링 볼트의 수

D : 피치원 지름 (mm)

T : 중간축 재료의 규격최소인장강도 (N/mm²)

T_b : 커플링 볼트 재료의 규격최소인장강도로서 원칙적으로 $T \leq T_b \leq 1.7T$ 이어야 하며, 1,000 N/mm²를 넘어서는 아니 된다.

2. 축커플링

(1) 피치원 상에서의 축커플링의 플랜지의 두께 t 는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$t_1 = d_b \quad (\text{mm})$$

$$t_2 = 0.2d \quad (\text{mm})$$

d_b : 해당 축과 동일한 인장강도를 갖는 재료로 계산한 커플링 볼트의 계산상 소요지름 (mm)

d : 해당 축의 계산상 소요지름 (mm)

(2) 축커플링의 필릿부 반지름은 축지름의 0.08배 이상이어야 한다. 다만, 축커플링의 볼트 또는 너트의 자리파기 부분이 그 필릿부에 걸리는 경우에는 필릿부의 반지름을 축지름의 0.125배 이상으로 하여야 한다.

3. 조립형 커플링 축커플링이 조립형일 때에는 축의 회전력에 대하여 충분한 강도를 가지며 또한 후진력에도 견딜 수 있는 구조의 것이어야 한다. 이 경우, 축에 과도한 응력집중이 생기지 아니하도록 하여야 한다. **【지침 참조】**

208. 시험 및 검사

1. 선미관의 수압시험 선미관은 제조후 0.2 MPa 의 압력으로 수압시험을 하여야 한다.
2. 누설시험 선미관의 유밀장치는 선내에 설치후 급유압력으로 누설시험을 하여야 한다.
3. 슬리브의 수압시험 프로펠러축 및 선미관축의 슬리브는 축에 수축 끼워맞춤을 하기 전에 0.1 MPa 의 압력으로 수압시험을 하여야 한다.

제 3 절 프로펠러

301. 적용

이 절의 규정은 스크류형의 프로펠러에 적용한다. 특수한 설계의 프로펠러 구조 및 강도에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

302. 재료

프로펠러의 재료 및 조립형 프로펠러의 날개(blade) 부착용 볼트의 재료는 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다. **【지침 참조】**

303. 날개(blade)의 두께 **【지침 참조】**

1. 일체형 및 가변피치 프로펠러의 날개(blade) 두께(날개(blade) 루트부의 반지름으로 생긴 두께를 제외한다)는 각각 표 5.3.3의 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 고속선인 경우에는 더 큰 값을 요구할 수 있다.
2. 예인선, 트롤선 또는 이와 유사한 특수한 목적을 갖는 선박 등의 가변피치 프로펠러는 최대볼러드당김 (maximal bollard pull)에 대한 지름/피치비를 계산식에 적용하여야 한다. 그 외 선박의 가변피치 프로펠러는 기관최대출력 (MCR)에서 대양항해에 적용 가능한 지름/피치비를 계산식에 적용할 수 있다.
3. **참작규정 표 5.3.3** 이외의 재료를 사용하는 프로펠러에 대하여 2항에서 규정하는 재료에 따른 정수 K_m 의 값은 우리 선급이 정하는 바에 따른다. 또한, 프로펠러의 지름이 2.5 m 이하인 소형 프로펠러에 있어서는 K_m 의 값에 다음의 계수를 곱한 것으로 할 수 있다.

$$D \leq 2.0 \text{ m인 경우} : 1.2$$

$$D > 2.0 \text{ m인 경우} : 2.0 - 0.4D$$

D : 프로펠러 지름

304. 조립형 또는 가변피치 프로펠러의 날개(blade) 부착

1. 날개는 보스(또는 변절기구의 부재)에 볼트로 튼튼하게 부착될 수 있도록 하고, 볼트는 적당한 방법으로 풀리지 아니하도록 하여야 한다. 날개 부착용 볼트는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 강도를 가져야 하며, 내식성 재료를 사용하거나 해수에 직접 접촉하지 아니하도록 하여야 한다. **【지침 참조】**
2. 날개 플랜지의 볼트 부착부 및 보스의 날개 플랜지 부착부에는 자리파기 또는 동등한 조치를 하여야 하며, 플랜지의 볼트 부착부 자리파기는 날개 루트부의 강도에 크게 영향을 주지 아니하도록 시공하여야 한다. **【지침 참조】**
3. 날개의 플랜지는 보스(또는 변절기구의 부재)의 접합면에 충분히 밀착시키고, 플랜지 측면의 틈새는 가능한 한 작게 하여야 한다. **【지침 참조】**

305. 프로펠러의 부착

1. 프로펠러는 테이퍼를 갖는 프로펠러축에 압입하거나 기타의 적절한 방법으로 축에 견고히 부착하여야 하며, 프로펠러를 압입하거나 떼어내기 위하여 고온으로 국부적인 가열을 하는 것은 가능한 한 피하여야 한다. **【지침 참조】**
2. 프로펠러를 키없는 프로펠러축에 압입하여 부착시키는 경우에는 압입량 계산서를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다. 또한, 볼트로 부착할 경우에는 충분한 강도를 갖는 것이어야 한다. **【지침 참조】**
3. 방식조치 프로펠러와 프로펠러축 또는 프로펠러 캡의 부착부분은 해수의 침입을 확실히 막을 수 있는 구조의 것이어야 한다.

306. 가변피치 프로펠러 유압장치

가변피치 프로펠러의 조작에 유압펌프를 사용할 경우에는 예비 유압펌프를 설치하든가 기타 다른 장치를 사용하여 유압장치가 고장나더라도 통상 항해에 지장이 없도록 하여야 한다.

307. 시험 및 검사

1. **평형시험** 프로펠러는 정적평형시험을 하여야 한다. 500 rpm을 넘는 회전수를 가지는 프로펠러의 경우 동적평형시험을 실시하여야 한다. (2020) **【지침 참조】**
2. **맞비빔 맞춤시험** 테이퍼를 갖는 프로펠러축에 프로펠러를 압입하여 부착시키는 경우에는 부착부의 결합상태를 확인하기 위하여 맞비빔 맞춤시험 또는 적절한 방법으로 시험을 하여야 한다.
3. **압입량 확인** 프로펠러를 키없는 프로펠러축에 압입하여 부착시키는 경우에는 압입량을 확인하여 기록하여야 한다. **【지침 참조】**

표 5.3.3 날개(blade)의 두께

날개(blade)의 두께 (mm)	$t_x = \sqrt{\frac{0.1K_1 \cdot P}{C_x K_2 \cdot Z \cdot N \cdot l_x}}$																				
<p>P : 주기관의 연속최대출력 (kW) Z : 날개(blade)의 수 N : 프로펠러 연속최대회전수의 1/100 (rpm/100) C_x : 날개(blade) x 에서의 단면계수비(실제 단면계수 ÷ $l_x t_{ax}^2$). 0.1 보다 클 경우, 0.1 로 한다.</p>	<p>l_x : 반지름 xR 에 있어서의 날개(blade) 너비 (m) (여기서 x 는 0.25, 0.35, 0.6 을 고려한다.) R : 프로펠러의 반지름 (m) x : R 로써 무차원화한 반지름 방향의 위치 t_{ax} : 날개(blade)의 실제 두께 (m) K_1, K_2 : 계수로서 다음 표에 따른다.</p>																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">계수 x</th> <th style="width: 40%;">일체형</th> <th style="width: 50%;">가변피치형</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.25</td> <td style="vertical-align: top;"> $K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 1.62 \left(\frac{P_{0.25}}{D}\right)^2}} \left[0.092 + 0.329 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.238 \left(\frac{P_{0.25}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.25} \cdot Z} \left[2.02 + \frac{1.17 \left(\frac{100E}{D}\right) + 2.39}{\sqrt{1 + 1.62 \left(\frac{P_{0.25}}{D}\right)^2}} \right]$ </td> <td style="vertical-align: top;"> $K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.827 \left(\frac{P_{0.35}}{D}\right)^2}} \left[0.074 + 0.264 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.131 \left(\frac{P_{0.35}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.35} \cdot Z} \left[2.29 + \frac{1.23 \left(\frac{100E}{D}\right) + 2.51}{\sqrt{1 + 0.827 \left(\frac{P_{0.35}}{D}\right)^2}} \right]$ </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.35</td> <td style="vertical-align: top;"> $K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \left[0.028 + 0.096 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.026 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.6} \cdot Z} \left[1.48 + \frac{0.68 \left(\frac{100E}{D}\right) + 1.38}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \right]$ </td> <td style="vertical-align: top;"> $K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \left[0.028 + 0.100 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.026 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.6} \cdot Z} \left[1.70 + \frac{0.78 \left(\frac{100E}{D}\right) + 1.59}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \right]$ </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.6</td> <td style="vertical-align: top;"> $K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \left[0.028 + 0.096 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.026 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.6} \cdot Z} \left[1.48 + \frac{0.68 \left(\frac{100E}{D}\right) + 1.38}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \right]$ </td> <td style="vertical-align: top;"> $K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \left[0.028 + 0.100 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.026 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.6} \cdot Z} \left[1.70 + \frac{0.78 \left(\frac{100E}{D}\right) + 1.59}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \right]$ </td> </tr> </table>	계수 x	일체형	가변피치형	0.25	$K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 1.62 \left(\frac{P_{0.25}}{D}\right)^2}} \left[0.092 + 0.329 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.238 \left(\frac{P_{0.25}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.25} \cdot Z} \left[2.02 + \frac{1.17 \left(\frac{100E}{D}\right) + 2.39}{\sqrt{1 + 1.62 \left(\frac{P_{0.25}}{D}\right)^2}} \right]$	$K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.827 \left(\frac{P_{0.35}}{D}\right)^2}} \left[0.074 + 0.264 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.131 \left(\frac{P_{0.35}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.35} \cdot Z} \left[2.29 + \frac{1.23 \left(\frac{100E}{D}\right) + 2.51}{\sqrt{1 + 0.827 \left(\frac{P_{0.35}}{D}\right)^2}} \right]$	0.35	$K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \left[0.028 + 0.096 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.026 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.6} \cdot Z} \left[1.48 + \frac{0.68 \left(\frac{100E}{D}\right) + 1.38}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \right]$	$K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \left[0.028 + 0.100 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.026 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.6} \cdot Z} \left[1.70 + \frac{0.78 \left(\frac{100E}{D}\right) + 1.59}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \right]$	0.6	$K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \left[0.028 + 0.096 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.026 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.6} \cdot Z} \left[1.48 + \frac{0.68 \left(\frac{100E}{D}\right) + 1.38}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \right]$	$K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \left[0.028 + 0.100 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.026 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.6} \cdot Z} \left[1.70 + \frac{0.78 \left(\frac{100E}{D}\right) + 1.59}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \right]$									
계수 x	일체형	가변피치형																			
0.25	$K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 1.62 \left(\frac{P_{0.25}}{D}\right)^2}} \left[0.092 + 0.329 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.238 \left(\frac{P_{0.25}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.25} \cdot Z} \left[2.02 + \frac{1.17 \left(\frac{100E}{D}\right) + 2.39}{\sqrt{1 + 1.62 \left(\frac{P_{0.25}}{D}\right)^2}} \right]$	$K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.827 \left(\frac{P_{0.35}}{D}\right)^2}} \left[0.074 + 0.264 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.131 \left(\frac{P_{0.35}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.35} \cdot Z} \left[2.29 + \frac{1.23 \left(\frac{100E}{D}\right) + 2.51}{\sqrt{1 + 0.827 \left(\frac{P_{0.35}}{D}\right)^2}} \right]$																			
0.35	$K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \left[0.028 + 0.096 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.026 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.6} \cdot Z} \left[1.48 + \frac{0.68 \left(\frac{100E}{D}\right) + 1.38}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \right]$	$K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \left[0.028 + 0.100 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.026 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.6} \cdot Z} \left[1.70 + \frac{0.78 \left(\frac{100E}{D}\right) + 1.59}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \right]$																			
0.6	$K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \left[0.028 + 0.096 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.026 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.6} \cdot Z} \left[1.48 + \frac{0.68 \left(\frac{100E}{D}\right) + 1.38}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \right]$	$K_1 = \frac{61}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \left[0.028 + 0.100 \left(\frac{D}{P_{0.7}}\right) + 0.026 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right) \right]$ $K_2 = K_m - \frac{D^3 \cdot N^2 \cdot \xi}{1,000 l_{0.6} \cdot Z} \left[1.70 + \frac{0.78 \left(\frac{100E}{D}\right) + 1.59}{\sqrt{1 + 0.281 \left(\frac{P_{0.6}}{D}\right)^2}} \right]$																			
<p>D : 프로펠러의 지름 (m) E : 축 중심선상에 있어서의 날개(blade)의 레이크(m)로서 날개(blade)의 최대두께 단면의 투영도에서 날개(blade) 끝단 수선점과 뒷면의 연장 교차점과의 거리(m) P_x : 반지름 xR 에 있어서의 피치 (m) (여기서 x 는 0.25, 0.35, 0.6 및 0.7 을 고려한다.) $\xi = \frac{A_E}{\frac{\pi}{4} D^2}$: 전개면적비 A_E : 프로펠러전개면적 K_m : 계수로서 다음 표에 따른다.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th colspan="2">재료</th> <th>K_m</th> </tr> <tr> <td colspan="2">회주철품</td> <td>0.6</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">주강품</td> <td>$RSC\ 42$</td> <td rowspan="2">0.9</td> </tr> <tr> <td>$RSC\ 46$</td> </tr> <tr> <td>$RSC\ 49$</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">동합금주물</td> <td>$CU\ 1$</td> <td rowspan="2">1.15</td> </tr> <tr> <td>$CU\ 2$</td> </tr> <tr> <td>$CU\ 3$</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>$CU\ 4$</td> <td>1.15</td> </tr> </table>	재료		K_m	회주철품		0.6	주강품	$RSC\ 42$	0.9	$RSC\ 46$	$RSC\ 49$	1.0	동합금주물	$CU\ 1$	1.15	$CU\ 2$	$CU\ 3$	1.3	$CU\ 4$	1.15
재료		K_m																			
회주철품		0.6																			
주강품	$RSC\ 42$	0.9																			
	$RSC\ 46$																				
	$RSC\ 49$	1.0																			
동합금주물	$CU\ 1$	1.15																			
	$CU\ 2$																				
	$CU\ 3$	1.3																			
	$CU\ 4$	1.15																			

제 4 절 동력전달장치

401. 일반사항

1. **적용** 이 절의 규정은 선박의 추진장치, 발전기(비상전원용은 제외한다) 또는 선박의 추진 및 안전에 필요한 보기에 연속최대출력 100 kW 이상의 동력을 전달하는 동력전달장치에 적용한다. (2017)
2. **특별규정** 이 절에 규정되어 있지 아니한 다른 동력전달장치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 구조의 것으로서 안전하고 확실하게 작동하여야 하며, 전달동력에 대하여 충분한 강도를 갖는 것이어야 한다.
3. **유압 또는 공기압** 추진용 동력전달장치의 클러치장치를 유압 또는 공기압 등으로 작동시킬 경우에는 언제든지 사용될 수 있는 예비의 유압펌프 또는 공기압축기 등을 설치하든가 기타 다른 적절한 장치에 의하여 통상항해에 지장이 없도록 하여야 한다. 다만, 소형선에 대하여 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 예비장치를 생략할 수 있다. **【지침 참조】**
4. **전자식 슬립형 커플링** 전자식 슬립형 커플링의 구조에 대하여는 6편 1장 1603.의 6항에도 적합하여야 한다.
5. **재료** 동력전달장치의 주요부품에 사용하는 재료는 2편 1장의 해당 규정에 적합한 것이어야 한다. (2017)
【지침 참조】

402. 기어장치의 일반구조 **【지침 참조】**

1. **조립형 기어** 기어가 조립형 구조일 경우에는 림은 충분한 강도를 갖는 두께로 하고, 전달동력에 충분히 견딜 수 있도록 열박음을 하여야 한다. 톱니가공을 완료한 후 열박음을 할 경우에는 기어의 정밀도를 충분히 보장할 수 있는 구조의 것으로 하든가 또는 열박음을 한 후 톱니의 최종다듬질 가공을 하도록 하여야 한다. 기어가 용접구조일 경우에는 충분한 강성을 갖도록 하여야 하며, 톱니를 가공하기 전에 응력제거를 하여야 한다.
2. **케이싱** 기어의 케이싱은 충분한 강성을 가지고 가능한 한 검사 및 보수가 용이한 구조이어야 한다. 케이싱을 용접구조로 하는 경우에는 사용재료 및 구조에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
3. **가공** 톱니는 정밀도가 높은 호빙기계로 가공하여야 하며, 최종다듬질 가공은 가능한 한 온도가 조절될 수 있는 실내에서 하여야 한다. 또한, 톱니의 최종 다듬질가공을 완료한 후 예리한 부분이나 톱니의 양끝을 적당히 손질하여야 하며, 표면경화 처리공정은 열변형의 영향을 충분히 고려하고 필요한 표면경도와 경화층의 두께를 갖도록 실시하여야 한다.
4. **부속품** 기타 사용 부속품은 신뢰성이 있는 것이어야 하며, 부속품 부착으로 인하여 기어 축의 축중심에 영향을 주어서는 아니 된다.
5. **소음** 기어장치는 사용회전범위 내에서 가능한 한 소음이 발생하지 아니하도록 하여야 한다.
6. **윤활유 장치**
 - (1) 윤활유 장치는 6장 8절의 규정에 적합하여야 한다. 특히, 기어장치에 사용하는 윤활유 여과기는 가능한 한 자석이 들어있는 것으로 하여야 한다.
 - (2) 구동기의 출력이 37 kW 를 넘는 강제윤활방식의 기어장치에는 윤활유의 공급이 중지되거나 급유압력이 운전중 지장을 줄 정도로 저하되었을 때 보고 들을 수 있는 윤활유 저압경보장치를 설치하여야 한다. 다만, 강제윤활방식이 아닌 경우에는 윤활유 액면을 확인할 수 있는 장치를 하여야 한다.

403. 기어의 접선하중

1. **적용** 이 규정은 인벌류트 이모양을 갖는 바깥톱니 원통형 기어에 적용한다. 인벌류트 이모양 이외의 기어에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
2. **굽힘강도에 대한 접선하중** 기어의 접선하중은 톱니의 굽힘강도에 대한 다음 조건에 적합하여야 한다. **【지침 참조】**

$$P_{MCR} \leq P_b$$

P_{MCR} : 연속최대출력시의 기어의 접선하중으로 다음 식에 의하여 산출되는 값.

$$P_{MCR} = \frac{1.91P}{nd_1b} \times 10^6 \quad (\text{N/cm})$$

P : 피니언이 연속최대출력시에 분담하는 출력 kW

n : 피니언의 연속최대출력시의 회전수 (rpm)

d_1 : 피니언의 피치원 지름 (cm)
 b : 축에 평행한 단면의 피치원상에서 맞물고 있는 톱니의 너비 (cm)
 P_b : 굽힘강도에 대한 허용접선하중으로 다음 식에 의하여 산출되는 값

$$P_b = 9.81(K_1 \cdot S_b - K_2) \times K_3 \left(4.85 - \frac{30.6}{Z}\right) M \quad (\text{N/cm})$$

K_1 : 외적하중 배가계수로서 기어에 작용하는 변동하중의 크고 작음에 따라 정하여지며, 다음 식에 의하여 산출되는 값. 다만, K_1 의 값을 계산할 수 없을 경우에는 표 5.3.4에 의한 값을 사용한다.

표 5.3.4 K_1 의 값

구동기관	구조 또는 연결방법	K_1	
		추진장치용 기어	보기구동용 기어
증기터빈, 전동기	1단감속 기어	1.00	1.15
	다단감속 기어	1.00 ⁽¹⁾ , 1.10 ⁽²⁾	1.15
왕복동 내연기관	유체 또는 전자식 커플링	1.00	1.15
	고탄성 커플링	0.90	1.05
	탄성 커플링	0.80	0.95
	직결	0.50	0.60

(비고)
 (1) 추진축계에 직결된 기어장치에 적용한다.
 (2) 추진축계와 유효한 플렉시블커플링 등을 통하여 연결된 기어장치에 적용한다.
 (3) 한 개의 피니언에 2개 이상의 기어휠이 물려있을 경우의 K_1 의 값은 표의 값의 0.9배로 한다.

$$K_1 = \frac{1.10P_{MCR}}{P_{MAX}}$$

P_{MAX} : 사용 회전범위 내에 생기는 순간 최대접선하중 (N/cm)
 K_2 : 내적하중 부가계수로서 기어의 가공정밀도 등에 따라 정하여지며, 다음 식 또는 그림 5.3.1에 의하여 산출한 값

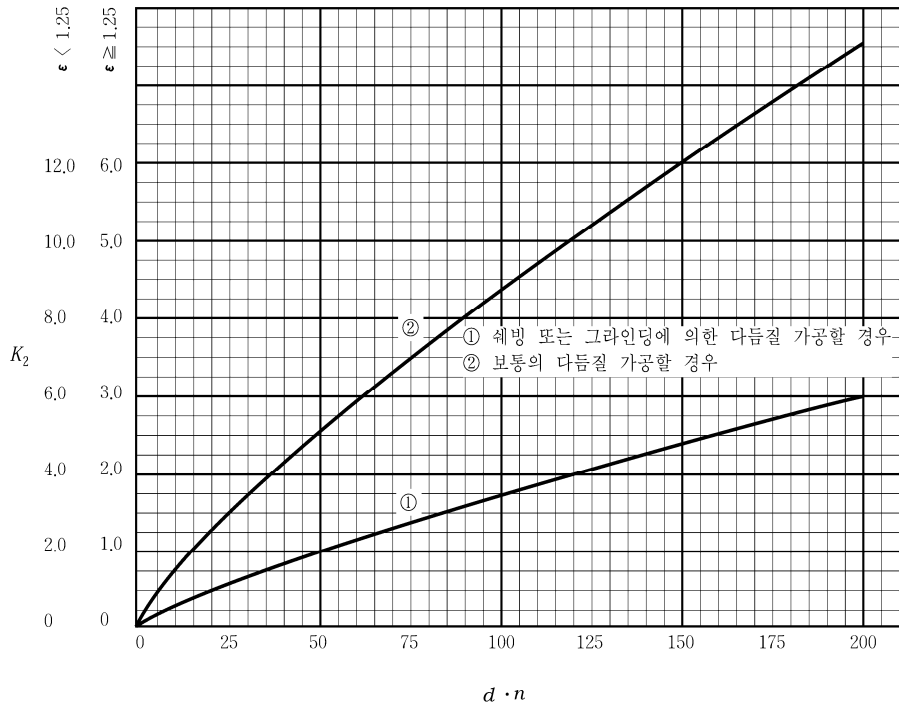


그림 5.3.1 K_2 의 값

$$K_2 = k_2(d \times n)^{0.8}$$

- d : 기어의 피치원의 지름 (cm)
- n : 기어의 매분 회전수의 1/1,000 (rpm/1,000)
- k_2 : 표 5.3.5에 따른다.

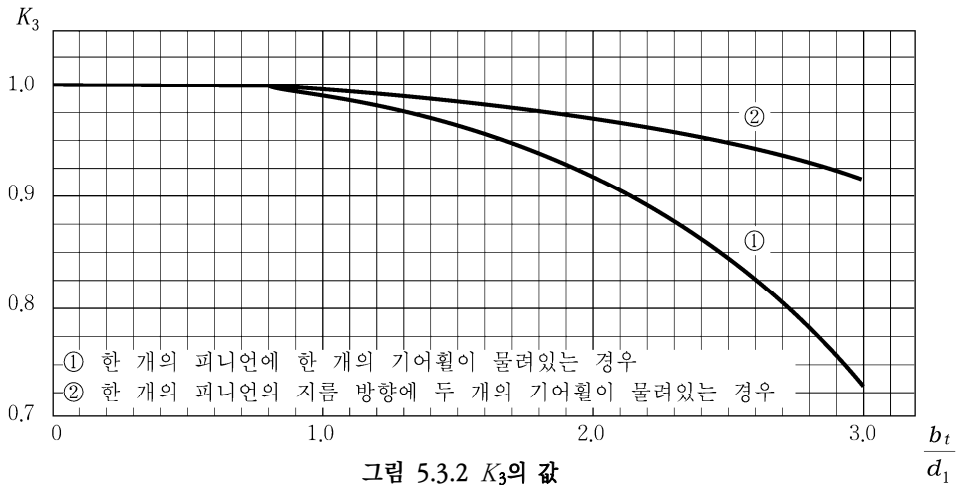
표 5.3.5 k_2 의 값

기어의 최종다듬질 방법	k_2	
	$\epsilon \geq 1.25$	$\epsilon < 1.25$
웨빙 또는 그라인딩에 의한 다듬질가공을 할 경우	0.044	0.088
보통의 다듬질가공을 할 경우	0.11	0.22

$$\epsilon = \frac{10b_c \sin \beta_0}{\pi M}$$

b_c : 톱니의 너비로서 더블헬리컬 기어에서는 한쪽의 톱니너비 (cm)로 한다.
 β_0 : 나선각도
 M : 치직각 모듈

K_3 : 치침에 의한 하중 배가계수로서 톱니의 너비 및 피치원 지름에 따라 정하여지며, 다음 식 또는 그림 5.3.2에 의하여 산출하는 값.



$$K_3 = 1 - k_3 \left(\frac{b_t}{d_1} \right)^3$$

b_t : 피니언 톱니의 전체너비(cm)로서 더블헬리컬기어에서는 중간의 홈을 포함한다.
 d_1 : 피니언의 피치원 지름 (cm)
 k_3 : 표 5.3.6에 따른다.

표 5.3.6 k_3 의 값

	k_3
한 개의 피니언에 한 개의 기어 휠이 물려있는 경우	0.01
한 개의 피니언의 지름방향에 두 개의 기어휠이 물려있는 경우	0.003

Z : 톱니의 수

S_b : 주로 기어의 재료에 따라 정하여지며, 다음 식에 따라서 산출되는 값. 다만, 전진용 중간 기어 또는 후진용 기어의 S_b 의 값은 각각의 0.7 배 또는 1.2 배로 한다. 또한, 어떠한 경우에도 S_b 의 값은 25를 넘어서는 아니 된다.

톱니 밑부분을 포함하여 표면경화한 기어 : $S_b = 0.83\sqrt{S}$

기타의 기어 : $S_b = \frac{S+Y}{49} \times \frac{1}{F}$

$$F = 1 + (0.0096S - 2.4) \left(\frac{0.04}{\gamma_0} + 0.02 \right) \times (0.023M + 0.75)$$

S : 기어재료의 규격최소인장강도 (N/mm²)

Y : 기어재료의 항복강도 (N/mm²)

γ_0 : 커터의 톱니끝 곡률반지름의 모듈에 대한 비

M : 치직각 모듈

3. 면압강도에 대한 접선하중 기어의 접선하중은 톱니면의 면압강도에 대한 다음 조건에 적합하여야 한다. 다만, 후진용 기어에는 적용하지 아니한다.

$$P_{MCR} \leq P_S$$

P_{MCR} : 2항의 규정에 따른다.

P_S : 면압강도에 대한 허용 접선하중으로서 다음 식에 따라 산출되는 값

$$P_S = 9.81(K_1 \times S_S - K_2)K_3 \times K_4 \frac{i}{1+i} \times d_1 \quad (\text{N/cm})$$

K_1, K_2 및 K_3 : 2항의 규정에 따른다.

S_S : 기어의 재료에 따라 정하여지며 다음 식에 따라 산출되는 값

$$\text{톱니면을 경화시킨 기어끼리 맞물릴 경우 : } S_S = 2.236\sqrt{S_W}$$

$$\text{기타의 경우 : } S_S = \left(0.005 \frac{H_{BWP}}{H_{BWW}} + 0.007\right) S_W + 7.5$$

S_W : 기어휠 재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)

H_{BWP} : 피니언 톱니면의 브리넬 경도 (H_{BW})

H_{BWW} : 기어휠 톱니면의 브리넬 경도 (H_{BW})

K_4 : 윤활계수로서 피치원의 지름 및 회전수에 따라 정하여지며, 다음 식 또는 그림 5.3.3에 따라 산출되는 값.

$$K_4 = 0.3(d \cdot n)^{\frac{1}{6}}$$

d : 기어의 피치원 지름 (cm)

n : 기어의 매분 회전수의 1/1,000 (rpm/1,000)

i : 톱니수의 비(기어휠의 톱니수/피니언의 톱니수)

d_1 : 피니언의 피치원 지름 (cm)

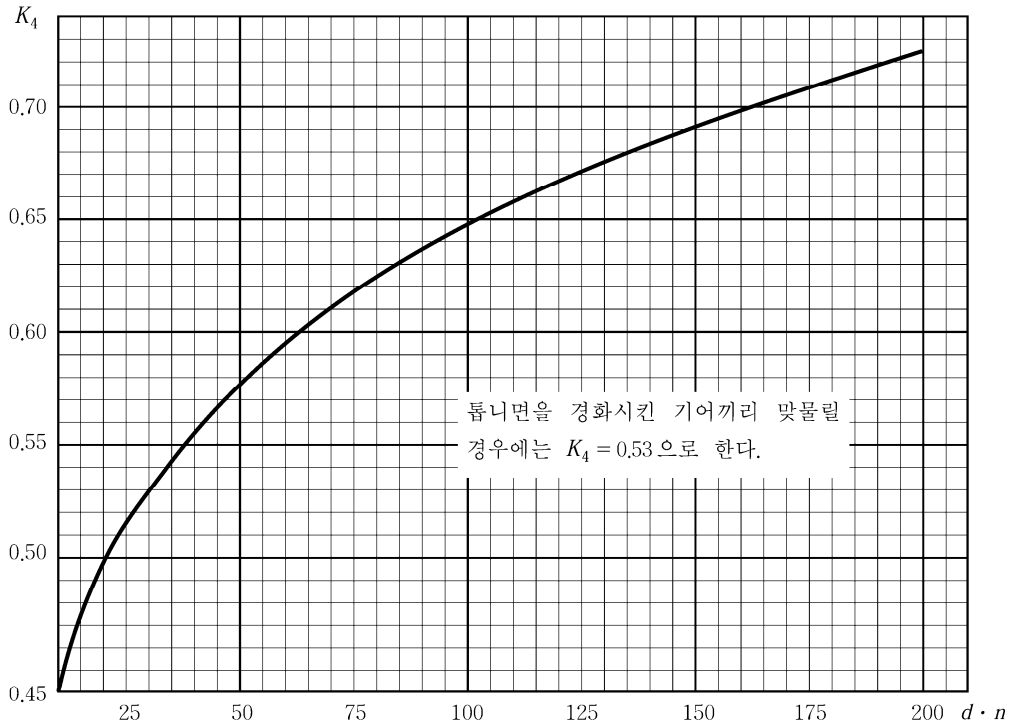


그림 5.3.3 K₄의 값

4. **참작규정** 우리 선급은 설계, 공작, 용도 등에 대한 상세한 자료 및 강도 계산서가 제출되었을 경우에 이를 검토하고, 적절하다고 인정할 때에는 2항 및 3항의 규정에 적합하지 아니하는 기어장치라도 이를 승인할 수 있다.
【지침 참조】

404. 기어축

1. 기어축 동력을 전달하는 기어축의 지름은 203.의 식에 의한 것 이상이어야 한다. 이 경우, P 및 n은 각각 연속최대출력시에 각 기어축이 분담하는 출력 및 회전수로 하며, 피니언축에 있어서 T의 값은 사용재료의 규격최소인장강도로서 1,000 N/mm²을 넘는 경우에는 1,000 N/mm²로 한다. 다만, 기어휠축의 베어링 사이에 있어서의 지름은 상기의 값에 표 5.3.7에 의한 계수 C를 곱한 것 이상이어야 한다.

표 5.3.7 계수 C

피니언의 배치방법	C
1개 피니언이 물려있거나 또는 중심각도가 120° 미만의 각도로 배치된 2개의 피니언이 물려있을 경우	1.16
중심각도가 120° 이상의 각도로 배치된 2개의 피니언이 물려있을 경우	1.10

2. **피니언축** 피니언축의 지름은 톱니가 물림으로써 생기는 굽힘에 따른 힘에 충분히 견딜 수 있는 강성을 갖는 것이어야 한다.

405. 플렉시블축

플렉시블축의 지름 d_f는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_f = 100 \sqrt[3]{\frac{P}{n} \times \frac{440}{S}} \quad (\text{mm})$$

P : 플렉시블축이 연속최대출력시에 분담하는 출력 (kW)

- n : 플렉시블축의 연속최대출력시의 회전수 (rpm)
- S : 사용재료의 규격최소인장강도 (N/mm^2)

406. 축 커플링

1. 축커플링 및 커플링 볼트 축커플링 및 커플링 볼트에 대하여는 207.의 해당 규정을 적용하며, 이들이 내다지보식으로 증량물을 지지하는 경우에는 그의 중량에 대하여도 충분한 강도를 가지도록 설계하여야 한다.
2. 플렉시블 커플링 플렉시블 커플링은 동력전달에 대하여 충분한 강도를 가져야 한다. (2019) **【지침 참조】**

407. 시험 및 검사

1. 가공검사 표면경화처리를 한 부품은 원칙적으로 시험편을 사용하여 경화층의 두께를 측정하여야 하며, 경도측정시험 및 균열 유무에 대한 적절한 비파괴시험을 하여야 한다. 또한, 기어의 최종 다듬질가공에 대한 정밀도를 정확히 측정하여야 한다.
2. 동적평형시험 다음 식에 의하여 산출한 값이 50을 넘는 기어에 대하여는 동적평형시험을 하여야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 시험을 생략할 수 있다. **【지침 참조】**

$$\frac{Dn}{1,000}$$

- D : 기어의 피치원 지름 (cm)
- n : 기어의 회전수 (rpm)

3. 톱니면의 접촉상태 모든 기어장치는 적당한 도료를 톱니면에 얹고 균일하게 칠하고, 적절한 하중 아래 톱니면의 접촉상태를 시험하여야 한다. 이 경우, 톱니의 너비(더블헬리컬 기어의 경우에는 중간홈을 포함)가 300 mm 를 넘는 추진용 기어 또는 톱니의 너비와 피니언의 피치원의 지름과의 비가 2를 넘는 추진용 기어에서는 접촉상태를 확인할 수 있는 도료를 기어면에 얹고 균일하게 칠하고, 해상시운전시에 톱니면의 접촉상태를 확인하여야 한다.
4. 플렉시블 커플링 (2019)
 - (1) 플렉시블 커플링의 증서는 표 5.3.8에 따라 발행되어야 한다.

표 5.3.8 플렉시블 커플링의 증서

항목	증서	발행처	비고
비금속 형태의 플렉시블 커플링 (고무, 실리콘 등) ≥ 100 kW	기자재	선급	
	형식승인	선급	
	재료	제조사	토크 전달부
	비파괴	제조사	토크 전달부
금속 형태의 플렉시블 커플링 (스프링 형 등) ≥ 100 kW	기자재	선급	
	형식승인	선급	추진용인 경우에만
	재료	제조사	토크 전달부
	비파괴	제조사	토크 전달부
(비고) 발행처가 선급이라 함은 선급기자재증서(KRC)를 말한다. 발행처가 제조자라 함은 제조자증서(W)를 말한다.			

- (2) 고무, 실리콘 등의 비금속 형태의 플렉시블 커플링은 토크시험을 실시하여야 한다. 시험은 플렉시블 커플링을 비틀거나 플렉시블 커플링을 비트는 것과 동일한 하중을 탄성체에 가함으로써 수행될 수 있다. 시험 토크는 허용 공칭 토크 T_{KN} 의 1.5배 이상이어야 한다. 시험 결과에 따른 변위는 제조자가 제시한 오차 이내이어야 한다. 왕복동 내연기관과 함께 사용되는 것이 아닌 플렉시블 커플링은 검사원의 재량에 따라 토크시험의 범위를 조정할 수 있다.

- (3) 고무 및 실리콘 등을 접착하여 사용하는 플렉시블 커플링의 경우, 접착시험이 적어도 한 방향 허용 공칭토크 T_{KN} 의 1.5배의 하중으로 수행되어야 한다. 이 하중에서 탄성체는 접착면 미끄러짐의 징후에 대하여 검사되어야 한다.

제 5 절 워터제트 추진장치 (2023)

501. 일반사항

1. 적용

- (1) 이 절의 규정은 고속기관으로 구동되는 주추진 및 조타용 워터제트 추진장치(이하 추진장치라 한다.)에 적용한다.
(2) 이 절에서 규정하지 아니한 사항에 대하여는 5편 및 6편의 관련 규정에 따른다.
(3) 동등효력
이 절의 규정에 적합하지 아니한 추진장치라도 1편 1장 105.에 따라 우리 선급이 동등의 효력이 있다고 인정하는 경우에는 규정에 적합한 것으로 간주한다.

2. 용어의 정의

이 절에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (1) 워터제트 추진장치라 함은 선외에서 흡입된 물을 임펠러로 가속하여 후방으로 분출시키고 이때 발생하는 추력으로 선박을 추진 및 조종하는 장치를 말한다. 다음의 구성품을 포함한다.
(가) 축계 (주축, 베어링, 축 커플링, 커플링 볼트 및 밀봉장치)
(나) 물 흡입관로부
(다) 워터제트 펌프장치
(라) 조타장치 및 역전장치
(2) 임펠러라 함은 물에 에너지를 주기 위한 날개를 갖는 회전체를 말한다.
(3) 주축이라 함은 임펠러에 동력을 전달하는 축을 말한다.
(4) 물 흡입관로부라 함은 흡입구에서 흡입한 물을 임펠러 입구까지 유도하는 부분을 말한다.
(5) 노즐이라 함은 임펠러에 의하여 가속된 물을 분출시키는 부분을 말한다.
(6) 디플렉터라 함은 노즐에서 분출된 수류의 방향을 좌우로 전향시킴으로서 타의 기능을 하는 장치를 말한다.
(7) 리버서라 함은 노즐에서 분출된 수류의 방향을 전진과 반대방향으로 전향시킴으로서 배를 후진시키는 장치를 말한다.
(8) 고속기관이라 함은 가스터빈 또는 지침 1편 2장 303.의 3항에 따른 고속 왕복동 내연기관을 말한다.
(9) 워터제트 펌프장치라 함은 임펠러, 임펠러 케이싱, 고정자(stators), 고정자 케이싱, 노즐, 베어링, 베어링 하우스, 밀봉장치로 구성되는 장치를 말한다.
(10) 고정자(stators)라 함은 임펠러에 의하여 발생한 와류를 감소시키기 위하여 고정날개 열을 구성하는 조립품을 말한다.
(11) 조타장치 및 역전장치라 함은 디플렉터, 리버서, 디플렉터 또는 리버서 구동용 조타구동장치로 구성되는 장치를 말한다.
(12) 조타구동장치라 함은 조타장치의 동력장치, 조타 조작기 그리고 유압식 또는 전동유압식 조타장치에서의 유압관장치를 말한다.
(13) 조타시스템이라 함은 조타장치, 조타장치 제어시스템 및 타(타두재 포함)를 포함하는 선박의 방향제어시스템 또는 선체에 힘을 가하여 선수방향 또는 침로를 변경하기 위한 동등한 시스템을 말한다.
(14) 조타각 한계는 선박의 속도 또는 프로펠러 토크/속도 또는 기타 제한을 고려하여, 안전한 작동을 위한 제조업체의 지침에 따라 최대 조타각 또는 이에 상응하는 작동 제한을 말한다. "조타각 한계"는 각 선박 고유의 비전통적인 조타 수단에 대하여 조타시스템 제조업체에 의해 선언되어야 한다. 선박 조종성에 대한 표준(IMO Res. MSC.137(76))에 따른 선박 조종성 시험은 조타각 한계를 초과하지 않는 조타각으로 수행되어야 한다.

3. 제출도면 및 자료

조선소 또는 추진장치 제조자는 공사착수 전에 다음의 도면 3부 및 자료 1부를 우리 선급에 제출하여야 한다.

- (1) 제출도면
(가) 주요 요목표, 사양서, 재료 사양서, 용접절차의 상세
(나) 전체장치도 및 조립단면도(물 흡입관로부 등 각 부분의 재료 및 치수를 기재한 것)
(다) 축계장치도(주기관, 변속장치, 클러치, 커플링, 주축, 주축 베어링 및 추력베어링, 밀봉장치, 임펠러 등의 배치,

형상 및 구조를 기재한 것)

- (라) 물 흡입관로부 상세도
 - (마) 임펠러의 구조도(날개(blade) 단면상세, 주축중심으로부터 날개(blade)의 최대지름, 날개(blade) 수 및 재료사양을 표시한 것)
 - (바) 베어링 상세도(롤러 베어링의 경우 롤러 베어링의 수명계산서 및 상세도) 및 밀봉장치 상세도
 - (사) 디플렉터 및 리버서 상세도
 - (아) 관 장치도(유압, 윤활유 및 냉각수 장치 등)
 - (자) 제어장치의 배치도, 유압 및 전기계통도(안전, 경보 및 자동조타 장치)
 - (차) 대체 동력원의 배치도 및 계통도
 - (카) 디플렉터 위치 지시기의 계통도
 - (타) 유압구동기의 상세도
- (2) 자료
- (가) 주축계의 비틀림진동 계산서 및 자중에 의해 굽힘진동이 예상된 경우의 굽힘 고유진동 계산서
 - (나) 디플렉터 및 리버서 등의 강도계산서
 - (다) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 것

502. 재료, 구조 및 강도

1. 재료

각 부분의 재료는 사용조건에 적합한 것이어야 하며, 다음의 주요부품은 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다. 다만, 우리 선급은 한국산업규격 또는 이와 동등하다고 인정되는 규격에 적합한 재료의 사용을 인정할 수 있다.

- (1) 주축, 축 커플링, 커플링 볼트
- (2) 노즐 및 임펠러
- (3) 임펠러 케이싱, 고정자 케이싱 및 베어링 하우징
- (4) 선체외판을 구성하는 물 흡입관로부(축 커버 포함)
- (5) 워터제트 펌프장치에 장착된 플랜지 및 볼트
- (6) 디플렉터 및 리버서

2. 구조 및 강도

(1) 주축

주축의 최소지름은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$d_s = k \sqrt[3]{\frac{P}{N}}$$

d_s : 축의 소요지름 (mm)

P : 기관의 연속최대출력 (kW)

N : 축의 연속최대출력시의 회전수 (rpm)

k : 표 5.3.9에 따른다.

표 5.3.9 각종 결합방법에 따른 k 값

축재료		위치 부착방법	임펠러 및 축커플링 부착부분				기타 부분
			키	스플라인	플랜지	압입	
탄소강 또는 저합금강	제2종축		105	108	102	102	105
	제1종축						
오스테나이트계 스테인리스강			(비고)에서 $a_1=100$, $a_2=80$ 으로 한 값	(비고)에서 $a_1=102$, $a_2=82$ 으로 한 값	(비고)에서 $a_1=98$, $a_2=78$ 으로 한 값		(비고)에서 $a_1=100$, $a_2=80$ 으로 한 값
석출경화계 스테인리스강			80	82	78	78	80
(비고) $200 \leq \sigma_y \leq 400$ 의 경우 $k = a_1 - 0.1(\sigma_y - 200)$ $\sigma_y > 400$ 의 경우 $k = a_2$ σ_y : 축재료의 규격최소항복점 또는 0.2 % 내력 (N/mm ²)							

(2) 축 커플링 및 커플링 볼트

(가) 축 커플링 볼트의 지름은 다음 식에 의한 값 이상이어야 한다.

$$d_b = 15.300 \sqrt{\frac{P}{N} \times \frac{1}{nDT_b}}$$

- d_b : 축 커플링 볼트의 소요지름 (mm)
- P : 기관의 연속최대출력 (kW)
- N : 축의 연속최대출력시의 회전수 (rpm)
- n : 볼트 수
- D : 피치원의 지름 (mm)
- T_b : 볼트재료의 규격최소인장강도 (N/mm²)

(나) 축 커플링의 피치원 상에서의 두께는 전 (가)의 식에서 산출된 커플링 볼트의 소요지름 이상이어야 한다. 다만, 해당 축의 소요지름의 0.2배 보다 작아서는 아니 된다.

(다) 축커플링의 필릿부 반지름은 축지름의 0.08배 이상이어야 한다. 다만, 축커플링의 볼트 또는 너트의 자리파기 부분이 그 필릿부에 걸리는 경우에는 필릿부의 반지름을 축지름의 0.125배 이상으로 하여야 한다.

(3) 물 흡입관로부 등

물 흡입관로부, 임펠러 케이싱 및 노즐은 설계압력에 따른 강도를 가져야 하며, 부식에 대한 고려를 하여야 한다.

(4) 임펠러 날개(blade)

임펠러 날개(blade)의 필릿부의 강도는 다음의 조건에 적합하여야 한다. 이 경우, 재료의 허용응력은 원칙적으로 규격최소항복점(또는 0.2 % 내력)의 1/1.8로 한다.

$$S \geq \frac{5.8 \times 10^5 P}{L^2 Z N_i} + 2.2 \times 10^{-7} D^2 N_i^2$$

- S : 임펠러 재료의 허용응력 (N/mm²)
- P : 주기관의 연속최대출력 (kW)
- N_i : 임펠러 연속최대 회전수의 1/100 (rpm/100)
- Z : 임펠러의 날개(blade) 수

- L : 임펠러 날개(blade) 필릿부의 폭 (mm)
- t : 임펠러 날개(blade) 필릿부의 최대두께 (mm)
- D : 임펠러의 지름 (mm)

3. 축계의 비틀림진동 및 굽힘진동

(1) 일반

- (가) 주축계의 비틀림진동계산서의 제출에 관한 전 501.의 3항 (2)호 (가)의 규정에도 불구하고 이미 승인된 주축계와 동형인 주축계의 경우 또는 명백히 과도한 비틀림 진동응력이 생기지 않는다고 인정되는 경우에는 우리 선급의 승인을 얻어 비틀림 진동계산서의 제출을 생략할 수 있다.
- (나) 계산결과와 추정치를 확인하기 위하여 비틀림진동 계측을 실시하여야 한다. 다만, 전 (가)에 의하여 비틀림 진동계산서의 제출을 생략한 경우 또는 사용회전수 범위 내에 위험한 진동이 없다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 비틀림진동 계측을 생략할 수 있다.

(2) 비틀림진동 응력의 허용한도

주축계의 비틀림진동 응력은 해당 축계의 사용회전수 범위에서 다음에 따라야 한다.

- (가) 연속최대회전수의 80 %를 넘고 105 % 이하의 회전수 범위에서 주축의 비틀림진동 응력은 다음의 τ_1 값을 초과하여서는 아니 된다.

$$\tau_1 = A - B \times \lambda^2 \quad (\lambda \leq 0.9)$$

$$\tau_1 = C \quad (0.9 < \lambda \leq 1.05)$$

- τ_1 : 비틀림진동 응력의 허용한도 (N/mm²)
- λ : 기관의 사용회전수와 연속최대회전수의 비
- A, B 및 C : 표 5.3.10에 따른다.

표 5.3.10 A, B 및 C 의 값

	탄소강 또는 저합금강		오스테나이트계 스테인리스강	마르텐사이트계 석출 경화형 스테인리스강
	제1종 축	제2종 축		
A	24.3	9.0	26.4	39.6
B	24.1	6.2	26.4	37.1
C	4.8	4.0	5.0	9.6

다만, 탄소강 또는 저합금강의 제1종축에서 해당 주축재료의 규격최소인장강도가 400 N/mm²를 넘는 것은 τ_1 에 다음 식에 의한 값을 곱한 것으로 할 수 있다.

$$k_m = (T_s + 160)/560$$

- k_m : 수정계수
- T_s : 주축 재료의 규격최소인장강도 (N/mm²)

- (나) 연속최대회전수의 80 % 이하에서는 주축의 비틀림진동 응력이 다음의 τ_2 값을 초과하지 않아야 한다. 비틀림진동 응력이 (가)에서 산출된 τ_1 값을 초과하는 경우 연속사용 금지범위를 설정하고 이를 신속히 통과하는 것을 조건으로 승인할 수 있다.

$$\tau_2 = 2.3 \tau_1$$

$$\tau_2 : \lambda \leq 0.8 \text{ 에서 신속하게 연속사용 금지범위를 통과하는 것을 조건으로 하는 경우의 비틀림진동 응력의 허용한도(N/mm}^2\text{)}$$

(3) 굽힘진동

추진장치의 주축계는 축계의 굽힘에 의한 고유진동에 대하여도 고려하여야 한다.

503. 시스템 설계

1. 추진장치의 수

- (1) 통상 적어도 2대의 추진장치를 선박에 설치하여야 한다. 1대의 추진장치의 고장이 다른 추진장치의 성능에 영향이 미치지 않도록 추진장치는 설계되어야 한다.
- (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박의 경우, (1)호의 요건에도 불구하고 단일 추진장치를 설치할 수 있다. 이 경우, 추진, 조타 및 역전 기능은 다음 배치에 따라 이중화되어야 한다.
 - (가) 적어도 2대의 원동기
 - (나) 적어도 2대의 조타 및 역전용 조타구동장치
 - (다) 운전 중인 어느 1대의 발전기가 전력손실이 발생한 경우, 적어도 1대의 원동기 및 조타구동장치가 작동할 수 있도록 504.의 1항의 요건에 따라 전기공급이 유지되거나 또는 즉시 복구되어야 한다.

2. 조타장치 및 역전장치의 일반사항

- (1) 워터제트 추진장치의 조타시스템은 비전통 조타시스템의 성능 및 배치에 대한 지침 부록 5-1의 요건에 적합하여야 한다.
- (2) 리버서는 통상의 운항조건에서 충분한 조선이 가능하도록 선박을 후진시킬 수 있어야 하고, 전진에서 후진으로 전환할 때 선박에 유효한 제동을 줄 수 있는 후진력을 가져야 한다.
- (3) 리버서는 최대후진출력시의 추력에 대하여 충분한 강도를 가져야 한다.
- (4) 내압을 받는 조타장치의 배관 및 기타 부품의 치수 계산을 위한 설계압력은 저압측의 압력을 고려하여 가장 가혹한 허용작동조건하에서 예상되는 최고사용압력의 1.25배 이상이어야 한다. 이 설계압력은 압력도출밸브의 조정압력 미만이어서는 아니 된다.

3. 조타구동장치

- (1) 조타구동장치에 어큐뮬레이터 등의 압력용기가 사용되는 경우, 이들의 강도는 5장의 규정에 적합하여야 한다.
- (2) 조타구동장치에 사용되는 유압관장치는 이 항의 요건 이외에 6장의 규정에도 적합하여야 한다.
- (3) 조타 조작기의 강도는 7장 404.의 규정에 따른다.
- (4) 조타 조작기에서 오일 실의 구조는 7장 405.의 규정에 따른다.
- (5) 조타구동장치의 형식 및 설계를 고려하여 작동유의 청정상태를 유지하기 위한 적절한 장치를 설치하여야 한다.
- (6) 조타구동장치는 필요에 따라 장치 내의 공기를 뱉 수 있는 장치를 비치하여야 한다.
- (7) 외부에서 밸브에 의하여 차단되고 동력원 또는 외력에 의하여 과압이 생길 가능성이 있는 유압관장치의 모든 부분에는 압력도출밸브를 설치하여야 한다. 이 도출밸브의 조정압력은 유압장치의 최고사용압력의 1.25배 이상이어야 하며 설계압력을 초과하여서는 아니 된다. 최소도출능력은 펌프의 총 토출용량의 110% 이상이어야 하며 조정압력의 110%를 초과하는 압력상승이 발생하지 아니하는 것이어야 한다. 이 경우, 사용온도에 대한 기름 점도의 영향을 고려하여야 한다.
- (8) 조타구동장치로부터 기름이 누설된 경우, 즉시 누설을 검지하기 위하여 유탱크에 저액면 경보장치를 설치하여야 하며 이 경보장치는 가시가청인 것으로 선교 및 주기관을 통상 제어하는 장소에 설치하여야 한다. **[지침 참조]**
- (9) 플렉시블관이 조타구동장치에 사용되는 경우, 플렉시블관은 6장 102. 5항의 요건에 따른다.

4. 정지장치

- (1) 추진장치에는 기계적으로 타의 운동을 제한할 수 있는 디플렉터용 정지장치를 설치하여야 한다.
- (2) 추진장치에는 스톱퍼에 도달하기 이전에 디플렉터를 멈출 수 있는 리미트 스위치와 같은 능동형 배치가 제공되어야 한다. 이 장치는 조타용 제어장치에 의하여 작동되는 것이 아니고, 디플렉터의 실제 운동에 의하여 작동되는 것이어야 한다. 다만, 플로팅 레버 등의 기계적 기구를 사용하여 이 장치를 작동시킬 수 있다.

5. 유힬유장치

- (1) 추진장치의 유힬유장치는 6장 8절의 관련 요건에 따른다.
- (2) 추진장치의 유힬유장치로의 유힬유 공급이 중지되거나 급유압력이 운전 중 지장을 줄 정도로 저하되었을 경우, 선교 및 주기관을 통상 제어하는 장소에 가시가청의 경보를 줄 수 있는 경보장치가 제공되어야 한다.

6. 밀봉장치

글랜드패킹 방식의 해수용 밀봉장치를 제외한, 축 및 워터제트 펌프장치용 밀봉장치의 재료, 구조 및 배치는 우리 선급에 의하여 승인받아야 한다.

504. 전기 설비

1. 주전원 [지침 참조]

- (1) 선박의 추진, 조타 및 역전을 위하여 주전원을 필요로 하는 경우, 사용 중인 어느 하나의 발전기에 고장이 발생한 때에도 적어도 1대의 추진장치의 추진, 조타 및 역전, 그리고 관련 제어장치 및 디플렉터 위치용 지시기의 기능을 확보하기 위하여 필요한 장치에 대한 전원공급이 유지되거나 즉시 복구되도록 시스템을 다음 요건과 같이 배치하여야 한다.
 - (가) 통상 1대의 발전기에 의하여 전력을 공급하는 경우, 운전 중인 발전기의 전력이 손실된 경우에 중요보기를 자동 시동(필요한 경우, 순차 시동 포함)하기에 충분한 용량의 예비 발전기를 자동적으로 시동하고 주배전반에 자동으로 접속하도록 하는 장치를 설치하여야 한다.
 - (나) 통상 2대 이상의 발전기를 병렬운전하여 전력을 공급하는 경우, 그 발전기 중 1대의 발전기의 전력이 손실된 경우, 선박의 추진 및 조타, 역전, 안전을 확보하기 위하여 나머지 발전기가 계속적으로 운전할 수 있도록 보호장치(필수용도가 아닌 부하를 충분히 차단하고, 필요한 경우, 2차 필수용도에 사용되는 부하 및 거주편의용도에 사용되는 부하를 자동 제거하는 장치 포함)를 설치하여야 한다.
2. 추진장치당 추진출력이 2,500 kW를 초과하는 경우에는, 다음의 요건에 따라 대체 동력원을 설치하여야 한다.

[지침 참조]

- (1) 대체 동력원은 아래 요건에 적합한 디플렉터, 해당 디플렉터와 연관된 제어장치와 디플렉터 위치용 지시장치에 자동적으로 45초 이내에 대체 동력을 공급할 수 있어야 한다.
 - (가) 선박이 최대전진속력의 1/2 또는 7 knot 중 큰 쪽의 속력으로 전진 중 조타각 한계에서 한쪽 현에서 반대 현 쪽까지 0.5 °/s 이상의 평균 회전 속도로 선박 방향 제어장치의 방향을 변경할 수 있어야 한다.
- (2) 이 대체 동력원은 총톤수 10,000톤 이상인 선박에서는 적어도 30분간, 기타 선박에 있어서는 적어도 10분간 조타장치를 연속 작동하는데 충분한 용량인 것이어야 한다.
- (3) 대체 동력원은 다음 중 하나이어야 한다.
 - (가) 비상 전원
 - (나) 조타장치에만 사용되고 또한 조타기 구획 내에 설치된 독립 동력원
- (4) 상기 (3) (나)에서 정한 독립 동력원으로 사용하는 발전기 또는 펌프를 구동하는 원동기의 자동시동장치는 6편 1장 203.의 6항의 규정에 따라야 한다.

3. 조타장치 및 역전장치의 전기설비 [지침 참조]

조타구동장치용 유압펌프가 전동기에 의하여 구동되는 경우, 다음의 요건을 따른다.

- (1) 각 추진장치의 조타시스템은 주배전반으로부터 2조 이상의 전용 회로에 의하여 직접 급전되도록 하여야 한다. 다만, 그 중 1회로는 비상배전반을 경유할 수 있다. 주조타장치 및 보조조타장치가 전동 또는 전동유압식인 경우, 보조조타장치에의 급전은 주조타장치의 급전 회로중 1회로로부터 할 수 있다. 급전회로는 해당 회로에 동시에 접속되고 동시에 운전되는 모든 전동기에 급전할 수 있는 충분한 용량이어야 한다.
- (2) (1)호에서 요구된 전용회로에 사용하는 케이블은 전장에 걸쳐 가능한 한 서로 떨어지게 하여야 한다.
- (3) 유압펌프용 전동기에서 전력손실이 발생한 경우에, 가시가청의 경보장치를 선교에 설치하여야 한다.
- (4) 유압펌프용 전동기의 운전표시장치는 선교 및 주기관을 통상 제어하는 장소에 설치하여야 한다.
- (5) 회로에는 단락보호장치를, 전동기에는 과부하 경보장치를 각각 설치하여야 한다. 과부하 경보는 가시가청의 것으로 주기관을 통상 제어하는 장소의 보기 쉬운 곳에 설치하여야 한다.
- (6) 시동전류를 포함하는 과전류에 대한 보호장치가 설치된 경우, 이 보호장치는 전부하 전류의 2배 이상인 전류에 대하여 전동기 또는 회로를 보호하여야 하며 적절한 시동전류의 통과는 허용하여야 한다.
- (7) 3상 교류식인 경우, 단상이 되면 경보를 발하는 장치를 설치하여야 한다. 경보장치는 가시가청인 것으로 주기관을 통상 제어하는 장소의 보기 쉬운 곳에 설치하여야 한다.

505. 제어장치

1. 일반

- (1) 이 절에서 규정하지 않은 제어장치에 대한 요건은 7장 3절에 따른다.
- (2) 역전장치는 주추진용 기계측제어장소 또는 조타기실에서 제어되어야 한다. 기계측 제어장소에는 선교에서 조작할 수 있는 역전장치의 모든 제어계통을 차단할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.
- (3) 역전장치용 원격제어장치가 고장이 발생한 경우, 주추진용 기계측 제어장소 또는 조타기실에서 역전장치를 제어할 수 있을 때까지 리버서는 미리 설정된 위치에 유지되어야 한다.

- (4) 추진장치에는 독립적인 제어장치를 설치하여야 한다. 복수 추진장치가 동시에 작동하도록 설계된 경우, 복수 추진장치는 조이스틱과 같은 단일장치에 의하여 제어될 수 있다.
- (5) 상기 (4)호에서 규정한 제어장치는 그 중 1개의 고장이 다른 제어장치의 고장에 영향을 주지 않도록 설계되어야 한다.
- (6) 이 절에서 규정하지 않은 추진장치에 대한 안전, 경보 및 제어장치에 관한 요건들의 경우, 9편 3장의 관련 요건을 적용하여야 한다.

2. 감시

- (1) 디플렉터 위치용 지시장치
 - (가) 선교 및 조타기실에서 디플렉터 위치를 지시하여야 한다.
 - (나) 디플렉터 위치용 지시기는 제어장치와 독립된 것이어야 한다.
- (2) 리버서 위치용 지시장치
 - 선교, 조타기실을 포함하는 제어장소 및 추진장치 감시장소에 리버서 위치를 지시하여야 한다.
- (3) 임펠러 속도 지시장치
 - 선교, 조타기실을 포함하는 제어장소 및 추진장치 감시장소에 임펠러 속도를 지시하여야 한다.

506. 시험 및 검사

1. 공장시험

- (1) 임펠러 케이싱, 고정자 케이싱 및 베어링 하우징은 설계압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 하여야 한다.
- (2) 주축 선수축 베어링관 및 밀봉장치는 0.2 MPa 또는 설계압력의 1.5배의 압력 중 큰 쪽의 압력으로 수압시험을 하여야 한다.
- (3) 조타구동장치는 7장 501.에서 규정한 시험을 하여야 한다.
- (4) 제어, 안전 및 경보장치의 작동시험을 하여야 한다.
- (5) 워터제트 펌프장치의 임펠러는 동적평형시험을 하여야 한다.

2. 선내시험

- (1) 유압관장치는 최고사용압력에서 누설시험을 하여야 한다.
- (2) 워터제트 펌프장치의 밀봉장치는 급유압력으로 누설시험을 하여야 한다.
- (3) 실행 가능한 추진장치의 작동시험을 하여야 한다.

3. 해상시운전

해상시운전시 다음의 시험을 실시하여야 한다. 다만, 다음의 (2)호 및 (3)호를 제외한 시험들은 계선시 또는 입거시에 시험할 수 있다.

- (1) 축계비틀림진동의 실측은 4장 103.을 적용한다.
- (2) 503.의 2항 (1)호에서에서 규정한 조타능력 시험
- (3) 선교와 조타기실 간 제어장치의 전환시험, 자동조타가 제공된 경우 수동조타와 자동조타 간 전환시험을 포함하는 조타 및 역전장치 제어의 작동시험
- (4) 504.의 1항 및 2항에서 규정하는 전원공급 유지 대책에 대한 시험 및 대체동력원 시험
- (5) 선교와 조타기실 간 및 기관실과 조타기실 간 통신수단의 시험
- (6) 과압을 방지하기 위한 도출밸브의 작동시험
- (7) 디플렉터 위치, 리버서 위치, 임펠러 속도 및 조타구동장치용 전동기의 운전 지시기에 대한 안전, 경보 및 지시장치의 작동시험
- (8) 정지장치의 작동시험
- (9) 선박 조종성에 대한 표준(IMO Res. MSC.137(76))에 따른 선박 조종성 시험은 조타각 한계를 초과하지 않는 조타 각으로 수행되어야 한다.

제 6 절 선회식 추진장치 (2023)

601. 일반사항

1. 적용

- (1) 이 절의 규정은 주추진 및 조타를 위한 선회식 추진장치(포드 추진장치 포함)를 설치하는 선박에 적용한다.
- (2) 이 절에서 규정하지 아니한 사항에 대하여는 규칙 5편 및 6편의 관련 규정을 따른다.
- (3) 동등효력
이 절의 규정에 적합하지 아니한 추진장치라도 1편 1장 105.에 따라 우리 선급이 동등한 효력이 있다고 인정하는 경우에는 규정에 적합한 것으로 간주한다.

2. 용어의 정의

이 절에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (1) 스텔러라 함은 추진력을 발생시키기 위하여 프로펠러(임펠러)가 장착된 장치를 말한다.
- (2) 선회식 추진장치라 함은 수직축을 중심으로 회전하여 전방향 추진력 및 조타기능을 가지는 추진장치를 말한다. 선회식 추진장치는 다음의 구성품을 포함한다.
 - (가) 프로펠러 및 프로펠러 축
 - (나) 기어, 클러치 및 추진토크를 전달하는 기어 축(스텔러와 일체형인 경우)
 - (다) 선회식 추진장치 케이싱
 - (라) 조타장치
- (3) 회전식 포드 전기 추진장치(이하 포드 추진장치라 한다.)라 함은 프로펠러가 전기 원동기에 의해 직접 구동되는 선회식 추진장치를 말한다.
- (4) 선회식 추진장치 케이싱이라 함은 컬럼(또는 스트럿), 포드, 프로펠러 노즐 등을 포함하는 수밀구조를 말한다.
- (5) 조타시스템이라 함은 조타장치, 조타장치 제어시스템 및 타(타두재 포함)를 포함하는 선박의 방향제어시스템 또는 선체에 힘을 가하여 선수방향 또는 침로를 변경하기 위한 동등한 시스템을 말한다.
- (6) 조타추진장치라 함은 함은 선박의 추진 및 조종 둘 다 포함하는 장치를 말한다. (예를 들면, 선회식 추진장치 또는 포드 추진장치)
- (7) 조타장치라 함은 선박을 조종할 목적으로 타 또는 스텔러 또는 이와 동등한 것을 회전축 중심으로 양방향 회전시키기 위하여 적용되는 기계, 조작기, 동력장치 및 보조기기를 말한다.
- (8) 조타구동장치라 함은 조타장치의 동력장치, 조타 조작기 그리고 유압식 또는 전동유압식 조타장치에서의 유압관장치를 말한다.
- (9) 조타 조작기라 함은 타 또는 스텔러 또는 이와 동등한 장치의 회전을 제어하기 위하여 동력을 기계적 작용으로 변환하는 조타장치 구성품을 말한다.
 - (가) 전동식 조타의 경우: 전동기 및 구동피니언
 - (나) 전동유압식 조타의 경우: 유압전동기 및 구동피니언
- (10) 조타각 한계는 선박의 속도 또는 프로펠러 토크/속도 또는 기타 제한을 고려하여, 안전한 작동을 위한 제조업체의 지침에 따라 최대 조타각 또는 이에 상응하는 작동 제한을 말한다. "조타각 한계"는 각 선박 고유의 비전통적인 조타 수단에 대하여 조타시스템 제조업체에 의해 선언되어야 한다. 선박 조종성에 대한 표준(IMO Res. MSC.137(76)에 따른 선박 조종성 시험은 조타각 한계를 초과하지 않는 조타각으로 수행되어야 한다.

3. 제출도면 및 자료

조선소 또는 스텔러의 제조자는 공사착수 전에 다음의 도면 3부 및 자료 1부를 우리 선급에 제출하여야 한다.

- (1) 제출도면
 - (가) 주요 요목표, 사양서, 재료 사양서, 용접절차의 상세
 - (나) 전체장치도 및 조립단면도(노즐을 포함한 각 부분의 재료 및 치수를 기재한 것)
 - (다) 고정 피치/가변 피치 프로펠러, 축계, 기어, 축 커플링, 커플링 볼트, 클러치 및 기어 축의 상세도
 - (라) 조타장치의 상세도(조타구동장치, 기어, 베어링 등)
 - (마) 해수와 접하는 밀봉장치의 배치도
 - (바) 관장치도(유압장치, 윤활유장치, 냉각수장치 등)
 - (사) 선회식 추진장치 케이싱 상세도
 - (아) 제어장치의 배치도, 유압 및 전기장치 계통도(안전, 경보 및 자동조타 장치 포함)
 - (자) 대체동력원의 배치도 및 계통도

- (차) 선회각 지시기 계통도
- (2) 자료
 - (가) 축계 비틀림진동 계산에 관한 자료
 - (나) 고정 피치/가변 피치 프로펠러 날개 두께, 피치 제어 메커니즘, 축, 축 커플링, 기어, 선회식 추진장치 케이싱, 조타장치의 하중 전달 구성품의 강도계산서
 - (다) 작동지침서
 - (라) 롤러베어링의 사용수명 계산서, 프로펠러 압입량 계산서 등
 - (마) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 것

602. 재료, 구조 및 강도

1. 선회식 추진장치 케이싱, 스러스터를 지지하기 위한 베드플레이트, 스러스터의 토크전달 구성품에 사용되는 재료는 **규칙 2편 1장**의 규정에 적합한 것이어야 한다.
2. 축계, 프로펠러, 기어장치 및 조타장치의 재료 구조 및 강도는 **3장, 4장 및 7장**의 관련 규정을 준용한다.
3. 부속 관장치 및 보기의 재료, 구조 및 강도는 **6장**의 관련 규정을 준용한다.

603. 시스템 설계

1. 스러스터의 수

- (1) 통상 적어도 2대의 스러스터를 선박에 설치하여야 한다. 1대의 스러스터의 고장이 다른 스러스터의 성능에 영향을 미치지 않도록 스러스터는 설계되어야 한다.
- (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박의 경우, 상기 (1)호의 요건에도 불구하고 1대의 스러스터를 설치할 수 있다. 이 경우, 추진, 조타 및 역전장치는 다음 배치에 따라 이중화되어야 한다.
 - (가) 적어도 2대의 원동기
 - (나) 적어도 2대의 독립적인 조타구동장치(다만, 동일한 조타구동장치는 1개의 기어 휠을 가질 수 있다.)
 - (다) 운전 중인 어느 1대의 발전기가 전력손실이 발생한 경우, 적어도 1대의 원동기 및 조타구동장치가 작동할 수 있도록 **604**의 1항의 요건에 따라 전기공급이 유지되거나 또는 즉시 복구되어야 한다.

2. 조타장치의 일반사항

- (1) 선회식 추진장치의 조타장치는 비전통 조타시스템의 성능 및 배치에 대한 **지침 부록 5-1**의 요건에 적합하여야 한다.
- (2) 내압을 받는 조타장치의 배관 및 기타 부품의 치수 계산을 위한 설계압력은 저압측의 압력을 고려하여 가장 가혹한 허용작동조건하에서 예상되는 최고사용압력의 1.25배 이상이어야 한다. 이 설계압력은 압력도출밸브의 조정압력 미만이어서는 아니 된다.
- (3) 조타추진장치를 회전시켜 후진력을 얻는 경우 선박의 정지상태에서 조타장치의 회전속도는 1.0 rpm 이상이어야 한다.

3. 조타구동장치

조타구동장치가 유압식 또는 전동유압식인 경우 다음 요건에 따라 유압 동력으로 구동되는 조타구동장치를 설치하여야 한다.

- (1) 조타구동장치에 어큐뮬레이터 등의 압력용기가 사용되는 경우, 이들의 강도는 **5장**의 규정에 적합하여야 한다.
- (2) 조타구동장치에 사용되는 유압관장치는 이 항의 요건 이외에 **6장**의 규정에도 적합하여야 한다.
- (3) 유압장치의 형식 및 설계를 고려하여 작동유의 청정상태를 유지하기 위한 적절한 장치를 설치하여야 한다.
- (4) 유압장치는 필요에 따라 장치 내의 공기를 뺄 수 있는 장치를 비치하여야 한다.
- (5) 외부에서 밸브에 의하여 차단되고 동력원 또는 외력에 의하여 과압이 생길 가능성이 있는 유압관장치의 모든 부분에는 압력도출밸브를 설치하여야 한다. 이 도출밸브의 조정압력은 유압장치의 최고사용압력의 1.25배 이상이어야 하며 설계압력을 초과하여서는 아니 된다. 최소도출능력은 펌프의 총도출용량의 110% 이상이어야 하며 조정압력의 110%를 초과하는 압력상승이 발생하지 아니하는 것이어야 한다. 이 경우, 사용온도에 대한 기름 점도의 영향을 고려하여야 한다.
- (6) 유압장치로부터 기름이 누설된 경우, 즉시 누설을 검지하기 위하여 유탱크에 저액면 경보장치를 설치하여야 하며 이 경보장치는 가시가청인 것으로 선교 및 주기관을 통상 제어하는 장소에 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
- (7) 플렉시블관이 유압장치에 사용되는 경우, 플렉시블관은 **6장 102. 5항**의 요건에 따른다.

4. 윤활유장치

- (1) 조타추진장치의 윤활유장치는 6장 8절의 요건에 따른다.
- (2) 윤활유 공급이 중지되거나 급유압력이 조타추진장치의 운전제 지장을 줄 정도로 저하되었을 경우, 선교 및 주기관을 통상 제어하는 장소에 가시각청의 경보를 줄 수 있는 경보장치가 제공되어야 한다.

5. 냉각장치

- (1) 조타추진장치의 냉각장치는 6장 7절의 요건에 따른다.
- (2) 통풍 및 냉각장치는 조타추진장치의 기계 및 장비를 설계 운전온도 내로 유지하여야 한다.
- (3) 수냉식을 사용하는 경우 냉각기는 조타추진장치 내부로의 누수를 방지할 수 있도록 배치되어야 한다.

6. 밀봉장치

프로펠러축 및 조타장치의 회전부에 대한 밀봉장치는 형식, 구조 및 재료 등에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

7. 조타장치의 설치장소

- (1) 조타추진장치의 조타장치는 사람의 출입이 용이하고 가능한 한 기관구역과 분리된 둘러싸인 구역에 설치하여야 한다.
- (2) 조타추진장치의 조타장치로 접근하기 위한 통로 및 작업용 공간을 설치하여야 한다. 이 경우, 기름이 누설된 경우에도 적절한 작업 환경을 확보하기 위하여 통로에는 손잡이 및 미끄럼방지 조치를 강구하여야 한다.

604. 전기설비

1. 주전원 [지침 참조]

- (1) 선박의 추진 및 조타를 위하여 주전원을 필요로 하는 경우, 사용 중인 어느 하나의 발전기에 고장이 발생한 경우에도 적어도 1대의 스텐스터의 추진 및 조타장치, 그리고 관련 제어장치 및 선회각 지시기의 기능을 확보하기 위하여 필요한 장치에 대한 전원공급이 유지되거나 즉시 복구되도록 시스템을 다음 요건과 같이 배치하여야 한다.
 - (가) 통상 1대의 발전기에 의하여 전력을 공급하는 경우, 운전 중인 발전기의 전력이 손실된 경우에 중요보기를 자동 시동(필요한 경우, 순차 시동 포함)하기에 충분한 용량의 예비 발전기를 자동적으로 시동하고 주배전반에 자동으로 접속하도록 하는 장치를 설치하여야 한다.
 - (나) 통상 2대 이상의 발전기를 병렬운전하여 전력을 공급하는 경우, 그 발전기 중 1대의 발전기의 전력이 손실된 경우, 선박의 추진 및 조타, 안전을 확보하기 위하여 나머지 발전기가 계속적으로 운전할 수 있도록 보호장치(필수용도가 아닌 부하를 충분히 차단하고, 필요한 경우, 2차 필수용도에 사용되는 부하 및 거주편의용도에 사용되는 부하를 자동 제거하는 장치 포함)를 설치하여야 한다.

2. 스텐스터 당 추진 출력이 2,500 kW를 초과하는 경우에, 다음 요건에 따라 대체 동력원을 설치하여야 한다.

[지침 참조]

- (1) 대체 동력원은 아래 요건에 적합한 조타장치, 해당 조타장치와 연관된 제어장치와 선회각 지시기에 자동적으로 45초 이내에 대체 동력을 공급할 수 있어야 한다.
 - (가) 선박이 최대전진속력의 1/2 또는 7 knot 중 큰 쪽의 속력으로 전진 중 조타각 한계에서 한쪽 현에서 반대 현 쪽까지 0.5 °/s 이상의 평균 회전 속도로 선박 방향 제어장치의 방향을 변경할 수 있어야 한다.
- (2) 이 대체 동력원은 총톤수 10,000톤 이상인 선박에서는 적어도 30분간, 기타 선박에 있어서는 적어도 10분간 조타장치를 연속 작동하는데 충분한 용량인 것이어야 한다.
- (3) 대체 동력원은 다음 중 하나이어야 한다.
 - (가) 비상 전원
 - (나) 조타장치에만 사용되고 또한 조타장치 구획 내에 설치된 독립 동력원
- (4) 상기 (3) (나)에서 정한 독립 동력원으로 사용하는 발전기 또는 펌프를 구동하는 원동기의 자동시동장치는 6편 1장 203.의 6항의 규정에 따라야 한다.

3. 조타추진장치의 전기설비 [지침 참조]

조타추진장치의 전기설비는 다음의 요건을 따라야 한다.

- (1) 각 스텐스터의 조타시스템은 주배전반으로부터 2조 이상의 전용 회로에 의하여 직접 급전되도록 하여야 한다. 다만, 그 중 1회로는 비상배전반을 경유할 수 있다. 주조타장치 및 보조조타장치가 전동 또는 전동유압식인 경우, 보조조타장치에의 급전은 주조타장치의 급전 회로중 1회로로부터 할 수 있다. 급전회로는 해당 회로에 동시에 접속되고 동시에 운전되는 모든 전동기에 급전할 수 있는 충분한 용량이어야 한다.
- (2) (1)호에서 요구하는 전용회로에서 사용되는 케이블은 전장에 걸쳐 가능한 한 서로 떨어지게 하여야 한다.

- (3) 추진 및 조타용 전동기로의 전력손실이 발생한 경우, 가시가청의 경보장치를 선교 및 주기관을 통상 제어하는 장소에 설치하여야 한다.
- (4) 조타용 전동기의 운전표시장치는 선교 및 주기관을 통상 제어하는 장소에 설치하여야 한다.
- (5) 회로에는 단락보호장치를, 전동기에는 과부하 경보장치를 각각 설치하여야 한다. 과부하 경보는 가시가청인 것으로 주기관을 통상 제어하는 장소의 보기 쉬운 곳에 설치하여야 한다.
- (6) 시동전류 및 기타의 과전류에 대한 보호장치가 설치된 경우, 이 보호장치는 전부하 전류의 2배 이상인 전류에 대하여 전동기 또는 회로를 보호하여야 하며 적절한 시동전류의 통과는 허용하여야 한다.
- (7) 3상 교류식인 경우, 단상이 되면 경보를 발하는 장치를 비치하여야 한다. 경보장치는 가시가청인 것으로 주기관을 통상 제어하는 장소의 보기 쉬운 곳에 설치하여야 한다.

605. 제어장치

1. 일반

- (1) 이 절에서 규정하지 않은 제어장치에 대한 요건은 7장 3절에 따른다.
- (2) 스러스터는 독립된 제어계통으로 구성되어야 한다. 복수의 스러스터가 동시에 작동하도록 설계된 경우, 스러스터는 조이스틱과 같은 단일장치에 의하여 작동될 수 있다.
- (3) (2)호에서 규정한 제어계통과 구성요소는 어느 한쪽의 고장으로 인하여 다른 쪽이 작동불능 되지 않도록 설계되고 배치되어야 한다.
- (4) 비상조종이 필요한 경우, 선교로부터 스러스터를 원격제어 함으로써 장비보호전용의 작동제한(예를 들면 조타각 제한)을 오버라이드할 수 있어야 한다. 오버라이드 절차는 스러스터의 작동설명서에 문서화되어 있고 스러스터의 제어 위치에 게시되어야 한다.

2. 감시

- (1) 감시장치는 최소한 다음 사항을 제공하여야 하며 선교에 개별 표시가 제공되어야 한다.
 - (가) 원동기 및 조타장치의 동력장치의 과부하
 - (나) 프로펠러 회전수
 - (다) 가변피치 프로펠러에 대한 프로펠러 피치
 - (라) 고정식 프로펠러의 회전 방향 및/또는 추력 방향
 - (마) 조타추진장치의 선회각
 - (바) 경보 및 감시 시스템으로의 이용가능한 전원 공급
 - (사) 조타장치로의 이용가능한 전원 공급
- (2) 조타추진장치의 선회각 표시는 제어장치와 독립적이어야 하며 또한 조타추진장치 구획에 표시되어야 한다.

3. 경보

7장 302.의 1항 및 아래의 고장 상황을 나타내기 위하여 가시가청의 경보가 제공되어야 한다.

- (1) 조타구동장치의 작동유 누설로 인한 유탱크의 저액면
- (2) 추진 및 조타용 전동기로의 전력 손실
- (3) 원동기 및 조타장치의 동력장치의 과부하
- (4) 윤활유 압력의 저하
- (5) 전동기 냉각 매체의 온도 상승
- (6) 프로펠러 포드로의 해수의 유입(포드 추진장치의 경우)
- (7) 조기에 발견 및 표시되는 조타구동장치에서의 잠재적인 작동유 누설(적용 가능한 경우)
- (8) 작동유 압력의 저하(적용 가능한 경우)
- (9) 윤활유 온도의 상승(적용 가능한 경우)

606. 포드 추진장치에 대한 추가요건

- 1. 프로펠러 포드에 해수의 유입을 감지하는 수단을 설치하여야 한다. 포드에 해수의 유입이 감지되는 경우, 선교 및 주기관 제어장소에 가시가청의 경보장치를 설치하여야 한다.
- 2. 포드로부터 해수를 배출하기 위한 수단을 설치하여야 한다.
- 3. 추진 전동기에 냉각 송풍기가 설치되는 경우, 추진 전동기의 최대출력에 충분한 용량을 가지는 주 냉각 송풍기 및 통상 출력에 충분한 용량을 가지는 보조 냉각 송풍기를 설치하여야 한다. 이 냉각 송풍기는 쉽게 전환할 수 있도록 설치되어야 한다. 다만, 스러스터에 전용의 냉각 송풍기를 설치하는 경우, 보조 냉각 송풍기는 생략할 수 있다. **【지침 참조】**

4. 추진 전동기에 냉각 송풍기를 설치하는 경우, 화재 발생시 안전한 장소에서 송풍기를 정지하고 송풍기에 대한 공기 입출구를 폐쇄할 수 있는 제어수단을 설치하여야 한다.
5. 정비 및 점검을 위해 내부 공간에 직접 접근할 수 있는 포드의 경우 장비와 인원 모두를 보호할 수 있도록 배치되어야 한다.

607. 시험 및 검사

1. 공장시험

- (1) 축계, 프로펠러, 기어장치 및 조타장치의 시험 및 검사는 3장 및 7장의 관련규정을 준용한다.
- (2) 유압장치, 유힬유장치 및 냉각장치 등과 같은 부속 관장치 및 보기는 6장의 규정을 준용한다.
- (3) 선회식 추진장치 케이싱은 조립 후 1.5 D 또는 2.0 d와 동등한 수두압력 중 작은 값과 0.2 MPa 중 큰 값으로 압력시험을 실시한다. 다만, 프로펠러 노즐은 0.05 MPa의 압력에서 기밀시험을 인정할 수 있다.
 - (가) D : 선박의 깊이 (m)
 - (나) d : 최대만재설계흘수 (m)

2. 선내 시험

- (1) 프로펠러 축 및 조타장치용 밀봉장치는 사용압력으로 누설시험을 하여야 한다.
- (2) 조타장치용 유압장치는 적어도 최고사용압력으로 누설시험을 하여야 한다. 다만, 선내 설치 후 누설시험이 불가능한 경우, 공장시험시 실시할 수 있다.
- (3) 다음을 포함하는 스러스터의 작동시험을 실시한다.
 - (가) 수동제어 회전 메커니즘의 원활한 작동
 - (나) 감속기어 및 밀봉장치의 작동
 - (다) 선회시간, 설치된 장치의 압력 및 온도의 확인
- (4) 해당하는 경우 606.에서 규정한 배치에 대한 성능시험(배출장치 제외)을 실시한다.

3. 해상시운전

해상시운전시 다음의 시험을 실시하여야 한다. 다만, (1)호 및 (2)호를 제외한 시험은 계선시 또는 입거시에 실시할 수 있다. 또한, 선내 설치 후 도출밸브의 작동시험이 불가능한 경우에, 공장시험으로 대체할 수 있다.

- (1) 축계비틀림진동의 실측은 규칙 4장 103.을 적용한다.
- (2) 603.의 2항 (1)호 및 (3)호에서 규정한 조타능력에 대한 시험
- (3) 선교와 선회식 추진장치 구획 간 제어장치의 전환시험, 자동조타가 제공된 경우 자동조타와 수동조타 간의 전환시험을 포함하는 조타장치 제어의 작동시험
- (4) 604.의 1항 및 2항에서 규정하는 전원공급 유지 대책에 대한 시험 및 대체동력원 시험
- (5) 선교와 선회식 추진장치 구획 간 및 기관실과 선회식 추진장치 구획 간 통신수단의 시험
- (6) 과압 방지용 도출밸브의 작동시험
- (7) 감시, 경보 및 안전장치의 작동시험
- (8) 선박 조종성에 대한 표준(IMO Res. MSC.137(76))에 따른 선박 조종성 시험은 조타각 한계를 초과하지 않는 조타각으로 수행되어야 한다. ↓

제 4 장 축계비틀림진동

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장의 규정은 추진용 동력전달장치 및 추진축계, 주기관으로 구동되는 발전기의 축계, 주기관용 왕복동 내연기관의 크랭크축 및 왕복동 내연기관으로 구동되는 발전기의 축계에 적용한다. 또한 왕복동 내연기관으로 구동되는 중요보기의 축계에도 이 장의 규정을 준용한다. (2022)
2. 허용 비틀림진동 응력의 크기 계산시 이 장에서 규정하는 방법 이외에 다른 대체계산법을 사용할 경우에는 3장 201.의 2항의 요건에 따른다.

102. 제출자료

1. 신조선의 경우, 현존선의 주기관을 바꾸어 탑재하는 경우, 축계, 프로펠러(또는 보기의 축계) 등 진동에 영향을 미치는 부분을 개조 또는 새 것으로 교환할 경우에는 다음 사항을 포함하는 비틀림진동계산서를 제출하여야 한다.
 - (1) 1절, 2절 및 필요하다고 인정될 경우에는 3절 이상의 진동모드 및 고유진동수
 - (2) 연속최대 회전수의 120% 내에 발생하는 공진 비틀림진동에 의하여 축계장치에 발생하는 응력의 추정치 및 연속최대 회전수의 120% 밖에서 발생하는 공진점의 영향에 의하여 사용회전수 안의 비공진점에서 발생하는 비틀림 진동 응력의 추정치
 - (3) 축계, 기어장치 및 플렉시블 커플링에 작용하는 비틀림진동 토크의 추정치
 - (4) 추진축계에 대하여는 임의의 1실린더 착화실패(예를 들어, 분사는 하지 않고 압축만 행함)를 한 채 운전할 경우의 진동응력의 추정치
2. 1항의 규정에 관계없이 다음의 경우에는 우리 선급의 승인을 얻어 비틀림진동계산서의 제출을 생략할 수 있다.
 - (1) 기관 및 축계가 이미 승인된 것과 동형인 경우
 - (2) 진동계에 약간의 변경이 있는 경우로 종래의 진동계산서 또는 진동실측 결과에 의하여 진동수 및 응력을 추정할 수 있는 경우
 - (3) 기관의 연속최대출력이 100 kW 이하일 때

103. 실측

1. 변동 비틀림응력의 진폭은 반복되는 사이클 전체에 걸쳐 해당 조건에 따라 축에서 계측할 수 있는 값으로서 $(\tau_{max} - \tau_{min})/2$ 로 한다.
2. 축계 비틀림진동계산서의 제출이 요구되는 경우에는 추정치의 확인을 위하여 비틀림진동을 계측하여야 한다. 다만, 102.의 2항에 의하여 계산서의 제출이 생략되거나 사용회전수 내에 위험한 진동이 없다고 인정되는 경우에는 계측을 생략할 수 있다.

제 2 절 응력의 허용한도

201. 크랭크축

주기관용 왕복동 내연기관의 크랭크축에 작용하는 비틀림진동 응력은 다음 규정에 따른다. 다만, 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따라 크랭크축의 강도계산을 시행한 경우에는 별도로 정하는 바에 따른다. 【지침 참조】

1. 연속최대회전수 이하에서 기관을 연속 사용하는 경우, 비틀림진동 응력은 다음의 τ_1 값을 초과하여서는 아니 된다.

- (1) 4사이클 직렬 및 열간 착화간격이 45° 또는 60° 인 V형 기관일 경우 :

$$\tau_1 = 45 - 24\lambda^2 \quad (\text{단, } 0 \leq \lambda \leq 1)$$

- (2) 2사이클기관 및 (1)호 이외의 4사이클 V형 기관인 경우 :

$$\tau_1 = 45 - 29\lambda^2 \quad (\text{단, } 0 \leq \lambda \leq 1)$$

τ_1 : 기관을 연속 사용하는 경우의 비틀림진동 응력의 허용한도 (N/mm²)
 λ : 사용회전수와 연속최대회전수와의 비

2. 연속최대회전수의 80 % 이하에서는 비틀림진동 응력이 다음의 τ_2 를 초과하지 않는 경우에 한하여 1항에서 산출된 τ_1 값을 초과하는 회전수 범위를 신속히 통과하는 조건으로 그 비틀림진동 응력을 승인할 수 있다.

$$\tau_2 = 2\tau_1 \quad (\text{단, } 0 \leq \lambda \leq 0.8)$$

τ_2 : 신속하게 회전수 범위를 통과하는 것을 조건으로 하는 경우의 비틀림진동 응력의 허용한도 (N/mm²)
 λ : 1항의 규정에 따른다.

3. 연속최대회전수를 초과하여 연속최대회전수의 115 % 이하의 범위에서는 비틀림진동 응력이 다음의 τ_3 값을 초과하여서는 아니 된다.

- (1) 4사이클 직렬 및 열간 착화간격이 45° 또는 60° 인 4사이클 V형 기관인 경우 :

$$\tau_3 = 21 + 237(\lambda - 0.8)\sqrt{\lambda - 1} \quad (\text{단, } 1.0 \leq \lambda \leq 1.15)$$

- (2) 2사이클기관 및 (1)호 이외의 4 사이클 V형 기관인 경우 :

$$\tau_3 = 16 + 237(\lambda - 0.8)\sqrt{\lambda - 1} \quad (\text{단, } 1.0 \leq \lambda \leq 1.15)$$

τ_3 : 과회전구역에서의 비틀림진동 응력의 허용한도 (N/mm²)
 λ : 1항의 규정에 따른다.

4. 축 재료의 규격최소인장강도가 440 N/mm²보다 크거나 규격최소항복강도가 225 N/mm²보다 큰 경우, 비틀림진동 응력의 허용한도는 전 각항에서 규정하는 τ_1 , τ_2 및 τ_3 값에 다음의 계수 f_m 을 곱하는 값까지 증가시킬 수 있다.

【지침 참조】

(1) τ_1 및 τ_3 에 대한 계수 f_m : $f_m = 1 + \frac{2}{3} \left(\frac{T_s}{440} - 1 \right)$

(2) τ_2 에 대한 계수 f_m : $f_m = \frac{Y}{225}$

f_m : 비틀림진동 응력의 허용한도에 대한 재료보정 계수

T_s : 축 재료의 규격최소인장강도 (N/mm²)

다만, 탄소강 단강품으로 590 N/mm², 저합금강 단강품으로 835 N/mm²를 각각 초과하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값

Y : 축 재료의 규격최소항복강도 (N/mm²)

202. 중간축, 추력축, 프로펠러축 및 선미관축

1. 왕복동 내연기관을 주기관으로 하는 선박의 중간축, 추력축, 프로펠러축 및 선미관축에 작용하는 비틀림진동응력은 다음의 규정에 따른다.

- (1) 연속 최대회전수의 105 % 이하에서 기관을 연속 사용하는 경우의 비틀림진동 응력은 다음의 τ_1 값을 초과하여서는 아니 된다. 프로펠러축 및 선미관축을 승인받은 내식성 재료로 제작하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 할 수 있다. (2017) **【지침 참조】**

$$\tau_1 = \frac{T_s + 160}{18} C_k C_d (3 - 2\lambda^2) \quad (\text{단, } 0 \leq \lambda \leq 0.9)$$

$$\tau_1 = 1.38 \frac{T_s + 160}{18} C_k C_d \quad (\text{단, } 0.9 \leq \lambda \leq 1.05)$$

τ_1 : 기관을 연속사용하는 경우의 비틀림진동 응력의 허용한도 (N/mm²)

λ : 201.의 1항에 따른다.

T_s : 축 재료의 규격최소인장강도 (N/mm²)

다만, T_s 의 값은 중간축 및 추력축에 있어서 탄소강이 600 N/mm²을 넘는 경우 600 N/mm²으로 하고 합금강이 800 N/mm²을 넘을 경우 우리 선급이 특별히 승인하는 경우를 제외하고 800 N/mm²로 한다. 프로펠러축 및 선미관축에 있어서는 600 N/mm²을 넘을 경우 600 N/mm²으로 한다. (2017) 【지침 참조】

C_k : 축의 종류 및 모양에 관한 계수로서 표 5.4.1에 따른다.

C_d : 축 지름 크기에 관한 계수로서 다음 식에 따른다.

$$C_d = 0.35 + 0.93d^{-0.2}$$

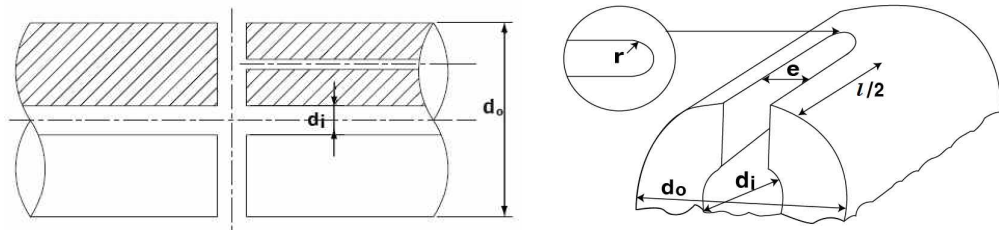
d : 축의 지름(mm)

표 5.4.1 계수 C_k

중간축					추력축		프로펠러축	선미관축	
일체식 커플링 플랜지	수축 끼워맞춤 커플링 플랜지	키 홈이 있을 경우 (경사지게 연결)	키 홈이 있을 경우 (원통형으로 연결)	반지름방향 구멍이 있을 경우	축방향으로 슬롯이 있을 경우	추력 갈라의 양축	롤러베어링을 추력베어링으로 사용하는 축	-	
1.0	1.0 ⁽¹⁾	0.6 ⁽²⁾	0.45 ⁽²⁾	0.50 ⁽³⁾	0.30 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	0.85	0.85	0.55 ⁽⁶⁾	0.8

(비고)

- C_k 은 평탄한 축단면을 기준으로 한 것임. 연속운전을 하는 동안 축이 허용응력에 근접한 진동응력을 접할 수 있는 경우, 수축끼워맞춤 지름에 대한 1 내지 2%의 지름 증가 및 지름의 변화율과 거의 동등한 혼합반지름(blending radius)이 제공되어야 한다.
- 연속사용 금지범위가 설정되어 있는 장치에 키홈을 사용하여서는 아니 된다.
- 반지름방향 구멍의 지름은 0.3 d_0 이하일 것. 횡방향 구멍이 중심을 벗어난 축방향 구멍과 교차하는 경우(아래 그림 참조)에는 각 사안별로 제출된 자료를 근거하여 결정되어야 한다.



- 슬롯의 길이(l)는 0.8 d_0 미만이고, 중공축 안지름(d_i)은 0.7 d_0 미만이어야 하며 슬롯의 너비(e)는 0.15 d_0 보다 커야 한다. 또한, 슬롯의 끝단 라운드(r)는 $e/2$ 이상이어야 하며, 가능한 한 이를 크게 하여 응력집중이 생기지 않도록 하여야 한다. 슬롯의 수는 1, 2 또는 3개이어야 하며, 서로 각각 360도, 180도 또는 120도가 되도록 배치하여야 한다.
- $C_k = 0.3$ 은 전 (4)의 사용제한 내에 있는 안전한 근사치이다. 보다 상세한 C_k 값을 사용하고자 할 경우, 응력집중계수(scf)는 유한요소해석에 의한 직접계산을 하거나 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.
- 선미 베어링의 선수단과 프로펠러 보스(또는 프로펠러부착 플랜지) 사이에 있는 프로펠러축에 적용하지만 2.5 d_s 보다 작아서는 아니 된다. 여기서, d_s : 요구되는 프로펠러축 또는 선미관축의 지름

- (2) 연속최대회전수 80 % 이하에서는 비틀림진동 응력이 다음의 τ_2 값을 초과하지 않는 경우, (1)호에서 산출된 τ_1 값을 초과하는 회전수 범위를 신속히 통과하는 것을 조건으로 승인할 수 있다.

$$\tau_2 = \frac{1.7\tau_1}{\sqrt{C_k}}$$

τ_2 : 신속하게 회전수 범위를 통과하는 것을 조건으로 하는 경우의 비틀림진동 응력의 허용한도 (N/mm²)
 τ_1 및 C_k : (1)호의 규정에 따른다.

2. 증기터빈, 가스터빈, 전자식 및 유체커플링과 같은 슬립형 커플링을 갖는 왕복동 내연기관 또는 전기추진장치를 주추진장치로 하는 선박의 경우, 중간축, 추력축, 프로펠러축 및 선미관축의 비틀림진동응력의 허용한도는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 할 수 있다. **【지침 참조】**

203. 발전기의 축계

1. 발전기를 구동하는 왕복동 내연기관의 크랭크축에 작용하는 비틀림진동 응력은 다음의 규정에 따른다. 다만, 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따라 크랭크축의 강도계산을 시행한 경우에는 별도로 정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

- (1) 연속최대회전수의 90 ~ 110 % 회전수 범위에서는 비틀림진동 응력이 다음의 τ_1 값을 초과하여서는 아니 된다.
 (가) 4사이클 직렬 및 열간착화간격 45° 또는 60°인 4사이클 V형 기관인 경우 :

$$\tau_1 = 21 \text{ N/mm}^2$$

- (나) 2사이클 기관 및 (가) 이외의 4사이클 V형 기관인 경우 :

$$\tau_1 = 16 \text{ N/mm}^2$$

- (2) 연속최대회전수의 90 % 이하에서 비틀림진동 응력이 다음의 τ_2 값을 초과하지 않는 경우, (1)호에서 산출된 τ_1 값을 초과하는 회전수 범위를 신속히 통과하는 것을 조건으로 그 비틀림진동 응력을 승인할 수 있다.

$$\tau_2 = 90 \text{ N/mm}^2$$

2. 왕복동 내연기관으로 구동되는 발전기축에 작용하는 비틀림진동 응력은 다음의 규정에 따라야 한다.

- (1) 연속최대회전수의 90 ~ 110 % 회전수 범위에서는 비틀림진동 응력이 다음의 τ_1 값을 초과하여서는 아니 된다.

$$\tau_1 = 31 \text{ N/mm}^2$$

- (2) 연속최대회전수의 90 % 이하에서는 비틀림진동 응력이 다음의 τ_2 값을 넘지 않는 경우, (1)호에서 산출된 τ_1 값을 초과하는 회전수 범위를 신속히 통과하는 것을 조건으로 그 비틀림진동 응력을 승인할 수 있다.

$$\tau_2 = 118 \text{ N/mm}^2$$

3. 축 재료의 규격최소인장강도가 440 N/mm²보다 크거나 규격최소항복강도가 225 N/mm²보다 높은 경우에는 τ_1 및 τ_2 는 201.의 4항의 f_m 을 곱한 값까지 증가시킬 수 있다.

204. 공진점의 회피

4 사이클 직렬기관과 연결된 축계의 1절 $n/2$ 차, n 차 및 2 사이클 직렬기관과 연결된 축계의 1절 n 차(n 는 실린더 수)의 공진점은 특히 우리 선급이 승인하는 경우를 제외하고 다음의 회전수 범위 내에 존재하여서는 아니 된다.

- 주추진축계인 경우 : $0.8 \leq \lambda \leq 1.1$
- 발전기축계인 경우 : $0.9 \leq \lambda \leq 1.1$

λ : 공진시 회전수와 연속최대회전수와의 비

205. 상세검토

비틀림진동 응력의 허용한도는 축계의 강도를 고려한 상세한 검토 자료를 우리 선급에 제출하여 적절하다고 인정하는 경우에는 201.부터 203.의 규정에 관계없이 그의 허용한도를 승인할 수 있다. **【지침 참조】**

206. 연속사용 금지범위

1. 비틀림진동 응력이 201.부터 203.의 규정에서 정하는 허용한도 τ_1 값을 넘을 경우, 연속사용 금지범위는 다음의 요건에 따라 설정하여야 한다. 또한, 회전수의 연속사용 금지범위를 가능한 한 신속하게 통과하도록 회전계에 적색으로 표시하여야 한다.

(1) 연속사용 금지범위는 다음의 속도제한치 내에 있어야 한다.

$$\frac{16N_c}{18-\lambda} \leq N \leq \frac{(18-\lambda)N_c}{16}$$

N : 연속사용 금지의 회전수 (rpm)

N_c : 공진시의 회전수 (rpm)

λ : 공진시의 회전수와 연속최대회전수와의 비

- (2) 가변피치프로펠러의 경우에는 최대피치상태 및 제로피치상태 모두를 고려하여야 한다.
 - (3) 1대의 추진기관이 설치된 선박의 경우에는 1실린더 착화실패 상태로 제한된 속도범위에서 안전한 항해가 가능하여야 한다.
2. 기어 및 플렉시블 커플링 등에 비틀림진동에 의한 과도한 변동토크가 발생하여 채터링, 발열 등의 문제가 생기는 경우에는 그 회전수 범위에 대하여 1항의 규정에 따른다. 다만, 204.에서 정하는 회전수 범위 내에서는 과도한 변동토크가 발생하여서는 아니 된다.
3. 201.부터 203.에서 정해지는 허용한도 τ_1 값을 초과하는 응력이 발생하는 회전수 범위가 계측에 의하여 확인되는 경우에는 1항에서 규정하는 범위에 관계없이 그 회전수 범위를 연속사용 금지범위로 할 수 있다. 다만, 회전계의 오차를 고려하여야 한다. ⚡

제 5 장 보일러 및 압력용기

제 1 절 보일러

101. 적용

1. 이 절의 규정은 주로 용접구조의 보일러 및 그 부속품에 대하여 적용하며, 다음의 것은 제외한다.
 - (1) 설계압력이 0.1 MPa 이하이고, 전열면적이 1 m² 이하인 증기보일러
 - (2) 설계압력이 0.1 MPa 이하이고, 전열면적이 8 m² 이하인 온수보일러
2. 특수한 구조의 보일러로서 이 절의 규정을 적용할 수 없을 경우, 제조자는 그 구조에 대한 상세한 도면, 자료 및 강도계산서를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. **【지침 참조】**

102. 재료

1. 보일러의 압력을 받는 부분에 사용되는 재료는 다음의 규정에 따른다.
 - (1) 보일러는 2편 1장의 각 규정에 적합한 재료를 사용하여야 한다.
 - (2) 보일러 및 관계통의 부속품은 2편 1장의 규정에 적합한 재료를 사용하여야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합한 재료를 사용할 수 있다. **【지침 참조】**
 - (3) 보일러의 제조과정에 있어서 강판에 열간가공, 응력제거 등의 열처리가 행하여지는 경우, 제조자는 해당 부분의 강판 주문시에 그 사항을 지정하여야 한다. 이 경우, 강판 제조자에 대한 취급은 2편 1장 302.의 3항에 따른다.
 - (4) 냉간가공이 용기의 안전성에 대하여 유해한 경우에는 냉간가공된 강판을 적절히 열처리하여야 한다.
2. 주강품을 보일러의 동판 또는 경판으로 사용하고자 할 경우에는 최고사용온도가 350 °C 이하로서 동판의 두께가 50 mm 이하인 보일러에 사용할 수 있다. **【지침 참조】**
3. 강관의 사용조건은 다음의 규정에 따른다.
 - (1) 보일러에 사용되는 관으로서 내압을 받고, 화염 또는 연소가스에 접촉되는 관은 이음매 없는 강관 또는 전기저항용접 강관이여야 한다.
 - (2) 전기저항용접 강관으로서 RSTH33은 설계압력이 2 MPa 이하인 보일러로서 계산상의 관벽온도가 350 °C 이하인 곳에 사용할 수 있다.
 - (3) 전기저항용접 강관으로서 RSTH35 및 RSTH42는 설계압력이 3 MPa 이하로서 계산상의 관벽온도가 400 °C 이하인 곳에 사용할 수 있다.
4. 보일러 및 관계통의 부속품의 재료는 다음 규정에 따른다.
 - (1) 보일러 동체에 직접 부착되는 스탠드 파이프, 플랜지 또는 디스틴스 피스는 강제의 것이어야 한다.
 - (2) (1)호에 규정한 관부착품 이외의 보일러에 접속하고 그의 압력을 받는 밸브 체스트 또는 기타의 관부착품은 동합금 주물, 주철품 또는 강제의 것이어야 하며 재료 및 사용제한에 대하여는 6장 103.의 규정에 따른다.

103. 이음형식

보일러의 길이방향 및 원주방향의 이음은 승인된 맞대기이음 양면용접으로 하여야 한다. 다만, 안지름이 작은 동체로서 안쪽에서 용접하기 곤란한 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 맞대기이음 일면용접으로 할 수 있다.

104. 용접이음의 모양

용접이음의 상세 및 그 방법은 그림 5.5.1에 의한 것 또는 이와 동등 이상의 효력을 갖는 것이어야 한다.

그림 5.5.1 승인된 용접 모양의 예

용접부분	부호	용접모양	비고
(가) 곡면 경판 과 동판	가1		$L \geq 3T_h$ (다만, 38 mm 를 넘을 필요는 없다.) 또한 $T_h \leq 1.25T_s$ 일 때는 상기의 값을 경감할 수 있다.
	가2		
(나) 평면 경판 또는 덮개판 과 동판	나1		(1) 표 5.5.4 참조 (2) $R \geq 3T_E$
	나2		(1) $T_f \geq 2T_s$ (2) $R \geq 3T_f$
	나3		(1) $r \geq 0.02T_E$ (다만, 최소 5 mm 로 한다.) (2) $t_n \geq 1.25T_{ro}$ (3) a부의 용접에는 저부가 양호하게 용착될 수 있는 용접법을 택할 것. (4) 경판 또는 덮개판의 재료는 단강재로 할 것.
	나4		나3 비고 참조

그림 5.5.1 승인된 용접 모양의 예 (계속)

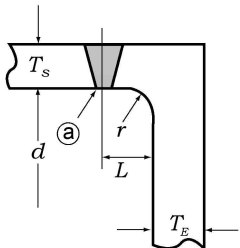
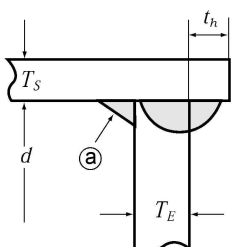
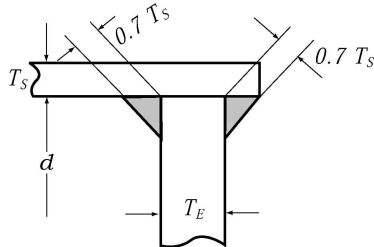
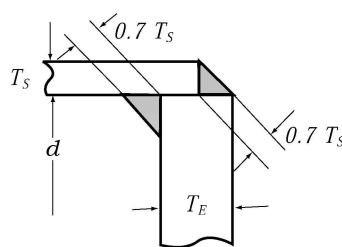
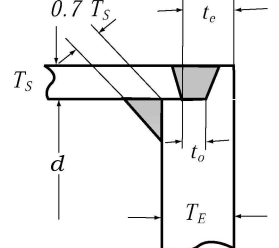
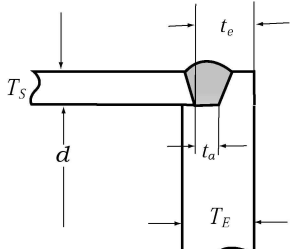
용접부분	부호	용접모양	비고
(나) 평면 경판 또는 뒷개판 과 동판	나5		<ol style="list-style-type: none"> (1) $r \geq 0.3 T_E$ (2) $L \geq T_E$ (3) ㉠부의 용접에는 나3 비고(3) 참조. (4) 경판 또는 뒷개판의 재료는 단강재로 할 것.
	나6		<ol style="list-style-type: none"> (1) $T_s \geq 1.25 T_{ro}$ (2) $t_h \geq T_s$ (3) ㉠부의 용접이 곤란할 때에는 뒷덮판을 사용하든가 또는 저부가 양호하게 용착될 수 있는 용접법을 택할 것.
	나7		$T_s \geq 1.25 T_{ro}$
	나8		$T_s \geq 1.25 T_{ro}$
	나9		<ol style="list-style-type: none"> (1) $T_s \geq 1.25 T_{ro}$ (2) $t_o \geq T_s$ (다만, 6.5 mm 를 넘을 필요는 없다) (3) $t_e \geq 1.25 T_s$
	나10		<ol style="list-style-type: none"> (1) 관 헤더 종류에 한한다. (2) $T_s \geq 1.25 T_{ro}$ (원형에 한한다.) (3) t_e 는 $2 T_{ro}$ 와 $1.25 T_s$ 중 큰 것 이상으로 한다. (4) $t_a \geq T_s$ (다만, 6.5 mm 를 넘을 필요는 없다)

그림 5.5.1 승인된 용접 모양의 예 (계속)

용접부분	부호	용접모양	비고
(다) 노통 또는 화로판과 동판 또는 경판	다1		(1) 보일러 전면측의 접합에 적용한다. (2) @부는 필릿용접으로 한다. (목의 두께 4~6 mm) (3) θ 는 $10^\circ \sim 20^\circ$ 범위 (4) $5 \leq r \leq 10$ mm
	다2		(1) 보일러 전면측의 접합에 적용한다. (2) $t \geq T_f$ (3) $L \geq 2T_s$
	다3		(1) 보일러 전면측의 접합에 적용한다. (2) $t \geq T_s - 3$ (3) θ 는 $10^\circ \sim 20^\circ$ 범위 (4) $5 \leq r \leq 10$
	다4		보일러 후면측의 접합에 적용한다.
(라) 휘니스 오지링 과 동판 사이	라1 라2		(1) $t \geq T_s$ (2) 용접면은 판면보다 들어가서는 아니 된다.
	라3 라4		

그림 5.5.1 승인된 용접 모양의 예 (계속)

용접부분	부호	용접모양	비고
(라) 휩니스 오지링 과 동판 사이	라5		<ol style="list-style-type: none"> $T \geq 1.265\sqrt{DP}$ D : 동판의 안지름 P : 설계압력(MPa) T : 저판의 두께 D ≤ 750일 경우 : l ≥ 50 D > 750일 경우 : l ≥ 60 ①부의 용접에는 저부가 양호하게 요착될 수 있는 용접법을 택할 것.
(마) 와셔 또는 보강판과 동판 또는 경판	마1		<ol style="list-style-type: none"> d < 60 일 경우에 한한다. t2 ≥ 0.7tm ①부의 누설방지 용접을 할 것.
	마2		<ol style="list-style-type: none"> t1 + t2 ≥ 1.25tm t1, t2 ≥ 1/3tm (다만, 최소 6.5 mm)
	마3		
(바) 스탠드 파이프와 동판 또는 경판	바1		<ol style="list-style-type: none"> tc ≥ 6.5 또는 0.7tm 중 작은 값. t1 + t2 ≥ 1.25tm t1, t2 ≥ 1/3tm (다만, 최소 6.5 mm) tw ≥ 0.7tm
	바2		

그림 5.5.1 승인된 용접 모양의 예 (계속)

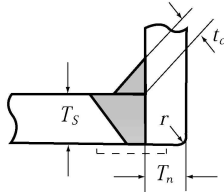
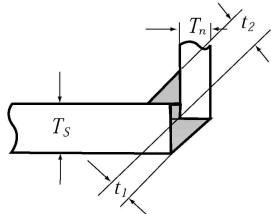
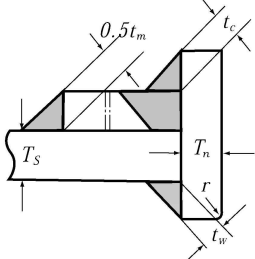
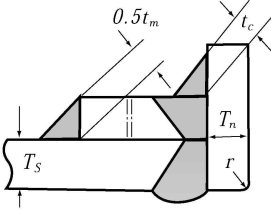
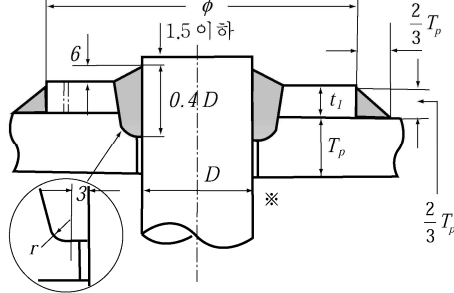
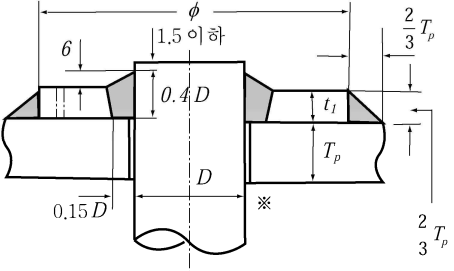
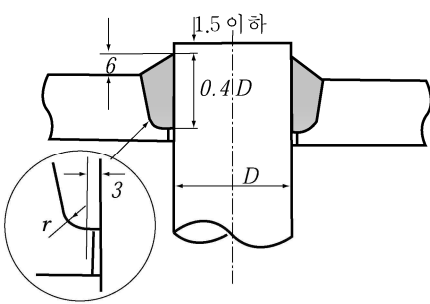
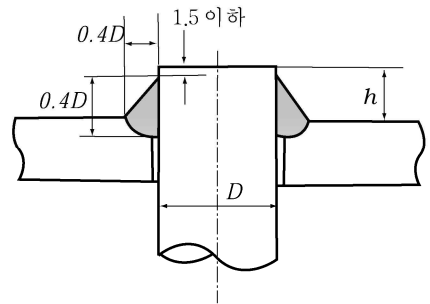
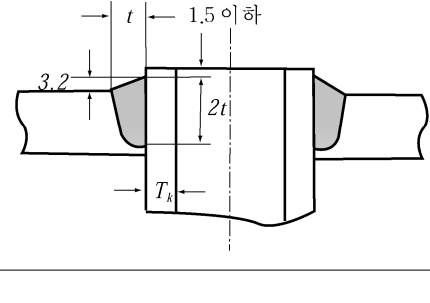
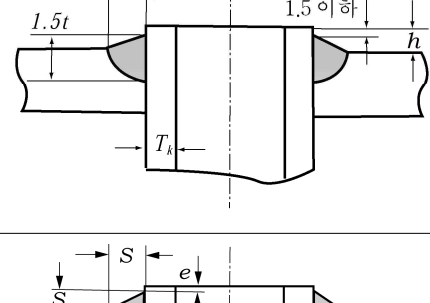
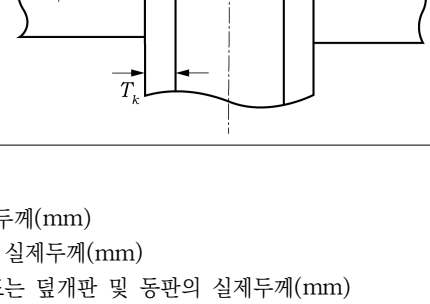
용접부분	부호	용접모양	비고
(바) 스탠드 파이프와 동판 또는 강판	바3		(1)(2)(3)(4) : (바)란 참조
	바4		
	바5		
	바6		
(사) 지주, 지주관 또는 관과 관판 또는 경판	사1		(1) $\phi \geq \frac{2}{3}P$ 다만, P는 지주의 피치(이하 동일함) (2) $t_1 \geq \frac{2}{3}T_p$ (3) ※은 틈새를 막기 위하여 필릿용접(목두께 4~6 mm) 또는 판쪽에서 코킹을 할 것.
	사2		(1) $\frac{2}{3}P > \phi \geq 3.5D$ (2) $t_1 \geq \frac{2}{3}T_p$ (3) ※은 사1과 동일

그림 5.5.1 승인된 용접 모양의 예 (계속)

용접부분	부호	용접모양	비고
(사) 지주, 지주관 또는 관과 관판 또는 경판	사3		
	사4		화염에 닿는 쪽에서는 $h \leq 10.0$ 으로 할 것.
	사5		(1) $t \geq T_k$ (2) 확관후에 용접하고, 또는 용접후 약간 더 확관 할 것.
	사6		(1) $t \geq T_k$ (2) 확관후에 용접하고, 또는 용접후 약간 더 확관 할 것. (3) 화염에 닿는 쪽에서는 $h \leq 10$ 으로 할 것.
	사7		(1) $S \geq T_k + 3$ (2) 화염에 접촉하는 부분은 $e \leq 1.5$ 로 한다. (3) 확관한 후 용접할 것.
(비고)			T_f : 노통 또는 화로판의 실제두께 혹은 헤더 플랜지의 큰 쪽의 실제두께(mm) T_n : 노즐의 실제두께(mm) t_m : 용접되는 부재의 두께 중 작은 쪽의 값(mm). 다만, 최대값은 20 mm. T_k : 지주관 또는 관의 실제두께(mm)
		T_s : 동판의 실제두께(mm) T_h : 곡면 경판의 실제두께(mm) T_E : 평면 경판 또는 덮개판 및 동판의 실제두께(mm) T_{ro} : 이음매 없는 동판의 계산상 소요두께(mm) T_p : 관판 또는 평면(곡면) 경판의 실제두께(mm)	

105. 이음효율

보일러의 동체이음효율 J 의 값은 이음형식에 따라 다음의 규정에 따른다.

- (1) 이음매 없는 동체 : $J = 1.00$
- (2) 용접구조 동체
 - (가) 맞대기이음 양면용접 : $J = 1.00$
 - (나) 기타의 경우 : $J = 0.90$

106. 리가먼트(ligament)효율

동체에 설치된 관구멍부에 대한 리가먼트효율은 다음의 규정에 따른다.

1. 동체의 중심선에 평행하든가 또는 거의 평행한 1열의 관구멍을 갖는 동판, 또는 열사이의 거리가 충분한 몇 개의 열의 관구멍을 갖는 동판 또는 관판의 관구멍의 열에 따른 길이방향 리가먼트효율(이하 길이방향효율이라 한다.)은 다음 식에 따른다.
 - (1) 관구멍의 피치가 같은 경우(그림 5.5.2 (가) 참조) :

$$J = \frac{P-d}{P}$$

- (2) 관구멍의 피치가 규칙적으로 틀릴 경우(그림 5.5.2 (나) 참조) :

$$J = \frac{L-nd}{L}$$

J : 리가먼트효율
 d : 관구멍의 지름 (mm)
 P : 관구멍의 피치 (mm)
 L : 서로 다른 피치를 포함하여 한 단위를 이루는 부분의 길이 (mm)
 n : L 안에 있는 관구멍의 수

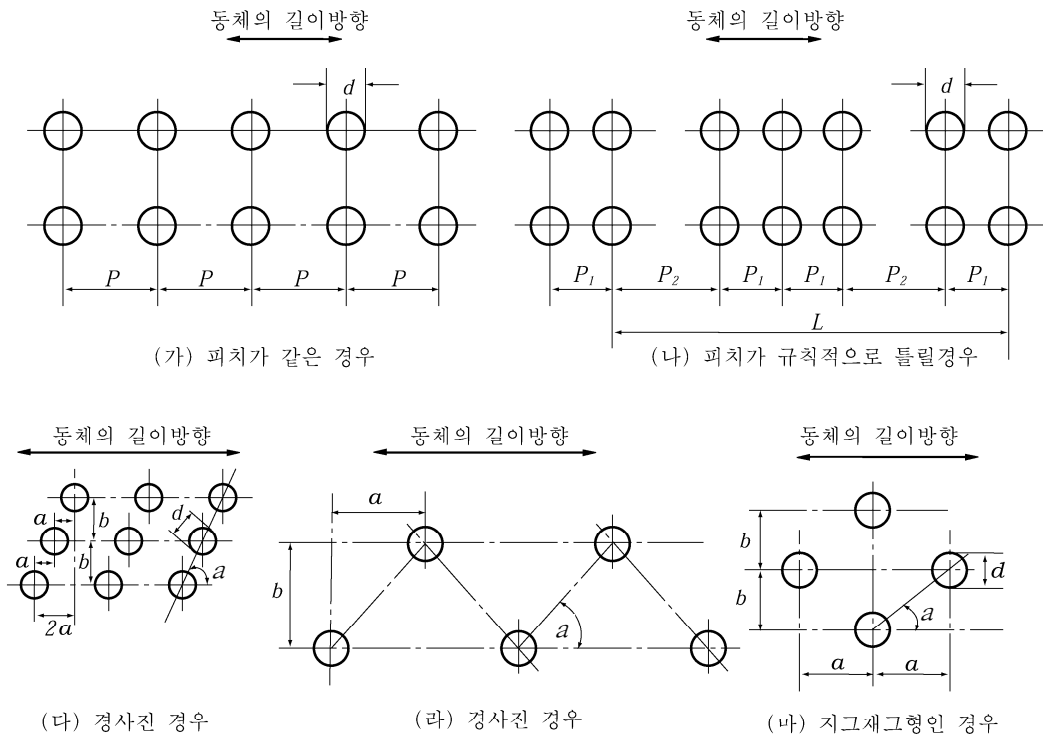


그림 5.5.2 관 구멍의 배치

2. 동체의 원주방향으로 배치된 관구명부의 리가먼트효율(이하 원주방향효율이라 한다.)은 1항과 같은 방법으로 계산하 되, 그 값은 길이방향 효율의 50 % 이상이어야 한다. 이 경우, 관구명의 원주방향의 피치는 판을 굽히기 전에 측정하 든가 또는 굽힌 판의 두께의 중앙에서 측정하는 것으로 한다.
3. 동체에 경사진 방향으로 배치된 관구명부의 리가먼트효율은 다음 식에 따른다.
 - (1) 그림 5.5.2 (다) 및 (라)에 나타낸 바와 같이 동체에 경사진 방향으로 관구명이 배치된 경우에는 다음 식에 의해 산 출된 효율 및 길이방향효율 중에서 최소치를 그의 관구명부의 리가먼트효율로 한다.(그림 5.5.3 참조)

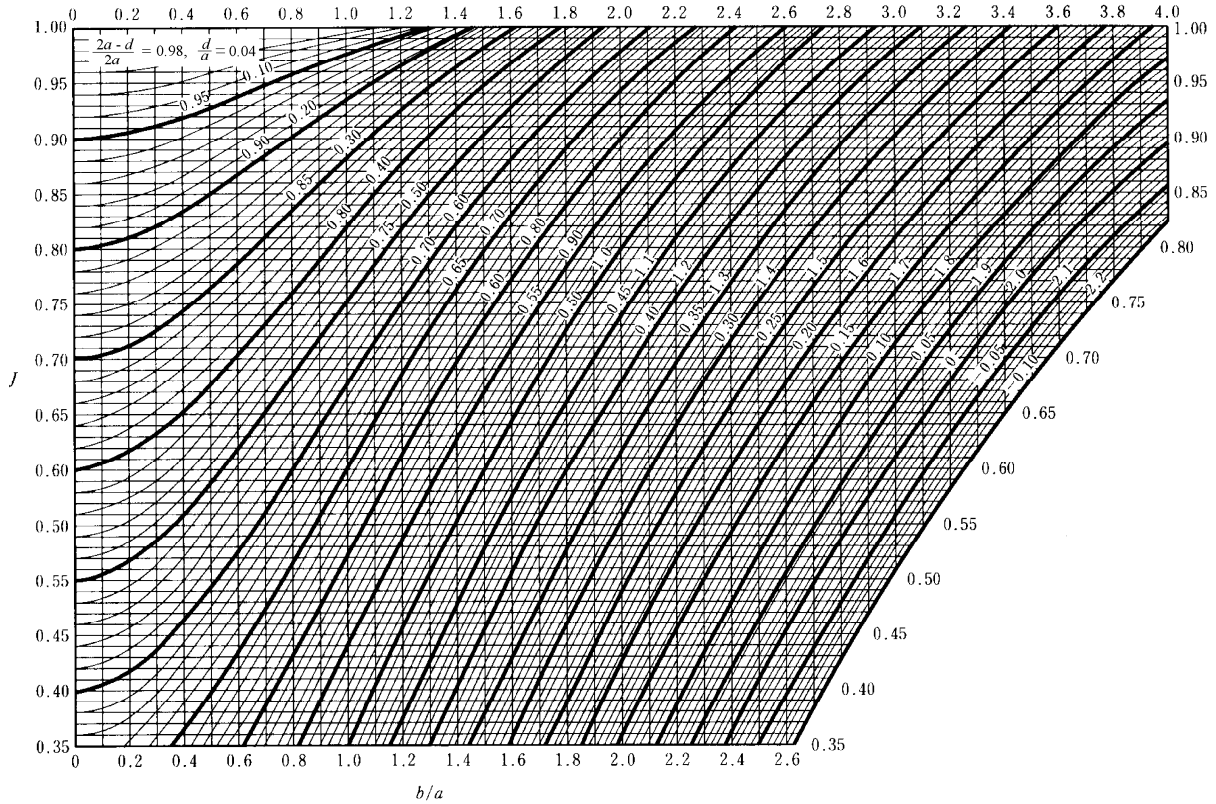


그림 5.5.3 관구명이 경사진 방향으로 배치된 관구명부의 리가먼트 효율

$$J = \frac{2}{A + B + \sqrt{(A - B)^2 + 4C^2}}$$

$$A = \frac{\cos^2 \alpha + 1}{2 \left(1 - \frac{d \cos \alpha}{a} \right)}$$

$$B = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{d \cos \alpha}{a} \right) (\sin^2 \alpha + 1)$$

$$C = \frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{2 \left(1 - \frac{d \cos \alpha}{a} \right)}$$

$$\cos \alpha = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \quad \sin \alpha = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

J : 리가먼트효율.

a : 그림 5.5.2 (다), (라) 및 (마)에 따른다.
 a 및 b : 그림 5.5.2 (다), (라) 및 (마)에 따른다.
 d : 관구멍의 지름 (mm)

(2) 그림 5.5.2 (마)에 나타난 바와 같이 관구멍이 지그재그형으로 배치된 경우에는 (1)호의 식에 따라서 산출된 효율, 원주방향효율의 2배 및 길이방향효율 중에서 최소치를 그의 관구멍부의 리가먼트효율로 한다. (그림 5.5.4 참조)

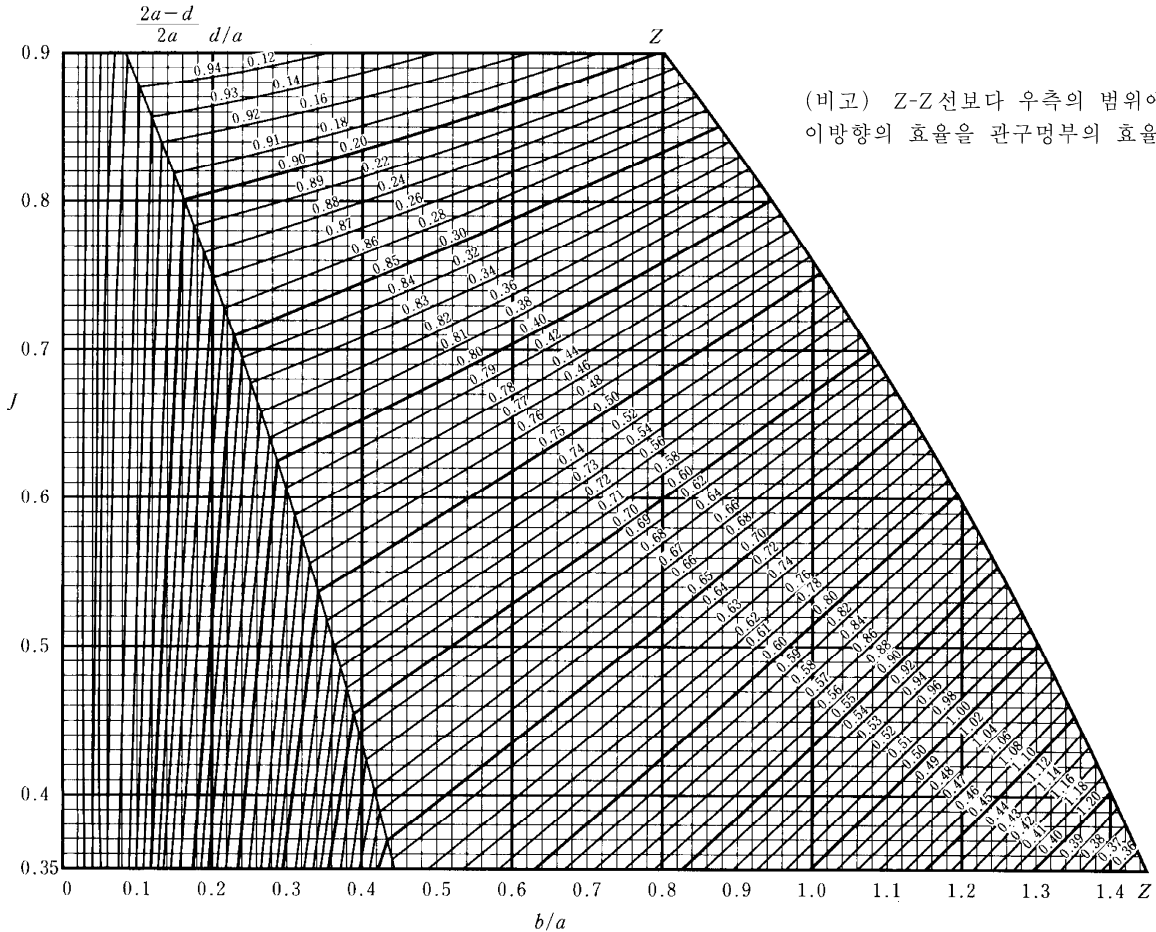


그림 5.5.4 관구멍이 지그재그형으로 배치된 경우의 관구멍부의 리가먼트 효율

4. 관구멍이 불규칙적으로 배치된 경우에는 별도로 효율 계산서를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아 사용할 수 있다.

107. 재료의 허용응력

1. 보일러의 허용응력을 결정하기 위한 재료의 온도는 보일러 전열면에 있어서 내부유체의 계획최고온도에 표 5.5.1에 정하는 온도를 더한 것 이상이어야 한다.

표 5.5.1 재료온도의 유체온도에 대한 증가분

일반 가열면	접촉 가열부	25 °C
	방사 가열부	50 °C
과열기 가열면	접촉 가열부	35 °C
	방사 가열부	50 °C
이코노마이저 가열면	-	25 °C

2. 이 절에서 강도계산에 사용하는 각종 재료의 허용응력 f 는 다음에 따른다.

- (1) 주강품을 제외하고 탄소강(탄소망간강을 포함) 및 저합금강 강재의 허용응력은 다음 값 중 최소치로 한다. 다만, 각 재료온도에 따른 허용응력의 값은 표 5.5.2에 따라도 좋다.

$$f = \frac{R_{20}}{2.7}, \quad f = \frac{f_R}{1.6}, \quad f = \frac{E_T}{1.6}, \quad f = \frac{S_C}{1.0}$$

R_{20} : 상온에서의 규격최소 인장강도 (N/mm²)

f_R : 설계온도에서의 100,000 시간 후의 평균파단강도 (N/mm²)

E_T : 설계온도에서의 규격최소항복강도 또는 0.2 %의 내력 (N/mm²)

S_C : 설계온도에서의 100,000 시간 후의 1 %의 크리프가 발생한 평균응력 (N/mm²)

- (2) 주강품의 허용응력은 (1)호의 식에 따른 값의 80 % 또는 표 5.5.2에 따른다.
(3) (1)호 및 (2)호에서 정하는 것 이외의 재료에 대한 허용응력은 재료의 기계적 성질을 고려하여 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

108. 구조 및 강도 일반

- 이 절의 식들에는 부착품으로부터 오는 하중, 국부응력, 반복하중, 열응력의 부가응력을 특히 고려하고 있지 아니하므로 이들의 영향이 있는 경우에는 치수의 증가 등의 조치를 강구하여야 한다.
- 이코노마이저, 배기가스 이코노마이저 및 그의 부착품과 급수관계 부속품은 보일러의 설계압력의 1.25배 이상의 압력을 기준으로 하여 설계하여야 한다. 다만, 이에 따르기 곤란한 경우에는 급수펌프 또는 보일러 순환펌프의 최고사용 압력을 기준으로 하여 설계할 수 있다.
- 보일러의 동체 및 관헤더의 일부가 화염 또는 고온가스에 접촉하는 구조일 경우에는 그 부분을 불연성재료로 방열 조치하고, 강재 또는 기타 불연성 재료로 피복하여야 한다. 또한, 원통형 보일러의 충기부에 있는 경판으로서 연로의 일부를 구성하는 부분에는 중간판을 설치하여 화염의 접촉을 방지하여야 한다.
- 원통형 배기가스 이코노마이저는 관판과 동판의 용접부에 대한 검사를 쉽게 할 수 있는 구조이어야 한다. 또한, 원통형 배기가스 이코노마이저의 관판과 동판의 용접부에 계속검사시에도 초음파시험을 행할 수 있도록 해당부위의 방열 재는 떼어낼 수 있어야 한다.
- 입형 보일러의 화염관(flue tube) 부착부는 반구형 화로(furnace)의 열팽창에 의한 화염관의 변형을 과도하게 구속하지 않도록 설계하여야 한다.
- 연소실 부하가 높은 수관식 보일러는 수관의 과열을 방지하기 위하여 (1) 및 (2)를 충분히 고려하여야 한다.
 - 수관은 보일러수가 충분히 순환될 수 있는 구조이어야 한다.
 - 스케일의 부착을 방지하기 위하여, 필요한 경우, 연수장치 설치 등의 조치를 하여야 한다.
- 배기가스 보일러 및 배기가스 이코노마이저는 그을음 화재(soot fire)에 의한 손상을 방지하기 위하여 충분히 고려하여야 한다.

109. 동판 및 경판의 두께

- 동판 및 경판의 두께는 표 5.5.3의 식에 의한 것 또는 6 mm 중 큰 것 이상이어야 한다. 반구형 경판을 제외하고 모든 곡면 경판의 두께는 그 경판과 접합되는 동판의 계산상 소요두께(용접이음 효율을 1.00으로 계산한 값) 이상이어야 한다.
- 보강을 필요로 하는 구멍이 있는 경우의 경판의 소요두께는 다음의 규정에 따른다.
 - 구멍의 보강을 115.의 2항에 따른 경우에는 1항의 각 규정에 따른다.
 - 맨홀 또는 최대치수가 150 mm 를 넘는 구멍으로서 그 주위를 115.의 6항에 규정하는 플랜지형으로 보강하였을 경우에는 다음에 따른다.
 - 접시형 또는 반구형 경판 : 표 5.5.3에 따라서 산정된 값에 그의 15 % (3 mm 미만의 경우에는 3 mm) 이상의 값을 더한 두께 이상으로 하여야 한다. 이 경우에 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽 반지름이 동체의 안지름의 80 % 미만인 경우에는 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽지름을 동체의 안지름의 80 %로 하여 계산하여야 한다. 또한, 두 개의 맨홀이 있는 경판의 두께를 이와 같이 정하였을 경우에는 두 개의 맨홀 사이의 거리가 경판의 바깥지름의 1/4 이상이어야 한다.
 - 반타원형 경판 : 표 5.5.3에 따라서 계산하되 이 경우의 R 은 동체의 안지름의 80%로 하고 E 는 1.77로 한다.
- 블록면에 압력을 받는 경판의 소요두께는 오목면에 압력을 받는 경우의 경판의 소요두께에 대한 식에서 설계압력 P

대신에 P 의 1.67배의 값을 적용하여 산정한 두께 이상이어야 한다.

표 5.5.2 허용응력(f)의 값

재료의 종류		허용응력 (f) N/mm ² ⁽¹⁾											
		250° C 이하	300° C	350° C	375° C	400° C	425° C	450° C	475° C	500° C	525° C	550° C	575° C
보일러용압연강판	RSP 24	110	104	103	96	88	76	57	39				
	RSP 30	122	117	113	106	95	80	58	39				
	RSP 32	124	122	121	114	102	84	58	39				
	RSP 30A	122	117	113	113	113	108	101	90	69	48		
	RSP 32A	124	122	121	121	121	117	106	91	69	48		
헤더용재료	RBH-1	105	104	103	97	88	76	57	39				
	RBH-2	117	115	113	106	95	80	58	39				
	RBH-3	102	99	96	96	96	93	91	87	67			
	RBH-4	106	104	103	103	103	102	98	92	74			
	RBH-5	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64		
	RBH-6	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64		
보일러용강판 ⁽²⁾	RSTH 33	86	84	81	78	74							
	RSTH 35	88	87	86	82	76	66	53					
	RSTH 42	113	104	103	97	88	76	57					
	RSTH 12	102	99	96	96	96	94	91	87	69			
	RSTH 22	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64	44	
	RSTH 23	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64	47	34
	RSTH 24	106	104	103	103	103	102	98	92	81	64	48	34
단강품 ⁽³⁾	재료의 규격최소인장강도의 1/4 (350 °C 이하인 경우)												
주강품 ⁽³⁾	재료의 규격최소인장강도의 1/5 (350 °C 이하인 경우)												
(비고)													
(1) 재료의 온도가 이 표에 나타내는 온도의 중간의 것에 대해서는 보간법에 의한다.													
(2) 전기저항 용접강판의 허용응력(f)은 이 표의 값의 85 %로 한다.													
(3) 2편 1장에서 규정하는 재료													

표 5.5.3 동판 및 경판의 두께

동판 및 경판		두께 (mm)
동판	원통형	$T = \frac{PD_1}{2fJ - 1.2P} + 1.0$
	구형	$T = \frac{PR_1}{2fJ - 0.2P} + 1.0$
경판	접시형 ⁽¹⁾	$T = \frac{PR_2E}{2fJ - 0.2P} + 1.0$
	반구형	$T = \frac{PR_2}{2fJ - 0.2P} + 1.0$
	반타원형 ⁽²⁾	$T = \frac{PD_2}{2fJ - 0.2P} + 1.0$

P : 설계압력 (MPa)
 J : 105. 및 106.에 규정하는 효율 중 최소값
 f : 107.의 2항에 규정하는 허용응력 (N/mm²)
 D_1 : 동체의 안지름 (mm)
 D_2 : 경판의 안쪽에서의 긴 지름 (mm)
 R_1 : 동체의 안쪽반지름 (mm)
 R_2 : 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽반지름 (mm)

$$E = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{R_2}{r}} \right)$$

r : 경판의 모서리에 있어서의 안쪽반지름 (mm)

(비고)

(1) 접시형 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽반지름은 경판의 플랜지 부분의 바깥지름보다 커서는 아니 된다. 또한 경판의 모서리에 있어서의 안쪽반지름은 경판의 플랜지 부분의 바깥지름의 6% 또는 경판 두께의 3배 중 큰 것 이상이어야 한다.

(2) 반타원형 경판의 안쪽에서의 짧은 반지름은 긴 반지름의 1/2 이상이어야 한다.

110. 지주 또는 기타의 것으로 지지되지 아니하는 평평한 경판 또는 덮개판

원형 또는 비원형으로서 지주 또는 기타의 것으로 지지되지 아니하는 평평한 경판 또는 덮개판 등의 소요두께 T 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$T = C_1 C_2 d \sqrt{\frac{P}{f}} + 1.0 \quad (\text{mm})$$

P, f : 표 5.5.3에 따른다.

d : 원형인 경우에는 경판의 플랜지 부분의 안지름(mm)

비원형인 경우에는 두변 중 짧은 쪽의 안쪽길이(mm)

C_2 : 원형인 경우 : $C_2 = 1.00$

$$\text{비원형인 경우 : } C_2 = \sqrt{3.4 - \frac{2.4d}{b}}$$

다만, 1.6을 넘는 경우에는 1.6으로 한다.

b : 비원형에서 d 에 직각인 변의 최대 길이 (mm)

C_1 : 정수로서 표 5.5.4에 따른다.

