



2021

잠수선 규칙
잠수선 규칙 적용지침

한 국 선 급

2021

잠수선 규칙

규
칙

2021

잠수선 규칙 적용지침

적
용
지
침



2021

잠수선 규칙

“잠수선”의 적용

1. 이 규칙은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2012년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2011년판 규칙에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2021년 7월 1일

〈개정사항 없음〉

차 례

제 1 편 잠 수 선

제 1 장 총칙	3
제 1 절 일반사항	3
제 2 절 승인도면 및 자료	4
제 3 절 시험	7
제 4 절 표시	9
제 2 장 선급등록	11
제 1 절 선급등록	11
제 2 절 제조중 등록검사	11
제 3 절 제조후 등록검사	12
제 3 장 선급검사	13
제 1 절 검사의 종류	13
제 2 절 검사의 시행	13
제 4 장 설계 요건	15
제 1 절 일반사항	15
제 2 절 환경조건	15
제 3 절 해치, 문 및 출입구	16
제 4 절 의장	16
제 5 절 부식방지	17
제 5 장 내압동체	19
제 1 절 일반사항	19
제 2 절 설계시 고려사항	19
제 3 절 재료 및 용접	19
제 4 절 제작 및 제조 원칙	21
제 5 절 계산	22
제 6 장 외부 구조물	25
제 1 절 일반사항	25
제 7 장 잠수, 부력탱크 및 트리밍장치	27
제 1 절 일반사항	27
제 2 절 설계 및 제작	27
제 3 절 재료, 제조 및 계산	28
제 8 장 압력용기 및 기구	29
제 1 절 일반사항	29
제 2 절 압력챔버 및 잠수벨	29
제 3 절 압력용기, 기구 및 가스용기	29
제 9 장 배관장치, 펌프 및 압축기	31
제 1 절 일반사항	31
제 2 절 설계 및 제작	31
제 3 절 재료, 제조 및 계산	32

제 10 장	수심, 트립 및 음양의 부력 조절장치	33
제 1 절	일반사항	33
제 2 절	설계 및 제작	33
제 11 장	추진 및 조종설비	35
제 1 절	일반사항	35
제 2 절	설계 및 제작	35
제 12 장	전기설비	37
제 1 절	일반사항	37
제 2 절	설계	37
제 3 절	동력	38
제 13 장	자동화, 통신, 항해 및 위치확인장치	43
제 1 절	일반사항	43
제 2 절	자동화 장치	43
제 3 절	제어장치	44
제 4 절	통신장치	46
제 5 절	항해 및 위치확인장치	46
제 14 장	생명유지장치	47
제 1 절	일반사항	47
제 2 절	설계 및 제작	47
제 3 절	공기 공급	47
제 4 절	감시장치	48
제 5 절	비상 보온	48
제 15 장	방화구조 및 소화설비	49
제 1 절	일반사항	49
제 2 절	방화구조	49
제 3 절	화재감시	49
제 4 절	소화장치	49
제 16 장	구난장치	51
제 1 절	일반사항	51
제 2 절	설계 및 고려사항	51
제 17 장	진수, 회수 및 결합장치	53
제 1 절	일반사항	53
제 2 절	설계 및 고려사항	53
제 3 절	재료	54
제 4 절	제작	54
제 5 절	계산	54

제 2 편 원격조종잠수정

제 1 장	원격조정잠수정 (ROVs)	59
--------------	-----------------------	-----------

제 3 편 관광잠수정

제 1 장	관광잠수정	63
--------------	--------------	-----------

제 1 편
잠 수 선

제 1 장 총칙

제 1 절 일반사항

101. 적용범위

1. 이 편은 해상에서 운항하는 비자율식 및 자율식 유인 잠수정에 대하여 적용하며 이 편에 규정되어 있지 않은 사항에 대하여는 선급 및 강선규칙의 관련규정을 적용한다.
2. 잠수사의 록-아웃 장치를 갖는 잠수정에 대하여는 이 규정에 추가하여 **선급 및 강선 규칙 9편 7장**의 관련규정에 적합하여야 한다.
3. 비자율식 잠수정의 경우, 잠수정을 지원하는 모선 또는 기지에 설치되는 장치 및 설비는 규칙의 관련규정에 적합하여야 한다.
4. 이 편에 적합하지 않게 설계된 잠수정의 경우에도, 우리 선급이 그 제반사항에 대하여 적절하다고 인정하는 경우에는 이 편에 적합한 것으로 인정할 수 있다.
5. 잠수정 및 그 일부에 대하여 새로운 기술에 의해 제조되고 특별한 성능에 대해 충분히 검토되지 않은 경우 우리 선급은 이에 대하여 별도의 자료 및 시험을 요구할 수 있다.

102. 정의

이 규칙의 적용에 있어서 사용되는 용어의 정의는 **선급 및 강선 규칙 9편 7장 602.**의 규정에 추가하여 다음에 따른다.

1. 잠수정

“잠수정”이라 함은 수중에서 항행할 수 있는 유인의 비자율식 또는 자율식 잠수정을 말한다.

2. 자율식 잠수정

“자율식 잠수정”이라 함은 모선 없이 해양에서 항행 할 수 있는 잠수정을 말한다.

3. 내압동체

“내압동체”라 함은 잠수정이 잠수하였을 때 수압에 견딜수 있고 사람 또는 기기류를 수용할 수 있도록 제작된 선체를 말한다.

4. 외부구조

“외부구조”라 함은 통상적으로 잠수압력에 견디도록 설계되지 않은 내압동체의 외부에 고정 또는 지지되어 있거나 내압동체를 덮고 있는 외부구조를 말한다.

5. 관망창

“관망창”이라 함은 압력밀로 설비된 압력챔버 또는 내압동체의 문이나 기타 부위에 설치된 평면 또는 둥근 모양을 갖는 아크릴 등의 재료로 제작된 창을 말한다.

6. 비상투하중량물

“비상투하중량물”이라 함은 잠수정이 부력에 의하여 부상할 수 없을 때 선체에 부착된 일부를 떼어 잠수정의 중량을 줄여 부상할 수 있도록 된 장치를 말한다.

7. 잠수사 록-아웃 장치

“잠수사 록-아웃 장치”라 함은 잠수압력에서 잠수사의 거주 또는 탈출, 출입을 위하여 내부적으로 일정한 압력을 유지시킬 수 있으며 해치를 갖고 있는 압력챔버를 말한다.

8. 제어장소

“제어장소”라 함은 잠수정의 통신, 감시, 조절, 제어 및 표시장치 등 모든 필수장치를 조정하는 제어실을 말한다.

9. 전체시스템

“전체시스템”이라 함은 연결, 조작, 회수, 작업, 지원장치 및 부속설비 등을 갖춘 잠수정을 말한다.

10. 최대잠수깊이 (공칭잠수깊이)

“최대잠수깊이”라 함은 잠수정을 안전하게 잠수시킬 수 있는 최대의 깊이를 말하며 용골의 아랫면으로부터 수면까지의 거리(m)를 말한다.

11. 허용 최고 잠수압력 (공칭잠수압력)

“허용 최고 잠수압력”이라 함은 최대잠수깊이에 따른 압력을 말한다.

12. 설계압력

“설계압력”이라 함은 허용 최고 잠수압력을 말한다.

13. 시험 깊이

“시험깊이”라 함은 최종제작 단계에서 시험되는 잠수정의 외부압력에 따른 깊이로 내압동체의 하부측면에서 측정되어진 깊이를 말한다.

14. 붕괴수심

“붕괴수심”이라 함은 내압동체의 붕괴를 초래할 수 있는 압력을 말한다.

15. 지원선 및 기지

“지원선 및 기지”라 함은 비자율식 및 자율식 잠수정을 지원하거나 도와주는 선박 및 기지를 말한다.

16. 최대잠수시간

“최대잠수시간”이라함은 잠수정의 설계시 보통 운전상태에서 행하도록 승인된 생명유지장치, 압축공기 및 전기장치를 최대한 유효하게 재충전하는 간격을 말한다.

제 2 절 승인도면 및 자료

201. 일반사항

1. 제조자는 모든 구성요소에 대한 설계 및 제조 전에 아래 사항에 대한 자료 3부를 우리 선급에 제출하여야 한다. 3부 중 1부는 승인용으로 사용하며, 모든 수정사항은 시행 이전에 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
2. 모든 설비의 설치 및 설계에 대하여 확인할 수 있는 자료를 포함하는 도면을 제출하여야 하며, 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 구성요소의 계산결과 및 장치의 설명서를 우리 선급에 제출하여야 한다.

202. 전체시스템

전체시스템에 대하여는 다음의 자료를 우리 선급에 제출하여야 한다.

1. 다음 사항을 포함한 필수적인 설계 자료, 작동모드의 상세 및 잠수정에 대한 설명서
 - (1) 최대 잠수 깊이
 - (2) 최대작동시간 및 생존시간
 - (3) 내압동체내 최대탑재인원
 - (4) 잠수사의 압력챔버
 - (5) 잠수절차
 - (6) 진수 및 회수시 주의사항
 - (7) 기타 작동상 주의사항 (예; 조류 및 지형적 요소에 관련된 사항)
 - (8) 속력
 - (9) 잠수 및 조종설비의 형식
 - (10) 잠수정의 중량, 사용되는 장비의 하중, 밸러스트 및 용적(잠수시)
2. 재료, 제조자, 시험에 관한 사양서 및 잠수정의 상세한 설계와 배치를 확인할 수 있는 도면
3. 지원선 및 기지에 의해 운용되는 잠수정의 경우 잠수정에 지원되는 설비의 상세 및 전체시스템의 일반배치도(블록선도)
4. 부식방지조치에 대한 설명서
5. 시운전 계획서

203. 내압동체

1. 내압동체에 대한 도면 및 계산서에는 시험 및 제조, 재료에 대한 사양서가 포함되어야 하며, 설비의 안전도 평가에 필요한 세부사항이 포함되어야 한다.
2. 전 1항에 추가하여 다음 사항이 포함된 내압동체 설비의 구성요소에 대한 도면 및 배치도를 제출하여야 한다.
 - (1) 출입구 및 비상구 해치
 - (2) 창, 창문 플랜지, 카운터 플랜지
 - (3) 문의 프레임 및 문틀
 - (4) 블록 플랜지
 - (5) 내압동체 관통부와 그 설비
 - (6) 록-아웃

204. 외부구조

앵커, 계기설치, 유선형 요소, 안티래밍(anti-ramming) 장치, 용골러너(keel runner), 기어 이탈장치, 타, 복원핀, 부력 탱크, 가스탱크, 잠수탱크등 내압동체 외부 고정물의 상세를 포함한 지지구조에 대한 도면 및 잠수정 외장에 대한 단면도를 제출하여야 한다.

205. 잠수, 조절탱크 및 트리밍 장치

잠수, 조절탱크 및 트리밍장치에 대하여는 잠수정이 수면에 떠 있는 경우와 잠수시의 정상 또는 비상시에 발생할 수 있는 상황을 포함하여 부상 또는 잠수시의 복원성 및 정지잠수능력이 증명될 수 있는 수학적 계산 자료를 우리 선급에 제출하여야 한다.

206. 압력용기 및 기구

압력용기 및 기구에 대한 도면 및 계산서에는 시험, 제조 및 재료에 대한 사양서를 포함하여 설비의 안전도 평가에 필요한 세부사항이 포함된 도면을 제출하여야 한다.

207. 배관장치, 펌프 및 압축기

배관장치, 펌프 및 압축기에 대하여는 다음의 자료를 제출하여야 한다.

1. 다음사항에 대한 모든 배관장치의 계략적인 선도
 - (1) 재료
 - (2) 최대작업압력 및 온도
 - (3) 치수 (직경 및 벽의 두께)
 - (4) 작동압력 및 온도를 포함한 매체
 - (5) 사용되는 연결부 및 밸브의 형식
 - (6) 사용된 호스의 형식
2. 모든 주요설계 및 작동 데이터를 포함하여 펌프 및 압축기와 그 부속장비의 설명서

208. 수심, 트림 및 음, 양의 부력조절장치에 대한 제어장치

구성요소에 대한 도면과 필요한 배관장치도를 포함하여 최대잠수깊이의 초과를 알리는 경보장치 및 다음 사항이 포함된 수심, 트림 및 음, 양의 부력조절장치에 대한 제어장치의 설명서를 제출하여야 한다.

1. 잠수탱크에 공기를 주입하기 위한 압축공기 장치
2. 밸러스트 조절장치
3. 고정식 부력요소 및 그 탑재
4. 비상상황을 탈출하는 방법 및 비상투하중량물과 그 무게

209. 추진 및 조종설비

다음 사항을 확인할 수 있는 타, 프로펠러, 축, 커플링, 기어를 포함한 추진 및 조종설비에 대한 도면 및 설명서를 제출하여야 한다.

1. 제어장치 및 작동 모드
2. 동력소비 (형식 및 양)
3. 추진장치에 대한 동력전달 방법
4. 타의 작동범위 및 응답시간

210. 전기설비

전기설비에 대하여는 다음 자료를 제출하여야 한다.

1. 다음 사항을 포함한 전기설비의 일반배치도
 - (1) 장치들의 정격 전압
 - (2) 전기소모량 및 전원
 - (3) 스위치기어, 단락회로에 대한 표시 설비 및 과부하 보호, 정격전류의 상세에 따른 퓨즈
 - (4) 케이블 형식 및 공칭 단면적

2. 자체 발전기를 갖는 잠수설비의 주 전원 및 비상전원 공급 장치의 에너지 차
3. 스위치기어와 배전설비에 대한 도면
4. 제어, 측정, 감시장치를 조종하는 전기전동기에 관련한 서류
5. 축전지 형식, 충전기 및 축전지실 통풍에 대한 도면
6. 내압동체 벽을 통하는 전기관통도
7. 내압동체 벽을 통하는 배선도
8. 비상등의 설치를 나타낸 배치도
9. 차단용량 및 정격용량을 표시하는 배전반과 주 및 비상 스위치 보드에 설치되는 퓨즈, 전력 보호용 스위치, 회로차단기의 상세를 포함한 단락전류의 계산
10. 전기설비의 설치시 위험지역의 전기설비는 방폭형으로 하고 그 효력에 대한 자료

211. 자동화, 통신, 항해 및 위치확인장치

자동화, 통신, 항해 및 위치확인장치에 대하여는 다음의 자료를 제출하여야 한다.

1. 최종적으로 설치된 계기의 배치도
2. 잠수정 및 그 설비의 제어 및 작동요소의 설명서
3. 속력 및 위치 지시기를 포함한 잠수설비 계기와 항해계기의 설명서
4. 안전 및 경보장치의 설명서
5. 계측지점의 목록을 포함한 제어설비의 블록선도 또는 일반배치도
6. 컴퓨터 및 주변장치와 계기 증폭기와 같은 전기구성요소의 설명서 및 도면
7. 통신장치와 신호설비의 설명서 및 도면
8. TV 장치에 대한 설명서와 배치 도면
9. 위치확인장치에 대한 목록, 일반선도 및 설명서

212. 생명유지장치

생명유지장치에 대하여는 다음의 자료를 제출하여야 한다.

1. 정상 및 비상시에 대한 감시장치를 포함하여 내압동체내의 대기 상태, 정화, 순환 및 가스공급에 사용되는 설비 및 장치의 설명서, 블록선도, 배관장치도
2. 정상 및 비상시에 대한 공기 교환장치, 호흡용 가스 공급장치의 적절한 용량에 대한 수학적 계산 자료
3. 식수, 음식물, 의약품의 공급 및 오물배출에 관한 설비의 설명서
4. 생명유지장치가 외부에서 공급되는 경우에는, 생명줄에 대한 설명서와 도면

213. 방화 및 소화설비

방화 및 소화설비에 대하여는 다음의 자료를 제출하여야 한다.

1. 방화예방조치에 대한 설명서
2. 방화계획도
3. 잠수정에 사용된 가연성 재료의 양과 성질에 관한 상세
4. 다음 사항의 도면 및 설명서
 - (1) 화재탐지장치
 - (2) 소화장치
 - (3) 화재경보장치
5. 화재의 발생으로부터 일어날 수 있는 위험 분석 자료

214. 구난장치

구난장치에 대하여는 탑승자, 잠수사, 여객의 구난을 위한 설비와 장치에 대한 도면 및 설명서를 제출하여야 한다.

215. 조작, 이송 및 결합장치

조작, 이송 및 결합장치에 대하여는 다음의 자료를 제출하여야 한다.

1. 작동요소의 상세한 사항을 포함한 작동 설명서
2. 제어장소에 설치된 배치도

3. 다음의 도면
 - (1) 조작장치
 - (2) 결합장치
 - (3) 기어 및 원치의 구조도
4. 교환 가능한 구성요소 및 예비품의 상세한 도면
5. 원치 또는 구동장치와 같은 기계설비에 관한 도면
6. 실행 가능한 경우, 유압 또는 압축공기장치의 계기 선도 및 배관도
7. 안전장치의 설명서 및 제어도
8. 전기장치의 외피보호등급 및 상세
9. 권양 및 보호 로프의 상세

제 3 절 시험

301. 일반사항

1. 잠수정의 주요 및 보조설비들에 대하여는 압력 및 수밀시험과 시운전 이외에도 구조 및 재료시험을 하여야 하며 각 항의 모든 시험은 우리 선급의 입회하에 시행되어야 한다.
2. 일련 제조품의 경우, 시험절차에 언급되지 않은 사항에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.
3. 우리 선급은 시험중 규칙에 언급되지 않은 사항에 대하여는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 시험 범위를 확대할 수 있다.
4. 주요검사 부품 및 예비품에 대하여는 우리 선급 검사원의 입회하에 시험을 하여야 한다.
5. 잠수사 록아웃장치가 설치된 잠수정의 관련 구성요소 및 설비에 대하여는 **선급 및 강선 규칙 9편 7장**의 관련규정에 따른 시험항목에 대하여 시험을 하여야 한다.

302. 전체시스템

잠수정에 대하여는 주요 보조설비(예: 조작장치, 회수장치등)를 포함하여 제작의 최종단계에서, 승인된 시운전 계획에 따라 다음 사항에 대한 시험을 하여야 한다.

1. 조립검사 (제조시 선급의 감독 하에 이루어지지 않은 사항)
2. 정상 및 비상시의 복원력의 확인 및 부력과 무게의 측정
3. 문과 늑판, 사다리를 갖는 격벽부 및 내부설비의 시험
4. 모든 안전장치의 시험
5. 잠수 및 트림설비에 대한 성능시험
6. 부양상태에서의 경사시험
7. 잠수시의 트림 및 경사시험
8. 비상투하증량물 이탈 시험
9. 부력의 확인을 위한 해상 시운전
10. 잠수시의 시운전
11. 조작 및 회수장치의 시험
12. 생명유지장치의 성능시험
13. 모든 중요 계기의 판독에 대한 시험
14. 전기설비에 대한 절연시험

303. 내압동체

1. 모든 열처리 부분과 내압동체에 대하여는 제작의 최종단계에서 수압에 의한 외부압력시험을 하여야 하며, 이 시험은 잠수정 최종 제작단계에 시행되는 잠수시험시 또는 압력챔버의 외형 제작 직후 중 어느 하나의 시기에 시행하여야 한다. 시험압력은 **5장의 표 1.5.3**에서 규정하는 압력으로 시행하여야 하며, 내압동체 내부에 과압이 발생할 수 있는 곳에 대하여는 허용최고 잠수압력의 1.5배의 압력으로 시험을 하여야 한다.
2. 내압동체 관통부와 밀폐장치에 대하여는 최소 0.2 bar의 부압으로 수밀시험을 하여야 한다.
3. 모든 내압동체의 관망창에 대하여는 전 1항에 따른 시험압력으로 수압시험을 하여야 하며, 이 시험은 창을 내압동체

에 설치하기 전 또는 창을 설치한 후 내압동체와 함께 시험 할 수 있다.

304. 외부구조

외부구조에 대하여는 흡수표시, 예인장치, 항해등, 마스트, 결합장치, 핸드레일, 격자, 계단, 짐쇠와 설치, 배치에 대하여 확인하여야 하며, 앵커, 타, 로봇팔 등과 같은 외부구성요소에 대하여 성능시험을 하여야 한다.

305. 잠수, 조절탱크 및 트리밍 장치

1. 잠수탱크에 대하여는 0.2 bar 이상의 공기압력으로 기밀시험을 하여야 한다.
2. 조절 및 트리밍 탱크에 대하여는 허용 최고 잠수압력의 1.5배 이상의 압력으로 수밀시험을 하여야 한다.

306. 압력용기 및 기구

1. 압력용기에 대하여는 절연 또는 페인트 작업 이전에 허용 최고 잠수압력의 1.5배 이상의 압력으로 수압시험을 하여야 하며, 시험 후, 용기의 외벽에 영구변형이나 누수가 없어야 한다.
2. 허용 최고 잠수압력과 동일한 압력의 외부과압이 발생할 수 있는 용기 및 기구에 대하여는 내압동체에 적용되는 시험압력으로 외부압력시험을 하여야 한다.

307. 배관장치, 펌프 및 압축기

1. 배관

- (1) 모든 배관장치에 대하여는 절연 및 페인트 공사 이전에 허용 최고 잠수압력의 1.5배의 압력으로 수압시험을 시행하여야 하며, 선상 설치 후, 허용 최고 잠수압력으로 수밀 또는 기밀시험을 하여야 한다.
- (2) 호흡용 가스 및 산소배관에 대하여는 청결시험을 하여야 한다.

2. 펌프 및 압축기

- (1) 펌프 및 압축기에 대하여는 수압시험을 하여야 하며, 시험압력은 펌프에 대하여는 허용최고 잠수압력의 1.5배, 압축기에 대하여는 압축기가 작동할 때의 토출 압력의 1.5배에 해당하는 압력으로 시험하여야 한다.
- (2) 펌프 및 압축기에 대하여는 제작의 최종단계에서 성능시험에 추가하여 허용 최고 잠수압력하에서 기밀 또는 수밀 시험을 하여야 한다. 또한, 호흡용 가스 압축기에 대하여는 최종 습도 함유량과 기타 가스 혼합물 함유량에 대하여 결정하여야 하며, 안전장치에 대하여도 확인하여야 한다.

308. 수심, 트림 및 음양의 부력조절장치에 대한 제어장치

1. 트리밍 및 밸러스트 조절장치에 대하여는 정상 및 비상 작동시에 대한 성능시험을 하여야 하며, 안전장치와 경보장치에 대한 성능시험을 하여야 한다.
2. 잠수탱크 통풍장치 및 작동요소에 대한 성능시험을 하여야 한다.

309. 추진 및 조종설비

추진설비 및 조종설비에 대한 성능을 확인하여야 하며, 추진장치 전체설비에 대하여는 성능시험을 하여야 한다.

310. 전기설비

1. 조타 및 제어장소의 케이블, 배선을 포함한 전기적 기계요소 및 구성요소에 대하여는 **선급 및 강선규칙 6편**의 관련 규정에 따라 제조자의 제조과정에서 시험을 하여야 한다.
2. 모든 전기장치 및 설비에 대하여는 잠수정이 실제 운항을 시작하기 전에 시험하고 확인하여야 한다.
3. 전기보호장치에 대하여는 그 성능을 확인하여야 하며, 내압동체내의 전기설비에 대한 절연시험을 하여야 한다.

311. 자동화, 통신, 항해 및 위치확인장치

1. 표시 및 지시 계기에 대하여는 설정된 제한값과 판독의 정확성에 대하여 시험을 하여야 한다.
2. 자동화 장치에 대하여는 운항상태 하에서 성능이 만족되는지를 확인하여야 한다.
3. 정상 및 비상통신 장치에 대하여는 성능시험을 하여야 한다.
4. 안전장치는 자동으로 작동될 수 있어야 한다.

312. 생명유지장치

1. 정상 및 비상상태 하에서 생명유지장치에 대한 성능시험을 하여야 한다.
2. 수소, 산소 및 이산화탄소의 측정장치에 대하여는 성능시험을 하여야 하며, 장치들의 제한값 및 판독의 정확성에 대하여 확인하여야 한다.
3. 위생설비에 대하여는 작동시험을 하여야 한다.
4. 통풍장치의 설치에 대하여 확인하여야 하며 팬의 작동과 화재 플랩(flap)에 대하여 시험을 하여야 한다.

313. 방화 및 소화설비

1. 내부 부품 및 설비에 대하여는 화재시 작동에 대하여 확인하여야 하며, 화재시 조치사항 등을 기호 또는 관련 시험증서로 확인할 수 있어야 한다.
2. 전열기나 전기적 난방장치에 대하여는 과열에 대한 보호조치를 하여야 한다.
3. 화재경보, 탐지, 소화장치에 대하여는 성능시험을 하여야 한다.

314. 탈출장치

비상투하중량물에 대하여는 얇은 수면에서 이탈시험을 하여야 한다. 또한, 최대 허용 경사 시에도 이탈기어가 작동되는지를 확인하여야 하며, 이탈 후에도 잠수정이 적절한 복원력을 유지하는지에 대하여 확인하여야 한다.

315. 조작, 회수 및 결합장치

1. 선상에 설치된 후, 조작장치와 회수장치에 대하여는 작업하중의 2.2배의 하중으로 정하중 시험을 하여야 하며, 추가로 작업하중의 1.25배의 하중으로 동하중시험을 하여야 한다.
2. 정상 및 비상상태 하에서 잠수정이 안전하고 평탄하게 인양하고 권양할 수 있도록 이송, 연결 및 분리될 수 있는지를 확인하여야 한다.
3. 결합장치가 설치되어 있는 경우에는, 트렁크가 압력을 받지 않을 때 이송, 연결 및 분리될 수 있는지를 확인하여야 한다.
4. 안전장치는 자동으로 작동될 수 있어야 한다.

제 4 절 표 시

401. 표시

1. 모든 밸브, 부품, 제어판, 지시기 및 경고장치에는 각각 난연성의 재료로 만들어진 명판을 부착하여야 하며, 확인 표시는 오인되지 않도록 정확하게 표시되어 있어야 한다. (관련된 목록의 기능과 간단한 호칭)
2. 모든 압력용기 및 가스용기에는 다음 사항을 포함한 명판을 보기 쉬운 장소에 영구적으로 고정시켜 설치하여야 한다.
 - (1) 제조자명
 - (2) 제조년도와 일련번호
 - (3) 허용 최고 잠수압력과 최대잠수깊이
 - (4) 시험압력
 - (5) 용량
 - (6) 작업수행 가능 잠수사 최대 인원 (압력챔버에 대해)
 - (7) 공칭하중(가스용기)
 - (8) 시험일 및 시험각인
3. 영구적으로 설치된 가스용기, 가스 콘테이너 및 가스 배관장치에 대하여는 추가로 가스의 종류에 따른 화학성분 기호와 함께 표 1.1.1의 색깔을 표시하여야 하며, 가스용기의 표시는 밸브 측면에서 확인할 수 있어야 한다.

표 1.1.1 가스의 종류별 색깔

가스의 종류	화학생분 기호	색깔
산 소	O ₂	흰색
질 소	N ₂	회색
공 기(Air)	-	검정색
헬 른	He	갈색
산소와 헬륨 혼합가스	O ₂ / He	흰색과 갈색

4. 조작, 이송 및 결합장치에 대하여는 다음 사항을 명확하게 표시하여 영구적으로 고정시킨 명판을 부착하여야 한다.

- (1) 제조자명
- (2) 제조년도와 일련번호
- (3) 시험하중(정하중)
- (4) 작동 시험 하중
- (5) 최대 작업 하중
- (6) 시험일 및 시험각인 ↓

제 2 장 선급등록

제 1 절 선급등록

101. 일반사항

1. 이 장에서 정하는 바에 따라 정기적인 검사를 수검한 후, 이에 만족하는 경우 잠수정에 대한 증서를 발행 또는 이서 하여야 하며 이것을 선내에 비치하여야 한다.
2. 상세한 잠수운용 및 수리 등이 기재된 잠수정 항해일지를 선내에 비치하여야 하며, 잠수정 항해일지는 검사원이 요청할 경우 제시하여야 한다.
3. 우리 선급에 등록되지 않은 잠수정의 경우, 우리 선급의 규칙에 따라 제작되고 검사를 받은 경우에는 잠수정에 관한 증서를 발행할 수 있다.

102. 선급부기기호

우리 선급에 등록된 잠수정에 부여하는 선급부기기호는 **선급 및 강선규칙 1편 1장 2절**의 관련규정에 따른다.

103. 선급유지

1. 우리 선급의 등록검사를 받은 잠수정이 계속 선급을 유지하기 위하여는 이 장에 정하는 바에 따라 정기적인 검사를 받아야 하며, 이때의 검사신청은 잠수정의 소유자나 소유자를 대신 할 수 있는 사람이 하여야 한다.
2. 잠수정에 있어서 손상이 발생하거나 손상 가능성이 발견된 경우 즉시 이를 우리 선급에 통보하여야 하며 잠수정의 재운항 이전에 우리 선급의 검사를 받아야 한다.

제 2 절 제조중 등록검사

201. 제조중 등록검사

제조중 등록검사를 받고자 하는 잠수정은 모든 장치 및 부품의 구조, 재료, 치수 및 공작등에 관하여 제조과정시에 규정에 정하는 바에 따라 정밀한 검사를 받아야 하며 해당규정에 적합하여야 한다.

202. 도면승인

제조중 등록검사를 받고자 하는 잠수정은 공사착수 전에 모든 장치 및 부품에 대하여 별도로 정하는 바에 따라 도면 및 자료를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 하며, 승인된 도면 또는 서류를 변경하고자 할 때에도 이와 같다.

203. 기관장치

선급의 등록을 받고자 하는 잠수정에 설치할 기관, 보일러, 압력용기, 전기설비등 주요 용도에 사용되는 보기류 및 관장치는 제조검사를 받아야 한다. 또한, 자동(또는 원격)제어장치 및 계측장치 중 우리 선급이 필요하다고 인정하는 것에 대하여는 제조공장에서 별도의 시험을 요구할 수 있다.

204. 공작

제조중 등록검사를 받고자 하는 잠수정은 착수 시부터 완성될 때까지, 그리고 기계의 운전상태에 있어서의 최종시험이 끝날 때까지 재료, 공작 및 배치에 대하여 우리 선급 검사원의 입회 하에 검사를 받아야 한다. 규칙 또는 승인된 도면에 부적합한 사항이 발견되거나 재료, 공작 및 배치에 불만족한 점이 발견된 경우에는 이를 교정하여야 한다.

205. 제반시험

제조중 등록검사에 있어서는 해당 규정에 정하는 바에 따라 수압시험, 수밀시험 및 효력시험을 하여야 하며, 제어장치 및 계측장치는 선내에 설치한 후 우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험을 하여야 한다.

제 3 절 제조후 등록검사

301. 현존 잠수정의 등록검사

제조후 등록검사를 받고자 하는 잠수정에 대하여는 정기검사와 동등한 정도로 모든 설비, 장치 및 비품의 구조, 재료, 공사 및 현상을 검사하고 필요에 따라 주요부분의 현재치수를 계측한다.

302. 도면의 제출

제조후 등록검사에 있어서는 제조중 등록검사에 준한 주요 도면 및 서류를 제출하여야 한다. 만약, 도면의 제출이 불가능할 때에는 우리 선급 검사원이 잠수정에서 필요한 사항을 얻을 수 있도록 모든 편의를 제공하여야 한다.

303. 타선급선의 등록검사

국제선급연합회의 정회원선급에 등록되어 있는 잠수정이 우리 선급에 등록하고자 하는 경우, 제출도면의 종류 및 검사사항 등은 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

304. 제반시험

제조후 등록검사에 있어서는 규칙에 정하는 바에 따라 압력시험, 수밀시험 및 효력시험 등을 한다. 다만, 이에 대한 자료를 보유하고 있고 또한 이들의 성적에 영향을 주는 변경사항이 없는 잠수정에 대하여는 이를 생략할 수 있다. ↴

제 3 장 선급검사

제 1 절 검사의 종류

101. 중간검사

중간검사는 등록검사 또는 전회 정기검사 완료일로부터 차기 정기검사 시행일전 매년 검사기준일의 전후 3월 이내에 시행한다.

102. 정기검사

정기검사는 등록검사 완료일로부터 또는 정기검사 지정일의 다음날로부터 5년이 되는 날에 시행한다. 다만, 정기검사를 정기검사 지정일로부터 3월 이상 앞당겨 받은 경우에는 해당 정기검사 완료일로부터 5년이 되는 날을 차기 정기검사 시기로 지정하며, 정기검사 지정일이 경과된 후에 받은 경우에는 원래의 정기검사 지정일의 다음날로부터 5년이 되는 날을 차기 정기검사 시기로 지정한다.

103. 임시검사

임시검사는 다음 사항중 어느 하나에 해당되는 경우에 시행한다.

- (1) 비자율식 잠수정인 경우에는 모선 또는 기지가 변경되는 경우
- (2) 선체 또는 기관의 주요부 또는 우리 선급의 검사를 받은 주요 의장품 또는 비품에 손상을 받았을 때와 수리 또는 변경하고자 하는 경우
- (3) 기관의 일부 및 전부를 이동하고자 할 때
- (4) 프로펠러축을 발출하거나 입거 또는 상가하여 소유자로부터 신청이 있을 때
- (5) 안전밸브를 개방하거나 또는 안전밸브 조정을 다시 하고자 할 때
- (6) 기타 검사의 지정을 받았거나 검사가 필요하다고 인정할 때
- (7) 검사기일을 연기하고자 할 때

제 2 절 검사의 시행

201. 중간검사

중간검사시에는 다음사항에 대하여 검사한다.

- (1) 잠수정 관련 서류 및 운전 기록
- (2) 내압동체와 모든 고정부착물, 관통부, 관망창, 문 및 덮개, 봉인장치, 잠금장치 등 외부 구조물은 손상, 균열, 변형, 부식 및 오손 등에 대한 검사
- (3) 모든 압력용기 및 부속장치, 밸브, 비품 및 안전장비들의 외관검사
- (4) 전기장치를 포함한 기관 설비에 대한 외관검사
- (5) 주 전기장치에서 비상전기장치로 전환되는 변환장치에 대한 시험
- (6) 전기장비들에 대한 절연상태의 계측
- (7) 모든 주요 계측기기에 대한 검교정 확인 (예 : 수심 게이지, 가스 분석기 등)
- (8) 모든 비상장치 및 안전장치에 대한 효력시험
- (9) 조작 및 회수장치가 설치되어 있는 경우에는 손상, 균열, 변형, 부식 및 오손 등의 육안검사와 비상시의 제동시험 (전원의 상실)을 포함한 효력시험
- (10) 고압 호스의 손상여부 및 수밀성 확인 검사
- (11) 통신장치에 대한 효력시험
- (12) 전 시스템의 기능 및 효율에 대하여는 잠수 시운전을 통하여 점검
- (13) 내압동체의 관통부 및 폐쇄장치에 대한 효력시험 (적어도 2 kPa의 진공압력을 적용한다.)
- (14) 압력 챔버 및 잠수사의 록-아웃 장치에 대하여 공기를 사용한 허용 최고 잠수압력에서의 기밀시험
- (15) 약 0.2 bar의 시험압력에서 공기를 사용한 잠수탱크의 기밀시험
- (16) 허용 최고 잠수압력에서 생명유지 장치 및 밸러스트 장치의 수밀시험

- (17) 안전밸브의 설정압력, 안전 및 경고장치의 설정압력에 대한 검증
- (18) 기계 및 전기장치에 대한 효력시험
- (19) 생명 유지장치에 대한 효력시험
- (20) 화재경보 및 소화장치에 대한 효력시험
- (21) 모든 경보장치들에 대한 효력시험
- (22) 모든 호흡가스 압축기에 대한 효력시험 및 호흡가스의 청결시험
- (23) 선령 10년을 넘는 잠수정으로서, 내부검사를 충분히 할 수 없는 모든 압축 챔버 및 모든 압력용기에 대한 수압시험
- (24) 아크릴 재료의 관망창에 대한 육안검사(관망창의 최대사용기간은 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.)

202. 정기검사

정기검사시에는 201.에서 요구하는 사항에 추가하여 다음사항에 대하여 검사한다.

- (1) 최소한 0.8 bar 이상의 부압으로 내압동체에 대한 수밀시험
- (2) 내압동체 및 잠수사의 록아웃 장치에 대한 치수검사 및 비파괴검사에 의한 외벽 두께검사. 다만, 검사를 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 부력 보조장치, 피복재 및 보온 단열재를 제거하여야 한다.
- (3) 비상용 밸리스트 배출 및 부력시험
- (4) 내부검사를 충분히 할수 없거나 내부검사로는 만족한 상태를 충분히 확인할 수 없는 압력용기 및 그 부속장치에 대하여는 비파괴 검사 또는 수압시험을 추가로 하여야 한다.
- (5) 아크릴 재료의 관망창은 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 분해하여 균열 여부를 검사
- (6) 창문이 부착된 부분의 부식 발생여부 검사

203. 정기검사의 연기

잠수정이 정기검사 시기에 검사를 받고자 하는 장소에 있지 아니하거나 또는 기타 부득이한 사유로 검사를 받고자 하는 장소로 이동하는 경우에 있어서 우리 선급은 소유자의 신청에 따라 3월의 범위 내에서 정기검사시기를 연기 할 수 있다.

204. 손상검사

- 1. 선체 또는 기관의 일부가 잠수정에 영향을 미치는 손상이 있는 경우 손상검사를 하여야 한다.
- 2. 손상이 발생한 경우, 손상검사의 범위는 우리 선급이 정한다.

205. 특별한 경우 검사의 위임

본선에서 내부검사를 위해 각 장비들을 준비하는 것이 불가능하거나 과도한 비용이 소요되는 경우, 해당되는 검사는 수검신청자의 요청에 따라 검사원의 입회하에 제조회사의 작업장 또는 다른 승인된 장소에서 시행할 수 있다. ↓

제 4 장 설계 요건

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 잠수정은 어느 한 부분에 손상이 발생하더라도 위험한 상황으로 발전되지 않도록 설계되고 제작되어야 한다.
2. 잠수정과 그 구성부품은 장비명세서에 언급된 사용조건에 적합하도록 설계되어야 한다.
3. 잠수정은 안전운전이 보장되도록 설계하고 제작되어야 하며, 또한 적절한 유지, 보수 및 필요한 검사가 용이하여야 한다.
4. 잠수정이 잠수하였을 때 적절한 전방 시야가 확보되도록 설계되고 제작되어야 하며, 잠수정이 수면상에서 항해중일 때에는 모든 방향으로의 관측이 가능한 관측장비를 비치하여야 하고 이 관측장비로는 적절한 관망창 또는 광학기기가 사용될 수 있다.
5. 잠수사 록아웃 장치를 갖춘 잠수정은 일정 압력하에서 잠수사가 안전하게 이동 및 출입할 수 있도록 설계 및 제작되어야 하며, 잠수사의 록아웃 장치 및 압력챔버는 **선급 및 강선규칙 9편 7장**의 관련규정을 만족하여야 한다.

제 2 절 환경조건

201. 일반

잠수정에 탑재되는 모든 기계류, 기기 및 의장품에 대한 선택, 설계 및 배치시 최소한 다음에 언급된 환경조건을 만족하여야 하며 제한된 항로로 특정한 지역을 운항하는 잠수정에 대하여는 우리 선급이 정하는 바에 따른다.

202. 경사 위치

잠수정은 현 위치를 기준 점으로 60도의 동요, 30도의 종경사 및 15도의 횡경사상태에서도 원활히 조작될 수 있어야 하며, 일시적으로 45도의 경사시에도 조작 및 기계장치에 악 영향을 미치지 않아야 된다.

203. 해수(sea water)

잠수정과 그 구성부품은 일반적으로 수온 $-2^{\circ}\text{C} \sim +32^{\circ}\text{C}$, 염도 35 ppm, 밀도 1.028 kg/m^3 인 해수에 기초를 두어 설계되어야 하며, 잠수깊이를 압력으로 변환할 경우에는 0.101 bar/m 의 압력변화를 고려하여야 한다.

204. 해수로(seaway)

잠수정은 최소 2.0 m의 파고를 갖는 해상상태를 고려하여 설계되어야 하며, 가속도는 하향으로 2 g, 상향으로 1 g 및 종횡 방향으로 각각 1 g가 작용하는 것으로 고려하여야 한다.

205. 기후

모든 공간에서 공기는 $0^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ 온도범위에서 유분과 염기를 함유하고 있는 것으로 가정하여 허용치가 설정되어야 한다. 대기습도는 낮은 온도범위에서 100%가 될 수 있으며, 응축이 발생할 수 있다. 특별히 보호된 제어실에서는 지시온도 40°C 에서 80%의 상대습도를 갖는 것으로 가정하고 내압동체내에 공기압이 $0.7 \sim 1.3 \text{ bar}$ 의 범위로 변화하는 조건에서도 의장품 및 기기는 그 기능을 발휘할 수 있어야 한다. 잠수사의 록아웃 장치나 내압동체 내에 있는 의장품 및 기기는 허용 최고 작동압력의 1.5배에서 작동될 수 있도록 설계되어야 한다.

206. 진동과 동요(shaking)

기계장치는 다른 기계 및 장비 또는 선체에 부적절한 응력을 유발시키는 어떤 진동이나 동요를 일으켜서는 아니 되며 우리 선급이 별도로 정하는 진폭 및 가속도에 적합하여야 한다.

제 3 절 해치, 문 및 출입구

301. 해치

1. 잠수정에는 보통 양쪽에서 출입할 수 있는 출입구 및 비상구 해치를 갖추어야 하며, 그 출입구 해치는 잠수정 내로 물이 유입되지 않은 상태에서 잠수사가 잠수정으로 안전하게 출입할 수 있도록 설계되어야 한다.
2. 출입 및 비상구 해치에는 잠수정이 수면에 떠 있을 경우라도 해치 시일의 압력에 충분히 견딜 수 있는 폐쇄장치를 갖추어야 하며, 그 폐쇄장치는 압력이 평형상태에 도달하기 전까지 해치가 열리지 않도록 설계되어야 한다.