표 5.5.4 C_1 의 값

접합 방법	C_1
그림 5.5.1의 나1의 경우	1) L 에 제한이 없는 경우(원형 및 비원형) : $C_1 = 0.50$
	2) $L \geq (1.1 - 0.8 \times T_S^2 / T_E^2) \sqrt{dT_E}$ 의 경우(원형에 한한다) : $C_1 = 0.39$
그림 5.5.1의 나2의 경우	원형 또는 비원형 : $C_1 = 0.50$
그림 5.5.1의 나3, 나4, 나5, 나7, 나8	원형 : $C_1 = 0.55$, 비원형 : $C_1 = 0.70$
그림 5.5.1의 나6, 나10	원형 또는 비원형 : $C_1 = 0.70$
그림 5.5.1의 나9	원형에 한한다 : $C_1 = 0.55$

111. 지주 또는 기타의 지지를 갖는 평판 또는 관판

1. 평판 및 관판의 두께는 다음 각 항의 규정에 따른 소요두께 이상으로서 평판은 6 mm, 관판은 10 mm 이상이어야 한다.
2. 규칙적으로 배치된 지주 또는 지주관으로 지지된 부분의 평판의 소요두께 T 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$T = Ca \sqrt{\frac{P}{f}} + 1.0 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)

f : 107.의 2항에 규정하는 허용응력 (N/mm²)

d : $\sqrt{a^2 + b^2}$

a : 지주 또는 지주관의 수평피치 (mm)

b : 지주 또는 지주관의 수직피치 (mm)

C : 정수로서 표 5.5.5에 따른다. 다만, 해당 부분의 지점의 고정법이 서로 다를 경우에는 지점의 수와 이에 대한 각 고정법으로 정한 정수를 곱한 값의 총합을 지점의 총수로 나눈 평균치를 취한다.

표 5.5.5 C 의 값

지주 또는 지주관의 고정방법	C	
	화염에 닿는 경우	화염에 닿지 않는 경우
지주를 판에 관통시켜 그림 5.5.1의 사1의 구조로 하는 경우	0.38	0.35
지주를 판에 관통시켜 그림 5.5.1의 사2의 구조로 하는 경우	0.40	0.37
지주를 판에 관통시켜 그림 5.5.1의 사3의 구조로 하는 경우	0.44	0.41
지주를 판에 관통시켜 그림 5.5.1의 사4의 구조로 하는 경우	0.53	0.50
지주관을 판에 관통시켜 그림 5.5.1의 사5의 구조로 하는 경우	0.45	0.42
지주관을 판에 관통시켜 그림 5.5.1의 사6의 구조로 하는 경우	0.52	0.49
지주관을 판에 관통시켜 그림 5.5.1의 사7의 구조로 하는 경우	0.52	0.49

3. 규칙적으로 배치된 지주관으로 지지된 관판의 관밀집부에 있어서 소요두께 T 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. [지침 참조]

$$T = Cd\sqrt{\frac{P}{f}} + 1.0 \quad (\text{mm})$$

P, f : 2항의 규정에 따른다.

d : 해당부분의 4개의 지주관 중심점이 구성하는 사각형의 4변의 평균길이 (mm)

C : 정수로서 표 5.5.6에 따른다.

표 5.5.6 C 의 값

지주관의 고정방법	C	
	화염에 닿는 경우	화염에 닿지 않는 경우
지주관을 판에 관통시켜 그림 5.5.1의 사5의 구조로 하는 경우	0.54	0.51
지주관을 판에 관통시켜 그림 5.5.1의 사6의 구조로 하는 경우	0.61	0.57
지주관을 판에 관통시켜 그림 5.5.1의 사7의 구조로 하는 경우	0.61	0.57

4. 지주 또는 지주관 지지점의 배치가 불규칙적인 경우의 평판의 소요두께는 적어도 3개의 지지점을 통하고 안쪽에 지지점을 갖지 않는 최대원을 그려서 그의 지름을 d_1 이라 하면 2항의 식의 d 대신에 d_1 을, 또는 3항의 식의 d 대신에 $\sqrt{a^2 + b^2}$ 를 각각 대입하여 산출한 값으로 한다.
5. 곡연의 기점 또는 동판이나 화로판 등과의 용접접합부는 지지점으로 간주하며, 이 경우에 2항의 정수 C 의 값은 표 5.5.7에 따른다.

표 5.5.7 지지점에 따른 정수 C 의 값

지지점에 따른 구분	C	
	화염에 닿는 경우	화염에 닿지 않는 경우
곡연의 기점. 다만, 곡연의 안쪽반지름이 판두께의 2.5배보다 클 때에는 곡연의 바깥면에서 판두께의 3.5배의 거리의 점을 곡연의 기점으로 한다.	0.39	0.36
동판, 화로판 등의 용접접합 내면을 지지점으로 본다.	0.47	0.43

112. 수직형 보일러의 관판

연관이 수평으로 배열된 수직형 보일러에 있어서 관 밀집부의 관판의 소요두께 T 는 다음 식에 의한 것 또는 111.의 3항에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$T = \frac{PD}{1.97fJ} + 1.0 \quad (\text{mm})$$

P, f : 111.의 2항에 따른다.

D : 동체의 중심선에서 수직으로 배열된 바깥쪽 열의 관구멍 중심까지의 거리의 2배 (mm).

$$J = \frac{P_i - d}{P_i}$$

P_i : 연관의 수직피치 (mm)

d : 관구멍의 지름 (mm)

113. 습연식 보일러의 관판

습연식원통형 보일러의 후관판의 소요두께 T 는 다음 식에 의한 것 또는 111.의 3항에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.

$$T = \frac{PW}{183J} \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)

W : 연소실 상부의 너비로서 후관판과 연소실 후판 사이의 거리 (mm)

$$J = \frac{P_i - d}{P_i}$$

P_i : 연관의 수평피치 (mm)

d : 보통 연관의 안지름 (mm)

114. 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍 [지침 참조]

1. 보일러에는 각부의 검사와 청소를 위하여 다음 각 항에 적합한 맨홀 또는 청소구멍을 설치하여야 하며, 맨홀의 크기는 300 mm × 400mm, 청소구멍의 크기는 60 mm × 90 mm 보다 각각 작아서는 아니 된다. 다만, 보일러의 치수나 내부구조에 의하여 맨홀이나 청소구멍을 설치할 수 없을 경우에는 내부를 검사할 수 있는 2개 이상의 적절한 검사구멍을 설치하여야 한다.
2. 안쪽 덮개식의 맨홀 덮개는 구멍 주위와 덮개의 돌출부와의 간극이 1.5 mm 이하이어야 한다.
3. 크로스튜브를 갖는 수직형 보일러에는 튜브의 내부를 청소하기 위하여 청소구멍이나 기타 적절한 장치를 하여야 한다. 다만, 크로스튜브의 지름이 클 때는 동체에 쉽게 접근할 수 있는 부분에 관마다 1개의 검사구멍을 설치하고, 그 지름은 청소 및 검사에 충분한 크기의 것이어야 한다.
4. 헤더의 검사구멍의 덮개는 견고한 구조로서 떼어내거나 부착하는 것을 반복하여도 안전하여야 하며, 덮개를 볼트로 부착하는 경우에는 볼트가 부러져도 위험이 없는 구조이어야 한다.

115. 구멍의 보강

1. 동판, 곡면경판, 평평한 경판 및 덮개판에 설치한 구멍은 구멍의 최대지름이 동체의 안지름의 1/4 이하이고 또한 60 mm 이하인 단독의 것 및 판두께에 여유가 많아서 보강할 필요가 없는 것을 제외하고 다음 각항에 따라 보강하여야 한다.
2. 동판 및 곡면경판에 설치한 구멍에는 구멍의 중심을 포함하고 구멍의 면에 수직인 단면상에 있어서 다음 식에 따른 면적 A 이상의 보강재를 붙여야 한다.

$$A = d T_r \quad (\text{mm}^2)$$

d : 동판인 경우에는 동판의 길이방향의 단면에 나타나는 구멍의 최대지름 (mm)

경판인 경우에는 경판의 단면에 나타나는 구멍의 최대지름 (mm)

T_r : 이음매 없는 동판 또는 구멍이 없는 경판의 소요두께 (mm). 다만, 접시형 경판으로서 보강재 전부가 경판의 구형부에 있을 때에는 그 구형부와 같은 반지름의 이음매 없는 반구형 경판의 소요두께로 한다. 또한, 반타원형 경판의 경우로서 경판의 중심점을 중심으로 하고 동체의 안지름의 80% 를 지름으로 하는 원내에 보강재의 전부가 있는 경우에는 동체의 안지름의 90%와 같은 반지름의 이음매 없는 반구형 경판의 소요두께로 한다.

3. 110.에 규정한 평평한 경판 또는 덮개판에 이들의 지름 또는 최소 스패의 1/2 이하의 구멍을 설치할 때에는 다음 식에 따른 면적 A 이상의 보강재를 붙여야 한다.

$$A = 0.5d T_r \quad (\text{mm}^2)$$

d : 경판, 덮개판의 단면에 나타나는 구멍의 최대 지름 (mm)

T_r : 110.의 규정에 의한 소요두께 (mm)

4. **보강의 유효범위** 보강재는 보강의 유효범위 내에 붙여야 한다. 보강의 유효범위는 단면상에 나타나는 구멍의 중심선에서 양쪽으로 수평거리 L 과 판의 안팎면에서 양쪽으로 수직거리 H 에 둘러싸인 범위로 하며, 그림 5.5.5와 같이 한다.

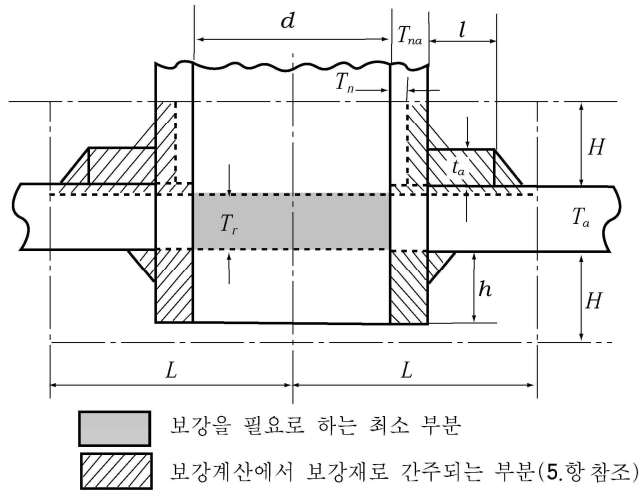


그림 5.5.5 구멍의 보강

L : d 또는 $(d/2 + T_a + T_{na})$ 중 큰 것 (mm)

H : $2.5 T_a$ 또는 $(2.5 T_{na} + \text{보강판이 있는 경우에는 } t_a)$ 중 작은 것 (mm)

d : 단면상에 나타나는 구멍의 지름 (mm)

T_a : 동판, 경판 또는 덮개판의 실제두께 (mm)

T_{na} : 붙여진 스탠드 파이프의 실제두께 (mm)

t_a : 보강판의 실제두께 (mm)

5. **보강재로 간주될 수 있는 면적** 동판 또는 경판에서 보강재로 간주될 수 있는 면적은 다음과 같이 구하며, 이들 단면적의 총합계는 2항 또는 3항에 규정하는 보강을 필요로 하는 단면적 A 보다 작아서는 아니 된다(그림 5.5.5 참조). 다만, 보강을 필요로 하는 구멍이 동판 또는 경판의 이음매를 관통할 경우에는 보강재의 실제 면적은 이들의 이음효율을 고려하여야 한다.

$$A_1 = (T_a - T_r)(2L - d) \quad (\text{mm}^2)$$

$$A_2 = 2KH(T_{na} - T_n) \quad (\text{mm}^2)$$

$$A_3 = 2KhT_{na} \quad (\text{mm}^2)$$

$$A_4 = 2Kt_a l \quad (\text{mm}^2)$$

$$A_5 = \text{용접의 용착금속의 단면적의 합계} \quad (\text{mm}^2)$$

$$A \leq A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

T_a, T_{na}, t_a, d, L 및 H : 4항의 규정에 따른다.

T_r : 2항 또는 3항의 규정에 따른다.

T_n : 6장 102.의 6항에 따라 산출된 스탠드 파이프의 두께에서 부식 예비두께를 뺀 것 (mm)

h : 동판 또는 경판의 안쪽으로 붙은 스탠드 파이프의 유효범위 내의 길이 (mm)
 l : 단면상에 나타나는 보강판의 한쪽 길이 (mm)

$$K = \frac{\text{보강재 또는 스탠드 파이프의 허용응력}}{\text{동판 또는 경판의 허용응력}}$$

다만, K 의 값은 1.0보다 커서는 아니 된다.

6. 경판에 설치한 구멍의 주위는 플랜지 모양으로 구부려서 보강할 수 있다. 이 경우, 플랜지의 깊이 h 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$\text{경판의 두께가 38 mm 이하일 때 : } h = 3T_r \quad (\text{mm})$$

$$\text{경판의 두께가 38 mm 를 넘을 때 : } h = T_r + 76 \quad (\text{mm})$$

h : 경판의 바깥면에서 측정한 플랜지의 깊이 (mm)
 T_r : 설계압력에 의하여 산출한 경판의 소요두께 (mm)

116. 노통, 화로판, 오지링 및 크로스튜브

1. 노통의 두께는 다음 각 항의 규정에 의한 소요두께 이상으로서 최소 5 mm 이상, 최대 22 mm 이하이어야 한다.
 2. 파형노통의 파형부에서의 동판의 실제의 소요두께 T 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$T = \frac{PD}{C} + 1.0 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
 D : 노통의 파형부에서의 최소바깥지름 (mm)
 C : 정수로서 표 5.5.8에 따른다.

표 5.5.8 노통의 종류에 따른 정수 C 의 값

노통의 종류	C
모리슨식, 데이톤식, 폭스식 및 이와 유사한 것	107
리즈포지발브식	104

3. 단순한 원통형의 노통 또는 지주 등에 의하여 보강되지 아니하는 연소실의 원통형 저판의 소요두께 T 는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

$$T_1 = \sqrt{\frac{PD(L+610)}{10,500}} + 1.0 \quad (\text{mm}), \quad T_2 = \frac{1}{325} \left(\frac{PD}{0.35} + L \right) + 1.0 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
 D : 노통 또는 연소실 저판의 바깥지름 (mm)
 L : 노통의 길이 또는 연소실 저판의 깊이 (mm)

다만, 여기서 노통의 길이라 함은 노통의 강판을 구부려서 다른 판이나 보강재 등과 접합시키는 경우에는 곡면의 기점으로부터 측정한 것을 말한다.

4. 지주 또는 기타의 것으로 지지되지 아니하는 반구형 화로판의 소요두께 T 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$T = \frac{PR}{62} + 1.0 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
 R : 반구형 화로판의 바깥반지름 (mm)

5. 지주 또는 기타의 것으로서 보강되어 있는 노 또는 화염에 접촉하는 원통형 강판의 소요두께는 다음에 의해서 산출한 것 중 큰 것 이상이어야 한다.
- (1) 3항의 식에 의한 두께와 111.의 2항의 식에 설계압력의 50%의 압력을 대입하여 얻은 두께의 합
(2) 111.의 2항의 식에 의한 두께와 3항의 식에 설계압력의 50%의 압력을 대입하여 얻은 두께 중에서 큰쪽의 값과의 합
6. 오지링 수직형 보일러의 노통 밑부분과 동체와의 접합에 오지링을 사용하여 노통에 작용하는 수직력을 지지하도록 하는 경우, 오지링의 소요두께 T 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$T = \frac{\sqrt{PD(D-D_0)}}{1,010} + 1.0 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
 D : 동체의 안지름 (mm)
 D_0 : 노통의 오지링과 접합되는 곳에서 측정한 노통의 밑부분의 바깥지름 (mm)

7. 크로스튜브 크로스튜브를 갖는 보일러에서 크로스튜브의 소요두께 T 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 9.5 mm 보다 작아서는 아니 된다.

$$T = \frac{PD}{45} + 6.5 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
 D : 크로스튜브의 안지름 (mm)

117. 지주, 지주관 및 거더

1. 지주 또는 지주관의 소요지름 d 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 지주관의 두께는 지주관이 관밀집부의 바깥열에 있을 경우에는 6.0 mm, 기타의 경우에는 4.5 mm 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

$$d = C_1 k \sqrt{PA} + C_2 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)
 A : 해당되는 지주 또는 지주관이 지지할 판의 면적 (mm²)

$$k = \frac{1}{\sqrt{1-z^2}}$$

지주인 경우 : $z = 0$
지주관인 경우 : $z = \text{안지름/바깥지름}$

C_1 및 C_2 : 표 5.5.9에 따른다.

표 5.5.9 지주에 따른 C_1 및 C_2 의 값

구분	C_1	C_2
지주로서 나사가 없는 종통 지주로 사용되는 경우	0.127	3
지주로서 나사가 있는 경우	0.139	3
지주관의 경우	0.158	0

2. 지주가 경사지게 붙여진 경우, 경사진 지주의 소요지름은 1항의 식 중 C_1 대신에 다음의 C_3 값을 적용하여 산정한 것 이상이어야 한다.

$$C_3 = C_1 \sqrt{\frac{L}{H}}$$

L : 경사진 지주의 길이 (mm)

H : 경사진 지주의 양쪽지지점의 수선간 거리 (mm)

3. 연소실의 천정판을 지지하고 있는 거더의 소요두께 T 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 거더가 이중판일 경우 T 는 각 판두께의 합을 말한다.

$$T = \frac{PWP_i(W-a)}{CH^2S} \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)

W : 연소실의 상부에서의 너비로서, 후관판과 후판사이의 거리 (mm)

P_i : 거더의 피치 (mm)

a : 거더를 지지하는 지주볼트간의 피치 (mm). 다만, 용접구조의 경우 이 값은 0으로 한다.

H : 거더의 중앙부의 깊이 (mm)

S : 거더에 사용한 재료의 규격최소 인장강도 (N/mm²)

C : 표 5.5.10에 따른다.

표 5.5.10 C 의 값

구분		C
볼트구조	한 개의 거더를 지지하는 지주볼트의 수(n)가 홀수일 때	$25 \times \frac{n}{n+1}$
	한 개의 거더를 지지하는 지주볼트의 수(n)가 짝수일 때	$25 \times \frac{n+1}{n+2}$
용접구조		31

4. 습연식 원통형 보일러 연소실의 천정판 또는 측판에 있어서 관판 또는 뒷판에 가장 가까운 지주의 바깥엃과 관판 또는 뒷판의 곡연의 기점과의 거리는 보일러의 설계압력을 111.의 2항의 식에 대입하여 계산한 a 값보다 커서는 아니 된다.
5. 보일러 연소실의 천정판을 측판과 접합하기 위한 곡연부분의 바깥반지름이 보일러의 설계압력을 전 3항의 식에 대입하여 계산한 거더 피치 P_i 의 1/2 보다 작을 때에는 측판의 안쪽면에서 이 측판에 가장 가까이 있는 거더의 중심과의 거리의 피치 P_i 보다 커서는 아니 된다. 또한, 이 곡연의 바깥 반지름이 P_i 의 1/2 보다 클 때에는 거더의 중심에서 곡연의 기점까지 측정된 평면부의 너비는 P_i 의 1/2 보다 커서는 아니 된다.

118. 헤더

1. 원통형 헤더의 소요두께 T 는 표 5.5.3의 원통형 등판에 대한 식에 의한 것 이상이어야 한다.
2. 각형 헤더의 소요두께 T 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$T = \frac{Pl_2}{4f} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{8fl_1^2}{CP_l^2}} \right) + 1.0 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)

f : 107.의 2항에 의한 허용응력 (N/mm²)

l_1 : 계산하고자 하는 변의 안쪽지점간에서 측정된 평면부의 너비 (mm)

l_2 : l_1 과 인접한 다른 변의 길이 (mm)

C : 연속된 구멍이 없을 경우에는 2.0, 연속된 구멍이 있을 경우에는 $1.0 + J$ 로 한다.

J : 연속개구의 길이방향 리가먼트 효율로서 106.에 의한 최소치

3. 헤더에 설치된 구멍의 모양과 크기가 서로 다를 경우, 헤더 등체의 소요두께는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.
4. 헤더의 검사구멍 부분의 두께 헤더의 검사구멍은 덮개를 유효하게 붙일 수 있도록 기계다듬질을 하여야 한다. 이 경우, 이 부분의 두께는 2항의 식에 의한 값보다 1.0 mm 감할 수 있으나 9 mm 보다 작아서는 아니 된다.

119. 스탠드 파이프

스탠드 파이프의 두께는 그것의 바깥지름의 1/25 에 2.5 mm 를 더한 것과 6장 102.의 6항의 식에 의한 것 중 큰 것 이상이어야 한다. 다만, 등체의 소요두께보다 두꺼울 필요는 없다.

120. 보일러용 관

1. 보일러에 사용되는 관의 두께는 2항의 규정에 의한 것 이상으로서 바깥지름이 30 mm 미만인 관은 2 mm 이상, 30 mm 이상인 관은 2.5 mm 이상이어야 한다. 또한, 확장이나 굽힘가공하는 관에 대하여는 두께의 감소를 고려하여 미리 이를 가산하여야 한다.
2. 보일러의 연관의 소요두께 T 는 다음의 (1)호의 식, 내압을 받는 수관, 증발관, 과열관 등의 소요두께 T 는 (2)호의 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$(1) T = \frac{Pd}{70} + 2.0 \quad (\text{mm})$$

$$(2) T = \frac{Pd}{2f + P} + 1.5 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)

d : 사용하는 관의 바깥지름 (mm)

f : 107.의 2항에 의한 허용응력 (N/mm^2)

3. 관 구멍 관 설치용 구멍은 관을 긴밀하게 붙일 수 있는 모양으로 하고, 관 구멍이 관판에 수직인 경우에는 관 붙임용 자리의 깊이를 10 mm 이상, 관구멍이 경사져 있는 경우에는 관 붙임용 자리의 직원통부의 깊이를 관의 바깥지름이 60 mm 이하의 것은 10 mm 이상, 관의 바깥지름이 60 mm 를 넘는 것은 13 mm 이상으로 하여야 한다.
4. 붙임 관은 모두 확관 또는 기타 적절한 방법에 따라서 관판에 긴밀하게 붙여야 한다. 관의 끝은 용접접합하는 경우를 제외하고 관판으로부터 6 mm 이상 돌출시켜야 하며, 떨어져 나가는 것을 방지하기 위하여 양단을 고정하여야 한다. 관의 끝을 나팔모양으로 확관하여 고정할 경우에는 나팔의 모양을 30° 이상으로 하여야 한다.

121. 볼트로 접합되는 덮개판

1. 지주로 지지되지 아니하는 덮개판이 볼트로 접합될 경우에는 그림 5.5.6의 접합방법 또는 이와 동등 이상의 효력을 갖는 것이어야 하며, 그 소요두께 T 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$(1) \text{전면 개스킷을 사용한 경우(그림 5.5.6의 (가))} : T = d\sqrt{\frac{C_1P}{f}} + 1.0 \quad (\text{mm})$$

(2) 개스킷반력에 의한 모멘트를 고려할 필요가 있는 경우(그림 5.5.6의 (나))

$$(가) \text{원형판인 경우} : T = d\sqrt{\frac{C_1P}{f} + \frac{1.78Wl}{fd^3}} + 1.0 \quad (\text{mm})$$

$$(나) \text{비원형판인 경우} : T = d\sqrt{\frac{C_1C_2P}{f} + \frac{6Wl}{fLd^2}} + 1.0 \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)

- d : 그림 5.5.6에 표시한 지름(원형인 경우) 또는 최소길이(비원형인 경우) (mm)
- f : 107.의 2항에 의한 허용응력 (N/mm²)
- C_1 : 그림 5.5.6에 의한 접합방법에 따른 정수
- $C_2 = 3.4 - 2.4d/b$ (다만, 2.5 를 넘을 필요는 없다.)
- b : 비원형에서 d 에 직각인 변의 최대길이 (mm)
- W : 볼트의 하중 (N)
- l : 개스킷 반력에 따른 모멘트 암의 길이 (mm)
- L : 볼트 중심점을 연결한 곡선의 모든 길이 (mm)

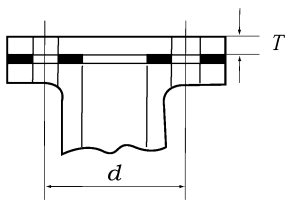
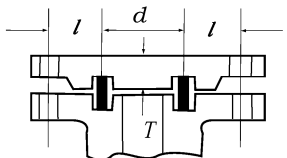
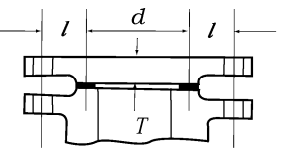
구 분	접합법	모 양 및 치 수	C_1	비 고
(가)	전면 개스킷 볼트 부착		0.25 (원형, 비원형)	—
(나)	볼트 부착		0.3 (원형, 비원형)	W는 수밀을 얻기 위하여 필요한 볼트하중과 실제 사용되는 볼트의 허용하중과의 평균치로 한다.
				

그림 5.5.6 뒷개판 등의 볼트에 의한 접합방법

122. 보일러 부착품 일반

- 이 절은 별도로 정한 것을 제외하고 밸브류 등의 부착품에 대하여 규정한다. 부착품의 관장치에 관련되는 부분, 자동 제어 및 원격제어가 채용되는 보일러에 대하여는 각각 6장 및 6편 2장의 규정에도 적합하여야 한다.
- 호칭지름 50 A 이상인 밸브는 나사 조임식으로서 밸브덮개는 볼트로 부착되어야 하며, 오른쪽 회전폐쇄식이어야 한다. 또한, 밸브에는 밸브스핀들의 위치에 따라 밸브의 개폐정도를 식별할 수 있는 것을 제외하고 밸브의 개폐정도를 알 수 있는 지시장치가 있어야 한다.
- 보일러에 직접 부착되는 밸브 등은 플랜지 또는 용접으로 견고하게 부착하여야 하며, 밸브 등과 동체 사이에 스탠드 파이프 또는 디스틴스 피스를 사용할 경우에는 가능한 한 짧게 하여야 한다. 동판의 두께가 12 mm 이상이거나 동체에 용접으로 붙임 자리를 설치하였을 때에는 호칭지름 32 A 이하인 경우에 한하여 관용나사니플로 부착할 수 있다. 스톨드 볼트로 밸브 또는 콕 등을 동체에 부착할 경우, 동체에 삽입되는 스톨드 볼트의 나사부 길이는 볼트의 지름보다 작아서는 아니 되며, 이 구멍은 동체의 판을 관통하여서는 아니 된다.

123. 안전밸브 및 도출밸브의 수 및 용량

- 보일러에는 2개 이상의 스프링식 안전밸브를 설치하여야 한다. 다만, 다음의 경우에는 안전밸브를 1개로 할 수 있다.

- (1) 전열면적이 10 m² 미만인 보일러의 경우
- (2) 설계압력이 1 MPa 이하인 것으로서 압력제어장치와 설계압력 이하의 압력에서 자동적으로 연료를 차단하는 장치를 갖는 보일러의 경우
- 2. 스프링식 안전밸브 대신에 스프링 파일럿밸브붙이 안전밸브를 사용할 수 있다. 이 밸브는 증기압력으로 확실히 작동하는 것이어야 한다.
- 3. 보일러가 과열기를 갖는 경우에는 과열기의 출구에 적어도 1개의 안전밸브를 설치하여야 한다.
- 4. 안전밸브의 밸브시트의 구경은 특히 승인받은 경우를 제외하고 25 mm 이상이어야 한다. 또한, 보일러의 계획최대 증발량에 대한 밸브시트의 증기통로 합계면적(전량형의 경우, 노즐부의 소요증기통로 면적)은 다음 식에 의한 소요면적 A 이상이어야 한다. 보일러 운전중 추가로 가열될 수 있도록 설계된 배기가스 이코노마이저가 설치된 보일러에 대하여서는 안전밸브 소요단면적을 보일러 최대증발량에 배기가스 이코노마이저의 증발량을 더한 값으로 계산하여야 한다. 다만, 과열기를 갖는 보일러에 대하여는 6항의 규정에 따른다.
 - (1) 포화증기의 경우

$$A = \frac{KW}{10.5P + 1.0} \quad (\text{mm}^2)$$

- A : 밸브시트의 소요 증기통로 면적(mm²)
- W : 보일러의 계획최대 증발량 (kg/hr)
- P : 안전밸브의 조정압력 (MPa)
- K : 안전밸브의 형식에 따라 표 5.5.11에 의한다.

- (2) 과열증기의 경우
 - (1)호의 식에 의한 값에 (1+과열도/556)를 곱한 면적으로 한다.

표 5.5.11 K 의 값

안전밸브의 형식	K	기호
보통형 ($15 < D/L \leq 24$)	20.8	D : 밸브시트의 구경 (mm) L : 밸브의 양정 (mm) d_n : 증기통로의 노즐부 최소지름 (mm)
고양정형 ($7 < D/L \leq 15$)	10.0	
개량식 고양정형 ($D/L \leq 7$)	5.0	
전량형 ($D \geq 1.15 d_n$)	3.34	
(비고)		
1. 위에서 규정된 값보다 작은 K 값을 사용하고자 할 경우, 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다.		

5. 증기통로 면적

- (1) 보통형 안전밸브의 밸브체스트 입구 및 배기구의 최소증기통로면적은 소요의 밸브시트 면적에 대하여 각각 0.5 배 및 1.1 배 이상이어야 한다.
- (2) 고양정형 안전밸브의 밸브체스트 입구 및 배기구의 최소증기통로면적은 소요의 밸브시트 면적에 대하여 각각 1 배 및 2 배 이상이어야 한다.
- (3) 개량식 고양정형 안전밸브의 밸브체스트 입구 및 배기구의 최소증기통로면적은 밸브시트 구경의 1/7 만큼 열렸을 때에 생기는 증기통로면적에 대하여 각각 1.1 배 및 2 배 이상이어야 한다.
- (4) 전량형 안전밸브에 있어서 밸브가 열렸을 때의 밸브시트의 최소증기통로면적은 노즐부 면적의 1.05 배 이상이어야 한다. 또한, 밸브의 입구 및 스탠드 파이프의 최소증기통로면적은 노즐부 면적의 1.7 배 이상, 배기구의 최소증기통로면적은 밸브가 열렸을 때의 밸브시트의 증기통로면적의 2 배 이상이어야 한다.

6. 과열기 및 재열기의 안전밸브

- (1) 과열기와 보일러 사이에 증기의 차단장치가 없는 구조의 것으로서 과열기가 보일러의 일부분으로 간주될 때에는 과열기의 안전밸브의 면적은 보일러 안전밸브의 합계면적에 가산할 수 있다. 다만, 보일러 안전밸브의 합계면적으로 가산될 수 있는 과열기 안전밸브의 면적은 4항의 규정에 의한 최소면적 A 의 25%를 넘을 수 없다.
- (2) 과열기 안전밸브의 방출능력은 보일러의 최대 부하상태에서 주증기 공급을 갑자기 차단시켰을 때에도 과열기를 소

손시키지 아니하는 크기로 하여야 한다. 만일 이렇게 할 수 없는 경우에는 주증기 공급을 차단 또는 감소시킬 때에 보일러의 연료공급을 자동적으로 차단하거나 제한시키는 장치를 하여야 한다.

- (3) 독립된 재열기 또는 독립된 과열기에는 안전밸브를 입구 및 출구쪽에 각각 1 개 이상 설치하여야 하며, 그 방출량의 합계용량은 최대 통과 증기량 이상으로 하여야 한다. 출구에 설치된 안전밸브의 합계방출량은 독립된 재열기 또는 과열기의 온도를 설계점 이하로 유지하는데 필요한 용량 이상으로 하여야 한다. 다만, 보일러와 직결되어 보일러와 동일한 설계압력으로 설계된 독립과열기에 있어서는 출구쪽에 안전밸브를 1 개 이상 설치하고, 그것의 합계방출량은 독립과열기의 온도를 설계점 이하로 유지하는데 필요한 용량 이상으로 하여야 한다.
7. 보일러로부터 차단할 수 있는 장치를 갖는 이코노마이저 또는 배기가스 이코노마이저에는 최대흡수 열량으로 계산한 토출용량 이상의 방출능력을 갖는 도출밸브를 1 개 이상 설치하여야 한다. 다만, 합계 전열면적이 50 m² 이상인 원통형 배기가스 이코노마이저에는 최대흡수 열량으로 계산한 토출용량 이상의 방출능력을 갖는 도출밸브를 2개 이상 설치하여야 한다.

124. 안전밸브 및 도출밸브의 구조 및 시험

1. 안전밸브 및 도출밸브의 밸브 및 스프링은 외부에서 임의로 밸브의 하중을 증가시킬 수 없는 구조로 하고, 스프링이 파괴되어도 밸브가 밸브체스트에서 튀어나오는 일이 없도록 하여야 한다.
2. 안전밸브 및 도출밸브의 스프링은 적어도 밸브시트 구경의 1/10로 압축되도록 붙여야 한다. 또한, 스프링은 상온에서 밀착할 때까지 압축하여 10 분간 방치한 후 원상태로 복구시켰을 때 그것의 영구변형이 원래의 자유높이의 1%를 넘지 아니하는 것이어야 한다.
3. 안전밸브 및 도출밸브에는 응급시에 그 밸브를 확실하게 열 수 있는 기계적 조작장치를 설치하여야 하며, 그의 조작핸들은 접근하기 쉬운 안전한 곳에 비치하여야 한다.
4. 안전밸브 및 도출밸브는 플랜지 또는 용접으로 보일러동체, 관 헤더, 과열기 출구관 또는 원통형배기가스 이코노마이저 동체에 직접 부착하여야 하며, 그것의 밸브체스트를 다른 밸브체스트와 공용하여서는 아니 된다. 다만, 과열기의 안전밸브는 출구에 설치된 스탠드 파이프 또는 디스텐스 피스에 붙일 수도 있다.

5. 배기관

- (1) 안전밸브 및 도출밸브의 배기관은 배압에 의하여 밸브의 작동을 저해하는 구조이어서는 아니 된다. 또한, 배기관의 안지름은 안전밸브 또는 도출밸브 배기구의 지름 이상으로 하고, 안전밸브 또는 도출밸브 조정압력의 1/4 이상의 압력으로 설계하여야 한다.
- (2) 2 개 이상의 안전밸브에 대하여 공통의 배기관을 설치하는 경우에는 그 단면적을 각 안전밸브의 소요출구면적의 합계 이상으로 하여야 하며, 2개 이상의 도출밸브에 대하여 공통의 배기관을 설치하는 경우에는 그 단면적을 각 도출밸브의 소요출구면적의 합계 이상으로 하여야 한다. 보일러 안전밸브의 배기관에는 증기의 대기 방출관 또는 배기가스 이코노마이저용 도출밸브의 배기관 등 다량으로 수분을 함유할 우려가 있는 관 계통을 접속하여서는 아니 된다.
6. 응결수 안전밸브 배기측, 안전밸브 체스트 또는 배출관의 최하부에는 응결수가 축적되지 않도록 적합한 배수 장치를 갖추어야 하며, 여기에 접속되는 관은 작업자나 장비에 해가 되지 않도록 보일러 또는 이코노마이저로부터 안전한 위치까지 고임 없이 유도 되어야 하고 그 도중에는 밸브 또는 콕이 설치되어서는 아니 된다.
7. 조정 안전밸브 및 도출밸브는 그 제조공장에서의 조립 완성 후 및 선내 장비 후 다음 각호에 따라 조정하여야 하며, 분기(噴氣) 중에 작동이 양호하여야 한다.
 - (1) 보일러 동체의 안전밸브는 설계압력을 넘지 않는 압력에서 자연히 분기하도록 조정하여야 한다. 어떠한 경우에도 보일러 동체의 도출압력은 증기관의 설계압력 또는 보일러에 연결되어 있는 기기의 설계압력에 증기관에서의 압력강하를 더한 값을 초과하지 아니하는 압력에서 도출하도록 조정하여야 한다.
 - (2) 과열기의 안전밸브는 증기관의 설계압력 또는 과열기에 연결되어 있는 기기의 설계압력에 증기관에서의 압력강하를 더한 값을 초과하지 아니하는 압력에서 도출하도록 조정하여야 한다. 어떠한 경우에도 과열기의 안전밸브는 과열기의 설계압력을 초과하지 아니하는 압력으로 조정하여야 한다. 과열기의 안전밸브는 정격부하시의 과열기 내의 압력강하에 0.035 MPa 을 더한 값을 보일러 동체의 안전밸브의 조정압력에서 뺀 값 이하의 압력에서 자연히 분기하도록 조정하여야 한다.
 - (3) 과열기에 있어서 출구쪽의 안전밸브의 분출압력은 입구쪽보다 낮게 조정하여야 한다.
 - (4) 이코노마이저 또는 배기가스 이코노마이저에 설치한 도출밸브는 설계압력을 넘지 않는 압력에서 분출하도록 조정하여야 한다.
8. 축기 시험 보일러의 축기시험은 다음의 방법에 따라서 하여야 한다. 다만, 보일러의 증발량에 관한 자료를 제출하여

승인을 받은 경우에는 (1)호에 규정하는 축기시험은 생략할 수 있다. **【지침 참조】**

- (1) 보일러를 최대 부하상태로 운전하고 보일러 운전에 필요한 기기에의 증기공급을 제외한 모든 스톱밸브를 차단하여 안전밸브를 분출시켰을 때 보일러 설계압력의 110 % 를 넘는 압력증가가 있어서는 아니 된다. 다만, 이 경우에는 안전수위를 유지하기 위한 급수를 할 수도 있다.
 - (2) 과열기를 갖는 보일러에 있어서 축기시험을 함으로서 과열기를 손상시킬 우려가 있는 경우에는 보일러를 연속 최대부하상태로 운전하고 있을 때 주증기의 공급을 갑자기 차단시켜, 123.의 6항 (2)호에 규정한 연료의 공급차단 또는 제한장치의 작동시험을 하는 것으로 그쳐도 좋다.
9. 보일러의 설계압력을 내림으로써 안전밸브의 계산상의 분출능력이 123.의 4항에 적합하지 않게 된 경우에도 8항 (1) 호의 축기시험에 합격하면 그대로 사용할 수 있다.

125. 저수위에 대한 안전장치

보일러에는 수면이 위험한 저수위에 달하기 이전의 미리 정해진 수면에 도달하였을 때에 자동적으로 버너에 연료의 공급을 차단하는 저수위 안전장치를 설치하여야 한다. 이 장치에 사용하는 수위검출기는 급수 제어장치의 수위검출기와는 별개의 것이어야 한다. 강제순환식 또는 관류식 보일러의 경우에는 129.의 2항에 규정하는 안전장치를 비치할 경우, 이 조항의 안전장치는 생략할 수 있다.

126. 증기 스톱밸브

1. 안전밸브와 과열기용의 것을 제외하고 증기출구에는 스톱밸브를 보일러 동체에 직접 설치하여야 하며, 보조증기분출구는 되도록 그 수를 적게 하여야 한다. 만일 보일러에 과열기가 있을 경우에는 보조증기 스톱밸브를 과열기의 출구쪽에 설치할 것을 권장한다.
2. 2 개 이상의 보일러의 증기출구관이 공통의 증기관에 연결되어 있을 때에는 이들 각 출구관에는 나사조임 체크밸브를 설치하고, 이 밸브와 접속점과의 사이에 스톱밸브를 설치하여야 한다.
3. 증기스톱밸브의 호칭지름이 150 mm 를 넘을 경우에는 가능한 한 장치의 예열을 위한 바이패스밸브를 설치하여야 한다.

127. 급수관장치 및 급수밸브

1. 급수관 부착용 개구에는 스톱밸브를 직접 설치하고, 그 스톱밸브에 되도록 접근하여 나사조임체크밸브를 설치하여야 한다. 다만, 급수제어장치를 스톱밸브와 나사조임체크밸브 사이에 설치할 수 있다.
2. 1항의 규정에도 불구하고 보일러와 일체로 된 구조의 이코노마이저를 가지는 경우에는 이코노마이저의 입구쪽에 스톱밸브를 직접 설치하여도 좋으며, 이 경우에는 스톱밸브에 되도록 접근하여 나사조임체크밸브를 설치하여야 한다.
3. 이코노마이저를 갖는 보일러에는 이코노마이저와 보일러 본체 사이의 급수관에 체크밸브를 설치하여야 한다. 이 체크밸브는 보일러 본체의 급수관 부착용 개구에 가능한 한 가까이 설치하여야 한다. 단, 이코노마이저를 우회하는 급수관이 설치되어 있을 경우 이 체크밸브는 스톱체크밸브이어야 한다.
4. 급수가 보일러 동체로 도입되는 부분에는 낮은 온도의 급수관과 직접 접촉으로 인하여 현저한 열응력이 발생하는 일이 없도록 하여야 한다. 이 규정은 완열기를 갖는 보일러에 있어서 과열증기관이 보일러 동체를 관통하는 부분에도 적용한다.
5. 급수는 보일러 동체의 고온부에 직접 접촉하는 일이 없도록 가능한 한 분산하여 공급시켜야 한다.

128. 방출관 및 방출밸브

1. **설계압력** 방출관 계통의 설계압력은 보일러의 설계압력의 1.25 배 이상이어야 한다.
2. **방출밸브** 보일러에는 보일러의 가장 낮은 부분에서 물을 방출할 수 있는 호칭지름 25 A 이상, 65 A 이하의 방출밸브를 동체에 직접 붙여야 한다. 다만, 수열면적이 10 m² 이하의 보일러는 방출밸브의 크기를 호칭지름 20 A 로 할 수 있다. 또한, 방출밸브는 스케일이나 기타 침전물이 고일 우려가 적은 구조로 하여야 한다.
3. **방출관**
 - (1) 2 개 이상의 보일러를 장비한 선박에서 각 보일러의 방출관을 서로 연결할 경우에는 나사조임체크밸브를 설치하여 각 보일러 사이의 연락을 차단하여야 한다.
 - (2) 방출관이 화염 또는 고온가스에 직접 노출되어 있을 경우에는 방열재로 적절히 보호하여야 한다.

129. 수면지시장치 및 구조

- 보일러에는 2 개 이상의 수면지시장치를 서로 독립되게 설치하여야 한다. 그중 1 개는 유리수면계로 하고, 다른 1 개는 다음 중 어느 하나로 하여야 한다. 또한, 유리수면계 이외의 수면지시장치는 우리 선급의 형식승인을 받은 것이어야 한다.
 - 보일러의 감시장소로부터 용이하게 수위를 볼 수 있는 위치에 설치한 유리수면계.
 - 원격수면계.
- 강제순환식 또는 관류보일러에서 수면지시장치가 1항의 규정에 따르기 곤란할 경우에는 적절한 수위검출장치와 급수 부족에 따라서 보일러에 과열부가 생기지 아니하도록 배려한 2 개의 검출기로 된 저수위 안전장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
- 보일러 수부(water space)가 선박의 횡방향으로 길게 배치된 경우 또는 수면의 차이가 현저하게 나타날 우려가 있는 보일러에서는 양단부에 각각 1항의 규정에 따른 수면지시장치를 설치하여야 한다.
- 유리수면계의 구조는 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 정한 평면형 수면계이거나 우리 선급이 인정하는 동등한 것이어야 한다.
- 유리수면계에서 수면을 볼 수 있는 최저 위치는 보일러의 안전최저수위보다 적어도 50 mm 이상 위에 있어야 한다. 또한, 원격수면계는 보일러의 수면제어에 관련된 모든 수면이 지시범위 내에 들어갈 수 있는 것이어야 한다.
- 수면계가 보일러의 외부에 있는 경우, 그 상하부에는 스톱밸브 또는 콕을 설치하고, 응결수를 배출할 수 있도록 하여야 한다. 수면계의 상하에 설치한 밸브가 콕일 경우 및 수면계 또는 물통(water column)과 보일러 사이를 관으로 연결하였을 경우에는 보일러쪽에 스톱밸브를 설치하여야 한다.
- 수면계 붙임용으로 물통을 사용하는 경우에는 그 위치가 변화하는 일이 없도록 튼튼하게 붙여야 하며, 물통의 안지름은 45 mm 이상으로 하고 그 하부에는 호칭지름 20 A 이상의 응결수 배출장치를 설치하여야 한다. 또한, 보일러 동체와의 연결관의 크기는 수면계를 연결한 경우에는 호칭지름 15 A 이상, 물통을 연결할 경우에는 호칭지름 25 A 이상으로 하여야 한다.
- 물통과 보일러와의 연결관은 연로 속을 관통시켜서는 아니 된다. 부득이한 경우에는 연결관의 주위에 50 mm 이상의 공기층을 만들고, 그 주위를 열로부터 보호하도록 적절한 장치를 하여야 한다.

130. 압력계 및 온도계

- 보일러 동체, 과열기의 출구 및 원통형 배기가스 이코노마이저에는 안전밸브 또는 도출밸브 조정압력의 1.5 배 이상의 눈금을 갖는 압력계를 각각 보기 쉬운 장소에 부착하여야 한다. 또한 압력을 제어할 수 있는 장소에서도 쉽게 읽을 수 있도록 배치하여야 한다. 압력계에는 승인된 사용압력, 과열기의 호칭 압력을 각각 표시하여야 한다. 또한, 과열기 및 재열기의 출구쪽에는 온도계를 설치하여야 한다.
- 압력계에는 보일러의 사용 중에 검침을 하기 위하여 시험압력계 부착장치를 설치하여야 한다. 다만, 압력시험기를 비치하는 경우에는 이를 생략할 수 있다.

131. 보일러 수질 감시

- 보일러에는 본체의 적절한 위치에 취수밸브 또는 콕을 설치하여야 하며, 수면계와는 별도로 설치하여야 한다.
- 보일러에는 급수 및 보일러수의 수질을 감시하고 관리하기 위하여 수질시험기 또는 다른 적절한 장치를 갖추어야 한다.

132. 송풍장치

보일러는 최대증발량을 얻기에 충분한 용량의 송풍장치를 하여야 하며, 사용범위에 따라 안정된 연소가 확보되어야 한다. 또한, 송풍장치에 고장이 발생한 경우에도 통상항해 및 상시가열을 필요로 하는 화물의 가열에 지장이 없도록 하여야 한다.

133. 안전장치 및 경보장치

1. 연료 차단장치

보일러에는 다음의 경우 버너로 가는 연료공급을 자동적으로 차단하는 장치를 설치하여야 한다.

- 자동점화에 실패한 경우
- 화염이 소실된 경우(이 경우, 소실후 4 초 이내에 공급을 차단하여야 한다.)

- (3) 저수위에 다다른 경우
- (4) 연소용 공기의 공급이 정지된 경우
- (5) 버너의 유압 또는 분무증기 압력이 저하된 경우
- (6) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우

2. 경보장치

- (1) 보일러에는 드림 수위가 저하될 경우에 작동되는 경보장치를 설치하여야 한다.
- (2) 주보일러에는 (1)호에 정한 경보장치 이외에 다음의 경보장치를 설치하여야 한다.
 - (가) 연소용 공기의 공급이 저하한 경우 또는 송풍기가 정지한 경우
 - (나) 압력분무식 버너의 연료공급 압력이 저하한 경우
 - (다) 드림 수위가 고수면에 달한 경우
 - (라) 과열기의 출구 증기온도가 고온인 경우
 - (마) 가스식의 공기예열기 또는 이코노마이저의 출구가스 온도가 고온인 경우
 - (바) 화염이 소실된 경우
- (3) 주발전기를 구동하는 터빈에 증기를 공급하는 보조보일러에 대해서는 (1)에 규정한 경보장치 이외에 드림 수위가 고수면에 달한 경우에 작동하는 경보장치를 설치하여야 한다.

134. 보일러의 거치

- 1. 보일러는 방열시공을 하여야 하며, 방열피복을 제거했을 때 외면의 어떤 부분이라도 검사 또는 수리가 가능하도록 하고 다음의 하중 또는 외력에 의한 영향을 최소로 하도록 거치하여야 한다.
 - (1) 선박의 동요 및 기관설비로부터의 진동
 - (2) 보일러에 부착되는 관장치, 지지물로부터의 외력
 - (3) 온도변화에 의한 팽창
- 2. **연료유탱크와의 거리** 보일러와 연료탱크와의 거리는 탱크 내의 기름이 가열되어 인화점에 달하는 일이 없도록 보일러 후면에 있어서는 610 mm 이상, 기타의 부분에 있어서는 457mm 이상이어야 한다. 다만, 원통형 보일러의 원통형의 부분 또는 수관보일러 주위의 모서리 부분에 대하여는 230 mm 까지 단축시킬 수 있다.
- 3. **수관보일러** 수관보일러에 있어서는 노통저부에서 연료유가 빌지웰(bilge well)에 떨어지지 아니하도록 적절한 장치를 하여야 한다.
- 4. **댐퍼** 연돌 또는 연도 내에 댐퍼를 설치할 경우, 댐퍼가 닫혔을 때 연도의 개구는 연도 면적의 1/3 이상이어야 한다. 또한, 댐퍼는 임의의 열린 각도에서 고정시킬 수 있는 구조로 하고, 그 개폐도를 명료하게 표시할 수 있어야 한다. 다만 자동제어댐퍼를 설치할 경우, 댐퍼가 고장개방(fail-open)형이면 상기 규정을 적용하지 않을 수 있다. (2020)
- 5. **덮개** 보일러의 주위, 연돌의 이음매 또는 기타 개구부의 덮개는 연소가스가 기관실 또는 보일러실로 새어 나오지 아니하도록 장치하여야 한다.
- 6. **밸브 또는 록** 보일러에 붙어있는 밸브 또는 록의 주위에는 적절한 간격을 두고 조작 또는 수리에 편리하도록 하여야 한다.

135. 과열기 및 재열기의 배수장치

과열기 및 재열기에는 완전히 배수되도록 적절한 위치에 응결수 배출밸브 또는 록을 설치하여야 한다.

136. 시험 및 검사

- 1. **수압시험** 보일러, 보일러에 직접 부착되는 밸브 및 수면지시장치는 제조 후 표 5.5.12에 따라서 수압시험을 하여야 한다. [지침 참조]
- 2. **보일러의 시험 및 검사** 보일러의 안전밸브의 시험 및 검사에 대하여는 124.의 7항 및 8항에 따른다. 또한, 보일러가 자동운전 또는 원격제어에 의하여 운전되는 경우에는 6편 2장 3절의 규정에 따른다.

표 5.5.12 수압시험압력

품명	시험 압력
보일러, 과열기, 재열기 및 이와 유사한 것	설계압력의 1.5 배의 압력
이코노마이저 및 배기가스 이코노마이저	108.의 2항에 의한 설계압력의 1.5 배 압력
보일러, 과열기, 재열기 및 이와 유사한 것에 직접 부착되는 밸브	보일러의 설계압력의 2 배의 압력
이코노마이저 및 배기가스 이코노마이저에 직접 부착되는 밸브	108.의 2항에 의한 설계압력의 2 배의 압력
방출밸브	보일러의 설계압력의 2.5 배의 압력
수면 지시장치	보일러의 설계압력의 2 배의 압력

제 2 절 열매체유 가열기

201. 적용

화염 또는 연소가스에 의해 가열되는 열매체유 가열기에 대하여는 이 절에 따르는 외에 열매체유 가열기를 보일러와 같이 간주하여 제1절의 해당 규정을 적용한다.

202. 화염에 의해 가열되는 열매체유 가열기의 안전장치

1. 열매체유의 온도가 정해진 범위 내에서 작동하도록 온도제어장치를 설치하여야 한다.
2. 팽창탱크의 루트밸브는 항상 열려 있어야 하며, 이 밸브가 닫힌 경우에는 연소장치가 작동하지 않도록 인터록을 설치하여야 한다.
3. 충분한 용량을 갖는 안전밸브 또는 압력도출장치를 설치하여야 한다.
4. 3항의 안전밸브 또는 압력도출장치로 배출된 열매체유는 충분한 용량을 갖는 열매체유 탱크로 유도되어야 한다.
5. 다음의 안전장치를 설치하여야 한다.
 - (1) 노내 가스폭발 방지를 위한 사전 환기장치
 - (2) 다음의 경우에 연료공급을 차단하는 장치
 - (가) 열매체유가 이상 고온이 된 경우
 - (나) 열매체유의 유량이 저하되거나 가열기 출입구 사이의 열매체유의 차압이 저하된 경우
 - (다) 팽창탱크의 액면이 이상 저하된 경우

203. 기관의 배기가스에 의해 가열되는 열매체유 가열기의 안전장치

1. 안전장치 등에 대하여는 202.의 1항, 3항 및 4항에 따른다.
2. 팽창탱크의 루트밸브는 항상 열려 있어야 하며, 이 루트밸브가 닫힌 경우에는 배기가스가 가열기로 들어가지 않도록 인터록을 설치하여야 한다.
3. 열매체유 가열기 쪽의 배기가스 도입부에는 댐퍼를 설치하여 가열기 쪽의 배기가스 공급로를 폐쇄한 경우에도 배기가스를 공급하는 기관의 운전이 지장이 없도록 하여야 한다.
4. 열매체유 가열기로부터 누설한 기름 또는 소화용으로 사용한 물 등이 기관의 배기가스 덕트 내로 유입하지 않도록 하기 위한 수단을 갖추어야 한다.
5. 열매체유 가열기의 열매체유 출입구에는 스톱밸브를 설치하여야 한다.
6. 다음의 경우에는 감시장소에 가시·가청의 경보장치를 설치하여야 한다.
 - (1) 열매체유 가열기에 화재가 발생한 경우
 - (2) 열매체유가 이상 고온이 된 경우
 - (3) 열매체유 가열기 내에 열매체유가 누설된 경우
 - (4) 열매체유의 유량이 저하된 경우 또는 가열기 출입구간의 열매체유의 차압이 저하된 경우
 - (5) 팽창탱크의 액면이 이상 저하된 경우
7. 우리 선급이 적절하다고 인정하는 고정식 소화·냉각장치를 설치하여야 한다. **[지침 참조]**

204. 열매체유 관장치

열매체유 가열기의 관장치는 6장 10절의 규정에 적합하여야 한다.

제 3 절 압력용기

301. 적용 및 관련규정

1. 이 절의 규정은 압력용기 및 그 부속품에 대하여 적용하며, 중요한 용도에 사용되지 아니하는 제3급 압력용기는 제외한다.
2. 특수한 구조의 압력용기로서 이 절의 규정을 적용할 수 없을 경우에는 제조자는 그 구조에 대한 상세한 도면, 자료 및 강도계산서를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
3. 다음 각호에 관련되는 압력용기는 특별히 규정된 것을 제외하고는 이 장의 규정에도 적합하여야 한다.
 - (1) 액화가스에 사용되는 압력용기(7편 5장의 규정)
 - (2) 냉동장치에 사용되는 압력용기(6장 12절 및 9편 1장의 규정)
 - (3) 다른 인화성가스 및 액체 등에 사용되는 압력용기에 대하여는 가스 또는 액체의 성질, 사용조건 등에 따라 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

302. 분류

1. 제1급 압력용기 (기호 PV-1) 【지침 참조】

- (1) 설계압력이 0.35 MPa 을 넘는 증기발생장치
- (2) 38 °C에서의 증기압이 0.2 MPa 이상인 인화성고압가스에 사용하는 압력용기. 다만, 인화성 고압가스를 사용하는 압력용기라도 내용적이 0.5 m³ 이하인 것은 재료, 구조 및 용접에 대하여 PV-2의 규정에 따를 수 있다.
- (3) 동체의 두께가 38 mm 를 넘거나 설계압력이 4 MPa 을 넘는 것 또는 최고 사용온도가 350 °C 를 넘는 압력용기. 다만, 동체의 두께가 38 mm 를 넘거나 설계압력이 4MPa 을 넘는 압력용기라도 상온의 수압 또는 유압만을 받는 압력용기는 PV-2로 분류한다.
- (4) 암모니아 또는 기타 독성가스 등을 저장하는 압력용기

2. 제2급 압력용기 (기호 PV-2)

- (1) 설계압력이 0.35 MPa 이하의 증기발생장치
- (2) 동체의 두께가 16 mm 를 넘거나, 설계압력이 1 MPa 을 넘는 것 또는 최고 사용온도가 150 °C 를 넘는 압력용기

3. 제3급 압력용기 (기호 PV-3)

제1급 및 제2급 압력용기에 속하지 아니하는 것

303. 재료 (2017) 【지침 참조】

1. 압력용기의 압력을 받는 부분에 사용하는 재료는 다음 각호에 따른다.
 - (1) 제1급 및 제2급 압력용기는 2편 1장의 각 규정에 적합한 재료를 사용하여야 한다. 다만, 제2급 압력용기로서 설계압력이 2.0 MPa 이하이고 설계온도가 150 °C 이하로서 내용적이 0.5 m³ 이하인 것 또는 설계압력이 0.7 MPa 미만인 것은 (2)호에 따를 수 있다.
 - (2) 제3급 압력용기는 사용 목적에 적합한 한국산업규격의 규격재료 또는 이와 동등 이상의 재료를 사용하여야 한다.
 - (3) 압력용기의 부착품은 2편 1장의 규정에 적합한 재료를 사용하여야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합한 재료를 사용할 수 있다.
 - (4) 압력용기의 제조과정에 있어서 강판에 열간가공, 응력제거 등의 열처리가 행하여지는 경우, 제조자는 해당부분의 강판 주문시에 그 사항을 지정하여야 한다. 이 경우, 강판 제조자에 대한 취급은 2편 1장 303.의 3항에 따른다.
 - (5) 냉간가공이 용기의 안전성에 대하여 유해한 경우에는 냉간가공된 강판을 적절히 열처리하여야 한다.
2. 주강품 및 주철품을 압력용기의 동판 또는 경판으로 사용하고자 할 경우에는 다음 각호에 따라야 한다.
 - (1) 주강품은 모든 압력용기에 사용할 수 있다.
 - (2) 회주철품은 최고 사용온도가 220 °C 이하이고 설계압력이 1 MPa 이하인 압력용기에 사용할 수 있다. 다만, 인화성 또는 유독성의 액체나 가스를 비축하는 용기에 사용하여서는 아니 된다.
 - (3) 구상흑연주철품 등과 같은 특수 주철품은 우리 선급의 승인을 받은 경우에 최고 사용온도가 350 °C 이하인 압력용

기의 동체에 사용할 수 있다. (2022)

304. 이음형식

1. 제1급 압력용기 제1급 압력용기의 길이방향 및 원주방향의 이음은 승인된 맞대기이음 양면용접으로 하여야 한다. 다만, 안지름이 작은 동체로서 안쪽에서 용접하기 곤란한 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 맞대기이음 일면용접으로 할 수 있다.
2. 제2급 압력용기
 - (1) 길이방향의 이음은 제1급 압력용기와 같이 하여야 한다.
 - (2) 원주방향의 이음은 맞대기이음 양면용접 또는 뒷땀판불이 맞대기이음 일면용접으로 한다. 다만, 동체의 두께가 16 mm 이하의 경우에는 맞대기이음 일면용접으로 할 수 있다.
3. 제3급 압력용기
 - (1) 길이방향의 이음은 맞대기이음 양면용접 또는 뒷땀판불이의 맞대기이음 일면용접으로 하여야 한다. 다만, 판두께가 9 mm 이하일 때에는 양쪽 전두께 필릿용접 겹이음으로 하여도 좋으며 판두께가 6mm 이하일 때에는 맞대기이음 일면용접으로 할 수 있다.
 - (2) 원주방향의 이음은 맞대기이음 일면용접 또는 한쪽 전두께 필릿용접 겹이음으로 할 수 있다.

305. 용접이음의 모양

용접이음의 모양은 104.에 따른다.

306. 이음효율

압력용기의 동체이음효율 J 의 값은 이음형식에 따라 다음에 따른다.

- (1) 이음매 없는 동체 ----- 1.00
- (2) 용접구조의 동체에 대하여는 표 5.5.13에 따른다.
- (3) 전기저항용접 강관을 동체로 사용할 경우 표 5.5.13의 맞대기이음 양면용접의 이음효율을 따른다. (2017)

표 5.5.13 이음효율, J

이음형식	방사선시험 구분	전 방사선시험을 행하는 것	부분 방사선시험을 행하는 것	방사선시험을 행하지 않는 것
맞대기이음 양면용접 또는 우리 선급이 동등하다고 인정하는 맞대기 용접이음		1.00	0.85	0.75
뒷땀판불이 맞대기이음 일면용접 또는 우리 선급이 동등하다고 인정하는 맞대기이음 일면용접		0.90	0.80	0.70
뒷땀판없는 맞대기이음 일면용접		—	—	0.60
양쪽 필릿용접 겹이음		—	—	0.55
한쪽 필릿용접 겹이음		—	—	0.45

307. 재료의 허용응력

1. 상온에 사용되는 각종 재료의 허용응력 f 는 다음에 따른다.
 - (1) 주강품을 제외한 탄소강(탄소망간강 포함) 및 저합금 강재의 허용응력은 다음의 값 중 최소의 것으로 한다. 다만, 액화가스에 사용되는 압력용기에 대하여는 f_1 및 f_2 에 대하여 분모의 값은 각각 3.0 및 1.5 으로 한다. (2019)

$$f_1 = \frac{R_{20}}{2.7}, \quad f_2 = \frac{E_{20}}{1.6}$$

R_{20} : 상온에서의 재료의 규격최소인장강도 (N/mm²)

E_{20} : 상온에서의 재료의 규격최소항복점 또는 0.2 % 내력 (N/mm²)

- (2) 압력용기의 동판에 사용하는 경우를 제외한 전기 저항용접 강관의 허용응력은 용접부 전길이에 대하여 초음파 탐상시험 또는 이와 동등한 것으로 우리 선급이 승인한 탐상시험을 한 경우에는 (1)호의 값, 기타의 경우에는 (1)호의 값의 85 %로 한다.
- (3) 주강품의 허용응력은 (1)호에서 구한 값에 표 5.5.14의 계수를 곱한 것으로 한다.

표 5.5.14 주강품의 허용응력에 곱하는 계수

시험의 종류	계수
방사선 투과시험 또는 이에 대신하는 시험을 하지 않는 경우	0.7
부분 방사선시험 또는 이에 대신하는 시험을 하는 경우	0.8
모든 개소에 대하여 상기의 시험을 하는 경우	0.9

- (4) 주철품의 허용응력은 규격최소인장강도의 1/8 로 한다. 다만, 우리 선급의 승인을 받은 특수 주철품은 1/6 로 한다.
- (5) 오스테나이트 스테인리스강의 허용응력은 다음의 f_1 및 f_2 의 값 중 최소의 것으로 한다. (2019)

$$f_1 = \frac{R_{20}}{3.5}, \quad f_2 = \frac{E_{20}}{1.5}$$

R_{20} 및 E_{20} : (1)호의 규정에 따른다.

- (6) 알루미늄합금의 허용응력은 다음의 f_1 및 f_2 의 값 중 최소의 것으로 한다.

$$f_1 = \frac{R_{20}}{4.0}, \quad f_2 = \frac{E_{20}}{1.5}$$

R_{20} 및 E_{20} : (1)호의 규정에 따른다.

- 2. 고온용 압력용기에 사용하는 재료의 허용응력에 대하여는 107.의 규정 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값이어야 한다.
- 3. 허용인장응력은 전 각항에 따른다. 다만, 볼트의 허용인장응력에 대하여는 다음에 따른다.
 - (1) 상온에 사용하는 경우에는 다음의 값 중 최소의 것으로 한다. 다만, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격에 적합한 볼트에 대하여는 그 규격에 정한 보증하중응력의 1/3 로 할 수 있다. **【지침 참조】**

(가) $\frac{R_{20}}{5.0}$

(나) $\frac{E_{20}}{4.0}$

R_{20} 및 E_{20} : 1항 (1)호의 규정에 따른다.

- (2) 고온에 사용하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 한다.
- 4. 허용굽힘응력은 다음에 따른다.
 - (1) 상온에 사용하는 경우에는 1항의 규정에 따른다. 다만, 주철품 및 주강품에 대하여는 1항 (3)호 및 (4)호의 값의 1.2 배로 하여야 한다.
 - (2) 고온에 사용하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 한다.
- 5. 전단력을 받는 단면의 평균 일차전단응력에 대한 허용전단응력은 허용인장응력의 80 % 로 하여야 한다.
- 6. 상온에 사용하는 압력용기의 원통동체에 대하여 길이방향에 압축응력이 발생하도록 하중을 받는 경우의 허용압축응력은 다음의 (1)호 및 (2)호의 값 중 최소의 것으로 한다.
 - (1) 1항에 의한 값
 - (2) 다음 식에 의한 허용좌굴응력

$$\sigma_z = \frac{0.3ET_0}{D_m \left(1 + 0.004 \frac{E}{E_{20}} \right)}$$

- σ_z : 허용좌굴응력 (N/mm²)
- E : 상온에서의 종탄성계수 (N/mm²)
- T_0 : 동판의 실제 두께에서 부식 예비 두께를 뺀 값 (mm)
- D_m : 동체의 평균지름 (mm)

7. 회전체로 구성되는 압력용기의 동체에 사용되는 탄소강 또는 탄소망간강의 각종 응력에 대한 허용응력은 상세계산을 하는 경우 다음에 따른다.

$$\begin{aligned} P_m &\leq f \\ P_L &\leq 1.5f \\ P_b &\leq 1.5f \\ P_L + P_b &\leq 1.5f \\ P_m + P_b &\leq 1.5f \\ P_L + P_b + Q &\leq 3f \end{aligned}$$

- P_m : 등가 일차 일반 막응력 (N/mm²)
- P_L : 등가 일차 국부 막응력 (N/mm²)
- P_b : 등가 일차 굽힘 응력 (N/mm²)
- Q : 등가 이차 응력 (N/mm²)

308. 구조 및 강도 일반 【지침 참조】

1. 이 절의 여러 식에는 부착품으로부터 오는 하중, 국부응력, 반복하중, 열응력의 부가응력을 특히 고려하고 있지 아니하므로 이들의 영향이 있는 경우에는 치수의 증가 등의 조치를 강구하여야 한다.
2. 이 절의 규정에 있어서 냉동기기 또는 인화성 고압가스에 사용하는 압력용기 및 보일러의 급수펌프의 토출압력을 받는 압력용기의 설계압력은 다음 각호에 따른다.
 - (1) 냉동기기에 사용하는 압력용기는 냉매의 종류에 따라서 9편 1장 102.의 5항에 따른다.
 - (2) 액화가스를 대기온도 또는 그 부근의 온도에서 가압상태로 저장하는 용기의 설계압력은 다음의 것 중 최대값 이상이어야 한다.
 - (가) 45 °C에서의 가스증기압
 - (나) 최고사용압력
 - (다) 0.7 MPa
 - (3) 보일러의 급수펌프의 토출압력을 받는 압력용기에서는 보일러의 설계압력의 1.25 배의 값으로 한다. 다만, 이에 따르기 곤란한 경우에는 급수펌프의 최고사용압력을 기준으로 할 수 있다.

309. 동판 및 경판

1. 동판 및 경판의 두께는 표 5.5.15의 식에 의한 소요두께 이상이어야 하며, 지름, 압력, 온도, 재료 등을 고려하여 유리 선급이 특별히 승인한 경우를 제외하고 5 mm 이상이어야 한다. 다만, 모든 반구형 경판을 제외한 곡면경판의 두께는 그 경판이 부착된 동판이 이음매 없는 경우일 때의 그 동판의 소요두께 이상이어야 한다.
2. 보강을 필요로 하는 구멍이 있는 경우의 경판의 소요두께는 다음 각호에 따른다.
 - (1) 구멍의 보강을 115.의 2항에 의한 경우에는 표 5.5.15에 따른다.
 - (2) 맨홀 또는 최대치수가 150 mm 를 넘는 구멍으로서 그 주위를 115.의 6항에 규정하는 플랜지형으로 보강하였을 경우에는 다음에 따른다.
 - (가) 접시형 또는 반구형 경판 : 표 5.5.15에 따라서 산정된 값에 그의 15 % (3 mm 미만의 경우에는 3 mm) 이상의 값을 더한 두께 이상으로 하여야 한다. 이 경우에 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽반지름이 동체의 안지름의 80 % 미만인 경우에는 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽반지름을 동체의 안지름의 80 % 로 하여 계산하여야 한다.

다. 또한, 두 개의 맨홀이 있는 경판의 두께를 이와같이 정하였을 경우에는 두 개의 맨홀사이의 거리가 경판 바깥지름의 1/4 이상이어야 한다.

(나) 반타원형 경판 : 표 5.5.15에 따라서 계산하되 이 경우의 R 은 동체의 안지름의 80 % 로 하고, E 는 1.77로 한다.

표 5.5.15 동판 및 경판의 두께

동판 및 경판		두께 (mm)
동판	원통형	$T = \frac{PD_1}{2fJ - 1.2P} + c$
	구 형	$T = \frac{PR_1}{2fJ - 0.2P} + c$
경판	접시형 ⁽¹⁾	$T = \frac{PR_2E}{2fJ - 0.2P} + c$
	반구형	$T = \frac{PR_2}{2fJ - 0.2P} + c$
	반타원형 ⁽²⁾	$T = \frac{PD_2}{2fJ - 0.2P} + c$

P : 설계압력 (MPa)
 J : 306.에 규정하는 효율 중 최소값
 f : 307.에 규정하는 허용응력 (N/mm²)
 D_1 : 동체의 안지름 (mm)
 D_2 : 경판의 안쪽에서의 긴 지름 (mm)
 R_1 : 동체의 안쪽반지름 (mm)
 R_2 : 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽반지름 (mm)

$$E = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{R_2}{r}} \right)$$

r : 경판의 모서리에 있어서의 안쪽반지름 (mm)
 c : 부식 예비두께⁽³⁾ (mm)

(비고)

(1) 접시형 경판의 중앙부에 있어서의 안쪽반지름은 경판의 플랜지 부분의 바깥지름보다 커서는 아니 된다. 또한, 경판의 모서리에 있어서의 안쪽반지름은 경판의 플랜지 부분의 바깥지름의 6% 또는 경판 두께의 3배 중 큰 것 이상이어야 한다.

(2) 반타원형 경판의 안쪽에서의 짧은 반지름은 긴 반지름의 1/2 이상이어야 한다.

(3) 부식 예비두께는 소요두께(부식 예비두께 제외)의 1/6 또는 1 mm 중 작은 것으로 한다. 다만 부식성 액체 또는 가스를 저장하는 압력용기는 부식 예비두께를 증가시킬 수 있으며 부식성이 없는 액체 또는 가스를 저장하는 압력용기 또는 내식성 재료를 사용하는 압력용기는 부식 예비두께를 감소시킬 수 있다. (2021) (2024)

3. 볼록면에 압력을 받는 경판의 소요두께는 오목면에 압력을 받는 경우의 경판 소요두께 산정식에서 설계압력의 P 대신에 P 의 1.67 배의 값을 적용하여 산정한 두께 이상이어야 한다.

310. 지주 또는 기타의 것으로 지지되지 아니하는 평평한 경판 또는 덮개판

경판 또는 덮개판의 소요두께는 110.에 따른다.

311. 평판 또는 관판

1. 지주 또는 기타의 지지를 갖는 평판 또는 관판의 소요두께는 111.에 따른다.
2. 지주관에 의해 지지되지 않는 열교환기의 관판은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. (2020)

【지침 참조】

312. 볼트로 집합되는 덮개판

덮개판의 소요두께는 121.에 따른다.

313. 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍

1. 압력용기는 검사와 정비를 위하여 동판 또는 경판에 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍을 표 5.5.16에 따라 설치하여야 한다. (2017) [지침 참조]

- (1) 맨홀 구멍의 크기는 300 mm × 400 mm 이상(원형일 경우 안지름이 400 mm 이상)이어야 한다.
- (2) 청소구멍의 크기는 75 mm × 100 mm 이상(원형일 경우 안지름이 100 mm 이상)이어야 하며, 동체 안지름이 750 mm를 넘으면 100 mm × 150 mm 이상(원형일 경우 안지름이 150 mm 이상)이어야 한다.
- (3) 검사구멍의 크기는 50 mm 이상이어야 한다.

표 5.5.16 맨홀, 청소구멍 및 검사구멍의 수 (2017)

압력용기의 동체 안지름	구멍의 수
ID ≤ 300 mm	1개 이상의 검사구멍 (분리할 수 있는 공칭지름 20 mm 이상의 관 연결부가 2개 이상 있을 경우 생략 가능)
300 mm < ID ≤ 450 mm	2개 이상의 청소구멍, 또는 2개 이상의 검사구멍
450 mm < ID ≤ 900 mm	1개 이상의 맨홀, 또는 2개 이상의 청소구멍, 또는 2개 이상의 검사구멍
900 mm < ID	1개 이상의 맨홀, 또는 2개 이상의 청소구멍

2. 구멍 및 덮개의 구조에 대하여는 114.의 2항에 따른다.

314. 구멍의 보강

압력용기의 동판 및 경판에 설치된 구멍의 보강은 115.에 따른다.

315. 스텐드 파이프

스탠드 파이프의 두께는 119.에 따른다.

316. 열교환기용 관

열교환기의 관은 그 사용목적에 적합한 재질이어야 하며, 소요두께 t 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t = \frac{PD_0}{2fJ} + a \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)

f : 재료의 허용응력으로서 307.의 1항, 6장 표 5.6.8 또는 6장 표 5.6.9에 따른다.

D_0 : 관의 바깥지름 (mm)

a : 부식 예비두께로서 강관에 대하여는 1.0 mm, 동판 또는 동합금관에 대하여는 0.3 mm로 한다.
다만, 오스테나이트계 스테인리스강 및 승인된 내식성 재료에 대하여는 0으로 한다.

T : 관의 실제두께 (mm)

J : 이음효율로서 다음에 따른다.

이음매 없는 관 ---- 1.00

전기저항용접관 ---- 0.85

317. 압력용기의 도출장치

1. 사용상태에 있어서 압력용기 내부의 압력이 설계압력을 넘을 가능성이 있는 용기 및 화염 또는 예기치 않은 외부의 열원에 의하여 가열되어서 용기 내의 압력이 상승하고, 위험을 조장할 가능성이 있는 용기에는 설계압력을 넘는 압력으로 상승하는 것을 방지하기 위하여 적절한 압력도출장치를 설치하여야 한다. 다만, 공기탱크에 대하여는 화재시 자연히 압력을 도출할 수 있는 용점이 100 °C 정도인 가용성 플러그를 설치한 경우, 압력도출장치를 생략할 수 있다.
2. 열교환기 및 기타 유사한 압력용기로서 용기 내부의 손상, 기타에 의하여 내부의 압력이 용기의 설계압력을 넘을 우려가 있는 경우에는 적절한 도출밸브를 설치하여야 한다.
3. 제1급 압력용기에 속하는 증기발생장치에는 123. 및 124.에 규정하는 안전밸브를 설치하여야 한다.
4. 압력용기와 도출밸브 또는 기타의 도출장치의 사이에는 우리 선급의 승인을 받은 경우를 제외하고 스톱밸브를 설치하여서는 아니 된다.
5. 압력용기와 도출밸브의 사이 또는 도출밸브의 토출측에는 파열판(rupture disc)을 설치하여도 좋으며, 이 경우에 파열판의 파열압력은 도출밸브의 조정압력 이하이어야 한다. 또한, 파열판은 도출밸브의 방출능력과 동등 이상의 능력을 갖는 것이어야 한다.

318. 압력용기의 배치

압력용기 및 그의 부착품은 조작, 수리 및 검사하는데 편리한 장소에 배치하여야 한다.

319. 시험 및 검사

1. 수압시험 압력용기 및 압력용기에 직접 부착되는 부착품은 제조 후 표 5.5.17에 따라 수압시험을 하여야 한다.
【지침 참조】

표 5.5.17 수압시험

품명	시험압력
제1급 및 제2급 압력용기 ⁽¹⁾	설계압력의 1.5 배의 압력
특수한 열교환기 및 압력용기	그때마다 정한다
제1급 및 제2급 압력용기로부터 직접 압력을 받는 부착품(압력용기에 직접 용접되지 않는)	압력용기의 설계압력의 2 배의 압력
(비고) (1) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 제3급 압력용기는 수압시험을 하여야 한다.	

제 4 절 보일러 및 압력용기의 용접

401. 용접일반

1. **승인 및 적용** 용접구조의 보일러, 제1급 및 제2급 압력용기의 제조자는 우리 선급의 제조법 승인을 받아야 하며, 공사착수 전에 1장 208.의 1항 (7)호에 의한 용접 구조물의 상세도 및 용접시공요령서(구조부재의 재질, 용접방법, 용접봉 및 용접재료의 명칭, 심선의 지름, V 아웃 모양, 열처리, 시험방법 등을 기재한 것)를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 또한, 용접시공에 있어서 특히 규정한 것을 제외하고는 다음 각 항의 규정에 따른다.
2. **용접절차 인정시험** 제조공장이 처음으로 용접구조의 보일러 및 압력용기를 제조할 경우, 새로운 용접법을 채용하거나 모재의 성질, 용접재료의 종류 또는 조인트의 모양을 변경하는 경우에는 공사에 관련하여 상세한 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받는 외에 우리 선급이 요구하는 용접절차 인정시험을 하여 이에 합격하여야 한다. 다만, 검사인이 지장없다고 인정하는 정도의 용접법의 변경에 대하여서는 이 시험을 생략할 수 있다. 【지침 참조】
3. **일반 요건** 용접공사의 일반적인 요건은 다음과 같다.
 - (1) 용접법 및 용접재료 : 용접은 사전에 승인받은 용접시공법에 따라서 우리 선급의 승인용접재료 또는 이와 동등하다고 인정되는 것을 사용한 것이어야 한다.
 - (2) 용접공 : 중요한 용접공사는 우리 선급의 기량자격을 갖는 용접공이 하여야 한다.

- (3) 용접부재 : 특히, 승인을 받은 경우를 제외하고는 2편 1장의 규정에 적합한 재료로서 탄소함유량이 0.35 % 를 넘어서는 아니 된다. **[지침 참조]**

402. 용접공사

1. V 아웃 용접이음의 V 아웃의 모양 및 치수는 확실히 용접할 수 있는 것이어야 한다. 또한, 용접이음부분은 될 수 있는 한 현저한 굽힘응력을 받지 아니하도록 설계하여야 한다.
2. 두께가 다른 판 두께가 다른 동체의 길이방향 맞대기이음 용접에 있어서는 두꺼운 쪽의 판에 안팎의 양쪽으로 1/4 이하의 기울기를 주어 얇은 쪽의 두께까지 기계가공한 후 양쪽판의 중심을 일치시켜 용접함을 원칙으로 한다. 다만, 두꺼운 판의 한쪽에만 기울기를 줄 경우에는 용접선의 중심과 기울기의 기점사이의 거리는 적어도 얇은 쪽의 판두께 이상으로 하여야 한다.
3. 용접이음매 중요부재의 용접이음매 상세는 104.에 따른 것 또는 이와 동등 이상의 효력을 갖는 것이어야 한다.
4. 적용 용접공사에 관한 상세한 규정에 대하여는 다음의 각 조항에서 특히 규정한 것 이외에 가능한 한 2편 2장 3절의 규정에도 적합하여야 한다.
5. 이음매의 어긋남 맞대기용접 이음매의 어긋남은 다음의 값을 넘어서는 아니 된다.
 - (1) 길이방향 이음의 경우
 - 판의 두께가 20 mm 이하인 경우 : 1 mm
 - 판의 두께가 20 mm 를 넘고 60 mm 미만인 경우 : 판두께의 5 %
 - 판의 두께가 60 mm 이상인 경우 : 3 mm
 - (2) 원주방향 이음의 경우
 - 판의 두께가 15 mm 이하인 경우 : 1.5 mm
 - 판의 두께가 15 mm 를 넘고 60 mm 미만인 경우 : 판두께의 10 %
 - 판의 두께가 60 mm 이상인 경우 : 6 mm
6. 변형량 모든 원통형의 보일러 및 압력용기는 용접 완료 후 또는 열처리를 하는 것에서는 열처리 후 변형량을 측정하여야 한다. 동체는 각 단면상에 최대안지름과 최소안지름과의 차가 설계안지름의 1% 를 넘어서는 아니 된다. 또한, 용접선상에는 국부적인 평탄부가 있어서는 아니 된다.

403. 열처리

1. 보일러 및 제1급 압력용기의 응력제거 보일러 및 제1급 압력용기는 동판 또는 경판의 조인트용접, 스탠드 파이프 또는 보강재 등 모든 부착품의 용접이 완료된 후 응력제거를 하여야 한다. 다만, 파형노통으로서 용접 후 성형을 위하여 가열함으로써 응력제거가 이루어지는 것은 다시 열처리를 할 필요가 없다.
2. 제2급 압력용기의 응력제거 제2급 압력용기는 다음 각항에 해당할 경우에는 응력제거를 하여야 한다.
 - (1) 동판의 두께가 30 mm 를 넘는 것
 - (2) 동판의 두께가 16 mm 이상으로서 다음 식에 의한 것 보다 클 경우

$$T_n = \frac{D}{120} + 10$$

D : 동체의 안지름(mm)

3. 응력제거의 생략 다음 각 호에 해당하는 경우에는 응력제거를 생략할 수 있다.
 - (1) 특히 노치에 대한 인성이 현저하게 높은 재료를 사용하고 우리 선급의 승인을 받은 경우 **[지침 참조]**
 - (2) 응력제거를 한 보일러 및 압력용기에 다음에 해당하는 필릿용접을 하여도 다시 응력제거를 할 필요는 없다.
 - (가) 누설방지 용접으로 동체에 유해한 변형을 일으킬 우려가 없을 때
 - (나) 목두께가 6 mm 이하, 용접길이가 50 mm 이하로서 그 간격이 50 mm 이상의 단속용접으로 부착품을 용접할 때
 - (3) 다음에 정하는 것 중 용접부의 두께가 탄소강 또는 탄소망간강에 있어서는 19 mm 이하, 합금강에 있어서는 13 mm 이하의 것은 응력제거를 생략할 수 있다.
 - (가) 관 상호, 관과 관 플랜지 사이 또는 관과 관 헤더 사이의 용접부
 - (나) 관 헤더의 돌레 이음부

(다) 우리 선급이 특히 승인한 개소의 용접부

4. **열처리**로 열처리는 온도를 자유로히 조절할 수 있고 조절된 온도를 충분히 유지할 수 있는 로 내에서 하여야 하며, 로에는 로내의 온도를 측정 또는 기록할 수 있는 적어도 2 개 이상의 온도계가 설치되어 있어야 한다.
5. **용접후 열처리의 방법** 탄소강, 탄소 망간강 또는 저합금강의 보일러 및 압력용기의 용접부는 일정한 온도상승률을 갖도록 적절한 응력제거 온도까지 천천히 가열하고 로 내에서 두께 25 mm 에 대하여 적어도 1 시간 정도의 비율로 그 온도를 유지시킨 후 400 °C 이하로 노중에서 냉각시켜야 하며, 그 이하의 온도에서는 대기중에 냉각시킬 수 있다. 응력제거 온도는 625 °C ± 25 °C를 기준으로 하되 사용재료에 따라 적절한 온도로 하여야 한다.
6. **열처리범위** 열처리를 하는 로의 크기가 보일러 및 압력용기 전체의 열처리를 한번에 완료시킬 수 없는 경우에는 로의 크기에 알맞도록 2회 이상으로 구분하여 할 수 있으나, 이 경우에는 각 부분의 경계 면적이 충분한 너비로 중복되어 열처리가 이루어질 수 있도록 하여야 한다. 이는 열처리를 완료한 각부분의 구조물을 다시 용접으로 조립하고자 할 경우에도 적용하며, 열처리 범위는 용접이음매 양쪽에서 판두께의 6 배 이상의 범위로 한다.
7. **국부열처리** 열처리를 한 보일러 및 압력용기에 보강재 또는 부착품 등을 용접하였을 때에는 국부열처리로 그 주위의 원형부분에 대한 응력제거를 할 수 있다. 이 때 용접부의 바깥선에서 여기에 가장 가까운 다른 용접부분까지의 거리 또는 가열부의 자유팽창을 억제할 만한 다른 요소가 있는 곳까지의 거리가 판두께의 12 배 이상인 경우에 한한다. 열처리 범위는 용접선에서 판두께의 6 배 이상의 범위로 하며 어느 경우에도 125 mm 이상이어야 한다.
8. **특수한 열처리** 특수재료에 대한 열처리 또는 특수 방법으로 열처리를 할 경우에는 열처리 방법 및 그 과정에 대한 자료를 제출하고 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 새로운 방법에 대한 열처리의 효과시험을 요구할 수 있다.

404. 방사선검사 [지침 참조]

1. **전방사선검사** 보일러 및 306.의 전방사선검사를 하는 것을 조건으로 이음효율을 정한 압력용기는 길이 및 원주방향 이음의 모든 용접부에 대하여 방사선검사(이하 **전방사선검사**라 한다.)를 하여야 한다.
2. **부분방사선검사** 306.의 부분방사선검사를 하는 것을 조건으로 이음효율을 정한 압력용기는 다음 방법으로 방사선검사(이하 **부분방사선검사**라 한다.)를 하여야 한다.
 - (1) 동일한 용접방법으로 동일한 용접공이 용접한 길이 방향이음의 20 % 이상의 길이(최소 300 mm) 및 길이방향이음과 마주치는 원주방향이음부에 대하여 검사한다.
 - (2) 방사선검사를 하는 개소는 검사원이 지시하는 바에 따른다.
3. **덧붙임두께** 방사선검사를 하여야 할 용접이음매의 덧붙임부(weld reinforcement)는 검사에 지장이 없어야 하며, 그 두께는 다음의 값을 넘어서는 아니 된다.
 - (1) 맞대기이음 양면용접의 경우 :

판의 두께 t (mm)	덧붙임 두께 (mm)
$t \leq 12$	1.5
$12 < t \leq 25$	2.5
$t > 25$	3.0

- (2) 맞대기이음 일면용접의 경우 : 판두께에 관계없이 1.5 mm 이하
4. **투과사진필름** 방사선검사의 투과사진 촬영법은 용접깊이의 2 % 크기의 결함을 검출할 수 있어야 하며, 사진필름에는 용접깊이의 2 %에 상당하는 투과도계의 영상이 분명히 나타나야 한다. 또한, 투과사진 필름에는 제품의 촬영위치와의 관계를 명확히 하여야 하며, 방사선검사의 보고서에는 다음 사항을 기재하여야 한다.
 - (1) 재료의 두께(평탄부 또는 덧붙임부)
 - (2) 초점과 용접부 표면과의 거리
 - (3) 용접부 표면과 필름과의 거리
 - (4) 사용 투과도계의 종류
5. **재방사선검사** 투과사진은 검사원에 제시하여야 한다. 용접부에는 균열, 긴 공동, 이물 등의 결함이 없어야 하며, 결함이 존재하는 경우에는 그 부분을 떼어내어 재용접하고 그 부분에 대하여 다시 방사선검사를 하여야 한다. 부분방사선검사를 채용한 경우에는 검사원의 지시에 따라 결함부의 양쪽에 대하여 다시 방사선 검사를 하여야 한다.

405. 보일러 및 제1급 압력용기의 용접시공시험

1. 시험재 보일러 및 제1급 압력용기의 용접을 할 때에는 다음 각 항의 용접시공시험을 하여야 하며, 이를 위하여 2항에 규정하는 시험편을 제작하는데 있어 충분한 크기의 시험재를 다음 각호에 따라 제작하여야 한다.
 - (1) 시험재는 동체마다 그것의 용접선이 동체의 길이방향이음과 동일 선상에 오도록 붙이고, 동체의 길이방향이음과 동시에 용접하여야 한다. 또한, 시험재는 용접공사 중의 변형을 최소한으로 막아야 한다.
 - (2) 동체의 원주방향이음에 대한 시험재는 원주방향이음과 같은 용접조건으로 별개로 제작하여야 한다. 다만, 동체에 길이방향 이음이 없는 경우 또는 원주 방향의 용접법이 길이방향 이음과 현저하게 다른 경우를 제외하고 원주방향에 대한 시험재는 불필요하다.
 - (3) 시험재는 동체에 사용하는 재료의 일부를 사용하는 것을 원칙으로 한다.
 - (4) 시험재는 동체의 실제 시공과 동일한 방법으로 열처리를 하여야 한다.
2. 기계적 시험 시험재에 대한 기계적 시험은 다음 각호에 따른다.
 - (1) 시험편의 종류, 수 및 모양은 표 5.5.18에 따른다. 다만, 충격시험은 403.의 3항 (1)호에 따라서 응력제거를 생략하는 경우 또는 합금강을 사용한 경우에 적용한다.

표 5.5.18 시험편의 종류, 수 및 모양

시험편의 종류	수	시험편의 모양
용접이음매 인장시험편	1	2편 2장 표 2.2.1의 R 2A 호 시험편
형굽힘시험편	1	2편 2장 표 2.2.2의 시험편
샤르피충격시험편	3	2편 1장 표 2.1.3의 충격시험편
매크로시험편	1	—

- (2) 형굽힘시험은 시험재의 두께가 19 mm 이하인 경우는 앞면 및 이면 굽힘시험을 하고 19mm 를 넘는 경우에는 측면 굽힘시험을 한다.
3. 용접이음부 인장시험 인장시험에 의한 인장강도는 사용 모재의 규격최소인장강도보다 작아서는 아니 된다. 다만, 시험편이 모재부에서 절단되고 이의 인장강도가 모재의 규격최소 인장강도의 95 % 이상으로서 용접부에 결함이 없는 경우에는 합격으로 할 수 있다. **【지침 참조】**
4. 형굽힘시험 용접부를 중앙에 두고 뒷면 굽힘시험편에서는 용접부의 좁은 쪽이 측면 굽힘시험편에서는 용접부의 측면 어느 쪽이든지 각각 굽힐 때에 인장쪽에 오도록 하여 2편 2장 그림 2.2.1의 형굽힘시험용 지그를 사용하여 안쪽 반지름 20 mm로 180° 굽혀도 용접부의 바깥면에 3 mm 이상의 균열이나 기타의 결함이 있어서는 아니 된다. 다만, 시험편의 모서리에 생긴 흠은 시험성적에 관계없는 것으로 한다.
5. 충격시험 충격시험편은 종축을 용접선에 수직으로 하고, 그 표면이 판의 표면에서 약 5 mm 위치가 되도록 채취한다. 이 시험편의 노치는 용접선의 중심과 일치시켜 판 표면에 수직이 되도록 시험편 표면에 만든다. 3 개의 시험편에 흡수에너지의 평균치는 우리 선급의 승인을 얻은 값 이상이어야 한다. **【지침 참조】**
6. 매크로시험 균열, 용입불량 기타 유해한 결함이 없어야 한다.

406. 제2급 압력용기의 용접시공시험

제2급 압력용기의 용접을 할 때에는 제1급 압력용기의 용접시공시험에 준한 시험을 하여야 한다. 다만, 405.의 2항 중 형굽힘시험은 할 필요가 없다.

407. 재시험 및 경감

1. 재시험 시험에 불합격한 것으로서 다음 각호의 조건을 만족할 경우에는 재시험을 할 수 있다. 이 경우에는 불합격한 시험편 1 개에 대하여 다시 2 개의 시험편을 동일한 시험재 또는 이것과 동시에 제작한 다른 시험재료로부터 채취하고, 이 재시험편의 각각이 시험에 합격하여야 한다.
 - (1) 인장시험 및 충격시험에 있어서 시험성적이 규정의 90 % 이상인 경우
 - (2) 형굽힘시험에 있어서 용접부의 불합격의 원인이 용접부의 결함 이외에 있다고 인정될 경우
2. 시험의 경감 압력용기의 용접시공시험은 과거의 실적을 고려하여 검사원이 좋다고 인정할 경우에는 그 시험실시의 정도를 경감할 수 있다. ↓

제 6 장 보기 및 관장치

제 1 절 일반사항

101. 일반

1. 적용 [지침 참조]

- (1) 이 장의 규정은 보기 및 관장치의 재료, 설계, 공작, 시험 및 배관에 대하여 적용한다.
- (2) 항로 또는 용도에 특별한 제한이 있는 선박 및 소형선에 대하여는 이 장의 규정을 적절히 참작할 수 있다.

2. 관련규정

이 장에서 규정한 요건에 추가하여 다음의 관련 규정에도 적합하여야 한다.

- (1) 대빙구조 선박의 관장치에 대하여는 **빙해운항선박지침 1장**, 극지운항 선박의 관장치에 대하여는 **빙해운항선박지침 2장**, 극지운항 및 쇄빙기능을 갖는 선박의 관장치에 대하여는 **빙해운항선박지침 3장**
- (2) 조타장치에 대하여는 **5편 7장**, 윈들러스 및 무어링 윈치에 대하여는 **5편 8장**
- (3) 자동제어 및 원격제어에 대하여는 **6편 2장**
- (4) 유조선의 관장치에 대하여는 **7편 1장 10절**, 광석운반선점 유조선의 관장치에 대하여는 **7편 2장 2절**, 산적화물선 및 단일화물창의 화물선의 수위 감지 경보장치 및 배수 펌핑장치에 대하여는 **7편 3장 14절**, 산적화물선 및 탱커선 이외의 여러 개의 화물창을 가진 화물선의 수위 감지 경보장치에 대하여서는 **7편 부록 7-6-1**, 액화가스 산적운반선 및 위험화확품 산적운반선의 화물취급설비 및 관장치에 대하여는 각각 **7편 5장 및 6장**, 저인화점 연료를 사용하는 선박에 대하여는 **저인화점연료 선박 규칙 (2024)**

3. 정의 [지침 참조]

- (1) **설계압력**이라 함은 관내 유체의 최고사용압력을 말하며, 다음에 정하는 압력보다 작아서는 아니 된다.
 - (가) 압력도출밸브 또는 이에 대신하는 과압방지장치가 붙어 있는 관장치에 있어서는 해당 도출밸브 또는 과압방지 장치의 조정압력과 같은 압력. 다만, 보일러에 직접 접속된 증기관장치 또는 압력용기에 직접 접속된 관장치에 있어서는 보일러 또는 압력용기의 설계압력.
 - (나) 펌프의 토출측 관에 있어서는 정격회전시 펌프의 토출측 밸브를 완전히 폐쇄하였을 때의 펌프의 토출압력. 다만, 펌프에 도출밸브를 설치한 경우에는 그 조정압력을 기준으로 한 압력.
 - (다) 보일러 급수펌프와 보일러 급수 체크밸브 사이의 급수관에 있어서는 보일러의 설계압력의 1.25 배와 같은 압력 또는 급수펌프의 토출측 밸브를 완전히 폐쇄하였을 때의 펌프의 토출압력 중 큰 쪽의 압력.
 - (라) 감압밸브가 장비된 관의 저압측에 있어서 도출밸브가 붙어 있지 아니한 경우에는 고압측의 설계 압력과 같은 압력.
 - (마) 보일러물 방출관에 있어서는 보일러의 설계압력의 1.25 배의 압력.
 - (바) 냉동기기의 냉매관에 있어서는 **9편 1장 102.의 5항**에 정하는 압력을 말한다.
 - (사) 연료유를 포함하는 관에 있어서는 다음과 같다.
 - (a) 사용압력이 0.7 MPa 이하이고, 사용온도가 60 °C 이하인 경우, 0.3 MPa 또는 최고사용압력 중 큰 값을 설계압력으로 한다.
 - (b) 사용압력이 0.7 MPa 이하이고, 사용온도가 60 °C를 초과하는 경우, 0.3 MPa 또는 최고사용압력 중 큰 값을 설계압력으로 한다.
 - (c) 사용압력이 0.7 MPa 을 초과하고, 사용온도가 60 °C 이하인 경우, 최고사용압력을 설계압력으로 한다.
 - (d) 사용압력이 0.7 MPa 을 초과하고, 사용온도가 60 °C를 초과하는 경우, 1.4 MPa 또는 최고사용압력 중 큰 값을 설계압력으로 한다.
- (2) 이 항에 따르기 곤란한 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 압력.
- (2) **설계온도**라 함은 관내 유체의 최고사용온도를 말한다. 다만, 상온보다 낮은 온도의 관장치에 있어서는 관내 유체의 최저사용온도를 말한다.

4. 관장치의 분류

- (1) 관장치는 시험, 이음형식, 열처리 및 용접시공방법 등을 위하여 유체의 종류, 설계압력 및 설계온도에 따라 **표 5.6.1**과 같이 분류한다.
- (2) 이 항에 규정되어 있지 아니한 유체의 관장치의 분류에 대하여는 사용유체의 특성 및 사용조건에 따라서 정한다.

표 5.6.1 관장치의 분류 (2024)

관장치의 분류 사용목적	제1급	제2급	제3급
독성 매체 ⁽⁷⁾	O	-	-
부식성 매체 ⁽⁷⁾	O	O(안전장치 ⁽⁶⁾)	-
인화점을 초과하여 가열되거나 인화점 60℃ 미만인 가연성 매체 ⁽⁷⁾	O	O(안전장치 ⁽⁶⁾)	-
증기	$P > 1.6$ 또는 $T > 300$	제1 및 3급에 속하지 않는 것	$P \leq 0.7$ 및 $T \leq 170$
열매체유			$P \leq 0.7$ 및 $T \leq 150$
연료유, 윤활유, 가연성 작동유	$P > 1.6$ 또는 $T > 150$	제1 및 3급에 속하지 않는 것	$P \leq 0.7$ 및 $T \leq 60$
기타 매체 ⁽¹⁾	$P > 4.0$ 또는 $T > 300$	제1 및 3급에 속하지 않는 것	$P \leq 1.6$ 및 $T \leq 200$

(비고)

- (1) 기타매체 : 물, 공기, 가스(비독성, 비가연성), 비가연성 작동유 및 선택적 촉매환원 장치(SCR)용 우레아(SCR용 우레아의 배관 재료가 ISO 18611-3:2014에 따라 선정된 경우)를 포함한다.
- (2) P : 설계압력 (MPa), T : 설계 온도(°C)
- (3) 화물유관은 제3급관에 속한다.
- (4) 개구단관(드레인관, 넘침관, 공기관, 보일러의 대기방출관, 배기가스관 등)은 설계 온도(T)와 관계없이 제3급에 속한다.
- (5) 냉동기기의 1차 냉매에 있어서 R717(NH₃)의 경우에는 제1급, R22, R 134a, R 404A, R 407C, R 410A 및 R 507A의 경우에는 제3급에 속한다.
- (6) 누출 가능성을 줄이고 그 결과를 제한하기 위한 안전장치(예, 이중관장치, 파이프 덕트 등)
- (7) 상기의 규정은 다음의 관장치에는 적용하지 않으며 해당 규칙에 따른다.
 - 7편 6장의 적용을 받는 위험화학품 산적운반선의 화물관장치 및 선상 탄화수소/위험화학품 처리 관장치
 - 7편 5장의 적용을 받는 액화가스 산적운반선의 가스화물/연료 및 처리 관장치, 저인화점연료선박 규칙의 적용을 받는 선박의 가스 연료 관장치
 - SOLAS II-1/2.29에 따른 저인화점 연료용 관장치

5. 보기의 구조, 재료 및 강도

(1) 보기의 재료 [지침 참조]

(가) 구동에 필요한 원동기 출력이 100 kW 이상인 중요보기의 축 재료는 규칙 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다.

(나) 보기의 주요부분에 사용하는 재료는 우리 선급의 승인을 받은 제조자에 의하여 제조된 것으로서, 우리 선급이 특별히 지정하는 경우를 제외하고 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합한 것이어야 한다.

(2) 보기의 축 강도

크랭크축을 제외하고, 중요보기의 축 지름은 원칙적으로 3장 203.에 규정된 식에 의한 것 이상이어야 하며, 전동기 또는 유압 구동의 경우 이 산식에서 P 및 F는 다음에 의한다.

P : 중요보기를 구동하는 원동기의 정격출력 (kW)

F : 계수로서 95

(3) 선박의 추진 및 안전에 필요한 보기에 동력을 전달하는 동력전달장치는 3장 4절의 규정에 적합하여야 한다.

6. 폐유 또는 폐기물을 소각처리하는 소각설비, 용접기기의 가스용기 및 관장치의 취급에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

102. 관

1. 재료 관의 재료는 사용하고자 하는 용도 및 매체에 적합한 것으로서 다음의 규정에 적합한 재질의 것이어야 한다.
 - (1) 제1급 및 제2급 관장치에 사용하는 관의 재료는 원칙적으로 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다.
 - (2) 제3급 관장치에 사용하는 관의 재료는 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합한 것이어야 한다.
2. 탄소강관 및 저합금강관의 사용제한
 - (1) 2편 1장 402.의 제1종관 및 제2종관은 설계온도가 350 °C를 초과하는 관계통에 사용하여서는 아니 된다. 다만, 허용응력의 값이 보증된 것은 400 °C까지 사용할 수 있다.
 - (2) 제3종 RST338 및 RST342는 설계온도가 450 °C를, RST349는 425 °C를 초과하는 관에 사용하여서는 아니 된다.
 - (3) 제4종 RST412는 설계온도가 500 °C를, RST422, RST423 및 RST424는 550 °C를 초과하는 관에 사용하여서는 아니 된다.
 - (4) 배관용탄소강관(KS D 3507, SP)은 설계압력이 1 MPa 이하로서 설계온도가 230 °C 이하인 제2급 또는 제3급 관장치에만 사용할 수 있다. 【지침 참조】
3. 동관 및 동합금관의 사용제한 【지침 참조】
 - (1) 동관 및 동합금관은 이음매 없는 인발관 또는 우리 선급이 승인한 기타의 제조법에 따른 것이어야 한다.
 - (2) 제1급 및 제2급 관장치에 사용하는 동관은 이음매가 없는 것이어야 한다.
 - (3) 표 5.6.7의 인탈산동관 및 복수기용 황동관은 설계온도가 200 °C를 넘는 관장치에, 복수기용 백동관은 설계온도가 300 °C를 넘는 관장치에 각각 사용하여서는 아니 된다.
 - (4) 동관 및 동합금관은 우리 선급이 부적절하다고 인정하는 용도에 사용하여서는 아니 된다.
4. 주철제 관의 사용
2편 1장의 규정에 적합한 구상흑연주철은 빌지관, 평형수관 및 화물유관에 사용할 수 있다.
5. 특수한 재료의 관, 신축관 및 플렉시블관 【지침 참조】
 - (1) 관의 용도와 화재 및 침수에 대한 안전을 고려하여 우리 선급이 승인한 경우, 전 2항, 3항 및 4항에서 규정하지 않은 고무, 비닐, 플라스틱, 알루미늄합금 등과 같은 특수한 재료를 사용할 수 있다.
 - (2) 금속 또는 비금속재료의 신축관 및 플렉시블관은 기기의 원활한 작동을 위하여 유연성을 요하는 장소에 사용할 수 있으며, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
6. 관의 소요두께
 - (1) 강관의 최소두께는 7항의 규정에 의한 계산상 최소두께 또는 표 5.6.2 및 표 5.6.3에 따른 최소두께 중 큰 것 이 상이어야 한다.

표 5.6.2 강관의 최소두께 (단위 : mm) 【지침 참조】

호칭지름 (A)	일반관	1. 선체의 일부를 형성하는 탱크의 공기관, 넘침관 및 측심관 2. 선외배수관	1. 빌지관 2. 평형수관 3. 해수관	1. 평형수탱크 또는 연료유탱크를 통과하는 빌지관, 넘침관, 공기관, 측심관 및 청수관 2. 연료유탱크를 통과하는 평형수관 3. 평형수탱크를 통과하는 연료유관 4. 노출갑판(제1위치 또는 제2위치)상의 공기관	자동 체크 밸브를 생략하는 경우의 선외 배수관	1. 화물탱크를 관통하는 평형수관 2. 분리평형수 탱크를 관통하는 화물유 관
6	1.6					
8	1.8					
10	1.8					
15	2.0		3.2			
20	2.0		3.2			
25	2.0		3.2			
32	2.0	4.5	3.6	6.3		
40	2.3	4.5	3.6	6.3		
50	2.3	4.5	4.0	6.3		6.3
65	2.6	4.5	4.5	6.3	7.0	6.3
80	2.9	4.5	4.5	7.1	7.6	7.1
90	2.9	4.5	4.5	7.1	8.0	7.1
100	3.2	4.5	4.5	8.0	8.6	8.6
125	3.6	4.5	4.5	8.0	8.8	9.5
150	4.0	4.5	4.5	8.8	10.0	11.0
175	4.5	5.3	5.3	8.8	10.0	11.8
200	4.5	5.8	5.8	8.8	12.5	12.5
225	5.0	6.2	6.2	8.8	12.5	12.5
250	5.0	6.3	6.3	8.8	12.5	12.5
300	5.6	6.3	6.3	8.8	12.5	12.5
350	5.6	6.3	6.3	8.8		12.5
400	6.3	6.3	6.3	8.8		12.5
450	6.3	6.3	6.3	8.8		12.5

(비고)

1. 우리 선급이 인정하는 기타의 국가 규격 또는 국제 규격에 따른 관의 호칭지름 및 최소두께의 것을 사용할 수 있다.
2. 코팅, 라이닝 등의 방법으로 부식에 대하여 보호되는 관 및 관과 일체를 이루는 조인트는 최소두께를 1 mm 이내의 범위에서 감소시킬 수 있다.
3. 선체의 일부를 형성하는 탱크의 측심관(단, 인화성 화물용으로 사용하는 측심관은 제외)의 경우, 이 표의 최소두께는 탱크의 바깥쪽 부분에만 적용한다.
4. 이 표의 최소두께는 호칭두께로서 굽힘가공에 의한 두께의 감소 또는 마이너스의 제작공차에 대한 예비두께는 고려하지 않아도 좋다.
5. 나사를 낸 관의 최소두께는 나사의 끝짜기에서 측정된 것으로 한다.
6. 호칭지름이 450 A를 초과하는 관의 최소두께는 우리 선급이 인정하는 국가규격 또는 국제규격에 따라야 하며, 어떠한 경우에도 관의 최소두께는 호칭지름 450 A 인 해당 관의 최소두께보다 작아서는 아니 된다.
7. 공기관이 선수부 0.25 L 내에 설치되는 경우에는 4편 9장 303.의 1항의 요건에도 적합하여야 한다.

표 5.6.3 소화용 CO2관의 최소두께 (단위 : mm)

호칭지름 (A)	소화용 CO ₂ 관	
	CO ₂ 용기로부터 분배기까지의 관	분배기로부터 노즐까지의 관
15	3.2	2.6
20	3.2	2.6
25	4.0	3.2
32	4.0	3.2
40	4.0	3.2
50	4.5	3.6
65	5.0	3.6
80	5.6	4.0
90	6.3	4.0
100	7.1	4.5
125	8.0	5.0
150	8.8	5.6

(비고)

1. 관은 내면에 아연도금을 시공한 것이어야 한다. 다만, 기관실 내에 설치되는 관으로서 아연도금이 필요하지 않다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 예외로 한다.
2. 나사를 낸 관의 최소두께는 나사의 끝짜기에서 측정된 것으로 한다. **【지침 참조】**
3. 관의 바깥지름 및 두께는 ISO Recommendations R336 for smooth welded and seamless steel pipes에서 발췌한 것으로서, 기타의 국가 규격 또는 국제 규격에 따른 관의 지름 및 두께의 것을 사용할 수 있다.
4. 이 표에 규정되어 있는 관보다 큰 지름의 관의 최소두께는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
5. 이 표의 최소두께는 호칭두께로서 굽힘가공에 의한 두께의 감소 또는 마이너스의 제작공차에 대한 예비두께는 고려하지 않아도 좋다.

- (2) 동 및 동합금관의 최소두께는 7항의 규정에 의한 계산상 최소두께 또는 표 5.6.4에 의한 최소두께 중 큰 것 이상이어야 한다.
- (3) 오스테나이트계 스테인리스 강관의 최소두께는 7항의 규정에 의한 계산상 최소두께 또는 표 5.6.5에 의한 최소두께 중 큰 것 이상이어야 한다.

표 5.6.4 동관 및 동합금관의 최소두께(단위 : mm)

바깥지름	동관	동합금관
8 ~ 10	1.0	0.8
12 ~ 22	1.2	1.0
25 ~ 44.5	1.5	1.2
50 ~ 76.1	2.0	1.5
88.9 ~ 108	2.5	2.0
133 ~ 159	3.0	2.5
193.7 ~ 267	3.5	3.0
273 ~ 457.2	4.0	3.5
(470)	4.0	3.5
508	4.5	4.0

(비고)
우리 선급이 인정하는 국가규격 또는 국제규격에 따른 바깥지름 및 최소두께의 관을 사용할 수 있다

표 5.6.5 오스테나이트계 스테인리스 강관의 최소두께(단위 : mm)

바깥지름	최소두께
10.2 ~ 17.2	1.0
21.3 ~ 48.3	1.6
60.3 ~ 88.9	2.0
114.3 ~ 168.3	2.3
219.1	2.6
273.0	2.9
323.9 ~ 406.4	3.6
406.4 초과	4.0

(비고)
우리 선급이 인정하는 국가규격 또는 국제규격에 따른 바깥지름 및 최소두께의 관을 사용할 수 있다.

7. 관의 계산상 최소두께

(1) 내압을 받는 곧은 관의 계산상 최소두께 t 는 다음 식에 따른다.

$$t = (t_0 + c) \frac{100}{100 - a} \quad (\text{mm})$$

- t_0 : 강도두께(mm)로서 (3)호의 규정에 의한다.
- c : 부식 예비두께(mm)로서 표 5.6.6 및 표 5.6.7에 따른다.
- a : 마이너스 제작 공차 (%)

표 5.6.6 강관의 부식 예비두께 (단위 : mm)

관의 사용 목적	c
과열 증기관	0.3
포화 증기관	0.8
화물탱크 내의 증기가열관	2.0
연료유탱크의 증기가열관	1.0
개방식 급수계통의 보일러 급수관	1.5
밀폐식 급수계통의 보일러 급수관	0.5
보일러 물 방출관	1.5
압축 공기관	1.0
윤활유관 및 작동유관	0.3
연료유관	1.0
화물유관	2.0
냉동기용 관	0.3
청수관	0.8
해수관	3.0

(비고)

1. 탱크 내를 통과하는 관의 부식 예비두께는 관 내부의 부식 예비두께에 관 외부의 매체에 따라 이 표에서 얻은 외부의 부식 예비두께를 더한 것으로 한다.
2. 코팅, 라이닝 등의 방법으로 부식에 대하여 보호되는 관 및 관과 일체를 이루는 이음장치는 부식 예비두께를 50% 까지 감소할 수 있다.
3. 적절한 내식성 특수합금강관을 사용하는 경우에는 부식 예비두께를 0으로 할 수 있다.
4. 이 표에 따르기 곤란한 경우에는 부식조건을 고려하여 한국산업표준 또는 이와 동등한 표준에 따른다.
5. 해수관으로 호칭지를 25A 이하의 강관에 대하여 부식 예비두께는 1.5 mm 로 할 수 있다.

표 5.6.7 동관 및 동합금관의 부식 예비두께 (단위 : mm)

관의 재료	c
표 5.6.9의 인탈산 동관 및 복수기용 황동관	0.8
표 5.6.9의 복수기용 백동관	0.5

(비고)

유체가 관의 재료에 대하여 비부식성인 경우에는 부식 예비두께를 0으로 할 수 있다.

(2) 관을 굽힘가공할 경우에는 가공 전의 관의 계산상 최소두께 t_b 는 다음 식에 따른다.

$$t_b = (t_0 + c + b) \frac{100}{100 - a} \quad (\text{mm})$$

b : 굽힘가공 예비두께(mm)로서 (4)호의 규정에 따른다.

t_0 , c 및 a : (1)호에 따른다.

(3) 관의 강도두께 t_0 는 다음 식에 따른다.

$$t_0 = \frac{PD}{2fJ+P} \quad (\text{mm})$$

P : 설계압력 (MPa)

D : 관의 바깥지름 (mm)

f : 허용응력 (N/mm^2)으로서 (5)호의 규정에 따른다.

J : 이음효율로서 다음에 따른다.

• 이음매 없는 관 ----- 1.00

• 전기저항용접관 ----- 0.85 (다만, 이음매 없는 관과 동등하다고 인정하는 경우는 1.00 으로 한다.)

• 기타의 용접관 및 단접관은 그때마다 정하는 바에 따른다.

(4) 굽힘가공 예비두께 b 는 가공 후 관의 굽힘가공 부분의 최소두께가 곧은 관의 계산상 최소두께 t 보다 작지 아니하다는 것이 실제로 증명되지 아니하는 한 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$b = \frac{1}{2.5} \times \frac{D}{R} t_0 \quad (\text{mm})$$

D : 관의 바깥지름(mm)

R : 중심선의 곡률반지름(mm). 다만, $R \geq 2D$ 이어야 한다.

t_0 : 강도두께(mm)로서 (3)호의 규정에 따른다.

(5) 허용응력

(가) 탄소강관 또는 합금강관의 허용응력 f 는 원칙적으로 다음 값 중 최소의 것으로 한다.

$$f = \frac{E_T}{1.6}, \quad f = \frac{R_{20}}{2.7}, \quad f = \frac{f_R}{1.6}$$

E_T : 설계온도에 있어서 규격최소항복강도 또는 0.2%의 내력 (N/mm^2)

R_{20} : 상온에 있어서 규격최소인장강도 (N/mm^2)

f_R : 설계온도에 있어서 100,000 시간후의 평균 파단강도 (N/mm^2)

(나) 2편 1장에 규정하는 압력배관용 탄소강관의 허용응력에 대하여는 표 5.6.8에 따라도 좋다.

(다) 동관 및 동합금관의 허용응력은 표 5.6.9에 따른다.

표 5.6.8 강관의 허용응력 (단위 : N/mm²)

종류	기호	설계온도℃														
		100 이하	150	200	250	300	350	375	400	425	450	475	500	525	550	
제1종	RST138	123	114	105	96	87	78									
	RST142	138	129	118	107	96	90									
제2종	RST238	123	114	105	96	87	78									
	RST242	138	129	118	107	96	90									
	RST249	156	145	133	122	117	113									
제3종	RST338	123	114	105	96	87	78	75	70	63	56					
	RST342	138	129	118	107	96	90	87	84	71	57					
	RST349	156	145	133	122	117	113	105	96	77						
제4종	RST412	119	112	105	97	89	85	83	80	77	73	70	65			
	RST422	121	116	111	105	99	93	91	89	85	80	76	71	55	38	
	RST423	121	116	111	105	99	93	91	89	85	80	76	71	57	40	
	RST424	121	116	111	105	99	93	91	89	85	80	76	71	57	41	

(비고) 설계온도가 표의 중간에 있을 경우에는 보간법에 의한다.

표 5.6.9 동관 및 동합금관의 허용응력 (단위 : N/mm²)

재료의 종류	설계온도℃	50 이하											
		50 이하	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	
이음매 없는 인탈산 동관	C 1201	41	41	40	40	34	27.5	18.5					
	C 1220												
이음매 없는 복수기 및 열교환기용 황동관	C 4430	68	68	68	68	68	67	24					
	C 6870												
	C 6871	78	78	78	78	78	51	24.5					
	C 6872												
이음매 없는 복수기 및 열교환기용 백동관	C 7060	68	68	67	65.5	65	62	59	56	52	48	44	
	C 7100	73	72	72	71	70	70	67	65	63	60	57	
	C 7150	81	79	77	75	73	71	69	67	65.5	64	62	

(비고)
1. 설계온도가 표의 중간에 있을 경우에는 보간법에 의한다.
2. 재료의 종류는 KS D 5301의 규격에 따른다.
3. 이 표 이외에 재료의 허용응력에 대하여는 한국산업표준 또는 이와 동등한 표준에 따른다.

103. 밸브 및 관부착품 [지침 참조]

- 재료 밸브 및 관부착품의 재료는 사용하고자 하는 용도 및 매체에 적합한 것으로서 다음의 규정에 적합한 재질의 것이어야 한다.
 - 제1급 및 제2급 관장치에 사용되는 밸브 및 관부착품, 선체붙이 밸브 및 부착품과 선수격벽에 부착되는 밸브의 재료는 원칙적으로 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 한국산업규격 또는 이와 동등의 규격에 적합한 재료를 사용할 수 있다.
 - 제3급 관장치에 사용하는 밸브 및 관부착품의 재료는 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합한 것이어야 한다.
- 강제의 밸브 및 관부착품의 사용제한 탄소강 주강품 및 탄소강 단강품은 설계온도가 425℃를, 저합금강 주강품 및 저합금강 단강품은 550℃를 넘는 관장치의 밸브 및 관부착품에 사용하여서는 아니 된다.
- 동합금제의 밸브 및 관부착품의 사용제한 동합금 주물제의 밸브 및 관부착품은 설계온도가 200℃를 넘는 관장치에 사용하여서는 아니 된다. 다만, 고온에 적합한 청동을 사용하는 경우에 설계온도가 260℃이하의 관장치에 사용할 수 있다.

4. 주철제의 밸브 및 관부착품의 사용제한

- (1) 연신율이 12 % 이상인 주철제의 밸브 및 관부착품은 설계온도가 350 °C 이하인 관장치에 사용할 수 있다, (2021)
- (2) 연신율이 12 % 미만인 주철제의 밸브 및 관부착품은 다음의 관장치에 사용하여서는 아니 된다.
 - (가) 선체붙이밸브 및 부착품
 - (나) 선수격벽에 부착하는 밸브
 - (다) 연료유탱크, 윤활유탱크 및 기타 가연성유 탱크 벽의 바깥쪽에 부착하고, 정압을 받는 밸브 (2024)
 - (라) 보일러 물 방출관의 밸브 및 관부착품
 - (마) 인화성 액체화물의 하역용 육상 관과의 연결 개소에 설치된 밸브
 - (바) 워터해머, 과도한 변형 또는 진동을 받기 쉬운 관장치의 밸브 및 관부착품
 - (사) 설계온도가 220 °C를 넘는 밸브 및 관부착품
 - (아) 제2급 관장치에 사용되는 밸브 및 관부착품
 - (자) 화물유탱크를 관통하여 선수탱크로 통하는 크린핑형수 관장치의 밸브 및 관부착품
 - (차) 설계압력이 1.6 MPa 를 초과하는 화물유 관장치에 사용되는 밸브 및 관부착품
- (3) 주철제의 밸브 및 관부착품은 우리 선급이 승인한 경우를 제외하고는 제1급 관장치에 사용하여서는 아니 된다.

5. 밸브 및 관부착품의 구조

밸브, 관부착품, 개스킷 및 패키징은 사용조건에 적합한 것으로서 한국산업규격 또는 이와 동등 이상의 규격에 정하는 구조의 것이거나 이에 상당하는 것이어야 한다. 플랜지 및 플랜지에 사용되는 볼트의 치수는 한국산업규격 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것을 선택하여야 한다. 다만, 플랜지의 사용온도, 압력 및 크기가 정해진 것보다 큰 값을 가지는 경우로서 볼트 및 플랜지에 대한 완전한 계산을 수행한 경우에는 그러한 플랜지 및 볼트를 사용할 수 있다.

104. 이음의 형식

1. **관 상호의 직접연결** 관과 관의 직접연결은 용접, 플랜지, 삽입 나사박이 이음 또는 기계식 이음으로 하여야 한다. 이들 연결은 우리 선급이 인정하는 규격에 따르거나, 사용 목적에 적합한 것으로 증명된 설계의 것으로서 우리 선급이 승인한 것이어야 한다. **【지침 참조】**
2. **용접 연결**
 - (1) **맞대기용접 이음**
 - (가) 맞대기용접 이음은 고품질의 루트부를 얻기 위한 특별한 조치의 유무에 관계없이 완전 용입한 것이어야 한다. " 고품질의 루트부를 얻기 위한 특별한 조치"라 함은 양면용접 또는 첫 번째 패스 용접시 뒷담판을 대거나 뒷담판 대신 불활성가스를 사용하여 맞대기용접을 하는 것 또는 우리 선급이 승인하는 유사한 방법으로 맞대기용접을 하는 것을 말한다.
 - (나) 고품질의 루트부를 얻기 위한 특별한 조치를 취한 맞대기용접 이음은 모든 관장치에 사용할 수 있다.
 - (다) 고품질의 루트부를 얻기 위한 특별한 조치를 취하지 않은 맞대기용접 이음은 바깥지름에 관계없이 제2급 및 제3급 관장치에 사용할 수 있다.
 - (2) **삽입 슬리브 및 소켓 용접 이음 【지침 참조】**
 - (가) 삽입 슬리브 및 소켓 용접 이음은 우리 선급이 인정하는 규격에 따라 적절한 치수의 슬리브, 소켓 및 용접물을 가지는 것이어야 한다.
 - (나) 삽입 슬리브 및 소켓 용접 이음은 제3급 관장치에 사용할 수 있다.
 - (다) 삽입 슬리브 및 소켓 용접 이음은 호칭지름 80A 이하의 제1급 및 제2급 관장치에 사용할 수 있다. 다만, 유독성 유체를 운송하는 관장치 혹은 피로, 심한 침식 또는 균일부식이 발생하기 쉬운 장소에 사용하여서는 아니 된다.
3. **플랜지 연결 【지침 참조】**
 - (1) 플랜지 및 볼트의 치수 및 형상은 우리 선급이 인정하는 규격에 따라야 한다.
 - (2) 개스킷은 설계압력 및 설계온도 조건하에서 접촉하는 유체에 적합한 것이어야 하며, 개스킷의 치수 및 형상은 우리 선급이 인정하는 규격에 따라야 한다.
 - (3) 규격에 따르지 않는 플랜지의 경우, 플랜지 및 볼트의 치수에 대하여 특별히 고려하여야 한다.
 - (4) 플랜지의 부착 예가 그림 5.6.1에 나타나 있다. 그러나 특별한 경우 선급은 다른 형식의 플랜지 부착물을 고려할 수 있다.
 - (5) 플랜지는 관장치에 적용되는 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 따라야 하며, 접촉 유체, 설계압력 및 온도 조건, 외부 또는 반복 하중 및 설치 장소를 고려하여야 한다.

4. 삽입 나사박이 이음 【지침 참조】

- (1) 평행 나사 또는 테이퍼 나사로 기밀 이음을 하기 위하여 관에 나사를 낸 삽입 나사박이 이음은 우리 선급이 인정하는 국가 및/또는 국제 규격에 적합하여야 한다. (ASME B31.1 및 ASME B31.3과 같은 표준을 참조할 수 있다.) (2024)
- (2) 아래에서 언급하고 있는 관의 바깥지름에는 삽입 나사박이 이음을 사용할 수 있다. 다만, 유독성 또는 가연성 유체를 운송하는 관장치 혹은 피로, 심한 침식 또는 균열부식이 발생하기 쉬운 장소에 사용하여서는 아니 된다.
 - (가) CO₂ 장치의 경우, 보호된 구역 내부 및 CO₂ 실린더 저장실에서만 나사박이 이음을 사용할 수 있다.
 - (나) 관과 관을 직접 연결하기 위한 테이퍼 나사박이 이음은 다음의 관장치에 사용할 수 있다.
 - (a) 호칭지름 25A (바깥지름 33.7 mm) 미만의 제1급 관장치
 - (b) 호칭지름 50A (바깥지름 60.3 mm) 미만의 제2급 및 제3급 관장치
 - (다) 평행 나사박이 이음은 호칭지름 50A (바깥지름 60.3 mm) 미만의 제3급 관장치에 사용할 수 있다.
 - (라) 특별한 경우로서 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합하다고 우리 선급이 인정하는 경우, 상기 치수를 초과하는 크기의 관장치에 사용할 수 있다.

5. 기계식 이음 (2017)

다음 요건은 그림 5.6.2에 나타나 있는 관 유니언, 압축 커플링, 삽입 이음에 적용할 수 있다. 또한, 이들 요건에 적합한 유사한 형식의 이음도 사용할 수 있다.

- (1) 기계식 이음(관 유니언, 압축 커플링, 삽입 이음 및 유사한 형식의 이음을 포함)은 사용조건 및 용도에 대하여 형식 승인을 받아야 한다.
- (2) 기계식 이음을 사용함으로써 인하여 관의 두께가 감소하는 결과를 초래하는 경우, 관의 최소 두께는 설계압력을 견딜 수 있는 것이어야 한다.
- (3) 기계식 이음의 재료는 관장치의 재료 및 내·외부 유체에 적합한 것이어야 한다.
- (4) 기계식 이음은 가능한 한 설계압력의 4 배의 파열압력으로 시험을 하여야 한다. 설계압력이 20 MPa 를 초과하는 경우, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
- (5) 기계식 이음은 표 5.6.10에서 요구하는 것과 같이 내화성의 것이어야 한다.
- (6) 손상에 의하여 화재 및 침수의 위험이 있는 장소(여객선의 격벽갑판 하방 및 화물선의 견현갑판 하방의 선측 또는 인화성 유체를 적재하는 탱크에 직접 연결되는 관)에는 기계식 이음을 사용하여서는 아니 된다.
- (7) 가연성 유체 관장치(flammable fluid systems)에서는 기계식 이음의 수를 최소화하여야 한다.
- (8) 기계식 이음이 부착된 관장치는 중심선을 적절히 조정하여 정렬하고 지지하여야 한다. 연결부의 중심선 정렬을 위하여 지지 및 행거를 사용하여서는 아니 된다.
- (9) 관 내부의 유체와 탱크 내의 유체가 동일한 경우를 제외하고는 화물창, 탱크 및 쉽게 접근할 수 없는 구역(MSC/Circ.734 참조)내 의 관장치에는 삽입 이음을 사용하여서는 아니 된다. 관의 주된 연결 수단으로 미끄럼 형식의 삽입 이음(slip type slip-on joint)을 사용하여서는 아니 된다. 다만, 관의 축방향(axial pipe) 변형에 대한 보상이 필요한 경우에 한하여 미끄럼 형식의 삽입 이음을 사용할 수 있다.
- (10) 기계식 이음의 용도별 적용 예는 표 5.6.10에 따른다. 관장치의 분류 및 관의 치수는 표 5.6.11에 따른다. 특별한 경우로서 국가 및/또는 국제 규격에 적합하다고 우리 선급이 인정하는 경우, 상기 표 5.6.11의 치수를 초과하는 크기의 관장치를 사용할 수 있다.

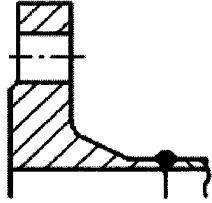
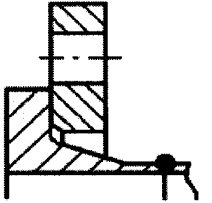
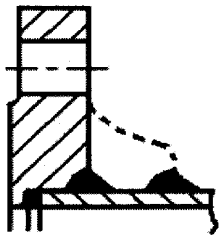
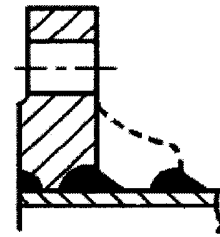
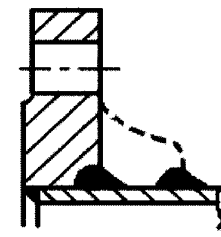
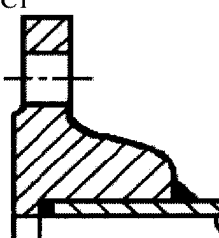
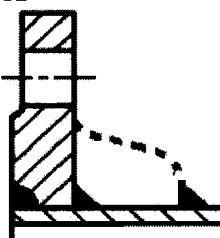
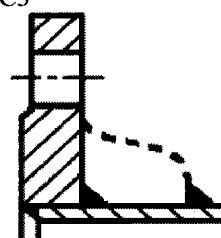
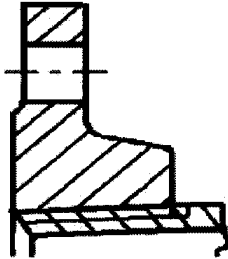
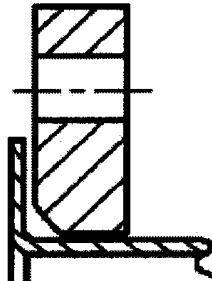
플랜지의 형식	부착 예
형식 A	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>A1</p>  <p>맞대기용접 플랜지</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>A2</p>  <p>맞대기용접을 한 루스플랜지</p> </div> </div>
형식 B	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>B1</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>B2</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>B3</p>  </div> </div> <p style="text-align: center;">삽입용접 플랜지-완전용접</p>
형식 C	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>C1</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>C2</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>C3</p>  </div> </div> <p style="text-align: center;">삽입용접 플랜지</p>
형식 D	<div style="text-align: center;">  <p>삽입 나사박이 플랜지-원추형 나사</p> </div>
형식 E	<div style="text-align: center;">  <p>겹치기이음 플랜지-플랜지관 위에 겹침</p> </div>
<p>(비고)</p> <p>D 형식의 경우, 관 및 플랜지는 테이퍼 나사로 체결하여야 하며, 나사를 낸 부분의 나사산 정부에서의 관의 바깥지름은 나사가 없는 부분에서의 관의 바깥지름보다 현저하게 작아서는 아니 된다. 나사를 내는 경우(어떤 형식의 나사에서는), 플랜지를 관의 나사산이 끝나는 지점까지 확실하게 조은 후 관이 플랜지에 밀착되도록 확관하여야 한다.</p>	

그림 5.6.1 플랜지의 부착 예

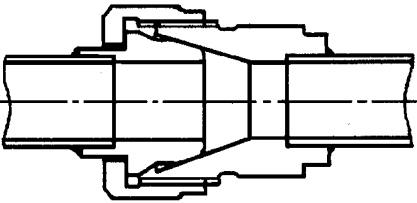
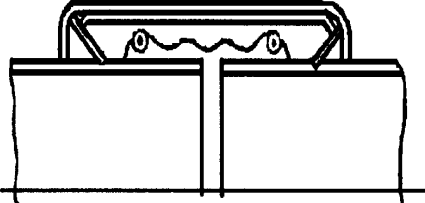
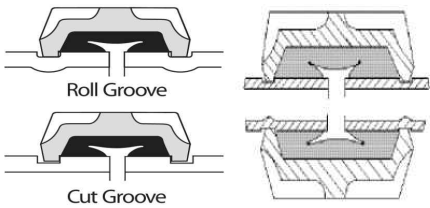
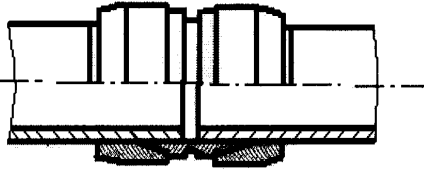
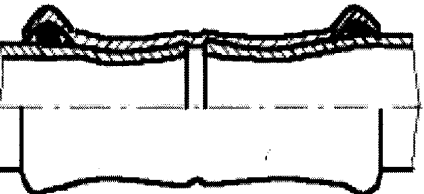
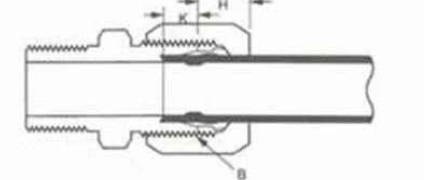
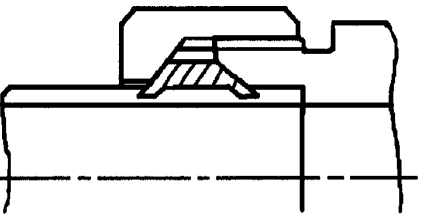
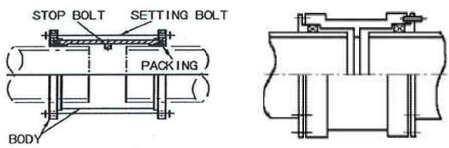
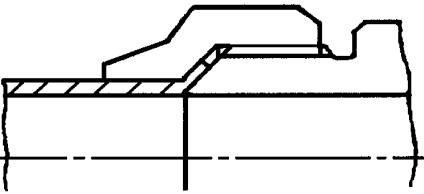
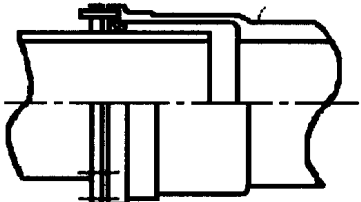

기계식 이음의 형식	이음의 예	기계식 이음의 형식	이음의 예
관 유니언(pipe union)		삽입 이음(slip-on joints)	
용접 및 경납땜 형식 (welded and brazed types)		그립 형식 (grip type)	
압축 커플링(compression couplings)		기계식 홈 형식 (machine grooved type)	 <p>Roll Groove</p> <p>Cut Groove</p>
스웨이징 형식 (swage type)			
압착 형식 (press type)			
일반적인 압축 형식 (typical compression type)			
물림 형식 (bite type)		미끄럼 형식 (slip type)	
플레어 형식 (flared type)			
			

그림 5.6.2 기계식 이음의 예

표 5.6.10 기계식 이음의 적용

아래 표는 관장치에 사용할 수 있는 이음의 종류를 나타낸 것이다. 그러나, 어떠한 경우에도 사용조건 및 용도에 대하여 형식승인을 받아야 한다. 또한 관련 정부요건을 고려하여야 한다. 노출 시간 (t_T)이 30 분을 초과하는 경우 건식-습식 관장치의 내화성 시험 조건은 건조상태에서 8분간 시험하여야 하며 습식상태에서 t_T -8분간 시험하여야 한다.

관장치	이음의 종류			관장치의 분류	내열 시험 조건 ⁽⁷⁾	
	관 유니언	압축 커플링	삽입 이음			
인화점이 60 °C 이하인 인화성 액체						
1	화물유관 ⁽¹⁾	○	○	○	건식	건식 30분(*)
2	원유세정관 ⁽¹⁾	○	○	○	건식	
3	벤트관 ⁽³⁾	○	○	○	건식	
불활성 가스						
4	불활성 가스 워터 실 배출관	○	○	○	습식	습식 30분(*)
5	불활성 가스 스크러버 배출관	○	○	○	습식	습식 30분(*)
6	불활성 가스 주관 ⁽¹⁾⁽²⁾	○	○	○	건식	건식 30분(*)
7	불활성 가스 공급관 ⁽¹⁾	○	○	○	건식	건식 30분(*)
인화점이 60 °C를 초과하는 인화성 액체						
8	화물유관 ⁽¹⁾	○	○	○	건식	건식 30분(*)
9	연료유관 ⁽²⁾⁽³⁾	○	○	○	습식	습식 30분(*)
10	윤활유관 ⁽²⁾⁽³⁾	○	○	○	습식	
11	작동유 ⁽²⁾⁽³⁾	○	○	○	습식	
12	열매체유 ⁽²⁾⁽³⁾	○	○	○	습식	
해수						
13	빌지관 ⁽⁴⁾	○	○	○	건식/습식	건식 8분 + 습식 22분(*)
14	영구적 습식 소화장치(예를 들면, 소화주관, 스프링클러 장치) ⁽³⁾	○	○	○	습식	습식 30분(*)
15	비 영구적 습식 소화장치(예를 들면, 포말, 분무 장치 및 소화주관) ⁽³⁾	○	○	○	건식/습식	건식 8분 + 습식 22분(*) 포말 장치에 대해서는 FSS Code 6장에 따름
16	평형수 계통 ⁽⁴⁾	○	○	○	습식	습식 30분(*)
17	냉각수 계통 ⁽⁴⁾	○	○	○	습식	습식 30분(*)
18	탱크세정용	○	○	○	건식	내열 시험이 요구되지 않음
19	중요용도가 아닌 장치	○	○	○	건식 건식/습식 건식	내열 시험이 요구되지 않음
청수						
20	냉각수 계통 ⁽⁴⁾	○	○	○	습식	습식 30분(*)
21	복수 회송관 ⁽⁴⁾	○	○	○	습식	습식 30분(*)
22	중요용도가 아닌 장치	○	○	○	건식 건식/습식 건식	내열 시험이 요구되지 않음

표 5.6.10 기계식 이음의 적용 (계속)

관장치	이음의 종류			관장치의 분류	내열 시험 조건 ⁽⁷⁾	
	관 유니언	압축 커플링	삽입 이음			
위생수/드레인/배수구						
23	갑판 드레인(선내) ⁽⁵⁾	○	○	○	건식	내열 시험이 요구되지 않음
24	위생수	○	○	○	건식	
25	선의 배수구 및 선외배출관	○	○	-	건식	
측심관/공기관						
26	물탱크/드라이 스페이스	○	○	○	건식, 습식	내열 시험이 요구되지 않음
27	인화점이 60 °C를 초과하는 기름탱크 ⁽²⁾⁽³⁾	○	○	○	건식	
기타						
28	시동용/제어용 공기관 ⁽⁴⁾	○	○	-	건식	건식 30분 ^(*)
29	중요용도가 아닌 잡용 공기관	○	○	○	건식	내열 시험이 요구되지 않음
30	브라인관	○	○	○	습식	
31	CO ₂ 계통 (보호되는 구역의 외부)	○	○	-	건식	건식 30분 ^(*)
32	CO ₂ 계통 (보호되는 구역의 내부)	○	○	-	건식	기계식 이음은 FSS Code 5장에 따라 용융점이 925°C를 초과하는 재료로 제작되어야 한다.
33	증기관	○	○	○ ⁽⁶⁾	습식	내열 시험이 요구되지 않음

약어 ○ : 적용함. - : 적용하지 않음.
* : 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 18절 표 3.18.2의 6.에서 규정하는 내열 시험

(비고-내화 성능)

기계식 이음이 화재로 인하여 쉽게 손상되는 부품을 포함하는 경우, 아래의 사항에 만족하여야 한다.

- (1) 펌프실 및 개방갑판에 설치된 기계식 이음은 내열 시험이 적용되어야 한다.
- (2) 삽입 이음은 A류 기관구역 내부 또는 거주 구역에는 허용되지 않는다. 이음이 쉽게 볼 수 있고 접근할 수 있는 장소에 위치(MSC/Circ.734 참조)하는 경우, 기타 기관구역에 사용할 수 있다.
- (3) 내화성의 승인된 것이어야 한다.(연료유관으로 사용되지 않는 관으로서, SOLAS II-2/Reg9.2.3.3.2.2(10)에서 정의하는 노출된 개방 갑판 상에 설치되는 것은 제외)
- (4) A류 기관구역 내부에 설치된 기계식 이음은 내열 시험이 적용되어야 한다.

(비고-일반)

- (5) 여객선의 격벽 갑판 및 화물선의 견현 갑판 상부에 한한다.
- (6) 그림 5.6.2의 미끄럼형식 삽입 이음(slip type slip-on joint)은 설계압력 10 bar 이하인 갑판 상의 관에 사용할 수 있다.
- (7) 연결부가 30분 건식시험을 통과하면 8분 건식 + 22분 습식 및/또는 30분 습식 시험의 적용에도 적합한 것으로 고려된다. 또한 연결부가 8분 건식 + 22분 습식시험을 통과하면 30분 습식 시험의 적용에도 적합한 것으로 고려된다.

표 5.6.11 관장치의 분류에 따른 기계식 이음의 적용 (2024)

이음의 형식	관장치의 분류		
	제 1 급	제 2 급	제 3 급
관 유니언			
용접 및 경납땜 형식	○(바깥지름≤60.3 mm)	○(바깥지름≤60.3 mm)	○
압축 커플링			
스웨이지 형식	○	○	○
물림 형식	○	○	○
일반적인 압축 형식	○	○	○
플레이어 형식	○	○	○
압착 형식	-	-	○
삽입 이음			
기계식 홈 형식	○	○	○
그립 형식	-	○	○
미끄럼 형식	-	○	○
약어 ○ : 적용함. - : 적용하지 않음.			

105. 관 및 관부착품의 용접

1. 적용 및 승인

(1) 이 규정은 주위온도 이상의 온도에서 사용하는 제1급 및 제2급 관장치의 관, 밸브 및 관부착품을 다음의 강으로 용접 제작하는 경우에 적용한다. 이 규정은 필요시, 제3급 관장치 및 용접한 관의 수리에도 적용할 수 있다.

(가) 규격최소인장강도가 320, 360, 410, 460 및 490 N/mm² 인 탄소강 및 탄소-망간강

(나) 0.3 % 몰리브덴강, 1 % 크롬-0.5 % 몰리브덴강, 2.25 % 크롬-1% 몰리브덴강, 0.5 % 크롬-0.5 % 몰리브덴-0.25 % 바나듐강

(2) 시공자는 공사착수 전에 용접구조물의 상세도 및 용접시공요령서(구조부재의 재질, 용접방법, 용접봉 및 용접재료의 명칭, 심선의 지름, V 아웃 모양, 열처리, 시험방법 등을 기재한 것)를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

2. 공사 일반

(1) 용접은 사전에 승인받은 용접법에 따라 시행하고, 우리 선급이 승인한 용접봉 및 용접재료 또는 이와 동등하다고 인정하는 것을 사용하여야 한다. 가용접은 모재에 적합한 용접봉으로 하여야 한다. 본용접의 일부가 되는 가용접은 승인된 용접절차에 따라야 한다. 예열이 요구되는 재료일 경우, 가용접 시에도 본용접과 동일하게 예열하여야 한다.

(2) 용접은 공장 내에서 하는 것을 원칙으로 하며, 2편 2장 5절의 규정에 정한 기량자격을 가진 용접공이 하여야 한다.

(3) 용접부의 모재는 특히 승인받은 경우를 제외하고는 2편 1장의 규정에 적합한 것으로서 탄소함유량이 0.35 %를 넘어서는 아니 된다.

(4) 용접 이음부의 홈가공은 우리 선급이 인정하는 규격 및/또는 승인된 도면에 적합하여야 한다. 홈가공은 적절한 기계적인 방법으로 실시하여야 한다. 가스 절단을 하는 경우, 그라인딩 또는 치핑 등의 방법으로 건전부에 이르기까지 불규칙한 절단에 의한 산화 스케일 및 모든 노치를 제거하여야 한다.

3. 용접이음

(1) 맞대기이음 용접은 완전 용입한 것이어야 하며, 특히 제1급 관장치에 있어서는 고품질의 루트부를 얻기 위한 특별한 조치가 취하여진 것이어야 한다.

(2) 두께가 다른 관을 맞대기이음 용접할 경우에는 두꺼운 쪽에 1/4 이하의 기울기를 주어 얇은 쪽의 두께에 일치시켜야 한다.

(3) 용접이음매의 어긋남 : 맞대기 용접이음매의 어긋남은 다음의 값을 넘어서는 아니 된다.

(가) 뒷땀판을 사용하는 경우에는 0.5 mm

(나) 뒷땀판을 사용하지 아니하는 경우

- (a) 안지름이 150 mm 미만이고 두께가 6 mm 이하일 때에는 1 mm 또는 두께의 25 % 중 작은 값.
 - (b) 안지름이 300 mm 미만이고 두께가 9.5 mm 이하일 때에는 1.5 mm 또는 두께의 25 % 중 작은 값.
 - (c) 안지름이 300 mm 이상이거나 두께가 9.5 mm 를 넘을 때에는 2 mm 또는 두께의 25 % 중 작은 값.
- (4) 지관을 보강판, 칼라 또는 다른 승인된 방법에 따라 보강하거나 또는 관의 강도를 유지하기 위하여 주관과 지관의 두께를 증가시킨 경우 지관은 압력을 받는 주관에 용접으로 연결할 수 있다. 【지침 참조】
4. 용접부의 예열 관을 용접하는 경우에는 재료의 종류, 두께에 따라서 표 5.6.12에 정한 최저예열온도로 예열하여야 한다.
5. 용접후 열처리
- (1) 열처리는 재료의 규정된 물성치를 저하시켜서는 아니 되며, 필요한 경우에는 열처리의 효과를 검증하여야 한다. 열처리는 온도기록장치가 구비되어 있는 적절한 열처리로 내에서 실시하여야 한다. 그러나, 승인된 절차에 따르는 경우에는 용접부 길이방향의 충분한 부분에 대한 국부열처리를 인정할 수 있다.
 - (2) 관은 용접 완료 후(산소-아세틸렌 용접은 제외) 표 5.6.13에 따라 잔류응력 제거를 위하여 용접 후 열처리를 하여야 한다. 잔류응력 제거 열처리는 관을 천천히 그리고 균일하게 표 5.6.13에 나타낸 온도범위까지 가열하고, 이 온도에서 적당한 시간(일반적으로 두께 25 mm 마다 1시간(최소 30분))을 유지한다. 그리고, 열처리로 내에서 천천히 그리고 균일하게 400 °C를 초과하지 않는 온도까지 냉각한 후 공기 중에서 대기 온도로 냉각한다. 어떤 경우에도 열처리 온도는 $t_r - 20$ °C 보다 높을 필요는 없다. 다만, t_r 는 재료의 최종 템퍼링 온도이다.
 - (3) 산소-아세틸렌 용접을 한 경우, 표 5.6.14에 따라 열처리를 하여야 한다.
 - (4) 전 (1)호, (2)호 및 (3)호에 규정한 재료 이외의 관은 모재 및 용접재의 종류, 용접법 등에 따라 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

표 5.6.12 용접부의 예열

재료의 종류		용접부의 두께 t (mm)	최저예열 온도(°C)
제1종 제2종 제3종	$C + \frac{Mn}{6} \leq 0.4$	$t \geq 20^{(1)}$	50
	$C + \frac{Mn}{6} > 0.4$	$t \geq 20^{(1)}$	100
제4종	RST 412	$t > 13^{(1)}$	100
	RST 422	$t < 13^{(2)}$	100
	RST 423	$t \geq 13$	150
	RST 424 ⁽²⁾	$t < 13$	150
$t \geq 13$		200	

(비고)

1. 재료의 종류는 2편 1장 402.에 따른다.
2. 표의 (1) 및 (2)는 아래의 조건에 따른다.
 - (1) 0 °C 미만의 주위온도에서 용접하는 경우에는 우리 선급이 특별히 승인한 경우를 제외하고 두께에 관계없이 해당재료의 최저예열온도까지 예열하여야 한다.
 - (2) 우리 선급이 특별히 승인한 경우에는 경도시험의 결과에 따라 두께 6mm 이하의 것은 예열을 생략할 수 있다.

표 5.6.13 용접후 열처리를 필요로 하는 관

재료의 종류	용접부의 두께 t (mm)	열처리 온도(°C)
제1종 제2종 제3종	$t \geq 15^{(2)(3)}$	550 ~ 620
제4종	RST 412	$t \geq 15^{(2)}$
	RST 422 RST 423	$t > 8$
	RST 424	모든 것 ⁽¹⁾
		650 ~ 720

(비고)

1. 재료의 종류는 2편 1장 402.에 따른다.
2. 표의 (1) ~ (3)은 다음에 따른다.
 - (1) 두께가 8 mm 이하, 바깥지름이 100 mm 이하로서 설계온도가 450 °C 이하의 관에 대하여는 열처리를 생략할 수 있다.
 - (2) 저온에서 샤르피 V-노치 충격 특성이 요구되는 재료로 사용되는 경우로서 우리 선급이 인정하는 경우, 용접 후 열처리에 적용되는 상기의 두께를 증가시킬 수 있다.
 - (3) 우리 선급이 인정하는 경우, 탄소강 및 탄소-망간강은 30 mm 두께까지 잔류응력 제거 열처리를 생략할 수 있다.

표 5.6.14 관의 가공 및 용접 후의 열처리 및 온도

재료의 종류		열처리 및 온도(°C)
제1종, 제2종, 제3종		노멀라이징 880~940
제4종	RST 412	노멀라이징 900~940
	RST 422, RST 423	노멀라이징 900~960 템퍼링 640~720
	RST 424 (2.25Cr-1Mo)	노멀라이징 900~960 템퍼링 650~780
	RST 424 (0.5Cr-0.5Mo-0.25V)	노멀라이징 930~980 템퍼링 670~720

106. 관의 가공 및 가공후 열처리

- 제1급관 및 제2급관을 열간가공하는 경우에 관의 가열온도는 원칙적으로 1,000 °C에서 850 °C 범위 내로 하고, 가공 과정에서 온도는 750 °C까지 낮출 수 있다. **【지침 참조】**
 - 이 온도 범위 내에서 열간가공을 하는 경우 RST 422, RST 423 및 RST 424는 표 5.6.13에 따라 응력제거를 위한 열처리를 하여야 한다. 제1종~제3종 및 RST 412는 열처리를 요구하지 않는다.
 - 이 온도 범위를 벗어나서 열간가공을 하는 경우, 표 5.6.14에 따라 별도의 새로운 열처리를 하여야 한다.
- 제1급관 및 제2급관을 냉간가공하는 경우에는 표 5.6.13에 따라 응력제거를 위한 열처리를 하여야 한다. 다만, 규격 최소인장강도가 320, 360 및 410 N/mm² 인 탄소강 및 탄소-망간강은 예외로 한다. $r \leq 4D$ (r : 굽힘가공에 의한 평균 반지름, D : 관의 바깥지름)인 경우, 표 5.6.14에 따른 열처리를 고려하여야 한다.

107. 배관에 관한 일반사항

1. 관의 배열

- 관은 떼어내기 및 기기의 보수가 용이하도록 가능한 한 정연하게 배관하여야 한다.
- 관은 온도의 변화나 선체의 변형에 따른 팽창, 수축 또는 구조적 응력을 고려하여 배관하여야 한다.
- 관은 공기 및 드레인의 체류, 유체의 압력손실 등에 따른 기기의 성능에 나쁜 영향을 주지 아니하도록 배관하여야 한다.
- 관은 유해한 진동이 발생하지 아니하도록 확실히 부착하여야 한다.
- 무거운 관, 밸브 및 관부착품은 그 무게에 의하여 인접한 관이나 관장치의 기기에 심한 부가응력이 발생하지 아니하도록 지지하여야 한다.
- 발전기, 전동기, 배전반, 제어기 등의 전기기기 근처에는 되도록 관을 배치하지 않아야 한다. 다만, 부득이 배관하는 경우에는 누설에 대한 특별한 고려가 없는 한 관의 이음부는 전기기기로부터 안전한 거리를 두어야 한다.

【지침 참조】

- 윤활유, 연료유, 화물유 및 기타 유관의 장치는 보일러, 증기관, 배기가스관, 소음기, 기타의 고열부의 직상부에 설치하여서는 아니되며, 가능한 한 고열로부터 격리시켜 배치하여야 한다.
- 유출된 기름이 고온부, 전기장치 또는 기타 발화원에 접촉할 우려가 있는 유압장치로서 사용압력이 1.5 MPa 를 초과하는 경우에는 가능한 한 분리된 구역 내에 위치하여야 한다. 이것이 불가능할 경우, 적절한 차폐물을 설치하여야 한다.

2. 관 및 관부착품의 보호

- 화물창, 체인로커 및 기타 손상받기 쉬운 구역에 설치한 관, 관부착품, 밸브 및 밸브조작장치 등은 유효하게 고정하고 적절히 보호되어야 하며, 만일 덮개를 씌워서 보호하는 경우에는 검사를 위하여 덮개를 용이하게 벗길 수 있도록 하여야 한다.
- 냉동구획의 빌지관, 공기관, 측심관 등 내부가 동결할 우려가 있는 관은 적절히 보온장치를 하여야 한다. **【지침 참조】**
- 보수점검을 위하여 접근이 어려운 장소에 배관하는 관은 방식조치를 하고 부식에 대하여 특별히 고려하여야 한다.
- 로로선 및 컨테이너선의 화물구역을 포함하여 건화물용 화물창내의 해수관은 손상될 수 있는 곳에서는 화물의 충격으로부터 보호되어야 한다. (2022)

- 도출밸브 설계압력을 넘을 가능성이 있는 모든 관계통에는 도출밸브 또는 이에 대신하는 안전장치를 설치하여야 한다.

4. 압력계 및 온도계 【지침 참조】

- (1) 관장치에서 필요하다고 인정되는 곳에는 압력계 및 온도계를 설치하여야 한다.
- (2) 압력이 작용하는 주관으로부터 계측장치를 분리하기 위하여 주관에 근접하여 콕 또는 밸브를 설치하여야 한다.
- (3) 연료유, 윤활유 및 기타 가연성 기름을 포함하는 관장치 또는 기기에 온도계를 설치하는 경우, 파손 또는 분해되었을 때 기름이 비산하는 것을 방지하기 위하여 안전한 포켓 안에 설치하여야 한다.

5. 개스킷 및 패킹 관장치의 관플랜지, 관이음, 밸브덮개, 밸브대 등에 사용하는 개스킷 및 패킹은 유체의 종류, 사용상태 및 접촉면의 상태 등에 적합한 것이어야 한다. 【지침 참조】

6. 삽입이음 화물창, 디프탱크, 기타 접근하기 어려운 구획의 배관에는 별도로 정하는 경우를 제외하고 삽입이음을 사용하여서는 아니 된다. 【지침 참조】

7. 관의 관통부 관이 수밀격벽, 갑판, 내저판 또는 디프탱크의 정판, 저판 및 격벽을 관통하는 경우에는 수밀이 확실히 유지되도록 장치하여야 한다. 【지침 참조】

8. 수밀격벽 【지침 참조】

- (1) 선수격벽에는 관장치를 구성하지 아니하는 독립의 밸브 또는 콕을 부착하여서는 아니 된다.
- (2) (3)호의 규정이 적용되는 경우를 제외하고, 관에 화물선의 견현갑판 및 여객선의 격벽갑판 상부에서 조작가능한 원격 제어 밸브가 설치되어 있다면, 선수 탱크의 액체를 처리하기 위한 1개의 관만이 화물선의 견현갑판 및 여객선의 격벽갑판 하부에서 충돌격벽을 관통할 수 있다. 해당 밸브는 통상 잠긴 상태를 유지하여야 한다. 만약, 해당 밸브의 조작 중 원격 제어 시스템이 고장난다면, 해당 밸브는 자동으로 닫히거나 화물선의 견현갑판 및 여객선의 격벽갑판 상부에서 수동으로 닫을 수 있어야 한다. 해당 밸브는 충돌격벽 전방 또는 후방에 위치하여야 하며, 밸브가 충돌격벽 후방에 위치하는 경우에는 화물구역이 아닌 구역이어야 한다. 해당 밸브는 강, 청동 기타 승인된 연성재료의 것이어야 한다. 통상의 주철 또는 이와 유사한 재료의 밸브는 인정되지 아니 한다. (2024)
- (3) 선수탱크가 다른 2종류의 액체를 적재하도록 분리된 경우에는 (2)호의 요건에 적합한 2개의 관이 격벽갑판 하부의 선수격벽을 관통하는 것을 인정할 수 있다. 다만, 그러한 두 번째 관의 설치에 대체하는 실제적인 방안이 없고 선수탱크의 구획분할에 의하여 선박의 안전이 유지되는 것을 우리 선급이 인정하는 경우에 한한다.
- (4) 선수격벽을 제외한 다른 수밀격벽에는 부득이한 경우, 관장치를 형성하지 않는 드레인 밸브 또는 콕을 붙일 수 있다. 다만, 이 경우에는 쉽게 접근하여 검사할 수 있는 곳에 설치하여야 하며, 그 밸브 또는 콕이 기관실 전후단격벽의 기관실 내측에 설치되어 있는 경우 이외에는 격벽갑판상에서 조작할 수 있고 개폐 여부를 항상 명확히 알 수 있는 것으로서 그의 조작봉의 중량이 밸브 또는 콕으로 지지되지 아니하는 구조의 것이어야 한다.

9. 선수격벽전방의 기름 적재금지 총톤수 400 톤 이상의 선박에 있어서는 충돌격벽의 전방에 기름 또는 기타 인화성물질을 적재하여서는 아니 된다.

10. 표시

- (1) 선내의 안전상 필요하다고 인정되는 장소에 있는 관장치의 관에는 식별할 수 있는 색으로 표시하여야 한다.

【지침 참조】

- (2) 선내의 소화용으로 사용할 수 있는 관장치의 밸브체스트에는 빨간색으로 도장하여야 한다.

11. 관의 세척 관장치는 필요에 따라 가공 후 또는 선내 배관 후 내부를 세척하여야 한다.

12. 해수관과 청수관의 겸용 해수관과 청수관은 가능한 한 별도로 배관하여야 한다. 만일 부득이한 경우에는 해수와 청수가 섞이지 아니하도록 적절한 장치를 하여야 한다. 【지침 참조】

제 2 절 공기관, 넘침관 및 측심장치

201. 공기관

1. 일반

- (1) 모든 탱크, 코퍼뎀, 터널 및 폐워된 구조의 보이드 구역에는 공기관을 설치하여야 한다. (2019) **【지침 참조】**
- (2) 탱크에는 2개 이상의 공기관을 가능한 한 떨어지게 설치하여야 한다. 다만, 정판의 길이와 너비 양쪽이 7 m 미만의 탱크 또는 정판이 경사진 탱크의 공기관은 가장 높은 곳에 1 개만 설치할 수 있다.
- (3) 탱크의 정부가 불규칙한 모양의 것일 경우에는 공기관의 위치 및 수에 대하여 특별히 고려하여야 한다.
- (4) 공기관은 액체가 고이지 아니하도록 배치하고, 상단에는 명판을 붙여야 한다.
- (5) 연료유 서비스탱크, 연료유 세틀링탱크 및 유회유탱크의 공기관은 손상된 경우에도 해수 또는 빗물이 직접 유입되지 아니하는 구조이어야 한다. **【지침 참조】**

2. 공기관 개구의 위치

이중저, 디프탱크, 코퍼뎀 또는 해수와 통할 가능성이 있는 탱크에 설치한 공기관은 격벽갑판보다 위로 유도하여야 하며, 탱크의 용도에 따라 개구의 위치는 다음 각 호에 적합하여야 한다.

- (1) 연료유탱크, 화물유탱크, 이들 탱크에 인접하는 코퍼뎀 및 펌프로 액체를 적재할 수 있는 탱크의 공기관은 개방된 곳에 개구를 가져야 한다. **【지침 참조】**
- (2) 연료유탱크 및 화물유탱크의 공기관은 탱크에 기름을 실을 때 개구로부터 넘침이나 가스의 방출로 발화할 우려가 없는 안전한 곳에 개구하여야 한다.
- (3) 유회유탱크의 공기관은 기관실 내에 개구하여도 좋으나 개구로부터 넘쳐 나오는 기름이나 가스가 전기장치나 고온부에 접촉할 우려가 없는 곳에 설치하여야 한다. 다만, 탱크 내에 설치된 가열기에 의해 가열되는 유회유탱크의 공기관은 개방된 곳에 개구하여야 한다.
- (4) 청수탱크의 공기관은 기관실에 개구할 수 있다.

3. 공기관 개구의 보호

- (1) 노출갑판상에 개구된 공기관의 개구단에는 자동식 공기관 폐쇄장치를 설치하여야 한다. 모든 자동식 공기관 폐쇄장치는 우리 선급의 형식승인을 받아야 한다.
- (2) 연료유 및 화물유 탱크의 공기관의 개구단에는 소제하거나 교환하기 위하여 쉽게 떼어낼 수 있고 우리 선급이 적당하다고 인정하는 플레임스크린(flame-screen)을 설치하여야 한다. 또한, 이 스크린의 총유통단면적은 공기관의 소요단면적 보다 작아서는 아니 된다. **【지침 참조】**

4. 공기관의 치수

- (1) 펌프로 액체를 주입하는 탱크에 설치하는 공기관은 주입관 합계단면적의 1.25배 이상의 합계 단면적을 가져야 한다. 다만, 넘침관이 설치되어 있는 탱크의 공기관에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**

- (2) 코퍼뎀 또는 선체의 일부를 형성하는 탱크의 공기관 안지름은 50 mm 이상이어야 한다.

5. 공기관의 높이

공기관을 노출된 건현갑판, 또는 선루갑판으로 유도하는 경우에는 그 노출부분은 견고한 구조로 하고, 갑판상면상의 공기관의 높이는 다음 표에 의한 것 이상이어야 한다. 다만, 선박의 작업에 방해가 되는 경우에는 폐쇄장치, 기타의 조건 등을 고려하여 그 높이를 적절히 경감할 수 있다. **【지침 참조】**

위치	코밍의 높이
건현갑판상	760 mm
선루갑판상	450 mm

202. 넘침관

1. 일반

- (1) 펌프로 액체를 실는 탱크가 다음의 하나에 해당될 경우에는 넘침관을 설치하여야 한다.
 - (가) 공기관의 단면적이 201.의 4항 (1)호의 규정에 적합하지 아니할 때
 - (나) 탱크에 설치한 공기관의 개구단보다 아래에 개구를 가지고 있을 때 **【지침 참조】**
 - (다) 연료유 세틀링탱크 및 연료유 서비스탱크
- (2) 넘침관은 액체가 고이지 않고 쉽게 볼 수 있도록 배치하고, 대기개구단에는 명판을 붙여야 한다.

2. 넘침관의 유도

- (1) 연료유탱크 및 윤활유탱크의 넘침관은 적절한 용량의 넘침탱크 또는 넘쳐나오는 양을 충분히 처리할 수 있는 다른 탱크에 유도하여야 한다.
- (2) 연료유탱크 및 윤활유탱크의 넘침관에는 잘 보이는 위치에 사이트글라스를 설치하든가 또는 기름이 정하여진 액면에 도달한 것을 나타내는 경보장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
- (3) 연료유탱크, 화물유탱크 및 윤활유탱크 이외의 탱크의 넘침관은 대기로 개구하든가 또는 넘쳐나오는 양을 처리할 수 있는 적절한 탱크로 유도하여야 한다.

3. 넘침관의 치수

넘침관의 합계단면적은 주입관의 합계단면적의 1.25 배 이상이어야 하며, 어떠한 경우에도 안지름은 50 mm 이상이어야 한다.

4. 넘침관의 역류방지 및 상호유통방지

- (1) 넘침관이 연결된 탱크가 손상받은 경우에도 넘침관을 통하여 해수가 다른 수밀구획에 위치한 탱크로 역류할 수 없도록 장치하여야 한다.
- (2) 기름, 평형수 또는 일반화물 등을 교대로 신는데 사용하는 탱크의 넘침관이 다른 탱크의 넘침관과 공통으로 연결되었을 경우에는 탱크에 일반화물을 신고 있을 때에 다른 탱크로부터 액체 또는 증기가 들어오지 아니하도록 하고, 기름을 신고 있을 때에는 다른 탱크로부터 평형수 또는 다른 종류의 기름이 들어오지 아니하도록 장치하여야 한다.
- (3) 선측으로 방출되는 넘침관은 만재흡수선 상방에 개구하여야 하며, 선측에 체크밸브를 설치하여야 한다. 또한, 넘침관이 견원갑판 상방에 있지 아니한 경우에는 선내로 물이 역류하는 것을 방지하기 위하여 선측 개구는 302.의 4항에 명시된 수밀구역으로부터 증력에 의한 선외배출에 대하여 적용하는 것과 동일한 규정에 따라 보호되어야 한다. 여기서, 하기만재흡수선으로부터 '선내 개구단'의 수직거리는 하기만재흡수선으로부터 선외 배출관의 최고 위치까지의 높이로 할 수 있다.
302.의 4항의 규정에 따라 폐쇄장치가 있는 체크밸브가 요구될 경우, 이 밸브의 오조작을 방지하기 위한 수단을 갖추어야 한다. 이 수단은 그 밸브를 허가된 사람에 의해서만 폐쇄할 수 있다는 취지의 경고판을 밸브 조작장치에 부착하는 것으로 대신할 수 있다.

203. 측심장치

1. 일반

- (1) 모든 탱크, 코퍼뎀 및 항상 접근하기 곤란한 구획에는 측심관을 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
- (2) 화물창의 측심관은 가능한 한 양쪽 끝단에 있는 빌지흡입관 근처에 설치하여야 한다.
- (3) 측심관의 상단에는 명판을 부착하여야 한다.
- (4) 이 규정에 추가하여 8편 2장 1절의 해당 규정에도 만족하여야 한다.

2. 측심관의 상단

- (1) 측심관은 격벽갑판상의 항상 접근하기 쉬운 장소에 유도하고, 그 상단에는 확실히 폐쇄할 수 있는 장치를 하여야 한다.
- (2) 측심관을 격벽갑판상으로 유도하기 곤란한 기관실 및 축로에 있어서 짧은 측심관은 바닥판상의 접근하기 쉬운 장소에 유도할 수 있다. 이 경우에 측심관의 상단에는 탱크의 종류에 따라 다음의 요건에 적합한 폐쇄장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
 - (가) 연료유탱크, 윤활유탱크, 기타의 가연성 기름을 저장하는 탱크의 측심관은 8편 2장 1절의 해당 규정에 적합하여야 한다.
 - (나) (가)에서 언급한 기름탱크 이외의 탱크 및 코퍼뎀의 측심관은 슬루스밸브, 콕 또는 떼어낼 수 없는 나사박이로 된 덮개를 설치하여야 한다.

3. 측심관의 구조 **【지침 참조】**

- (1) 측심관은 가능한 한 곧고 바르게 설치하여야 하며, 부득이 굽힐 필요가 있을 경우에는 측심봉 또는 체인이 쉽게 들어갈 수 있도록 곡률이 완만하여야 한다.
- (2) 측심관의 하단에는 충분한 두께의 이중판 또는 타격판을 설치하여야 한다. 측심관에 폐쇄식 끝단을 적용한 경우, 폐쇄플러그는 충분한 강도를 갖는 것이어야 한다.
- (3) 측심관의 안지름은 32 mm 이상이어야 한다. 다만, 0 °C 이하로 냉각되는 구획을 통과하는 측심관의 안지름은 65 mm 이상이어야 한다.

4. 기타의 측심장치

- (1) 형식승인을 받은 액면지시장치는 탱크의 측심을 위하여 측심관 대신 사용할 수 있다. 측심관 대신에 원격 액면지시

장치를 설치할 경우, 그 장치의 고장 시에도 액면을 확인하기 위한 비상수단(예: 항상 접근하여 액면을 확인할 수 있는 맨홀 또는 제2의 측심수단)을 갖추어야 한다.

- (2) 이 액면지시장치는 선박에 장비한 후 효력시험을 하여야 한다.
- (3) 연료유, 윤활유 및 기타의 가연성 기름을 저장하는 탱크에 유리로 만든 유면계를 사용하는 경우에는 8편 2장 102.의 3항 (5)호 (나) 및 (다)의 요건에 적합하여야 한다.

제 3 절 해수흡입 및 선외배출

301. 선체붙이밸브 및 부착품

1. 거치

- (1) 선외로부터 해수를 흡입하거나 선외로 배출하는 모든 관은 외판 또는 선체의 일부를 형성하는 시체스트에 붙은 밸브 또는 콕에 연결하여야 한다.
- (2) (1)호의 밸브 및 콕은 외판 또는 선체의 일부를 형성하는 시체스트에 용접한 이중판에 외판을 관통하지 아니하는 스티드 볼트로 부착하거나 또는 선체붙이 디스텐스 피스에 볼트로 부착하여야 한다. 이 경우, 선체붙이 디스텐스 피스는 외판을 관통하도록 설치하여야 하며 선외배출 밸브 및 콕을 부착하는 이중판은 스피جت(spigot)을 갖는 것이어야 한다.
- (3) 보일러 및 증기발생장치의 방출밸브 또는 콕이 붙은 외판의 외면에는 보호링을 붙여야 하며 선체붙이 디스텐스 피스 또는 스피جت(spigot)은 이 보호링을 관통하도록 설치하여야 한다.

2. 디스텐스 피스의 구조 디스텐스 피스는 견고한 구조로서 가능한 한 짧은 것이어야 한다. **[지침 참조]**

3. 해수흡입밸브 및 선외배출 밸브

- (1) 해수흡입 또는 선외배출 밸브 및 콕은 쉽게 접근할 수 있는 장소에 설치하여야 하며, 개폐상태를 알 수 있는 개폐 표시기를 갖는 것이어야 한다.
- (2) 해수흡입밸브는 해수흡입에 지장을 주지 아니하는 장소에 설치하여야 하며, 그 밸브의 조작핸들은 바닥판상의 조작하기 쉬운 장소에 배치하여야 한다. 또한, 동력으로 개폐되는 해수흡입밸브는 수동으로도 조작할 수 있는 구조이어야 한다.
- (3) 보일러 및 증발기의 방출밸브 및 콕은 접근하기 쉬운 장소의 선체외판에 붙여야 하며, 개폐상태를 알 수 있도록 개폐 표시기를 갖는 것이어야 한다. 또한, 콕의 핸들은 콕이 닫혀있지 아니한 한 떼어낼 수 없는 구조이어야 하며, 밸브의 경우에는 밸브핸들이 밸브대에 적절히 고정되어 있는 것이어야 한다.

4. 선외 배출구의 위치 선외 배출구의 개구는 해면에 내린 구멍정에 배수가 들어가지 아니하는 장소에 설치하여야 한다. 만일 부득이 그와 같은 곳에 배치할 경우에는 배수가 들어가지 아니하도록 특별히 고려하여야 한다. **[지침 참조]**

302. 시체스트의 구조

- 1. 선체의 일부를 구성하는 시체스트는 가능한 한 작은 것으로 공기의 체류가 없고, 견고한 구조이어야 한다.
- 2. 해수흡입밸브 또는 시체스트의 선외 흡입구에는 그레이팅(grating)을 부착하여야 하며, 그 총유효단면적은 해수흡입밸브 입구면적의 2 배 이상이어야 한다. 또한, 그레이팅(grating)은 저압증기, 압축공기 또는 적절한 수단으로 소제할 수 있는 장치가 되어 있어야 한다. (2023)

303. 배수구 및 위생수의 배출

- 1. 일반 선외의 배수구, 위생수 배출구 또는 기타 이와 유사한 개구는 한 개의 개구를 가능한 한 공용하든가 또는 다른 적절한 방법에 의하여 그 수를 최소로 할 것을 권장한다. 다만, 종류가 다른 선외 배출구는 특별히 승인받은 경우 이외에는 서로 연결하여서는 아니 된다.
- 2. 배수구
 - (1) 모든 갑판에는 유효하게 배수할 수 있는 충분한 수 및 단면적을 갖는 배수구를 설치하여야 한다.
 - (2) 배수구가 선체외판이나 선루구조의 측판을 관통할 경우에는 관통부를 적절히 보강하여야 한다.
- 3. 노출갑판의 배수구 갑판의 노출부분 및 유효한 수밀문이 설치되어 있지 아니하는 선루 또는 갑판실 내의 배수관은 선외로 유도하여야 한다.
- 4. 배수관 및 위생수관의 역류방지 장치 견현갑판하의 각 갑판 및 둘러싸인 선루 또는 견현갑판상의 둘러싸인 갑판실 내의 배수관 및 위생수 배출관은 선내 빌지탱크 또는 적당한 위생수탱크로 유도하여야 한다. 다만, 다음 각호의 규정

에 따른 밸브를 설치하는 경우에는 선외로 유도할 수 있다. **【지침 참조】**

- (1) 견현감판상의 장소에서 확실히 폐쇄시킬 수 있는 자동체크밸브 1 개 또는 폐쇄장치가 없는 자동체크밸브와 견현감판상의 장소에서 폐쇄시킬 수 있는 스톱밸브를 설치하여야 한다. 밸브의 조작장치는 개폐표시기를 가지고 쉽게 접근할 수 있는 장소에 설치하여야 한다. 다만, 기관실 내의 외판을 관통하여 배수관을 선외로 배출하는 경우에는 그 장소에서 확실히 폐쇄할 수 있는 밸브를 외판에 직접 부착하고, 선내측에 1 개의 체크밸브를 설치하는 것을 인정할 수 있다. 밸브의 조작장치는 쉽게 접근할 수 있는 장소에 설치하여야 한다. (2021)
- (2) 만재흡수선으로부터 배수관의 선내 개구단까지의 수직 거리가 $0.01 L_f$ (L_f : 규칙 3편 1장에서 규정하는 견현용 길이)를 초과하는 경우는 (1)호의 밸브 대신 폐쇄장치가 없는 자동체크밸브 2 개로 할 수 있다. 이러한 경우, 선내측의 밸브는 열대 하기 만재흡수선 상방에 위치하여야 하며, 운항상태하에서 항상 검사를 위한 접근이 가능하여야 한다. 이것이 실행 불가능한 경우, 밸브위치에서 조작 가능한 스톱밸브를 2개의 자동체크밸브 사이에 설치하는 조건으로 선내측의 밸브가 열대 만재 흡수선 상방에 위치하지 않아도 된다.
- (3) 선외 배출관의 선내 개구단과 하기 만재흡수선 사이의 수직거리가 $0.02 L_f$ 을 초과할 경우에는 (1)호의 나사조임 체크밸브 대신에 폐쇄장치가 없는 1 개의 자동체크밸브를 설치할 수 있다.

5. 견현감판상 폐워된 화물구역의 배수관

4항의 규정에도 불구하고, 견현감판상 폐워된 화물구역의 배수관은 다음 규정에 적합하여야 한다.

- (1) 횡경사 5° 를 초과하는 경우에 견현감판 끝단이 잠기는 경우, 배수관은 4항의 규정에 적합하게 선외로 직접 유도되어야 한다. **【지침 참조】**
- (2) 횡경사 5° 이하인 경우에 견현감판 끝단이 잠기는 경우, 배수관은 다음 요건에 만족하여야 한다.
 - (가) 배수관은 선내 빌지웰에 직접 유도되어야 한다.
 - (나) 배수관이 유도되는 빌지웰에는 고액면 경보장치를 갖추어야 한다.
 - (다) 해당 화물구역에 고정식 탄산가스 소화장치가 설치되어 있는 경우 탄산가스의 누설을 방지할 수 있는 수단을 갖추어야 한다.

6. 선외 배출관 모든 배수관 및 위생수 배출관이 견현감판하 450 mm 보다 하방에서 외판을 관통하던가 하기만재흡수선 상방 600 mm 보다 하방에서 외판을 관통하는 경우에는 이 선외배출구에는 외판에 직접 부착된 자동체크밸브를 설치하여야 한다. 다만, 이 밸브는 4항의 규정에서 요구하는 것을 제외하고 표 5.6.2에 따라 두꺼운 관을 사용할 경우에는 생략할 수 있다.

7. 갑판 청소용 해수관 및 위생수관 갑판 청소용 해수관 및 펌프로부터 선내 위생수탱크로의 토출관은 화물창을 통과하여서는 아니 된다. 다만, 부득이 배관할 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

8. 쓰레기 배출구

- (1) 쓰레기 배출구에는, 견현감판상의 장소에서 확실히 폐쇄시킬 수 있는 자동체크밸브 대신 다음 규정에 적합한 2개의 게이트 밸브로 할 수 있다.
 - (가) 2개의 게이트밸브는 배출구의 작업감판에서 조작 할 수 있어야 한다.
 - (나) 낮은 위치의 밸브는 견현감판 상부의 장소에서 조작할 수 있어야 하며 2개의 밸브 사이에 상호 인터록장치를 설치하여야 한다.
 - (다) 선내 개구단은 지정된 하기견현에 대응하는 흡수에서 좌현 또는 우현으로 8.5° 횡경사된 상태에서 형성된 수선의 상부에 위치하여야 한다. 다만, 하기만재흡수선으로부터 최소한 1000 mm 상방의 장소이어야 한다. 선내 개구단이 하기만재흡수선으로부터 $0.01 L_f$ 을 초과하며 또한 선내 게이트밸브가 항상 접근이 가능한 경우, 그 게이트밸브는 견현감판 상방의 위치에서 조작할 필요는 없다.
- (2) (1)호의 규정에 만족하는 2개의 게이트밸브를 설치하는 대신, 배출구의 선내 개구단에 배출플랩(discharge flap)을 갖는 힌지식 풍우덮 덮개를 설치할 수 있다. 이 덮개 및 플랩은 호퍼(hopper) 덮개가 닫히지 않는 한 배출 플랩이 작동될 수 없도록 인터록을 설치하여야 한다.
- (3) 덮개를 포함한 배출구 전체는 충분한 두께를 가져야 한다.
- (4) 게이트밸브 및/또는 힌지식 덮개의 제어장치에는 “사용하지 않을 때는 폐쇄할 것”을 명확히 표시하여야 한다.
- (5) 손상복원성 요건을 적용받는 선박에 있어서는, 배출구의 선내 개구단이 견현감판보다 아래쪽에 있는 경우 다음 규정을 만족하여야 한다.
 - (가) 선내 개구단의 힌지식 덮개/밸브는 수밀이어야 한다.
 - (나) 나사조임식 체크밸브를 최고만재흡수선보다 상부의 접근하기 쉬운 위치에 설치하고 격벽갑판 위쪽에서 조작할 수 있어야 하며 개폐 표시기를 갖추어야 한다. 그 밸브 제어장치에는 “사용하지 않을 때는 폐쇄할 것”을 명확히 표시하여야 한다.

제 4 절 빌지 및 평형수장치 [지침 참조]

401. 일반

1. 적용 [지침 참조]

- (1) 이 절의 규정은 길이 50 m 이상인 선박의 빌지 및 평형수 장치에 적용한다.
- (2) 여객선, 특수한 선박 및 길이 50 m 미만인 선박의 빌지 및 평형수 장치에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

2. 관장치 [지침 참조]

- (1) 액체를 전용으로 싣는 탱크 및 유효한 배수장치를 가지는 구획을 제외한 모든 수밀구획에는 통상의 조건하에서 빌지를 흡입 또는 배출할 수 있는 빌지관장치를 설치하여야 하며, 빌지 흡입구는 특별히 규정한 경우를 제외하고 빌지주관에 연결하여야 한다.
- (2) 평형수를 싣는 탱크에는 통상의 조건하에서 유효하게 평형수를 적재 또는 배출할 수 있는 관장치를 설치하여야 한다.
- (3) 이 장의 요건에 추가하여, 다음에 규정하는 배수장치 요건에도 적합하여야 한다.
 - (가) 위험물을 적재하는 갑판하의 화물구역에 냉각하기 위한 고정식 살수장치 등을 설치하는 경우에는 8편 12장 201.의 1항 (3)호
 - (나) 위험물을 적재하는 로로구역에 고정식 가압수분무장치를 설치하는 경우에는 8편 12장 201.의 9항
 - (다) 차량구역, 특수분류구역, 로로구역에 고정식 가압수분무장치를 설치하는 경우에는 8편 13장 501.의 4항 및 5항

402. 기관실 이외 구획의 배수설비 [지침 참조]

1. 화물창

- (1) 화물창이 1 개인 선박으로서 화물창의 길이가 33 m 를 넘는 경우에는 화물창의 전부 및 후부의 적절한 곳에 빌지 흡입구를 설치하여야 한다.
- (2) 이중저 내저판이 선박 양쪽까지 연장된 경우에는 빌지 흡입구를 선박의 양쪽에 위치한 빌지웰(bilge well)에 배치하여야 한다. 다만, 이중저 상면이 오목한 모양(오목형)으로 되어 있을 경우에는 중앙부에도 빌지웰을 설치하고, 빌지 흡입구를 배치하여야 한다. 그러나, 어선의 경우에는 1 개의 빌지웰을 배치하여도 인정할 수 있다.
- (3) 빌지 통로상에 내장판이나 연속거싯판이 설치된 경우에는 창내의 빌지가 자유롭게 빌지 흡입구에 도달할 수 있도록 하여야 한다.
- (4) 냉장창의 빌지관 장치에 대하여는 9편 1장 5절의 규정에 만족하여야 한다.

2. 탱크

- (1) 이중저탱크를 포함한 모든 탱크에는 탱크의 후부로부터 적절한 동력펌프에 연결된 흡입관을 설치하여야 한다. 다만, 선수미탱크가 청수탱크로서 작은 용량의 경우에는 수동펌프를 사용할 수 있다.
- (2) 모든 평형수탱크는 적어도 2개의 동력구동 평형수펌프에 연결되어야 한다. 그 중 한 대는 주기관에 의하여 구동되는 것으로 할 수 있다. 독립동력으로 구동되는 빌지, 위생수, 잡용수 펌프가 적절히 연결된 경우에는 이들 펌프도 독립동력 평형수펌프로 간주할 수 있다. 다만, 톱사이드탱크로부터 중력으로 배수하는 경우는 지침 303.의 2항 (1)호 (나)에 따른다. 또한, 7편 1장 1003.의 2항 (2)호와 같이 비상용으로 화물유펌프로 평형수를 흡입할 수 있도록 설치된 경우에는 화물유펌프를 1대의 독립 동력 평형수펌프로 간주할 수 있다.

3. 화물창 이외의 구획

- (1) 체인로커, 탱크로서 사용되지 아니하는 선수미구획 및 그 정판상의 구획의 빌지는 하기 만재흡수선 상방의 장소에서 항상 조작할 수 있는 이덕터 또는 수동펌프에 의하여 배수할 수 있다.
- (2) 선미 구획 상부에 위치하는 조타기실 또는 그 외의 폐위된 구획이 인접한 갑판 사이와 적절히 분리되어 있고 중력에 의한 배수가 가능하다면 배수구에 의하여 기관실 또는 축로에 배수할 수 있다. 이 경우, 관은 호칭지름 65 A 이하인 것으로 하고, 신속하게 작동하는 자동폐쇄밸브를 접근하기 쉬운 장소에 설치 하여야 한다. (2023)

4. 격벽의 수밀유지

- (1) 수밀구조가 요구되는 기관실격벽 및 축로는 격벽갑판하의 인접한 구획으로부터 기관실 또는 축로로 배출하는 배수구의 설치로 인하여 수밀에 영향을 주어서는 아니 된다. 다만, 이 배수구는 기관실 또는 축로 내에 설치된 것으로 나사조임 체크밸브를 통하여 빌지주관에 연결한 적절한 크기의 흡입구에 의하여 배수되는 견고한 구조의 배수탱크에 유도할 수 있다.
- (2) 이 배수탱크의 공기관은 격벽갑판상으로 유도하여야 하며, 탱크 내의 액면을 알 수 있는 장치를 하여야 한다.

(3) 이 배수탱크가 여러 수밀구획의 배수에 사용될 경우에는 배수관에 나사조임 체크밸브를 설치하여야 한다.

403. 기관실의 배수설비 [지침 참조]

1. 이중저구조의 기관실

- (1) 이중저가 기관실의 전길이에 걸쳐 연장되고, 선박의 양쪽에 각각 발지통로를 갖는 경우에는 각 발지통로에 1개의 발지지관 흡입구와 1개의 직접발지 흡입구를 각각 설치하여야 한다.
- (2) 이중저 내저판이 기관실의 전길이 및 전너비에 걸쳐 연장되었을 경우에는 양쪽에 각각 발지웰을 설치하고, 1개의 발지지관 흡입구와 1개의 직접발지 흡입구를 각 발지웰에 설치하여야 한다.

2. 이중저가 없는 기관실

- (1) 기관실이 이중저를 가지지 아니하고, 외판의 기울기가 5° 이상일 경우에는 가능한 한 선체의 중심선 부근의 접근할 수 있는 곳에 1개의 발지지관 흡입구와 1개의 직접발지 흡입구를 설치하여야 한다.
- (2) 선저외판의 기울기가 5° 미만인 선박에 있어서는 양쪽에 각각 발지지관 흡입구를 증설하여야 한다.

3. 발지 흡입구의 증설 선저구조 또는 기기의 배치 등에 따라 필요하다고 인정되는 장소에는 발지 흡입구를 적절히 증설하여야 한다.

4. 분리된 기관실 기관실이 수밀격벽에 의하여 주기관실로부터 보일러실 또는 보기실이 분리되어 있을 경우에는 보일러실 또는 보기실의 발지 흡입구는 각 구획의 구조에 따라 1항 또는 2항의 규정에 따른다. 다만, 이중저를 갖는 구조의 경우에는 직접발지 흡입구를 1개만 설치할 수 있다.

5. 직접발지 흡입구

- (1) 기관실의 직접발지 흡입구는 405.의 1항에 규정하는 독립동력에 의하여 구동하는 발지펌프에 유도하여야 하며, 다른 관장치와는 독립적으로 사용할 수 있도록 배관하여야 한다.
- (2) 직접발지 흡입관의 안지름은 발지주관의 소요안지름 보다 작아서는 아니 된다. 다만, 이중저 구조의 기관실에 있어서 비상발지 흡입구가 설치된 쪽의 직접발지 흡입관의 안지름은 발지 흡입지관의 소요안지름까지 감소할 수 있다.
- (3) 분리된 기관실이 좁은 경우에는 직접발지 흡입관의 안지름은 적절히 감소할 수 있다.

6. 비상발지 흡입구 (2017)

- (1) 선박의 각 주기관실에는 발지지관 흡입구 및 직접발지 흡입구 이외의 비상용으로 1개의 비상발지 흡입구를 설치하여야 한다.
- (2) 이 흡입구는 기관실 바닥판 위의 조작하기 쉬운 장소에 밸브조작핸들을 갖는 나사조임 체크밸브를 통하여 기관실의 적절한 저면으로부터 주냉각수 펌프 또는 주순환수 펌프에 유도하여야 한다. 다만, 주냉각수 펌프보다 큰 용량의 펌프들이 설치된 경우, 비상발지 흡입구는 405.의 1항에 규정하는 발지펌프 이외의 것으로 기관실 내에서 이용할 수 있는 최대 용량의 펌프에 유도할 수 있다.
- (3) 상기 (2)호에서 규정하는 펌프는 405.의 2항에 규정하는 발지펌프의 소요용량 이상이어야 하며 독립동력으로 구동되어야 한다.
- (4) 2대 이상의 주냉각수 펌프가 설치되어 있는 경우, 그 중 큰 용량의 주냉각수 펌프에 비상발지 흡입구를 연결하여야 한다.
- (5) 증기기관을 주기관으로 하는 선박에서의 비상발지 흡입구의 지름은 주순환수 펌프의 흡입구 지름의 2/3 이상이어야 하며, 그 외의 선박에서는 비상발지 흡입구가 연결된 펌프의 흡입구 지름과 같아야 한다.
- (6) 비상발지 흡입구에 사용되는 펌프가 자기 흡수형일 경우에는 비상발지 흡입구와 같은 쪽의 직접발지 흡입구는 생략할 수 있다.

404. 발지흡입관의 치수 [지침 참조]

1. 발지주관 발지주관의 안지름은 다음 식에 의한 안지름 d_m 에 가장 가까운 표준관으로서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것보다 작아서는 아니 된다. 다만, 어떠한 경우에도 발지흡입지관의 소요안지름 이상이어야 한다.

$$d_m = 1.68\sqrt{L(B+D)} + 25 \quad (\text{mm})$$

L, B 및 D : 각각 3편 1장에서 규정하는 선박의 길이, 너비 및 깊이 (m)

2. 발지흡입지관 발지흡입지관의 안지름은 다음 식에 의하여 산출한 안지름 d_b 에 가장 가까운 표준관으로서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것보다 작아서는 아니 된다. 다만, 소구획의 발지흡입관에 대하여 40 mm 까지 감소할 수 있

도록 우리 선급이 인정한 경우를 제외하고는 어떠한 경우에도 50 mm 이상이어야 한다.

$$d_b = 2.15\sqrt{l(B+D)} + 25 \quad (\text{mm})$$

l : 발지흡입지관에 따라서 배출되는 구획의 길이(m)

B 및 D : 각각 3편 1장에서 규정하는 선박의 너비 및 깊이(m)

3. 유조선 및 이와 유사한 선박의 발지주관 유조선에서와 같이 기관실의 발지펌프가 기관실 내의 발지흡입에만 전용되는 경우에는 발지흡입주관의 안지름 d_{m0} 는 다음 식에 의한 것까지로 감소할 수 있다.

$$d_{m0} = \sqrt{2}(2.15\sqrt{l_m(B+D)} + 25) \quad (\text{mm})$$

l_m : 기관실의 길이(m)

B 및 D : 각각 3편 1장에서 규정하는 선박의 너비 및 깊이(m)

4. 공통발지흡입관

- (1) 발지흡입주관과 2 개 이상의 발지흡입지관을 연결하는 공통발지흡입관의 단면적은 연결된 발지흡입지관중 가장 큰 2 개의 발지흡입지관의 단면적의 합보다 작아서는 아니 된다. 다만, 발지주관의 소요단면적보다 클 필요는 없다.
 - (2) 공통발지주관은 부득이한 경우를 제외하고 선측으로부터 횡방향으로 너비의 20 % 이내에 설치하여서는 아니 되며, 선박의 종방향으로 관을 설치하여야 한다. 발지지관과 주관 사이의 조정밸브는 항상 접근할 수 있어야 하며, 원격 조작장치는 승인된 스톱-체크 형식의 것이어야 한다. 원격조작장치는 유인기관구역에 위치하거나 견현갑판상의 접근할 수 있는 위치 또는 갑판하의 통로에 위치할 수 있다. 원격조작장치는 유압식, 공기식 또는 수동조작식으로 할 수 있다.
5. 선수미탱크 및 축로의 발지흡입관 선수미탱크 및 축로로부터의 발지흡입관의 안지름은 65 mm 보다 작아서는 아니 된다. 다만, 길이가 60 m 이하의 선박에서는 50 mm 까지 감소할 수 있다. (2023)
6. 402.의 1항 (1)호에 따라 화물창 전부 및 후부에 발지흡입구를 설치하는 경우에는 전부에 설치한 발지흡입지관의 안지름은 2항에서 규정하는 값의 70 %까지 감소시킬 수 있다.

405. 발지펌프 【지침 참조】

1. 펌프의 수

- (1) 모든 선박은 독립동력에 의하여 구동되는 발지펌프를 2 대 또는 2 군(群)을 기관실에 설치하여야 한다. 다만, 길이가 90 m 이하의 선박에는 1 대를 주기관에 의하여 구동되는 것으로 할 수 있다.
- (2) 독립동력으로 구동되는 평형수 펌프, 위생수 펌프, 잡용수 펌프가 발지주관에 적절히 연결된 경우에는 이들 펌프도 (1)호의 독립동력 펌프로 간주할 수 있다.
- (3) (1)호에 정하여진 독립동력 펌프 중 1 대는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우, 발지펌프 이외의 해수펌프에 연결된 이덕터로 대신할 수 있다. 이 경우, 이덕터의 흡입능력은 2항의 규정에 따라야 한다.

2. 펌프의 용량

- (1) 1항에 규정하는 각 펌프 또는 각 펌프군의 용량 Q 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Q = 5.66d_m^2 10^{-3} \quad (\text{m}^3/\text{hr})$$

d_m : 발지흡입주관의 소요안지름 (mm)

- (2) 이들 발지펌프 중 1대의 펌프 또는 1조의 펌프군의 흡입능력이 규정의 용량보다 약간 부족할 경우, 다른 펌프 또는 펌프군의 여유용량으로 이를 보충할 수 있다. 그러나 어떠한 경우에도 부족한 발지펌프의 용량은 규정용량의 70 % 이상이어야 한다.
3. 펌프의 형식 1항에 규정하는 독립동력 발지펌프는 자기흡수형의 것이거나 이와 동등한 형식을 장비하여 즉시 사용할 수 있는 것이어야 한다.
4. 펌프의 흡입개소 1항에서 규정한 동력펌프는 모든 화물창, 기관실 및 축로에서 발지를 흡입할 수 있도록 배치하여야

한다. 다만, 화물창의 빌지를 해당 화물창 전용의 이덕터로 배출하는 경우에 그 화물창의 빌지흡입관은 1항에 규정한 빌지펌프에 연결하지 않아도 된다. 이 경우, 이덕터는 2 대 이상의 펌프로 구동하도록 하여야 한다. 또한, 이덕터 구동용 해수펌프의 용량, 이덕터의 흡입능력, 흡입관의 안지름 등은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

5. 펌프의 연결

- (1) 빌지펌프는 간헐적인 목적의 평형수, 잡용수 또는 소화용으로도 사용할 수 있다.
- (2) 빌지펌프는 1 대의 펌프가 개방중에 있을 때에도 다른 1 대의 펌프는 지장없이 사용할 수 있도록 장치하여야 한다.
- (3) 중요한 용도에 사용하는 펌프가 흡입측이나 토출측에서 공통으로 연결된 경우에는 각 펌프가 동시에 작동하여도 지장이 없도록 장치하여야 한다.

406. 배관 및 부착품 [지침 참조]

- 1. **빌지관의 분리** 화물창, 기관실 및 축로의 배수를 위한 빌지흡입관은 빌지흡입 이외의 모든 관과는 완전히 별도로 배관하여야 한다.
- 2. **유통방지** 빌지관에는 예기치 못한 사이에 물 또는 기름이 선외 또는 탱크 등으로부터 기관실, 화물창 또는 이와 유사한 구획에 유입되거나 한쪽의 수밀구획에서 다른 수밀구획으로 유입되는 일이 없도록 체크밸브 또는 콕을 다음과 같이 설치하여야 한다.
 - (1) 물 또는 기름을 흡입할 수 있는 펌프에 연결된 빌지관에는 물 또는 기름과 빌지가 동시에 통과할 수 없는 콕 또는 나사조임 체크밸브를 설치하여야 한다.
 - (2) 각 빌지관 흡입구와 공통 빌지흡입관 사이에는 나사조임 체크밸브를 설치하여야 한다.
- 3. **이중저를 통과하는 빌지관** 이중저 탱크를 통과하는 빌지관은 유밀 또는 수밀의 관 터널속에 넣어 배관하든가 또는 표 5.6.2에 따라 두께가 두꺼운 강관을 사용하여야 한다.
- 4. **디프탱크를 통과하는 빌지관 및 평형수관** 디프탱크를 통과하는 빌지관 및 평형수탱크 이외의 디프탱크를 통과하는 평형수관은 유밀 또는 수밀의 관터널속에 넣어 배관하든가 표 5.6.2에 따라 두께가 두꺼운 강관을 사용하고, 모든 관이음을 용접구조로 하여야 한다. 또한, 관은 누설, 팽창 및 수축 등을 충분히 고려하여 배관하여야 한다.
- 5. **빌지관 계통의 밸브**
 - (1) 빌지관 계통의 밸브 또는 콕은 선박의 모든 상태하에서도 쉽게 접근할 수 있는 장소에 설치하여야 한다.
 - (2) 선박의 좌초 또는 충돌시에 파손될 우려가 있는 이중저, 현측탱크, 빌지호퍼탱크 또는 공소 내를 통과하는 빌지관은 빌지흡입구 근처에 체크밸브를 설치하거나 또는 항상 쉽게 접근할 수 있는 장소로부터 폐쇄할 수 있는 스톱밸브를 설치하여야 한다.
- 6. **여러 용도의 화물창**
 - (1) 평형수 및 화물을 교대로 적재하는 화물창에는 부주의로 화물적재시에 평형수관을 통하여 해수가 유입하지 아니하도록 평형수 관장치에, 또한 평형수 적재시 빌지관을 통하여 평형수가 배출되지 아니하도록 빌지 관장치에 멩판 또는 스펀퍼스를 설치하는 등 적절한 조치를 하여야 한다.
 - (2) 연료유탱크와 평형수탱크를 겸용하는 경우에는 연료유와 평형수가 혼합하는 것을 방지하도록 연료유 적재시에는 평형수관에, 평형수 적재시에는 연료유관에 멩판 또는 스펀퍼스를 설치하는 등 적절한 조치를 하여야 한다.
- 7. **평형수 관장치**
 - (1) 평형수탱크는 부주의로 선외에서 평형수탱크로 해수가 역류하거나 평형수탱크 사이를 평형수용 물이 이동하지 아니하도록 주입 및 배수시 이외에는 항상 폐쇄상태를 유지하도록 개폐지장치를 갖는 체크밸브 또는 스톱밸브를 설치하는 등 적절한 조치를 하여야 한다. 버터플라이밸브(원격제어밸브 제외)를 사용할 경우, 진동 또는 유체의 흐름에 의하여 밸브디스크가 움직이는 것을 방지하기 위하여 홀딩(holding)장치 또는 동등한 수단을 갖는 것이어야 한다.
 - (2) 원격제어밸브가 설치된 경우, 제어를 위한 동력원이 상실된 경우에도 밸브가 닫히고 또한 폐쇄 상태로 유지할 수 있도록 배치되어야 한다. 대체수단으로, 동력 상실시 그 밸브를 잠그기 위하여 쉽게 접근할 수 있는 수동의 수단이 있는 경우, 원격제어밸브가 동력상실 시의 위치에 남아있게 할 수 있다.
원격제어밸브는 사용되는 탱크별로 명확히 식별되어야 하고 평형수 제어장소에 개폐지장치를 설치하여야 한다.
- 8. **머드박스** 기관실 내의 모든 빌지흡입관에는 기관실 바닥판 상부에서 쉽게 접근할 수 있는 장소에서 쉽게 열고 닫을 수 있는 덮개를 갖는 머드박스를 설치하여야 하며, 이 머드박스로부터 빌지웰에 곧바로 통하는 수직빌지흡입관을 연결시켜야 한다. 다만, 비상빌지흡입관에는 이 규정을 적용하지 아니한다.
- 9. **로즈박스** 기관실 이외의 구획과 화물창에 설치한 모든 빌지흡입관의 개구단에는 흡입관의 플랜지를 풀지 아니하고도 소제할 수 있는 로즈박스를 설치하여야 한다. 이 로즈박스의 흡입구멍의 지름은 10 mm 이하로 하고 그의 충유

통단면적은 흡입관 단면적의 3배 이상이어야 한다.

10. 빌지웰

- (1) 빌지웰은 강재로 만들어야 하며, 그 용적은 0.17 m^3 이상이어야 한다. 다만, 빌지를 흡입하는 구획이 특히 좁은 경우에는 적절한 용적의 강재 빌지해트(bilge hat)으로 대체할 수 있다.
- (2) 이중저에 설치한 빌지웰의 깊이 및 선저외판으로부터 빌지웰의 저판까지의 높이에 대하여는 3편 7장 103.의 규정에 따른다.

11. 맨홀 화물창의 빌지웰에 접근하기 위하여 맨홀이 필요한 경우에는 맨홀은 가능한 한 빌지흡입구에 가까운 곳에 설치하여야 한다. 이 맨홀은 기관실 전후단 격벽 또는 기관실 내의 이중저 내저판에 설치하여서는 아니 된다. 다만, 부득이한 경우에는 맨홀 덮개를 힌지식 구조로 하고, 그 부근의 보이기 쉬운 곳에 “필요시 이외에는 열지 말 것” 이라고 적은 주의판을 걸어 두어야 한다.

제 5 절 보일러의 급수 및 복수장치

501. 급수펌프 【지침 참조】

1. 주보일러 및 중요보조 보일러에는 적어도 2대의 급수펌프를 설치하여야 한다. 다만, 중요보조 보일러 이외의 보조보일러는 1 대의 급수펌프로 할 수 있다.
2. 각 급수펌프의 용량은 보일러의 계획최대부하시에 필요한 급수를 단독으로 공급할 수 있는 것이어야 한다.
3. 급수펌프는 독립동력에 의하여 구동되는 것이어야 한다.
4. 급수펌프는 보일러 급수 이외의 용도에 사용하여서는 아니 된다.

502. 급수관 【지침 참조】

1. 주보일러 및 중요보조 보일러에는 급수펌프와 각 보일러 사이에 적어도 2 계통의 서로 독립된 급수관을 설치하여야 한다. 다만, 동체부착용 개구는 1개로 할 수 있다. 이 경우, 5장 127.에 규정된 나사조임체크밸브를 2개의 공급관에 각각 설치하여야 한다.
2. 중요보조 보일러 이외의 보조보일러에는 1 계통의 급수관으로 할 수 있다. 이 경우, 급수펌프 출구측 관에 위치한 급수조절기, 급수가열기, 디오일러(de-oiler) 등에는 바이패스밸브를 설치하여야 한다.
3. 주보일러 및 중요보조 보일러의 급수관에는 자동적으로 급수량을 조절할 수 있는 급수제어장치를 설치하여야 한다.
4. 중요보조보일러 이외의 보조보일러가 자동제어되는 경우에는 급수관에 자동적으로 급수량을 조절할 수 있는 급수제어장치를 설치하여야 한다.

503. 복수펌프

1. 주복수기에는 독립동력에 의하여 구동되는 복수펌프를 적어도 2 대 설치하여야 한다.
2. 각 복수펌프의 용량은 주복수기의 계획최대복수량을 흡입할 수 있는 것이어야 한다.

504. 배관

1. 2대의 급수펌프 또는 복수펌프가 설치되어 있는 경우에는 1 대의 펌프가 개방중에 있을 때에도 다른 1대의 펌프는 지장없이 사용할 수 있도록 장치하여야 한다.
2. 보일러 또는 음료에 사용하는 청수를 저장하는 탱크에 연결한 관은 기름 또는 기름을 함유한 물에 사용하는 관과는 별도로 배관하여야 한다.
3. 급수관은 기름탱크 속을, 기름관은 급수탱크 속을 각각 통과하여서는 아니 된다.

505. 조수장치 및 급수탱크

1. 주보일러를 설치하는 선박에는 충분한 용량의 조수장치를 적어도 1 대 설치하여야 한다.
2. 보일러를 장비한 모든 선박에는 충분한 용량의 급수탱크를 설치하여야 한다.

제 6 절 증기관장치 및 배기관장치

601. 증기관장치 【지침 참조】

1. 배관

- (1) 모든 증기관은 팽창 및 수축의 영향으로 관에 부당한 응력이 발생하지 아니하도록 배관하여야 한다.
- (2) 모든 증기관은 워터해머를 방지하기 위하여 가능한 한 워터 포켓이 생기지 아니하도록 하고, 부득이한 경우에는 적절한 위치에 응결수 배출장치를 설치하여야 한다.
- (3) 증기관은 특히 승인된 경우를 제외하고 화물창으로 통과시켜서는 아니 된다.
- (4) 증기관 또는 그의 관부착품이 그 설계압력보다 높은 압력의 증기관으로부터 증기공급을 받을 가능성이 있는 경우에는 적당한 감압밸브, 도출밸브 및 압력계를 설치하여야 한다.

2. 보기의 증기공급 2 대 이상의 보일러를 설치한 선박에서는 적어도 2 대의 보일러로부터 증요보기와 이를 구동하는 원동기 및 기적에 증기를 공급할 수 있어야 한다.

3. 기름 가열관 연료유 및 윤활유를 가열하는 증기의 응결수관은 기관실 내의 밝고 접근하기 쉬운 장소에 설치한 검유 탱크로 유도하여야 한다.

602. 배기관장치

1. 내연기관의 배기관 【지침 참조】

- (1) 배기관 및 소음기는 냉각수로 냉각시키든가 유효한 방열장치를 시공하여야 하며, 소음기는 용이하게 소제할 수 있는 구조의 것이어야 한다.
- (2) 2 대 이상의 내연기관의 배기관은 원칙적으로 서로 연결시켜서는 아니 된다. 부득이 이들을 1 개의 소음기에 연결시키고자 할 때에는 정지하고 있는 내연기관의 실린더에 배기가스가 침입하지 아니하도록 장치하여야 한다.
- (3) 내연기관의 배기가스를 보일러에 이용하는 경우 이외에는 보일러의 연료와 기관의 배기관을 서로 연결시켜서는 아니 된다.
- (4) 배기관의 끝을 선체외판의 흡수선 부근에 개방할 때에는 실린더에 해수가 침입하지 아니하도록 고려하여야 한다.

2. 보일러의 배기관 보일러의 배기관에 대하여는 5장 134.의 4항에 따른다.

제 7 절 냉각장치

701. 주냉각펌프

1. 주기관, 중요보조기관 및 이들에 부착된 냉각기 등의 냉각장치에는 기관의 연속최대출력시에 충분히 냉각할 수 있는 용량의 주냉각수 펌프를 설치하여야 한다.
2. 증기터빈을 주기관으로 하는 선박에서 적절한 스쿠프장치가 되어 있을 경우에는 이를 주냉각펌프로 인정할 수 있다.
3. 주냉각펌프는 기관에 직결된 것 또는 독립동력에 의하여 구동되는 것 중 어느 것으로 하여도 좋다.

702. 예비냉각펌프 [지침 참조]

1. 주기관, 중요보조기관 및 이들에 부착된 냉각기 등의 냉각장치에는 주냉각펌프 이외에 통상 항해에 지장을 주지 아니하는 용량의 예비냉각펌프를 설치하여야 한다.
2. 예비냉각펌프는 독립동력에 의하여 구동되는 것이어야 한다.
3. 증기터빈을 주기관으로 하는 선박에서 스쿠프장치를 주냉각펌프 대신으로 장치한 경우에는 주복수기는 독립동력에 의하여 구동되는 예비냉각펌프에 의한 냉각계통 이외에도 다른 냉각계통으로부터 선박의 저속시에 충분한 용량의 냉각수를 공급할 수 있어야 한다.
4. 2대의 중요보조기관이 설치되고 각각 전용의 주냉각펌프가 설치되어 있는 경우에는 예비냉각펌프를 생략할 수 있다.
5. 다른 목적에 사용되는 것으로서 독립동력에 의하여 구동되는 적절한 펌프를 예비냉각펌프로 이용할 수 있는 경우에는 이 펌프를 예비냉각펌프로 볼 수 있다.
6. 기관, 냉각기 등을 청소로서 냉각하는 경우에 해수로도 냉각할 수 있도록 적절히 배관되어 있으면 예비냉각청수펌프는 생략할 수 있다.
7. 2대 이상의 주기관을 갖는 선박으로 각각 주기관의 주냉각펌프가 내장되어 있는 경우에 있어서 이 중 1대가 정지하여도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 경우에는 공용의 것으로 펌프완비품 1대를 비치하는 것으로 예비냉각수 펌프는 생략할 수 있다.
8. 소형선의 기관으로서 주냉각펌프가 기관에 붙어 있는 경우에는 예비냉각수펌프를 생략할 수 있다.

703. 해수 흡입구

주기관 및 선박의 추진상 필요한 보기를 구동하는 원동기와 이들에 부착된 냉각기 등의 해수냉각장치는 적어도 서로 다른 쪽의 선저 가까운 부근에 설치된 2개의 해수 흡입구에 연결되어야 한다. [지침 참조]

704. 여과기

주기관 및 중요보기를 구동하는 내연기관을 해수로 직접 냉각하는 경우에는 냉각수펌프와 해수흡입밸브 사이에 여과된 냉각수의 공급을 중지하지 아니하고도 개방하여 청소할 수 있는 여과기를 설치하여야 한다. 다만, 소형선박에 있어서 우리 선급이 승인한 경우에는 이 여과기를 생략할 수 있다. [지침 참조]

705. 윤활유 및 연료유의 사용

윤활유 및 연료유를 냉각에 사용하는 경우의 윤활유장치 또는 연료유장치에 대하여는 각각 8절 또는 9절의 규정에도 적합하여야 한다.

제 8 절 윤활유장치

801. 일반사항

이 절의 규정에 추가하여 8편 2장 1절의 해당 규정에도 만족하여야 한다.

802. 윤활유 펌프 [지침 참조]

1. 주기관, 추진축계 및 그의 동력전달장치, 선박의 추진상 필요한 보기와 그 보기를 구동하는 원동기에는 기관의 연속최대출력시에 있어서 충분한 용량의 주윤활유 펌프와 통상항해에 지장을 주지 아니하는 용량의 예비윤활유 펌프를 설

치하여야 한다.

2. 주유허유 펌프는 기관 또는 독립동력에 의하여 구동되는 것으로 할 수 있으나 예비유허유 펌프는 독립동력에 의하여 구동되는 것이어야 한다.
3. 주기관을 2 대 이상 설치한 선박 및 추진축계 또는 그 동력전달장치를 2 축 이상 설치한 선박에 있어서 이들 각각의 설비에 주유허유 펌프가 내장되어 있는 경우, 이들 중 어느 1 대가 정지되어도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 경우에는 펌프 완비품 1 대를 비치하는 것으로서 예비유허유 펌프는 생략할 수 있다.
4. 2대의 중요보조기관이 설치되고 각각 전용의 유허유 펌프가 설치되어 있는 경우에는 예비유허유 펌프를 생략할 수 있다.
5. 다른 목적에 사용되는 것으로서 독립동력에 의하여 구동되는 적절한 유허유펌프를 예비유허유 펌프로서 이용할 수 있는 경우에는 이 펌프를 예비유허유 펌프로 볼 수 있다.
6. 연속최대출력이 257 kW 이하의 기관으로서 주유허유 펌프가 기관에 부착되어 있는 경우에는 선급의 승인을 받은 후 예비유허유 펌프를 생략할 수 있다.
7. 주유허유 펌프와 예비유허유 펌프는 용이하게 교대할 수 있어야 한다.

803. 배관 [지침 참조]

1. 유허유관은 우리 선급이 특별히 승인한 경우 이외에는 다른 모든 관과 별도로 배관하여야 한다.
2. 길이가 100 m 이상의 선박으로 이중저탱크를 유허유 섬프탱크로 사용하는 경우에는 기관실 바닥판상으로 쉽게 접근할 수 있는 장소에서 조작할 수 있는 차단밸브를 기관과 유허유 섬프탱크 사이의 드레인관에 설치하여야 한다.

804. 유허유 여과기 및 청정기 [지침 참조]

1. 기관의 유허유가 강제유허유방식(중력탱크방식 포함)인 경우에는 여과기를 설치하여야 한다.
2. 주기관, 추진축계의 동력전달장치 및 가변피치 프로펠러장치에 사용되는 유허유 여과기는 청소 중에도 여과된 기름을 각각의 기관에 계속 공급할 수 있어야 한다.
3. 선박의 연료로서 ISO 8217에서 정의한 잔사유를 사용하는 추진용 내연기관의 경우, 1항의 규정에 추가하여 유허유 청정기를 설치하여야 한다.

805. 유허유 드레인

유허유장치의 펌프, 여과기, 탱크 및 기타 자주 개방할 필요가 있는 기기의 하부에는 충분한 깊이의 코밍을 갖는 금속제의 기름받이를 설치하고, 고이는 드레인이 유허유 드레인 탱크에 유도되도록 하여야 한다. 다만, 부득이 기름받이의 드레인을 유허유 드레인탱크에 유도할 수 없는 경우에는 기름받이의 코밍을 깊게 하고 드레인이 항상 고여있는 일이 없도록 하여야 한다.

제 9 절 연료유장치

901. 일반사항

1. 이 절의 규정에 추가하여 8편 2장 1절의 해당 규정에도 만족하여야 한다.
2. 연료유 장치의 설치장소 [지침 참조]
 - (1) 연료유의 분연장치, 청정장치, 세틀링탱크 및 서비스탱크 등이 설치된 장소는 접근이 쉽고 통풍을 양호하게 하여야 한다.
 - (2) 연료유탱크, 연료유펌프, 연료유 여과기 등은 보일러, 증기관, 배기관 등 고열부의 바로 위 또는 인접하여 설치하여서는 아니 된다.
 - (3) 연료유 탱크와 보일러와의 거리에 대하여는 5장 134.의 2항에 따른다.
 - (4) 연료유관은 고열부 및 전기기기 가까이 배관하여서는 아니 되며, 부득이한 경우에는 관의 이음부가 이들의 근처에 없도록 하고 관은 밝고 잘 보이는 곳에 배관하여야 한다.
 - (5) 연료유탱크의 밸브, 콕 및 기타의 부착품은 외부로부터 손상을 받을 염려가 없는 안전한 곳에 붙여야 한다.
 - (6) 기관실 또는 보일러실 내의 연료유장치의 밸브 및 콕은 바닥판 상의 쉽게 접근할 수 있는 곳에서 조작할 수 있어야 한다.

3. 연료유관 및 관부착품

- (1) 연료유관은 강재이어야 하며, 설계압력이 1 MPa 를 넘고 설계온도가 60 °C를 넘는 연료유관은 이음매 없는 강관 또는 승인된 제조법에 따라 제조된 강관이여야 한다.
- (2) 설계압력이 1 MPa 를 넘고 설계온도가 60 °C를 넘는 연료유관에 사용하는 밸브 및 관부착품은 한국산업규격의 사용기준에 따라서 호칭압력이 1.6MPa 이상의 것 또는 이와 동등 이상의 것을 사용하여야 하며, 이송관, 흡입관 및 기타의 저압 연료유관에는 호칭압력 0.5 MPa 이상의 것 또는 이와 동등 이상의 것을 사용하여야 한다.
- (3) 관 플랜지의 이음에 사용되는 패키징은 내유성 및 내열성의 것으로 가능한 한 얇은 것을 사용하여야 한다.
- (4) 내연기관의 연료유 고압분사관 또는 보일러의 버너를 연결하는 짧은 관의 접속이 유니온 이음일 경우에는 원추형 또는 구면형의 금속접촉 구조인 견고한 구조로 하여야 한다.
- (5) 연료유관은 실행가능한 한 고온부, 기기의 공기흡입구 또는 기타의 발화원으로 기름이 누설되어 비산되거나 흘러가지 않도록 스크린 등을 부착하여 적절하게 차단하여야 하며, 이러한 배관장치 상의 이음매의 수는 최소한으로 하여야 한다. **【지침 참조】**

4. 기름받이 및 드레인 설비 **【지침 참조】**

- (1) 세틀링탱크 및 서비스탱크 등의 연료유탱크, 보일러 분연장치, 연료유 펌프, 연료유 여과기 및 기타의 개방할 필요가 있는 연료유장치의 기기 밑에는 충분한 깊이의 금속제 기름받이를 설치하여야 한다.
- (2) 연료유 세틀링탱크 및 서비스탱크에는 탱크의 가장 낮은 곳에 드레인 밸브 또는 콕을 설치하여야 한다.
- (3) 연료유탱크에 설치된 드레인 밸브 또는 콕은 모두 자동폐쇄식이어야 한다.
- (4) (1)호의 기름받이에 누설된 기름 및 (2)호의 드레인 밸브에서 배출되는 드레인은 넘침관 장치의 일부를 구성하지 않는 적절한 기름 드레인탱크에 유도되어야 한다.
- (5) (4)호의 드레인탱크의 연료유 드레인은 적절한 방법으로 처리될 수 있도록 장치하여야 한다.

5. 연료유탱크의 구조 선체의 일부를 구성하지 아니하는 모든 연료유탱크는 내부를 검사하거나 소제하기 쉬운 구조로 하고, 사용하는 강판의 두께는 5 mm 이상이어야 한다. 다만, 소형탱크에 있어서는 3 mm 까지 감소할 수 있다. **【지침 참조】**

6. 연료유탱크의 주입관

- (1) 연료유탱크의 선외로부터의 주입관은 전용의 것으로서 가능한 한 갑판상에 유도하여야 하며, 그 개구단에는 견고한 덮개로써 밀폐되도록 장치하여야 한다.
- (2) 연료유탱크의 주입관이 연료유탱크의 정부 또는 이와 근접하여 설치되어 있지 아니한 경우에는 연료유탱크에 직접 부착되는 체크밸브를 설치하거나 8편 2장 102. 3항 (4)호에 규정한 원격폐쇄장치를 갖는 밸브 또는 콕을 설치하여야 한다.
- (3) (1)호의 규정에도 불구하고, 연료유 주입관이 흡입관에 연결되어 있는 경우, 주입관측에 스톱밸브를 설치하여야 한다. 또한, 이중저보다 상부에 위치한 탱크로서 당해 탱크의 주입관을 통하여 연료유가 다른 연료유탱크로 흘러가서 측심관 등과 같은 개구단으로 넘칠 우려가 있을 경우에는 체크밸브를 추가로 설치하여야 한다.

7. 연료유탱크로부터의 흡입관

- (1) 이중저탱크로부터 연료유를 흡입하는 모든 관에는 기관실 내에서 조작할 수 있는 밸브 또는 콕을 설치하여야 한다.
- (2) 8편 2장 102. 3항 (4)호의 규정에도 적합하여야 한다.

8. 연료유 펌프

- (1) 연료유 펌프의 흡입측 및 토출측에는 각각 밸브 또는 콕을 설치하여 어느 펌프도 개방을 위하여 차단될 수 있어야 한다.
- (2) 설계압력을 넘을 가능성이 있는 모든 연료유 펌프의 토출측에는 도출밸브를 설치하고, 도출된 기름이 펌프의 흡입측에 유도되도록 장치하여야 한다. 다만, 관장치가 설계압력을 초과하지 않도록 설계된 경우, 원심펌프에 대하여는 도출밸브를 생략할 수 있다.
- (3) 연료유 이송펌프, 연료유 분연펌프, 연료밸브 냉각유 펌프 등의 연료유 펌프 및 연료유 청정기를 구동하는 원동기는 화재발생시 설치된 장소 및 그 이외의 구획의 항상 접근할 수 있는 장소로부터 정지시킬 수 있어야 한다.

9. 연료유 이송펌프 **【지침 참조】**

- (1) 동력펌프로써 연료유 세틀링탱크 및 서비스탱크에 연료유를 이송할 필요가 있는 선박에는 적어도 2대의 독립동력에 의하여 구동되는 연료유 펌프를 설치하고, 즉시 사용할 수 있도록 장치하여야 한다. 다만, 소형선박에서는 2대 중 1대를 적절한 용량의 수동펌프로써 대응할 수 있다.
- (2) 다른 목적에 사용되는 독립동력에 의하여 구동되는 연료유 펌프를 연료유 이송에 이용할 수 있는 경우에는 이 펌프를 연료유 이송펌프로 볼 수 있다.

10. 배관 [지침 참조]

- (1) 연료유관은 가능한 한 다른 관과 별도로 배관하여야 한다. 만일 부득이 겸용할 경우에는 예기치 못한 사이에 서로 섞이는 일이 없도록 장치하여야 한다.
- (2) 연료유와 평형수를 겸용으로 신는 구획을 갖는 선박에서는 한 구획에서 평형수를 배출하는 중에는 다른 구획의 기름을 흡입할 수 있도록 배관하여야 한다. 다만, 보통의 항해상태에서 각 탱크로 12시간을 항해할 수 있는 양의 연료유 서비스탱크 또는 세틀링탱크를 갖는 선박에서는 그러하지 아니한다.
- (3) 연료유관은 화물유탱크 또는 슬롭탱크를 통과할 수 없으며, 이들 탱크용의 관과 연결하여서도 아니 된다.

11. 연료유 가열기

(1) 연료유탱크 내의 가열장치

(가) 인화점

서비스탱크, 세틀링탱크 및 연료유 공급장치에 있는 모든 기타 탱크의 연료유를 가열하는 경우에는 다음의 배치에 적합하여야 한다. 다만, 다음 요건을 만족하지 않는 경우에는, 저장탱크에 있는 연료유는 인화점보다 10 °C 낮은 온도(인화점 - 10 °C) 이상으로 가열하여서는 아니 된다.

- (a) 이러한 탱크의 공기관 길이 및/또는 냉각장치가 공기 개구단에서의 온도를 60°C 이하로 충분히 낮게하거나 공기관의 출구를 점화원으로부터 적어도 3 m 이상 떨어진 위치에 설치하여야 한다.
- (b) 공기관에는 플레임스크린을 설치하여야 한다.
- (c) 기관구역으로 유도되는 연료유탱크의 유증기구역에는 볼트로 체결된 맨홀을 제외한 개구가 있어서는 아니 된다.
- (d) 공작실, 거주구역 등의 밀폐된 구역은 연료유탱크의 바로 위에 위치하여서는 아니 된다. 다만, 통풍이 이루어지는 코퍼덤은 예외로 한다.
- (e) 그 탱크의 증기가 있는 구역에는 승인된 본질안전형이 아닌 전기설비를 설치하여서는 아니 된다.

(나) 연료유 온도제어

기관구역 내에 위치하는 것으로서 가열되는 모든 연료유탱크에는 온도표시장치를 설치하여야 한다. (가)의 요건에 따라 연료유가 과열되는 것을 방지하기 위하여 온도제어장치를 갖추어야 한다. 다만, 전기가열장치의 경우에는 자동으로 제어할 수 있어야 한다.

(다) 가열매체의 온도

가열매체(증기, 열매체유, 기름 등)를 이용하여 가열을 하는 경우, 모든 매체의 고온을 알리는 고온경보장치를 설치하여야 한다. 가열매체의 최대온도가 220 °C를 초과하지 않는 경우에는 이 경보장치를 생략할 수 있다.

(라) 증기가열장치

증기를 이용한 가열코일로 연료유탱크를 가열하는 경우, 보일러급수의 오염을 방지하기 위하여 증기 응축수 회송관은 검유탱크 또는 증기관장치로 기름이 누설된 것을 탐지할 수 있는 기타 승인된 장치로 유도하여야 한다.

(마) 전기가열장치

- (a) 전기가열장치를 설치한 경우, 가열 엘리먼트는 운전 중에 항상 연료유 속에 잠겨있도록 배치하여야 하며 가열 엘리먼트 표면의 온도가 220 °C를 초과하는 것을 방지하기 위하여 안전스위치를 설치하여야 한다. 이 안전스위치는 (나)에서 규정하고 있는 온도제어장치와는 별개의 것이어야 한다. 또한, 이 안전스위치는 과도한 온도 상승시 급전을 차단하고 수동으로 복귀하는 것이어야 한다.
- (b) 우리 선급이 승인한 경우를 제외하고 이중저 및 디프탱크에는 전기가열장치를 설치하여서는 아니 된다.

(바) UMA선 및 CMA선

가열장치가 설치되어 있는 연료유탱크는 집중제어실에 다음의 경보장치를 설치하여야 한다.

- (a) 서비스탱크 및 세틀링탱크 내의 가열된 연료유에 대한 고온경보장치 및 온도표시기
- (b) 가열매체의 최대온도가 220 °C를 초과하는 경우, 연료유탱크의 가열매체(증기, 열매체유, 기름 등)에 대한 고온경보장치

(2) 가열기

(가) 연료유 온도제어

모든 가열기에는 연료유 온도표시기 및 온도제어장치를 설치하여야 한다.

(나) 가열매체 및 전기가열장치

연료유 가열기에는 (1)호 (다), (라) 및 (마) (a)의 요건을 적용한다.

(다) 도출밸브

가열기의 연료유측에는 도출밸브를 설치하여야 하며, 도출밸브에서 분출된 연료유는 안전한 장소로 유도하여야 한다.

(라) UMA선 및 CMA선

집중제어실에는 연료유 가열기에 대한 다음의 경보장치를 설치하여야 한다.

(a) 연료유 고온(또는 저점도) 경보장치

(b) 가열매체의 최대온도가 220 °C를 초과하는 경우, 연료유 가열기의 가열매체(증기, 열매체유, 기름 등)에 대한 고온경보

12. 연료유 냉각장치(예: Chiller Unit 등)가 설치되는 경우, 적어도 2대의 독립동력에 의하여 구동되는 냉각펌프가 설치되어야 한다.
13. **조리실의 기름탱크** 조리실에 사용되는 기름탱크는 조리실 구역 내에 설치하여서는 아니 되며, 승인된 주입관 및 공기관을 장치하여야 한다. 또한, 탱크로부터 버너로 연결된 연료유 공급관에는 조리실 구역에 화재가 발생하여도 쉽게 접근하여 폐쇄할 수 있는 장소에 차단밸브를 설치하여야 한다.
14. **연료유 서비스탱크** 추진장치 및 중요보기를 위한 연료유 서비스탱크는 연료유 종류별로 2 개 이상 설치하거나 동등의 배치이어야 한다. 이 연료유 서비스탱크 각각의 용량은 주추진장치의 연속최대출력 및 해상에서의 발전장치, 보일러의 정상운전부하에서 8 시간 이상동안 작동시킬 수 있어야 한다. **【지침 참조】**

902. 보일러의 분연장치 **【지침 참조】**

1. 분연장치

- (1) 주 보일러에서 연료유를 압력분사할 경우에는 연료유 가열기, 분연펌프 및 흡입측과 토출측의 여과기로 구성된 분연장치를 적어도 2조 설치하고, 이들 중 1조가 고장이 난 경우에도 소요증기량을 얻는데 충분한 연료유를 공급할 수 있도록 하여야 한다.
- (2) 중요보조 보일러 및 주기관의 운전에 필요한 연료유 가열기 또는 상시 가열을 필요로 하는 화물의 가열기에 증기를 공급하는 보조 보일러는 전 (1)호에 따라 분연장치를 설치하여야 한다. 다만, 당해장치가 고장난 경우에도 통상항해 및 화물의 가열에 지장이 없도록 배기가스 이코노마이저, 가열설비, 보조기기 등 대체설비를 설치한 경우 또는 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 분연장치를 1조로 할 수 있다.
2. **증력에 의한 분연장치** 주 보일러 및 중요 보조 보일러에서 연료유가 증력에 따라 분유버너에 공급되는 경우에 연료유 여과기는 여과기를 소제하는 동안에도 여과된 기름을 계속 급유할 수 있도록 장치하여야 한다.
3. **냉시동 장치** 주 보일러 및 중요보조 보일러에는 적절한 냉시동 장치를 설치하여야 하며, 이 장치에 필요한 동력은 선외로부터 공급되는 것이어서는 아니 된다.
4. **분유 버너**
 - (1) 보일러의 버너는 연료유의 공급을 차단하지 아니하면 떼어낼 수 없어야 하며, 정확히 부착하지 아니하면 연료유를 공급할 수 없도록 장치하여야 한다.
 - (2) 보일러의 연소실에 배기가스와 연료유를 교대로 사용할 경우에는 배기가스를 차단하지 아니하면 연료유를 공급할 수 없는 장치를 배기가스 입구관에 설치하여야 한다.
5. **분연펌프의 배관** 분연펌프의 연료유관 계통은 연료유 이외의 관계통과 연결하여서는 아니 된다.
6. **자동연소장치** 자동제어되는 연소장치에 대하여는 6편 2장의 규정에도 적합하여야 한다.

903. 내연기관의 연료유 공급장치 **【지침 참조】**

1. 연료유 공급펌프

- (1) 주기관 및 중요보조기관에는 기관의 연속 최대출력시에 있어서 충분한 양을 공급할 수 있는 주연료유 공급펌프 이외에 통상 항해에 지장을 주지 아니하는 양을 공급할 수 있는 독립구동의 예비연료유 공급펌프를 설치하여야 한다.
- (2) 다른 목적에 사용되는 것으로서 독립동력에 의하여 구동되는 적절한 연료유 펌프를 예비연료유 공급펌프로서 이용할 수 있는 경우에는 이 펌프를 예비연료유 공급펌프로 볼 수 있다.
- (3) 2대의 중요보조기관이 설치되고 각각 전용의 연료유 공급펌프가 각각 설치되어 있는 경우에는 예비연료유 공급펌프를 생략할 수 있다.
- (4) 연속 최대출력이 368 kW 이하의 기관으로서 주연료유 공급펌프가 기관에 부착되어 있는 경우에는 예비연료유 공급펌프를 생략할 수 있다.
- (5) 주연료유 공급펌프는 기관 또는 독립동력에 의하여 구동되는 것으로 할 수 있으나, 예비연료유 공급펌프는 독립동력에 의하여 구동되는 것이어야 한다.
- (6) 주기관을 2 대 이상 가지며 각각의 주기관에 주연료유 공급펌프가 내장되어 있는 경우, 1 대의 기관이 정지하여도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 경우에는 공용의 것으로 펌프완비품 1 대를 비치하는 것으로 예비연료유 공급펌프

프를 생략할 수 있다.

2. 연료유 여과기

- (1) 내연기관의 연료유 공급관에는 연료유 여과기를 설치하여야 한다. 이 여과기는 연료유가 누설하였을 때 연료유가 배기 매니폴드에 비산하지 않는 위치에 설치하여야 한다.
 - (2) 주기관의 여과기는 청소 중에도 여과된 기름을 계속하여 공급할 수 있도록 장치하여야 한다.
- ## 3. 연료유 가열장치 및 연료유 청정장치
- 연료에 저질유를 사용하는 경우에는 적절한 연료유 가열장치 및 연료유 청정 장치를 설치하여야 한다.

제 10 절 열매체유장치

1001. 적용

1. 열매체유 관장치는 201., 901.의 2항, 4항, 6항 (2)호, 7항 및 8항 (1)호의 규정에 적합하여야 한다.
2. 이절의 규정에 추가하여, 8편 2장 104.의 규정에도 적합하여야 한다.

1002. 열매체유 관장치

1. 팽창탱크에는 승인된 액면 지시장치를 설치하여야 한다.
2. 순환펌프는 토출측 및 흡입측의 적절한 장소에 압력계를 설치하여야 한다.
3. 열매체유 가열기의 입구 및 출구 밸브는 가열기가 설치된 구역 밖에서 제어할 수 있어야 한다. 다만, 계통 내에 포함되어 있는 열매체유를 수집탱크로 신속하게 중력배출하는 설비로 대체할 수 있다.

1003. 열매체유장치의 펌프 [지침 참조]

1. 중요한 용도에 사용되는 열매체유장치의 순환펌프 및 분연펌프는 각각 2대 이상 설치하여야 한다. 다만, 분연펌프가 고장난 경우에도 화물의 가열 및 통상항해에 지장을 주지 않는 다른 설비가 설치된 경우에는 분연펌프를 1대로 할 수 있다.
2. 순환펌프는 열매체유 가열기를 설치한 장소 이외의 적절한 장소에서도 정지시킬 수 있는 것이어야 한다.

1004. 인화점 60 °C 미만의 액체 화물 가열

1. 인화점 60 °C 미만의 액체 화물 가열은 전적으로 화물지역 내에만 위치하는 독립된 2차 계통에 의하여 이루어지도록 배치하여야 한다. 다만, 다음의 조건을 모두 만족하는 경우, 단일 순환 계통을 허용할 수 있다.
 - (1) 순환펌프가 작동하지 않을 때 코일 내의 정압은 화물의 정적 수두보다 최소한 3 m 를 초과하는 수두가 되도록 시스템을 배치하여야 한다.
 - (2) 열매체유장치의 팽창탱크에는 고액면 및 저액면 경보장치를 부착하여야 한다.
 - (3) 열매체유장치의 팽창탱크에는 가연성 화물증기의 탐지 수단을 마련하여야 한다. 휴대식 장비도 허용된다.
 - (4) 각각의 가열 코일에 대한 밸브에는 코일이 항상 열매체유의 정적 압력을 받도록 잠금장치를 설치하여야 한다.

제 11 절 압축공기장치

1101. 시동장치 [지침 참조]

1. 주 공기탱크의 수 및 용량 (2023)

- (1) 주기관의 시동에 압축공기를 필요로 하는 선박에는 적어도 2 개의 주 공기탱크를 설치하고 쉽게 교대하여 사용할 수 있어야 하며, 이들의 용량은 가능한 한 같은 것이어야 한다.
- (2) 주 공기탱크의 합계용량은 도중에 보충하는 일이 없이 기관을 주기관이 역전식인 경우에는 전·후진 방향을 교대로 시동하여 12 회 이상, 비역전식인 경우에는 6 회 이상을 연속 시동할 수 있어야 한다.
- (3) 보조기관의 시동에 압축공기를 필요로 하는 선박에는 각 보조기관을 3회 시동하는데 충분한 용량의 독립된 보조공기탱크 2 개를 설치하거나 주 공기탱크의 압축공기를 독립된 배관에 의하여 공급하여야 한다. 보조공기탱크를 1 개만 설치하는 경우에는 시동공기관은 주 공기탱크와 연결하여야 한다.
- (4) 보조기관의 시동에 주 공기탱크의 압축공기를 이용하는 경우, 주 공기탱크의 합계용량은 전 (2)호 및 (3)호에서 규정하는 회수만큼 시동할 수 있는 용량과 기관의 제어, 기적 등의 용도로 소모되는 양을 합한 것 이상이어야 한다.
- (5) 주기관의 수가 2대 이상일 경우, 각 기관의 시동횟수는 우리 선급이 특별히 정하는 바에 따른다.

2. 공기압축기의 수 및 용량 (2024)

- (1) 주기관의 시동에 압축공기를 필요로 하는 선박에는 적어도 2 대의 공기압축기를 비치하고 어느 공기탱크에도 충전할 수 있도록 장치하여야 한다.
- (2) 이 공기압축기중 적어도 1 대는 주기관 이외의 독립동력에 의하여 구동되는 것이어야 한다. 독립동력으로 구동되는 공기압축기들 중 하나의 용량 또는 독립동력으로 구동되는 공기압축기들의 합계용량은 규정에서 요구되는 용량의 50% 이상이어야 한다. 다만, 소형기관으로 실린더에 충전밸브를 장비하였을 경우에는 이 충전밸브를 주기관 구동의 압축기로 볼 수 있다.
- (3) 공기압축기의 합계용량은 대기압 상태에서 적어도 1 시간 이내에 1항에서 규정하는 용량의 압축공기를 공기탱크에 충전할 수 있어야 한다.

3. 비상공기압축기

- (1) 2항에서 규정하는 공기압축기를 구동하는 원동기가 시동에 압축공기를 필요로 하는 경우에는 별도로 독립동력에 의하여 구동되는 비상용 공기압축기를 장비하여야 한다.
- (2) 비상용 공기압축기의 원동기는 시동에 압축공기를 필요로 하는 것이어서는 아니 된다.
- (3) 비상용 공기압축기의 용량은 2항에서 규정하는 공기압축기의 원동기를 시동하는데 충분한 공기량을 탱크에 충전할 수 있어야 한다. 이 경우, 원동기의 시동을 위하여 별도로 비상용의 공기탱크를 장비할 수도 있다.
- (4) 공기압축기를 구동하는 원동기가 소형일 경우에는 비상용 공기압축기는 수동의 압축기로 대신할 수 있다.

4. 시동 공기관 장치

- (1) 시동용 공기압축기로부터의 공기토출관은 시동용공기탱크에 직접 유도되어야 한다.
- (2) 공기탱크로부터 주기관 또는 보조기관까지의 시동공기관은 시동 공기탱크의 충전관과는 완전히 분리되어야 한다.

1102. 구조 및 안전장치

1. 공기압축기의 구조, 재료, 강도 및 안전장치

- (1) 공기압축기의 공기흡입구는 가능한 한 압축공기에 유분이 적게 혼입되도록 배치하여야 한다.
- (2) 공기압축기의 공기 냉각기는 쉽게 개방하여 검사할 수 있는 구조의 것이어야 한다.
- (3) 공기압축기의 축 및 주요부분의 재료는 101.의 5항 (1)호에 따른다.
- (4) 공기압축기의 크랭크축 강도는 지침 1102.에 따르고 크랭크축 이외의 축 강도는 101.의 5항 (2)호에 따른다.

[지침 참조]

- (5) 공기압축기의 실린더에는 실린더 내의 압력이 설계압력을 넘지 않도록 도출밸브를 설치하여야 한다.

2. 공기탱크의 안전장치 및 배치

- (1) 공기탱크의 압력도출장치 및 기타 부착품에 대하여는 5장 317.의 규정에 적합하여야 한다.
- (2) 공기탱크는 내부를 검사하거나 청소하는데 적당한 구조 및 배치의 것으로서 선박이 경사하여도 유효하게 응결수를 배출할 수 있는 장치를 적절한 위치에 설치하여야 한다.
- (3) 공기탱크에는 취급자가 보기 쉬운 위치에 압력계를 설치하여야 한다.

제 12 절 냉동장치

1201. 일반사항 【지침 참조】

1. 적용

- (1) 이 절의 규정은 아래의 냉매를 1차냉매로 사용하고 냉동 등에 사용되는 냉동사이클을 형성하는 화물을 싣는 냉장창의 냉동장치에 적용한다. 다만, 압축기가 7.5 kW 이하인 냉동장치 및 아래의 냉매 외에 다른 1차냉매를 사용하는 냉동장치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

R 22 : *CHClF₂*

R 134a : *CH₂FCF₃*

R 404A : *R 125/R 143a/R 134a(44/52/4 wt%) CHF₂CF₃/CH₃CF₃/CH₂FCF₃*

R 407C : *R 32/R 125/R 134a(23/25/52 wt%) CH₂F₂/CHF₂CF₃/CH₂FCF₃*

R 410A : *R 32/R 125 (50/50 wt%) CH₂F₂/CHF₂CF₃*

R 507A : *R 125/R 143a(50/50 wt%) CHF₂CF₃/CH₃CF₃*

- (2) 이 절에서 특별히 정하는 사항에 대하여는 5장 및 6장의 규정에 관계없이 이 절의 규정을 적용한다.

1202. 냉동장치의 설계

1. 일반사항 냉동장치에 사용하는 압력용기 및 관장치의 설계압력과 관의 분류는 다음과 같다.

- (1) 냉동장치에 사용하고 냉매의 압력을 받는 압력용기 및 관장치의 설계압력은 냉매의 종류에 따른 표 5.6.15에 있는 압력보다 커야 한다.
(2) 표 5.6.15에 규정된 냉매에 사용하는 관은 3급관으로 한다.

표 5.6.15 냉동장치에 사용하는 압력용기 및 관장치의 설계압력

냉매의 종류	고압측(MPa) ⁽¹⁾	저압측(MPa) ⁽²⁾
<i>R 22</i>	1.9	1.5
<i>R 134a</i>	1.4	1.1
<i>R 404A</i>	2.5	2.0
<i>R 407C</i>	2.4	1.9
<i>R 410A</i>	3.3	2.6
<i>R 507A</i>	2.5	2.0

(비고)
(1) 고압측 : 압축기의 토출측으로부터 팽창밸브까지의 압력부
(2) 저압측 : 팽창밸브 다음에서 압축기의 흡입밸브까지의 압력부. 다만 압축시스템을 채용하는 경우에는 저단토출측에서 고단흡입측까지의 압력부를 포함한다.

2. 설치장소 냉동장치가 있는 구획에는 유효한 배수 및 통풍장치를 설치하여야 하며, 인접하고 있는 냉장창과는 기밀격벽으로 분리시켜야 한다.

3. 재료

- (1) 냉동장치에 사용하는 재료는 냉매의 종류, 설계압력, 최저사용온도 등의 조건에 따라 적당한 것으로 하여야 한다.
(2) 1차냉매관, 밸브 및 관부착품에 사용하는 재료는 1202.의 1항 (2)호에 규정되어 있는 관장치의 분류에 따르고 102.의 1항 내지 5항 및 103.의 1항 내지 5항의 요건을 준수하여야 한다.
(3) 냉매의 압력(응축기, 리시버 및 기타 압력용기)을 받는 압력용기에 사용하는 재료는 5장 302.에 규정 하는 압력용기의 분류에 따르고 5장 3절의 303. 내지 307.의 요건을 준수하여야 한다.
(4) 냉매압축기의 주요부분에 사용하는 재료는 101.의 5항 (1)호에 따른다.
(5) 냉동장치에 있어서 다음의 재료를 사용하여서는 아니 된다.
(가) 1차냉매와 직접 접촉하는 부분에 있어서는 마그네슘을 2% 넘게 함유한 알루미늄합금

(나) 일상적으로 물에 접촉하는 부분에 있어서는 순도가 99.7 % 미만의 알루미늄(다만, 방식처리를 시행한 경우는 제외한다.)

- (6) 주철제 밸브류의 사용제한은 표 5.6.16에 따라야 한다. 표 5.6.16에 따라 사용할 수 있는 경우에 있어서도 설계온도가 0 °C 미만 또는 220 °C를 넘는 경우에는 이 밸브를 사용하여서는 아니 된다. 다만, 관의 정상적인 사용압력이 설계압력의 1/2.5 이하인 경우에는 -50 °C까지 사용할 수 있다.

표 5.6.16 주철제 밸브류의 사용제한

용도	재료	적용
스톱밸브	<i>KSD 4301</i> 의 <i>GC 100</i> , <i>GC 150</i> , <i>GC 200</i> 또는 상당재료	사용하여서는 아니 된다.
	<i>KSD 4301</i> 의 <i>GC 250</i> , <i>GC 300</i> , <i>GC 350</i> <i>KSD 4302</i> 또는 상당재료	1) 설계압력이 1.6 MPa 이하의 것으로 사용할 수 있다. 2) 설계압력이 1.6 MPa을 넘고 2.6 MPa 이하의 것으로, 호칭지름이 100 A이하이고 설계온도가 150 °C 이하의 것에 한하여 사용할 수 있다.
도출밸브	<i>KSD 4301</i> , <i>D 4302</i> 또는 상당재료	사용하여서는 아니 된다.
자동제어 밸브	<i>KSD 4301</i> 의 <i>GC 100</i> , <i>GC 150</i> , <i>GC 200</i> 또는 상당재료	사용하여서는 아니 된다.
	<i>KSD 4301</i> 의 <i>GC 250</i> , <i>GC 300</i> , <i>GC 350</i> 또는 상당재료	1) 설계압력이 1.6 MPa 이하의 것으로 사용할 수 있다. 2) 설계압력이 1.6 MPa을 넘고 2.6 MPa 이하의 것으로, 호칭지름이 100 A 이하이고 설계온도가 150 °C 이하의 것에 한하여 사용할 수 있다.
	<i>KSD 4302</i> 또는 상당재료	설계압력이 3.2 MPa을 넘는 것에는 사용할 수 없다.

4. 압력도출장치

- 압축기에는 실린더와 가스 토출측 스톱밸브의 사이에 도출밸브를 설치하여 도출된 가스를 압축기의 흡입측으로 유도하는 설비를 갖추어야 한다. 다만, 냉동기에 사용하는 동력이 11 kW 이하인 압축기에는 상기의 안전장치 대신에 압력제어스위치를 설치할 수 있다.
- 1차냉매를 저장하며 외부에서 차단할 수 있는 압력용기에는 도출밸브를 갖추어 도출된 가스를 갑판상의 안전한 장소에서 대기로 방출하거나 냉매계통의 저압측으로 유도하여야 한다.
- 1차냉매의 고압부에 설치된 도출밸브로부터 도출된 가스를 대기로 방출하기 전에 저압부로 유도하는 경우, 배압에 의해 도출밸브의 작동이 저해되지 않도록 하여야 한다.
- 응축기의 냉각수측과 증발기의 브라인측에는 도출밸브를 설치하여야 한다. 다만, 이들에 사용하는 펌프의 압력이 설계압력을 초과하지 않는 구조인 경우에는 도출밸브를 설치하지 않을 수 있다.

1203. 시험

1. 공장시험 냉동장치는 다음의 시험을 실시하여야 한다.

- 1차냉매의 압력을 받는 압력용기는 설계압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 실시하고 설계압력과 동등한 압력으로 기밀시험을 실시하여야 한다.
- 냉동기 압축기의 실린더 및 크랭크실은 설계압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 실시하고 설계압력과 동등한 압력으로 기밀시험을 실시하여야 한다.

2. 설치후 선내시험 선내 설치후 1차냉매의 압력에 노출되는 관장치는 설계압력의 90 % 압력으로 누설시험을 실시하여야 한다.

제 13 절 유압장치 (2017)

1301. 일반사항

1. 적용

- (1) 이 절의 규정은 윈들러스, 윈치, 갑판 크레인, 선수 또는 선측 스티스터, 스테빌라이저, 밸브(밸러스트, 화물유 관계) 등 개폐장치, 수밀문 개폐장치, 창구 덮개 개폐장치, 현문 개폐장치 및 우리 선급이 중요하다고 인정하는 기기에 사용하는 유압장치에 대하여 적용한다.
- (2) 이 절의 규정에 추가하여 규칙 8편 2장 1절의 해당 규정에도 만족하여야 한다.
- (3) 동력구동의 조타장치용 유압관장치는 7장의 해당 규정에 따른다.

1302. 유압 관장치의 설계

- (1) 유압관은 윤활유관 이외에는 다른 모든 관과 별도로 배관하여야 한다.
- (2) 사용압력이 1.5 MPa를 초과하는 유압 펌프 및 관련 장치를 포함한 유압 구동장치는 유출된 기름이 고온부, 전기 장치 또는 기타 발화원에 접촉하지 않도록 가능한 한 분리된 구역 내에 위치하거나 적절한 차폐물로 보호되어야 한다.
- (3) 과압이 발생할 수 있는 유압관 장치의 모든 부분에는 압력도출밸브가 설치되어야 한다. 이 도출밸브의 조정압력은 설계압력을 초과하여서는 아니 되며, 충도출능력은 조정압력의 110%를 초과하는 압력 상승이 발생하지 않아야 한다.

1303. 유압유 저장탱크

- (1) 유압유 저장탱크는 탱크로부터 누설된 기름이 220℃ 이상인 고온부에 떨어져 화재나 폭발 위험이 생길 우려가 있는 장소에 설치되지 않아야 한다.
- (2) 유압유 저장탱크의 공기관 및 측심장치에 대해서는 이 장 2절의 규정에 적합하여야 한다.

1304. 유압실린더 (2018)

1. 재료

- (1) 유압실린더의 실린더 튜브, 피스톤 로드, 엔드 커버의 재료는 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다.
- (2) 조타장치(워터제트 추진장치 포함)에 사용되는 유압실린더의 재료(실린더 튜브, 피스톤 로드, 엔드 커버)는 7장 401.에 따라 선급기자재증서(KRC)를 발급 받아야 한다.
- (3) 창구덮개, 수밀문, 크레인, 램프 등과 같이 조타장치 이외에 사용되는 유압실린더의 재료(실린더 튜브, 피스톤 로드, 엔드 커버)는 제조자증서(W)를 제출하여야 한다.
- (4) 유압실린더의 재료(실린더 튜브, 피스톤 로드, 엔드커버)는 설계온도에서 샤르피 V-노치 충격시험의 가로방향 평균 흡수에너지가 27J 이상이어야 한다.
- (5) 엔드 커버를 압연강재로 제작할 경우 2편 1장 310.에 따라 Z25 또는 그 이상의 두께방향 특성을 가져야 한다.

2. 설계

- (1) 실린더 튜브의 두께는 5장 309.의 표 5.5.15에서 원통형 동판의 식에 의한 소요두께 이상이어야 한다.
- (2) 엔드 커버의 두께는 5장 110.에 따른다.
- (3) (1)호 및 (2)호의 적용에서 부식 예비두께는 1이 아닌 0.3으로 할 수 있으며 조타장치(워터제트 추진장치 포함) 타 조작기의 유압실린더의 경우 허용응력 f 는 7장에 따라야 한다.
- (4) 다음 식에 해당되는 미는 힘을 가진 유압실린더는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따라 좌굴에 대하여 검토되어야 한다. 다만 수밀문 및 창구덮개의 작동용 및 클리트용의 경우 또는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 아래 식에 상관없이 좌굴에 대하여 검토되어야 한다. **[지침 참조]**

$$P \cdot D_i > 2,000$$

P : 설계압력 (MPa)

D_i : 실린더 튜브의 안지름 (mm)

1305. 유압식 축압기 (2018)

1. 유압식 축압기의 재료, 설계, 시험에 관한 요건은 5장 3절 압력용기의 규정에 따른다.
2. 시스템으로부터 격리된 각각의 축압기는 과열로 인한 과도한 압력을 방지하기 위하여 자체 도출밸브, 퓨즈플러그 또는 파열판으로 보호되어야 한다. 가스충전 시스템이 사용된 경우 축압기의 가스측에는 도출밸브로 보호되어야 한다.

1306. 시험 및 검사

1. 밸브 및 관장치의 시험 및 검사

- (1) 제1급 및 2급 관장치에 사용되는 밸브, 관 및 관부착품은 도출밸브 조정압력의 1.5배 또는 도출밸브의 조정압력에 7 MPa를 더한 압력 중 작은 압력으로 수압시험을 실시하여야 한다.

2. 유압펌프, 유압모터 및 유압실린더의 시험 및 검사

- (1) 유압펌프, 유압모터 및 유압실린더의 압력부분은 도출밸브 조정압력의 1.5배 또는 도출밸브의 조정압력에 7 MPa를 더한 압력 중 작은 압력으로 수압시험을 실시하여야 한다. **【지침 참조】**

3. 선내 설치후의 시험 및 검사

- (1) 선내에 설치한 후 장치의 작동상태, 각종 안전장치의 작동 및 관장치의 사용상태에 있어서 누설이 없음을 확인하여야 한다.

제 14 절 시험 및 검사

1401. 보기의 시험

1. 수압시험

- (1) 중요보기의 수압부는 가공 후 설계압력의 1.5 배의 압력으로 수압시험을 하여야 한다. 다만, 어떠한 경우에도 시험 압력은 0.2 MPa 미만으로 하여서는 아니 된다.
- (2) 12절의 적용을 받는 냉동기 압축기의 실린더 및 크랭크 케이스는 9편 1장 102.의 5항에 규정하는 압력의 1.5 배의 압력으로 수압시험을 하여야 하며, 9편 1장 102.의 5항에 규정하는 압력으로 기밀시험을 하여야 한다.

2. 용량시험

- (1) 펌프, 공기압축기, 송풍기, 팬(fan) 등과 같이 용량 확인이 필요한 보기는 설계조건(정격속도, 압력수두 및 점도 등)으로 용량시험을 제조자의 공장에서 실시하여야 한다. 다만, 우리 선급에 의하여 승인되고 만족스러운 사용실적이 있는 기기와 동일하게 설계된 경우에는 용량시험을 면제할 수 있다. **【지침 참조】**

1402. 밸브 및 관부착품의 수압시험 **【지침 참조】**

1. 제1급 및 제2급 관장치에 사용하는 밸브 및 관부착품은 제조 후 설계압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 하여야 한다. 다만, 우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우에는 수압시험을 생략할 수 있다.
2. 만재흡수선 하부의 선체붙이밸브 및 콕은 제조후 0.5 MPa의 압력으로 수압시험을 하여야 한다.

1403. 연료유탱크의 수압시험

선체의 일부를 구성하지 아니하는 연료유탱크는 제조후 부착품과 함께 탱크 정판상 2.5 m의 수두압력으로 수압시험을 하여야 한다. **【지침 참조】**

1404. 관의 가공에 대한 시험 **【지침 참조】**

1. 용접절차 인정시험 공장에서 처음으로 제1급 및 제2급 관장치에 속하는 관 상호간, 관과 밸브, 관과 관부착품 등을 용접으로 연결하는 경우, 새로운 용접법을 채용할 경우 및 모재의 재질, 용접재료의 종류 또는 이음의 형식을 변경할 경우에는 공사에 관련하여 상세한 자료를 제출하여 승인을 받는 것 이외에 우리 선급이 요구하는 용접절차 인정시험을 하여 이에 합격하여야 한다. 다만, 검사원이 좋다고 인정하는 정도의 용접방법의 변경에 대하여는 규칙 2편 2장 407.에 따라 이 시험을 생략할 수 있다.

2. 비파괴시험

- (1) 제1급에 속하는 호칭지름 65 A를 넘는 관의 맞대기이음 용접부에 대하여는 전방사선시험을 하여야 한다.
- (2) 제1급에 속하는 호칭지름 65 A 이하의 관 및 제2급에 속하는 호칭지름 90 A를 넘는 관의 맞대기이음 용접부에

대하여는 10 % 이상의 용접 길이에 대하여 부분 방사선 시험을 하여야 한다.

- (3) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 재료의 종류, 용접절차, 제조 중의 관리 방법에 따라 보다 엄격한 요건을 적용할 수 있다. 동등한 용접 품질을 보증할 수 있는 조건으로 용접하는 경우로서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 방사선검사 대신에 승인된 초음파 검사를 실시할 수 있다.
- (4) 제1급에 속하는 관의 플랜지 필릿용접에 대하여는 자분 탐상시험 또는 그 외의 적절한 비파괴시험으로 시험을 하여야 한다. 기타의 경우, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따라 자분탐상시험 또는 이와 동등한 비파괴시험을 요구할 수 있다.
- (5) 우리 선급은 용접재료 또는 용접방법 등을 고려하여 특별한 시험을 요구할 수 있다.
- (6) 방사선 시험에 대하여는 5장 404.의 3항 내지 5항에 따른다.
- (7) 방사선 및 초음파검사는 자격을 갖는 시험자에 의하여 적절한 방법으로 실시하여야 한다. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 방사선 및 초음파 검사 방법에 대한 상세를 승인용으로 제출하여야 한다.
- (8) 자분탐상시험은 결함을 검출하기에 충분한 능력을 가진 적절한 장비 및 절차를 가지고 실시하여야 한다. 장비의 성능은 표준시험편(또는 자장지시계)을 이용하여 확인하여야 한다.

3. 수압시험

- (1) 제1급/제2급에 속하는 모든 관과 증기관, 급수관, 압축공기관 및 연료유관으로서 설계압력이 0.35 MPa 을 넘는 것은 용접 접합된 부착품과 함께 도장이나 방열하기 전의 완전한 가공상태에서 설계압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 하여야 한다. 다만, 관과 관 또는 관과 밸브와의 용접이음을 선내에서 행하는 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴시험으로 대신할 수 있다.
- (2) 설계온도가 300 °C를 넘는 강관 및 용접 접합된 관부착품은 다음 식에 의하여 산출한 압력(P_h)으로 수압시험을 하여야 한다. 다만, 설계압력의 2 배를 넘을 필요는 없다.

$$P_h = 1.5 \frac{\sigma_{100}}{\sigma} P \quad (\text{MPa})$$

P : 설계압력 (MPa)

σ_{100} : 100 °C에서의 관 재료의 허용응력 (N/mm²)

σ : 설계온도에서의 관 재료의 허용응력 (N/mm²)

수압시험압력은 관의 굽힘부, T피스 등에 있어서 과대한 응력이 생길 염려가 있는 경우에는 설계압력의 1.5 배까지 감소할 수 있다.

- (3) 어떠한 경우에도 수압시험에 의하여 관벽에 생기는 막응력이 시험온도에 있어서 관재료의 규격항복강도의 90 %를 넘어서는 아니 된다.
- (4) 기술적인 이유로 인하여 선내에 조립하기 전에 모든 대상 부위에 대하여 수압시험을 수행하는 것이 불가능할 경우, 관장치의 모든 구간에 대하여 시험되지 않은 현장 마무리 조정관, 특히 마무리 용접부의 시험에 대한 제안서를 승인용으로 제출하여야 한다.
- (5) (1)호의 관장치에 대한 수압시험을 선내 설치 후에 실시할 수도 있다. 이 경우, 용접 접합된 부착품과 함께 도장이나 방열하기 전의 완전한 가공상태에서 (1)호 또는 (2)호에 정해진 압력으로 시험하여야 하며 또한 1405.에서 요구하는 시험과 연계하여 실시할 수 있다.
- (6) 용도에 따라 우리 선급이 인정하는 경우, 바깥지름이 작은 (15 mm 미만) 관의 압력시험은 면제될 수 있다.

1405. 선내 설치후의 시험

1. 관장치는 선내에 설치한 후 다음의 시험을 하여야 한다.

- (1) 이 장에 규정한 모든 관장치는 사용상태에서 기기와 함께 효력시험을 실시하고 누설여부를 검사하여야 한다.
- (2) 연료유 관장치 및 탱크 내의 가열관은 설계압력의 1.5 배 이상의 압력으로 압력시험을 하여야 한다. 다만, 어떠한 경우에도 0.4 MPa 이상이어야 한다. 【지침 참조】 ⇓

제 7 장 조타장치

제 1 절 일반사항

101. 적용 [지침 참조]

1. 이 장의 규정은 동력구동의 조타장치에 적용한다. 다만, 소형선에 대하여는 이 장 102., 103., 105., 301.의 3항 및 409.의 규정을 참작할 수 있다.
2. 수동의 조타장치에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 검사를 받고 이에 합격한 것이어야 한다.

102. 정의

1. 이 장에서 사용되는 용어의 정의는 다음에 따른다.
 - (1) **주조타장치**라 함은 항해상태에서 선박을 조종하기 위하여 타를 유효하게 구동하는데 필요한 타조작기(rudder actuator), 조타장치의 동력장치 및 그 부속장치로서 타두재에 회전력을 주기 위한 장치(예 : 킬러) 등의 기계장치를 말한다.
 - (2) **보조조타장치**라 함은 주조타장치가 손상된 경우에 필요한 장치로서 주조타장치의 부분과는 별개의 장치를 말한다. 다만, 킬러 및 이와 같은 목적으로 사용되는 부품(이하 킬러 등이라 한다.)은 주조타장치와 공통으로 사용할 수 있다.
 - (3) **조타장치의 동력장치**(이하 **동력장치**라 한다.)라 함은 다음의 장치를 말한다.
 - (가) 전동조타장치에 대하여는 전동기 및 부속전기설비 **[지침 참조]**
 - (나) 전동유압조타장치에 대하여는 유압펌프 및 구동전동기와 이에 부속된 전기장치
 - (다) (나) 이외의 유압식 조타장치에 대하여는 유압펌프 및 구동기관
 - (4) **유압식 구동장치**라 함은 타두재에 회전력을 주기 위하여 설치된 동력장치, 유압관장치 및 타조작기를 말한다. 다만, 2대 이상의 유압식 구동장치를 설치한 경우 킬러 등의 기계부품은 공통으로 사용할 수 있다.
 - (5) **타조작기**라 함은 타를 회전시키기 위하여 유압을 기계적 운동으로 직접 변환시키는 장치를 말한다.
 - (6) **제어장치**라 함은 선교로부터 동력장치에 명령을 전달하는 장치를 말하며, 발신기, 수신기, 제어용 유압펌프 및 구동 전동기, 전동기 제어기, 관장치, 전선 등이 포함된다. 조타장치의 제어장치는 조타장치의 유압식 구동장치를 제어하는 데 필요한 장비도 포함된다. (2023)
 - (7) **최고사용압력**이라 함은 조타장치가 202.의 1항에 따라 작동될 때 시스템에 예상되는 최대압력을 의미한다. (2023)
 - (8) **유압잠금**이라 함은 2개의 유압장치(보통 동일한)가 서로 맞서서 조타능력을 상실할 수 있는 모든 상황을 의미한다. 이는 서로에 맞서서 작동하는 2개의 유압시스템의 압력으로 인하여 또는 시스템이 서로에게 영향을 주어 양쪽에 압력 저하를 일으키거나 압력을 높이는 것을 불가능하게 만드는 유압 바이패스로 인하여 발생할 수 있다. (2023)

103. 제출도면 및 자료

1. 제출할 도면 및 자료는 다음과 같다.
 - (1) 도면
 - (가) 조타장치 전체배치도
 - (나) 킬러 등의 상세도
 - (다) 동력장치의 조립도 및 상세도
 - (라) 타조작기의 조립도 및 상세도
 - (마) 유압관 선도
 - (바) 제어장치의 배치도와 유압 및 전기계통도(경보장치 및 자동조타장치를 포함)
 - (사) 대체 동력원의 배치도 및 계통도
 - (아) 타각 지시기의 계통도
 - (2) 자료
 - (가) 요목표
 - (나) 강도계산서
 - (다) 취급설명서(동력장치 및 제어장치의 전환순서, 대체 동력원으로부터 동력자동공급의 자동제어를 나타낸 도면, 대

체 동력원이 전용 동력원으로 된 경우에는 동력원의 종류, 요목, 조립도를 포함) **【지침 참조】**
(라) 유압구동장치의 단일 고장시의 대책 설명서

104. 취급설명서의 게시

1. 동력구동의 조타장치를 비치한 선박의 선교 및 조타기실에는 동력장치 및 제어장치의 전환순서를 나타낸 선도가 그려진 간단한 취급설명서를 게시하여야 한다.
2. 301.의 4항에 따른 시스템고장 경보장치가 설치된 경우, 경보 발생시의 비상대응방법에 관한 설명서를 선교에 게시하여야 한다. **【지침 참조】**

105. 관련규정

1. 유압식 구동장치에 어큐뮬레이터 등의 압력용기가 사용되는 경우, 이들의 강도는 5장의 규정에 적합하여야 한다.
2. 유압식 구동장치에 사용되는 유압관장치는 이 장 이외에 6장의 규정에도 적합하여야 한다.
3. 조타장치의 전기설비는 6편 1장의 규정에 적합하여야 한다.

106. 조타장치의 거치 (2018)

1. 조타장치의 거치에 수지촉(resin chock)을 사용할 경우 수지촉은 우리 선급의 형식승인을 받아야 하며 계산된 최대 축력에서 수지촉의 면압은 형식승인 시 승인된 값 이내이어야 한다. 배치 및 설치 절차는 수지촉 제조자의 권고에 따라야 한다.

제 2 절 조타장치의 성능 및 배치

201. 조타장치의 수 **【지침 참조】**

1. 별도로 정한 경우를 제외하고 선박에는 1조의 주조타장치 및 1조의 보조조타장치를 비치하여야 하며, 이들 중 어느 한 쪽의 고장으로 인하여 다른 쪽이 작동불능되지 않도록 배치하여야 한다.
2. 주조타장치로서 2개 이상의 동등한 능력을 갖는 동력장치를 비치하고 다음의 규정에 적합한 경우에는 보조조타장치를 생략할 수 있다.
 - (1) 202.의 1항에 적합하도록 타를 회전시킬 수 있는 것. 이 경우, 모든 동력장치를 작동하여 타를 회전시켜도 된다. 다만, 여객선에서는 어느 하나의 동력장치가 작동하고 있지 아니한 경우에도 202.의 1항에 적합하도록 타를 조작할 수 있어야 한다.
 - (2) 동력장치의 일부 또는 배관계통에 단일 손상이 생긴 후에도 조타능력을 유지 또는 신속히 회복시키기 위하여 손상부를 격리할 수 있도록 배치하여야 한다. 다만, 유압식 조타장치 이외의 것에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정한 것이어야 한다.

202. 주조타장치의 능력 **【지침 참조】**

1. 주조타장치는 선박이 만재흘수에서 3편 1장 120.에서 규정하는 속력으로 전진중 타를 한쪽 현 35°에서 다른 현 35°까지 조작할 수 있고 28초 이내에 한쪽 현 35°에서 다른 현 30°까지 타를 회전시키는데 충분한 것이어야 한다.
2. 1항의 규정을 만족하기 위하여 필요한 경우 또는 4편 1장의 규정에 따른 상부 타두재의 소요지름(대빙구조의 선박에 요구되는 지름의 증가분은 포함하지 않음. 이하 같음)이 120 mm 를 초과한 경우에는 동력구동의 것이어야 한다.
3. 선박이 최대 후진속력으로 후진하는 경우에도 손상되지 않도록 설계되어야 한다. 다만, 최대 후진속력에서 최대 타각의 조건으로 시운전을 행할 필요는 없다.

203. 보조조타장치의 능력 **【지침 참조】**

1. 보조조타장치는 선박이 만재흘수에서 3편 1장 120.에서 규정하는 속력의 1/2 또는 7 Knots 중 큰 쪽의 속력으로 전진중 60초 이내에 한 쪽 현 15°에서 다른 현 15°까지 타를 회전시키기에 충분한 것이어야 하며, 비상시에는 주조타장치로부터의 전환이 신속히 이루어질 수 있는 것이어야 한다.
2. 1항의 규정을 만족하기 위하여 필요한 경우 또는 4편 1장에서 규정한 상부타두재의 소요지름이 230 mm 를 초과하는 경우에는 동력구동의 것이어야 한다.

204. 배관

1. 유압관장치는 동력장치를 용이하게 전환하여 사용할 수 있도록 배치하여야 한다.
2. 유압식 구동장치의 형식 및 설계를 고려하여 작동유의 청정상태를 유지하기 위한 적절한 장치를 설치하여야 한다.
3. 유압식 구동장치는 필요에 따라 장치 내의 공기를 뺄 수 있는 장치를 비치하여야 한다.
4. 외부에서 밸브에 의해 차단되고 동력원 또는 외력에 의하여 과압이 생길 가능성이 있는 유압관 장치의 모든 부분에는 압력도출밸브를 설치하여야 한다. 이 도출밸브의 조정압력은 유압장치의 최고사용압력의 1.25배 이상이어야 하며 설계압력을 초과하여서는 아니 된다. 총도출능력은 펌프의 총도출용량의 110 % 이상이어야 하며 조정압력의 110 % 를 초과하는 압력상승이 발생하지 아니하는 것이어야 한다. 이 경우, 사용온도에 대한 기름 점도의 영향을 고려하여야 한다.
5. 유압식 구동장치로부터 기름이 누설될 경우, 즉시 누설을 검지하기 위하여 유탱크에 저액면 경보장치를 설치하여야 하며 이 경보장치는 볼 수 있고 들을 수 있는 것으로 선교 및 주기관제어장소에 설치하여야 한다. **【지침 참조】**
6. 구조타장치를 유압구동으로 하는 경우에는 유탱크를 포함하여 적어도 1조의 유압식 구동장치에 작동유를 재충전하기에 충분한 용량의 저장탱크를 설치하여야 한다. 이 저장탱크에는 유면계를 설치하여야 하며, 조타기실 내에서 용이하게 유압장치에 재충전할 수 있도록 고정배관을 하여야 한다. **【지침 참조】**
7. 2개 이상의 장치(동력 또는 제어)가 동시에 운전될 수 있도록 배치된 조타장치는 단일 고장에 의하여 발생하는 유압 잠금(hydraulic locking)의 위험성이 고려되어야 한다.

205. 동력장치의 재시동 및 경보장치

1. 주 및 보조조타장치의 동력장치는 다음 규정에 적합하여야 한다.
 - (1) 동력의 공급이 정지된 후에 다시 회복되면 자동적으로 재기동되는 것이어야 한다.
 - (2) 조타장치의 동력장치는 선교에서 기동할 수 있는 것이어야 하며, 어느 한 대가 고장난 경우, 선교에 볼 수 있고 들을 수 있는 경보장치를 설치하여야 한다.

206. 대체 동력원 **【지침 참조】**

1. 4편 1장에서 규정한 상부타두재의 소요지름이 230 mm 를 초과하는 경우에는 조타장치에 다음 규정에 따른 대체 동력이 공급되어야 한다.
 - (1) 대체 동력원은 다음 중 하나일 것
 - (가) 비상 전원
 - (나) 조타장치에만 사용되고 또한 조타기 구획 내에 설치된 독립 동력원
 - (2) 대체 동력원은 동력장치 및 해당 동력장치에 접속하는 제어체통과 타각지시기에 자동적으로 45초 이내에 대체 동력을 공급할 수 있는 것이어야 한다. 이 경우, 이 대체 동력원은 총톤수 10,000톤 이상인 선박에서는 적어도 30분간, 기타 선박에 있어서는 적어도 10분간 조타장치를 연속 작동하는데 충분한 용량인 것이어야 한다.
 - (3) 대체동력원에 의하여 구동되는 조타장치는 적어도 203.에서 규정하는 보조조타장치의 능력을 발휘할 수 있어야 한다.
 - (4) (1)호 (나)에서 정한 독립 동력원으로 사용하는 발전기 또는 펌프를 구동하는 원동기의 자동시동장치는 6편 1장 203.의 6항의 규정에 따라야 한다.

207. 전동 또는 전동유압식 조타장치의 전기설비 **【지침 참조】**

1. 이 장에서 2중으로 설치하도록 요구된 동력회로에 사용하는 케이블은 전장에 걸쳐 가능한 한 서로 떨어지게 하여야 한다.
2. 동력장치의 운전표시장치는 선교 및 주기관을 제어하는 장소에 설치하여야 한다.
3. 1개 이상 동력장치를 갖는 전동 또는 전동유압 조타장치는 주배전반으로부터 2조 이상의 전용 회로에 의하여 직접 급전되도록 하여야 한다. 다만, 그 중 1회로는 비상배전반을 경유할 수 있다.
4. 구조타장치 및 보조조타장치가 전동 또는 전동유압식인 경우, 보조조타장치에의 급전은 구조타장치의 급전 회로중 1회로로부터 할 수 있다. 급전회로는 해당 회로에 동시에 접속되고 동시에 운전되는 모든 전동기에 급전할 수 있는 충분한 용량이어야 한다.
5. 회로에는 단락보호장치를, 전동기에는 과부하 경보장치를 각각 설치하여야 한다. 이 경우, 과부하 경보는 가시가청인 것으로 주기관을 제어하는 장소의 보기 쉬운 곳에 설치하여야 한다.

6. 시동전류를 포함하는 과전류에 대한 보호장치가 설치된 경우, 이 보호장치는 전부하 전류의 2배 이상인 전류에 대하여 전동기 또는 회로를 보호하여야 하며 적절한 시동전류의 통과는 허용하여야 한다.
7. 3상교류식인 경우, 단상이 되면 경보를 발하는 장치를 비치하여야 한다. 이 경보는 가시가청인 것으로 주기관을 제어하는 장소의 보기 쉬운 곳에 설치하여야 한다.
8. 총톤수 1,600톤 미만인 선박으로서 203.의 규정에 따라 동력구동이 요구되는 보조조타장치가 전력구동이 아닌 경우 또는 주로 다른 용도에 사용하기 위한 전동기에 의해 구동되는 경우에는 주배전반으로부터 주조타장치에의 급전회로는 1조로 할 수 있다. 다만, 주로 다른 용도의 전동기에 의해 보조조타장치가 구동되는 경우에는 보조조타장치에 대하여 적용하는 205. 및 301.의 1항 (3)호에 적합하고, 우리 선급이 보호장치의 배치에 대하여 적절하다고 인정하는 경우에는 5항 내지 7항의 규정을 적용하지 아니한다.

208. 조타장치의 설치장소

1. 조타장치는 사람의 출입이 용이하고 가능한 한 기관구역과 분리된 둘러싸인 구역에 설치하여야 한다.
2. 조타기실에는 조타기 및 제어장치로 접근하기 위한 통로 및 작업용 공간을 설치하여야 한다. 이 경우, 기름이 누설된 경우에도 적절한 작업 환경을 확보하기 위하여 통로에는 손잡이 및 발판 또는 미끄럼방지판 배치를 강구하여야 한다.

209. 통신장치

선교와 조타기실 사이에는 통신장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

210. 타각 지시장치

1. 타각은 선교에 지시되어야 하며, 타각지시기는 제어장치와는 독립된 것이어야 한다.
2. 조타기실 내에서도 타각을 확인할 수 있어야 한다.

제 3 절 제어장치

301. 일반 **【지침 참조】**

1. 조타장치의 제어에 대해서는 다음 규정에 적합하여야 한다.
 - (1) 주조타장치의 제어장치는 선교 및 조타기실에 설치하여야 한다.
 - (2) 주조타장치가 201.의 2항에 따라 설치되는 경우에는 조타륜 또는 조타레버를 제외한 2조의 독립된 제어계통으로 구성하고, 각 계통은 선교에서 조작할 수 있는 것이어야 한다. 다만, 제어계통이 유압 텔레모터로서 구성된 경우에는 제2의 독립제어계통을 설치할 필요는 없다.
 - (3) 보조조타장치의 제어장치는 조타기실에 설치하여야 한다. 보조조타장치가 동력구동일 경우에는 선교에서도 조작할 수 있어야 하며, 주조타제어장치의 제어계통과는 독립된 것이어야 한다.
2. 주 및 보조조타장치를 선교에서 조작하도록 된 제어계통은 다음 규정에 따른다. (2017)
 - (1) 전기적 제어계통인 경우, 그 계통은 조타기실 내의 조타장치 동력회로부터 또는 조타장치 동력회로에 대한 급전 개소에 근접한 위치에서 조타장치 동력회로에 급전하는 배전반 모선으로부터 각각 전용의 회로에 의해 직접 급전되어야 한다.
 - (2) 조타기실에는 선교에서 조작할 수 있는 모든 제어계통을 차단할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.
 - (3) 제어계통은 선교에서 작동할 수 있어야 한다.
 - (4) 제어계통의 급전회로는 단락보호장치만을 하여야 한다.
3. 이 장에서 2중 설치가 요구되는 제어계통에 사용하는 케이블 또는 관장치는 전장에 걸쳐 될 수 있는 한 서로 떨어져 설치하여야 한다.
4. 2개 이상의 장치(동력 또는 제어)가 동시에 운전될 수 있도록 배치된 조타장치는 단일 고장에 의하여 발생하는 유압 잠금(hydraulic locking)으로 인하여 조타기능이 상실될 우려가 있는 경우, 고장난 시스템을 식별하는 가시가청 경보 장치를 선교에 설치하여야 한다.

302. 조타제어장치의 고장 탐지 및 응답 (2017)

1. 고장 탐지

- (1) 시스템의 성능저하 또는 작동 불능을 초래할 가능성이 높은 고장들은 감시되어야 하며, 적어도 다음의 고장 시나리오가 고려되어야 한다.
 - (가) 전원 공급 상실
 - (나) 교류 및 직류 회로의 지락사고
 - (다) 명령과 피드백의 페루프 시스템에서 루프고장(예: 단락, 단선, 지락사고)
 - (라) 데이터 통신 오류
 - (마) 프로그래머블 시스템 고장(하드웨어 및 소프트웨어 고장)
 - (바) 타 명령과 응답 사이의 편차. 실제 타의 위치가 페루프 제어시스템(예: 추종 제어 및 자동조타장치)의 허용된 제한 시간 내에 설정 값에 도달하지 못할 경우 편차에 대한 경보를 발하여야 한다. 편차에 대한 경보는 기계, 유압 또는 전기 고장이 원인이 될 수 있다.
- (2) 탐지된 모든 고장은 항해선교에 가청경보와 개별 가시경보를 발하여야 한다.

2. 고장 시 시스템 응답 (2021) (2023)

타의 제어되지 않은 움직임을 일으킬 수 있는 고장(1항 (1)호에서 규정하는 고장 목록으로 제한되지 않음)은 명확히 식별되어야 한다. 이러한 고장을 탐지할 경우, 타는 수동 개입 없이 현재 위치에서 정지하거나 미드십(midship)/중립 위치로 돌아가야 한다. 밸브의 고착 및 정적 구성품(배관과 실린더)의 고장과 같은 기계적 고장의 경우에는 앞서 요구한 수동 개입 없는 시스템 응답을 강제하지 않는다. 이러한 고장이 발생한 경우 작업자는 104.의 2항의 비상대응방법에 관한 설명서를 따를 수 있다.

303. 전환

자동조타장치를 설치한 선박의 조타장치는 자동조타에서 수동조타로 즉시 전환할 수 있는 것이어야 한다. **【지침 참조】**

제 4 절 조타장치의 재료, 구조 및 강도

401. 재료

1. 조타장치에 사용되는 재료는 결함이 없는 것으로서 사용조건에 적합한 것이어야 한다.
2. 타조작기의 실린더 및 하우징, 작동유의 압력을 받는 관장치 및 타두재에 회전력을 주기 위한 모든 부품의 재료는 연신율 12 % 이상이고 규격최소인장강도가 650 N/mm² 이하로서 2편 1장의 규정에 적합한 강 또는 구상 흑연 주철품이어야 한다. 다만, 우리 선급의 승인을 받은 밸브 및 볼트류에 대하여는 이에 따르지 아니한다.
3. 텔러를 2개로 분할하여 볼트 조임하는 구조의 경우, 조임 볼트 및 회전 날개식 타조작기의 보스에 사용되는 날개 부착용 볼트의 재료는 2편 1장의 규정에 적합한 단강품 또는 압연품이어야 한다.
4. 2항부터 3항에서 규정하는 것 이외의 주요 부품에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격에 적합한 재료를 사용할 수 있다. **【지침 참조】**
5. 특히 우리 선급이 승인한 경우에는 2항부터 4항에서 정한 재료 이외의 것을 사용할 수 있다.

402. 용접

1. 유압구동장치의 부품이 용접구조의 경우, 이 용접부에는 용입불량 및 기타의 유해한 결함이 없어야 한다.
2. 유압구동장치의 내압을 받는 부품이 용접구조의 경우에는 용접부는 충분한 강도를 갖는 것이어야 한다.

403. 조타장치의 구조일반

1. 조타장치는 충분한 강도를 갖는 신뢰성이 있는 것이어야 한다.
2. 조타장치의 주요한 부품은 국부응력집중을 고려하여 모양을 결정하여야 한다.
3. 유압구동장치에 사용되는 유압을 받는 조타장치부품은 저압측의 압력을 고려하여 202.의 1항에 규정된 작동조건하에서 예상되는 최고사용압력의 1.25배 이상의 값을 설계압력으로 설계하여야 한다. 이 설계압력은 압력도출밸브의 조정 압력 미만이어서는 아니 된다.
4. 이중으로 설치되지 않는 중요한 부품의 구조 및 강도는 특별히 고려를 하여야 한다. 또한, 이 중요한 부품의 축베어링에는 가능한 한 볼베어링, 롤러베어링, 슬리브베어링 등의 마찰감소 베어링을 사용하여 윤활하든가 윤활제 공급을 위한 부속품을 설치하여야 한다.

5. 필요한 경우에는 관장치 및 부품에 대하여 동적하중에 의한 맥동압력을 고려한 피로해석을 하여야 한다. 이 경우, 고 사이클피로 및 누적피로에 대하여도 고려하여야 한다.

404. 타조작기의 강도

- 모든 타조작기의 내압을 받는 부품의 강도는 허용응력에 관한 규정을 제외하고 5장의 규정에 적합한 것이어야 한다.
- 1항의 강도계산에 의하여 유압을 받는 부분에 사용되는 등가 일차 일반 막응력에 대한 허용응력 f 는 다음 중 작은 것으로 하여야 한다.

$$f = \frac{\sigma_B}{A} \quad \text{또는} \quad f = \frac{\sigma_Y}{B}$$

σ_B : 재료의 규격최소인장강도 (N/mm²)
 σ_Y : 재료의 규격최소항복강도 또는 0.2 % 내력 (N/mm²)
 A 및 B : 상수로서 표 5.7.1에 따른다.

표 5.7.1 상수 A 및 B

	강	주강	구상흑연주철
A	3.5	4	5
B	1.7	2	3

405. 타조작기의 오일 실

- 정지부분에서 외부로 기름이 누설하는 것을 방지하기 위하여 사용하는 오일 실은 금속접촉(metal touch) 또는 이와 동등의 효력을 갖는 것이어야 한다.
- 가동부에서 외부로 기름이 누설하는 것을 방지하기 위하여 사용하는 오일 실은 1개의 실이 파손된 경우에도 타조작기의 작동에 지장이 없도록 이중구조로 하여야 한다. 다만, 작동유의 누설방지에 대해 동등 이상의 효력이 있다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 다른 구조로 할 수 있다.

406. 플렉시블관

유연성이 필요한 관장치에는 6장 102.의 5항에 규정된 플렉시블관을 사용하여야 한다.