302. 문

문은 양쪽에서 열 수 있어야 하며, 문의 뒷개에는 압력평형 밸브를 설치하여야 한다.

303. 출입구

사람의 출입을 위한 문 및 출입구에는 최소 지름 500 mm 이상의 개구를 설치하여야 하며, 잠수사의 출입을 위한 출입구에는 최소 지름 600 mm 이상인 개구를 설치하여야 한다.

제 4 절 의장

401. 앵커

자율식 잠수정에는 앵커를 올리거나 내리는데 필요한 양하기를 포함한 적절한 앵커를 설치하여야 하며, 비상시 앵커는 양하기에 의해 신속히 투하될 수 있어야 한다.

402. 결박장치

잠수정을 고정시키기 위하여 잠수정에는 결박장치 등을 설치하여야 한다.

403. 인양 및 예인장치

지원선에 의해서 작동되는 잠수정에는 그 잠수정을 인양하거나 예인하기 위한 인양 및 예인장치를 갖추어야 하며, 비상시 잠수정을 회수하기 위하여 권양기를 부착할 수 있는 대체 인양용 장치를 설치하여야 한다.

404. 방현재

잠수정의 외부를 보호하기 위하여 잠수정에는 방현재 또는 유사한 보호장치를 설치하여야 한다.

405. 등, 신호의 모양 및 음향신호

1. 자율식 잠수정에는 **해상충돌방지협약 (1972 COLREGS)**에 따라서 등, 신호의 모양 및 음향신호를 갖추어야 한다.
2. 비자율식 잠수정에는 잠수정이 물 표면위로 부상한 후 즉시 탐지되도록 적절한 신호장치(예를 들면 섬광신호)를 갖추어야 한다.
3. 선외에 조명장치가 설치되는 경우, 그 조명장치는 방수형이어야 하며 허용 최고 잠수압력 하에서 충분히 견딜 수 있어야 한다.

406. 위치 지시기, 무선방향 탐지기(R.D.F) 및 위치 확인장치

1. 잠수정에는 작동방식 및 적용방식에 따라 수면에서 운항중이거나 수중에서 운항 중에 그 위치를 확인할 수 있는 적절한 장비를 갖추어야 한다.
2. 잠수정에는 잠수정이 수면에 떠있는 경우 쉽게 식별될 수 있도록 오렌지색, 노란색 또는 적색등의 대조색 또는 반사체의 도장을 하여야 한다.

407. 부표

1. 자율식 잠수정에는 비상시 잠수정 내부로부터 방출될 수 있는 부표를 갖추고 있어야 하며, 부표에는 자동신호 발신장치가 부착되어 있어야 한다.

2. 전 1항에 따른 부표는 비자율식 잠수정에도 갖추는 것이 권고된다.

408. 기타 설비

로봇팔, TV, 탐조등 및 작업용 공구 등과 같은 잠수정의 장비는 잠수정의 종류 및 잠수정의 용도에 따라 구별되어야 하며, 각 장비는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

제 5 절 부식방지

501. 일반사항

잠수정 및 그 모든 부품은 부식에 대하여는 효과적인 보호조치가 되어 있어야 하며, 잠수정의 설계시 접근이 불가능한 장소에 대하여는 영구적으로 부식에 대한 보호조치를 하여야 한다. 또한, 잠수정의 내부에 적용된 부식방지코팅은 선급 및 강선규칙 9편 7장 704.의 요건에 적합하여야 한다. ↓

제 5 장 내압동체

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 이 장은 대기압 상태로 승무원이 탑승할 수 있도록 설계된 잠수정의 내압동체에 대하여 적용한다.
2. 승인을 위해 우리 선급에 제출하여야 하는 도면 및 자료는 **1장 2절**에 따른다.
3. 필요한 시험 및 표시는 **1장 3절** 및 **4절**에 따른다.

제 2 절 설계시 고려사항

201. 내부비품 및 내압동체의 설비

1. 내압동체 내부의 설비, 비품, 방열, 페인팅 및 보호용 코팅에 사용되는 재료는 **4장 2절**에 언급된 환경조건하에서 어떠한 유해가스도 발생하지 아니하는 것이어야 하며, 열에 의한 영향도 고려되어야 한다.
2. 내압동체 내부에 사용되는 재료는 불연성 또는 난연성 재료이어야 한다.
3. 배터리 구획은 통풍, 공기순환, 산소측정 및 냉방에 필요한 설비를 갖추 수 있는 구조로 설계되어야 한다.
4. 내압동체 내부에 있는 탱크에는 각각의 경우에 충분한 통풍 및 배수설비를 갖추어야 하며, 모든 탱크 및 병커에는 맨홀을 설치하여야 한다.

202. 구획의 배치

승무원이 사용하는 구획은 가능한 한, 기계와 설비가 설치된 곳으로부터 격리되어야 하고 방음 및 방열시공이 되어 있어야 한다. 다만, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 그러하지 아니하다.

203. 의장

1. 좌석수는 선원수 이상으로 배치되어야 한다.
2. 자율식 잠수정과 운항시간이 12시간을 초과하는 잠수정의 내압동체에는 침실설비 및 격리된 위생설비를 갖춘 충분한 거주시설구역을 갖추어야 한다.

204. 등

내압동체의 각 구획에는 적절한 조명장치를 설치하여야 하며 하나의 조명회로가 고장이 나더라도 다른 회로에 의해 조명이 유지되어야 한다.

205. 기타

1. 관망창은 기계적 손상을 입지 않도록 내·외부로부터 보호되어야 한다.
2. 내압선체에는 부착물을 지지하기 위한 아이플레이트나 용접러그를 설치할 수 있다.

제 3 절 재료 및 용접

301. 일반사항

1. 재료는 사용하고자 하는 목적과 적용하고자 하는 용접법 등에 적합하도록 제조되어야 하며, 다음의 규정을 만족하여야 한다. 다만, 이 절에서 특별히 규정하지 아니하는 재료에 대하여는 기타 국제적으로 공인된 규격을 따를 수 있다.
2. 재료의 제조 및 시험은 **선급 및 강선규칙 2편**에 따른다.

302. 승인된 재료

1. 내압동체의 재료는 고인성 압연강재, 단강품 및 주강품을 사용하여야 한다. 강판, 형강 및 봉강의 재료는 세립킬드강으로 제조되고 303.의 규정을 만족하여야 하며 기타 공인된 규격 또는 우리 선급의 검사 및 승인을 득한 제조자의 사양서에 따라 확인되어야 한다. 내압동체용 승인재료는 표 1.5.1에 따른다.

표 1.5.1 내압동체에 사용되는 승인된 재료

종류	재료 등급	재료규격 또는 사양에 대한 규칙
강판	DH 32/36, 또는 EH 32/36강재등급의 세립킬드강 및 선체용 압연강재	기타 공인된 국제 규격 제조사양서 선급 및 강선규칙 2편 1장 301. 또는 이와 동등한 국제 규격
형강 및 봉강	일반 조선용 킬드강 및 킬드구조용강, 세립킬드 구조용강	선급 및 강선규칙 2편 1장 301. 또는 이와 동등한 국제 규격
강관	이음매 없는 용접 페라이트강관	선급 및 강선규칙 2편 1장 4절 또는 이와 동등한 국제 규격
단조품	보일러용, 탱크용 및 파이프용 단조품	선급 및 강선규칙 2편 1장 6절 또는 이와 동등한 국제 규격
주조품	보일러용, 압력용용기 및 파이프용 주강품	선급 및 강선규칙 2편 1장 5절 또는 이와 동등한 국제 규격
볼트 및 너트	비합금 또는 합금봉강	기타 공인된 국제 규격
관망창	아크릴 또는 기타 승인된 재료	선급이 별도로 정하는 규정

2. 전 1항에 규정되지 않은 재료에 대하여도 (예: 오스테나이트 스테인리스강)우리 선급이 적용상 적절하다고 인정하는 경우에는 이 규정을 적용할 수 있다. 다만, 공인된 표준이 없는 경우, 관련 사양서를 우리 선급에 제출하여 검사 및 승인을 받아야 하며, 회주철과 같은 취성재료의 사용은 인정되지 아니한다.
3. 내압동체의 일부분을 구성하는 관망창은 아크릴 또는 기타 승인된 재료로 만들어져야 하며 우리 선급에서 별도로 정하는 규정에 적합하여야 한다.

303. 내압동체에 사용되는 재료에 대한 특별규정

1. 연성

모든 재료는 충분한 연성(인장시험에서 계측된 연신율로 표시)을 가져야 한다. 파단 연신율은 규격 또는 재료 사양서에서 규정된 값을 만족하여야 하고, 16 % 이상이어야 한다.

2. 충격흡수에너지

강재등급은 규격 또는 재료 사양서에 규정된 노치충격시험에 의한 흡수에너지 값을 만족하여야 한다. 추가로 강판에 대하여는 표 1.5.2에 규정된 강판두께에 따른 시험온도에서 시험편의 길이 방향이 압연방향과 직각이 되도록 V-노치 시험편을 채취하여야 하며, 이때 충격흡수에너지는 30J 이상이어야 한다.

내압동체에 직접 용접되는 형강 및 봉강은, 보강링 또는 보강재와 같이 0°C의 시험온도에서, 시험편의 길이 방향이 압연방향과 평행(L방향)이 되도록 V-노치 시험편을 채취하여야 하며, 이때 충격흡수에너지는 27J 이상이어야 한다.

표 1.5.2 노치봉강충격시험에 대한 시험온도

강판 두께 (mm)	시험온도 (°C)
20 이하	0
21 이상 40 이하	-20
41 이상 60 이하	-40
60 이상	우리 선급과 협의하여 결정

3. 결합방지

사용상 유해하다고 인정되는 내부결합 및 표면결합이 있어서는 아니 된다.

4. 재료특성보증

내압동체에 사용되는 재료의 특성은 공인된 국제규격에 따른 재료시험증서를 제출하여야 하고 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

제 4 절 제작 및 제조 원칙

401. 처리

1. 재료에는 적절한 처리를 하여야 하며, 열간 또는 냉간가공에 의하여 손상된 재료에는 적절한 열처리를 하여야 한다.
2. 제작중 및 제작후에 재료는 재료시험증서와 비교 확인할 수 있도록 표시되어야 한다.
3. 아크릴창문의 제조 및 가공에 대하여는 우리 선급이 규정하는 별도의 규정을 만족하여야 한다.
4. 내압동체는 허용 최고 잠수압력의 1.5배에 해당하는 압력에 대하여 압축이 일어나지 않는 구조이어야 한다.

402. 용접

1. 잠수정의 내압동체를 제작하고자 하는 회사는 시설, 용접사의 관리감독과 관련하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
2. 용접작업을 시행하기 전에 용접되는 연결부의 특성은 용접절차인정시험(WPQT)에 따라 확인하여야 한다.
3. 내압동체의 모든 맞대기 이음은 양면 완전용입용접으로 하여야 한다. 추가로 용접작업은 용접계수(V) 1.0을 만족하여야 한다.

403. 개구부와 관망창

1. 내압동체 외판의 강도를 저하시키는 개구부는 적절한 방법으로 보강되어야 한다. 보강은 내압동체 또는 연결재의 일체형이어야 하며, 덧붙인 보강링은 인정되지 아니한다. 또한, 파이프, 케이블 격벽 및 특설늑골의 접합 관통부의 개구부에는 충분한 등급새를 주어야 한다.
2. 관망창 플랜지의 설계 및 제조에 있어서 아크릴 관망창은 내압동체 외판에 있는 개구부 보강에는 포함되지 아니하며, 관망창 플랜지의 내경이 350 mm 보다 큰 경우에는 관망창 시트(seats)에 발생할 수 있는 반경방향 변형 및 각 변형의 허용치에 더욱 엄격한 규정을 적용하여야 하며, 각 경우에 있어서 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
3. 관망창 플랜지의 시트는 허용 최고 잠수압력 하에서 창문을 충분히 지지할 수 있도록 설계되어야 하며 외부의 장애물에 접촉되지 않도록 보호조치를 하여야 한다. 여러 종류의 규격화된 창문의 시트 치수는 우리 선급이 정하는 바에 따른다.
4. 경판 및 O자형 링 시일을 갖는 평평한 관망창에 있어서 관망창 플랜지 대(seating)의 직경은 공칭값 보다 0.25 mm 이상 크지 않아야 하며 평평한 가스킷 봉합이 사용된 곳은 +0.75 mm 보다 크지 않아야 한다.
5. 원추 베어링면을 갖는 원형 창문에 대하여 관망창 플랜지의 원추형 시트의 주직경은 공칭값 보다 0.002 mm 이상 크지 않아야 한다. 관망창 플랜지의 관망창 시트의 원뿔형 모양의 각은 공칭값 보다 -0.25도 이상 작지 않아야 한다.
6. 관망창 시트의 표면거칠기는 1.5 mm를 초과하여서는 아니 된다.
7. 관망창 시트에는 내부식용 가제를 사용한 살붙임 용접등에 의해 부식에 대한 영구적인 보호조치를 하여야 한다.
8. 규격화된 창문의 주요시일의 재료로 유연한 가스킷이 사용될 수 있으며, 이 시일은 영구변형 없이 적절한 정도의 변형을 흡수할 수 있도록 충분히 두꺼워야 한다.
9. 직각형 평면창문의 경우에는 이중시일이 요구되며 이는 플랜지 시트에 콘택트 시멘트로 접착되어야 한다. 또한, 이중시일은 창문의 가스킷 역할을 하여야 하며 두께는 3 mm 보다 클 필요는 없다.
10. 창문 베어링면 또는 금속플랜지 시트에 대하여는 봉합링 홈을 사용할 수 없다.
11. 지지용링에는 창문시일에 필요한 초기 압축을 가할 수 있어야 한다.
12. 아크릴플라스틱 창문을 설치 하는 경우에는 모든 베어링표면이 깨끗한가를 확인하여야 하며, 청소용 약품이 사용될 때에는 창문시일에 창문용 그리스 또는 접착제를 사용할 수 있으며, 사용전에 아크릴 플라스틱에 적합한지를 확인하여야 한다.

404. 단부

경판의 테두리는 모든 기계적 제약(예 지지판, 보강재 등)으로 인하여 사용되지 못하도록 제한되어서는 아니 된다.

405. 배관의 연결과 플랜지

1. 배관 연결부 관두께는 부가적인 외력에도 완전하게 견딜 수 있는 치수이어야 한다. 또한, 소켓용접배관연결부의 관두께는 용접되는 부분의 관두께에 적합하여야 하며, 배관 연결부와 플랜지는 소켓용접으로 용접되어야 하고 용접형상은 내압동체의 전 벽두께를 포함하여야 한다.
2. 배관 연결부의 설비는 **선급 및 강선규칙 5편**의 관련규정에 적합하여야 한다.

제 5 절 계산

501. 일반사항

1. 내압동체, 해치, 창문, 부유지지물등은 선급 및 강선규칙 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 기준에 따라서 계산되어야 하며, 외부과압력을 받는 내압동체 및 압력용기에 대한 계산은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따를 수 있다.
2. 설계시 고려된 계산서를 우리 선급에 제출하여야 하며, 컴퓨터를 이용한 계산자료인 경우, 사용된 프로그램의 적합성 여부를 증명할 수 있는 자료를 우리 선급에 제출하여야 한다.
3. 계산시에는 공칭잠수압력, 시험잠수압력, 붕괴압력, 내부과압력 및 동하중, 고정부착품 및 지지로 인한 반력 및 추가 국부응력 및 **4장 2절**의 환경조건을 고려하여야 한다.
4. 동하중계수는 우리 선급이 인정하는 것이어야 하며, 재료의 피로강도를 고려하여야 한다. 내압동체는 적어도 운항 사이클수 5000회를 기준으로 설계되어야 한다.
5. 용접계수는 **402**.에 따른다.
6. 부식 여유치는 통상 1 mm로 하며, 판두께가 30 mm 이상인 경우, 스테인리스강 또는 기타 부식방지재료를 사용한 경우와 특별한 부식방지조치가 되어 있는 경우에는 부식 여유치를 경감할 수 있다.
7. 이음매가 없거나 또는 용접된 내압동체의 외판 및 단부의 벽두께는 일반적으로 6 mm 이하여서는 아니 된다.

502. 설계기준

1. 외부 과압력을 받는 부재 산정시에는 다음의 기준에 적합하여야 한다.
 - (1) 공칭 및 시험잠수압력에서 인장, 압축 및 굽힘응력은 아래의 **503**.에 언급한 허용치를 초과하여서는 아니 된다.
 - (2) 안정상 중요한 부재에 대하여는 **504**.에서 언급한 안전계수를 고려하여 공칭 및 시험잠수 압력에서 좌굴, 팽창(bulging) 및 횡좌굴에 대하여 충분한 여유를 고려하여 설계하여야 하며, 원통형 셸은 비대칭 및 대칭좌굴을 견딜 수 있는 구조이어야 한다.
 - (3) **표 2.5.3**에서 정하는 붕괴압력 및 공칭잠수압력비를 감하여서는 아니 된다. 안정상 중요한 파괴 및 소성파괴의 가능성에 대하여 해석하여야 하며, 비례한도와 항복강도 또는 0.2 % 항복강도 사이에서 탄성계수의 감소를 고려하여야 한다. 일반적으로, 재료는 변형경화 없이 탄성 및 소성거동 한다고 가정하며, 재료에 대한 압축하중-변형곡선 ($P-\delta$ 곡선)이 선급 입회하에 결정된 경우 계산시 이 곡선을 사용할 수 있다.

표 1.5.3 공칭잠수압력과 관련된 시험압력 및 붕괴압력

공칭잠수압력 P_N (bar)	5 ⁽¹⁾	10	20	30	40	50	≥60
시험압력/공칭잠수압력 $S_1 = P_P/P_N$ ⁽³⁾	1.70	1.40	1.25	1.20	1.20	1.20	1.20
붕괴압력/공칭잠수압력 $S_2 = P_Z/P_N$ ⁽⁴⁾	3.20	2.40	2.00	1.87 ⁽²⁾	1.80 ⁽²⁾	1.76 ⁽²⁾	1.73 ⁽²⁾
(비 고)							
(1) 최소 공칭잠수압력 : 5 bar							
(2) 최소값 $S_2 = 2$ 운항깊이 > 공칭 잠수깊이							
(3) 범위 $P_N = 5 \cdots 30$, $S_1 = \frac{3}{P_N} + 1.1$							
(4) 범위 $P_N = 5 \cdots 60$, $S_2 = \frac{8}{P_N} + 1.6$							

503. 허용응력

다음의 두 값중 작은 값을 적용한다.

$$\frac{R_{m20^{\circ}}}{A} \quad \text{또는} \quad \frac{R_{EHt^{\circ}}}{B}$$

여기에서,

$R_{m20^{\circ}}$: 상온에서 편차 최소 인장강도 (N/mm²)

($R_{EH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$ 인 세립킬드강이거나 또는 외부과압력이 압축인 경우 무시될 수 있다)

$R_{EHt^{\circ}}$: 항복응력 또는 설계온도에서 0.2% 내력

A 및 B : 안전계수로서 표 1.5.4에 따른다.

표 1.5.4 안전계수

재 료	공칭잠수압력		시험잠수압력		붕괴압력	
	A	B	A'	B'	A''	B''
페라이트계 재료	2.7	1.7	-	1.1	-	1
오스테나이트계 재료	2.7	1.7	-	1.1	-	1
알루미늄	4.0	-	2.6	-	1.5	-

504. 좌굴 및 횡좌굴에 대한 안전계수

1. 원통형 동판은 공칭잠수압력에서 탄성좌굴에 견딜 수 있도록 설계되어야 하며 보강링은 트리핑에 견딜 수 있도록 설계되어야 한다. 이 경우, 안전계수 S_k 는 3.0으로 한다. (시험하에서는 $S_k' = 2.2$)
2. 경판의 단부는 안전계수 S_k 또는 S_k' 로 설계되어야 하며 벽두께 S 및 원통형셀에 연결된 반경 R을 고려하여 다음 식에 따라 계산되어야 한다.

$$S_k = 3 + 0.002 \frac{R}{S}$$

$$S_k' = \frac{2.2}{3} S_k$$

505. 제조시 오차에 대한 허용범위

만일 제조시 발생된 오차가 허용범위를 초과할 경우에는 관찰된 편차를 참조하여 허용 최고 잠수압력을 검증하여야 한다. ↓

제 6 장 외부 구조물

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 이 장은 지지구조, 압력 선체 부착물 및 덮개를 포함하여 자유롭게 침수되도록 노출된 외부구조물에 대하여 적용한다.
2. 승인을 위해 우리 선급에 제출하여야 하는 도면 및 자료는 **1장 2절**에 따른다.
3. 필요한 시험 및 표시는 **1장 3절** 및 **4절**에 따른다.

102. 설계시 고려사항

1. 잠수정의 자유침수 부분에는 개구를 설치하여 해당부분이 완전히 침수 혹은 배수되도록 설계되어야 한다.
2. 잠수 탱크 받침대, 운용 장비, 복원핀, 타등과 같은 압력 선체 부착물을 용접할 때에는 압력 선체내부에 발생하는 내부 응력을 고려하여야 하며, 내압동체의 고정 부착물 부위는 검사 및 확인이 가능하여야 한다.
3. 잠수정의 외부 구조물은 잠수정 외부로부터 하중 및 충격이 발생하더라도 내압선체에는 손상이 없이 외부구조물 자체만 찌그러지도록 설계되어야 한다. 또한 잠수정은 외부 구조의 일부가 주위 다른 물체와 접촉되어 손상되지 않도록 설계되어야 한다. 앵커는 격납 되었을 때 압력 선체와 같은 높이에 위치하도록 배치되어야 한다.
4. 잠수정의 위치를 유지시키기 위하여 사용되는 로보팔, 집게, 앵커 및 기어의 다른 부속물은 비상시에 이탈될 수 있도록 설계되어야 하며, 생명줄과 예인줄도 이탈될 수 있어야 한다. 이탈기어는 주전원이 고장나더라도 작동 가능하여야 하며, 우발적으로 이탈되지 않도록 설계되어야 하고 이탈로 인해 허용범위를 넘는 횡경사나 종경사가 발생되어서는 아니 된다.
5. 잠수사의 록아웃 장치가 설치된 잠수정에는 해저표면과의 충분한 간격을 보장하는 지지구조물 또는 활주대를 부착하여야 한다.
6. 가능한 한 생명줄과 기타 파이프, 호스 및 케이블을 위한 내압동체 관통부는 내압동체 고정부착물 또는 외부를 씌운 금속부에 의한 기계적 손상으로부터 보호되어야 한다.
7. 잠수정 외부에 설치된 부력 장치는 적절하게 고박되고 보호되어야 한다.
8. 잠수정의 인양에 사용되는 부분은 인양이 가능한 해상상태중 최악의 경우를 고려하여 설계 및 배치되어야 하며, 잠수정 내부의 부분 침수시에도 수면으로 인양될 수 있어야 한다.
9. 예인부는 최악의 해상상태에서도 최대의 예인속도로 잠수정이 예인될 수 있도록 설계되고 배치되어야 한다.
10. 필요한 경우에 사다리를 설치하여 잠수정에 안전하게 접근할 수 있도록 설계되어야 한다.

103. 재료

1. 재료는 적용목적과 제조공정에 적합해야 하며 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
2. 강의 제조, 제조공정 및 시험은 **선급 및 강선규칙 2편**에 따른다.
3. 기타 모든 재료들은 우리 선급의 승인을 받은 제조자의 사양이나 인정된 표준에 적합하게 제조 가공되어야 한다.
4. 하드식 부력 탱크에 사용되는 재료는 제시된 압력 및 온도범위에 적합하고 낮은 흡수율을 가져야 하며 압력하에서 변형이 적어야 한다.
5. 재료의 특성 등에 대한 적합한 증명서를 우리 선급에 제출하여야 한다.

104. 제조 및 제작

1. 재료는 올바른 가공절차에 따라 가공되어야 한다. 필요한 경우 가공절차에 대한 시험이 시행되어야 하며 제조에 착수하기 전에 제품의 견본을 만들어야 한다.
2. 앵커, 앵커체인 케이블 및 로프, 계류로프 밧줄은 규칙에 따라 제조되고 시험되어야 한다.

105. 계산

1. 우리 선급이 인정하는 계산 방법에 따라 외부 구조의 요소들에 대한 계산을 하여야 하며, 예상되는 하중 하에서 외부 구조물의 치수 설계시, 계산된 응력이 항복응력의 0.6배를 초과하여서는 아니 된다.
2. 충돌 상황에 대비하여 중방향으로 3g의 값을 적용하여 설계하여야 하며, 이러한 경우에 외부 구조는 압력 선체에 손상을 주지 않고 충돌 에너지가 흡수될 수 있어야 한다. ↓

제 7 장 잠수, 부력탱크 및 트리밍장치

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 이 장은 잠수정의 잠수, 부력탱크, 트리밍장치 및 부속설비에 대하여 적용한다.
2. 승인을 위해 우리 선급에 제출하여야 하는 도면 및 자료는 1장 2절에 따른다.
3. 필요한 시험 및 표시는 1장 3절 및 4절에 따른다.

제 2 절 설계 및 제작

201. 일반 원칙

1. 잠수, 부력탱크 및 트리밍 장치는 모든 운항단계에서 안정된 상태가 유지될 수 있어야 한다.
2. 잠수정은 최대 허용 운항 조건의 수면에서 안전하게 운항될 수 있어야 한다.
3. 잠수정은 잠수시 공칭잠수깊이 또는 그 이하의 어느 수심에서도 균형 및 트림이 조절될 수 있어야 한다.
4. 잠수정은 언제든지 수면으로 안전하게 복귀할 수 있어야 한다.
5. 잠수탱크의 손상 및 추진 프로펠러의 고장 등의 사고시, 잠수정은 밸리스트를 배출하거나 이에 추가하여 부력탱크를 제거한 후, 수면으로 안전하게 복귀할 수 있어야 하며, 안정지립 상태로 수면에 떠 있어야 한다.

202. 잠수탱크

1. 잠수탱크는 내부 정압 및 파도의 충격에 견딜 수 있도록 설계되고 제조되어야 한다.
2. 잠수탱크에는 탱크를 완전히 물로 채울 수 있는 관을 설치하여야 하며, 관 장치에는 각 탱크에 대해 별도의 폐쇄장치를 설치하여야 하고, 관 밸브에는 우발적으로 열리지 않도록 잠금장치를 설치하여야 한다.
3. 잠수탱크가 별도의 폐쇄수단이 없이 침수구멍을 갖는 경우에는 공기관에 이중폐쇄장치를 설치하여야 한다.
4. 잠수탱크를 압축공기를 이용하여 비우는 경우에는 탱크에 과도한 과압이 일어나지 않는다는 것이 증명되어야 한다.
5. 잠수탱크를 펌프를 이용하여 비우는 경우에는 침수구멍에 폐쇄장치를 설치하여야 하며, 그 장치는 탱크 배출시 지나친 저압이 발생하지 않도록 하여야 한다.

203. 부력탱크

1. 공칭잠수압력의 1.2배에 상당하는 작업압력으로 설계되어야 하며, 최소 $P_N + 2\text{bar}$ 이상이어야 한다.
2. 내압동체내에 위치한 부력탱크들은 중력탱크로서 설계될 수 있으며, 배출은 펌프에 의해서만 이루어져야 한다.
3. 부력탱크의 용적은 계획된 잠수 작업 동안 예상되는 부력의 변화에 10%의 예비용적을 고려한 용적을 보상하기에 충분하여야 한다.
4. 부력탱크는 압축공기 또는 펌핑에 의하여 배출될 수 있으며, 침수시에 유입되고 배출시에 배출된 물의 양이 표시되어야 하며, 추가로, 부력탱크에는 지속적으로 용량을 측정할 수 있는 용량계측기가 설치되어야 한다.
5. 부력탱크들의 공기관은 잠수정 내부로 의도하지 않은 침수가 발생되지 않도록 설계되고 배치되어야 한다.

204. 트리밍장치

1. 트리밍 탱크는 그 효과를 최대화 하기 위하여 선미 및 선수의 먼 곳에 배치되어야 한다.
2. 물의 이송은 펌핑 및 압축공기에 의하여 이루어 질 수 있으며, 자동제어장치에 의해 이송작업이 항상 요구되는 방향으로 진행되고 있음이 확인될 수 있어야 한다.
3. 내압동체 내부에 위치하고, 펌핑에 의하여 배출되는 트리밍 탱크는 중력식 탱크로서 설계될 수 있으며, 트리밍 탱크가 압축공기에 의하여 배출되는 경우, 압축공기시스템의 압력에 따라 설계되어야 한다. 또한, 잠수정의 바깥쪽에 설치되는 트리밍 탱크는 공칭잠수깊이의 1.2배에 상당하는 외부압력에 견딜 수 있도록 설계되어야 한다.
4. 종방향으로 움직일 수 있는 중량물이 트리밍용으로 설치된 경우에는 중량물들이 미끄러져 위치를 벗어나지 않도록 적절한 수단이 강구되어야 한다.

제 3 절 재료, 제조 및 계산

301. 잠수탱크

잠수탱크의 재료, 제조, 설계 및 계산은 5장 5절의 관련규정에 따른다.

302. 부력탱크 및 트리밍 탱크

부력 및 트리밍탱크의 재료, 제조, 설계 및 계산은 5장 5절의 관련규정에 따른다. ↓

제 8 장 압력용기 및 기구

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 승인을 위해 우리 선급에 제출 하여야 하는 도면 및 자료는 1장 2절에 따른다.
2. 필요한 시험 및 표시는 1장 3절 및 4절에 따른다.

제 2 절 압력챔버 및 잠수벨

201. 압력챔버 및 잠수벨

잠수정의 압력 챔버 및 잠수벨은 선급 및 강선규칙 9편 7장의 관련규정에 따라 제조되고 설치되어야 한다.

제 3 절 압력용기, 기구 및 가스용기

301. 압력용기, 기구 및 가스용기

압력용기, 기구 및 가스용기는 선급 및 강선규칙 5편 5장의 관련규정에 따른다. ↕

제 9 장 배관장치, 펌프 및 압축기

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 이 장은 잠수정을 조작하는데 필요한 밸브, 관 부착품, 펌프 및 압축기를 포함한 모든 배관 장치에 대하여 적용하며, 이 장에 추가하여, **선급 및 강선규칙 5편**의 관련규정에 적합하여야 한다.
2. 승인을 위해 우리 선급에 제출하여야 하는 도면 및 자료는 **1장 2절**에 따른다.
3. 필요한 시험 및 표시는 **1장 3절** 및 **4절**에 따른다.

제 2 절 설계 및 제작

201. 관, 밸브, 관 부착품 및 펌프

1. 잠수압을 받을 수 있는 모든 관, 밸브, 관 부착품 및 펌프는 시험 깊이에 따라 설계되어야 한다.
2. 내압동체 벽을 통하는 관에는 2개의 차단 장치가 설치되어야 하며, 그 중의 하나는 선체격벽의 주위에 위치하여야 한다.
3. 산소관은 유관 가까이에 설치되어서는 아니 된다.
4. 가스관 및 전기 케이블 도관은 가능한 한 멀리 떨어진 곳에 위치하여야 한다.
5. 차단장치에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 하며, 나사조임 덮개 또는 스피너를 갖는 밸브 및 부착품은 우발적으로 나사가 풀리지 않도록 보호되어야 한다.
6. 수동차단 장치는 시계방향 회전에 의해 폐쇄되도록 설계되어야 한다.
7. 모든 해수밸브 및 필수적인 차단 밸브에는 개폐지시기가 부착되어야 한다.
8. 해수 연결구로 연결된 모든 밸브는 끝이 점점 작아지는 플러그가 외압에 대해 열리도록 설계되어야 한다.
9. 산소를 운반하는 관에는 나사조임 밸브만 인정되며, 볼밸브는 비상차단 장치로서 사용될 수 있다.

202. 빌지 펌핑 및 밸러스트 설비

1. 자율식 잠수정에는 응축 및 누출로 인하여 발생한 물이 잠수정내의 어느 공간에서도 배출될 수 있도록 빌지장치를 설치하여야 한다.
2. 밸러스트 물 및 해수가 빌지장치를 통해 잠수정 안 쪽으로 통과되는 것을 막기 위해서 두 개의 역지밸브가 방출구 앞에 설치되어야 하며, 역지 밸브 중의 하나는 각 흡입구 바로 앞에 위치하여야 한다.
3. 빌지, 해수 및 밸러스트 장치가 서로 연결된 경우, 연결관에는 밸브가 중간 위치에 있거나 밸브 절환을 잘못하였을 경우에도 빌지 장치를 통해 잠수정 내부로 해수가 들어오는 것을 막을 수 있는 밸브를 설치하여야 한다.
4. 빌지 펌프는 자기 흡수형이어야 한다.
5. 각 빌지 및 밸러스트 장치에는 적어도 하나의 예비 펌프를 설치하여야 한다.
6. 잠수탱크가 펌프에 의해서만 배출되는 경우, 예비 펌프는 비상전원에 연결되어야 한다.

203. 압축공기장치

1. 공기가 잠수, 부력 및 트리밍 탱크에 사용되는 경우, 선박에 공급되는 공기의 공급량은 수면에서 잠수탱크에 최소한 잠수탱크 용적의 4배의 양을 공급하기에 충분하여야 하며, 공칭 잠수깊이에서는 부력탱크에 최소한 부력탱크 용적의 3배의 양을 공급하기에 충분하여야 한다. 정상 운전상태에서 이러한 압축 공기 탱크는 다른 목적에 사용되어서는 아니 된다.
2. 압축기는 압축공기 탱크의 충전용으로 설치되어야 한다.
3. 압축공기 공급은 적어도 2개의 분리된 저장탱크에 보내져야 한다.
4. 의도하지 않은 압력 균형이 다른 장치들 사이에 발생하지 않도록 압축공기장치에는 밸브를 설치하여야 한다.
5. 감압 밸브가 설치되는 경우, 고장시 차단하고 우회시킬 수 있는 수단이 갖추어져야 하며, 추가로 안전밸브는 감압 밸브의 저압측에 설치되어야 한다.
6. 압축공기 장치에는 충분한 수의 압력지시기를 설치하여야 한다.

7. 해수와 접촉하는 압축공기 장치는 다른 장치를 고려하여 분리되도록 설계되어야 하며, 해수가 압축공기장치에 유입될 가능성이 없어야 한다.

204. 유압장치

1. 내압동체를 관통하는 유압 장치 및 잠수정의 안전에 필요한 유압 장치에 속하는 모든 배관은 장치의 허용 최고 잠수 압력으로 설계되어야 하며, 필요시 장치내 해수의 침입으로 인한 압력 상승 가능성에 대한 허용한계가 설정되어야 한다.
2. 잠수정의 안전에 중요한 유압장치에는 적어도 하나의 동력구동 펌프 및 하나의 수동 비상펌프를 갖추어야 하며, 자율식 잠수정에는 두 개의 동력구동 펌프를 설치하여야 한다.
3. 연속적으로 작동되도록 설계되지 않은 유압장치에는 수동펌프를 갖추 수 있다.
4. 잠수정에 설치되는 유압 압축기를 포함하여 모든 밸브 및 부차품은 전 1항에 따라 설계되어야 하며, 밸브 및 부차품은 쉽게 접근할 수 있는 장소에 설치되어야 한다.
5. 유압장치에는 작동유를 깨끗하게 유지하기 위하여 여과기를 설치하여야 한다. 또한, 통풍 및 탈수를 위한 장치를 갖추어야 하며, 유압유 탱크에는 액면 지시기를 설치하여야 한다. 필요에 따라 유압장치에는 작동유를 냉각시킬 수 있는 수단을 갖추어야 한다.
6. 유압배관은 산소장치 가까이에 설치되어서는 아니 된다.
7. 작동유를 선택할 때, 잠수정의 운전 또는 수리중 발생하는 온도 뿐만 아니라 사용조건에 대한 허용 한계를 정하여야 한다.
8. 유압장치에는 장치의 운전에 필요한 모든 지시장치를 갖추어야 한다.

제 3 절 재료, 제조 및 계산

301. 재료, 제조 및 계산

관, 밸브, 관부차품, 펌프, 유압장치 및 압축기의 재료, 제조 및 계산에 대하여는 선급 및 강선규칙 5편의 관련규정에 적합하여야 한다. ⚓

제 10 장 수심, 트림 및 음양의 부력 조절장치

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 이 장은 잠수정의 수심, 트림 및 음양의 부력 조절을 위한 모든 장비에 대하여 적용한다.
2. 승인을 위해 우리 선급에 제출하여야 하는 도면 및 자료는 **1장 2절**에 따른다.
3. 시험 및 표시는 **1장 3절** 및 **4절**에 따른다.

제 2 절 설계 및 제작

201. 일반 원칙

1. 잠수정에는 수심, 트림 및 음양의 부력을 제어하기 위한 장치를 갖추어야 하며, 이 장치는 사고에 의해 발생할 수 있는 상황과 모든 횡경사 및 트림상태 하에서도 적절한 기능을 발휘할 수 있어야 한다.
2. 수심, 트림 및 음양의 부력의 제어를 위한 모든 단위 조작장치들은 서로 분류되어야 하고, 제어실 혹은 자율식 잠수정에 있어서는 잠수제어장소에 명확하게 표시되어야 한다.
3. 제어실 또는 잠수제어 장소에는 수심, 트림 및 음양의 부력 제어상태 및 잠수정의 위치를 지속적으로 나타내는 지시 계기장치를 설치하여야 한다.

202. 장치 및 구성요소

1. 수심, 트림 및 음양의 부력을 제어하는 시스템 및 구성요소의 설계 및 제작은 **7장** 및 **9장**의 관련규정에 따른다.
2. 단위조작 및 지시장치의 제어는 **13장**의 관련규정에 따른다.
3. 동적 제어설비에 대하여는 **11장**의 관련규정에 따른다. ↓

제 11 장 추진 및 조종설비

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 이 장은 잠수정의 추진 및 자동위치제어를 위한 모든 설비에 대하여 적용하며, 작동수심제어를 포함한 모든 조타장치에 대하여도 적용한다. 또한, 유압장치, 추진장치 및 조타장치는 **선급 및 강선규칙 5편**의 관련규정에 적합하여야 한다.
2. 승인을 위해 우리 선급에 제출하여야 하는 도면 및 자료는 **1장 2절**에 따른다.
3. 필요한 시험 및 표시는 **1장 3절** 및 **4절**에 따른다.

제 2 절 설계 및 제작

201. 추진장치

1. 추진장치의 형식, 수, 크기 및 배치에 대하여는 잠수정의 운용 목적에 적합하게 설계되어야 한다.
2. 외부에 부착되는 추진장치는 잠수정의 허용 최고 잠수압력 또는 압력평형을 고려하여 설계되어야 한다.
3. 잠수정의 추진기관은 간헐적 및 연속적인 운전용으로 설계되어야 한다.
4. 수면에서 운항할 때, 내연기관에 공급되는 공기는 공기마스트를 통과하여야 하며, 배기관은 두 개의 압력밀 차단장치를 거쳐 내압동체 밖으로 유도되어야 한다. 다만, 폐회로 추진장치에 대한 요건은 경우마다 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
5. 전기추진전동기는 **선급 및 강선규칙 6편**의 관련규정에 따라 설계되어야 한다.
6. 추진엔진이 내압동체내에 설치되는 경우, 추력 블록은 같은 구역에 설치되어야 한다.
7. 내압동체 벽의 축 관통부에는 허용 최고 잠수압력에 견딜수 있는 형식 승인된 글랜드를 설치하여야 한다.
8. 필요한 경우, 프로펠러에는 잠수사의 위험을 막고 장애물을 피하기 위하여 보호 및 차단에 대한 조치를 하여야 한다.
9. 기관속도 및 회전 방향을 제어하는 장치가 고장난 경우에는 추진기관이 정지될 수 있도록 설계되어야 하며, 자율식 잠수정의 추진기관은 수동제어도 가능하여야 한다.
10. 추진장치에는 안전한 운전을 보장하기 위하여 충분한 수의 지시기 및 경보기를 갖추어야 한다.

202. 조종설비

1. 잠수정에는 수면에 있을 때 및 잠수할 때 필요한 조종 성능이 유지되고 있음을 확인할 수 있는 적절한 장치를 갖추어야 하며, 계획속력이하에서도 타 및 이에 상당하는 장치는 항상 조종이 가능하여야 한다.
2. 수평 및 수직타는 수면에서의 파도의 영향 및 잠수정의 피칭운동에 의해 발생하는 최대하중과 잠수시 받는 조타력에 의한 최대 하중에 견디도록 설계되어야 하며, 타주의 응력은 항복응력의 0.5배를 초과하여서는 아니 된다.
3. 자율식 잠수정에는 적어도 하나의 조타장치 및 보조조타기를 설치하여야 하며, 잠수정이 최고 속도로 운항시에 주조타장치는 28초 이내에 타를 한 쪽현 35°에서 다른 현 30°까지 조작될 수 있어야 한다.
4. 수평타는 전체속도 범위 및 모든 하중 조건하에서 요구되는 깊이가 유지될 수 있도록 설계되어야 한다.
5. 수평 타장치에는 전 2항 및 4항에 적합한 2차 전원을 갖추어야 하며, 이것은 제어대에서 주전원으로 부터 대체 전원으로 전환 할 수 있어야 한다.
6. 조종용으로 사용되는 추진장치의 선회기구에 대하여는 타에 적용하는 조종 규정을 적용하여야 한다.
7. 자율식 잠수정의 주 비상 제어대에는 수직 및 수평타의 위치를 나타내는 지시기를 설치하여야 하며, 기타의 잠수정에는 각 수직 및 수평타에 적어도 하나의 위치지시기를 설치하여야 한다. 또한, 조타장치의 오작동 또는 고장을 알리는 적절한 지시기를 갖추어야 한다. ↓

제 12 장 전기설비

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 이 장은 **선급 및 강선규칙 6편**에 추가하여 잠수정의 운용 및 보수에 필요한 기기뿐만 아니라 탑재되는 모든 전기설비에 대하여 적용하며, 잠수사의 록-아웃 장치를 갖춘 잠수정의 경우에는, 이 장에 추가하여 **선급 및 강선규칙 9편 7장 12절**의 관련규정에 적합하여야 한다.
2. 승인을 위해 우리 선급에 제출하여야 하는 도면 및 자료는 **1장 2절**에 따른다.
3. 필요한 시험 및 표시는 **1장 3절 및 4절**에 따른다.