407. 킬러(tiller) 등

- 타조작기로부터 상부 타두재로 힘을 전달하는 단강재 또는 주강재의 킬러 등의 치수는 타토크 T_R 이 작용할 때, 굽힘응력은 $118/K$ (N/mm²), 전단응력은 $68/K$ (N/mm²)를 넘지 아니하도록 정하여야 한다.

여기서,
 T_R : 4편 1장 3절에 규정된 타 토크 (N-m)
 K : 4편 1장 103.의 1항에 따른 킬러 재료의 재료계수

- 1항의 규정에도 불구하고, 랩손-슬라이드형(Rapson-slide type) 또는 트렁크 피스톤형(trunk piston type) 킬러의 치수는 다음에 따라 정할 수 있다. **【지침 참조】**
 (1) 타두재의 중심선에서 킬러 보스의 단면 형상은 다음 식에 적합하여야 한다.

$$(D^2 - d^2)H \geq 170 T_R K$$

$$H/d \geq 0.75$$

여기서,
 D : 보스의 바깥지름 (mm)

d : 보스의 안지름 (mm)
 H : 보스의 높이 (mm)
 T_R 및 K : 1항 참조

(2) 암(arm) 단면의 수직축에 관한 소요단면계수 Z 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Z = 11 \left(1 - \frac{r}{R_1} \right) T_R K \quad (\text{mm}^3)$$

여기서,

r : 타두재의 중심선에서 해당 단면까지의 거리 (mm)
 R_1 : 타두재의 중심선에 조타장치의 힘이 가해지는 점까지 측정된 킬러 암의 길이 (mm). 다만, 암의 길이가 타각에 의하여 변동하는 형식일 경우에는 타각 35°까지의 범위에 있어서의 최대 길이로 한다.
 T_R 및 K : 1항 참조

(3) 암의 외단에 있어서의 소요단면적 A 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$A = 18.5 \frac{T_R}{R_2} K \quad (\text{mm}^2)$$

여기서,

R_2 : 타두재의 중심선에 조타장치의 힘이 가해지는 점까지 측정된 킬러 암의 길이(mm). 다만, 암의 길이가 타각에 의하여 변동하는 형식일 경우에는 타각 0°일 때의 길이로 한다.
 T_R 및 K : 1항 참조

(4) 2개로 설치된 암의 각각에 동력장치가 연결되어 이들 동력장치가 동시에 작동하는 형식일 때에는 암의 치수를 (2)호 및 (3)호의 규정에 의한 것에서 적절히 경감할 수 있다. **【지침 참조】**

3. 1항의 규정에도 불구하고, 단강재 및 주강재의 회전 날개식 타조작기의 치수는 404.에 규정된 요건에 추가하여, 다음 요건에 따라 정할 수 있다.

- (1) 보스의 치수는 2항 (1)호에 규정된 요건에 적합하여야 한다. 다만, K 는 4편 1장 103.의 1항에 따른 회전 날개식 타조작기 보스 재료의 재료계수.
- (2) 회전 날개 단면의 수직축에 관한 소요단면계수 Z_V 및 회전 날개의 소요단면적 A_V 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. **【지침 참조】**

$$Z_V = 11 \left(\frac{B}{D+B} \right) \frac{T_R}{n} K \quad (\text{mm}^3)$$

$$A_V = 37 \left(\frac{1}{D+B} \right) \frac{T_R}{n} K \quad (\text{mm}^2)$$

여기서,

D : 보스의 바깥지름 (mm)
 B : 보스의 바깥지름에서 측정된 회전 날개의 너비 (mm)
 n : 회전 날개의 개수
 T_R : 1항 참조
 K : 4편 1장 103.의 1항에 따른 회전 날개 재료의 재료계수

4. 킬러 등은 키를 사용하여 수축끼워맞춤(shrinkage fitting), 압입(force fitting) 또는 볼트로 확실히 타두재에 결합하여야 한다. 다만, 우리 선급이 인정하는 부착방법을 사용할 경우에는 키 없이 결합할 수 있다. **【지침 참조】**

5. 킬러의 보스를 2개로 분할하여 볼트로 잠글 때에는 각 축에 적어도 2개의 볼트를 배치하고 볼트의 소요 골지름 d 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. 이 경우, 플랜지의 두께는 볼트 지름의 3/4배 이상으로 하여야 한다.

$$d = 1.45 \sqrt{\frac{T_R}{nb}} K \quad (\text{mm})$$

여기서,

T_R : 1항 참조

K : 4편 1장 103.의 1항에 따른 볼트 재료의 재료계수

n : 한쪽에 대한 볼트의 수

b : 타두재의 중심선에서 볼트 중심까지의 거리(cm)

6. 구상흑연주철재의 톨러 등의 치수는 타토크 T_R 이 작용할 때, 굽힘응력은 $94/K$ (N/mm^2), 전단응력은 $54/K$ (N/mm^2)를 넘지 아니하도록 정하여야 한다. 다만, 계산상 타 토크 T_R 에 1.2배한 값을 사용하여 2항 또는 3항의 요건에 따라 치수를 정할 수 있다.

408. 정지장치

1. 톨러에는 기계적으로 타의 운동을 제한할 수 있는 적절한 정지장치를 설치하여야 하며, 타 조작기가 정지장치의 기능을 가질 경우 이를 인정할 수 있다.
2. 조타장치에는 타의 운동이 스톱퍼에 의하여 정지되기 전에 키의 회전이 정지되도록 리미트 스위치 등의 장치를 설치하여야 한다. 이 장치는 제어장치에 의하여 작동되는 것이 아니고, 조타장치의 운동에 의하여 작동되는 것이어야 한다. 다만, 플로팅 레버 등의 기계적 기구를 사용하여 이 장치를 작동시킬 수 있다.
3. 톨러에는 비상시 타를 고정 상태로 유지할 수 있는 적절한 장치를 비치하여야 한다. 유압식 조타장치의 경우, 유압밸브의 폐쇄에 의하여 타가 안전하게 정지할 수 있을 경우에는 이 고정장치를 생략할 수 있다.

409. 완충장치

유압식 조타장치 이외의 조타장치에는 외부로부터 타에 작용하는 충격이 조타장치에 전달되지 않도록 스프링, 기타의 적절한 완충장치를 설치하여야 한다. **【지침 참조】**

제 5 절 시험

501. 공장시험

1. 압력용기 및 관장치의 시험은 이 절에서 정한 것 외에 5장 및 6장의 규정에도 적합하여야 한다.
2. 압력을 받는 모든 부품은 설계압력의 1.5배의 압력으로 압력시험을 시행하여야 한다.
3. 동력장치의 펌프는 각 형식마다 100시간 이상의 운전시험을 하여야 한다. 이 경우, 운전은 실제 사용상태 또는 이와 동등의 조건으로 타가 중립위치에 있는 상태와 최고사용압력에 의한 최대토출량의 상태를 교대로 반복하여 행한 후 각부에 과열, 진동 등의 이상이 없는 것이어야 하며, 운전시험 후 주요부를 개방하여 이상이 없는 것을 확인하여야 한다. 다만, 선박용으로로서 충분한 실적이 있는 펌프에 대하여는 이 시험을 생략할 수 있다.

502. 선내시험

1. 유압관 장치는 선내 배관 후 적어도 최고사용압력에서 누설시험을 하여야 한다.
2. 조타장치는 선내 설치 후 각부의 작동시험을 하여야 한다.

503. 해상시운전

1. 조타장치는 해상시운전시 다음 시험을 하여야 한다. 다만, (4)호, (7)호 및 (8)호에 대해서는 계선시 또는 입거시에 시험할 수 있다.
 - (1) 202. 및 203.에 규정된 조타능력시험. 가변피치 프로펠러인 경우에는 전진 연속최대회전시 승인된 최대설계피치에서 시험하여야 한다.

만약 해상시운전 시에 선박의 만재흡수에서 최대설계피치 및 주기관의 연속최대회전수에 상응하는 속력(보조조타장치의 경우 연속최대회전수의 1/2에 상응하는 속력 또는 7노트, 두 가지 속력 중 큰 속력)으로 항진 중에 동요건에 적합함을 입증하는 것이 불가능한 경우에는, 아래의 방법 중 한 가지 방법으로 동요건에 적합함을 입증할 수 있다. (2017) **【지침 참조】**

(가) 해상시운전 시 선박이 이븐킬 상태로 타를 완전히 물에 잠고, 최대설계피치에서 주기관의 연속최대회전수에 상

응하는 속력(보조조타장치의 경우 연속최대회전수의 1/2에 상응하는 속력 또는 7노트, 두 가지 속력 중 큰 속력)으로 항진, 또는

- (나) 만약 해상시운전 시 타를 완전히 물에 잠그는 것이 불가능한 경우, 제안된 해상시운전 적재상태에서 물속에 잠긴 타의 면적을 사용하여 적절한 시운전 전진속력을 계산하여야 한다. 계산된 시운전 전진속력은 보조조타장치에 대하여 최소한 선박의 만재홀수 상태에서 최대설계피치 및 주기관의 연속최대회전수에 상응하는 속력(보조조타장치의 경우 연속최대회전수의 1/2에 상응하는 속력 또는 7노트, 두 가지 속력 중 큰 속력)으로 항진하는 것과 동등한 힘 및 토크가 가해질 수 있는 것이어야 한다. 또는
- (다) 해상시운전 적재상태에서의 타력 및 타 토크를 만재 상태의 것으로 신뢰할 수 있게 예측하고 외삽하는 방법.

【지침 참조】

- (2) 동력장치의 전환을 포함한 동력장치의 작동시험
- (3) 1조의 유압구동 계통의 격리시험. 이 경우, 조타능력이 회복될 때까지의 시간을 계측.
- (4) 유압구동 계통의 재충전장치시험
- (5) 206.에서 규정한 대체동력의 공급시험
- (6) 제어장치의 작동시험(제어권의 전환 및 조타기실에서의 작동시험을 포함)
- (7) 선교와 조타기실간의 통신장치의 작동시험
- (8) 이 장에서 요구한 경보장치, 타각지시장치 및 동력장치의 운전표시장치의 효력시험
- (9) 조타장치가 유압잠금(hydraulic locking)을 방지할 수 있도록 설계된 경우, 이 기능을 시험을 통하여 확인하여야 한다. **【지침 참조】**

제 6 절 총톤수 10,000톤 이상인 탱커 및 총톤수 70,000톤 이상인 선박에 대한 추가규정

601. 주조타장치

1. 총톤수 10,000톤 이상인 유조선, 액화가스 산적운반선 및 위험화학품 산적운반선(이하 **탱커**라 한다.) 및 기타 총톤수 70,000톤 이상인 선박의 주조타장치는 201.의 2항에 적합한 2개 이상의 동등한 능력을 가진 동력장치를 갖는 것이어야 한다.
2. 총톤수 10,000톤 이상인 탱커의 조타장치는 다음 규정에 적합한 것이어야 한다.
 - (1) 주조타장치의 유압구동장치 한 부분의 단일 손상(틸러 등의 손상 및 타조작기의 소착을 제외함)에 의해 조타능력을 상실한 경우, 유압구동장치의 손상 후 45초 이내에 조타능력을 회복할 수 있어야 한다.
 - (2) 주조타장치는 다음 중 하나에 따라야 한다.
 - (가) 독립 또는 분리된 2조의 유압구동장치를 가지고 어느 쪽의 장치에 대해서도 202.의 1항에 적합하여야 한다.
 - (나) 2조 이상의 동등한 능력을 갖는 유압구동장치를 가지고 모든 장치를 동시에 운전하여 202.의 1항에 적합하여야 한다. 이 경우, 다음의 규정에도 적합하여야 한다.
 - (a) 한쪽의 장치가 손상되어 작동유체가 유출된 경우 이를 검지할 수 있어야 하며, 손상된 장치가 자동적으로 격리되어 다른 유압구동장치가 완전히 작동 가능한 상태를 유지할 수 있어야 한다.
 - (b) 조타 능력을 얻기 위하여 필요한 경우에는 각각의 유압구동장치를 서로 연결한 배관장치를 하여야 한다.
 - (3) 유압식 조타장치 이외의 조타장치에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것이어야 한다.

602. 제어장치

총톤수 10,000톤 이상인 탱커에는 301.의 1항 (2)호의 단서 규정은 적용되지 아니한다.

603. 타조작기의 수 및 강도

1. 총톤수 10,000톤 이상으로서 재화중량 100,000톤 미만인 탱커에 대하여는 다음의 규정에 적합한 경우 타조작기는 1개로 할 수 있다.
 - (1) 배관계통의 어느 부분 또는 1대의 동력장치에 대한 단일 손상에 의하여 조타능력을 상실한 경우에는 45초 이내에 조타능력을 회복할 수 있어야 한다.
 - (2) 타조작기는 적절한 피로해석 및 파괴 역학적 해석을 포함한 설계상의 상세응력해석, 사용재료, 실장치의 설치, 시

험, 검사 및 효율적인 유지관리에 대하여 특별히 고려하여야 한다. 이 경우, 고사이클피로 및 누적피로에 대하여도 고려하여야 한다.

- (3) 타조작기와 유압배관내부의 작동유를 격리하기 위하여 타조작기에 직접 부착된 격리밸브를 설치하여야 한다.
 - (4) 타조작기 내의 과압을 방지하기 위하여 204.의 4항에 적합한 압력도출밸브를 설치하여야 한다.
2. 총톤수 10,000톤 이상으로서 재화중량 100,000톤 미만인 탱크에 대하여 타조작기를 1개로 하는 경우, 타조작기의 강도에 대하여는 404.의 규정에 따르는 외에 다음 규정에도 따라야 한다.
- (1) 타조작기의 주요부품은 상세계산에 의하여 강도가 확인된 것이어야 한다.
 - (2) 타조작기의 작동유의 압력을 받는 부분은 상세응력해석에 의하여 설계압력에 견디는지 확인된 것이어야 한다.
 - (3) 구조 또는 제조법이 특수한 경우에는 피로해석 및 파괴역학해석을 하여야 한다. 이 경우, 고 사이클 피로 및 누적 피로에 대하여 고려하여야 하며, 예상되는 모든 동하중이 외력으로 주어져야 한다. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 상기에 추가하여 또는 이론 해석 대신 실증적인 응력해석을 할 수도 있다.
 - (4) 내압을 받는 부품의 강도계산에 대한 허용응력은 다음 식을 만족하는 것이어야 한다.

$$\begin{aligned} \sigma_m &\leq f \\ \sigma_t &\leq 1.5f \\ \sigma_b &\leq 1.5f \\ \sigma_t + \sigma_b &\leq 1.5f \\ \sigma_m + \sigma_b &\leq 1.5f \end{aligned}$$

σ_m : 등가 1차 일반 막응력 (N/mm²)
 σ_t : 등가 1차 국부 막응력 (N/mm²)
 σ_b : 등가 1차 굽힘 응력 (N/mm²)
 f : σ_B/A 또는 σ_Y/B 중 작은 쪽의 값
 σ_B : 재료의 규격 최소인장강도 (N/mm²)
 σ_Y : 재료의 규격 최저 항복강도 또는 0.2 % 내력 (N/mm²)
 A 및 B : 다음 표에 따른다.

	압연강판 또는 단강품	주강품	구상흑연 주철품
A	4	4.6	5.8
B	2	2.3	3.5

- (5) 타조작기의 작동유의 압력을 받는 부분에 대해서는 다음의 최저 파괴압력 P_b 에 의한 시험을 행하고 여기에 견디는 것이 확인된 경우에는 (2)호에 규정된 상세응력해석을 생략할 수 있다. 다만, 구조 또는 제조법이 특수한 경우에는 (2)호에 규정된 상세응력해석을 생략하여서는 아니 된다.

$$P_b = P \times A \frac{\sigma_{Ba}}{\sigma_B} \quad (\text{MPa})$$

P_b : 최저 파괴압력 (MPa)
 P : 설계압력 (MPa)
 A : (4)호의 규정에 따른다.
 σ_{Ba} : 재료의 실제인장강도 (N/mm²)
 σ_B : 재료의 규격최소인장강도 (N/mm²)

604. 비파괴시험

총톤수 10,000톤 이상으로서 재화중량 100,000톤 미만인 탱커에 타조작기를 1개로 한 경우에는 타조작기의 표면 및 내부결함을 탐상하기 위하여 적절한 비파괴시험을 하여야 한다. 이 경우, 비파괴시험방법 및 판정기준에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것이어야 하며, 필요한 경우에는 허용된 결함치수를 결정하기 위하여 파괴역학해석을 하여야 한다. 【지침 참조】 ↓

제 8 장 윈들러스 및 무어링 윈치

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 장의 규정은 전동, 증기 및 유압등의 동력원을 갖는 윈들러스 및 무어링 윈치에 대하여 적용하며, 주 동력원을 수동으로 하는 윈들러스에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. **【지침 참조】**
2. 동력전달장치, 압력용기, 유압펌프 및 부속관장치에 대하여는 이 장의 규정 이외에 3장, 5장 및 6장의 규정을 각각 준용한다.

102. 재료

1. 윈들러스 및 무어링 윈치의 주요부품은 주강품, 단강품 또는 이와 동등 이상의 재료로서 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합한 것이어야 한다. (2017) **【지침 참조】**
2. 다만, 전달하는 출력이 100 kW 이상인 윈들러스의 축 및 기어류의 재료는 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다. (2017)

103. 용접 (2020)

1. 윈들러스의 용접

용접이음매는 구조도에 표시되어야 하며 윈들러스 도면의 승인과 관련하여 승인되어야 한다. 용접절차 및 용접사는 2편 2장 4절 및 2편 2장 5절의 규정에 따라 인정되어야 한다. 용접용재료는 그 형식 및 등급이 2편 2장 6절의 범위에 속할 경우 우리 선급의 승인을 받아야 하며, 2편 2장 6절의 범위를 벗어날 경우 우리 선급의 적용 가능한 요건을 따르거나 한국산업규격 또는 국제표준을 따른다. 용접부의 비파괴검사의 정도 및 용접후 열처리가 있는 경우 이는 검토를 위하여 명시되고 제출되어야 한다.

제 2 절 윈들러스

201. 정의 (2018)

1. 연속사용하중(continuous duty pull)이라 함은 앵커체인을 호칭지름 및 종류에 따라 결정되는 하중으로 앵커 및 앵커체인을 감아올릴 때 체인리프터에 가해지는 접선방향의 인장력을 말한다.
2. 과부하하중이라 함은 일시적으로 필요한 체인리프터에 걸리는 감아올림 가능 최대하중으로서 적어도 연속사용하중의 1.5배 이상이어야 한다.
3. 유지하중이라 함은 체인리프터 제동장치가 견디어야 할 앵커체인에 걸리는 정적 최대하중을 말한다.
4. 인양속도라 함은 앵커체인 82.5 m(3연)를 수중에 내려 앵커가 해저에 도달하지 않는 상태에서 55 m(2연)를 감아 올리는 사이의 평균속도를 말한다.
5. 앵커체인 절단시험하중이라 함은 4편 표 4.8.8에서 규정하는 앵커체인의 최소 절단시험하중을 말한다.

202. 적용 표준 (2018)

1. 설계, 구조 및 윈들러스의 시험은 인정 가능한 표준 또는 코드에 적합하여야 한다. 표준 및 코드는 적절한 것으로 인정되기 위해서 응력, 성능 및 시험에 관한 기준을 규정하여야 한다. 우리 선급이 인정하는 표준의 예는 다음에 따른다.
 - (1) SNAME T&R Bulletin 3-15 상선 윈들러스에 대한 설계 및 시험 가이드
 - (2) ISO 7825 갑판기기의 일반 규정
 - (3) ISO 4568 조선 - 원양선 - 윈들러스 및 앵커 캡스텐
 - (4) JIS F6714 윈들러스

203. 제출도면 및 자료 (2018)

1. 해당되는 경우, 설계사양, 적용한 표준, 공학적 해석 및 구조상세를 보여주는 다음의 도면을 제출하여야 한다.
 - (1) 윈들러스 설계사양서, 앵커 및 체인의 요목, 묘박 깊이, 성능기준, 적용한 표준
 - (2) 윈동기, 축, 체인리프터, 앵커, 체인, 브레이크, 제어 등과 같은 묘박 및 계류장치의 모든 구성품을 보여주는 윈들러스 배치도(윈들러스와 일체형인 경우의 무어링 윈치, 와이어 로프, 페어리드 포함)
 - (3) 해당되는 경우, 아래의 치수, 재료, 용접상세
 - (가) 모든 토크 전달 장치(축, 기어, 클러치, 커플링, 커플링 볼트 등)
 - (나) 윈들러스 및 윈치(해당되는 경우)의 모든 하중 지지 부품(축 베어링, 체인리프터, 시브, 드럼, 베드프레임 등)
 - (다) 브레이크, 체인스토퍼(설치된 경우) 및 거치대
 - (4) 아래를 포함하는 유압장치
 - (가) 시스템 설계압력을 포함하는 배관계통도
 - (나) 안전밸브의 배치 및 설정압력
 - (다) 배관 및 장비에 대한 재료 사양서
 - (라) 관이음 기준도(해당되는 경우)
 - (마) 유압모터에 대한 기술자료 및 상세
 - (5) 해당되는 경우, 케이블 사양 및 사이즈, 전동기 제어기, 보호장치 등급 또는 설정값을 포함하는 전기 계통도
 - (6) 제어, 감시 및 계측기기의 배치도
 - (7) 우리 선급이 인정하는 표준 및 코드에 따름을 입증하는 토크 전달 및 하중지지 구성품에 대한 공학적 분석.
 - (8) 출력 100 kW 이상의 기어를 포함하는 윈들러스 전동기의 도면 및 자료
 - (9) 전체 윈들러스의 과부하 성능을 포함하는 부하 시험이 제조공장에서 수행되지 않을 경우 윈들러스 윈동기가 인양 속도, 연속사용하중, 과부하성능을 얻을 수 있음을 입증하는 계산이 제출되어야 한다.(205.의 1항 (2)호 참조)
 - (10) 윈들러스의 운전 및 정비 절차서가 선박운항매뉴얼에 포함되어야 한다.

204. 설계

1. 구동형식

2개의 체인리프터를 갖는 윈들러스는 양현의 앵커를 동시에 감아 올릴 수 있는 형식이어야 한다.

2. 구조 및 설비 (2018)

(1) 구조

- (가) 윈들러스의 구조는 파랑 등의 충격을 고려한 것으로 각 부의 조각이 용이하여야 한다. 또한, 주로 노출감판상에 설치된 밀폐부분은 적절하게 방수되어야 한다.
- (나) 체인리프터의 톱니수는 5개 이상으로 하고, 체인리프터의 회전속도는 제어가 가능하여야 한다.

(2) 설비

(가) 안전장치 및 보호장치

구성품 하우징을 포함하는 기계 부품을 보호하기 위하여 윈동기의 속도와 토크를 제한하는 적절한 보호장치가 갖추어져야 한다. 통제되지 않은 체인의 렌더링 시, 과속으로 인한 윈동기의 심각한 손상에 따른 파편을 봉쇄할 수 있는 방안이 고려되어야 한다.(특히 축류 피스톤형(axial piston type) 유압모터의 경우) 다음의 보호장치 및 안전장치를 설치하여야 한다.

- (a) 유압기기의 과압방지장치
- (b) 전동기와 감속기 사이의 미끄럼 클러치
- (c) 전동기의 과부하보호장치
- (d) 노출된 기어장치의 보호덮개

(나) 커플링

윈들러스는 체인리프터와 구동축 사이에 연결을 분리할 수 있는 커플링을 설치하여야 한다. 유압식 또는 전자식 커플링은 수동으로 연결을 분리할 수 있어야 한다.

(다) 제동장치

- (a) 전동 윈들러스에는 조종핸들이 정지 위치에 있거나 전원이 차단된 경우에 작동할 수 있는 자동제동장치를 설치하여야 한다. 이 장치는 사용하중의 1.3배의 하중에 견딜 수 있는 것이어야 한다.
- (b) 체인리프터에는 수동제동장치를 설치하여야 하며, 원격으로 조정할 수도 있다. 이 경우, 제동토크는 표 5.8.1의 유지하중과 동등한 하중을 유지하기에 충분하여야 한다.

(라) 비상정지장치

윈들리스는 원격조정하는 경우, 신속히 작동 가능한 비상정지장치를 기계측에 설치하여야 한다.

3. 기계적 설계 (2018)

(1) 유지하중

잠긴상태(단일 앵커, 100% 제동, 체인리프터 클러치 풀림)에서 표 5.8.1의 유지하중을 체인드럼에 가했을 때 하중을 견디는 각 구성품의 최대 응력이 재료의 항복응력(또는 0.2% 내력) 이하임을 보이는 계산이 실시되어야 한다.

표 5.8.1 유지하중

체인스토퍼의 유무	유지하중
체인스토퍼가 있는 경우	앵커체인 절단시험하중 × 0.45
체인스토퍼가 없는 경우	앵커체인 절단시험하중 × 0.8

(2) 관성하중

원동기, 감속기어, 베어링, 클러치, 축, 체인리프터 및 볼트를 포함하는 구동부의 설계는 관성하중을 제한하기 위하여 원동기 또는 체인의 갑작스런 정지 및 작동으로 인한 동적 효과를 고려하여야 한다.

(3) 연속사용하중(continuous duty pull)

윈들리스 원동기는 적어도 30분간 앵커체인의 종류 및 지름에 상응하는 아래의 연속사용하중 Z_{cont1} 또는 Z_{cont2} 으로 운전할 수 있어야 한다. (여기서 30분 단기출력은 IEC 60034-1의 S2-30에 상응함)

표 5.8.2 연속사용하중(continuous duty pull)

체인의 종류	연속사용하중 $Z_{cont1}(N)$
제1종 체인	$37.5 d^2$
제2종 체인	$42.5 d^2$
제3종 체인	$47.5 d^2$
(비고) 1. d 는 앵커체인의 지름(mm) 2. 스티드가 없는 체인은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.	

상기 표 5.8.2의 값은 82.5 m 까지의 묘박 깊이에서 앵커를 사용할 경우에 한한다. 82.5 m 보다 깊은 묘박 깊이에서의 연속사용하중 Z_{cont2} 은 아래 식과 같다.

$$Z_{cont2} = Z_{cont1} + (D - 82.5) \times 0.27d^2 \quad (N)$$

D : 묘박 깊이 (m)

앵커 질량은 4편 8장 202.에 주어진 질량으로 가정하였다. 또한 Z_{cont} 값은 앵커를 하나씩 들어 올리는 것을 기본으로 하였으며 체인의 부력효과 및 호저파이프 효율(70%로 가정)을 고려하였다.

일반적으로 각 토크 전달 구성품의 응력은 연속사용하중 하에서 재료의 항복강도(또는 0.2% 내력)의 40% 이하이어야 한다.

(4) 과부하 성능

윈들리스의 원동기는 앵커를 뽑아 올리기 위하여 필요한 일시적인 과부하 성능을 제공할 수 있어야 한다. 이러한 일시적인 과부하 성능 또는 순간 하중은 최소 2분 동안 적어도 연속사용하중의 1.5배 이상이어야 한다. 이 기간 속도는 정상보다 낮을 수 있다.

(5) 인양속도

앵커 및 체인을 감아올리는 동안의 체인의 평균속도는 적어도 0.15 m/s 이상 이어야 한다. 시험 목적으로 앵커체인 82.5 m(3연)를 수중에 내려 앵커가 해저에 도달하지 않는 상태에서 55 m(2연)를 감아올리는 사이의 속도가 측정되어야 한다.

- (6) 제동성능
윈들러스의 제동성능은 앵커체인을 내릴시 앵커 및 체인을 정지시키기에 충분하여야 한다. 제동장치는 강도부재의 영구변형 및 브레이크 슬립 없이 표 5.8.1의 유지하중과 동등한 하중을 견디기에 충분한 토크를 발생시킬 수 있어야 한다.
- (7) 체인스토퍼가 설치된 경우 체인스토퍼의 강도는 4편 8장 101.의 4항 (3)호에 따른다.
- (8) 윈들러스 및 체인스토퍼의 선체 지지구조는 4편 9장 3절에 따른다.

4. 유압장치 (2018)

윈들러스를 구동하는 유압장치는 6장 13절의 규정에 따른다.

5. 전기설비 (2018)

- (1) 전동기는 6편 1장 103. 및 1장 3절의 요건을 만족하고 우리 선급의 증서를 득하여야 한다. 외부환경에 노출되는 전동기는 지침 6편 1장 201.의 1항 (2)호에 따라 위치에 맞는 적절한 보호외피를 가져야 한다.
- (2) 전동기 분기회로는 6편 1장 2절의 규정에 따라 보호되어야 하며 케이블 사이즈는 6편 1장 5절의 요건에 따라야 한다. 파랑에 노출된 위치에 설치된 전기 케이블은 효과적인 기계적 보호조치가 취해져야 한다.

205. 공장시험 (2018)

1. 윈들러스는 제조자의 공장에서 승인된 도면에 따라 적합하게 제작되었는지에 대하여 검사되어야 한다. 적용된 표준에 따른 승인 시험은 최소한 다음의 시험을 포함하여야 한다.

- (1) 무부하시험
윈들러스는 제조 후 공장에서 무부하로 정회전, 역회전 각 방향으로 15분씩 합계 30분간 정격속도에 상당하는 회전속도로 운전하여 기름의 누설, 베어링의 이상온도 상승 및 이상음의 유무를 확인한다. 윈들러스가 기어 변속일 경우 각 변속 단수에서 양 방향 각각 5분씩의 추가적인 운전이 필요하다.
- (2) 부하시험
윈들러스는 204.의 3항에 따른 연속사용하중, 과부하 성능, 인양속도의 만족 여부를 확인하기 위하여 시험되어야 한다. 제조공장에 적절한 시험설비가 없는 경우 과부하 보호의 조정을 포함하는 이러한 시험은 선내 설치 후에 수행할 수 있다. 이러한 경우 제조공장에서의 성능시험은 무부하 상태에서 수행되어야 한다.
- (3) 제동시험
제동장치의 제동력은 시험 또는 계산 둘 중 하나로 검증될 수 있다.

2. 윈들러스는 다음의 정보를 영구적으로 표시하여야 한다.

- (1) 윈들러스의 공칭치수(예를 들면 100/3/45는 체인의 지름이 100 mm, 제3종 체인, 체인 절단시험하중의 45%의 유지하중을 가지는 윈들러스를 말한다.) (2020)
- (2) 최대 묘박 깊이(m)

206. 선내시험 (2018)

1. 각 윈들러스는 선내 설치 후에 만족스러운 운전 여부를 확인하기 위하여 사용조건 하에 시험이 실시되어야 한다. 제동, 클러치 성능, 체인 및 앵커의 내림과 올림, 체인리프트에서의 체인의 적절한 감김, 호저파이프 및 체인파이프 사이로 체인의 적절한 통과, 체인 및 앵커의 효과적이고 적절한 적재에 대하여 각 장치는 개별적으로 시험되어야 한다. 앵커가 저장위치에 적절히 앉는 지와 체인스토퍼가 있다면 설계된 대로의 성능을 확인하여야 한다.

2. 204.의 3항 (5)호에 규정된 평균 인양속도가 측정되고 검증되어야 한다. 지리적인 관계로 해상시운전 해역 근방에서 앵커체인 3연에 앵커길이를 합한 길이 이상의 수심확보가 곤란한 경우에는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

[지침 참조]

3. 제동성능이 시험되어야 한다. 앵커를 수면에 잠긴 위치에서부터 자유낙하 시켜 약 1/2연마다 체인리프트 제동장치를 조작하여 앵커가 해저에 도달할 때까지 제동장치의 작동이 확인되어야 한다. 이 경우, 제동장치의 제동거리는 7 m 이하를 표준으로 한다.

제 3 절 무어링 윈치

301. 관련 요건

1. 무어링 윈치에 대한 설계 등 관련 요건은 (KS V) ISO 3730 또는 우리 선급이 인정하는 규격에 따른다.

302. 시험 및 검사

1. 무어링 윈치는 선박에 설치한 후 다음의 시험 및 검사를 시행하여야 한다.

- (1) 작동시험

윈치는 무부하속도(no load speed)에서 각 회전방향으로 연속 5분간 합계 10분 동안 운전하여야 한다.

- (2) 베어링

베어링의 온도상승을 확인하여야 한다. ↓



2024
선급 및 강선규칙 적용지침

제 5 편
기관장치

「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.

제 5 편 “기관장치”의 적용

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

적용일자 : 2024년 7월 1일

제 1 장	총칙
제 1 절	일반사항 - 103.의 1항을 신설함.
제 2 절	승인도면 및 자료 - 203.을 개정함. - 208.의 1항을 개정함.
제 4 절	예비품 및 공구 등 - 402.의 1항을 개정함. - 표 5.1.1을 개정함.
제 2 장	주기관 및 보조기관
제 1 절	일반사항 - 101.의 3항을 개정함.
제 2 절	왕복동 내연기관 - 203.의 3항을 개정함. - 211.의 5항 (1)호를 개정함. - 표 5.2.2 및 표 5.2.3을 개정함.
제 3 장	추진축계 및 동력전달장치
제 3 절	프로펠러 - 305.의 2항 (다)호를 개정함.
제 4 절	동력전달장치 - 403.의 2항을 개정함.
제 5 장	보일러 및 압력용기
제 2 절	열매체유 가열기 - 203.을 개정함.
제 4 절	보일러 및 압력용기의 용접 - 404.의 1항을 개정하고 2항 및 3항을 신설함.

- 제 6 장 보기 및 관장치**
- 제 1 절 일반사항
- 103.의 2항을 개정함.
- 107.의 6항을 개정함.
- 제 9 절 연료유장치
- 901.의 그림 5.6.12를 개정함.

<부록>

- 부록 5-3 크랭크축 응력의 상세 계산법 (2)
- 1항 (1)호를 개정함.
- 부록 5-4 동력전달장치의 치차 강도 계산식
- 표 1을 개정함.
- 부록 5-7 저압가스를 연료로 사용하는 왕복동 내연기관
- 1항 (1)호 (가)를 개정함.
- 부록 5-8 전자제어 왕복동 내연기관에 대한 추가요건
- 1항을 개정함.
- 6항 (2)호 및 표 1을 개정함.
- 부록 5-11 왕복동 내연기관의 승인을 위한 문서 절차
- 제목을 수정함.

적용일자 : 2024년 7월 1일 (승인 신청일 기준)

- 제 2 장 주기관 및 보조기관**
- 제 2 절 왕복동 내연기관
- 202.의 2항을 규칙 202.의 3항 (4)호 (바)로 이동함.

<부록>

- 부록 5-3 크랭크축 응력의 상세 계산법 (2)
- <부속서 IV 피로시험의 평가> 4항 (3)호 (가)를 개정함.
- 부록 5-4 동력전달장치의 치차 강도 계산식
- 표 3을 개정함.

적용일자 : 건조 계약일이 2024년 1월 1일 또는 그 이후인 선박, 또는 선박의 인도일이 2028년 1월 1일 이후인 선박
(관련 회보번호: 2024-04-E)

- 제 6 장 보기 및 관장치**
- 제 1 절 일반사항
- 107.의 7항 (3)호를 개정함.

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

제 6 장 보기 및 관장치

- 제 14 절 시험 및 검사
- 1405.의 1항 (2)호를 개정함.

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

제 6 장 보기 및 관장치

- 제 1 절 일반사항
- 104.의 3항을 개정함.

차 례

제 1 장 총칙	1
제 1 절 일반사항	1
제 2 절 승인도면 및 자료	3
제 3 절 시험 및 검사	4
제 4 절 예비품 및 공구 등	5
제 2 장 주기관 및 보조기관	9
제 1 절 일반사항	9
제 2 절 왕복동 내연기관	9
제 3 절 증기터빈	20
제 3 장 추진축계 및 동력전달장치	21
제 1 절 일반사항	21
제 2 절 축계	22
제 3 절 프로펠러	28
제 4 절 동력전달장치	33
제 5 절 워터제트 추진장치	34
제 6 절 선회식 추진장치	35
제 4 장 축계비틀림진동	37
제 2 절 응력의 허용한도	37
제 5 장 보일러 및 압력용기	39
제 1 절 보일러	39
제 2 절 열매체유 가열기	41
제 3 절 압력용기	41
제 4 절 보일러 및 압력용기의 용접	43
제 6 장 보기 및 관장치	45
제 1 절 일반사항	45
제 2 절 공기관, 넘침관 및 측심장치	51
제 3 절 해수흡입 및 선외배출	53
제 4 절 빌지 및 평형수장치	55
제 5 절 보일러의 급수 및 복수장치	59
제 6 절 증기관장치 및 배기관장치	60
제 7 절 냉각장치	60
제 8 절 윤활유장치	61
제 9 절 연료유장치	61
제 10 절 열매체유장치	64
제 11 절 압축공기장치	64

제 12 절	냉동장치	68
제 13 절	유압장치	70
제 14 절	시험 및 검사	72
제 7 장	조타장치	73
제 1 절	일반사항	73
제 2 절	조타장치의 성능 및 배치	73
제 3 절	제어장치	74
제 4 절	조타장치의 재료, 구조 및 강도	77
제 5 절	시험	78
제 6 절	총톤수 10,000톤 이상인 탱커 및 총톤수 70,000톤 이상인 선박에 대한 추가규정	79
제 8 장	윈들러스 및 무어링 원치	81
제 1 절	일반사항	81
제 2 절	윈들러스	81
부록		83
부록 5-1	비전통 조타시스템의 성능 및 배치에 대한 요건	83
부록 5-2	크랭크축 응력의 상세계산법 (1)	87
부록 5-3	크랭크축 응력의 상세 계산법 (2)	90
부록 5-4	동력전달장치의 치차 강도 계산식	131
부록 5-5	가스용접용 기기의 취급	146
부록 5-6	플라스틱관장치	147
부록 5-7	저압가스를 연료로 사용하는 왕복동 내연기관	156
부록 5-8	전자제어 왕복동 내연기관에 대한 추가요건	164
부록 5-9	플렉시블관	167
부록 5-10	복수 추진 및 조타시스템	169
부록 5-11	왕복동 내연기관의 승인을 위한 문서 절차	175
부록 5-12	축계정렬	186
부록 5-12-1	강화된 축계정렬	189
부록 5-13	연료유처리시스템 (Fuel oil Treatment System)	193

제 1 장 총칙

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 규칙 101.의 1항을 적용함에 있어서, 복수의 추진 및 조타장치를 설치하는 경우, 부록 5-10의 요건을 추가로 적용할 수 있다. 【규칙 참조】

102. 용어의 정의

1. 규칙 102.의 5항에서 중요보기의 구분은 다음에 따른다. 【규칙 참조】

- (1) 선박의 추진에 관계있는 보기

- (가) 내연기관을 주기관으로 하는 선박

- (a) 냉각장치의 보기

재킷 냉각수펌프, 피스톤 냉각수(유)펌프, 연료밸브 냉각수(유)펌프, 과급기 냉각수펌프, 냉각기 냉각수펌프, 발전기관 냉각수(유)펌프, 공기압축기 냉각수펌프, 연료유 냉각펌프

- (b) 연료유 장치의 보기

연료유 공급(승압)펌프, 연료유 이송펌프

- (c) 윤활유 장치의 보기

윤활유펌프, 캠축 윤활유펌프, 과급기 윤활유펌프, 감속기 윤활유펌프

- (d) 작동유펌프(추진에 관계있는 기기의 구동 및 제어용의 유압회로에 작동유를 보내는 펌프

예) 가변피치 프로펠러의 작동유펌프

- (e) 공기압축기(비상용의 것 제외)

- (f) 보조보일러 관계의 보기

급수펌프, 보일러 순환수펌프, 배기가스 이코노마이저 급수펌프, 보일러 송풍기, 분연장치

- (g) 기타의 보기

주기관용 보조송풍기

- (h) 기타 우리 선급이 중요하다고 인정하는 보기

- (나) 증기터빈을 주기관으로 하는 선박

- (a) 급수, 복수 및 드레인장치의 보기

급수펌프, 복수펌프, 드레인펌프

- (b) 냉각장치의 보기

순환수펌프

- (c) 연료장치의 보기

분연펌프, 연료유 이송펌프, 연료유 서비스펌프

- (d) 윤활유 장치의 보기

윤활유펌프

- (e) 작동유펌프(추진에 관계있는 기기의 구동 및 제어용의 유압회로에 작동유를 보내는 펌프)

예) : 가변피치 프로펠러의 작동유펌프

- (f) 기타보기

복수기용 진공펌프, 글랜드 배기송풍기, 보일러 송풍기, 조수장치, 제어용 공기압축기

- (g) 기타 우리 선급이 중요하다고 인정하는 보기

- (2) 인명의 안전 및 선박의 안전에 관계있는 보기

- (가) 펌프

빌지펌프, 평형수펌프, 소화펌프(비상소화펌프, 고정식 소화장치 및 관련 설비의 펌프를 포함) (2021)

- (나) 조선보기

조타장치, 스톱스터, 스테빌라이저

- (다) 갑판보기

윈들러스

- (라) 폭발성 가스 분위기로 인한 위험구역 또는 인체에 유해한 가스가 존재할 가능성이 있는 구역에 설치되는 통풍팬 (2023)
- (마) 가스프里昂 기기, 불활성가스장치용 기기(질소발생장치 포함)
- (바) 화물의 취급에 관계있는 보기 (2019)
 - (a) 규칙 9편 2장의 적용을 받는 하역장치
하역장치용 유압펌프
 - (b) 유조선, 액화가스 산적운반선 및 위험화학품 산적운반선의 보기
화물유압펌프, 스트리핑펌프, 탱크 크리닝펌프, 가스압축기, 가스냉각설비에 사용하는 펌프 및 가스냉동장치용 압축기
 - (c) 냉장설비용 보기
화물을 싣는 냉장창의 냉동장치(우리 선급의 냉장설비 규칙의 적용을 받는 것 포함)용 압축기, 냉동펌프, 콘텐서 냉각수펌프
- (사) 기타 우리 선급이 중요하다고 인정하는 보기

2. 규칙 102.의 22항에서 관부착품이라 함은 다음의 것을 말한다. 【규칙 참조】

- (1) 관접속품
 - (가) 관플랜지 및 관피스(엘보, 리듀서, 티, 벤드, 소켓 등) 등
 - (나) 기계식 이음 (2017)
- (2) 관장치 중에 설치되는 부착품(여과기, 분리기, 유량계 및 점도계 등)

103. 일반구조, 재료 및 설비

- 1. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 선박은 규칙 103.의 3항의 규정을 적용하지 아니할 수 있다. (2024) 【규칙 참조】
 - (1) 총톤수 500톤 미만의 화물선
 - (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박
- 2. 규칙 103.의 7항을 적용함에 있어서 과급기 등과 같이 피복이 곤란한 기관장치의 표면에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 【규칙 참조】

106. 선교와 기관구역 사이의 통신

기관실의 원격제어가 예상되는 경우를 포함하여, 기관실 인원 배치 여부와 관계없이 어떠한 경우에도 엔진텔레그래프가 요구된다. 【규칙 참조】

107. 기관사 호출장치 (2022)

규칙 107.을 적용함에 있어서 국제항해에 종사하지 않는 선박의 경우, 기관사 호출장치를 생략할 수 있다. 【규칙 참조】

108. 기관구역의 통풍장치

- 1. 규칙 108.의 2항을 적용함에 있어서, 선박의 크기 및 배치 상 규칙의 요건을 충족하는 것이 실행 불가능한 경우에는 다음 (1) 및 (2)의 요건에 만족하는 조건으로 통풍통 코밍의 높이를 경감할 수 있다. 【규칙 참조】
 - (1) 통풍장치에는 규칙 4편 4장 406.에 따른 풍우밀 폐쇄장치를 갖추어야 한다.
 - (2) 이들 구역에 중단 없이 충분한 공기를 공급할 수 있는 다른 적절한 설비를 갖추어야 한다.

제 2 절 승인도면 및 자료

202. 조선소가 제출할 도면 및 자료 【규칙 참조】

1. 승인도면

- (1) 각종 관장치도에는 규칙 5편 6장에 적합한가를 검토할 수 있도록 다음 사항을 명기한다.
 - (가) 관의 재질, 호칭지름 또는 바깥지름, 두께 및 설계압력
 - (나) 밸브, 콕 및 관부착품의 종류, 재질 및 호칭지름 또는 바깥지름
 - (다) 보기 및 보기를 구동하는 원동기의 종류, 요목, 용량 등
 - (라) 각 탱크의 전 용량
 - (마) 과열증기를 사용할 경우에는 그 설계온도
 - (2) 기관부 요목표에는 중요한 용도에 사용하는 보기와 보기를 구동하는 원동기 및 관련기기 등의 형식, 용량, 종류, 출력 등을 표시하여야 한다.
 - (3) 배수관 계통의 도면에는 다음 사항을 명기한다.
 - (가) 계획만재흡수선
 - (나) 계획만재흡수선상 0.01 L_f 및 0.02 L_f 의 선
 - (다) 계획만재흡수선상 600 mm 의 선
 - (라) 건현갑판하 450 mm 의 선
 - (4) 규칙 202.의 1항 (5)호는 다음에 따를 수 있다.
 - (가) 연료유탱크로서 용량이 1 m^3 (SOLAS 적용선박은 0.5 m^3) 이하인 경우에는 승인도면의 제출을 생략할 수 있다.
 - (나) 조선소의 탱크 제작기준(practice)을 제출하여 승인받은 경우, 상세도를 승인받은 것으로 간주할 수 있다.
2. 규칙 202.의 2항 (5)호를 적용함에 있어서 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 및 축계정렬에 관한 요건은 부록 5-12에 따른다. (2017)

203. 왕복동 내연기관의 라이선서 및 라이선서가 제출할 도면 및 자료 (2018) 【규칙 참조】

1. 규칙 203.의 표 5.1.4 및 표 5.1.5을 적용함에 있어서 우리 선급이 요구하는 별도의 양식이라 함은 부록 5-11의 표 1을 말한다.

204. 증기터빈의 제조자가 제출할 도면 및 자료 【규칙 참조】

1. 규칙 204.의 2항 자료 중에서 각종 관장치도에는 증기, 윤활유, 드레인의 각 계통을 포함하고, 규칙 5편 6장에서 제 1급 또는 제2급으로 분류되는 관에 대하여는 관의 재질, 치수, 사용압력 등을 기입하여야 한다.
2. 구조, 사양, 재질 등에 변경이 있을 때에는 그때마다 변경이유, 변경도면 및 자료를 제출하여야 한다.
3. 우리 선급의 선급선에 최초로 탑재될 예정인 각 형식의 터빈에 대하여 제출하여야 할 도면 및 자료는 다음과 같다.
 - (1) 도면 : 규칙 204.의 1항에서 정하는 것
 - (2) 자료 : 규칙 204.의 2항에서 정하는 것 이외에 연속 최대출력시의 각 단의 증기상태, 날개 및 노즐의 고유진동수 (계산치 또는 실측치라도 좋다), 터빈 취급설명서
4. 승인용 도면 자료는 이미 승인된 증기터빈과 동 형식의 증기터빈일 경우, 요목표와 일람표를 첨부하여 승인도면 생략 신청서를 제출하는 경우에는 이들의 승인을 생략할 수 있다. 상기의 일람표에는 규칙 204.의 1항 및 2항에 기재된 모든 부품 및 장치에 대하여 각각의 증기터빈 마다 이미 승인된 도면 및 자료명, 증기터빈의 제조번호, 조선소명 및 선번을 기입한 것으로 한다. (2021)

208. 보일러, 제1급 압력용기 및 제2급 압력용기의 제조자가 제출할 도면 및 자료 【규칙 참조】

1. 왕복동 내연기관의 공기냉각기는 승인용 도면 및 자료의 제출을 생략할 수 있다.
2. 규칙 208.의 2항 (3)호의 운전 지침서에는 다음 사항을 포함하여야 한다.
 - (1) 급수처리 및 샘플장치
 - (2) 작동 온도(배기가스 및 급수 온도)
 - (3) 작동 압력
 - (4) 검사 및 소제 절차
 - (5) 보수유지 및 검사 기록

- (6) 모든 운전 상태에서 이코노마이저를 통한 적절한 급수 유지를 위한 필요 사항
- (7) 운전자가 수행하고 기록하여야 하는 안전장치의 정기적인 운전 점검사항
- (8) 비상시 내부의 물을 배수한 상태에서 배기가스이코노마이저를 사용하는 절차
- (9) 도출밸브의 보수 및 개방검사 절차

210. 중요보기의 제조자가 제출할 도면 및 자료 【규칙 참조】

1. 규칙 210.을 적용함에 있어서 우리 선급의 도면승인이 필요한 중요보기는 다음에 따른다.

- (1) 공기압축기(비상용의 것은 제외)
- (2) 조수기(주보일러를 설치한 선박에 한함)
- (3) 펌프류(구동동력 100 kW 이상의 것)
- (4) 구동동력 100 kW 이상의 보일러 송풍기 및 주기관용 보조송풍기
- (5) 폭발성 가스 분위기로 인한 위험구역에 설치되는 통풍팬 (2023)
- (6) 조선보기(조타장치, 스톱스터, 스테빌라이저 등)
- (7) 갑판보기(윈들리스)
- (8) 우리 선급의 하역설비 규칙의 적용을 받는 하역장치
- (9) 유조선, 액화가스 산적운반선 및 위험화학품 산적운반선의 보기(화물유펌프, 스트리핑펌프, 탱크 크리닝펌프, 가스압축기, 가스냉각설비에 사용하는 펌프 및 냉동장치용 압축기 등)
- (10) 냉장장치용 보기(구동동력이 7.5 kW 이하로서 냉매가 R 22, R 134a, R 404A, R 407C, R 410A, 또는 R 507A 인 경우는 제외)

제 3 절 시험 및 검사

301. 공장시험

- 1. 규칙 301.의 1항을 적용함에 있어 시험 및 검사를 받아야 할 보기는 중요보기에 한하며, 시험 및 검사 항목은 규칙에 특별히 정하는 것을 제외하고 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 【규칙 참조】
- 2. 규칙 301.의 2항을 적용함에 있어서 제조자증서(W)는 다음의 경우에 대하여 선급기자재증서(KRC)와 동등하다고 인정될 수 있다. (2017) 【규칙 참조】
 - (1) 우리 선급 검사원의 입회하에 시험이 진행된 경우, 또는
 - (2) 제조자 또는 재료 공급자가 우리 선급의 품질보증제도 승인을 득한 경우, 또는
 - (3) 제조자나 재료공급자로부터 독립되고 우리 선급의 인정을 받은 3자 검사기관에 의하여 시험이 실시된 경우

제 4 절 예비품 및 공구 등

401. 적용 【규칙 참조】

1. 규칙 1장 401.의 1항에서 우리 선급이 권고하는 예비품의 종류 및 수량과 관련하여, 일반적으로 이 절의 각 표를 적용하고 항해구역이 평수구역 및 연해구역인 선박과 어선에 대하여는「선박기관기준」을 준용한다. 다만, 이 절의 요건은 일반적인 지침을 제공하기 위한 것이며 선급등록을 위한 강제사항은 아니다. 설계, 제조자의 권고사항, 선주와의 협의 사항, 동형기관의 사용실적 및 보수정비의 방법 등을 참작하여 이 절에 규정된 예비품의 종류 및 수량을 증감할 수 있다. (2017)
2. 예비품의 비치가 요구되는 보기를 구동하는 각 원동기는 지침 102.에 따라 선박의 추진상 필요한 보기를 구동하는 원동기로 한다.

402. 예비품의 종류 및 수량 (2017) 【규칙 참조】

1. 왕복동 내연기관 주기관 및 중요한 보조기관용 왕복동 내연기관의 예비품 종류 및 수량은 지침 표 5.1.1에 따른다. 왕복동 내연기관의 예비품 중 캠축 구동장치의 기어, 체인 및 베어링은 선주의 요구에 따라 우리 선급이 인정하는 경우에는 이들의 비치를 생략할 수 있다.
2. 증기터빈 주기관 및 중요한 보조기관용 증기터빈의 예비품 종류 및 수량은 지침 표 5.1.2에 따른다.
3. 축계 및 동력전달장치 축계 및 동력전달장치의 예비품 종류 및 수량은 지침 표 5.1.3에 따른다.
4. 보일러 보일러의 예비품 종류 및 수량은 지침 표 5.1.4에 따른다. 증기가열식 증기발생기에 대한 예비품의 종류 및 수량은 분유버너에 관한 것을 제외하고 지침 표 5.1.4에 준한다.
5. 중요보기
 - (1) 중요보기의 예비품 종류 및 수량은 지침 표 5.1.5에 따른다.
 - (2) 증기터빈을 주기관으로 하는 선박으로서 순환펌프 대신에 스쿠프장치를 설치할 경우에는 예비순환펌프에 대한 예비품을 비치하여야 한다.
 - (3) 배기가스 이코노마이저용 순환펌프, 평형수 전용펌프 등에 대하여는 예비품을 비치하지 않아도 좋다.
6. 공구 등 공구 등의 예비품 종류 및 수량은 지침 표 5.1.6에 따른다. 기관의 보수, 정비 및 수리에 필요한 특수공구 및 비품은 인디케이터, 브리지 게이지 또는 이것에 대신하는 것을 포함한다. ↓

표 5.1.1 왕복동 내연기관의 예비품

종류	적용	수량	
		주기관	보조기관
실린더 커버	밸브, 조인트 링 및 개스킷을 완비한 것	1개	-
	부착 볼트, 너트	1/2실린더분	-
실린더 라이너	조인트 링 및 개스킷을 완비한 것	1개	-
피스톤	크로스헤드형 기관 : 피스톤로드, 스테핑박스, 스커트, 링, 스테드 및 너트를 포함한 완비품	각종1개	-
	트렁크피스톤형 기관 : 스커트, 링, 스테드, 너트, 피스톤핀, 연접봉을 포함한 완비품	각종 1개	-
피스톤링	-	1실린더분	1실린더분
피스톤 냉각장치	텔레스코프관 및 부착품 또는 그 상당품으로 부속을 완비한 것	1실린더분	1실린더분
실린더 밸브	배기밸브 완비품	2실린더분	2실린더분
	흡기밸브 완비품	1실린더분	1실린더분
	시동밸브 완비품	1개	1개
	도출밸브 완비품	1개	1개
	연료분사밸브 완비품(1실린더에 3개 이상 장비되는 기관에서는 1대분 중에서 완비품은 실린더 1개마다 2개)로 하고 잔여분에 대하여는 케이싱을 생략할 수 있다.	기관 1대분	기관 1/2대분
연료분사펌프	완비품. 다만, 해상에서 부품의 교환이 가능할 경우에는 펌프 한 대분의 동작부품(플린저, 슬리브, 밸브, 스프링 등), 또는 동등한 고압 연료유 펌프	1개	1개
연료분사관 계통	커플링을 포함한 고압 이중 연료유관 완비품	각 모양 및 치수의 것 각 1개	각 모양 및 치수의 것 각 1개
주 베어링	주 베어링 또는 셸(조정편, 볼트 및 너트 포함)	각종 1베어링분	각종 1베어링분
연접봉의 베어링	연접봉 하부베어링 또는 셸, 조정편, 부착볼트, 너트포함	각종 1실린더분	각종 1실린더분
	연접봉 상부베어링 또는 셸, 조정편, 부착볼트, 너트포함	각종 1실린더분	-
	트렁크피스톤 형인 경우 피스톤핀과 부시	-	각종 1실린더분
실린더 주유기	최대의 것으로서 구동용 체인 또는 기어를 포함한 완비품, 또는 동등한 예비품 세트	1개	-
소기계통	흡입밸브 및 토출밸브 완비품	각종 1펌프분	-
개스킷 및 패킹	실린더커버, 실린더 라이너용 특수개스킷 및 패킹	-	각종 1실린더분

표 5.1.2 증기터빈의 예비품

종류	적용	수량
터빈 축	카본 기밀 링(스프링 포함) 및 글랜드 실	각종 1조
여과기	특수한 설계의 여과망 또는 여과통에 한함.	각종 1조

표 5.1.3 축계 및 동력전달장치의 예비품

종류	적용	수량
주 추력 베어링	패드(조정용 라이너 및 링 포함). 다만, 한 면의 패드가 다른 면의 패드와 상이한 경우, 모든 종류의 패드를 구비하여야 함.	1 편면분
	일체로 된 링 형식의 화이트메탈 추력 슈	1개
	롤러 추력 베어링이 설치되어 있는 경우, 내륜 및 외륜(롤러 포함)	1개
감속장치 또는 역전장치	베어링 부시 완비품	각 모양 및 치수의 것 1조
	롤러 또는 볼 레이스(race)	각 모양 및 치수의 것 1조

표 5.1.4 보일러의 예비품

종류	적용	수량	
안전밸브의 스프링	과열기 안전밸브의 스프링도 포함	각종 1개	
분유버너의 노즐	완비품	1보일러분	
수면계	원통형 유리	패킹을 포함 12개	
	평면형	유리	- 2개
		프레임	- 1개
(비고) 원통형 수면계 유리 및 평면형 수면계 유리는 보일러 1대마다 표의 수량을, 평면형 수면계의 프레임은 보일러 2대마다 1개를 각각 비치하여야 한다.			

표 5.1.5 중요보기의 예비품

종류	적용	수량
피스톤 펌프	밸브(밸브시트 및 스프링 포함)	각종 1조
	피스톤링	각종 1실린더분
원심펌프 및 기어펌프	베어링	각종 1개
	로터 실	각종 1조
공기 압축기	피스톤링	각종 1실린더분
	흡입밸브 및 토출밸브 완비품	각종 1/2대분
(비고) 1. 충분한 용량의 예비펌프가 설치되어 있는 경우, 빌지펌프를 제외한 다른 용도의 펌프에 대하여는 예비품을 생략할 수 있다. 2. 규칙 6장 702.의 7항, 802.의 3항 및 903.의 1항에 따라 예비냉각수 펌프, 윤활유 펌프 또는 연료유 공급펌프가 설치되지 아니하는 경우에는 각각 펌프의 완비품 1대를 비치하여야 한다.		

표 5.1.6 공구 등의 예비품

종류	적용	수량	
관 플러그	주 보일러 및 중요보조 보일러(과열기관 및 이코노마이저관 용도의 것 포함)	수관보일러	각 치수마다 12개
		기타의 보일러	각 치수합계 12개
보일러 표준압력계	압력계 시험장치로 대신할 수 있다.	1개	
보일러 수질시험기	염분계 2개로 대체할 수 있다.	1대	
기관장치의 보수, 정비 및 수리에 필요한 특수공구 및 비품		1식	

제 2 장 주기관 및 보조기관

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. **규칙 101.의 1항을 적용함에 있어서 “우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 소형의 보조기관”의 취급은 다음에 따를 수 있다. (2017) 【규칙 참조】**
 - (1) 발전기(비상전원용 포함) 또는 중요보기를 구동하는 출력 100 kW 미만의 보조기관
 - (가) 도면의 제출을 생략할 수 있다. 다만, **규칙 1장 103.의 1항 및 규칙 2장 203.의 9항**의 요건에 적합한지를 확인하기 위한 도면 또는 자료를 입회 검사원에게 제출하여야 한다.
 - (나) 주요부품의 재료는 한국산업규격 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것을 사용할 수 있다.
 - (다) 기관 완성품의 육안검사 및 공장시운전 이외의 시험은 제조자가 자체 시험을 실시하고 그 결과를 우리 선급에 제출할 경우 검사원의 입회를 생략할 수 있다.
 - (2) 하역장치를 구동하는 보조기관의 출력에 따른 도면, 재료 및 시험에 대한 요건은 **9편 2장**을 따른다.
2. **용접구조 규칙 101.의 5항을 적용함에 있어서 기관의 주요부를 용접구조로 할 경우의 일반적인 요건은 규칙 5장 4 절에 따른다. 【규칙 참조】**
3. **전자제어 왕복동 내연기관 규칙 101.의 7항을 적용함에 있어서 우리 선급이 별도로 규정한 추가요건은 부록 5-8에 따른다. 【규칙 참조】**

제 2 절 왕복동 내연기관

202. 일반구조 및 장치 【규칙 참조】

1. **규칙 202.의 1항 (2)호를 적용함에 있어서, 각 거치 볼트의 강도는 다음 식에 만족하여야 한다.**
 - (1) 토크 제어 체결 방식을 적용할 경우에는 다음 식에 따른다. (2023)

$$F_a = \frac{T}{k_a \cdot d} \times 1000$$

F_a/A_{bolt} 값(즉 pre-tension 값)이 σ_{BY} 의 70% 내외가 되도록 함이 권장된다.

여기서,

F_a : 볼트의 축력으로서, 토크를 가하여 조인 볼트에서 볼트 축방향에 작용하는 인장력 (N)

T : 기관 제조자가 권고하는 토크로서, 너트를 조이는 모멘트 (N·m)

k_a : 기관 제조자가 제시하는 토크 계수값

d : 볼트 나사 바깥지름의 기준 치수 (mm)

A_{bolt} : 볼트 나사 부분의 최소 단면적 (mm²)

σ_{BY} : 볼트 재료의 규격최소항복강도 (N/mm²)

- (2) 유압 체결 방식을 적용할 경우에는 다음 식에 따른다. (2023)

$$F_b = k_b \times P \times A_p$$

F_b/A_{bolt} 값(즉 pre-tension 값)이 σ_{BY} 의 70% 내외가 되도록 함이 권장된다.

여기서,

F_b : 볼트의 축력으로서, 체결 유압에서 산출된 볼트의 축 방향에 작용하는 인장력 (N)

P : 유압체결장치의 압력(N/mm²)

- A_b : 유압체결장치의 유효 피스톤 면적(mm²)
 k_b : 유압체결계수(Hydraulic coefficient for setting and resilience behaviour)로서 0.85로 한다. 단, k_b 의 값이 규칙에서 제시된 것과 상이한 경우, 이를 증명하는 상세한 검토자료를 제출하여 우리 선급에서 적절하다고 인정하는 경우에는 이를 허용할 수 있다.
 A_{bolt}, σ_{BY} : (1)호에 따른다.

2. 규칙 202.의 5항 (5)호를 적용함에 있어서, 엔진에 부착된 충전용 발전기를 통해 시동용 축전지를 충전하는 것을 인정할 수 있다. 다만, 비상발전기용 시동 장치는 규칙 6편 1장 203.의 6항을 만족하여야 한다. (2019) 【규칙 참조】

203. 안전장치


1. 규칙 203.의 2항을 적용함에 있어서, 다음과 같은 인정할 수 있는 수단이 고려될 수 있다. (2021) 【규칙 참조】
- (1) 실린더 헤드볼트 인장에 의한 과압 방지 수단
 - (2) 지속적으로 모니터링 가능한 실린더 압력 센서를 설치하여 실린더 과압 발생시 경보를 발하고 자동으로 엔진을 정지 또는 감속할 수 있는 장치
 - (3) 기타 우리선급이 적절하다고 인정하는 장치
2. 규칙 203.의 4항을 적용함에 있어서 기관에 설치되는 크랭크실 도출밸브용 매뉴얼 및 명판은 다음에 따른다.
【규칙 참조】
- (1) 각 기관에 설치하기 위해 공급되는 도출밸브의 크기 및 형식에 적합한 제조자의 설치 및 정비 매뉴얼 1부를 선내에 비치하여야 하며, 매뉴얼에는 다음을 포함하고 있어야 한다.
 - (가) 기능 및 설계 제한을 포함한 밸브에 대한 상세설명
 - (나) 설치 지침서
 - (다) 정비 지침서(모든 밀봉장치의 시험 및 교체 포함)
 - (라) 크랭크실의 폭발 후 필요한 조치사항
 - (2) 도출밸브에는 다음의 정보를 포함하는 적절한 표시를 하여야 한다.
 - (가) 제조자명 및 주소
 - (나) 명칭 및 크기
 - (다) 제조년월
 - (라) 승인된 설치방향
3. 규칙 203.의 10항 (1)호를 적용함에 있어서, 베어링 온도 감시장치 또는 동등한 장치는 다음에 따른다. 【규칙 참조】
- (1) 저속 왕복동 내연기관의 베어링 온도감시장치는 주베어링, 크랭크베어링 및 크로스헤드 베어링의 온도(또는 윤활유 출구온도)를 감시할 수 있어야 한다.
 - (2) 중속 및 고속 왕복동 내연기관의 베어링 온도감시장치는 주베어링과 크랭크베어링의 온도(또는 윤활유 출구온도)를 감시할 수 있어야 한다.
 - (3) 동등한 장치란 크랭크케이스 내의 폭발 위험을 방지하기 위하여 특수하게 설계된 고속기관에 적용되는 조치를 말한다.
4. 규칙 203.의 10항 (1)호를 적용함에 있어서, 자동긴급정지 장치에 대한 오버라이딩을 설치할 경우에는 그 결과에 대한 자료를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.
5. 규칙 203.의 10항 (2)호를 적용함에 있어서 기관설계자 및 오일미스트 탐지장치 제조자의 지침서에는 다음을 포함하고 있어야 한다. 【규칙 참조】
- (1) 크랭크실의 샘플링 위치 및 탐지용 관의 크기를 포함한 관 또는 케이블의 배치를 보여주는 오일미스트 탐지장치와 경보시스템에 대한 배치도
 - (2) 오일미스트 축적시 예상되는 크랭크실 분위기와 크랭크실 배치 및 형상을 고려한 샘플링 포인트의 위치 및 샘플 추출율(적용시)을 확인하기 위한 연구자료
 - (3) 제조자의 정비 및 시험 매뉴얼 (매뉴얼 1부는 선내에 비치할 것)
 - (4) 승인된 형식의 오일미스트 탐지장치를 포함한 기관보호시스템의 시험장치를 갖춘 기관의 형식시험 또는 사용중 시험과 관련된 정보
6. 규칙 203.의 10항 (8)호를 적용함에 있어서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 상세한 자료라 함은 다음에 따른다.
【규칙 참조】
- (1) 기관 요약표 (형식, 출력, 속도, 행정, 안지름 및 크랭크실 용적 등)
 - (2) 크랭크실 내에 잠재적인 폭발조건의 생성을 방지하는 장치에 대한 상세 (예를 들어, 베어링의 온도감시, 윤활유의 튀는 온도, 크랭크실의 압력감시, 순환장치 등)

- (3) 상세한 사용실적과 함께 그러한 장치가 잠재적인 폭발조건의 생성을 방지하는데 효과가 있다고 증명할 수 있는 증거자료
- (4) 운전, 정비 및 시험 지침서




204. 크랭크축 【규칙 참조】

1. 최소지름 규칙 표 5.2.3을 적용함에 있어서 부등간격 착화기관의 크랭크축에 대한 정수 A 및 B의 값은 다음에 따른다.

(1) 4사이클 직렬기관

실린더 수	크랭크 배치	A	B
4		1.25	4.7

(2) 2사이클 V형 기관

실린더 수	동일한 크랭크 스톱우에 속한 실린더의 최소착화간격	크랭크 배치	A	B
12	60°		1.00	21.6
				15.0
16				26.3

205. 크랭크암의 치수

크랭크암의 너비 b, 두께 t, 필릿부 반지름 r을 취하는 방법은 다음에 따른다.

1. 일체형 크랭크축 【규칙 참조】

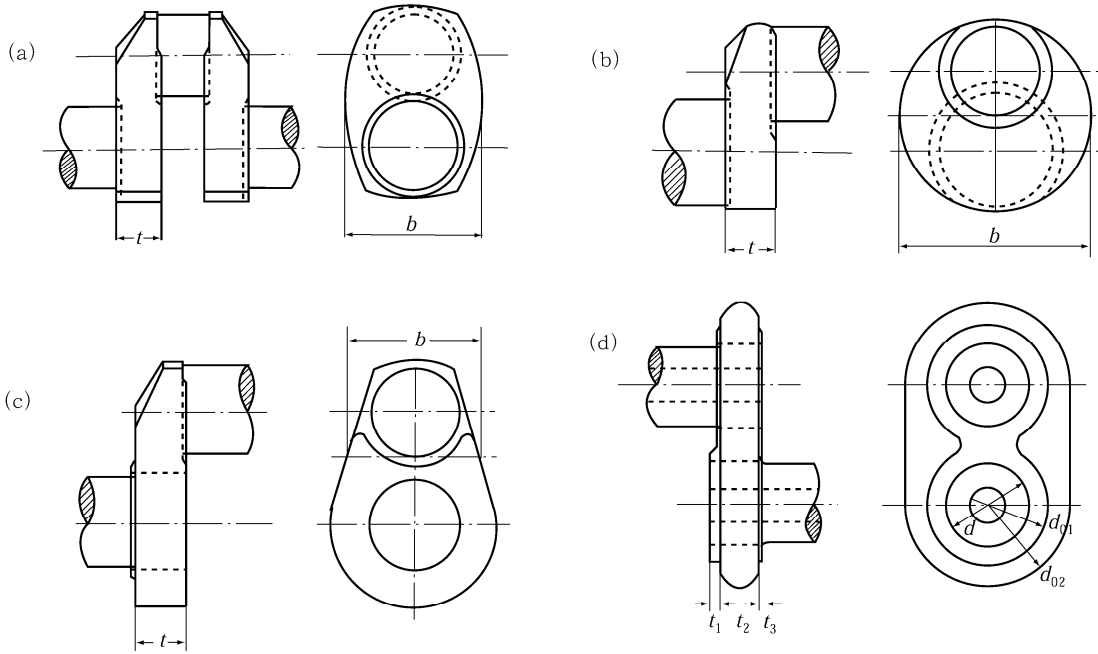
- (1) 규칙 205.의 1항을 적용함에 있어서 b는 핀 중심과 저널 중심의 수직이등분선상의 너비로 하고, 각이 일부 곡면되어 있는 경우에도 끝에서 끝까지 측정된 치수로 한다. t는 b와 동일한 위치의 두께로 하고, 들어간 부분이 있어도 이것이 없는 것으로 취급한다. r이 2단일 경우에는 핀 또는 저널에 연속되는 부분의 r을 가리키는 것으로 한다.
- (2) 핀과 저널의 실제지름이 다를 때에는 그 어느 것에 대하여도 t/d와 b/d와의 관계는 규칙 205.의 1항의 식 또는 규칙 그림 5.2.1에 만족하여야 한다.

2. 반조립형 크랭크축 규칙 205.의 3항을 적용함에 있어서 b는 핀 중심과 저널 중심을 연결하는 선과 직교하고 핀의 하단에 접하는 선상의 크랭크암의 너비로 한다. t는 b와 동일한 위치의 두께로 하고 들어간 부분이 있어도 이것이 없는 것으로 취급한다. 암의 외측에 열박음부분의 자리가 있는 경우, t에는 이 자리의 두께를 포함하지 않는 것으로 한다. r은 1항과 동일하다. b 및 t를 취하는 방법에 대하여는 지침 그림 5.2.1에 따른다.

3. 규칙 205.의 3항 및 4항에 있어서 지침 그림 5.2.1 (d)와 같은 열박음부 모양을 갖는 경우에는 규칙 205.의 3항의 식 대신에 다음 식을 사용한다. 【규칙 참조】

$$t_2 \left(1 - \frac{1}{A_{x1}}\right) + t_2 \left(1 - \frac{1}{A_{x2}^2}\right) + \dots \geq \frac{C_1 T D^2}{C_2 d_h^2}$$

$$t_2 \geq 0.525 d_c$$



(비고)

암을 분할하여 두께 t_1, t_2, \dots 로 나누고 암의 바깥지름을 열박음부분의 구멍지름으로 나눈 값을

$A_{s1}^2 = d_{01}/d, A_{s2}^2 = d_{02}/d, \dots$ 로 하여 지침 205.의 3항에 적용한다.

그림 5.2.1 b, t 를 취하는 방법

206. 재료보정 【규칙 참조】

규칙 206.에 있어서 주강제 반조립형 크랭크축을 규격최소인장강도가 440 N/mm^2 미만의 재료로 제조하는 경우의 K_m 의 값을 1로 할 수 있다.

208. 특별고려 【규칙 참조】

1. 규칙 208.의 취급은 다음에 따른다.

(1) “통상의 제조법과 다른 방법으로 제조한 크랭크축”의 정의 및 그 제조방법의 승인에 관한 시험에 대하여는 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 제2장 5절**에 따른다.

(2) 전 호에 따른 특수한 제조방법으로 제조된 크랭크축의 지름은 다음의 k_r 및 k_ρ 의 값 중 작은 값을 크랭크축의 소요지름 d_c 에 곱해도 좋다.

(가) 단조플로우가 연속되고, 품질의 안정이 인정되며, 피로강도가 자유단조의 것과 비교하여 20% 이상 향상된다고 인정되는 경우

$$k_r = \sqrt[3]{\frac{1}{1.15}}$$

(나) 표면처리를 하고 품질의 안정 및 피로강도 향상의 우월성이 인정되는 경우

$$k_\rho = \sqrt[3]{\frac{1}{1 + \rho/100}}$$

ρ : 표면처리에 관련하여 우리 선급이 결정한 강도 상승률

(3) 전호의 규정을 규칙 205.의 3항 및 210.의 1항의 경우에는 적용하지 아니한다.

2. 크랭크축의 지름, 암의 치수 및 필릿부 반지름이 규칙 204. 및 205.의 규정에 부족할 경우, 규칙 208.의 취급은 다음에 따른다.(지침 그림 5.2.2 참조)

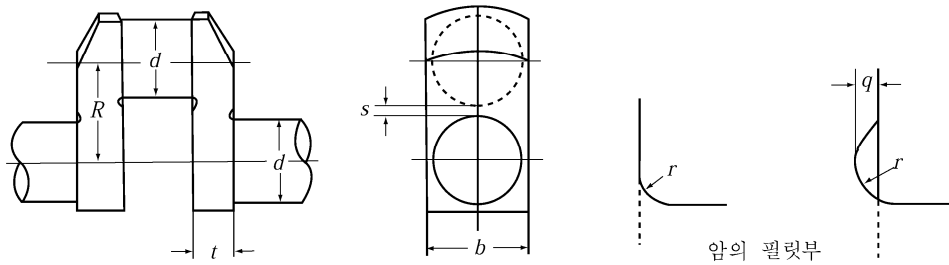


그림 5.2.2 크랭크축 기호의 설명도

(1) 규칙 204.의 2항의 규정에 적합하지 않을 때

일체형 크랭크축에 있어서, 핀 또는 저널 지름이 규칙 204.의 2항 d_c (규칙 206., 207. 및 지침 208.의 1항 (2)호에 따라 재료보정을 한 것)에 부족할 때는 필릿부의 응력 외에 평행부의 비틀림응력, 열박음부분의 마찰력, 재료 등을 고려하여 그때마다 적합여부를 정한다. 이 중에서 필릿부의 응력에 대하여는 다음 (가) 및 (나)에 따른다.

(가) 선미측계를 포함한 진동응답계산을 행하지 않고 평행부의 비틀림응력을 산정하는 경우, 부록 5-2 (크랭크축 응력의 계산법 (1))에 의해 계산된 등가응력 편진폭 σ_e 의 값이 지침 표 5.2.1에 표시한 계수 등을 대입하여 얻어지는 다음식의 허용응력 σ 이하일 경우에는 규칙에 적합한 것으로 한다.

$$\sigma = \sigma_a \times f_m \times f_s + \alpha \quad (\text{N/mm}^2)$$

(나) 선미측계를 포함한 진동응답계산을 행하여 평행부의 비틀림응력을 산정하는 경우, 부록 5-3 (크랭크축 응력의 계산법 (2))에 의해 계산된 허용계수 Q 의 값이 다음 식을 만족하는 경우에는 규칙에 적합한 것으로 한다.

$$Q \geq 1.15$$

표 5.2.1 필릿부의 허용응력 계수

σ_a (N/mm ²)	사이클		2사이클		4사이클
	크랭크축 형식		반조립형	일체형	일체형
	축지름 d	$d \geq 200$	53.9	53.9(※)	83.3
		$200 > d \geq 100$	—	132.3 - $d/4$	
		$100 > d$	—	107.8	
(주) d : 크랭크핀 또는 저널의 실제지름 중 큰 쪽의 값(mm) (※) 베드가 용접구조가 아닌 경우, 83.3으로 할 수 있다.					
f_m	$1 + \frac{2}{3} \left(\frac{T_s}{440} - 1 \right)$				
(주) T_s : 재료의 규격최소인장강도(N/mm ²)					
f_s	제조방법				
	통상의 방법	지침 208.의 1항 (2)호 (가)에 관련되어 승인된 방법	지침 208.의 1항 (2)호 (나)에 관련되어 승인된 방법		
	1	1.15	1 + $\rho/100$		
(주) ρ : 표면처리에 관련하여 우리 선급이 결정한 강도의 향상률(%)					
α (N/mm ²)	주베어링의 재료				
	화이트 메탈		트리메탈 또는 켈릿		
	0		9.8		

(2) 규칙 205.의 규정에 적합하지 않을 때

(가) 규칙 204.의 식 중의 M 및 T 를 다음과 같이 보정하여 d_c 를 구하고, 실제지름 d 가 d_c 보다 클 때는 규칙에 적합한 것으로 한다. 다만, 적용범위는 다음과 같다. 또한, 치수 b , t 및 r 을 취하는 방법에 대하여는 지침 205.를 참조한다.

$$M = 10^{-2} APL \times \frac{\alpha_{KB}}{5}$$

$$T = 10^{-2} BP_i S \times \frac{\alpha_{KT}}{1.8}$$

적용범위 :

$$0 \leq \frac{q}{r} \leq 1, \quad -0.3 \leq \frac{s}{d} \leq 0.4, \quad 8 \leq \frac{d}{r} \leq 27$$

$$1.1 \leq \frac{b}{d} \leq 2.1, \quad 0.2 \leq \frac{t}{d} \leq 0.56$$

$$\alpha_{KB} = 4.84 \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5 \quad (\text{굽힘에 관한 형상계수})$$

$$f_1 = 0.42 + 0.16 \sqrt{\frac{d}{r} - 6.864}$$

$$f_2 = 1 + 81 \left\{ 0.769 - \left(0.407 - \frac{s}{d} \right)^2 \right\} \left(\frac{q}{r} \right) \left(\frac{r}{d} \right)^2$$

$$f_3 = 0.285 \left(2.2 - \frac{b}{d} \right)^2 + 0.785$$

$$f_4 = 0.444 \left(\frac{d}{t} \right)^{1.4}$$

$$\begin{aligned}
 f_5 &= 1 - \left\{ \left(\frac{s}{d} + 0.1 \right)^2 \left(4 \frac{t}{d} - 0.7 \right) \right\} \dots\dots\dots \left(\frac{t}{d} \geq 0.36 \text{ 일때} \right) \\
 &= 1 - 1.35 \left(\frac{s}{d} + 0.1 \right)^2 \dots\dots\dots \left(\frac{t}{d} < 0.36 \text{ 이고 또한 } \frac{s}{d} > -0.1 \text{ 일때} \right) \\
 &= 1 \dots\dots\dots \left(\frac{t}{d} < 0.36 \text{ 이고 또한 } \frac{s}{d} \leq -0.1 \text{ 일때} \right)
 \end{aligned}$$

$a_{KT} = 1.75 \times g_1 \times g_2 \times g_3$ (비틀림에 관한 형상계수)

$$g_1 = 31.6 \left(0.152 - \frac{r}{d} \right)^2 + 0.67$$

$$g_2 = 1.04 + 0.317 \frac{s}{d}$$

$$g_3 = 1.31 - 0.233 \frac{b}{d}$$

d : 핀 또는 저널의 실제지름 (mm)

r : 필릿부의 반지름 (mm)

q : 들어간 부분 (mm)

s : 핀과 저널의 오버랩량(mm)

$$s = \frac{\text{핀의지름} + \text{저널지름} - \text{행정}}{2}$$

(나) 전 (가)에 의해서도 압의 치수가 적합하지 않는 경우의 취급은 지침 208.의 2항 (1)호 (가) 및 (나)에 따른다.

(다) 조립형 크랭크축의 압의 두께 또는 압의 바깥지름이 규정치수에 부족한 경우에도 다음 조건을 만족하면 규칙에 적합한 것으로 한다.

$$d^2 \times t \times p_m \geq C T D^2$$

C : 정수로 2사이클 직렬기관인 경우 : 103
4사이클 직렬기관인 경우 : 165

d : 열박음부의 지름 (mm)

t : 압의 축방향의 두께 (mm)

T : 규칙 204.에 따른다.

D : 실린더의 지름 (mm)

p_m : 열박음부의 면압(面壓)(N/mm²)으로서 다음 식에 따른다.

$$p_m = Y \left[\log_e K + \frac{1}{2} \left\{ 1 - \frac{K^2}{A_s^2} \right\} \right] \times (1 - R^2)$$

Y : 압 재료의 규격최소항복강도(N/mm²)

A_s : 압의 바깥지름을 열박음부 구멍의 지름으로 나눈 값

$$K = 0.9 \sqrt{\frac{206 \alpha}{Y} + 0.25}$$

α : 크랭크저널의 열박음 여유를 열박음부의 지름으로 나눈 값에 10³을 곱한 값

R : 중공축의 안지름을 바깥지름으로 나눈 값

211. 시험 및 검사

1. 규칙 표 5.2.4를 적용함에 있어서 자분탐상시험을 프로드(prod)법으로 실시할 경우에는 아크 스트라이크(arc strike)가 생기지 않도록 한다.
2. 규칙 211.의 3항에서 별도로 정하는 규정이라 함은 우리 선급의 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 8절**의 규정을 말한다. 발전기(비상전원용 포함) 또는 중요보기를 구동하는 출력 100 kW 미만의 보조기관, 그리고 하역장치를 구동하는 보조기관(출력에 상관없이)은 형식승인을 생략할 수 있다. (2017) **【규칙 참조】**
3. 규칙 211.의 4항 및 5항을 적용함에 있어서 안전예방조치 및 일반사항으로 다음을 따라야 한다.
 - (1) 시운전이 실시되기 전에 입회하는 작업자의 안전을 위한 모든 관련 장비가 제조자 및 조선소에 의해 준비되어야 하며, 원활하게 작동되어야 한다. 특히 크랭크실 폭발보호, 과속도방지 및 기타 긴급정지 기능이 확인되어야 한다. 과속도방지장치의 설정값은 기관 형식시험 동안 확인된 과속도 값 이하이어야 하며 검사원에 의해 검증되어야 한다.
 - (2) 공식적인 시험에 앞서 기관 제조자에 의해 정해진 방법으로 길들이기 운전이 실시되어야 한다. 다양한 부하점에 적합한 시험 설비가 갖추어져야 한다. 연료, 윤활유 및 냉각수와 같은 시험 목적의 모든 유체는 사용목적에 적합하여야 한다. 즉, 청결하고 필요한 경우 예열이 되어야 하며 기관 부품에 손상을 일으키지 않아야 한다. 이는 시험 목적의 임시 또는 반복적으로 사용되는 모든 유체에 적용한다.
 - (3) 기관 성능조정을 위하여 무부하운전을 하는 경우, 기관제조자는 연료공급장치, 조정장치 및 각종 안전장치를 충분히 조정하여 두어야 한다.
 - (4) 기관은 다음의 사항이 검사되어야 한다.
 - (가) 누설탐지장치를 포함하여 고압연료유관 피복의 검사
 - (나) 가연성 유체를 이송하는 관장치의 관 이음부 스크린의 검사
 - (다) 형식승인시험 시 예측한 값과 상응하는 고온 방열부에 대한 온도 계측값의 비교. 이는 기관의 정격출력 운전상태에서 시행해야 한다. 접촉 온도계의 사용은 입회하는 검사원의 판단 하에 사용될 수 있다. 형식승인시험 이후에 방열재가 수정된 경우 적외선 온도측정기 또는 동등하다고 인정되는 측정기를 사용하여 측정 및 검사가 이루어져야 하며 측정값은 임의 발체하여 접촉 온도계로 검증되어야 한다.
 - (라) 상기 검사는 통상 제조자의 공장시험 동안 검사원의 입회하에 이루어지며 우리 선급이 인정하는 경우 일부분을 선내시험 시에 실시할 수 있다.
4. 규칙 211.의 4항에서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 공장시운전이라 함은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
 - (1) 시험 및 검사는 **지침 표 5.2.2**에 따른 방법을 표준으로 한다. 시험의 전반적인 범위가 동등하다고 인정되는 경우, 세부시험에 대한 대체방안이 제조자와 우리 선급 간에 합의될 수 있다. 또한 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 추가의 시험 또는 검사를 요구할 수 있다. (2023)
 - (2) 기록
 - (가) 다음의 환경조건이 기록되어야 한다.
 - (a) 대기온도
 - (b) 대기압
 - (c) 상대습도
 - (나) 각 부하점에서 다음의 파라미터가 기록되어야 한다.
 - (a) 출력 및 회전수
 - (b) 연료지수(또는 동등한 측정치)
 - (c) 최고연소압력(실린더헤드가 측정에 용의하도록 설계된 경우에 한함)
 - (d) 과급기 입구 또는 각 실린더 출구의 배기가스온도
 - (e) 급기온도
 - (f) 급기압력
 - (g) 과급기의 회전수
 - (다) 계측장비의 검교정 기록은 요청이 있을 경우 입회하는 검사원에게 제시하여야 한다.
 - (라) 기관의 시험이 실시되는 동안의 모든 단계의 운전 값은 기관 제조자에 의해 계측되고 기록되어야 한다. 모든 기록은 기관 제조자에 의해 발행될 성적서에 수록되어야 한다. 기관 설계자에 의해 요구되는 경우 크랭크축 디플렉션 계측이 포함되어야 한다.
 - (마) 다양한 부하점에서 이루어지는 모든 측정은 운전상태가 안정화된 상태에서 수행되어야 한다. 모든 부하점에서 검사원이 육안검사를 수행할 수 있는 충분한 시간이 주어질 수 있다.

(3) 기관과 과급기의 조합

(가) 압축기의 특성도

과급기는 기관이 모든 운전상태 및 이후 사용기간 동안 서징(surging) 없이 운전할 수 있는 압축기 특성을 가져야 한다. 허용되는 비정상적인 운전상태 즉, 착화실패 및 갑작스런 부하감소, 불연속 서징은 발생할 수 있다. (“서징”이라 함은 기관의 소기로부터의 청취할 수 있는 수준의 고음 진동 또는 폭발과 같은 소음이 발생하는 현상을 말한다. “연속 서징”이라 함은 한번이 아닌 반복적으로 발생하는 서징을 말한다.)

(나) 서지 마진(surge margin) 검증

추진용 기관에 설치되는 카테고리 C 과급기는 기관의 공장시험 동안 서지 마진이 확인되어야 한다. 이 시험은 동일한 형상의 기관과 과급기(동일한 노즐링 포함)가 이미 성공적으로 시험되었을 경우 생략될 수 있다.

(a) 4행정 기관

다음의 시험이 서징 없이 수행되어야 한다.

- (i) 연속최대출력 및 회전수(100%), 회전수는 일정한 토크(연료지수)로 90% 출력까지 감소되어야 한다.
- (ii) 80% 회전수에서 50% 출력(고정피치프로펠러의 특성곡선), 회전수는 일정한 토크(연료지수)를 유지하는 동안 72%로 감소되어야 한다.

(b) 2행정 기관

서지마진이 적어도 다음 중의 한 가지 방법으로 입증되어야 한다.

- (i) 공장시험에서 정해진 기관의 운전특성은 과급기(시험 설비에서 입증된)의 압축기 선도에 표기되어야 한다. 전부하 범위에서 적어도 10%의 서지 마진이 있어야 한다. 즉, 운전 유량은 서지 한계(압력 동요가 없는)에서 이론적(질량) 유량보다 10% 이상이어야 한다.
- (ii) 적어도 하나의 실린더에서의 갑작스런 연료차단으로 연속적인 서징이 발생되어서는 아니 되며 20초 이내에 새로운 부하로 안정화되어야 한다. 두 개 이상의 과급기가 설치된 경우 각 과급기에 근접한 실린더의 연료를 차단하여야 한다. 이 시험은 다음의 두 가지 기관 부하에 대해 수행되어야 한다.
 - ① 한 개의 실린더 착화실패에 대해 허용된 최대출력
 - ② 약 0.06 MPa(보조송풍기 운전 없이)의 급기 압력에 상응하는 기관 부하
- (iii) 연속최대출력의 100%에서 50%로 갑작스럽게 출력이 감소된 경우 연속적인 서징이 발생해서는 안 되며 과급기는 20초 이내에 새로운 부하에서 안정화되어야 한다.

(4) 통합시험

전자제어기관의 경우, 모든 의도된 운전모드에 대하여 전체 기계, 유압 및 전자시스템이 정해진 대로 작동되는지를 통합시험으로 확인하여야 하며 시스템적인 시험이 공장에서 실시되어야 한다. 이러한 시험이 공장에서 기술적으로 실행 불가능한 경우 해상시운전 동안 수행될 수 있다. 시험의 범위는 고장모드 및 영향분석(FMEA) 결과를 기초로 정해져야 하며 우리 선급의 확인을 받아야 한다.

5. 규척 211.의 5항에서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 선내시험이라 함은 다음에 따른다. 【규척 참조】

- (1) 왕복동 내연기관의 해상 또는 선내에서의 시운전시험은 **지침 표 5.2.3**에 따른 방법을 표준으로 한다. 이 경우, 우리 선급은 *KS V0811*(해상시운전 기관부 시험방법) 중 필요하다고 인정하는 시험을 요구할 수 있다. 또한, 각 항목에 대한 시험의 상세는 *KS V0811* 또는 이와 동등한 시험방법을 참고로 하고, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 실린더 각 부분의 개방을 요구할 수 있다.
- (2) 연속사용 금지범위
연속사용 금지범위가 요구되는 경우 연속사용 금지범위의 통과(가속, 감속 둘 다)가 아래와 같이 실증되어야 한다. 소요시간이 기록되어야 하며 승인된 문서가 있는 경우 명기된 시간 이하이어야 한다. 이는 역전운전 시(주로 정지 시험 동안)의 경우도 포함한다.
 - (가) 수동 및 자동 통과시스템 둘 다 적용한다.
 - (나) 시험 동안 선박의 출수 및 속도는 기록되어야 하며 가변피치프로펠러의 경우 피치도 기록되어야 한다.
 - (다) 기관은 연속사용 금지범위의 상하부 경계에서 안정된 운전(일정한 연료지수)이 확인되어야 한다. 일정한 연료지수란 유효행정(무부하에서 전부하지수)의 5% 미만의 변동 범위를 의미한다.

표 5.2.2 왕복동 내연기관의 공장시운전 검사

시험항목 \ 기관용도	주기관용 왕복동 내연기관 ⁽²⁾	전기추진선박 및 주전원의 발전용 왕복동 내연기관 ⁽³⁾	PTO(power take off) 발전기를 가지는 주기관용 왕복동 내연기관 ⁽⁴⁾	중요보기용 왕복동 내연기관 ⁽²⁾	
110 % 출력	정격회전수×1.032에서 15분 또는 안정화 상태까지, 둘 중 짧은 시간 ⁽¹⁾	정격회전수에서 15분	정격회전수에서 15분	정격회전수에서 15분	
승인된 순간 과부하 (해당하는 경우)	시험시간은 제조자와 협의	-	시험시간은 제조자와 협의	시험시간은 제조자와 협의	
부하 시험	100 % 출력 ⁽⁵⁾	정격회전수에서 60분	정격회전수에서 60분	정격회전수에서 60분	정격회전수에서 30분
	90 % 또는 상용 출력 ⁽⁶⁾	프로펠러 특성에 따른 회전수에서 20분	-	프로펠러 특성에 따른 회전수 또는 정격회전수에서 20분	-
	75 % 출력 ⁽⁶⁾		정격회전수에서 20분		출력특성에 따른 회전수에서 20분
	50 % 출력 ⁽⁶⁾				
	25 % 출력 ⁽⁶⁾				
역전시험 ⁽⁷⁾	○	-	○	-	
조속기시험	○	○	○	○	
경보 및 안전장치의 작동시험	○	○	○	○	
개방검사 ⁽⁸⁾	○	○	○	○	

(비고)

- 전자제어 왕복동 내연기관은 지침 211의 4항 (4)호에 따른 통합시험을 실시하여야 한다.
- 표의 (1)부터 (8)은 다음의 조건에 따른다.
 - 과부하 운전에 대한 호환성을 입증하는 동일한 기관과 과급기 조합의 시험보고서가 제출된 경우, 110 % 출력시험은 생략될 수 있다. (2019)
 - 우리 선급에 의하여 승인된 순간 과부하 출력이 없는 경우, 시험 종료 후 기관의 연료유 공급장치는 선내 거치 후의 운전에서 100 % 출력을 초과하여 운전되지 않도록 조정하여 두어야 한다.
 - 시험 종료 후, 연료유 공급장치는 선내 설치 후 운전을 위해 최대출력에서 일시적인 변동에 대한 10 %의 여유를 더하여 조정되어야 한다. 이러한 일시적인 과부하에 대한 용량은 기관의 100 % 출력에서 필요한 조속 특성 달성 및 기관 실속 전에 배전 계통의 보호장치 작동을 위하여 필요하다.
 - 시험 종료 후, 연료유 공급장치는 선내 설치 후의 운전을 위해 최대출력에서 여유를 더하여 조정되어야 한다. 이 일시적 과부하는 하부장치 구성품의 전기적 보호가 기관 실속 전에 이루어질 수 있도록 하기 위하여 필요하다. 이 여유는 기관 출력의 10 % 이거나 적어도 PTO(power take off) 출력의 10 % 이어야 한다.
 - 계측은 최소한 30분 간격으로 2회 실시하여야 한다.
 - 시험 순서는 제조자가 정한다. (2021)
 - 자기 역전식의 기관에 한한다.
 - 공장시운전 후 개방검사의 정도는 검사원이 적절하다고 인정하는 바에 따를 수 있다. (2018)

표 5.2.3 왕복동 내연기관의 선내(해상)시운전 검사

시험항목 \ 기관용도	주기관용 왕복동 내연기관 ⁽¹⁾	전기추진선박 및 주전원의 발전용 왕복동 내연기관 ⁽²⁾	PTO(power take off) 발전기를 가지는 주기관용 왕복동 내연기관	중요보기용 왕복동 내연기관
110 % 출력 ⁽³⁾	정격회전수×1.032에서 30분	110 % 출력(발전기의 정격출력)에서 10분	정격회전수×1.032에서 30분	-
승인된 순간 과부하 (해당하는 경우)	시험시간은 제조자와 협의	-	시험시간은 제조자와 협의	시험시간은 제조자와 협의
100 % 출력	정격회전수에서 4시간	100 % 출력(발전기의 정격출력)에서 1시간	정격회전수에서 4시간 ⁽⁴⁾	정격회전수에서 30분
최저회전수시험	○	-	○	-
시동시험 ⁽⁵⁾	○	○	○	○
후진시험 ⁽⁶⁾	○	-	○	-
기관구역 무인운전시험 ⁽⁷⁾	○	○	○	○
경보 및 안전장치의 작동시험 ⁽⁸⁾	○	○	○	○
연료적합성시험 ⁽⁹⁾	○	○	○	○

(비고) 표의 (1)부터 (9)는 다음의 조건에 따른다.

(1) 가변피치 프로펠러를 갖춘 경우에는 100 % 출력 부하시험에서 100 % 출력에 도달이 불가능한 경우 최대가능출력에서 부하시험이 실시되어야 하며 각종 피치각에서의 운전을 포함한다. 가변피치 프로펠러를 갖춘 경우에는 정격회전수×1.032 시험을 요구하지 않는다. (2021)

(2) 각각의 기관은 100 % 출력에서 1시간 동안, 110 % 출력에서 10분 동안 시험되어야 한다. 100 %의 추진 출력(즉, 추진용 전동기의 총 출력)에서 가능한 적은 수의 발전기 출력을 분배함으로써 시험되어야 하며, 전기추진설비 시험 동안 시험될 수 있다. 이 시험은 4시간 이상 또는 모든 회전계의 작동온도가 안정된 상태에 도달할 때까지 지속되어야 한다. 전기추진설비 시험 동안 상기의 시험이 실시되지 못한 기관의 경우 별도의 시험이 실시되어야 한다.
규칙 6편 1장 202.의 2항에 따라 원동기 및 조속기의 스텝부하 조정능력이 실증되어야 한다.

(3) 기관의 조정이 허용되는 경우 실시한다(표 5.2.2 비고 2항의 (2) 참조). 다만, 공장시험시의 성적 등을 고려하여 지장이 없다고 인정하는 경우에는 시험을 생략할 수 있다. (2021)

(4) 정격회전수에서 100 % 프로펠러분기출력으로 2시간 시험이 실시되어야 한다(100 % 출력 시험에 포함되지 않은 경우). 추가로 정격회전수에서 100 % PTO분기출력으로 1시간 시험이 실시되어야 한다. (2021)

(5) 도중에 보충 없이 시동할 수 없게 될 때까지, 역전식 기관에서는 전진 및 후진을 교대로 하고, 비역전식 기관에서는 시동 및 정지를 반복하여 실시한다.

(6) 가변피치 프로펠러를 갖춘 경우 역피치 시, 역전식 기관의 경우 정지시험 동안 역전운전 시 지침 211.의 6항 (2)호에 따라 연속사용 금지범위의 통과가 실증되어야 한다.

(7) 기관구역의 무인화설비(UMA)를 갖춘 선박으로 등록하고자 하는 선박의 경우에 한한다.

(8) 공장시험 시에 검증된 사항을 제외한 경보 및 안전장치의 작동시험을 실시하여야 한다.

(9) 잔사유 등의 특별한 연료를 사용하는 경우에 한한다. 다만, 공장시험 시에 이미 그 적합성이 확인된 경우 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 생략할 수 있다.

제 3 절 증기터빈

304. 안전장치

추진용 터빈에는 규칙 304.의 2항 및 3항에 정하는 트립(trip) 조건 외에 터빈 로터의 축방향의 이상변위에 의하여 자동적으로 전진 터빈에 증기공급을 차단하는 장치를 설치할 것을 권장한다. 【규칙 참조】

306. 터빈 날개의 강도 및 소요단면적

터빈날개의 진동응력계산서 또는 날개 재료의 0.01 % 내력의 규격이 제출되면, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우, 규칙 306.의 식 중 S 대신에 0.01 % 내력 규격 최저치의 2 배의 값을 사용하여 산출된 값까지 A의 값을 경감할 수 있다. 【규칙 참조】

307. 시험 및 검사

1. 규칙 307.의 3항을 적용함에 있어서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시험방법이라 함은 KS V4211(선박용 증기 터빈 주기 육상시험방법) 또는 이와 동등하다고 인정되는 시험방법에 따라서 실시하는 것을 표준으로 함을 말한다. 【규칙 참조】
2. 규칙 307.의 4항 (2)호를 적용함에 있어서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시험방법이라 함은 KS V0811(해상시 운전 기관부 시험방법) 또는 이와 동등하다고 인정하는 시험방법에 따라서 실시하는 것을 표준으로 함을 말한다. 【규칙 참조】 ↓

제 3 장 추진축계 및 동력전달장치

제 1 절 일반사항

101. 용접구조의 부품 【규칙 참조】

규칙 101.을 적용함에 있어서 주요부품을 용접구조로 할 경우의 일반적인 요건은 규칙 5장 4절을 준용한다.

102. 기타의 추진장치

규칙 102.를 적용함에 있어서 다음에 따를 수 있다. 【규칙 참조】

1. 선수 또는 선측 스톨스터 장치 및 그 제어기구 등 (이하 “스톨스터” 라 한다.)에 대하여는 다음에 따른다. 다만, 구동 동력 100 kW 미만의 소형 스톨스터의 경우, 아래 (1)호, (2)호, (3)호, (4)호의 (가) 요건의 적용을 생략할 수 있다. (2019) (2022)

(1) 승인도면 및 자료

제조자는 공사착수 전에 다음의 도면 및 자료 3부를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.

- (가) 스톨스터의 전체장치도
- (나) 조립단면도(주요부품의 재료를 기재한 것)
- (다) 제어기구 계통도
- (라) 축계 및 밀봉장치도
- (마) 프로펠러
- (바) 기어장치도
- (사) 부속관 장치도
- (아) 주요 요목표(구동 원동기의 종류, 출력 및 회전수, 용량 등을 기재한 것)
- (자) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 것

(2) 재료

주요부품의 재료는 원칙적으로 규칙 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다. 다만, 우리 선급이 인정하는 경우, 한국산업규격 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것을 사용할 수 있다.

(3) 설계 (2020)

프로펠러 날개(blade)의 구조 및 강도는 규칙 3장 303.의 규정에 따른다. 다만 제조자가 상세계산서를 제출하고 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 이에 따를 수 있다.

(4) 제조공장에서의 시험 및 검사

- (가) 축계, 프로펠러 및 기어장치의 시험은 각각 규칙 3장 2절, 3절 및 4절의 규정을 준용한다.
- (나) 기기 및 관장치의 수압부의 압력시험은 규칙 6장의 규정에 따른다. 이 시험은 제조자가 행한 시험으로 대신할 수 있다.
- (다) 관장치의 시험은 규칙 6장의 규정을 준용한다.
- (라) 전기설비에 대하여는 규칙 6편 1장을 준용한다.

(5) 선내설치 후의 검사

스톨스터의 작동 확인시험 및 각종 안전장치의 시험을 한다.

제 2 절 축계

201. 적용

1. **규칙 201.**의 2항을 적용함에 있어서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 대체 계산법은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
 - (1) 대체 계산법에는 모든 허용운전조건 하에서 동적축계 전체에 존재하는 모든 관련하중이 포함되어 있어야 한다.
 - (2) 계산시 모든 축연결장치의 크기 및 배치를 고려하여야 한다.
 - (3) 대체 계산법은 연속운전하중 및 과도(transient)운전하중(피로강도에 대한 크기)과 최대운전하중(항복강도에 대한 크기)에 대한 설계기준을 고려하여야 한다.
 - (4) 피로강도해석은 다음 하중조건별로 별도로 수행할 수 있어야 있다.
 - (가) 저사이클 피로기준 (대략 $< 10^4$)
 - (나) 고사이클 피로기준 (대략 $>> 10^7$)
 - (다) 연속사용 금지범위 또는 기타의 과도진동을 통과할 때 비틀림진동으로 인해 축적된 피로

202. 재료

1. **규칙 202.**의 2항을 적용함에 있어서 우리 선급이 특별히 승인한 것이라 함은 **규칙 2편 1장 601.**의 18항에 따라 승인된 경우를 포함한다. (2017) **【규칙 참조】**

203. 중간축 및 추력축 **【규칙 참조】**

1. 평수구역을 항해구역으로 하는 선박의 중간축 또는 추력축의 지름은 **규칙 203.**의 식 중 F 값을 95로 할 수 있다.
2. **204.**의 2항을 적용하여 경감할 수 있다.
3. **규칙 203.**을 적용함에 있어서 우리 선급이 특별히 승인하는 경우라 함은 **규칙 2편 1장 601.**의 18항에 따라 승인된 경우를 말하며 승인된 합금강의 규격최소인장강도 T 를 계산식에 사용할 수 있다. (2017)

204. 프로펠러축 및 선미관축

1. **규칙 표 5.3.2 (비고) (4)**의 적용에 있어서 승인받은 내식성 재료로 제조되는 제1종 및 제2종 프로펠러축 또는 선미관축의 지름 d_p 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다. **【규칙 참조】**

$$d_p = K_4 \times \sqrt[3]{\frac{P}{n}} \quad (\text{mm})$$

- P : 기관의 연속최대출력(kW)
- n : 축의 연속최대출력시의 회전수(rpm)
- K_4 : 축의 종류에 따른 계수로 **지침 표 5.3.1**에 따른 값

2. 경감 **【규칙 참조】**

축의 지름이 **규칙 203.** 및 **204.**에 만족하지 않을 경우에는 다음에 따른다.

- (1) 평수수역을 항해구역으로 하는 선박의 프로펠러축 또는 선미관축의 지름은 **규칙 204.**의 1항 또는 1항의 식에 따라 계산한 값의 92 % 이상으로 할 수 있다.

표 5.3.1 K_t 의 값

적용범위		축재료	제1종 축		제2종 축
			석출경화계 스테인리스강 (KS STS 630 계열)으로 우리 선급의 승인을 받은 것	지름이 200 mm 이하의 오스테나이트계 스테인리스강(KS STS 316 계열)	오스테나이트계 스테인리스강 (KS STS 304 상당 계열)
1	프로펠러축의 프로펠러 취부 테이퍼부 대단부(프로펠러의 설치가 플랜지 구조의 경우에는 플랜지 전면부)에서 최후부의 선미관 베어링의 선수끝단까지의 사이 또는 $2.5 d_p$ (해수유회인 경우는 $4.0 d_p$)의 범위 중 넓은 범위		105	128	128
2	상기 1의 범위를 제외하고 선수축에 향하여 선수축 선미관 밀봉장치의 선수끝단까지의 범위		94 ⁽¹⁾	116 ⁽¹⁾	116 ⁽¹⁾
3	선수축 선미관 밀봉장치의 선수끝단부터 중간축 커플링까지의 범위		94 ⁽²⁾	116 ⁽²⁾	116 ⁽²⁾
4	선미관축		94	116	116

(비고)
표의 (1) 및 (2)는 다음 조건을 따른다.
(1) 축 지름이 변하는 곳은 테이퍼를 주고 축지름을 완만하게 변화시켜야 한다.
(2) 규칙 203.의 식 중 T 를 410 N/mm^2 로 계산한 지름까지 테이퍼로 하여 감소할 수 있다.

(2) 축에 작용하는 비틀림응력이 다음 조건을 만족하는 값까지 축의 지름을 경감할 수 있다.

$$\beta_m \times \tau_m + \beta_t \times \tau_D \leq \frac{\tau_y}{S_y}$$

$$\beta_t \times \tau_D \leq \frac{\tau_f}{S_f}$$

τ_m : 축에 작용하는 평균비틀림응력. 다만, 평균굽힘응력이 작용하는 경우에는 다음 식에 따른다.

$$\tau_{me} = \sqrt{\tau_m^2 + \frac{1}{3} \sigma_m^2}$$

τ_{me} : 등가평균비틀림응력 (N/mm²)

σ_m : 평균굽힘응력 (N/mm²)

β_m : 정적응력에 대한 노치계수

τ_D : 축에 작용하는 변동비틀림응력. 다만, 변동굽힘응력이 작용하는 경우에는 다음 식에 따른다.

$$\tau_{De} = \sqrt{\tau_D^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{\beta_b}{\beta_t} \times \sigma_D \right)^2}$$

τ_{De} : 등가변동비틀림응력 (N/mm²)

σ_D : 변동굽힘응력 (N/mm²)

β_b : 굽힘응력에 대한 노치계수

β_t : 비틀림응력에 대한 노치계수

τ_y : 축재료의 비틀림 항복강도 (N/mm²)

S_y : 항복강도에 대한 안전율

τ_f : 평균응력 τ_m (또는 τ_{me})이 작용할 경우 축재료의 비틀림 피로강도 (N/mm²)

S_f : 피로강도에 대한 안전율

- (3) 전호에서의 축의 비틀림 피로강도 및 비틀림 항복강도는 제출된 자료를 기초로 하여 축의 재료, 열처리, 표면처리 등을 고려하여 우리 선급이 정한다. 피로에 대한 안전율 및 항복에 대한 안전율은 축의 사용목적, 사용조건 등을 고려하여 우리 선급이 정한다.

206. 선미관 베어링 및 선미관 밀봉장치

1. 규칙 206.의 1항 (3)호를 적용함에 있어서 기름윤활을 하는 경우에 베어링의 길이를 프로펠러축 계산상 소요지름의 2배 이하로 할 경우에는 다음의 조건을 만족하여야 한다. 【규칙 참조】

- (1) 베어링 하중조건 개선

베어링 전체의 슬로프 얼라인먼트(slope alignment)(선미관 베어링만의 슬로프 보링(slope boring)도 포함)를 채용하여 프로펠러축과 선미관 베어링과의 축방향의 상대적인 접촉을 개선하고 선미관 베어링의 하중의 분산 균일화를 도모할 것. 다만, 슬로프 얼라인먼트의 계산서(굽힘모멘트, 굽힘응력, 베어링반력, 베어링하중, 휨량, 휨각 등) 및 설치요령서의 제출을 요한다. 또한, 이 계산에 있어서는 다음 조건이 만족되어야 한다.

- (가) 슬로프 얼라인먼트의 설계는 정적 외력을 대상으로 한다(동적 외력에 의한 축계 얼라인먼트의 변동, 즉 굽힘모멘트, 굽힘응력 기타 여러 값의 변동량의 검토는 규정 이외로 한다).
(나) 프로펠러축의 임의 단면에 작용하는 정적 모멘트의 절대치도, 선미관 베어링 선미관에 작용하는 정적 모멘트의 절대치를 초과하지 않을 것.

- (2) 윤활유 및 윤활조건 개선

선미관 베어링면의 윤활조건을 개선하기 위하여 다음의 대책을 강구할 것.

- (가) 윤활유의 입구는 선미관의 선미측으로 하고, 냉각유를 완만하게 강제 순환시킬 것.
(나) 윤활유는 베어링의 내소착성이 우수하고, 또 해수의 침입에 대하여 유화하기 쉬운(분리하기 어려운) 성질의 것을 채용할 것. 그리고 기름의 첨가제에 대하여는 선미관 유밀장치의 밀봉재료(예를 들면 고무)와의 적합성도 검토할 것.
(다) 베어링 손상의 조기발견
소손의 조기발견과 확대방지를 위하여 선미관 베어링 최대하중점을 포함한 1점 이상에 대하여 베어링 셸(shell)의 내부에 온도계측 장치를 설치하고 또한 60℃ 이하로 설정된 고온 경보장치를 설치할 것.
(라) 윤활유탱크에는 저액면 경보장치를 설치할 것.

2. 규칙 206.의 2항을 적용함에 있어서 기름윤활방식의 선미관 밀봉장치는 미네랄 오일 및 바이오 오일 각각의 유종 계열에 대하여 형식승인을 득하여야 한다. 【규칙 참조】

207. 축커플링 및 커플링 볼트

1. 규칙 207.의 3항을 적용함에 있어 다음 식에 따를 수 있다. 다만 제조자 또는 설계자가 별도의 계산식을 제출하여 우리 선급에 의해 승인을 받을 경우 이에 따를 수 있다. 【규칙 참조】

- (1) 키 없는 수축끼워맞춤일 경우, 공차 여유치를 없앤 후 결합부 표면사이 접촉 면적이 확인되면 축 또는 중간 슬리브에 관련된 축커플링 허브(이하 “허브”)의 축방향 압입량 Δh 는 다음 식에 따를 수 있다. (그림 5.3.1을 참조)

$$\Delta h = \left[\frac{8000B}{hz} \sqrt{\left(\frac{19100P}{nD_w} \right)^2 + T^2} + \frac{D_w(\alpha_y - \alpha_w)(t_c - t_m)}{z} \right] k \quad (\text{mm})$$

B : 조립체의 재료 및 형상계수로서 다음 식에 따른다.

$$B = \frac{1}{E_y} \left(\frac{y^2 + 1}{y^2 - 1} + \nu_y \right) + \frac{1}{E_w} \left(\frac{1 + w^2}{1 - w^2} - \nu_w \right)$$

축방향의 구멍을 갖지 않는 축 조립체의 경우, 계수 B 는 표 5.3.2에 따라 필요한 경우 선형보간법으로 구할 수도 있다.

E_y : 허브 재료의 종탄성계수 (N/mm²)

E_w : 축 재료의 종탄성계수 (N/mm²)

ν_y : 허브 재료의 프아송비

ν_w : 축 재료의 프아송비 (강의 경우, $\nu_w = 0.3$)

y : 허브 내외경의 평균비로 다음 식에 의한 값

$$y = \frac{D_{y1} + D_{y2} + D_{y3}}{D_{y1} + D_{y2} + D_{y3}}$$

w : 축 내외경의 평균비로 다음 식에 의한 값

$$w = \frac{D_{w1} + D_{w2} + D_{w3}}{D_{w1} + D_{w2} + D_{w3}}$$

D_y : 축 또는 중간 슬리브와 접촉하는 허브의 평균 내경으로 다음 식에 의한 값

$$D_y = (D_{y1} + D_{y2} + D_{y3})/3 \quad (\text{mm})$$

D_w : 허브 또는 중간 슬리브와 접촉하는 축의 평균 외경으로 다음 식에 의한 값

$$D_w = (D_{w1} + D_{w2} + D_{w3})/3 \quad (\text{mm})$$

중간 슬리브가 없는 경우,

$$D_{w1} = D_{y1}, \quad D_{w2} = D_{y2}, \quad D_{w3} = D_{y3} \quad \text{따라서} \quad D_w = D_y$$

중간 슬리브가 있는 경우,

$$D_{w1} \neq D_{y1}, \quad D_{w2} \neq D_{y2}, \quad D_{w3} \neq D_{y3} \quad \text{따라서} \quad D_w \neq D_y$$

h : 축 원추형 선미단부 또는 허브와 접촉하는 슬리브의 유효길이 (mm)

z : 허브의 테이퍼

P : 조립체에 의해 전달되는 출력 (kW)

n : 회전수 (rpm)

T : 전진속도에서 프로펠러 추력 (kN) (단, 추력이 커플링에 직접 전달될 경우에 한함.)

α_y : 허브 재료의 선팽창계수 (1/°C)

α_w : 축 재료의 선팽창계수 (1/°C)

t_e : 사용조건에서 조립체의 온도 (°C)

t_m : 부착 중 조립체의 온도 (°C)

중간 슬리브가 없는 조립체인 경우, $k = 1$

중간 슬리브가 있는 조립체인 경우, $k = 1.1$

표 5.3.2 계수 B 값

계수 $B \times 10^5$, 강 축 $w=0$, $E_w = 2.059 \times 10^5$ (N/mm ²), $\nu_w = 0.3$								
계수 y	동합금 허브 $\nu_y = 0.34$, E_y (N/mm ²)							강 허브 $\nu_y = 0.3$, $E_y = 2.059 \times 10^5$ (N/mm ²)
	0.98×10^5	1.078×10^5	1.176×10^5	1.274×10^5	1.373×10^5	1.471×10^5	1.569×10^5	
1.2	6.34	5.79	5.34	4.96	4.63	4.34	4.09	3.18
1.3	4.66	4.26	3.95	3.66	3.43	3.22	3.04	2.38
1.4	3.83	3.52	3.25	3.03	2.83	2.67	2.52	1.98
1.5	3.33	3.07	2.83	2.64	2.48	2.34	2.21	1.74
1.6	3.01	2.77	2.57	2.40	2.24	2.12	2.01	1.59
1.7	2.78	2.48	2.38	2.22	2.09	1.97	1.87	1.49
1.8	2.62	2.38	2.23	2.09	1.97	1.86	1.76	1.41
1.9	2.49	2.29	2.13	1.99	1.88	1.77	1.68	1.35
2.0	2.39	2.20	2.05	1.92	1.80	1.70	1.62	1.29
2.1	2.30	2.13	1.98	1.86	1.74	1.65	1.57	1.25
2.2	2.23	2.06	1.92	1.79	1.69	1.60	1.53	1.22
2.3	2.18	2.01	1.88	1.75	1.65	1.57	1.49	1.19
2.4	2.13	1.97	1.84	1.72	1.62	1.54	1.46	1.17

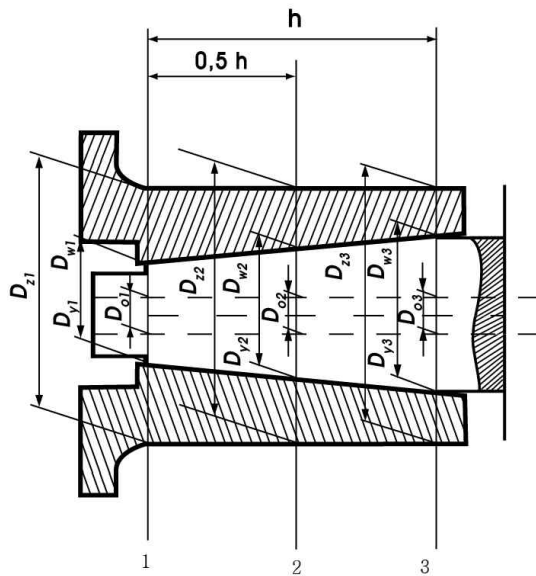


그림 5.3.1 축커플링 치수

(2) 원통형의 부착부를 가지는 강 커플링과 축을 조립할 경우, 간섭량 ΔD 은 다음 식에 따를 수 있다.

$$\Delta D = \frac{8000B}{h} \sqrt{\left(\frac{19100P}{nD_w}\right)^2 + T^2} \quad (\text{mm})$$

용어의 정의는 (1)호를 참조한다.

(3) 축과 결합하는 키 없는 커플링 조립체에서 허브는 다음의 상태를 만족하여야 한다.

$$\frac{A}{B} \left[\frac{C}{D_y} + (\alpha_y - \alpha_w) t_m \right] \leq 0.75 R_c$$

A : 다음 식에 의해 정해진 허브의 형상계수

$$A = \frac{1}{y^2 - 1} \sqrt{1 + 3y^4}$$

형상계수 A는 표 5.3.3에 따라 필요한 경우 선형보간법으로 구할 수 있다.

C = Δh_{r,z} (원추형 부착부를 가지는 조립체의 경우)

Δh_r : 온도 t_m에서 결합된 허브의 실제 압입량, Δh_r ≥ Δh (mm)

C = ΔD_r (원통형 부착부를 가지는 조립체의 경우)

ΔD_r : 원통형 부착부와 결합된 조립체의 실제 간섭량, ΔD_r ≥ ΔD (mm)

R_c : 허브 재료의 항복응력 (N/mm²)

나머지 용어의 정의는 (1)호를 참조한다.

표 5.3.3 형상계수 A 값

y	A	y	A
1.2	6.11	1.9	2.42
1.3	4.48	2.0	2.33
1.4	3.69	2.1	2.26
1.5	3.22	2.2	2.20
1.6	2.92	2.3	2.15
1.7	2.70	2.4	2.11
1.8	2.54		

제 3 절 프로펠러

301. 적용 【규칙 참조】

1. 프로펠러 날개(blade)의 상세계산이 수행된 경우, 제조자가 제출한 상세계산을 바탕으로 규칙 303.에서 요구하는 날개(blade)의 두께를 경감할 수 있다. 상세계산에는 다음을 포함하여야 한다. (2019)
 - (1) 하중조건 및 날개(blade)의 동유체 하중
 - (2) 유한요소 모델 및 경계조건(우리 선급이 요구할 경우 모델 데이터가 제공되어야 함)
 - (3) 항복 및 피로 평가
 - (4) 항복 및 피로에 대한 제안된 안전계수 및 이에 대한 근거 자료
 - (5) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 문서
2. 아래 항목에 해당하는 프로펠러에 대하여는 참고로 날개(blade)의 응력계산 자료의 제출을 요구할 수 있다.
 - (1) 노즐 프로펠러, 자켓 프로펠러 등 특수한 날개(blade) 형상의 것
 - (2) 예인선, 저인망어선, 푸셔(pusher) 등 운항상태가 특수한 선박용의 것
 - (3) 반지름 $0.25R$ 에 있어서 피치비가 0.8을 초과하는 것
 - (4) 추진성능 향상을 위해 특수하게 설계한 것

302. 재료 【규칙 참조】

주추진용이 아닌 조립형 프로펠러의 허브 및 날개 부착용 볼트 또는 가변피치프로펠러의 크랭크디스크(crank disc), 푸시풀로드(push pull rod), 작동실린더, 크로스헤드(cross head) 등과 같이 추진 토크를 전달하지 아니하는 부품에 대해 제조자가 자체 시험을 실시하고 그 결과를 우리 선급에 제출할 경우 검사원의 입회를 생략할 수 있다. (2017)

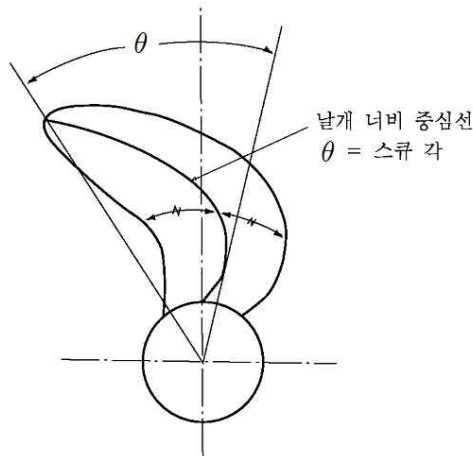


그림 5.3.2 스큐 각

303. 날개(blade)의 두께 【규칙 참조】

1. 프로펠러 스큐 각(프로펠러 투영도에 프로펠러축 중심과 날개너비 중심선의 프로펠러 선단과의 교점을 연결하는 직선과 프로펠러축 중심에서 날개너비 중심선에 그은 접선과의 이루는 각(지침 그림 5.3.2 참조)을 말한다)이 25°를 넘는 스큐드 프로펠러(skewed propeller)의 날개(blade) 두께는 스큐 각의 크기에 따라 다음에 정하는 기준을 적용한다.
 - (1) 스큐 각이 25°를 넘고 60° 이하인 경우
 - (가) 반지름 위치 $0.25R$ (가변피치 프로펠러에 있어서는 $0.35R$) 및 $0.6R$ 에 있어서 날개(blade)의 두께는 규칙 303.의 t_x 에 다음의 값을 곱한 것 이상이어야 한다.

$$A = \left(1 + B \frac{\theta - 25^\circ}{60^\circ} \right)$$

- θ : 스쿠 각(°)
 B : 반지름 위치 $0.25R$ (가변피치 프로펠러에 있어서는 $0.35R$) ----- 0.2
 반지름 위치 $0.6R$ ----- 0.6

(나) 반지름 위치 $0.6R$ 에서 $0.9R$ 사이의 임의의 반지름 위치에 있어서 날개(blade) 두께 t_x 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$t_x = 0.003D + \frac{(1-x)(t_{0.6} - 0.003D)}{0.4} \quad (\text{mm})$$

- D : 프로펠러 지름(mm)
 x : R 로써 무차원화한 반지름방향의 위치
 $t_{0.6}$: 전 (가)에 따른 $0.6R$ 에 있어서의 날개(blade)의 두께(mm)

(2) 스쿠 각이 60° 를 넘는 경우
 제조자 또는 설계자가 제출한 프로펠러 강도에 관한 상세계산서에 따라 우리 선급이 정한다.

304. 조립형 또는 가변피치 프로펠러의 날개(blade) 부착

1. 규칙 304.의 1항에서 날개(blade) 부착용 볼트의 지름은 다음 식에 의하여 계산한 값 이상이어야 한다. 이 경우, K_3 에 대하여는 그림에 정한 값으로 할 수 있다. 【규칙 참조】

$$d = 0.55 \sqrt{\frac{1}{\sigma_a} \cdot \frac{1}{n} \left(\frac{A \cdot K_3}{L} + F_c \right)}$$

- d : 날개(blade) 부착용 볼트의 소요지름(mm) (지침 그림 5.3.3 참조)
 A : 다음 식에 의한 값

$$A = 3.0 \times 10^4 \frac{H}{NZ}$$

- H : 주기관 연속최대출력(kW)
 Z : 날개(blade)의 수
 N : 프로펠러의 연속최대회전수를 100으로 나눈 값(rpm/100)
 K_3 : 다음 식에 의한 값

$$K_3 = \sqrt{(D/P)^2 (0.622 - 0.9x_0)^2 + (0.318 - 0.499x_0)^2}$$

- x_0 : 날개(blade) 플랜지와 보스(또는 변절기구)와의 경계면과 프로펠러 반지름과의 비 (지침 그림 5.3.3 참조). 다만, 0.3을 초과하는 경우에는 0.3으로 한다.
 D : 프로펠러 지름(m)
 P : 반지름 위치 $0.7R$ 에서의 정격피치(m)
 L : 반지름 위치 $0.7R$ 에서 날개(blade) 단면의 피치각 β 를 가지고 플랜지의 회전중심을 통하는 직선과 전진면 축의 전연측 볼트의 중심 및 후연측 볼트의 중심과의 평균 거리 (지침 그림 5.3.4 참조) (cm)
 F_c : 프로펠러 날개(blade)의 원심력으로 다음 식에 의한 값 (N)

$$F_c = 1.10 \times mR'N^2$$

- m : 날개(blade) 1개의 질량(kg)
 R' : 날개(blade)의 무게중심과 프로펠러축 중심과의 거리(cm)
 n : 날개(blade)의 전진면축의 볼트 수

σ_a : 볼트재료의 허용응력(N/mm²)

$$\sigma_a = 34.7 \times \left(\frac{\sigma_B + 160}{600} \right)$$

σ_B : 볼트재료의 규격최소인장강도(N/mm²). 다만, σ_B 가 800 N/mm²를 넘는 경우에는 800 N/mm²로 한다.

2. 규칙 304.의 2항에서 볼트 부착부의 플랜지의 두께(부착볼트 또는 너트의 자리에서 플랜지와 보스(또는 변절기구) 경계면까지의 두께를 말한다)는 다음 식에 의하여 계산한 값 이상이어야 한다. 【규칙 참조】

$$t_f = 0.9 d$$

t_f : 플랜지의 두께(mm) (그림 5.3.3 참조)

d : (1)의 식에 의하여 계산한 볼트의 지름(mm)

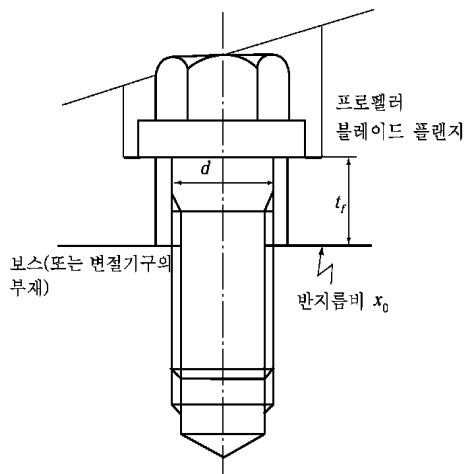
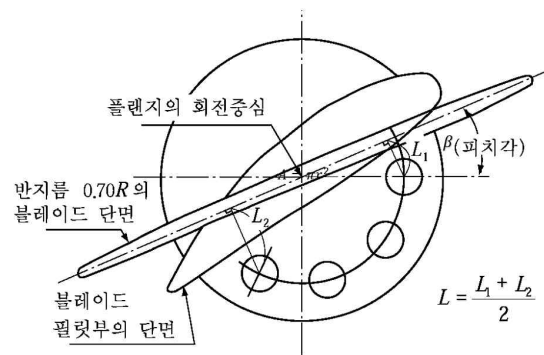


그림 5.3.3 x_0 를 취하는 방법그림



5.3.4 L 을 취하는 방법

3. 규칙 304.의 3항에서 날개(blade)는 부착용 볼트에 적당한 초기체결력을 주고 견고하게 보스(또는 변절기구)에 부착되어 있을 것. 또한, 초기체결력은 다음 조건식의 범위 내에 있는 것을 표준으로 한다. 【규칙 참조】

$$\frac{1.3}{n} \left(\frac{A \times K_3}{L} + F_C \right) < T_0 < 0.55 \sigma_0 \times d^2$$

T_0 : 초기체결력(N)

σ_0 : 볼트의 재료의 항복점 또는 0.2% 내력(N/mm²)

기타 기호는 전 1항과 같다.

305. 프로펠러의 부착

1. 규칙 305.의 1항에서 프로펠러 보스를 프로펠러 축에서 떼어낼 경우의 가열온도는 100℃를 초과하지 않아야 한다. 【규칙 참조】

2. 규칙 305.의 2항을 적용함에 있어서 키를 사용하지 않고 압입에 의하여 프로펠러를 프로펠러축에 부착하는 경우는 다음에 따른다. 【규칙 참조】

(가) 일반사항

- (a) 이 항은 프로펠러축(이하 “축”이라 한다.)과 프로펠러 보스(이하 “보스”라 한다.) 사이에 슬리브가 삽입되는 프로펠러에는 적용하지 아니한다.

- (b) 축의 원추형 선미단부에서의 테이퍼는 1/15 이하이어야 한다.
 - (c) 최종 압입전 축과 보스사이의 맞비빔 접촉면적은 이론적 접촉면적의 70 % 이상이어야 하며, 접촉되지 않은 띠가 보스의 원주위 또는 전길이에 걸쳐있는 것은 허용하지 아니한다.
 - (d) 프로펠러는 최종 압입후 프로펠러축에 너트로 고정하여야 한다. 너트는 축에 고정되어야 한다.
 - (e) 35°C에서의 미끄럼마찰에 대한 안전율은 비틀림에 의한 토크와 정격회전시 정격 토크를 합산한 토크의 작용 하에서 2.8 이상이어야 한다.
 - (f) 기름 주입방식으로 압입하는 경우에 청동 및 강으로 된 보스의 마찰계수는 0.13으로 한다.
 - (g) 최대전단 탄성에너지설(Mises-Hencky criterion)에 근거하여 보스에 가하여지는 0 °C에서의 최대등가단축응력(N/mm²)은 프로펠러 재료의 규격최소항복강도 또는 0.2 % 내력(0.2 %오프셋 항복강도)의 70 % 이하이어야 한다. 다만, 주철에 있어서는 인장강도의 30 % 이하이어야 한다.
- (나) 재료
각 재료에 대한 종탄성계수, 프아송비 및 선팽창계수는 표 5.3.4에 따른다.

표 5.3.4 종탄성계수, 프아송비 및 선팽창계수

재료의 종류	종탄성계수(N/mm ²)	프아송비	선팽창계수(mm/mm °C)
주강 및 단강	20.6×10 ⁴	0.29	12.0×10 ⁻⁶
주철	9.8×10 ⁴	0.26	12.0×10 ⁻⁶
고강도 황동주물 CU1, CU2	10.8×10 ⁴	0.33	17.5×10 ⁻⁶
알루미늄 청동주물 CU3, CU4	11.8×10 ⁴	0.33	17.5×10 ⁻⁶

(다) 압입량 및 압입하중 계산식

(a) 이 계산식은 증실축에 대하여 적용한다.

(b) 압입량

$$(i) 35\text{ }^\circ\text{C에서의 최소압입량(mm)} : \delta_{35} = P_{35} \frac{D_s}{2\theta} \left[\frac{1}{E_b} \left(\frac{K^2+1}{K^2-1} + \nu_b \right) + \frac{1}{E_s} (1-\nu_s) \right]$$

$$(ii) 35\text{ }^\circ\text{C 미만에서의 최소압입량(mm)} : \delta_t = \delta_{35} + \frac{D_s}{2\theta} (\alpha_b - \alpha_s) (35 - t)$$

$$(iii) 0\text{ }^\circ\text{C에서의 최대허용압입량 (mm)} : \delta_{\max} = \frac{P_{\max}}{P_{35}} \delta_{35}$$

P_{35} : 35 °C에서의 맞비빔 표면간의 최소면압(N/mm²)으로 다음의 계산식에 따른 값

$$P_{35} = \frac{ST}{AB} \left[-S\theta + \sqrt{\mu^2 + B \left(\frac{F_V}{T} \right)^2} \right]$$

S : 35 °C에서의 미끄럼마찰에 대한 안전율

T : 프로펠러 추력 (N)(단, 값이 주어지지 않은 경우에는 다음의 계산식에 의한 값으로 계산한 결과로 P_{35} 를 계산하여 P_{35} 가 크게 계산되는 값으로 한다.)

$$T = 1,762 \frac{H}{V_s} \text{ 또는 } T = 57.4 \times 10^6 \frac{H}{PN}$$

H : 주기관의 연속최대출력 (kW)

V_s : 선박의 최대속도 (Knots)

P : 평균 프로펠러 피치 (mm)

N : 프로펠러의 연속최대 회전수 (rpm)

A : 축과 보스사이의 도면상 이론적 총접촉면적 (mm²)(단, 오일홈의 면적은 총접촉면적에 포함되는

것으로 간주한다.)

B : 다음의 계산식에 따른 값

$$B = \mu^2 - S^2 \theta^2$$

μ : 맞비빔 접촉면간의 마찰계수

θ : 프로펠러축 선미단에서 테이퍼의 1/2(예 : 테이퍼 = 1/15, $\theta = 1/30$)

F_V : 접촉면에서의 전단력(N)으로 다음의 계산식에 의한 값

$$F_V = \frac{2cQ}{D_s}$$

c : 정수로 다음에 따른 값

1 : 터빈기관 구동시, 전동기 구동시 또는 기어를 갖는 왕복동 내연기관 구동시 그리고 유압식, 전자식 또는 고탄성의 커플링을 갖는 왕복동 내연기관 구동시

1.2 : 왕복동 내연기관 직결시

Q : 주기관의 연속최대출력시의 프로펠러 토크 (N · mm)

D_s : 테이퍼부 축방향 중간지점에서 축의 지름 (mm)

K : 계수로 다음에 따른 값

$$K = \frac{D_b}{D_s}$$

D_b : D_s 에 상응하는 축방향 위치에서 보스의 평균 바깥지름 (mm)

E_b : 보스재료의 종탄성계수 (N/mm²)

ν_b : 보스재료의 프아송비

E_s : 축재료의 종탄성계수 (N/mm²)

ν_s : 축재료의 프아송비

α_b : 보스재료의 선팽창계수 (mm/mm °C)

α_s : 축재료의 선팽창계수 (mm/mm °C)

P_{max} : 0 °C에서의 최대허용면압(N/mm²)으로 다음 식에 따른 값

$$P_{max} = 0.7 \frac{\sigma_y (K^2 - 1)}{\sqrt{3K^4 + 1}}$$

σ_y : 보스 재료의 규격최소항복강도 또는 0.2% 내력(0.2% 오프셋 규격최소항복강도) (N/mm²)

(c) t °C에서의 최소압입하중 (N)

$$W_t = AP_t (\mu + \theta)$$

P_t : t °C에서의 맞비빔 표면간의 최소면압(N/mm²)으로 다음 식에 의한 값

$$P_t = P_{35} \frac{\delta_t}{\delta_{35}}$$

3. 규칙 307의 3항에 규정하는 프로펠러의 압입량의 확인은 유압으로 압입한 경우, 압입량과 압입하중과의 관계직선에 대하여 압입하중이 영으로 되는 점은 압입량의 참여점으로 하여 압입량을 계산한다. 제2회 이후의 압입 때에는 그 계산서 및 제1회 이후의 기록과 대비하여 압입상태를 확인한다. 【규칙 참조】

307. 시험 및 검사

1. 프로펠러의 정적평형시험 제조사의 프로펠러의 정적평형시험에 관한 불평형 중량은 다음 식에 의한 값 중 작은 값을 초과하지 않아야 한다. 【규칙 참조】

$$P = C \frac{m}{R \times n^2} \text{ 또는 } P = K \times m$$

P : 프로펠러 외주원상에 환산한 불평형 질량 (kg)
 m : 프로펠러 질량 (kg)
 R : 프로펠러의 반지름 (m)
 n : 연속 최대출력시의 프로펠러 회전수 (rpm)
 C 및 K : 다음 표에 따른다.

Class*	S	I	II	III
C	15	25	40	75
K	0.0005	0.001	0.001	0.001

(비고) * ISO 484/1-1981 참조

2. 프로펠러의 동적평형시험 프로펠러의 동적평형시험의 잔류불평형은 (KS B) ISO 1940-1에 따라 다음에 의한 허용잔류불평형 U_{per} 값 이하이어야 한다. (2020) 【규칙 참조】

$$U_{per} = 1000 \times \frac{(e_{per} \cdot \Omega) \cdot m}{\Omega} \quad (\text{g} \cdot \text{mm})$$

$(e_{per} \cdot \Omega)$: 평형품질등급의 수치 값(mm/s)
 별도로 주어진 값이 없다면 40으로 한다.
 m : 회전체 질량 (kg)
 Ω : 운전 속도에서 각속도 (rad/s)

제 4 절 동력전달장치

401. 일반사항

1. 규칙 401.의 3항에서 규정하는 소형선은 길이 50 m 이하인 선박을 말한다. 【규칙 참조】
 2. 규칙 401.의 5항에서 “주요부품”이라 함은 다음을 말한다. (2017) 【규칙 참조】
 (1) 동력전달장치의 축 및 기어
 (2) 동력전달장치의 커플링 및 커플링 볼트
 (3) 동력전달장치의 클러치

402. 기어장치의 일반구조

주요부를 용접구조로 할 경우의 일반적인 요건은 규칙 2편 2장에 따라야 한다. 【규칙 참조】

403. 기어의 접선하중

1. 규칙 403.의 1항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 AGMA, ISO 또는 이와 동등한 규격에 적합함을 말한다. 【규칙 참조】
 2. 연속최대출력이 257 kW 이하이고 또한, 연속 최대회전수가 1,300 rpm 이상인 추진용 왕복동 내연기관에 사용하는 기어장치에 있어서는 기관과 기어장치의 사이에 다음 중 어느 하나에 적합한 커플링을 비치하여야 하며, 해당 기어장치 및 커플링이 충분한 실적이 있는 형식의 경우는 규칙 403.의 2항에 정하는 K_1 의 값을 1.0으로 할 수 있다. 【규칙 참조】

- (1) 커플링이 고탄성 커플링의 경우
 - (2) 커플링이 탄성커플링으로 회전비가 0.4부터 1.15의 범위에 위험한 변동토크를 생기게 하는 공진회전수가 존재하지 않는 경우
3. 규칙 403.의 4항을 적용함에 있어서 동력전달장치의 치차 강도계산식은 부록 5-4를 따를 수 있다. 【규칙 참조】

406. 축 커플링

1. 규칙 406.의 2항을 적용함에 있어서 “동력전달에 대하여 충분한 강도를 가져야 한다.”라 함은 다음 요건에 따르는 것을 말한다. (2019) 【규칙 참조】
- (1) 주추진축계에 사용되는 플렉시블 커플링의 허용토크 T 는 다음 식에 따라야 한다. (2021)

$$T \geq 2.933 \times 10^4 \left(\frac{P}{n} \right) \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

P = 연속 사용시 최대출력 (kW)
 n = 연속 사용시 최대출력에서의 회전수 (rpm)

- (2) 설계수명 동안의 환경 및 사용상태에서의 최대토크, 최대토크 범위, 진동토크, 회전수 및 동력손실(열분산) 등과 같은 플렉시블 커플링의 실제 사용 값은 제조자에 의하여 제시된 허용치 이하이어야 한다.

407. 시험 및 검사

1. 규칙 407.의 2항을 적용함에 있어서 기어의 동적평형시험의 잔류불평형은 (KS B) ISO 1940-1에 따라 다음에 의한 허용잔류불평형 U_{per} 값 이하이어야 한다. 【규칙 참조】

$$U_{per} = 1000 \times \frac{(e_{per} \cdot \Omega) \cdot m}{\Omega} \quad (\text{g} \cdot \text{mm})$$

$(e_{per} \cdot \Omega)$: 평형품질등급의 수치 값 (mm/s)으로서 다음에 의한 값으로 한다.

$n \leq 3000$ 일 경우 : $(e_{per} \cdot \Omega) = 6.3$

$n > 3000$ 일 경우 : $(e_{per} \cdot \Omega) = 2.5$

n : 기어의 회전수 (rpm)

m : 회전체 질량 (kg)

Ω : 운전 속도에서 각속도 (rad/s)

제 5 절 워터제트 추진장치 (2023)

503. 시스템 설계

1. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 선박은 규칙 503.의 3항 (8)호의 규정을 적용하지 아니할 수 있다. 【규칙 참조】
- (1) 총톤수 500톤 미만의 선박
 - (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박

504. 전기 설비

1. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 선박은 규칙 504.의 1항, 2항, 그리고 3항의 (2)호, (5)호(회로의 단락보호장치는 제외), (7)호의 규정을 적용하지 아니할 수 있다. 【규칙 참조】
- (1) 총톤수 500톤 미만의 선박
 - (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박
2. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 선박의 경우 규칙 504.의 3항 (1)호에도 불구하고 각 추진장치의 조타시스템은 주배전반으로부터 1조의 전용회로에 의하여 별도로 직접 급전되도록 할 수 있다. 또한 3대 이상의 추진장치가 설치되는 경우, 이 전용회로는 적어도 2조의 전용회로로 구성될 수 있다. 다만, 그 중 1회로는 비상배전반을 경유할 수 있다.

【규칙 참조】

- (1) 총톤수 500톤 미만의 선박
- (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박

제 6 절 선회식 추진장치 (2023)

603. 시스템 설계

- 1. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 선박은 규칙 603.의 3항 (6)호의 규정을 적용하지 아니할 수 있다. **【규칙 참조】**
 - (1) 총톤수 500톤 미만의 선박
 - (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박

604. 전기 설비

- 1. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 선박은 규칙 604.의 1항, 2항, 그리고 3항의 (2)호, (5)호(회로의 단락보호장치는 제외), (7)호의 규정을 적용하지 아니할 수 있다. **【규칙 참조】**
 - (1) 총톤수 500톤 미만의 선박
 - (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박
- 2. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 선박의 경우 규칙 604.의 3항 (1)호에도 불구하고 각 스티어의 조타시스템은 주배전반으로부터 1조의 전용회로에 의하여 별도로 직접 급전되도록 할 수 있다. 3대 이상의 추진장치가 설치되는 경우, 이 전용회로는 적어도 2조의 전용 회로로 구성될 수 있다. 다만, 그 중 1회로는 비상배전반을 경유할 수 있다. **【규칙 참조】**
 - (1) 총톤수 500톤 미만의 선박
 - (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박

606. 포드 추진장치에 대한 추가요건

- 1. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 선박은 규칙 606.의 3항의 규정을 적용하지 아니할 수 있다. **【규칙 참조】**
 - (1) 총톤수 500톤 미만의 선박
 - (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박 ⇓

제 4 장 축계비틀림진동

제 2 절 응력의 허용한도

201. 크랭크축

1. 규칙 201.을 적용함에 있어서 별도로 정한 크랭크축 강도계산 규정이라 함은 부록 5-3을 말하며, 응력의 허용한도는 부록 5-3의 2항 (2)호 (가)에 규정한 호칭 변동 비틀림응력 τ_N 값을 기관의 운전회전수 범위에 적용한다. 다만, 연속 사용 금지회전수 범위의 비틀림 진동응력 허용한도에 대하여는 특별하게 고려할 수 있다. 【규칙 참조】
2. 규칙 201.의 4항을 적용함에 있어서 규격최소인장강도가 탄소강 단강품으로 590 N/mm², 저합금강 단강품으로 835 N/mm²를 초과하는 크랭크축에 있어서 f_m 을 구하는 T_s 의 값은 다음 각호에 따른다. 【규칙 참조】
 - (1) 다음에 표시하는 (2)호를 제외하고는 탄소강 단강품은 590 N/mm², 저합금강 단강품은 835 N/mm²로 한다.
 - (2) 축의 비틀림피로강도에 관하여 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 2장 5절 503.의 2항에 따라 우리 선급이 승인한 경우에는 피로강도에 대한 향상분을 더한 T_s 의 값으로 한다.

202. 중간축, 추력축, 프로펠러축 및 선미관축

1. 승인된 내식성 재료로 제조된 프로펠러축에 있어서는 기관을 연속 사용하는 경우의 비틀림진동 응력 허용한도를 규칙 202.의 1항 (1)호의 τ_1 대신에 다음의 τ_1 으로 한다. 【규칙 참조】

$$\begin{aligned} \tau_1 &= A - B\lambda^2 & (\lambda \leq 0.9) \\ \tau_1 &= C & (0.9 < \lambda) \end{aligned}$$

τ_1 : 기관을 연속 사용하는 경우의 비틀림 진동의 허용한도 (N/mm²)

λ : 사용회전수와 연속최대회전수와의 비

A, B, C : 축의 재료에 따른 정수 (지침 표 5.4.1 참조)

2. 규칙 202.의 1항 (1)호를 적용함에 있어서 우리 선급이 특별히 승인하는 경우라 함은 규칙 2편 1장 601.의 18항에 따라 승인된 경우를 말하며 승인된 합금강의 규격최소인장강도 T_s 를 계산식에 사용할 수 있다. (2017) 【규칙 참조】
3. 규칙 202.의 2항을 적용함에 있어서 비틀림진동응력의 허용한도는 규칙 202.의 1항의 C_K 대신에 지침 표 5.4.2에 표시한 C_K 값으로 계산한다. 【규칙 참조】

표 5.4.1 A, B, C 의 값

	석출경화계 스테인리스강	오스테나이트계 스테인리스강 (KS STS304 상당)
A	61.1	40.7
B	47.3	30.5
C	22.8	16.0
(비고) 기타 재료에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.		

표 5.4.2 C_K 의 값

중간축	일체식 커플링 플랜지	0.75
	수축 끼워맞춤 커플링 플랜지	0.75
	키를 가지는 경우	0.45
추력축	추력 칼라의 양축	0.65
	롤러 베어링을 추력 베어링으로 사용하는 축	0.65
프로펠러축 및 선미관축	-	0.35
(비고) 상기 이외의 C _K 의 값은 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.		

4. 규칙 202.의 표 5.4.1 (비고) (5)를 적용함에 있어서 우리 선급이 별도로 정하는 바라 함은 다음에 따른다.

$$C_K = 1.45/scf$$

scf : 응력집중계수로서 최대국부주응력과 호칭비틀림응력(슬롯이 없는 증공축 기준)의 $\sqrt{3}$ 배의 비로 정의한다.

$$scf = \alpha_{t(hole)} + 0.8 \cdot \frac{(l-e)/d_o}{\sqrt{\left(1 - \frac{d_i}{d_o}\right) \cdot \frac{e}{d_o}}}$$

l : 슬롯의 길이 (mm)

e : 슬롯의 너비 (mm)

d_i : 슬롯이 있는 증공축의 안지름 (mm)

d_o : 증공축의 바깥지름 (mm)

$\alpha_{t(hole)}$: 반지름방향 구멍의 응력집중을 나타내며, 다음의 식으로 구한다.(여기서, e = 구멍의 지름).

$$\alpha_{t(hole)} = 2.3 - 3 \cdot \frac{e}{d_o} + 15 \cdot \left(\frac{e}{d_o}\right)^2 + 10 \cdot \left(\frac{e}{d_o}\right)^2 \cdot \left(\frac{d_i}{d_o}\right)^2$$

$$\text{또는 } \alpha_{t(hole)} = 2.3$$

다만, 상기의 응력집중계수 계산식은 다음의 슬롯에 적용한다.

(가) 120°, 180° 또는 360° 떨어져 있는 슬롯

(나) 반원모양 끝단을 갖는 슬롯(2개 이상의 반지름으로 구성된 슬롯은 제외)

(다) 끝단 모양이 둥글지 않은 슬롯(모따기는 제외)

203. 발전기의 축계

1. 규칙 203.의 1항을 적용함에 있어서 별도로 정한 크랭크축 강도계산 규정이라 함은 부록 5-3을 말하며, 응력의 허용 한도는 부록 5-3의 2항 (2)호 (가)에 규정한 호칭 변동 비틀림응력 τ_N 값을 기관의 운전회전수 범위에 적용한다. 다만, 연속사용 금지회전수 범위의 비틀림진동 응력 허용한도에 대하여는 특별하게 고려할 수 있다. 【규칙 참조】

205. 상세검토 【규칙 참조】

축에 작용하는 비틀림진동 응력이 지침 3장 204.의 2항 (2)호의 조건을 만족하는 경우에는 규칙 5편 4장에서 정하는 τ_1 대신에 그 조건중의 변동비틀림응력 τ_D 를 사용하여 비틀림진동 응력의 허용한도를 산정할 수 있다. ↕

제 5 장 보일러 및 압력용기

제 1 절 보일러

101. 적용

1. **규칙 101.의 2항을 적용함에 있어서 설계압력이 0.35 MPa 이하인 소형보일러(이하 “소형보일러”라 한다)에 대하여는 규칙 5장 1절의 규정에 관계없이 다음에 따른다. 【규칙 참조】**
 - (1) 소형보일러의 재료, 구조, 강도 및 부속설비
 - (가) 소형보일러의 재료, 구조, 강도 및 부속설비는 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 따른다.
 - (나) 충분한 용량을 갖는 안전밸브 또는 압력도출관을 설치하여야 한다.
 - (다) 다음의 안전장치를 설치하여야 한다.
 - (a) 노내 가스폭발방지를 위한 사전 환기장치
 - (b) 화염소실, 자동점화 실패 또는 송풍기가 정지한 경우의 연료차단장치
 - (c) 연료공급압력이 저하된 경우에 작동되는 연료차단장치
 - (d) 급수부족인 경우, 보일러에 과열부가 생기지 않도록 배려된 연료차단장치
 - (2) 시험
 - (가) 수압부는 설계압력의 2배 또는 0.2 MPa 중 큰 쪽의 압력으로 수압시험을 행한다.
 - (나) 전호에 의한 안전장치의 작동시험을 행한다.

102. 재료

1. **규칙 102.의 1항 (2)호에서 “우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우”라 함은 설계압력이 3 MPa 미만이고 호칭지름이 100A 미만의 것을 말한다. 【규칙 참조】**
2. **규칙 102.의 2항을 적용함에 있어서 내압을 받는 보일러의 본체로 사용되는 주강품은 방사선 투과시험 및 자분탐상 시험을 행하고, 유해한 결함이 없다고 확인된 것이어야 한다. 시험방법 및 판정기준은 다음에 따른다. 【규칙 참조】**
 - (1) 방사선 투과시험은 KS D 0227(주강품의 방사선투과검사 방법), (KS B) ISO 5579 또는 이와 동등한 규격에 따라 수행하고, 균열이 있는 경우에는 불합격으로 한다. 또한, 기공(blowholes), 모래함, 개재물 및 수축공(shrinkage)과 같은 결함의 등급분류는 “1류”를 합격으로 한다. (2019)
 - (2) 자분탐상시험은 KS D 0213(철강 재료의 자분탐상시험 방법 및 자분 모양의 분류) 또는 이와 동등한 규격에 따라 수행한다. 결함의 판정기준은 **지침 2편 부록 2-2의 6항** 또는 기타 우리 선급이 인정하는 국제표준을 따를 수 있다. (2019)
 - (3) 각호에 의해 불합격으로 판정된 것은 결함을 보수할 수가 있다. 결함의 보수를 용접으로 행한 경우에는 **규칙 2편 1장 501.의 11항**을 따른다.

111. 지주 또는 기타의 지지를 갖는 평판 또는 관판

1. 견연식 원통형 보일러 관판의 수관구멍부를 포함하는 부분의 소요두께를 **규칙 111.의 3항**을 이용하여 산출하는 경우, 식의 수관구멍열에 근접해 있는 지점에 대한 C 의 값은 다음 식으로 구한 강도저하율의 평방근으로 나누어서 계산한다. 【규칙 참조】

$$\eta = \frac{p - 0.5d}{p}$$

- η : 강도저하율
 p : 수관구멍의 피치 (mm)
 d : 수관구멍의 지름 (mm)

114. 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍 【규칙 참조】

1. 맨홀 덮개의 소요두께는 다음 식에 따른다. 다만, 중앙부의 두께는 14 mm 이하이어서는 아니 된다. 덮개의 주변부에

홈을 설치한 경우에 이 부분의 두께는 중앙부 두께의 2/3까지 얇게 할 수 있다.

$$T = \frac{b}{2c} \sqrt{\frac{100p}{f}}$$

T : 맨홀 덮개의 소요두께 (mm)

p : 설계압력 (MPa)

f : 규칙에 정한 허용응력 (N/mm²)

b : 맨홀의 짧은 지름 (mm)

c : 지침 그림 5.5.1에 따른 값. 다만, a 는 맨홀의 긴지름 (mm)으로 b/a 가 1일 경우 c 는 9로 한다. 파형(波形) 맨홀 덮개의 경우 a 및 b 는 지침 그림 5.5.2에 따른다.

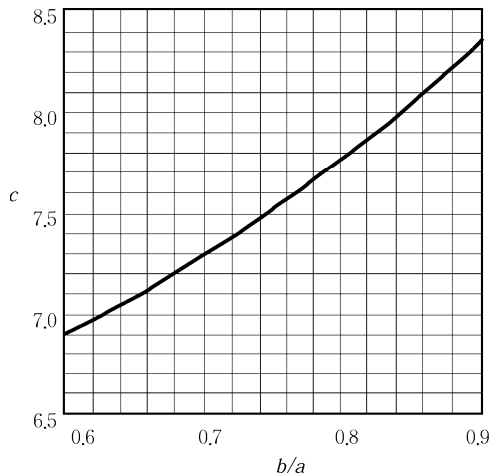


그림 5.5.1 c의 값

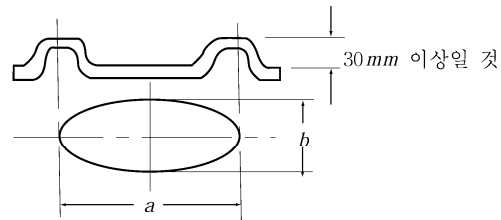


그림 5.5.2 a 및 b를 취하는 방법

116. 노통, 화로판, 오지링 및 크로스튜브

1. 지주 또는 기타에 의하여 지지되는 원통형 노통의 소요두께는 규칙 116.의 3항의 식 중 L 을 지주간의 실효길이로 하여 동식을 이용하여 산출한다. 【규칙 참조】

117. 지주, 지주관 및 거더

1. 규칙 117.의 1항에 따라 지주 또는 지주관의 소요지름 d 를 구하는 경우에는 다음 각 호에 따른다. 【규칙 참조】
 - (1) 지주 또는 지주관의 지지점간에 인접하는 지지가 지주 또는 지주관인 경우에는 양쪽 지지점간을 연결한 선의 수직 2등분선을 갖는 지지면의 경계로 한다.
 - (2) 지주 또는 지주관의 지지점에 인접하는 지지가 곡면부 또는 용접접합부에 있는 경우에는 규칙 111.의 5항에 규정된 곡면의 기점을 연결한 선, 또는 동판, 화로 등과의 용접 접합내면과 지주의 지지점에 접하는 원의 중심의 궤적을 지지면의 경계로 한다.
 - (3) 연관부 관군이 구분되어 관밀집부를 이루는 경우, 이들의 경계부의 모서리부에 있어서는 인접하는 2개의 지주를 일체로 간주하여 강도계산을 할 수 있다.
 - (4) 전 각호의 경우에는 구획된 면적으로부터 당해 면적 중에 포함되는 지주, 지주관 및 연관의 면적을 제외한다.

124. 안전밸브의 구조 및 시험

1. 규칙 124.를 적용함에 있어서 축기시험의 지속시간은 다음에 따른다. 【규칙 참조】
 - (1) 수관보일러의 경우 : 7분
 - (2) 연관보일러의 경우 : 15분

129. 수면지시장치 및 구조

규칙 129.의 2항에서 배기가스 보일러에는 유리수면계 1개 이외에 원격수면계 또는 고저수위 경보장치 1개를 설치하여야 한다. 【규칙 참조】

136. 시험 및 검사 【규칙 참조】

1. 수압시험

- (1) 보일러의 물드림 내 또는 증기드림 내에 설치된 완열기는 완열기 입구에 증기스톱 밸브를 갖는 경우에는 보일러 설계압력의 1.5배 이상의 압력, 완열기 출구에만 스톱밸브가 있는 것에는 예상되는 차압력의 1.5배 이상의 압력으로 수압시험을 한다. 다만, 어느 경우라도 2 MPa 을 최소치로 한다.
- (2) 보일러의 수압시험에 있어서 드림, 헤더 등의 부품 및 부재가 설계압력의 1.5배로 단독시험을 받는 경우에는 보일러관, 연결관 등의 조립용접 완료 후의 수압시험은 설계압력의 1.25배로 시험할 수 있다.

제 2 절 열매체유 가열기

203. 기관의 배기가스에 의해 가열되는 열매체유 가열기의 안전장치 【규칙 참조】

규칙 203.의 7항을 적용함에 있어서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 고정식 소화·냉각장치”라 함은 고정식 가스 소화장치와 가열코일, 헤더, 케이싱 등과 같은 가열기 자체를 냉각하기 위한 가압수 분무 등과 같은 냉각장치의 조합을 말한다. 다만, 고정식 소화·냉각장치는 다량의 물을 방출할 수 있는 주수장치로 할 수 있다. 이 경우, 방출되는 물이 왕복동 내연기관으로 흘러들어가지 않도록 하기 위하여 가열기 하방의 배기 덕트에 수집 및 배출하기 위한 적절한 수단을 갖추어야 하며 이 드레인은 적당한 장소로 유도되어야 한다.

제 3 절 압력용기

302. 분류

1. 저압증기발생기(PV-1에 속하는 것)의 부착품은 다음과 같이 한다. 【규칙 참조】

- (1) 수면지시장치 : 유리수면계 1개
- (2) 안전밸브 : 보일러에 준한다.
- (3) 검사구멍 : 보일러에 준한다.
- (4) 보일러물 방출밸브 : 보일러에 준한다.
- (5) 방출밸브 : 보일러에 준한다.
- (6) 압력계측장치 : 보일러에 준한다.
- (7) 온도계측장치 : 보일러에 준한다.

303. 재료 【규칙 참조】

1. 규칙 303.의 2항을 적용함에 있어서 유독성의 물질을 비축하거나 취급하는 압력용기의 본체에는 특수주철품을 사용하여서는 아니 된다.

2. 제1급 또는 제2급 압력용기의 본체에 주강품을 사용하는 경우의 비파괴시험의 방법 및 판정기준은 다음에 따른다.

- (1) 방사선 투과시험은 KS D 0227(주강품의 방사선투과검사 방법), (KS B) ISO 5579 또는 이와 동등한 규격에 따라 수행하고, 균열이 있는 경우에는 불합격으로 한다. 또한, 기공(blowholes), 모래흙, 개재물 및 수축공(shrinkage)과 같은 결함의 등급분류는 “1류”를 합격으로 한다. 다만, 제2급 압력용기의 시험부의 두께가 25 mm 를 초과하는 것의 기공(blowholes), 모래흙 및 개재물에 대하여는 2급도 합격으로 할 수 있다. (2019)
- (2) 자분탐상시험은 KS D 0213(철강 재료의 자분탐상시험 방법 및 자분 모양의 분류) 또는 이와 동등한 규격에 따라 수행한다. 결함의 판정기준은 지침 2편 부록 2-2의 6항 또는 기타 우리 선급이 인정하는 국제표준을 따를 수 있다. (2019)
- (3) 침투탐상시험은 KS B 0816(침투탐상 시험방법 및 결함지시 모양의 등급분류)에 따른다. 판정기준은 전호에 준한다.
- (4) 전 각호에 의해 불합격으로 판정된 것은 결함을 보수할 수 있다. 결함의 보수를 하는 경우에는 규칙 2편 1장 501.

의 11항을 따른다.

3. 부착품에 사용하는 재료의 사용제한에는 다음에 따른다.

- (1) 인화성 또는 유독성의 물질을 비축 또는 취급하는 압력용기의 부착품에는 회주철을 사용할 수 없다.
- (2) 유독성의 물질을 비축 또는 취급하는 압력용기의 부착품에는 특수주철품을 사용할 수 없다.

4. 규칙 303.의 1항 (3)호에서 “우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우” 라 함은 원칙적으로 설계압력이 3MPa 미만이고 호칭지름이 100A 미만의 것을 말한다.

307. 재료의 허용응력 【규칙 참조】

1. 규칙 307.의 3항 (1)호에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격”이라 함은 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격을 말한다.

308. 구조 및 강도일반 【규칙 참조】

1. 부착품의 구조에 대하여는 다음에 따른다.

- (1) 밸브, 플랜지 등의 부착품과 볼트, 너트, 개스킷 등은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격에서 정한 구조 및 치수를 가지고 동 규격에서 정한 사용조건에 적합한 것이어야 한다.
- (2) 제1급 및 제2급 압력용기의 동체에 부착하는 부착품은 용접 또는 플랜지 이음으로 부착하여야 한다. 다만, 동체의 두께가 12 mm 를 초과하는 경우 또는 동체에 관용나사 니플을 설치하는 경우에는 호칭지름이 32A 이하인 경우에만 한하여 나사식 이음으로 할 수 있다.

311. 평판 또는 관판 【규칙 참조】

1. 지주관에 의해 지지되지 않는 열교환기의 관판은 다음에 따른다.

- (1) 열교환기 및 이와 유사한 것으로서 지주관에 의해 지지되지 않는 평평한 관판(floating head의 것은 제외)의 소요 두께는 다음 2개의 식 중 큰 것 이상으로 한다.

$$T_1 = \frac{CD}{2} \sqrt{\frac{P}{f}} + a$$

$$T_2 = \frac{PA}{\tau L} + a$$

P : 설계압력(MPa)

f : 재료의 허용굽힘응력(N/mm²)

τ : 재료의 허용전단응력(N/mm²)

C : 관 및 관판의 지지방법에 따른 계수로서 관판이 동체와 일체로 되지 않고 관에 직관을 사용하는 경우에는 1.0, U자관을 사용하는 경우에는 1.25, 관판이 동체와 일체로 된 경우에는 지침 그림 5.5.3에 따른다.

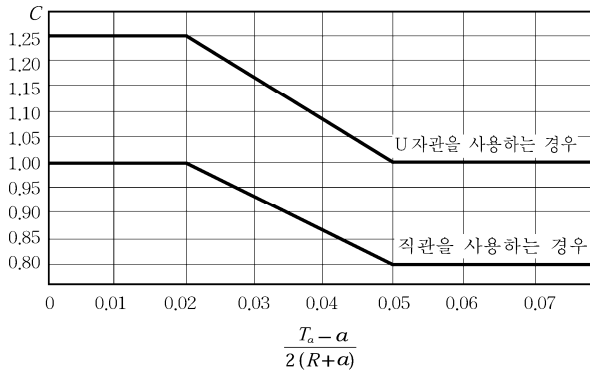
D : 관판 외주의 고정원의 지름(mm)으로서 관판을 볼트로 플랜지에 부착하는 경우에는 가스킷 반력이 걸리는 위치를 통과하는 원의 지름을 나타내며, 관판을 동체에 고정하는 경우에는 동체의 안쪽 지름(부식 예비두께를 뺀 값)

A : 가장 바깥측의 관구멍의 중심을 차례로 연결하여 얻은 다각형의 면적(mm²)(지침 그림 5.5.4 참조)

L : 상기 다각형의 바깥측 둘레의 길이에서 바깥측에 있는 모든 관구멍의 지름의 합을 뺀 값(mm)

a : 부식 예비두께로서 1.0 mm. 다만, 내식성 재료를 사용한 경우, 유효한 방지조치를 행한 경우 또는 부식의 우려가 없는 경우에는 0으로 한다.

- (2) 전호의 소요두께 계산은 각각 P , C 및 D 를 사용하여 양측에 대하여 행한다. 다만, 압력차의 계산을 할 경우에는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.



(비고) T_0 : 동관의 실제 두께 R : 동체의 안쪽반지름

그림 5.5.3 C의 값

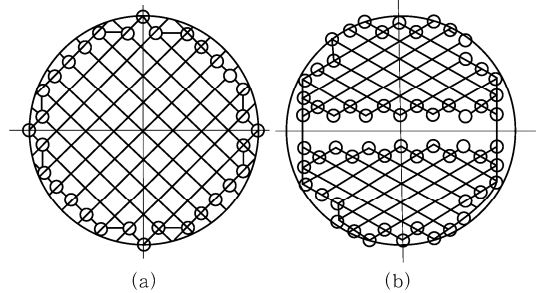


그림 5.5.4 관관의 계산에 이용되는 다각형

313. 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍 【규칙 참조】

규칙 313.의 1항을 적용함에 있어서 맨홀, 청소구멍, 검사구멍의 수 및 크기는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 따를 수 있다. (2017)

319. 시험 및 검사 【규칙 참조】

1. 규칙 319.의 1항 표 5.5.17을 적용함에 있어서 3급 압력용기로 분류됨에도 불구하고 다음의 (1)호 또는 (2)호에 해당하는 압력용기는 수압시험을 실시하여야 한다.
 - (1) 설계압력(MPa)과 내용적(m^3)의 곱이 1.0 이상이 되는 압력용기
 - (2) 다음에 나타난 기기의 운전에 필요한 열교환기(청수, 유훈(조작)유, 연료유용 가열기 및 냉각기, 복수기, 급수가열기, 공기냉각기 등) 및 공기탱크(제어용 공기탱크 등)와 기타 중요한 압력용기 (2019)
 - (가) 주기관, 중요 보조기관 및 추진축계
 - (나) 전기추진용 전동기 및 전력변환장치
 - (다) 보일러 및 열매체유 설비(주보일러, 중요한 보조보일러, 주기관의 운전에 필요한 연료의 가열 또는 상시가열을 필요로 하는 화물의 가열에 사용하는 보일러 및 열매체유 설비)

제 4 절 보일러 및 압력용기의 용접

401. 용접일반

1. 용접절차 인정시험 규칙 401.의 2항을 적용함에 있어서 "용접절차 인정시험"은 지침 2편 2장 4절에 따른다. 【규칙 참조】

2. 규칙 401.의 3항 (3)호를 적용함에 있어서 용접에 사용하는 모재의 요건은 다음에 따른다. 【규칙 참조】

- (1) 용접시공에 사용하는 모재는 용접용으로 적합하여야 한다. 탄소함유량은 탄소강 및 저합금강의 주조품, 단강품의 경우에는 0.23 % 이하, 기타의 경우에는 0.35 % 이하이어야 한다. 다만, 용접조건을 고려하여 우리 선급이 승인한 경우, 탄소함유량은 우리 선급이 승인한 값까지 증가시킬 수 있다.
- (2) 모재가 고장력강인 경우의 탄소당량의 상한치는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

403. 열처리

1. 응력제거의 생략 규칙 403.의 3항 (1)호의 적용에서 노치에 대한 인성이 높은 재료를 사용함으로써 응력제거를 생략할 수 있는 경우의 조건은 다음과 같다. 【규칙 참조】
 - (1) 모재가 규칙 2편 1장 202.의 표 2.1.3에 주어진 풀사이즈 시험편에 의한 샤르피 V-노치 충격시험 규격치가 0 °C 에서 47 J 이상인 강판의 경우, 또는
 - (2) 재료의 판두께는 40 mm 이하인 경우
 - (3) 전 각호에 관계없이 용기가 특수하게 설계된 경우 또는 특수한 조건에서 사용되는 경우에는 응력제거의 필요여부에 대하여 그때마다 결정한다.

404. 방사선검사 【규칙 참조】

1. 규칙 404.를 적용함에 있어서 우리 선급이 특별히 승인한 경우에는 방사선투과검사 대신에 초음파탐상검사를 할 수 있다.
2. 방사선투과검사에 요구되는 품질등급 및 합격기준은 아래 표에 따른다. (2024)

방사선투과검사에 요구되는 품질등급 및 합격기준

품질등급 (ISO 5817:2014 적용) ⁽¹⁾	검사기술/등급 (ISO 17636-1:2022 적용) ⁽¹⁾	합격기준 (ISO 10675-1:2021 적용) ⁽¹⁾
B	B(등급)	1
(비고) (1) 또는 우리 선급이 인정하고 수용할 수 있는 표준		

3. 초음파탐상검사에 요구되는 품질등급 및 합격기준은 아래 표에 따른다. (2024)

초음파탐상검사에 요구되는 품질등급 및 합격기준

품질등급 (ISO 5817:2014 적용) ⁽¹⁾	검사기술/등급 (ISO 17640:2018 적용) ⁽¹⁾	합격기준 (ISO 11666:2018 적용) ⁽¹⁾
B	최소 B	2
(비고) (1) 또는 우리 선급이 인정하고 수용할 수 있는 표준		

405. 보일러 및 제1급 압력용기의 용접시공시험

1. 규칙 405.의 3항을 적용함에 있어서 용접시공시험의 용접이음매 인장시험을 시험기 능력이 부족하여 판두께 그대로의 시험편으로는 시험이 불가능한 경우에는 이를 소요두께의 시험편으로 제작하여 시험하도록 한다. 다만, 용접이음매 인장시험에 있어서는 미리 정해진 용접절차 인정시험 등으로서 판두께 방향의 강도분포가 확인되면 대표하는 시험편만으로 시험할 수 있다. 【규칙 참조】
2. 규칙 405.의 5항에서 “우리 선급의 승인을 얻은 값”이라 함은 규칙 2편 2장 표 2.2.7 및 2.2.8에 규정된 충격시험 규격치로 하고, 표에 규정되어 있지 않은 재료의 경우는 모재의 충격시험 규격치를 말한다. 다만, 모재의 충격시험 규격치가 규정되어 있지 않은 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 충격시험을 생략할 수 있다. 【규칙 참조】 ⇓

제 6 장 보기 및 관장치

제 1 절 일반사항

101. 일반

1. 적용 규칙 101.의 1항을 적용함에 있어서 보조기계의 구조는 다음에 따른다. 【규칙 참조】

- (1) 충분한 강도와 사용목적에 알맞는 성능을 가지고 보수, 점검이 용이하고, 적절한 재질의 것이어야 한다.
- (2) 보기의 베어링 볼트, 기타 운동부분의 부착 볼트 및 너트는 스플릿 핀 또는 이와 동등한 방법으로 이완되지 아니하도록 하여야 한다.
- (3) 보기 및 관장치는 취급자의 건강에 유해한 가스 또는 화재의 위험이 있는 가스를 가능한 한 누설하지 아니하도록 하여야 한다.
- (4) 보기는 전호의 가스를 신속히 배출할 수 있는 장소에 설치하여야 한다.
- (5) 보기 및 관장치의 회전부분, 왕복운동부분 및 고온 부분에는 이것을 감시하거나, 조작하는 사람 또는 이것에 접근하는 사람이 위험하지 아니하도록 적절한 보호장치를 설치하여야 한다.

2. 정의 규칙 101.의 3항에 대하여는 다음에 따른다. 【규칙 참조】

- (1) 용적형 펌프의 토출측 관장치의 설계압력은 펌프계획 토출압력의 1.1배를 표준으로 한다.
- (2) 펌프의 토출측 관장치 중에서 규칙 101.의 3항 (1)호 (가) 및 (나)에서 규정하는 설계압력을 적용하는 범위는 다음에 따른다.
 - (가) 평형수 펌프 또는 화물유펌프의 토출측 관장치에 있어서는 평형수탱크 또는 화물유탱크의 주입밸브 및 육상배관과의 접속부까지. 다만, 시체스트를 통하여 평형수를 배출하는 선박에 있어서는 시체스트까지의 관장치를 포함한다.
 - (나) 작동유 관장치에 있어서는 유압원치, 유압조작밸브 등의 기기에 가장 가까운 스톱밸브까지
- (3) 배기가스 이코노마이저용 순환수펌프의 토출측 관장치의 설계압력은 규칙 101.의 3항 (1)호 (다)의 급수펌프 토출측 관장치에 대한 설계압력의 규정에 준한다.

3. 보기의 구조, 재료 및 강도 규칙 101.의 5항 (1)호에서 “우리 선급이 특별히 지정하는 경우”의 취급은 다음에 따른다. 【규칙 참조】

- (1) 특수한 보기로서 우리 선급이 특히 필요하다고 인정하는 경우에는 설계에 관련하여 그때마다 정한다.

4. 규칙 101. 6항을 적용하면서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 다음의 사항을 말한다.

- (1) 용접기기의 가스용기 및 관장치의 취급에 대하여는 부록 5-5에 따른다.
- (2) 소각설비는 관련 국제협약 또는 기국 요건에 따른다.

102. 관

1. 재료

- (1) 우리 선급이 인정한 공장의 제품으로 KS가 표시된 배관용 탄소강 강관은 규칙 102.의 2항 (4)호에 정하는 사용제한으로 제2급 관장치에 사용할 수 있다. 【규칙 참조】

2. 동관 및 동합금관의 사용제한 규칙 102.의 3항을 적용함에 있어서는 다음에 따른다. 【규칙 참조】

- (1) 동관은 다음에 해당하는 관에 사용하여서는 아니 된다.
 - (가) 설계온도가 200 °C를 넘는 관(계측용 관은 제외)
 - (나) 연료유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관, 공기배제관 및 보일러의 분연펌프와 연소장치와의 짧은 관은 제외)
 - (다) 운환유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관, 공기배제관 및 기관구역 외에 배치되는 관은 제외)
 - (라) 작동유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
 - (마) 열매체유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
 - (바) 화물유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
 - (사) 빌지관(계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
 - (아) 평형수관(계측용 관 및 공기배제관은 제외)
 - (자) 선내의 소화용으로 사용되는 관(계측용 관은 제외)
 - (차) 화재 발생시 관의 손상에 의하여 침수에 직접 영향을 미치는 관(적용범위는 A류 기관구역의 만재흡수선 하방에

설치된 냉각 해수관으로 하며 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)

- (카) 공기관(시동공기관 포함)
- (타) 넘침관
- (파) 측심관(측심되는 구획 내에서는 제외)
- (하) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 관

(2) 동합금관은 다음에 해당하는 관에 사용하여서는 아니 된다.

- (가) 설계온도가 200 °C를 넘는 관(계측용 관은 제외), 백동관은 설계온도가 300 °C를 넘는 관(계측용 관은 제외)
- (나) 연료유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
- (다) 윤활유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관, 공기배제관 및 기관구역 외에 배치되는 관은 제외)
- (라) 작동유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관, 공기배제관 및 기관구역 외에 배치되는 관은 제외)
- (마) 제어유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관, 공기배제관 및 기관구역 외에 배치되는 관은 제외)
- (바) 열매체유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
- (사) 화물유관(탱크 내에 배치되는 관, 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외)
- (아) 선내의 소화용으로 사용되는 관(계측용 관 및 액화가스산적운반선의 물분무장치에 사용되는 백동관(Copper-nickel)은 제외) (2018)
- (자) 화재발생시 관의 손상에 의하여 침수에 직접 영향을 미치는 관(적용범위는 A류 기관구역의 만재흡수선 하방에 설치된 냉각해수관(다만, 백동관(copper-nickel)은 사용 가능)으로 하며 계측용 관, 드레인관 및 공기배제관은 제외) (2017)
- (차) 화재발생시 사용하는 보기, 밸브 등의 제어용 공기관(드레인관은 제외)
- (카) A급 또는 B급 구획을 관통하는 부분의 관
- (타) 전 호의 (사) 및 (아)와 (카)부터 (하)에 속하는 관

(3) 계측용관에 동 및 동합금을 사용하는 경우에는 짧은 길이에 한한다.

3. 특수한 재료의 관 및 플렉시블관 규칙 102.의 5항을 적용함에 있어서는 다음에 따른다. 【규칙 참조】

- (1) 플라스틱을 관장치에 사용하는 경우에는 부록 5-6에 따른다. (2017)
- (2) 알루미늄합금관에 대하여는 다음에 따른다.
 - (가) 알루미늄합금관은 원칙으로 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격에 정하여진 것으로 이음매 없는 인발관 또는 이음매 없는 압출관이어야 한다.
 - (나) 알루미늄합금관은 다음에 해당하는 관에는 사용하여서는 아니 된다.
 - (a) 원칙적으로 설계온도가 150 °C를 초과하는 관
 - (b) 지침 6장 102.의 2항 (2)호 (나) 내지 (타)에 속하는 관
 - (다) 내압을 받는 알루미늄합금관의 소요두께는 다음에 따른다.

관의 소요두께는 규칙 102.의 6항에 따른다. 이 경우 허용응력 f 는 다음의 값 중 최소치로 한다. 다만, 설계온도가 재료의 크리프 영역에 있지 아니한 경우에는 f_3 의 값을 고려할 필요가 없다.

$$f_1 = \frac{R_{20}}{4.0}, \quad f_2 = \frac{E_T}{1.5}, \quad f_3 = \frac{S_R}{1.6}$$

- R_{20} : 상온(50 °C 미만)에서의 재료의 규격최소인장강도 (N/mm²)
- E_T : 설계온도에서의 재료의 0.2 % 내력 (N/mm²)
- S_R : 설계온도에서의 재료의 100,000시간 후의 평균파단강도 (N/mm²)

(3) 제1급 또는 제2급 관장치에 사용하거나 손상시 화재 또는 침수에 영향을 미치는 관에 사용하는 금속 또는 비금속 재료의 신축관(끝단 이음부 포함) 및 플렉시블관(끝단 이음부 포함)은 우리 선급의 형식승인을 받은 것이어야 하며, 플렉시블관(끝단 이음부 포함)은 부록 5-9에 따른다.

4. 관의 소요두께 【규칙 참조】

- (1) 규칙 표 5.6.2에서 “선의 배수관”에 해당하는 란의 적용은 국제항해에 종사하는 선박으로서 길이 24 m이상의 선박에만 적용한다.
- (2) 규칙 표 5.6.3의 (비고) 2 중 “나사를 낸 관”에 대해서는 소화용 CO₂ 관에서 방출밸브로부터 노즐까지의 관에 대해서는 적용하지 않는다. 【규칙 참조】
- (3) 국제항해에 종사하는 선박으로서 길이 24 m 이상인 선박의 건현갑판상 또는 선루갑판상에 개구하는 공기관의 노

출부분의 최소두께는 다음에 따른다.

- (가) **규칙 4편 2장 102.**에서 정의하는 노출감판구의 위치 I 또는 위치 II에 설치되고 견현감판하의 구획 또는 폐위된 선루나 감판실로 유도되는 공기관에 대하여는 **규칙 표 5.6.2.**의 “노출감판상의 공기관”을 적용한다.
 - (나) (가) 이외의 공기관에 대하여서는 **규칙 표 5.6.2.**의 “선체의 일부를 형성하는 탱크의 공기관”을 적용한다.
- (4) 소화용 CO₂관에 사용되는 관은 부식에비두께를 0으로 할 수 있다.

103. 밸브 및 관부착품 【규칙 참조】

- 1. **규칙 103.**의 1항 (1)호에서 “우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우”라 함은 다음에 정하는 밸브 및 관부착품을 말한다. (2021)

사용 재료	설계온도(°C)	호칭지름(D) : A, 설계압력(P) : MPa
탄소강, 저합금강, 스테인리스강, 연신율 12 % 이상인 주철	<300 이고	$D \leq 50$ 또는 $P \times D \leq 250$ 인 경우
동합금	<200 이고	$D \leq 50$ 또는 $P \times D \leq 150$ 인 경우

- 2. **규칙 103.**의 1항 (1)호에서 “원칙적으로 2편 1장의 규정에 적합한 것이어야 한다”를 적용함에 있어서 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 제조법 승인을 받은 제조자의 증서를 인정할 수 있다. (2024)
- 3. 길이 30 m 미만인 선박에 장치되는 모든 관장치에 사용하는 관, 밸브, 록 및 관부착품은 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 적합한 재료를 사용할 수 있다.
- 4. **주철제의 밸브 및 관부착품의 사용제한** **규칙 103.**의 4항 (3)호를 적용함에 있어서는 다음에 따른다.
 - (1) 회주철은 유조선의 화물유탱크 내의 화물 관계통에 사용할 수 있다.
 - (2) 회주철은 인화성은 있으나 기타의 위험성이 없는 액체화물의 노출감판상의 관계통에 사용할 수 있다.
- 5. 고무시트 버터플라이 밸브의 취급은 다음에 따른다.
 - (1) 사용범위

고무시트 버터플라이 밸브(이하 **버터플라이 밸브**라한다)는 다음의 용도에 사용하여서는 아니 된다. 다만, 제조자의 사양을 고려하여 우리 선급이 인정하는 경우에는 사용범위를 참작할 수 있다. (2021)

 - (가) 가연성 또는 인화성 액체(예를 들면 연료유, 원유 등)를 적재하는 탱크에 부착되고 액체의 정압을 받는 밸브로서 기관실 또는 발화원을 갖는 구획으로 인도되는 밸브(다만, 유조선의 화물탱크 내에 설치되는 밸브 또는 펌프실로 인도되는 밸브에는 사용할 수 있다.)
 - (나) 설계압력이 1.6MPa를 넘는 관계통의 밸브
 - (다) 설계온도가 70°C를 넘는 관계통의 밸브
 - (라) 물, 기름 이외의 특수한 유체를 취급하는 관계통의 밸브
 - (마) 내면 라이닝한 고무를 플랜지의 접촉면까지 연장해서 개스킷을 겸하는 구조의 밸브로서 기관실 내의 연료유관계통의 밸브
 - (2) 구조 및 제품의 표시

버터플라이 밸브의 구조는 다음의 조건에 적합한 것으로 한다.

 - (가) 계획된 “개” 및 “폐”의 위치에서 고정할 수 있을 것
 - (나) 중간위치에서 사용하는 밸브는 밸브개도의 각 위치에서 고정할 수 있고 이 고정장치는 진동, 충격, 유체의 흐름 등에 의해서 이완되지 않을 것
 - (다) 한 사람의 힘으로 조작이 가능할 것
 - (라) 밸브의 개도위치를 표시하는 장치가 있을 것
 - (마) 밸브봉은 충분한 강도를 가지고 밸브디스크는 밸브봉으로부터 이완되지 않는 방법으로 확실히 부착될 것
 - (바) 밸브 주요부분의 재료는 내식성 및 내마모성을 고려한 것일 것
 - (사) 해수흡입밸브 또는 선외배출밸브로 사용하는 버터플라이 밸브는 원칙으로 플랜지형일 것
 - (아) 제품의 표시

제조자는 버터플라이 밸브의 보기 쉬운 위치에 최소한 다음의 것을 표시하여야 한다.

 - (a) 유체의 종류
 - (b) 설계압력

- (c) 밸브의 재질
- (d) 호칭지름
- (e) 제조자명
- (3) 시험 및 검사
버터플라이 밸브의 시험 및 검사는 다음에 따른다. 다만, 규칙에서 검사원의 입회검사를 규정하고 있는 것에 대하여는 해당 규정에 따른다.
 - (가) 재료시험
103.의 1항에 따른다.
 - (나) 밸브의 수압시험
설계압력의 1.5배의 압력으로 하여야 한다. 다만, 선체불이밸브로 사용할 경우에는 0.5 MPa의 압력으로 하여야 한다.(고무라이닝을 시공하는 밸브에 대하여는 고무라이닝을 한 후에 하여야 한다.)
 - (다) 밸브의 누설시험
밸브의 양면에서 설계압력의 1.1배의 압력으로 하여야 한다. 시트구조가 특수한 밸브(예로서 유체압력에 따라 시트의 체부력이 변하는 것 등)에 대해서는 구조에 따라서 시험방법을 요구한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 압력 면만의 누설시험을 인정할 수 있다.
 - (라) 밸브의 개폐시험
각 밸브에 따라 적절한 회수로 행한다.
 - (마) 외관검사
 - (나) 및 (다)의 시험 후 밸브시트 및 밸브디스크의 현상을 점검한다.
 - (바) 시트용 고무의 재질 및 라이닝 시공검사
시트용 고무의 재질 및 라이닝 시공은 제조자의 자체관리로 하지만 검사원은 관련 자료의 제출을 요구할 수 있다.

6. 관부착품의 구조 및 사용기준

- (1) 관플랜지 규격의 취급
관플랜지 규격의 취급은 다음에 따른다.
 - (가) 규칙 103.의 5항의 한국산업규격에 정한 관플랜지는 KS B 1501-1503, 1506, 1507, 1509-1511, 1519, 1521 및 KS B 1540에 규정된 것을 말한다.
 - (나) ANSI 규격 B 16-150~2500 Lb의 관플랜지를 그 규격에 따라 사용하는 경우에는 재료, 치수 및 용접 이음부 형식은 규칙에 규정한 것과 동등한 것으로 취급한다.
- (2) 관의 호칭지름의 취급(이하 규칙 5편 6장에 사용되는 호칭지름에 적용한다)
관의 호칭지름의 취급은 다음에 따른다.
 - (가) KS 규격에 호칭지름이 정하여져 있는 관은 규격의 호칭지름과 동일한 것으로 한다.
 - (나) KS 규격에 호칭지름이 정하여져 있지 않는 관은 「호칭지름○○」을 KS 규격에 정하여져 있는 관의 호칭지름에 상당하는 바깥지름을 사용하여 「바깥지름 × mm」로 읽는다.
- (3) 관플랜지
KS B 1503, 1511 및 KS B 1521에 정하여진 플랜지는 KS B 1501에 정해진 압력에 따라서 사용할 수 있다.
- (4) 선체불이 관련 관장치에 대한 호칭압력은 최소 5K 이상이어야 한다. (2019)

104. 이음의 형식

- 1. 용접연결 규칙 104.의 2항 (2)호를 적용함에 있어서 “호칭지름 80A 이하”는 바깥지름 89.1mm 이하를 의미한다.
【규칙 참조】
- 2. 플랜지 연결 【규칙 참조】
 - (1) 지침 그림 5.6.1과 같이 관 끝을 벨마우스로 한 관이음의 형식은 제3급 관 및 설계압력이 1 MPa 이하이고 호칭지름 50A 이하인 제1급 또는 제2급에 속하는 관에 사용할 수 있다.
 - (2) 지침 그림 5.6.2에 나타난 편면용접 플랜지이음은 음료수관, 만재흡수선 상부에 위치한 배수관 및 위생수관과 개구단을 갖는 드레인관, 넘침관, 공기관, 배기가스관, 크랭크실의 통풍관, 증기배기관 및 포말방출관에 사용할 수 있다. 또한, 가연성 기체를 제외하고 호칭지름 40A 이하의 3급관에 사용할 수 있다.
 - (3) 규칙 104. 3항 (4)호를 적용할 때, "특별한 경우"라 함은 그림 5.6.1에서 규정한 이 외의 형식을 사용하는 경우를 말한다.

(4) 규칙 104.의 3항 (5)호를 적용할 때, 플랜지이음의 적용은 지침 표 5.6.1에 따른다.

3. 삽입 나사박이 이음 규칙 104.의 4항을 적용함에 있어, 삽입 나사박이 이음은 인화성 유체를 이송하는 관장치에 적용되는 온도/압력 센서와 같은 소구경 계기용 장비의 연결부에 사용될 수 있으며, 해당 연결부는 우리 선급이 인정하는 국가 및/또는 국제 규격(ASME B31.1 및 ASME B31.3과 같은 표준을 참조할 수 있다)에 적합하여야 한다. 다만, 이러한 나사박이 이음의 외경은 최대 25mm로 한정한다. (2024) 【규칙 참조】

4. 경납땜 【규칙 참조】

규칙 104.의 1항을 적용함에 있어서 비철금속제의 밸브 및 관부착품은 경납땜을 사용하여 비철금속관에 부착할 수 있으며 보통의 경납땜은 설계압력이 0.7 MPa 이하로서 설계온도가 93 °C 이하인 관계통에 한하여 사용할 수 있다. 동관을 플랜지에 경납땜할 경우에는 다음 각 호에 따른다.

- (1) 경납땜부에는 적절한 탕유(湯溜)를 설치하고, 관끝을 벨마우스로 한다.
- (2) 동관과 관플랜지의 접합에 필릿용접식으로 하는 것은 피한다. 다만, 은납땜 또는 TIG 용접 등 특수한 용접방법을 채택하는 경우는 그러하지 아니하다.
- (3) 경납땜한 동관은 온도 200 °C 이하의 경우에 사용할 수 있다.

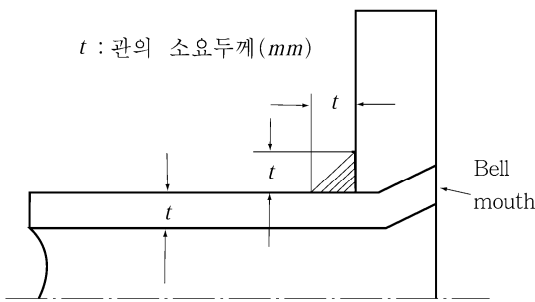


그림 5.6.1

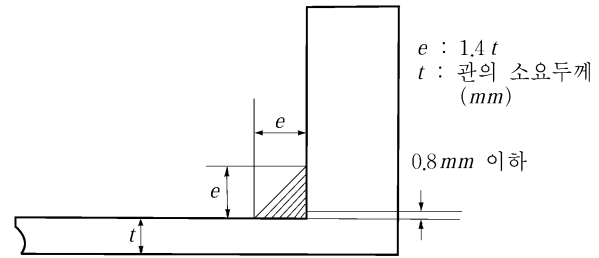


그림 5.6.2

표 5.6.1 플랜지이음의 적용 표준

관장치의 분류 \ 사용목적	증기 ⁽¹⁾ 및 열매체유	연료유 및 윤활유	공기 ⁽¹⁾ , 물 ⁽¹⁾ , 작동유 ⁽¹⁾ , 가스 ⁽¹⁾
제1급관	A, B ⁽²⁾	A, B	A, B
제2급관	A, B, C, D ⁽³⁾	A, B, C	A, B, C, D ⁽³⁾
제3급관	A, B, C, D	A, B, C	A, B, C, D, E ⁽⁴⁾

(비고)

1. 표의 (1)~(4)는 아래의 조건에 따른다.
 - (1) 설계온도가 400 °C를 넘는 경우에는 A 형식의 이음만 사용할 수 있다.
 - (2) B 형식의 이음은 외경이 150 mm 미만에만 사용할 수 있다.
 - (3) D 형식의 이음은 설계온도가 250 °C를 넘는 관장치에 사용하여서는 아니 된다.
 - (4) E 형식의 이음은 수관 및 개구단을 갖는 관에만 사용할 수 있다.
2. 암모니아 냉동기의 냉매관 계통에는 A, B 또는 C 형식의 플랜지 이음을 사용할 수 있다.

5. 규칙 104. 5항 (5)호를 적용 시, 다음의 파열압력으로 시험할 수 있다. 단, 설계압력이 20 MPa 초과 120 MPa 미만의 경우, 파열압력은 선형 보간법으로 구할 수 있다.

- (1) 설계압력이 20 MPa 이하 : 설계압력의 4배
- (2) 설계압력이 120 MPa 이상 : 설계압력의 2배

6. CO2 소화장치의 압력등급 규칙 104.의 1항을 적용함에 있어서 분배기로부터 노즐까지의 배관에서 플랜지와 같은 관이음부의 압력등급은 CO2가 방출될 때 배관의 내부에 발생하는 최대압력 이상이어야 한다. (2021) 【규칙 참조】

105. 관 및 관부착품의 용접 【규칙 참조】

1. 규칙 105의 3항 (4)호를 적용함에 있어서, 규칙 5장 115.에 따른 구멍의 보강 요건에 만족하는 경우에는 별도의 보강이나 두께의 증가 없이도 지관을 주관에 용접으로 연결할 수 있다.

106. 관의 가공 및 가공 후 열처리 【규칙 참조】

1. 규칙 106.의 1항의 요건에도 불구하고 제1급 또는 제2급 관에 속하는 관계통에 장비되는 압력계용 관에 대해서는 규칙 106.의 1항에 관계없이 관 내의 유체 온도를 감안해서 후열처리를 생략할 수 있다.

107. 배관에 관한 일반사항

1. 관의 배열 규칙 107.의 1항 (6)호를 적용함에 있어서, 부득이하게 전기기기 근처에 배관할 경우에는 지침 6편 1장 401.의 1항의 요건에도 적합하여야 한다. 【규칙 참조】
2. 관 및 관부착품의 보호 규칙 107.의 2항 (2)호를 적용함에 있어서 냉동구획의 배수관은 드레인트랩을 설치하여야 한다. 【규칙 참조】
3. 압력계 및 온도계 규칙 107.의 4항을 적용함에 있어서 압력계 및 온도계의 장비기준은 원칙적으로 각각 KS V 7013 및 KS V 7014의 규정에 따른다. 【규칙 참조】
4. 개스킷 및 패킹 규칙 107.의 5항을 적용함에 있어서 관장치의 관플랜지, 관부착품, 밸브덮개, 밸브봉에 사용하는 패킹은 국가표준 또는 이와 동등 이상의 표준에 적합하여야 한다. 【규칙 참조】
5. 삽입이음 규칙 107.의 6항에 대하여는 다음 각 호에 따른다. 【규칙 참조】
 - (1) 화물창 내로 유도되는 빌지흡입관 및 평형수관의 이음은 플랜지 또는 용접이음으로 한다. 다만, 우리 선급이 인정하는 형식의 삽입이음은 사용할 수 있다.
 - (2) 관내의 액체와 동일한 액체를 적재하는 탱크 내의 관에는 삽입이음을 사용할 수 있다.
 - (3) 화물유관에는 삽입이음을 사용할 수 있다. 다만, 해당 화물유관이 관통하는 평형수탱크 내에는 사용하여서는 아니된다.
6. 관의 관통부 규칙 107.의 7항을 적용함에 있어서 각종 밸브의 스피너들은 원탱크 저판 및 탱크로서 사용하는 이중저정판 등 액체의 정압을 받는 장소를 관통하여서는 아니 된다. 부득이한 경우, 스피너의 스테핑 박스에 액체의 정압이 걸리지 아니하도록 보호관을 설치하는 등의 고려를 하여야 한다. SOLAS 제2-1장, 13.2.3규칙에 따라 열에 의해서 급격히 그 기능이 상실될 수 있는 재료의 배관 관통부가 여객선의 수밀격벽 또는 갑판을 통과하는 경우, 우리 선급의 화재시험 및 수밀시험 요건에 따라, 형식승인된 것이어야 한다. (2024) 【규칙 참조】
7. 수밀격벽 【규칙 참조】
 - (1) 규칙 107.의 8항을 적용함에 있어서 선미탱크의 흡입관에는 격벽의 전면에 스톱밸브를 설치하여야 한다.
 - (2) 규칙 107.의 8항 (2)호를 적용 시, 항해구역이 연해구역 이하로서 총톤수 500톤 미만의 선박의 경우에는 다음과 같이 완화할 수 있다.
 - (가) 선수격벽을 통과하는 관의 수에 대한 요건을 적용하지 아니할 수 있다.
 - (나) 나사조임식(screw-down)밸브를 설치하기 어려운 경우, 버터플라이밸브를 설치할 수 있다. 이 경우, 진동 또는 유체의 흐름에 의하여 밸브디스크가 움직이는 것을 방지하기 위하여 홀딩(holding)장치 또는 동등한 수단을 갖는 것이어야 한다.
 - (3) 규칙 107.의 8항 (2)호는 다음 중 하나에 해당하는 선박에 적용한다. (2024)
 - (가) 2024년 1월 1일 이후 건조 계약되는 선박 (만약 계약일이 없다면, 2024년 7월 1일 이후 용골 거치되거나 또는 이와 유사한 건조 단계에 있는 선박)
 - (나) 2028년 1월 1일 이후 인도되는 선박
8. 해수관과 청수관의 겸용 규칙 107.의 12항을 적용함에 있어서 해수관과 청수관을 부득이 겸용하는 경우에는 각 흡입구에 스톱밸브를 설치하고, 오조작을 방지하기 위하여 주의 명판을 붙인다. 【규칙 참조】
9. 가스용접용 기기를 본선에 설치하는 경우에는 부록 5-5에 따라야 한다.
10. 표시 규칙 107.의 10항 (1)호를 적용함에 있어서, 관의 식별 표시는 원칙적으로 KS V 7015(선박용 배관의 식별) 또는 KS V ISO 14726-1,2(조선-배관 장치 내용물의 식별 색상)에 따른다. 【규칙 참조】

제 2 절 공기관, 넘침관 및 측심장치

201. 공기관

1. 일반

- (1) 규칙 201.의 1항 (1)호를 적용함에 있어서, 통상적으로 사람이 들어가지 아니하는 에코사운더 리세스 등과 같은 소 구획에 대하여는 우리 선급이 인정하는 경우, 공기관을 생략할 수 있다. 다만, 그러한 구역의 맨홀을 열거나 사람이 들어갈 경우 환기에 주의하도록 하는 경고판을 눈에 띄기 쉬운 장소에 부착하여야 한다. **【규칙 참조】**
- (2) 규칙 201.의 1항 (5)호의 해수 또는 빗물의 직접 유입을 방지하는 구조에 대한 적용 예는 지침 그림 5.6.3과 같다. 이 규정은 해상인명안전협약(SOLAS)의 적용을 받는 선박에 적용한다. 다만, 상갑판보다 위에 설치되어 있고 비상 발전기용 연료유 및 윤활유 탱크의 공기관과 같이 파도 및 기타 외력에 의해 손상될 우려가 없는 경우에는 이를 생략할 수 있다. **【규칙 참조】**

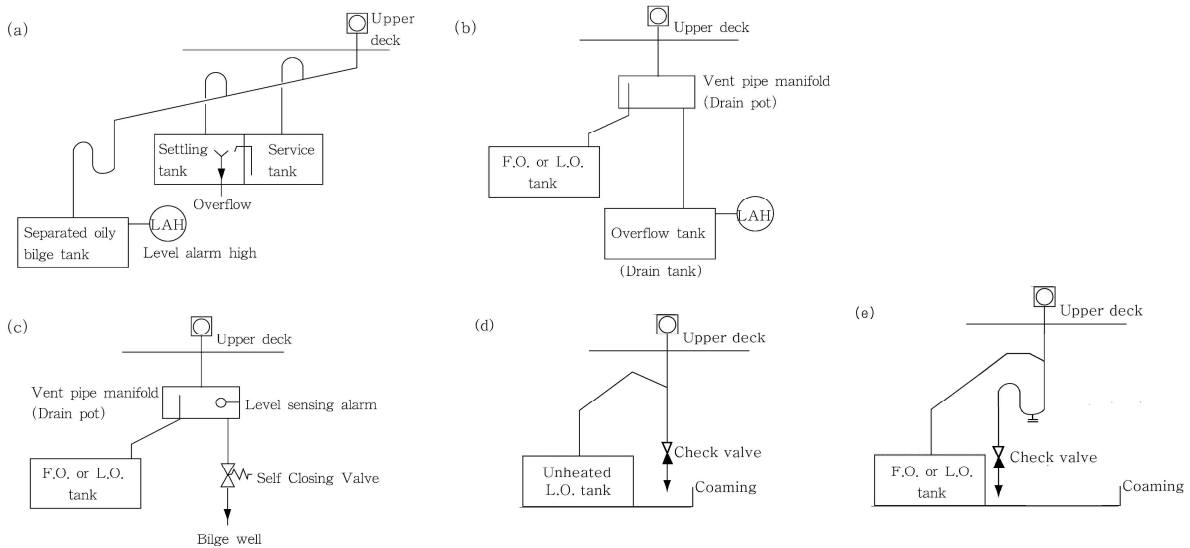


그림 5.6.3 해수 또는 빗물의 직접유입을 방지하는 구조에 대한 적용 예 (2017)

2. 공기관 개구의 위치 (2018)

- (1) 규칙 201.의 2항 (1)호를 적용함에 있어서 다음에 따를 수 있다. **【규칙 참조】**
 - (가) 인화점 60℃를 초과하는 연료유탱크 및 화물유탱크에 인접하는 코퍼덱과 펌프로 액체를 적재할 수 있는 탱크의 공기관에 대해서는 SOLAS Reg.II-1/17.3에 적합한지를 증명할 수 있는 자료, 통풍장치 및 배수설비 등에 대한 자료를 제출하여 우리 선급이 인정하는 경우 폐워된 화물구역에 개구할 수 있다.

3. 공기관 개구의 보호

- (1) 규칙 201.의 3항 (2)호를 적용함에 있어서 “우리 선급이 적당하다고 인정하는 플레임스크린”이라 함은 다음에 따른다. **【규칙 참조】**
 - (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.

4. 공기관의 치수 **【규칙 참조】**

규칙 201.의 4항 (1)호를 적용함에 있어서 “넘침관이 설치되어 있는 탱크의 공기관”에 대하여는 다음에 따른다.

- (1) 탱크에 설치된 넘침관의 합계 단면적이 주입관 합계 단면적의 1.25배 이상이고 공기의 흐름을 방해하는 밸브가 설치되어 있지 않은 경우에는 공기관의 설치를 생략할 수 있다. 이 경우, 넘침탱크에 설치된 공기관 단면적은 넘침관의 합계 단면적보다 작아서는 아니 된다.
- (2) 공통 넘침관이 설치된 탱크의 경우, 각 탱크의 넘침관 단면적이 각 탱크 주입관 단면적의 1.25배 이상이고, 공통 넘침관의 단면적과 넘침탱크 공기관의 단면적이, 동시에 적재되는 탱크의 주입관 합계 단면적의 1.25배 이상일 경우에는 각 탱크의 공기관 설치를 생략할 수 있다. 다만, 공통 넘침관의 단면적과 넘침탱크 공기관의 단면적은 공통 주입관 단면적의 1.25배를 초과할 필요는 없다.

- (3) 다만, 전 (1), (2)호를 적용함에 있어서 연료유 서비스 탱크 등과 같이 공기관이 설치된 탱크로 간접적으로 넘침관이 유도되는 경우에는 그 탱크 상부 기상부의 기체가 공기관이 설치된 탱크로 이동할 수 있도록 조치하여야 한다 (지침 그림 5.6.4 참조).

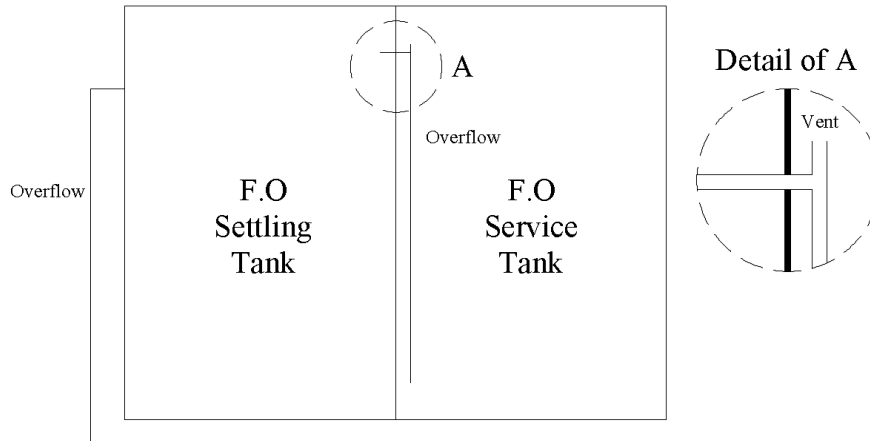


그림 5.6.4 넘침관의 상세

5. 공기관의 높이 [규칙 참조]

- (1) 규칙 201.의 5항을 적용함에 있어서 공기관의 갑판상의 높이는 지침 그림 5.6.5와 같이 측정한다.
- (2) 규칙 201.의 5항을 적용함에 있어서, 공기관의 높이는 다음과 같이 적용하여야 한다. (2017)
 - (가) 건현갑판상 또는 선루의 표준 높이보다 낮은 노출 갑판상으로 유도되는 공기관의 높이는 해당 건현갑판 또는 노출갑판으로부터 760mm 이상이어야 한다.
 - (나) 선루의 표준 높이 이상이며 그 높이의 2배보다 낮은 위치의 노출갑판상에 설치되는 공기관의 높이는 해당 건현갑판 또는 노출갑판으로부터 450mm 이상으로 할 수 있다.
 - (다) (가) 및 (나)에서 언급된 노출갑판은 선루, 갑판실, 승강구 및 다른 유사한 갑판구조물의 최상층 갑판도 포함한다.
 - (라) 국제항해에 종사하지 아니하는 선박과 예인선(tug boat), 부선(barge) 등에서와 같이 규칙에서 정한 공기관의 높이가 선박의 작업에 방해가 되는 경우, 우리 선급이 승인한 자동식 공기관 폐쇄장치를 설치하는 것으로 공기관의 높이를 상기의 (가)에서 규정한 760mm를 450mm, (나)에서 규정한 450mm를 300mm까지 감소할 수 있다.

202. 넘침관

1. 규칙 202.의 1항 (1)호 (나)를 적용함에 있어서, 공기관의 개구단보다 아래에 있는 개구는 플리트 측심장치 등과 같이 항상 에어갭(air gap)을 가지는 개구를 말하며 또한 그러한 개구는 넘침관의 상단보다 위에 설치하여야 한다.

【규칙 참조】
2. 규칙 202.의 2항 (2)호를 적용함에 있어서, 세틀링탱크로부터 청전된 연료유 또는 윤활유가 서비스탱크의 넘침관을 통해 세틀링탱크로 순환하는 경우, 그 넘침관에 사이트글라스의 설치 또는 서비스탱크의 고액면 경보장치 요건을 생략 할 수 있다. 【규칙 참조】

203. 측심장치

1. 규칙 203.의 1항 (1)호를 적용함에 있어서, 다음에 따를 수 있다. 【규칙 참조】
 - (1) 통상적으로 사람이 들어가지 아니하는 에코사운드 리세스 등과 같은 소구획에 대하여는 우리 선급이 인정하는 경우, 측심관을 생략할 수 있다. 다만, 맨홀에 샘플링을 위한 플러그 또는 콧을 설치하고 맨홀을 열기 전에 그 구역이 침수되어 있는 지 확인하도록 하는 경고판을 눈에 띄기 쉬운 장소에 부착하여야 한다.
 - (2) 측심관 또는 기타의 측심장치를 설치하는 것이 구조적으로 불가능하다고 우리 선급이 인정하는 특이한 형상의 공소 등에는 빌지 경보장치로 대신할 수 있다.
2. 측심관의 상단 규칙 203.의 2항 (2)호를 적용함에 있어서, 이중저에 위치한 탱크 및 코퍼덱의 측심관에는 자기폐쇄

차단장치를 설치하여야 한다. (2019) 【규칙 참조】

3. 축심관의 구조 규칙 203.의 3항에 대하여는 다음 각 호에 따른다. 【규칙 참조】

- (1) 엘보축심관을 부득이 사용하는 경우에는 축심관의 엘보부분을 충분히 지지하여야 한다.
- (2) 이중관의 두께는 길이 30 m 미만의 선박은 10 mm, 길이 30 m 이상의 선박은 12 mm 를 표준으로 한다.(지침 그림 5.6.6 참조)

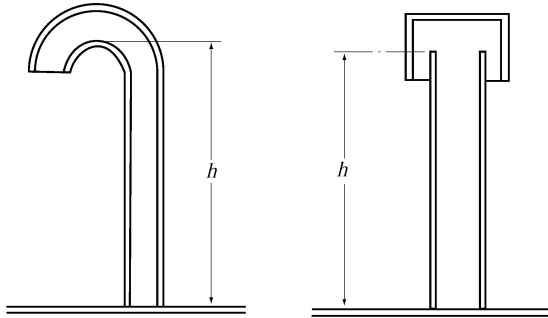


그림 5.6.5 공기관 높이의 측정법

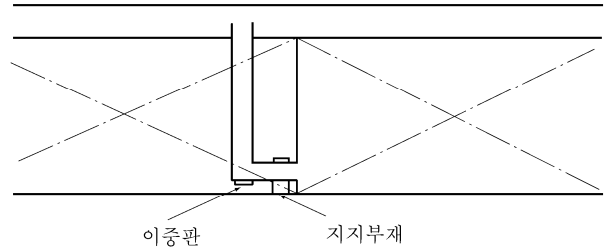


그림 5.6.6 엘보축심관의 예

제 3 절 해수흡입 및 선외배출

301. 선체붙이밸브 및 부착품

1. 디스턴스 피스의 구조 규칙 301.의 2항을 적용함에 있어서 디스턴스 피스는 한국산업규격 KS V 7141(선체붙이 디스턴스 피스) 또는 이와 동등 이상의 표준에 적합한 것이어야 하며, 디스턴스 피스는 맞대기용접이음이어야 한다. 다만, 디스턴스 피스가 아래의 조건에 모두 만족하며, 이를 증명할 수 있는 자료(예, 배치도 및 복원성 자료 등)를 제출하여 우리 선급이 인정하는 경우 플랜지 이음을 인정할 수 있다. (2023) 【규칙 참조】

- (1) 만재흡수선 상방을 통과할 것
- (2) 디스턴스 피스 또는 부착품이 손상되더라도 선박의 안전에 영향을 미치지 않을 것
- (3) 설계압력에 따라 적용되는 호칭압력보다 1등급 위의 호칭압력의 관장치를 사용할 것

2. 선외배출구의 위치 규칙 301.의 4항에 대하여는 다음 각호에 따른다. 【규칙 참조】

- (1) “선외배출구의 개구”는 펌프에 의하여 압력을 받는 배수의 개구를 말하며, 중력으로 유출되는 것은 포함하지 않는다.
- (2) “그와 같은 곳”이라 함은 지침 그림 5.6.7의 사선부의 범위를 말한다.

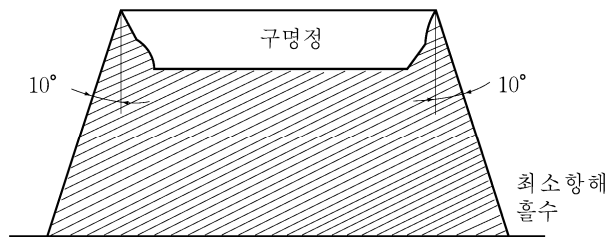


그림 5.6.7

(3) 배수관의 개구를 해면에 내린 구멍정에 배수가 들어갈 우려가 있는 곳에 부득이 배치하지 않으면 아니 될 경우에는 다음의 어느 하나의 장치를 설치하여야 한다.

- (가) 선체외판쪽으로 배수를 유도하는 장치
- (나) 배수를 정지시키는 장치로서 그 장치의 조작이 구멍정이 설치된 장소와 가까이 있고 노출갑판상에서 조작할 수 있을 것

303. 배수구 및 위생수의 배출

1. 노출감판의 배수구 규칙 303.의 3항을 적용함에 있어서 선루 내의 배수관은 노출감판의 배수관과 연결하여서는 아니 된다.
2. 배수관 및 위생수관의 역류방지장치 규칙 303.의 4항에 대하여는 다음에 따른다. 【규칙 참조】
 - (1) 건현감판하에서의 배수
 - (가) 배수관의 선내 개구단
 - (a) 선수미부의 소구획(조타기실, 갑판장 창고, 체인로커 등)의 빌지를 수동펌프 또는 이덕터로 배수할 경우, 수직 거리를 산정할 때에는 배수관의 선내 개구단이 그 배출관 계통의 최고 위치에 있는 것으로 간주한다.
 - (b) 목재만재흡수선을 표시하는 경우의 선내 개구단까지의 거리는 목재 하기만재흡수선에서 측정한다.
 - (나) 항해중에는 항상 닫혀있는 선의 배수관

규칙 303.의 4항의 규정은 통상 선박의 운항 중 항시 열려 있는 배출관에 대하여만 적용하고, 톱사이드탱크로부터 중력으로 배수하는 것처럼 항해 중에는 배수시를 제외하고는 항상 닫혀있는 배수관에 대하여는 건현감판상의 쉽게 접근할 수 있는 장소에서 조작할 수 있는 개폐지시기가 부착된 1개의 나사조임 스톱밸브를 사용할 수 있다.
 - (다) 선외배출관

화물창 내를 통과하는 배수관은 SCH.160 또는 두께 16 mm 이상의 강관으로 하거나 또는 적절한 보호장치를 설치한다.
 - (라) 배수구 및 배출구의 허용 가능한 배치는 표 5.6.2에 따른다. (2021)

표 5.6.2 배수구 및 배출구의 허용가능한 배치

건현감판하 또는 건현감판상 폐위구역으로부터의 배수			기타 구역으로부터의 배수		
하기 만재 흡수선으로부터 선내 개구단까지의 거리 ≤ 0.01 L	기관구역을 통한 배출	하기 만재 흡수선으로부터 선내 개구단까지의 거리		선외배수구로부터 건현감판까지의 거리 > 450mm 또는 하기 만재 흡수선까지의 거리 ≤ 600mm	이외의 경우
		0.01 L 초과	0.02 L 초과		
선루감판 또는 갑판실감판					
Symbols: 선내 개구단 선외 배수구 개방감판상에서 끝나는 배관		폐쇄장치가 없는 체크밸브 폐쇄장치가 있는 체크밸브 밸브 축에서 조작되는 밸브		원격제어 일반 두께의 관 두꺼운 두께의 관	

3. 건현감판상 폐위된 화물구역의 배수관 【규칙 참조】

규칙 303.의 5항 (1)호를 적용함에 있어서, 횡경사 5°를 초과하는 경우에 건현감판 끝단이 잠기는 경우에도 규칙 303.의 5항 (2)호의 요건에 적합한 배수설비를 갖춘 경우에는 건현감판상 폐위된 화물 구역으로부터 갑판 하부의 적당한 구역으로 배수하는 것이 허용된다.

제 4 절 발지 및 평형수장치

401. 일반

1. 적용 선박의 길이가 50 m 미만인 선박의 발지관장치는 다음 각호에 따른다. 다만, 여기에 규정되어 있지 않은 장치에 대하여는 규칙에 따른다. **【규칙 참조】**
 - (1) 발지펌프의 수
지침 표 5.6.3에 따른다.
 - (2) 발지펌프의 용량
지침 표 5.6.3에 정해진 독립동력 발지펌프는 규칙 405.의 2항에 규정하는 식에 의한 것 이상의 흡입능력을 가지는 것을 말한다. 다만, 전호에 규정된 독립동력 발지펌프 1대의 능력에 가산할 수 있다.
 - (3) 발지흡입관의 안지름
발지흡입주관, 직접발지 흡입관 및 발지흡입지관의 안지름은 다음 (가)부터 (다)의 식에 따른다.
 - (가) 발지흡입주관 또는 직접발지흡입관
 - (a) 길이 25 m 미만의 선박 : $d = 1.22 \times (L - 10) + 10$ (mm)
 - (b) 길이 25 m 이상 35 m 미만의 선박 : $d = 2.67 \times (L - 20) + 15$ (mm)
 - (c) 길이 35 m 이상의 선박 : $d = 1.68 \sqrt{L(B+D)} + 25$ (mm)
(다만, 50 mm 미만으로 하여서는 아니 된다.)
 - (나) 발지흡입지관
 - (a) 길이 35 m 이상의 선박 : $d' = 2.15 \sqrt{L(B+D)} + 25$
 - (b) 국제항해에 종사하는 선박에 있어서 발지흡입지관의 안지름은 50 mm 미만으로 할 수 없지만 소구획실의 발지흡입관으로서 우리 선급이 인정한 경우는 40 mm 로 할 수 있다.
 - (c) 선수미탱크 및 축로의 발지흡입지관의 안지름은 선박의 길이가 35 m 이상의 선박은 50 mm, 35 m 미만의 선박은 우리 선급이 승인하는 안지름까지 감소시킬 수 있다.
 - (다) 길이 35 m 이상인 선박의 발지흡입주관의 안지름은 (나)에 의해 계산한 발지흡입지관의 안지름 중 최대의 것보다 작아서는 아니 된다.
 - (4) 직접발지흡입관
특히 우리 선급의 승인을 받은 경우에, 직접발지흡입관의 안지름은 전호 (가)에 관계없이 적절히 감소시킬 수 있다.
 - (5) 비상발지흡입관
비상발지흡입관에 대하여는 다음에 따른다.
 - (가) 증기기관을 주기관으로 하는 선박은 규칙에 적합한 비상발지흡입관을 설치한다.
 - (나) 내연기관을 주기관으로 하는 선박은 특별히 우리 선급이 인정하는 경우, 생략할 수 있다.
 - (6) 기관실내의 발지관
동관을 사용할 수 있다.

표 5.6.3 빌지펌프의 수

선박의 길이	동 력 펌 프		수동펌프	비고
	주기관 구동펌프	독립동력펌프		
25 m 미만	1대	—	1대	우리 선급이 승인한 경우, 주기관 구동펌프를 생략할 수 있다. 길이 10 m 미만의 선박은 물통 1개로서 펌프를 대용할 수 있다.(※)
25 m 이상 30 m 미만	1대	1대	—	수동펌프 2대로서 주기관 구동펌프 1대를 대용할 수 있다. 독립동력펌프를 설비하는 것이 곤란하다고 인정될 경우에는 다른 펌프의 능력, 배관 등을 고려해서 독립동력펌프를 생략할 수 있다.(※)
30 m 이상 50 m 미만	1대	1대	—	수동펌프 2대로서 주기관 구동펌프 1대를 대용할 수 있다.

(비고)

- ※ 표시의 경감은 여객선 이외의 선박에 한한다.
- 이 표에 있어서 동력펌프로서 수동펌프를 또는 독립동력펌프로서 주기관 구동펌프를 각각 대용할 수 있다.
- 선박의 길이가 25 m 이상 30 m 미만일 경우, 독립동력펌프를 생략할 수 있는 요건은 빌지펌프의 설치가 지극히 곤란하다고 인정되고 주기관 구동펌프의 흡입능력이 독립동력펌프가 요구하는 능력 이상으로서 배관이 필요한 전 구획으로부터 지장없이 빌지를 배출할 수 있도록 되어있는 경우를 말한다. 주기관 구동펌프를 수동펌프로 대용할 경우에는 독립동력펌프를 생략할 수 없다.
- 항해구역이 연해 이하인 선박에서는 유수분리기용 빌지펌프를 1대의 수동빌지 펌프로 인정할 수 있다.
- 모든 동력펌프 및 수동펌프는 화물창, 기관실, 축로 등으로부터 빌지를 배출할 수 있어야 한다.

2. 관장치 【규칙 참조】

- (1) 규칙 401.의 2항 (1)호를 적용함에 있어서, 공소(void space) 및 코퍼댐이 선박의 복원성에 영향을 미치지 않으며 흡수선 상방에 위치한 경우에는 빌지주관에 연결된 고정식 빌지관장치를 설치하는 대신에 별도의 빌지펌프(휴대식도 가능)를 설치하거나 또는 중력으로 배수할 수 있다. 다만, 중력으로 배수할 경우에는 신속하게 작동하는 자동폐쇄밸브를 접근하기 쉬운 장소에 설치하여야 한다.
- (2) 규칙 401.의 2항 (2)호의 요건은 영구적인 평형수 탱크에는 적용하지 아니한다. (2021)
3. 나사조임 체크밸브 규칙 4절의 적용상, 나사조임 체크밸브는 차단밸브와 체크밸브의 조합으로 대신할 수 있다. 【규칙 참조】

402. 기관실 이외 구획의 배수설비 【규칙 참조】

1. 빌지흡입관의 생략 에코사운더 리세스 등 소구획에 대하여는 우리 선급이 인정하는 경우, 빌지흡입관을 생략할 수 있다.
2. 특수한 경우의 빌지배수관 지침 그림 5.6.8과 같이 수밀격벽에 단이 있는 경우로서 갑판간 화물창, 선창 또는 선실의 빌지를 인접하는 기관실이나 축로 등에 유도하는 경우에는 그 배수관은 상시 승무원이 쉽게 접근할 수 있는 곳으로 유도하고, 자동폐쇄장치가 붙은 밸브 또는 콕을 설치한다. 다만, 수밀의 빌지탱크에 인도할 경우에는 이에 의하지 않으나 화물창이 만재흡수선 하방에 있을 경우에는 체크밸브를 설치한다. 화물창의 빌지를 축로로 유도할 경우는 측심관을 설치할 필요는 없지만 배수관 안지름은 빌지흡입관에 대하여 정하여진 안지름 이상으로 한다.
3. 빌지웰 고수위 경보장치 SOLAS 12장 4.3규칙에 따른 횡수밀 격벽의 수가 충분하지 못하여 4.3규칙을 적용할 수 없는 선박의 화물구획 또는 화물 컨베이어 터널 중 해당되는 곳에는 항해선교에 적절한 가시가청 경보를 발하는 빌지웰 고수위 경보장치를 설치하여야 한다.
4. 어창 등의 빌지 배수설비 얼음 또는 물과 함께 어획물이 적재되는 어창 또는 탱크에 설치되는 환수관 또는 순환수관 등에 의하여 빌지의 배수가 가능한 경우에는 이를 빌지관 대용으로 할 수 있으며, 이를 빌지관 규정에 적합한 것으로 본다. (2019)

403. 기관실의 배수설비 (2019) 【규칙 참조】

1. 비상발지 흡입구

- (1) 규칙 403.의 6항 (3)을 적용함에 있어서, 비상발지흡입구를 주기관으로 구동되는 주냉각수 펌프 또는 주순환수 펌프에 유도할 수 있다.

404. 발지흡입관의 치수 【규칙 참조】

1. 발지주관

- (1) 발지주관의 안지름은 국제항해에 종사하는 선박의 경우 60 mm 미만, 그외의 선박으로서 길이 35 m 이상인 경우에는 50 mm 미만이어서는 아니 된다.
- (2) 실제에 사용되는 관의 안지름은 계산한 것에 가까운 표준관을 사용할 수 있다.
- (3) (2)호의 규정을 적용함에 있어서, 다음의 경우에는 한 단계 큰 표준관을 사용하여야 한다.
 - (가) 안지름 계산값이 110 mm 이하 시, 그 표준관의 안지름이 계산값보다 6 mm 이상 작은 경우
 - (나) 안지름 계산값이 110 mm 초과 시, 그 표준관의 안지름이 계산값보다 13 mm 이상 작은 경우

2. 발지흡입관 규칙 404.의 2항에 대한 지침은 다음 각호에 따른다.

- (1) 화물선의 화물창 발지흡입관으로서 발지주관흡입방식(크리스마스 트리 시스템)의 채용은 바람직하지 않으나, 부득이한 경우 1구획 침수를 만족하는 선박에 한해서 채용할 수 있다. 이 경우, 발지흡입관의 안지름은 다음과 같이 결정한다.(지침 그림 5.6.9 참조)

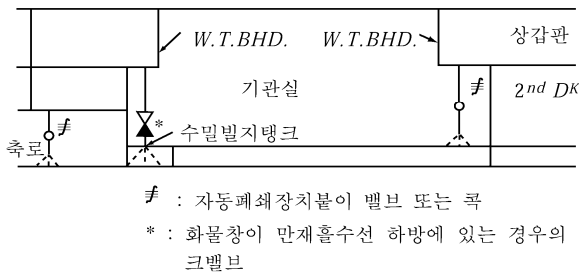


그림 5.6.8 수밀격벽에 단이 있는 경우의 선창의 발지배수의 예

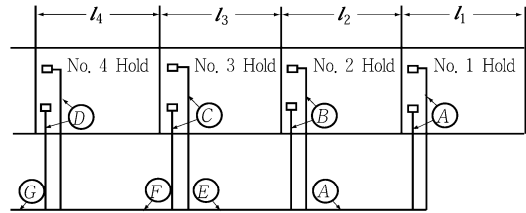


그림 5.6.9 화물창 발지흡입관의 발지주관흡입방식의 예

- (가) 관 A, B, C, D는 l_1, l_2, l_3, l_4 를 각각 l 로 해서 발지지관으로 계산한다.
- (나) 관 E는 $l_1 + l_2$ 를 L 로 보고 발지흡입주관으로서 계산함과 동시에 관 A 및 B의 합계 단면적 이상의 단면적으로 한다.
- (다) 관 F는 $l_1 + l_2 + l_3$ 를 L 로 보고 발지흡입주관으로서 계산함과 동시에 관 A, B, C 중 가장 큰 2개의 관 합계 단면적 이상의 단면적으로 한다.
- (라) 관 G는 $l_1 + l_2 + l_3 + l_4$ 을 L 로 보고 발지흡입주관으로서 계산함과 동시에 관 A, B, C, D 중 가장 큰 2개의 관 합계 단면적 이상의 단면적으로 한다. 이 경우, 각 지관의 흡입구에는 나사조임 체크밸브를 설치한다. 만약, 이 밸브의 설치장소가 항상 쉽게 접근할 수 없는 경우에는 원격조작장치를 설치하여야 한다.
- (2) 2중선각선의 발지흡입관의 안지름
 - 2중선각선의 선박에서 선박의 너비 B 대신에 내각간의 거리를 사용하여 발지흡입관의 안지름을 결정할 수 있다.
- (3) 규칙 401.의 2항 (3)호의 경우에는 발지흡입지관의 안지름은 살수장치 등에서 요구되는 용량의 125% 이상의 물을 선외로 배출하기에 충분한 것이어야 한다.
- (4) 규칙 404.의 2항에서 실제로 사용되는 관의 안지름은 계산한 것에 가까운 표준관을 사용할 수 있으며 상기 404.의 1항 (3)호를 적용하여야 한다.
- (5) 규칙 404.의 2항에서 “40 mm까지 감소할 수 있도록 우리 선급이 인정하는 경우”라 함은 국제항해를 하지 아니하는 선박으로서 규칙 404.의 2항의 식에 의한 발지흡입지관의 안지름 값이 40 mm 이하인 경우를 말한다.

405. 발지펌프 【규칙 참조】

1. 펌프의 수

- (1) 규칙 405.의 1항에 의하여 요구되는 발지펌프 2대 중 1대는 여객선 이외의 선박에서는 발지이덕터로 대체할 수

있다. 이 경우, 빌지이덕터에 해수를 공급하는 펌프는 주냉각수펌프 이외의 것이어야 한다.

- (2) 총톤수 500톤 이상의 선박에서 연속적으로 사용되지 않으나 중요한 용도로 사용되는 소화펌프, 평형수펌프, 빌지펌프 및 보조 가스 세정기펌프를 겸용으로 사용할 경우, 선내에 설치하여야 할 펌프의 최소의 수는 다음과 같다.
 - (가) 불활성가스장치가 설치된 탱커는 비상소화펌프를 포함한 겸용의 펌프를 4대이상 설치하여야 한다.
 - (나) 불활성가스장치가 설치되어 있지 않은 탱커와 탱커 이외의 선박은 비상소화펌프를 포함한 겸용의 펌프를 3대 이상 설치하여야 한다.

2. 규칙 405.의 4항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 바”라 함은 다음 각호에 따른다.

- (1) 빌지흡입관의 안지름
빌지흡입관의 안지름 d 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d = 1.68 \sqrt{l(B+D)} + 25 \quad (\text{mm})$$

l : 화물창의 길이(m)

B : 화물창의 너비(m)

D : 선박의 깊이(m)

- (2) 이덕터의 빌지흡입능력
이덕터의 빌지흡입능력 Q 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$Q = 5.66 d^2 \times 10^{-3} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Q : 이덕터의 빌지흡입량

d : 전호에 따른다.

- (3) 이덕터의 구동수량(水量)
이덕터는 2대 이상의 펌프로 구동할 수 있어야 한다. 2개 이상의 화물창의 빌지를 이들 이덕터로 배출하는 경우, 각 펌프가 공급하는 이덕터의 구동수량은 적어도 2개의 화물창에서 전호에 규정된 용량을 동시에 흡입하는데 충분한 것이어야 한다.
- (4) 이덕터의 구동수(水) 스톱밸브 및 빌지 배출밸브
격벽갑판 상부에서 조작할 수 있는 이덕터 구동수 스톱밸브 및 빌지 배출밸브를 설치하여야 한다. 다만, 이들 밸브가 기관실 내에 있는 경우에는 격벽갑판보다 상부의 장소로부터 조작할 필요는 없다.
- (5) 빌지웰의 고액면 경보장치
 - (가) 이덕터 구동수가 빌지웰에 역류되는 경우를 대비하여 각 빌지웰에 고액면 경보장치를 설치하고, 항상 사람이 있는 장소에 가시·가청경보를 발하도록 하여야 한다. 또한, 경보를 발하는 장소에서 고수위가 된 화물창을 식별할 수 있어야 한다. 고액면 경보장치를 대신하여, 화물창 구역 내 빌지 흡입측에 나사조임 체크밸브를 설치하는 것을 인정할 수 있다.
 - (나) 경보장치의 회로는 자기감시기능을 가지든가 또는 각 화물창 내에서 적어도 2회로를 분리설치하여야 한다.
 - (다) 석탄을 적재한 경우의 고액면 경보장치는 규칙 7편 3장 1602.에 따라야 한다.
- (6) 이덕터 구동수관이 현측탱크를 관통하는 경우
이중저 구조를 조건으로 격벽을 생략한 선박에서 이덕터 구동수관이 현측탱크를 통과하는 경우에는 빌지흡입관의 개구단에 체크밸브를 설치하여야 한다. 또한, 현측탱크 내에 설치한 이덕터 구동수관, 빌지배출관 및 이덕터는 가능한 한 중격벽의 화물창 쪽으로 근접하여 설치하여야 한다.
- (7) 빌지흡입구에 설치된 로즈박스
빌지흡입구에 설치된 로즈박스는 규칙 406.의 9항에 따르고, 이덕터의 빌지흡입 능력에 적합한 것이어야 한다.
- (8) 화물창 내의 빌지장치의 보호
이덕터 구동수관, 빌지배출관 및 이덕터는 화물에 의한 손상을 받지 않도록 고려하여야 한다.
- (9) 이덕터 구동수의 소화용수와의 겸용
이덕터 구동수를 소화용수관으로부터 연결한 경우에는 소화의 기능에 해를 끼치지 않도록 고려하여야 한다.

406. 배관 및 부착품 【규칙 참조】

1. 디프탱크를 통과하는 빌지관 및 평형수관 규칙 406.의 4항에 대하여는 다음 각호에 따른다.

- (1) 평형수 전용의 디프탱크를 통과하는 빌지흡입관에 한하여 설계압력에 따라 적용되는 호칭압력보다 1등급 위의 호

- 칭압력에 대응하는 플랜지이음을 사용하는 경우에는 용접이음으로 할 필요가 없다.
- (2) 전용 평형수탱크 내에 시체스트를 설치하고 자연주입·배수를 행하는 경우에는 이중으로 스톱밸브를 설치하고 견현 갑판상에서 조작할 수 있도록 한다.
 - (3) 화물유를 적재한 디프탱크에는 빌지흡입관 및 평형수흡입관 등 다른 탱크흡입관은 통과할 수 없다. 다만, 디프탱크 내에 파이프터널을 설치하여 그 안에 배관하는 경우에는 이에 따르지 아니한다.
 - (4) 전 각호의 적용에 있어서 빌지호퍼는 디프탱크로 본다.
2. 평형수 밸브의 제어 규칙 406.의 7항 (2)호의 “대체수단으로, 동력 상실시 그 밸브를 잠그기 위하여 쉽게 접근할 수 있는 장소에 수동의 수단이 있는 경우”의 적용에 있어서, 수동의 수단은 이중저, 현측탱크, 빌지호퍼탱크 또는 공소와 같이 침수로 인해 작동불능이 되는 장소에 위치하지 않아야 한다. (2021)
 3. 머드박스 규칙 406.의 8항의 적용에 있어서 길이 50 m 미만인 선박의 빌지흡입관 및 예비로 설치된 빌지흡입관 개구단에 부착되는 머드박스는 우리 선급이 인정한 경우에 로즈박스로 대체할 수 있다.

제 5 절 보일러의 급수 및 복수장치

501. 급수펌프 【규칙 참조】

1. 주 보일러의 경우, 급수장치가 그룹시스템(group system)일 경우에는 이 그룹 중 1대의 펌프와 같은 용량의 예비급수펌프 1대를 구비하여야 한다. 또한, 이 예비급수펌프는 급수펌프 그룹 중 어느 한 대가 정지되었을 경우, 용이하게 운전중의 펌프와 교대될 수 있도록 장치되어야 한다.
2. 중요보조 보일러의 경우, 전열면적이 50 m² 이하의 보일러에서는 2대의 급수펌프 중 1대를 인젝터로 할 수 있다.

502. 급수관 【규칙 참조】

1. 규칙 502.의 1항에서 2계통의 독립된 급수관에서 동체부착용 개구를 1개로 설치하는 예는 지침 그림 5.6.10과 같다.

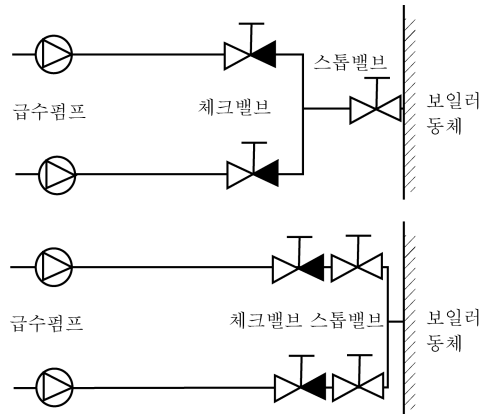


그림 5.6.10

2. 규칙 502.의 1항을 적용함에 있어서, 적당한 크기의 보일러가 2대 이상 설치되고 이들 각 보일러로 단일 급수관에 의하여 급수될 경우, 이러한 급수장치의 배관에 대한 예비설비 수준은 규칙 502.의 1항에 적합한 것으로 본다.
3. 중요보조 보일러의 경우, 소형 패키지 보일러로서 우리 선급이 특별히 인정하는 경우에는 급수관을 1계통으로 할 수 있다. 이 경우, 예비품으로서 급수펌프의 완비품 1조를 구비하고 상용급수펌프의 고장 시 쉽게 교환하여 사용할 수 있어야 한다.
4. 중요보조 보일러 또는 주기관의 운전에 필요한 연료유가열기나 상시 가열을 필요로 하는 화물의 가열기에 증기를 공급하는 보일러는 규칙 501. 및 규칙 502.에 따라 급수관장치를 하여야 한다. 다만, 당해장치가 고장난 경우에도 통상 항해 및 화물의 가열에 지장을 주지 않는 대체의 설비가 설치되어 있는 경우에는 규칙 501.의 1항, 2항 및 규칙 502.의 1항의 규정을 적용할 필요는 없다. 주기관의 운전에 필요한 연료유가열기 및 상시가열을 필요로 하는 화물의 가열에만 사용되는 보조보일러에 있어서는 대체설비가 설치되어 있지 않아도 단시간에 교환할 수 있는 급수펌프의 완비품 및 급수체크밸브의 완비품 각 1조를 비치한 경우에는 급수관장치를 1계통으로 할 수 있다.

제 6 절 증기관장치 및 배기관장치

601. 증기관장치 【규칙 참조】

1. 배관 규칙 601.의 1항에 대하여는 다음 각호에 따른다.
 - (1) 증기가열관은 녹판 등의 선체부재와는 직접 접촉하지 않도록 지지하여야 한다.
 - (2) 증기관은 원칙적으로 화물창 내를 관통해서는 아니 된다. 다만, 부득이한 경우, 관의 이음은 전부 용접으로 하고 충분한 방열시공을 하며, 관은 강판으로 보호하여야 한다.
 - (3) 증기터빈의 증기관에 대하여는 규칙 2장에 따른다.
 - (4) 보일러 안전밸브의 배기관은 규칙 5장에 따른다.
2. 2개 이상의 보일러의 주증기관을 공통의 증기관에 연결할 경우에는 각 보일러의 주증기 밸브를 나사조임 체크밸브로 하고, 이 밸브와 공통증기관 사이에는 스톱밸브를 설치하여야 한다.
3. 기름 가열관 규칙 601.의 3항을 적용함에 있어서 화물유탱크를 가열하는 가열증기장치관과 주관과의 연결부분은 해당 기관에 2중의 스톱밸브를 설치하거나 스펙터클 플랜지를 설치하여야 한다.

602. 배기관장치 【규칙 참조】

1. 규칙 602.의 1항의 요건을 적용함에 있어서, 환원제로서 암모니아 또는 우레아를 사용하는 선택적 촉매 환원장치는 이 장에서 규정한 요건에 추가하여 선박의 환경보호 설비에 관한 지침 2장의 요건에도 적합하여야 한다.
2. 규칙 602.의 1항의 요건을 적용함에 있어서, 배기가스 재순환장치(EGR)가 설치된 선박은 이 장에서 규정한 요건에 추가하여 선박의 환경보호 설비에 관한 지침 2장의 요건에도 적합하여야 한다.
3. 규칙 602.의 1항의 요건을 적용함에 있어서, 배기가스 세정장치(Exhaust Gas Cleaning System)가 설치된 선박은 이 장에서 규정한 요건에 추가하여 선박의 환경보호 설비에 관한 지침 3장의 요건에도 적합하여야 한다.

제 7 절 냉각장치

702. 예비냉각펌프 【규칙 참조】

1. 규칙 702.의 3항에서 증기터빈을 주기관으로 하는 선박의 예비 순환수펌프의 용량은 선속을 7노트 이상으로 하고, 유효하게 조타할 수 있는 속력을 확보할 수 있어야 한다.
2. 규칙 702.에서 총톤수 500톤 미만의 선박으로서 다음 각호에 해당하는 경우에는 예비 냉각수펌프를 생략할 수 있다
 - (1) 평수구역을 항해구역으로 하는 선박
 - (2) 연해구역을 항해구역으로 하는 선박으로서 주기관을 2대 장비하고, 각 주기관에 전용의 냉각수펌프를 장비하고 있는 경우
3. 규칙 702.의 7항을 적용함에 있어서 기관을 들어내어 전부를 개방하지 아니하고는 예비펌프를 교환하기 어려운 특별한 구조의 고속기관의 경우에는 펌프 예비품의 비치를 생략할 수 있다.
4. 규칙 702.의 8항에서 소형선의 기관이라 함은 길이 30 m 미만의 선박에 설치된 주기관 또는 보조기관을 말한다. 다만, 주기관의 경우에는 펌프의 완비품 1조를 예비품으로 비치하여야 한다.

703. 해수흡입구 【규칙 참조】

2개의 해수흡입구는 가능한 한 선측으로 서로 떨어져서 선저외판에 설치하여야 한다.

704. 여과기 【규칙 참조】

1. 규칙 704.에서 “냉각수의 공급을 중지하지 아니하고도 개방하여 청소할 수 있는 여과기”라 함은 다음의 것을 적합한 장치로 인정할 수 있다.
 - (1) 다축선에서 각 축계의 내연기관의 냉각수펌프와 해수흡입밸브 사이에 단식의 여과기를 설치한 경우
 - (2) 1축계를 독립적으로 구동할 수 있는 주기관이 2대 이상 설치되어 있고 각 주기관에 단식의 여과기를 설치한 경우
 - (3) 중요보기를 구동하는 내연기관이 2대 이상 설치되어 있고 각 내연기관에 단식의 여과기를 설치한 경우
2. 규칙 704.에서 “소형선박으로서 우리 선급이 승인한 여과기를 생략할 수 있는 경우”라 함은 다음과 같다.
 - (1) 길이 30 m 미만의 선박으로서 주기관 및 중요보기를 구동하는 내연기관의 경우

(2) 길이 30 m 이상 50 m 미만의 선박으로서 중요보기를 구동하는 내연기관의 경우

제 8 절 윤활유장치

802. 윤활유펌프 【규칙 참조】

1. 규칙 802.에서 총톤수 500톤 미만인 선박으로서 다음 각호에 해당하는 선박은 예비 윤활유펌프를 생략할 수 있다.
 - (1) 평수구역을 항해구역으로 하는 선박
 - (2) 연해구역을 항해구역으로 하는 선박으로서 주기관을 2대 이상 설치하고, 각 주기관에 전용의 윤활유펌프가 설치된 선박
2. 규칙 802.의 3항을 적용함에 있어서 기관을 들어내어 전부를 개방하지 아니하고는 예비펌프를 교환하기 어려운 특별한 구조의 고속기관의 경우에는 펌프 예비품의 비치를 생략할 수 있다.
3. 규칙 802.의 6항에서 기관이라 함은 주기관 또는 보조기관을 말한다. 다만, 주기관의 경우에는 펌프의 완비품 1조를 예비품으로 비치하여야 한다.

803. 배관

윤활유장치에 가열기가 사용되는 경우, 규칙 5편 6장 901.의 11항 (1)호 및 (2)호에 따른다. 【규칙 참조】

804. 윤활유여과기 및 청정기 【규칙 참조】

1. 규칙 804.의 2항에서 "청소 중에도 여과된 기름을 각각의 기관에 계속 공급할 수 있는 여과기"로서는 다음의 것을 적합한 장치로 인정할 수 있다.
 - (1) 오토 클리너 또는 자기소제식 여과기(self cleaning filter)를 설치한 경우
 - (2) 항해구역이 연해구역 이하인 선박으로서 쉽게 교체 또는 소제 가능한 단식여과기를 설치하고 바이패스를 설치한 경우
 - (3) 특수한 구조의 고속내연기관에서 단식여과기에 추가하여 여과기의 차압 경보장치를 갖추고 비상시 여과기를 통하지 않고도 자동적으로 급유되도록 배관되어 있으며, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우
 - (4) 다축선에서 각 축계의 각 기관에 단식의 윤활유여과기를 설치한 경우
 - (5) 1축계를 독립적으로 구동할 수 있는 주기관을 2대 이상 설치하고 각 주기관에 단식의 윤활유여과기를 설치한 경우
2. 규칙 804.의 3항을 적용함에 있어서, 다음 중 어느 하나에 해당될 경우에는 윤활유 청정기 또는 이에 대신하는 유효한 여과기 설치를 생략할 수 있다.
 - (1) 항해구역이 연해구역 이하의 선박으로서 적어도 1회의 시스템을 교환하는데 충분한 용량의 윤활유 저장 탱크를 비치한 경우
 - (2) 독립적인 윤활유장치를 가지는 주기관이 2대 이상 설치된 경우, 이들 중 어느 1대가 정지되어도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있으며 1대의 주기관에 적어도 1회의 시스템을 교환하는데 충분한 용량의 윤활유 저장 탱크를 비치한 선박
 - (3) 톤수 및 항해구역에 관계없이 1회의 시스템을 교환하는데 충분한 용량의 윤활유 저장탱크를 비치한 어선

제 9 절 연료유장치

901. 일반사항

1. 연료유장치의 설치장소 규칙 901.의 2항을 적용함에 있어서, 연료유탱크는 탱크로부터 누유, 가연성 가스의 축적 등을 고려하여 될 수 있는 한 주기관, 보조보일러 등의 상부에 설치하지 않을 것을 권장한다. 부득이 연료유탱크를 고온부의 직상에 설치하는 경우에는 규칙 5편 6장 1절 및 9절의 해당 규정에 따르는 이외에 다음에 따른다. 또한, 현존선의 경우에도 상기와 같은 구조에 대하여는 될 수 있는 한 개조하여야 한다. 【규칙 참조】
 - (1) 설치장소의 환기를 양호하게 하기 위하여 기계통풍 덕트를 설치하는 등의 수단을 강구한다.
 - (2) 기름받이는 적절한 너비와 깊이로 한다. 또한, 기름받이는 면적을 크게 하여 용량을 증가하는 것 보다 깊이를 깊게 하여 기름의 표면적을 적게 하는 방법을 권장한다.

- (3) 기름받이 드레인인 적절한 지름의 드레인관에 의하여 드레인탱크로 유도한다. 이 경우, 관은 될 수 있는 한 짧고 충분히 경사지게 하여 관내에 기름이 체류하지 않도록 유의한다. 또한, 드레인탱크에는 측침장치를 설치하여 측침할 수 있도록 한다.
- (4) 연료유탱크에 설치하는 넘침관에 대하여는 다음에 따른다.
 - (가) 연료유탱크에 내장식의 플로트게이지를 장비하는 경우 등과 같이 기관실 내에 개구를 가지는 연료유탱크에는 해당 탱크 주입관의 합계단면적의 1.25배 이상의 합계단면적을 가지는 넘침관을 설치한다.
 - (나) 넘침관의 최고부는 연료유탱크의 개구 위치보다 아래쪽에 개구한다.
 - (다) 넘침관은 될 수 있는 대로 짧고 경사지게 배관한다.
 - (라) 넘침 기름을 수용하는 탱크에 물 또는 기름이 유입되는 경우에 연료유탱크로 기름 또는 물이 역류하는 것을 방지하기 위하여 넘침관의 적절한 곳에 체크밸브를 설치한다. 또한, 이 체크밸브에는 나사조임 체크밸브의 사용을 피하고 부득이 이것을 사용하는 경우에는 밸브에 적절한 주의 명판을 붙인다.
 - (마) 넘침관에는 (라)에 의한 체크밸브 외에는 스톱밸브를 설치하지 않는다.
 - (바) 넘침관과 드레인관은 서로 연결하지 않는다.
- (5) 배기집합관 가까이 연료유탱크를 설치하는 경우, 집합관은 적절한 방열시공을 하고 플랜지부분을 포함하여 유밀성 금속케이싱 또는 내침유성의 콤파운드를 도포한 특수포로 피복한다.

2. 연료유관 및 관 부착품 규칙 901.의 3항 (5)호에서 고온부라 함은 표면온도가 220 °C 이상인 모든 표면을 말한다.

【규칙 참조】

- 3. 기름받이 및 드레인설비 규칙 901.의 4항의 연료유 드레인에 대한 취급을 다음 각호에 따른다. **【규칙 참조】**
 - (1) 설계압력을 넘을 가능성이 있는 연료유 가열기에는 도출밸브를 설치하고, 도출한 드레인을 드레인탱크로 유도하거나 다른 방법으로 연료유가 비산하지 않도록 하여야 한다.
 - (2) 연료유 탱크를 배치하는데 있어서 부득이 고온 부위에 설치하는 경우의 연료유 드레인에 대한 취급은 1항 (2)호 및 (3)호에 따른다.

4. 연료유탱크의 구조 규칙 901.의 5항에서 소형탱크라 함은 전용량이 1 m³ 이하의 연료유탱크를 말한다. **【규칙 참조】**

5. 연료유 이송펌프 규칙 901.의 9항에 대하여는 다음 각호에 따른다. **【규칙 참조】**

- (1) 연료유 이송펌프의 취급은 다음에 따른다.
 - (가) 주기관의 출력이 368 kW 를 넘고 1,471 kW 미만인 경우 또는 길이 50 m 미만인 선박의 경우 주펌프는 동력 펌프로 하고 예비펌프는 수동펌프로 할 수 있다.
 - (나) 주기관의 출력이 368 kW 이하의 경우 수동펌프로 할 수 있다.
 - (다) 주기관 출력의 계산에 있어서 주기관이 2대 이상인 경우에는 그 합계 마력을 말한다.
- (2) 평수구역을 항해구역으로 하는 선박에는 연료유 이송펌프를 1대로 할 수 있다.

6. 배관 규칙 901.의 10항을 적용함에 있어서 연료유탱크와 평형수탱크를 겸용하여 사용하는 탱크에는 연료유 또는 평형수를 어떠한 경우에도 각각 흡입할 수 있도록 지침 그림 5.6.11과 같이 배관하여야 한다. **【규칙 참조】**

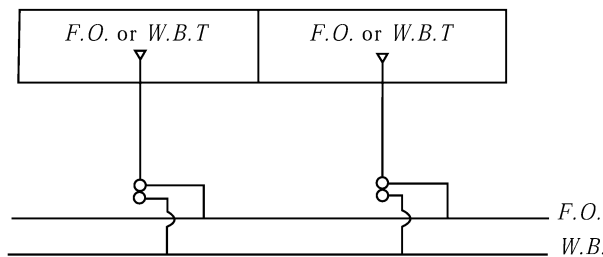


그림 5.6.11 연료유 탱크와 평형수탱크를 겸용하는 경우의 배관 예

- 7. 연료유관은 음료수 탱크 내를, 음료수를 사용하는 관은 연료유 탱크 내에 배관하여서는 아니 된다.
- 8. 규칙 901.의 14항의 연료유 각 종류별로 2개의 연료유 서비스탱크 설치에 대한 적용 예는 지침 그림 5.6.12와 같다. 이 규정은 해상인명안전협약(SOLAS)의 적용을 받는 선박에 적용한다. **【규칙 참조】**

(1) 적용 예 1

(가) SOLAS 요건 : 주기관, 보조기관 및 보일러가 HFO로 운전되는 경우(한가지 연료 사용)

HFO 서비스탱크 최소 8시간 용량 주기관+보조기관+보조보일러	HFO 서비스탱크 최소 8시간 용량 주기관+보조기관+보조보일러	MDO 탱크 기관/보일러의 최초 cold starting 또는 수리용도
--	--	---

(나) 동등한 장치³

HFO 서비스탱크 최소 8시간 용량 주기관+보조기관+보조보일러	MDO 서비스탱크 최소 8시간 용량 주기관+보조기관+보조보일러
--	--

(비고)

1. 주기관(항내 운전시) 및 보조기관이 모든 하중조건 하에서 증유로 운전할 수 있는 경우에만 이러한 장치를 적용한다.
2. 만일, 보조보일러의 파일럿 버너가 필요한 경우에는 추가의 8시간용 MDO 탱크를 요구할 수 있다.
3. 연료소모장치에서 요구되는 연료 분사 점도를 달성하기 위하여 서비스 탱크 이후 가열이 필요한 연료는 MDO로 간주되지 않는다. (2024)

(2) 적용 예 2

(가) SOLAS 요건 : 주기관 및 보조보일러는 HFO로 운전되고 보조기관은 MDO로 운전되는 경우

HFO 서비스탱크 최소 8시간 용량 주기관+보조보일러	HFO 서비스탱크 최소 8시간 용량 주기관+보조보일러	MDO 서비스탱크 최소 8시간 용량 보조기관	MDO 서비스탱크 최소 8시간 용량 보조기관
-------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

(나) 동등한 장치³

HFO 서비스탱크 최소 8시간 용량 주기관+보조보일러	MDO 서비스탱크 아래의 두가지 중 큰 용량 ·4시간 주기관+보조기관+보조보일러 또는 ·8시간 보조기관+보조보일러	MDO 서비스탱크 아래의 두가지 중 큰 용량 ·4시간 주기관+보조기관+보조보일러 또는 ·8시간 보조기관+보조보일러
-------------------------------------	---	---

(비고)

1. 두가지 형식의 연료를 사용하는 추진 및 중요장치가 신속한 연료전환이 가능하고 이들 연료로 해상의 모든 통상의 운전조건에서 운전할 수 있는 경우에 상기의 장치를 적용한다.
2. 연료유 서비스탱크란 즉시 사용이 가능한 연료유를 저장하고 있는 연료유탱크를 의미하며, 청정기의 설치유무에 관계 없이 세틀링탱크는 연료유 서비스탱크로 간주하지 않는다.
3. 연료소모장치에서 요구되는 연료 분사 점도를 달성하기 위하여 서비스 탱크 이후 가열이 필요한 연료는 MDO로 간주되지 않는다. (2024)

그림 5.6.12 연료유 서비스탱크 설치에 대한 적용 예

902. 보일러의 분연장치 【규칙 참조】

1. 분연장치 규칙 902.의 1항 (2)호에 의하여 분연장치가 2조 요구되는 보일러에 있어서도 주기관의 운전에 필요한 연료유 가열 및 상시 가열을 필요로 하는 화물의 가열에만 사용되는 보일러는 당해장치의 대체설비가 설치되어 있지 않아도 단시간에 교환 가능한 분연펌프의 완비품을 1대 비치한 경우에는 분연장치를 1조로 할 수 있다.
2. 소형 패키지 보일러로서 분연펌프를 2조 장비하기 위한 관련 배관이 곤란한 경우에는 분연펌프를 1계통으로 할 수 있다. 이 경우, 예비품으로서 분연펌프의 완비품 1조를 구비하고 상용분연펌프의 고장 시 쉽게 교환하여 사용할 수 있어야 한다.

903. 내연기관의 연료유 공급장치 【규칙 참조】

1. 연료유 공급펌프 규칙 903.의 1항에 대하여는 다음 각호에 따른다.
 - (1) 총톤수 500톤 미만인 선박으로서 다음에 해당하는 선박은 예비연료유 펌프를 생략할 수 있다.

- (가) 평수구역을 항해구역으로 하는 선박
 - (나) 연해구역을 항해구역으로 하는 선박으로서 주기관을 2대 이상 장비하고, 각 주기관에 전용의 연료유 공급펌프가 설치된 선박
 - (2) **규칙 903.의 1항 (4)호**에서 기관이라 함은 주기관 또는 보조기관을 말한다. 다만, 주기관의 경우에는 펌프의 완비품 1조를 예비품으로 비치하여야 한다.
 - (3) 항해구역이 연해 이하인 선박으로서, 사용되는 연료유가 경질유이고, 증력으로 공급할 수 있도록 배관된 경우에는 연료유 공급펌프를 생략할 수 있다.
 - (4) **규칙 903.의 1항 (6)호**를 적용함에 있어서 기관을 들어내어 전부를 개방하지 아니하고는 예비펌프를 교환하기 어려운 특별한 구조의 고속기관의 경우에는 펌프 예비품의 비치를 생략할 수 있다.
- 2. 연료유 여과기** **규칙 903.의 2항 (2)호**에서 “청소 중에도 여과된 기름을 계속하여 공급할 수 있는 여과기”로서는 다음의 것을 적합한 장치로 인정할 수 있다.
- (1) 오토 클리너 또는 자기소제식 여과기를 설치한 경우
 - (2) 다축선에서 각 축계의 각 기관에 단식의 연료유여과기를 설치한 경우
 - (3) 1축계를 독립적으로 구동할 수 있는 주기관을 2대 이상 설치하고 각 주기관에 단식의 연료유여과기를 설치한 경우
- 3. 연료유 가열장치 및 청정장치** **규칙 903.의 3항**에서 “저질유”라 함은 원칙적으로 동점도(50℃, cSt) 150을 초과하는 중유를 표준으로 한다.

제 10 절 열매체유장치

1003. 열매체유장치의 펌프 【규칙 참조】

- 1. **규칙 1003.의 1항**에서 “중요한 용도에 사용되는 열매체유장치”라 함은 다음을 위하여 열매체유가 사용되는 것을 말한다.
 - (1) 추추진 기관의 작동을 위하여 필요한 연료유 가열
 - (2) 연속적으로 가열이 요구되는 화물의 가열
- 2. **규칙 1003.에도** 불구하고, 단시간에 교환 가능한 분연펌프의 완비품 1대를 비치한 경우에는 중요한 용도에 사용되는 열매체유장치의 분연펌프를 1대로 할 수 있다.

제 11 절 압축공기장치

1101. 시동장치 【규칙 참조】

- 1. **주공기탱크의 수 및 용량** **규칙 1101.의 1항 (5)호**에서 추진용 주기관의 수가 2대 이상일 경우, 시동용 주 공기탱크의 합계용량은 도중에 충전하지 않고, 각 기관마다 최소 3회 연속 시동하는데 충분한 것이어야 한다. 단, 최소 합계용량은 12회 시동에 필요한 용량보다 적어서는 안되며, 18회 시동에 필요한 용량을 초과할 필요는 없다. (2022)
- 2. **규칙 1101.의 1항 (4)호**를 적용함에 있어서, “기관의 제어, 기적 등의 용도로 소모되는 양”이라 함은 규정하는 횟수만큼의 시동 중에 제어, 기적 등과 같은 기타 용도로 자연 소모되는 양을 말하며 항해 중의 제한된 시계(restricted visibility)등을 가정한 기적의 작동은 고려되지 않는다.
- 3. **공기압축기의 수 및 용량** **규칙 1101.의 2항 및 3항**에 대하여는 다음 각호에 따른다.
 - (1) 소형기관이라 함은 연속최대출력 368 kW 이하의 기관을 말한다.
 - (2) 공기압축기의 용량이 다를 경우, 작은 용량의 공기 압축기는 자기역전식기관의 경우는 4회의 연속시동에, 비역전식기관의 경우는 2회의 연속시동에 필요한 공기를 1시간 내에 충전할 수 있어야 한다.
 - (3) 수동시동이 가능한 기관으로 구동되는 공기압축기는 비상 공기압축기로도 사용할 수 있다.
 - (4) 디젤기관으로서 88 kW 이하의 주기관을 장비한 선박은 1대를 수동 공기압축기로 할 수 있다. 또한, 평수구역을 항해구역으로 하는 선박은 1대만으로 할 수 있다.
- 4. **비상공기압축기** **규칙 1101.의 3항**을 적용함에 있어서 비상발전기에 의하여 공기압축기 구동 모터까지 급전이 이루어지는 경우, 비상용 공기압축기의 설치를 면제할 수 있다.

1102. 구조 및 안전장치 【규칙 참조】

1. 규칙 1102.의 1항 (4)호를 적용함에 있어 공기압축기의 크랭크축 강도는 다음 (1)호 또는 (2)호에 적합하여야 한다. 다만, 그 외의 경우에도 크랭크축강도에 대한 상세한 계산서가 제출될 경우 이를 검토하고 적절하다고 인정할 경우에는 승인할 수 있다.

(1) 저널 및 크랭크핀의 소요 지름 d_k 는 다음 식에 의한 것 이상이어야 한다.

$$d_k = 0.126 \cdot \sqrt[3]{D^2 \cdot p_c \cdot C_l \cdot C_w \cdot (2 \cdot H + f \cdot L)} \quad (\text{mm})$$

D : 일단 압축기의 실린더 지름 (mm)

= D_{Hd} : 분리된 피스톤을 갖는 2단 압축기에서 2단의 실린더 지름

= $1.4 \cdot D_{Hd}$: 지침 그림 5.6.13과 같이 계단식 피스톤을 갖는 2단 압축기의 경우

= $\sqrt{(D_{Nd})^2 - (D_{Hd})^2}$: 지침 그림 5.6.14와 같이 차동피스톤을 갖는 2단 압축기의 경우

p_c : 설계압력(40 bar 이하에 적용) (bar)

H : 피스톤 행정 (mm)

L : 주베어링 중심간 거리(mm)에 다음 계수를 곱한 값

① 두 주베어링 사이에 한 크랭크가 위치하는 경우 : 1.0

② 두 주베어링 사이에 다른 각도로 두 크랭크가 위치하는 경우 : 0.85

③ 한 크랭크에 2 또는 3 개의 연결봉이 설치되어 있는 경우 : 0.95

f : ① 실린더가 1열로 배치된 경우 : 1.0

② V 또는 W 형

- 실린더가 90°로 배치된 경우 : 1.2

- 실린더가 60°로 배치된 경우 : 1.5

- 실린더가 45°로 배치된 경우 : 1.8

C_l : 지침 표 5.6.4에 따른 계수

z : 실린더 수

C_w : 지침 표 5.6.5 또는 지침 표 5.6.6에 따른 재료 계수

R_m : 규격최소인장강도 (N/mm²)

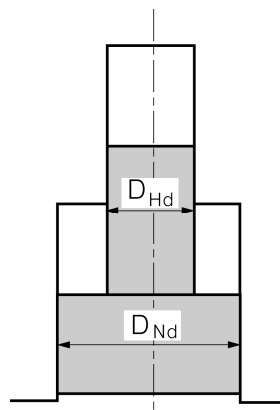


그림 5.6.13

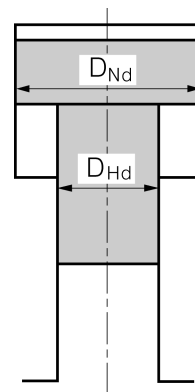


그림 5.6.14

표 5.6.4 C_l 값

z	1	2	4	6	≥ 8
C_l	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4

표 5.6.5 강재 축의 C_w 값

R_m	C_w
400	1.03
440	0.94
480	0.91
520	0.85
560	0.79
600	0.77
640	0.74
≥ 680	0.70
720 ¹⁾	0.66
≥ 760 ¹⁾	0.64

1) 단조(forged) 크랭크축에만 적용한다.

표 5.6.6 구상흑연주철제 축의 C_w 값

R_m	C_w
370	1.20
400	1.10
500	1.08
600	0.98
700	0.94
≥ 800	0.90

- (2) 크랭크축은 피로파괴에 대하여 충분한 안전계수를 가져야 한다. 다양한 계산 방법이 사용될 수 있으며 다음은 암 필릿에서의 피로에 대한 안전 평가를 위한 한 가지 방법이다. 다음 방법은 직렬, V 또는 W형 실린더 배치를 갖는 일단 또는 다단 압축기에 사용되는 단강, 주강 또는 구상흑연주철제의 크랭크축에 적용한다.
(가) 크랭크핀 필릿에서의 응력은 다음 기준에 만족되어야 한다.

$$\sigma_b \leq \frac{\sigma_f}{S}$$

- σ_b : 필릿에서 굽힘응력 크기(N/mm²)
 σ_f : 피로강도 (N/mm²)
 S : 최소안전계수

피로 기준은 다음의 최소 안전 계수를 적용한다.

$$S = 1.4$$

이 방법에서는 단순 형상을 갖는 필릿에서 비틀림응력의 영향을 포함하는 안전계수는 무시한다. 피로강도는 다음과 같이 계산한다.

$$\sigma_f = (0.33\sigma_B + 40)k_m$$

σ_B : 재료의 규격최소인장강도 (N/mm²)
 k_m : 지침 표 5.6.7에 따른 재료계수.

표 5.6.7 재료 계수 k_m

재료	k_m
단강	1.0
주강	0.8
구상흑연주철	0.9

굽힘응력의 크기는 다음과 같이 평가되어야 한다.

$$\sigma_b = 0.7\sigma_{nom}\alpha$$

0.7 : 편진응력범위를 등가단진폭 반복응력으로 치환하는 상관 계수

α : 굽힘에 대한 피로노치계수

$$\sigma_{nom} = M_B / W_B \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

M_B : 두 베어링 사이의 중간지점에서 가장 가까운 암의 중앙에서 굽힘모멘트

$$M_B = \frac{k_d \pi D^2 p a b}{4L}$$

D : 실린더 지름 (mm), p = 설계압력(MPa). 다만, 두 베어링 사이에 다수의 실린더가 배치되는 경우, 각 pD^2 의 최대값을 사용한다.

L : 두 베어링 중심간 거리 (mm) (지침 그림 5.6.15 참조)

a : 한 베어링의 중심으로부터 두 베어링 사이의 중간지점에서 가장 가까운 암의 중심까지의 거리 (mm) (지침 그림 5.6.15 참조)

$b = L - a$, ($b \geq a$), (mm)

k_d : 지침 표 5.6.8에 따른 설계 계수.

표 5.6.8 설계계수 k_d 값

설계	k_d
직렬	1.00
V-90, W-90	1.15
V-60, W-60	1.50
V-45, W-45	1.75

$$W_B = BW^2/6$$

W_B : 암의 단면계수

B : 암의 너비(mm), (지침 그림 5.6.15 참조)

W : 암의 두께(mm), (지침 그림 5.6.15 참조)

굽힘에 대한 피로노치계수는 다음과 같이 계산한다.

$$a = 1 + \eta(\alpha_{th} - 1)$$

η : 노치감도계수

$$\eta = 0.62 + 0.2 \log R + \sigma_y 10^{-4} \log (400/R)$$

(계산 값이 1보다 크면, η 은 1로 한다)

σ_y : 재료의 항복강도 (N/mm²)
 R : 실제 필릿 반지름(mm)

α_{th} : 이론 응력집중계수(압 굽힘응력 참조)

$$\alpha_{th} = 3.0 f(A/d) f(W/d) f(B/d) f(R/d)$$

$$f(A/d) = 1 - 0.8 A/d$$

$$f(W/d) = 1 + 2.2 (W/d - 0.35)$$

$$f(B/d) = 1 + 0.4 (B/d - 1.45)$$

$$f(R/d) = \frac{0.22}{\sqrt{R/d}}$$

A : 핀 오버랩(mm), (지침 그림 5.6.15 참조)
 d : 크랭크핀 지름(mm).

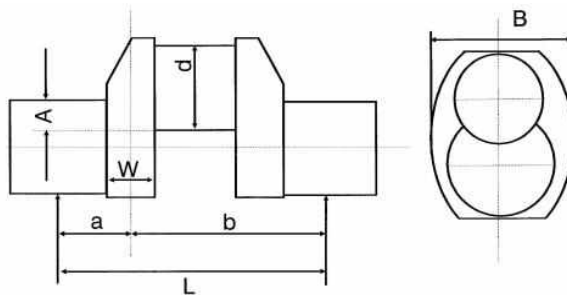


그림 5.6.15 공기압축기의 크랭크 스톱우

제 12 절 냉동장치

1201. 일반사항 [규칙 참조]

1. 적용

- (1) 규칙 1201.의 1항 (1)호를 적용함에 있어서 “냉동사이클을 형성하는 냉동장치”는 압축기, 응축기, 리시버, 증발기, 관장치 및 이들의 부속장치 등을 포함한다.
- (2) 압축기의 사용동력이 7.5 kW 이하이고 R 22, R 134a, R 404A, R 407C, R 410A 또는 R 507A를 1차냉매로 사용하는 냉동장치는 사용목적, 사용조건 및 선상에서의 주위환경에 적합한 것이어야 한다.
- (3) R 717를 1차냉매로 사용하는 냉동장치는 규칙에서 규정하는 요건에 추가하여 아래의 (4)호 내지 (14)호에서 규정하는 요건을 따라야 한다.
- (4) 암모니아 냉동장치의 제출도면 및 자료
 규칙 5편 1장 209.에서 정하는 요건에 추가하여 일반적으로 다음과 같은 도면 및 자료를 제출하여야 한다.
 - (가) R 717 냉매배관계통도
 - (나) 가스탐지기 배치도
 - (다) 냉동장치 설치구획 기기배치도
- (5) 암모니아 냉동장치에 대한 일반요건

- (가) 냉동장치에 사용하는 압력용기는 **규칙 5편 5장 3절**에서 규정하는 제1급 압력용기로 하고 1차냉매관(이하 냉매관이라 한다.)의 분류는 **규칙 5편 6장 1절**에서 규정하는 제1급관으로 한다.
- (나) 냉동장치를 구성하는 압력용기 및 관의 설계압력은 고압측에서 2.3 MPa, 저압측에서 1.8 MPa 이상이어야 한다.
- (6) 암모니아 냉동장치의 재료
- (가) 암모니아와 접촉하는 개소에는 부식성이 높은 재료(동, 아연, 카드뮴 또는 이들의 합금 등) 및 수은을 함유하고 있는 재료를 사용하여서는 아니 된다.
- (나) 압력용기 및 관장치에는 니켈강을 사용하여서는 아니 된다.
- (다) 냉매관계통에는 주철밸브를 사용하여서는 아니 된다.
- (라) 해수냉각식 응축기에는 해수에 의한 부식을 고려하여 재료를 선택하여야 한다.
- (마) 급속냉동장치(접촉냉동장치)의 플랫폼(flatt tank)을 알루미늄합금의 압출성형재(extrusion molding)로 제조하는 경우, 그 재료는 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 2장 6절**에 따라 승인을 받아야 한다.
- (7) 암모니아 냉동장치의 배관장치
- (가) 냉매관은 거주구역을 통과하여서는 아니 된다.
- (나) 냉매관계통의 관이음은 가능한 한 맞대기용접이음으로 하여야 한다.
- (다) 압력도출밸브에서 방출되는 가스는 저압측으로 유도하는 경우를 제외하고 물에 흡수시켜야 한다.
- (라) 항상 압력이 걸리는 개소에 유리로 만든 액면계를 사용하는 경우에는 다음의 요건을 따라야 한다.
- (a) 액면계에 사용하는 유리는 평면형으로 하고 외부로부터의 충격에 대하여 충분히 보호된 구조이어야 한다.
- (b) 액면계의 스톱밸브는 유리가 파손되었을 때 액의 유출이 자동으로 차단되는 구조이어야 한다.
- (마) 퍼지밸브에서 방출되는 가스는 대기로 직접 방출되지 않고 물에 흡수되도록 하여야 한다.
- (바) 응축기용 냉각해수의 배출관은 독립의 배관으로 하여야 하며, 거주구역을 통과시키지 않고 직접 선외로 유도하여야 한다.
- (8) 암모니아 냉동장치의 제어 및 경보장치
- 냉매용 압축기는 냉매관계통의 고압측 압력이 과도하게 높을 경우, 자동으로 정지시키는 장치를 설치하여야 한다. 또한, 이 장치가 작동한 경우에는 설치장소 및 감시장소에 가시거리의 경보를 발생시키는 장치를 설치하여야 한다.
- (9) 암모니아 냉동장치의 설치구획
- (가) 압축기, 리시버 및 응축기가 설치되어 있는 구획(이하 냉동장치 설치구획이라 한다.)은 누설된 암모니아가 다른 구획으로 유출되지 않도록 기밀의 격벽 및 갑판으로 격리된 전용의 구획으로 하여야 한다. 또한, 냉동장치 설치구획에는 다음의 요건을 만족시키는 문을 설치하여야 한다.
- (a) 소구획을 제외하고, 냉동장치 설치구획에는 적어도 2개 이상의 출입문을 가능한 한 서로 멀리 떨어지게 설치하여야 한다.
- (b) 노천갑판으로 유도하지 않은 출입문은 밀폐성이 높은 자기폐쇄식(self-closing type)이어야 한다.
- (c) 출입문은 용이하게 조작할 수 있고 밖으로 열리는 구조이어야 한다.
- (나) 케이블, 관장치 등의 기밀격벽 및 갑판의 관통개소는 기밀구조로 하여야 한다.
- (다) 냉동장치 설치구획에 이르는 통로는 거주구역, 병실 및 제어실과 기밀의 격벽 및 갑판으로 격리하여야 한다.
- (라) 냉동장치 설치구획의 배수는 다른 구획의 개방형 빌지웰(open bilge well) 또는 빌지로(bilge way)로 배출되지 않도록 독립의 배수계통으로 구성하여야 한다.
- (10) 암모니아가스제거장치
- 냉동장치 설치구획에는 사고로 누설된 가스를 설치구획에서 신속히 제거할 수 있도록 다음 (가) 및 (나)에 따른 통풍장치 및 수막장치로 구성된 가스제거장치를 설치하여야 한다.
- (가) 냉동장치 설치구획에는 상시 환기가 가능하도록 원칙적으로 다음의 요건을 만족시키는 배기식 기계통풍장치를 설치하여야 한다.
- (a) 통풍장치는 냉동장치 설치구획을 적어도 시간당 30회의 환기를 행할 수 있는 충분한 능력을 가져야 한다.
- (b) 통풍장치는 다른 통풍장치와 독립되어야 하며, 냉동장치 설치구획 바깥에서 조작할 수 있어야 한다.
- (c) 배기출구는 배기된 공기가 공기흡입구, 거주구역, 업무구역 및 제어장소 등의 개구로 유입되지 않도록 설치하여야 한다.
- (d) 스파크가 발생하지 않는 통풍장치를 설치하여야 하며 **규칙 8편 3장 104.**의 요건에 따른다.
- (나) 냉동장치 설치구획의 모든 문에는 설치구획 외부에서 조작할 수 있는 수막장치를 설치하여야 한다.
- (11) 암모니아 냉동장치용 가스탐지 및 경보장치

선원의 안전을 위하여 냉동장치 설치구획의 내부 및 외부에 경보를 발하는 고정식 가스탐지 및 경보장치를 설치하여야 하며, 암모니아 가스농도가 25 ppm을 초과할 경우 작동하여야 한다.

(12) 암모니아 냉동장치의 전기설비

- (가) 누설사고가 발생한 경우에 작동하여야 하는 냉동장치 설치구획 내의 전기설비, 가스탐지 및 경보장치와 비상등은 암모니아 가스에 대하여 안정성이 증명된 방폭형으로 하여야 한다.
- (나) (11)호의 경보장치에 추가하여, 냉동장치 설치구획 내의 암모니아 가스농도가 4.5%를 넘지 않는 농도에서 누설 경보를 발하여야 하며, 일정시간 이상 지속될 경우 방폭형 이외의 전기설비는 냉동장치 설치구획 외부에 있는 차단기에 의하여 자동적으로 차단되도록 하여야 한다.

(13) 암모니아 냉동장치용 안전 및 보호장구

원칙적으로 다음과 같은 암모니아 냉동장치용 안전 및 보호장구를 설치하여야 하며, 냉매가 누설하였을 때에도 용이하게 접근할 수 있도록 냉동장치 설치구획 외부의 장소에 보관하도록 하여야 한다. 보관장소에는 용이하게 식별할 수 있도록 표시를 하여야 한다.

- (가) 방호복(헬멧, 안전화, 장갑 등을 포함한다.) × 2
- (나) 자장식 호흡구(30분 이상 기능을 발휘할 수 있는 것) × 2
- (다) 눈보호장구 × 2
- (라) 세안기 × 1
- (마) 붕산
- (바) 비상용 전기토치 × 2
- (사) 전기절연저항계 × 1

(14) 어선 등에 대한 요건

- (가) 길이가 55 m 미만인 어선에 설치되는 냉동설비 또는 암모니아 보유량이 25 kg 이하인 냉동장치는 (9)호 내지 (13)호를 대신하여 다음의 요건을 만족하여야 한다.
 - (a) 냉동장치는 기관실에 설치할 수 있다. 이 경우, 냉동장치보다 낮은 위치에 드레인받이를 설치하여야 한다.
 - (b) 암모니아 가스제거장치는 다음에 따른다.
 - (i) 냉동장치 설치장소의 상부에 암모니아 가스가 체류하지 않도록 환기할 수 있는 배기용 전용후드가 달린 통풍장치를 설치하여야 한다. 이 배기통풍기는 기관실 통풍기와 독립된 것이어야 한다.
 - (ii) 냉동장치가 설치되어 있는 구역 근처에는 누설된 암모니아 가스를 충분히 흡수할 수 있는 살수장치를 설치하여야 한다. 살수호스 및 물분무노즐 등은 누설이 발생한 즉시 물을 분사할 수 있도록 배치하여야 한다.
 - (c) 감시실(또는 제어실) 및 기관실 입구에 가시·가청의 경보를 발하는 암모니아 가스탐지 및 경보장치를 설치하여야 하며, 암모니아 가스농도가 25 ppm을 초과할 경우 작동하여야 한다. 이때 탐지기는 냉동장치 상부 근처의 배기구 및 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 장소에 설치하여야 한다.
 - (d) 전기설비는 가능한 한 냉동장치 근처에 배치하여서는 아니 된다.
 - (e) 방호복(헬멧, 안전화, 장갑 등을 포함한다) 2조 및 자장식 호흡구(30분 이상 기능을 발휘할 수 있는 것) 2조를 비치하여야 하며, 감시실(또는 제어실)로부터의 탈출경로가 기관실을 통과하는 경우, 자장식 호흡구 중 1개를 감시실(또는 제어실)에 비치하여야 한다.
- (나) 길이 55m 이상의 어선에 설치되는 냉동설비는 특별히 기국이 암모니아 냉동장치의 기관실 설치를 인정하는 경우에 한하여 (가)를 적용할 수 있다.

제 13 절 유압장치 (2018)

1304. 유압실린더 (2018)

1. 규칙 1304.의 2항 (4)호에서 '우리 선급이 별도로 정하는 바'라 함은 다음에 따라 계산서를 제출하고 승인 받는 것을 말한다. 미는 힘을 가지는 유압실린더의 경우 좌굴하중 P_E 의 판정기준은 다음 식에 따른다. 【규칙 참조】

$$P_E \geq 4 \cdot P_A \quad (\text{kN})$$

여기서 4의 안전계수는 보다 정확한 계산 방법을 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정할 경우 경감할 수 있다. 다만 계산방법에 상관없이 2.7 이상이어야 한다.

P_A : 실제 최대하중 (kN)

P_E : 좌굴하중으로 다음에 따른다.

$$P_E = \frac{\pi^2 E}{1,000 LZ} \quad (\text{kN})$$

E : 종탄성계수 (N/mm²)

L : 지지점 사이 완전히 펼쳐진 실린더의 총 길이, 즉 $L_1 + L_2$ (mm)

L_1 : 지지점에서 실린더 튜브의 길이 (mm)

L_2 : 지지점에서 완전히 펼쳐진 피스톤 로드의 길이 (mm)

여기서 L , L_1 , L_2 은 실린더의 지지 형태에 따라 유효길이 계수 K 를 곱하여 계산하여야 한다. 지지 형태에 따른 유효길이 계수 K 는 아래와 같다.

양단 단순지지 : $K = 1$

한쪽 단순지지 및 한쪽 고정지지 : $K = \frac{1}{\sqrt{2}}$

양단 고정지지 : $K = 0.5$

Z : 형상계수로서 다음 식에 의한 값

$$Z = \frac{L_1}{I_1} + \frac{L_2}{I_2} + \left(\frac{1}{I_2} - \frac{1}{I_1}\right) \times \frac{L}{2\pi} \sin\left(2\pi \frac{L_1}{L}\right)$$

I_1 : 실린더 튜브의 관성모멘트로서 다음 식에 의한 값

$$I_1 = \frac{\pi(D_o^4 - D_i^4)}{64} \quad (\text{mm}^4)$$

D_o : 실린더 튜브의 바깥지름 (mm)

D_i : 실린더 튜브의 안지름 (mm)

I_2 : 피스톤 로드의 관성모멘트로서 다음 식에 의한 값

$$I_2 = \frac{\pi(d_o^4 - d_i^4)}{64} \quad (\text{mm}^4)$$

d_o : 피스톤 로드의 바깥지름 (mm)

d_i : 피스톤 로드의 안지름 (mm)

1306. 시험 및 검사

1. 유압모터의 수압시험에 있어서, 특수한 구조(예, submerged type)로서 선박의 안전 및 추진에 관계되지 않는 펌프용 유압모터에 대해서는 수압시험 성적서를 제출하여 우리 선급이 인정하는 경우 입회 검사를 생략할 수 있다.

【규칙 참조】

제 14 절 시험 및 검사

1401. 보기의 시험

1. 용량시험

규칙 1401.의 2항 (1)에서 동일하게 설계된 보기에 대하여는 특정 설계 시리즈중 첫 번째 보기를 제외한 나머지 보기에 대해서는 용량시험을 생략할 수 있다. (2018) 【규칙 참조】

1402. 밸브 및 관부착품의 수압시험 【규칙 참조】

1. 규칙 1402.의 1항에서 "우리 선급이 지장이 없다고 인정하는 경우"에 따라 수압시험을 생략할 수 있는 밸브 및 관부착품은 다음의 것을 말한다.

- (1) 관플랜지 및 관피스(엘보, 리듀서, 티, 벤드, 소켓 등) 등
- (2) 호칭지름 25A 이하의 밸브 및 관부착품

2. 규칙 1402.의 2항에서 "밸브"라 함은 밸브몸체를 말한다.

3. 스킵밸브(scoop valve) 디스크의 누설시험은 밸브의 특성 및 목적 등을 고려하여 수압부(pressure side)만의 시험을 인정할 수 있다.

4. 25 A 이하의 밸브 및 관부착품은 치수 및 외관검사를 생략할 수 있다.