제 2 절 설계

201. 일반사항

1. 모든 전기시스템과 설비는 잠수정의 정해진 설계조건하에서 만족스럽게 작동되고 기능을 수행할 수 있도록 설계되어야 하며, 전기설비의 조작요소들은 **선급 및 강선규칙 6편**의 관련규정에 적합하여야 한다.
2. 잠수정에서는 다음 장치의 부하도 중요부하로 간주한다.
 - (1) 축전지 충전 장비
 - (2) 축전지실 환기 ; 산의 순환 및 냉각장치
 - (3) 감시 및 호흡용 공기조절장비
 - (4) 조타장치

202. 재료 및 절연

1. 전기기기, 케이블 및 기구 등의 제조에 사용되는 재료는 습기, 해수, 염분 및 유증기에 견딜 수 있는 것이어야 한다. 또한, 이들 재료는 흡습성이 없고, 내염성 및 자기소화성의 것이어야 하며 연소시에도 유해가스를 방출하지 않는 것이어야 한다. 다만, 권선의 절연체에는 내염성이 요구되지 아니 한다.
2. 대전부를 지지하기 위한 재료에는 고 트래킹 저항의 것을 사용하여야 한다.
3. 누설경로 및 공극은 우리 선급이 인정하는 국제 규격에 적합하게 계산되어야 한다. 발전기 최초 차단기, 내압동체벽 관통부, 수중플러그 연결구 및 차상의 공칭 절연율로 설계되어야 한다.
4. 수중에서 사용되는 전기설비의 재료 및 절연은 경우마다 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

203. 배전방식

1. 승인된 배전 방식은 다음중 어느 한 형식의 것이어야 한다.
 - (1) 직류 및 단상 교류 : 선체로부터 절연된 2도체
 - (2) 3상 교류 : 선체로부터 절연된 3도체
2. 잠수정에서는 중성선 접지를 하여서는 아니 된다.

204. 전압 및 주파수

잠수정에 대하여 권장하는 기준전압 및 주파수는 다음과 같다.

- (1) 다음 설비 및 기기에 대하여 허용 최대전압을 500 V로 한다.
 - (가) 항구적으로 설치되는 전력계통
 - (나) 항구적으로 설치되는 제어회로
 - (다) 소켓의 출력단자에 연결되어 있고 별도의 취급이 필요 없는 전력계통
 - (라) 전열장비 및 조리실장비
- (2) 다음 설비 및 기기에 대하여 허용 최대전압을 250 V로 한다.
 - (가) 직류 및 단상교류를 사용하는 조명계통 및 소켓
 - (나) 이중절연 및 보호절연변압기로 되어있는 이동기기

- (다) 기계제어 및 감시계통, 추진제어시스템 및 추진안전시스템
- (3) 다음 설비 및 기기에 대하여 허용 최대전압을 50 V로 한다.
 - (가) 이중절연 및 보호절연변압기를 사용하지 않은 경우, 습기가 있는 장소, 전동갑판, 저장실, 기관구역 및 이와 유사한 업무구역 등 제한된 조건에서 사용되는 이동기기

205. 보호조치

1. 모든 전기 설비는 특별히 언급된 경우를 제외하고는 **선급 및 강선규칙 6편**의 관련규정에 따라 보호되어야 한다.
2. 최소보호등급은 **표 1.12.1**에 따라야 하며, 이 보호등급은 설치 및 운전중에도 유지될 수 있어야 한다. 차폐된 곳에 설치되는 기기는 그 차폐된 곳을 보호수단으로 간주할 수 있다. 이상 접촉 전압, 감전 및 추가적인 안전방법에 대한 보호조치는 고장전류의 위험을 최소화 또는 방지할 수 있어야 한다. 이러한 방법은 경우마다 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

표 1.12.1 외래물 및 물에 대한 최소보호등급

설치장소 \ 기기의 종류	발전기, 전동기, 변압기	개폐기, 전자구성품, 기록장치	통신기기, 입력장치, 신호장비, 스위치, 소켓, 단자함, 작동기	전열기구 조리기구	등기구
업무구역, 제어실 거주구역 공용실, 무선실	IP23	IP23	IP23	IP44	IP23
위생구역, 배식실, 기관구역, 펌프 및 유수분리기실	IP44	IP44	IP55	IP44	IP34
파이프, 터널, 빌지	IP56	-	IP56	IP56	IP56
선체외부	잠수정의 설계기준에 따른 압력에 적합한 수밀구조				

3. 보호도체

- (1) 보호도체의 사용에는 다음 사항을 고려하여야 한다.
 - (가) 케이블에 추가적으로 도체 또는 철심을 가지는 형식의 것이어야 한다. 케이블 차폐체 또는 외장을 보호도체로 사용할 수 없다.
 - (나) 정상운전시 대전되는 부분의 도체는 보호도체로서 동시에 사용할 수 없으며 선체에 보호도체에 의해 연결될 수 없다.
 - (다) 보호도체의 단면적은 주도체 단면적의 1/2 이상이어야 하며, 보호도체의 단면적이 16 mm² 이하인 경우에는 주도체의 단면적과 같은 것을 사용하여야 한다. 보호도체의 최소단면적은 4 mm²로 한다. 추진과 관련되는 경우, 보호도체의 설계 크기는 보호요소의 최대 차단시간 및 보호도체의 최대온도상승 90 °C를 고려한 기기의 최대 단락전류에 기초하여야 한다.
 - (라) 절연된 진동 감쇠장치에 부착된 기계 및 기구는 이동 전선, 도체 또는 동선을 이용하여 반드시 접지 되어야 한다.
 - (마) 보호도체는 절연된 벽의 바깥쪽에서 쉽게 점검할 수 있는 위치의 선체에 연결하여야 한다.
 - (바) 선루 또는 선체에는 정박하고 있거나 상가중에 기구를 사용하지 않고 보호도체를 연결할 수 있도록 M12 스티드 볼트를 가진 연결판을 접근이 쉬운 장소에 적절히 설치하여야 한다.
 - (사) 전 (바)의 연결판을 상가중에 낙뢰보호도체로서 이용할 수 있다.

제 3 절 동력

301. 일반사항

1. 잠수정 및 잠수사의 안전에 관련되는 모든 중요 전기설비들은 주전원 및 비상전원에 서로 분리 접속되어야 한다.
2. 지원선에 의존하는 잠수정인 경우, 주전원은 지원선의 주배전반 또는 잠수정의 주전원으로부터 직접 급전될 수 있어야 한다.
3. 다음에 의한 전원을 비상전원으로 사용할 수 있다.

- (1) 자기 기전식의 발전기
- (2) 충분한 용량의 비상축전지
4. 발전장치 및 급전장치는 전압변동과 주파수 변동이 **선급 및 강선규칙 6편 1장 표 6.1.2**에 주어진 값을 초과하지 않도록 설계되어야 한다.
5. 잠수정에 있어서 동력은 수중 및 수면에서 항행하는 것을 모두 고려하여 결정되어야 한다.

302. 주전원

1. 모든 잠수정은 **선급 및 강선규칙 6편 1장 201.**에 적합한 주전원을 급전할 수 있어야 한다. 또한 정해진 운전 시간 동안, 운전 시 필요한 공기의 공급을 잠수정 외부에 의존하거나 독립적인 경우에도 충분히 급전될 수 있도록 설계되어야 한다.
2. 주전원은 적어도 상호 독립적인 2조의 발전장치, 또는 1조의 발전장치와 충분한 용량의 축전지로 구성되어야 한다. 이 축전지는 적어도 1조의 발전기로부터 충전하기에 충분하여야 한다. 다만, 항행구역이 제한되는 선박 또는 지원선이 필요한 선박인 경우에는 그러하지 아니하다.
3. 전기시동장치로 시동하는 발전기에는 **선급 및 강선규칙 5편 2장 202.**의 5항에 적합한 시동장치를 설치하여야 한다.

303. 비상전원

1. 모든 잠수정에는 독립된 비상전원장치를 갖추어야 한다.
2. 비상전원은 시동전류 및 과부하 조건하에서 비상시 잠수정에 필요한 동력에 급전될 수 있는 것이어야 하며, 잠수정의 표면에 설치되어 있는 전기설비 및 적어도 **14장 201.**에 규정된 시간동안 다음의 전기설비에도 동시에 급전될 수 있어야 한다.
 - (1) 내부 비상 조명장치
 - (2) 비상 통신장치
 - (3) 비상 생명유지장치
 - (4) 비상 감시 및 경보장치. 예를 들면, 누설 감시 시스템, 화재경보시스템, 산소 및 수소 감시기
 - (5) 잠항 및 예비부력탱크용 솔레노이드 밸브
 - (6) 잠수탱크의 배출용 예비펌프(잠수탱크용으로 적합한 경우 공칭 잠수깊이의 1.5배)
 - (7) 위치설비, 신호 램프에 추가하여 스스로 제어가 가능한 잠수정은 무선장비 및 중요한 항해장비에 적어도 18시간동안 급전이 가능하여야 한다.

304. 충전 및 육상전원

1. 충전 및 육상전원용 소켓은 부하가 있는 상태에서는 플러그를 뽑거나 뽑을 수 없도록 설계되어야 한다.
2. 잠수정에는 육상전원 혹은 충전장소에서 전원을 차단시킬 수 있는 제어 스위치를 설치하여야 한다.

305. 축전지

1. 전기구동용 프로펠러 또는 잠수정의 동력용으로 사용되는 축전지는 특별한 장소에 보관되어야 하며, 이 구획은 축전지의 셀 교환, 검사, 시험, 액 보충 및 보수 등을 위하여 접근이 가능한 곳이어야 한다.
2. 축전지실에는 폭발성 혼합가스의 축적을 방지하기 위하여 통풍장치를 설치하여야 한다.
3. 충전하는 동안 유입된 공기의 양과 배출된 공기의 양은 수소-공기의 혼합기체에서 낮은 폭발한계를 초과할 가능성이 없도록 하기 위하여 계산되어야 하며, 항구적으로 적절한 위치에 설치된 수소 감시기는 축전지실 내부 및 필요한 경우에는 축전지실 이외의 다른 장소의 가스농도도 측정할 수 있어야 한다. 만약 가스농도가 낮은 저폭발한계의 35% 이상이 되면 자동적으로 중앙감시장소에서 가시가칭 경보를 발하여야 하며, 수소농도 감시장치는 형식승인된 것이어야 한다.
4. 축전지실에는 전기기기가 설치되어서는 아니되며, 등기구는 적어도 안전증가 방폭 구조로서 온도등급이 T1(Exe T1) 이상이어야 하며, 스위치류, 소켓, 단자함 등은 축전지실의 외부에 설치되어야 한다. 또한 본질안전 방폭 구조로서 온도등급이 T1(Exi T1) 이상인 수소 감시기와 같은 축전지 감시장치를 설치할 수 있다. 전압측정시스템용으로 사용되는 단일 셀 퓨즈는 내압 방폭 구조로서 온도등급이 최소 T1 이상(Exd IIC T1)이어야 한다.
5. 승무원 및 조작기기는 전해액에서 방출되는 증기에 의해 손상되어서는 아니 된다.
6. 축전지실 내부에서는 절연된 도구만으로 작업하여야 하고, 전기적으로 도전성을 갖는 물건, 예를 들면, 열쇠, 볼펜, 도전성을 띤 시계줄 등은 외부에 두어야 한다는 경고 표시판을 축전지실의 입구측에 설치하여야 하며, 폭발위험지역으

로 표시되어야 한다.

7. 축전지는 가능한 한, 기계적인 손상이 발생되지 않도록 비치되어야 한다. 4장 2절에 정한 환경조건하에서의 안전한 조작이 이루어져야 하며, 전해액이 방출되어서는 아니 된다. 각 축전지 셀이 기계적 손상을 받은 경우에도 플라스틱 선반 또는 신축성 있는 고무상자 등 적절한 방법으로 전해액이 축전지실 바닥으로 흐르는 것을 가능한 한 방지하여야 하며, 손상된 셀은 교체가 가능하여야 한다.
8. 설치된 축전지의 총 용량이 1,000 AH 이상인 경우에는 고장시에도 잠수정의 제한된 운전을 할 수 있도록 축전지는 작은 단위로 나누어져야 한다.
9. 연축전지와 알칼리 축전지를 동일 구획에 혹은 서로 직접적으로 근접된 장소에 설치하여서는 아니 된다.
10. 축전지 및 충전장치는 **선급 및 강선규칙 6편**의 관련규정에 적합하여야 한다.
11. 충전장치가 자동으로 차단되어야 할 경우는 다음과 같다.
 - (1) 축전지실의 환기장치가 고장난 경우
 - (2) 충전용 발전기의 온도가 초과된 경우
 - (3) 수소의 농도가 초과된 경우

306. 배전

1. 배전 및 개폐장치

- (1) 배전계통은 한 회로의 고장으로 인하여 다른 회로가 손상되지 않도록 하여야 한다.
- (2) 정상상태하에서 비상배전계통은 주전로 계통을 경유할 수 있다.
- (3) 배전반은 모든 축전지에 연결되는 케이블의 길이를 최소화할 수 있는 곳에 위치하여야 한다. 이들 케이블은 각각 별개의 차단기를 이용하여 분리 포설하여야 하며, 기계적 손상으로부터 보호되어야 한다.
- (4) 제어기의 내부에 일정하지 않은 전압이 발생하지 않도록 하여야 하며, 저전압 회로는 고전압 회로와 동일한 전로를 사용해서는 안된다. 전압레벨이 다른 단자는 각각 분리하여 설치되어야 한다.
- (5) 전압이 상이한 시스템에서 사용되는 스위치와 퓨즈는 배전반 내부에서 공간적으로 분리하여 설치되어야 한다.

2. 스위치 및 보호장치

- (1) 모든 회로는 과부하 및 단락회로부터 보호되어야 한다.
- (2) 모든 부하회로에는 스위치를 설치하여야 하며, 이 스위치는 모든 극에서 작동하는 것이어야 한다.
- (3) 퓨즈는 정격전류가 63 A 이하인 경우, 잠수정에서 과부하보호용으로 사용할 수 있다.
- (4) 지속적으로 작동하는 절연감시장치를 설치하여야 하며, 절연값이 미리 설정한 한계점 이하로 떨어지는 경우에는 제어반에서 경보장치가 작동하여야 한다.

3. 전기기기의 외피

- (1) 선체의 바깥쪽에 설치되거나, 수중에서 작동되는 전기기기의 외피는 승인된 것이어야 한다.
- (2) 선체의 바깥쪽에 설치되는 외피에 대하여는 시험잠수압력 상태에서 최소 설계압력의 1.3배로 시험하여야 한다.

4. 접지

- (1) 자율식 잠수정에서 전기계통 및 전기기기의 접지는 **선급 및 강선규칙 6편**의 관련규정에 적합하여야 한다.
- (2) 잠수정에서의 접지는 **선급 및 강선규칙 9편 7장 1204.**의 4항의 접지에 대한 요건에 따른다.

5. 케이블 및 전선

- (1) 잠수정용 케이블 및 전선은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
- (2) 케이블 및 전선의 선택, 치수 및 설치는 **선급 및 강선규칙 6편**에 따라야 한다.
- (3) 할로젠성분이 없는 재료만이 절연슬리브, 보호외장, 시트 및 개체물로서 사용 될 수 있다.
- (4) 수중케이블 및 전선은 수밀이어야 하며, 선체의 파괴압력과 동등 이상으로 설계되어야 한다.
- (5) 생명줄의 전기 관련부는 제조자의 공장에서 시험 하여야 한다.
- (6) 드럼에 케이블을 감는 경우, 기계적인 힘이 케이블에 직접 작용하지 않도록 하여야 한다.

6. 모선

- (1) 전기기기와 접속하는 곳에 사용되는 모선은 차폐되거나 절연되어야 하나 배전반 및 전기공급장소에서는 그러하지 아니하다.
- (2) 모선의 부하는 **선급 및 강선규칙 6편**의 관련규정에 적합하여야 하며, 연속부하를 사용하는 경우, 모선의 온도 상승 한도는 100 °C를 초과하여서는 아니 된다.
- (3) 모선은 접속된 장비 혹은 다른 모선의 온도상승 혹은 외부의 기계적 영향으로 인하여 그 모선의 움직임 때문에 손상을 받지 않도록 하여야 하며, 확장링크의 설치가 권장된다. 모선을 설치하기 전에 단락전류에 의해 발생하는 열에 대하여 단락회로에 대해 요구되는 기계적 강도가 증명된 것이어야 한다.

(4) 도전성이 $56 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$ 인 구리만이 모선용으로 사용될 수 있다. 다른 도전성 재료를 사용하는 경우에는 시스템의 부하용량은 그 재료에 따라 감소되어야 한다.

7. 내압동체의 전선 관통부, 수중 플러그 연결구

- (1) 내압동체를 관통하는 관통부는 기밀 및 수밀구조이어야 한다. 이들의 기밀성은 접속된 케이블이 손상되거나 떨어진 경우에도 유지되어야 한다. 전선 관통부는 다른 장치의 용도로 사용할 수 없다.
- (2) 내압동체의 전선 관통부 및 수중 플러그 연결구는 형식승인을 받아야 하며, 형식승인시에는 제조자의 공장에서 적어도 다음의 시험을 하여야 한다.
 - (가) 설계압력의 2배 이상되는 시험압력으로의 수압시험. 이 시험은 가능한 한 빠르게 **그림 1.12.1**에 나타내는 시험 압력-시간선도에 따라 시행하여야 한다.
 - (나) 접속되지 않은 케이블의 끝단에서 기밀시험. 이 시험은 헬륨압 또는 공기압 상태에서 시행할 수 있다. 압축공기를 사용하는 경우에는 시험압력은 설계압력의 2배로 한다. 헬륨인 경우에는 설계압력의 1.5배로 한다. 내압동체 관통부에서의 압력 및 기밀시험의 압력은 벽 관통부의 압력측에 적용하여야 한다. 압력 및 기밀시험중에 관통부는 모든 도전체에 정격전류를 걸어 시행하여야 한다.
 - (다) 교류 $1000 \text{ V} + 2$ 배의 정격전압으로의 내전압시험. 이 시험은 정격주파수에서 행하여야 하며, 모든 도체 상호간 및 도체와 외함 사이에 1분 동안 시행하여야 한다. 이 시험은 전원이 차단된 상태에서 시행하여야 한다. 연결부 몸통의 시일링은 제조자의 자료를 인정할 수 있다.
 - (라) 절연 저항 측정
도체 상호간 및 도체와 외함간 절연저항의 최소값은 $5 \text{ M}\Omega$ 이다. 절연저항의 측정은 직류 500 V 로 측정한다. 습식프러그 연결구는 연결구를 한번 염수에 담근 후, 측정한다.
 - (마) 제조자의 자료에 대한 육안검사
- (3) 내압동체 벽의 전선관통부 및 모든 프러그 연결구는 제조자에 의해 검사되어야 한다. 이 검사는 다음의 시험을 포함한다.
 - (가) **그림 1.12.2**에 따라 정격압력의 1.5배로 유압시험
 - (나) 내전압시험
 - (다) 절연저항측정
제조자는 이 시험에 대한 성적서를 발행하여야 한다.

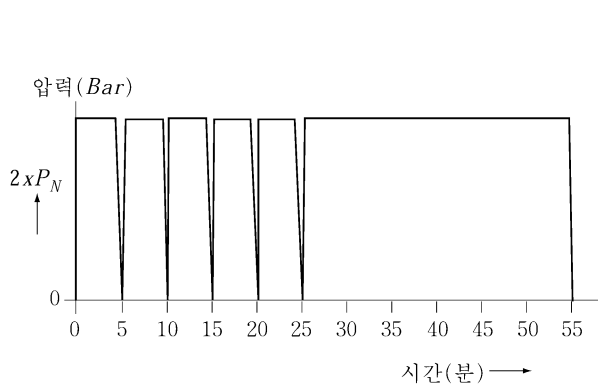


그림 1.12.1 시험압력-시간선도

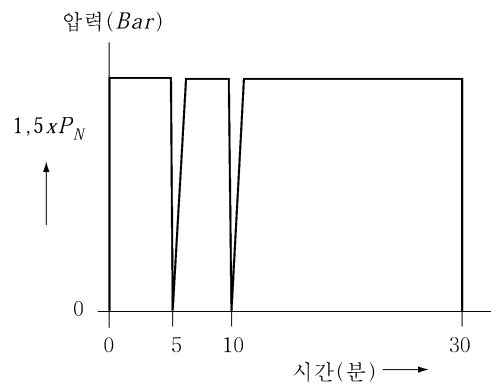


그림 1.12.2 시험압력-시간선도

307. 전기기계

1. 전기기계는 **선급 및 강선규칙 6편 1장**에 적합하여야 한다.
2. 출력이 100 kVA 이상되는 발전기 및 정격이 100 kW를 초과하는 모든 추진용 전동기에는 전원이 투입되지 않는 경우에는 전열장치를 구비하여야 한다.
3. 정격이 100 kW 이상되는 전기 추진용 기계에는 **선급 및 강선규칙 6편 1장**에 따라 감시장치를 설치하여야 한다.
4. A 및 E 절연등급은 전기기계의 권선용으로 사용하여서는 아니 된다.
5. **선급 및 강선규칙 6편 1장**에 정한 시험에 추가하여 다음의 기계들은 검사원의 입회하에 시험을 하여야 한다.
 - (1) 전기 추진용 발전기 및 전동기
 - (2) 조타장치 및 윈들라스용 전동기
 - (3) 잠수정 항행 및 안전에 필요한 기계 및 설비를 구동하는 다른 모든 전동기

308. 내부조명

1. 업무구역, 작업실, 안전 및 제어장소, 거주구역 및 휴게실에는 주조명 및 비상조명장치를 설치하여야 한다.
2. 조명장치는 모든 중요계기 및 표시를 읽을 수 있을 정도로 배치되어야 하며, 필요한 조작을 안전하게 행할 수 있도록 설계되고 배치되어야 한다.

309. 예비품

1. 자율식 잠수정에는 **선급 및 강선규칙 6편**의 관련규정에 따라 예비품을 비치하여야 한다.
2. 동행하는 지원선과 결합되거나 지원선에 의해 공급되는 잠수정에는 이를 완화하여 적용할 수 있다. ↓

제 13 장 자동화, 통신, 항해 및 위치확인장치

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 이 장은 잠수정의 무선설비, 항해설비 및 위치확인장치와 통신, 제어 및 감시장치의 사용 및 제작에 대하여 적용하며, **선급 및 강선규칙 6편**의 관련규정에도 적합하여야 하며, 잠수정의 잠수사 록아웃, 자동화, 제어, 감시 및 통신장치에 대하여는 **선급 및 강선규칙 9편 7장**의 관련규정에 적합하여야 한다.
2. 승인을 위해 우리 선급에 제출하여야 하는 도면 및 자료는 **1장 2절**에 따른다.
3. 필요한 시험 및 표시는 **1장 3절** 및 **4절**에 따른다.

제 2 절 자동화 장치

201. 설계 및 고려사항

1. 잠수정의 운전에 필요한 모든 자동 감시 및 제어설비는 정해진 설계 및 주위 환경조건하에서 작업할 수 있는 구조로 설계되어야 한다.
2. 잠수정의 제어, 감시 및 항해에 대하여는 컴퓨터를 이용한 시스템을 사용할 수 있으며, 이 시스템의 추가 요건 및 범위에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 또한 컴퓨터를 이용한 시스템은 반드시 형식승인을 받아야 하며, 형식승인은 설비에 사용되는 하드웨어 및 컴퓨터 프로그램도 포함된다.
3. 자율식 잠수정의 자동화 장치는 **선급 및 강선규칙 6편**의 관련규정에 적합하여야 한다.
4. 감시 및 제어 설비는 명확하게 표시되고 식별될 수 있어야 한다.
5. 지시기 및 총괄표시장치는 빠르고 분명하게 읽을 수 있도록 설계되고 제조되어야 한다.
6. 자동화 장치에서 발생할 수 있는 모든 오작동 및 고장은 치명적인 운전상태를 야기하여서는 아니 된다.
7. 자동화 장치에는 가능한 한, 오작동에 대한 보호장치를 갖추어야 한다.
8. 자동화 장치는 잠수정의 지정된 운전요소가 유지될 수 있어야 한다.
9. 조작범위를 벗어난 경우에는 중앙제어장소에서 자동으로 가시·가청경보를 발하여야 하며, 가스 및 동력계통에서 자동으로 스위치가 조작되거나, 감시 및 제어계통에서 고장이 발생한 경우에도 가시·가청경보를 발할 수 있어야 한다.
10. 전자식 제어, 감시장치는 하나의 시스템이 다른 시스템의 부적절한 응답으로 인하여 고장이 일어날 수 없도록 설치되어야 한다.
11. 자동 감시 및 제어장치는 항시 수동조작으로 변환될 수 있어야 한다.
12. 자동화 장치의 응답값은 안전설비의 작동으로 인하여 미리 정해진 속도의 연속적인 변화가 있는 경우, 경고의 발생, 지속될 때 및 한계점에 다다른 경우에 대하여 설정되어야 한다.
13. 자동화장치의 완전한 조작은 시스템을 구성하고 있는 요소 및 구성품의 지연시간 및 시정수 등을 고려하여 설계되어야 한다.
14. 전자시스템 장애에 대한 판정 기준은 우리 선급이 인정하는 국제 규격에 적합하여야 한다.

202. 구조

1. 전자 자동화 시스템은 쉽게 교체할 수 있는 조립품으로, 가능하면 플러그인 형식으로 구성되어야 하며, 구성품은 최대한 표준화된 것이어야 하며, 예비품의 재고를 최소화하도록 구성품의 조립품 수를 적게 하여야 한다.
2. 플러그인 형식의 카드는 부주의로 인한 혼동을 방지하기 위하여 분명한 표시를 하거나 코드화되어야 한다.
3. 스위치가 “오프”된 상태에서도 전자부품의 내부에 결로가 발생하지 않도록 대책을 강구하여야 한다.
4. 가능하면, 자동화 장치는 강제통풍장치 없이도 조작이 가능하여야 하며, 모든 냉각장치를 감시할 수 있는 장치가 설치되어야 한다.
5. 부품은 견고하게 설치하여야 하며, 납땜의 접합부 및 전선에 진동 또는 요동으로 인한 기계적 부하가 최소가 되도록 하여야 한다.
6. 시스템 및 구성품은 간결하고 직선화된 구조이어야 하며, 측정 및 수리를 위한 접근이 쉽도록 배치되어야 한다.

203. 회로설계

1. 안전장치를 갖는 신호장비 및 제어시스템은 오작동 방지 개념으로 설계되어야 한다. 즉, 단락, 지락 또는 차단기로 인한 고장이 사람 혹은 시스템에 위험한 상태를 초래하지 않도록 하여야 하며, 한 구성품의 고장(예를 들면, 단락으로 인한 고장)이 다른 구성품에 손상을 초래하여서는 아니 된다.
2. 프로그래밍된 제어시스템에서 신호 전송의 전기적 특성은 명령 및 제어장치에 대한 안전요건에 적합하여야 한다.
3. 안전기능을 위한 명령 및 제어장치(예를 들면, 비상정지 버튼)는 내장 프로그래밍된 제어시스템과 독립되어야 하며, 출력장치(예, “정지” 솔레노이드)에 직접 작용하여야 한다.
4. 프로그래밍된 제어시스템은 고장시에 영향을 받지 않아야 하며, 독립된 프로그램의 안전 인터록 또는 고정된 서브루틴을 위한 단계별 안전회로에 대해서도 그 기능이 제대로 수행될 수 있어야 한다.
5. 기기 조정 또는 작동점 설정에 대하여 자유롭게 접근이 가능한 전위차계 및 기타 장치는 조작위치에서 잠글 수 있는 구조이어야 한다.
6. 기계적 제어를 갖는 인터페이스는 점점의 개폐동작에 의해 시스템 작동이 악영향을 받지 않도록 설계되어야 한다.
7. 회로기관 외함의 바깥면까지 연장된 회로의 도전부는 단락에 대하여 보호가 이루어져야 한다. 즉, 외부단락인 경우, 도전부의 파괴없이 안전장치만이 반응하여야 한다.
8. 선내에 급전시, 특히 스위치의 조작 때문에 발생하는 순간적인 과전압에 의해 장비가 손상을 입어서는 아니되며, 정격전압의 2.5배 정도의 과전압에서도 1 ms동안 견딜 수 있도록 설계되어야 한다. 반도체 정류장치에 의해 급전되고 있는 시스템인 경우, 약 0.5 ms 동안 지속되는 주기적인 전압펄스에 대하여 견딜 수 있어야 하며, 펄스의 진폭은 정류장치의 형식에 따라 다르며, 경우마다 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

204. 동력

1. 자동화장비의 주요장치에는 적어도 단락에 대한 보호장치 및 과부하에 대한 보호장치를 갖추어야 한다.
2. 기준 도체 시스템은 실행 가능한 한 차단기를 배제하도록 설계되어야 한다.
3. 자동화장비에는 **선급 및 강선규칙 6편 2장**에 명시된 전압 및 주파수의 변동 조건하에서 신뢰할 수 있는 조작능력을 갖추어야 한다.

205. 시험

새로운 설계의 자동화장비는 우리 선급에 의해 형식승인 된 것이어야 하며, 형식승인의 종류 및 범위는 경우마다 우리 선급이 정하는 바에 따른다.

제 3 절 제어장치

301. 제어장소

1. 잠수정의 감시 및 제어장소에는 통신 설비, TV, 잠수정을 작동시킬 수 있는 무선 제어 설비, 조종장치 및 보조장치, 잠수정에 대한 중요 정보를 표시할 수 있는 지시기 등의 설비를 갖추어야 한다.
2. 잠수정의 제어장소에서 작동, 제어 및 감시 장치의 그룹화 및 배치는 인간공학적이고 안전공학적인 원칙하에 설계되어야 한다.
3. 잠수정의 제어 및 감시장치의 작동을 방해할 수 있는 설비 및 장치는 조종실에 설치되어서는 아니 된다.

302. 설비

1. 잠수정의 제어장소에는 해당되는 경우, 다음의 설비를 갖추어야 한다.
2. 속도 및 위치 지시기
 - (1) 항해용 레이더
 - (2) 위치지시기(GPS, Decca 등)
 - (3) 내부, 외부 통신장치
 - (4) TV 카메라
 - (5) 자이로 컴퍼스
 - (6) 항해 및 신호등 감시반
 - (7) 장애물 신호장치 (소나장치)

- (8) 2개의 수심 지시기는 서로 독립적이어야 하고, 동일한 내압동체 관통부에 연결되어서는 아니 된다. 수심 지시기의 눈금 범위는 최대허용 잠수 깊이를 포괄하여 최소 20 % 정도 확장되어야 한다. 이 설비는 잠수 깊이의 1 %의 정확도를 제공하고 조종실을 포함한 구역의 압력변화에 의해 영향을 받지 않아야 한다. 1인 잠수정인 2개의 수심지시기중 하나는 줄에 매달아 두어도 무방하다.
- (9) 종경사 및 횡경사각 지시기
- (10) 속도 및 거리 지시기
- (11) 프로펠러 구동의 추력선
- (12) 조타장치 모니터
- (13) 수직 및 수평 타의 타각지시기
- (14) 주구동 프로펠러의 회전 방향 및 속도 지시기
- (15) 트리밍 탱크 및 보조 부력장치의 레벨 지시기
- (16) 기계적 트리밍 장치의 위치 지시기
- (17) 크로노 미터 (잠수정의 급전과 독립으로)

3. 잠수정의 공기

잠수정의 공기감시에는 14장에 정하는 경보 및 지시기를 설치하여야 한다.

4. 전기 설비

- (1) 절연 감시 장치
- (2) 축전지 충전전 표시 장치
- (3) 축전지 전압
- (4) 축전지 용량 지시기
- (5) 전기 추진용 전동기의 소요 전류
- (6) 전원급전 및 배전 지시기

5. 기타 지시기

- (1) 압축공기 저장용기의 압력 게이지
- (2) 모든 산소탱크의 압력 게이지
- (3) 유압 시스템의 압력 게이지
- (4) 기관감시 경보장치
- (5) 모든 감시 장소의 누설 지시기
- (6) 화재 경보 표시판
- (7) 안전 및 신호장치 모니터

303. 제어설비

1. 잠수정의 제어장소에는 적어도 다음의 제어 설비를 갖추어야 한다.

- (1) 산소 측정, 잠수정 공기의 습도, 온도 및 압력 계기 및 공기 교환지시기
- (2) 추진 설비의 작동
- (3) 조타장치의 수평, 수직의 작동
- (4) 예비 부력탱크 및 잠수용 공기분출
- (5) 트리밍 및 밸러스트 작동
- (6) 배출장치의 작동
- (7) 전기 급전
- (8) 보조장치 작동 (예: 유압 장치, 로봇팔)

2. 배전반이나 제어반의 적절한 배선도를 비치하여 제어 기능을 언제나 편리하게 이용할 수 있도록 하여야 한다.

제 4 절 통신장치

401. 일반 사항

1. 항해구역, 기능, 크기 및 형태에 관계없이 잠수정에는 여러 가지 선내 및 선외 통신장치를 구비하여야 한다.
2. 잠수사의 록-아웃 장치를 가진 잠수정에는 수중의 잠수사와 록-아웃 장치내의 잠수사 사이 및 잠수사 록-아웃 장치와 잠수정의 조종실간에 있어서 **선급 및 강선규칙 9편 7장**의 관련규정에 적합한 통신 수단을 갖추어야 한다.
3. 안테나와 수신기는 상호 무선 간섭이 발생되지 않도록 설치되어야 한다.

402. 선내통신장치

1. 1개 이상의 객실을 가진 잠수정에는 쌍방향 무선 설비를 구비하여야 한다.
2. 잠수정의 전원과 분리된 전화설비는 조종실과 조타기실 및 조종실과 추진기관구역간에 통신이 가능한 것이어야 한다.

403. 수상통신

1. 자율식 잠수정에는 적어도 하나의 2채널 송수신기를 갖추어야 하며, 하나의 송수신기가 잠수정과 모선의 작업 통신 채널로 사용될 때 다른 하나는 안전을 위해 VHF 16에서 작동될 수 있어야 한다.
2. 자율식 잠수정에는 추가로 무선전화기를 구비하여야 한다.
3. 잠수정의 선외 통신장치에는 보조 선박의 조종실 및 잠수정 사이에 통신할 수 있는 전화 설비가 포함되어야 하며, 전화설비는 확성기로 작동되고, 보조선박의 조종반에 “수신”으로 고정되어 있어야 한다. 이것은 역방향 통신을 위한 위치절환 장치가 있어야 한다. 또한, 전원과 분리된 전화설비를 구비하여야 한다.

404. 수중 통신 장치

1. 잠수정의 선외통신설비와 별개의 최소 1개 채널의 수중전화설비를 구비하여야 한다. 이 수중전화설비는 잠수정의 정상잠수 깊이의 2배의 거리에서도 지원선과 통신이 유지될 수 있어야 한다.
2. 자율식 잠수정에는 2개 채널의 수중전화설비가 설치되어야 한다.
3. 선외 통신은 **403.의 3**항에서 따른다.

405. 비상 통신장치

1. 자율식 잠수정은 비상전원에서 급전되는 무선전화기를 구비하고, 수중 및 선외에서도 작동되어야 한다. 비상 무선전화설비는 최소 1개의 안전 16채널에서 작동되는 송수신기의 VHF도 포함된다. 예비 수중전화설비는 잠수정의 정상잠수 깊이의 2배 거리에서도 작동될 수 있어야 한다.
2. 비자율식 잠수정의 경우, 수중전화설비는 비상전원에서 급전되고, 수상에서 예비전화 통신으로 사용될 수 있어야 한다.

제 5 절 항해 및 위치확인장치

501. 선원 및 잠수정의 안전에 필요한 항해 및 위치확인장치의 작동을 위한 모든 전기 설비는 비상전원에 연결되어야 하며, 현재 사용 중인 장비의 상태와 사용 가능 여부가 조종실에 표시되어야 한다.
502. 필요한 경우에, 잠수정의 항해 및 위치확인장치에 대하여는 선박안전법을 준용하며, 최소설비로는 **4장 4절** 및 **16장 2절**에 언급된 설비를 구비하여야 한다. ↓

제 14 장 생명유지장치

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 이 장은 잠수정내 사람에게 생명 유지 및 안전 환경을 보장하기 위하여 요구되는 모든 설비의 구성품 및 부품에 대하여 적용한다.
2. 승인을 위해 우리 선급에 제출할 도면 및 자료는 1장 2절에 따른다.
3. 필요한 시험 및 표시는 1장 3절 및 4절에 따른다.

제 2 절 설계 및 제작

201. 설계 원칙

1. 유인 잠수정은 선내에 생명유지를 위한 가스의 생성, 유지 및 감시에 대한 장비가 갖추어져야 한다. 이 장비는 잠수정의 최대 계획잠수시간을 초과하여 다음 시간동안 유지될 수 있도록 설계되어야 한다.
 - (1) 1인 잠수정 72시간
 - (2) 작은 잠수정 96시간
 - (3) 자율식 잠수정 168시간잠수사 록-아웃장치를 가진 잠수정의 경우, 내압동체 구역 및 모든 압력 챔버에 대하여는 선급 및 강선규칙 9편 7장의 관련규정에 적합하여야 한다.
2. 잠수정내에는 각 구역의 산소 분압이 0.19-0.24 bar를 유지하고 이산화탄소 분압이 0.01 bar 미만으로 유지될 수 있도록 대기의 순환 및 처리를 위한 설비를 갖추어야 한다. 또한, 공기 정화 및 조정 장치를 설치하여야 하며, 대기의 불순물에 대한 허용 한계값은 경우마다 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
3. 전 1항에 규정한 시간동안 모든 사람에게 식량과 음료수를 공급하고 폐기물 및 오수를 처리하기 위한 설비를 갖추어야 한다.
4. 비상 호흡용 공기장치에 연결할 수 있는 비상 호흡구 또는 호흡 마스크를 잠수정내의 각 개인에게 지급될 수 있어야 한다.
5. 선내 환경조건을 감시하기 위한 적절한 설비를 갖추어야 하며, 전 2항에 규정한 산소 및 이산화탄소 분압을 벗어나는 사고가 발생하는 경우에는 자동으로 경보를 발하여 모든 선원에게 알릴 수 있어야 한다.

제 3 절 공기 공급

301. 공기의 공급 및 배기장치

1. 잠수정이 수면을 운항할 때에는 분무수 및 물의 침입을 막을 수 있도록 설계되어야 하고 배치한 공기 마스트에 의해 통풍될 수 있어야 한다.
2. 잠수정에는 축전지 발생가스 및 사용 공기를 배출하기 위한 동력 구동의 배기팬을 설치하여야 하며, 축전지실의 통풍은 다른 통풍장치와 별도로 분리되어야 한다.

302. 산소 교환

1. 잠수정에는 선내에 산소를 공급하기 위한 산소장치를 설치하여야 한다.
2. 산소장치는 1인당 적어도 26 l/h의 소비율을 고려하여 설계되어야 한다.
3. 산소는 적어도 두 개의 독립된 용기에 저장되어야 한다.
4. 각 산소 용기군은 잠수정내의 별도의 배관에 의해 연결되어야 한다.
5. 산소장치에 사용되는 모든 관 부속품은 사용하기 전에 그리스가 제거되어야 한다.
6. 수동 조작의 산소 계측장치에는 용기 차단밸브 및 유량 제어장치를 갖추어야 하며, 유량 지시기를 설치하여야 한다.
7. 계측장치에는 수동 조작의 바이패스를 설치하여야 한다.

303. 이산화탄소 흡수

1. 호흡용 공기를 재생하기 위하여 이산화탄소 분압을 0.005-0.010 bar로 유지할 수 있는 이산화탄소 흡수장치를 갖추어야 하며, 201.의 1항에 규정한 생존시간 끝에 이산화탄소 분압이 0.02 bar 이하로 유지될 수 있어야 한다.
2. 이산화탄소 흡수장치는 온도 20°C 및 압력 1 bar에서 1인당 22 l/h의 이산화탄소 생산을 고려하여 설계되어야 한다.
3. 이산화탄소 흡수장치에는 불연성재료의 먼지 여과기를 설치하여야 한다.

304. 비상 호흡용 공기 공급

1. 비상 호흡용 공기 공급장치 또는 장비는 비상시에 잠수정이 부상하여 수면에 이르는 시간까지 모든 선원이 충분히 호흡할 수 있는 공기를 가지는 것이어야 한다.
2. 비상 호흡용 공기 공급장비는 비상시에 모든 선원이 신속히 호흡용 장비에 도달할 수 있고, 호흡용 장비를 제거하지 않고 잠수정의 출구에 도달할 수 있도록 설계되고 배치되어야 한다.

305. 수소 감시

1. 축전지실, 배기장치 및 다른 해당되는 구역의 수소 함량을 연속적으로 감시할 수 있어야 하며, 측정점의 위치는 구역의 조건에 따라 정하여야 한다.
2. 가스농도가 저폭발한계의 35%를 초과하는 경우, 가스가청의 신호가 제어실에 전해질 수 있어야 하며, 가스농도가 저폭발한계의 50%에 도달하는 경우, 모든 공급 및 배출은 자동으로 차단되어야 하고 스위치를 강제 차단한 후(예를 들면, 축전지에 가스공급이 끝난 후) 수소농도가 여전히 상승할 경우에는 강제 통풍장치가 즉시 작동되어야 한다.
3. 잠수정이 즉시 부상하여야 하는 경우에는 제어대에 가스가청 신호를 발하여야 한다. 가시신호의 확인은 수면에 부상하여 충분한 호흡용 공기를 공급한 후에만 가능하여야 한다.
4. 수소농도 감시를 위한 측정 및 신호장비는 우리 선급에 의해 형식승인 된 것이어야 한다.
5. 수소 측정장치는 비상전원으로도 공급될 수 있어야 한다.