1403. 연료유탱크의 수압시험 【규칙 참조】

1. 수압시험을 기밀시험으로 대체할 경우, 기밀시험압력은 0.02 MPa 로 한다.

1404. 관의 가공에 대한 시험 【규칙 참조】

1. 용접절차 인정시험 규칙 1404.의 1항의 "용접절차 인정시험"은 지침 2편 2장 4절에 따른다.

2. 제1급 관장치에 속하는 작동유관 중 기관실, 펌프실, 조타기실 및 거주구역에 제외한 구역을 통과하는 관의 용접이음에 대해서는 제2급 관에 속하는 관에 대한 규칙 1404.의 2항에 규정하는 비파괴시험을 행할 수 있다.

3. 규칙 2편 1장에 정한 압력배관용 강관 4종 RST 422, 423 또는 424를 사용한 설계온도 550 °C 이상의 관에 대해서는 설계압력의 2배의 압력으로 수압시험을 한다. 다만, 이 시험압력 P_h 는 다음 식의 값을 넘지 않도록 한다. 또한, 관의 굴곡부, T 피스 등에 과대한 응력이 발생할 위험이 있는 경우에는 시험압력을 설계압력의 1.5배까지 감할 수 있다.

$$P_h = \frac{378 t}{D-t} \quad (\text{MPa})$$

D : 관의 바깥지름(mm)

t : 관의 두께(mm)

4. 선내에서 용접이음을 행한 관에 대하여 수압시험 후 수분의 잔류가 바람직하지 않은 경우, 용접이음에 대해서 비파괴시험을 행하고 결함이 발견되지 않을 때는 선내공사 완료 후의 수압시험을 생략할 수 있다.

5. 규칙 1404. 3항 (6)호를 적용함에 있어서 "용도에 따라 우리 선급이 인정하는 경우"라 함은 다음 사항 등을 말한다.

- (1) 용접 가공이 없는 관장치로서 유독성 유체를 운송하는 관장치 혹은 피로, 심한 침식 또는 균일부식이 발생하기 쉬운 장소 등에 설치되지 않는 관장치에는 수압시험을 생략할 수 있다.

1405. 선내 설치후의 시험 (2024) 【규칙 참조】

1. 규칙 1405의 1항 (2)호를 적용함에 있어서 압력시험은 다음에 따른다.

- (1) 원칙적으로 압력시험은 물과 같은 액체를 이용한 수압시험으로 실시하여야 한다.
- (2) 일반적으로 수압시험을 대신하여 기밀시험을 행하여서는 아니 된다. 요구하는 수압시험을 수행하기가 불가능한 경우(물에 민감한 관장치 등)에만 기밀시험으로 대체할 수 있다. 기밀시험을 수행함에 있어서, 특정 조건에서는 관장치 내부가 부분적으로 물로 채워지고, 자유표면이 시험 가스(통상 질소나 공기)로 가압된 수압과 공압이 조합된 강도 시험을 적용할 수도 있다. 이러한 시험에서는 IACS Rec.140 Part F와 관련한 안전 조치가 지켜져야 한다.
- (3) 수압시험에 대한 대체방법으로서 기밀시험을 실시하는 경우에는 인명의 안전에 관한 조치사항이 포함된 기밀시험 절차를 검사원에게 제출하여야 한다. ↓

제 7 장 조타장치

제 1 절 일반사항

101. 적용 【규칙 참조】

수동의 조타장치에 대하여는 규칙 5편 7장 1절, 201.부터 203., 208.부터 210., 301., 4절(409.의 2항을 제외) 및 5절과 이 지침의 해당규정을 적용한다.

102. 정의 【규칙 참조】

규칙 102.의 1항 (3)호 (가)에서 전동조타장치의 전동기는 동력장치 및 조작기의 일부로서 고려되어야 한다.

103. 제출도면 및 자료 【규칙 참조】

유압식 조타장치의 취급설명서에는 사용 유압유의 특수성에 관한 정보와 2개의 동력장치를 동시에 동작시켰을 경우에 발생할 수 있는 유압잠금(hydraulic locking)이 미치는 영향에 관한 정보가 포함되어야 하며, 이 취급설명서는 선박의 선교에 비치하여야 한다.

104. 취급설명서의 게시 【규칙 참조】

규칙 104.의 2항을 적용함에 있어서, 조타장치의 설계에 대응하는 비상조치(예를 들면, 경보장치에 의하여 표시된 고장 계통을 정지하기 위한)를 간단히 표시하는 “비상대응방법에 관한 적당한 설명서”를 선교의 조타 장소 근처의 적당한 장소에 게시하여야 한다.

제 2 절 조타장치의 성능 및 배치

201. 조타장치의 수 【규칙 참조】

1. 총톤수 50톤 미만의 선박 및 규칙 4편 1장에 의하여 상부타두재의 지름이 120 mm 이하로서 항해구역이 평수구역 이하의 선박에서 동력구동의 주조타장치를 설치하는 경우에는 패킹, 베어링 등 마모하기 쉬운 부품의 예비품을 비치하면 규칙 201.에 요구하는 보조조타장치는 생략할 수 있다.
2. 규칙 201.의 1항에서 요구하는 보조조타장치를 유압구동으로 하는 경우의 타조작기는 주조타장치와 겸용으로 할 수 있다. 또한, 보조조타장치로서 주조타장치의 타조작기 배관의 일부를 겸용할 수 있지만 그 부분의 관은 될 수 있는 한 짧은 것으로 한다.

202. 주조타장치의 능력 【규칙 참조】

1. 규칙 202.의 2항에서 “규칙 4편 1장의 규정에 따른 상부타두재의 소요지름”이라 함은 항복응력이 235 N/mm² 인 연강재(재료계수 $K_s=1$)의 타두재로 계산된 지름을 말한다.

203. 보조조타장치의 능력 【규칙 참조】

1. 규칙 203.의 2항에서 “규칙 4편 1장에서 규정한 상부타두재의 소요지름”이라 함은 항복응력이 235 N/mm² 인 연강재(재료계수 $K_s=1$)의 타두재로 계산된 지름을 말한다.

204. 배관 【규칙 참조】

1. 다음 각 항에 해당되는 조타장치는 규칙 204.의 5항 및 6항의 규정을 적용하지 아니할 수 있다.
 - (1) 총톤수 500톤 미만의 선박에 설치되는 조타장치
 - (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하인 선박의 조타장치(규칙 201.의 2항에 따라 보조조타장치를 생략한 경우는 제외)

206. 대체동력원 【규칙 참조】

- 1. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 조타장치는 **규칙 206.**의 규정을 적용하지 아니할 수 있다.
 - (1) 총톤수 500톤 미만의 선박에 설치되는 조타장치
 - (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하인 선박의 조타장치

207. 전동 또는 전동유압식 조타장치의 전기설비 【규칙 참조】

- 1. 해상인명안전협약을 적용받지 않는 선박으로서 보조조타장치가 수동인 경우에는 조타장치에 급전하는 회로를 1조로 할 수 있다.
- 2. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 선박은 **규칙 207.**의 1항, 5항(회로의 단락보호장치는 제외) 및 7항의 규정을 적용하지 아니할 수 있다.
 - (1) 총톤수 500톤 미만의 선박
 - (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박
- 3. **규칙 207.**의 5항 및 6항을 적용함에 있어서 인버터를 사용하여 전부하전류를 제한하는 조타기용 전동기 회로는 기동 전류를 포함한 전동기 전부하전류의 2배 이상의 과전류에 대한 보호장치 요건을 적용하지 않을 수 있다. 이 경우, 요구되는 과부하 경보장치는 전자 컨버트의 정격부하 보다 크지 않은 값으로 설정하여야 한다.
- 4. 전동조타장치의 전동기는 IEC 60034-1에 따라 주기적 단속 사용 형식을 갖는 “S3 40%” 급 이상이어야 하며 전동 유압조타장치의 전동기는 주기적 연속 운전 사용 형식을 갖는 “S6 25%” 급 이상이어야 한다. (2020)

209. 통신장치 【규칙 참조】

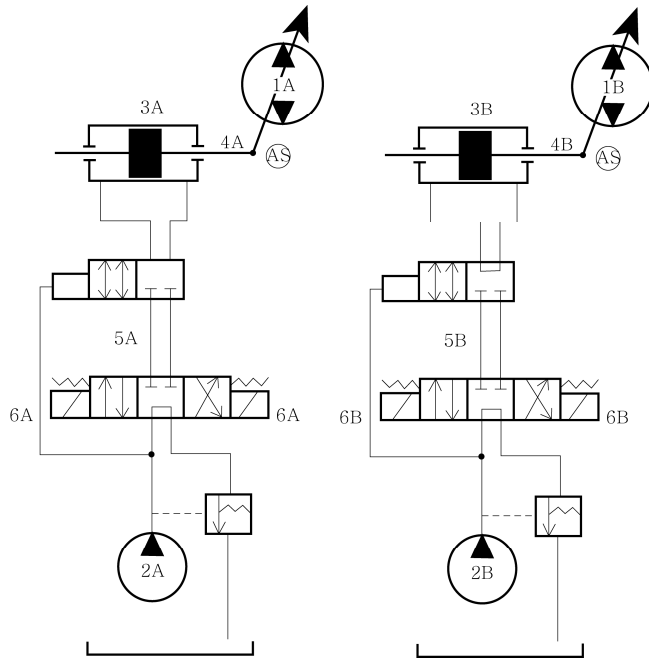
- 1. 선교와 조타기실간의 통신장치는 선내 일반전화만으로 하여서는 아니 된다.
- 2. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 선박에 대하여는 **규칙 209.** 및 1항에 정한 통신장치를 적절한 연락장치로 대체할 수 있다.
 - (1) 총톤수 500톤 미만의 선박
 - (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박

제 3 절 제어장치

301. 일반 (2017) 【규칙 참조】

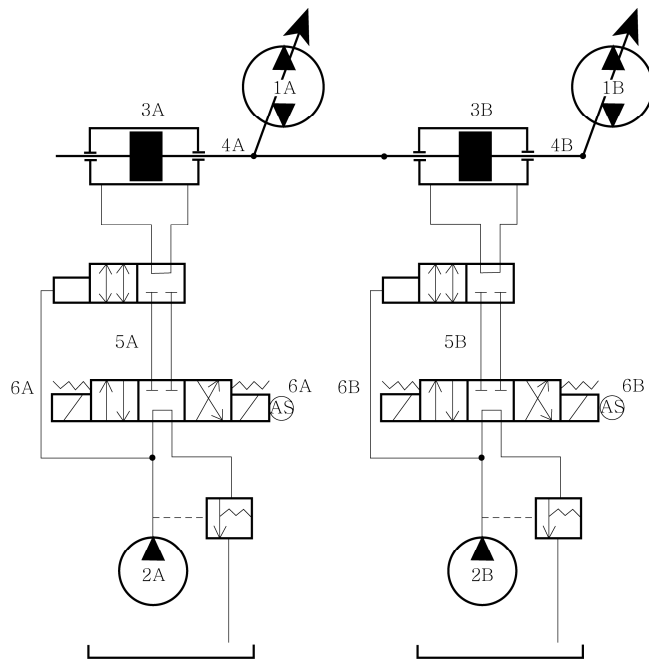
- 1. 플로팅 레버 또는 이와 유사한 기계적 추종기구는 1조로 할 수 있다.
- 2. **규칙 301.**의 1항 (2)호에 요구되는 제어계통은 다음의 요건에 적합하여야 한다.
 - (1) 제어계통은 원칙적으로 follow-up 방식의 것으로 한다.
 - (2) 제어계통과 구성요소는 어느 한쪽의 고장으로 인하여 다른 쪽이 작동불능 되지 않도록 설계되고 배치되어야 한다.
 - (가) 조타장치, 제어반, 배전반 및 선교 콘솔에 설치된 이중화된 조타장치 제어계통의 전선, 터미널 및 구성요소는 가능한 한 떨어지게 설치되어야 한다. 만약 공간적 분리가 불가능한 경우에는 난연성판으로 분리 할 수 있다.
 - (나) 조타장치 제어계통의 모든 전기 구성요소들은 이중화되어야 한다. 다만, 조타륜과 조타레버는 이중화될 필요가 없다.
 - (다) 양쪽 조타장치 제어계통에 대하여 공동조타방식선택스위치(joint steering mode selector switch)가 설치된 경우, 제어계통 회로의 연결은 그에 따라 분배되고 격리판 또는 공극에 의하여 상호 분리되어야 한다.
 - (라) 이중의 follow-up 제어의 경우, 증폭기는 전기적 및 기계적으로 분리되도록 설계되고 급전되어야 한다.
 - (마) 조타레버 또는 자동조타장치 등과 같은 추가의 제어계통을 위한 제어 회로는 모든 극이 차단될 수 있도록 설계되어야 한다.
 - (바) 조타장치 제어계통의 피드백 장치 및 리미트 스위치(설치될 경우)는 다른 회로와 전기적으로 분리되고 타두재 또는 조작기에 각각 독립하여 기계적으로 연결되어야 한다.
 - (사) 조타장치의 동력계통을 제어하는 동력 조작 또는 유압 서보 시스템의 유압장치 구성요소들(예; 솔레노이드밸브, 자기 밸브)은 조타장치 제어계통의 일부로 고려되어야 하며 이중화되고 분리되어야 한다. 동력계통의 일부인 조타장치 제어계통의 유압 장치 부품들은 2개 이상의 분리된 동력계통이 제공되고, 각 동력계통에 배관이 격리될 수 있는 경우, 이중화되고 분리된 것으로 간주할 수 있다.

3. 제어장치에 포함되는 증폭기, 계전기 등을 자동조타장치에 검용할 수 있다.
4. 가변토출량형 펌프에 의해 구동되는 동력장치를 갖는 전동유압식 조타장치에 있어서는 펌프의 토출량을 제어하기 위한 유압 서보실린더 및 이에 부착되는 유압장치(펌프의 구동전동기 및 그 제어기류를 포함) 또는 전기 서보모터를 각각 2조 비치하여야 한다.
5. 다음 각 호 중 하나에 해당되는 선박은 규칙 301.의 3항의 규정을 적용하지 아니할 수 있다.
 - (1) 총톤수 500톤 미만의 선박
 - (2) 국제항해에 종사하지 않는 선박으로서 항해구역이 연해구역 이하의 선박
6. 규칙 301.의 4항을 적용함에 있어서, 원칙적으로 다음 경우에는 “단일 고장에 의하여 발생하는 유압잠금(hydraulic locking)으로 인하여 조타기능이 상실될 우려가 있는 경우”로 보지 않는다.
 - (1) 적어도 보조조타장치에 요구되는 것과 동등한 능력을 갖는 예비(stand-by) 시스템을 갖추고 있고 선교로부터 조작할 수 있는 경우. 다만, 예비(stand-by) 시스템은 인터록 등에 의하여 병렬운전을 할 수 없도록 설계되어야 한다.
 - (2) 3개 이상의 시스템이 동시에 운전되고 단일 고장의 경우에 보조조타장치에 요구되는 것과 동등한 능력이 유지되는 경우.
 - (3) 이중 장치의 밸브 등으로 고장계통을 자동적으로 바이패스 하는 것에 의하여 조타기능 상실을 방지하도록 설계된 조타장치. 이 경우, 시스템의 구성부품의 증가에 따라 신뢰성이 감소되는 것에 대한 특별한 고려를 하여야 한다.
7. 규칙 301.의 4항을 적용함에 있어서, “고장난 시스템을 식별하는 가시가청 경보”는 원칙적으로 다음 상태에서 발하여야 한다.
 - (1) 가변 용량 펌프의 제어장치 위치가 지령에 따라 응답하지 않는 경우
 - (2) 정량펌프 장치의 3방향 전량밸브 등의 위치가 부정확한 경우
8. 7항에 언급된 경보장치의 센서 위치는 가능한 한 액츄에이터 근처이어야 한다. 2개 이상의 펌프가 플로팅 바(floating bar) 등에 의하여 기계적으로 결합된 경우, 그 부분의 파손은 고려되지 않는다. 경보 센서의 인정할 수 있는 설치 예는 지침 그림 5.7.1을 참조한다.



(a) 분리된 장치

- ⊙AS : 경보 센서 위치
1. 가변 용적형 주펌프
 2. 파일럿 펌프
 3. 제어 액츄에이터
 4. 제어 링크
 5. 3방향 전자밸브
 6. 솔레노이드



(b) 기계적으로 결합된 장치

(주) (a)에서 1A 및 1B가 병렬 운전 되지 않는 경우 및 (b)에서 2A 및 2B가 병렬 운전 되지 않는 경우 경보 장치는 요구되지 않는다.

그림 5.7.1 유압잠금 경보 센서 위치 예

303. 전환 [규칙 참조]

1. 자동조타로부터 수동조타로의 전환은 어떠한 타각에서도 1 ~ 2회의 조작으로 3초 이내에 가능하여야 한다.
2. 자동조타장치의 고장을 포함한 어떠한 상태에서도 자동조타로부터 수동조타로의 전환이 될 수 있어야 한다.
3. 자동조타로부터 수동조타로의 전환장치는 통상 조타를 행하는 위치에 근접하여 설치하여야 한다.

제 4 절 조타장치의 재료, 구조 및 강도

401. 재료 【규칙 참조】

1. 규칙 401.의 4항에서 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격”이라 함은 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격을 말한다.

407. 톨러 등

1. 규칙 407.의 2항 (4)호에 따라 치수를 경감하는 경우, 다음 요건에 따른다. 【규칙 참조】
 - (1) 각 암에 균등한 톨러가 작용하도록 설계된 톨러의 경우 : 규칙 407.의 2항 (2)호 및 (3)호에서 요구되는 소요단면 계수 Z 및 소요단면적 A 에 암의 수 n 으로 나눌 수 있다.
 - (2) 각 암에 불균등한 톨러가 작용하도록 설계된 톨러의 경우 : 규칙 407.의 2항 (2)호 및 (3)호에서 요구되는 소요단면 계수 Z 및 소요단면적 A 에 a 를 곱할 수 있다. 여기서 a 는 전체 타 톨러에 대한 해당 암에 작용하는 분할 톨러의 비율이다.
2. 보조조타장치 전용의 톨러의 치수는 규칙 407.의 2항에 규정하는 값의 1/2 이상의 강도를 갖도록 정하여야 한다. 【규칙 참조】
3. 규칙 407.의 3항 (2)호를 적용함에 있어서, 회전날개의 너비 B 는 지침 그림 5.7.2에 따른다. 【규칙 참조】

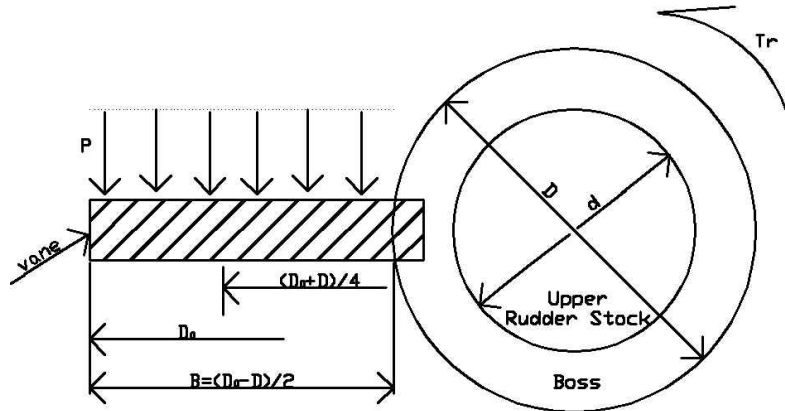


그림 5.7.2 회전날개식 타조조작기

4. 규칙 407.의 4항에서 “우리 선급이 인정하는 부착방법”이라 함은 규칙 4편 1장 703.의 2항에서 “타두재와 타심재의 콘 커플링”에 적합한 방법을 말한다. 【규칙 참조】

409. 완충장치

- 항해구역이 평수구역 이하의 선박 및 총톤수 500톤 미만의 선박에 대하여는 규칙 409.에 정한 완충장치를 생략할 수 있다. 【규칙 참조】

제 5 절 시험

503. 해상시운전

1. 규칙 503.의 1항 (1)호를 적용함에 있어서, 조타능력시험은 ISO 19019의 6.1.5.1의 절차에 따라 실시할 수 있다.

【규칙 참조】

2. 규칙 503.의 1항 (1)호 (다)는 아래 방법 중 하나에 따라야 한다. (2017) **【규칙 참조】**

(1) 만재흘수에 상응하는 토크 및 조작기 압력을 예측하는 다음의 방법을 사용하여 시운전 적재상태에서의 타 토크를 만재흘수 상태의 것으로 신뢰할 수 있게 예측(시스템 압력 계측에 기반하여)하고 외삽한다.

$$Q_F = Q_T \cdot \alpha$$

$$\alpha = 1.25 \left(\frac{A_F}{A_T} \right) \left(\frac{V_F}{V_T} \right)^2$$

α : 외삽계수

Q_F : 만재흘수 및 최대운항속도 상태에서의 타두재 모멘트

Q_T : 시운전상태에서의 타두재 모멘트

A_F : 만재흘수 상태에서의 물에 잠긴 타의 움직이는 부분의 투영면적

A_T : 시운전상태에서의 물에 잠긴 타의 움직이는 부분의 투영면적

V_F : 만재흘수에서 주기관의 연속최대회전수에 상응하는 선박의 계약 설계속도

V_T : 시운전상태에서 측정된 해류를 감안한 선박의 속도

타조작기 시스템 압력이 타두재 토크에 선형 비례관계를 보일 경우 위 식은 다음과 같을 수 있다.

$$P_F = P_T \cdot \alpha$$

P_F : 만재흘수 상태에서 예상되는 타조작기유의 압력

P_T : 시운전상태에서 계측된 타조작기유의 최대압력

일정 유량의 정용량형 펌프가 설치된 경우, 만재흘수에서 예상되는 타조작기유의 압력이 타조작기의 명시된 최고사용압력 보다 작다면 규정을 만족한다고 볼 수 있다. 가변토출 펌프가 설치된 경우, 타 회전시간을 계산하고 요구되는 시간과 비교하기 위하여 만재흘수에 상응하는 토출유량을 예상할 수 있도록 펌프에 대한 자료를 제공하고 설명하여야 한다.

A_T 가 $0.95A_F$ 보다 클 경우 외삽법 적용이 필요 없다.

(2) 대체방안으로 만재흘수상태 및 운항속도에서 타두재의 모멘트를 예측하기 위하여 설계자 또는 조선소는 전산유체역학 또는 실험적 연구를 이용할 수 있다. 이러한 계산 및 실험적 연구는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

3. 규칙 503.의 1항 (9)호를 적용함에 있어서, “유압잠금(hydraulic locking)을 방지할 수 있도록 설계된 조타장치”는 인터록 등을 사용하여 병렬운전 되지 않도록 설계된 조타장치 또는 유압회로의 자동절환 등으로 단일손상시에도 조타 기능을 유지하거나 자동적으로 회복하도록 설계된 조타장치를 말한다. 플로팅바 (floating bar) 등의 기계적 결합에서 파손되는 것을 고려하지 않기 때문에 유압잠금(hydraulic locking)의 고려에서 제외된 조타장치는 이들 실증 시험을 하지 않을 수 있다. **【규칙 참조】**

제 6 절 총톤수 10,000톤 이상인 탱커 및 총톤수 70,000톤 이상인 선박에 대한 추가규정

604. 비파괴시험

규칙 604.에서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴시험방법 및 판정기준이라 함은 재료, 형상 및 적용되는 응력조건 등을 감안하여 지침 2편 부록 2-2 및 부록 2-5의 해당 규정을 준용하는 것을 말한다. 【규칙 참조】 ↴

제 8 장 윈들러스 및 무어링 윈치

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 규칙 101.의 1항을 적용함에 있어 주 동력원이 수동인 윈들러스는 다음에 따른다. 【규칙 참조】

(1) 다음의 경우에 주 동력원을 수동으로 할 수 있다.

(가) 앵커의 무게가 250 kgf 이하인 경우

(나) 비국제 연해구역을 항해하는 부선 및 평수구역을 항해하는 선박에서 앵커의 무게가 500 kgf 이하인 경우

(2) 수동 윈들러스는 0.033 m/s 이상의 인양속도로 앵커 및 앵커체인을 감아올릴 수 있어야 한다. 이 경우, 반지름 350 mm 의 크랭크를 약 30 rpm 으로 돌려 147N 의 인력을 초과하여서는 아니 된다.

(3) 주요 부품의 재료는 한국산업규격 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것이어야 한다.

(4) 수동 윈들러스는 선내 설치 후 규칙 206.을 준용하여 제동시험 및 부하시험을 실시한다. 다만, 부하시험 시 인양속도 및 인력은 전 (2)호를 적용한다.

102. 재료

1. 규칙 102.의 1항에서 "주요부품"이라 함은 다음의 것을 말한다. 【규칙 참조】

(1) 동력전달장치의 구동축 및 기어(무어링 윈치)

(2) 체인리프터 및 체인리프터축(윈들러스)

(3) 로프드럼 및 로프드럼축(무어링 윈치)

(4) 제동밴드 및 스피들

(5) 체인스토퍼(윈들러스)

제 2 절 윈들러스

206. 선내시험 (2018) 【규칙 참조】

1. 규칙 206.의 2항을 적용함에 있어서, 지리적인 관계로 해상시운전 해역 근방에서 앵커체인 3연에 앵커길이를 합한 길이 이상의 수심확보가 곤란한 경우에는 시험을 다음 각 호에 따라서 실시하여야 한다. 다만, 이 경우 시험 장소는 해상시운전 해역 부근에서 가능한 한 깊은 수심의 장소를 선택하여야 한다.

(1) 일체형 윈들러스

(가) 각 현의 앵커체인을 앵커가 수면에 닿을 때까지 감아올리고 난 후 각 현의 앵커를 앵커가 해저에 닿지 않고 체인 1연이 수중에 잠길 때까지 내린다.

(나) 속도계측은 상기 (가)의 상태에서 양현의 앵커체인 1연을 동시에 감아올릴 때 양현 모두의 평균속도가 0.15 m/s 이상이 되는가를 확인한다.

(2) 한쪽 현형 윈들러스

상기 (1)호 (가)를 확인한 후 다음 중의 어느 하나에 의하여 평균속도를 계측한다.

(가) 한 개의 유압펌프장치가 양현의 앵커체인을 동시에 감아올리는데 사용되는 경우, 상기 (1)호 (가)에 언급된 시험 조건에서 양현의 앵커체인 1연을 동시에 감아올릴 때 평균속도가 0.15 m/s 이상이 되는가를 확인한다.

(나) 각 현의 유압펌프장치가 해당 현의 앵커체인을 감아올리는 데 사용되는 경우, 앵커가 해저에 닿지 아니하는 최대한까지 앵커체인을 풀어 내린 상태에서 각 현의 체인을 감아올려 성능제원의 계측치와 예상 성능곡선을 비교하여 평균속도가 0.15 m/s 이상이 되는가를 확인한다. 예상 성능곡선과의 비교에서 의문이 있는 경우에는 재시험을 요구할 수 있다.

(다) 한쪽 현형 전동 또는 증기구동 윈들러스의 경우에는 상기 (나)를 준용한다.

(3) 연결형 윈들러스

상기 (1)호의 규정을 준용한다. 이 경우, 한쪽현 또는 양현의 앵커를 동시에 감아올리는데 2대의 구동기를 동시에 사용할 수 있다. ↓

부록

부록 5-1 비전통 조타시스템의 성능 및 배치에 대한 요건 (2023)

1. 적용

이 부록의 요건은 선회식 추진장치 또는 워터제트 추진장치 등과 같은 비전통 조타시스템의 성능 및 배치에 적용한다.

2. 정의

선회식 추진장치 또는 워터제트 추진장치 등과 같은 비전통 조타시스템의 정의는 다음에 따른다. (그림 1 ~ 그림 3을 참조)

- (1) **조타시스템**이라 함은 조타장치, 조타장치 제어시스템 및 타(타두재 포함)를 포함하는 선박의 방향제어시스템 또는 선체에 힘을 가하여 선수방향 또는 침로를 변경하기 위한 동등한 시스템을 말한다.
- (2) **조타추진장치**라 함은 선박의 추진 및 조종 둘 다 포함하는 장치를 말한다. (예를 들면, 선회식 추진장치 또는 회전식 포드형 전기추진장치)
- (3) **조타장치**라 함은 선박을 조종할 목적으로 타 또는 스러스터 또는 이와 동등한 것을 회전축 중심으로 양방향 회전시키기 위하여 적용되는 기계, 조작기, 동력장치 및 보조기기를 말한다.
- (4) **조타구동장치**이라 함은 조타장치의 동력장치, 조타 조작기 그리고 유압식 또는 전동유압식 조타 유압관장치를 말한다.
- (5) **조타 조작기**라 함은 타 또는 스러스터 또는 이와 동등한 장치의 회전을 제어하기 위하여 동력을 기계적 작용으로 변환하는 조타장치 구성품을 말한다.
 - (가) 전동식 조타의 경우: 전동기 및 구동피니언
 - (나) 전동유압식 조타의 경우: 유압모터 및 구동피니언
- (6) **조타각 한계**는 선박의 속도 또는 프로펠러 토크/속도 또는 기타 제한을 고려하여, 안전한 작동을 위한 제조업체의 지침에 따라 최대 조타각 또는 이에 상응하는 작동 제한을 말한다. "조타각 한계"는 각 선박 고유의 비전통적인 조타 수단에 대하여 조타시스템 제조업체에 의해 선언되어야 한다. 선박 조종성에 대한 표준(IMO Res. MSC.137(76))에 따른 선박 조종성 시험은 조타각 한계를 초과하지 않는 조타각으로 수행되어야 한다.

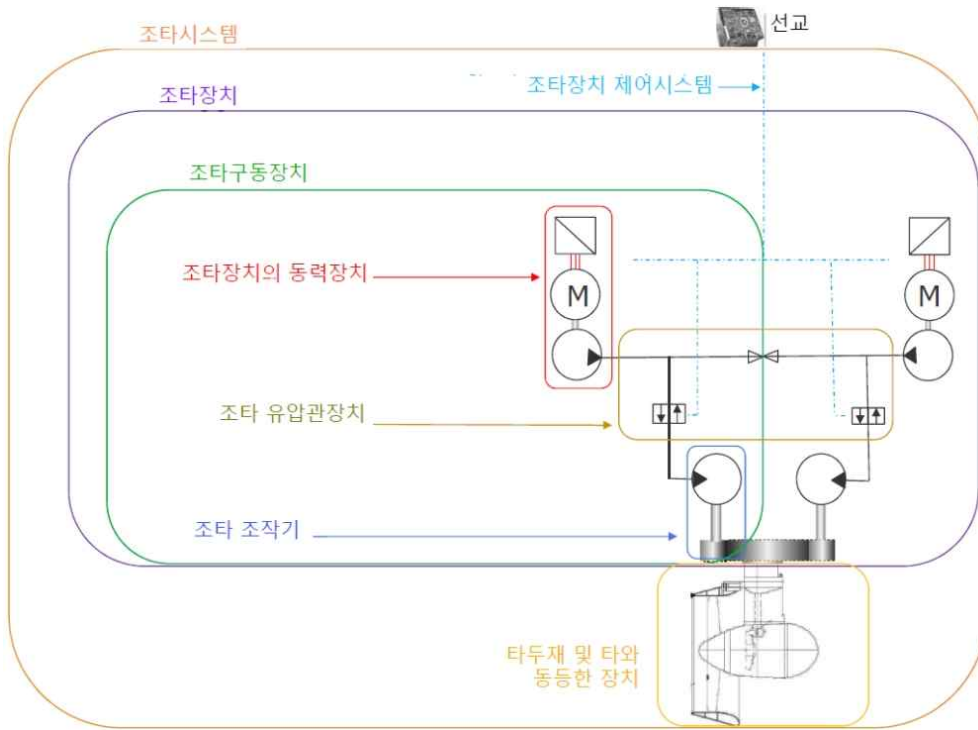


그림 1 비전통 조타시스템의 정의 - 동등한 2개의 동등한 조타구동장치를 갖춘 경우

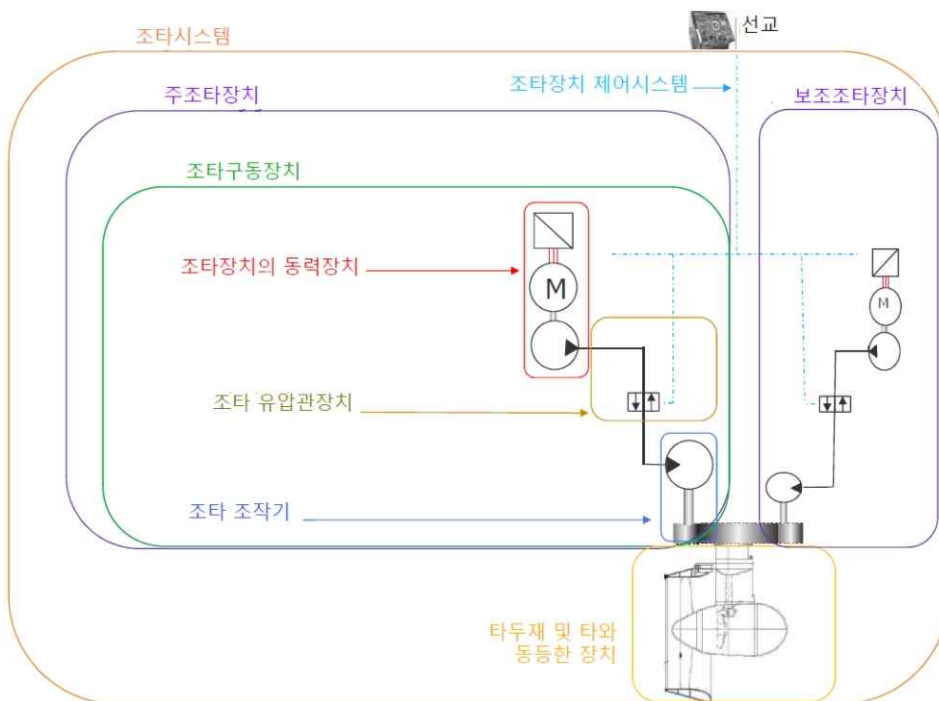


그림 2 비전통 조타시스템의 정의 - 주조타장치와 보조조타장치를 갖춘 경우

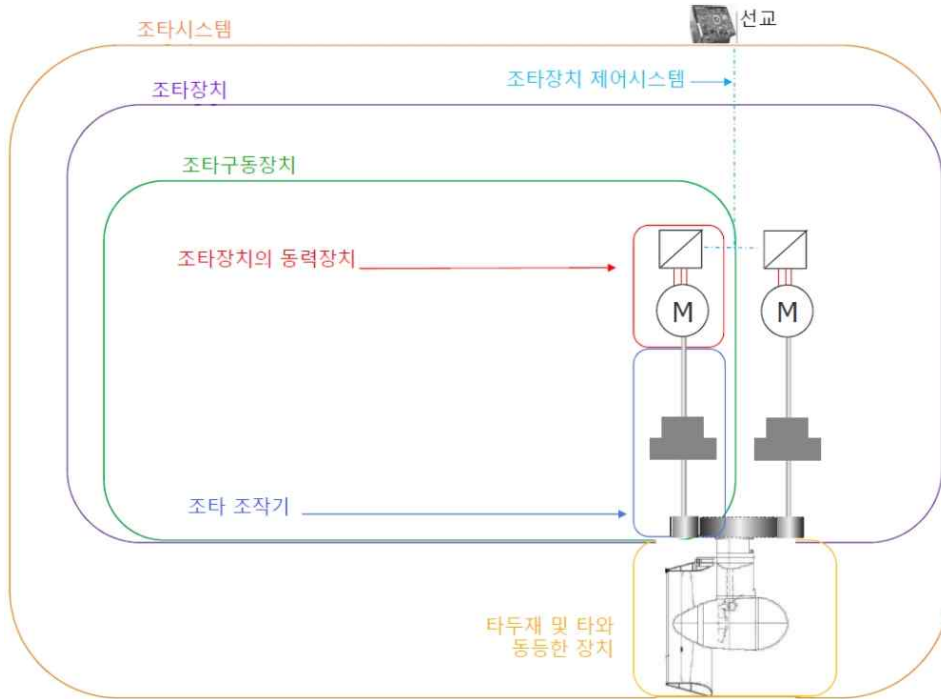


그림 3 비전동 조타시스템의 정의 - 전동식 조타시스템의 경우

3. 조타장치의 수

- (1) 복수의 조타추진장치가 장착된 선박에서 각 조타추진장치는 주조타장치와 보조조타장치가 제공되거나 또는 (4)호에 따른 둘 이상의 동등한 조타구동장치가 제공되어야 한다. 주조타장치와 보조조타장치는 그 중 하나의 고장으로 인하여 다른 하나가 작동불능이 되지 않도록 배치하여야 한다. 국제항해에 종사하지 않는 선박에서는 각 조타추진장치 당 1개의 조타구동장치의 배치를 인정할 수 있다.
- (2) 단일 조타추진장치가 장착된 선박에서 조타장치에 2개 이상의 조타구동장치가 제공되고 (3)호에 부합하는 경우 규칙 7장 201.의 1항의 요건에 만족하는 것으로 간주한다. 조타장치에 단일 고장이 발생한 경우 제어시스템 및 전원 공급 장치가 선박 조타장치를 유지함을 입증하기 위하여 상세한 위험도 평가를 제출해야 한다.
- (3) 단일 조타추진장치가 장착된 선박에서 주조타장치가 2개 이상의 동등한 동력장치와 2개 이상의 동등한 조타 조작기로 구성된 경우 조타장치가 다음을 만족한다면 보조조타장치를 설치할 필요가 없다.
 - (가) 여객선에서는 어느 하나의 동력장치가 작동하고 있지 아니한 경우에도 4항의 요건에 만족할 수 있어야 한다. 화물선에서는 모든 동력장치를 작동하여 4항의 요건에 만족할 수 있어야 한다.
 - (나) 관창치 또는 하나의 동력장치에서 단일손상이 발생한 후에도 선박의 조타능력이 유지되거나 신속히 회복될 수 있어야 한다.
- (4) 복수 조타추진장치가 장착된 선박에서 주조타장치가 2개 이상의 동등한 조타구동장치로 구성된 경우, 각 조타장치가 다음을 만족한다면 보조조타장치를 설치할 필요가 없다.
 - (가) 여객선에서는 어느 하나의 조타구동장치가 작동하고 있지 아니한 경우에도 4항의 요건에 만족할 수 있어야 한다. 화물선에서는 모든 조타구동장치를 작동하여 4항의 요건에 만족할 수 있어야 한다.
 - (나) 관창치 또는 하나의 조타구동장치에서 단일손상이 발생한 후에도 선박의 조타능력이 유지되거나 신속히 회복될 수 있어야 한다.

상기의 요건은 복수의 조타시스템에서 동력장치가 공용 또는 전용으로 배치됨에 상관없이 적용하여야 한다.

4. 주조타장치의 능력

- (1) 최대전진속력에서 선박을 조타할 수 있어야 하며 적당한 강도를 가져야 한다.
- (2) 선박이 최대전진속력으로 전진 중 조타각 한계에서 한쪽 현에서 반대 현 쪽까지 2.3°/s 이상의 평균 회전 속도로 조타추진장치의 방향을 변경할 수 있어야 한다.
- (3) 모든 선박에 대하여 동력 구동의 것이어야 한다.
- (4) 최대 후진속력에서 손상되지 않도록 설계되어야 한다. 이러한 설계요건은 최대 후진속력 및 조타각 한계에서 시운전으로 증명될 필요는 없다.

5. 보조조타장치의 능력

- (1) 항해 가능한 속력에서 선박을 조타할 수 있어야 하며 적당한 강도를 가져야 하고 비상시에는 신속히 전환이 이루어질 수 있는 것이어야 한다.
- (2) 선박이 최대전진속력의 1/2 또는 7 Knots 중 큰 쪽의 속력으로 전진 중 조타각 한계에서 한쪽에서 다른 쪽까지 0.5 °/s 이상의 평균 회전 속도로 조타추진장치의 방향을 변경할 수 있어야 한다.
- (3) (2)호의 요건에 만족하기 위하여 필요한 경우 및 한 개의 조타추진장치가 2500 kW를 넘는 추진출력을 갖는 경우에는 동력 구동의 것이어야 한다.

부록 5-2 크랭크축 응력의 상세계산법 (1)

크랭크축 압 필릿부의 기계적 응력의 계산방법은 다음에 따른다.

(1) 굽힘모멘트에 의한 압 필릿부에 대한 응력은 다음 식으로 구한다.

$$\sigma_x = 1.08 \alpha_{KB} \frac{M_W}{Z} \text{----- (1)}$$

$$\sigma_y = 0.285 \alpha_{KB} \frac{M_W}{Z} \text{----- (2)}$$

- σ_x : 굽힘모멘트에 의한 필릿부의 축방향 응력
- σ_y : 굽힘모멘트에 의한 필릿부의 원주방향 응력
- α_{KB} : 굽힘형상계수로 지침 2장 208.의 2항 (2)호의 α_{KB} 와 동일함
- Z : 축의 단면계수

M_W : 압 두께 중심의 크랭크 평면에 직각인 굽힘모멘트로 다음에 따른다.

(가) 크랭크축에 작용하는 외력으로는 폭발력, 왕복운동부 및 편심회전부의 관성력만을 고려하여야 한다. 외력은 짐 중하중으로서 핀 베어링 중심에 작용하고, 축은 주베어링 중심에서 지지되는 것으로 한다.

(나) 지점의 굽힘모멘트(M_i)는 다음 방정식을 연립하여 구한다.(그림 1 참조)

계산은 선수단부터 선미단까지의 크랭크 스로우 전후의 적어도 각각 1스팬까지에 대하여 행한다.

$$\begin{aligned} & \frac{3}{32} \frac{L_{i-1}^2}{L_i} M_{i-2} + \left\{ L_i - \frac{2}{32} \frac{L_{i-1}^2}{L_i} \left(1 + \frac{L_{i-1}}{L_i} \right) - \frac{3L_i}{32} \left(1 + \frac{L_i}{L_{i+1}} \right) \right\} M_{i-1} \\ & + \left[2(L_f + L_{i+1}) + \frac{3}{32} \left\{ \frac{L_{i-1}^3}{L_i^2} + L_i \left(1 + \frac{L_i}{L_{i+1}} \right)^2 + L_{i+1} \right\} \right] M_i \\ & + \left[L_{i+1} - \frac{3}{32} \left\{ \frac{L_i^2}{L_{i+1}} \left(1 + \frac{L_i}{L_{i+1}} \right) + L_{i+1} \left(1 + \frac{L_{i+1}}{L_{i+2}} \right) \right\} \right] M_{i+1} + \frac{3}{32} \frac{L_{i+1}^2}{L_{i+2}} M_{i+2} \\ & + \frac{3}{32} \left\{ \frac{L_{i-1}^2}{L_i} \sum_j W_{i-1 \times j} a_{i-1 \times j} - L_i \left(1 + \frac{L_i}{L_{i+1}} \right) \sum_j W_{ij} a_{ij} \right. \\ & + \frac{L_{i-1}^3}{L_i^2} \sum_j W_{ij} (L_i - a_{ij}) + L_{i+1} \sum_j W_{i+1 \times j} a_{i+1 \times j} - \frac{L_i^2}{L_{i+1}} \\ & \left. \left(1 + \frac{L_i}{L_{i+1}} \right) \sum_j W_{i+1 \times j} (L_{i+1} - a_{i+1 \times j}) + \frac{L_{i+1}^2}{L_{i+2}} \sum_j W_{ij} a_{ij} (L_i^2 - a_{ij}^2) \right. \\ & \left. + \frac{1}{L_{i+1}} \sum_j W_{i+1 \times j} a_{i+1 \times j} (L_{i+1} - a_{i+1 \times j}) (2L_{i+1} - a_{i+1 \times j}) \right\} = 0 \text{----- (3)} \end{aligned}$$

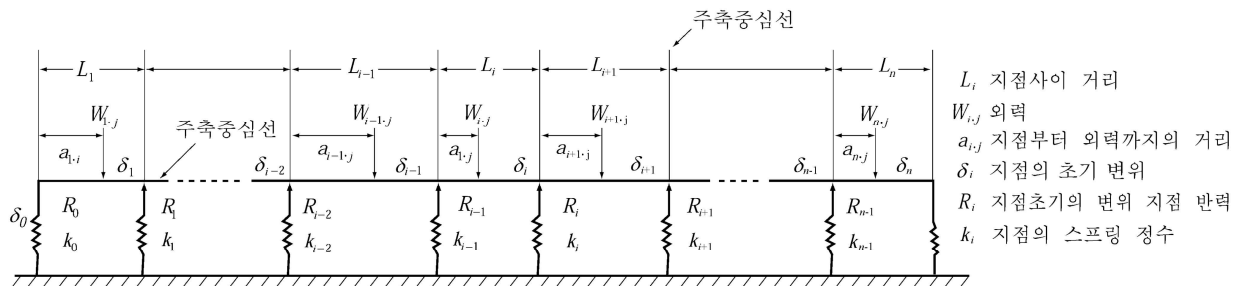


그림 1 연속보

(다) 압 중심의 굽힘모멘트(M_W)는 다음 식에서 구한다.(그림 2 참조)

$$M_{WFi} = \frac{L_i - l_{WFi}}{L_i} M_{i-1} + \frac{l_{WFi}}{L_i} M_i + l_{WFi} \sum_j \left(1 - \frac{a_{ij}}{L_i} \right) W_{ij}$$

$$M_{WAi} = \frac{L_i - l_{WFi}}{L_i} M_{i-1} + \frac{l_{WFi}}{L_i} M_i + (L_i - l_{WFi}) \sum_j \frac{a_{ij}}{L_i} W_{ij} \text{ ----- (4)}$$

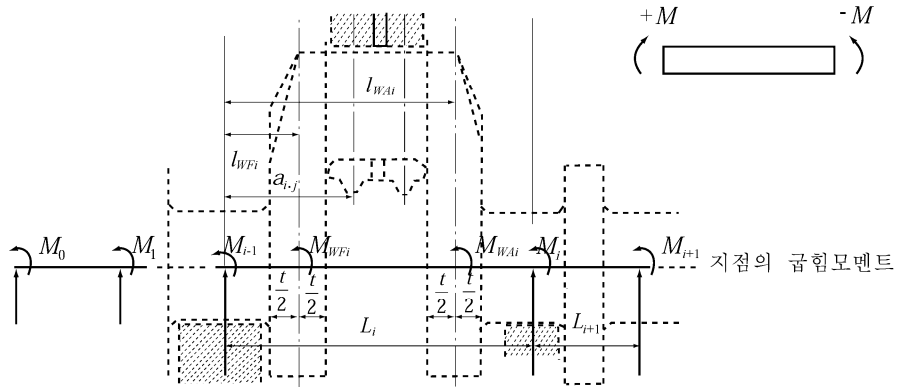


그림 2 임의의 점의 굽힘모멘트

(2) 비틀림모멘트에 의한 필릿부의 응력(비틀림응력)은 다음 식으로 구한다.

$$\tau_f = \alpha_{KT} \frac{T}{Z_p} \text{ ----- (5)}$$

τ_f : 암 필릿부의 비틀림응력

α_{KT} : 비틀림 형상계수로 지침 2장 208.의 2항 (2)호의 α_{KT} 와 동일함

Z_p : 축의 극단면계수

T : 핀 또는 저널에 작용하는 비틀림모멘트로 자유단측부터 순차로 가산하여 구한다. 고려하여야 할 외력은 굽힘응력의 경우와 같다.

(3) 등가응력(주응력)은 다음 식으로 구한다.

$$\left. \begin{matrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \end{matrix} \right\} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right)^2 + \tau_f^2} \text{ ----- (6)}$$

$$\delta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{2 \times \tau_f}{\sigma_x - \sigma_y} \text{ ----- (7)}$$

σ_1 : 암 필릿부에 있어서 최대 주응력

σ_2 : 암 필릿부에 있어서 최소 주응력

δ : 축방향에 대한 σ_1 의 경사각

(4) 등가응력 편진폭 σ_e 의 산정은 다음에 따른다.

전 각호의 계산을 크랭크 회전각 10°마다 행하여, 그 값을 조합하여 다음 (8) 식에 의한 $\sigma_{resultant}$ 를 산정하고, 그 최대값을 그 스로우의 등가응력 편진폭 σ_e 로 한다.

$$\sigma_{resultant} = \frac{1}{2} [\sigma_{10I} \cos^2 \theta - \sigma_{20II} \sin^2 (\theta + \delta_{0II} - \delta_{0I})] \text{ ----- (8)}$$

여기서,

$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{-2 \sigma_{2\theta II}}{\sigma_{1\theta I} - \sigma_{2\theta II}} \cot (\delta_{\theta II} - \delta_{\theta I})$$

$\sigma_{1\theta I}, \delta_{\theta I}$: 크랭크 회전각이 θ_I 일 때의 σ_1, δ 를 표시한다.

$\sigma_{2\theta II}, \delta_{\theta II}$: 크랭크 회전각이 θ_{II} 일 때의 σ_2, δ 를 표시한다.

부록 5-3 크랭크축 응력의 상세 계산법 (2)

1. 일반사항

(1) 적용

이 계산법은 왕복동 내연기관의 일체형 및 반조립형의 단강제 또는 주강제 크랭크축으로서 주베어링 사이에 1개의 크랭크 스톱을 갖는 것에 적용한다.

(2) 계산의 개요

(가) 크랭크축의 치수는 고응력부의 피로에 대한 안전평가에 기초를 두어 정한다.

(나) 다음의 부분이 고응력에 노출된 부분이라는 가정 하에 기초를 두고 계산한다.

(a) 크랭크핀과 암, 크랭크저널과 암 사이의 필릿부

(b) 크랭크핀 오일구멍의 출구

(다) 크랭크저널의 지름이 크랭크핀의 지름과 같거나 큰 경우, 주저널 오일구멍의 출구는 크랭크핀 오일구멍과 유사한 방식으로 만들어야 한다. 그렇지 않은 경우, 피로안전에 대한 별도의 자료를 요구할 수 있다.

(라) 크랭크축 강도의 계산시에는 우선 호칭변동응력 및 호칭변동비틀림응력을 결정한 후 적당한 응력집중계수를 곱하는 것으로서, 등가변동응력을 계산한다. 그런 후에 이 등가변동응력을 선정된 크랭크축 재료의 피로강도와 비교하여 해당 크랭크축이 적절한 치수로 설계되었는지 여부를 판정한다.

2. 응력계산

(1) 굽힘모멘트 및 반지름방향 힘으로 인한 변동응력의 계산

(가) 가정

(a) 변동응력의 계산은 인접한 주저널의 중심 사이에서 지지되는 크랭크 스톱 1개만을 고려하여 계산하며, 가스 압력 및 관성력이 작용하는 정적인 결정계에 기초를 두고 한다. 크랭크 스톱의 길이는 인접한 2개의 주베어링 중간지점 사이의 길이(L_3)로 한다(그림 1 및 그림 2 참조).

(b) 굽힘모멘트(M_{BR} , M_{BT})는 연접봉에 작용하는 힘의 반지름방향 성분(F_R)과 접선방향 성분(F_T)으로 인한 단순 지지보의 굽힘모멘트 선도에 기초를 둔 해당 단면에서 각각 계산한다(그림 1 참조).

(c) 1개의 크랭크핀에 2개의 연접봉을 가지는 크랭크 스톱의 경우, 굽힘모멘트는 해당 실린더 사이의 착화간격을 위상으로 하는 2개의 단순지지보의 굽힘모멘트 선도의 중첩위치(superposition)로 구한다(그림 2 참조).

(d) 암에 작용하는 굽힘모멘트 및 반지름방향 힘

(i) 굽힘모멘트(M_{BRF})와 반지름방향 힘(Q_{RF})은 일체형 암의 중심(L_1)에 작용하는 것으로서 연접봉에 작용하는 힘의 반지름방향 성분으로부터 구한다.

(ii) 굽힘모멘트 및 반지름방향 힘에 의한 변동응력 및 압축응력은 크랭크암의 단면과 관련되어 있다. 이 기준 단면은 암의 두께(W)와 암의 폭(B)을 사용하여 구한다(그림 3 참조).

(iii) 계산에 있어서 평균응력은 무시한다.

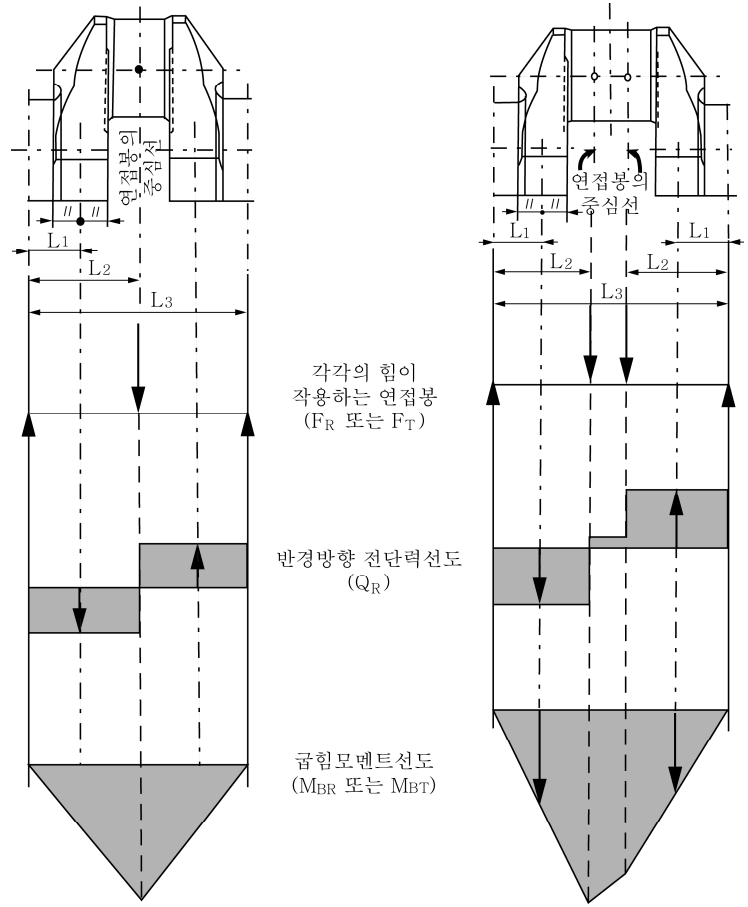
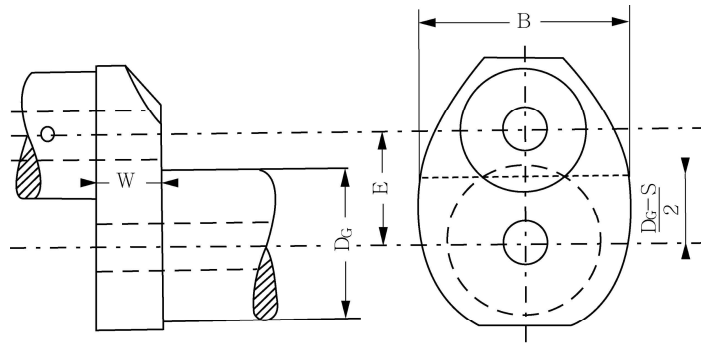


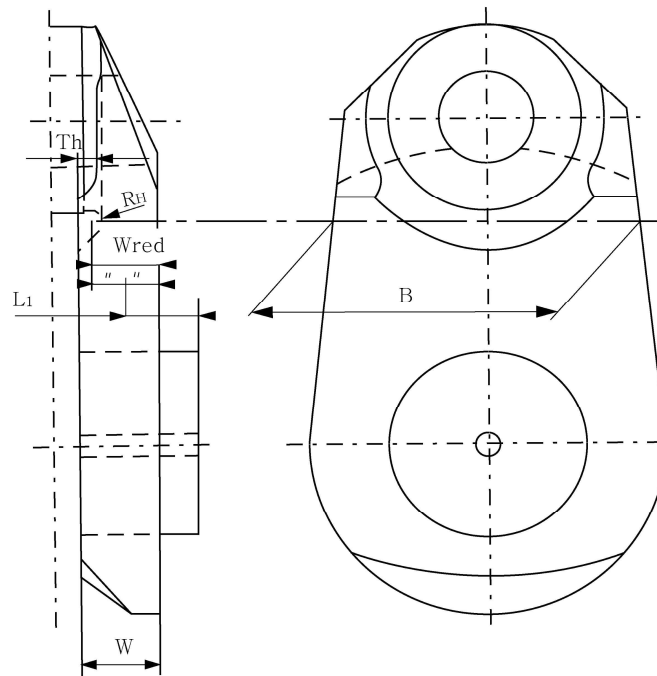
그림 1 직렬기관의 크랭크 스톱우

그림 2 동일 크랭크핀에 2개의 연결봉을 가진 V형 기관의 크랭크 스톱우

- L_1 : 크랭크저널의 중심선과 크랭크 암의 중심 사이의 거리 (그림 3 참조)
- L_2 : 크랭크저널의 중심선과 연결봉 중심 사이의 거리
- L_3 : 2개의 인접한 크랭크저널의 중심선 사이의 거리



오버랩되는 크랭크축

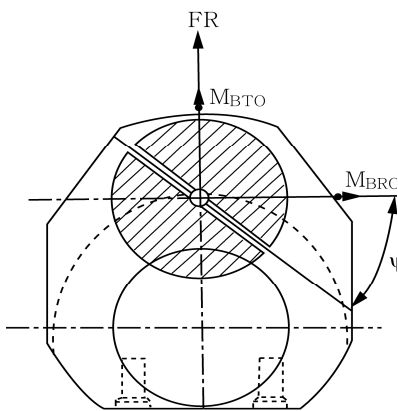


오버랩되지 않은 크랭크축

그림 3 크랭크암 단면의 기준면

(e) 크랭크핀의 오일구멍 출구에 작용하는 굽힘

(i) 2개의 해당 굽힘모멘트는 오일구멍이 통과하는 크랭크핀 단면에 작용한다.



M_{BRO} : 연접봉에 작용하는 힘의 반지름방향 성분에 대한 굽힘모멘트

M_{BTO} : 연접봉에 작용하는 힘의 접선방향 성분에 대한 굽힘모멘트

그림 4 오일구멍이 통과하는 크랭크핀 단면

- (ii) 이들 굽힘모멘트에 의한 변동응력은 축방향으로 구멍난 크랭크핀의 단면적과 관련이 있다.
- (iii) 계산에 있어서 평균굽힘응력은 무시한다.
- (나) 압의 호칭 변동굽힘응력 및 호칭 변동압축응력
 - (a) 계산법은 다음과 같다.
 - (i) 각 연결봉 위치에서 크랭크핀에 작용하는 가스압력 및 관성력에 의한 반지름방향 및 접선방향 힘은 1사이클 전체에 걸쳐 구한다.
 - (ii) 1사이클 전체에 걸쳐 계산된 힘을 이용하고 주베어링 중간지점으로부터의 거리를 고려하여 (1)호 (가) (d) 및 (e)에서 정하여진 굽힘모멘트(M_{BRF} , M_{BRO} , M_{BTO})와 반지름방향 힘(Q_{RF})의 시간곡선을 계산한다.
 - (iii) V형 기관의 경우, 1개의 크랭크 스톱에 작용하는 2개의 실린더 가스압력 및 관성력으로부터 산출되는 굽힘모멘트는 위상을 고려하여 중첩하여 합성한다. 서로 다른 설계(포오크형 연결봉, 분절형 연결봉 또는 일체형 연결봉)에 대하여 계산하여야 한다.
 - (iv) 1개의 크랭크축에서 다른 형상의 크랭크가 있는 경우에는 모든 크랭크 형상에 대하여 계산하여야 한다.
 - (v) 변동값은 다음 식으로 계산한다.

$$X_N = \pm \frac{1}{2} [X_{\max} - X_{\min}]$$

X_N : 변동력, 변동모멘트 또는 변동응력을 고려한 변동값
 X_{\max} : 1사이클 중의 최대값
 X_{\min} : 1사이클 중의 최소값

- (b) 압의 단면에서 호칭 변동굽힘응력 및 호칭 변동압축응력은 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_{BFN} = \pm \frac{M_{BRFN}}{W_{eqw}} \cdot 10^3 \cdot K_e$$

$$\sigma_{QFN} = \pm \frac{Q_{RFN}}{F} \cdot K_e$$

σ_{BFN} : 압과 관련한 호칭 변동굽힘응력 (N/mm²)
 M_{BRFN} : 압의 중심과 관련한 변동굽힘모멘트 (N · m) (그림 1 및 그림 2 참조)

$$M_{BRFN} = \pm \frac{1}{2} [M_{BRF_{\max}} - M_{BRF_{\min}}]$$

W_{eqw} : 압의 단면과 관련한 단면계수 (mm³)

$$W_{eqw} = \frac{B \cdot W^2}{6}$$

K_e : 베어링 구속조건 및 인접 크랭크의 영향을 고려한 경험적인 계수
 = 0.8 (2행정 기관)
 = 1.0 (4행정 기관)

σ_{QFN} : 압과 관련한 반지름방향 힘에 의한 호칭 변동압축응력 (N/mm²)
 Q_{RFN} : 압과 관련한 변동 반지름방향 힘 (N) (그림 1 및 그림 2 참조)

$$Q_{RFN} = \pm \frac{1}{2} [Q_{RF_{\max}} - Q_{RF_{\min}}]$$

F : 압의 단면과 관련한 면적 (mm²)

$$F = B \cdot W$$

(c) 크랭크핀의 오일구멍 출구에서 호칭 변동굽힘응력은 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_{BON} = \pm \frac{M_{BON}}{W_e} \cdot 10^3$$

σ_{BON} : 크랭크핀 지름과 관련한 호칭 변동굽힘응력 (N/mm²)

M_{BON} : 크랭크핀 오일구멍의 출구에서 계산된 변동굽힘모멘트 (N · m)

$$M_{BON} = \pm \frac{1}{2} [M_{BO_{max}} - M_{BO_{min}}]$$

$$M_{BO} = (M_{BTO} \cdot \cos\psi + M_{BRO} \cdot \sin\psi), \quad \psi \text{ (}^\circ\text{)} \text{ (그림 4 참조)}$$

W_e : 축방향으로 구멍난 크랭크핀의 단면과 관련한 단면계수 (mm³)

$$W_e = \frac{\pi}{32} \left[\frac{D^4 - D_{BH}^4}{D} \right]$$

(다) 필릿부의 변동굽힘응력

(a) 크랭크핀 필릿부의 변동굽힘응력 σ_{BH} 는 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_{BH} = \pm (\alpha_B \cdot \sigma_{BFN})$$

σ_{BH} : 크랭크핀 필릿부의 변동굽힘응력 (N/mm²)

α_B : 크랭크핀 필릿부의 굽힘에 대한 응력집중계수 (3항 (2)호 참조)

(b) 크랭크저널 필릿부의 변동굽힘응력 σ_{BG} 는 다음 식으로 계산한다. (반조립형 크랭크축은 적용 하지 않음).

$$\sigma_{BG} = \pm ((\beta_B \cdot \sigma_{BFN} + \beta_Q \cdot \sigma_{QFN}))$$

σ_{BG} : 저어널 필릿부의 변동굽힘응력 (N/mm²)

β_B : 저어널 필릿부의 굽힘에 대한 응력집중계수 (3항 (2)호 참조)

β_Q : 저어널 필릿부의 반지름방향 힘으로 인한 압축에 대한 응력집중계수 (3항 (2)호 참조)

(라) 크랭크핀의 오일구멍 출구에서 변동굽힘응력 σ_{BO} 는 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_{BO} = \pm (\gamma_B \cdot \sigma_{BON})$$

σ_{BO} : 크랭크핀 오일구멍 출구에서의 변동굽힘응력 (N/mm²)

γ_B : 크랭크핀 오일구멍의 굽힘에 대한 응력집중계수 (3항 (2)호 참조)

(2) 변동비틀림응력의 계산

(가) 호칭 변동비틀림응력

(a) 최대 및 최소 토크는 2행정기관은 1~15차, 4행정기관은 0.5~12차의 강제진동을 조화 합성함으로써 전체 동적 계의 각 질점과 전속도범위에 대하여 확인되어야 한다.

(b) 계의 감쇠에 대한 추정오차, 1실린더 착화실패와 같은 불확정 요인에 대하여 여유를 두어야 한다.

(c) 회전수의 분할은 기관의 운전속도범위에서 발견되는 모든 응답이 탐지될 수 있도록 선정하여야 한다.

(d) 운전금지범위가 필요한 경우, 그 범위는 존재하더라도 만족스러운 운전이 가능하도록 배치하여야 한다. 정상적인 착화조건에 있어서 $\lambda \geq 0.8$ 의 속도비 이상의 운전금지범위가 존재하여서는 아니 된다.

(e) 각 질점에서의 호칭 변동비틀림응력은 크랭크축 평가에 가장 중요하며, 다음 식으로 계산한다.

$$\tau_N = \pm \frac{M_{TN}}{W_P} \cdot 10^3$$

τ_N : 크랭크핀 또는 저널의 호칭 변동비틀림진동 (N/mm²)

M_{TN} : 최대변동토크 (N · m)

$$M_{TN} = \pm \frac{1}{2} [M_{T_{\max}} - M_{T_{\min}}]$$

$M_{T_{\max}}$: 최대 토크 (N · m)

$M_{T_{\min}}$: 최소 토크 (N · m)

W_P : 축방향으로 구멍난 크랭크핀 또는 구멍난 저널 단면의 극 단면계수 (mm³)

$$W_P = \frac{\pi}{16} \left(\frac{D^4 - D_{BH}^4}{D} \right) \text{ 또는 } W_P = \frac{\pi}{16} \left(\frac{D_G^4 - D_{BG}^4}{D_G} \right)$$

(f) 크랭크축 평가를 위한 계산에 사용하는 호칭 변동비틀림진동은 상기 방법에 따라 계산된 가장 큰 값이며, 크랭크축계의 가장 큰 비틀림하중을 받는 질점에서 발생한다. 운전금지범위가 존재하는 경우, 이들 범위 내에 있는 비틀림응력은 크랭크축 평가를 위한 계산에 사용하여서는 아니 된다.

(g) 크랭크축의 승인은 가장 큰 호칭 변동비틀림응력을 갖는 장치에 기준을 두어야 한다. 다만, 기관 제조자에 의해 규정된 최대값을 초과하여서는 아니 된다.

(나) 필릿부 및 크랭크핀 오일구멍 출구의 변동비틀림응력

(a) 크랭크핀 필릿부의 변동비틀림응력 τ_H 는 다음 식으로 계산한다.

$$\tau_H = \pm (\alpha_T \cdot \tau_N)$$

τ_H : 크랭크핀 필릿부의 변동비틀림응력 (N/mm²)

α_T : 크랭크핀 필릿부의 비틀림에 대한 응력집중계수 (3항 (2)호 참조)

τ_N : 크랭크핀 지름과 관련된 호칭 변동비틀림진동 (N/mm²)

(b) 크랭크저널 필릿부의 변동비틀림응력 τ_G 는 다음 식으로 계산한다(반조립형 크랭크축을 적용하지 않음).

$$\tau_G = \pm (\beta_T \cdot \tau_N)$$

τ_G : 크랭크저널 필릿부의 변동비틀림응력 (N/mm²)

β_T : 크랭크저널 필릿부의 비틀림에 대한 응력집중계수 (3항 (2)호 참조)

τ_N : 크랭크저널 지름과 관련된 호칭 변동비틀림진동 (N/mm²)

(c) 크랭크핀 오일구멍 출구의 변동비틀림응력 σ_{T0} 는 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_{T0} = \pm (\gamma_T \cdot \tau_N)$$

σ_{T0} : 비틀림에 의한 크랭크핀 오일구멍 출구의 변동응력 (N/mm²)

γ_T : 크랭크핀 오일구멍 출구의 비틀림에 대한 응력집중계수 (3항 (2)호 참조)

τ_N : 크랭크핀 지름과 관련된 호칭 변동비틀림진동 (N/mm²)

3. 응력집중계수

(1) 일반사항

(가) 응력집중계수는 일체형 단조 크랭크축의 필릿부 및 크랭크핀 오일구멍과 반조립형 크랭크축의 크랭크핀 필릿부에만 적용하는 3항 (2)호, (3)호 및 (4)호의 계산식을 이용하여 구한다. 오일구멍에 관한 응력집중계수의 계산식은 반지름방향으로 뚫린 오일구멍에만 적용된다는 것을 명심하여야 한다. 필릿부에 대한 계산식은 FVV(Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen)의 조사보고서, 오일구멍에 대한 계산식은 ESDU (Engineering Science Data Unit)의 조사보고서에 기초로 둔 것이다(계산 필요한 크랭크의 모든 치수는 그림 5 참조).

분석적 응력집중계수를 적용할 수 없는 크랭크축 형상의 경우, 부속서 III에 있는 상세 계산방법을 따를 수 있다.

(나) 굽힘에 대한 응력집중계수(α_B, β_B)는 굽힘하중을 받는 필릿부에서 발생하는 최대등가응력과 압의 단면에서의 호칭 굽힘응력과의 비를 말한다(부속서 I 참조).

(다) 크랭크저널 필릿부에서의 압축에 대한 응력집중계수(β_Q)는 반지름방향 힘으로 인해 필릿부에서 발생하는 최대 등가응력과 압의 단면에서의 호칭 압축응력과의 비를 말한다(부속서 I 참조).

(라) 비틀림에 대한 응력집중계수(α_T, β_T)는 비틀림하중을 받는 필릿부에서 발생하는 최대 등가전단응력과 축방향으로 구멍난 크랭크핀 또는 저널의 단면에서의 호칭 비틀림응력과의 비를 말한다(부속서 I 참조).

(마) 굽힘(γ_B)과 비틀림(γ_T)에 대한 응력집중계수는 축방향으로 구멍난 크랭크핀 단면의 해당하는 호칭응력과 굽힘 및 비틀림하중을 받는 크랭크핀의 오일구멍 출구에서 발생하는 최대 주응력과의 비를 말한다(부속서 II 참조).

(바) 응력집중계수의 직접평가를 허용할 수 있는 신뢰할만한 계측 및/또는 계산을 이용할 경우, 이들 관련 자료 및 분석방법은 현재의 규칙과 일치한다는 것을 증명하기 위하여 선급에 제출되어야 한다. 이는 치수가 (2)호부터 (3)호까지 제시된 경험식의 유효 범위를 벗어나는 경우 항상 수행해야 한다. 부속서 III과 부속서 VI은 유한요소 해석이 응력집중계수의 계산에 어떻게 사용될 수 있는지 설명한다. 등가(von Mises) 응력과 주응력을 혼합하지 않도록 주의해야 한다. (2018)

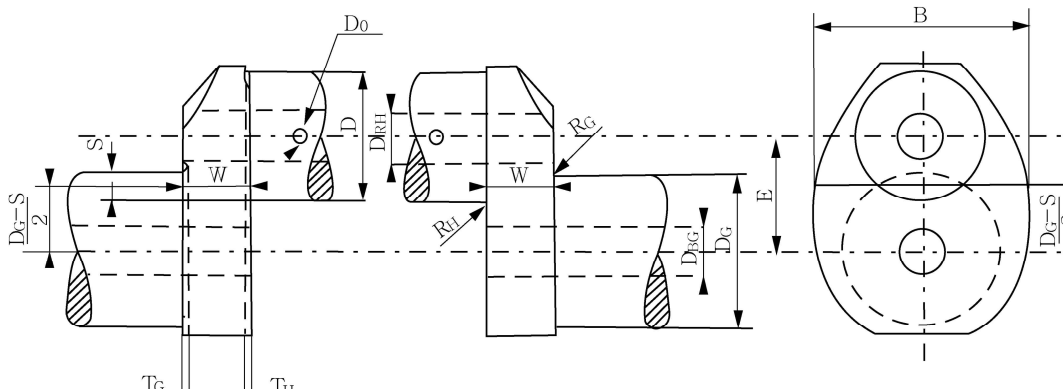


그림 5 응력집중계수에 필요한 크랭크 치수

(사) 기호의 의미는 다음과 같다.

- D : 크랭크핀 지름 (mm)
- D_{RH} : 크랭크핀에 있는 축방향 구멍의 지름 (mm)
- D_O : 크랭크핀 오일구멍의 지름 (mm)
- R_H : 크랭크핀 필릿부의 반지름 (mm)
- T_H : 크랭크핀 필릿부의 리세스 (mm)
- D_G : 크랭크저널의 지름 (mm)
- D_{BG} : 크랭크저널에 있는 축방향 구멍의 지름 (mm)
- R_G : 크랭크저널 필릿부의 반지름 (mm)
- T_G : 크랭크저널 필릿부의 리세스 (mm)
- E : 크랭크핀의 편심 (mm)
- S : 크랭크핀과 저널의 오버랩 (mm)

$$S = \frac{D+D_G}{2} - E$$

W : 압의 두께 web thickness (mm)

B : 압의 폭 web width (mm)

2행정 반조립형 크랭크축의 경우, 압의 두께와 폭은 다음과 같다.

- $T_H > R_H$ 인 경우, 압의 두께(W)는 다음과 같아야 한다.

$$W_{red} = W - (T_H - R_H) \text{ (그림 3 참조)}$$

- 압의 폭(B)은 그림 3에 따라 크랭크핀 필릿부의 반지름 중심 근처이어야 한다.

다음의 상대치수는 응력집중계수의 계산에 적용한다.

크랭크핀 필릿부	크랭크저널 필릿부
$r = R_H/D$ ($0.03 \leq r \leq 0.13$)	$r = R_G/D$ ($0.03 \leq r \leq 0.13$)
$s = S/D$ ($s \leq 0.5$) $w = W/D$ ($0.2 \leq w \leq 0.8$) (오버랩 부분이 있는 크랭크축) W_{red}/D ($0.2 \leq w \leq 0.8$) (오버랩 부분이 없는 크랭크축) $b = B/D$ ($1.1 \leq b \leq 2.2$) $d_o = D_o/D$ ($0 \leq d_o \leq 0.2$) $d_G = D_{BG}/D$ ($0 \leq d_G \leq 0.8$) $d_H = D_{BH}/D$ ($0 \leq d_H \leq 0.8$) $t_H = T_H/D$ $t_G = T_G/D$	

(아) 다음의 경우, s 의 저범위는 음(-)의 값을 증가시키기 위해 아래로 연장할 수 있어야 한다.

(a) 계산된 $f(\text{recess})$ 값이 1보다 작아서 계수 $f(\text{recess})$ 를 사용하지 못하는 경우 ($f(\text{recess})=1$)

(b) s 값이 -0.5보다 작아서 $f(s, w)$ 및 $f(r, s)$ 는 s 의 실제 값을 -0.5로 교체하여 구하여야 하는 경우

(2) 크랭크핀 필릿부의 응력집중계수

(가) 굽힘에 대한 응력집중계수(α_B)는 다음 식으로 계산한다.

$$\alpha_B = 2.6914 \cdot f(s, w) \cdot f(w) \cdot f(b) \cdot f(r) \cdot f(d_G) \cdot f(d_H) \cdot f(\text{recess})$$

$$f(s, w) = -4.1883 + 29.2004 \cdot w - 77.5925 \cdot w^2 + 91.9454 \cdot w^3 - 40.0416 \cdot w^4 \\ + (1-s) \cdot (9.5440 - 58.3480 \cdot w + 159.3415 \cdot w^2 - 192.5846 \cdot w^3 + 85.2916 \cdot w^4) \\ + (1-s)^2 \cdot (-3.8399 + 25.0444 \cdot w - 70.5571 \cdot w^2 + 87.0328 \cdot w^3 - 39.1832 \cdot w^4)$$

$$f(w) = 2.1790 \cdot w^{0.7171}$$

$$f(b) = 0.6840 - 0.0077 \cdot b + 0.1473 \cdot b^2$$

$$f(r) = 0.2081 \cdot r^{-0.5231}$$

$$f(d_G) = 0.9993 + 0.27 \cdot d_G - 1.0211 \cdot d_G^2 + 0.5306 \cdot d_G^3$$

$$f(d_H) = 0.9978 + 0.3145 \cdot d_H - 1.5241 \cdot d_H^2 + 2.4147 \cdot d_H^3$$

$$f(\text{recess}) = 1 + (t_H + t_G) \cdot (1.8 + 3.2 \cdot s)$$

(나) 비틀림에 대한 응력집중계수(α_T)는 다음 식으로 계산한다.

$$\alpha_T = 0.8 \cdot f(r,s) \cdot f(b) \cdot f(w)$$

$$f(r,s) = r^{-0.322+0.1015(1-s)}$$

$$f(b) = 7.8955 - 10.654 \cdot b + 5.3482 \cdot b^2 - 0.85 \cdot b^3$$

$$f(w) = w^{-0.145}$$

(3) 크랭크저널 필릿부의 응력집중계수 (반조립형 크랭크축은 적용하지 않음)

(가) 굽힘에 의한 응력집중계수(β_B)는 다음 식으로 계산한다.

$$\beta_B = 2.7146 \cdot f_B(s,w) \cdot f_B(w) \cdot f_B(b) \cdot f_B(r) \cdot f_B(d_G) \cdot f_B(d_H) \cdot f(\text{recess})$$

$$f_B(s,w) = -1.7625 + 2.9821 \cdot w - 1.527 \cdot w^2 + (1-s) \cdot (5.1169 - 5.8089 \cdot w + 3.1391 \cdot w^2) \\ + (1-s)^2 \cdot (-2.1567 + 2.3297 \cdot w - 1.2952 \cdot w^2)$$

$$f_B(w) = 2.2422 \cdot w^{0.7548}$$

$$f_B(b) = 0.5616 + 0.1197 \cdot b + 0.1176 \cdot b^2$$

$$f_B(r) = 0.1908 \cdot r^{-0.5568}$$

$$f_B(d_G) = 1.0012 - 0.6441 \cdot d_G + 1.2265 \cdot d_G^2$$

$$f_B(d_H) = 1.0022 - 0.1903 \cdot d_H + 0.0073 \cdot d_H^2$$

$$f(\text{recess}) = 1 + (t_H + t_G) \cdot (1.8 + 3.2 \cdot s)$$

(나) 반지름방향 힘으로 인한 압축에 대한 응력집중계수(β_Q)는 다음 식으로 계산한다.

$$\beta_Q = 3.0128 \cdot f_Q(s) \cdot f_Q(w) \cdot f_Q(b) \cdot f_Q(r) \cdot f_Q(d_H) \cdot f(\text{recess})$$

$$f_Q(s) = 0.4368 + 2.1630 \cdot (1-s) - 1.5212 \cdot (1-s)^2$$

$$f_Q(w) = \frac{w}{0.0637 + 0.9369 \cdot w}$$

$$f_Q(b) = -0.5 + b$$

$$f_Q(r) = 0.5331 \cdot r^{-0.2038}$$

$$f_Q(d_H) = 0.9937 - 1.1949 \cdot d_H + 1.7373 \cdot d_H^2$$

$$f(\text{recess}) = 1 + (t_H + t_G) \cdot (1.8 + 3.2 \cdot s)$$

(다) 비틀림에 대한 응력집중계수(β_T)는 다음 식으로 계산한다.

(a) 크랭크핀과 저널의 지름 및 필릿부 반지름이 동일한 경우

$$\beta_T = \alpha_T$$

(b) 크랭크핀과 저널의 지름 및 필릿부 반지름이 다른 경우

$$\beta_T = 0.8 \cdot f(r,s) \cdot f(b) \cdot f(w)$$

$f(r,s)$, $f(b)$ 및 $f(w)$ 는 3항 (2)호와 같다. 다만, 저널 필릿부의 반지름은 다음 식으로 계산한다.

$$r = \frac{R_G}{D_G}$$

(라) 크랭크핀 오일구멍 출구의 응력집중계수

(a) 굽힘에 대한 응력집중계수(γ_B)는 다음 식으로 계산한다.

$$\gamma_B = 3 - 5.88 \cdot d_O + 34.6 \cdot d_O^2$$

(b) 비틀림에 대한 응력집중계수(γ_T)는 다음 식으로 계산한다.

$$\gamma_T = 4 - 6 \cdot d_O + 30 \cdot d_O^2$$

4. 부가굽힘응력

(1) 종진동 및 횡진동 뿐만 아니라 베드 플레이트의 변형 및 미스 얼라인먼트로 인한 굽힘응력을 고려하여 필릿부의 변동굽힘응력(σ_{BH} , σ_{BG})에 다음의 표에 주어진 부가굽힘응력(σ_{add})를 가한다.

기관 형식	σ_{add} (N/mm ²)
크로스헤드 기관	$\pm 30^{(1)}$
트렁크피스톤 기관	± 10

(비고)

(1) ± 30 N/mm²의 부가응력은 다음 2개의 성분으로 구성된다.

- 1) 종진동으로 인한 ± 20 N/mm²의 부가응력
- 2) 베드 플레이트의 변형 및 미스 얼라인먼트로 인한 ± 10 N/mm²의 부가응력

(2) 전체 동적 계(기관/축계/동력전달장치/프로펠러)의 종진동 계산결과를 이용할 수 없는 경우에는 평가를 위한 종진동 성분으로 ± 20 N/mm²의 값을 사용하는 것이 바람직하다.

(3) 전체 동적 계의 종진동 계산결과를 이용할 수 있는 경우에는 그 결과치를 사용할 수 있다.

5. 등가변동응력

(1) 일반사항

(가) 필릿부의 경우, 굽힘 및 비틀림 하중은 굽힘 및 비틀림 응력이 시간의 위상을 이루고 해당하는 최대값은 동일한 장소에서 발생한다는 추가 가정 하에 Von Mises 등가응력에 의해 설명될 수 있는 2개의 서로 다른 복수의 축방향 응력장으로 유도된다(부속서 I 참조). 결론적으로 등가변동응력은 주응력설(Von Mises criterion)을 이용하여 저널 필릿부 뿐만 아니라 크랭크핀 필릿부용으로 계산되어야 한다.

(나) 오일구멍 출구의 경우, 굽힘 및 비틀림 하중은 굽힘 및 비틀림 응력이 시간의 위상을 이룬다는 가정 하에 이들 두 응력장의 조합으로 인한 최대 주응력과 동등한 등가 주응력에 의해 설명될 수 있는 2개의 서로 다른 응력장으로 유도된다(부속서 II 참조).

(다) 등가응력평가에 대한 상기 2개의 서로 다른 방법은 주응력설(Von Mises criterion)에 따라 평가된 크랭크축의 동일한 피로강도값과 비교할 수 있는 응력으로 유도된다.

(2) 크랭크핀 필릿부의 등가변동응력은 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_v = \pm \sqrt{(\sigma_{BH} + \sigma_{add})^2 + 3 \cdot \tau_H^2}$$

(3) 크랭크저널 필릿부의 등가변동응력은 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_v = \pm \sqrt{(\sigma_{BG} + \sigma_{add})^2 + 3 \cdot \tau_G^2}$$

(4) 크랭크핀 오일구멍 출구의 등가변동응력은 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_v = \pm \frac{1}{3} \sigma_{BO} \cdot \left[1 + 2 \sqrt{1 + \frac{9}{4} \left(\frac{\sigma_{T0}}{\sigma_{BO}} \right)^2} \right]$$

σ_v : 등가변동응력 (N/mm²)

기타의 파라미터에 대하여는 2항 (1)호 (다), 2항 (2)호 (나) 및 4항을 참조할 것.

6. 피로강도

(1) 크랭크핀 지름의 피로강도

크랭크핀 지름의 피로강도(σ_{DW})는 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_{DW} = \pm K \cdot (0.42 \cdot \sigma_B + 39.3) \cdot \left[0.264 + 1.073 \cdot D^{-0.2} + \frac{785 - \sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B} \cdot \sqrt{\frac{1}{R_X}} \right]$$

$R_X = R_H$ (필릿부에서)

$R_X = D_o/2$ (오일구멍에서)

(2) 크랭크저널 지름의 피로강도 (2018)

(가) 크랭크저널 지름의 피로강도(σ_{DW})는 다음 식으로 계산한다.

$$\sigma_{DW} = \pm K \cdot (0.42 \cdot \sigma_B + 39.3) \cdot \left[0.264 + 1.073 \cdot D_G^{-0.2} + \frac{785 - \sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B} \cdot \sqrt{\frac{1}{R_G}} \right]$$

σ_{DW} : 크랭크축의 허용피로강도 (N/mm²)

K : 표면처리를 하지 않은 크랭크축의 제조방법에 따른 계수로서 1보다 큰 값은 필릿부에서의 피로강도에만 적용한다.

= 1.05 (C.G.F.단조 또는 낙하단조)

= 1.0 (C.G.F.를 하지 않은 자유단조)

필릿부 면적에서 냉간압연처리를 한 주강품에 대한 계수

= 0.93 (우리 선급의 승인된 냉간압연공정을 이용하여 제조된 주강품)

σ_B : 크랭크축 재료의 규격최소인장강도 (N/mm²)

기타의 파라미터는 3항 (1)호를 참조할 것. 다만, R_H , R_G 및 R_X 는 2 mm 이상으로 한다.

(나) 표면처리공정을 적용할 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 표면처리된 필릿부 및 오일구멍 출구 계산에 대한 지침은 부속서 V에서 제시한다.

(다) 필릿부의 표면, 오일구멍의 출구 및 오일구멍의 내부(최소한 오일구멍 지름의 1.5배에 상당하는 깊이까지는) 매끈하게 마무리해야 한다.

(3) 대체방법으로써 크랭크축의 피로강도는 풀사이즈 크랭크 스톱로우(또는 크랭크축) 또는 풀사이즈 크랭크 스톱로우로부터 얻은 시험편에 기초를 둔 실험에 의해 구할 수도 있다. 시험 결과의 평가는 부속서 IV를 참조한다.

7. 판정기준

크랭크축 치수의 만족 여부는 등가변동응력 σ_v 과 피로강도 σ_{DW} 와의 비교에 의해 결정한다. 이 비교는 크랭크핀 필릿부, 저널 필릿부, 크랭크핀 오일구멍의 출구에 대하여 행하며, 허용계수 Q 는 다음 식을 기초로 한다. (2021)

$$Q = \frac{\sigma_{DW}}{\sigma_v}$$

모든 허용계수 Q 가 다음 기준을 충족하는 경우 크랭크축의 적절한 치수가 보장된다.

$$Q \geq 1.15$$

8. 반조립형 크랭크축의 수축끼워맞춤에 대한 계산

(1) 일반사항

(가) 수축끼워맞춤에 대한 계산을 위해 필요한 크랭크의 모든 치수는 그림 6에서 보여주고 있다.

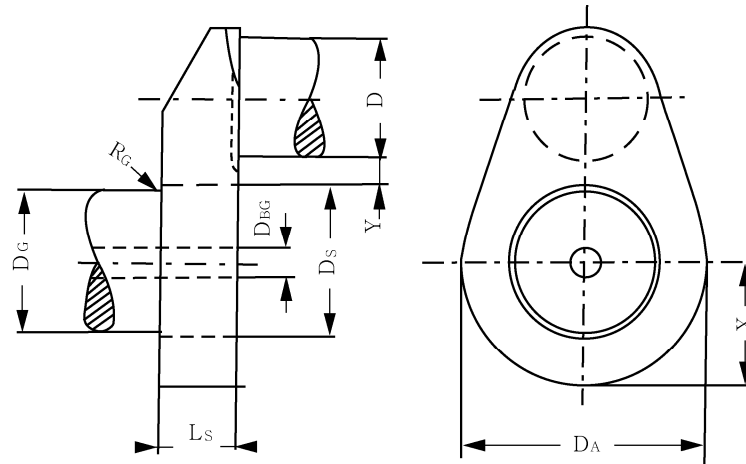


그림 6 반조립형 크랭크축의 크랭크 스로우

(나) 기호 설명은 다음과 같다.

- D_A : 압의 바깥지름 또는 저널의 중심선과 압의 바깥선 사이의 최소거리 X 의 2배 중 작은 것 (mm)
- D_S : 수축지름 (mm)
- D_G : 저널지름 (mm)
- D_{BG} : 크랭크저널에서 축방향 구멍의 지름 (mm)
- L_S : 수축끼워맞춤 길이 (mm)
- R_G : 크랭크저널 필릿부의 반지름 (mm)
- Y : 크랭크저널과 핀의 인접하는 선 사이의 거리 (mm)
 - $Y \geq 0.05 \cdot D_S$
 - $Y < 0.1 \cdot D_S$ 인 경우에는 크랭크핀 필릿부의 피로강도면에서 수축끼워맞춤으로 인한 응력의 영향을 특별히 고려하여야 한다.

(다) 저널부터 수축지름까지 곡면부분의 반지름은 $R_G \geq 0.015 \cdot D_G$ 과 $R_G \geq 0.5 \cdot (D_S - D_G)$ 중에서 큰 값을 사용하여야 한다.

(라) 수축끼워맞춤의 실제 오버사이즈(Z)는 8항 (3)호 및 (4)호에 따라 계산된 Z_{\min} 과 Z_{\max} 의 제한값 내에 있어야 한다.

(마) 8항 (2)호의 조건을 이행할 수 없는 경우, Z_{\min} 과 Z_{\max} 의 계산 방법(8항 (3)호 및 (4)호)은 다중영역-유연성 문제(multizone-plasticity problems)로 인해 적용하지 못한다. 그러한 경우, Z_{\min} 과 Z_{\max} 은 FEM 계산에 기초하여 구하여야 한다.

(2) 저널핀의 최대허용구멍

(가) 저널핀의 최대허용구멍지름(D_{BG})은 다음 식으로 계산한다.

$$D_{BG} = D_S \cdot \sqrt{1 - \frac{4000 \cdot S_R \cdot M_{\max}}{\mu \cdot \pi \cdot D_S^2 \cdot L_S \cdot \sigma_{sp}}}$$

S_R : 슬립에 대한 안전계수로서 실험에 의해 자료로 제출되지 않는 한, 2 이상의 값으로 한다.

M_{\max} : 2항 (2)호 (가)에 따른 토크의 최대 절대값($M_{T_{\max}}$) (N · m)

μ : 정적 마찰계수로서 실험에 의해 자료로 제출되지 않는 한, 0.2 이하의 값으로 한다.

σ_{sp} : 저널핀에 대한 재료의 규격최소항복강도 (N/mm²)

(나) 이러한 조건은 저널핀의 구멍에서 유연성을 피하는데 사용된다.

- (3) 수축끼워맞춤에 필요한 최소 오버사이즈
 최소 오버사이즈(Z_{\min})는 다음 식으로 구한 값 중에서 큰 것으로 한다.

$$Z_{\min} \geq \frac{\sigma_{SW} \cdot D_S}{E_m}$$

$$Z_{\min} \geq \frac{4000}{\mu \cdot \pi} \cdot \frac{S_R \cdot M_{\max}}{E_m \cdot D_S \cdot L_S} \cdot \frac{1 - Q_A^2 \cdot Q_S^2}{(1 - Q_A^2) \cdot (1 - Q_S^2)}$$

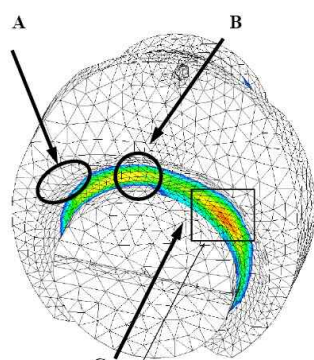
Z_{\min} : 최소 오버사이즈 (mm)
 E_m : 탄성계수 (N/mm²)
 σ_{SW} : 크랭크암에 대한 재료의 규격최소항복강도 (N/mm²)
 Q_A : 암 비, $Q_A = \frac{D_S}{D_A}$
 Q_S : 축 비, $Q_S = \frac{D_{BG}}{D_S}$

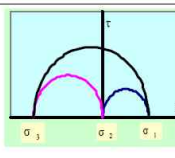
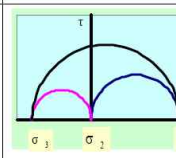
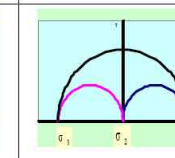
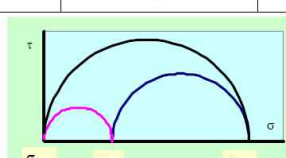
- (4) 수축끼워맞춤의 최대 허용오버사이즈
 (가) 최대허용오버사이즈(Z_{\max})는 다음 식으로 계산한다.

$$Z_{\max} \leq D_S \cdot \left(\frac{\sigma_{SW}}{E_m} + \frac{0.8}{1000} \right)$$

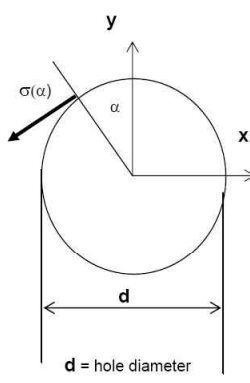
- (나) 이러한 조건은 필릿부에서 수축을 유발하는 평균응력을 제한하는데 사용된다.

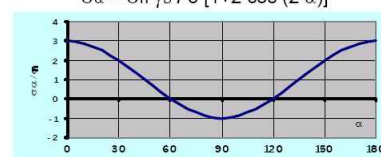
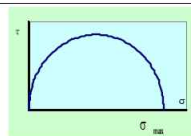
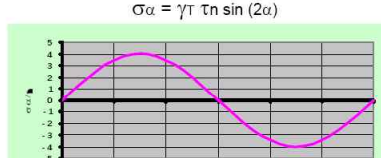
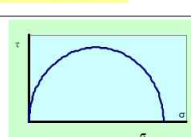
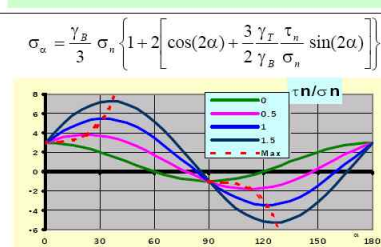
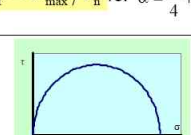
<부속서 I 크랭크축 필릿부에서 응력집중계수의 정의>



	Stress	Max $ \sigma_3 $	Max σ_1	
Torsional loading	Location of maximal stresses	A	C	B
	Typical principal stress system Mohr's circle diagram with $\sigma_2 = 0$			
	Equivalent stress and S.C.F.	$\tau_{equiv} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ $S.C.F. = \frac{\tau_{equiv}}{\tau_n} \text{ for } \alpha_T, \beta_T$		
Bending loading	Location of maximal stresses	B	B	B
	Typical principal stress system Mohr's circle diagram with $\sigma_3 = 0$	 $\sigma_2 \neq 0$		
	Equivalent stress and S.C.F.	$\sigma_{equiv} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2}$ $S.C.F. = \frac{\sigma_{equiv}}{\sigma_n} \text{ for } \alpha_B, \beta_B, \beta_Q$		

<부속서 II 오일구멍 끝에서 응력집중계수 및 응력분포>



Stress type	Nominal stress tensor	Uniaxial stress distribution around the edge	Mohr's circle diagram
Tension	$\begin{bmatrix} \sigma_n & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\sigma_\alpha = \sigma_n \gamma_B / 3 [1 + 2 \cos(2\alpha)]$ 	 $\gamma_B = \sigma_{max} / \sigma_n \text{ for } \alpha = k\pi$
Shear	$\begin{bmatrix} 0 & \tau_n \\ \tau_n & 0 \end{bmatrix}$	$\sigma_\alpha = \gamma_T \tau_n \sin(2\alpha)$ 	 $\gamma_T = \sigma_{max} / \tau_n \text{ for } \alpha = \frac{\pi}{4} + k \frac{\pi}{2}$
Tension + shear	$\begin{bmatrix} \sigma_n & \tau_n \\ \tau_n & 0 \end{bmatrix}$	$\sigma_\alpha = \frac{\gamma_B}{3} \sigma_n \left\{ 1 + 2 \left[\cos(2\alpha) + \frac{3}{2} \frac{\gamma_T}{\gamma_B} \frac{\tau_n}{\sigma_n} \sin(2\alpha) \right] \right\}$ 	 $\sigma_{max} = \frac{\gamma_B}{3} \sigma_n \left[1 + 2 \sqrt{1 + \frac{9}{4} \left(\frac{\gamma_T}{\gamma_B} \frac{\tau_n}{\sigma_n} \right)^2} \right]$ $\text{for } \alpha = \frac{1}{2} \text{tg}^{-1} \left(\frac{3\gamma_T \tau_n}{2\gamma_B \sigma_n} \right)$

〈부속서 III 유한요소해석법을 사용한 크랭크축 암 필릿부의 응력집중계수 계산〉

1. 일반

- (1) 이 해석의 목적은 크랭크축 암 필릿부에서 분석적으로(analytically) 계산된 응력집중계수에 대한 대체방법으로서 유한요소해석법(FEM)을 사용하여 계산하기 위한 것이다. 분석적 방법은 다양한 크랭크 형상에 대한 스트레인 게이지 측정으로 개발된 경험식에 기초한 것이다. 따라서 이러한 경험식의 적용은 특정 형상에만 국한된다.
- (2) 이 부속서에 따라 계산된 응력집중계수는 저널 및 핀 필릿부의 공칭응력과 유한요소해석법에 의하여 계산된 응력의 비율로 정의한다. 기존의 응력집중계수 계산방법 또는 이 부속서의 유한요소해석법에 의한 계산방법과 연계하여 사용될 경우, 굽힘에 의한 폰미세스 응력(von Mises stresses)이 계산되어야 하고 비틀림에 의한 주응력(principle stress)이 계산되어야 한다.
- (3) 이 부속서의 평가지침 및 절차는 일체형 크랭크 및 반조립형 크랭크(저널 필릿부 제외)에 적합하다.
- (4) 선형탄성 유한요소해석법에 의하여 해석이 수행되어야 하고 모든 하중조건에서 적당한 크기의 단위 하중이 적용되어야 한다.
- (5) 오일구멍에서의 응력집중계수 계산은 이부속서에 포함되지 않는다.
- (6) 단순 형상의 모델링에 의한 것과 단순 굽힘 및 비틀림에 대한 해석결과를 갖는 유한요소해석법으로 구해진 응력을 비교하는 것에 따라 유한요소해석법 요소 정확도를 확인하는 것이 필요하다.
- (7) 유한요소해석법(FEM) 대신에 경계요소해석법(BEM)을 사용할 수 있다.

2. 모델 요건

- (1) 격자 요소에 대한 권고사항
격자품질 기준을 충족하기 위하여 다음 권고사항에 따라 응력집중계수의 평가를 위한 유한요소 모델을 구성하는 것이 권고된다.
 - (가) 주베어링 중심선에서 반대편 주베어링 중심선까지 단일의 완전한 크랭크로 구성된 모델
 - (나) 필릿부에 사용된 요소의 형식
 - (a) 10 절점 사면체 요소
 - (b) 8 절점 육면체 요소
 - (c) 20 절점 육면체 요소
 - (다) 필릿 반지름에서 격자 특성.
다음 (라) 및 (마)는 크랭크 평면에서 원주방향으로 $\pm 90^\circ$ 에 적용한다.
 - (라) 원주방향 필릿부 전체에 걸쳐서 최대 요소 크기 a는 $r/4$ 로 한다. 20 절점 육면체 요소를 사용할 경우, 원주방향에서의 요소 크기는 5a까지 확대될 수 있다. 다중 반지름 필릿인 경우 r은 국부 필릿부 반지름으로 한다(8절점 육면체 요소가 사용된다면, 품질 기준을 만족하기 위하여 훨씬 작은 요소 크기가 요구된다).
 - (마) 필릿부 깊이 방향에서의 요소 크기에 대한 권고방법
 - (a) 첫 번째 층의 두께 : 요소 크기 a와 동일
 - (b) 두 번째 층의 두께 : 요소 크기 2a와 동일
 - (c) 세 번째 층의 두께 : 요소 크기 3a와 동일
 - (바) 암 두께 방향으로 최소 6개의 요소
 - (사) 일반적으로 크랭크 이외의 부분은 해결방법의 수치적 안정성에 대하여 적절하여야 한다.
 - (아) 평형추(counter-weights)는 크랭크의 전체 강성에 현저하게 영향을 줄 경우에 한하여 모델링되어야 한다.
 - (자) 오일 구멍은 전체적 강성에 미치는 영향이 무시할만 하고 필릿부까지의 근접거리가 2r보다 크면 모델링이 필요하지 않다(그림 7 참조).
 - (차) 중량 경감을 위한 구멍은 모델링하여야 한다.
 - (카) 소프트웨어 요건이 충족될 경우 서브-모델링(sub-modeling)을 사용할 수 있다.

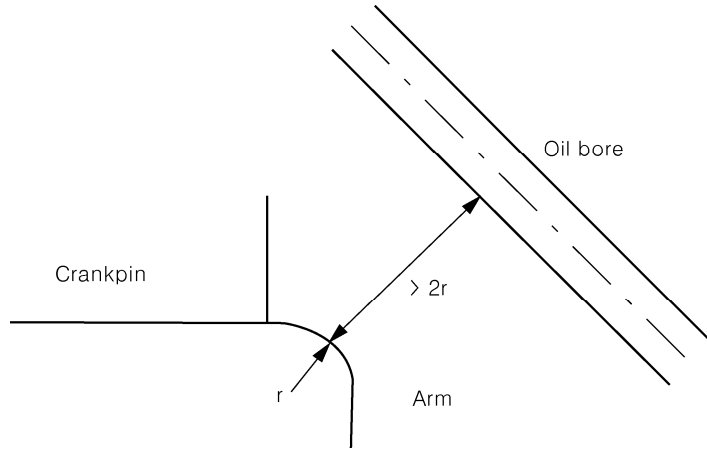


그림 7 오일 구멍에서 필릿부까지 근접거리

(2) 재료

부록 5-3에서는 영계수(E) 및 포아송비(ν)와 같은 재료 특성은 고려하지 않는다. 유한요소 해석에서는 변형률이 제일 먼저 계산되고 영계수 및 포아송비를 사용하여 변형률로부터 응력이 유도되기 때문에 이러한 재료계수가 필요하다.

문헌에서 인용되거나 대표적인 재료 샘플에서 측정된 것과 같은 신뢰할 수 있는 재료계수 값이 사용되어야 한다. 강에 대한 영계수 $E = 2.05 \times 10^5 \text{ MPa}$, 포아송비 $\nu = 0.3$ 이 권고된다.

(3) 격자 요소 품질 기준

실제의 격자 요소는 응력집중계수 평가를 위하여 검토된 영역에서 다음 기준의 어느 것에 만족하지 못할 경우, 세분화된 격자로 2차 계산을 수행하여야 한다.

(가) 주응력 기준

격자의 품질은 필릿부 반지름 표면의 통상적인 응력 구성요소의 확인에 의하여 보증되어야 한다. 이상적으로는 이 응력은 0이 되어야 한다. 주응력 σ_1, σ_2 및 σ_3 에 대하여 다음 기준이 요구된다.

$$\min(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|) < 0.03 \cdot \max(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|)$$

(나) 평균/비평균(Averaged/unaveraged) 응력 기준

응력집중계수의 계산을 위한 필릿부에서 요소에 걸쳐 응력의 불연속성을 관찰하는 것을 기초로 한다. 한 절점에 연결된 각 요소로부터 계산된 비평균 절점응력(nodal stress)은 검토되는 위치에서 이 절점에서의 100% 평균 절점응력과의 차이는 5% 미만이어야 한다.

3. 하중 조건

부록 5-3에서 분석적으로 결정된 응력집중계수를 대체하기 위하여 다음 하중 조건으로 계산되어야 한다.

(1) 비틀림

FVV에서 만든 조사용 시험장비와 유사한 조건으로 그림 8과 같이 단순 비틀림을 가한다. 모델 한쪽 끝단면에서 면의 뒤틀림을 구속한다. 크랭크축의 중심 절점에 토크를 적용한다. 이 절점은 6 자유도를 갖는 주절점(master node)으로 가정하고 끝단면의 모든 절점에 견고하게 연결한다. 경계 및 하중 조건은 직렬 및 V형 기관에 유효하다.

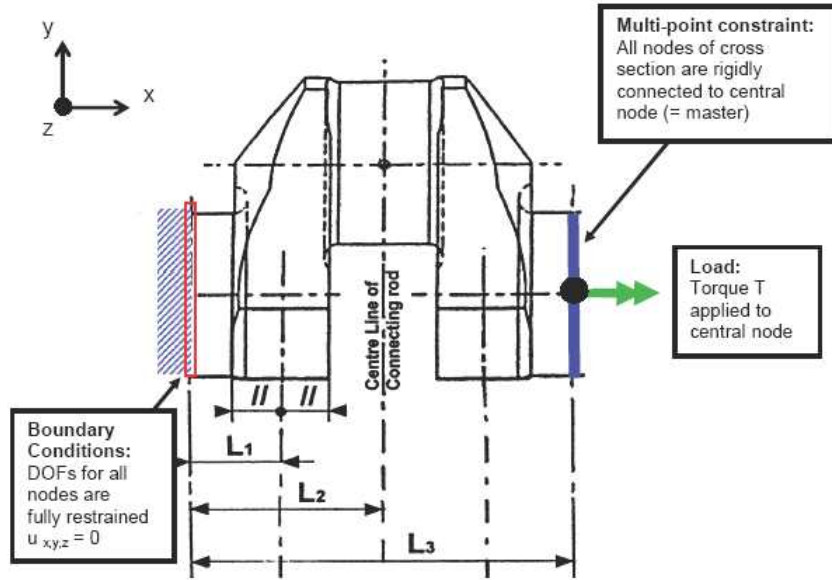


그림 8 비틀림 하중에서 경계 및 하중 조건

저널 및 크랭크에 있는 모든 절점에 대하여 주응력을 구하고 등가의 비틀림 응력을 계산한다.

$$\tau_{equiv} = \max\left(\frac{|\sigma_1 - \sigma_2|}{2}, \frac{|\sigma_2 - \sigma_3|}{2}, \frac{|\sigma_1 - \sigma_3|}{2}\right)$$

이어서 응력집중계수의 최대값을 다음과 같이 계산한다.

$$\alpha_T = \frac{\tau_{equiv, \alpha}}{\tau_N}$$

$$\beta_T = \frac{\tau_{equiv, \beta}}{\tau_N}$$

여기서,

τ_N : 비틀림 토크 T 가 작용할 때 부록 5-3의 2항 (2)호에 따른 크랭크핀 및 저널의 공칭 비틀림 응력

$$\tau_N = \frac{T}{W_p}$$

(2) 단순 굽힘(4점 굽힘)

FVV에서 만든 조사용 시험장비와 유사한 조건으로 그림 9와 같이 단순 굽힘을 가한다. 모델 한쪽 끝단면에서 면의 뒤틀림을 구속한다. 크랭크축의 중심 절점에 굽힘모멘트를 적용한다. 이 절점은 6 자유도를 갖는 주절점(master node)으로 가정하고 끝단면의 모든 절점에 견고하게 연결한다. 경계 및 하중 조건은 직렬 및 V형 기관에 유효하다.

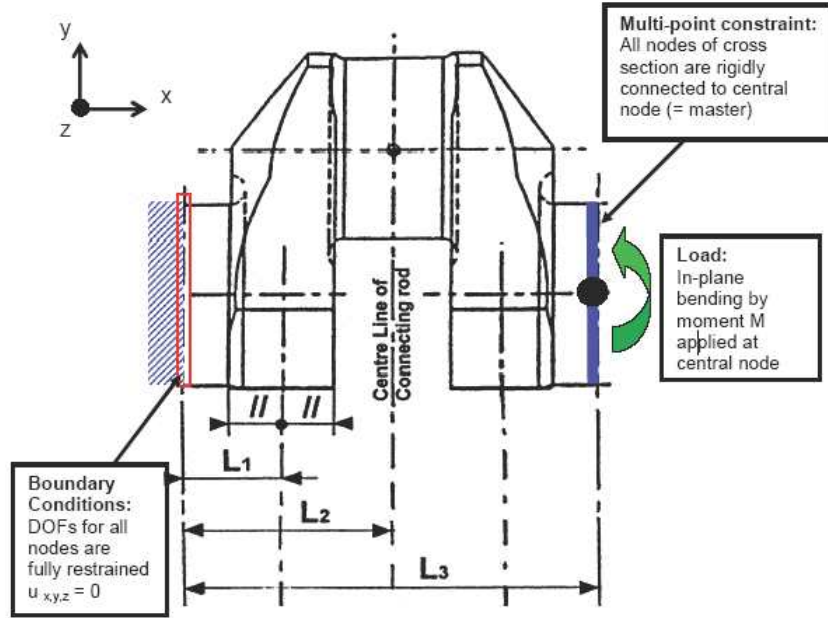


그림 9 단순 굽힘 하중에서 경계 및 하중 조건

저널과 크랭크핀 필릿부의 모든 절점에서 폰미세스 등가응력 σ_{equiv} 가 구해진다. 다음 식에서 응력집중계수를 구하기 위하여 그 최대값을 사용한다.

$$\alpha_B = \frac{\sigma_{equiv, \alpha}}{\sigma_N}$$

$$\beta_B = \frac{\sigma_{equiv, \beta}}{\sigma_N}$$

공칭응력 σ_N 는 굽힘응력 M으로 부록5-3의 2항 (1)호 (나)의 (b)에 따라 계산된다.

$$\sigma_N = \frac{M}{W_{eqw}}$$

(3) 전단력을 동반한 굽힘(3점 굽힘)

- (가) 이 하중 조건은 저널 필릿부에 대하여 단순 횡방향힘(radial force, β_Q)에 대한 응력집중계수를 결정하기 위하여 계산된다.
- (나) FVV에서 만든 조사용 시험장비와 유사한 조건으로 그림 10과 같이 3점 굽힘을 가한다. 모델 양쪽 끝단면에서 면의 뒤틀림을 구속한다. 모든 절점은 중심 절점에 견고하게 연결된다. 경계 조건은 중심 절점에 적용된다. 이 절점은 6 자유도를 갖는 주절점(master node)으로 작용한다.
- (다) 힘은 연결봉의 핀 중심선의 중심 절점에 작용한다. 이 절점은 핀 단면의 모든 절점에 연결된다. 단면의 뒤틀림은 구속하지 않는다.
- (라) 경계 및 하중 조건은 직렬 및 V형 기관에 유효하다. V형 기관은 단일의 연결봉 힘만으로 모델을 만들 수 있다. 2개의 연결봉 힘의 사용은 응력집중계수에 있어서 현저한 변화가 없어야 한다.
- (마) 저널 필릿부에서 최대등가 폰미세스응력(von Mises stress) σ_{3P} 을 평가한다. 그 저널 필릿부에서 응력집중계수는 다음과 같이 2가지 방법으로 결정할 수 있다.

(a) 방법 1

이 평가 방법은 FVV와 유사하다. 3점 및 4점 굽힘의 결과는 다음과 같이 조합된다.

$$\sigma_{3P} = \sigma_{N3P} \cdot \beta_B + \sigma_{Q3P} \cdot \beta_Q$$

여기서,

σ_{3P} : 유한요소 계산에 의한다.

σ_{N3P} : 실제 연접봉의 중심선에 작용하는 힘 $F_{3P}[N]$ 에 의한 압 중심에서의 공칭 굽힘 응력 (그

림 11 참조)

β_B : (2)호에 따른다.

$$\sigma_{Q3P} = Q_{3P} / (B \cdot W),$$

여기서,

Q_{3P} : 실제 연접봉의 중심선에 작용하는 힘 $F_{3P}[N]$ 에 의한 압에서의 반지름방향 힘(전단력) (부

록 5-3의 그림 1 및 그림 2 참조)

(b) 방법 2

이 평가 방법은 FVV와 다르다. 2개의 베어링에 의하여 지지되는 단일의 크랭크 스톱우를 갖는 정정계에서는 굽힘모멘트와 반지름방향 힘(전단력)은 비례한다. 그러므로 저널 필릿부 응력집중계수는 3점 굽힘 유한요소해석법으로 직접 구할 수 있다. 이어서 응력집중계수는 다음 식에 따라 계산 한다.

$$\beta_{BQ} = \frac{\sigma_{3P}}{\sigma_{N3P}}$$

기호는 (a) 참조.

이 방법을 사용하면 부록5-3에서 반지름방향 힘과 응력 결정은 필요하지 않다. 이어서 저널 필릿부의 교번굽힘응력을 부록 5-3의 2항 (1)호의 (다)에 따라 평가한다.

$$\sigma_{BG} = \pm |\beta_{BQ} \cdot \sigma_{BFN}|$$

주 : 이 방법은 크랭크핀 필릿부에는 적용하지 않는다. 그리고 이 응력집중계수는 부록 5-3에 따른 정정계 이외의 계산 방법과 연계하여 사용하여서는 아니 된다.

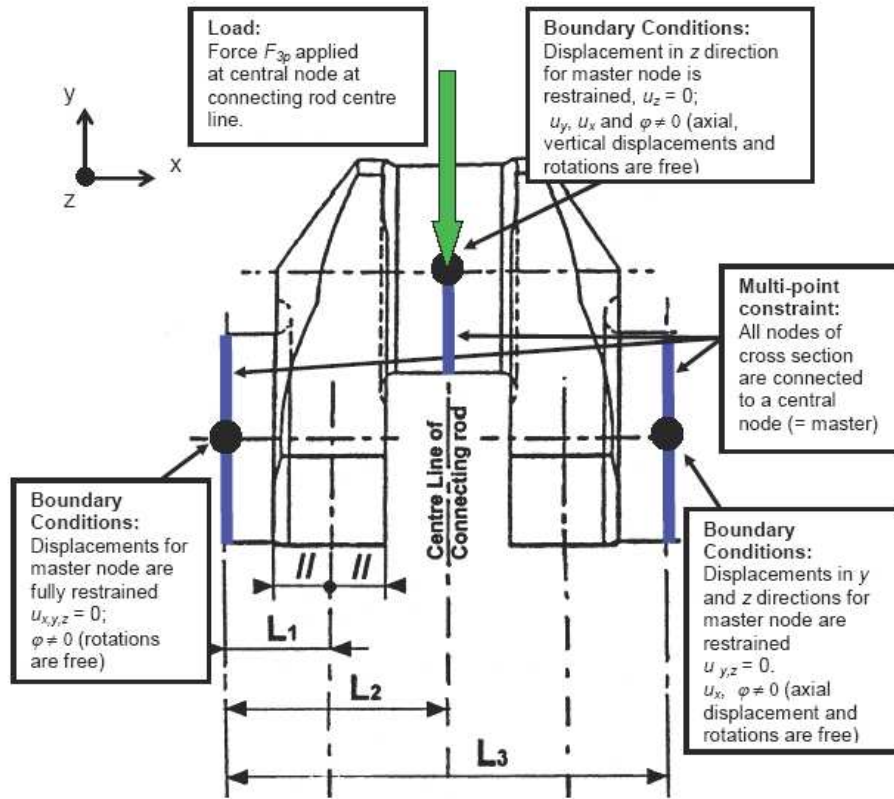


그림 10 직렬 기관에서 3점 굽힘 하중의 경계 및 하중 조건

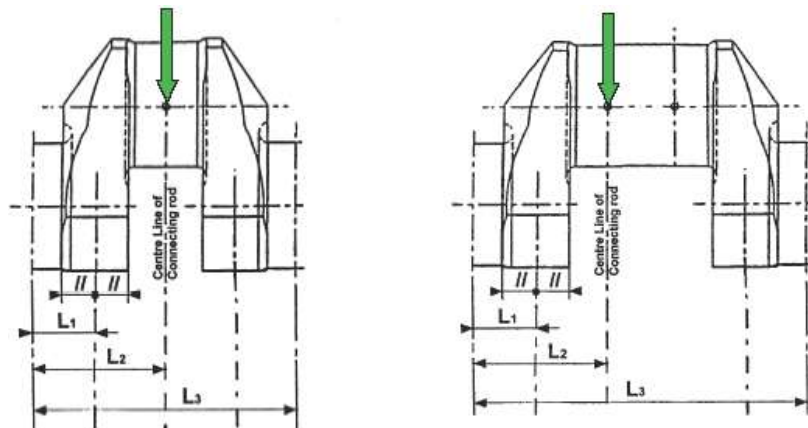


그림 11 직렬 및 V형 기관에서 하중 작용

〈부속서 IV 피로시험의 평가〉 (2018)

1. 소개

피로시험은 작은 시험편 시험 및 풀사이즈 크랭크 스톱 시험의 두 주요 그룹으로 분류할 수 있다. 시험은 계단식 방법 또는 이 부속서에서 제시된 수정된 버전의 방법으로 실시할 수 있다. 또한 다른 통계적 평가 방법을 적용할 수 있다.

(1) 작은 시험편 시험

(가) 필릿부에 표면처리가 없는 크랭크축의 경우 피로강도는 풀사이즈 크랭크 스톱으로부터 채취된 작은 시험편의 시험으로 결정할 수 있다. 필릿부 부근의 다른 영역이 필릿부에 잔류응력을 발생시키는 표면처리가 된 경우 상기 접근법은 적용할 수 없다.

(나) 상기 접근법의 한가지 장점은 제작할 수 있는 시험편이 다소 많다는 것이다. 또 다른 장점은 상이한 응력비 및 /또는 상이한 모드(예를 들면, 축하중, 굽힘, 비틀림, 노치가 있는, 노치가 없는)로 시험을 할 수 있다는 것이다. 이는 임계면 기준과 함께 사용된 재료 데이터의 평가를 요구한다.

(2) 풀사이즈 크랭크 스톱 시험

표면처리된 크랭크축의 경우 피로강도는 풀사이즈 크랭크 스톱 시험을 통해서만 결정될 수 있다. 비용상의 이유로 적은 수의 크랭크 스톱 시험이 실시된다. 하중은 3 또는 4점 굽힘 배치에서 유압작동기에 의하여 또는 공진 시험 장비에서 여진기에 의하여 가해질 수 있다. 후자는 응력비를 $R=-1$ 로 보통 제한하기는 하지만 자주 사용된다.

2. 시험 결과의 평가

(1) 원칙

(가) 피로시험 이전에 크랭크축은 품질관리절차에 의한 요구(예를 들면, 화학성분, 기계적 성질, 표면경도, 경화 깊이 및 확장, 필릿부 표면처리 등)에 따라 시험되어야 한다.

(나) 시험 샘플은 허용 범위의 하단을 대표하도록 준비되어야 한다.(예를 들면, 고주파경화된 크랭크축의 경우 낮은 범위의 허용 경화 깊이, 필릿부를 통과하는 최단 확장 등을 의미한다.) 그렇지 않은 경우 테스트 결과 평균값은 신뢰구간으로 보정되어야 한다.(90 % 신뢰구간은 표본평균과 표준편차 모두에 사용될 수 있다.)

(다) 부록 5-3이 적용된 경우 시험 결과는 상기 90 % 신뢰구간을 고려하여 또는 고려하지 않고 평균 피로강도를 나타내기 위하여 평가되어야 한다. 표준편차는 90 % 신뢰를 참작하여 고려되어야 한다. 그 후에 피로강도로 사용되는 결과는 평균 피로강도에서 1 표준편차를 뺀 것이 된다.

(라) 평가가 정적 기계적 성질 및 피로강도 사이의 관계를 찾을 것을 목적으로 하는 경우 관계는 특정 최소 성질이 아니라 측정된 실제 기계적 성질에 근거한 것이어야 한다.

(마) 2항 (4)호에 제시된 계산기법은 원래의 계단식 방법을 위하여 개발되었다. 다만 수정된 계단식 방법 전용의 유사한 방법이 없기 때문에 양자에 동일 적용된다.

(2) 계단식 방법(staircase method)

(가) 원래의 계단식 방법에서 첫 번째 시험편은 예상 평균 피로강도에 해당하는 응력을 받는다. 시험편이 10^7 사이클에 생존하면 폐기되고 다음 시험편은 이전 시험편 보다 한 단계 증가한 응력을 받게 된다. 즉, 항상 이전 시험편보다 한 단계 증가한 응력을 사용한 다음 시험편이 생존 시험편 뒤를 따른다. 응력 증가량은 표준편차의 예상 수준에 상응하여 선택되어야 한다.

(나) 시험편이 10^7 사이클 이전에 파손된 경우 얻어진 사이클수를 기록하고 다음 시험편이 이전 시험편 보다 한 단계 낮은 응력을 받게 한다. 이러한 접근법은 파손 및 런아웃 시험편의 합이 시험편의 수와 같게 된다.

(다) 원래의 계단식 방법은 많은 수의 시험편을 이용 가능할 경우에만 적합하다. 시뮬레이션을 통해 계단식 시험에서 약 25 개의 시험편을 사용하면 결과에 충분한 정확성이 있음이 밝혀졌다.

(3) 수정된 계단식 방법

(가) 제한된 수의 시험편을 이용할 수 있는 경우 수정된 계단 방법을 적용하는 것이 타당하다. 여기서 첫 번째 시험편은 평균 피로강도보다 훨씬 낮은 응력 수준을 받는다. 이 표본이 10^7 사이클을 생존하는 경우, 이 동일한 시험편은 이전의 것보다 한 단계 증가한 응력 수준을 받게 된다. 응력 증가량은 표준편차의 예상 수준에 상응하여 선택되어야 한다. 이것은 파손될 때까지 동일한 시험편으로 계속된다. 그 다음 사이클수가 기록되고 다음 시험편은 이전 시험편 보다 최소한 두 단계 낮은 응력을 받게 한다.

(나) 이러한 접근에서 파손의 횟수는 보통 시험편의 수와 동일하게 된다. 10^7 사이클에 도달한 가장 높은 수준으로 계산된 런아웃 시험편의 수 또한 시험편의 수와 동일하다.

- (다) 이용 가능한 결과에 따라 더 높은 시험수준, 특히 높은 평균 응력에서의 런아웃을 시험하는 것이 피로 한계를 증가시키는 경향이 있으므로 수정된 계단식 방법의 획득 결과는 신중하게 사용해야 한다. 그러나 이러한 ‘훈련 효과(training effect)’는 고장력강에서는 두드러지지 않는다.(예를 들면 인장강도가 800 MPa을 초과하는)
- (라) 만약 신뢰할만한 계산이 요구되거나 필요할 경우 최소 시험편 수는 3개 이상이다.
- (4) 표본평균 및 표준편차의 계산
- (가) 5개의 크랭크 스로우 시험에 대한 가상의 예가 후속 본문에 추가로 제시되었다. 수정된 계단식 방법 및 덕슨과 무드의 평가 방법을 사용할 경우, 샘플의 수는 10개가 될 것이고, 이는 5개의 런아웃과 5개의 파손을 의미한다. 즉,

$$\text{샘플의 수, } n = 10$$

또한 방법은 다음을 구별한다.

$$\text{덜 빈번한 쪽이 파손일 경우, } C = 1$$

$$\text{덜 빈번한 쪽이 런아웃일 경우, } C = 2$$

이 방법은 시험 결과에서 덜 빈번한 발생만을 사용한다. 즉, 런아웃 보다 많은 파손이 있는 경우, 런아웃의 횟수가 사용되고, 그 반대의 경우도 마찬가지이다.

- (나) 수정된 계단식 방법에서, 런아웃과 파손의 횟수는 보통 동일하다. 그러나 시험 성공적이지 않을 수 있다. 예를 들면, 이전 파손 수준보다 2 단계 낮은 시험편이 바로 파손된다면 런아웃 횟수가 파손 횟수보다 적을 수 있다. 다른 한편으로, 이러한 예상치 못한 조기 파손이 다소 높은 사이클수 후에 발생한 경우 그 이하의 레벨을 런아웃으로 정의할 수 있다.
- (다) 최대가능성이론(maximum likelihood theory)에서 유래된 덕슨과 무드의 접근법은 특히 샘플이 거의 없는 시험에서 계단식 시험의 결과로부터 표본평균 및 표준편차를 계산하기 위한 간단한 근사 방정식을 제시한다. 표본평균 \bar{S}_a 은 아래와 같이 계산할 수 있다.

$$C = 1 \text{ 일 경우, } \bar{S}_a = S_{a0} + d \cdot \left(\frac{A}{F} - \frac{1}{2} \right)$$

$$C = 2 \text{ 일 경우, } \bar{S}_a = S_{a0} + d \cdot \left(\frac{A}{F} + \frac{1}{2} \right)$$

표준편차 s 는 아래와 같이 구할 수 있다.

$$s = 1.62 \cdot d \cdot \left(\frac{F \cdot B - A^2}{F^2} + 0.029 \right)$$

여기서,

S_{a0} : 빈번한 발생에 대한 가장 낮은 응력 수준

d : 응력 증가량

$$F = \sum fi$$

$$A = \sum i \cdot fi$$

$$B = \sum i^2 \cdot fi$$

i : 응력 수준 번호

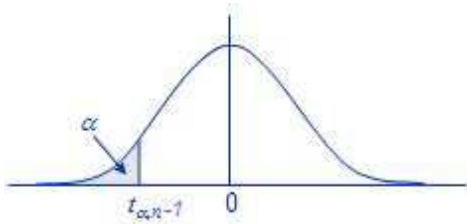
fi : 응력 수준 i 에서의 샘플의 수

표준편차의 식은 근사값이며 다음과 같은 경우에 사용할 수 있다.

$$\frac{B \cdot F - A^2}{F^2} > 0.3 \quad \text{및} \quad 0.5 \cdot s < d < 1.5 \cdot s$$

상기 두 가지 조건 중 하나라도 충족되지 않으면 새로운 계단식 방법을 고려하거나 또는 안전하게 표준편차를 상당히 크게 취하여야 한다.

- (라) 증가량 d 가 표준편차 s 보다 매우 큰 경우, 절차는 증가량과 표준편차 사이의 차이가 비교적 작을 때 계산된 값과 비교하여 더 낮은 표준편차와 약간 더 높은 표본평균을 유도한다. 각각 증가량 d 가 표준편차 s 보다 훨씬 작을 경우 절차는 더 높은 표준편차와 약간 낮은 표본평균을 유도한다.
- (5) 평균 피로한계에 대한 신뢰구간
 - (가) 계단식 피로시험을 반복하면 표본평균과 표준편차가 이전 시험과 다를 가능성이 크다. 따라서 반복된 시험값이 표본평균에 대한 신뢰구간을 사용하여 선택된 피로한도를 초과할 것이라는 확신을 가지고 보증할 필요가 있다.
 - (나) 알려지지 않은 분산을 갖는 표본평균값의 신뢰구간은 평균 주위에 대칭 분포를 갖는 t 분포(스튜던트 t 분포라고도 함)에 따라 분산되는 것으로 알려져 있다.



표본평균에 대해 일반적으로 사용되는 신뢰도는 90 % 이다. 즉, 반복되는 검사의 표본평균은 선택한 신뢰수준으로 계산된 값보다 높다. 그림은 표본평균에 대한 $(1-\alpha) \cdot 100\%$ 신뢰구간의 t 값을 보여준다.

그림 12 스튜던트 t 분포

- (다) S_a 가 경험적 평균이고 s 가 일련의 n 개 샘플에 대한 경험적 표준편차인 경우, 변수값이 알 수 없는 표본평균 및 알 수 없는 분산으로 정규 분포되어 있는 경우, 평균에 대한 $(1-\alpha) \cdot 100\%$ 신뢰구간은 다음과 같다.

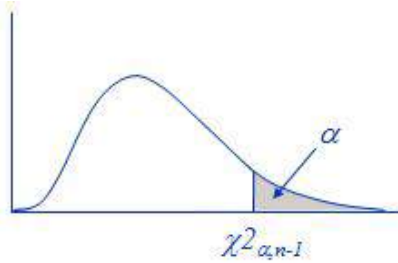
$$P\left(S_a - t_{\alpha, n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} < S_{aX\%}\right) = 1 - \alpha$$

- (라) 결과로 생기는 신뢰구간은 표본 값의 경험적 평균을 중심으로 대칭이며 하단 끝 점은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$S_{aX\%} = S_a - t_{\alpha, n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

이는 파손확률에 대한 한계가 고려되는 감소된 피로한계를 얻는 데 사용되는 평균 피로한계(모집단 값)를 나타낸다.

- (6) 표준편차에 대한 신뢰구간
 - (가) 정상 확률변수의 분산에 대한 신뢰구간은 $n-1$ 자유도를 갖는 카이제곱분포(chi-square distribution)를 갖는 것으로 알려져 있다.



표준편차에 대한 신뢰수준은 반복시험에 대한 표준편차가 신뢰수준을 가지는 피로시험 표준편차로 부터 얻은 상한 보다 낮은 지 확인하는 데 사용된다. 그림은 분산에 대한 $(1-\alpha) \cdot 100\%$ 신뢰 구간의 카이제곱을 보여준다.

그림 13 카이제곱분포(chi-square distribution)

(나) n 개의 샘플로부터 가정된 피로 시험값은 분산이 σ^2 인 정규 확률변수이고 경험적 분산은 s^2 이다. 그 다음 분산에 대한 $(1-\alpha) \cdot 100\%$ 신뢰구간은 다음과 같다.

$$P\left(\frac{(n-1)s^2}{\sigma^2} < \chi^2_{\alpha, n-1}\right) = 1-\alpha$$

(다) 표준편차에 대한 $(1-\alpha) \cdot 100\%$ 신뢰구간은 분산에 대한 신뢰구간의 상한의 제곱근에 의해 얻어지며 다음과 같다.

$$s_{X\%} = \sqrt{\frac{n-1}{\chi^2_{\alpha, n-1}}} \cdot s$$

이 표준편차(모집단 값)는 피로한도를 얻는 데 사용되며 여기서 파손 확률에 대한 제한이 고려된다.

3. 작은 시험편 시험

이와 관련하여 작은 시험편은 크랭크 스톱에서 채취한 시험편 중 하나라고 간주된다. 시험편은 필릿부 피로 강도를 대표하므로, 그림 14와 같이 필릿부 가까이에서 채취해야 한다. 시험편 시험에서 주응력 방향은 풀사이즈 크랭크 스톱과 동등함을 확인해야 한다. 검증은 유한요소해석법을 사용하여 수행하는 것이 권고된다. 정적 기계적성질은 품질 관리절차에 따라 규정되어야 한다.

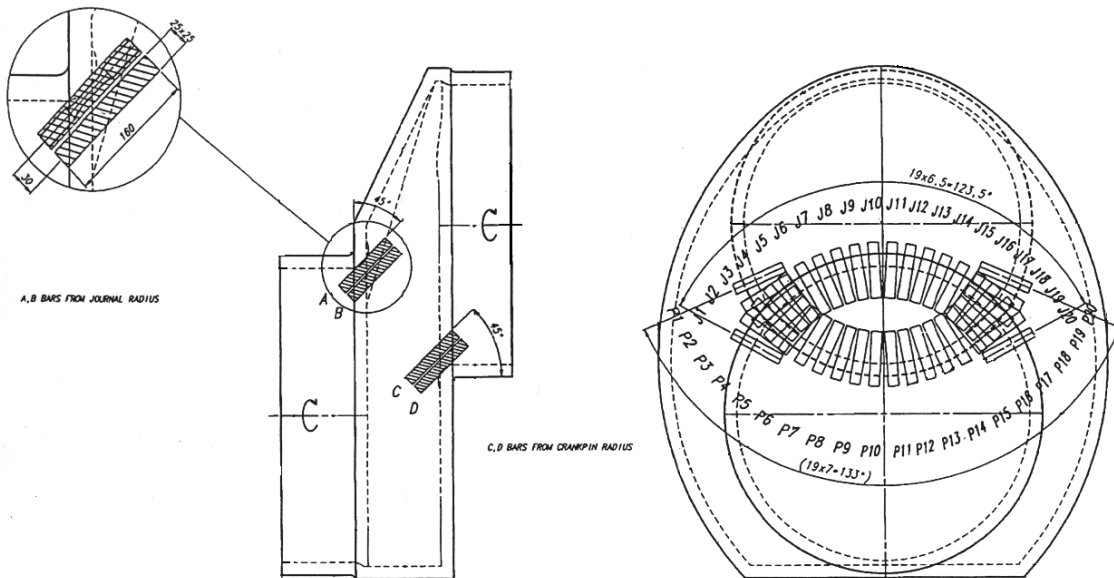


그림 14 크랭크 스톱에서 시험편의 위치

- (1) 굽힘 피로강도의 결정
 - (가) 응력 기울기 영향과 관련된 불확실성을 피하기 위해 노치가 없는 시험편을 사용하는 것이 권고된다. 푸시풀 시험법(응력비 $R=1$)이 바람직하지만, 특히 임계 평면 기준을 위해 다른 응력비와 방법이 추가 될 수 있다.
 - (나) 풀사이즈 크랭크 스로우 주응력 방향을 나타내는 푸시 풀 시험에서 주응력 방향을 보장하기 위하여 더 이상의 정보가 없는 경우 시험편은 그림 14과 같이 45도 각도로 채취되어야 한다.
 - (다) 시험의 목적이 높은 청결도의 영향을 문서화하는 것이라면 원주 방향으로 약 120도 위치에서 채취한 시험편을 사용할 수 있다. (그림 14 참조)
 - (라) 시험의 목적이 연속단조흐름(CGF) 단조의 영향을 문서화하는 것이라면 시험편은 크랭크 평면 부근으로 제한되어야 한다.
- (2) 비틀림 피로강도의 결정
 - (가) 시험편이 비틀림 시험을 받는 경우, 샘플의 선택은 상기 굽힘과 동일한 지침을 따라야 한다. 응력 기울기 영향이 평가 시 고려되어야 한다.
 - (나) 시험편을 푸시풀로 시험하고 더 이상의 정보가 없다면 샘플은 시험편과 풀사이즈 크랭크 스로우 사이의 주응력 방향이 동일선상에 있음을 보장하기 위해 크랭크 평면에 대해 45도 각도로 채취해야 한다. 시험편 필릿부를 따라 크랭크축의 중간 평면으로부터 멀리 취할 경우 평면은 비틀림으로 인해 파단 방향을 재 샘플링 할 수 있도록 핀 중심점을 중심으로 회전한다. (결과는 적절한 비틀림 값으로 변환되어야 한다.)
- (3) 기타 시험 위치
 - (가) 시험 목적이 피로 특성을 발견하고 크랭크축이 연속단조흐름으로 이어질 수 있는 방식으로 단조된 경우, 시험편은 기계적 시험을 위한 시험편이 보통 채취되는 연장된 축 조각으로부터 세로 방향으로 채취될 수 있다. 연장된 축 조각은 크랭크축의 일부분으로 열처리되고 크기는 크랭크 스로우와 비슷한 담금질 비 결과를 가지는 것이 조건이다.
 - (나) 연장된 축 조각의 시험 결과를 사용하려면 해당 축 조각의 단조흐름이 크랭크 필릿부를 얼마나 잘 대표하는 지를 고려해야 한다.
- (4) 시험 결과의 상관 관계
 - (가) 시험편 시험으로 얻은 피로강도는 적절한 방법(크기 효과)으로 풀사이즈 크랭크 축 피로강도에 대응하도록 변환되어야 한다.
 - (나) 시험에서 굽힘 피로 특성을 사용하는 경우, 성공적인 연속단조흐름(CGF)이 다른(연속단조흐름이 아닌) 단조와 비교하여 상승된 값으로 이어지며 일반적으로 동일한 크기의 비틀림 피로강도 향상으로 이어지지 않을 것이라는 점을 명심해야 한다. 이러한 경우 비틀림 시험을 수행하거나 비틀림 피로 강도를 보수적으로 평가하는 것(예를 들면 연속단조흐름에 대한 크레딧을 사용하지 않음으로써)이 권고된다. 이 접근법은 고흐 플라드 기준을 사용할 경우 적용 할 수 있다. 다만 폰미세스 또는 핀들리(Findley)와 같은 다축 기준을 사용할 경우 이 접근법은 인정되지 않는다.
 - (다) 굽힘 피로와 비틀림 피로의 비율이 $\sqrt{3}$ 과 크게 다른 경우 폰미세스 기준을 고흐 플라드 기준으로 대체하는 것을 고려해야 한다. 또한 임계 평면 기준을 사용하는 경우 연속단조흐름 피로강도 측면에서 재료를 균질하지 않게 한다는 점을 명심해야 한다. 즉, 재료 파라미터가 평면의 방향과 다르다.
 - (라) 영향 요인의 추가는 신중하게 이루어져야 한다. 예를 들어 깨끗한 강에 특정 첨가물이 문서화되어 있는 경우, 반드시 연속단조흐름에 대한 K 계수와 완전히 결합되지 않을 수도 있다. 깨끗한 연속단조흐름 단조 크랭크의 샘플을 직접 테스트하는 것이 선호된다.

4. 풀사이즈 시험

- (1) 유압 맥동(hydraulic pulsation)
 - (가) 유압 시험 장비는 비틀림뿐만 아니라 3점 또는 4점 굽힘에서 크랭크축을 시험할 수 있다. 따라서 모든 응력비로 시험할 수 있다.
 - (나) 적용된 하중은 시험 개시를 위하여 평평한 축 부분에서 스트레인 게이지 측정에 의해 검증되어야 하지만, 하중 제어 시험 동안 반드시 사용되어야 하는 것은 아니다. 스트레인 게이지 체인으로 필릿부 응력을 확인하는 것 또한 적절하다.
 - (다) 또한 시험 장비가 부속서 III의 3항 (1)호부터 (3)호까지 정의된 경계조건을 제공하는 것이 중요하다.
 - (라) 정적 기계적 성질은 품질관리절차에 따라 규정되어야 한다.
- (2) 공진 시험기(resonance tester)

(가) 굽힘 피로에 대한 장비는 일반적으로 응력비 -1로 작동한다. 공진에 가까운 작동으로 인하여 에너지 소비가 적다. 더욱이 빈도는 보통 상대적으로 높기 때문에 하루 안에 10^7 사이클에 도달 할 수 있다. 그림 15는 시험기의 배치를 보여준다.

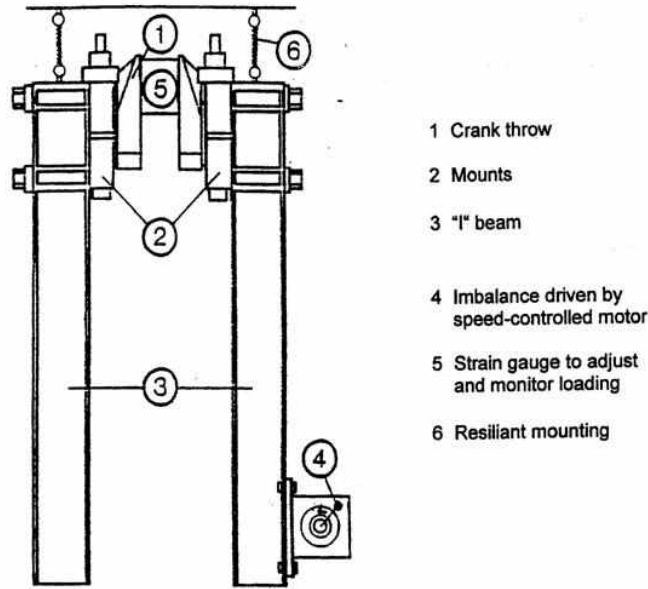


그림 15 굽힘 하중 공진 시험기의 시험 배치의 예

- (나) 적용된 하중은 평평한 축 단면에서 스트레인 게이지를 측정하여 검증해야 한다. 스트레인 게이지 체인으로 필릿부 응력을 확인하는 것 또한 적절하다.
- (다) 저널 주위의 클램핑은 클램프의 가장자리 아래에서 파손을 일으킬 수 있는 심각한 프레팅을 방지하는 방식으로 배치되어야 한다. 클램프와 저널 필릿부 사이의 거리가 일정한 경우, 하중은 4점 굽힘과 일치하여 저널 필릿부를 대표한다.
- (라) 엔진에서 크랭크 핀 필릿부는 일반적으로 응력비가 -1보다 약간 높고 저널 필릿부의 응력비가 -1보다 약간 아래에서 작동한다. 필요한 경우 스프링 예비하중을 사용하여 평균하중($R = -1$ 에서 벗어남)을 도입 할 수 있다.
- (마) 비틀림 피로에 대한 장비도 그림 16와 같이 배치 할 수 있다. 크랭크 스로우가 비틀림을 받을 때, 크랭크 핀의 비틀림은 저널을 횡으로 움직이게 한다. 단일 크랭크 스로우가 비틀림 공진 시험 장비에서 시험되는 경우 클램프된 무게가 있는 저널은 횡으로 크게 진동한다.
- (바) 특히 크랭크가 거의 같은 방향인 경우, 두 개의 크랭크 스로우를 사용하여 클램프된 무게의 횡 방향 이동을 줄일 수 있다. 다만 중간에 있는 저널은 더 많이 움직일 것이다.

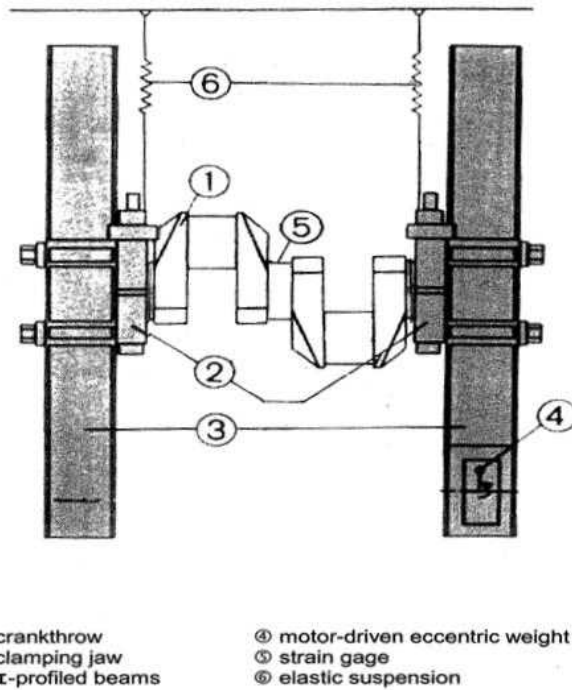


그림 16 두 개의 크랭크 스톱을 갖는 비틀림 하중 공진 시험기의 시험 배치의 예

- (사) 횡 이동으로 인하여 약간의 굽힘 응력이 발생할 수 있기 때문에 크랭크 핀의 평평한 부분에는 시험 결과에 영향을 미칠 수 있는 가능한 모든 굽힘을 측정하기 위하여 배치된 스트레인 게이지가 제공되어야 한다.
- (아) 마찬가지로, 굽힘의 경우에서 적용된 하중은 평평한 축 단면의 스트레인 게이지 측정에 의하여 검증되어야 한다. 또한 스트레인 게이지 체인을 사용하여 필릿부 응력을 확인하는 것 또한 적절하다.
- (3) 결과의 사용 및 크랭크축의 판정기준
 - (가) 크랭크축 판정기준의 계산에서 시험된 굽힘 및 비틀림 피로강도 결과를 결합하기 위하여 고흐 폴라드 접근법 및 최대 등가 주응력 식을 다음과 같은 경우에 적용할 수 있다.(부록 5-3의 7항 참조) (2021) (2024)

크랭크핀 필릿부에서:

$$Q = \left(\sqrt{\left(\frac{\sigma_{BH} + \sigma_{add}}{\sigma_{DWCT}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_H}{\tau_{DWCT}} \right)^2} \right)^{-1}$$

여기서

σ_{DWCT} : 굽힘 시험에 의한 피로강도

τ_{DWCT} : 비틀림 시험에 의한 피로강도

기타의 파라미터에 대하여는 2항 (1)호 (다), 2항 (2)호 (나) 및 4항을 참조할 것.

크랭크핀 오일구멍에 관련된 경우:

$$Q = \frac{\sigma_{DWOT}}{\sigma_v}; \quad \sigma_v = \frac{1}{3}\sigma_{BO} \cdot \left(1 + 2\sqrt{1 + \frac{9}{4}\left(\frac{\sigma_{TO}}{\sigma_{BO}}\right)^2} \right)$$

여기서

σ_{DWOT} : 비틀림 시험에서 가장 큰 주응력에 의한 피로강도

저널 필릿부에서:

$$Q = \left(\sqrt{\left(\frac{\sigma_{BG} + \sigma_{add}}{\sigma_{DWJT}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_G}{\tau_{DWJT}} \right)^2} \right)^{-1}$$

여기서

σ_{DWJT} : 굽힘 시험에 의한 피로강도

τ_{DWJT} : 비틀림 시험에 의한 피로강도

기타의 파라미터에 대하여는 2항 (1)호 (다), 2항 (2)호 (나) 및 4항을 참조할 것.

(나) 표면처리로 인한 피로강도의 증가가 상기의 경우와 유사한 것으로 고려되는 경우, 표면처리가 고려되지 않은 계산에 따라 가장 중요한 위치만 시험하는 것으로 충분하다.

5. 유사한 크랭크축에 대한 기존 결과의 사용

- (1) 표면처리가 없는 필릿부 또는 오일구멍의 경우 시험으로 발견된 피로 특성은 다음을 제공하는 유사한 크랭크축 설계에 사용될 수 있다.
 - (가) 재료
 - (a) 유사한 재료 유형
 - (b) 동일하거나 더 높은 수준의 청결성
 - (c) 동일한 기계적 성질이 부여 될 수 있다.(크기 대 경화능)
 - (나) 기하학적 구조
 - (a) 응력 기울기의 크기 효과에서의 차이는 중요하지 않거나 고려된다.
 - (b) 주응력 방향은 동일하다. (3항 참조)
 - (다) 제조
 - (a) 유사한 제조 공정
- (2) 고주파경화되거나 가스 질화된 크랭크축은 표면에서 또는 중심으로의 천이 시 피로를 받는다. 풀사이즈 크랭크의 피로시험에 의하여 결정된 표면 피로강도는 피로의 시작이 표면에서 발생한 경우 시험된 크랭크축과 동일하거나 유사한 설계로 사용될 수 있다. 유사한 설계를 가지며 유사한 재료 유형과 표면 경도가 사용되고 필릿부 반경과 경화 깊이는 시험된 크랭크축의 약 $\pm 30\%$ 이내인 것을 의미한다.
- (3) 천이 영역에서의 피로의 시작은 표면하, 즉 경하층 아래 또는 경화가 끝나는 표면에서 일어날 수 있다. 중심으로의 천이 시 피로강도는 피로의 시작이 중심으로의 천이에서 발생한 경우 상기 설명한 피로시험으로 결정할 수 있다. 중심 재료만으로 이루어진 시험은 천이 시 잔류응력이 부족하기 때문에 대표적인 것은 아니다.
- (4) 몇몇 최근 연구에서 주목해야 할 점은 피로한계가 시작점으로 작용하는 내부 결함 주위로의 확산을 통하여 축적된 잔류 수소에 의한 표면하 균열 발생과 함께 매우 높은 사이클 영역에서 감소 할 수 있다는 것이다. 이러한 경우에 10^7 을 넘는 디케이트 당 몇 퍼센트의 피로한계를 줄이는 것이 적절할 것이다. 유키타카 무라카미의 '금속피로: 작은 결함 및 비금속 개재물의 영향'에 근거한 감소는 특히 수소 함량이 높은 것으로 간주되는 경우 디케이트 당 5%로 제안 된다.

〈부속서 V 표면처리된 필릿부 및 오일구멍 출구 계산〉 (2018)

1. 소개

본 부속서에서는 표면처리 필릿부 및 오일구멍 출구를 다룬다. 다양한 처리법을 설명하고 계산을 위해 몇 가지 경험적 공식을 제시한다. 계산의 관점으로부터 신중을 기하기 위하여 보수적인 경험주의가 의도적으로 적용된다. 가능하다면 측정이나 보다 구체적인 지식을 사용해야 한다. 그러나 넓은 산포(예를 들면, 잔류응력)의 경우 값은 계산 목적을 위하여 안전한 편에 있는 범위의 끝에서 선택해야 한다.

2. 표면처리의 정의

'표면 처리'는 표면에서 중심까지 경도, 화학 또는 잔류응력과 같은 불균일한 재료 특성을 유도하는 열처리, 화학적 또는 기계적 작업과 같은 처리를 다루는 용어이다.

(1) 표면처리의 방법

다음의 표 1은 가능한 처리 방법과 피로강도에 대한 증대한 특성에 어떻게 영향을 미치는지에 대하여 다룬다.

표 1 표면처리 방법 및 영향을 미치는 특성

표면처리 방법	영향을 미치는 특성
고주파경화	경도 및 잔류응력
질화	화학적 성질, 경도 및 잔류응력
표면경화	화학적 성질, 경도 및 잔류응력
금형 담금질(템퍼링 없이)	경도 및 잔류응력
냉간압연	잔류응력
스트로크 피닝	잔류응력
샷피닝	잔류응력
레이저 피닝	잔류응력

고주파경화, 질화, 냉간압연 및 스트로크 피닝 만이 엔진과 관련이 있다고 간주되기 때문에 이 중 두 가지 이상의 다른 방법과 조합은 이 문서에서 다루지 않는다는 점에 유의해야 한다. 또한 금형 담금질(die quenching)은 고주파경화와 동일한 방식으로 고려될 수 있다.

3. 계산 원칙

기본 원리는 작용 변동응력이 비전파 균열이 발생할 수 있는 국부 피로강도(표면처리의 효과 포함) 이하이어야 하며, 자세한 내용은 6항 (1)호를 참조한다. 그런 다음 특정 안전계수로 나눈다. 이것은 전체 필릿부 또는 오일구멍 윤곽뿐만 아니라 표면 아래에서 처리의 영향을 받은 영역 아래의 깊이까지 적용된다. 즉 중심까지의 깊이를 포함한다.

국부적인 피로강도의 고려는 국부 경도, 잔류응력 및 평균 작용 응력의 영향을 포함하여야 한다. 특히 표면하 균열의 시작에 대한 '기가 사이클 효과'의 영향이 안전 여유의 선택에 포함되어야 한다.

응력 집중이 있는 구역에서의 경화 및 피닝의 확장을 적절하게 고려하는 것이 중요하다. 경화 및 피닝이 끝나는 모든 천이는 상당한 인장 잔류응력을 가지기 쉽다. 이것은 취약부를 형성하며 응력이 높은 부위와 일치하는 경우 중요하다. 변동 및 평균 작용 응력은 응력집중의 전체 영역과 치료 깊이의 약 1.2배의 깊이에 대하여 알려져야 한다. 다음 그림은 고주파경화의 경우에 이러한 원리를 나타낸다. 기준 축은 깊이(표면에 수직) 또는 필릿부 윤곽에 따른다.

판정기준은 표면에서 중심까지 뿐만 아니라 필릿부 표면 윤곽을 따라 최대 응력집중 지점에서부터 앞에 이르기까지 단계적으로 적용되어야 한다.

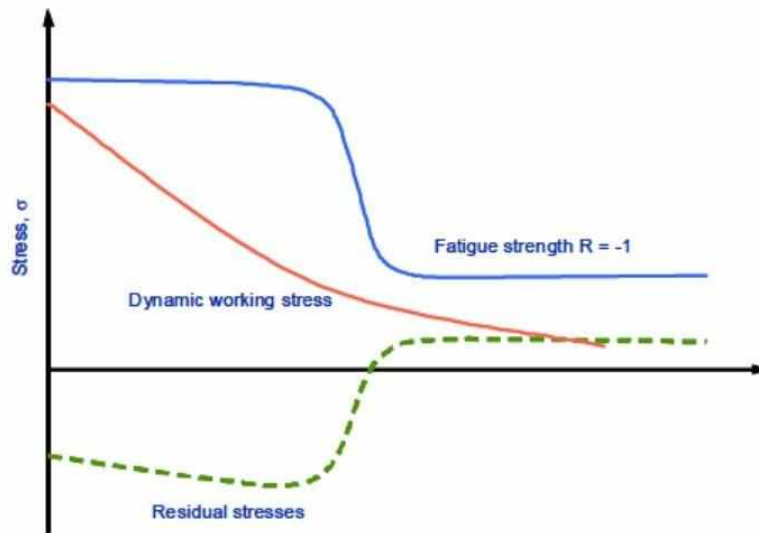


그림 17 깊이의 함수로서의 응력(일반 원칙)

(1) 필릿부 국부 응력의 평가

- (가) 필릿부 윤곽뿐만 아니라 경화층을 약간 벗어난 깊이까지의 표면하 응력에 대한 지식이 필요하다. 일반적으로 이것은 **부속서 III**에 설명된 대로 유한요소해석(FEA)을 통해 발견된다. 그러나 표면하 범위의 요소 크기는 표면과 동일한 크기여야 한다. 크랭크 핀 경화의 경우 작은 요소 크기만이 표면을 따라 경화층까지 계속되어야 한다. 유한요소해석 없는 경우 간단한 접근법을 사용할 수 있다. 이는 유효 범위 내에 있는 경우 **부록 5-3**의 3항에서와 같이 경험적으로 결정된 응력집중계수(SCF)와 필릿부 반경에 반비례하는 상대 응력 기울기를 기반으로 할 수 있다. 굽힘 및 비틀림 응력은 별도로 해결해야 한다. 이들의 조합은 판정기준에 의해 다루어진다.
- (나) 최소 경화 깊이에서 표면하 천이 영역 응력은 필릿부 표면에 수직 인 축을 따른 국부 응력집중계수에 의하여 결정될 수 있다. 이 $\alpha_{B-local}$ 및 $\alpha_{T-local}$ 함수는 서로 다른 응력 기울기로 인하여 다른 모양을 가진다.
- (다) 응력집중계수 α_B 및 α_T 는 표면에서 유효하다. 국부 $\alpha_{B-local}$ 과 $\alpha_{T-local}$ 은 깊이가 증가함에 따라 낮아진다. 표면의 상대 응력 기울기는 응력 증가의 유형에 따라 다르지만 크랭크핀 필릿부의 경우 굽힘시 $2/R_H$ 로, 비틀림의 경우 $1/R_H$ 로 단순화 할 수 있다. 저널 필릿부는 R_G 및 D_G 를 사용하여 유사하게 처리된다. 공칭 응력은 굽힘에 대해서는 표면에서 크랭크 핀 필릿부와 저널 필릿부 사이의 암 중간점까지, 비틀림에 대해서는 표면에서 크랭크핀 또는 저널 중심으로의 중간점까지를 선형으로 가정한다.
- (라) 국부 응력집중계수는 굽힘에 대하여 **그림 18**에서 나타낸 바와 같이 다음 식에 따라 깊이 t 의 함수가 된다.

$$\alpha_{B-local} = (\alpha_B - 1) \cdot e^{\frac{-2t}{R_H} + 1} - \left(\frac{2t}{\sqrt{W^2 + S^2}} \right)^{\frac{0.6}{\alpha_B}}$$

비틀림에 대하여는 **그림 19**에서 나타낸 바와 같이 다음 식에 따라 깊이 t 의 함수가 된다.

$$\alpha_{T-local} = (\alpha_T - 1) \cdot e^{\frac{-t}{R_H} + 1} - \left(\frac{2t}{D} \right)^{\frac{1}{\alpha_T}}$$

- (마) 핀이 단단하고 경화된 영역의 끝이 최대 경화 깊이의 3배보다 필릿부에 더 가까운 경우 천이 영역의 실제 응력을 결정하기 위하여 유한요소해석을 사용해야 한다.

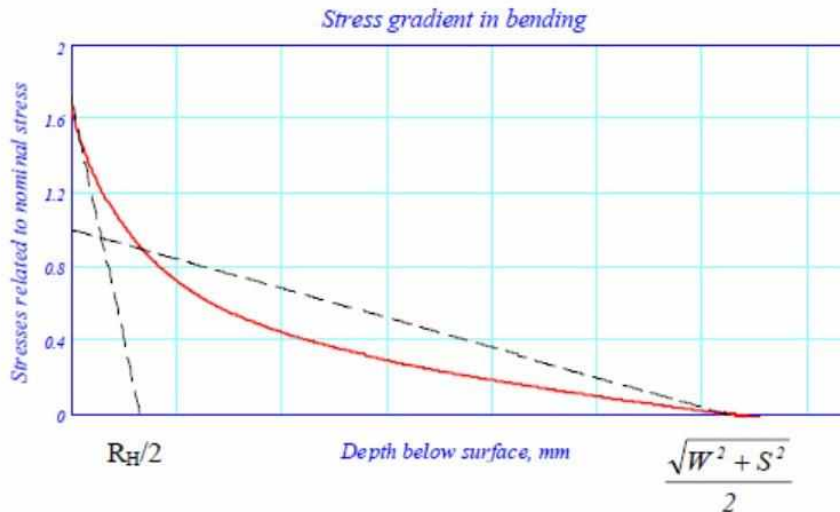


그림 18 깊이의 함수로서의 크랭크핀 필릿부의 굽힘 응력집중계수 (저널 필릿부에 해당하는 응력집중계수는 R_H 를 R_C 로 바꾸면 알 수 있다.)



그림 19 깊이의 함수로서의 크랭크핀 필릿부의 비틀림 응력집중계수 (저널 필릿부에 해당하는 응력집중계수는 R_H 를 R_C 로 바꾸고 D 를 D_C 로 바꾸어 알 수 있다.)

(2) 오일구멍 응력의 평가

- (가) 오일구멍의 응력은 유한요소해석에 의해서도 결정될 수 있다. 요소의 크기는 오일구멍 직경 D_o 의 1/8 보다 작아야 하며, 요소의 격자 품질 기준은 부속서 III에 규정된 대로 따라야 한다. 미세 요소 격자는 경화 깊이에 상응하는 반경 방향 깊이 이상으로 계속되어야 한다.
- (나) 유한요소해석에 적용되는 하중은 토크(부속서 III의 3항 (1)호 참조), 그리고 부속서 III의 3항 (2)호에서와 같이 4점 굽힘을 가지는 굽힘모멘트이다.
- (다) 유한요소해석을 이용하기 힘든 경우 간단한 접근법을 사용할 수 있다. 적용 범위 내에 있을 경우 부록 5-3의 3항으로부터 경험적으로 결정된 응력집중계수를 기반으로 할 수 있다. 최고 응력 지점에서의 굽힘 및 비틀림 응력은 부록 5-3의 5항에서와 같이 결합된다.
- (라) 그림 20는 단단한 재료와 부드러운 재료 사이의 천이 영역에서 경도가 국부적으로 저하하는 것을 나타낸다. 이러한 저하가 발생하는지 여부는 QT(quenching 및 tempering) 공정에서 담금질 후 템퍼링 온도에 따라 달라진다.

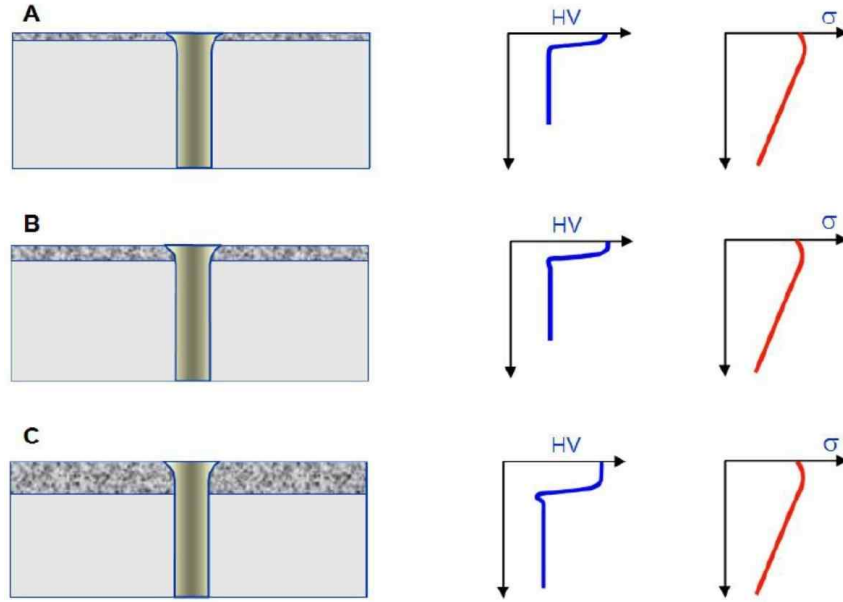


그림 20 고주파경화 오일구멍에서의 응력 및 경도

- (마) 구멍의 최고 응력은 등근 모서리 끝에서 발생한다. 이 구역 내에서 응력은 핀의 중심에 거의 선형으로 감소한다. 그림 20에서 볼 수 있듯이 얇은 경화 A 및 중간 경화 B의 경우 천이점은 실제적으로 최대 응력 지점과 일치한다. 깊은 경화의 경우 천이점이 최고 응력 지점을 벗어나고 국부 응력은 tH 가 경화 깊이인 최고 응력의 $(1 - 2tH/D)$ 부분으로 평가할 수 있다.
- (바) 표면하 천이 영역 응력(최소 경화 깊이 사용)은 오일구멍 표면에 수직인 축을 따라 국부 응력집중계수를 사용하여 결정할 수 있다. $\gamma_{B-local}$ 및 $\gamma_{T-local}$ 함수는 서로 다른 응력 기울기로 인하여 다른 모양을 가진다.
- (사) 응력집중계수 γ_B 와 γ_T 는 표면에서 유효하다. 국부 응력집중계수는 깊이가 증가함에 따라 $\gamma_{B-local}$ 와 $\gamma_{T-local}$ 이 감소한다. 표면의 상대 응력 기울기는 응력 상승의 종류에 따라 다르지만 크랭크 핀 오일구멍의 경우 굽힘에서는 $4/D_o$, 비틀림에서는 $2/D_o$ 로 단순화 할 수 있다. 국부 응력집중계수는 깊이 t 의 함수이다.

$$\gamma_{B-local} = (\gamma_B - 1) \cdot e^{\frac{-4t}{D_o}} + 1$$

$$\gamma_{T-local} = (\gamma_T - 1) \cdot e^{\frac{-2t}{D_o}} + 1$$

(3) 판정기준

크랭크축의 판정은 피로 고려사항을 기본으로 한다. 부록 5-3은 오일 구멍 출구, 크랭크핀 필릿부 및 저널 필릿부에 대한 $Q \geq 1.15$ 의 허용계수에 등가변동응력과 피로강도의 비를 비교한다. 이것은 표면 또는 천이 영역이 검수되는지 여부에 상관없이 표면처리된 영역을 포함하도록 확장되어야 한다.

4. 고주파경화

일반적으로, 경도 사양은 표면 경도 범위, 즉 최소 및 최대값, 필릿부 내부 또는 통과하는 최소 및 최대 확장, 필릿부 형상에 따른 최소 및 최대 깊이를 규정해야 한다. 참조된 비커스 경도는 HV0.5에서 HV5 사이로 간주된다. 고주파 경화 깊이는 경도가 최소 규정된 표면 경도의 80%인 깊이로 정의된다.

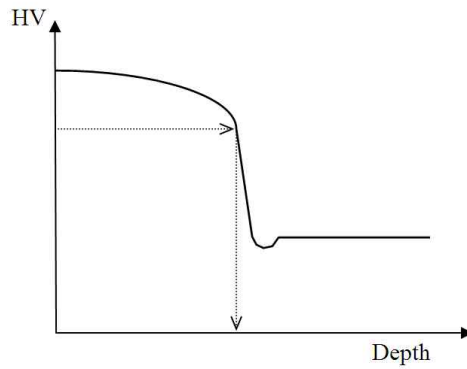


그림 21 깊이의 함수로 나타낸 전형적인 경도 (화살표는 정의된 경화 깊이를 나타낸다. 중심으로의 천이 시 표시된 경도 저하에 주목한다. 이것은 국부 강도가 저하되고 인장 잔류응력이 발생할 수 있으므로 약한 부위가 될 수 있다.)

크랭크핀 또는 저널 경화의 경우에만 그림 22와 같이 열 영향부에서의 인장응력으로 인한 필릿부까지의 최소 거리가 명시되어야 한다.

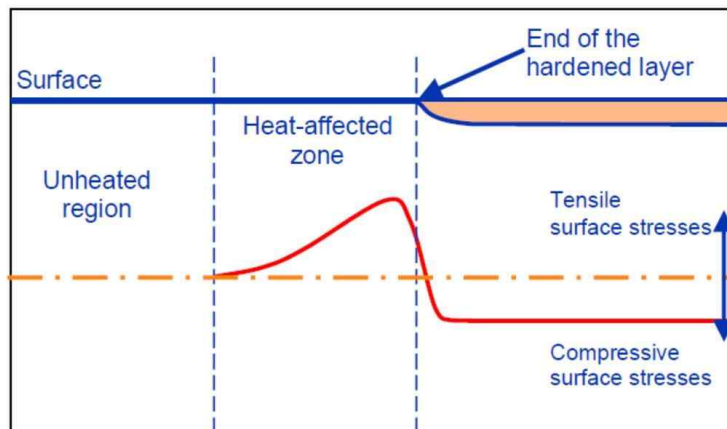


그림 22 핀 및 필릿부의 표면에서의 잔류응력

경도 대 깊이 프로파일 및 잔류응력이 알려지거나 규정되지 않은 경우, 다음과 같은 가정을 할 수 있다.

- 경도 프로파일은 두 개의 층으로 구성된다. (그림 21 참조)
 - 표면에서 천이 영역까지의 일정한 경도
 - 천이 영역에서 중심 재료까지의 일정한 경도
- 200 MPa의 경화 영역(압축)에서의 잔류응력
- 국부적인 경도 저하를 피하지 않는 경우 중심 경도의 90%인 천이 영역 경도
- 300 MPa의 최대 잔류응력(폰미세스) 천이 영역

크랭크핀이나 저널 경화가 필릿부에 가깝게 끝나면 인장 잔류응력의 영향을 고려해야 한다. 경화의 끝과 필릿부의 시작 사이의 최소 거리가 최대 경화 깊이의 3배 이상인 경우 영향은 무시 될 수 있다.

(1) 국부 피로강도

(가) 고주파경화 크랭크축은 표면에서 또는 중심으로의 천이 시 피로를 받는다. 표면 및 천이 영역 모두에 대한 피로 강도는 부속서 IV에 설명된 대로 풀사이즈 크랭크의 피로시험으로 결정할 수 있다. 천이 영역의 경우, 피로의 시작은 표면하(즉, 경화층 아래) 또는 경화가 끝나는 표면에서 이루어질 수 있다. 중심 재료로만 이루어진 시험은 천이에서 인장 잔류응력이 부족하기 때문에 대표적인 것은 아니다.

(나) 대안으로, 표면 피로강도 $\sigma_{F_{surface}}$ 는 다음과 같이 실험적으로 결정될 수 있다. 여기서 HV 는 표면 비커스 경도이다. 아래의 식은 피로강도가 잔류응력의 영향을 포함하는 것으로 간주되는 보수적인 값을 제공한다. 결과값은 작용 응력비 $R = -1$ 에 대하여 유효하다.

$$\sigma_{Fsur\ face} = 400 + 0.5 \cdot (HV - 400) \quad (\text{MPa})$$

- (다) 고주파경화 강의 평균응력 영향은 QT 강의 평균응력 영향보다 상당히 클 수 있음을 주목해야 한다.
- (라) 가능성 있는 어떤 경도 저하도 고려하지 않는 천이 구역에서의 피로강도는 부록 5-3의 6항에 소개된 식에 따라 결정되어야 한다.

저널과 크랭크핀 필릿부가 각각 적용되는 경우:

$$\sigma_{Rtransition.cpin} = \pm K \cdot (0.42 \cdot \sigma_B + 39.3) \cdot \left(0.264 + 1.073 \cdot Y^{-0.2} + \frac{785 - \sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B} \cdot \sqrt{\frac{1}{X}} \right)$$

여기서,

저널 필릿부 : $Y = D_G$ 및 $X = R_G$

크랭크핀 필릿부 : $Y = D$ 및 $X = R_H$

오일구멍 출구 : $Y = D$ 및 $X = D_o/2$

잔류응력의 영향은 포함되지 않았다.

- (마) 경화층 아래의 표면하 피로를 고려하기 위하여 위에서 결정한 값에서 20%를 뺀 값으로 인장 잔류응력의 불리한 점을 고려해야 한다. 이 20%는 300 MPa의 잔류 인장응력을 갖는 담금질 및 템퍼링된 합금강의 평균응력 영향을 기반으로 한다. 잔류응력이 더 낮은 것으로 알려진 경우, 더 작은 빼기 값이 사용되어야 한다. 저장력강의 경우 선택된 백분율이 더 높아야 한다.
- (바) 경화된 영역의 끝 부근에서 표면 피로를 고려하기 위하여 (즉, 그림 22에 나타난 열 영향을 받은 영역에서), 인장 잔류응력의 영향은 상기 식에 의하여 결정된 값으로부터 표 2에 따라 일정 비율을 뺀 것으로 간주할 수 있다.

표 2 경화부 끝으로부터 필릿부 방향으로 주어진 거리에서 인장 잔류응력의 영향

경화부 끝으로부터의 거리	인장 잔류응력의 영향
I. 최대 경화 깊이의 0~1 배	20 %
II. 최대 경화 깊이의 1~2 배	12 %
III. 최대 경화 깊이의 2~3 배	6 %
IV. 최대 경화 깊이의 3 배 이상	0 %

5. 질화

경도 사양은 표면 경도 범위(최소 및 최대)와 최소 및 최대 깊이를 포함해야 한다. 가스 질화만 고려되며 기준 비커스 경도는 HV0.5로 간주된다. 경화 깊이는 다양한 표준 및 문헌에서 다양한 방식으로 정의된다. 여기서 사용하는 가장 실용적인 방법은 중심 경도보다 50 HV 높은 경도까지의 질화 깊이 t_N 을 정의하는 것이다. 경화 프로파일은 중심까지 규정해야 한다. 이것이 알려지지 않은 경우 다음 식을 통해 경험적으로 결정될 수 있다.

$$HV(t) = HV_{core} + (HV_{surface} - HV_{core}) \cdot \left(\frac{50}{HV_{surface} - HV_{core}} \right)^{\left(\frac{t}{t_N} \right)^2}$$

- 여기서,
 t : 국부 깊이
 $HV(t)$: 깊이 t 에서의 경도
 HV_{core} : 중심부 경도(최소)
 $HV_{surface}$: 표면 경도(최소)
 t_N : 상기 정의된 질화 깊이(최소)

(1) 국부 피로강도

- (가) 질화된 크랭크축의 경우 피로가 표면 또는 중심으로의 천이에서 발견된다는 점에 유의해야 한다. 이는 피로 강도가 부속서 IV에 기술된 시험에 의해 결정될 수 있음을 의미한다.
 (나) 대안으로, 표면 피로강도(주응력) $\sigma_{Fsurface}$ 는 다음과 같이 경험적으로 그리고 보수적으로 결정될 수 있다. 이것은 표면경도가 600 HV 이상인 경우 유효하다.

$$\sigma_{Fsurface} = 450 \text{ (MPa)}$$

상기 피로강도는 표면 잔류응력의 영향을 포함한다고 가정하고 $R=-1$ 의 작용 응력비에 적용된다.

- (다) 천이 영역에서의 피로강도는 부록 5-3의 6항에 소개된 식에 의하여 결정될 수 있다.

크랭크핀과 저널에 적용되는 경우:

$$\sigma_{Transition.cpin} = \pm K \cdot (0.42 \cdot \sigma_B + 39.3) \cdot \left(0.264 + 1.073 \cdot Y^{-0.2} + \frac{785 - \sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B} \cdot \sqrt{\frac{1}{X}} \right)$$

여기서,

- 저널 필릿부 : $Y = D_G$ 및 $X = R_G$
 크랭크핀 필릿부 : $Y = D$ 및 $X = R_H$
 오일구멍 출구 : $Y = D$ 및 $X = D_o/2$

상기 피로강도는 잔류응력의 영향을 포함하는 것을 가정하지 않는다는 것에 유의한다.

- (라) 고주파경화와 달리 질화된 구성품은 중심으로의 뚜렷한 천이가 없다. 표면의 압축 잔류응력은 높지만 중심 인장 응력의 균형은 얇은 깊이로 인해 보통이다. 표면하 피로 분석을 위하여, 천이 영역 내부 및 아래의 인장 잔류응력의 불리한 점은 질화 경도 프로파일의 부드러운 윤곽을 고려하여 무시할 수 있다.
 (마) 원칙적으로 계산은 전체 경도 프로파일을 따라 수행해야 하지만 표면 및 인위적인 천이점을 검토하는 단순화된 접근 방식으로 제한될 수 있다. 이 인위적인 천이점은 국부 경도가 중심 경도보다 약 20 HV 높은 깊이에서 취할 수 있다. 이러한 경우, 중심 재료의 특성이 사용되어야 한다. 이는 $t = 1.2t_N$ 을 삽입할 때 앞서 언급한 국부 응력집중계수 수식을 사용하여 중심으로의 천이 시 발생하는 응력을 찾을 수 있음을 의미한다.

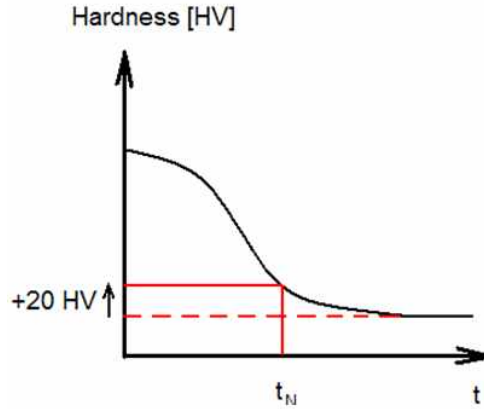


그림 23 인위적인 천이점의 깊이 방향 위치

6. 냉간가공

필릿부의 스트로크 피닝 또는 냉간압연의 장점은 고하중 영역에 발생하는 압축 잔류응력이다. 표면 잔류응력은 X선 회절 기술로 결정할 수 있고 증성자 회절을 통해 표면하 잔류응력을 결정할 수 있지만 국부 피로강도는 적합하고 신뢰할 수 있는 상관 공식이 거의 알려지지 않았기 때문에 사실상 그러한 기준으로 평가할 수 없다.

따라서 피로강도는 피로시험으로 결정해야 한다. (부속서 IV를 참조). 이러한 시험은 일반적으로 $R = -1$ 의 작용 응력 비로 4점 굽힘으로 수행된다. 이 결과로부터, 파손 방식에 따라 표면 또는 표면하에서 시작된 굽힘 피로강도는 필릿부에서 적용된 굽힘에 대한 대표적인 피로강도로써 결정되고 표현될 수 있다.

굽힘과 비교하여 필릿부의 비틀림 피로강도는 $\sqrt{3}$ (폰미세스 기준에 의해 사용된) 비율과 상당히 다를 수 있다. 굽힘 시의 표면피로를 방지하기에 충분한 가공 영향 깊이는 비틀림에서 표면하 피로를 여전히 허용할 수 있다. 굽힘과 비틀림의 차이에 대한 또 다른 가능한 이유는 고응력 영역의 확장일 수 있다.

풀사이즈 크랭크 시험에서 얻은 결과는 모재(담금질 및 템퍼링된 합금)가 유사한 유형이고 표면뿐만 아니라 깊이까지 비슷한 수준의 압축 잔류응력을 얻기 위해 가공이 이루어지는 경우 다른 크랭크 크기에 적용될 수 있다. 이는 냉간가공의 확장 및 깊이가 필릿부 반경에 비례해야 함을 의미한다.

(1) 볼에 의한 스트로크 피닝

언어진 피로강도는 신중하게 적용할 경우 풀사이즈 크랭크 시험 또는 경험적 방법으로 문서화할 수 있다. 굽힘 피로강도와 비틀림 피로강도가 모두 조사되고 비율이 $\sqrt{3}$ 과 다른 경우 폰 미세스 기준을 제외해야 한다. 굽힘 피로강도만 조사한 경우 비틀림 피로강도를 보수적으로 평가해야 한다. 굽힘 피로강도가 피닝되지 않은 재료의 피로강도보다 $x\%$ 이상 높은 것으로 판단되는 경우 비틀림 피로강도는 피닝되지 않은 재료의 피로강도보다 높은 값이 $x\%$ 의 $2/3$ 이하로 가정되어야 한다.

스트로크 피닝 공정의 결과로 압축 잔류응력의 최대치가 표면하 영역에서 발견된다. 따라서 피로시험 하중 및 응력 기울기에 따라 표면의 국부 피로강도와 비교하여 표면에 작용하는 응력이 더 높을 수 있다. 이 현상으로 인해 피로시험 중에 작은 균열이 나타날 수 있으며 이는 압축 잔류응력의 프로파일로 인해 뒤따르는 하중 사이클 및/또는 시험 하중의 근소한 증가로 전파 할 수 없을 것이다. 간단히 말하면, 높은 압축 잔류응력은 표면 아래의 작은 표면 균열을 정지시킨다. 이것은 그림 24에서 하중기울기 2로 설명된다.

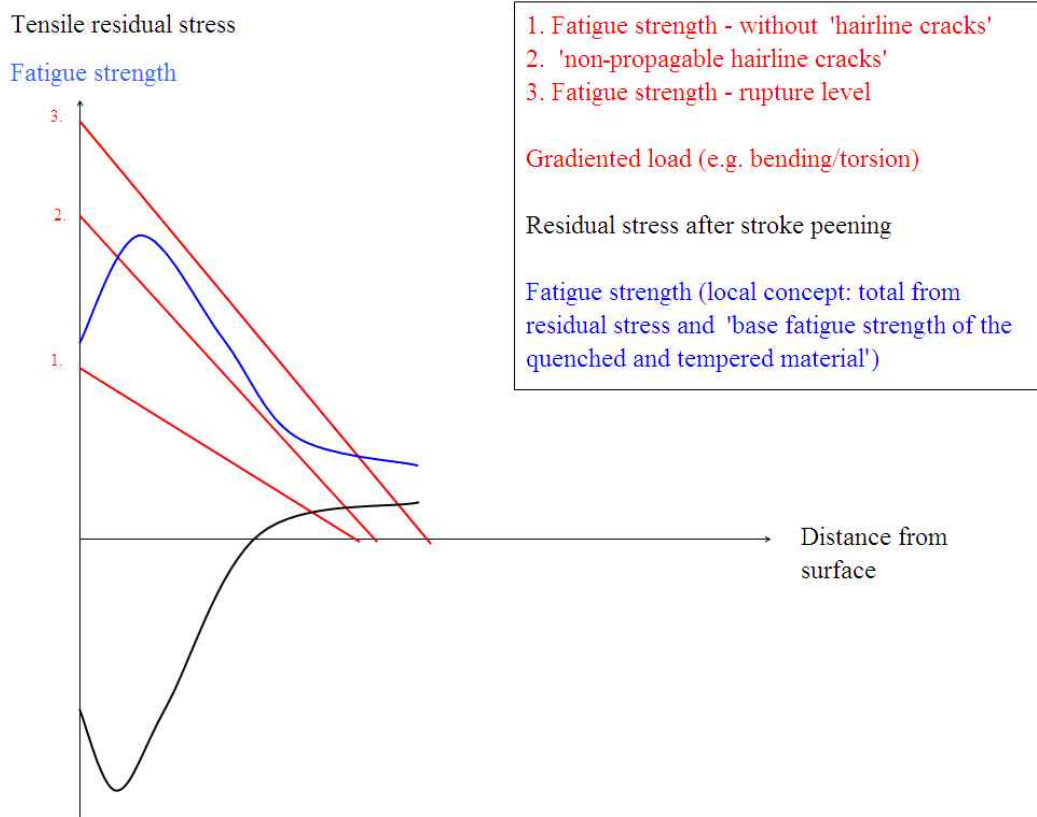


그림 24 스트로크 피닝 표면 아래의 작용 및 잔류응력 (선 1, 2, 3은 다른 하중 응력 기울기를 나타낸다.)

풀사이즈 크랭크축을 사용한 피로시험에서 이 작은 "미세 균열"은 파손으로 간주되어서는 아니된다. 시험대를 정지시키고, 기술적으로 파손으로 이어지는 피로균열은 파손 하중 수준을 결정하기 위하여 고려해야 한다. 이는 고주파경화된 필릿부에 스트로크 피닝되는 경우에도 적용된다.

고주파경화된 필릿부의 피로강도를 향상시키기 위하여, 요구되는 표면경도로 고주파경화 및 템퍼링된 이후 크랭크축의 필릿부에 스트로크 피닝 공정을 적용할 수 있다. 이것이 끝난 경우 스트로크 피닝 힘을 모재의 인장강도가 아닌 표면층의 경도에 적용할 필요가 있다. 필릿부에 대한 고주파경화 및 스트로크 피닝의 피로강도에 미치는 영향은 풀사이즈 크랭크축 시험에 의하여 결정되어야 한다.

(가) 유사한 크랭크축에 대한 기존 결과 사용

스트로크 피닝을 적용함으로써 달성되는 피로강도의 증가는 다음의 모든 기준이 충족되면 다른 유사한 크랭크축에 활용될 수 있다.

- (a) 시험된 크랭크축에 비교하여 필릿부 반경 대비 볼사이즈가 $\pm 10\%$ 이내
- (b) 적어도 동일한 스트로크 피닝의 원주 방향 확장
- (c) 시험된 크랭크축과 비교하여 필릿부 반경 대비 필릿부 윤곽의 각도 확장이 $\pm 15\%$ 이내이고 엔진 작동 중 응력집중을 포함하도록 위치
- (d) 유사한 모재, 예를 들면 합금화된 담금질 및 템퍼링
- (e) 같은 반경 비율의 볼의 포워드 피드
- (f) 모재 경도(다를 경우)에 비례하여 볼에 작용하는 힘
- (g) 볼의 반경의 제곱에 비례하는 볼에 작용하는 힘

(2) 냉간압연

피로강도는 신중하게 적용할 경우 풀사이즈 크랭크 시험 또는 경험적 방법에 의하여 얻을 수 있다. 굽힘 피로강도와 비틀림 피로강도가 모두 조사되고 비율이 $\sqrt{3}$ 과 다른 경우 폰 미세스 기준을 제외해야 한다. 굽힘 피로강도만 조사한 경우 비틀림 피로강도를 보수적으로 평가해야 한다. 굽힘 피로강도가 비압연 재료의 피로강도보다 $x\%$ 이상 높은 것으로 판단되는 경우 비틀림 피로강도는 비압연 재료의 피로강도 보다 높은 값이 $x\%$ 의 $2/3$ 이하로 가

정되어야 한다.

(가) 유사한 크랭크축에 대한 기존 결과 사용

냉간 압연을 적용함으로써 달성되는 피로강도의 증가는 다음의 모든 기준이 충족되면 다른 유사한 크랭크축에 활용될 수 있다.

- (a) 적어도 동일한 냉간 압연의 원주 방향 확장
- (b) 시험된 크랭크축과 비교하여 필릿부 반경에 대비 필릿부 윤곽의 각도 확장이 $\pm 15\%$ 이내이고 엔진 작동 중 응력집중을 포함하도록 위치
- (c) 유사한 모재, 예를 들면 담금질 및 템퍼링된 합금강
- (d) 적어도 동일한 상대 (필릿부 반경까지) 가공 깊이를 달성하도록 계산되는 롤러 힘

〈부속서 VI 유한요소해석법 활용을 통한 크랭크축의 오일구멍 출구에서의 응력집중계수 계산〉 (2018)

1. 일반

- (1) 본 부속서에서 설명하는 해석의 목적은 오일구멍 출구에서 응력집중계수(SCF)의 분석적 계산을 적절한 유한요소해석법(FEM)으로 계산된 수치로 대체하는 것이다. 전자의 방법은 다양한 라운드 바의 스트레인 게이지 판독값 또는 광탄성 측정값을 토대로 개발된 경험식을 기반으로 한다. 이러한 식을 유효 범위를 벗어나 사용하면 어느 방향으로든 잘못된 결과가 발생할 수 있으므로 유한요소해석법 기반 방법을 적극 권장한다.
- (2) 본 부속서에 설명된 규칙에 따라 계산된 응력집중계수는 분석적으로 계산된 공칭응력 대 유한요소해석법으로 계산된 응력의 비율로 정의된다. 부록 5-3의 현 방법과 관련하여 사용 시, 주응력이 계산되어야 한다.
- (3) 해석은 선형 탄성 유한요소 해석으로 수행되어야 하며, 적절한 규모의 단위 하중이 모든 하중 조건에 대하여 적용되어야 한다.
- (4) 사용중인 유한요소 솔버(solver)의 요소 정확도를 확인하는 것이 권장된다. 예를 들면 간단한 형상을 모델링하고 유한요소해석법으로 얻은 응력을 분석 솔루션과 비교한다.
- (5) 유한요소해석법 대신에 경계요소해석법(BEM)을 사용할 수 있다.

2. 모델 요건

유한요소 모델을 구축하기 위한 기본 권장 사항 및 가정은 (1)호에 제시되어 있다. 최종 유한요소 모델은(3)호의 기준 중 하나를 충족해야 한다.

- (1) 격자 요소에 대한 권고사항
격자 품질 기준을 충족시키기 위하여 다음 권장사항에 따라 응력집중계수의 평가를 위한 유한요소 모델을 구성하는 것이 권고된다.
 - (가) 주베어링 중심선에서 반대편 주베어링 중심선까지 단일의 완전한 크랭크로 구성된 모델
 - (나) 다음의 요소 형식이 출구 주위에 사용된다.
 - (a) 10 절점 사면체 요소
 - (b) 8 절점 육면체 요소
 - (c) 20 절점 육면체 요소
 - (다) 오일구멍 출구의 다음 격자 특성이 사용된다.
 - (a) 전체 출구 필릿부 뿐만 아니라 보어 방향에서 최대 요소 크기 a 는 $r/4$ 로 한다. (8 절점 육면체 요소가 사용되는 경우 품질 기준 충족에 더 작은 요소가 요구된다.)
 - (b) 필릿부 깊이 방향의 요소 크기에 권장되는 방법
 - (i) 첫 번째 층의 두께: 요소 크기 a 와 동일
 - (ii) 두 번째 층의 두께: 요소 크기 $2a$ 와 동일
 - (iii) 세 번째 층의 두께: 요소 크기 $3a$ 와 동일
 - (라) 일반적으로 나머지 크랭크는 솔버의 수치 안정성에 적합해야 한다.
 - (마) 경량화를 위한 드릴 및 구멍을 모델링해야 한다.
 - (바) 소프트웨어 요구 사항이 충족되는 한 서브모델링을 사용할 수 있다.
- (2) 재료
부록 5-3은 탄성계수 E 및 포아송비 ν 와 같은 재료 특성을 고려하지 않는다. 유한요소 해석에서는 우선 변형률을 계산하고 탄성계수 및 포아송비를 사용하여 변형률로부터 응력을 유도하므로 이러한 재료 파라미터가 필요하다. 대표 재료 샘플에서 인용되거나 측정된 것과 같이 재료 파라미터에 대한 신뢰할 수 있는 값이 사용되어야 한다. 강에 대한 탄성계수는 $E=2.05 \cdot 10^5$ MPa, 포아송비는 $\nu=0.3$ 이 권고된다.
- (3) 격자 요소 품질 기준
실제 격자 요소가 응력집중계수 평가를 위하여 검사된 영역에서 다음 기준 중 하나를 충족시키지 않는 경우 2차 계산이 더 미세한 격자로 수행되어야 한다.
 - (가) 주응력 기준
격자의 품질은 오일구멍 출구 반경의 표면에 수직응력 성분을 확인하여 보증되어야 한다. 주응력 σ_1 , σ_2 및 σ_3 에 대하여 다음 기준을 충족해야 한다.

$$\min(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|) < 0.03 \cdot \max(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|)$$

(나) 평균/비평균 응력 기준

평균/비평균 응력 기준은 응력집중계수의 계산을 위하여 필릿부에서의 요소에 걸친 응력 결과의 불연속성을 관찰하는 것을 기반으로 한다. 절점 i 에 연결된 각 요소로부터 계산된 비평균 절점응력(nodal stress)은 검토하는 위치에서 절점 i 에서의 100% 평균 절점응력 결과와의 차이는 5% 미만이어야 한다.

3. 하중조건 및 응력평가

부록 5-3에서 분석적으로 결정된 응력집중계수를 대체하기 위하여 다음 하중조건으로 계산되어야 한다.

(1) 비틀림

구조는 단순 비틀림으로 하중이 부여된다. 모델의 끝단면에서 표면 뒤틀림이 억제된다. 토크는 크랭크축의 중앙 절점에 적용된다. 이 절점은 6 자유도를 갖는 주절점(master node)로 작동하며 끝단면의 모든 절점에 단단히 연결된다. 경계 및 하중조건은 직렬 및 V형 기관에 모두 유효하다.

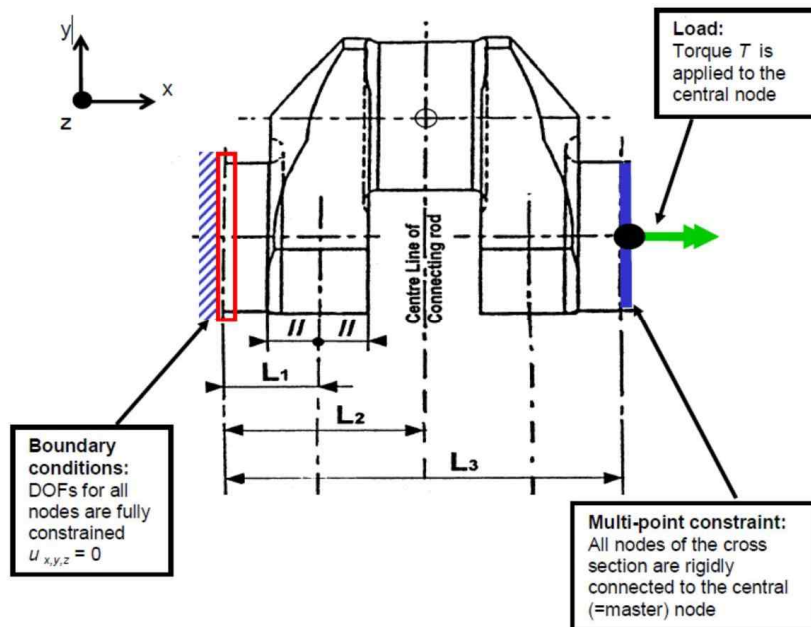


그림 25 비틀림 하중에서 경계 및 하중 조건

오일구멍 출구의 모든 절점에 대하여 주응력을 구하고 응력집중계수를 계산한 후에 최대 값을 취한다.

$$\gamma_T = \frac{\max(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|)}{\tau_N}$$

여기서 토크가 T 인 부록 5-3의 2항 (2)호 (가)에 따라 크랭크핀을 기준으로 한 공칭 비틀림응력 τ_N 이 평가된다.

$$\tau_N = \frac{T}{W_p}$$

(2) 굽힘

구조는 단순 굽힘으로 하중이 부여된다. 모델의 끝단면에서 표면 뒤틀림이 억제된다. 굽힘 모멘트는 크랭크축의 중앙 절점에 적용된다. 이 절점은 6 자유도를 갖는 주절점(master node)으로 작동하며 끝단면의 모든 절점에 단단히 연결된다. 경계 및 하중조건은 직렬 및 V형 기관에 모두 유효하다.

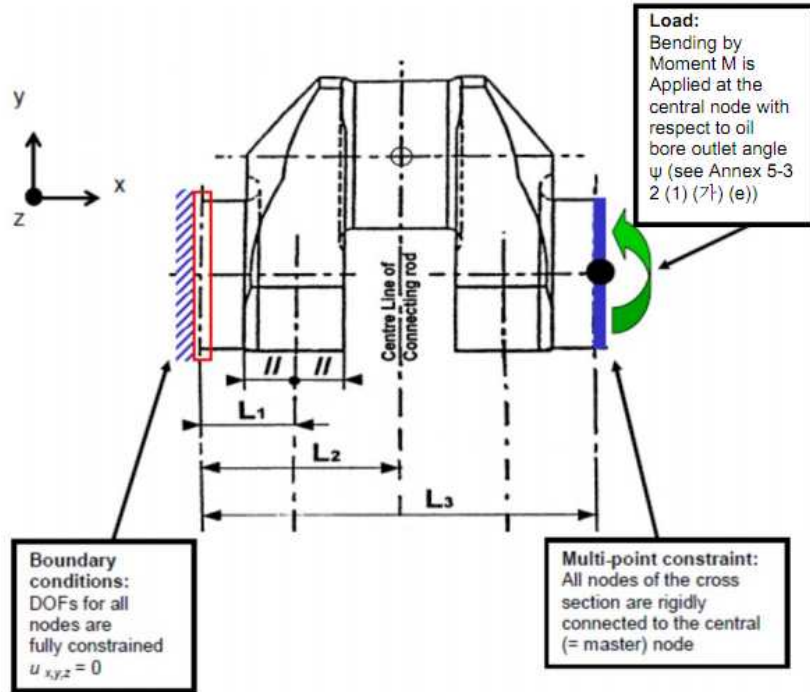


그림 26 단순 굽힘 하중에서 경계 및 하중 조건

오일구멍 출구의 모든 절점에 대하여 주응력을 구하고 응력집중계수를 계산한 후에 최대 값을 취한다.

$$\gamma_B = \frac{\max(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|)}{\sigma_N}$$

여기서 굽힘 모멘트 M 인 부록 5-3의 2항 (1) (나) (c)에 따라 크랭크핀을 기준으로 한 공칭 굽힘응력 σ_N 이 계산된다.

$$\sigma_N = \frac{M}{W_c}$$

부록 5-4 동력전달장치의 치차 강도 계산식

1. 일반사항

(1) 적용

이 규정은 주추진기관과 발전기 및 증요기기(작업용 보기 등은 제외)를 구동하는 원동기의 동력을 전달하는 동력전달장치에 사용하는 밀폐식 치차의 강도계산에 적용한다.

(2) 기본원리

(가) 이 규정에 기술된 기어의 강도계산법은 면압강도(피팅)(surface durability (pitting)) 및 이뿌리의 굽힘강도(tooth root bending strength)를 다룬다.

(나) 강도계산에 관계하고 있는 모든 영향계수(influence factor)는 그들의 물리적인 의미에 근거하여 정의하여야 한다. 또한, 영향계수의 일부는 치차의 형태에 의해 결정되거나 협약에 의해 제정된 것이다. 다만, 일부의 영향계수는 우리 선급이 인정하는 방법에 따라 근사치를 계산할 수도 있다.

2. 기호 및 단위

- a : 중심거리 (mm)
- b : 공통치폭 (mm)
- $b_{1,2}$: 피니언, 휠의 치폭 (mm)
- C_γ : 맞물린 기어의 전체 합성강성의 평균값 ($N/mm \cdot \mu_m$)
- d : 피치원의 지름 (mm)
- $d_{1,2}$: 피니언, 휠의 피치원 지름 (mm)
- $d_{a1,2}$: 피니언, 휠의 이끝원 지름 (mm)
- $d_{b1,2}$: 피니언, 휠의 기초원 지름 (mm)
- $d_{f1,2}$: 피니언, 휠의 이뿌리원 지름 (mm)
- $d_{w1,2}$: 피니언, 휠의 작용피치원 지름 (mm)
- F_t : 호칭 접선하중 (N)
- F_{bt} : 기초원통 정면에 작용하는 접선하중 (N)
- F_β : 전체 상대치면 오차 (μm)
- $F_{\beta x}$: 운전 전의 상대치면 오차 (μm)
- $F_{\beta y}$: 운전 후의 상대치면 오차 (μm)
- F_m : 기어에 걸리는 접선하중 (N)
- f_{pb} : 휠의 최대 법선피치 오차 (μm)
- f_{pt} : 정면 피치오차 (μm)
- f_{ma} : 제작시 이뿌리면의 오차 (μm)
- f_{sh} : 피니언 및 휠의 변형으로 인한 이뿌리면의 오차 (mm)
- h : 톱니의 높이 (mm)
- h_F : 하중 작용점이 작용하는 하중선과 치형중심선과의 교점부터 위험단면까지 거리 (mm)
- m_n : 치직각 모듈 (mm)
- m_t : 정면 모듈 (mm)
- $n_{1,2}$: 피니언, 휠의 회전수 (rpm)
- P : 연속최대출력시의 분담출력 (kW)
- R_a : 표면거칠기 (mm)
- R_z : 기어에 대한 평균 표면 거칠기 계수
- $R_{z1,2}$: 운전후에 측정된 피니언 및 휠의 표면 거칠기
- R_{z100} : 중심거리 $\rho = 100$ mm 피치점에 있어서의 상대곡률 반경 10 mm 의 기어에 대한 평균 표면 거칠기 계수
- q_s : 노치계수
- s_{Fn} : 위험단면의 이뿌리두께 (mm)
- $T_{1,2}$: 피니언, 휠의 토크 ($N \cdot m$)

- u : 기어비
 v : 피치원주속도 (m/s)
 $x_{1,2}$: 피니언, 휠의 전위계수
 y_a : 길들임 운전에 의한 법선 피치오차의 감소량 (μm)
 $y_{a1,2}$: 피니언과 휠의 길들임 운전에 의한 법선 피치오차의 감소량 (μm)
 y_β : 길들임운전에 의한 오차의 감소량 (μm)
 z : 톱니의 수
 $z_{1,2}$: 피니언, 휠의 잇수
 z_n : 상당 기어 잇수
 $z_{n1,2}$: 피니언 및 휠의 상당 기어 잇수
 α_n : 기초원통에서의 치직각 압력각 (degree)
 α_t : 기초원통에서의 정면압력각 (degree)
 α_{tw} : 작용피치원통에서의 정면압력각 (degree)
 α_{Fen} : 하중선과 치형중심선과 이루는 각의 여각 (degree)
 β : 피치원통에서의 나선각 (degree)
 β_b : 기초원통에서의 나선각 (degree)
 ε_α : 정면 물림율
 ε_β : 겹치기 물림율
 ε_γ : 총물림율
 ρ_F : 위험단면에서의 필렛 반지름 (mm)
 σ_b : 인장강도 (N/mm^2)
 φ_p : 공차계수

3. 기하학적 정의

z_2 , a , d_2 , d_{a2} , d_{b2} 및 d_{w2} 는 외접기어의 경우는 양의 값이고, 내접기어의 경우는 음의 값이다. 기어비 u 는 외접기어에서는 양의 값이고, 내접기어에서는 음의 값이며, 절대값은 1보다 크거나 같은 값으로 된다.

$$u = z_2/z_1 = d_{w2}/d_{w1} = d_2/d_1$$

어느 경우든 잇수가 작은 쪽의 기어를 피니언으로 한다.

면압강도식에서 b 는 피치원에서의 공통치폭이며, 굽힘강도식에서 b_1 , b_2 는 각각 이부리에서의 치폭이다.

$$\tan \alpha_t = \tan \alpha_n / \cos \beta$$

$$\tan \beta_b = \tan \beta \cos \alpha_t$$

$$d_{1,2} = z_{1,2} m_n / \cos \beta$$

$$d_{b1,2} = d_{1,2} \cos \alpha_t$$

$$d_{w1} = \frac{2a}{u+1}, \quad d_{w2} = \frac{2au}{u+1} \quad \text{여기서, } a = 0.5(d_{w1} + d_{w2})$$

$$z_{n1,2} = \frac{z_{1,2}}{\cos^2 \beta_b \cdot \cos \beta}$$

$$m_t = m_n / \cos \beta$$

$$\varepsilon_\alpha = \tan \alpha - \pi \alpha / 180 \quad (\alpha = \text{degree})$$

$$\varepsilon_\beta = \varepsilon_\alpha + 2 \tan \alpha_n \frac{x_1 + x_2}{z_1 + z_2} \quad \text{또는} \quad \cos \alpha_{tw} = \frac{m_t (z_1 + z_2)}{2a} \cos \alpha_t$$

$$\varepsilon_\gamma = \frac{0.5 \sqrt{d_{a1}^2 - d_{b1}^2} \pm 0.5 \sqrt{d_{a2}^2 - d_{b2}^2} - a \sin \alpha_{tw}}{\pi \cdot m_t \cdot \cos \alpha_t} \quad (\text{외접기어의 경우는 +, 내접기어의 경우는 -를 적용한다.})$$

$$\epsilon_{\beta} = \frac{b \cdot \sin\beta}{\pi \cdot m_n} \quad (\text{더블헬리컬기어의 경우, } b \text{ 는 기어 한 개의 치폭으로 한다.})$$

$$\epsilon_r = \epsilon_{\alpha} + \epsilon_{\beta}$$

$$v = \frac{\pi \cdot d_{1,2} n_{1,2}}{60 \cdot 10^3}$$

4. 호칭접선하중, F_t

호칭접선하중은 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다.

$$F_t = 2,000 T_{1,2} / d_{1,2} \quad (\text{N})$$

$$T_{1,2} = \frac{30 \cdot 10^3 P}{\pi \cdot n_{1,2}}$$

5. 영향계수

(1) 사용계수, K_A

사용계수는 기어의 외부 요인에 의한 동적 과부하를 고려하는 계수로서 기어에 작용하는 최대변동토크와 정격토크와의 비이며 표 1에 따른다. 다만, 실측을 하거나 계산식 또는 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정한 경우에는 그 값을 적용할 수 있다. 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 구동하는 또는 구동되는 기계의 특성
- 질량비
- 커플링 형태
- 운전상태(과속도, 프로펠러부하상태의 변화 등)

(2) 하중분담계수, K_v

하중분담계수는 유성치차 등과 같은 다경로 동력전달장치의 하중 불균일을 고려하는 계수로서 각 기어에 대한 최대 하중과 전체 경로수에 균등하게 분배된 하중과의 비이며, 표 2에 따른다. 다만, 실측을 하거나 계산식 또는 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정한 경우에는 그 값을 적용할 수 있다.

표 1 사용계수

구동기관	연결방법	K_A
주추진장치	유체 또는 전자식 커플링을 갖는 왕복동 내연기관	1.00
	고탄성 커플링을 갖는 왕복동 내연기관	1.30
	기타의 커플링을 갖는 왕복동 내연기관	1.50
보기구동	전동기, 유체 또는 전자식 커플링을 갖는 왕복동 내연기관	1.00
	고탄성 커플링을 갖는 왕복동 내연기관	1.20
	기타의 커플링을 갖는 왕복동 내연기관	1.40

표 2 하중분담계수

유성치차의 경로수	K_v
3이하	1.0
4	1.2
5	1.3
6 이상	1.4

(3) 내부동하중계수, K_v

내부동하중계수는 피니언과 휠의 진동에 의하여 내부적으로 발생하는 동적하중을 고려하는 계수로서 치형에 작용하는 동적 최대하중과 최대 외부동적하중($F_t K_A K_v$) 사이의 비이며 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 동력전달장치 오류(피치 및 프로파일 오류에 따른)
- 피니언 및 휠의 질량
- 기어 톱니 맞물림 사이클에 따른 기어 맞물림 강성 변화
- 사용계수를 포함하는 전달하중
- 피치 선속도
- 기어와 축의 동적 불평형
- 축과 베어링의 강성

- 기어 시스템의 댐핑 특성

(가) 적용범위

(a) 아래 조건을 모두 만족할 경우

(i) $\frac{v \cdot z_1}{100} \sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} < 10 \text{ m/s}$ 인 공진영역 아래의 운전속도

(ii) 평기어($\beta = 0^\circ$) 및 $\beta \leq 30^\circ$ 인 헬리컬기어

(iii) $z_1 < 50$ 인 상대적으로 적은 잇수를 가진 피니언

(iv) 고체 디스크 휠 또는 두꺼운 강재 기어 림

(b) $\frac{v \cdot z_1}{100} \sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} < 3 \text{ m/s}$ 을 만족하는 모든 기어 또는 $\beta > 30^\circ$ 인 헬리컬기어

(c) (a), (b) 이외의 기어의 경우 ISO 6336-1:2019에 나오는 방법 B에 따라야 한다.

(나) 계산식

(a) 겹치기 물림율이 $\epsilon_\beta \geq 1$ 인 평기어 및 헬리컬기어

$$K_V = 1 + \left(\frac{K_1}{K_A \frac{F_t}{b}} + K_2 \right) \cdot \frac{v \cdot z_1}{100} K_3 \sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}}$$

$K_A \frac{F_t}{b} < 100$ (N/mm)인 경우, $K_A \frac{F_t}{b} = 100$ (N/mm)로 가정한다.

계수 K_1 는 표 3에 따른다.

표 3 K_1 의 값

기어 종류	K_1 (ISO 정밀도 등급*)					
	3	4	5	6	7	8
평기어	2.1	3.9	7.5	14.9	26.8	39.1
헬리컬기어	1.9	3.5	6.7	13.3	23.9	34.8
(비고) * ISO 1328-1:2013에 따른 정밀도 등급. 정밀도가 서로 다른 기어가 접촉하고 있는 경우에는 낮은 등급을 사용한다.						

모든 정확도 등급에서 계수 K_2 는 다음에 따라야 한다.

평기어의 경우 : $K_2 = 0.0193$

헬리컬기어의 경우 : $K_2 = 0.0087$

계수 K_3 는 다음에 따라야 한다.

$\frac{v \cdot z_1}{100} \sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} \leq 0.2$ 인 경우 : $K_3 = 2.0$

$\frac{v \cdot z_1}{100} \sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} > 0.2$ 인 경우 : $K_3 = 2.071 - 0.357 \cdot \frac{v \cdot z_1}{100} \sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}}$

(b) 겹치기 물림율이 $\epsilon_\beta < 1$ 인 헬리컬기어의 경우, 계수 K_V 는 아래 식에 따라 평기어($K_{V\alpha}$)와 헬리컬기어($K_{V\beta}$)의 결정된 값 사이의 선형보간법에 의해 결정된다.

$$K_V = K_{V\alpha} - \epsilon_\beta (K_{V\alpha} - K_{V\beta})$$

$K_{V\alpha}$ 는 (a)에 따른 평기어의 K_V 값이다.

$K_{V\beta}$ 는 (a)에 따른 헬리컬기어의 K_V 값이다.

(4) 치면하중 분포계수, $K_{H\beta}$, $K_{F\beta}$

$K_{H\beta}$ 는 면압응력, $K_{F\beta}$ 는 이뿌리 굽힘응력에 대한 치면하중 분포계수로서 치면에 대한 불균일 하중분포의 영향을 고려하는 계수들이며, 다음과 같이 정의된다.

$$K_{H\beta} = \frac{\text{단위 치폭당 최대하중}}{\text{단위 치폭당 평균하중}}$$

$$K_{F\beta} = \frac{\text{단위 치폭당 이뿌리에서의 최대 굽힘응력}}{\text{단위 치폭당 이뿌리에서의 평균 굽힘응력}}$$

이뿌리에서의 평균 굽힘응력은 해당 피니언 및 맞물리는 휠의 치폭에 영향을 받는다. $K_{F\beta}$ 는 계수 $K_{H\beta}$ 의 함수로써 표현될 수 있다. $K_{H\beta}$, $K_{F\beta}$ 는 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 기어 톱니 제작 정확도
- 구멍파기 오차에 의한 부착 오류
- 베어링 여유
- 휠 및 피니어 축 정렬 오차
- 기어 요소, 축, 베어링, 기어 요소를 지지하는 하우징 및 거치대의 탄성 변형
- 운전온도에 기인한 열팽창 및 뒤틀림
- 설계요소의 보정(톱니 크라우닝, 엔드릴리프 등)

$K_{H\beta}$, $K_{F\beta}$ 는 다음의 ISO 6336-1:2019 방법 C에 따라 결정된 값으로 한다. 다만 실측하거나 계산식 또는 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정한 경우에는 그 값을 적용할 수 있다.

(가) 치폭의 끝단에 가장 단단한 접촉이 있을 경우, 굽힘응력에 대한 치면하중분포계수 $K_{F\beta}$ 는 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다.

$$K_{F\beta} = K_{H\beta}^N$$

$$N = \frac{(b/h)^2}{1 + (b/h) + (b/h)^2}$$

b/h : 치폭과 톱니 높이의 비, b_1/h_1 과 b_2/h_2 중 최소값을 가진다. 더블헬리컬기어의 경우, 하나의 치폭만 사용된다. $b/h < 3$ 인 경우, $b/h = 3$ 으로 한다.

(나) 치폭의 끝단에 작용하는 하중이 전혀 없거나 적은 경우(엔드릴리프 또는 크라우닝)에는 $K_{F\beta} = K_{H\beta}$ 로 할 수 있다.

(5) 면압 및 굽힘강도에 대한 정면하중 분포계수 $K_{H\alpha}$, $K_{F\alpha}$

$K_{H\alpha}$ 는 면압응력, $K_{F\alpha}$ 는 이뿌리 굽힘응력에 대한 정면하중 분포계수로서 맞물린 기어 톱니 사이의 피치와 제작오차의 영향을 고려하는 계수이며 ISO 6336-1:2019 방법 B에 따라 결정된 값으로 한다. 다만, 실측을 하거나 계산식 또는 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값을 적용할 수 있다. 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 총 맞물림 강성
- 총 접선하중 F_t , K_A , K_γ , K_V , $K_{H\beta}$
- 기초피치 오차
- 텡릴리프
- 허용치 내의 운전

6. 면압강도

한쌍의 기어의 접촉면 또는 피치점에서 Hertz의 최대접촉응력식을 기초로 하여 치면의 면압강도를 평가하며, 접촉응력 σ_H 는 허용접촉응력 σ_{HP} 보다 작거나 같아야 한다.

(1) 기본식

(가) 접촉응력, σ_H

$$\sigma_H = \sigma_{H0} \sqrt{K_A K_V K_H K_{H\beta}} \leq \sigma_{HP}$$

$$\sigma_{H0} = Z_B Z_H Z_E Z_\epsilon Z_\beta \sqrt{\frac{F_t}{d_1 b} \frac{u+1}{u}} \quad : \text{피니언}$$

$$\sigma_{H0} = Z_D Z_H Z_E Z_\epsilon Z_\beta \sqrt{\frac{F_t}{d_1 b} \frac{u+1}{u}} \quad : \text{휠}$$

σ_{H0} : 피니언, 휠의 접촉응력 기본값

Z_B : 피니언의 맞물림계수

Z_D : 휠의 맞물림계수

Z_H : 영역계수

Z_E : 탄성계수

Z_ϵ : 물림률계수

Z_β : 비틀림각계수

F_t : 호칭접선하중

(나) 허용 접촉응력, σ_{HP}

$$\sigma_{HP} = (\sigma_{Hlim} Z_N / S_H) Z_L Z_V Z_R Z_W Z_X$$

σ_{Hlim} : 접촉응력에 대한 내구한도

Z_N : 수명계수

Z_L : 윤활계수

Z_V : 속도계수

Z_R : 거칠기계수

Z_W : 경도비계수

Z_X : 치수계수

S_H : 안전계수

(2) 맞물림계수 Z_B, Z_D

Z_B, Z_D 는 피니언 및 휠에 대한 맞물림계수로서 영역계수와 관련한 맞물림 기어의 접촉점에서의 치형의 곡률 반경이 접촉응력에 미치는 영향을 고려하는 계수로서 다음에 따른다.

(가) 평기어인 경우

Z_B 는 M_1 과 1 중에서 큰 값으로 한다.

Z_D 는 M_2 와 1 중에서 큰 값으로 한다.

$$M_1 = \frac{\tan \alpha_{tw}}{\sqrt{\left[\sqrt{\left(\frac{d_{a1}}{d_{b1}} \right)^2 - 1 - \left(\frac{2\pi}{z_1} \right)} \right] \left[\sqrt{\left(\frac{d_{a2}}{d_{b2}} \right)^2 - 1 - (\epsilon_\alpha - 1) \left(\frac{2\pi}{z_2} \right)} \right]}}$$

$$M_2 = \frac{\tan \alpha_{tw}}{\sqrt{\left[\sqrt{\left(\frac{d_{a2}}{d_{b2}} \right)^2 - 1 - \left(\frac{2\pi}{z_2} \right)} \right] \left[\sqrt{\left(\frac{d_{a1}}{d_{b1}} \right)^2 - 1 - (\epsilon_\alpha - 1) \left(\frac{2\pi}{z_1} \right)} \right]}}$$

(나) 헬리컬 기어인 경우

(a) $\epsilon_\beta \geq 1$ 인 경우

$$Z_B = Z_D = 1$$

(b) $\epsilon_\beta < 1$ 인 경우는 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다.

$$Z_B = M_1 - \epsilon_\beta(M_1 - 1), \quad Z_B \geq 1$$

$$Z_D = M_2 - \epsilon_\beta(M_2 - 1), \quad Z_D \geq 1$$

M_1 및 M_2 : (가)에 따른다.

(c) 내접기어인 경우, $Z_D = 1$

(3) 영역계수, Z_H

피치점에서 치면 곡률의 Hertz 압력에 영향을 주고 기초원통의 접선하중에서 피치원통의 정면하중으로 변환에 관여하며 다음 식에 의해 계산된 값으로 한다.

$$Z_H = \sqrt{\frac{2 \cos \beta_b}{\cos^2 \alpha_t \tan \alpha_{tw}}}$$

(4) 탄성계수, Z_E

접촉응력에 미치는 재료의 물성치에 관계하는 계수로서 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다.

(가) 피니언 및 휠의 재료가 강일 경우($E = 206,000 \text{ N/mm}^2$, $\nu = 0.3$)

$$Z_E = 189.8 \quad (\sqrt{\text{N/mm}^2})$$

E : 탄성계수 (N/mm^2)

ν : 프아송비

(나) (가) 이 외의 경우, ISO 6336-2:2019을 참조 한다.

(5) 물림률계수, Z_ϵ

정면물림률과 겹치기 물림률이 치차의 치면 부하에 미치는 영향을 고려하는 계수로서 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다.

(가) 평기어의 경우

$$Z_\epsilon = \sqrt{\frac{4 - \epsilon_\alpha}{3}}$$

(나) 헬리컬 기어인 경우

$$\epsilon_\beta < 1 \text{ 인 경우} : Z_\epsilon = \sqrt{\frac{4 - \epsilon_\alpha}{3} (1 - \epsilon_\beta) + \frac{\epsilon_\beta}{\epsilon_\alpha}}$$

$$\epsilon_\beta \geq 1 \text{ 인 경우} : Z_\epsilon = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_\alpha}}$$

(6) 비틀림각계수, Z_β

면압강도에 대한 비틀림각의 영향을 고려하는 계수로서 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다.

$$Z_\beta = \sqrt{\frac{1}{\cos \beta}}$$

(7) 접촉응력에 대한 내구한도, σ_{Hlim}

주어진 재료에서 σ_{Hlim} 는 영구적으로 견딜 수 있는 접촉응력의 한계를 나타낸다. σ_{Hlim} 의 값은 적어도 5×10^7 하중사이클에서 재료가 피팅(pitting) 없이 견딜 수 있는 접촉응력의 크기로서 정해질 수 있다. 내구한도는 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 재료의 구성, 청결도 및 결점
- 기계적성질
- 잔류응력
- 경화과정, 경화의 깊이, 경도기울기
- 재료 구조 (단조, 압연, 주조)

σ_{Hlim} 는 일반적으로 ISO 6336-5:2016, 재료품질 MQ에 주어진 값에 의해 결정된다.

(가) 피팅(pitting)은 아래와 같이 정의된다.

(a) 표면경화된 기어가 아닌 경우:

피팅(pitting) 면적 > 총 실제접촉면적의 2%

(b) 표면경화된 기어의 경우:

피팅(pitting) 면적 > 총 실제접촉면적의 0.5% 또는 특정 기어의 톱니 면적의 4%

(나) σ_{Hlim} 의 값은 고장가능성 1% 이하에 상응한다.

(8) 수명계수, Z_N

수명계수 Z_N 은 제한된 수명(사이클 수)이 필요할 경우 더 높은 허용 접촉응력을 고려한다. 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 재료 및 열처리
- 사이클 수
- 영향계수 (Z_R, Z_V, Z_L, Z_W, Z_X)

수명계수 Z_N 은 ISO 6336-2:2019에 주어진 방법 B에 따라 결정되어야 한다.

(9) 접촉응력에 대한 유막의 영향계수, Z_L, Z_V, Z_R

윤활계수 Z_L 은 윤활유의 종류 및 그것의 점성의 영향을 고려한다. 속도계수 Z_V 는 피치선속도에 영향을 고려한다. 거칠기계수 Z_R 은 면압강도에 대한 표면거칠기의 영향을 고려한다. 위 계수들은 기어 쌍이 다른 경도를 가질 경우 더 무른 재료에 의해 결정되며 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 접촉면에서의 윤활유의 점성
- 기어 톱니 표면의 순간속도의 합
- 하중
- 피치점에서의 상대곡률반경
- 기어 치면의 표면 거칠기
- 피니언 및 기어의 경도

(가) 윤활계수, Z_L

윤활계수 Z_L 은 아래 식에 의해 계산된다.

$$Z_L = C_{ZL} + \frac{4(1 - C_{ZL})}{\left(1.2 + \frac{134}{v_{40}}\right)^2}$$

v_{40} : 40 °c에서 윤활유의 동점성계수(mm²/s)

C_{ZL} : 다음에 따른다.

a) $850 \leq \sigma_{Hlim} \leq 1200 \text{ N/mm}^2$ 인 경우,

$$C_{ZL} = \frac{0.08(\sigma_{Hlim} - 850)}{350} + 0.83$$

b) $\sigma_{Hlim} < 850 \text{ N/mm}^2$ 인 경우, $C_{ZL} = 0.83$

c) $\sigma_{Hlim} > 1,200 \text{ N/mm}^2$ 인 경우, $C_{ZL} = 0.91$

(나) 속도계수, Z_V

속도계수 Z_V 는 아래 식에 의해 계산된다.

$$Z_V = C_{ZV} + \frac{2(1 - C_{ZV})}{\sqrt{0.8 + \frac{32}{v}}}$$

C_{ZV} : 다음에 따른다.

$$C_{ZV} = C_{ZL} + 0.02$$

(다) 거칠기계수, Z_R

거칠기계수 Z_R 는 아래 식에 의해 계산된다.

$$Z_R = \left(\frac{3}{R_{z10}} \right)^{C_{ZR}}$$

$$R_{z10} = R_z^3 \sqrt{\frac{10}{\rho_{red}}}$$

피니언에 대한 거칠기 R_{z1} 및 휠에 대한 거칠기 R_{z2} 는 몇몇의 기어 치면에서 측정된 거칠기 R_z 에 대한 평균값이 된다. (R_z 는 ISO 6336-2:2019의 정의를 따른다.)

$$R_z = \frac{R_{z1} + R_{z2}}{2}$$

산술평균거칠기 R_a 값(CLA 값 또는 AA 값), 이 사용될 경우 아래 관계식이 적용될 수 있다.

$$R_a = CLA = AA = R_z/6$$

$$\rho_{red} = \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} \quad (\text{상대곡률반경})$$

$$\rho_{1,2} = 0.5 d_{bl,2} \tan \alpha_{tw} \quad (\text{내접기어의 경우 } d_b \text{는 음의 값을 가진다.})$$

C_{ZR} : 다음에 따른다.

a) $850 \leq \sigma_{Hlim} \leq 1,200 \text{ N/mm}^2$ 인 경우, $C_{ZR} = 0.32 - 0.0002\sigma_{Hlim}$

b) $\sigma_{Hlim} < 850 \text{ N/mm}^2$ 인 경우, $C_{ZR} = 0.150$

c) $\sigma_{Hlim} > 1200 \text{ N/mm}^2$ 인 경우, $C_{ZR} = 0.080$

(10) 경도비계수, Z_W

경도비계수 Z_W 는 다음의 경우와 같이 상당히 단단한 기어와 접촉하는 부드러운 표면을 가진 연강의 면압강도의 증가를 고려한다.

(가) 무심경화 휠과 함께하는 표면경화 피니언

(a) $HB < 130$ 인 경우,

$$Z_W = 1.2 \cdot \left(\frac{3}{R_{zH}} \right)^{0.15}$$

(b) $130 \leq HB \leq 470$ 인 경우,

$$Z_W = \left(1.2 - \frac{HB - 130}{1700} \right) \cdot \left(\frac{3}{R_{zH}} \right)^{0.15}$$

(c) $HB > 470$ 인 경우,

$$Z_W = \left(\frac{3}{R_{zH}} \right)^{0.15}$$

HB = 기어쌍 중 부드러운 치면의 브리넬경도

R_{zH} = 등가거칠기 (μm)

$$R_{zH} = \frac{R_{z1} \cdot (10/\rho_{red})^{0.33} \cdot (R_{z1}/R_{z2})^{0.66}}{(v \cdot \nu_{40}/1500)^{0.33}}$$

ν_{40} : 40°C 에서 윤활유의 동점성계수(mm^2/s)

ρ_{red} = 상대곡률반경 ((9)호 (다) 참조)

(나) 무심경화 피니언 및 휠

휠 보다 훨씬 더 단단한 피니언의 경우, 가공경화효과는 휠 치면의 하중 수용력을 증가시킨다. Z_W 는 휠에만 적용되고 피니언에 적용되지 않는다.

(a) $HB_1/HB_2 < 1.2$ 인 경우,

$$Z_W = 1$$

(b) $1.2 \leq HB_1/HB_2 \leq 1.7$ 인 경우,

$$Z_W = 1 + \left(0.00898 \frac{HB_1}{HB_2} - 0.00829 \right) \cdot (u - 1)$$

(c) $HB_1/HB_2 > 1.7$ 인 경우,

$$Z_W = 1 + 0.00698 \cdot (u - 1)$$

(d) 기어비 $u > 20$ 인 경우, $u = 20$ 으로 한다.

(e) $Z_W < 1$ 로 계산된 경우, $Z_W = 1$ 으로 한다.

(11) 치수계수, Z_X

치수계수 Z_X 는 허용접촉응력에서 톱니치수의 영향 및 재료성분의 불균일성을 고려한다. 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 재료 및 열처리
- 톱니 및 기어 치수
- 톱니 치수에 따른 경화심도비
- 등가곡률반경에 따른 경화심도비

톱니 치수 및 상대곡률반경에 대해 적절한 경화심도를 가지는 전체경화 기어 및 표면경화 기어의 경우

$Z_X = 1$ 을 가진다. 경화심도가 상대적으로 얇을 경우 작은 값의 Z_X 로 한다.

(12) 접촉응력에 대한 안전 계수, S_H

접촉응력에 대한 안전계수는 다음의 값으로 한다. 다만, 실측을 하거나 계산식 또는 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 그 값을 적용할 수 있다.

(가) 주추진 구동 기어용 : 1.20

(나) 보기 구동 기어용 : 1.15

7. 굽힘강도

이뿌리의 굽힘강도는 이뿌리 필릿부의 최대허용 국부인장강도를 기준으로 하고, 피니언과 휠에 대한 이뿌리의 굽힘응력 σ_F 과 허용굽힘응력 σ_{FP} 을 각각 계산한다.

굽힘응력 σ_F 이 허용굽힘응력 σ_{FP} 을 초과하지 않도록 하여야 한다. 다음 식 및 정의는 림(rim) 두께 $3.5m_n$ 이상을 가지는 기어에 적용한다. 다음 방법에 의해 만들어진 비율 계산식의 결과는 25° 까지의 치직각 압력각 및 30° 까지의 비틀림각에 적합하다. 더 큰 압력각의 경우 ISO 6336-3:2019 방법 A에 의해 경험적으로 확인되어야 한다.

(1) 굽힘강도 기본식

(가) 피니언과 휠에 있어서의 이뿌리 굽힘응력, σ_F (N/mm²)

$$\sigma_F = \frac{F_t}{bm_n} Y_F Y_S Y_\beta Y_{DT} K_A K_\gamma K_V K_{Fa} K_{F\beta} \leq \sigma_{FP}$$

Y_F : 치형계수

Y_S : 응력교정계수

Y_β : 비틀림각계수

Y_{DT} : 림(rim) 두께계수

Y_{DT} : 톱니깊이계수

$F_t, K_A, K_\gamma, K_V, K_{Fa}, K_{F\beta}$: 4항, 5항 참조

(나) 피니언과 휠에 있어서의 이뿌리 허용굽힘응력, σ_{FP} (N/mm²)

$$\sigma_{FP} = \frac{\sigma_{FE} Y_d Y_N}{S_F} Y_{\delta rel T} Y_{R rel T} Y_X$$

σ_{FE} : 굽힘 내구한도

Y_d : 설계계수

Y_N : 수명계수

$Y_{\delta rel T}$: 상대노치민감계수

$Y_{R rel T}$: 상대표면계수

Y_X : 치수계수

S_F : 이뿌리 굽힘응력에 대한 안전계수

(2) 치형계수, Y_F

치형계수는 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다.(그림 1 참조)

$$Y_F = \frac{6 \frac{h_F}{m_n} \cos \alpha_{Fn}}{\left(\frac{s_{Fn}}{m_n} \right)^2 \cos \alpha_n}$$

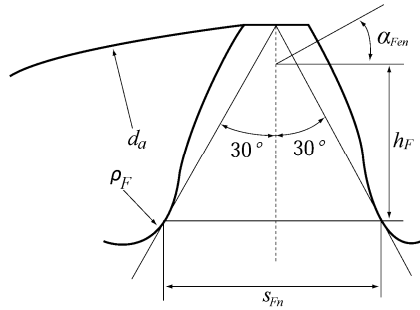


그림 1 치형계수 계산에 필요한 기호

h_F , s_{Fn} 및 α_{Fen} 의 계산에서 ISO 6336-3:2019 방법 B에 제시된 절차를 사용하여야 한다.

(3) 응력보정계수, Y_S

이뿌리 필릿부에 있어서 응력집중을 고려하는 계수로서 다음 식에 계산된 값으로 한다. 다만, $1 \leq q_s < 8$ 인 경우에만 적용된다.

$$Y_S = (1.2 + 0.13L)q_s^{\frac{1}{1.21 + \frac{23}{L}}}$$

$$q_s = \frac{s_{Fn}}{2\rho_F}$$

$$L = \frac{s_{Fn}}{h_F}$$

(4) 비틀림각계수, Y_β

비틀림각이 굽힘응력에 미치는 영향에 대한 계수로서 다음 식에 의하여 계산된 값으로 한다. 다만, $\epsilon_\beta > 1$ 인 경우에는 ϵ_β 를 1로 하고, $\beta > 30^\circ$ 인 경우에는 β 를 30° 로 한다.

$$Y_\beta = 1 - \epsilon_\beta \frac{\beta}{120}$$

(5) 림(rim) 두께계수, Y_B

얇은 림을 가지는 기어를 디레이트(de-rate)하기 위해 사용되는 간략화한 계수이다. 과도한 하중의 적용에서 이 방법은 보다 광범위한 해석으로 대체되어야 한다. 계수 Y_B 는 다음과 같이 결정된다.

(가) 외접기어의 경우

$$s_R/h \geq 1.2 \text{인 경우, } Y_B = 1$$

$$0.5 < s_R/h < 1.2 \text{인 경우, } Y_B = 1.6 \cdot \ln\left(2.242 \frac{h}{s_R}\right)$$

s_R = 외접기어의 림(rim) 두께, mm

$s_R/h \leq 0.5$ 인 경우는 피해야 한다.

(나) 내접기어의 경우

$$s_R/m_n \geq 3.5 \text{인 경우, } Y_B = 1$$

$$1.75 < s_R/m_n < 3.5 \text{인 경우, } Y_B = 1.15 \cdot \ln\left(8.324 \frac{m_n}{s_R}\right)$$

s_R = 내접기어의 림(rim) 두께, mm

$s_R/m_n \leq 1.75$ 인 경우는 피해야 한다.

(6) 톱니깊이계수, Y_{DT}

고정밀기어 및 가상물림률이 $2.05 \leq \epsilon_{an} \leq 2.5$ 인 이부리 응력을 조정하는데 고려하는 계수이다.

$$\epsilon_{an} = \frac{\epsilon_a}{\cos^2 \beta_b}$$

계수 Y_{DT} 는 다음과 같이 결정된다.

ISO 정밀도등급이 4이하이고 $\epsilon_{an} > 2.5$ 인 경우, $Y_{DT} = 0.7$

ISO 정밀도등급이 4이하이고 $2.05 < \epsilon_{an} \leq 2.5$ 인 경우, $Y_{DT} = 2.366 - 0.666 \cdot \epsilon_{an}$

그 외 다른 경우, $Y_{DT} = 1.0$

(7) 굽힘내구한도, σ_{FE}

주어진 재료에서 σ_{FE} 는 영구적으로 견딜 수 있는 국부 이부리 응력을 나타낸다. ISO 6336-5:2016에 따라 3×10^6 사이클수가 내구한도의 시작으로 간주된다. σ_{FE} 는 '0'의 최소응력(열처리에 의한 잔류응력 제외)을 가지는 일방향 응력 진폭으로 정의된다. 변동응력 또는 초기응력 등과 같은 다른 조건은 설계계수 Y_d 에 따라야 한다. σ_{FE} 의 값은 고장가능성 1% 이하에 상응한다. 굽힘내구한도는 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 재료의 구성, 청결도 및 결점
- 기계적성질
- 잔류응력
- 경화과정, 경화의 깊이, 경도기울기
- 재료 구조 (단조, 압연, 주조)

σ_{FE} 는 일반적으로 ISO 6336-5:2016, 재료품질 MQ에 주어진 값에 의해 결정된다.

(8) 설계계수, Y_d

부하의 역전, 열박음 등의 조건을 고려하는 계수로서 부하의 역전이 있는 경우에는 다음에 따른다. 다만, 열박음이 있는 경우에는 실측을 하거나 계산식 또는 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 값으로 한다.

- $Y_d = 1$: 일반적인 경우(부하방향이 일정하고 열박음이 없는 경우)
- $= 0.9$: 역전기어의 활과 같이 반대방향으로 부하를 받는 기어
- $= 0.7$: 공회전 기어

(9) 수명계수, Y_N

주기적인 반복하중에 의한 한계수명을 고려할 필요가 있는 경우, 허용굽힘응력을 높이기 위한 계수로서 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 재료 및 열처리
- 하중사이클 수(사용수명)
- 영향계수($Y_{\delta rel T}$, $Y_{Rrel T}$, Y_X)

수명계수 Y_N 는 ISO 6336-3:2019 방법 B에 따라 결정되어야 한다.

(10) 상대노치민감계수, $Y_{\delta rel T}$

피로 허용한도상의 이론적인 응력집중계수로서 주로 재료 및 상대응력 기울기에 영향을 받으며 다음에 따라 결정된다.

$$Y_{\delta rel T} = \frac{1 + \sqrt{0.2\rho'(1+2q_s)}}{1 + \sqrt{1.2\rho'}}$$

ρ' = 표 4에 따른 슬립레이어(slip-layer) 두께, mm

표 4 슬립레이어(slip-layer) 두께, mm

재료		ρ' ,mm
표면경화강 (화염 또는 고주파경화강)		0.0030
무심경화강(1), 항복강도 R_e	500 N/mm ²	0.0281
	600 N/mm ²	0.0194
	800 N/mm ²	0.0064
	1000 N/mm ²	0.0014
질화강		0.1005
(비고)		
(1) 위에 언급되지 않은 R_e 의 값에 대한 ρ' 값은 선형보간법으로 구할 수 있다.		

(11) 상대표면계수, Y_{RelT}

이뿌리 필릿부의 표면상태가 굽힘강도에 미치는 영향을 고려하는 계수로서 표 5에 의하여 계산된 값으로 한다. 이 방법은 $2R_z$ 보다 깊은 굽힘 또는 비슷한 결함이 존재하지 않을 경우 유효하다. 산술평균거칠기 R_a 값(CLA 값 또는 AA 값), 이 사용될 경우 아래 관계식이 적용될 수 있다.

$$R_a = CLA = AA = R_z/6$$

표 5 상대표면계수

Y_{RelT}		비고
$R_z < 1$	$1 \leq R_z \leq 40$	
1.120	$1.674 - 0.529(R_z + 1)0.1$	표면경화강, 무심경화강 ($\sigma_b \geq 800 \text{ N/mm}^2$)
1.070	$5.306 - 4.203(R_z + 1)0.01$	노멀라이징 강 ($\sigma_b < 800 \text{ N/mm}^2$)
1.025	$4.299 - 3.259(R_z + 1)0.0058$	질화강
(비고)		
R_z : 6항 (9)호의 (다)에 따른다.		

(12) 치수계수, Y_X

기어의 크기 증가로 인한 굽힘강도의 영향(감소)을 고려하는 계수로서 표 6에 따른다. 주로 다음의 인자에 의해 영향을 받는다.

- 재료 및 열처리
- 톱니 및 기어 치수
- 톱니 치수에 따른 경화심도비

표 6 치수계수

구분	범위	Y_X
일반 강	$m_n \leq 5$	1
노멀라이징 및 무심경화강	$5 < m_n < 30$	$1.03 - 0.06m_n$
	$m_n \geq 30$	0.85
표면경화강	$5 < m_n < 25$	$1.05 - 0.010m_n$
	$m_n \geq 25$	0.8

(13) 이뿌리 굽힘응력에 대한 안전계수, S_F

이뿌리 굽힘응력에 대한 안전계수는 다음의 값으로 한다. 다만, 실측을 하거나 계산식 또는 자료를 제출하여 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 그 값을 적용할 수 있다.

- (a) 주추진 구동 기어용 : 1.55
- (b) 보기 구동 기어용 : 1.40

부록 5-5 가스용접용 기기의 취급

1. 가스용기 및 배관의 취급은 다음에 따른다.
 - (1) 배관에 사용되는 재료는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격에 따른 것이어야 한다.
 - (2) 가스용기는 규칙 5편 5장의 규정에 관계없이 「고압가스안전관리법」에 따라 제조된 것을 사용할 수 있다.
 - (3) 관, 밸브 및 관부착품의 수압시험은 생략할 수 있다.
2. 가스용기의 설치장소는 다음에 따른다.
 - (1) 가스용기는 A류 기관구역 및 거주구역에 설치하여서는 아니 된다.
 - (2) 아세틸렌 용기는 온도가 38 °C 이하로 유지할 수 있는 장소에 설치하여야 한다.
 - (3) 가스용기는 직사광선을 받지 않는 장소로서 파랑, 화기 및 고온에 대하여 안전한 장소에 설치하여야 한다.
 - (4) 가스용기는 격납실에 설치하는 경우를 제외하고 거주구역 및 탄화수소가스 등의 유출이 있는 개구로부터 충분히 떨어진 장소에 설치하여야 한다.
 - (5) 가스용기는 누설가스가 정제하지 않도록 통풍이 양호한 장소에 설치하여야 한다.
 - (6) 가스용기의 격납실은 노출갑판에서 출입할 수 있어야 한다.
3. 가스용기는 선박의 동요 및 진동에 대하여 안전하고, 가능한 한 직립의 상태로 설치하여야 한다. 아세틸렌 용기와 산소 용기는 가능한 한 격리하여 설치하여야 하며, 화재시 가스용기를 신속히 이동하기 위한 조치를 하여야 한다.
4. 가스용기로부터 작업장소까지 고정배관된 경우에는 다음에 따라야 한다.
 - (1) 아세틸렌용 배관에는 강관, 산소용 배관에는 강관 또는 동관을 사용하여야 한다. 다만, 금속제 외장을 갖는 비금속제의 신축관을 사용할 수 있다.
 - (2) 밸브 및 관부착품의 재료에는 주철을 사용하여서는 아니 되며, 아세틸렌 관계통의 밸브 및 관부착품의 재료에는 동 또는 동 함유량이 62 %를 초과하는 동합금을 사용하여서는 아니 된다.
 - (3) 배관의 요령은 다음에 따른다.
 - (가) 거주구역, 업무구역, 제어장소 및 화재의 위험이 있는 폐위된 구역을 통과하여서는 아니 된다. 다만, 아래의 사항에 만족할 경우에는 화재의 위험이 있는 폐위된 구역을 통과할 수 있다. (2017)
 - (a) 유효한 배기식 기계통풍장치가 설치되어야 한다.
 - (b) 관의 연결은 용접이음으로 하여야 한다.
 - (c) 필요한 경우, 외부로부터의 물리적인 손상이 발생하지 않도록 배관이 보호되어야 한다.
 - (나) 아세틸렌 및 산소용 배관에는 각 용기의 격납실 및 작업장소의 위벽 관통부의 적절한 위치에 스톱밸브를 부착하여야 하며, 가스 용기는 작업장소에서 사용하는 경우를 제외하고는 격납실에 설치된 스톱밸브에 의해 항상 폐쇄상태를 유지하여야 하며, 이러한 취지를 나타내는 경고판을 격납실 및 작업장소에 부착하여야 한다. (2017)
 - (다) 관 및 관부착품의 접합은 가능한 한 용접 또는 플랜지 이음으로 하여야 한다.
 - (라) 관계통에는 아세틸렌 계통과 산소 계통과를 구분하여 명시하여야 한다.
 - (마) 가스 및 화염의 역류를 방지하는 보호기를 배관에 설치하여야 하며, 가능한 한 분배기(distribution station)에 설치하여야 한다. (2021)
5. 고무호스를 사용하는 경우에는 다음에 따른다.
 - (1) 아세틸렌관은 KS M6543(아세틸렌용 고무호스), 산소관은 KS M6557(산소용 고무호스)에 적합한 것을 사용하여야 한다.
 - (2) 고무호스와 고정배관과의 접합은 KS B4604(가스용단기용 고무호스 이음쇠)에 따른다.
6. 관장치는 선내 배관 후 압력조정기의 최고사용압력(KS B4603(용접절단기용 압력조정기))의 1.25배 이상의 압력으로 기밀시험을 하여야 한다.

부록 5-6 플라스틱관장치 (2023)

1. 적용

- (1) 이 부록은 선박에서 사용하는 플라스틱관 및 플라스틱 관장치에 대하여 적용한다.
- (2) 플라스틱관은 원칙적으로 제3급 관장치에 사용할 수 있다. 제1급 및 제2급 관장치에 플라스틱관을 사용하고자 하는 경우, 특별히 고려하여야 한다.
- (3) 금속관장치에서만 사용하도록 승인된 기계식 이음은 플라스틱관장치에 사용을 허용하지 않는다.

2. 정의

- (1) 플라스틱(Plastic(s))이라 함은 PVC 및 FRP와 같이 강화되었거나 강화되지 않은 열가소성 및 열경화성 수지 재료를 말한다. 플라스틱은 합성 고무 및 유사한 열/기계적 성질의 재료를 포함한다.
- (2) 내화성(耐火性, fire endurance)이라 함은 관장치가 화재에 노출되었을 때 정해진 시간 동안 자체 강도 및 보존성(즉, 그것의 의도된 기능의 수행)을 유지하는 능력을 말한다.
- (3) 선박의 안전에 중요한(essential to the safety of ship)이라 함은 고장 시 인명파 선박의 안전에 위협이 되는 모든 관장치를 말한다. 안전에 중요한 관장치의 예시는 표 1에 나와있다.
- (4) 중요용도(essential services)라 함은 규칙 6편 1장 101.의 4항 (13)호에 명시된 선박의 추진, 조타 및 안전에 필수적인 용도를 말한다.

3. 재료

- (1) 플라스틱관장치는「제조법 및 형식승인 등에 관한 지침」에 따라 우리 선급의 형식승인을 받고 사용조건에 적합한 것을 사용하여야 한다. (2017)
- (2) (1)에 관계없이 거주구 내 및 기관실 내의 음료수장치, 생활용 청·해수관(온수관을 포함) 및 위생관과 더불어 구획 내의 배수구에 대하여는 한국산업규격 및 이와 동등 이상의 규격으로 우리 선급이 적절하다고 인정하는 규격이나 표준에 적합한 것으로서 자기소화성을 가지고 사용조건에 적합한 것을 사용할 수 있다.

4. 플라스틱 관장치의 설계

관장치의 시방은 우리 선급이 인정하는 국가 또는 국제 규격에 적합하여야 한다. 이에 추가하여, 다음의 요건을 적용한다.

(1) 강도

- (가) 관의 강도는 다음의 표준조건 하에서 관 시험편에 대한 수압시험의 파괴압력 및 붕괴압력으로 결정하여야 한다. 수압시험의 파괴압력 및 붕괴압력은 실험을 통하여 검증되어야 한다. 다만, 우리 선급이 인정하는 경우에는 시험 및 계산의 조합에 의해 결정할 수 있다.

대기압 : 0.1 MPa

상대습도 : 30 %

이송유체의 온도 : 25 °C

- (나) 관부착품 및 이음의 강도는 관의 강도보다 작아서는 아니 된다.
- (다) 설계압력은 제조자가 권고하는 설계온도를 고려하여 결정하여야 한다.

(라) 내압

내압은 다음 식에 의한 값 중 작은 값을 적용하며, 관을 사용하고자 하는 시스템의 설계압력보다 작아서는 아니 된다.

$$P_{int} \leq \frac{P_{sth}}{4} \text{ 또는 } P_{int} \leq \frac{P_{lth}}{2.5}$$

P_{int} : 내압

P_{sth} : 단기 수압시험 파괴압력

P_{lth} : 장기 수압시험 파괴압력 (>100,000 h)

- (마) 외압(관 내부의 진공 상태 또는 관의 바깥쪽에 작용하는 액체의 수두에 영향을 받을 수 있는 모든 설치의 경우; 그리고, “SOLAS II-1장의 8-1 규칙”에 따라 침수 손상시 작동 상태를 유지해야 하는 모든 관의 설치 또

는 구획내의 개방된 관의 끝단을 통해 또는 손상된 관을 통해 다른 구획으로 점진적인 침수를 할 수 있는 모든 관의 경우)

외압은 다음 식에 만족하여야 한다 :

$$P_{ext} \leq \frac{P_{cd}}{3}$$

P_{ext} : 외압

P_{cd} : 관의 붕괴압력. 관의 붕괴압력은 0.3 MPa 보다 작아서는 아니 된다.

최대 사용 외압은 관 내부의 진공압력과 관 외부에 작용하는 유체의 수두를 더한 것으로 한다.

적용 가능한 상기의 (라) 또는 (마)의 요건에도 불구하고 관 또는 관 층의 최소 두께는 인정된 표준을 따라야 한다.

외압이 가해지지 않는 관에 대한 표준이 없는 경우, 상기 (마)의 요건에 만족하여야 한다.

최대 허용 사용 압력은 제조자의 권고에 따라 가능한 최대 사용 온도를 고려하여 명시되어야 한다.

(2) 축방향 강도

(가) 압력, 중량 및 다른 하중에 기인하는 길이방향 응력의 합은 길이방향의 허용응력을 초과하여서는 아니 된다.

(나) FRP 관의 경우, 길이방향 응력의 합은 전 (1)호 (라)에 의한 내압 조건에서 유도한 원주방향 응력의 반을 초과하여서는 아니 된다.

(3) 충격 저항

(가) 플라스틱 관 및 이음은 우리 선급이 인정하는 국가 또는 국제 규격에 의한 충격에 대하여 최소한의 저항성을 가져야 한다.

(나) 시험 후, 시험편은 적어도 1시간 동안 설계압력의 2.5배의 압력으로 수압시험을 하여야 한다.

(4) 온도

(가) 사용압력에 대한 설계온도는 제조자의 권고에 따른다. 그러나 어떠한 경우에도, 설계온도는 ISO 75-2:2013 method A 또는 이와 동등 이상의 규격(예를 들면, ASTM D648-18)에 의하여 결정되는 관 재료의 최소 열 변형/편향(distortion/deflection) 온도보다 적어도 20 °C 이상 낮아야 한다.

(나) 최소 열 변형/편향 온도는 80 °C 이상이어야 한다.

5. 용도 및 위치에 따른 관과 관장치의 요건

(1) 내화성

(가) 화재 사고시 작동 상태를 유지하기 위해 "SOLAS II-2장의 21.4 규칙에서 요구하는 플라스틱 관장치를 포함하여 선박의 안전에 중요한 관, 이음 및 관부착품은 IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18)의 Appendix 1 또는 2의 최소 내화성 요건에 적합하여야 한다.

(나) 별도의 기구 지침이 없는 한, 내화성 시험은 관, 이음 및 관부착품을 대표하는 시험편으로 수행되어야 한다².

(a) 관

- 외경이 200 mm 미만인 경우, 최소 외경과 관 두께³

- 외경이 200 mm 이상인 경우, t/D (D = 외경, t = 구조적 관 두께)의 각 범주 별 하나의 시험편. t/D의 ±10%의 차이는 동일한 그룹으로 간주된다. 승인된 최소 크기는 성공적으로 시험된 시험편의 직경과 동등하다.

(b) 이음

- 내화성 수준이 적용되는 관 시험편을 서로 연결하는 모든 종류의 이음 형식

* Footnote :

2. 여러 가지 관장치 구성품을 결합한 하나의 시험편일 경우 단일 시험으로 시험할 수 있다.

3. 가장 얇은 관 두께에서의 시험 조건이 가장 까다로운 조건이므로, 이는 더 두꺼운 관에서의 시험을 대신 할 수 있다. 관 구성품 변형의 화재 성능을 결정하는 핵심 요소는 두께-직경(t/D) 비율 및 내화성 시험에서 관 두께보다 크거나 작는지 여부에 있다. 만약 내화성 시험을 내화 코팅 또는 층(layer)을 포함한 시험편으로 시험을 수행한 경우, 두께-직경(t/D) 비율과 관계없이, 같은 두께 또는 더 두꺼운 내화 코팅 또는 층(layer)을 적용한 시험편은 화재시험을 통과한 것으로 본다.

(다) IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18)의 Appendix

- 1 또는 2에 규정된 화재 시험 동안 시험편 내부 매체(media)의 일정한 압력을 보장하기 위한 수단이 제공되어야 한다. 시험하는 동안 청수 또는 질소의 배출을 통한 매체의 교체는 허용되지 않는다.
- (라) 관장치의 강도 및 보존성을 유지하는 능력에 따라, 관장치의 내화성은 3 등급으로 분류한다.
- (a) 레벨1(L1) : 건조 상태에서 보존성의 상실 없이 최소 1시간의 지속시간 동안 IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18)의 Appendix 1에 규정된 내화성 시험에 합격한 관장치는 내화성 기준 L1에 적합한 것으로 본다.
레벨1W(L1W) : 인화성 유체 또는 가스를 이송하지 않으며 노출 후에 시스템에서 최대 5%의 유량 손실이 허용된다는 것을 제외하고는 L1 시스템과 유사한 관장치
- (b) 레벨2(L2) : 건조 상태에서 최소 30분의 지속시간 동안 IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18)의 Appendix 1에 규정된 내화성 시험에 합격한 관장치는 내화성 기준 L2에 적합한 것으로 본다.
레벨2W(L2W) : 노출 후에 시스템에서 최대 5%의 유량 손실이 허용된다는 것을 제외하고는 L2 시스템과 유사한 관장치
- (c) 레벨3(L3) : 습윤 상태에서 최소 30분의 지속시간 동안 IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18)의 Appendix 2에 규정된 내화성 시험에 합격한 관장치는 내화성 기준 L3에 적합한 것으로 본다.
- (마) 내화성, 위치 및 시스템에 따른 관장치의 사용은 표 1에 따른다.
- (바) 안전귀항(SOLAS II-2의 21.4규칙)를 위해, 플라스틱관장치가 L1 표준에 따라 시험된 경우, 화재 위험이 있을 후 플라스틱관 및 관부착품이 작동 상태로 유지되는 것으로 간주될 수 있다.

표 1 내화성 요건 표

관장치	위치 ¹³										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	A류 기관 구역	기타 기관구역 및 펌프실	화물 펌프실	롤온· 롤오프 화물창	기타 건화 물창	화물 탱크	연료유 탱크	평형수 탱크	코퍼댐, 보이드 스페이스, 파이프 터널 및 덕트	거주 구역 및 제어 장소	개방 갑판
인화점이 60℃ 이하인 인화성 화물											
1. 화물유관	NA	NA	L1	NA	NA	O	NA	O ¹⁰	O	NA	L1 ²
2. 원유세정관	NA	NA	L1	NA	NA	O	NA	O ¹⁰	O	NA	L1 ²
3. 벤트관	NA	NA	NA	NA	NA	O	NA	O ¹⁰	O	NA	X
불활성 가스											
4. 워터 실 배출관	NA	NA	O ¹	NA	NA	O ¹	O ¹	O ¹	O ¹	NA	O
5. 스크러버 배출관	O ¹	O ¹	NA	NA	NA	NA	NA	O ¹	O ¹	NA	O
6. 주관	O	O	L1	NA	NA	NA	NA	NA	O	NA	L1 ⁶
7. 공급관	NA	NA	L1	NA	NA	O	NA	NA	O	NA	L1 ²
인화점이 60℃를 초과하는 인화성 액체											
8. 화물관	X	X	L1	X	X	NA ³	O	O ¹⁰	O	NA	L1
9. 연료유관	X	X	L1	X	X	NA ³	O	O	O	L1	L1
10. 운환유관	X	X	L1	X	X	NA	NA	NA	O	L1	L1
11. 작동유관	X	X	L1	X	X	O	O	O	O	L1	L1
해수 ¹											
12. 빌지 주관 및 지관	L1 ⁷	L1 ⁷	L1	X	X	NA	O	O	O	NA	L1
13. 소화 주관 및 물분무관	L1	L1	L1	X	NA	NA	NA	O	O	NA	L1
14. 폼장치	L1W	L1W	L1W	NA	NA	NA	NA	NA	O	L1W	L1W
15. 스프링클러장치	L1W	L1W	L3	X	NA	NA	NA	O	O	L3	L3
16. 평형수관	L3	L3	L3	L3	X	O ¹⁰	O	O	O	L2W	L2W
17. 냉각수관 (중요용도)	L3	L3	NA	NA	NA	NA	NA	O	O	NA	L2W
18. 고정식 탱크세정기	NA	NA	L3	NA	NA	O	NA	O	O	NA	L3 ²
19. 중요용도가 아닌 장치	O	O	O	O	O	NA	O	O	O	O	O
청수											
20. 청수냉각수관 (중요용도)	L3	L3	NA	NA	NA	NA	O	O	O	L3	L3
21. 복수 회송관	L3	L3	L3	O	O	NA	NA	NA	O	O	O
22. 중요용도가 아닌 장치	O	O	O	O	O	NA	O	O	O	O	O

표 1 내화성 요건 표 (계속)

위생수/드레인/배수구											
23. 갑판 드레인 (선내)	L1W ⁴	L1W ⁴	NA	L1W ⁴	O	NA	O	O	O	O	O
24. 위생수관 (선내)	O	O	NA	O	O	NA	O	O	O	O	O
25. 선외 배수구 및 선외배출관 측심관/공기관	O ^{1.8}	O ^{1.8}	O ^{1.8}	O ^{1.8}	O ^{1.8}	O	O	O	O	O ^{1.8}	O
26. 청수탱크 드라이 스페이스	O	O	O	O	O	O ¹⁰	O	O	O	O	O
27. 인화점이 60℃ 를 초과하는 기름 탱크 기타	X	X	X	X	X	X ³	O	O ¹⁰	O	X	X
28. 제어용 공기관	L1 ⁵	L1 ⁵	L1 ⁵	L1 ⁵	L1 ⁵	NA	O	O	O	L1 ⁵	L1 ⁵
29. 중요용도가 아닌 잡용 공기관	O	O	O	O	O	NA	O	O	O	O	O
30. 브라인관	O	O	NA	O	O	NA	NA	NA	O	O	O
31. 저압 보조증기관 (≤ 0.7 MPa)	L2W	L2W	O ⁹	O ⁹	O ⁹	O	O	O	O	O ⁹	O ⁹
32. 중앙진공크리너	NA	NA	NA	O	NA	NA	NA	NA	O	O	O
33. 배기가스 세정장치 배출관	L3 ¹	L3 ¹	NA	NA	NA	NA	NA	NA	O	L3 ^{1.11} NA	O
34. 우레아 이송/ 공급시스템 (SCR 설치)	L1 ¹²	L1 ¹²	NA	NA	NA	NA	NA	NA	O	L3 ¹¹ NA	O
약어 :											
L1 내화시험 (IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18), Appendix 1), 건조 상태에서 60분											
L1W : 내화시험(5항.(1)호)											
L2 내화시험 (IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18), Appendix 1), 건조 상태에서 30분											
L2W : 내화시험(5항.(1)호)											
L3 내화시험 (IMO Resolution MSC. 313(88) 및 MSC. 399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18), Appendix 2), 습윤 상태에서 30분											
O 내화시험이 요구되지 않음											
NA 적용하지 않음											
X 용융점이 925℃를 초과하는 금속 재료											

표 1 내화성요건 표 (계속)

<p>각주 :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 비금속관을 사용할 경우, 선측에 원격조종밸브를 설치하여야 한다(밸브는 그 구역의 외부로부터 조작되어야 한다). 2. 화물탱크에 원격폐쇄밸브를 설치하여야 한다. 3. 화물탱크에 인화점이 60 °C를 초과하는 인화성 액체를 산적하는 경우, "NA" 또는 "X"를 "O"로 대체할 수 있다. 4. 관련 구역의 드레인 용도로만 사용되는 경우, "O"를 "L1W"로 대체할 수 있다. 5. 정부 요건 또는 지침에서 (원격)조종 기능을 요구하지 않을 경우, "L1"을 "O"로 대체할 수 있다. 6. 기관구역과 워트 시일 사이의 관에 대하여서는 "L1"을 "O"로 대체할 수 있다. 7. 여객선의 경우, "L1"을 "X"로 대체하여야 한다. 8. 국제만재흡수선협약 1966에 관한 1988 의정서의 13규칙에 정의되어 있는 Position I 및 Position II에서 사용되는 배수구는 "X"이어야 한다. 단, 침수를 방지하기 위하여 건현감판상의 위치로부터 조작할 수 있는 폐쇄장치를 관의 상부 끝단에 설치되는 것은 예외로 한다. 9. 연료유탱크 가열관 및 선박의 기적 등 중요용도인 경우, "O"를 "X"로 대체하여야 한다. 10. MARPOL, Annex 1, 19 규칙, 3.6에 적합한 탱크의 경우, "O"를 "NA"로 대체하여야 한다. 11. 서비스구역은 L3, 거주구역 및 제어구역은 NA 12. 내화성 시험(0) 없이 형식 승인된 플라스틱관은 탱크 밸브 하부에 설치가 가능하다. 이 밸브는 금속시트이고 고장폐쇄형(fail-to-closed)이거나 화재 발생시 그 구역 외부의 안전한 장소에서 신속하게 닫을 수 있는 것이어야 한다. 13. SOLAS Reg. II-2/21.4(안전귀항)의 적용을 받는 여객선의 경우, 안전한 구역을 지원하기 위한 시스템과 같이, 사고 분계점에 영향을 받지 않는 선박의 부분에서 작동 상태를 유지해야 하는 용도의 플라스틱관은 중요 용도(essential services)로 간주되어야 한다. MSC.1/Circ.1369 해석 12 안전귀항 목적에 따라, 플라스틱관 및 관부착품이 L1 표준에 따라 시험된 경우, 화재 위험이 있는 후에도 플라스틱관장치가 작동 상태가 유지되는 것으로 고려될 수 있다. <p>위치에 대한 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> - A (A류 기관구역) : SOLAS Reg. II-2/3.31에 정의되어 있는 A류 기관구역을 말한다. - B (기타 기관구역 및 펌프실) : A류 기관구역과 화물 펌프실 이외의 구역으로써 추진기관, 보일러, 연료유 장치, 증기 및 내연기관, 발전기 및 주요 전기설비, 급유장소, 냉동기, 감요장치, 통풍장치 및 공기조화장치를 포함하는 구역 또는 이와 유사한 장소와 이들 장소에 이르는 트렁크를 말한다. - C (화물 펌프실) : 화물 펌프를 포함하는 구역 및 그러한 장소에 이르는 출입구 및 트렁크를 말한다. - D (롤온·롤오프 화물창) : SOLAS Reg. II-2/3.41 및 SOLAS Reg. II-2/3.46에 정의되어 있는 롤온·롤오프 화물구역 및 특수분류구역을 말한다. - E (기타 건화물창) : 액상이 아닌 화물을 적재하기 위하여 사용되는 롤온·롤오프 화물창 이외의 모든 구역과 그러한 장소에 이르는 트렁크를 말한다. - F (화물탱크) : 액상의 화물을 적재하기 위하여 사용되는 모든 구역 및 그러한 장소에 이르는 트렁크를 말한다. - G (연료유탱크) : 연료유를 위하여 사용되는 모든 구역 (화물 탱크는 제외) 및 그러한 장소에 이르는 트렁크를 말한다. - H (평형수탱크) : 평형수를 적재하기 위하여 사용하는 모든 구역 및 그러한 장소에 이르는 트렁크를 말한다. - I (코퍼덱, 보이드 스페이스, 파이프 터널 및 덕트) : 인접한 두 구획으로부터 분리된 두 개의 격벽 사이의 빈 공간을 말한다. - J (거주구역, 업무구역, 중앙제어장소) : SOLAS Reg. II-2/3.1, SOLAS Reg. II-2/3.45 및 SOLAS Reg. II-2/3.18에 정의되어 있는 거주구역, 업무구역 및 중앙제어장소를 말한다. - K (개방갑판) : SOLAS II-2/9.2.2.3.2(5)에 정의되어 있는 개방갑판구역을 말한다.

(2) 화염 전파

- (가) A급 격벽으로 거주구역, 영구적으로 사람이 존재하는 구역 및 탈출로와 분리되어 있는 경우에는 개방 갑판 상에 설치되는 관과 탱크, 코퍼덱, 파이프 터널 및 덕트 내부에 설치되는 관을 제외한 모든 관은 **제조법 및 형식 승인 등에 관한 지침 제 3장 26절 2604.의 3항**에 열거되어 있는 평균값을 초과하지 않는 화염의 전파가 느린 특성을 가져야 한다.
- (나) 표면 화염 전파 특성은 **제조법 및 형식 승인 등에 관한 지침 제 3장 26절 2604.의 3항**에 주어진 절차를 사용하여 결정하여야 한다. 그러나, 관의 표면은 곡면이기 때문에 **제조법 및 형식 승인 등에 관한 지침 제 3장 26절 2604.의 3항**을 수정한 시험 절차가 필요하며, 이는 IMO Resolution MSC.313(88) 및 MSC.399(95)에 의해 개정된 IMO Resolution A.753(18) Appendix 3에 열거되어 있다.
- (다) 또한, 표면 화염 전파 특성은 ASTM D635-18 또는 우리 선급이 인정하는 국가 또는 국제 규격에 주어진 절차를 사용하여 결정할 수 있다. ASTM D635-18 절차에 따라 60mm/min의 최대 연소 속도가 적용된다. 다른 국가 또는 국제 규격에 주어진 절차를 사용하여 표준을 채택하는 경우 해당 허용 기준이 정의되어야 한다.

(3) 방화 코팅

- (가) 요구되는 내화성 기준을 만족하기 위하여 관 및 관부착품에 방화 코팅이 필요할 경우, 다음의 요건에 적합하여야 한다.
 - (a) 관은 원칙적으로 방화 코팅된 상태로 제조자로부터 인도되어야 한다.
 - (b) 방화 코팅된 관이 해수, 기름 또는 빌지 슬롭에 노출되었을 때, 코팅의 방화 특성이 감소하여서는 아니 된다. 코팅은 관에 접촉할 수 있는 제품(액체)에 저항성을 갖는 것이 증명되어야 한다.
 - (c) 방화 특성을 고려함에 있어서는 열 팽창, 진동에 대한 저항성 및 탄성과 같은 특성을 고려하여야 한다.
 - (d) 방화 코팅은 관의 보존성을 유지하기 위하여 충격에 대하여 충분한 저항성을 가져야 한다.

(4) 전기 도전성

전기 도전성이 보장되어야 하는 경우, 관 및 관부착품의 저항은 $1 \times 10^5 \Omega/m$ 를 초과하여서는 아니 된다.

(5) 내약품성

관은 사용 중 접촉이 예상되는 모든 화학물질에 대하여 저항성을 가져야 한다.

(6) 자외선으로 부터의 보호 (2021)

플라스틱 배관이 외부지역에 설치되는 경우 자외선(ultraviolet radiation)에 대한 보호조치가 되어야 한다.

6. 설치

(1) 지지

- (가) 선내 시스템에서 관 지지의 방법 및 지지 간격은 허용 응력 및 최대 처짐 기준에 따라서 결정되어야 한다. 지지 간격은 관 제조자가 권고하는 간격보다 넓어서는 아니 된다. 관 지지의 방법과 지지 간격은 관의 치수, 관 장치의 길이, 관 재료의 기계적-물리적 특성, 관 및 관내 유체의 질량, 외압, 작동 온도, 열 팽창의 영향, 외부로부터 가해지는 하중, 추력, 수격작용, 진동, 시스템에 가해지는 최대 가속도 및 조합하중을 고려하여야 한다.
- (나) 관과 그 내용물의 하중은 전 너비에 걸쳐서 각 지지대에 고르게 분산되어야 한다. 관이 지지대와 접촉하는 경우, 관의 마모를 최소화하기 위한 수단을 강구하여야 한다.
- (다) 밸브나 신축이음과 같은 관장치의 무거운 부착품은 별도로 지지하여야 한다.

(2) 팽창

- (가) 플라스틱관과 강 구조물 사이의 상대운동이 허용되도록 각각의 배관에는 다음 사항을 고려한 적절한 조치를 강구하여야 한다.
 - (a) 열팽창계수의 차이
 - (b) 선체 및 그 구조물의 변형
- (나) 열팽창을 계산할 경우, 시스템의 사용 온도 및 조립작업시의 온도를 고려하여야 한다.

(3) 외적 하중

- (가) 가능하다면 관장치 설치시 예상하지 못한 추가 하중에 대한 여유를 두어야 한다. 그러한 추가 하중은 호칭치름이 100A 를 초과하는 모든 관의 지지 거리의 중간에 적어도 100 kg 의 하중(사람)에 의하여 가하여지는 힘을 포함하여야 한다.
- (나) 개구단관을 포함하는 모든 관장치에 적절한 강도를 제공하기 위하여, 우리 선급은 선내 사용 중에 발생할 수 있는 조건을 고려하여 전 4항 (1)호에 따른 관의 최소두께의 증가를 요구할 수 있다.
- (다) 필요한 경우, 관은 기계적인 손상으로부터 보호되어야 한다.

- (4) 이음의 강도
 - (가) 이음의 강도는 설치되는 관장치의 강도보다 작아서는 아니 된다.
 - (나) 관은 접착, 용접, 플랜지 또는 다른 이음으로 조립될 수 있다.
 - (다) 이음에 접착제를 사용하는 경우, 접착제는 사용하고자 하는 온도 및 압력범위에 걸쳐서 관과 관부착품을 영구적으로 밀봉하기에 적합하여야 한다.
 - (라) 이음은 제조자의 권고에 따라 시공하여야 한다.
- (5) 도전성 관의 설치
 - (가) (석유)정제품 및 증류액과 같이 1,000 pS/m 미만의 도전성을 갖는 유체를 이송하는 관장치에 있어서는 도전성의 관을 사용하여야 한다.
 - (나) 이송되는 유체에 상관없이, 관장치가 위험장소를 통과하는 경우, 플라스틱 관장치는 도전성이어야 한다. 관장치의 모든 부분에서의 접지저항은 $1 \times 10^6 \Omega$ 을 초과해서는 아니 된다. 관 및 관부착품은 도전성이 균일한 것을 권장한다. 전도층을 가지는 관 및 관부착품의 벽은 스파크로 인한 손상 가능성으로부터 보호되어야 하며 만족할만한 접지가 이루어져야 한다.
 - (다) 설치가 완료된 후, 접지저항을 측정하여야 하며 접지선은 접근이 용이하도록 설치하여야 한다.
- (6) 방화 코팅
 - (가) 관장치에 대한 수압시험을 실시한 후, 5항 (3)호의 내화 요건에 적합할 것이 요구되는 경우, 이음부에 방화코팅을 하여야 한다.
 - (나) 방화코팅은 각각의 경우에 대하여 승인된 절차와 제조자의 권고에 따라 시공하여야 한다.
- (7) 구획의 관통
 - (가) 플라스틱관이 "A"급 또는 "B"급 구획을 통과하는 경우, 구획의 내화성이 저하되지 않는다는 것을 보장할 수 있도록 배치하여야 한다. 이러한 배치는 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 제 3장 26절 2604.의 2항의 "A"급 및 "B"급 격벽에 대한 화재시험절차에 따라** 시험을 하여야 한다.
 - (나) 플라스틱관이 수밀격벽 또는 갑판을 통과할 경우, 수밀격벽 또는 갑판의 수밀에 대한 보존성이 유지되어야 한다. 4항 (1)호 (마)의 요구 사항을 만족시키지 못하는 관의 경우, 건현 갑판 상방에서 작동할 수 있는 금속제 차단 밸브가 격벽 또는 갑판에 설치되어야 한다.
 - (다) 격벽 또는 갑판이 화재구역일 뿐만 아니라 플라스틱관이 화재로 인하여 파괴되어 탱크로부터 유체의 유입을 야기시킬 수 있다면, 건현갑판 상에서 조작할 수 있는 금속제의 차단밸브를 격벽 또는 갑판에 설치하여야 한다.
- (8) 설치 중의 관리
 - (가) 설치의 제조자의 지침에 따라야 한다.
 - (나) 작업을 시작하기 전에, 결합 방법(접착 절차)은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
 - (다) 이 부록에 규정된 시험 및 검사는 선내에 설치하기 전에 시행하여야 한다.
 - (라) 접착 작업자는 우리 선급이 인정하는 기량을 갖는 사람이어야 한다.
 - (마) 접착 절차에는 다음을 포함하여야 한다.
 - (a) 사용된 재료
 - (b) 공구 및 고정장치
 - (c) 이음의 준비 사항
 - (d) 경화시간
 - (e) 치수요건 및 허용오차
 - (f) 조립이 완료되었을 때의 판정기준
 - (바) 이음의 기계적, 물리적 특성에 영향을 미칠 수 있는 접착 절차에 대한 변경이 있을 경우, 변경된 절차는 재검증을 받아야 한다.
- (9) 접착 절차에 대한 품질인증시험
 - (가) 시험체는 승인된 접착절차에 따라서 제작되어야 하며, 최소한 한 개의 관과 관 및 관과 관부착품의 이음으로 구성되어야 한다.
 - (나) 시험체가 경화되면, 시험체 설계압력의 2.5배의 압력으로 1시간 이상 수압시험을 하여야 하며, 누설이 발생하거나 이음이 분리되어서는 아니 된다. 시험은 원주방향 및 길이방향 이음에 하중이 가해지도록 실시하여야 한다.
 - (다) 시험체에 사용하고자 하는 관의 선택은 다음에 따른다.
 - (a) 연결되는 관의 최대 호칭지름이 200 A 이하인 경우, 시험체는 가장 큰 관으로 한다.
 - (b) 연결되는 관의 최대 호칭지름이 200 A보다 클 경우, 시험체는 200 A 또는 가장 큰 관의 25% 중 큰 쪽으로 한다.

- (라) 접착 작업자 기량인증시험
접착 절차에 대한 품질인증시험을 실시하는 경우, 각각의 접착 작업자(bonder 및 bonding operator)가 전 (가)부터 (다)에서 요구하는 규격과 개수의 시험체를 만들어야 한다.
- (10) 제조공장에서의 시험 등
 - (가) 전 3항 (2)호의 관장치에 사용되는 관을 제외한 플라스틱관은 제조 후 다음의 시험 및 치수계측 등을 행한다.
시험편의 수, 시험방법, 판정기준, 치수 및 허용오차 계측방법에 대하여 우리 선급이 승인한 제조자의 사내기준에 따른다.
 - (a) 인장시험
 - (b) 각 관/부착품마다 수압시험(시험압력은 설계압력의 1.5배 이상), 다만, 수적층(hand lay up) 기법을 사용하지 않고 우리 선급이 인정하는 유효한 품질시스템을 갖춘 공장에서 한국산업규격 또는 동등한 규격에 따라 제조되는 관/부착품은 그 규격에서 정한 수압시험 요건에 따를 수 있다.
 - (c) 바깥지름 및 두께계측
 - (d) 관의 가공상태가 양호하고 유해한 결함이 있는가를 확인
 - (e) 도전성시험 (전 5항 (4)호에 의해 도전성을 요구하는 관에 한함)
 - (f) 용도에 따라 관/부착품마다 압력시험을 요구할 수도 있다.
 - (나) 지침 1편 부록 1-11에 따라 우리 선급의 승인을 받은 제조자가 전 (가)에 정한 시험 및 계측을 실시하는 경우, 우리 선급 검사원의 입회를 생략할 수 있다. 이 경우, 우리 선급 검사원은 해당되는 사내 시험성적서의 제출을 요구할 수 있다.
- (11) 선내 설치 후의 시험
 - (가) 중요용도로 사용하는 관장치는 설계압력의 1.5배 이상 또는 0.4 MPa 중 큰 압력으로 수압시험을 하여야 한다. 그럼에도 불구하고 개구단관(드레인, 배출수(effluent) 등)에는 6.(11).(나)의 요건을 적용할 수 있다.
 - (나) 중요용도로 사용하지 않는 관장치는 운전 조건 하에서 누설여부를 확인하여야 한다.
 - (다) 도전성이 요구되는 관장치에 대하여는 접지를 확인하고 임의의 지점에서 접지저항시험을 하여야 한다.

부록 5-7 저압가스를 연료로 사용하는 왕복동 내연기관 (2019)

1. 일반

(1) 적용

- (가) 이 부록은 저압 천연가스를 연료로 사용하는 트렁크피스톤 왕복동 내연기관에 대한 요건을 다룬다. 이 부록은 특정 천연가스 연소 기관 설계에 적용할 수 있는 한 **규칙 5편**의 다른 왕복동 내연기관 요건과 관련하여 적용하여야 한다.
- (나) **규칙 7편 5장(IGC code)** 및 **저인화점연료선박 규칙(IGF code)**와 같은 강제적인 국제코드 또한 해당되는 경우 고려되어야 한다.
- (다) 이 부록에서 언급된 **저인화점연료선박 규칙**의 특정 요구사항은 **규칙 7편 5장**이 참조되지 않았거나 명쾌하게 달리 명시되지 않는 한 형식, 크기 및 거래 지역에 관계없이 모든 선박에 설치된 본 부록에서 다루는 기관 형식에 적용되어야 한다. 기관은 이중연료기관 또는 가스전용기관 중 하나 일 수 있다.
- (라) 가스는 다음과 같이 주입될 수 있다.
 - (a) 흡기 매니폴드, 소제공기실 또는 실린더 흡기 채널포트 안으로; 또는
 - (b) 과급기 전단에서 공기와 혼합("에혼합기관")
- (마) 실린더 내의 가스/공기 혼합기는 일정량의 액체연료를 분사하는 방식(점화용 분사) 또는 기타의 방식(스파크 플러그)으로 점화될 수 있다.
- (바) 이 부록의 적용은 천연가스 연료기관에 한한다.
- (사) 이 부록은 다음의 적용을 포함하지만 이에 국한하지 않는다.
 - (a) 기계적 추진
 - (b) 주추진 및 보조용으로 사용되는 발전기
 - (c) 단일 기관 또는 복수 기관 설치

(2) 용어의 정의

- (가) **인증된 안전형**이라 함은 IEC (International Electrotechnical Commission)에서 발간한 권장사항, 특히 IEC 60092-502 또는 최소한 이와 동등하다고 인정되는 표준에 따라 인증된 전기설비를 말한다. 전기 설비의 증서는 메탄 가스의 카테고리 및 그룹에 상응하여야 한다.
- (나) **이중차단 및 배출 밸브(double block and bleed valves)**라 함은 다음에 언급된 밸브의 조합을 말한다.
 - (a) **규칙 7편 5장 1604.의 5항**
 - (b) **저인화점연료선박 규칙 1장 102.의 9항 및 9장 401.의 4항에서 6항까지**
- (다) **이중연료기관(dual fuel engine)**이라 함은 점화용 연료 또는 더 많은 양의 액체 연료 중 하나로서 액체 연료와 동시에 천연가스를 연료로 연소시킬 수 있는 가스 모드, 그리고 액체 디젤 연료유만으로 운전할 수 있는 디젤 모드를 가지는 기관을 말한다.
- (라) **기관실**이라 함은 가스연료기관을 포함하는 폐위(enclosure)된 구역 또는 하나의 기관구역을 말한다.
- (마) **가스라** 함은 37.8 ℃의 온도에서 절대압력 2.8 bar를 초과하는 증기압을 갖는 유체를 말한다.
- (바) **가스주입밸브(gas admission valve)**라 함은 실린더의 실제 가스 요구량에 따라 실린더로의 가스 공급을 제어하는 밸브 또는 인젝터를 말한다.
- (사) **가스기관**이라 함은 이중연료기관 또는 가스전용기관을 말한다.
- (아) **가스전용기관(gas fuel only engine)**은 가스 연료로만 작동할 수 있고 기름 연료 작동으로 전환할 수 없는 기관을 말한다.
- (자) **가스관**이라 함은 가스 또는 가스/공기 혼합기가 든, 통풍관을 포함하는 관을 말한다.
- (차) **가스밸브유닛**은 수동 차단밸브, 작동기가 있는 차단밸브 및 배출밸브, 가스 압력 센서 및 송신기, 가스 온도 센서 및 송신기, 각 가스소모장치로의 가스 공급을 제어하는 가스 압력 제어밸브 및 가스 필터의 세트를 말한다. 또한 불활성 가스 퍼징을 위한 연결도 포함된다.
- (카) IGC 코드라 함은 IMO Res. MSC.370(93), MSC.411(97) 및 MSC.411(99)에 따라 개정된 액화가스 산적 운반선의 건조 및 기기에 대한 국제 코드를 말한다.
- (타) IMO는 국제해사기구를 말한다.
- (파) IGF 코드라 함은 Res. MSC.422(98)로 개정된 IMO Res. MSC.391(95)에 따른 저인화점연료선박의 안전에 관한 국제 코드를 말한다.
- (하) **저압 가스**라 함은 10 bar 이하의 압력을 가진 가스를 말한다.

- (거) 저위발열량(Lower Heating Value)이라 함은 물의 증발 잠열을 제외하고 특정 양의 연료를 완전히 연소시켜 생성된 열의 양을 의미한다.
- (너) 메탄가라 함은 동일한 표준 노킹 강도의 노킹 시험장치에서 시험 연료의 운전을 바탕으로 정해진 노킹에 대한 가스 연료의 저항성의 측정값을 말한다. 순수 메탄이 노크 저항 기준 연료로 사용되며 순수 메탄의 메탄가는 100이다. 그리고 순수 수소가 노크 민감 기준 연료로 사용되며 순수 수소의 메탄가는 0이다.
- (더) 점화용 연료라 함은 이중연료기관에서 주 가스/공기 혼합기를 점화시키기 위하여 실린더 안으로 분사된 연료유를 의미한다.
- (러) 예혼합기관(pre-mixed engine)이라 함은 가스가 과급기 전단에서 공기와 혼합되어 공급되는 기관을 의미한다.
- (머) 인정하는 표준이라 함은 우리 선급이 인정하는 적용 가능한 국제표준 또는 국가표준, 또는 우리 선급이 인정하고 국제해사기구가 채택한 표준을 준수하는 기관에 의해 규정되고 유지되는 표준을 의미한다.
- (버) 안전성 개념(safety concept)이라 함은 연료로서의 가스에 관한 안전 철학을 설명하는 문서를 말한다. 연료로서 가스를 사용하는데 연관된 위험이 합리적으로 예측 가능한 비정상 조건뿐만 아니라 가능한 고장 시나리오 및 그 통제수단 하에서 어떻게 통제되는지를 기술한다. 가능한 폭발로 인한 부상의 잠재적 위험과 관련된 상세한 평가가 수행되어야 하며 기관의 안전성 개념에 반영되어야 한다.

2. 도면 및 자료의 제출

- (1) 이중연료기관 및 가스전용기관의 승인에 관한 도면 및 자료가 제출되어야 한다. 이중연료기관 및 가스전용기관의 승인에 관한 표 1의 도면 및 자료가 규칙 1장 203.의 1항에 추가하여 제출되어야 한다.
- (2) 필요한 경우 우리 선급은 추가의 문서 제출을 요구할 수 있다.

표 1 이중연료기관 및 가스전용기관의 추가 도면 및 자료

번호	A/R ⁽¹⁾	이중 연료 기관	가스 전용 기관	도면 및 자료
1	A	○	○	기관의 가스장치의 계통도 또는 기타 동등한 문서
2	A	○	○	가스관장치(해당하는 경우 이중관 배치를 포함하는)
3	A	○	○	가스주입장치의 부품 ⁽⁴⁾
4	A	○	○	폭발도출밸브가 설치되는 경우 그 배치도(크랭크실 ⁽²⁾ , 급기 매니폴드, 배기가스 매니폴드)
5	A	○	○	인증된 안전장치의 목록 및 관련 증서의 증명
6	R	○	○	안전성 개념(safety concept)
7	R	○	○	위험도 분석 보고서 ⁽³⁾
8	R	○	○	가스 사양서(gas specification)
9	A	○		기관의 연료장치 계통도 또는 기타 동등한 문서(주 연료장치 및 점화용 연료장치)
10	A	○		점화용 연료장치의 고압연료관의 피복관, 조립체
11	A	○		점화용 연료유 분사장치의 고압부 ⁽⁴⁾
12	A		○	점화장치
(비고)				
(1) A: 승인으로 제출할 것, R: 참고용으로 제출할 것.				
(2) 규칙 2장 203.의 4항에 따라 요구되는 경우				
(3) 3항을 참조한다.				
(4) 압력, 배관의 치수 및 재료의 사양을 포함하여야 한다.				

3. 위험도 분석

(1) 위험도 분석의 범위

위험도 분석은 다음을 다루어야 한다. 위험도 분석의 범위와 관련하여 연료 저장 또는 가스연료 공급장치와 같은 기관 외부 시스템에서의 고장은 경보 또는 결함 발생 시 기관 제어 및 감시 장치로부터의 조치를 요구할 수 있음을 주목해야 한다. 반대로 이러한 외부 시스템의 고장은 선박 관점에서 이 부록에서 요구하는 기관 제한적 위험도 분석에 의해 요구되는 추가의 안전조치를 요구할 수 있다.