제 4 절 감시장치

401. 감시장치

1. 잠수정의 제어장소에는 적어도 다음의 선내 환경조건을 감시하기 위한 감시장치를 설치하여야 한다.
 - (1) 압력
 - (2) 온도
 - (3) 습도
 - (4) 산소 분압
 - (5) 이산화탄소 분압
 - (6) 연결된 호흡용 가스 용기의 압력
 - (7) 감압밸브 출구 압력
2. 압력계이지에 대한 판독의 정확도는 전체 지시범위에 대하여 최소한 1%의 편차 이내의 정확도를 갖는 것이어야 하며, 수은 압력계 및 온도계는 사용될 수 없다.
3. 각 구역에는 실온, 산소 및 이산화탄소 분압을 측정하기 위한 장치를 갖추어야 한다.
4. 산소 및 이산화탄소 분압을 감시하기 위한 기기 및 예비 지시기를 갖추어야 한다. 다만, 시험관을 예비 지시기로 인정할 수 있다.
5. 산소분석장비는 적어도 ± 0.015 bar의 산소 분압에 대한 판독 정확도를 갖는 것이어야 한다.
6. 이산화탄소 분석장비는 적어도 ± 0.001 bar의 이산화탄소 분압에 대한 판독 정확도를 갖는 것이어야 한다.
7. 대기의 불순물(일산화탄소, 질산화물(NOx), 탄화수소)을 감시하기 위한 분석장비를 갖추어야 하며, 이를 위해 시험관을 사용할 수 있다.

제 5 절 비상 보온

501. 비상 보온

잠수정에는 201.의 1항에 규정된 시간 동안에 모든 사람에 대하여 충분한 보온이 이루어질 수 있는 장비를 갖추어야 한다. ↓

제 15 장 방화구조 및 소화설비

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 이 장은 규칙의 관련규정에 추가하여 잠수정의 방화 및 소화장치에 대하여 적용한다.
2. 승인을 위해 우리 선급에 제출하여야 하는 도면 및 자료는 **1장 2절**에 따른다.
3. 필요한 시험 및 표시는 **1장 3절** 및 **4절**에 따른다.

제 2 절 방화구조

201. 방화구조

1. 가능한 한, 잠수정 내부의 모든 재료는 불연성 재료이어야 하고 최소한 난연성 재료이어야 하며, 모든 하중을 받는 구성요소는 불연성재료를 사용하여야 한다.
2. 가능한 한, 모든 장소에는 발화원이 없어야 하며, 전기 난방장치 및 전열기에는 과열에 대비하여 보호장치를 갖추어야 한다.
3. 구성요소 및 재료에는 정전기를 최소화 할 수 있는 재료가 사용되어야 한다.
4. 가연성 재료가 폐위장소에 설비되는 경우, 소화장치는 외부에서 효과적으로 작동할 수 있도록 설계되어야 한다.

제 3 절 화재감시

301. 화재탐지 및 경보장치

1. 하나 이상의 구획으로 이루어진 잠수정에는 자동화재탐지장치를 설치하여야 한다.
2. 화재탐지장치는 적어도 잠수정 조종실에서 가시가청 경보를 발할 수 있어야 하며, 화재 경보는 잠수정의 독립된 구획에 설치되어야 한다.

302. 화재탐지장치

1. 화재탐지기, 탐지회로의 전선 및 중앙화재탐지실을 포함한 화재탐지장치는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
2. 화재탐지장치는 모든 기계적 결합, 예를 들면, 단전, 단락, 탐지회로의 파손 등이 있는 경우 중앙화재탐지실에서 가시 가청경보를 발할 수 있도록 설계되어야 한다.
3. 화재탐지 및 경보장치의 설계는 **선급 및 강선규칙 6편**의 관련규정에 적합하여야 한다.

제 4 절 소화장치

401. 소화장치

1. 압력챔버 내부의 각 구획에는 화재시 신속하고 적절하게 운용될 수 있는 소화기를 적절한 장소에 비치하여야 한다.
2. 소화장치는 잠수정의 설계시 고려되는 모든 환경상태 하에서 모든 예상되는 조건을 고려하여 설계 및 제조되어야 한다. 구성요소 및 재료에는 정전기를 최소화 할 수 있는 재료가 사용되어야 하며, 소화장치의 작동으로 관련 구획내의 압력변화를 초래하여서는 아니 된다.
3. 소화장치에는 고정식 소화장치 또는 수동 소화기를 포함한다.
4. 가능한 한 수동소화기는 접근하기 쉬운 장소에 비치되어야 하며 고정식 소화장치는 수동 작동이 가능하여야 하고 부적절한 작동 및 오작동을 방지하기 위하여 안전장치를 설치하여야 한다. 경보는 모든 선원에 의해 퇴거하는 구역에서 발할 수 있어야 하며, 소화장치는 모든 선원이 퇴거한 것을 확인한 후 외부에서 작동될 수 있어야 한다.
5. 소화제에는 독성 및 환각성이 있는 재료가 사용되어서는 아니 된다.
6. 모든 공간에서 방출되는 소화제의 양이 소화에 필요한 양을 초과하지 않도록 적절한 수단이 강구되어야 한다. ↓

제 16 장 구난장치

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 이 장은 **2절**에 언급된 모든 장치 및 의장품에 대하여 적용하며, 잠수정의 승무원을 위한 개인 구명설비는 선박안전법의 관계법령에 적합하여야 한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 추가의 장비를 요구할 수 있다.
2. 승인을 위해 우리 선급에 제출하여야 하는 자료는 **1장 2절**에 따른다.
3. 필요한 시험 및 표시방법은 **1장 3절** 및 **4절**에 따른다.

제 2 절 설계 및 고려사항

201. 설계 및 고려사항

1. 이 장의 구난장비는 다음 사항을 포함하여 잠수정을 복구하고 탑승자를 구조하기 위한 모든 장치 및 의장품에 대하여 적용한다.
 - (1) 잠수탱크가 누출되었을 경우 비상가스의 공급
 - (2) 비상투하중량물
 - (3) 부표와 구난줄(line) 및 구난되는 잠수정을 위한 연결 플랜지
2. 잠수정내의 공기의 공급은 **9장 2절**에 따른다.
3. 비상투하중량물에 대하여는 이탈 후 잠수정이 안전하게 수면으로 올라와 안정된 자세를 취하는 것에 대해 면밀한 시험을 하여야 한다. 전기공급이 중단되어도 비상투하중량물의 배출이 가능하여야 하며, 이를 투하하기 위한 장치는 2개의 상호 독립된 작동에 의해 투하될 수 있도록 설계되어야 한다.
4. 잠수정의 부표에는 비상시 잠수정에 고정되어 수면위로 뜰 수 있도록 제작된 비상용 구난줄을 설치하여야 하며, 이 구난줄은 잠수정에 연결될 수 있어야 한다.(**4장 4절** 참조)
5. 구난되는 잠수정을 위한 연결 플랜지를 갖추고 있는 잠수정에 있어서 관련된 설계변수 및 계산결과와 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
6. 잠수탱크에는 자동 급기장치를 갖추어야 하며, 사용기간이 끝난 경우에는 자동적으로 작동되지 않아야 한다. 또한, 최대잠수깊이를 초과하는 경우에는 안전스위치가 자동적으로 작동되어야 하며, 잠수사의 록아웃 장치가 열려있는 경우에도 이 장치는 자동적으로 작동되지 않도록 설계되어야 한다. ↓

제 17 장 진수, 회수 및 결합장치

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. 이 장은 잠수정과 결합장치의 진수 및 회수용으로 사용되는 모든 의장품 및 관련장치에 대하여 적용한다.
2. 승인을 위해 우리 선급에 제출하여야 하는 도면 및 자료는 **1장 2절**에 따른다.
3. 필요한 시험 및 표시는 **1장 3절** 및 **4절**에 따른다.

제 2 절 설계 및 고려사항

201. 진수 및 회수 장치

1. 진수 및 회수장치에 대하여는 **5절**에 언급된 사용하중(working load) 및 사하중(dead load)을 기준으로 고려하여 설계하여야 한다.
2. **3장 2절**에 언급된 해상상태에서 잠수정을 안전하게 진수 및 회수할 수 있는 장비를 갖추어야 한다.
3. 해상에서 진수 및 회수중에 동하중을 감소시킬 수 있는 장치가 진수 및 회수 장치에 설치되어야 한다.
4. 잠수정에는 진수 및 회수장치로부터 안전하게 연결 및 분리될 수 있는 결합장치를 설치하여야 한다.
5. 진수 및 회수하는 동안 잠수정이 안정된 상태를 유지할 수 있도록 적절한 장치를 설치하여야 한다.
6. 진수 및 회수장치에 추가하여 비상시에 잠수정을 수면으로부터 회수할 수 있고 예인 할 수 있는 비상 회수 및 예인 장치를 설치하여야 한다
7. 잠수사의 룩아웃 장치가 설치된 잠수정용 진수 및 회수설비는 추가적으로 **선급 및 강선규칙 9편 7장 14절**의 규정을 만족하여야 한다.
8. 다음 **202.** 내지 **204.**에 언급된 사항 이외에 진수 및 회수용 기계장치는 **선급 및 강선규칙 9편**의 관련규정에 적합하여야 한다.

202. 전원 공급 및 기계적 작동

1. 진수와 회수장치에는 적어도 2개의 상호 독립적인 전원 공급원에서 동력이 공급되어야 하고, 각각의 전원 공급원은 잠수정을 진수 및 회수하는데 필요한 모든 동력을 공급할 수 있어야 한다.
2. 스위치 기어나 전원공급전선이 함께 설치된 전원 공급원은 하나의 시스템이 작동하지 않거나 혹은 전원 공급이 중단 되는 것으로 인하여 예비장비까지 전원공급이 중단되어서는 아니 된다.
3. 진수 및 회수 장비에는 보조 작동기를 설치하여야 한다.
4. A-프레임을 사용하는 진수 및 회수장비에는 두 개의 유압실린더가 설치되어야 하고 이들 실린더 각각은 하중이 가해진 상태에서 진수 및 회수 작동이 가능하도록 설계 및 배치가 되어야 한다. 추가로, 실린더는 유압설비중 하나가 작동되지 아니 하더라도 양쪽의 유압실린더가 작동되는 시스템 방식으로 설계된 유압장비에 연결되어 있어야 한다.

203. 제어장치

1. 진수 및 회수장비에 부착되는 제어장치는 시스템을 일정한 가속도로 간헐적으로 작동될 수 있어야 한다. 추가로, 제어장치는 잠수정의 진수 및 회수하는 과정 전체를 고려하여야 하며, 모든 필요한 행동을 취하는데 불편함이 없도록 설계되고 배치되어야 한다.
2. 제어장치에는 명령과 동시에 위험하거나 의도하지 않은 상황이 일어나지 않도록 보호장치가 설치되어야 한다.
3. 제어장치에는 비상정지 버튼을 설치하여야 한다.
4. 가능한 한, 제어장치는 오작동에 대비하여 안전장치에 의해 작동되어야 한다.
5. 원격 제어설비가 있는 제어장치에는 직접제어방지 설비를 갖추어야 하며, 원격제어에 고장이 발생한 경우에는 작동중인 모든 작동계기는 자동적으로 멈출 수 있어야 한다.
6. 모든 제어장치는 명확하고 영구적으로 표시되고 적절히 조명될 수 있어야 한다.

204. 결합장치

1. 잠수사의 록-아웃 장치를 설치한 잠수정에 표면 압력챔버와 연결시키는 설비가 있는 경우, 그 결합장치는 **선급 및 강선규칙 9편 7장 14절**의 요건에 적합하여야 한다.
2. 사람을 대기압의 조건하로 이동시키기 위한 설비가 갖추어진 잠수정의 경우 결합장치의 설계와 제조에 필요한 항목들에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

제 3 절 재료

301. 재료

1. 강재의 제조, 공정 및 시험은 우리 선급의 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침**에 적합하여야 한다.
2. 다른 모든 재료는 우리 선급에 승인을 받아야 하며 점검된 제작사양서나 승인된 표준절차에 따라서 제조되고 생산되어야 한다.
3. 섬유로프의 사용은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에만 허용될 수 있다.

제 4 절 제작

401. 제작

1. 진수 및 회수를 위하여 크레인을 사용하는 경우, 해상에서 크레인의 고장으로 인한 회전이나 방향전환이 일어나지 않도록 설계되어야 한다. 회전이나 방향전환 기어는 어떠한 위치에서도 크레인이 움직이지 않게 할 수 있어야 하며, 크레인의 모든 동작은 시작에서부터 정지에 이르기까지 단계적으로 이루어 질 수 있도록 설계되어야 한다.
2. A-프레임을 사용하는 진수 및 회수장치의 경우 프레임이 완전히 펼쳐진 상태 또는 선박이 경사진 상태에서도 A-프레임은 바깥쪽으로 향하는 전도 모멘트를 받는 것으로 설계되고 제작되어야 하며, 잠수정의 회수중에 발생하는 어떠한 하중(예를 들어 하중변화의 결과 내측으로 발생하는 전도 모멘트)도 완전히 흡수 될 수 있도록 설계되어야 한다.
3. 진수 및 회수장치에는 회수하는 동안에 잠수정에 발생하는 과도한 비틀림응력 발생을 막을 수 있는 장치를 설비하여야 한다. (예 : 비회전 로프)
4. 회수되는 잠수정은 인양하는 선박의 선체나 진수 및 회수 기어에 부딪히지 않도록 설계되어야 한다.
5. 모든 교환 가능한 단일부품들(예를 들어 블록, 훅, 샤클 등)은 승인된 표준부품을 사용하여야 하고 사용하중의 2배에 견딜 수 있도록 설계되어야 한다.
6. 진수와 회수장비를 조작하는데 이용되는 전원은 사용하중의 1.5배를 들어올리는데 충분하여야 하며, 기계적 제동장치는 시험하중에 충분히 견딜 수 있어야 한다.
7. 모든 교환 가능한 단일부품에 대하여는 부착되기 전에 **선급 및 강선규칙 9편**의 하역장치 관한 규정에 따라 요소하중 시험을 하여야 한다.
8. 로프의 파단강도에 대하여는 파괴시험에 의하여 강도가 입증되어야 한다.

제 5 절 계산

501. 계산

1. 진수 및 회수장치의 사용하중은 의장품과 밸러스트 하중을 포함한 잠수정 무게와 75 kg 무게의 각 잠수사들과 150 kg 무게의 각 잠수장비들의 전체 합이며, 사하중은 진수 및 회수 장비를 합한 무게로 한다.
2. 사용하중의 크기와 진수 및 회수장비의 형태에 상관없이, 진수 및 회수장치의 설계시의 사용하중 계수(ρ)로서 2.7을 사용하고, 사하중 계수(ρ)로는 1.5를 사용한다. 해상에서 장치를 사용할 때 유의파고는 2m 이하로 제한하여 가정하며, 보다 심한 상태에서 진수 및 회수 조작이 수행되는 경우에는 선급의 승인을 받아야 한다.
3. 권양 및 인양에 사용되는 강도 부재는 어떤 방향으로 수직상태에서 12° 기울어져 있는 것으로 가정하여 계산되어야 한다.
4. 사용하중으로 인해 강재 와이어 로프에 부과되는 최대정적인장응력은 로프의 승인된 파단강도의 12.5%를 초과하여서는 아니 된다.

5. 사용하중에 의하여 천연 및 합성섬유 로프에 부과되는 최대정적인장응력은 로프의 승인된 파단강도의 1/10을 초과하여서는 아니 된다
6. 요소에 전달되는 응력 한계치는 선급 및 강선규칙 9편의 관련규정에 적합하여야 한다. ↕

제 2 편

원격조종잠수정

제 1 장 원격조정잠수정 (ROVs)

원격조종잠수정(ROVs)의 최소요건은 우리선급에서 별도로 마련한 등 규칙의 기준을 적용하여야 한다. ↓

제 3 편

관광잠수정

제 1 장 관광잠수정

여객을 운송하기 위한 잠수정에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따르며, 이 규정에 추가하여 선박안전법 관계 법령에서 정하는 규정에도 만족하여야 한다. ↕



2021

잠수선 규칙 적용지침

GB-05-K

한 국 선 급

「지침의 적용」

이 적용지침(이하 **지침**이라 한다.)은 잠수선 및 잠수장치 규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다.

다만, 이 지침에서 정하는 것과 동등하다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

“잠수선”의 적용

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2021년 7월 1일 이후 건조 계약되는 선박에 적용한다.
2. 2020년판 지침에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2021년 7월 1일

제 1 편 잠수선

제 1 장 총 칙

- 제 2 절 승인 도면 및 자료
- 205. 잠수, 조절탱크 및 트리밍 장치
 - 205. 신설 함

부록 3 잠수선의 복원성

- 부록 3 신설 함

차 례

제 1 편 잠수정

제 1 장 총칙	3
제 1 절 일반사항	3
제 2 절 승인 도면 및 자료	3
제 3 절 시험	3
제 2 장 선급등록	5
제 1 절 선급등록	5
제 2 절 제조중 등록검사	5
제 3 절 제조후 등록검사	5
제 4 장 설계 요건	7
제 2 절 환경조건	7
제 5 장 내압등체	9
제 2 절 설계시 고려사항	9
제 3 절 재료 및 용접	9
제 4 절 제작 및 제조 원칙	12
제 5 절 계산	14
제 12 장 전기설비	15
제 2 절 설계	15
제 13 장 자동화, 통신 및 위치확인설비	17
제 2 절 자동화 설비	17
제 16 장 구난장치	19
제 1 절 일반사항	19

제 2 편 원격조종잠수정

제 1 장 원격조종잠수정	23
제 1 절 등록	23
제 2 절 제조중 등록검사	24
제 3 절 제조후 등록검사	26
제 4 절 등록유지를 위한 검사	26
제 5 절 승인도면 및 자료	27
제 6 절 설계 및 구조	28

제 3 편 관광잠수정

제 1 장 관광잠수정	37
제 1 절 일반사항	37
제 2 절 선급 등록	38
제 3 절 선급검사	39

부록 1	외부 과압을 받는 내압 등체에 대한 계산	45
부록 2	GRP 구조를 갖는 잠수정의 설계 및 제작	61
부록 3	잠수선의 복원성	67

제 1 편
잠 수 정

제 1 장 총칙

제 1 절 일반사항

101. 적용범위

1. 규칙 101.의 5항의 규정을 적용함에 있어서 GRP 구조를 갖는 잠수정의 설계 및 제작은 **부록 2**에 적합하여야 한다.

제 2 절 승인 도면 및 자료 (2021)

205. 잠수, 조절탱크 및 트리밍 장치

- 규칙 205.에 규정된 “수학적 계산 자료”는 **부록 3**의 요건을 만족하여야 한다.

제 3 절 시험

301. 일반사항

1. 규칙 301.의 2항의 규정을 적용함에 있어서, 우리 선급에서 동등하다고 인정하는 바라 함은 「**제조법 및 형식승인 등에 관한 지침**」을 말한다.
2. 규칙 301.의 3항의 규정을 적용함에 있어서, 필요하다고 인정하는 경우라 함은 다음 사항을 말한다.
 - (1) 잠수정의 각 구획 또는 챔버가 서로 다른 재료를 사용하여 제작하는 경우
 - (2) 상기 (1)호에 해당하는 경우 연결부위에 대한 수밀계획 및 수밀성 확보에 관한 자료, 사용재료 및 연결방법에 관한 기술자료 및 수밀시험 ↓

제 2 장 선급등록

제 1 절 선급등록

103. 선급유지

규칙 103.의 1항을 적용함에 있어서, 우리선급에서 정하는 바와 같은 규칙 1편 3장 1절에 해당되는 검사를 말한다.

제 2 절 제조중 등록검사

202. 도면승인

규칙 202.를 적용함에 있어서, 별도로 정하는 바와 같은 규칙 1편 1장 202. 내지 215.를 말한다.

205. 제반시험

규칙 205.를 적용함에 있어서, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 시험이라 함은 시운전시 제어장치 및 계측장치의 정확성을 판정하는 성능시험을 말한다.

제 3 절 제조후 등록검사

303. 타선급선의 등록검사

규칙 303.을 적용함에 있어서, 우리선급이 별도로 정하는 바와 같은 다음과 같다. 또한 선박의 특성 및 용도에 따라 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 소유자는 추가 자료를 제출하여야 한다.

1. 제출도면 및 자료

- (1) 규칙 1편 1장 202. 내지 215.의 도면 및 자료 각 2부
- (2) 시운전 결과 및 각 장치의 시험 결과 또는 계산 자료 각 2부.

2. 전 1항에 규정된 도면 및 자료에 상응하는 도면 및 자료가 제출되는 경우 이를 해당도면 및 자료로 인정 할 수 있다.

3. 도면, 자료 등의 심사 결과의 통지

우리 선급은 전 1항에서 규정한 도면 및 자료를 심사한 후, 그 결과를 신청자에게 통지한다. 다만, 이들의 자료로서 심사가 곤란한 경우에는 본선에 대하여 현상검사를 할 수 있다.

304. 제반검사

규칙 304.를 적용함에 있어서, 이전 선급에서 송부(TOC)된 검사현황에 따라 지정된 검사, 지적사항에 대한 검사 및 기한이 지난 검사를 시행하며, 적용하기 곤란한 사항은 본부 지시에 따라 시행하여야 한다. 제조후 등록을 하는 잠수정에 있어서 추가하여 선령에 따라 다음의 시험 및 검사를 실시하여야 한다.

- (1) 선령 5년 미만의 잠수정에 있어서는 정기검사에 준한 검사를 시행하되 전회 검사기록 등을 참고하여 상태가 양호하다고 인정되는 경우에는 검사항목을 감할 수 있다.
- (2) 선령 5년 이상의 잠수정에 대하여는 정기검사에 준하는 검사를 시행하여야 한다. ↓

제 4 장 설계 요건

제 2 절 환경조건

201. 일반

규칙 201.의 규정을 적용함에 있어서 특정지역이라 함은 제한된 항로로 운항하는 경우를 말하며 우리 선급과 별도로 협의하여야 한다.

206. 진동과 동요

규칙 206.의 규정을 적용함에 있어 우리 선급이 별도로 정하는 규정이라 함은 「선박 진동소음 제어지침」 또는 기타 국제적으로 공용되는 기준 등을 말한다. ↓

제 5 장 내압동체

제 2 절 설계시 고려사항

202. 구획의 배치

규칙 202.의 규정을 적용함에 있어서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우라 함은 다음의 경우를 말한다.

- (1) 여객을 운송하지 않는 잠수정
- (2) 설계시 잠수정 운용의 목적상 승무원을 위한 별도의 구획이 없는 경우
- (3) 잠수정의 운용상 조종을 위한 승무원만이 탑승하는 잠수정

제 3 절 재료 및 용접

301. 일반사항

규칙 301.의 1항의 규정에서 기타 국제적으로 공인된 규격이라 함은 각 국가의 공업규격 또는 공용되는 국제규격 등을 말한다.

302. 승인된 재료

302.의 3항을 적용함에 있어서 “우리 선급이 별도로 정하는 규정”이라 함은 아래 사항을 말한다. 또한 아크릴 플라스틱 관망창이란 주조, 비적층 폴리메틸 메타크릴레이트로 만들어진 창을 말한다.

1. 일반사항

- (1) 아크릴 플라스틱 관망창은 형상, 변환계수율 t/D_i 및 환경의 기능에 따른다. 다만, 압축이나 또는 매우 낮은 압력의 인장력에 노출된 관망창은 높은 인장력에서 노출된 것보다 오랜 설계수명을 갖는다. 전자의 경우 설계수명이 20년인 반면에 후자의 경우 10년이어야 한다. 이러한 기준으로 정한 설계수명은 아래와 같다.
 - (가) 평판 관망창(그림 1.5.1)의 설계수명은 제조일로부터 10년이어야 한다.
 - (나) 원뿔형 절두체 관망창(그림 1.5.2)의 설계수명은 $t/D_i < 0.5$ 인 경우 제조일로부터 10년이어야 하며 $t/D_i \geq 0.5$ 인 경우 제조일로부터 20년이어야 한다.
 - (다) 이중 경사판 관망창(그림 1.5.3)의 설계수명은 $t/D_i < 0.5$ 인 경우 제조일로부터 10년이어야 하며 $t/D_i \geq 0.5$ 인 경우 제조일로부터 20년이어야 한다.
 - (라) 원뿔테두리 구형부채형 관망창(그림 1.5.4 (a)), 초반구형 관망창(그림 1.5.4 (b)), NEMO형 관망창(그림 1.5.4 (c))의 설계수명은 제조일로부터 20년이어야 한다.
 - (마) 사각테두리 반구형부채형 관망창(그림 1.5.5 (a)), 적도식플랜지형 구형 관망창(그림 1.5.5 (b))의 설계수명은 제조일로부터 10년이어야 한다.
 - (바) 내압이 적용되는 원통형 관망창(그림 1.5.6)의 설계수명은 제조일로부터 10년이어야 한다.
 - (사) 외압이 적용되는 원통형 관망창(그림 1.5.6)의 설계수명은 제조일로부터 20년이어야 한다.
- (2) 표 1.5.2 및 1.5.3의 이외의 관망창에 대하여는 관련 국제규격(ASME 2.2.7.1 참조)에 따른다.
- (3) 아크릴 플라스틱 관망창의 사용온도범위 : $-18^{\circ}\text{C} \sim 66^{\circ}\text{C}$
- (4) 아크릴 플라스틱 관망창의 최대 압력비 : 10 bar/sec
- (5) 아크릴 플라스틱 관망창의 최대압력주기 : 10,000
- (6) 아크릴 플라스틱 관망창의 압력하에서 최대사용시간 : 40,000 시간
- (7) 아크릴 플라스틱 관망창의 최대사용압력 : 1,380 bar

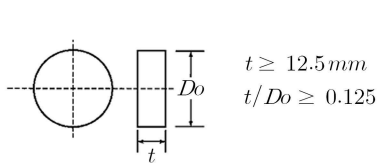


그림 1.5.1 평판관망창

$$t \geq 12.5 \text{ mm}$$

$$t/D_o \geq 0.125$$

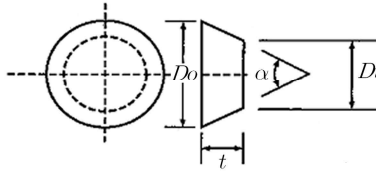


그림 1.5.2 원뿔형 절두체 관망창

$$t \geq 12.5 \text{ mm}$$

$$t/D_i \geq 0.125$$

$$\alpha \geq 60 \text{ 도}$$

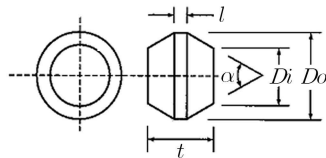


그림 1.5.3 이중 경사판식 관망창

$$t \geq 12.5 \text{ mm}$$

$$t/D_i \geq 0.250$$

$$\alpha \geq 60 \text{ 도}$$

$$l \leq 0.25t$$

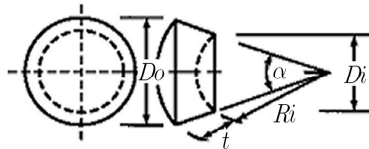


그림 1.5.4 (a) 원뿔테두리 구상 부채형 관망창

$$t \geq 12.5 \text{ mm}$$

$$\alpha \geq 60 \text{ 도}$$

$$\alpha \geq 60 \text{ 도 에서 } t/R_i \geq 0.09$$

$$\alpha \geq 90 \text{ 도 에서 } t/R_i \geq 0.06$$

$$\alpha = 180 \text{ 도 에서 } t/R_i \geq 0.03$$

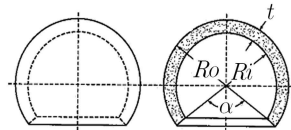


그림 1.5.4 (b) 초반구형 관망창

$$t \geq 12.5 \text{ mm}$$

$$0.03 \leq t/R_o \leq 0.355$$

$$\alpha \leq 100 \text{ 도}$$

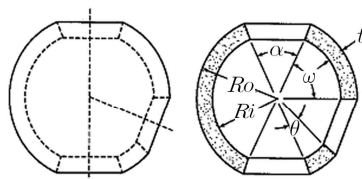


그림 1.5.4 (c) NEMO 관망창

$$t \geq 12.5 \text{ mm}$$

$$0.03 \leq t/R_o \leq 0.355$$

$$\alpha \leq 60 \text{ 도}$$

$\omega_i \theta =$ 인접 관통부의 간격은 가장 큰 관통부의 $\alpha/2$ 를 초과하여야 한다.

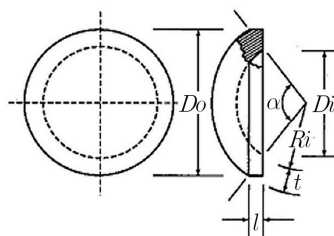


그림 1.5.5 (a) 사각 테두리 구상 부채형 관망창

$$t \geq 12.5 \text{ mm}$$

$$30 \text{ 도} \leq \alpha \leq 150 \text{ 도}$$

$$t/R_i \geq 0.03$$

$$D_i = 2R_i \sin \alpha/2$$

$$D_o = 2R_o \sin \alpha/2$$

$$R_o = R_i + t$$

$$l = t \sin (90 \text{ 도} - \alpha/2)$$

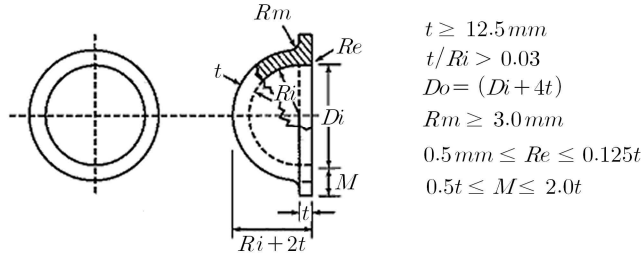


그림 1.5.5 (b) 적도식 플랜지형 반구상 관망창

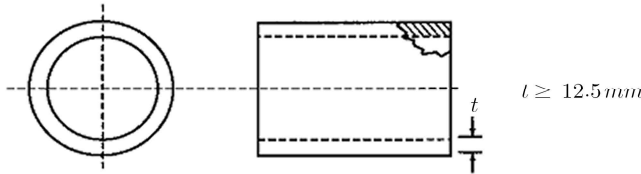


그림 1.5.6 원통형 관망창

2. 재료

- (1) 아크릴 플라스틱 관망창에 사용되는 재료는 표 1.5.1의 요건에 적합한 재료이어야 한다.
- (2) 관망창을 제작하기 위해 사용되는 각각의 아크릴 플라스틱 일련제품에 대하여 제조자는 적어도 다음의 사항을 포함하는 재료 증서를 발행하여야 한다.
 - (가) 증서 번호와 발행일
 - (나) 제조자명과 주소
 - (다) 주조형태, 설계 및 적용
 - (라) 묶음번호, 양, 주조품의 모양과 크기
 - (마) 주조품에 대한 표시
 - (바) 표 2.5.1에 따른 시험결과
 - (사) 날인 또는 서명
- (3) 아크릴 플라스틱 재료에 대한 증서가 없거나, 증서의 내용 중 만족되지 않는 부분에 대하여는 각각의 경우마다 우리 선급이 요구하는 시험을 실시하여야 한다.
- (4) 각각의 주조물은 적어도 어느 한 곳에 제조번호, 제조자명, 제조일, 일련번호를 표시하여야 한다.

3. 관망창의 제작

- (1) 모든 관망창은 제작에 필요한 기계작업 및 기타 제작과정을 거친 후에 관망창 제조자의 시방서에 따라 열처리(템퍼링)를 실시하여야 하며, 열처리 후에는 어떠한 기계적 작업(예: 연마 등)도 하여서는 아니 된다.
- (2) 관망창의 표면은 표 1.5.1에서 요구하는 투명한 가시를 만족하기 위하여 연마되어야 한다.
- (3) 관망창 제조자는 관망창의 제작과정에 있어서 절단, 접합, 연마, 형성 및 열처리와 같은 모든 단계에 대하여 적절한 증서를 가져야 하며, 이 증서에는 제조일 표시, 시행된 시험 및 시험결과가 포함되어야 한다.
- (4) 관망창에는 적어도 다음의 사항을 하중을 받지 않는 관망창의 가장자리에 펀칭을 제외한 다른 영구적인 방법으로 표시하여야 한다.
 - (가) 설계압력 (bar)
 - (나) 설계온도 (°C)
 - (다) 우리 선급의 승인 스탬프
 - (라) 제조년도 및 일련번호

4. 관망창의 모양 및 크기

- (1) 관망창의 표준 모양 및 크기는 표 1.5.2 및 1.5.3과 같으며, 이와 다른 모양에 대하여는 그 사용목적 및 제반 시험결과와 제작과정에 대한 자료 등을 별도로 우리 선급에 제출하여야 한다.

- (2) 관망창의 제작에 있어서 설계온도는 최대 내, 외부의 온도에 대한 평균값을 사용하여야 한다.
- (3) 관망창이 내부 및 외부의 압력을 모두 받는 경우에는 그 중 최대의 값으로 설계하여야 한다.
- (4) 반구형 동체모양의 관망창인 경우에는 볼록한 부분에 압력을 받도록 제작하여야 한다.
- (5) 창문의 두께는 모든 부분에서 균일하여야 하며 표 1.5.2 및 1.5.3에서 요구하는 최소두께 이상이어야 한다.
- (6) 원뿔형이나 볼록한 관망창 표면에서 공칭외부구형지름이 가상구형영역과 ±0.5 % 이상 차이가 있어서는 아니된다.
- (7) 관망창 표면의 거칠기는 0.75 또는 그보다 더 거칠지 않아야 한다.

제 4 절 제작 및 제조 원칙

401. 처리

규칙 401.의 3항에서 우리 선급이 규정하는 별도의 규정이라 함은 지침 302.의 요건을 말한다.

403. 개구부 및 관망창

규칙 403.의 3항의 규정을 적용함에 있어 다양한 창문 시트의 치수는 표 1.5.1 내지 표 1.5.3에 따른다.

표 1.5.1 아크릴 플라스틱의 기계적, 광학적 특성치

특성	제한값	시험방법
최종인장강도 파괴시 신장률 탄성계수	≥ 62 N/mm ² ≥ 2 % ≥ 2760 N/mm ²	ASTM D 638 ¹⁾
압축항복강도 탄성계수	≥ 103 N/mm ² ≥ 2760 N/mm ²	ASTM D 695 ¹⁾
50°C에서 24시간동안 4000 psi(27.6 MPa)의 압축하에서의 압축변형	≤ 1 %	ASME PVHO-1, para 2-3.7 (c)
자외선 투과율	≤ 5 %	ASME PVHO-1, para 2-3.7 (d)
시계	연마 처리된 면의 반대편에서 두께방향으로 500mm 떨어진 거리에서 인쇄물을 읽을 수 있어야 한다. 이때 인쇄물은 다음과 같다. - 각 열(column) 인치(inch)당 줄수 7 줄 - 각 행 인치(inch)당 문자수 16개 (공란 포함)	ASME PVHO-1, para 2-3.7 (e)
총 잔여 단량체 메틸 메타크릴레이트 에틸 아크릴레이트	≤ 1.6 %	ASME PVHO-1, para 2-3.8
(비고) ¹⁾ 기계적 특성에 대하여는 최소 2개의 시험편에 의해 증명되어야 함.		

표 1.5.2 직각형 평면 관망창의 표준치수

적용범위 최소 창두께 : $t \geq 12.5 \text{ mm}$ 두께비 : $t/D_0 \geq 0.125$ 가장자리 반지름 : $1 \text{ mm} \leq R_1 \leq 2 \text{ mm}$ 관망창 비 : $1.25 \leq D_0/D_f \leq 1.5$ 최대작업압력 : $P \leq 170 \text{ bar}$						
설계압력(P_c)(bar)	최소 창두께/시트의 안지름(t/D_i)					
	10°C	24°C	38°C	52°C	66°C	
5	0.134	0.146	0.154	0.164	0.188	
10	0.154	0.173	0.188	0.201	0.226	
15	0.173	0.195	0.210	0.223	0.253	
20	0.188	0.210	0.226	0.240	0.281	
25	0.201	0.223	0.240	0.257	0.305	
30	0.210	0.233	0.253	0.274	0.324	
35	0.219	0.243	0.267	0.292	0.344	
40	0.226	0.253	0.281	0.305	0.363	
45	0.233	0.264	0.295	0.317	0.383	
50	0.240	0.274	0.305	0.329	0.402	
60	0.253	0.295	0.324	0.354	0.441	
70	0.267	0.310	0.344	0.378	0.480	
80	0.281	0.324	0.363	0.402	0.520	
90	0.295	0.339	0.383	0.427	0.559	
100	0.305	0.354	0.402	0.451	0.598	
110	0.315	0.368	0.422	0.476	0.637	
120	0.324	0.383	0.441	0.500	0.676	
130	0.334	0.398	0.461	0.524	0.715	
140	0.344	0.412	0.480	0.549	0.754	
150	0.354	0.427	0.500	0.573	0.793	
160	0.363	0.441	0.520	0.598	0.832	
170	0.373	0.456	0.539	0.622	0.871	

표 1.5.3 원뿔형 시트를 갖는 구형 동체 모양 관망창의 표준치수

적용범위 개구부 각도 : $\alpha \geq 60^\circ$ 최소 창두께 : $t \geq 12.5 \text{ mm}$ 최소 세장비 (t/D_0) $\alpha \geq 60^\circ$ 일 때 0.09 $\alpha \geq 90^\circ$ 일 때 0.06 관망창 대 : $D_i/D_f \geq 1.02$ 최대작업압력 : $P \leq 170 \text{ bar}$										
설계압력 P_c (bar)	최소 창두께/시트의 안지름(t/D_i)									
	$\alpha = 60^\circ$ 일 때					$\alpha = 90^\circ$ 일 때				
	10°C	24°C	38°C	52°C	66°C	10°C	24°C	38°C	52°C	66°C
5	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.042	0.042	0.042	0.042	0.049
10	0.090	0.090	0.090	0.090	0.112	0.042	0.043	0.049	0.054	0.070
15	0.090	0.090	0.097	0.108	0.140	0.043	0.052	0.060	0.067	0.089
20	0.090	0.097	0.112	0.126	0.166	0.049	0.060	0.070	0.080	0.107
25	0.090	0.108	0.126	0.143	0.191	0.054	0.067	0.080	0.091	0.124
30	0.097	0.119	0.140	0.160	0.215	0.060	0.075	0.089	0.102	0.142
35	0.104	0.129	0.153	0.176	0.238	0.065	0.082	0.098	0.113	0.160
40	0.112	0.140	0.166	0.191	0.259	0.070	0.089	0.107	0.124	0.177
45	0.119	0.150	0.179	0.206	0.279	0.075	0.095	0.116	0.135	0.194
50	0.126	0.160	0.191	0.221	0.298	0.080	0.102	0.124	0.146	0.210
60	0.140	0.179	0.215	0.248	0.332	0.089	0.116	0.142	0.168	0.242
70	0.153	0.197	0.238	0.274	0.363	0.098	0.128	0.160	0.190	0.272
80	0.166	0.215	0.259	0.298	0.391	0.107	0.142	0.177	0.210	0.300
90	0.179	0.232	0.279	0.320	0.416	0.116	0.155	0.194	0.230	0.327
100	0.191	0.248	0.298	0.340	0.439	0.124	0.168	0.210	0.250	0.351
110	0.203	0.264	0.315	0.359	0.460	0.133	0.181	0.226	0.269	0.373
120	0.215	0.279	0.332	0.377	0.480	0.142	0.194	0.242	0.287	0.393
130	0.227	0.293	0.348	0.394		0.151	0.206	0.257	0.304	0.411
140	0.238	0.307	0.363	0.410		0.160	0.218	0.272	0.320	
150	0.248	0.320	0.377	0.425		0.168	0.230	0.287	0.336	
160	0.259	0.332	0.391	0.439		0.177	0.242	0.300	0.651	
170	0.269	0.344	0.404	0.452		0.185	0.254	0.314	0.365	

제 5 절 계산

501. 일반사항

1. 규칙 501.의 1항의 적용에 있어서 우리 선급에 관련된 규칙이라 함은 국제적으로 공용되는 국제규격을 말하며, 외부 과압력을 받는 내압동체 및 압력용기에 대한 계산에 있어서 별도로 정한 지침이라 함은 부록 1의 요건을 말한다.
2. 규칙 501.의 4항을 적용함에 있어서, 동하중계수는 부록 1에 따른다. ↓

제 12 장 전기설비

제 2 절 설계

202. 재료 및 절연

규칙 202.의 3항의 적용에 있어서 인정된 규격이라 함은 국제전기표준규격 (IEC : international electrotechnical commission) 또는 기타 국제적으로 공용되는 국제규격을 말한다. ↓

제 13 장 자동화, 통신 및 위치확인설비

제 2 절 자동화 설비

201. 설계 원칙

규칙 201.의 14항의 규정을 적용함에 있어 우리 선급이 인정하는 국제규격이라 함은 국제전기표준규격(IEC) 또는 기타 공용되는 국제규격을 말한다.