- (가) 기관의 가스 작동과 관련된 시스템 또는 구성품의 고장 또는 오작동
- (나) 가스밸브유닛 후단에서의 가스누설
- (다) 가스 운전시 비상차단 또는 블랙아웃이 발생한 경우에 기관의 안전성
- (라) 가스연료장치와 기관의 상호작용

(2) 위험도 분석의 방식

- (가) 위험도 분석은 ISO 31010:2019 위험도 관리-위험도 평가 기술 또는 기타 우리 선급이 인정하는 표준에 따라 수행되어야 한다.
- (나) 요구되는 분석은 동시에 일어나는 한번의 고장만 고려할 필요가 있음을 의미하는 단일 고장 개념을 기반으로 한다. 발견 가능한 그리고 발견 불가능한 고장이 고려되어야 한다. 귀결된 고장, 즉 다른 구성품의 단일 고장으로 직접 야기된 구성품의 고장도 고려하여야 한다.

(3) 위험도 분석의 절차

위험도 분석은 다음을 따른다. 위험도 분석의 결과는 문서화되어야 한다.

- (가) 장치나 시스템에서 다음의 상황을 일으킬 수 있는 모든 고장을 식별하여야 한다.
 - (a) 설계자가 의도하지 않은 구성품 또는 위치에서의 가스 존재, 및/또는
 - (b) 점화, 화재 또는 폭발
- (나) 결과를 평가한다.
- (다) 필요한 경우 고장 탐지 방법을 식별한다.
- (라) 위험을 제거할 수 없다면 다음과 같은 조치를 강구한다.
 - (a) 시스템 설계 관점에서 조치에서
 - (i) 이중화
 - (ii) 시스템의 제한된 운전을 허용하는 안전장치, 감시 또는 경보의 제공
 - (b) 시스템 운전 관점에서 조치에서
 - (i) 이중화된 장비의 운전
 - (ii) 대체 운전모드의 활성화

(4) 위험도 분석이 필요한 장비 및 시스템

기관의 위험도 분석은 적어도 다음의 관점을 포함하여야 한다.

- (가) 가스와 관련된 시스템 또는 구성품의 고장, 특히 가스관 및 가스관의 밀폐장치(제공된 경우), 또는 실린더 가스 공급밸브. (차단 및 배출 밸브, 가스밸브유닛의 다른 구성품과 같은 기관에 직접 설치되지 않은 가스공급 구성품의 고장은 분석에 고려되지 않아야 한다.)
- (나) 점화장치의 고장(연료유 점화용 분사 또는 스파크 플러그)
- (다) 공연비 제어장치의 고장(급기 바이패스, 가스 압력제어밸브 등)
- (라) 가스가 과급기 압축기의 상류에서 분사되는 기관의 경우, 점화원(hot spots)을 야기할 가능성이 있는 구성품의 고장
- (마) 가스 연소의 실패 또는 비정상 연소(착화실패, 노킹)
- (바) 기관 감시, 제어 및 안전장치의 고장(기관이 전자제어시스템을 포함할 경우 고장모드 및 영향분석(FMEA)을 규칙 1장 203.의 표 5.1.5 비고 (5)에 따라 수행하여야 한다.)
- (사) 기관 구성품(예를 들면 이중연료기관 또는 가스전용기관의 급기 매니폴드, 배기 매니폴드) 및 기관에 연결된 외부시스템(배기 덕트)에서의 비정상 가스의 존재
- (아) 이중연료기관에 대한 운전 모드 전환
- (자) 피스톤 하부 공간이 크랭크실과 직접 연결되는 기관의 경우 크랭크실 내 가스연료 축적으로 인한 잠재적 위험성에 대해서는 저인화점연료선박 규칙 10장 301.의 2항을 참고한다.

4. 설계

(1) 일반 원칙

- (가) 제조자는 기관에 대한 허용 가스 구성 한계, 최소 메탄가 및 가능한 경우 최대 메탄가를 명시하여야 한다.
- (나) 가스를 포함하고 있거나 또는 포함하기 쉬운 구성품은 다음에 따라 설계되어야 한다. 또한 **저인화점연료선박 규칙 10장 2절 및 10장 3절**을 참조한다.
 - (a) 기름 연료 기관에 상응하는 적절한 수준의 안전성을 입증하기 위하여 화재 및 폭발의 위험성을 최소화한다.
 - (b) 구성품의 강도 또는 적절한 압력도출장치의 장착으로 발생 가능한 폭발의 결과를 견딜 수 있는 정도의 잠재적 위험을 제공하는 수준으로 완화한다. 압력도출장치를 설치한 경우 압력도출장치로부터의 배출은 기관구역으로 화염이 통하는 것을 방지하고 배출이 인명을 위협에 빠트리거나 다른 기관 구성품 또는 시스템을 손상시키지 않도록 배치되어야 한다. 도출장치에는 플레임어레스터가 설치되어야 한다.

(2) 가스관

- (가) 본 (2)호의 요건은 기관에 장착된 가스관에 적용한다. 관은 **저인화점연료선박 규칙 7장**에 주어진 가스관의 기준(설계압력, 관두께, 재료, 관의 조립 및 이음상세 등)에 따라 설계되어야 한다. 가스운반선의 경우 **규칙 7편 5장 5절 및 16절**에 따라 설계되어야 한다.

(나) 기관에서 가스관장치의 배치

가스연료가 포함된 관 및 장비는 위험구역 상 구역 “0”(zone 0)로 정의된다. (**저인화점연료선박 규칙 12장 402.의 1항**을 참조). 가스연료관과 외측관 또는 덕트 벽 사이의 공간은 위험구역 상 구역 “1”(zone 1)로 정의된다. (**저인화점연료선박 규칙 12장 402.의 2항 (6)호**를 참조).

(a) 일반적인 이중관 또는 덕트의 배치

- (i) 기관의 가스관장치는 **저인화점연료선박 규칙 9장 6절**의 원칙과 요건에 따라 배치되어야 한다. 가스운반선의 경우 **규칙 7편 5장 1604.의 3항**에 따라 설계되어야 한다.
- (ii) 외측관 또는 덕트의 설계 기준은 **저인화점연료선박 규칙 7장 401.의 4항 및 9장 8절**에 주어진다.
- (iii) 통풍되는 이중관 또는 덕트의 경우 통풍 입구는 **저인화점연료선박 규칙 13장 801.의 3항**에 따라 위치하여야 한다. 가스운반선의 경우 **규칙 7편 5장 1604.의 3항 (2)호**를 적용한다.
- (iv) 이중관 또는 덕트는 가스밀 보존성(gas tight integrity)을 보장하고 가스관 파열시 예상되는 최대압력을 견딜 수 있다는 것을 보여주기 위하여 **규칙 6장 1404.의 3항**에 따라 수압시험을 실시하여야 한다.

(b) 대체방안

- (i) 단일벽 가스관은 다음의 경우에만 허용된다.
 - **저인화점연료선박 규칙 5장 401.의 2항**에 정의되고 **저인화점연료선박 규칙**의 관련 규정(예를 들면 **5장 6절**)에 따른 비상차단으로 보호되는 기관구역에 설치되는 기관의 경우
 - **저인화점연료선박 지침 9장 601.의 2항**에 따른 경우
- (ii) 가스운반선의 경우 **규칙 7편 5장**을 따른다.
- (iii) 비상차단으로 보호되는 하나의 기관구역에서 구역 내 기관의 정지를 야기하는 가스가 누출된 경우 필수 및 안전시스템을 포함한 충분한 추진 및 조타능력이 유지되어야 한다. (충분한 추진 및 조타능력은 **규칙 1장 102.의 25항**을 참조하거나 선박의 운항특성에 기초하여 사례별로 평가되어야 한다.)
- (iv) 따라서 기관의 안전성 개념은 “이중관 및 덕트” 또는 “대체방안”의 적용을 명확하게 나타내어야 한다.

(3) 기관의 급기장치

- (가) 기관의 급기장치는 (1)호 (나)에 따라 설계되어야 한다. 단일 기관 설치의 경우 기관은 폭발 사고로 인한 압력도출장치의 개방 후 중요용도에 대한 전원을 유지할 수 있는 충분한 부하에서 작동할 수 있어야 한다. 추진 능력을 위한 충분한 동력이 유지되어야 한다. 부하 경감이 기관 구성(단수 또는 복수) 및 방출 메커니즘(자체 폐쇄 밸브 또는 파열판)에 따라 사례별로 고려되어야 한다.

(4) 기관의 배기장치

- (가) 기관의 배기장치는 (1)호 (나)에 따라 설계되어야 한다. 단일 기관 설치의 경우 기관은 폭발 사고로 인한 압력도출장치의 개방 후 중요용도에 대한 전원을 유지할 수 있는 충분한 부하에서 작동할 수 있어야 한다. 추진 능력을 위한 충분한 동력이 유지되어야 한다. 기관실 또는 다른 폐위구역으로의 계속된 배기가스의 배출(개방된 파열판을 통한)은 허용되지 않는다.

(5) 크랭크실

(가) 크랭크실의 폭발방지용 도출밸브

크랭크실의 폭발방지용 도출밸브는 **규칙 2장 203.의 4항**에 따라 설치되어야 한다.

- (나) 크랭크실의 가스연료 축적
 - 저인화점 연료선박 규칙 10장 301.의 2항을 위험도 분석(3항 참조)에서 고려하여야 한다.
- (다) 불활성화
 - 유지보수 목적을 위하여 크랭크실 불활성화, 통풍 및 가스 농도 측정을 위한 연결부 또는 기타 수단이 제공되어야 한다.
- (6) 실린더 내의 가스 점화
 - (가) 저인화점연료선박 규칙 10장 3절의 요건이 적용되어야 한다. 가스운반선의 경우 규칙 7편 5장 1607.을 적용한다.
- (7) 제어, 감시, 경보 및 안전장치
 - (가) 기관제어시스템은 안전장치와 독립 및 분리되어야 한다.
 - (나) 가스공급 밸브는 기관제어시스템 또는 기관의 가스 수요에 의하여 제어되어야 한다.
 - (다) 연소 상태는 개별 실린더를 기준으로 감시하여야 한다. 개별 실린더에서 불완전연소가 감지될 경우 저인화점연료선박 규칙 10장 301.의 6항에 명시된 조건으로 가스 운전이 허용될 수 있다. 기관의 크기와 설계로 인해 각 개별 실린더의 연소 감시를 실행할 수 없는 경우 공통 연소 감시를 허용할 수 있다.
 - (라) 이 부록의 3항에서 요구된 위험도 분석이 다르게 입증하지 않는 한 이중연료기관 또는 가스전용기관의 감시 및 안전장치의 기능은 선급 및 강선규칙에서 요구하는 것에 더하여 아래 표 2에 따라 제공되어야 한다. 이중연료기관의 경우 가스 모드에서만 표 2를 적용한다.

표 2 이중연료기관 및 가스전용기관에 대한 감시 및 안전장치 기능

감시 파라미터 [H=고 L=저 O=이상상태]	경보	이중차단 및 배출밸브의 자동 작동	기름 연료 모드로 자동 전환 ⁽¹⁾	기관 긴급 정지
가스연료공급 라인에서의 비정상적인 압력	O ●	●	●	● ⁽⁵⁾
가스연료공급장치-오작동	O ●	●	●	● ⁽⁵⁾
점화용 연료분사 또는 스파크 점화장치 - 오작동	O ●	● ⁽²⁾	●	● ⁽²⁾⁽⁵⁾
각 실린더 출구 배기가스 온도	H ●	● ⁽²⁾	●	● ⁽²⁾⁽⁵⁾
각 실린더 출구의 배기가스 온도, 평균과의 편차 ⁽³⁾	L ●	● ⁽²⁾	●	● ⁽²⁾⁽⁵⁾
실린더 압력 또는 점화 - 착화실패, 노킹 및 불안정한 연소를 포함하는 고장	O ●	● ⁽²⁾⁽⁴⁾	● ⁽⁴⁾	● ⁽²⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾
크랭크실 오일미스트 농도 또는 베어링 온도 ⁽⁶⁾	H ●	●		●
크랭크실 압력 ⁽⁴⁾	H ●	●	●	
기관의 정지(모든 원인)	O ●	●		
차단 및 배출 밸브의 제어, 작동 매체의 고장	O ●	●	●	
(비고) [●=적용] (1) 가스 모드 운전시의 이중연료기관에만 해당한다. (2) 가스전용기관의 경우 연관된 실린더가 개별적으로 차단될 수 있고 위험도 분석을 통해 이러한 상황에서 기관의 안전한 운전이 입증된다면 이중차단 및 배출 밸브(double block and bleed valves)와 기관의 정지는 하나의 실린더에만 영향을 미치는 특정한 고장에서 활성화되지 않을 수 있다. (3) 착화실패의 감지를 위해 필요한 경우에만 요구된다. (4) 자동 경감 대책으로 고장을 해결할 수 있는 경우 경보만 작동될 수 있다. 일정 시간 후에도 고장이 지속될 경우 안전 조치가 활성화되어야 한다. (5) 가스전용기관만 적용된다. (6) 규칙 2장 203.의 10항에 따라 요구될 경우				

(8) 가스주입밸브

(가) 가스주입밸브는 다음에 따라 안전함이 증명되어야 한다.

- (a) 밸브 내부는 가스가 들어 있으므로 구역 "0"(zone 0)에 적합하여야 한다.
- (b) (2) (나) (a)에 따라 관 또는 덕트 내부에 밸브가 위치할 경우, 밸브 외부는 구역 "1"(zone 1)에 적합하여야 한다.
- (c) "비상차단으로 보호되는 기관구역"((2) (나) (b) 참조) 개념에 따라 외부 덮개 없이 밸브를 배치할 경우, 구역 내에 가스 감지 시 밸브가 무전압 상태라면 밸브 외부에 대한 인증이 필요하지 않다.
- (d) 다만 의도된 구역에 설치되는 밸브의 등급이 부적합한 경우 해당 구역에 적합하다는 것을 문서화해야 한다. 문서화 및 분석은 IEC 60079-10-1:2015 또는 IEC 60092-502:1999에 기초해야 한다.

5. 특정 설계 요건

(1) 이중연료기관

(가) 일반

가스 모드에서 이중연료기관이 개발할 수 있는 연속최대출력은 특히 가스 품질에 따라 기관의 승인된 연속최대출력(즉, 기름 연료 모드)보다 낮을 수 있다. 가스 모드 및 상응하는 조건에서 이용할 수 있는 최대출력은 기관 제조업체에 의해 명시되고 형식시험 중 실증되어야 한다.

(나) 시동, 전환 및 정지

- (a) 이중연료기관은 주 연료로 기름 연료 또는 가스 연료를 사용하고 점화를 위한 점화용 기름 연료를 사용하도록 배치되어야 한다. 기관은 가스 사용에서 기름 연료 사용으로의 신속한 전환을 위하여 배치되어야 한다. 둘 중 하나로 연료공급이 전환되는 경우 기관은 동력 공급 중단 없이 대체 연료 공급으로 연속적인 작동을 할 수 있어야 한다.
- (b) 가스 연료 운전으로의 전환은 시험을 통해 입증된 허용 가능한 신뢰성과 안전성을 가질 수 있는 조건 및 출력 수준에서만 가능해야 한다.
- (c) 가스 연료 운전모드에서 기름 연료 운전모드로의 전환은 모든 상황 및 출력 수준에서 가능하여야 한다.
- (d) 가스 운전으로부터 및 가스 운전으로의 전환 과정 자체는 자동이어야 한다. 다만 수동 중단이 모든 상황에서 가능하여야 한다.
- (e) 가스 공급을 차단할 경우 기관은 기름 연료로만 연속적인 운전이 가능하여야 한다.

(다) 점화용 분사

연소실로의 가스 공급은 점화용 기름 분사의 작동 없이 가능하지 않아야 한다. 점화용 분사는 예를 들어 연료유 압력 또는 연소 파라미터에 의해 감시되어야 한다.

(2) 가스전용기관

(가) 스파크 점화장치

스파크 점화 실패의 경우 기관은 정지되어야 한다. 다만 점화 실패가 한 실린더에 국한되고 해당 실린더로의 가스공급이 즉시 차단되며 위험도 분석 및 시험을 통해 기관의 안전한 운전이 유지되는 경우 기관 운전을 허용할 수 있다.

(3) 예혼합기관

(가) 급기장치

- (a) 흡기 매니폴드, 과급기, 급기 냉각기 등은 연료 가스 공급 시스템의 일부로 간주된다. 가스 누출의 원인이 될 수 있는 그러한 구성 요소의 고장은 위험도 분석에서 고려되어야 한다.(3항 참조)
- (b) 위험도 분석에서 달리 정당화되지 않는 한, 급기장치에서의 가스농도, 급기장치에서의 가스-공기 혼합 경로 길이 등과 같은 기관의 설계 파라미터를 고려하여 각 실린더헤드 전단에 플레임어레스터를 설치하여야 한다.

6. 형식시험

(1) 일반

이중연료기관 및 가스전용기관의 형식승인은 아래의 추가적인 요건을 고려하여 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 8절에 따라 수행되어야 한다.

(2) 기관의 형식

제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 801.의 4항에 추가하여 다음 항목 중 하나가 상이한 기관에 대하여는 원칙적으로 다른 형식의 기관으로 취급한다.

- (가) 가스주입 방법(실린더 직접분사, 급기 공간 또는 예혼합)
- (나) 가스공급 밸브 조작(기계적 또는 전기적 제어)
- (다) 점화장치(점화용 분사, 스파크 점화, 예열플러그 또는 가스자기점화)
- (라) 점화장치(기계적 또는 전기적 제어)
- (3) 안전예방조치
 - 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.의 2항에 언급된 안전 예방조치에 더하여 기관을 시동하기 전에 기관의 가스 연료 배관이 가스밀(gas tight) 상태인지 확인하는 조치를 수행해야 한다.
- (4) 시험계획
 - (가) 기관의 형식시험은 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.에 따라 수행되어야 한다.
 - (나) 이중연료기관의 경우 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.에서 언급한 부하시험이 가스 모드에서 이용 가능한 최대 출력의 각각 다른 비율로 가스 모드에서 수행해야 한다. (5항 (1) (가) 참조) 가스모드에서 110% 부하시험은 요구되지 않는다.
 - (다) 연료 가스의 메탄가 및 저위발열량의 영향은 B단계 형식시험 동안 확인할 필요가 없다. 다만 자체시험 또는 계산을 통해 기관 설계자가 정당성을 입증하여야 하며 형식승인 시험 보고서에 문서화되어야 한다.
- (5) 계측 및 기록
 - 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.의 7항에 요구된 측정 및 기록에 더하여 다음과 같은 기관 데이터를 계측하고 기록하여야 한다. 설계 평가와 관련하여 추가적인 계측이 요구될 수 있다.
 - (가) 해당하는 경우 가스 및 디젤에 대한 각각의 연료지수(fuel index) (또는 동등한 측정치)
 - (나) 가스 매니폴드 입구에서의 가스 압력 및 온도
 - (다) 크랭크실에서의 가스 농도
- (6) A 단계 (자체시험)
 - 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.의 8항 표 3.8.1의 A 단계 자체시험 항목에 더하여 다음의 조건에 대한 시험이 실시되어야 한다.
 - (가) 이중연료기관은 기관 형식에 적용 가능한 경우 가스 및 디젤 모드 둘 다(점화용 분사의 작동 유무와 상관없이) 자체시험 항목에 정의된 부하 설정점에서 실시되어야 한다.
 - (나) 다양한 액체/가스 비율을 가지는 이중연료기관의 경우, 부하 시험은 최소 및 최대 허용 값 사이의 각각 다른 비율에서 실시되어야 한다.
 - (다) 이중연료기관의 경우 가스 및 디젤 모드 사이의 전환이 각각 다른 부하에서 시험되어야 한다.
- (7) B 단계 (승인시험)
 - (가) 일반
 - 가스기관은 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.의 8항 표 3.8.1의 B 단계 승인시험에서 요구되는 다른 시험을 거쳐야 한다. 이중연료기관의 경우 기관 설계자가 정의한 기관 형식에 적용되는 가스 및 디젤 모드 둘 다에서 모든 부하 설정점으로 실시되어야 한다((4)호 참조). 이는 과속도 시험에도 적용된다. 다양한 액체/가스 비율을 가지는 이중연료기관의 경우, 부하 시험은 최소 및 최대 허용값 사이의 각각 다른 비율에서 실시되어야 한다.
 - (나) 성능시험
 - (a) 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.의 8항 표 3.8.1의 B 단계 승인시험 (3), (4), (5)에서 요구하는 성능시험에 더하여 다음의 시험이 실시되어야 한다.
 - (i) 이중연료기관의 경우 최소 회전수가 디젤 및 가스 모드에서 확인되어야 한다.
 - (ii) 이중연료기관의 경우 가스 및 디젤 모드 사이에서의 전환이 각각 다른 부하에서 시험되어야 한다.
 - (iii) 이중가스배관장치의 통풍 배치 효율성이 검증되어야 한다.
 - (iv) 실린더 가스공급밸브에서의 가스 누설 시뮬레이션
 - (b) 전력을 생산하기 위한 기관은 다음과 같이 시험되어야 한다.
 - (i) 규칙 6편 1장 302.의 2항의 규정에 따라 순간부하 및 부하의 차단을 견디는 능력
 - (ii) 가스전용기관 및 예혼합기관의 경우 동적부하응답시험 결과에 대한 저위발열량, 메탄가 및 대기조건의 영향을 이론적으로 결정하고 시험보고서에 명시하여야 한다. 4항 (1)호 (가)에 명시된 한계를 참조하여 동적부하응답에 대한 여유를 결정하여야 한다. 이중연료기관의 경우 시험 중 기름 연료로의 전환은 허용된다. 규칙 6편 1장 302.의 2항에 명시된 조건에서 2단계 이상의 투입방식으로 전기 부하 투입이 허용될 수 있다.

(다) 통합시험

가스전용기관 및 이중연료기관은 완전한 기계식, 유압식 및 전자식 기관 시스템의 응답이 모든 의도된 운전 모드에 대하여 예측된 바와 같은지 확인하기 위한 통합시험을 실시하여야 한다. 통합시험의 범위는 3항에서 요구되는 위험도 분석에 근거하여 선정된 사례에 대하여 우리 선급과 합의되어야 하며 적어도 다음과 같은 사례를 포함하여야 한다.

- (a) 단일 실린더 및 공통의 시스템 고장에 대한 점화 실패(스파크 점화 또는 점화용 분사 시스템)
- (b) 실린더 가스공급밸브의 고장
- (c) 연소실패(착화실패, 노킹, 배기가스온도이상 등이 감지되어야 함)
- (d) 비정상 가스압력
- (e) 비정상 가스온도(온도의 시뮬레이션 신호를 사용하여 시험을 수행할 수 있다.)

(8) C 단계 (부품검사)

제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 3장 803.의 8항 표 3.8.1의 C 단계 부품검사의 요건에 따라 부품검사가 실시되어야 한다. 시험 후에 검사되어야 할 부품은 다음을 포함하여야 한다.

- (가) 혼합실(pre-chamber)을 포함하는 가스공급밸브(해당하는 경우)
- (나) 스파크 점화기(가스전용기관의 경우)
- (다) 점화용 연료 분사밸브(이중연료기관의 경우)

7. 공장시운전

(1) 일반

이중연료기관 및 가스전용기관의 공장시운전은 아래의 추가적인 요건을 고려하여 규칙 2장 211.의 4항에 따라 실시되어야 한다. 이중연료기관의 경우 지침 2장 211.의 5항에 따른 부하시험은 가스 모드에서 가능한 최대출력(5항 (1) (가) 참조)의 각각 다른 비율에서 실시되어야 한다. 가스 모드에서 110 % 부하시험은 요구되지 않는다.

(2) 안전예방조치

지침 2장 211.의 4항에 언급된 안전예방조치에 더하여 기관을 시동하기에 앞서 기관의 가스연료관이 가스밀(gas tight)임을 확인하는 조치를 시행하여야 한다.

(3) 기록

지침 2장 211.의 5항 (2)호에서 요구되는 기록에 더하여 다음의 기관 데이터가 기록되어야 한다.

- (가) 해당하는 경우 가스 및 디젤에서의 연료지수(또는 동등한 수치)
- (나) 가스의 압력 및 온도

(4) 시험부하

다양한 기관에 대한 시험부하는 이중연료기관의 경우 지침 2장 211.의 5항의 표 5.2.2에 주어진다. 이중연료기관은 적용 가능한 한 디젤 및 가스 모드 둘 다에서 시험되어야 한다. 더하여 시운전의 범위는 기관의 적용, 사용 경험, 또는 다른 관련 이유에 따라 확장될 수 있다.

(5) 통합시험

가스전용기관 및 이중연료기관은 완전한 기계식, 유압식 및 전자식 시스템의 응답이 모든 의도된 운전모드에 대하여 예측된 바와 같은지 확인하기 위한 통합시험을 실시하여야 한다. 통합시험의 범위는 3항에서 요구되는 위험도 분석에 근거하여 선정된 사례에 대하여 우리 선급과 합의되어야 하며 적어도 다음과 같은 사례를 포함하여야 한다. 아래의 통합시험은 우리 선급의 특별한 고려 하에 시뮬레이션 또는 다른 대체수단을 사용하여 수행할 수 있다.

- (가) 단일 실린더에 대한 점화 실패(스파크 점화 또는 점화용 분사 시스템)
- (나) 실린더 가스공급밸브의 고장
- (다) 연소 실패(착화실패, 노킹, 배기가스온도이상 등이 감지되어야 함)
- (라) 비정상 가스압력
- (마) 비정상 가스온도

8. 선내시험

(1) 선내시험은 규칙 2장 211.의 5항의 규정에 따라 실시되어야 한다.

(2) 이중연료기관의 경우 모든 운전 모드(가스 모드, 디젤 모드 등)에서 지침 2장 211.의 6항의 표 5.2.3에서 요구되는 시험부하로 시험이 실시되어야 하며 가스 모드에서 가능한 최대출력(5항 (1) (가) 참조)의 다른 비율에서 부하시험이 실시되어야 한다. 가스 모드에서 110 % 부하시험은 요구되지 않는다. (2022)

부록 5-8 전자제어 왕복동 내연기관에 대한 추가요건

1. 적용

이 부록은 규칙 5편 2장의 요건에 추가하여 주기관으로 사용하는 전자제어 왕복동 내연기관에 적용한다.

2. 용어정의

- (1) **축압기**라 함은 연료분사장치 또는 배기밸브구동장치에 부착되어 있는 액추에이터에 조작유를 공급하는 소형의 압력 용기로서 각 실린더에 설치되는 것을 말한다.
- (2) **공통축압기**라 함은 고압의 조작유 또는 연료유를 공급하기 위한 각 실린더 공통의 압력용기를 말한다.
- (3) **제어밸브**라 함은 액추에이터를 구동시키기 위한 제어부품으로서 온오프솔레노이드밸브(on-off-controlled solenoid valve), 비례제어밸브 또는 가변용적형 제어밸브 등의 총칭을 말한다.
- (4) **연료유고압펌프**라 함은 공통축압기에 고압의 연료유를 공급하기 위한 펌프를 말한다.
- (5) **조작유고압펌프**라 함은 연료분사장치, 배기밸브구동장치, 제어밸브 등에 공통축압기를 통하여 고압의 조작유를 공급하기 위한 펌프를 말한다.
- (6) **기능블록**이라 함은 시스템을 구성하는 모든 품목을 시스템, 서브시스템, 구성품, 조립품 및 부품의 그룹으로 기능에 따라 분류한 것을 말한다.
- (7) **신뢰성블록선도**라 함은 기능블록들의 관련성을 보여주는 논리도이며, 분석수준을 표시한 것을 말한다.
- (8) **주기관의 통상운전**이라 함은 조속기 및 각종 안전장치를 사용하여 상용출력으로 운전하는 상태를 말한다.
- (9) **고압관**이라 함은 연료유고압펌프 및 조작유고압펌프의 출구측에 배치되는 관을 말한다.

3. 제출도면 및 자료

다음의 도면 및 자료를 제출하여야 한다. 다만, 특수한 구조를 가는 시스템 및 장비의 경우, 우리 선급은 별도의 상세한 도면 및 자료의 제출을 요구할 수 있다.

- (1) 승인도면 및 자료
 - (가) 축압기의 구조도
 - (나) 공통축압기의 구조도
- (2) 참고용 도면 및 자료
 - (가) 제어밸브의 구조도
 - (나) 연료유고압펌프의 구조도
 - (다) 조작유고압펌프의 구조도
 - (라) 스텝업기어(step-up gear)의 구조도(적용시)
 - (마) 고장모드 및 영향분석 자료(신뢰성블록을 포함할 것)

4. 구조 및 부속장치

- (1) 일반사항

특별히 하나로 배치하는 것이 신뢰성이 있다고 승인된 경우를 제외하고 주기관의 주요부품은 부품의 하나가 고장난 경우에도 주기관의 통상운전을 계속 유지할 수 있도록 배치하여야 한다. 다만, 각 실린더에 설치되는 부품에 있어서 예비품이 요구되지 않는 것에 대하여는 고장난 부품을 떼어내는 것이 가능하면 실린더마다에 하나씩 부착하여도 무방하다.
- (2) 제어밸브
 - (가) 제어밸브는 제조자가 정한 일정기간동안 기대되는 성능을 유지할 수 있어야 한다. (2021)
 - (나) 제어밸브는 각 기능(연료분사, 배기밸브 구동 등)마다 독립적으로 설치하여야 한다.
- (3) 축압기 및 공통축압기
 - (가) 축압기 및 공통축압기는 규칙 5편 5장 3절의 요건에 적합하여야 한다.
 - (나) 축압기는 제조자가 정한 일정기간동안 기대되는 성능을 유지할 수 있어야 한다. (2021)
 - (다) 공통축압기는 원칙적으로 2대 이상 설치하여야 한다. 다만, 변동응력에 대한 피로해석 결과를 제출하여 우리 선급의 승인을 득한 경우에는 1대만 설치하여도 무방하다. 또한 2대 이상의 주기관을 갖는 선박은 1대의 공통축압기에 고장이 발생되어도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 경우 각각의 주기관에 1대의 공통축압기를 설치할 수 있다. (2020)

(4) 연료유관장치 및 조작유 관장치

- (가) 관장치는 **규칙 5편 6장 1절**의 요건에 적합하여야 한다.
- (나) 연료유고압펌프 및 조작유고압펌프는 2대 이상 설치하여야 한다. 이 경우, 펌프 1대가 고장나더라도 나머지 펌프로 주기의 연속최대출력에서 충분한 유량을 공급할 수 있어야 한다. 이들 펌프는 언제든지 교대하여 사용할 수 있도록 설치하여야 한다. 다만, 2대 이상의 주기관을 갖는 선박은 1대의 연료유고압펌프 및/또는 1대의 조작유고압펌프에 고장이 발생되어도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 경우 각각의 주기관에 1대의 연료유고압펌프 및/또는 1대의 조작유고압펌프를 설치할 수 있다. (2020)
- (다) 연료유고압펌프에서 연료분사장치까지 그리고 조작유고압펌프에서 배기밸브구동장치까지의 배관은 관의 손상에 의해 비산한 기름이 인화하는 것을 방지하기 위해 피복관장치로 보호하거나 유밀의 밀폐용기 내에 수납하여야 한다.
- (라) 연료유고압펌프 또는 조작유고압펌프에서 공통축압기까지의 공통배관, 공통축압기에서 다른 공통축압기까지의 공통배관과 공통축압기에서 각 실린더에 분배하기까지의 공통배관은 2개 이상의 계통으로 독립하여 설치하여야 한다. 다만, 변동응력에 대한 피로해석을 행한 결과를 제출하여 우리 선급의 승인을 득한 경우에는 1개의 계통으로 설치하여도 무방하다. 또한 2대 이상의 주기관을 갖는 선박은 1개의 공통배관 계통에 고장이 발생되어도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 경우 각각의 주기관에 1개의 공통배관 계통을 설치할 수 있다. (2020)
- (마) 축압기, 펌프 등의 기기와 연결되어 있는 관에 설치된 밸브 또는 콕은 해당 기기에 가능한 한 근접하여 설치하여야 한다.
- (바) 고압관에는 고압경보장치를 설치하여야 한다. 또한, 적당한 위치에 도출밸브를 설치하여 도출된 기름을 저압측으로 유도하여야 한다.
- (사) 고압관에 부르돈관식 압력계를 설치하는 경우에는 KS 등과 같이 인정된 산업규격품으로서 내진 및 내열형의 것이어야 한다.

5. 시스템설계

(1) 전자제어시스템

- (가) 시스템을 구성하는 기기 또는 회로의 일부가 고장난 경우에도 시스템 전체의 기능을 유지하거나 그 기능을 복구할 수 있도록 배치하여야 한다.
- (나) 시스템을 구성하는 컨트롤러는 다음에 적합하여야 한다.
 - (a) 각 기능(예를 들면 연료분사, 배기밸브 구동, 실린더주유, 과급시스템 등)을 통합 제어하는 컨트롤러는 적어도 2대 설치하여야 한다.
 - (b) (a)의 요건에도 불구하고 해당 컨트롤러를 통하지 않는 독립의 제어시스템을 사용하여 주기관의 통상운전이 가능한 경우에는 해당 컨트롤러를 1대만 설치하여도 무방하다.
 - (c) (a)의 요건에도 불구하고 2대 이상의 주기관을 갖는 선박은 1대의 주 컨트롤러에 고장이 발생되어도 항해 가능한 속력을 얻을 수 있는 경우 각각의 주기관에 1대의 주 컨트롤러를 설치할 수 있다. (2020)
- (다) 주기관의 운전이 필수적인 감지기 즉, 다음의 용도에 사용하는 감지기는 2개 이상 독립적으로 설치하여야 한다. 다만, 이들 감지기에서 아무런 피드백 없이 주기관의 통상운전이 가능한 경우에는 해당 감지기를 1대만 설치하여도 무방하다.
 - (a) 회전수
 - (b) 크랭크각도
 - (c) 공통축압기에서 연료유의 압력
- (라) 전자제어시스템의 전원은 2개의 독립된 전원으로부터 공급되어야 하며, 그 중 하나는 축전지로 공급되어야 한다. 또한, 급전회로는 2개의 독립된 회로로 구성되어야 한다.
- (마) 솔레노이드밸브의 구동용 전원은 2개의 독립된 전원으로부터 공급되어야 하며, 급전회로는 2개의 독립된 회로로 구성되어야 한다.
- (바) 주기관의 전자제어시스템은 5항 (1)호의 (가) 내지(마) 만족함에 따라 다음의 요건을 만족하는 것과 동등한 것으로 취급한다.
 - (a) **규칙 6편 2장 201. 4항 (5)호 (가)**
 - (b) **규칙 6편 2장 202. 2항 (3)호 (다)**

(2) 고장모드 및 영향분석(FMEA)

전자제어시스템은 시스템을 구성하는 기기 또는 회로의 하나가 고장 난 경우 기타의 기기 또는 회로의 고장 혹은

기능저하를 일으키지 않는 것을 확인하기 위하여 고장모드 및 영향분석을 행하여야 한다. 고장모드 및 영향분석의 과정은 국제선급연합회(IACS)의 권고사항 Rec 138(FMEA process for diesel engine control systems)을 참고한다.

6. 기타

(1) 안전조치

(가) 주기판에는 규칙 6편 2장 202. 2항 (3)호 (마)의 비상정지장치에 추가하여 기계측에서 주기판을 정지할 수 있는 수단을 갖추어야 한다.

(나) 제어밸브의 고장에 의해 연료유가 실린더 안으로 상시 유입하는 것을 방지하는 조치를 하여야 한다.

(2) 예비품

전자제어 왕복동 내연기관에 대한 예비품의 종류 및 수량은 표 1에 따른다.

표 1 전자제어 왕복동 내연기관의 예비품

예비품의 종류	수량	비고
제어밸브	형식별로 각 1개	
축압기 다이어프램	형식별로 각 2개	
각 실린더에 설치되는 감지기	형식별로 각 1개	이 감지기를 이용하지 않고는 주기의 통상운전이 가능한 경우에는 생략할 수 있다.

부록 5-9 플렉시블관

1. 적용

- (1) 이 요건은 고정된 관장치와 각종 기기 사이를 영구적으로 연결하는데 사용하는 금속 또는 비금속재료로 된 플렉시블관에 적용하며, 임시로 연결된 플렉시블관 또는 이동식 장비의 호스에도 적용할 수 있다.
- (2) 플렉시블관 조립체가 이 요건에 적합한 경우에는 연료유, 윤활유, 작동유 및 열매체유장치, 청수 및 해수냉각장치, 압축공기장치, 빌지 및 평형수장치와 제3급 증기장치에 사용할 수 있다. 고압연료유관에는 플렉시블관을 사용해서는 아니 된다.
- (3) 플렉시블관 조립체에 대한 이들 요건은 고정식 소화장치의 호스에는 적용되지 아니 한다.

2. 설계 및 제작

- (1) 플렉시블관은 한국산업규격 또는 이와 동등한 규격에 따라 설계 및 제작되어야 한다.
- (2) 고무 재료로 제작되고 빌지, 평형수, 압축공기, 연료유, 윤활유, 조작유 및 열매체유장치에 사용하고자 하는 플렉시블관은 단일, 2중 또는 그 이상으로 조밀하게 엮어 만든 일체형 와이어망(wire braid)이나 기타 적절한 재료를 넣어 보강하여야 한다. 상기와 동일한 용도에 사용되면서도 테프론 또는 나일론 등과 같이 조밀하게 엮어 만든 일체형 와이어망(wire braid)을 넣어 보강할 수 없는 플라스틱재료의 플렉시블관은 가능한 한 적절한 재료로 보강된 것이어야 한다. 버너로 연료를 공급하는 라인에 고무 또는 플라스틱재료로 된 호스를 사용할 경우에는 상기에 언급된 보강에 추가하여 호스 외부에 와이어를 엮어 만든 보호망을 씌워야 한다. 증기장치에 사용하는 플렉시블관은 금속으로 제작된 것이어야 한다.
- (3) 플렉시블관은 제조자의 사양에 따라 승인된 끝단 부착품을 갖추고 있어야 한다. 플랜지를 사용하지 않는 끝단 연결장치는 104.의 5항에 적합하여야 하며, 호스와 부착품의 결합에 대한 각 형식은 압력 및 임펄스시험에 대하여 호스에 의해 요구되는 것과 동일한 기준에 따라 프로토타입시험을 받아야 한다.
- (4) 증기, 가연성매체, 시동공기장치 또는 파손시 범람을 초래할 수 있는 해수장치를 위한 관장치의 플렉시블관에는 호스 클램프 및 이와 유사한 형식의 끝단 부착품을 사용해서는 아니 된다. 기타 관장치에 있어서, 사용압력이 0.5 MPa 미만이고 각 끝단 연결장치에 이중 클램프가 설치된 경우에는 호스 클램프를 사용할 수 있다.
- (5) 사용 중에 압력펄스 및/또는 높은 수준의 진동이 발생할 것으로 예상되는 관장치에 설치되는 플렉시블관 조립체는 진동으로 인한 최대예상임펄스압력 및 힘에 대비하여 설계하여야 한다. 4항에서 요구하는 시험은 설비로 인한 최대 예상사용압력, 진동주파수 및 힘을 충분히 고려하여야 한다.
- (6) 가연성매체와 파손시 범람을 유발할 수 있는 해수장치를 위한 관장치에 설치되는 비금속재료의 플렉시블관 조립체는 연료유관으로 사용되지 않는 관으로서, MSC.421(98)까지의 IMO resolutions에 의해 개정된 SOLAS II-2의 Reg9.2.3.3.2.2(10)에서 정의하는 노출된 개방 갑판 상에 설치되는 것을 제외하고 내화형식이어야 한다. 내화성은 KS V 0820(또는 ISO 15540) 및 KS V 0821(또는 ISO 15541)에 따라 시험되어 증명되어야 한다.
- (7) 플렉시블관 조립체는 주위조건, 제조자의 지침서와 일치하는 사용압력 및 온도조건 하에서 유체와의 적합성, 우리 선급의 모든 요건을 충분히 고려하여 사용하고자 하는 장소 및 적용범위에 알맞게 선정되어야 한다.

3. 설치

- (1) 일반적으로 플렉시블관은 기기/장비 또는 장치의 고정된 부분과 유연하게 설치된 부분 사이의 상호움직임을 제공하기 위하여 필요한 길이를 제한하여야 한다.
- (2) 정상적인 운전조건하에서 비틀림변형(뒤틀림)을 받을 수 있는 장소에는 플렉시블관 조립체를 설치하여서는 아니 된다.
- (3) 1항 (2)호의 관장치에 사용하는 플렉시블관의 개수는 최소한으로 유지하여야 하며, 1항 (1)호에서 언급한 목적으로만 제한을 두고 사용하여야 한다.
- (4) 가열되는 표면과 매우 근접해 있고 가연성유체를 이송하는 관장치에 플렉시블관을 사용하고자 하는 경우에는 우리 선급이 인정하는 스크린 또는 기타 이와 유사한 보호장치를 사용하여 플렉시블관 조립체의 파손 및 이에 따른 유체의 분출로 인한 발화의 위험성을 가능한 한 완화시켜야 한다.
- (5) 플렉시블관은 명확히 볼 수 있고 쉽게 통행이 가능한 장소에 설치하여야 한다.
- (6) 플렉시블관 조립체는 제조자의 지침에 따라 설치하여야 하며, 특히 다음에 대한 사용제한에 적합하여야 한다.
 - (가) 방향
 - (나) 끝단 연결장치의 지지(필요시)

- (다) 연마 및 마멸을 일으킬 수 있는 것과 호스의 접촉 회피
- (라) 최소굽힘반지름

4. 표시

- (1) 제조자는 플렉시블관에 다음의 상세사항을 영구히 표시하여야 한다.
 - (가) 호스 제조자명 또는 상표
 - (나) 제조날짜(년/월)
 - (다) 식별형식기준
 - (라) 호칭지름
 - (마) 정격압력
 - (바) 정격온도
- (2) 플렉시블관 조립체가 여러 제조자의 부품으로 제작된 경우, 구성품은 명확히 식별할 수 있어야 하며, 프로토타입시험의 증거를 쉽게 추적할 수 있어야 한다.

부록 5-10 복수 추진 및 조타시스템 (2017)

1. 일반사항

(1) 적용

- (가) 이 부록의 요건은 복수 추진 및 조타시스템 및 이들 시스템의 보조시스템에 적용하며, 규칙의 다른 요건에 추가하여 적용한다.
- (나) 이 부록의 요건은 선택사항이며, 이 부록의 요건에 만족하는 선박은 추가특기사항으로서 (3)호에 명시된 부호를 부여할 수 있다.

(2) 용어의 정의

용어의 정의는 아래에서 정하는 경우를 제외하고는 규칙에 따른다.

- (가) "보조시스템"이라 함은 연료유, 윤활유, 냉각수, 압축공기, 유압 시스템 등과 같이 추진기관 및 추진기를 운전하는데 요구되는 모든 지원시스템을 말한다.
- (나) "추진기관구역"이라 함은 추진시스템의 일부를 구성하는 기관 또는 장치들을 포함하는 구역을 말한다.
- (다) "추진기관"이라 함은 추진기를 구동하기 위한 기계적에너지를 발생하는 기기(디젤기관, 터빈, 전동기 등)를 말한다.
- (라) "추진시스템"이라 함은 1조 이상의 추진기관, 1조 이상의 추진기 및 모든 필요한 보기와 관련된 제어, 경보 및 안전시스템으로 구성되며, 선박에 추진력을 제공하는 시스템을 의미한다.
- (마) "주추진시스템"이라 함은 정상 운항 상태에서 선박에 추진력을 제공하는 시스템을 말하며, 다음의 시스템을 포함한다.
 - (a) 원동기(일체형 장비, 구동 펌프 등을 포함)
 - (b) 토크를 전달하는 장치
 - (c) 추진용 전동기(적용되는 경우)
 - (d) 토크를 추진력으로 변환하는 장치
 - (e) 운항에 필요한 보조시스템
 - (f) 제어, 감시 및 안전시스템
- (바) "대체추진시스템"이라 함은 주추진시스템에 고장이 발생하여 사용이 불가능한 비상상황에서 선박에 추진력을 제공하는 시스템을 말한다. 대체추진시스템은 주기관의 고장시 추진용 전동기로서 쉽게 가역하여 작동하도록 설계된 경우에는 예비의 비상기관이나 전동기 또는 축발전기에 의해서 공급될 수 있다. 대체추진시스템은 다음의 시스템을 포함한다.
 - (a) 토크를 추진력으로 변환하는 장치
 - (b) 운항에 필요한 보조시스템
 - (c) 제어, 감시 및 안전시스템
- (사) "추진기"라 함은 선박을 추진하기 위해 물줄기에 힘을 전달하는 장치(프로펠러, 워터제트 등)와 추진기관으로부터 그 장치에 동력을 전달하기 위해 필요한 장치(축, 기어 등)를 말한다.
- (아) "조타시스템"이라 함은 선박의 이동방향을 조종하기 위하여 설계된 시스템을 말하며, 타 및 조타기 등을 포함한다.
- (자) "능동구성품"이라 함은 기어처럼 기계적 힘을 전송하고, 히터처럼 에너지를 변환 또는 이동시키거나 제어시스템처럼 특정목적으로 전기 신호를 발생시키는 주추진시스템 또는 대체추진시스템의 구성품을 말한다. 관장치, 케이틀, 수동조작밸브 및 탱크는 능동구성품으로 고려되지 않는다.
- (차) "시스템 고장"이라 함은 보조시스템을 포함한 추진시스템 또는 발전설비의 작동에 필요한 능동구성품의 고장을 말한다.

(3) 선급부호

이 부록의 요건에 적합한 선박은 다음의 추가특기사항 중 하나를 부여할 수 있다. 복수의 추진기관은 주추진 기관 및 대체추진 기관으로 구성될 수 있다. (그림 1 참조)

- (가) RP1 : 1조의 추진기 및 조타시스템과 복수의 추진기관이 설치된 선박
- (나) RP2 : 복수의 추진기 및 조타시스템과 복수의 추진기관이 설치된 선박
- (다) RP1-S : 1조의 추진기 및 조타시스템과 2개 이상의 독립된 장소에 복수의 추진기관이 설치된 선박
- (라) RP2-S : 2개 이상의 독립된 장소에 복수의 추진기관, 추진기 및 조타시스템이 설치된 선박

2. 승인도면 및 자료

- (1) 규칙에서 요구되는 것에 추가하여 다음 도면 및 자료를 제출하여야 한다. 또한, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 아래에 규정된 것 이외의 상세도면, 자료의 제출을 요구할 수 있다.
 - (가) 추진 및 조타시스템의 단일고장 발생 시, 선박이 3항 (1)호에서 명시된 성능요건을 만족하는지를 보여주는 계산 결과 및 사용된 계산방법의 상세사항. 대안으로 모형시험의 결과를 증거로서 인정할 수 있다.
 - (나) 고장모드 및 영향분석(Failure Mode and Effect Analysis) 보고서
 - (a) FMEA 또는 동등한 방법에 의하여 추진시스템, 조타시스템 및 보조시스템의 보전성이 검증되어야 하며, 단일고장이 3항 (1)호에서 명시된 성능에 영향이 없음을 보여주어야 한다.
 - (b) 전기추진설비에 대한 고장모드 영향분석은 관련 보기 및 제어시스템을 포함하여 수행하고 그 결과를 제출하여야 한다.
 - (c) FMEA는 발생 가능한 모든 고장모드 및 연속된 고장에 대해 전체 시스템에 미치는 영향을 분석하며, 이러한 고장을 적절히 식별하여 대처할 수 있는 방안을 제시하여야 한다.
 - (d) FMEA의 일반적인 절차는 관련 표준 요건을 따라야 한다.
 - (다) 해상시운전시 복수 추진 및 조타시스템을 검증할 수 있는 시험절차
 - (라) RP1-S 및 RP2-S 부호를 갖는 선박의 경우, 추진 및 조타시스템의 정상작동을 위하여 필요한 모든 기기 및 장치(관련된 모든 전력, 제어 및 통신용 케이블의 전로를 포함)의 위치를 상세히 나타내는 일반 배치도
 - (마) 전력조사표(대체추진시스템 운항 상황 포함)
 - (바) 대체추진시스템의 일반배치도
 - (사) 연료유시스템, 냉각시스템, 윤활시스템, 시동공기시스템의 계통도
 - (아) 대체추진시스템 설명 및 주추진시스템과의 인터페이스 설명서
 - (자) 대체추진모드에서의 비틀림 진동 계산서
 - (차) 단일고장 시 추진 및 중요용도의 회복에 필요한 작동을 설명하는 사용설명서

3. 성능요건

- (1) 일반사항
 - (가) 추진시스템 또는 조타시스템의 단일고장이 발생한 경우에도, 선박은 선저가 깨끗한 상태로 평온한 해상에서, 만재흡수 상태로 연속최대출력 시에 7 knots 이상의 속력으로 전진할 수 있어야 하며, 규칙 5편 7장 202.에 따른 조타성능도 유지할 수 있어야 한다. (2017)
 - (나) 복수 추진 및 조타시스템들은 언제든지 작동 준비가 되어야 하며 필요시 작동 가능하여야 한다.
- (2) 단일고장
 - (가) 어느 단일고장의 최종결과는 상기 (1)호의 추진 및 조타 성능에 영향을 미치지 않도록 하여야 한다.
 - (나) 단일고장 기준
 - (a) RP1 부호 : 단일고장 기준은 추진기관과 추진기관의 보조시스템 및 제어시스템에 적용된다. 이 부호는 화재 또는 침수로 인한 추진기 및 타의 고장 또는 추진기관구역 및 조타기실의 전손을 고려하지 아니 한다.
 - (b) RP2 부호 : 단일고장 기준은 추진기관, 추진기, 보조시스템, 제어시스템 및 조타시스템에 적용된다. 이 부호는 화재 또는 침수로 인한 추진기관구역 또는 조타기실의 전손을 고려하지 아니 한다.
 - (c) RP1-S부호 : (a)의 RP1 부호와 동일하게 적용되지만 어느 하나의 추진기관구역에서 화재 또는 침수가 고려되어야 한다.
 - (d) RP2-S부호 : (b)의 RP2 부호와 동일하게 적용되지만 어느 하나의 추진기관구역 또는 조타기실에서 화재 또는 침수가 고려되어야 한다.

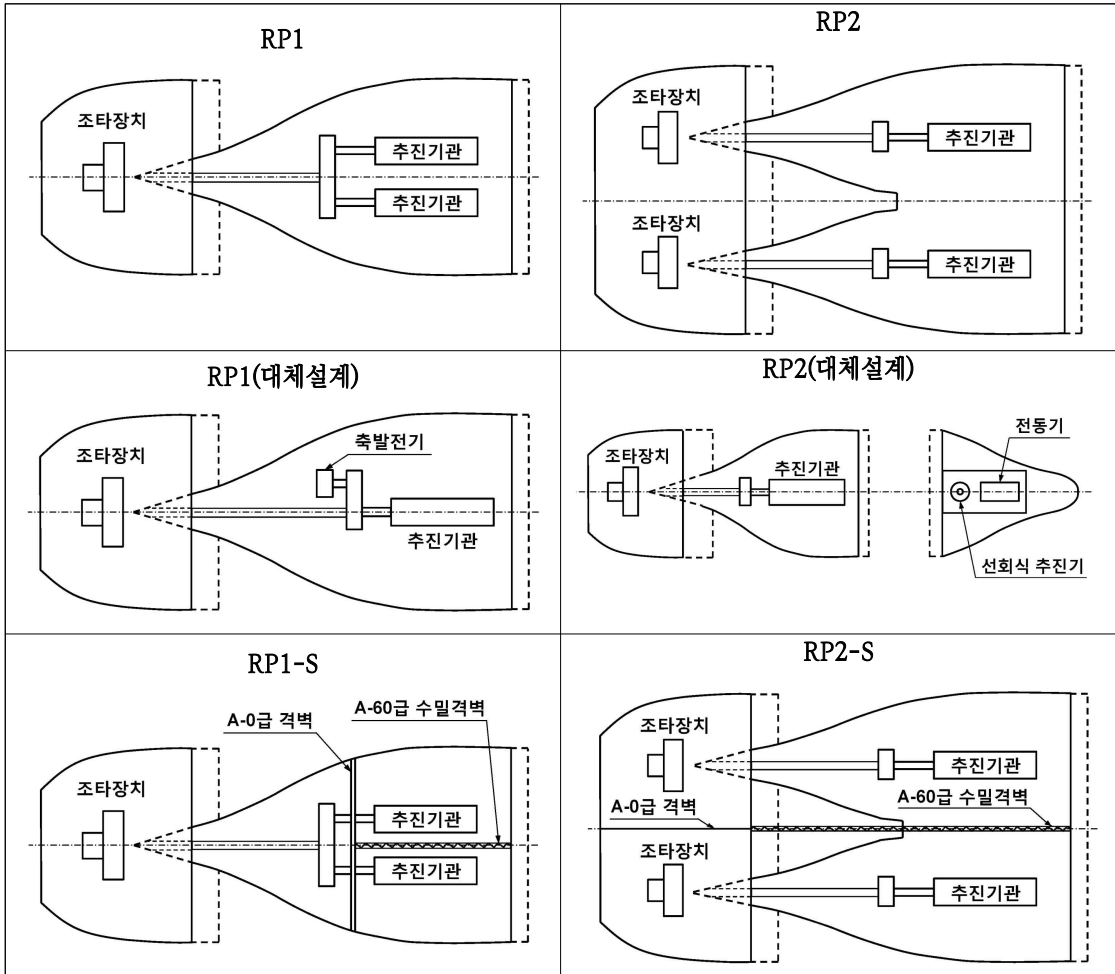


그림 1 복수 추진 및 조타시스템 배치 예

4. 시스템 설계

(1) RP1 부호를 갖는 선박

(가) 추진기관 및 추진기

- (a) 적어도 2조의 독립된 추진기관이 설치되어야 한다. 어느 1조의 추진기관 또는 보조시스템에서의 단일고장이 상기 3항 (1)호에서 요구되는 추진성능에 영향이 미치지 않도록 하여야 한다.
- (b) 추진기관 및 보조시스템은 동일한 추진기관구역에 설치할 수 있으며, 그 추진기관들이 1조의 추진기를 구동할 수 있다.
- (c) 주추진에서 대체추진으로 전환
 - (i) 주추진에서 대체추진으로의 전환과정 중에 발생할 수 있는 상해위험으로부터 승무원을 보호하는 수단이 제공되어야 한다. 필요할 경우, 다음 사항이 준비되어야 한다.
 - 의도하지 않은 기관 시동 방지
 - 잠금 위치에 축계 유지

(나) 조타시스템

- (a) 각 추진기마다 독립적인 조타시스템을 설치하여야 한다. 각 조타시스템은 규칙 5편 7장의 규정에 따라야 한다.
- (b) 타는 1조의 추진기관 또는 조타시스템이 작동불능이 되더라도 어느 방향으로도 타를 회전할 수 있도록 설계하여야 한다.

(다) 보조시스템

(a) 일반사항 (2023)

- (i) 단일고장이 상기 3항 (1)호에서 요구하는 성능에 영향을 미치지 않도록 적어도 2조의 독립된 보조시스템

- (예: 연료유, 윤활유, 냉각수, 압축공기, 제어용공기, 통풍장치 등)을 배치하여야 한다. 다만, 고정식 관장치의 손상을 제외한 중요보기의 단일고장으로 어느 하나의 추진기관이 정지되는 결과를 초래하여서는 아니 된다. 이를 위하여 2조 이상의 중요보기를 복수의 추진기관에 교차연결하거나 각각의 추진기관에 연결되는 중요보기를 복수화하여야 한다.
- (ii) 대체추진시스템이 적용되는 경우, 주추진시스템의 보조시스템은 5편 6장의 이중화 요건에 따라야 하며 대체추진시스템의 보조시스템은 주추진시스템의 보조시스템에서 단일고장이 발생하더라도 대체추진시스템만으로 상기 3항 (1)호에서 요구하는 성능을 발휘할 수 있도록 배치되어야 한다.
- (b) 연료유
- (i) 적어도 2개의 연료유 서비스탱크가 설치되어야 한다. 복수 추진시스템의 연료유 서비스탱크로부터의 공급관은 연료유 서비스탱크와 각 장치의 펌프들 사이에 교차연결되게 설치할 수 있다. 교차연결은 정상상태에서 폐쇄상태를 유지하는 차단장치를 설치하여야 한다. 차단장치의 개폐상태를 표시하는 지시기를 선교와 집중 제어실에 설치하여야 한다.
- (ii) 연료시스템이 가열을 요구하는 경우, 가열시스템은 복수화 요건을 만족하여야 한다.
- (c) 윤활유
- (i) 각 추진시스템에 독립적인 윤활유 순환장치가 설치되어야 한다.
- (ii) 기어박스가 주추진 및 대체추진에 모두 사용될 경우, 그 윤활유시스템은 주기관의 윤활유시스템과는 독립적이어야 한다.
- (d) 냉각수
- 복수 추진시스템을 위한 해수공급은 각 추진시스템의 펌프를 사용하여 공통 시체스트에서 공급될 수 있다. 이 장치는 교차연결관에 설치된 차단밸브에 의하여 분리될 수 있어야 한다.
- (e) 압축공기
- 제어용공기시스템으로서 압축공기의 사용을 고려할 수 있다. 제어용공기가 추진 및 조타시스템에 필수 기능을 하는 경우, 완전한 복수화 요건들을 적용하여야 한다.
- (라) 배전시스템
- (a) 발전 및 배전시스템의 단일고장이 발생한 경우에도, 전원공급은 3항 (1)호의 요건에 적합하기 위하여 유지되거나 즉시 복구되도록 발전 및 배전시스템을 설치하여야 한다.
- (b) 선박의 중요보기가 하나의 주 배전반으로부터 공급될 경우, 모선은 적어도 2개 부분으로 분리되어야 한다. 분리된 부분들이 통상적으로 연결되어져 있을 경우, 모선의 단락감지에 의하여 자동으로 분리되어야 한다.
- (c) 추진 및 조타시스템의 작동에 필요한 중요보기에 공급하는 회로는 1회로의 손실이 3항 (1)호에 명시된 성능에 영향을 미치지 않도록 각 부분을 균등하게 나누어 배치하여야 한다.
- (d) 배전반의 각 부분이 독립적으로 작동할 수 있도록 완전 이중 전원관리시스템을 설치하여야 한다.
- (마) 제어 및 감시시스템
- (a) 제어시스템은 독립적으로 작동할 수 있어야 하며 또한 선교 또는 집중제어실로부터 연계하여 작동할 수 있어야 한다. 2개 이상의 제어장소가 설치되는 경우, 어느 장소에서 제어증인가를 표시하는 표시등을 각 제어장소에 설치하여야 한다. 또한 동시에 상이한 장소에서 제어하지 못하도록 하여야 한다.
- (b) 추진기관 및 추진기는 비상시에 현장조작이 가능하여야 한다.
- (c) 대체추진시스템이 전기적일 경우, 전동기의 자동화시스템은 전기추진설비에 적합하여야 한다.
- (2) RP2 부호를 갖는 선박
- RP2 부호를 갖는 선박으로 등록하고자 하는 선박은 (1)호의 요건에 추가하여 (2)호의 요건을 따라야 한다.
- (가) 추진기관 및 추진기
- 최소한 2조의 추진기가 설치되어야 한다. 추진기 중 어느 1조의 단일고장이 발생한 경우, 추진성능은 상기 3항 (1)호의 요건에 만족하여야 한다. 추진기관 및 보조시스템은 동일한 추진기관구역에 설치할 수 있다.
- (나) 조타시스템
- 조타시스템의 고장 시 타가 중립에 위치하도록 고정하기 위한 수단을 갖추어야 한다.
- (3) RP1-S 부호를 갖는 선박
- RP1-S 부호를 갖는 선박으로 등록하고자 하는 선박은 (1)호의 요건에 추가하여 (3)호의 요건을 따라야 한다.
- (가) 추진기관 및 추진기
- 화재 또는 침수로 인하여 어느 1개의 추진기관구역이 전손되더라도 3항 (1)호에서 요구되는 추진성능이 유지되도록 추진기관 및 보조시스템은 분리되어야 한다. 2조의 추진기관은 1조의 추진기를 구동할 수 있다. 다만, 5

항의 요건에 만족하는 격벽에 의해 분리된 추진기관구역의 외부에 추진용 기어 또는 동력전달기어가 설치되어야 한다.

(나) 보조시스템

(a) 일반사항

분리된 추진기관구역에 독립적인 보조시스템을 설치하여야 한다. 차단 또는 격리수단이 추진기관구역을 분리하는 격벽 양측에 설치되는 경우, 연료유 서비스탱크의 벤트시스템을 제외한 보조시스템의 교차연결은 인정할 수 있다. 선교와 집중제어실에 차단 또는 격리 수단의 개폐상태를 표시하는 지시기를 설치하여야 한다. 추진기관구역과 조타기실을 분리하는 격벽 관통부는 화재와 수밀에 대한 보존성을 위협하여서는 아니 된다.

(b) 연료유

각 추진기관구역마다 1개의 연료유 서비스탱크를 설치하여야 한다.

(c) 냉각수

시세스트는 각각 독립된 장소에 설치되어야 한다. 교차연결관의 차단밸브는 격벽에 직접 또는 가능한 가깝게 설치되어야 하고 추진기관구역 내부 및 외부에서 조작할 수 있어야 한다.

(d) 압축공기

압축기 및 공기탱크는 각 분리된 장소마다 1조씩 설치하여야 한다.

(e) 통풍

기관구역에 독립적인 통풍시스템을 설치하여야 한다.

(다) 배전시스템

(a) A-60급 수밀격벽에 의하여 분리된 적어도 2개의 기관구역에 선박용 발전기, 보조시스템, 배전반 및 전원관리 시스템을 설치하여야 한다. 어느 하나의 기관구역에 화재 및 침수가 발생하더라도 3항 (1)호에 규정된 성능을 유지할 수 있도록 배전시스템을 배치하여야 한다.

(b) 분리된 기관구역 사이에 교차연결이 설치되어 있을 경우, 추진기관구역을 분리하는 격벽 양 측에 차단장치를 설치하고 선교와 집중제어실에 차단장치의 개폐상태를 표시하는 지시기를 설치하여야 한다.

(c) 하나의 추진기관구역에서 발전기로부터 공급되는 전력용 케이블은 다른 구역의 발전기를 포함하는 추진기관구역을 통과하여서는 아니된다.

(d) 복수화 설비의 배선은 동일한 전로에 포설하여서는 아니되고 가능한 멀리 떨어져 포설하여야 한다. 이것이 불가능할 경우, A-60급 케이블 덕트 또는 동등한 방화재료 내부에 포설하는 것은 인정 된다. 다만, 이 대안은 화재위험이 높은 구역(예, 기관실 및 연료처리실)에서는 인정되지 아니 한다.

(라) 제어 및 감시시스템

모든 관련 케이블을 포함하여, 추진기(예, 가변피치프로펠러)의 제어 및 감시시스템은 각 구역에서 복수화가 되어야 한다. 어느 하나의 구역에서 화재 또는 침수가 발생하더라도 다른 구역의 추진기 작동에 영향을 미쳐서는 아니 된다.

(마) 통신시스템

각 제어장소로 공급되는 통신용 케이블은 동일한 추진기관구역에 포설하여서는 아니 된다.

(4) RP2-S 부호를 갖는 선박

RP2-S 부호를 갖는 선박으로 등록하고자 하는 선박은 (1)호, (2)호 (나) 및 (3)호 (나)부터 (마)의 요건에 추가하여 (4)호의 요건을 따라야 한다.

(가) 추진기관 및 추진기

적어도 2조의 추진기가 설치되어야 하고, 추진시스템은 분리된 구역에 설치되어야 한다. 어느 1조의 추진기의 고장 또는 화재나 침수로 인하여 어느 하나의 추진기관구역이 전손되더라도 추진성능은 상기 3항 (1)호의 요건에 만족하여야 한다.

(나) 조타시스템

어느 하나의 조타기실에서의 화재 또는 침수가 다른 조타기실의 조타시스템에 영향을 미쳐서는 아니 된다. 그리고 조타성능은 상기 3항 (1)호의 규정에 적합하여야 한다.

5. 시스템분리

- (1) 고장이 화재 또는 침수로 인한 추진기관구역의 전손을 포함하는 것으로 고려된 경우(RP-S부호를 갖는 선박), 복수화 장치는 A-60급 수밀격벽에 의하여 분리되어야 한다.
- (2) 화재위험이 낮은 구역(코퍼덱, 탱크 등)에 의해 분리되는 경우, 2개의 A-0급 격벽은 A-60급과 동등하게 인정될 수 있다.
- (3) 분리된 추진기관구역 사이에 수밀문을 설치할 경우에는 **강선규칙 3편 14장 4절**의 요건에도 적합하여야 한다. 선교와 집중제어실에 문의 개폐상태를 표시하는 지시기를 설치하여야 한다.

부록 5-11 왕복동 내연기관의 승인을 위한 문서 절차

1. 일반

(1) 형식승인 증서

승인이 필요한 각 형식의 기관에 대하여 기관 라이선서는 형식승인 증서를 발급 받아야 하며 다음의 과정을 수행하는 것으로 구성된다.

- (가) 도면 및 시방서의 승인
- (나) 생산의 적합성
- (다) 형식시험 방안의 승인
- (라) 기관의 형식시험
- (마) 형식시험 결과의 검토
- (바) 제조 준비에 대한 평가
- (사) 형식승인 증서의 발급

(2) 기관기자재 증서

선박용으로 제조된 각각의 기관은 기관기자재 증서를 가지고 있어야 하며 다음의 사항을 수행하는 것으로 구성된다.

- (가) 특정 호선용 도면 및 자료의 승인
- (나) 형식승인 시 승인된 기관 설계도면 대비 생산 도면 및 자료의 비교목록 제출
- (다) 제조공장 및 조선소에서 검사원이 사용할 관련 생산 도면 및 자료, 비교목록의 전달
- (라) 기관의 공장시운전
- (마) 기관기자재 증서의 발급

2. 형식승인 증서의 절차

- (1) 최초 기관 형식에 대해 기관 라이선서는 **규칙 표 5.1.4** 및 **규칙 표 5.1.5**에 따라 도면 및 자료를 **표 1**의 기관의 기술자료 및 요목표 양식과 함께 준비하고 동의된 절차에 따라 검토 및 승인을 위해 우리 선급에 제출하여야 한다. (2019)
- (2) 제출된 문서의 검토 및 승인에 대한 결과가 기관 라이선서에게 회신되어야 한다.
- (3) 기관 라이선서는 형식시험에 검사원이 입회하도록 하고 우리 선급은 시험 결과가 만족스러운 경우 형식승인 증서를 발행한다.
- (4) 형식승인 증서를 발급 받기 위한 도면 및 자료의 절차는 **그림 1**을 참조한다.
- (5) 우리 선급이 최초 기관 형식을 승인한 후에 기관의 강도, 안전 및 성능 등과 같은 중대한 변경이 발생한 경우 해당 도면 및 자료들은 우리 선급의 검토를 위해 다시 제출되어야 한다.
- (6) 우리 선급은 참고용으로 제출하는 **규칙 표 5.1.5**에 나오는 도면 및 자료에 대해서도 지적사항을 통보할 수 있다.
- (7) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 추가 문서 제출을 요구할 수 있다.

3. 기관기자재 증서의 절차

- (1) 기관은 우리 선급의 형식승인 증서를 가지고 있어야 한다. 최초로 승인되는 기관의 형식에 대해서는 형식시험 및 기관기자재 증서를 위한 공장시운전은 동시에 수행될 수 있다.
- (2) 기관 라이선서는 특정 호선에 설치되는 기관의 설계 또는 성능 요건을 수정할 수 있다. 수정된 도면 및 자료는 **규칙 표 5.1.6**에 따른 기관 제작용 생산 도면 및 자료를 작성하기 위하여 라이선서로부터 라이선서에게 전달되어야 한다.
- (3) 기관 라이선서는 **규칙 표 5.1.4**와 **규칙 표 5.1.5**의 도면 및 자료와 라이선서의 생산 도면 및 자료와의 비교목록을 **표 2**의 양식을 참고하여 작성한다. 라이선서의 생산 도면 및 자료가 상응하는 라이선서의 도면 및 자료와 기술적 내용에 차이가 있을 경우 라이선서는 **표 3**의 양식을 참고하여 차이점에 대한 라이선서의 개조동의서를 받아야 한다.
- (4) 기관 라이선서는 비교목록, 개조동의서 및 개조동의서와 관련된 자체 문서를 도면승인 절차에 따라 검토 및 승인을 위하여 우리 선급에 제출하여야 한다.
- (5) 입회하는 검사원이 비교목록의 실제 도면 및 자료를 요구할 경우 라이선시 또는 그의 외주업체는 해당 도면 및 자료를 제공하여야 한다.

- (6) 기관 라이선스 및 그의 외주업체 시험에 입회한 검사원은 제조된 구성품이 우리 선급의 요구사항에 만족할 경우 구성품에 대한 선급기자재증서를 발행한다.
- (7) 기관 라이선스는 기관을 조립하고 검사원의 입회하에 시험을 실시한다. 검사원은 조립 및 시험이 우리 선급의 요구사항에 만족하는 경우 기관기자재 증서를 발행한다.
- (8) 기관기자재 증서를 발급 받기 위한 절차는 그림 2를 참조한다.
- (9) **규칙 표 5.1.6**의 목록에 추가하여, 기관 라이선스는 검사를 수행하는 검사원에게 관련 상세도면, 생산품질관리 시방서 및 판정기준을 제공하여야 한다. 이 문서는 검사 목적의 추가에 한한다.

그림 1 형식승인 증서를 발급 받기 위한 전형적인 문서의 절차

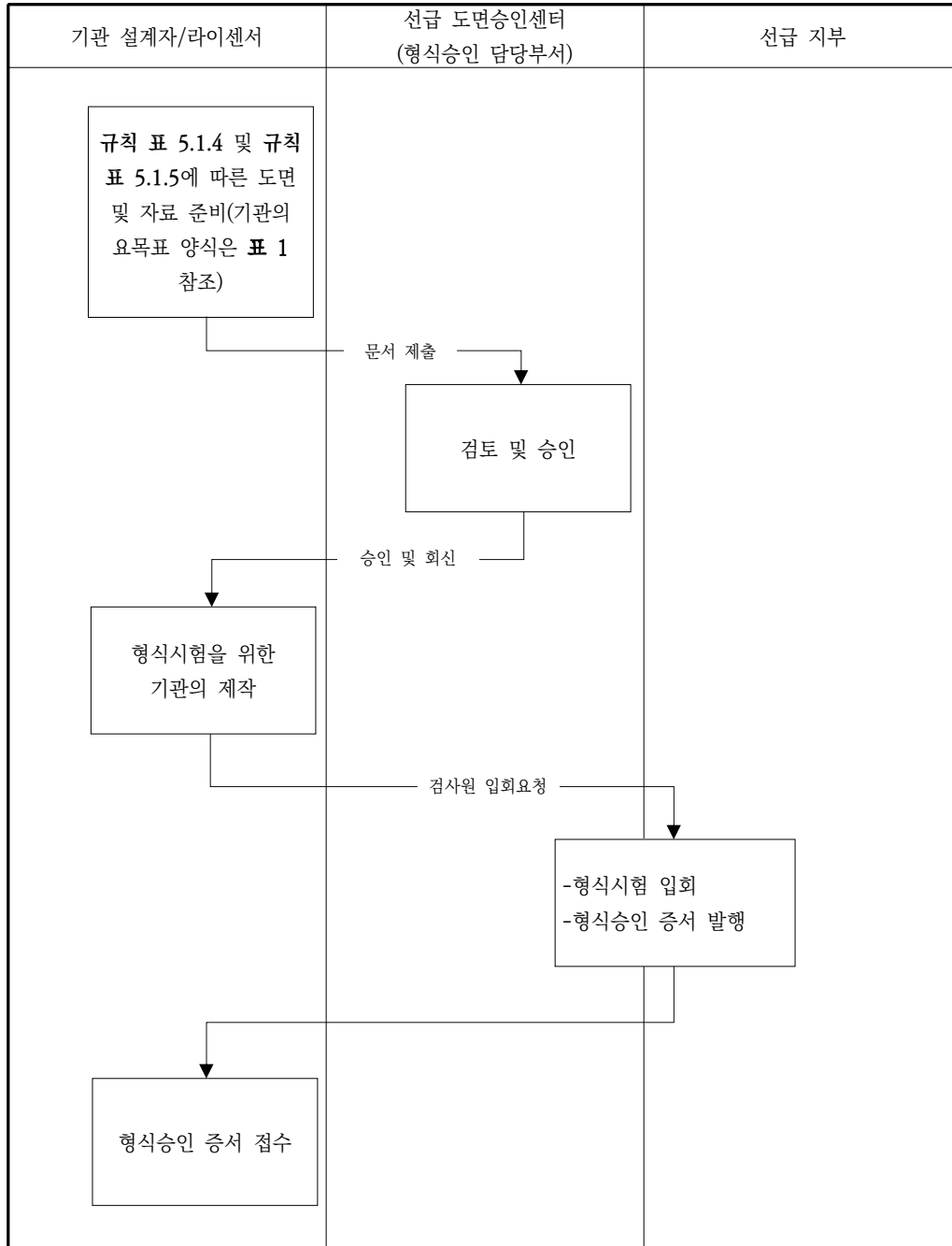


그림 2 기관 증서를 발급 받기 위한 전형적인 문서의 절차

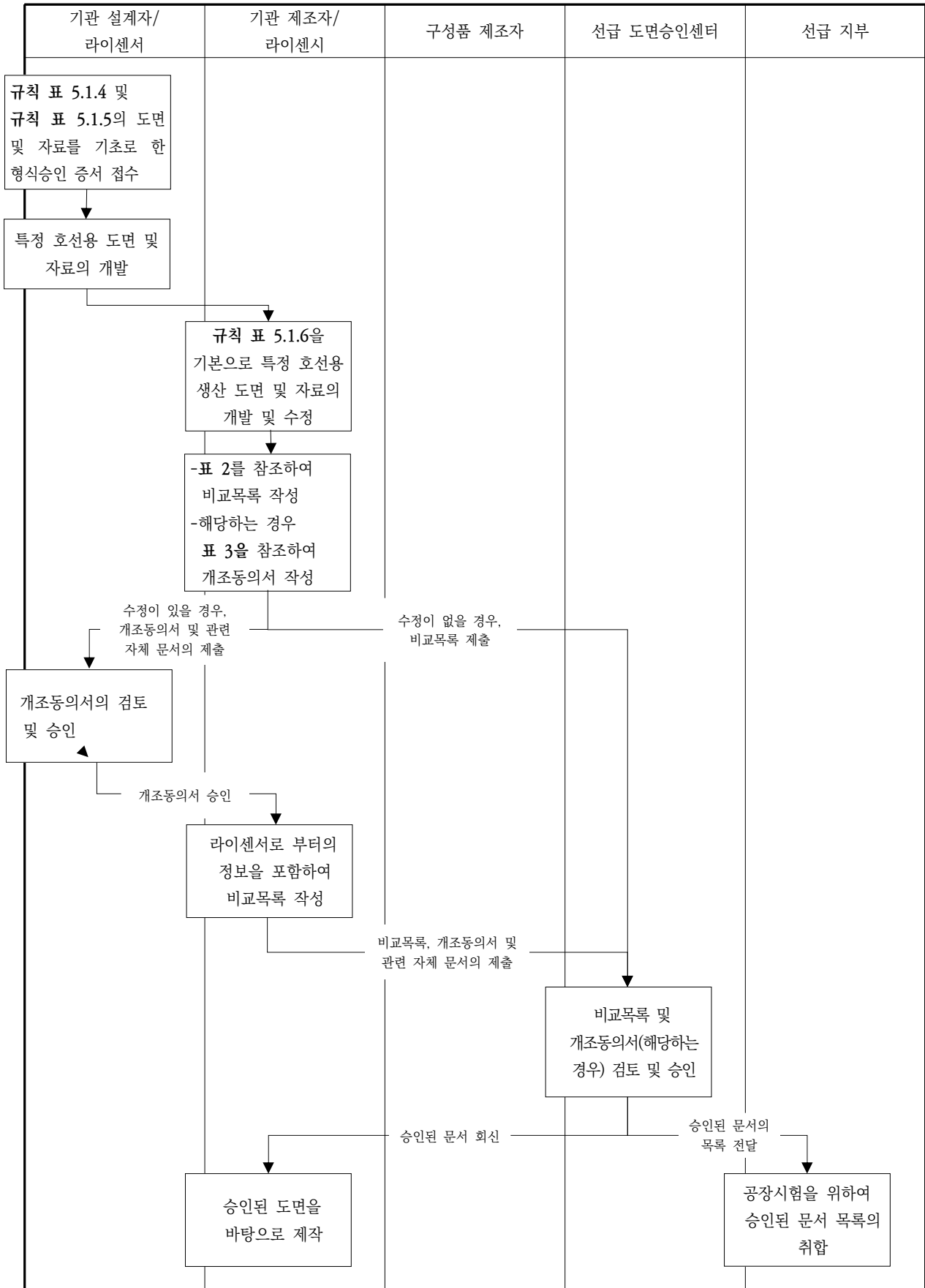


그림 2 기관 증서를 발급 받기 위한 전형적인 문서의 절차(계속)

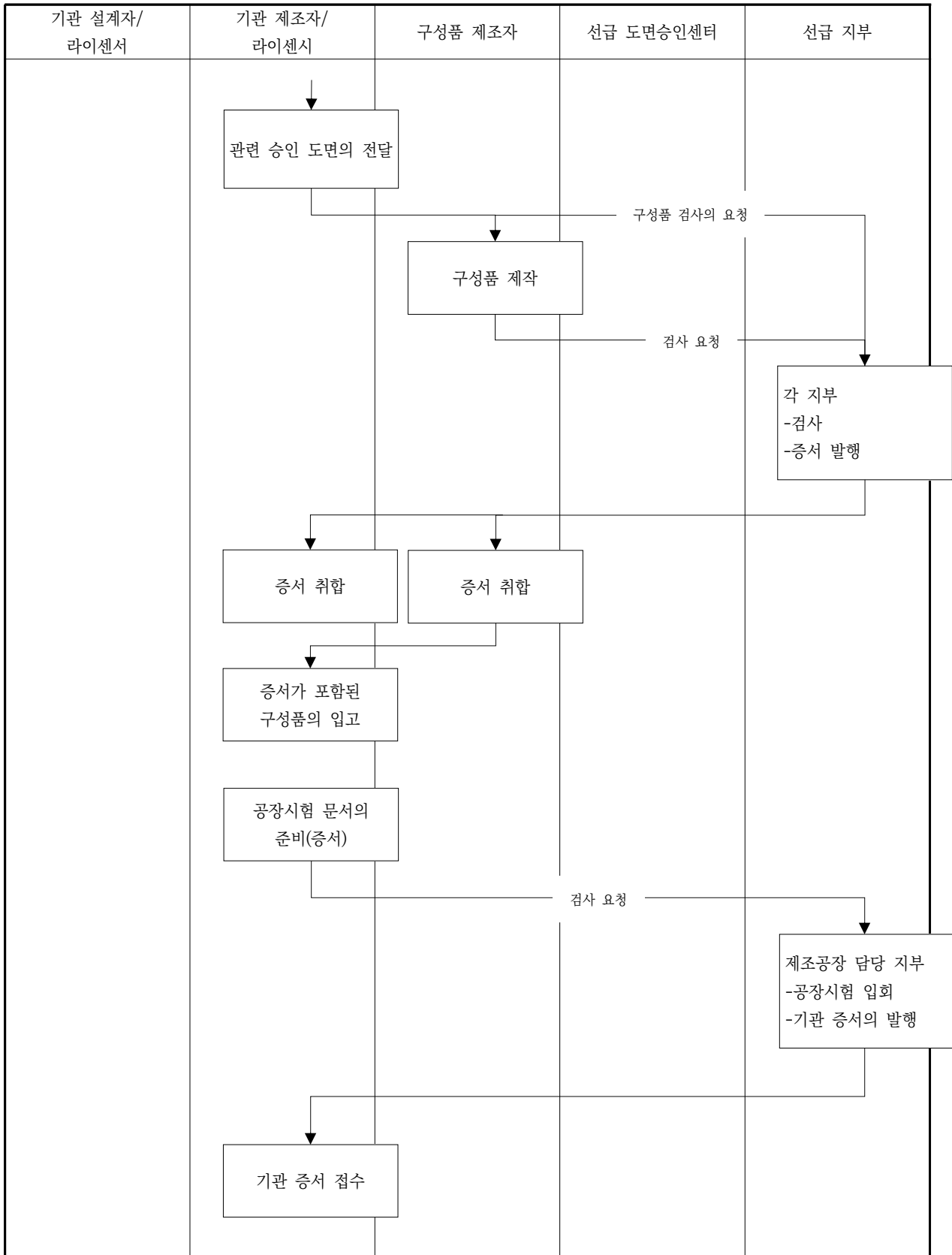


표 1 기관의 기술자료 및 요약표 양식의 예

Class Application number (if applicable):		Engine Manufacturer's Application Identification Number:	
General Data			
Engine Designer: Contact Person: Address:		Engine Manufacturer(s), Licensee(s) and/or Manufacturing Sites' Name Country	
1. Document purpose (select options from either 1a or 1b)			
1a. Type Approval Application			
Service Requested		Required activities [†]	
<input type="checkbox"/> New Type Approval <input type="checkbox"/> Renew Type Approval <input type="checkbox"/> Amend Type Approval <input type="checkbox"/> Design Evaluation <input type="checkbox"/> Update TA Supplement <input type="checkbox"/> Other		<ul style="list-style-type: none"> • DA, TT, CoP • CoP, if design change then amended or new certificate process to be followed • DA & CoP, Further TT if previously approved engine has been substantively modified (as required by UR M71) • DA, TT, applicable where designer does not have production facilities, Type Approval to be granted to specific production facility once associated CoP has been completed • Update to Supplement, only for minor changes not affecting the Type Approval Certificate • e.g. National/Statutory Administration requirements i.e. MSC.81(70), as amended, for emergency engines 	
For TA Cert amendments or Supplement updates, details of what is to be changed:			
For 'Other', Details of the requirements to be considered:			
1b. Addendum for Individual Engine FAT and Certification			
<input type="checkbox"/> Individual engine requiring FAT and Certification, only where the performance data for the engine being certified differs from the details provided on the original Type Approval Application. Only section 3b requires completion. Where changes to other sections are necessary, a new Type Approval Application may be required.			
Reference number of <i>Internal Combustion Engine Approval Application Form</i> previously submitted and reference number of the Type Approval Certificate.		(Copy of original application form to be attached to this document)	
2. Existing documentation			
Previous Class Type Approval Certificate No. or related Design Approval No. (if applicable)			
Formerly issued documentation for engine (E.g. previous type test reports, in-service experience justification reports, etc.)	Issuing Body:	Document Type:	Document No.:
Existing Certification (E.g. Manufacturer's quality certification ISO 9001:2015 etc.)	Issuing Body:	Document Type:	Document No.:
3. Design (mark all that apply)			
3a. Engine Particulars:			
Engine Type Manufactured Since [‡] :		Number of delivered marine engines [‡] :	
Application	<input type="checkbox"/> Direct drive Propulsion (<input type="checkbox"/> Single engine / <input type="checkbox"/> Multi-engine installation)	<input type="checkbox"/> Auxiliary (<input type="checkbox"/> Aux. Services / <input type="checkbox"/> Electric Propulsion)	<input type="checkbox"/> Emergency
Mechanical Design	<input type="checkbox"/> 2-stroke <input type="checkbox"/> Cross-head Cylinder bore(mm)	<input type="checkbox"/> 4-stroke <input type="checkbox"/> Trunk-piston Length of piston stroke (mm)	<input type="checkbox"/> In-line <input type="checkbox"/> Reversible <input type="checkbox"/> Vee (V-angle °) <input type="checkbox"/> Non-reversible <input type="checkbox"/> Other ()
	Supercharging	<input type="checkbox"/> Without supercharging <input type="checkbox"/> With supercharging <input type="checkbox"/> Without charge air cooling <input type="checkbox"/> Constant-pressure charging system	<input type="checkbox"/> With charge air cooling <input type="checkbox"/> Pulsating pressure charging system
Valve operation	<input type="checkbox"/> Cam control <input type="checkbox"/> Electronic control		
Fuel Injection	<input type="checkbox"/> Direct injection <input type="checkbox"/> Indirect injection	<input type="checkbox"/> Cam controlled injection <input type="checkbox"/> Electronically controlled injection	

표 1 기관의 기술자료 및 요목표 양식의 예 (계속)

Fuel Types [§] (Classification according to ISO 8216-1:2017)	<input type="checkbox"/> Marine residual fuel <input type="checkbox"/> Marine distillate fuel <input type="checkbox"/> Marine distillate fuel <input type="checkbox"/> Low flashpoint liquid fuel (specify fuel type) <input type="checkbox"/> Gas (specify gas type) <input type="checkbox"/> Other (specify) <input type="checkbox"/> Dual Fuel (specify combinations of fuels to be used simultaneously)	cSt (Max. kinematic viscosity at 50°C) DMA, DMB, DMC DMX
3b. Performance Data <i>(Related to: Barometric pressure 1,000 mbar; Air temperature 45°C; Relative humidity 60%; Seawater temperature 32°C)</i>		
Model reference No. (if applicable)		
Max. continuous rating kW/cyl		
Rated speed 1/min		
Mean indicated pressure MPa		
Mean effective pressure MPa		
Max. firing pressure MPa		
Charge air pressure MPa		
Compression ratio -		
Mean piston speed m/s		
3c. Crankshaft		
Design	<input type="checkbox"/> Solid <input type="checkbox"/> Semi-built <input type="checkbox"/> Built	
Method of Manufacture	<input type="checkbox"/> Cast <input type="checkbox"/> Forged <input type="checkbox"/> Slab forged <input type="checkbox"/> Approved die forged <input type="checkbox"/> Continuous grain flow process	
State approved forge/works name:		
Is the crankshaft hardened by an approved process which includes the fillet radii of crankpins and journals? <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		
If yes, state process:		
Crankshaft material specification:		
U.T.S. (N/mm ²)		Yield strength (N/mm ²)
Hardness value (Brinell/Vickers)		Elongation (%)
Dimensional Data		
If shrunk on webs, state shrinkage allowance (mm)		Yield strength of crankweb material (N/mm ²)
Centre of gravity of connecting rod from large end centre (mm)		Radius of gyration of connecting rod (mm)
Mass of each crankweb (kg)		Centre of gravity of web from journal axis (mm)
Mass of each counterweight (kg)		Centre of gravity of each counterweight from journal axis (mm)
Axial length of main bearing (mm)		Main bearing working clearance (mm)
Mass of flywheel at driving end (kg)		Mass of flywheel at opposite end (kg)
Nominal alternating torsional stress in crankpin (N/mm ²)		Nominal alternating torsional stress in crank journal (N/mm ²)
Length between centres (Total length)(mm)		
3d. Firing order		
State numbering system of cylinders from left to right as per above diagrams (as applicable)		
Number of cylinders	Clockwise firing order	Counter-clockwise firing order

표 1 기관의 기술자료 및 요목표 양식의 예 (계속)

4. Engine Ancillary Systems					
4a. Turbochargers			<input type="checkbox"/> Fitted		<input type="checkbox"/> Not Fitted
Turbocharger oil supply by:			<input type="checkbox"/> Engine lub. oil system		<input type="checkbox"/> TC internal lub. oil system
No. of cylinders	No. of aux blowers	No. of charge air coolers	No. of TC	TC manufacturer & type	TC type approval certificate No.
				/	
				/	
				/	
				/	
				/	
				/	
4b. Speed governor					
Engine application (Main/Aux/Emergency)		Manufacturer / type		Mode of operation	Type approval cert. No. (if electric / electronic gov.)
		/			
		/			
		/			
4c. Overspeed protection					
Independent overspeed protection available			<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		Mode of operation:
Manufacturer / type, if electronic: /					Type approval certificate No.
4d. Electronic systems					
Engine control and management system					
<i>Note: use Remarks section to identify when a different engine control system will be used for Type Test</i>					
Hardware: Manufacturer & Model: /			Type approval certificate No.		
Software: Name & Version: /			Software conformity certificate No.		
Additional electronic system 1:			System function:		
Manufacturer & type: /			Type approval certificate No.		
Additional electronic system 2:			System function:		
Manufacturer & type: /			Type approval certificate No.		
Additional electronic system 3:			System function:		
Manufacturer & type: /			Type approval certificate No.		
4e. Starting System					
Type:					
4f. Safety devices/functions					
A flame arrester or a bursting disk is installed before each starting valve			<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		
in the starting air system:			in the starting air manifold		<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
Crankcase relief valves available			<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		Manufacturer / type: /
Type approval certificate No.					
No. of cyl.	Total crankcase gross volume incl. attachments (m ³)	Type & size (mm) of relief valve		Relief area per relief valve (mm ²)	No. of relief valves
		/			
		/			
		/			
		/			
Method used for detection of potentially explosive crankcase condition:					
<input type="checkbox"/> Oil mist detector: Manufacturer / type: / Type approval certificate No.					
<input type="checkbox"/> Alternative method:		<input type="checkbox"/> crankcase pressure monitoring		<input type="checkbox"/> bearing temperature monitoring <input type="checkbox"/> other:	
(mark all that apply)		<input type="checkbox"/> oil splash temperature monitoring		<input type="checkbox"/> recirculation arrangements	
Cylinder overpressure warning device available <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No					
Type: Opening pressure (bar):					
4g. Attached ancillary equipment (Mark all that apply)					
Engine driven pumps:					
<input type="checkbox"/> Main lubricating oil pump		<input type="checkbox"/> Sea cooling water pump		<input type="checkbox"/> LT-fresh cooling water pump	
<input type="checkbox"/> HT-fresh cooling water pump		<input type="checkbox"/> Fuel oil booster pump		<input type="checkbox"/> Hydraulic oil pump <input type="checkbox"/> Other ()	
Engine attached motor driven pumps:					
<input type="checkbox"/> Lubricating oil pump		<input type="checkbox"/> Cooling fresh water pump		<input type="checkbox"/> Fuel oil booster pump	
<input type="checkbox"/> Hydraulic oil pump		<input type="checkbox"/> Other ()			

표 1 기관의 기술자료 및 요목표 양식의 예 (계속)

Engine attached cooler or heater:				
<input type="checkbox"/> Lubricating oil cooler	<input type="checkbox"/> Lubricating oil heater	<input type="checkbox"/> Fuel oil valve cooler		
<input type="checkbox"/> Hydraulic oil cooler	<input type="checkbox"/> Cooling fresh water cooler			
Engine attached filter:				
Lubricating oil filter	<input type="checkbox"/> Single	<input type="checkbox"/> Duplex	<input type="checkbox"/> Automatic	
Fuel oil filter	<input type="checkbox"/> Single	<input type="checkbox"/> Duplex	<input type="checkbox"/> Automatic	
5. Inclination limits <i>(engine operation is safeguarded under the following limits)</i>		Athwartships		Fore-and-aft
		Static	Dynamic	Static Dynamic
Main & Auxiliary machinery		<input type="checkbox"/> 15.0°	<input type="checkbox"/> 22.5°	<input type="checkbox"/> 5.0° <input type="checkbox"/> 7.5°
Emergency machinery		<input type="checkbox"/> 22.5°	<input type="checkbox"/> 22.5°	<input type="checkbox"/> 10.0° <input type="checkbox"/> 10.0°
Emergency machinery on ships for the carriage of liquefied gas and liquid chemicals		<input type="checkbox"/> 30.0°	<input type="checkbox"/> 30.0°	
6. Main engine emergency operation				
At failure of one auxiliary blower, engine can be started and operated at partial load			<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No
At failure of one turbocharger, engine operation can be continued			<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No
7. References: <i>Additional Information Attached to Application</i>				
Document Name/Number	Summary of information contained in document			
8. Further Remarks:				

- * All parties that affect the final complete engine (e.g. manufacture, modify, adjust) are to be listed. All sites where such work is carried out may be required to complete CoP assessment.
- † DA = Design Appraisal, TT = Type Test, CoP = Assessment of Conformity of Production. See 'Definitions' at the end of this application form for more information.
- ‡ Only in case of TA Extension.
- § See 'Definitions' at the end of this application form for more information.

Completed By: _____ Signature: _____

Company: _____

Job Title: _____ Stamp: _____

Date: _____

표 1 기관의 기술자료 및 요목표 양식의 예(계속)

Definitions:
<p>Design Appraisal: Evaluation of all relevant plans, calculations and documents related to the design to determine compliance with the IACS and individual Societies' technical requirements. This includes requirements for all associated ancillary equipment and systems essential for the safe operation of the engine i.e. the Complete Engine. The Design Appraisal is recorded on a Supplement to the Type Approval Certificate.</p> <p>Type Testing requires satisfactory completion of testing of the Complete Engine against the requirements of the Classification Societies' applicable engine Type Testing programme (based on minimum requirements of IACS Unified Requirement M71). Type testing is only applicable to the first in series; all engines are to complete factory acceptance and shipboard trials as defined by IACS Unified Requirement M51 and Society requirements.</p> <p>Design Evaluation Certification may be granted upon satisfactory completion of Design Appraisal and Type Testing.</p> <p>Assessment of Conformity of Production means the assessment of quality assurance, manufacturing facilities and processes and testing facilities, to confirm the manufacturer's capability to repeatedly produce the complete engine in accordance with the approved and type tested design.</p> <p>Type Approval Certification will be granted upon satisfactory completion of Design Appraisal, Type Testing and assessment of Conformity of Production of the complete engine. The Type Approval Certificate will incorporate outputs from the Design Appraisal, the Type Test and the Assessment of Conformity of Production.</p> <p>Complete Engine includes the control system and all ancillary systems and equipment referred to in the Rules that are used for safe operation of the engine and for which there are rule requirements, this includes systems allowing the use of different fuel types. The exact list of components/items that will need to be tested in together with the bare engine will depend on the specific design of the engine, its control system and the fuel(s) used but may include, but are not limited to, the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) Turbocharger(s) (b) Crankcase explosion relief devices (c) Oil mist detection and alarm devices (d) Piping (e) Electronic monitoring and control system(s) – software and hardware (f) Fuel management system (where dual fuel arrangements are fitted) (g) Engine driven pumps (h) Engine mounted filters <p>Fuel Types: All fuels that the engine is designed to operate with are to be identified on the application form as this may have impact on the requirements that are applicable for Design Appraisal and the scope of the tests required for Type Testing. Where the engine is to operate in a Dual Fuel mode, the combinations of fuel types are to be detailed. E.g. Natural Gas + DMA, Natural Gas + Marine Residual Fuel, the specific details of each fuel are to be provided as indicated in the relevant rows of the Fuel Types part of section 3a of this form.</p>

표 2 라이선서와 라이선시 간 도면 및 자료의 비교목록 양식의 예

Licensee: _____ Licensee Engine No. : _____ Licenser: _____
 License Engine No. : _____ Engine type: _____

No.	Components or System	Licenser			Licensee		Has Design been modified by Licensee?		If Yes, indicate following information	
		Dwg. No. & Title	Rev. No.	Date of Class Approval or Review	Dwg. No.	Rev. No.	Yes	No	Identification of Alternative approved by Licenser	Date of Class Approval or Review of Licensee Dwg.
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
...										

I attest the above information to be correct and accurate.

Person in Charge (Licensee): _____ Printed Name _____ Signature _____

Date: _____

표 3 라이선시의 수정에 대한 라이선서의 개조동의서 양식의 예

Engine Licensee Proposed Alternative to Licensor's Design			
Licensee information			
Licensee:		Ref No.:	
Description:		Info No.:	
Engine type:		Main Section:	
Engine No.:		Plant Id.:	
Design Spec: <input type="checkbox"/> General <input type="checkbox"/> Specific Nos:			
Licensor design:	<i>State relevant part or drawing, numbers. Insert drawing clips or pictures. Add any relevant information</i>		Licensee Proposed Alternative
		For example: <ul style="list-style-type: none"> • Differences in geometry • Differences in the functionality • Material • Hardness • Surface condition • Alternative standard • Licensee production information introduced on the drawing • Weldings or castings • etc. 	
Reason: <input type="checkbox"/> Licensee's production <input type="checkbox"/> Sub-supplier's production <input type="checkbox"/> Cost down <input type="checkbox"/> Tools	Interchangeability w. licensor design <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	Non-conformity Report Research, Assessment, Evaluation <input type="checkbox"/> NCR <input type="checkbox"/> RAE	Certified by licensee: Initials: Date:
Licensor comments			
LoAE: <input type="checkbox"/> Accepted as alternative execution (<i>Licensor undertakes responsibility</i>) <input type="checkbox"/> No objection <input type="checkbox"/> Not acceptable (<i>Licensee undertakes responsibility</i>)	NCR: <input type="checkbox"/> Approved <input type="checkbox"/> Conditionally approved <input type="checkbox"/> Rejected		Certified by licensor: Initials: Date:
Licensor ref.:			Date:
Licensee ref.:			Date:

부록 5-12 축계정렬 (2017)

1. 적용

- (1) 축계정렬계산서(해당되는 경우 선미관 보링 상세 포함) 및 축계정렬절차서가 다음 중 어느 하나에 해당하는 경우에 검토용으로 제출되어야 한다. (2023)
 - (가) 최후부 베어링(선미축 선미관 베어링 또는 스트럿 베어링)에서의 프로펠러축의 실제 지름이 400 mm 이상인 추진축계
 - (나) 기어휠이 2개 이상의 전진 피니언으로 구동되는 감속기어를 갖는 추진축계
 - (다) 선수축 선미관 베어링이 없는 경우

2. 축계정렬계산서

축계정렬계산서에는 축계를 따라 발생하는 베어링 반력, 전단력 및 굽힘모멘트가 포함되어야 하며 최대 허용 정렬 공차를 고려하여 작성하여야 한다.

- (1) 선체 변형이 해석에 포함되는 경우, 해석에 고려되어야 하는 선박상태는 다음을 포함하여야 한다.
 - (가) 정적 냉간상태에서의 도크 또는 진수 후 흡수
 - (나) 정적 온간상태에서의 평형수흡수
 - (다) 정적 온간상태에서의 만재흡수
- (2) 선체 변형이 해석에 포함되지 않은 경우, 축계정렬의 검증은 5항 (5)호 (라)에 따라야 한다. 화물 및 평형수 하중의 변화가 흡수에 중대한 영향을 미치지 않는 선박은 특별히 고려될 수 있다. 어떠한 경우에도 계산된 베어링 반력은 제조사의 최대 허용치의 80%를 넘지 않아야 한다.
- (3) 축계정렬계산서는 다음을 포함하여야 한다. (2019)
 - (가) 모든 운전상태에서의 베어링 하중은 베어링 제조사가 제시하는 허용치에 적합하여야 한다. 이 요건에 추가하여 최후부 베어링(선미축 선미관 베어링 또는 스트럿 베어링)은 **규칙 3장 206. 1항**의 요건에도 적합하여야 한다.
 - (나) 축을 지지하는 베어링 반력은 항상 양의 값을 가지도록 한다. 다만 5항 (5)호 (마)에 따라 추가적인 해석(휘둘림 해석 등)이나 계측이 수행되고 선박의 운항에 악영향이 없다고 인정될 경우 베어링 반력이 영의 값(무부하)을 가지는 것은 허용될 수 있다.
 - (다) 추진장치의 전단력 및 굽힘모멘트는 제조사에 의해 명시된 허용치 내에 있어야 한다.
 - (라) 크랭크축 플랜지에서 전단력 및 굽힘모멘트는 기관제조사의 허용치에 따라야 한다.
 - (마) 축과 최후부 베어링(선미축 선미관 베어링 또는 스트럿 베어링) 사이의 상대경사 설계치는 양의 값(베어링 전단의 높이는 베어링 후단의 높이 이상이어야 한다.)을 가져야 하며 0.3×10^{-3} rad를 초과하지 않도록 하여야 한다.
 - (바) 축계정렬계산서에서는 이후 계측할 선박상태에 맞추어 아래 사항을 확인하여야 한다.
 - (a) 겹색 값, 임시지지대의 위치, 잭다운 위치 및 하중
 - (b) 잭업 위치, 잭업 보정계수

3. 선미관 베어링의 슬로프 보링 (2019)

- (1) 슬로프 보링 각도의 계산(단일 또는 이중 슬로프)은 프로펠러를 수중에 완전히 잠그고 기관의 온간상태에서 선박이 물에 뜬 정적 상태를 기반으로 수행하여야 한다.
- (2) 축과 최후부 베어링 간 상대경사 계산 값이 0.3×10^{-3} rad를 초과하는 경우, 슬로프 보링 또는 베어링을 경사지게 설치하는 방법으로 상대경사를 줄여야 한다.
- (3) 축계정렬에 민감한 설치(예를 들면, 탱크선, 벌크선, 쌍축선 및 선수 선미관 베어링이 없는 축계)의 경우 선미축 선미관 베어링에 이중 슬로프 적용을 권고한다. (2021)

4. 축계정렬절차서 (2019)

축계정렬계산서를 기본으로 하는 축계정렬절차서가 검토용으로 제출되어야 한다. 축계정렬 절차서에는 최소한 다음의 사항이 포함되어야 한다.

- (1) 보어 사이팅 : 보어 사이팅 절차는 (가), (나) 두 단계로 실시되어야 하며 (다), (라)를 만족하여야 한다. 베어링 슬로프의 검증에서 정확도를 확보하기 위하여 충분한 수의 표적이 사용되어야 한다. 표적의 배치는 참고용으로 절차서에 포함되어야 한다.
 - (가) 선미관 베어링 압입 이전의 보어 사이팅(수지축을 사용하여 설치되는 선미관 베어링에는 미적용)이 선미관 보어

에 대하여 다음을 확인하기 위해서 실시되어야 한다. 가능한 한 모든 수정은 선미관 보어를 수정하는 것보다 선미관 부시의 바깥지름을 기계가공하는 것을 권고한다.

- (a) 선미관 안지름 : 선미축 및 선수축 선미관 부시의 바깥지름 기계가공을 위한 지름 및 공차
- (b) 선미관 보어의 수직 및 수평 정렬오차 : 선미관 부시의 바깥지름 기계가공을 위한 각도 수정치
- (나) 선미관 베어링 설치 이후, 다음을 확인하기 위하여 보어 사이팅을 실시하여야 한다. 선수축 선미관 베어링이 없는 경우 중간축 베어링을 기준으로 한다.
 - (a) 선미축 선미관 부시 슬로프 : 선수축 선미관 부시를 기준으로 계측되어야 한다.
 - (b) 선미축 및 선수축 선미관 베어링 사이의 수평 정렬오차
- (다) 모든 베어링의 수평 정렬오차는 최소화되어야 하며 인접한 베어링 틈새를 초과하여서는 아니 된다.
- (라) 슬로프 보링 각도는 두 선미관을 연결하는 일직선과 비교 검증되어야 한다. 인정 가능한 공차는 다음의 제약조건에서 $\pm 0.1 \times 10^{-3}$ rad 이내이다.
 - (a) 계측된 슬로프 보링 각도는 0.3×10^{-3} rad를 초과하는 상대경사를 초래하여서는 아니 된다.
 - (b) 선수축 선미관 베어링이 없는 축계 설치의 경우 중간축 베어링은 고정시켜야 하고 보어 사이팅이 완료된 이후 오프셋이 변경되지 않아야 한다.
- (2) 선미관 베어링 압입 압력: 선미관 베어링 압입 압력이 계획한 압력에 적정한지 확인하여야 한다.
- (3) 깎색 : 깎색 절차가 각각의 해석(예를 들면, 도크 또는 경하할수상태)에 따라 검증되어야 한다. 인정 가능한 공차는 ± 0.1 mm 이내이다.
- (4) 베어링 하중 계측 : 계측할 베어링의 식별, 잭업 위치, 기록되어야 할 데이터, 계측절차는 제출용으로 작성되어야 한다.
- (5) 선미관 베어링 길들이기(run-in) 절차 : 축계정렬에 민감한 설치(예를 들면, 탱커선, 벌크선, 쌍축선 및 선수 선미관 베어링이 없는 축계)의 경우 선미관 베어링이 고속운전 및 과도한 타각에 노출되기 이전에 길들이기 절차를 시행하는 것을 권고한다. (2021)

5. 시험 및 검사

모든 선박의 축계정렬은 검사원의 입회하에 수행되어야 한다. 축계정렬은 상부 구조가 탑재되고 주요 용접작업이 완료된 후, 선박이 물에 뜬 상태에서 확인되어야 하며 입회한 검사원에 의해 만족되어야 한다.

또한 1항의 축계정렬계산서 및 절차서의 제출 대상이 되는 선박의 경우 다음 각 호에 따라야 한다.

- (1) 축계정렬절차서에 따라 축계정렬 검증을 수행하여야 한다. 축계정렬계산 자료는 검사원의 입회하에 다음의 사항에 대하여 검증되고 기록되어야 한다. (2019)
 - (가) 축 설치 전 선미관 사이팅 및 슬로프 보링(해당되는 경우)
 - (나) 4항 (2)호에 따른 선미관 베어링의 압입 압력
 - (다) 깎색
 - (라) 베어링 반력
 - (2) 4항 (5)호에 따라 검사원의 입회하에 선미관 베어링 길들이기 절차를 시행하는 것이 권고된다.
 - (3) 축 삽입 이전의 선미관 사이팅 및 슬로프 보링(해당하는 경우)
 - (가) 최대허용 슬로프 보링 각편차는 음의 슬로프를 초래하여서는 아니 되며 상대경사는 0.3×10^{-3} rad를 초과하여서는 아니 된다.
 - (나) 선수축 선미관 베어링이 없는 축계 설치의 경우 중간축 베어링은 고정시켜야 하고 보어 사이팅이 완료된 이후 오프셋이 변경되지 않아야 한다.
 - (다) 선박 건조의 블록 단계에서 사이팅 및 베어링 위치 선정이 시행되는 경우 다음 절차의 검증이 요구된다.
 - (a) 슬로프 보링 각도(해당하는 경우)
 - (b) 베어링 수직 오프셋 위치
 - (c) 주기관 수직 오프셋 위치
 - (d) 깎색 절차
 - (라) 선미관 베어링의 정렬오차를 확인하는 감시시스템이 설치된 경우 (가), (나), (다) 요건의 면제가 고려될 수 있다.
 - (4) 깎색 검증
 - (가) 우리 선급이 별도로 동의하지 않는 한 도크 또는 진수 상태 이후에 깎색이 계측되어야 한다.
 - (나) 임시 지지대가 지지하는 상태에서, 대응하는 계산 값의 ± 0.1 mm 이내의 허용공차에 들어갈 때까지 깎색은 모든 플랜지에서 검증되어야 한다.
 - (5) 베어링 하중 검증 (2023)

- (가) 우리 선급이 별도로 동의하지 않는 한 도크 또는 경하상태에서 베어링 하중 계측이 수행되어야 한다.
- (나) 유압잭 및 스트레인게이지법과 같은 방법으로 베어링 반력이 다음의 접근 가능한 축 베어링에서 기록되고 검증되어야 한다.
 - (a) 선수축 선미관 베어링
 - (b) 중간축 베어링
 - (c) 최소 3개 이상의 선미축 주기관 베어링(직접 연결된 추진축계에 한함)
 - (d) 주 기어축 베어링
- (다) 특별히 승인된 경우를 제외하고 베어링 하중의 계측 값은 계산 값의 $\pm 20\%$ 이내이어야 한다.
- (라) 계측된 값이 $\pm 20\%$ 범위를 넘어서는 경우 축계정렬계산서는 규정에 적합하도록 개정하고 다시 제출하여야 한다.
- (마) 특정 운항상태에서의 계측에서 베어링 중 하나가 무부하 상태를 나타낼 경우, 베어링의 무부하가 선박 운항에 부정적인 영향이 없는지 확인하기 위하여 추가적인 계측 및 해석(휘둘림 해석 등)이 요구된다.
- (바) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 추가적인 베어링 하중 계측이 요구된다.

부록 5-12-1 강화된 축계정렬 (2021)

1. 적용

- (1) 이 부록은 부록 5-12 축계정렬 요건에 추가하여 축계정렬에 대한 강화된 설계, 절차 및 검증 요건을 다룬다. 축계정렬에 민감한 설치(예를 들면, 탱커선, 벌크선, 쌍축선, 선수 선미관 베어링이 없는 축계 등)를 주요 대상으로 하나 요청이 있는 경우 확대 적용할 수 있다.
- (2) 이 부록의 요건은 선택사항이며, 이 부록의 요건을 만족하는 선박은 추가특기사항으로서 2항에 명시된 부호를 부여 받을 수 있다.

2. 선급부호

이 부록의 요건에 만족하는 선박은 추가특기사항으로서 다음의 선급부호를 부여할 수 있다.

- (1) 강화된 축계정렬 설계에 대한 3항의 요건을 만족하는 경우, ESA1 부호를 부여할 수 있다.
- (2) 강화된 축계정렬 설계, 절차 및 검증에 대한 3항 및 4항의 요건을 만족하는 경우, ESA2 부호를 부여할 수 있다.

3. ESA1 부호를 갖는 선박의 요건

ESA1 부호를 갖는 선박으로 등록하고자하는 경우, 강화된 축계정렬 설계에 대한 다음의 요건을 만족하여야 한다.

(1) 제출도면 및 자료

- (가) 축지름, 축재료, 베어링 길이, 베어링 재료, 베어링 축방향 위치, 베어링 틈새 및 추진장치 사양과 같은 축계에 대한 설명
- (나) 선미관 윤활유 사양(제조사, 형식 및 점성)
- (다) 프로펠러 캡 및 에너지 절감 장치를 포함하는 프로펠러 치수 자료, 무게 및 부력 효과
- (라) 선박 선회 상태를 포함하여 기관 운전 상태에서 프로펠러의 동유체 하중
- (마) 기어가 설치된 경우 기어에 작용하는 힘과 모멘트
- (바) 크랭크축에 작용하는 외력
- (사) 베어링 지지점의 축방향 위치
- (아) 축계 모든 베어링에 대한 베어링 강성 값
- (자) 기준선의 정의
- (차) 기준선으로부터의 베어링 오프셋
- (카) 냉간 정적 및 온간 정적 기관 상태 사이의 베어링 열 변형량
- (타) 선박의 운항 흡수 범위에서 예상되는 선체변형의 영향
- (파) 고려하는 모든 선박 상태에서 계산된 베어링 하중
- (하) 고려하는 모든 선박 상태에서 계산된 축계 변형량
- (거) 정적 및 동적 상태에서 축계를 따라 발생하는 전단력 및 굽힘모멘트 곡선
- (너) 고려하는 모든 선박 상태에서 축과 최후부 베어링(선미축 선미관 베어링 또는 최후부 스트럿 베어링) 사이의 상대경사 또는 (5)호에 따른 대체 모델링 기법
- (더) 횡진동(whirling) 계산서

(2) 프로펠러의 동유체 하중

(가) 다음 선박 상태에서의 횡방향 및 수직방향 프로펠러 동유체 하중이 축계정렬 계산에 사용되어야 한다.

- (a) 평형수흡수에서 연속최대회전수로 직진
- (b) 만재흡수에서 연속최대회전수로 직진
- (c) 평형수흡수에서 연속최대회전수와 최대 타각으로 우선회 및 좌선회
- (d) 만재흡수에서 연속최대회전수와 최대 타각으로 우선회 및 좌선회

여기서 선회 상태는 선박의 평형수흡수 및 만재흡수에서 연속최대회전수 직진으로 시작하여 안정상태의 최대 타각으로 우선회 또는 좌선회를 실시하는 상태로 정의한다.

(나) 프로펠러 동유체 하중은 양력면법(lifting surface method), 경계패널법(boundary panel method), 전산유체 역학(CFD) 등의 계산 또는 적절한 절차에 따라 정당화된 경험적/데이터베이스 기반 공식으로 추정할 수 있다.

(다) (나)에 따른 프로펠러 동유체 하중을 이용할 수 없는 경우 표 1에 주어진 프로펠러 동유체 하중 경험식을 동적 상태 계산에 사용하여야 한다.

표 1 프로펠러 동유체 하중 경험식

	직진 상태	선회 상태
일축선	- 5% of Q + 30% of Q	- 30% of Q
쌍축선	+/- 20% of Q	- 40% of Q
(비고) Q : 연속최대회전수에서의 토크 + : 횡축에 대한 상향 모멘트(선미측 끝단을 들어올리는 방향으로 회전 시키는 모멘트를 의미) - : 횡축에 대한 하향 모멘트(선미측 끝단을 내리는 방향으로 회전 시키는 모멘트를 의미)		

(3) 선체변형

(가) 다음 선박 상태에서의 선체변형이 축계정렬 계산에 사용되어야 한다. 또한 선미 피크탱크가 빈 상태 및 가득 찬 상태(또는 선박 적하지침서 상 최대 수위 상태)에 대한 선체변형이 평가되어야 한다.

- (a) 도크 또는 진수 후 흘수(경하상태 또는 최소한의 평형수를 가진 경하상태에 근접한 상태)
- (b) 평형수흘수
- (c) 만재흘수

(나) 선체변형은 유한요소계산 또는 유사한 선박으로부터의 측정(동일한 형식, 유사한 선박 크기, 기관실 구역의 유사한 이중선체 높이, 유사한 선미관 및 선미 배치) 또는 기타 인정되는 계산 방법으로 추정할 수 있다.

(4) 축계정렬의 계산

(가) 선박의 다양한 운항 상태에 만족하는 축계정렬을 결정하기 위하여 다음 상태에서의 축계정렬 계산이 수행되어야 한다.

- (a) 정적 냉간상태에서 도크 또는 진수 후 흘수(경하상태 또는 최소한의 평형수를 가진 경하상태에 근접한 상태), 프로펠러가 부분적으로 잠긴 상태
- (b) 정적 온간상태에서 평형수흘수, 프로펠러가 완전히 잠긴 상태
- (c) 온간상태에서 평형수흘수, 프로펠러가 완전히 잠긴 상태에서 (2)호에 따른 프로펠러 동유체 하중이 적용된 동적 상태
- (d) 정적 온간상태에서 만재흘수, 프로펠러가 완전히 잠긴 상태
- (e) 온간상태에서 만재흘수, 프로펠러가 완전히 잠긴 상태에서 (2)호에 따른 프로펠러 동유체 하중이 적용된 동적 상태

(5) 축과 최후부 베어링(선미측 선미관 베어링 또는 최후부 스트럿 베어링) 사이의 접촉

축과 최후부 베어링 사이 상대경사는 축계정렬 계산이 수행된 모든 선박의 운항 상태 하에서 0.3×10^{-3} rad를 초과하지 않아야 한다. 베어링 유막과 회전축 사이의 유체 구조 연동해석을 통한 3차원 유한요소 모델링과 같은 대체 모델링 기법이 사용되는 경우 제출된 계산서에 관련된 가정 및 기준이 자세히 설명되어야 한다. 베어링 유막과 회전축 사이의 유체 구조 연동해석을 통한 3차원 유한요소 모델링을 사용하는 경우 상대경사 기준을 유막두께 기준으로 대체할 수 있다. 이때 유막두께는 축계정렬 계산이 수행된 모든 선박의 운항 상태 하에서 $30 \mu\text{m}$ 미만이 되지 않도록 하거나 우리 선급이 인정하는 기타 기준이 사례 별로 고려될 수 있다.

(6) 횡진동 계산

(가) 횡진동 주파수가 회전수 영역 전체에서 만족스러운지 확인하기 위하여 횡진동 계산서를 제출하여야 한다. 계산은 베어링 및 유막의 강성, 자이로스코프 효과를 고려하여야 하며 회전수 범위 내에서의 모든 임계 회전수를 일으키는 가진 주파수를 조사하여야 한다.

(나) 횡진동 임계 회전수가 연속최대회전수의 $\pm 20\%$ 의 범위 내에 있지 않아야 한다.

(7) STCM 부기부호

지침 1편 2장 701.의 2항에 따라 승인된 상태감시계획이 적용되는 기름유회방식의 선미관축을 갖추고 STCM 부기부호를 득하여야 한다.

4. ESA2 부호를 갖는 선박의 요건

ESA2 부호를 갖는 선박으로 등록하고자하는 경우, 3항의 ESA1 요건에 추가하여 강화된 축계정렬 절차 및 검증에

대한 다음의 요건을 만족하여야 한다.

(1) 제출 자료

- (가) 파이널 사이팅 및 아래 사항을 포함하는 축계정렬 절차서
 - (a) 베어링 위치(임시지지대 포함), 기준선으로부터의 베어링 오프셋, 베어링 하중
 - (b) 베어링 오프셋 허용공차
 - (c) 잭업 위치 및 보정계수
 - (d) 베어링 하중 및 허용치
 - (e) 베어링 반력계수

- (나) 베어링 길들이기(run-in) 절차
- (다) 해상시운전 중 축계정렬 검증 절차

(2) 파이널 사이팅

- (가) 선박의 선미부 구조가 탑재되고 기관, 보일러, 발전기 등의 중량 장비들이 거치되고 선미부 주요 용접작업이 완료된 후 검사원의 입회하에 파이널 사이팅이 실시되어야 한다.
- (나) 파이널 사이팅은 최후부 베어링(선미측 선미관 베어링 또는 최후부 스트럿 베어링)에서 기관 또는 기어박스(해당하는 경우)의 출력 플랜지까지 사이팅을 확장하는 것이며 선미관 베어링과 관련하여 기관 및 중간축 베어링의 상대적인 위치를 조정하는데 사용된다.
- (다) 베어링 오프셋 검증에서 만족스러운 정확도를 확보하기 위하여 파이널 사이팅 동안 충분한 수의 표적이 사용되어야 한다.
- (라) 파이널 사이팅 절차는 인정되는 수단(예를 들면 피아노 와이어, 광학 또는 레이저 사이팅)으로 수행될 수 있다.
- (마) 기준선에 관련하여 베어링 및 기관/기어박스 오프셋 (수직 및 수평)은 $\pm 0.1 \text{ mm}$ 의 이내의 공차로 계산된 값에 상응해야 한다.
- (바) 파이널 사이팅이 수행된 경우 검색법에 의한 축계정렬은 필요하지 않다.

(3) 베어링 길들이기 절차

- (가) 베어링 길들이기가 검사원의 입회하에 수행되어야 한다. 베어링 길들이기 절차는 조선소와 검사원 사이에 동의되어야 하며 가급적이면 프로펠러가 완전히 잠긴 상태에서 수행되어야 한다. 얇은 수심으로 인하여 이것이 불가능한 경우 새 베어링이 높은 응력과 온도에 노출되지 않도록 가능한 낮은 회전수 및 타각이 사용되어야 한다.
- (나) 베어링 길들이기 절차는 본격적인 해상시운전을 시작하기에 앞서 가능한 한 빨리 수행되어야 한다. 절차는 선미관 베어링을 증가된 하중에 점진적으로 노출시키고 베어링 바닥면과의 적절한 접촉을 생성하기 위하여 선미관 축을 선미관 베어링에 제어된 방식으로 안착시키는 것을 돕는다. 또한 지속적인 손상 없이 다양한 서비스 하중을 견딜 수 있도록 선미관 베어링을 준비시킨다.
- (나) 베어링 길들이기 동안 선미측 선미관 베어링 온도는 면밀히 감시되어야 한다. 베어링 온도가 $5^\circ\text{C}/\text{min}$ 와 같이 사전에 합의된 비율보다 빠르게 상승하거나 예상 온도 기준값을 초과하는 경우 베어링 온도가 허용 가능한 수준으로 낮아지고 안정화될 때 까지 타각을 즉시 0° 로 설정하고 기관 회전수를 즉시 최소로 줄이거나 기관을 정지하여야 한다. 고온 경보 설정값을 초과하는 베어링 온도 및 높은 온도 상승률은 우리 선급에 보고하여야 한다. 사전에 합의된 허용한계, 설계기준 또는 경보 설정값을 초과할 경우, 조선소는 선급의 동의하에 베어링 길들이기 절차를 반복할 수 있다. 베어링 길들이기 절차의 반복이 어려운 경우 추가적인 조사가 시행되어야 한다.
- (다) 베어링 길들이기 절차가 검사원의 입회하에 만족스럽게 완료된 경우 추진장치와 축계에 관련된 해상시운전이 시작될 수 있다.

(4) 해상시운전 중 축계정렬 검증

- (가) 축계정렬 계산서 상의 사양에 따른 선미관 윤활유를 사용하여 축계정렬 검증을 위한 해상시운전이 검사원의 입회하에 수행되어야 한다. 검증 동안 선미측 선미관 베어링의 온도가 기록되어야 한다.
- (나) 평형수출수 상태, 0° 타각 직진 상태 및 전속 전진 상태에서 선박이 안정화된 후 다음의 절차가 해상시운전 프로그램에 포함되어야 한다.
 - (a) 전속 전진으로 0° 타각에서 신속하게 최대 타각으로 좌현으로 360° 선회를 수행한다. 선회가 완료되면 0° 타각으로 직진한다.
 - (b) 전속 전진 상태에서 0° 타각으로 5분간 유지한다.
 - (c) 전속 전진으로 0° 타각에서 신속하게 최대 타각으로 우현으로 360° 선회를 수행한다. 선회가 완료되면 0° 타각으로 직진한다.
 - (d) 전속 전진 상태에서 0° 타각으로 5분간 유지한다.

- (다) 기록된 베어링 온도가 5℃/min와 같이 사전에 합의된 비율을 초과하지 않거나 고온 경보 설정값을 초과하지 않는 경우 축계정렬에 대한 해상시운전 베어링 성능은 만족스러운 것으로 간주된다. 사전에 합의된 허용한계, 설계기준 또는 경보 설정값을 초과하는 경우 조선소와 검사원의 합의하에 (나)의 시험을 다시 할 수 있으며 만족스러운 결과가 두 번 입증되면 시험에 합격한 것으로 간주된다. 최대 베어링 온도 상승률 및 최대 베어링 온도뿐만 아니라 베어링 고온 경보 설정점 등의 시험 결과는 해상시운전 보고서에 포함되어야 한다. 베어링이 손상된 것으로 간주되는 경우 발생 가능한 손상 원인을 밝히기 위하여 근본 원인 분석을 해야 한다.
- (라) 다양한 선박 상태에서의 베어링 하중을 검증하기 위하여 해상시운전 동안 검사원의 입회하에 다음 상태에서의 베어링 하중이 추가적으로 측정되어야 한다.
- (a) 정적 온간상태에서의 평형수흡수, 선미 피크탱크가 가득 찬 상태 또는 선박 적하지침서 상 최대 수위 상태; 측정된 베어링 하중은 베어링 제조자가 제시하는 허용치를 초과하지 않아야 한다.
 - (b) 정적 온간상태에서의 만재흡수; 측정된 베어링 하중은 베어링 제조자가 제시하는 허용치를 초과하지 않아야 한다. 다만, 해상시운전 시 만재흡수 상태의 확보가 어려운 경우 정적 온간 평형수흡수 상태에서 측정을 실시하고 측정된 베어링 하중은 베어링 제조자가 제시하는 허용치의 80%를 초과하지 않아야 한다.

부록 5-13 연료유처리시스템 (Fuel oil Treatment System) (2019)

1. 일반사항

(1) 적용

- (가) 이 부록의 목적은 연료유를 사용하는 기기의 신뢰성을 향상시켜 선박 운항의 안전성을 향상시키기 위함이다.
- (나) 이 부록은 연료유 수급 연결부에서 연료유 기기와의 연결에 이르기까지의 전체 연료유처리시스템을 포함한다.
- (다) 여기에서 규정하지 아니한 사항에 대하여는 **규칙 5편** 및 **8편**의 관련 규정에 따른다.
- (라) 본 규정에 따라 설계, 제조 및 시험되는 연료유처리시스템이 설치된 선박에는 추가 특기사항으로서 **FTS(Fuel oil Treatment System)** 부호를 부여할 수 있다.

(2) 용어의 정의

용어의 정의는 여기에 별도로 정하는 경우를 제외하고는 규칙에 따른다.

- (가) **연료유처리시스템**이란 물, 촉매제(cat fines), 물과 결합된 회분(예:나트륨) 및 입자상 물질의 제거에 의한 연료유의 세정과 효율적인 연소를 위한 연료유 관리를 말한다. “연료유처리시스템”에서 첨가제의 사용은 포함하지 않는다.
- (나) **연료유란** 선박용 디젤 기관 및 기타 기기에 사용되는 석유 연료를 말한다.
- (다) **기름 연료 기기**란 주기관, 보조 기관, 보일러 및 가스 터빈을 포함하여 연료유를 연소하는 모든 기계를 의미한다.
- (라) **서비스탱크**란 사용할 준비가 되어 있는 품질의 연료, 즉 장비 제조업체가 권장하는 사양을 충족시키는 연료만을 함유하는 연료유 탱크를 말한다.

(3) 제출도면 및 자료

- (가) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 아래에 규정된 것 이외의 상세도면 또는 자료의 제출을 요구할 수 있다.
 - (a) 연료유 저장/공급 시스템 계통도
 - (b) 연료유 청정 시스템 계통도
 - (c) 아래의 **2항** 시스템 요구사항을 포함하여 연료유처리시스템에 적합한 연료유 처리 등에 대한 본선 운용 계획서
- (나) 병커링 또는 연료유 전환시 오래된 연료유 및 새로운 연료유 또는 호환되지 않는 연료유의 혼합을 최소화하기 위한 조치 및 절차에 대한 연료유 사용 지침서가 본선에 제공되어야 한다.

2. 시스템 목적

(1) 일반사항

- (가) 연료유처리시스템의 용량 및 배치는 추진설비의 MCR 및 발전설비의 정상 운전상태에 대해 처리된 연료유의 유효성을 입증하기에 적합해야 한다.
- (나) 연료유처리시스템의 용량 및 배치는 연료유기기 제조자의 요건 및 선박에 수급되는 연료유의 형식에 기반해서 결정되어야 한다.
- (다) 연료유 저장탱크는 기존의 연료유와 새로이 수급 받을 연료유가 혼합되는 것에 제한을 두도록 배치되어야 하며, 연료유의 혼합이 필요한 경우 적합성 시험이 연료유 수급전에 수행되어야 한다.
- (라) 엔진에 도달하는 물의 최대값은 0.3% v/v 이거나 엔진 제조자의 권장사항에 따라야 한다.
- (마) 엔진에 도달하는 촉매 입자의 최대량은 10ppm Al+Si이거나 엔진 제조자의 권장사항에 따라야 한다. 경우에 따라서는 15ppm으로 상승할 수도 있지만 가능한 한 촉매를 줄이기 위해 모든 시도가 이루어져야 한다.
- (바) 수급되는 연료유는 **ISO 8217:2017** 을 만족하거나 기름 연료 기기 제조자의 사양을 만족할 수 있다.

3. 시료 채취

(1) 시료 채취

- (가) 연료유처리시스템에는 샘플링 포인트가 제공되어야 한다.
- (나) 시료 채취는 **MEPC.1/Circ.864/Rev.1** "선박에서 사용되는 연료유의 황 함유량에 대한 선상 시료 채취 및 검증 지침"을 충족해야 하며 다음과 같이 위치해야 한다.
 - (a) 연료유 이송펌프 출구 후단
 - (b) 청정기 전후단

- (c) 연료유서비스탱크 후단, 연료유 전환밸브 전단
 - (d) 기름 연료 기기 입구 전단
 - (e) 연료유 수급 라인
- (2) 시료 채취는 안전하게 채취될 수 있도록 연료유시스템내에 위치하여야 한다.
- (3) 시료 채취의 위치는 시스템내에서 연료유 품질을 대표할 수 있도록 설치되어야 한다.
- (4) 시료 채취는 가열된 표면 또는 전기 설비의 표면에 연료유가 닿지 않는 위치에 설치되어야 한다.

4. 시스템 설계

(1) 연료유 탱크

- (가) 연료유 세틀링 탱크 및 연료유 서비스탱크는 수분 및 슬러지가 직접 배수될 수 있어야 한다.
- (나) 세틀링탱크가 설치되어 있지 않은 경우 저장/서비스탱크는 수분 및 슬러지가 직접 배수될 수 있어야 한다.
- (다) 연료유 탱크 하부에 자기폐쇄형 타입의 콕 또는 밸브가 설치되어야 하며 드레인콕은 샘플링 포인트로 고려될 수 없다.
- (라) 연료유 흡입 위치는 물 및 슬러지가 연료유처리시스템으로 유입되지 않도록 탱크 드레인 지점 상부의 적합한 거리에 위치하여야 한다.(예, 상부 흡입관의 위치는 탱크 용량의 최소 5% 지점보다 상부에 위치할 것)
- (마) 최소 각 1개의 낮은 흡입구 및 높은 흡입구가 세틀링/서비스탱크에 설치될 것을 권장한다.
- (바) 연료유의 분배 및 저장에 사용되는 관장치의 재료 또는 표면 처리는 그러한 것들이 연료유의 성상을 변화시키거나 연료유에 혼입될 수 없는 것이어야 한다.
- (사) 연료유가 요구되는 온도를 유지할 수 있도록 PID(Proportional Integral Differential) type 온도조절기가 설치되어야 한다.
- (아) 연료유 저장탱크에는 탱크 내부의 온도 및 액면에 대한 감시장치가 설치되어야 한다.

(2) 연료유 온도조절장치 및 점도 제어장치

- (가) 연료유의 가열 및 냉각이 연료유처리시스템의 효율적인 성능을 위해 요구되는 경우, 최소 2개의 가열 또는 냉각 설비가 제공되어야 한다. 각 가열 또는 냉각 설비는 요구되는 연료유 흐름에 대해 요구되는 연료유 온도를 유지하기에 충분한 용량이어야 한다.
- (나) 가열기 및 냉각기는 회전 기기 부분, 발화원 또는 고온부의 표면으로 연료유가 분사되거나 누설되지 않도록 설치되어야 한다.
- (다) 가열기 및 냉각기는 정기적인 정비를 위해 접근이 용이하도록 설치되어야 한다.
- (라) 사용하려는 연료유의 종류에 따라 원하는 점도를 유지할 수 있는 점도 제어장치를 설치하거나 점도 유지 제어 수단(예, 약제 첨가)이 제공되어야 한다.

(3) 연료유 펌프

- (가) 연료유 펌프의 용량은 연료유시스템을 통한 연료유 흐름이 SOLAS Reg.II-1/26.3에 따라 기름 연료 기기의 연료유 소모량을 유지하기에 충분하여야 한다.
- (나) 연료유 펌프는 정기적인 점검 및 정비하기에 접근이 용이하도록 배치되어야 한다.

(4) 저점도 연료유에 사용되는 잔사유 펌프의 성능 시험 절차

(가) 적용

- (a) 중요 용도용 서비스 연료 펌프 (주 및 보조 연료유 펌프)로서 연속적인 작동유지가 필요한 모든 서비스에 사용되는 펌프. 여기에는 청정기 연료유 공급펌프, 부스터 펌프, 공급 펌프, 연료 밸브 냉각펌프를 포함한다.
- (b) 연속적인 작동이 요구되지 않는 연료유 펌프(예, 연료유 이송 펌프)
- (c) 연료유 펌프의 배치에 대해서는 UI SC255에 만족하여야 한다.

(나) 운전 시험

- (a) ISO 8217:2017에 명시된 0.10 % m/m 이하인 황 함유량을 갖는 최소 또는 더 낮은 점도의 연료유를 사용하여 운전 시험을 수행해야 한다. 시험을 위해 권장되는 연료유의 점도값은 연료 펌프에서 2.0 cSt이어야 한다.
- (b) 운전 시험을 위한 연료유의 순환성은 ISO 12156-1:2018에 따른 고주파 왕복 굴착 시험에 의해 결정된 것으로서 520 μ m 미만이어야 한다.
- (c) 운전 시험은 연속 및 비 연속 작동시 및 공칭 펌프 압력 등급과 동일한 배출 압력에서 최소 250시간 동안 수행되어야 한다.
- (d) 운전 시험을 실행하는 동안 다음 데이터를 확인해야 한다.

- (i) 체적 유량 Q [m³ / h]
- (ii) 출력 헤드 H [m]
- (iii) 펌프 전원 입력 P [kW]
- (iv) 회전 속도 n [min⁻¹]
- (e) 운전 시험중 펌프는 원활한 운전 및 베어링 온도를 위해 점검되어야 한다.(예:ISO 10816 및/또는 ISO 20816-1:2016은 수용하기 위한 기준으로 사용할 수 있음) 평가는 적용되는 경우, 국제 표준 또는 선급의 요구 사항을 기반으로 해야 한다. 이것은 우리 선급의 승인을 받은 펌프 제조자의 자체 시험 절차에 근거할 수 있다.
- (다) 펌프 신뢰성
 - (a) 연료유 시스템의 모든 엘라스토머(elastomeric) 부품(예:다이아프램)은 MSC.1/Circ.1321에 따라 플루오로 고무 또는 해양 연료와 함께 사용하기에 적합한 기타 재료로 만들어야 한다.
 - (b) 변위 펌프에는 릴리프 밸브가 장착되어야 한다. 릴리프 밸브로부터의 배출은 일반적으로 펌프의 흡입 측으로 되돌려야 한다.
 - (c) 엔진에 도달하는 촉매 미세 입자(catalyst fines 또는 catfines)의 최대량은 10ppm Al+Si 이거나 엔진 제조자의 권장사항에 따라야 한다. 경우에 따라서는 15ppm으로 상승할 수도 있지만 가능한 한 촉매를 줄이기 위한 모든 시도가 이루어져야 한다.
 - (d) 펌프와 서비스 탱크 배출구 사이의 촉매 미세 입자(catalyst fines 또는 catfines) 수량에 대한 지속적인 감시가 고려되어야 한다. 촉매 미세 입자(catalyst fines 또는 catfines)의 지속적인 감시가 수행되지 않고, 사용된 연료유의 형식이 RMF(Residual Marine Fuel oil)인 경우 서비스 탱크 출구에서의 주간 샘플링 및 촉매 미세 입자(catalyst fines 또는 catfines) 레벨은 최대 촉매 미세 입자(catalyst fines 또는 catfines) 레벨을 초과하지 않도록 할 것을 권장한다.
 - (e) 연료유 제조업체가 승인하거나 권장하는 호환성 테스트 키트는 두 가지 이상의 연료 유형 (예:높은 황 함량 및 낮은 0,10 % m/m 황 함량 연료유)을 병커링할 때 사용해야 한다.
 - (f) 한 유형에서 다른 유형으로 연료유를 시간에 맞게 전환 할 수 있는 자동화된 연료유 전환 밸브/ 시스템 또는 수동 밸브/시스템이 제공되어야 하며 엔진 제조업체 권장 사항에 따라 수행되어야 한다.
 - (g) 연료유 전환을 위한 절차를 수립하여 본선에 게시하여야 한다.
- (라) 펌프 설계 및 시험 문서 검증 사항
 - (a) 저 유황 연료유로의 운전에서 사용되는 모든 유형의 연료유 펌프는 시험되어야 하며 시험에 대한 자료는 선내에 비치되어야 한다.
 - (b) 펌프 제조업체가 제공하고 선내에 보관되는 설계 문서의 범위는 다음을 포함해야 한다.
 - (i) 펌프의 배치도, 센서의 위치 및 특성과 펌프 설치 다이어그램/모니터링 시스템 세부 사항
 - (ii) 펌프의 신뢰성 있는 작동에 중요한 재료 특성을 가진 부품 목록
 - (iii) 실링 장치
 - (iv) 신뢰성 및 수명주기 데이터
 - (v) 성능 및 수명주기 지침이 있는 작동 매뉴얼
 - (vi) 선급 검사를 위한 펌프 시험 절차
 - (c) 아래의 정보가 포함된 운전 시험에 대한 인증서를 펌프 설명서에 첨부해야 한다.
 - (i) 제조업체 세부 정보
 - (ii) 테스트 스탠드 위치 및 인증- 승인 세부 정보
 - (iii) 펌프 유형 및 일련 번호
 - (iv) 시험 기간
 - (v) 사용된 매체의 점도
 - (vi) 운전 시험에서 언급한 매개 변수
 - (vii) 최저 작동 온도
 - (viii) 운전 시험 결과
- (5) 연료유 여과기
 - (가) 연료유 여과기는 회전 기기 부분, 발화원 또는 고온부의 표면으로 오일이 분사되거나 누유되지 않도록 배치되어야 한다. 필요한 경우, 차폐물이 제공될 수 있다.
 - (나) 연료유 여과기는 정기적인 정비에 접근이 용이하도록 배치되어야 한다.

- (다) 기름 연료 기기로 여과된 기름이 공급되는 동안에도 여과기가 청소될 수 있도록 배치되어야 한다.
 - (라) 여과기는 적합한 여과된 오일만이 연소기기로 유입될 수 있도록 각 기름 연료 기기의 오일 공급관에 설치되어야 한다.
 - (마) 기름 연료 기기 입구 측에 설치되는 여과기는 기름 연료 기기에 도달하는 연료유 촉매 입자의 최대량을 고려하여 선정되어야 한다.
- (6) 연료유 청정기
- (가) 청정기는 기름기가 많은 곳이나 다른 점화원이나 기계 부품에 기름이 분무되거나 기름이 새지 않도록 배치해야 한다. 필요하다면 차폐가 제공되어야 한다.
 - (나) 청정기는 일상적인 유지 보수를 위해 쉽게 접근할 수 있도록 배치해야 한다.

5. 시험 및 검사

- (1) 공장시험
- (가) 샘플링 장비 및 저점도 연료유에 사용되는 연료유 펌프는 우리 선급의 검사를 받아야 한다.
 - (나) 청정기는 인정된 표준에 따라 유량 등급에 대해 우리 선급의 검사를 받아야 한다.
 - (다) 청정기는 인정된 표준(예, EN 12547:2014)의 안전 요구 사항에 만족해야 하며 우리 선급의 검사를 받아야 한다.
- (2) 설치 후 선내시험
- (가) 연료유처리시스템의 주요 구성품의 거치 및 부속품이 승인도면에 적합한지에 대한 검사를 하여야 한다.
 - (나) 관장치의 시험 및 검사는 **규칙 6장 14절**에 따른다.
 - (다) 전기설비는 **규칙 6편 1장**에 따른다.
 - (라) 계측기기는 미리 정해진 설정값에 따라 적절히 작동하는지 시험하여야 한다.
 - (마) 압력도출밸브 및 안전밸브는 장치에 설치 후 시험하여야 한다. ⚡

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2024년 5월 28일

발 행 2024년 6월 3일

제5편 기관장치

발행인 이 형 철
발행처 한 국 선 급
부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36
전화 : 070-8799-7114
FAX : 070-8799-8999
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.