205. 시험

규칙 205.를 적용함에 있어서, 형식승인의 종류 및 범위란 선급 및 강선규칙 6편 2장의 관련규정을 말한다. ↴

제 16 장 구난장치

제 1 절 일반사항

101. 일반사항

1. **규칙 101.의 1항**을 적용함에 있어서, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우라 함은 다음 경우를 말한다.
 - (1) 여객을 운송하는 잠수정으로 지원선이 없이 연해구역 이상을 항행구역으로 하는 잠수정
 - (2) 여객을 운송하는 잠수정으로 근해구역 이상을 항행구역으로 하는 잠수정
 - (3) 특수한 용도의 잠수정으로 근해구역 이상을 항행구역으로 하는 잠수정
2. 상기 1항의 경우에 해당하는 잠수정의 승무원 및 여객을 위한 개인 구명설비(즉, 구명부환, 구명동의 및 방수복 및 노출보호복)는 관련 국제협약에 적합한 형식의 것이어야 한다. ↓

제 2 편

원격조종잠수정

제 1 장 원격조종잠수정

제 1 절 등록

101. 일반사항

1. 이 장은 선박 또는 유사한 플로팅구조물에 영구적으로 설치되어 있거나 또는 일정기간동안 설치되어 있고 원격 조종하는 무인 잠수정에 대하여 적용한다.
2. 원격조종잠수정이 이 규정에 적합하게 설계된 경우라도 우리 선급에서 이와 동등한 것으로 인정하여 그 적합성이 검증되는 경우 이 규정에 적합한 것으로 본다.
3. 원격조종잠수정 장치 및 그 일부에 대해 새로운 기술 및 설계를 적용하여 그 성능이 충분히 검증되지 않은 경우에는 별도로 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

102. 용어 정의

별도로 정해진 경우를 제외하고 이 규정에서 사용된 용어는 다음에 따른다.

1. 원격조종잠수정

“원격조종잠수정”이라 함은 무인화된 상태로 수면하에서 원격으로 조종되는 잠수정을 말한다.

2. 진수 및 회수장치

“진수 및 회수장치”라 함은 원격조종잠수정을 수면상에 내리거나 회수하기 위한 이송장치를 말한다.

3. 잠수조종실

“잠수조종실”이라 함은 원격조종잠수정의 모든 원격시스템을 조작하는 조종실을 말한다.

4. 압력용기

“압력용기”라 함은 1 bar 또는 그 이상의 내부 또는 외부 압력을 견딜 수 있는 용기를 말한다.

5. 전체시스템

“전체시스템”이라 함은 원격조종잠수정에서 제어, 진수 및 회수, 작동 및 공급시스템을 포함한 것을 말한다.

6. 최대잠수깊이

“최대잠수깊이”라 함은 원격조종잠수정을 안전하게 운전할 수 있는 수심깊이로써 수면으로부터 원격조종잠수정 바닥면까지 깊이를 말한다.

7. 최대허용잠수압력

“최대허용잠수압력”이라 함은 최대잠수깊이 상태의 압력을 말한다.

8. 생명줄

“생명줄”이라 함은 원격조종잠수정과 지원선 사이 연결부로서 감시, 통신 및 전원공급선과 밧줄을 포함한 것을 말한다.

9. 격납고

“격납고”라 함은 원격조종잠수정이 거치되는 곳으로써 진수 및 회수되면서 모선에서 수중 작업장소로 이동할 수 있도록 마련된 골조를 말한다.

10. 고정장치

“고정장치”라 함은 원격조종잠수정을 구조물에 고정시키기 위한 장치를 말한다.

103. 등록 부호

1. 원격조종잠수정을 우리선급에 등록하고자 하는 경우 등록 부호는 **선급 및 강선규칙 1편 1장 2절**에 따르며 다음 예와 같다.
예)
+ROV : 제조중 등록검사
ROV : 제조후 등록검사
원격조정잠수정 또는 진수 및 회수장치의 신청이 있을 경우 이 부기부호를 추가하여 부기할 수 있다.
2. 원격조종잠수정시스템 및 관련 장치가 다른 원리로 새로 개발될 경우에는 이와 관련된 규정을 적용하여야 한다.

104. 증서

원격조종잠수정이 이 규정에 적합하도록 제조되면 관련 증서를 발급한다.

105. 등록 유지

1. 우리 선급의 등록검사를 받은 원격조종잠수정이 계속 등록을 유지하기 위해서 이 규정에 정하는 바에 따라 정기적인 검사를 받아야 한다.
2. 원격조종잠수정 및 관련 시스템의 손상이 발생되거나 손상 가능성이 발견된 때에는 작업하기 전에 즉시 우리 선급에 통보하여야 한다.

제 2 절 제조중 등록검사

201. 제조중 등록검사

제조중 등록검사를 받고자 하는 원격조종잠수정은 제조 단계에서 구조, 재료, 치수, 공작 및 성능에 대하여 이 규정에 적합하도록 정밀한 검사를 받아야 한다.

202. 도면승인

제조중 등록검사를 받고자 하는 원격조종잠수정의 구조, 재료, 치수, 외형 및 설비를 나타내는 도면과 자료를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 하며, 승인된 도면 또는 자료를 변경하고자 할 때에도 마찬가지다.

203. 공작

제조중 등록검사를 받고자 하는 원격조종잠수정은 제조 시작단계부터 완성될 때까지 재료, 공작, 배치 및 성능에 대하여 우리 선급 검사원의 입회하에 검사를 받아야 한다. 규정이나 승인된 도면 부적합 사항이 발견되거나 또는 재료, 공작, 배치 및 성능에 대하여 불만족한 사항이 발견되면 이를 수정하여야 한다.

204. 시험 및 검사

1. 일반사항

- (1) 원격조종잠수정과 백업시스템은 제조공장에서 승인 시험을 받아야 하며 모든 제반 시험을 실시하고 기록하여야 한다.
- (2) 모든 용접부에 대하여 적합한 비파괴검사를 하여야 한다.
- (3) 모든 재료는 검사를 받아야 하며 재료시험 성적서를 제출하여야 한다.

2. 전체시스템

원격조종잠수정과 잠수조종실, 전원공급 및 진수/회수 설비와 같은 백업시스템의 완성단계에서 최소한 다음사항을 포함한 승인 시험을 하여야 한다.

- (1) 조립검사 (제조중 이미 공장에서 검사된 것은 제외한다)
- (2) 중량 및 부력상태 검증
- (3) 모든 안전장치검사
- (4) 잠수 및 트림의 성능검사
- (5) 기계적, 전기적, 광학적 성능검사 (보유 설비 및 작업설비 포함)
- (6) 수중 시운전
- (7) 중요 측정기기의 검증
- (8) 전기설비의 고전압시험 및 절연저항시험

3. 지지구조물

압력을 받지 않은 지지구조물에서 등압 상태를 점검하고 검사원이 필요하다고 인정하는 경우 용접부의 비파괴 검사를 하여야 한다.

4. 압력 용기

- (1) 압력용기를 단열포장하거나 페인트하기 전에 수압 시험을 하여야 하며 그 결과 누설이나 영구적 변형이 없어야 한다.
- (2) 내압용기의 압력시험은 최대사용압력의 1.5배로 한다.

- (3) 원격조종잠수정의 최대허용깊이와 동일한 외압을 받는 용기는 통상 잠수 깊이의 1.3배 이상으로 외압시험을 하여야 한다.

5. 배관, 밸브, 부착품, 호스 및 연결부

- (1) 모든 배관은 최대설계압력의 1.5배로 기밀시험을 하여야 한다.
- (2) 각 호스의 파열압력시험에 대한 자료를 제출하여야 한다. 액체호스의 파열압력은 최대사용압력의 최소 4배 이상이어야 하며, 가스호스의 파열압력은 최대사용압력의 최소 5배 이상이어야 한다.
- (3) 각 호스의 최대사용압력으로 수압시험을 하여야 한다.
- (4) 외압을 받는 호스는 내외부 차압의 1.5배로 시험하여 이상 없이 견디어야 한다.
- (5) 생명줄의 기밀시험은 모든 호스와 동시에 각각 최대사용압력으로 시험을 하여야 한다. 전선은 최소한 500 V 이상 시험전압으로 제조자가 정한 절연값 이상을 유지하여야 한다. 인장완화장치의 성능을 시험하여야 한다.
- (6) 밧줄이 생명줄 내부 구성품인 경우 기계적 특성을 시험하여야 한다.

6. 펌 프

제조공장에서 펌프의 최대사용압력으로 기밀시험 및 성능시험을 하여야 한다.

7. 수심, 트림, 부력 제어

- (1) 트림, 빌지 및 밸러스트 시스템의 성능시험을 하여야 한다.
- (2) 잠수탱크 벤트시스템과 제어요소의 성능시험을 하여야 한다.

8. 추진 및 조종 설비

추진 및 조종 설비의 작동 상태를 수중 시운전시 검증하여야 한다.

9. 전기 설비

- (1) 제조공장에서 운전 및 조종실, 자동화, 경보 및 안전설비를 포함하여 전기 기기와 배전반에 대하여 시험 및 검사를 하여야 한다.
- (2) 모든 전기시스템 및 설비는 원격조종잠수정에 탑재되기 전에 시험 및 검사하여야 한다.
- (3) 전기보호장치의 설정 및 한계치를 점검하여야 하며, 원격조종잠수정의 전기시스템은 500 V 이상 시험전압으로 내전압시험 및 절연저항측정을 하여야 한다.
- (4) 연결부에 설치한 후 각 전원 케이블은 최대사용압력의 1.3배 압력시험을 하여야 한다.

10. 고정장치 및 자리배치

고정장치 및 자리배치는 최소한 다음 사항을 포함하여 성능시험을 하여야 한다.

- (1) 고정장치의 정해진 고정 동력.
- (2) 고정장치의 동력과 운동 한계 및 원격조정잠수정 배열
- (3) 시뮬레이터 동력 손실
- (4) 자동 위치로써 항로 및 깊이 유지

11. 작업설비

작업설비의 최소요건으로써 다음 사항을 시험하여야 한다.

- (1) 정해진 기능을 수행할 능력
- (2) 제어 및 감시
- (3) 작동 및 안전장치

12. 자동화, 운항 및 장비 위치

- (1) 인간공학적 배치 및 판독정확성과 조정제한치용으로 표시기 및 감시기를 점검하여야 한다.
- (2) 자동감시시스템은 운항중 실패 동작이 없도록 점검되어야 한다.

13. 격납고

- (1) 원격조정잠수정과 함께 격납고의 진수 회수장치의 성능시험을 하여야 한다.
- (2) 격납고로 원격조정잠수정이 들어오고 나가는 상태를 수면상에서 시험하여야 한다. (모든 격납설비의 성능시험)
- (3) 격납고를 들어올리는 부속품은 작동하중의 2배로 시험하여야 한다.

14. 원격조정잠수정 잠수조종실

원격조정잠수정 잠수조종실은 선급 및 강선규칙 적용지침 9편 7장을 준용한다.

15. 진수 및 회수 시스템

진수 및 회수시스템은 선급 및 강선규칙 9편 7장 607.의 12항을 준용한다.

205. 표시

1. 모든 중요한 밸브, 부착품, 작동요소, 지시기 및 경보는 해수 내식성으로 영구적으로 표시하여야 한다.
2. 모든 압력용기와 가스충전용기는 아래 사항을 영구적으로 표시하여야 한다.
 - (1) 제조자 또는 공급자
 - (2) 제조자의 번호
 - (3) 제조 형식
 - (4) 최대 작동압력 (bar)
 - (5) 시험 압력
 - (6) 용량 (liter or M^3)
 - (7) 빈 무게 (또는 충전가스용기)
 - (8) 형식시험압력용기의 형식시험표시

제 3 절 제조후 등록검사

301. 제조후 등록검사

제조후 등록검사를 받고자 하는 원격조종잠수정의 주요부분의 현재치수를 계측하고 제조, 재료, 공작 상태 및 구조, 장치, 설비의 현상 및 성능을 검사한다.

302. 도면 제출

제조후 등록검사를 받고자 하는 원격조종잠수정은 제조중 등록검사에 준한 주요 도면 및 서류를 제출하여야 한다. 만약 도면 제출이 불가능할 때에는 원격조종잠수정에 필요한 사항을 우리선급 검사원이 활용할 수 있도록 모든 편의를 제공하여야 한다.

303. 시험

제조후 등록검사에 있어서는 규정에서 정하는 바에 따라 수압시험, 수밀시험 및 성능시험 등을 한다. 다만, 과거에 행한 시험에 대한 충분한 자료가 제출될 경우에 등 시험을 생략할 수 있다.

제 4 절 등록유지를 위한 검사

401. 검사종류

1. 연차검사

연차검사는 등록검사 또는 전회 정기검사 완료일로부터 매년 검사기준일 전후 3월 이내에 실시한다.

2. 정기검사

정기검사는 등록검사 완료일 또는 정기검사 지정일의 다음날로부터 5년이 되는 날에 실시한다. 다만, 정기검사 지정일로부터 3개월 이상 앞당겨 정기검사를 받은 경우에는 해당 검사완료일로부터 5년이 되는 날을 차기 정기검사일로 지정한다.

3. 임시검사

임시검사는 정기검사 또는 연차검사 이외의 기간 중에 다음 중 어느 하나에 해당될 때 실시한다.

- (1) 원격조종잠수정의 주요부이나 또는 우리 선급의 검사를 받은 주요 기자재, 비품을 손상 받은 경우 그리고 수리 또는 변경하고자 할 때
- (2) 안전밸브를 개방하거나 또는 안전밸브를 조정을 재설정하고자 할 때
- (3) 기타 검사를 지정받았거나 검사가 필요하다고 인정할 때
- (4) 검사 지정일을 연기하고자 할 때

402. 연차검사 사항

연차검사를 다음 사항을 검사한다.

1. 원격조종잠수정의 관련 서류 및 운전기록
2. 압력용기 및 모든 고정부착물, 관통부, 문 및 덮개, 밀봉장치, 잠금장치 등의 손상, 균열, 변형, 부식 및 오손 상태등 검사
3. 원격조종잠수정 및 관련 시스템의 동력공급장치 및 비상 동력공급장치의 효력검사
4. 주전원장치에서 비상전원장치로 전환장치 검사
5. 전기설비의 절연저항시험
6. 모든 계측기기에 대한 검교정 확인 (예 : 수심 게이지, 가스 분석기 등)
7. 모든 비상장치의 효력시험
8. 진수 및 회수장치의 손상, 균열 및 변형등 육안검사와 비상시 제동시험(전원의 상실)을 포함한 효력시험
9. 모든 고압가스 공급, 충전 호스 및 생명줄의 손상 상태 및 기밀시험
10. 공기를 이용하여 압력용기의 최대허용사용압력에서 기밀시험
11. 안전밸브의 설정압력 및 재설정압력, 안전장치 및 경보장치의 확인검사
12. 잠수조종실, 전체시스템 및 전기장치의 효력시험
13. 모든 경보장치의 효력시험
14. 진수 및 회수장치의 작동검사
15. 진수 및 회수장치의 마모량 및 부식 치수 계측
16. 선령 10년을 넘는 원격조종잠수정에서 모든 압력용기의 수압시험과 필요한 경우 내시경검사

403. 정기검사 사항

정기검사에서 연차검사 사항에 추가하여 다음 사항을 검사한다.

1. 압력용기에서 최대허용사용압력의 1.1배 기밀시험
2. 주요 용접부의 비파괴 검사 및 압력용기의 두께계측.
3. 비상용 밸리스트 방출 및 부력시험
4. 압력용기 및 그 부속장치에서 내부검사를 충분히 확인할 수 없거나 또는 내부검사로써 만족한 상태를 확인할 수 없을 경우 비파괴검사 또는 수압시험
5. 필요시 유압실린더등 유압장치의 개방검사

404. 정기검사 연기

원격조종잠수정이 정기검사 시기에 검사를 받고자 하는 장소에 있지 아니하거나 또는 기타 부득이한 사유로 검사를 받고자 하는 장소로 이동하는 경우 소유자의 신청에 따라 3월의 범위 내에서 정기검사시기를 연기할 수 있다.

제 5 절 승인도면 및 자료

501. 일반사항

제조하기 전에 상세한 도면 및 자료 각 3부를 우리 선급에 제출하여야 한다.

502. 원격조종잠수정

다음 도면과 자료를 제출하여야 한다.

- (1) 일반 배치도
- (2) 조립 단면도
- (3) 용접부 상세도
- (4) 추진 및 조종장치 상세도
- (5) 압력용기 및 고압배관 구조도
- (6) 전기, 유압, 기계장치 계통도
- (7) 스러스트 장치도
- (8) 로봇팔 전개도
- (9) 생명줄 및 로프 연결 상세도

- (10) 배관장치, 밸브 및 의장품의 상세도
- (11) 부력 및 복원성
- (12) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면
- (13) 제어 및 조작기능을 위한 시퀀스 다이어그램
- (14) 전기, 유압, 공기압 공급 절차
- (15) 모든 전기설비 보호등급표
- (16) 모든 구성물의 지지, 접촉, 부속구의 재질목록
- (17) 전기기기 공급 시스템
- (18) 전동기 및 축전지 자료
- (19) 밸브, 호스 및 배관 제작사양서
- (20) 하중계산서 (하중, 전단력, 모멘트)
- (21) 트립 및 밸러스트 용량 계산서 및 관련자료
- (22) 작동절차서 및 유지보수서

제 6 절 설계 및 구조

601. 일반사항

- 1. 원격조종잠수정 및 그 구성품들은 사양서의 사용 조건에 맞도록 설계되어야 한다.
- 2. 원격조종잠수정은 안전한 운전을 보장하고 적절한 유지보수를 할 수 있는 방식으로 설계 및 제작하여야 한다.
- 3. 원격조종잠수정은 운전자가 그 위치 및 운전조건을 결정할 수 있도록 하여야 한다.
- 4. 잠수사와 함께 운전되는 원격조종잠수정인 경우 잠수장치조종실에서 작업장소의 감시하기 위한 TV장치 및 원격조종 잠수정의 긴급정지장치를 작동시킬 수 있어야 한다.
- 5. 부주의한 작동때문에 원격조종잠수정이나 작업 장소에 있는 장비가 파괴되거나 제어 및 전원 공급선에서 분리되지 않도록 주의를 기울여야 한다.
- 6. 원격조종잠수정의 제어장치 및 전원공급장치는 고장시 정해진 방법(예: 양성부력)으로 조치하도록 설계하여야 한다.
- 7. 가능한 원격조정잠수정이 그물에 묶이지 않도록 조치하여야 하며 추진기는 적절한 보호장치로 보호되어야 한다.

602. 환경조건

- 1. 원격조종잠수정에 설치되는 모든 기계, 장치 및 장비들의 설계, 선택 및 배치는 최소한 다음 주위조건에 의해 좌우된다. 그 외 주위조건들은 제한된 구역에서만 사용되는 조건으로 승인할 수 있다.
- 2. 어느 한쪽으로 최대 22.5°(정적 및 동적)까지 경사되더라도 정상적인 운전을 보장하여야 한다. 일시적으로 45°이상 경사에서도 특히 기계의 베어링이나 원하지 않는 기능변화 또는 손상을 일으키지 않아야 한다.
- 3. 원격조종잠수정 및 구성품은 일반적으로 수온 상태를 -2℃에서 32℃, 염도 35 ppm, 밀도 1028 kg/m³으로 정하고 0.101 bar/m로 환산한 잠수깊이의 비율을 설계한다.
- 4. 진수 및 회수장치는 최소 2m의 파고높이로 설계하여야 한다. 허용치는 수직방향으로 2g, 수평방향 및 길이방향으로 1g 중력가속도로 정한다.(g = 9.81 m/s²)
- 5. 지원선박에서 원격조종잠수정의 운반, 유지보수, 검사 및 건조시험과 진수 및 회수장치의 대기조건은 온도 -10℃ ~ +55℃, 습도 100% 염분을 포함한 공기를 기준으로 정한다.
- 6. 지원선박에 설치된 원격조종잠수정의 보호된 제어실에 대해서는 45℃ 상대온도에서 80% 상대습도 조건으로 설계하여야 한다.
- 7. 폭발 위험(예 : 기름 또는 가스 플랫폼)이 있는 곳에서 사용되는 원격조종잠수정에는 적절한 방폭을 갖추어야 한다.
- 8. 적용 가능한 원격조종잠수정은 대기변화(저압)로 일어날 수 있는 주위 조건을 감안하여 설계하여야 한다.

603. 재료

1. 원격조종잠수정 및 관련 장치의 재료는 주위조건 및 운전조건에서 계획된 수명동안 안전하게 운전될 수 있도록 선택되어야 한다.
2. 재료는 제안된 용도에 적합하여야 하며, 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
3. 재료의 제조, 처리 및 시험은 승인된 기준이나 우리선급이 승인한 제조자의 사양서에 따르도록 한다.
4. 고품부력구성품의 재료는 정해진 압력 및 온도 범위에서 적합한 것이어야 하며, 낮은 흡수율을 갖추어야 한다.
5. 바늘은 승인된 기준 또는 우리선급에서 승인한 제조자의 사양서에 따르도록 한다.
6. 재료는 원격조종잠수정의 운전에 필수적이고 다른 방법으로 보호 불가능한 정도까지 주위 영향에 견딜 수 있어야 하며 상호 적합한 것이어야 한다.
7. 승인 재료 특성을 입증할 적절한 증명서(예: 제조자증명서)를 제공하여야 한다.

604. 압력용기

1. 압력용기 및 압축가스용기는 관련 규칙 또는 이와 동등한 기준에 적합한 것이어야 한다.
2. 아크릴 플라스틱 창은 1편 5장 3절의 요건에 따라 설계 및 제작되어야 한다.

605. 지지구조물 및 격납고

1. 격납고가 있는 경우 프레임, 지지구조물과 함께 격납고를 승인된 규정에 따라 설계하고 제조하여야 한다.
2. 지지구조물 및 격납고는 승인된 계산법으로 설계하여야 한다. 예상되는 하중 유효응력은 항복강도의 60%를 초과하여서는 아니하도록 구조물을 설계하여야 한다.
3. 원격조종잠수정의 인양부착물은 최대 허용된 해상 상태에서 진수 및 회수될 수 있도록 설계 및 배치하여야 한다.

606. 배관, 밸브, 관부착품, 호스 및 연결장치

1. 배관은 승인된 기준에 따라 설계 및 설치하여야 한다.
2. 설계압력보다 높은 압력으로 상승할 우려가 있는 배관에는 도출밸브를 설치하여 위험한 폭발을 방지하여야 한다.
3. 차단밸브는 승인된 기준에 적합하여야 한다. 나사산 밸브 뚜껑 또는 스피들이 있는 밸브에서 예기치 못한 뚜껑 풀림이 생기지 않도록 안전장치를 설치하여야 한다.
4. 수동조작 차단밸브는 시계방향으로 폐쇄되어야 한다. 중요한 기능의 차단밸브 개폐위치를 명확하게 표시하여야 한다. 잠수사가 수중에서 작동하여야 할 경우에는 잠수장갑을 낀 상태로 쉽게 조작할 수 있도록 하여야 한다.
5. 호스 부착물은 내부식성이어야 하고 예기치 못한 풀림을 방지하도록 설계하여야 한다.
6. 호스 및 구성품은 정해진 사용유체, 압력 및 온도에 적합하여야 하며 우리 선급에서 승인한 형식이어야 한다.
7. 유체 및 가스용 호스의 파열 압력은 최소한 각 최대사용압력의 4배 및 5배에 상당하도록 설계하여야 한다.
8. 호스는 분리 불가능한 커플링으로 호스 연결기에 고정하여야 한다.
9. 호스에 비내식성 철망을 내장한 경우에는 물로부터 보호하여야 한다.
10. 생명줄에서 바늘을 설치되어 있지 않은 경우 인장으로 손상되지 않도록 적절한 안전장치를 갖추어야 한다.
11. 생명줄을 마멸 및 손상으로부터 보호하여야 하며 보호피복을 사용된 곳에서 호스 누설로 내부 압력 상승을 초래하지 않도록 한다. 보호 피복 내부층에는 금속제의 것을 사용하여서는 아니 된다.
12. 생명줄내 전선은 전기장치 요건을 만족하여야 한다.

607. 깊이, 트림, 양/음성 부력의 제어 및 조정장치

1. 원격조종잠수정의 깊이, 양/음성 부력을 제어하고 조절하는 장치를 갖추어야 한다. 이때 모든 장치는 횡경사 및 트림의 모든 조건하에서 유효하게 작동할 수 있어야 한다.
2. 원격조종잠수정의 형식에 따라 깊이, 트림 및 양음성 부력의 제어장치를 다음과 같이 간주할 수 있다.
 - (1) 고정/가변 밸러스트와 바늘 또는 진수 및 회수장치와 결부된 트리밍 하중
 - (2) 고정된 부력성분 (예: 압력저항품)
 - (3) 넘침 밸러스트 및 트리밍탱크
 - (4) 프로펠러 구동장치
3. 제어장치는 예상되는 해수밀도의 차이를 보상할 수 있어야 하며, 원격조종잠수정이 정해진 잠수상태에 도달하도록 보장할 수 있어야 한다.
4. 깊이, 트림 및 양/음성 부력 제어를 위한 원격조종장치는 잠수정조종실에서 조작할 수 있어야 한다. 부가하여 이 조

종실에서는 원격조종잠수정의 수심을 지속적으로 확인할 수 있어야 한다.

608. 추진 및 조종설비

1. 추진장치의 형식, 수량, 크기 및 배치는 사양서에 적합하도록 설계하여야 한다.
2. 외부에 노출된 추진장치는 압력 균형을 갖추거나 원격조종잠수정 최대잠수압력에 적합하도록 설계하여야 한다.
3. 원격조종잠수정 추진장치는 단속적으로나 연속적으로 운전하도록 설계하여야 한다.
4. 전기추진 전동기는 이 규정의 전기장치 요건에 따라 설계하여야 한다.
5. 압력용기를 관통하는 추진축의 관통부는 최대 잠수깊이에서 견딜 수 있는 밀봉장치를 갖추어야 한다.
6. 추진기 때문에 예기치 못하게 원격조종잠수정이 올라가며 묶이거나 생명줄 또는 밧줄이 엉키지 않도록 배치하여야 한다.
7. 속도 및 회전방향 제어기는 작동 불능시 추진 전동기가 정지할 수 있도록 설계되어야 한다.
8. 추진장치의 운전조건(추진 및 추진방향 또는 속도 및 회전방향)을 잠수조종실에 표시하여야 한다.
9. 원격조종잠수정에서 필요한 조종을 하도록 적절한 장치를 갖추어야 한다.

609. 고정장치 및 위치유지장치

1. 고정장치는 정해진 파지력을 유지할 수 있도록 설계 및 제작되어야 한다. 또한, 전원이 상실된 경우 파지용 집게 또는 유사장치를 수동으로 풀 수 있도록 설계하여야 한다.
2. 위치유지장치는 적당한 위치에 감지기를 갖추어야 하며 원격조종잠수정의 위치감지제어는 기능면으로 조정되어야 한다.

610. 작업설비

1. 작업설비는 예기치 못하게 원격조종잠수정이 그물에 묶이거나 생명줄과 밧줄이 엉키지 않도록 갖추어야 한다.
2. 원격제어로 전환 가능한 설비에서 동력공급계통에 해수가 유입하는 않도록 수단을 강구하여야 한다.
3. 360°로 회전가능한 설비에서 전원, 전원공급장치 또는 제어기연결부가 뒤틀려서 끊어지지 않도록 설계하여야 한다.

611. 전기설비

1. 모든 전기설비는 정해진 설계조건하에서 언제든지 조작 가능하고 편리하도록 설계하여 설치하여야 한다.
2. 전원상실을 허용되지 않는 계통에는 축전지를 사용하거나 무정전전원공급장치를 갖추어야 한다.
3. 축전지를 사용하는 경우 축전지 장치는 **선급 및 강선규칙 6편**에 따르도록 한다. 축전지 충전은 축전지 제조사의 권고에 적합하여야 한다.
4. 조종실에 공급되는 전원은 전환 장치를 갖춘 2개의 독립된 회로를 갖추어야 한다. 대체안으로써 지원선 혹은 전원공급계통의 비상배전반에서 직접 공급할 수 있다. 잠수사가 원격조종잠수정을 지원하는 경우에는 전기계통 고장으로 인해 잠수사에게 위험을 초래하게 되므로 축전지 백업과 같은 높은 유용성을 갖추도록 설계하여야 한다.
5. 진수 및 회수 중에는 원격조종잠수정의 동력을 차단할 수 있는 수단을 갖추어야 한다.
6. 승인된 공급계통은 다음과 같다.
 - (1) 잠수정 선체로부터 절연된 2개 도체의 직류 및 단상 교류
 - (2) 잠수정 선체로부터 절연된 3개 도체의 3상 교류. 중성 접지된 회로망을 허용할 수 없다.
7. 허용전압 및 주파수 변동은 **선급 및 강선규칙 6편**에서 정한 값을 초과하여서는 아니 된다.
8. 전력조사표를 통하여 전력이 충분함을 증명할 수 있어야 한다.
9. 단속적으로 연결된 전력 수요에 대하여 적절히 변동 계수를 적용할 수 있다.
10. 순간적인 과부하(전동기시동)에 대한 전력여유를 가져야 한다.
11. 주전력의 공급 실패한 경우 비상전력을 공급하여 원격조종잠수정이 위험상황에 노출되지 않고 정지 상태를 유지될 수 있도록 설계하여야 한다. 주전원공급이 복원된 후 정지 상태에서 원격조종잠수정에 대한 전원공급이 안전하게 복귀되거나 또는 작업을 계속할 수 있어야 한다.
12. 배전장치의 한 회로의 결함이나 차단으로 인해 다른 회로에 영향을 미치지 않아야 한다.
13. 정상운전시 비상배전계통은 주급전계통과 상호 연결하여 급전선으로 연결할 수 있다.
14. 축전지에서 배전반까지 케이블 길이는 가능한 짧아야 한다. 이 케이블들은 각각 관련 회로 차단기까지 분리 포설되어야 하며 특히 기계적 손상에 대하여 보호 조치되어야 한다.

15. 개폐기의 와류전압을 방지하기 위한 수단을 갖추어야 한다. 안전한 전압회로를 고전압회로의 도체 다발에 포설하거나 동일한 케이블덕트에 포설하여서는 아니된다. 서로 다른 전압단자를 분리하여 배치하고 식별하여야 한다.
16. 각 회로마다 단락 및 과부하에 대해 보호를 하여야 한다.
17. 모든회로의 모든 극을 개폐할 수 있어야 한다.
18. 잠수사가 원격조종잠수정을 지원하는 경우, 연속적인 절연감시시스템을 갖추어 그 절연값이 최저 이하로 떨어지면 조종실에서 가시·가청 경보를 하여야 한다. 인명 위협의 가능성을 제거할 수 없는 때에는 관련 회로를 자동 분리하는 장치를 갖추어야 한다.
19. 원격조종잠수정의 전기설비에 접지 및 등전위시스템을 갖추어야 하며, 모든 비전도금속부에 연결하여야 한다. 접지 조임장치를 하지 않은 경우에는 보호 도체를 설치하여야 한다. 보호 도체를 사용하는 경우에는 다음 사항들을 준수하여야 한다.
 - (1) 케이블 추가 및 전선 추가 또는 코어 추가하도록 하며, 케이블 외장을 보호 도체로써 사용하여서는 아니되며 보호 도체에 연결하여야 한다.
 - (2) 통상운전시 전류를 전송하는 도체를 보호 도체로써 사용하지 않아야 하며, 원격조종잠수정의 선체 끝단에 연결해서는 아니된다.
 - (3) 보호도체의 단면적은 최소한 주도체 단면적의 50% 이상으로 하여야 한다. 그러나 단면적이 16 mm²이하의 것은 주도체의 단면적과 동일하여야 한다. 별도로 분리된 보호도체에 있어서는 최소 단면적이 4 mm²이어야 한다. 추진계통에서 보호도체의 정격은 짧은단선으로써 보호도체의 최대 온도상승을 90℃로 하여야 한다.
 - (4) 절연진동댐퍼에 설치된 기기 및 장치는 이동 케이블, 선, 또는 구리를 통해 접지하여야 한다.
 - (5) 선체에서 조사하기 쉬운 위치에서 보호도체를 원격조종잠수정으로 연결하여야 한다.
 - (6) 원격조종잠수정의 선루 또는 선체에 접근하기 쉬운 장소에서 M12 스테드 볼트가 있는 연결판을 갖추어 지원선에서 도구 사용없이 보호 도체에 연결할 수 있어야 한다.
20. 원격조종잠수정의 전기장치는 IP 44를 최소보호요건으로 정한다. 잠수정조종실에 설치되는 전기설비는 IP 23으로 충분하다.
21. 수중용 비압력보상 전기장치의 하우징은 시험잠수깊이에서 적합하도록 설계하여야 한다.
22. 생명줄, 수중케이블 및 선으로 물이 스며들지 않아야 하며 (즉, 외장에 물이 침투하지 않아야 한다.) 시험잠수깊이를 최소설계요건으로 정하여야 한다.
23. 드럼케이블에서 기계적인 외력이 전기구성품으로 미치지 않도록 설계하여야 한다.
24. 전선관통부 및 플러그-소켓 접속부는 **선급 및 강선규칙 6편**에 따라 설계되고 시험되어야 한다.
25. 절연 등급 A와 E를 전기기기의 권선용으로 사용하여서는 아니된다.

612. 자동화, 운항 및 위치 설비

1. 원격조종잠수정의 작동요건을 자동감시하고 제어하는 모든 장치는 정해진 설계 및 주위 조건하에서 적절히 그 역할을 하도록 설계 및 제작되어야 한다.
2. 원격조종잠수정의 운항, 감시 및 제어를 위해 컴퓨터 운전제어장치를 사용할 수 있다. 장치의 상세 범위 및 이중성, 시험 범위 및 상태는 우리 선급이 인정하는 것이어야 한다.
3. 모든 감시 및 제어장치는 명확히 표시되고 식별되어야 한다.
4. 계기판 및 광학디스플레이는 명확하고 신속하게 읽을 수 있도록 설계하여야 한다.
5. 어떤 자동화시스템에 작동실패 또는 고장이 생기더라도 제어불능상태를 초래해서는 아니 된다.
6. 자동화장치는 가능한 부정확한 동작으로부터 보호되어야 한다.
7. 자동화장치는 원격조종잠수정의 정해진 동작 변수를 유지할 수 있어야 한다.
8. 동작변수로부터 허용할 수 없는 변동이 발생한 경우에는 잠수제어조종실에서 자동적으로 가시·가청경보를 발하여야 한다. 또한 급전계통의 자동변환과 제어 및 감시시스템의 고장일 때에도 마찬가지다.
9. 전자제어 및 감시장치 이외에도 독립된 안전장치를 갖추고 시스템고장으로 불안정하거나 원하지 않은 운전 상태를 일으키지 않도록 하여야 한다.
10. 자동 동작 감시 및 제어장치는 항상 수동으로 전환할 수 있어야 한다. 다만, 우리 선급에서 인정하는 경우에는 제외한다.
11. 자동화장치는 한계값에서 정해진 경고 시간을 경과하였거나 미리 설정된 속도보다 큰 변화가 발생하면 안전장치응답으로써 신호를 발하도록 하여야 한다.
12. 자동화설비의 전체 거동을 위한 시스템장치 및 구성품은 시간별로 일정하게 유지하여야 한다.
13. 전자장치의 전자파내성에 대한 판정기준은 **제조법 및 형식승인 등에 관한 지침** 요건에 따른다.

14. 전자자동화설비는 가능한 플러그인 시스템을 사용하여 쉽게 교환할 수 있는 모듈로 구성하여야 한다. 가능한 이 모듈은 주로 표준화되어야 하며, 모듈 형식의 예비품 수량은 재고를 줄이기 위해 적게 보유하도록 한다.
15. 플러그인 카드는 혼란을 피하기 위해 안전방안으로써 명확히 부호화된 표시를 하여야 한다.
16. 전자장치가 꺼져 있을 경우에도 전자장치의 내부에 수분 응결을 방지하기 위한 조치를 취해야 한다.
17. 자동화설비는 가능한 강제통풍없이 작동할 수 있어야 하며, 모든 냉각시스템의 동작을 감시하여야 한다.
18. 구성품들은 유효하게 고정되어야 하며 전선 및 결합연결부의 진동 및 떨림에 의한 기계적인 하중을 최소화하도록 한다.
19. 장치 및 설비 구조는 가능한 단순하고 간단하여야 하며 유지 보수를 위해 접근이 용이하여야 한다.
20. 안전과 관련된 기능을 수행하는 신호 및 개폐회로제어장치는 폐일세이프 원칙에 따라 제조하여야 한다. 즉, 단락, 접지 실패 및 단선과 같은 결합으로 인해 사람이나 장치의 위험이 생기지 않도록 한다. 이것은 신호결합을 가정으로 하며, 단락과 같은 단일모듈의 고장 때문에 다른 모듈의 손상을 유발해서는 아니 된다.
21. 프로그램 제어기에서 감지된 전기는 제어장치의 안전요건에 적합하여야 한다. 이는 원래 다음을 의미한다.
 - (1) 고위 동작, 즉 오픈접점을 통해 전압 공급
 - (2) 저위 차단, 즉 폐쇄접점을 통해 전압 차단
22. 안전기능 제어장치(예 : 비상정지장치)는 프로그램제어기와 독립되어야 하여 출력장치(예 : 솔레노이드 밸브)를 직접 동작시켜야 한다. 또한 이것은 부주의한 조작으로부터 보호되어야 한다.
23. 프로그램 제어기는 가능한 상호 영향을 받지 않는 것이어야 하며 실패시 프로그램과 독립된 안전인터록 및 서브루틴용 안전전환시퀀스에 혼란을 일으키지 않아야 한다.
24. 설정값을 조정할 수 있는 전위차계 및 다른 구성품은 그 작동 위치에서 고정할 수 있어야 한다.
25. 개폐장치의 상호작용은 점점의 달각거림으로 인해 장치 작동에 악영향이 발생하지 않도록 설계하여야 한다.
26. 회로기판을 포함한 회로도체가 외부에 노출되는 경우 단락 보호 조치를 하여야 한다. 만약 외부단락이 생기면 회로 도체를 파괴하지 않고 보호 장치로 대처할 수 있어야 한다.
27. 자동화장치는 선내 전원공급계통에서 스위치 동작으로 생길 수 있는 순간전압변동에 의해 손상을 받지 않아야 한다. 정격전압의 약 2배에 해당하는 과전압을 1분간동안 지속할 수 있도록 설계하여야 한다. 정전변환기에서 공급받는 장치인 경우에는 주기적인 전압펄스를 30초 동안 지속할 수 있어야 한다. 증폭상태는 변환기의 형식에 좌우되며 각 경우마다 조사하여야 한다.
28. 자동화장치의 급전 장치는 최소한 단락보호 및 과부하 보호장치를 갖추어야 한다.
29. 도체기준시스템은 가능한 중단되지 않도록 설계하여야 한다. 예를 들면, 노출된 도체연결 및 결합은 이중 설계로 하여야 한다.
30. 자동화장치는 **제조법 및 형식승인 지침 제3장 10절**에서 규정하고 있는 전압 및 주파수 변동값으로 신뢰성 있게 작동할 수 있어야 한다.
31. 원격조종잠수정의 감시 및 제어를 위해서 제어실이나 콘솔에는 원격조종잠수정과 관련된 모든 중요한 데이터를 표시하여야 한다. TV 및 통신설비를 포함한 모든 제어기 및 모니터는 원격조종잠수정 운전 전에 필요한 위치에 설치되어야 한다.
32. 원격조종잠수정의 감시, 제어 및 작동을 위해서 제어실 계기를 인간공학적으로 그룹화하여 배치하여야 한다.
33. 합리적으로 실행가능 한 콘솔 또는 배전반에서 제어기능 시작 표시를 광학적 출력하여야 한다.
34. 원격조종잠수정의 주위조건 및 운전상태를 감지하는 모든 감지기는 우리 선급의 형식승인품이어야 한다.
35. 원격조종잠수정의 안전에 필요한 모든 전자작동 운항 및 위치제어설비를 비상급전장치로 연결되어 있어야 한다. 이들 설비의 운전 또는 대기 상태를 제어실에서 명확하게 표시하여야 한다.
36. 합리적으로 실행가능한 원격조종잠수정에는 자동비상위치표시장치(수중초음파발신장치)를 설치하여야 한다.
37. 운항 및 위치표시장치를 갖춘 원격조종잠수정은 정부에서 정한 모든 규정에도 적합하여야 한다.

613. 원격조종잠수정 조종실

1. 원격조종잠수정조종실은 조종담당자가 원격조종잠수정과 관련 장치의 모든 시스템 작동상태를 전체적으로 파악할 수 있는 곳에 위치하여야 하며 위험지역에 설치하여서는 아니 된다.
2. 원격조종잠수정조종실내 배관을 가능한 조종장치로부터 멀리 떨어져 설치하여야 한다.
3. 원격조종잠수정조종실은 다른 모든 공간으로부터 A-0 급의 격벽 및 갑판에 의해 기타 구역으로부터 격리되어야 한다.
4. 소화장치는 가능한 화재로 인해 기기 및 조종성에 영향을 미치지 않도록 설계되고 제조하여야 한다.
5. 경보장치는 원격조종잠수정조종실 내외부에서 적절하게 가시가청 경보이어야 한다.
6. 수심, 배터리 잔여용량, 진수 및 회수장치의 작동상황, 기타 위험요소를 지닌 성능에 관한 지시장치와 경보는 각각 독

립된 전원으로 연결하여야 하며 비상정지장치도 독립적으로 설치되어야 한다.

7. 직접통신장치로써 다음 장소에서 상호간 통신이 가능하도록 한다.

- (1) 잠수조종실
- (2) 선내 다른 제어실
- (3) 진수 및 회수장치의 조종장소
- (4) 원격조종잠수정 원격조종위치

614. 진수 및 회수장치

1. 진수 및 회수장치의 최소요건은 **선급 및 강선규칙 9편 7장 14절**을 준용한다.

2. 부가하여 다음사항을 따르도록 한다.

- (1) 진수 및 회수장치는 특별히 언급하지 않는 경우 **선급 및 강선규칙 9편** 하역장치를 만족하여야 한다.
- (2) 진수 및 회수장치는 정해진 환경조건하에서 원격조종잠수정을 안전하게 진수 및 회수할 수 있어야 한다. 만약 필요하다면 동적하중을 감쇄하는 장치를 설치하여야 한다.
- (3) 모든 교체가능한 부품으로써 블록, 축, 샤프 등은 승인된 것이어야 하며 사용하중의 2배로 설계되어야 한다.
- (4) 사용하중으로 인한 강재 케이블의 최대인장강도는 승인된 파괴강도의 1/8을 초과하지 않아야 한다. 또한 인공섬유나 자연섬유 케이블의 최대인장강도는 승인된 파괴강도의 1/10를 초과하지 않아야 한다.
- (5) 진수 및 회수장치의 작동하중은 원격조정잠수정 중량과 관련장치 및 밸러스트 중량을 포함한 하중조건으로 설계하여야 한다. 보다 정확한 증거 자료가 없으면 해상 영향을 감안하여 작동하중의 50% 증가하여 계산하며 모든 방향에서 12도 수직상태에서 작동할 수 있도록 추정한다.
- (6) 진수 및 회수장치에서 원격조종잠수정을 회수 작업하는 동안에 비틀림응력을 방지할 수 설비를 하여야 한다. ↓

제 3 편

관광잠수정

제 1 장 관광잠수정

제 1 절 일반사항

101. 적용 및 정의

1. 연해 이하를 항행하고 여객을 운송하는 잠수정(이하 “관광잠수정”이라 한다.)은 잠수선 규칙의 요건에도 불구하고 이 요건을 만족하는 경우 모든 요건을 만족하는 것으로 간주할 수 있다.
2. 상기에도 불구하고 규칙 1편 5장(내압동체) 및 9장(배관장치, 펌프 및 압축기)을 만족하여야 한다.
3. 사용되는 용어의 정의는 규칙 1편 1장 102.에 따르며, 잠수정에 설비된 모든 장치에 대한 필요한 시험 및 표시는 1 편 1장 3절 및 4절의 관련요건에 따른다.

102. 승인도면 및 자료

1. 잠수정으로 제조중 등록검사를 받고자하는 경우에는 다음의 도면 및 자료 각 3부를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.
 - (1) 중앙횡단면도
 - (2) 내압동체구조도
 - (3) 부력탱크구조도
 - (4) 외압을 받는 창, 덮개, 내압동체 관통쇠붙이 및 축베어링, 관, 밸브, 배수펌프, 케이블 등의 구조 및 배치도
 - (5) 탈출장치의 구조도 및 배치도
 - (6) 진수 및 회수장치 배치도 및 계통도
 - (7) 조종장치 구조도 및 배치도
 - (8) 밸런스 체인, 비상투하중량물, 송전케이블, 조난신호용부이 등의 취외장치 구조도 및 배치도
 - (9) 압력용기 및 고압공기관 구조도 및 배치도
 - (10) 밸러스트 및 트립계통도를 포함한 모든 관 계통도
 - (11) 기관실 및 축전지실 전체 배치도
 - (12) 축계장치도
 - (13) 전력계통도
 - (14) 전력조사표
 - (15) 내압동체의 제조요령서(공작방법, 공작정도, 검사기준 등)
 - (16) 생명유지장치 계통도 및 효력시험방법
 - (17) 방화구조도 및 소화설비 배치도
 - (18) 등화배치도
 - (19) 기타 선급이 필요하다고 인정하는 도면
2. 다음의 도면 및 자료 각 3부를 참고용으로 제출하여야 한다.
 - (1) 건조시방서
 - (2) 선도
 - (3) 일반배치도
 - (4) 배수량 등곡선도
 - (5) 중량중심트립계산서
 - (6) 복원성계산서
 - (7) 잠수중 항행 안정 계산서(최대탑재인원)
 - (8) 내압동체 강도계산서
 - (9) 집단탈출용 내압구명장치의 강도, 복원성 및 부상속도 계산서
 - (10) 부상용 고압공기량 계산서
 - (11) 생명유지장치 용량 계산서
 - (12) 해상 시운전 계획서
 - (13) 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 도면 및 자료

103. 항행상의 조건

1. 잠수정은 어떠한 경우에도 최대잠수깊이 및 최대잠수시간을 초과하여 잠수하여서는 아니 된다.
2. 잠수정은 다음 104.에서 정하는 운항지침서에 따라 성능한도 내에서 운항하여야 하며, 잠수 중에는 예비부력 및 트림이 거의 없는 상태로 항행하여야 한다.

104. 운항지침서

최초로 우리 선급에 등록하고자 하는 잠수정의 소유자는 안전을 위하여 다음에 정하는 사항을 기재한 운항지침서를 작성하여 선장에게 제공하고 그 사본을 우리 선급에 제출하여야 한다.

1. 최대잠수깊이 및 잠수시간
2. 잠수중 최대속력
3. 잠수중 트림의 한도
4. 잠수중 긴급정지성능
5. 해수비중과 잠수깊이에 따른 내압동체의 압축변화 및 수온변화 등에 따른 부량변화
6. 잠수 및 부상을 위한 기기의 조작 및 점검상의 유의사항
7. 긴급부상을 위한 기기의 조작 및 점검상의 유의사항
8. 잠수중 탈출하기 위한 장치를 비치한 경우에는 이 장치의 조작방법 및 점검상의 유의사항
9. 축전지의 충전요령 및 사용한도
10. 생명유지장치의 조작방법 및 점검상의 유의사항
11. 내압동체 내 호흡공기중의 산소 및 탄산가스의 표준유지량과 허용한도에 관한 사항
12. 기타 우리 선급이 필요하다고 인정하는 사항

105. 보고의 의무

잠수중 또는 부상 중에 이상이 발생한 경우, 선주 또는 선장은 그 사실을 즉시 우리 선급에 통보하여야 한다.

106. 동등효력

이 규칙에 적합하지 않게 설계된 잠수정의 경우 또는 새로운 기술에 의해 제조되고 특별한 성능에 대해 충분히 검토되지 않은 경우, 우리 선급은 이에 대하여 별도의 자료 및 시험을 요구할 수 있다.

제 2 절 선급 등록

선급등록에 대하여는 **규칙 1편 2장**을 따르되 다음 사항을 추가로 적용하여야 한다.

201. 제조중 등록검사

우리선급에 제조후 등록검사를 받고자 하는 잠수정에 대한 검사는 **규칙 1편 2장 2절**을 적용하여야 한다.

최초 등록검사시 생명유지장치의 효력시험은 다음에 따른다

1. 육상에서 최대탑재인원 승선 후 통상잠수시간의 1.5배의 시간으로 생명유지장치를 시험하여야 하며, 시험시 검사원의 입회하에 매 15분당 산소, 이산화탄소, 수소, 습도 및 내부기압을 기록하여야 한다.
2. 상기 1항의 조건으로 시운전시 동일하게 수행하여야 한다. 단, 통상잠수시간을 적용하여야 한다.

202. 제조후 등록검사

우리선급에 제조후 등록검사를 받고자 하는 잠수정에 대한 검사는 **규칙 1편 2장 3절**을 적용하여야 한다.

제 3 절 선급검사

301. 검사의 종류

검사 종류는 규칙 1편 3장 1절에 따른다.

302. 검사의 시행

우리 선급에 등록된 잠수정에 대한 검사는 다음에 따른 사항을 검사한다.

1. 중간검사

- (1) 내압동체의 현상검사
- (2) 개폐지시장치의 작동검사
- (3) 전기설비의 절연저항시험
- (4) 심도조정장치의 작동시험
- (5) 축전지 효력시험
- (6) 공기조화장치의 효력시험
- (7) 수심계, 수소가스검지 및 제거장치, 압력용기의 압력계, 항해용구 등의 검교정 확인
- (8) 비상투하중량물, 밸런스 체인, 송전케이블 또는 조난신호용부이 등을 비치한 경우에는 내압동체 내부에서 이탈장치의 작동시험. 이 경우, 비상투하중량물의 이탈장치 시험은 상가하여 할 수 있다.

2. 정기검사

중간검사에서 요구하는 사항에 추가하여 다음의 사항에 대하여 검사한다.

- (1) 각 탱크의 내부검사(부력탱크 포함)
- (2) 필요시 외압을 받는 창, 덮개, 관, 밸브 및 배수펌프와 내압동체를 관통하는 가동쇠붙이는 떼어내어 현상검사
- (3) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 내압동체의 판 두께 및 늑골의 트리핑 측정
- (4) 추진기관, 보기 등의 개방검사 및 압력용기와 이들 관 계통의 현상검사
- (5) 선내 기압 저하 경보장치 또는 이와 동등한 목적에 사용하는 장치의 작동시험
- (6) 내압동체의 한 구획에 물을 채워서 탈출하는 방식 이외의 탈출장치를 비치한 경우에는 그 탈출장치의 작동시험
- (7) 최대잠수깊이의 수증향주시험
- (8) 최대잠수깊이 시험

최대잠수깊이의 1.5배의 수심에 도달한 후, 또는 이와 동등한 압력을 가한 후, 다음 사항에 대하여 확인한다.

- 가. 내압동체는 변형 및 누설이 없을 것.
- 나. 창, 출입용 창구 및 창구덮개는 변형 및 누설이 없을 것.
- 다. 내압동체를 관통하는 관, 케이블 등의 수밀부는 누설이 없을 것.
- 라. 배수펌프의 작동시험

(9) 생명유지장치의 효력시험

- (가) 가스저장용기를 포함한 모든 생명유지장치의 배관장치는 해당 장비의 사용유체/기체를 이용하여 설계압력으로 압력시험을 하여 누설이 없어야 한다.
- (나) 가스저장용기는 설계압력의 1.25배에 해당하는 정수압으로 압력시험을 하여야 하며, 이때, 내부는 보스코프(boscope)로, 외부는 육안으로 검사하여야 한다. 이는 매 정기검사시 마다 시험하여야 하고, 관련 서류는 본선에 유지, 검토가능하여야 한다.
- (다) (나)의 시험방법에 대신하여, 가스저장용기의 압력시험은 최소 5년에 1번, 해당 제조기준(예, US DOT(Department of Transport Requirements) 또는 이와 동등이상의 국가기준, 법령 등)에 따라 자격을 갖춘 3자에게 받을 수 있다.
- (라) 가스저장용기가 선체의 구조물에 고정된 경우에는 볼트를 제거하여, 볼트 및 볼트체결부위에 대한 육안검사를 한다.

303. 기록의 제출

선박소유자는 정기적 검사 시에 행한 본선의 현상, 계측결과, 마모의 정도 등에 대한 검사기록을 우리 선급에 제출하여야 한다.

304. 선체구조

1. 부상시의 견련 등

- (1) 예항을 필요로 하는 잠수정인 경우에는 부상 시에 적당한 견련이 유지되어야 한다.
- (2) 부상 시에 사람이 출입할 수 있도록 계획한 잠수정인 경우에는 부상 시에 있어서 내압동체 출입구의 높이가 수면보다 충분한 높이를 갖도록 하여야 한다.

2. 부식에 대한 요건

잠수정의 주요부로서 부식이 생기기 쉬운 개소는 사용재료, 환경조건 등을 고려하여 두께를 증가시키거나 적절한 방식조치를 하여야 한다.

3. 외부 손상에 대한 요건

- (1) 내압동체는 접안 등에 따라 손상을 받지 않도록 적절히 보호되어야 한다.
- (2) 내압동체 이외의 선체구조부재 중 잠수 항해시 기계적 손상을 받기 쉽거나 또는 이러한 손상으로 인하여 잠수정의 안전에 중대한 영향을 주는 부위는 적절히 보호되거나 보강되어야 한다.

4. 수상을 항주하는 잠수정에 대한 요건

부상하여 수상을 항해하는 잠수정은 창구덮개가 닫힌 상태에서도 수상을 볼 수 있는 구조이거나 이에 대응하는 적절한 장치를 비치하여야 한다. 다만, 창구덮개가 열린 상태에서 안전하게 항행할 수 있는 경우에는 그러하지 아니하다.

5. 구조재료

- (1) 내압동체에 사용되는 승인재료는 **규칙 1편 5장의 표 1.5.2**에 따른다.
- (2) 기타 선체의 주요부를 구성하는 재료는 **규칙 1편 1장**의 규정에 적합한 것으로서 우리 선급의 승인을 받은 재료이어야 하며, 사용목적에 따라 충분한 강도의 것이어야 한다.

6. 방화재료

- (1) 내압동체를 구성하는 재료는 실행가능한 한 불연성 재료를 사용하여야 한다.
- (2) 실행가능한 한, 모든 장소에는 발화원이 없어야 하며, 전기난방장치 및 절연기에는 과열에 대비하여 보호장치를 갖추어야 한다.
- (3) 구성요소 및 재료에는 정전기를 최소화할 수 있는 재료를 사용하여야 하며 가연성 재료가 폐위장소에 설비되는 경우, 소화장치는 외부에서 효과적으로 작동하도록 설계되어야 한다.

7. 내압동체의 구조

- (1) 내압동체는 최대잠수깊이에 상당하는 압력의 2.0배에 해당하는 압력 이상을 견딜 수 있는 강도를 가져야 한다.
- (2) 창, 출입용 창구 및 창구덮개, 외압을 받는 관, 밸브 등은 (1)항과 동등 이상의 강도를 가진 것이어야 한다.
- (3) 내압동체를 관통하는 관, 케이블 등의 수밀부는 최대잠수깊이의 1.5배에 상당하는 수압에서 충분한 수밀성이 있는 것이어야 한다.

8. 내압동체의 응력제거

내압동체의 구조, 사용재료, 용접이음구조 및 용접법 등을 고려하여 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 내압동체에 대한 응력을 제거하여야 한다.

9. 내압동체 이외의 구조부재

선체구조를 구성하는 내압동체 이외의 구조부재는 잠수정의 통상 사용상태에 있어서 충분한 강도를 가진 것이어야 한다.

305. 잠수 및 부상을 위한 구조 및 장치

1. 잠수 및 부상을 위한 구조 및 장치

- (1) 잠수 및 부상을 위하여 부력조종장치(부력탱크, 경사조종장치)를 갖는 구조이어야 한다. 이 경우 부력탱크의 크기 및 구조는 각각 부상하였을 경우에 필요한 견련 및 복원성이 유지될 수 있는 것이어야 하며, 잠수하여 경사상태의 경우에도 공기를 축적할 수 있는 것이어야 한다.
- (2) 부력탱크에는 탱크 내의 공기를 폐쇄 또는 배출하기 위하여 벤트밸브를 설치하고, 부상용 공기관을 배치하여야 한다. 이 경우 부상용 공기관은 외부로부터 손상에 대하여 충분히 보호되도록 설치하여야 한다.
- (3) 부상용 고압공기를 저장하는 압력용기는 내압동체의 크기, 최대잠수깊이 등에 따라 충분한 용량을 가진 것으로서

선체에 견고히 부착하고 외부로부터의 손상에 대하여 충분히 보호되도록 하여야 한다. 또한 내압동체의 내측에는 보기 쉬운 장소에 용기의 공기상태를 지시하는 장치가 갖추어져야 한다.

- (4) 최대잠수깊이에 있어서 선체의 중량 및 트림을 조정할 수 있는 장치를 설치하여야 하며, 이 장치는 부상속도를 충분히 제어할 수 있는 것이어야 한다.
- (5) 전항의 장치로서 배수펌프를 사용하는 경우, 펌프는 최대잠수깊이의 1.2배에 상당하는 압력 이상의 토출압력에서도 충분히 배수할 수 있는 것이어야 한다. 또한 배수펌프의 토출측에는 체크밸브가 설치되어야 한다.
- (6) 내압동체의 내부에 설치하는 각종 탱크는 운항상의 요구에 적합한 크기를 가진 것으로서 공기배기 및 용량을 지시하는 장치를 부착하여야 한다. 한편, 이들 탱크의 내부에는 내압동체를 관통하는 관이 설치되어서는 아니 된다.

2. 기타 인명안전을 위한 구조 및 장치

- (1) 긴급 시에 부상하기 위하여 충분한 중량을 가진 비상투하중량물이 비치되어야 한다. 이 경우 비상투하중량물은 최대잠수깊이에서 내압동체의 내부에서 이탈시킬 수 있는 장치를 설치하여야 하며, 비상투하중량물이 이탈된 후 잠수정이 경사지거나 전복되지 않도록 비치하여야 한다. 또한 긴급 부상장치의 작동에 전력만을 사용하는 경우에는 비상용 전원을 설치하고 이 장치에만 급전할 수 있도록 하여야 한다.
- (2) 긴급 비상용 고압공기를 저장하는 압력용기 또는 이와 동등한 기타 장치를 항상 비치하는 경우에 대하여는 비상투하중량물의 비치를 생략할 수 있다.
- (3) 긴급 시에는 내압동체에서 사람이 탈출할 수 있어야 한다. 다만, 사용목적, 잠수수역, 최대잠수깊이 및 부상을 위한 제반장치의 효력 등을 고려하여 지장이 없다고 인정하는 경우에는 이를 생략할 수 있으며, 이때에는 그 취지를 우리 선급에 제출하여야 한다.
- (4) 전항에서 정하는 장치로서, 집단탈출을 위한 내압구명장치를 비치하는 경우에는 최대탑재인원이 탑승할 수 있는 것이어야 하며, 부상하였을 때 이 장치로부터 하선하여도 지장이 없는 복원성을 가진 것이어야 한다.

3. 안정성 확보

- (1) 부상 및 잠수하거나 잠수하고자 하는 경우 항상 안정된 항행이 가능하여야 한다.
- (2) 6인 이상의 여객이 탑승하는 경우 구획당 최소한 2개 이상의 출입용 해치를 선수 및 선미부에 각각 1개씩 설치하여야 한다.
- (3) 출입문 해치는 내부 및 외부에서 개폐할 수 있어야 하며 개폐상태가 조종실에 표시되어야 한다.
- (4) 해치에는 내부압력 상승에 대비하여 평형(equalizing)설비가 설치되는 경우, 가능한 한 이에 대한 지시기도 설치되어야 하며, 승조원만이 조작할 수 있도록 적절한 경고판을 설치하여야 한다.
- (5) 비상투하중량물을 이탈시킨 경우를 포함하여 모든 사용상태에 있어서 중심이 부심보다 낮은 위치에 있어야 한다.
- (6) 우리선급이 필요하다고 인정하는 경우, 안정성 확보의 측면에서 잠수정에 있어서의 전기설비는 **규칙 1편 12장**의 요건을 적용할 수 있다.

306. 기관장치

1. 추진기관 등

- (1) 추진기관 등은 **선급 및 강선규칙 제5편**에 따르는 외에 다음의 요건에 적합하여야 한다.
 - (가) 추진기관의 출력은 운항상 필요한 속력을 유지할 수 있어야 한다.
 - (나) 잠수중에 사용하는 추진기관은 배기가스를 배출하지 않는 것이어야 한다.
 - (다) 동요 60°의 상태, 종경사 및 횡경사 15°로 경사한 상태에서 각각 작동에 지장이 없는 것이어야 한다.
- (2) 내연기관을 설치한 경우에는 다음의 요건에 적합하여야 한다.
 - (가) 인화점이 43°C 미만인 기름은 사용하여서는 아니 된다.
 - (나) 내압동체를 관통하는 급기관 또는 배기관이 설치되어 있는 경우에는 잠수시 폐쇄밸브가 폐쇄되지 않은 상태로 잠수가 불가능하도록 설계되어야 한다.
 - (다) 공기의 유입을 정지시킨 후에는 내연기관이 작동되지 않으므로 다음 중 어느 하나를 만족하여야 한다.
 - (a) 기관의 운전중에는 급기관이 폐쇄되지 않도록 하거나 또는
 - (b) 선내 기압이 어느 한도 이하로 저하되었을 경우, 기관의 운전이 자동적으로 정지되어야 한다.
 - (라) 냉각용 해수관은 다른 관 계통과 겸용하여서는 아니 된다. 다만, 관의 강도가 최대잠수깊이에 상당하는 압력에 견딜 수 있을 때에는 그러하지 아니하다.

307. 전기설비

1. 전기설비

잠수정의 전기설비는 **선급 및 강선규칙 제6편**의 관련규정 이외에 다음의 요건에 적합하여야 한다.

- (1) 모든 전기설비는 방적형(IP 22이상)의 보호외피를 가진 것이어야 한다.
- (2) 배전반 및 주전원의 차단장치는 쉽게 접근할 수 있는 장소에 설치하여야 한다. 다만, 주전원의 차단장치는 긴급시에 쉽게 차단될 수 있도록 고려되어 있는 경우에는 그러하지 아니하다.
- (3) 추진용, 트림조정용 및 조종용의 전원회로는 각각 독립한 최종지 회로로 급전될 수 있도록 고려된 것이어야 한다. 또한, 상기 회로 이외의 회로는 과부하 전류 및 단락전류가 상기 회로에 영향을 미치지 않도록 보호된 것이어야 한다.
- (4) 충전장치를 비치하여야 한다. 다만, 지원선에 부속된 잠수정 또는 한정된 수역만을 항행하는 잠수정인 경우에는 지원선 또는 육상에 설치한 충전장치에 의하여 충전할 수 있다.
- (5) 전기설비의 공급전압은 DC 250 V를 넘어서는 아니 된다. 다만, 더 높은 등급의 보호외피, 발생가능성이 있는 지락전류의 감소, 고정 배리어, 이중절연 및 보호 잠수복 등을 갖춘 경우, 250 V 이상의 전압도 허용할 수 있다.

2. 축전지

- (1) 축전지는 운항상 충분한 용량을 가진 것으로서, 다음의 요건에 적합하여야 한다.
 - (가) 충분히 절연되어 있을 것.
 - (나) 동요 60°, 그리고 15°의 종경사 및 횡경사 시에도 액이 누설되지 않는 것일 것.
 - (다) 충전상태를 감시할 수 있는 장치가 설치되어 있을 것.
- (2) 내압동체의 내부에 축전지를 비치하는 경우에는 다음의 요건에 적합하여야 한다.
 - (가) 축전지는 빌지가 유입되지 않는 장소에 설치하고 수소가스의 누적을 방지하기 위한 적절한 조치가 강구되어 있을 것.
 - (나) 수소가스 감시장치를 비치할 것.

3. 케이블

- (1) 내압동체를 관통하는 케이블은 최대잠수깊이의 2배에 상당하는 압력으로 수압이 작용하더라도 기능이 저하되지 않아야 하며, 케이블이 절단된 경우에는 최대잠수깊이의 1.5배에 상당하는 수압이 작용하더라도 수밀이 유지되는 것이어야 한다. 또한, 케이블의 접속부는 충분한 기능과 수밀성을 유지하여야 한다.
- (2) 지원선에 부속되는 잠수정으로서 지원선으로부터 전력을 공급받는 급전케이블을 가진 경우, 이 급전케이블은 다음의 요건에 적합하여야 한다.
 - (가) 인장강도 및 내수성이 충분할 것
 - (나) 해저에 끌리지 않도록 고려된 것일 것
 - (다) 긴급시에 내압동체의 내부에서 케이블을 이탈시킬 수 있는 접속구를 부착할 것

4. 조명장치 및 등화

- (1) 선외 조명장치는 방수형으로서 최대잠수깊이에 상당하는 수압에 충분히 견딜 수 있는 강도를 가진 것이어야 한다.
- (2) 잠수정을 안전하게 조종하기 위하여 필요한 내압동체의 조명은 하나의 조명회로가 고장나더라도 다른 회로에 의하여 조명이 유지되어야 한다.
- (3) 관광잠수정에는 잠수정이 수면으로 부상한 후 즉시 탐지될 수 있도록 적절한 등화 또는 신호장치가 설치되어야 한다.

5. 접지

전기기구의 노출된 비전도금속부 및 케이블의 금속피복은 유효하게 접지되어야 한다.

308. 추진 및 조종설비

관광 잠수정에 있어서 추진 및 조종설비는 **규칙 1편 11장**의 요건에 적합하여야 한다.

309. 생명유지장치

1. 일반사항

- (1) 관광 잠수정에 있어서 생명유지장치는 **규칙 1편 14장**의 요건에 적합하여야 한다.
- (2) 생명유지장치는 주 생명유지장치, 보조 생명유지장치, 비상 호흡장치로 구성되어야 하며, 각각 서로 분리된 것이어야 한다.
- (3) 주 생명유지장치는 모든 탑재인원에 대하여 최대 계획잠수시간 이상 동안 충분한 용량이어야 한다.

- (4) 보조 생명유지장치는 모든 탑재인원에 대하여 72시간 이상 동안 충분한 용량이어야 한다.
- (5) 보조 산소공급장치는 72시간 이상 항행할 수 있는 것이어야 한다. 다만 다음의 요건을 만족하는 경우 24시간으로 완화할 수 있다.
 - (가) 항행예정구역 수상에 지원설비가 설치되어 있으며 1시간 내에 잠수사가 지원 가능한 경우
 - (나) 잠수정에 두 개의 별도로 분리된 비상투하중량물 및 발라스트 설비가 갖추어진 경우
 - (다) 운항구역이 항만으로부터 1시간 이내로서 최대수심이 잠수사가 접근이 가능한 수심인 경우
 - (라) 잠수정내의 발라스트 장치 중 최소한 하나의 장치는 잠수정 외부에서 잠수사에 의해 수동으로 밸러스트 탱크에 공기를 주입할 수 있는 구조이어야 하며, 수동 작동 발라스트 장치는 최대탑재인원의 탑승시에도 작동 후 충분한 양의 부력을 생성할 수 있을 것.
 - (마) 잠수정 건조의 최종 시운전시 설계수심에서 검사원 입회하여 상기와 같은 장치에 대한 시운전을 실시할 것.
 - (바) 상기 내용이 포함된 비상탈출계획을 선박운용지침서에 반영하여야 한다.
- (6) 비상용호흡장치에 대하여는 다음의 요건에 만족하여야 한다.
 - (가) 비상 산소공급장치는 주 산소공급장치와 독립된 장치이어야 한다.
 - (나) 부분폐쇄 또는 개방형 호흡장치를 비치하는 경우에는 압력상승을 조절할 수 있는 장치를 비치하여야 한다.
 - (다) 비상용 산소는 보통의 부상방법으로 최대잠수깊이에서 완전히 부상하였을 때까지 소요되는 시간에 50%를 더한 시간 또는 2시간 중 긴 시간 동안에 전될 수 있는 충분한 양을 비치하여야 한다.
 - (라) 비상호흡용 공기의 탄산가스 농도는 760 mmHg에서 내부 용적의 1%를 넘지 않을 것.
 - (마) 최대탑재인원과 같은 갯수로써 다음 각 목 중 하나의 마스크를 비치할 것.
 - (a) 안면보호형 마스크
 - (b) 비구(鼻口)보호형 마스크
 - (c) (다)호에 따른 용량 이상의 자장식 호흡구
 - (바) 관광 잠수정에서 다음 요건을 만족하는 경우, 전 (다)호 및 (마)호의 요건을 적용하지 아니한다.
 - (a) 최대 잠수깊이로부터 부상하여 해치를 개방하는데 소요되는 시간이 15분 이내일 것.
 - (b) 모든 여객에게 방독면이 제공될 것.
 - (c) 모든 선원에게는 15분 이상 사용가능한 자장식 호흡구가 제공될 것
- (7) 탄산가스제거장치는 운항시간에 추가하여 최대탑재인원이 72시간이상 항행할 수 있는 양이어야 한다. 다만, 위 (6)호의 단서의 규정 (가)~(바)를 만족하는 경우에는 72시간을 24시간으로 경감할 수 있다.
- (8) 잠수정에는 다음의 요건을 만족하는 적절한 감시 및 지시 장치를 하여야 한다.
 - (가) 잠수중 압력동체 내부의 산소, 탄산가스의 농도, 습기를 감시 및 지시하는 적절한 장치를 설치하여야 한다.
 - (나) 상기 (가)의 감시장치 및 지시장치 이외에 별도의 이동용 또는 이와 동등한 감시 및 지시장치를 승객이 탑승한 격실에 비치하여야 한다.
 - (다) 상기 (가) 및 (나)의 감시장치는 산소농도의 경우 용적당 18% ~ 23%, 이산화탄소 농도의 경우 용적당 0.5%를 초과하는 경우에는 적절한 경보를 발할 수 있어야 한다.
 - (라) 잠수정내의 습도는 항상 50% ± 20%를 유지하도록 권장하며, 습도의 지시는 운항 중 항상 확인할 수 있는 장소에 설치되어야 한다.
 - (마) 수소 감시장치는 **규칙 1편 14장 305.**의 요건에 적합한 성능을 갖춘 것이어야 한다.

310. 계류 및 계선설비

1. 일반사항

- (1) 잠수정에는 잠수정을 계류할 수 있는 적절한 계류설비가 갖추어져야 한다.
- (2) 앵커, 앵커체인 및 로프는 선내에 확실히 격납될 수 있어야 한다.
- (3) 지원선에 부착된 잠수정 및 한정구역만을 항행하는 잠수정에 대하여는 전 (1)호 및 (2)호에서 정하는 설비를 생략할 수 있다.
- (4) 밸런스 체인을 비치하는 경우에는 최대잠수깊이에서 내압동체의 내부에서 이탈시킬 수 있는 장치를 비치하여야 한다. 다만, 밸런스 체인이 장애물에 걸렸을 경우, 잠수정의 추력으로 쉽게 전달할 수 있는 부분이 체인의 부착장소가 가까이 부착되어 있을 때에는 이탈장치를 생략할 수 있다.

311. 방화 및 소화설비

1. 일반사항

- (1) 관광잠수정에 있어서의 방화구조 및 화재감시는 **규칙 1편 15장 2절 내지 3절**의 요건에 적합하여야 한다.
- (2) 관광잠수정에 있어서의 소화설비는 **규칙 1편 15장 4절**의 요건에 적합하여야 한다.

312. 시험

1. 경사시험

- (1) 잠수정은 **101**.에 언급한 시험 이외에 모든 공사가 완료된 후, 경사시험을 추가로 실시하여야 한다.
- (2) 경사시험 결과에 따라 안정성능에 관한 요목을 정하여 **104**.에 정하는 운항 지침서에 기재하여야 한다.

2. 시운전

- (1) 잠수정의 시운전은 최대잠수깊이에서의 시운전을 포함하여야 한다.
- (2) 사전에 우리선급에 시운전 계획서를 제출하여 하며, 시운전시 우리선급이 필요하다고 인정하는 시험을 추가하여 수행하여야 한다. ↓

부록 1 외부 과압을 받는 내압 동체에 대한 계산

1. 일반사항

1.1 설계 및 계산

- (1) 잠수정의 내압동체 설계시 사용되는 계산방법은 다음에 따르며 다음 세가지의 하중조건이 사용된다.
 - (가) 공칭잠수압력 P_N
 - (나) 시험압력 P_P
 - (다) 붕괴압력 P_Z
 또한 안정성에 따른 응력과 내압동체에 작용하는 응력을 확인하기 위하여 다음 사항을 확인하여야 한다.
 - (라) 보강재 사이의 비대칭 좌굴 (축방향 좌굴)
 - (마) 보강재 사이의 대칭 좌굴 (원형 좌굴)
 - (바) 내압동체 설계시의 일반적인 불안정
 - (사) 보강링의 트리핑
 - (아) 경판의 좌굴
- (2) 제시된 계산 방법에서 동체(등금새)의 통상적인 형상으로부터 제작 편차를 제한적으로 고려할 수 있다. 동체 동체의 구형부를 검증하는 방법을 기술하여야 한다.
- (3) 원뿔형 동체는 단면에 대해 계산되어야 하며 각각은 원통형 동체로 고려되어야 한다.
- (4) 격벽 사이 또는 경판 사이에서 선체 구조의 좌굴을 전체 붕괴로 간주한다.
- (5) 내압동체의 허용응력값은 **규칙 1편 5장 5절**에 따른다.
- (6) 안정성에 대한 설명을 위해서 관련된 손상의 특별한 형태에 대한 충분한 안전성이 증명되어야 한다.
- (7) 계산방법을 이용할 때 탄성 및 탄소성 거동이 동체 구조의 재료에서 발생할 수 있으므로 유의하여야 한다. 일반적으로 다음의 경우를 말한다.
 - (가) 공칭잠수압력에 있어서 응력은 재료의 탄성범위 내에 있다. 다만 초과된 허용응력에 관한 계산은 재료의 거동이 탄성이라는 가정하에 형성될 수 있다.
 - (나) 붕괴압력에 있어서 응력은 재료의 탄성 또는 탄소성 범위에 있을 수 있다.
- (8) 탄소성범위 내에서 계산방법은 반복적인 방법으로 값을 결정하여야 한다. 탄성계수 E 와 브아송의 비 ν 는 7항에 따라 E' 및 ν' 을 따르도록 하여야 한다.

2. 보강재가 있거나 또는 보강재가 없는 원통형 동체

2.1 일반사항

- (1) 전 1.1의 (1)호의 하중조건에 대하여 원통형 동체에서 대칭 및 비대칭 좌굴 그리고 초과 응력을 확인하여야 한다.
- (2) 아래 계산방법은 보강재가 있는 원통형 동체에 대한 것이다. 경판을 갖고 보강재가 없는 원통형 동체의 경우에도 이와 유사한 방법으로 계산되어야 하며, 링 보강재의 단면적은 $A=A_1=0$ 이고 보강재 사이의 간격은 끝단부에 의해 한정된다. 보강재 사이의 간격이 경판 끝단부에 의해 한정되는 경우에는 각 경판의 깊이(H)의 40%를 원통형 동체의 길이에 추가하여야 한다. (그림 1.1 참조)

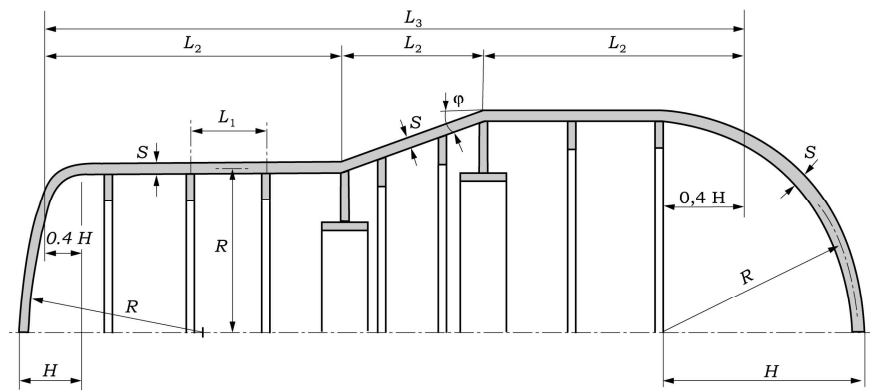


그림 1.1

- (3) 탄소성 범위 내에서 좌굴 계산시 탄성계수 E 와 브라운의 비 ν 는 (65)에서 (68)식에 의해 결정되며, 판의 중심과 단면의 중심부에서 σ_i 의 식(1)에 의해 구해진다.
- (4) 최대 $\mu=0.005$ 인 동체 탈구형부에서 그 계산을 허용한다. 만일 보다 큰 여유치로 설계하거나 또는 8.1에 정한 계산 방법으로 보다 큰 탈구형부 값을 초래할 경우에는 8.2에 따라 허용압력을 검증하여야 한다.

2.2 원통형 동체에 대한 응력

응력집중(링 보강재 사이 중앙에서 판의 중심)은 (1)내지 (14)식에 의해 결정된다. (2a) 내지 (2d)식에서 굽힘요소는 원통형 동체의 외부의 상부에서는 +로 표시하며, 내부의 하부에서는 -로 표시한다. 판 중심에서의 응력은 ±표시 이후의 식을 감하여 결정된다.

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_\phi^2} - \sigma_x \times \sigma_\phi \tag{1}$$

$$\sigma_0 = - \frac{R \times P}{s} \tag{2}$$

단면의 중앙에서는 다음의 식을 적용한다.

$$\sigma_x = \sigma_0 \left(\frac{1}{2} \pm C_{10} \times C_{11} \times F_4 \right) \tag{2a}$$

$$\sigma_\phi = \sigma_0 (1 - C_{10} \times F_2 \pm \nu \times C_{10} \times C_{11} \times F_4) \tag{2b}$$

보강부의 면적에서는 다음의 식을 적용한다.

$$\sigma_x = \sigma_0 \left(\frac{1}{2} \pm C_{10} \times C_{11} \times F_3 \right) \tag{2c}$$

$$\sigma_\phi = \sigma_0 (1 - C_{10} \pm \nu \times C_{10} \times C_{11} \times F_3) \tag{2d}$$

$$F_1 = \frac{4}{C_5} \left[\frac{\cosh^2 C_8 - \cos^2 C_9}{\frac{\cosh C_8 \times \sinh C_8}{C_6} + \frac{\cos C_9 \times \sin C_9}{C_7}} \right] \tag{3a}$$

$$F_2 = \left[\frac{\frac{\cosh C_8 \times \sin C_9}{C_7} + \frac{\sinh C_8 \times \cos C_9}{C_6}}{\frac{\cosh C_8 \times \sinh C_8}{C_6} + \frac{\cos C_9 \times \sin C_9}{C_7}} \right] \tag{3b}$$

$$F_3 = \sqrt{\frac{3}{1-\nu^2}} \left[\frac{-\frac{\cosh C_8 \times \sinh C_8}{C_6} + \frac{\cos C_9 \times \sin C_9}{C_7}}{\frac{\cosh C_8 \times \sinh C_8}{C_6} + \frac{\cos C_9 \times \sin C_9}{C_7}} \right] \tag{3c}$$

$$F_4 = \sqrt{\frac{3}{(1-\nu^2)}} \left[\frac{\frac{\cosh C_8 \times \sin C_9}{C_7} + \frac{\sinh C_8 \times \cos C_9}{C_6}}{\frac{\cosh C_8 \times \sinh C_8}{C_6} + \frac{\cos C_9 \times \sin C_9}{C_7}} \right] \tag{3d}$$

$$A = A_1 \times \frac{R^2}{R_0^2} \tag{4}$$

$$C_5 = \alpha \times L_1 \quad (5)$$

$$C_6 = \frac{1}{2} \sqrt{1-G} \quad (6)$$

$$C_7 = \frac{1}{2} \sqrt{1+G} \quad (7)$$

$$C_8 = C_5 \times C_6 \quad (8)$$

$$C_9 = C_5 \times C_7 \quad (9)$$

$$C_{10} = \frac{\left(1 - \frac{\nu}{2}\right) \times \frac{A}{s \times L_1}}{\frac{A}{s \times L_1} + \frac{b}{L_1} + \left(1 - \frac{b}{L_1}\right) F_1} \quad (10)$$

$$C_{11} = \sqrt{\frac{0.91}{1-\nu^2}} \quad (11)$$

$$P^* = \frac{2 \times s^2 \times E}{R^2 \times \sqrt{3} \times (1-\nu^2)} \quad (12)$$

$$G = \frac{P}{P^*} \quad (13)$$

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{3 \times (1-\nu^2)}{s^2 \times R^2}} \quad (14)$$

$$K_0 = \frac{\sigma_\phi}{\sigma_x} \quad (15)$$

여기서,

A : 보강링의 단면적 (mm^2)

A_1 : 보강링의 횡단면적 (mm^2)

L_1 : 경량 보강재 사이의 거리 (mm)

b : 동체과 만나는 링보강재의 폭 (mm)

α : 형상계수 (1/mm)

σ_i : 응력집중 (N/mm^2)

σ_0 : 응력 (계산값) (N/mm^2)

σ_ϕ : 원주방향응력 (N/mm^2)

σ_x : 길이방향응력 (N/mm^2)

ν : 브아송의 비 (탄성인 경우)

R_0 : 유효길이를 포함한 보강재링 중심의 반지름

R : 벽의 평균반지름

G : 압력비

E : 탄성계수

P : 외부설계압력 (N/mm^2)

P^* : 임계압력 (N/mm^2)

K_0 : 압력비
 $C_5 \sim C_{11}$: 원통형 동체의 응력 계산시 계수

2.3 초과 응력에 대한 요건

3가지 하중조건에 대한 응력집중은 (1)식에 따라 계산한다. 만약 (16a), (16b), (16c)의 조건을 만족한다면 허용응력 초과에 대한 충분한 안전을 확보된다. (2a) 내지 (2d)식에서 하중 $P = P_Z$ 일 경우 굽힘성분을 무시할 수 있다.

$$k \geq \sigma_i \times S \quad (P = P_N \text{인 경우}) \tag{16a}$$

$$k \geq \sigma_i \times S' \quad (P = P_P \text{인 경우}) \tag{16b}$$

$$k \geq \sigma_i \quad (P = P_Z \text{인 경우}) \tag{16c}$$

여기서,
 k : R_{eH20} 의 항복강도 (N/mm²)
 S : 공칭압력에서 R_{eH20} 의 항복강도에 적용되는 안전계수
 S' : 시험잠수압력에서 R_{eH20} 의 항복강도에 적용되는 안전계수
 P_N : 공칭잠수압력 (1차 하중조건) (N/mm²)
 P_P : 시험잠수압력 (2차 하중조건) (N/mm²)
 P_Z : 붕괴압력 (3차 하중조건) (N/mm²)

2.4 비대칭 좌굴

좌굴압력 P_n 은 좌굴압력의 최저값에 상당하는 정수값 n 이 2이상인 경우 (17) 내지 (19)식에 따라 계산한다. 판의 중앙에서 비교응력은 2.2에 따라 결정된다.

$$P_n = \frac{E \times s \times \beta_{n1}}{R} \tag{17}$$

$$\beta_{n1} = \left[\frac{\left(\frac{n^2}{\lambda_1^2} + 1 \right)^{-2} + \frac{s^2 \times (n^2 - 1 + \lambda_1^2)^2}{12 \times R^2 \times (1 - \nu^2)}}{(n^2 - 1 + 0.5 \lambda_1^2)} \right] \tag{18}$$

$$\lambda_1 = \frac{\pi \times R}{L_1} \tag{19}$$

여기서,
 P_n : 비대칭 좌굴의 좌굴압력 (N/mm²)
 L_1 : 경량보강재 사이의 거리 (mm)
 λ_1 : 계수
 β_{n1} : 계수
 s : 부식이나 마모가 없는 구 또는 동체의 두께 (mm)

2.5 비대칭 좌굴에 대한 요건

3가지 하중조건에 대한 좌굴압력은 (17)식으로부터 구한다. 만약 (20a), (20b), (20c)의 조건을 만족한다면 비대칭 좌굴에 대한 충분한 안전을 확보하게 된다.

$$P_n \geq P_N \times S_k \quad (\text{공칭잠수압력의 경우}) \tag{20a}$$

$$P_n \geq P_P \times S'_k = P_N \times S_1 \times S'_k \quad (\text{시험잠수압력의 경우}) \tag{20b}$$

$$P_n \geq P_Z = P_N \times S_2 \quad (\text{붕괴압력의 경우}) \tag{20c}$$

여기서,

S_k : 공칭잠수압력시 불안정성에 대한 안전계수

S'_k : 시험잠수압력시 불안정성에 대한 안전계수

2.6 대칭좌굴

좌굴압력 P_m 은 (33)식의 조건을 만족하는 최저 정수값 m 인 경우 (15)식과 (21) 내지 (33)식에 따라 계산한다. E_s 및 E_t 값은 7항에 따라 계산한다. 판의 중앙에서 비교응력은 2.2에 따라 계산한다. 탄성범위 내에서는 $E_s = E_t = E$ 이고 $\nu' = \nu$ 이다.

$$P_m = P^{**} C_0 \left[\left(\frac{\alpha_1 L_1}{\pi m} \right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{\pi m}{\alpha_1 L_1} \right)^2 \right] \quad (21)$$

$$P^{**} = \frac{2 s^2 E_s}{R^2 \sqrt{3(1-\nu'^2)}} \quad (22)$$

$$C_0 = \sqrt{\frac{C_1 C_2 - \nu'^2 C_3^2}{1-\nu'^2}} \quad (23)$$

$$C_1 = 1 - \frac{H_2^2 H_4}{H_1} \quad (24)$$

$$C_2 = 1 - \frac{H_3^2 H_4}{H_1} \quad (25)$$

$$C_3 = 1 - \frac{H_2 H_3 H_4}{\nu' H_1} \quad (26)$$

$$H_1 = 1 + H_4 [H_2^2 - 3(1-\nu'^2)] \quad (27)$$

$$H_2 = (2-\nu') - (1-2\nu') K_0 \quad (28)$$

$$H_3 = (1-2\nu') - (2-\nu') K_0 \quad (29)$$

$$H_4 = \frac{1 - \frac{E_t}{E_s}}{4(1-\nu'^2) K_1} \quad (30)$$

$$K_1 = 1 - K_0 + K_0^2 \quad (31)$$

$$\alpha_1 = \sqrt[4]{\frac{3 \left\{ \frac{C_2}{C_1} - (\nu')^2 \left(\frac{C_3}{C_1} \right)^2 \right\}}{s^2 R^2}} \quad (32)$$

$$\frac{\alpha_1 L_1}{\pi} \leq \sqrt{\frac{m}{2} (m+1)} \quad (33)$$

여기서,

P_m : 대칭좌굴응력 (N/mm²)

P^{**} : 탄-소성에서의 임계응력 (N/mm²)

$H_1 \sim H_4$: 대칭좌굴 계산시의 계수
 E_s : 분할계수

2.7 대칭 좌굴에 대한 요건

붕괴압력 조건에서 좌굴압력 P_m 은 (21)식에서 구한다. 만약 (34a), (34b), (34c)의 조건을 만족한다면 비대칭 좌굴에 대하여 충분한 안전성을 있다.

$$P_m \geq P_N \times S_k \text{ (공칭잠수압력의 경우)} \tag{34a}$$

$$P_m \geq P_P \times S'_k = P_N \times S_1 \times S'_k \text{ (시험잠수압력의 경우)} \tag{34b}$$

$$P_m \geq P_Z = P_N \times S_2 \text{ (붕괴압력의 경우)} \tag{34c}$$

3. 링 보강재

3.1 일반사항

(1) 링 보강재의 사용목적은 원통형 동체에 있어서 좌굴길이를 줄이기 위한 것이다. 중량 링 보강재 및 경량 링 보강재로 구분한다. 중량 링 보강재는 3.2의 (3)호에 언급된 실패와 관련되는 것으로써 압력동체의 중요한 길이를 줄일 수 있으며, 중량보강재의 치수는 경량 보강재의 치수보다 작아서는 아니된다. (그림 1.2 참조)

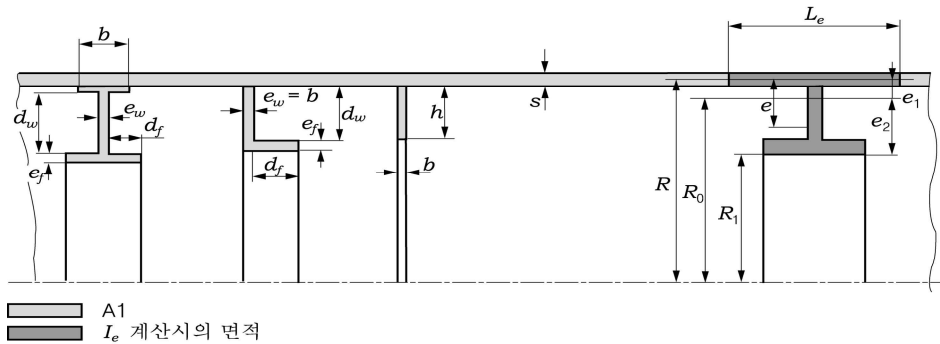


그림 1.2

(2) 끝단면부에서 사용되는 길이는 보강재와 단부 사이의 길이이다. (경판에서 좌굴길이는 그림 1.1 및 2.1을 고려하여야 한다). (1)호에 언급된 하중 조건에서 보강재는 초과 응력, 좌굴, 트리핑에 대하여 안전하게 설계되어야 한다. 원주둘레 또는 웨브에서 보강되지 않은 단부는 계산시 특별히 고려되어야 한다.

3.2 경량 보강재

(1) 경량 보강재에서의 응력

응력은 3.2의 (3)호에 따른 P_{n1} 과 n 값 그리고 (4), (14)식 및 (35)에서 (37)식을 이용하여 계산한다. 만일 $n=2$ 로 결정되면 $n=3$ 으로 계산되어야 한다. (37)식에서 $L=L_1$ 이다. 두 개의 인접한 보강재 사이의 거리 L_1 이 같지 않은 경우에는 두 거리에 대한 평균값을 사용하여야 한다. 탄-소성범위에서 E 와 ν 는 각각 E' 및 ν' 으로 치환한다. 탄성계수 E 와 브와송의 비 ν 는 응력 σ_f 와 관련하여 7항에 따라 계산한다.

$$\sigma_f = \frac{p R^2 \left(1 - \frac{\nu}{2}\right)}{R_1 \left[s + \frac{A}{b + \frac{2N}{a}} \right]} \tag{35}$$

$$\sigma_{fb} = \pm \frac{P(n^2 - 1) E e_2 u}{(P_n - P) R_0^2} \tag{36}$$

$$N = \frac{\cosh(\alpha L) - \cos(\alpha L)}{\sinh(\alpha L) - \sin(\alpha L)} \quad (37a)$$

$$\alpha \times L > 5.5 \text{ 일 때 } N = 1 \quad (37b)$$

여기서,

σ_f : 원주돌레의 압축응력 (N/mm²)

σ_{fb} : 원주돌레의 굽힘응력 (N/mm²)

(2) 초과 응력에 대한 요건

3가지 하중조건에 대하여 (35)식과 (36)식에서 σ_f 및 σ_{fb} 으로 주어지며 그 절대값으로써 (38a), (38b), (38c)의 조건에 있는 항복강도 k 와 관련되어 있다.

$$k \geq |\sigma_f| \times S + |\sigma_{fb}| \times S_k \quad (P = P_N \text{ 인 경우}) \quad (38a)$$

$$k \geq |\sigma_f| \times S' + |\sigma_{fb}| \times S_k' \quad (P = P_P \text{ 인 경우}) \quad (38b)$$

$$k \geq |\sigma_f| + |\sigma_{fb}| \quad (P = P_Z \text{ 인 경우}) \quad (38c)$$

(3) 좌굴

경량 보강재는 P_{n1} 의 최저값을 산출하는 정수값이 $n \geq 2$ 인 경우에는 (39)내지 (45)식을 이용하여 계산한다. (41)식에서 $L = L_2$ 이고 중량 보강재가 없는 경우에는 $L = L_3$ 으로 한다. 탄-소성범위에서는 (39)식과 (42)식의 탄성계수 E 는 E' 으로 치환하여 사용한다. 필요한 응력계산은 3.2의 (1)호에 따른다.

$$P_0 = \frac{Es\beta_{n2}}{R} \quad (39)$$

$$\beta_{n2} = \frac{\lambda_2^4}{(n^2 - 1 + 0.5\lambda_2^2)(n^2 + \lambda_2^2)^2} \quad (40)$$

$$\lambda_2 = \frac{\pi R}{L} \quad (41)$$

$$P_1 = \frac{(n^2 - 1)EI_e}{R^3L_1} \quad (42)$$

$$P_{n1} = P_0 + P_1 \quad (43)$$

$$I_e = \frac{A_1 e^2}{1 + \frac{A_1}{L_e s}} + I_1 + \frac{L_e s^3}{12} \quad (44)$$

$$L_e = \sqrt{2Rs} + b \quad (45a)$$

부가적으로 경량 보강재에 대하여

$$L_e \leq L_1 \quad (45b)$$

여기서,

L_e : 동체의 유효길이

β_{n2} : 계수

λ_2 : 계수
 P_{n1} : 경량보강재에 있어서 비대칭좌굴의 좌굴압력

(4) 좌굴에 대한 요건

3가지 하중조건에 대한 좌굴압력 P_{n1} 의 계산은 3.2의 (3)호에 따른다. 만약 (46a), (46b), (46c)의 조건을 만족한다면 좌굴에 대하여 충분한 안전성을 있다.

$$P_{n1} \geq P_N \times S_k \text{ (공칭잠수압력의 하중조건)} \tag{46a}$$

$$P_{n1} \geq P_b \times S'_k = P_N \times S_1 \times S'_k \text{ (시험잠수압력의 경우)} \tag{46b}$$

$$P_{n1} \geq P_Z = P_N \times S_2 \text{ (붕괴압력의 경우)} \tag{46c}$$

3.3 중량 보강재

(1) 중량 보강재에서의 응력

응력은 3.3의 (3)호에 따른 n 및 P_g 값과 (35)내지 (37)식을 사용하여 계산한다. (37)식과 (41)식에서 $L = L_2$ 이다. 만약 두 개의 인접한 보강재(또는 끝단) 사이의 거리 L_2 와 동등하지 아니하는 경우에는 두 거리에 대한 평균값을 사용한다. 탄-소성범위 내에서 E 및 ν 는 E' 및 ν' 으로 치환한다. 이 탄성계수 E' 및 브와송의 비 ν' 는 응력 (σ_f)과 관련하여 7항에 따라 계산한다.

(2) 초과 응력에 대한 규정

3가지 하중조건에 대하여 (35)식과 (36)식에서 σ_f 및 σ_{fb} 으로 주어지며 그 절대값은 (38a), (38b), (38c)조건인 항복강도 k 와 관련되어 있다.

(3) 좌굴 (일반적인 안정성)

(39) 내지 (42)식 및 (47) 내지 (49)식을 사용하는 경우 설계의 전체적인 안정성은 좌굴압력 P_g 가 최저값인 $n \geq 2$ 에서 계산되어야 한다. (47)식에서 계산 계수 C_4 는 외부 보강재에서 n^2 , 내부 보강재에서 -4 로 계산한다. 두 격벽사이의 중간에 단 한 개의 중량 보강재만을 설치되는 경우 (49)식의 전체 좌굴압력 P_g 는 $L = L_3$ 인 경우 (39) 내지 (41)식을 따라 멤브레인응력성분 P_0 에 의해 증가될 수 있다. 중량 보강재가 없는 경우에 좌굴압력 P_g 는 (43)식으로부터 구할 수 있다.

$$P_g = P_{n1}$$

$$P_2 = \frac{(n^2 - 1)EI_e}{R_0^2(R + e_1C_4)L_2} \tag{47}$$

$$P_{n2} = \frac{P_0 \times P_2}{P_0 + P_2} \tag{48}$$

$$P_g = P_1 + P_{n2} \tag{49}$$

(4) 좌굴에 대한 규정

3가지 하중조건에 대한 전체 좌굴압력 P_g 의 계산은 3.3의 (3)호에 따른다. 만약 (50a), (50b), (50c)의 조건을 만족한다면 좌굴에 대한 충분한 안전을 제공한다.

$$P_{g1} \geq P_N \times S_k \text{ (공칭잠수압력의 하중조건)} \quad (50a)$$

$$P_{g1} \geq P_p \times S'_k = P_N \times S_1 \times S'_k \text{ (시험잠수압력의 경우)} \quad (50b)$$

$$P_{g1} \geq P_Z = P_N \times S_2 \text{ (붕괴압력의 경우)} \quad (50c)$$

3.4 링 보강재의 트리핑

(1) 트리핑 압력 및 일반사항

편평 바 보강재의 트리핑 압력 P_k 는 (4)식, (14)식, (37)식, (51)식 및 그림 1.3 또는 그림 1.4를 이용하여 계산한다. n 값은 탄-소성범위에 대한 계산용으로 3.2의 (3)호 또는 3.3의 (3)호에서 사용된 값을 사용한다. 또한 E 및 ν 는 7항에 따라 E' 및 ν' 으로 치환하여 사용한다. 필요한 응력계산은 3.2의 (1)호 또는 3.3의 (1)호에 따라 실시한다. $k_1/E(hb)^2$ 의 최대 허용값은 각각의 경우에 1.14로 한다. 상기 식을 사용한 트리핑 압력의 계산시 9항에 있는 공차를 유지할 필요가 있다.

$$P_k = \frac{k_1 R_1}{R_2 \left(1 - \frac{\nu}{2}\right)} \left(s + \frac{A}{b + \frac{2N}{a}} \right) \quad (51)$$

(2) 트리핑의 저항

편평바 보강재에서 3가지 하중조건에 대한 트리핑 압력 P_k 는 (51)식으로부터 구해진다. 만약 (52a), (52b), (52c)식의 조건을 만족한다면 트리핑에 대한 충분한 저항력이 있다.

$$P_{k1} \geq P_N \times S_k \text{ (공칭잠수압력의 하중조건)} \quad (52a)$$

$$P_{k1} \geq P_p \times S'_k = P_N \times S_1 \times S'_k \text{ (시험잠수압력의 경우)} \quad (52b)$$

$$P_{k1} \geq P_Z = P_N \times S_2 \text{ (붕괴압력의 경우)} \quad (52c)$$

L , T 및 I 형 단면 보강재의 트리핑에 대한 저항력은 (53)식에 의해 검증할 수 있으며, 만약 다음 8개 조건중 최소 7개를 만족하는 경우에는 검증을 생략할 수 있다.

$$e_w \geq s, e_f \geq e_w, e_f \leq 2s, d_w \leq 20e_w, d_w \leq \frac{R}{2}, d_f \leq 10e_f, \frac{d_w}{2} \geq d_f \geq \frac{d_w}{4}, k S_k \leq \frac{E I'_1}{A_1 R e} \quad (53)$$

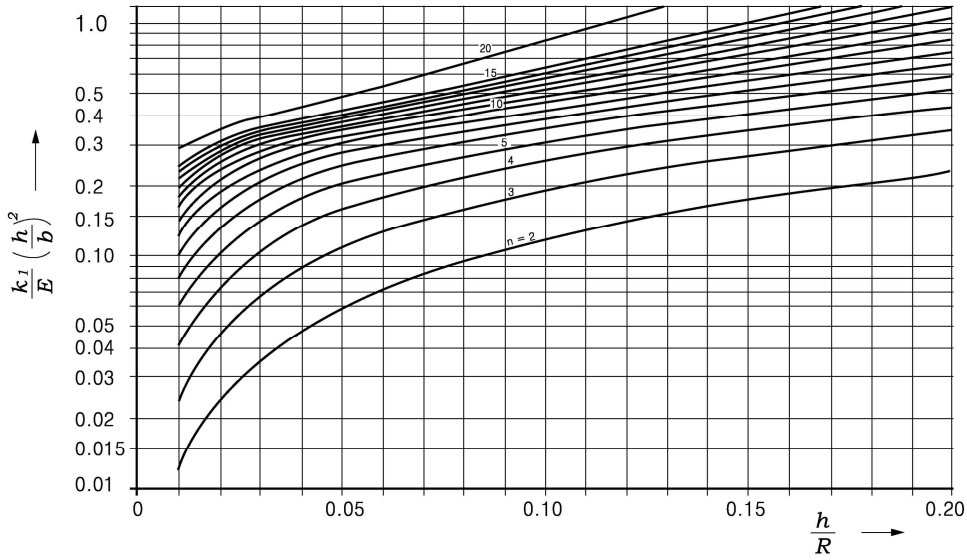


그림 1.3

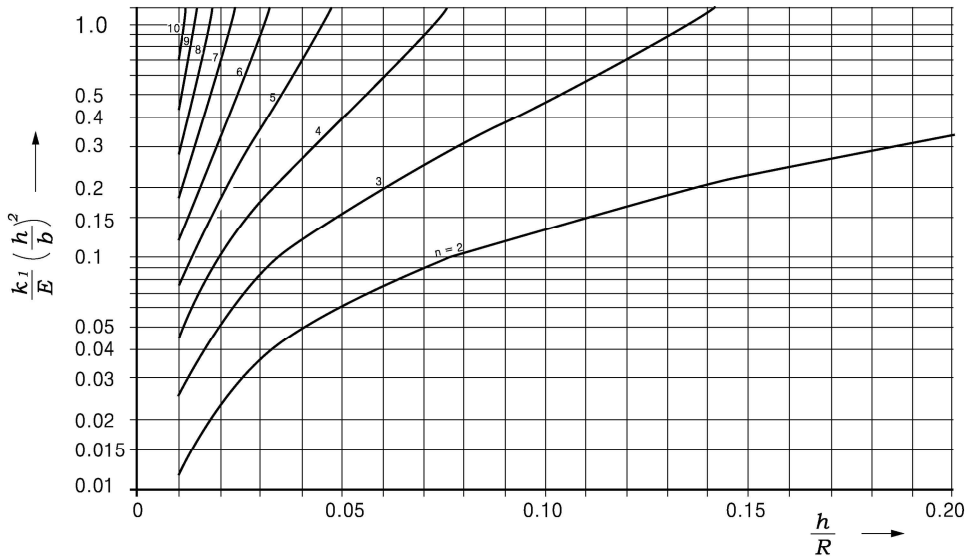


그림 1.4

4. 보강되거나 보강되지 아니한 원뿔형 동체

원뿔형 동체에 적용되는 절차는 원통형 동체와 흡사하다. 원뿔형 동체의 평균지름을 갖는 원통형의 단면으로 치환하고 실제외부압력에서 $1/\cos\phi$ 를 곱한다. 또한, 원뿔의 끝단에는 중량 보강재를 시공하는 것으로 가정한다. 만일 그렇지 아니한 경우에는 응력해석을 6.1에 따라 시행하여야 한다. 링보강재는 3항에 언급된 방법으로 계산하여야 한다. 2.1에 언급된 지침에 대하여는 원뿔형 동체의 등금새에 적용할 수 있다.

5. 경판 및 구형

5.1 일반사항

경판 및 구형은 전 1항에서 언급된 하중조건하에서 초과 응력이 발생하지 시험하여야 한다. 경판의 경우에는 정부 반지름 및 너클 반지름에서 응력을 조사하여야 한다. 구형의 경우에는 경판의 정부 반경에서와 같은 방법으로 처리하여야 한다. 또한 동체의 등금새는 최대 $\mu = 0.04 \times s/R$ 까지 허용할 수 있다. 만약 이보다 더 큰 공차가 있거나 또는 8.3에 언급된 측정 방법으로 등금새보다 클 경우에는 8.4에 따라 허용압력을 조사하여야 한다.

5.2 응력

경사 단면에 대하여 그 응력은 (54)식을 적용하여 구해진다. 너클 반경에 대하여 그 응력은 (55)식에서 구해지고 반경 R 은 원통형 자켓에 인접한 반경이 된다. 계수 β 는 그림 1.5로부터 구하여야 한다. 원통형으로 치환되는 것을 제외하고 $0.5\sqrt{sR}$ 의 범위 안에 있는 반구형 끝단에 대해서 β 는 1.1이 유효하다.

$$\sigma = -\frac{Rp}{2s} \tag{54}$$

$$\sigma = -\frac{pR1.2\beta}{2s} \tag{55}$$

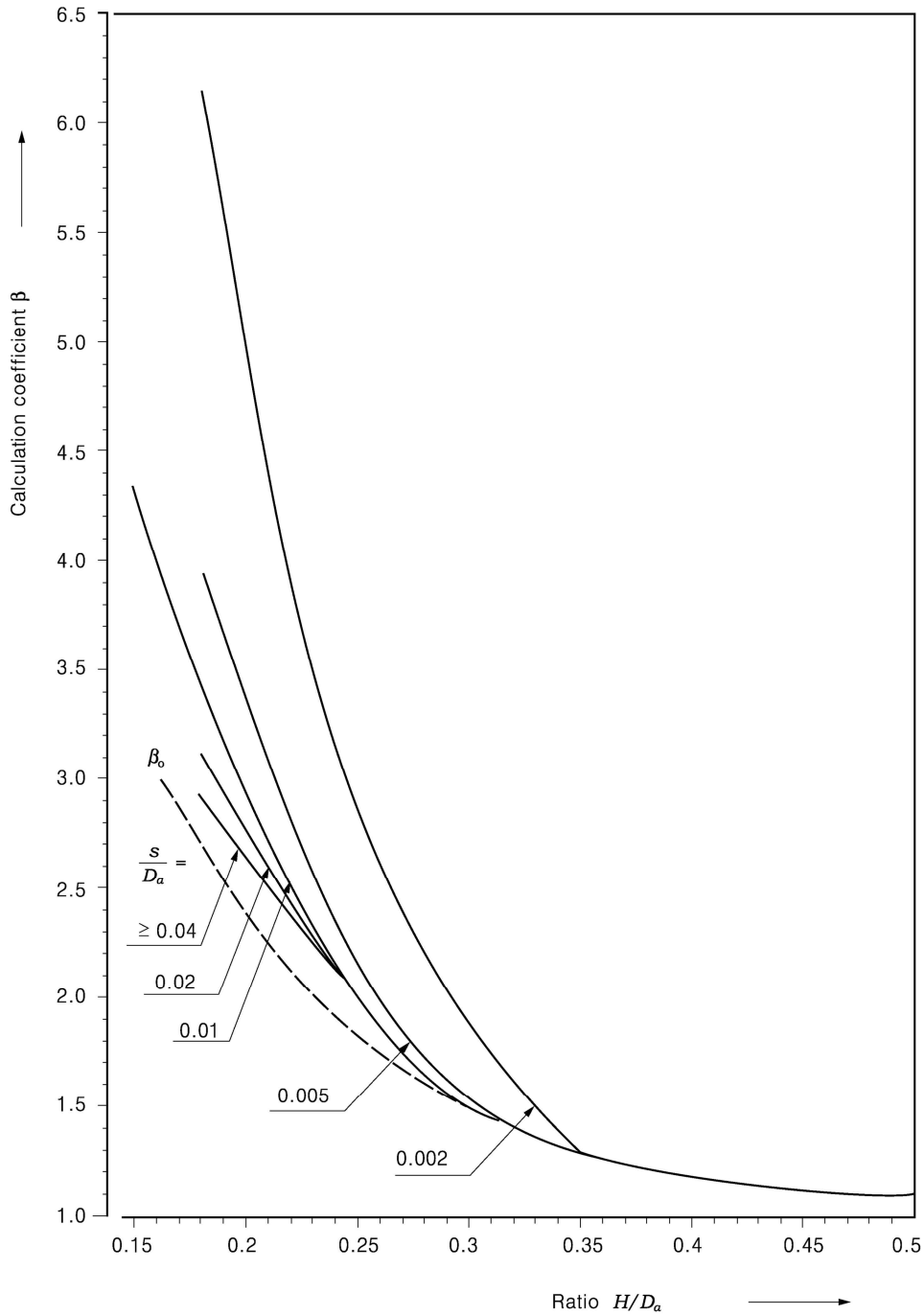


그림 1.5

5.3 초과 응력에 대한 요건

3가지 하중 조건에서 응력은 (54)식과 (55)식을 적용하여 구한다. 만약 (56a), (56b), (56c)의 조건을 만족하는 경우 초과 응력에 대한 충분한 안전성이 제공되고 있으며 절대값 σ 를 허용한다.

$$k \geq |\sigma| \times S \quad (P = P_N \text{ 인 경우}) \quad (56a)$$

$$k \geq |\sigma| \times S' \quad (P = P_P \text{ 인 경우}) \quad (56b)$$

$$k \geq |\sigma| \quad (P = P_Z \text{ 인 경우}) \quad (56c)$$

5.4 좌굴

공칭잠수압력 및 시험잠수압력의 하중 조건에 대해서 경사 단면에서 좌굴압력 P_n 은 (57)식을 적용하여 결정한다.

$$P_n = 0.366 E \left(\frac{s}{R} \right)^2 \quad (57)$$

붕괴압력의 하중조건에 대해서 경사 단면에서 좌굴압력 P_n 은 (58)식을 적용하여 결정한다. 탄성계수 E_s 및 E_t 는 7항에 따라 계산되며 (54)식에서 결정된 응력을 허용한다.

$$P_n = 0.84 \sqrt{E_s E_t} \left(\frac{s}{R} \right)^2 \quad (58)$$

5.5 좌굴에 대한 요건

공칭잠수압력 및 시험잠수압력의 하중 조건에서 좌굴압력은 (57) 식으로 계산된다. 만약 (59a) 및 (59b)식 조건식을 만족한다면 충분히 안전성이 제공되는 것이다. 붕괴압력의 하중 조건에서 좌굴압력은 (58)식으로 계산된다. 만약 (59c) 조건식을 만족한다면 충분히 안전성이 있다.

$$P_n \geq P_N \times S_k \quad (\text{공칭잠수압력의 하중조건}) \quad (59a)$$

$$P_n \geq P_P \times S'_k = P_N \times S_1 \times S'_k \quad (\text{시험잠수압력의 경우}) \quad (59b)$$

$$P_n \geq P_Z = P_N \times S_2 \quad (\text{붕괴압력의 경우}) \quad (59c)$$

6. 개구부 및 불연속부

6.1 불연속부

다음과 같은 불연속부에 있어서는 공칭잠수압력과 시험잠수압력의 하중조건에서「ASME Boiler Pressure Vessel Code 의 Division 2, Section, 1989」와 유사한 응력 및 연신율 분석을 하는 조건이어야 한다.

- (1) 원통 및 원뿔형 부분의 접합부
- (2) 보강링 (3항에서 취급된 링보강재 이외의 링)
- (3) 구형 동체의 관망창을 부착하는 플랜지

비교응력은 (1)식을 적용하여 결정한다. 만약 (16a) 및 (16b) 조건식을 만족한다면 충분히 안전성이 있는 것이다. 보강재의 연속되지 않은 경우에는 적합한 보강을 하여야 한다.

6.2 원통형 및 원통형 관통부

원통의 단부는 선급 및 강선규칙 5편 5장 3절의 관련요건에 따라 제작되어야 하며, 내압으로써 (60)식과 (61)식을 적용하여 계산된 설계압력 P_c 를 사용한다. 보강 방법으로써 전체를 보강하여야 한다.

$$P_c = \frac{2P_N^2 \times R \times S}{k \times F \times s_A} \quad (60a)$$

$$P_c = \frac{2P_P^2 \times R \times S'}{k \times F \times s_A} \quad (60b)$$

$$P_c = \frac{2F_z^2 R}{k F s_A} \quad (60c)$$

$$F = 1 + 3\mu \left(1 - \frac{0.4R}{L_1}\right) \frac{R}{s_A} \quad \left(\frac{L_1}{R} \geq 0.4 \text{인 경우}\right) \quad (61a)$$

$$F = 1 \quad \left(\frac{L_1}{R} < 0.4 \text{인 경우}\right) \quad (61b)$$

6.3 구형 및 원통형 관통부

구형의 단부는 선급 및 강선규칙 5편 5장 3절의 관련요건에 따라 제작되어야 하며, 내압으로써 (62)식을 적용하여 계산된상승 설계압력 P_c 를 사용한다.

$$P_c = 1.2 \times P_N \quad (62a)$$

$$P_c = 1.2 \times P_P \quad (62b)$$

$$P_c = 1.2 \times P_Z \quad (62c)$$

7. 탄성 계수

탄성범위 내에서 비례한도까지 계산시 탄성계수는 관련된 재료의 표준시방서에 따른다. 설계온도 50 °C까지 일반적으로 $E = 2.06 \times 10^5$ (N/mm²) 을 페라이트강으로 허용할 수 있다. 강재에서 브라운의 비 $\nu = 0.3$ 을 사용하여야 한다. 탄-소성 범위 내에서는 응력-변형 곡선 $\sigma = f(e, k, E)$ 에 따라 비례한도 σ_e 와 항복점 k 사이에서 강재의 탄성계수 E_s 및 E_t 는 (63) 내지 (66) 식을 적용하여 결정하여야 한다.

$$z = \frac{\sigma_e}{k}$$

$$\sigma = k \left[z + (1-z) \operatorname{tgh} \left(\frac{E \times \epsilon}{(1-z)k} - \frac{z}{(1-z)} \right) \right] \quad (63)$$

$$\epsilon = \frac{k}{E} \left[z + (1-z) \operatorname{artgh} \left(\frac{\sigma}{(1-z)k} - \frac{z}{(1-z)} \right) \right] \quad (64a)$$

$$\epsilon_{\min} = z \frac{k}{E} \quad (64b)$$

$$\epsilon_{\min} = \operatorname{Min} \left[\text{최대 잔류연신률} + \frac{k}{E}, \epsilon = f(\sigma \rightarrow k) \right] \quad (64c)$$

$$E_s = \frac{k}{\epsilon} \left[z + (1-z) \operatorname{tgh} \left(\frac{E}{(1-z)k} - \frac{z}{1-z} \right) \right] \quad (65)$$

$$E_t = E \left[1 - \operatorname{tgh}^2 \left(\frac{E \times \epsilon}{(1-z)k} - \frac{z}{(1-z)} \right) \right] \quad (66)$$

탄성범위에서 최초로 진행된 탄-소성 범위내에서 계산시 E 는 (67)식의 E' 으로 치환되어야 한다.

$$E' = \sqrt{E_s \times E_t} \quad (67)$$

우리 선급의 인정하에 실제로 측정된 응력-변형 곡선은 탄-소성 범위 내에서 탄성계수를 결정하기 위해 사용할 수 있다. 탄-소성 범위 내에서 프라운의 비는 (68)식을 사용하여 계산하여야 한다.

$$\nu' = \frac{1}{2} - \left(\frac{1}{2} - \nu\right) \frac{E_s}{E} \tag{68}$$

8. 구형 및 원통형의 등금새

외부 압력을 받는 원통형 동체 및 경판은 등금새에서 조사하여야 한다. 만약 허용 공차를 초과하는 경우 허용외부압력은 P' 값으로 감소하여야 한다.

8.1 원통형 동체의 등금새 측정

원통형 압력용기의 등금새를 측정하기 위한 계측면 개수는 우리 선급의 인정을 득하여야 한다. 측정점(J) 개수는 최소 24개 이어야 하고, 원주 둘레에 일정한 간격으로 배분되어야 한다. 원호 $x(j)$ 의 높이는 연장된 끈 $y = 4 \cdot \pi \cdot (R + s/w) / J$ (그림 1.6 참조)를 넘는 브릿지로서 측정한다. $x(j)$ 값과 영향계수 C 로부터 등금새의 값은 (69)식을 적용하여 계산할 수 있다. $J=24$ 일 때 영향계수 C 값을 표 1에서 나타낸다. 만약 모든 측정부위에서 등금새 $U(j)$ 가 $U = 0.005 \times R$ 값을 초과하는 경우에는 감소된 허용압력 P' 는 8.3에 따라 결정하여야 한다.

표 1 $J=24$ 일 때, 영향계수 C_i

$i-j$	C_{i-j}	$i-j$	C_{i-j}
0	1.76100	12	0.60124
1	0.85587	13	0.54051
2	0.12834	14	0.36793
3	-0.38800	15	0.11136
4	-0.68359	16	-0.18614
5	-0.77160	17	-0.47097
6	-0.68487	18	-0.68487
7	-0.47097	19	-0.77160
8	-0.18614	20	-0.68359
9	0.11136	21	-0.38800
10	0.36793	22	0.12834
11	0.54051	23	0.85587

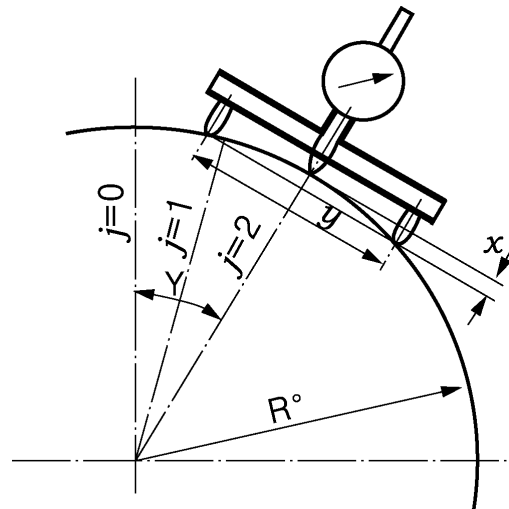


그림 1.6

$$U_j = \sum_{i=0}^{j-1} x_i C_{|i-j|} \tag{69}$$

$j = 24$ 일 때 측정지점 $j = 2$ 에서 등금새 U 예

$$U_2 = x_0 \times C_2 \times x_1 \times C_1 + x_2 \times C_0 \times x_3 \times C_1 + \dots + x_{21} \times C_{19} \times x_{22} \times C_{20} + x_{23} \times C_{21}$$

8.2 $u > 0.005$ 인 등금새를 갖는 원통형 동체의 허용압력 계산

굽힘응력은 모든 측정지점에서 감소된 허용압력 P' 를 선택하고 (70)식을 적용하여 결정된다. 전체응력은 (74)식과 반복절차에 의해 감소된 압력 P' 을 갖는 (75)식에 의해 구해지며, (17)식의 n 관련 값은 압력 P_n 로 치환한다. 평균 반지름 R' 은 측정둘레에 의해 결정되어야 한다.

$$\sigma_b = \frac{E \times s}{2R^2 (1-\nu^2)} \sum_{n=2}^{J/2} \left\{ (n^2 - 1) + \nu \left(\frac{\pi R}{L_1} \right)^2 \right\} \times \left\{ \frac{P'}{P_n - P'} \right\} \{ a_n \sin(n\gamma) + b_n \cos(n\gamma) \} \tag{70}$$

$$\gamma = \frac{2\pi}{J} i \tag{71}$$

$$a_n = \frac{2}{J} \sum_{i=0}^{J-1} (R' + U_i) + \sin(n\gamma) \quad (72)$$

$$b_n = \frac{2}{J} \sum_{i=0}^{J-1} (R' + U_i) + \cos(n\gamma) \quad (n = \frac{J}{2}) \quad (73a)$$

$$b_n = \frac{1}{J} \sum_{i=0}^{J-1} (R' + U_i) + \cos(n\gamma) \quad (n = \frac{J}{2}) \quad (73b)$$

$$k \geq \frac{P'R}{s} + \sigma_b \quad (74)$$

$$P' \geq \frac{P'}{S} + \left(p - \frac{P'}{S} \right) \frac{0.005R}{U_{\max}} \quad (75)$$

8.3 구형 등금새의 계측

원호 x' 의 높이는 브릿지게이지로 계측한다.(그림 1.7 참조) y 의 길이는 (76)식과 (79)식으로 계산한다. 등금새 U 는 (78)식으로 결정된다. 만약 등금새 $u = 0.04 \cdot s/R$ 보다 큰 경우에는 감소된 허용압력 P' 는 8.4에 따라 결정된다.

$$y = 2 \left(R + \frac{s}{2} \right) \sin \delta \quad (76)$$

$$y = \left(R + \frac{s}{2} \right) (1 - \cos \delta) \quad (77)$$

$$U = x - x' = uR \quad (78)$$

$$\delta = \frac{1.1}{(1-\nu^2)} \sqrt{\frac{s}{\left(R + \frac{s}{2} \right)}} \quad (79)$$

여기서,

δ : 구의 등금새 측정에 사용되는 각 (rad)

계측점의 분포는 그림 1.8에서 표시되어 있다. 각 지점마다 2번 측정하여야 한다.(중앙측의 평면과 그 우측각도)

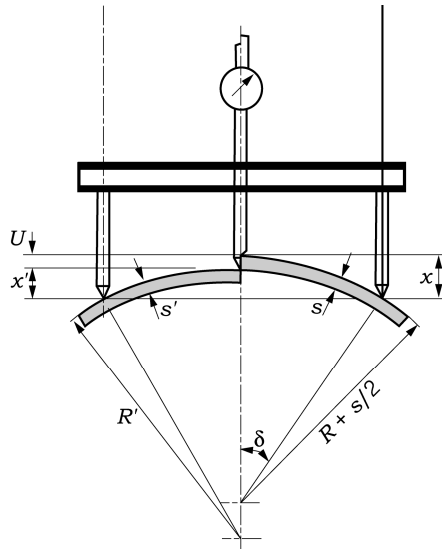


그림 1.7

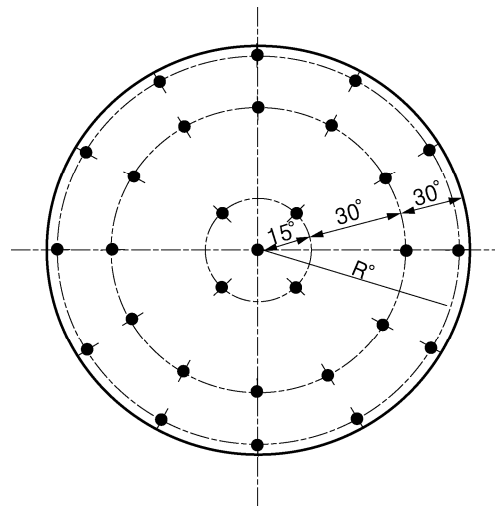


그림 1.8

8.4 $u > 0.04 \cdot s/R$ 인 등금새를 갖는 구형의 허용압력 계산

감소된 허용압력 P' 은 (80)식에 따라 계산되며, 곡선 R' 의 실제반경 및 측정범위 y 에서 생기는 최소 벽두께 s' (부식이나 마모에 대한 모든 감소를 고려함)를 위해서 인정된다. 곡선 R' 반경은 (81)식으로 결정된다.

$$P' = P \left(\frac{R + \frac{s}{2}}{R'} \right)^2 \left(\frac{s'}{s} \right)^2 \leq P \tag{80}$$

$$R' = \frac{x'}{2} + \frac{y^2}{8x'} \tag{81}$$

9. 링 보강재의 공차

링 보강재에 대하여 다음의 공차를 유지하는지 확인하여야 한다.

- (1) 둘레 너비 (T-단면 플랜지에서 전체 너비) : -0 ~ +5 mm
- (2) 둘레 및 웨브의 두께 : -0 ~ +1
공차 t 는 사용되는 재료의 공급조건에 따른다. (만약 재료공급 사양이 - 공차를 허용하는 경우에는 이를 계산상에서 허용할 수 있다.)
- (3) 링의 높이 (조립되는 경우 전체링의 높이) : 전체높이의 - 2% ~ +5 %
- (4) 웨브 및 둘레의 굴곡(웨브 및 둘레의 높이 넘어서 각각 측정) : 웨브 및 둘레 높이의 0 ~ 1 %
- (5) 웨브와 관련한 플랜지의 대칭 (I 또는 T 단면의 보강재에 적용할 수 있고, 둘레의 단부로부터 양쪽 웨브까지의 차이) : 0 ~ 4 mm
- (6) L_1 거리 (경량 보강재 사이의 거리이며 경량재를 중량 보강재로부터 분리함) : -5.0 ~ +5.0 mm
- (7) L_2 거리 (중량 보강재 또는 끝단부 사이의 거리이며 중량재를 끝단부로부터 분리함) : -15.0 ~ +5.0 mm
- (8) 벽 또는 주축과 관련된 웨브의 각도 : $-2^\circ \sim +2^\circ$
- (9) 웨브와 관련된 플랜지의 각도 : $-3^\circ \sim +3^\circ$

모든 치수의 편차는 각 보강재에서 원주방향으로 동일한 위치에서 8번 측정하여야 한다. 만약 상기의 공차가 초과 되는 경우에는 기계적 수정 및/또는 수작업을 보강재에서 실시하여야 하거나/또는 수정된 치수로 반복하여 계산을 실시하여야 한다. ↓

부록 2 GRP 구조를 갖는 잠수정의 설계 및 제작

1. GRP 구조의 잠수정의 설계원칙

승인된 적절한 재료의 선택과는 별개로 제작과정에서 GRP의 생산특성을 고려하여야 하며, 가장 중요한 영향요소에 대한 특별한 고려를 하여야 한다.

반응성이 있는 강화재(reinforcing media), 수지 합성물(resin compound)의 준비, 제작, 저장에 대하여 재료의 제작공장 또는 기타 공인된 요건을 검증하여야 한다.

2. 공장

GRP 구조의 잠수정은 우리 선급에서 인정하는 공장에서 건조가 이루어져야 한다. 공장은 최고의 현대적 공정과 품질관리 및 인증, 열처리, 기계가공, 성형에 관한 기계설비를 갖추고 적절한 교육을 이수한 전문가에 의해 관리되어야 한다.

3. 작업장 요건

3.1 일반사항

- (1) 생산 및 저장장소는 적절한 구조와 환경요건을 갖춘 장소이어야 하며, 재료의 오염을 막기 위하여 별도의 작업장 및 다른 재료와 분리 보관될 수 있는 별도의 장소를 갖추어야 한다.
- (2) 작업장 및 설비는 효율적인 작업을 위해 정리와 청결이 유지되어야 하며 성형과정에서 불필요한 설비, 기타 다른 재료와 경화된 수지 잔해, 제작 후 남은 유리섬유로부터 필수적으로 격리되어야 한다.

3.2 성형작업장

- (1) 수적층법 과정이 이루어지는 장소에는 항상 16°C 이상의 온도가 유지되어야 하며 적층 및 경화과정에서 성형 작업장소는 항상 25°C 이상을 유지하여야 한다. 제조공장의 작업요건에 따라 검사원이 적절하다고 인정하는 경우에는 상기 온도에 대하여 0~2°C의 공차가 인정될 수 있다.
- (2) 기타 다른 방법에 의해 이루어지는 장소에서의 작업 온도는 우리 선급과 별도로 협의하여 결정한다.
- (3) 성형작업장의 습도는 실행 가능한 한 최대한 낮아야 하며 일반적으로 70% 이하이어야 한다. 성형이나 재료에 습기가 발생할 가능성이 있는 습도 변화는 인정되지 아니한다.
- (4) 작업장의 습도 및 온도를 감시할 수 있는 감시장치가 설치되어야 하며 이 장치는 지속적으로 습도 및 온도를 측정하여 기록할 수 있어야 한다. 또한, 2년마다 1회 이상 우리 선급이 인정하는 검교정 기관에 의해 검교정이 이루어져야 한다.
- (5) 통풍장치는 수지 단량체가 과도하게 건조되지 않도록 하여야 하며, 공기는 통풍구에 의해 확실히 배출될 수 있어야 한다.
- (6) 작업장소는 적절히 조명되어야 하며, 수지 경화는 직접적인 햇빛이나 인공적인 조명에 직접적으로 노출되지 않도록 하여야 한다.
- (7) 먼지를 불러일으키는 기계장치들은 적층과정이나 접착이 완전히 끝날 때까지 작동하지 않도록 조치하여야 하며 일반적으로 이러한 기기는 별도의 분리된 장소에 설치하는 것이 요구된다.

3.3 저장장소

- (1) 수지액은 제조자의 작업요건에 따라 10~20°C의 건조하고 통풍이 잘 이루어지는 장소에 보관하여야 하며, 수지가 성형작업장 외부에 저장되어 있는 경우에는 사용전에 작업장으로 들여와 작업온도에 적합하도록 하여야 한다.
- (2) 축진 및 경화제는 제조자의 작업요건에 따라 깨끗하고 통풍이 잘 이루어지는 장소에 보관되어야 하며, 필터와 접착제는 먼지나 습기가 스며들지 않는 밀폐된 용기에 별도로 보관되어야 한다. 또한 강화재는 제조자의 작업요건에 따라 건조하고 먼지가 없는 곳에 보관되어야 한다.
- (3) 유리재료가 절단작업장의 외부에 보관되어 있는 경우, 이는 사용 이전에 작업장으로 들여와 작업온도에 적합하도록 하여야 한다.

3.4 재료처리

- (1) 재료의 입고 및 처리는 재료가 오염되거나 질이 저하되어서는 아니 되며, 항상 적절히 확인될 수 있어야 한다. 재료는 어디에서든지 항상 절차에 따라 사용될 수 있어야 하며 재료의 제조자와 우리 선급 검사원의 사전 협의가 없는 경우, 사용 만기일이 지난 재료가 사용되어서는 아니 된다.
- (2) 출하된 모든 보조재료나 잉여재료는 산적저장 또는 이전의 저장장소에 보관되어서는 아니 된다.

4. 제작과정

4.1 몰드

- (1) 몰드는 적절한 재료로 만들어져야 하며, 성형에 있어서 정교함과 전체적인 형상을 유지할 수 있어야 한다.
- (2) 몰드 제작에 사용되는 재료는 수지 경화에 영향을 주지 않는 것이어야 한다.
- (3) 적층작업장에 쉽게 접근이 가능하도록 적절한 내, 외부의 운송설비가 제공되어야 한다.

4.2 적층

- (1) 몰드는 전체적으로 건조하고 깨끗하여야 하며 적절한 분리장치에 의해 처리되기 전에 선박의 온도상태에 적합하여야 하며, 이형제는 겔코트의 효력을 억제하여서는 아니 된다.
- (2) 겔코트는 0.4-0.6 mm의 두께로 균일하게 분포하도록 하기 위하여 스프레이 장치, 로울러 또는 부러쉬로 칠하여야 한다.
- (3) 겔코트는 강화재의 첫 번째 층을 만들기 이전에 제조자의 작업요건에서 정하는 시간을 초과하여 노출된 상태로 남아 있어서는 아니 되며, 겔코트는 경량 강화재에 의해 중첩되어야 하며 무게는 450 g/m^2 을 초과하여서는 아니 된다.
- (4) 슷몰드 상에서 제작된 샌드위치 구조는 페인트 작업 이전에 외부에 수지 합성물 또는 다량의 수지코트로 중첩되어야 한다.
- (5) 모든 성형은 강화재의 층으로 제작되어야 하며 순서와 방향에 대하여 승인된 방식으로 작업하고 각 층에는 요구되는 유리재료로 강화하여야 한다.
- (6) Wet-on-wet 상태의 재료층 합량에서 열이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.
- (7) 적층은 주어진 시간 내에 순서에 따라 진행되어야 하며 구조부재의 성형과 접합에 있어서 이런 제한시간 내에 작업을 완료하여야 한다.
- (8) 적층이 중단되는 경우, 이 부분에 마지막 적층되는 강화재의 모든 첫 번째 층은 조각유리섬유 형태의 것이어야 하며 강화재는 적층을 통하여 강도의 연속성을 유지하도록 배치되어야 한다.
- (9) 연결부 및 접합부는 각각 600 g/m^2 의 유리 강화재로 25 mm 정도 겹치도록 제작되어야 한다. 만일 성형층을 절단하는 것이 불가능한 경우, 절단부 가장자리는 적절히 겹치도록 제작하거나 성형 스트립이 되어야 한다.
- (10) 생산되는 적층재의 품질에 이상이 있다고 판단되는 경우 선급은 실제 제작되는 패널과 유사한 패널로 적절한 시험을 요구할 수 있다.
- (11) 적층에 있어서 수적층법 이외의 방법으로 적층을 하는 경우에는 사전에 우리 선급의 승인을 득하여야 하며 선급은 이에 대한 특별한 시험을 요구할 수 있다.

4.3 세부사항

- (1) 적층두께를 변환하는 경우에는 600 g/m^2 당 25 mm 이상의 점진적으로 줄어들거나 증가하는 테이퍼로 시공되어야 하며, 샌드위치 적층에서 솔리드 적층으로 변환하는 경우, 심재의 두께는 2:1이상의 점진적인 형태로 작아지는 구조이어야 한다. 일반적으로 프레임과 보강단면은 아직 경화되지 않은 상태에 있을 때 적층하기 위하여 층과 층으로 제작되어야 한다.
- (2) 구조에서는 불연속부와 고착부가 없어야 하며 개구, 부속물의 접합 등으로 불균형인 부재는 적절히 보강되어야 한다.
- (3) 몰드의 외부에 조립식으로 된 부분들은 성형기간 동안 인접구조에 몰드되거나 강화재의 층으로 형성된 앵글에 연결되어야 한다.
- (4) 기계적으로 고착된 적층은 연결재의 강도가 균형을 이루도록 하여야 하며 고착재는 부식방지 금속재이고 설계요건에 적합하도록 적절한 공간과 위치에 설치되어야 한다. 고착재는 상호 양립 가능한 와셔판 형식의 것이어야 하며, 적층 및 고착부 홀의 절단부 가장자리는 용접되어야 한다.
- (5) 적절한 강도를 갖는 뒷패드 나 삽입패드는 부속품의 부착에 적합하여야 한다. 이러한 패드의 접착면은 오염되지

않도록 적절히 보호가 되어 있는 것이어야 한다.

- (6) 샌드위치 적층에 있어서 압착 및 설계하중에 견딜 수 있는 재료의 삽입은 부속품이나 볼팅에 의한 연결에 적합한 것이어야 하며, 삽입부는 적층표면과 심재에 잘 접합되어야 한다.

4.4 분해 및 경화

- (1) 적층 과정이 끝난 후, 몰딩은 수지가 제거되기 전에 경화될 수 있는 기간동안 몰드에 남아 있어야 한다. 이 기간은 제조자가 정한 시간 또는 12시간 이상이어야 하며, 이 기간에 몰딩의 조밀성과 수지의 형식을 변형할 수 있다.
- (2) 큰 제조물은 분해하는 동안 및 몰드에서 떼어내기 위해 적절히 지지되고 보강되어야 한다.
- (3) 몰딩은 제조자가 다른 특별한 성형과정을 하기 전에 수지제조자가 요구하는 시간 또는 최소 24시간 동안 몰딩과정 내에서 안정된 상태로 있어야 한다.

5. 재료

5.1 불포화 폴리에스테르 수지

- (1) 사용되는 불포화 폴리에스테르 수지는 부분 열처리 과정이 필요없이 경화되는 형식의 것이어야 한다.
- (2) 적층과 겔코트 수지는 해상에서 사용될 수 있는 것이어야 하며, 마찰저항이 우수하여야 한다. 또한 시효안전성 orthophthalic 수지는 외부의 겔코트로 사용되어서는 아니된다.
- (3) 겔코트에 유일한 첨가물은 색을 내기 위한 물감과 thixotropic 첨가제이다.
- (4) 적층과 겔코트의 주요특성은 다음과 같다.
- 파괴인장
 - 겔코트 수지의 경우 : 2.5 %
 - 적층 수지의 경우 : 2.0 %
 - 최대수분흡수량 : 7일 후 60 mg
- (5) 상기 4항에 추가하여 주요 적층수지는 열변형 온도가 53°C 이상이어야 한다.
- (6) 상기 4 및 5항에서 요구하는 주요수지의 특성은 16시간 동안 40°C 이상의 온도에서 먼저 경화되기 전에 24시간 동안 18°C 이상의 온도에서 보관되고 적절한 냉각 경화장치를 사용하여 준비된 시험편으로 시행한 시험결과이어야 한다.
- (7) 상기 수지로 제작된 적층은 5.7에서 요구하는 기계적 특성을 갖는 것이어야 하며 이에 대한 시험자료 등 적절한 증빙자료를 제작 이전에 우리 선급에 제출하여야 한다.

5.2 촉진 및 경화제

- (1) 촉진제는 수지의 중합반응을 일으키는 재료이며, 경화제는 촉진된 수지의 경화율을 높이는 재료이다.
- (2) 촉진 및 경화제의 양과 형식은 특별한 사용을 위하여 수지 제조자가 정한 것이어야 하며 부분 열처리 없이 경화될 수 있는 것이어야 한다.

5.3 칼라 안료

- (1) 안료는 수지의 최종 경화에 영향을 주지 않는 것이어야 한다.
- (2) 안료는 제조자 또는 몰드 작업자에 의해 수지에 첨가될 수 있으며 몰드작업자가 첨가하는 경우에는 양립할 수 있는 폴리에스테르 수지에 분산 혼합되어야 한다.
- (3) 첨가되는 안료의 양은 도색되는 안료의 두께에 대해 수지 제조자가 지시하는 것 이상이어서는 아니 되며, 어떠한 경우에도 전체 수지무게의 5%를 초과하여서는 아니 된다.
- (4) 해수탱크 및 연료탱크의 내부 표면을 형성하는 적층수지에는 어떠한 안료도 사용되어서는 아니 된다.

5.4 필러

- (1) 사용되는 필러는 수지의 특성에 손상을 주어서는 아니 된다.
- (2) 수지가 첨가되는 필러의 종류와 양은 수지의 점성에 변화를 주어서는 아니 되며, 사용되는 양은 수지 무게의 13% (3% thixotropic 필러 포함) 또는 제조자가 적절하다고 요구하는 양중 작은 쪽의 양을 초과하여서는 아니 된다.
- (3) 필러는 해수탱크나 연료탱크의 구조용 적층물에 사용되어서는 아니 된다.
- (4) 필러는 수지 혼합물에 고루 분포되어야 한다.
- (5) 유사한 알카라인 형식 또는 칼슘 카보네이트 필러는 난연성 적층물에 사용되어서는 아니 된다.

5.5 난연성 적층물

난연성 재료가 수지 시스템에서 혼합된 첨가물에 의해 얻어지는 경우에는 첨가물의 종류와 양은 생산되는 적층물의 기계적 특성 또는 수지의 점성에 변화를 주어서는 아니 되며 제조자가 적절하다고 요구하는 것이어야 한다.

5.6 유리 섬유 강화재

- (1) 유리섬유 강화재는 Na_2O 1 % 이하의 알칼리 함유량을 갖는 저알칼라인 붕규산 “E” 급로부터 제조되어야 한다.
- (2) 유리 강화재는 상기의 종류와 등급이어야 하며 다음으로 구성되어 있다.
 - (가) chopped strand 또는 연속 필라멘트 매트
 - (나) 직물 조방사
 - (다) 단일방향 조방사
 - (라) 섬유직물
 - (마) 복합강화재
- (3) 재료는 결합이나 변색, 이물질 및 기타 결합으로부터 충분히 보호되어야 하며 생산되는 적층물의 질에 영향을 주어서는 아니 된다.
- (4) 강화재가 적층물에 몰드될 때, 5.7의 (2)호의 기계적 특성을 갖는 것이어야 하며, 재료의 제조자가 보유하고 있는 이러한 기계적 특성치에 대한 자료를 제작 이전에 우리 선급에 제출하여야 한다.

5.7 적층재료특성

- (1) 비포화 폴리에스테르 수지 또는 유리섬유강화제로 만들어진 적층물의 기계적 특성은 제조시 재료의 상태, 제조방법 및 실제 사용 재료의 종류에 따라 다를 수 있다. 선박 건조시 수지를 선택할 때에는 적층수지의 열 비틀림과 적층수지와 겔코트의 파괴신장을 고려하여야 한다.
- (2) 강화재 및 수지로 제작된 적층물은 최소한 30 %의 유리성분을 포함하여야 하며, 기계적 특성은 다음의 기준 이상이어야 한다.
 - (가) 최종인장강도 85 N/mm²
 - (나) 인장계수 6350 N/mm²
 - (다) 최종연성강도 152 N/mm²
 - (라) 연성계수 5206 N/mm²
 - (마) 최종압축강도 117 N/mm²
 - (바) 압축계수 6000 N/mm²
 - (사) 최종전단강도 62 N/mm²
 - (아) 전단계수 2750 N/mm²
 - (자) 내적층물 전단강도 17.25 N/mm²
- (3) 적층물에 유리강화물질 30 % 이외의 함유량을 갖는 경우, 기계적 특성은 다음의 식에 따라 계산하여 추정하여야 한다.
 - (가) 최종인장강도 $1278 G_c^2 - 510 G_c + 123$ (N/mm²)
 - (나) 인장계수 $(37 G_c - 457) \times 10^3$ (N/mm²)
 - (다) 최종연성강도 $502 G_c^2 - 106.8$ (N/mm²)
 - (라) 연성계수 $(33.4 G_c^2 + 2.2) \times 10^3$ (N/mm²)
 - (마) 최종압축강도 $150 G_c + 72$ (N/mm²)
 - (바) 압축계수 $(40 G_c - 6.0) \times 10^3$ (N/mm²)
 - (사) 최종전단강도 $80 G_c - 38$ (N/mm²)
 - (아) 전단계수 $(17 G_c - 2.24) \times 10^3$ (N/mm²)
 - (자) 내적층물 전단강도 $22.5 - 17.5 G$ (N/mm²)
- (4) 단일방향의 조방사에 대하여 인장특성은 다음 식에 의해 구한다.
 - (가) 최종인장강도 $1900 G_c^2 - 1500 G_c + 560$ (N/mm²)
 - (나) 인장계수 $(143 G_c^2 - 42.7) \times 10^3$ (N/mm²)

여기서

G_c : 다음 식에 의해 결정된 무게(겔코트 제외)에 따른 적층물의 유리 물질함량

$$G_c = \frac{2.56}{\frac{3072 T}{W} + 1.35}$$

T : (4)호에 따라 결정된 공칭적층두께 (mm)

W : 적층물에서 유리강화제의 전체중량 (g/m²)

여기서 요구되는 값은 단일강화제에 대하여는 0°, 무작위 배치 강화제, 0°, 90° 직각방향 배치 강화제에 대하여 최소값이어야 한다.

- (5) 비중이 2.56 과 1.2정도의 유리와 수지에 대한 공칭적층두께 (겔코트는 제외)는 적층물에서 강화제의 각 층의 두께의 총합으로는 다음 식에 따른다.

$$t = \frac{w}{3072} \frac{2.56}{g_c} - 1.36 \quad (\text{mm})$$

여기서,

w : 강화제 한층의 중량 (g/m²)

g_c : 한층에서의 유리함량

- (6) 강화제는 유리함량이 다양한 수지에 대하여 유리함량이 다음을 초과하지 않도록 완전히 수지에 스며들어 굳어져야 한다.

chopped strand 매트 또는 분사 섬유	34 %
직물조방사	50 %
단일방향 조방사	54 %
섬유직물	50 %

- (7) 사용되는 각 수지의 유리함량, 종류, 중량 및 공칭두께와 같은 기계적 특성은 시공도에 표시되어 있어야 한다.
- (8) 사용되는 적층물의 기계적 특성이 전 (3)호에 따른 특성과 다른 경우에는 시험에 의해 사용가능 여부를 확인하여야 한다. 시험편은 16시간동안 40°C를 초과하지 않는 곳에서 경화되기 전에 24시간 동안 실내온도가 20 ± 5°C인 곳에서 처리된 적층물에서 채취하여야 하며 연성특성이 결정되는 경우 성형되는 표면은 인장 상태에 있어야 한다. 이때 모든 시험방법 및 시험편의 채취는 **FRP선 구조규칙 적용지침의 부록 1**에 따른다.
- (9) 복합적층물에서, 직물 강화제는 내적 전단강도가 특별한 경우의 적층(전 (3)호 참조)에서 요구되는 값 이상이어야 한다.
- (10) 시험편은 사용하고자 하는 재료의 제작특성과 동일한 재료 및 일련제작품으로 건조자에 의해 제작된 시험편에서 채취하여야 한다.

5.8 샌드위치 구조에서의 심재

- (1) 강성이 강화된 플라스틱은 다음의 요건에 만족하여야 한다.
 - (가) 우수한 내구안전성을 가지며 기름이나 연료, 물이 침투하지 않는 폐위동체 형식이어야 한다.
 - (나) 낮은 수분흡수성이어야 한다.
 - (다) 폴리에스테르 수지와 상호 양립이 가능하여야 한다.
 - (라) 60 °C에서 우수한 강도를 유지할 수 있어야 한다.
 - (마) 표 2.1에서 요구하는 값 이상의 기계적 특성을 갖는 것이어야 한다.

표 2.1 샌드위치 구조에서의 심재에 대한 기계적 성질

재료	밀도 (kg/m ³)	강도치(N/mm ²)			탄성계수(N/mm ²)	
		인장	압축	전단	압축	전단
폴리우레탄(PU)	96	0.85	0.60	0.50	17.2	8.5
폴리비닐클로라이드(PVC)	60					

- (2) 엔드그레인 발사(end-grain balsa)는 다음의 요건에 만족하여야 한다.
- (가) 균이나 해충의 침투에 대비한 처리를 하여야 한다.
 - (나) 소독되어진 것이어야 한다.
 - (다) 균질의 것이어야 한다.
 - (라) 평균습도 함유량이 12% 이어야 한다.
 - (마) 작은 블록의 성형가능한 시트로 제작된다면, 노출된 직물 및 접착체는 폴리에스테르 적층수지에 녹기 쉽고 양립할 수 있어야 한다.
 - (바) 기계적 특성은 표 2.2에서 요구하는 값 이상이어야 한다.

표 2.2 엔드그레인 발사(End-grain balsa)의 최소 기계적 성질

밀도 (kg/m ³)	강도치(N/mm ²)				전단	압축탄성계수 (N/mm ²)		전단탄성계수
	압축		인장			응력방향		
	강도의 방향					전단	응력방향	
	grain에 평행	grain과 수직	grain에 평행	grain과 수직			grain에 평행	grain과 수직
96	5.00	0.35	9.0	0.44	1.10	2.275	35.2	105

- (3) 기타의 심재는 각각 사용하고자 하는 목적과 심재의 특성에 따라 고려되어야 하며, 모든 시험방법 및 시험편의 채취는 FRP선 구조규칙 적용지침의 부록 1에 따른다.

5.9 통합구조부재의 재료

제작에 사용되는 강 또는 알루미늄합금은 사용목적에 적합한 적절한 품질의 것이어야 하며, 이러한 재료로 제작되는 구성요소나 구조부재는 적층물에 접착될 수 있어야 하고 수지의 경화에 악영향을 주어서는 아니 된다. 수지에 맞닿은 부재의 표면은 전체적으로 깨끗하여야 하며 이물질이 제거되어야 한다. 또한, 설비된 키에 가능한 한 솟 블라스트 또는 표면처리(예, 연마)중 하나로 처리되어야 한다. ↓

부록 3 잠수선의 복원성 (2021)

1. 일반

1.1 승인 도면 및 자료

이 부록은 규칙 1편 1장 2절 205.에서 요구되는 제출 자료의 최소 요건을 정의하고 있다. 중량 및 경사시험 완료 후 이를 바탕으로 비손상 및 손상 복원성 보고서(Trim & Stability Report & Damage Stability Report)가 선급에 제출되어야 하며, 이 보고서는 항상 선내에 비치해야 한다. 복원성능 검증을 위하여 제출되어야 하는 문서는 다음과 같다.

- 일반배치도
- 모든 구획 및 탱크의 무게중심 및 체적/용량 배치도
- 선도 (lines plan) 또는 그와 동등한 자료
- 배수량 등곡선도 (hydrostatic curves).
- 중량 및 경사 시험 보고서
- 복원성 보고서(Trim and stability Report)
- 손상 복원성 보고서 (Damage Stability Report)

1.2 정의

잠수선의 복원성과 관련된 용어의 정의는 다음과 같다.

- (1) 수상배수량(Surfaced displacement, Δ_s)이라 함은 일반적인 선박의 배수량 정의와 동일하다. 잠수선의 경우 수상 배수량은 승객, 화물 및 항해를 위한 연료 및 기타소모품을 100% 적재한 상태에서 선체의 종경사를 조절하는 트림탱크는 50%를 채우고 보상탱크는 비워 있을 때를 기준으로 한다.
- (2) 수중배수량(Submerged displacement, Δ_b)이라 함은 수상배수량에 잠수탱크의 체적을 더하여 계산한다. 수중 배수량에서 자유통수구역(Free flooding zone)의 체적은 포함하지 않는다.
- (3) 자유통수구역(Free flooding zones)이라 함은 선체의 일부를 구성하는 구획으로 수상 또는 수중상태와 관계없이 해수가 자유로이 유입되거나 배출되는 구역이다.
- (4) 잠수탱크(Diving Tank)라 함은 Soft Ballast 라고도 하며 잠수선의 중량을 증가시켜 잠수하기 위한 평형수 탱크를 말한다. 잠수탱크의 용적은 수중상태에서 잠수선의 전체 중량과 부력이 평형(중성부력)에 도달될 수 있도록 결정되어야 한다. (그림 1 참조)

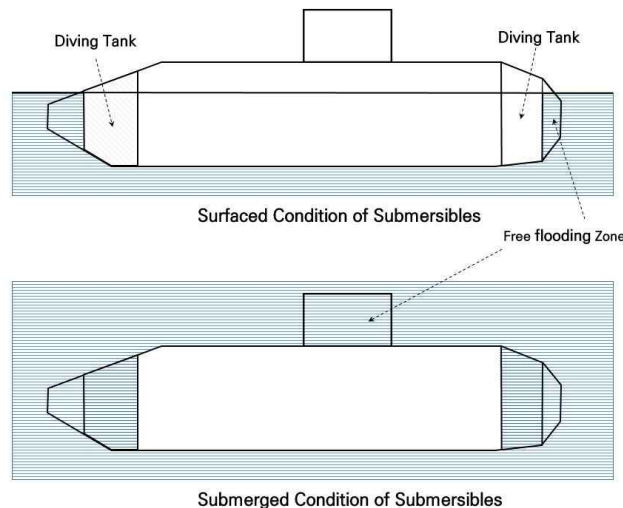


그림 1 수상 또는 수중상태에서의 잠수탱크

- (5) 보상탱크(Compensating tank)는 Hard Ballast라고도 하며 수중에서 압력에 의한 선체 체적감소와 연료 등의 소모품 소비로 인하여 부력이나 중량에 변화가 있을 경우 중량과 부력 평형을 위하여 중량을 가감하기 위한 평형수 탱크를 말한다.

- (6) 고정밸러스트(Permanent ballast)란 중량/부력 평형을 위하여, 잠수선의 중량이 부족할 경우 무거운 재질을 사용하여 선체에 고정되는 중량물을 말한다. 비상 상황에서 긴급부상을 위하여 고정 밸러스트는 탈착식이 허용될 수 있다. 부력이 부족할 경우 소형 잠수선에서는 유리기포 강화플라스틱 (Syntactic Foam)을 사용하여 추가 부력을 확보하는 경우도 있다. 다만, 수압에 의하여 상기 재료가 손상되지 않을 정도의 충분한 강도를 확보하여야 한다.
- (7) 잠수선의 건현(Freeboard)은 수선으로부터 상방에 위치한 건현갑판까지의 높이를 말하며, 건현갑판은 예비부력을 제공하는 구획의 최상층 갑판을 말한다.
- (8) 예비부력(Reserve of buoyancy)이라 함은 수선위의 밀폐된 공간의 체적을 의미하며 그 크기는 안전한 승/하선 및 갑판작업에 요구되는 건현을 유지할 수 있도록 설계되어야 한다. 또한, 예비부력은 잠수탱크의 크기를 결정하는 중요 인자이다. (그림 2 참조)
- (9) 해수유입각(Angle of down flooding, θ_f)이란 신속하게 풍우밀로 폐쇄할 수 없는 선체, 선루 또는 갑판상의 개구가 침수를 시작할 때의 횡경사각을 말한다.

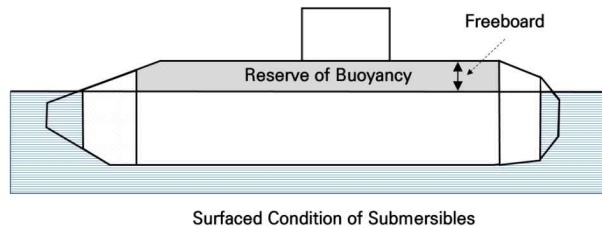


그림 2 예비 부력과 건현

2. 중량 및 경사시험

2.1 중량 시험

- (1) 중량부표가 중량 시험에 사용될 경우, 부표에는 출수가 표시되어야 하며, 잠수선의 부력 중심 연직 방향에 위치하여 케이블로 연결되어야 한다. 중량 시험의 기준 상태는 속도는 0, 횡경사 및 트림이 없고, 선원, 승객, 소모품, 탱크 및 배관내의 유체 등 모든 가변중량을 포함한 상태에서, 중량과 부력이 평형을 이룬 수중에서 측정된 중량을 기준으로 한다. 중량을 측정하기 위한 수심은 수압에 의하여 부피 수축이 무시할만한 정도의 수심을 기준으로 하며 일반적으로 30m 이내여야 한다.
- (2) 대체수단으로 중량시험이 가능할 경우 선급의 승인 하에 시행한다.
- (3) 중량 시험 전에 각 중량물의 중량과 선체 길이, 폭 및 높이방향 위치를 정확하게 측정하고 기록해야 하며, 이는 경사시험 이전에 가감하거나 재배치해야 할 중량물을 결정하기 위함이다.

2.2 경사 시험

- (1) 잠수선의 경사시험은 일반적으로 시험용 중량물을 종/횡방향으로 이동한 다음, 종/횡 경사각의 변화를 측정하여 길이방향 무게중심(LCG) 및 수직방향 무게중심(VCG 또는 KG)을 결정하고 수상 및 수중배수량을 평가하는 절차이다.
- (2) 경사시험은 조용하고 보호된 지역에 계류되어 바람 및 조류의 영향이 최소화된 장소에서 시행되어야 한다.
- (3) 해수의 비중은 경사시험장의 인증된 값이 없는 경우, 표층수를 포함하여 충분한 수심에서 다수의 샘플을 채취하여 비중을 측정한 후, 그 평균값을 사용한다. 이 때 같이 측정된 온도를 고려하여 편차를 보정하여야 한다.
- (4) 잠수선의 트림은 0.1° 를 넘지 않아야 하고, 액체를 포함하는 탱크의 수는 최소로 하여야 한다. 경사시험 중에 자유표면을 가지는 탱크가 존재하고 그 효과가 클 경우 반영되어야 한다(3.3을 참조). 액체 관련 모든 탱크 및 구획을 점검해야 하며, 특히 트림 및 공기 파이프의 위치로 인해 축적될 수 있는 에어 포켓에 주의를 기울여야 한다. 빌지 탱크가 비워있는지 확인하여야 한다.
- (5) 경사에 필요한 시험 중량물들의 무게는 최소 1도 및 최대 3도의 경사를 제공하기에 충분해야 한다. 경사 모멘트를 생성하기 위한 고체 중량의 사용이 불가능한 경우, 각 방향으로 2개의 대칭되는 탱크 사이에서 물의 이동이 대안적인 방법으로 선급의 승인 하에 허용될 수 있다.
- (6) 경사각 측정에 사용하는 전자나 경사계는 교정 인증된 것으로 측정오차를 식별할 수 있도록 충분한 수가 사용되어야 한다.
- (7) 경사시험을 통하여 수중배수량을 평가할 경우, 잠수탱크는 해수로 채우고 중량보상탱크는 잠수선이 완전히 잠기도록 부분적으로 채워져 있어야 한다.

- (8) 경사시험을 통하여 수상배수량을 평가할 경우, 흘수 측정값은 선수, 선미 및 중앙에서 우현 및 좌현 측정값을 사용하여 평균하여 구한다. 특히, 잠수탱크에서 배출되지 않은 수량은 측정되어야 한다. 또한, 빌지와 갑판은 완전히 건조되어야 한다.
- (9) 개조 또는 유지 보수로 인한 중량 변화가 복원성에 영향을 주며, 그 영향이 중량보상탱크로 제어가 불가능한 경우, 중량 및 경사시험을 시행하여야 한다.

3. 비손상 복원성

3.1 수중 비손상 복원성

- (1) 수중에서 잠수선의 횡경사 각도는 체적 변화를 일으키지 않기 때문에 부력 중심은 변하지 않는다. 또한, 수중에서 메타센터 높이는 수선면이 없기 때문에 부력 중심과 일치한다. 따라서 아래의 수식처럼 메타센터 높이가 \overline{GB} 가 된다(그림 3 참조). 여기서 I 는 수선면의 2차모멘트이며 ∇ 는 수선아래의 배수 용적이다. 다만, 부력 중심은 무게 중심보다 높아야 수중에서 복원력이 안정적인 상태가 된다.

$$\overline{KM} = \overline{KB} + \frac{I}{\nabla} = \overline{KB} + \frac{0}{\nabla} = \overline{KB}$$

$$\overline{GM} = \overline{KM} - \overline{KG} = \overline{KB} - \overline{KG} = \overline{GB}$$

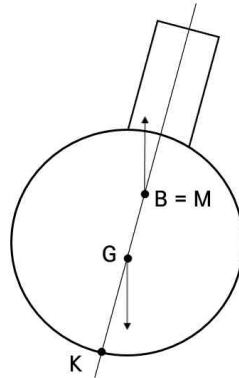


그림 3 수중에서의 GM(=GB)

- (2) 수중 상태에서 모든 적재조건에 대하여 무게중심과 부력중심 사이의 거리(\overline{GB})는 일반적으로 0.05m 또는 다음 식에 의한 값 중 큰 값보다 커야 한다. (그림 4 참조)

$$\overline{G^1B} = \overline{GB} \tan \alpha$$

$$\overline{GB} \geq \frac{wd}{\Delta \tan \alpha}$$

여기서,

- w : 이동 가능한 중량 (ton)으로 일반적으로 탑승가능 인원(1인당 73kg) 또는 화물의 10%에 해당하는 중량.
- d : 이동 가능한 중량물(승객/선원 포함)의 선체 길이방향 선내 최대 이동거리(기관실 제외) (mm)
- Δ : 수중배수량에서 잠수탱크 내부의 해수 중량을 제외한 중량 (ton)
- α : 선내 장비의 정상 작동을 위한 잠수선의 최대 허용 종경사각으로 일반적으로 25도보다 작아야 한다.

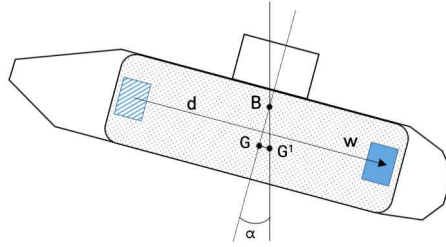


그림 4 종경사에 따른 GB 길이에 대한 제한

3.2 수상 비손상 복원성

- (1) 수상에서의 잠수선의 복원성 기준은 수상 선박과 유사하게 메타센터 높이(\overline{GM})이다. 수상 상태의 잠수선이 횡경사할 경우 부력 중심이 새로운 위치로 이동하고 무게중심 위에 있는 메타센터는 복원모멘트를 생성한다(그림 5 참조).

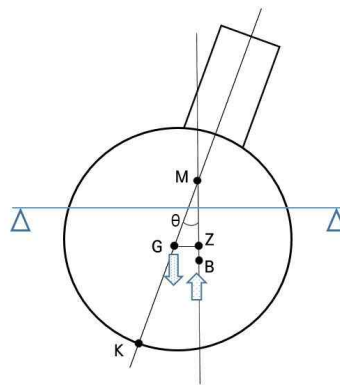


그림 5 수상상태에서 GM

- (2) 일반적인 선박의 선수형상과 다른 잠수선의 경우, 수상에서의 종방향 무게 중심의 변화는 수선 면적의 급격한 감소를 초래하여 메타센터 높이(\overline{GM})를 감소시키는 트리밍 모멘트를 유발하므로 수상에서는 종방향 무게 중심의 이동을 최소화 하여야 한다. (그림 6 참조)

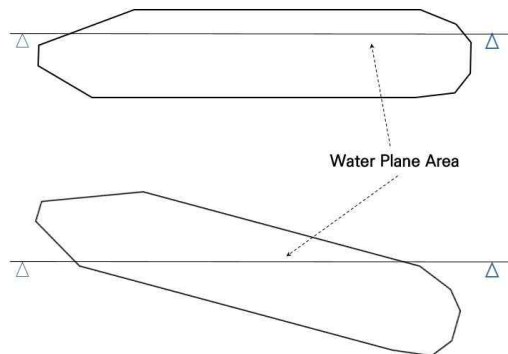


그림 6 종경사에 따른 수선면적의 변화

- (3) 복원정 곡선은 경사각이 해수 유입각(θ_f), 90° 또는 전복 각도(θ_c) 중에서 작은 값에 도달할 때 까지 계산하여야 한다. 최대 복원정(\overline{GZ}_{MAX})에 도달하는 경사각은 60° 를 초과하여야 하며, \overline{GM} 은 최소 0.1 m 이상이어야 한다. θ_s 는 정적 안정성의 한계를 의미하며 잠수선이 전복되기 전에 유지할 수 있는 최대 복원모멘트에 해당하는 각도를 의미한다. 잠수선의 비손상 복원성의 요건은 그림 7에 나타낸 바와 같이 $A_{30} \geq 0.027 \text{ m-rad}$ 이어야 하고 $A_{45} \geq 0.034 \text{ m-rad}$ 이어야 한다.

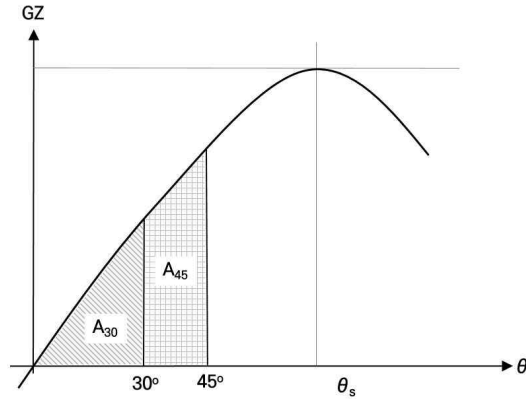


그림 7 수상에서의 잠수선 비손상 복원성 요건

(4) 수상에서의 복원성 검증에는 횡풍에 의한 영향을 고려하여야 한다. 횡풍에 의한 경사우력정(Heeling moment arm)은 다음 식에 따른다.

$$Arm = \frac{0.0195 V^2 A h \cos^2 \theta}{1000 \Delta_f}$$

여기서,

V : 횡풍 속도(knot), 횡풍 속도는 운용환경이 북대서양 기준일 경우 100 knot, 그 외의 해역일 경우 80 knot를 적용하며, 환경조건에 따른 잠수선의 운항조건이 제한될 경우 선급이 인정하는 바에 따라 80 knot 이하로 적용할 수 있다.

h : 수선하부 선측 면적중심(홀수의 1/2 위치)으로부터 풍압을 받는 면적 중심까지의 연직 거리 (m).

A : 횡풍에 노출되는 수선 상부의 투영면적 (m^2)

θ : 횡경사각(radian)

Δ_f : 수상배수량(ton)

횡풍에 의한 횡동요 발생시 수상에서의 비손상 복원성 요건은 그림 8에 나타난 요건을 만족하여야 한다. 정적 평형의 기준이 되는 경사각은 15°를 넘지 않은 상태에서 횡동요에 의한 경사각의 진폭은 30° 이내로 하였을 때, 면적 A_R 은 A_H 의 1.4배보다 커야 하고 경사각 15° 일 때의 경사우력정(H)은 $0.6 \overline{GZ_{MAX}}$ 보다 작아야 한다.

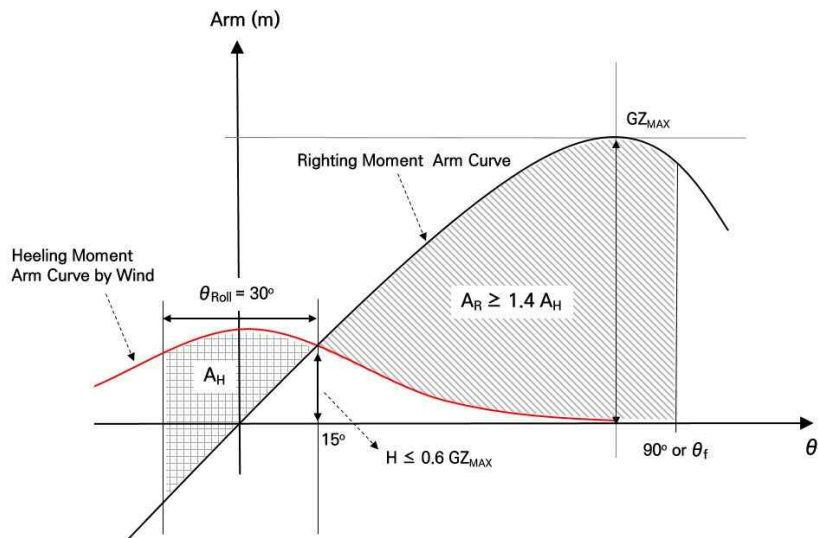


그림 8 횡풍에 의한 횡동요 상태에서의 비손상 복원성 및 경사우력정 곡선

- (5) 겨울철에 상부구조 및 갑판에 대한 착빙이 고려되는 잠수선은 배수량 증가, 트림 변경 및 무게 중심의 상승이 발생될 수 있다. 잠수선은 착빙으로 인한 영향에도 불구하고 (3)과 (4)의 비손상 복원성 요건을 만족하여야 한다. 다만, 풍속은 30%를 감하여 적용한다. 착빙으로 인한 중량 증가는 수형 갑판의 경우 140kg/m^2 이고 경사된 상부구조의 경우 70kg/m^2 으로 간주한다.

3.3 자유표면 효과

잠수선의 비손상 복원성 검증 시에는 수중/수상과 관계없이 액체를 적재하는 선내 탱크의 자유표면의 영향을 반드시 고려하여야 한다. 탱크 내의 액체 밀도를 고려하여 충전 수준별 및 각 경사각에 대하여 자유표면 효과를 반영하여 초기 \overline{GM} 및 복원정 곡선을 수정하여야 한다. 탱크의 수위가 100%미만일 경우 자유표면 효과를 고려하여야한다. 다만 용량이 100L 미만인 소형 탱크의 경우 자유표면 효과를 무시할 수 있다. 수상항해 시에는 잠수 탱크에 남아있는 해수의 자유표면 효과도 고려하여야 한다.

4. 손상 복원성

4.1 일반

- (1) 잠수선이 수중 또는 수상에서 손상이 발생한 경우, 즉시 수상 상태로 전환되어야 한다. 손상 복원성은 손상 후 잠수선이 수상 상태에 있는 경우를 가정하여 계산되어야 한다.
- (2) 손상 복원성 보고서에는 다음이 포함되어야 한다.
- 모든 손상조건에 대하여 압력선체의 수밀보전성은 유지되는 것으로 가정한다.
 - 손상될 수 있는 각 평형수 탱크의 체적, 무게 중심 및 투수성
 - 격벽 및 갑판에 설치된 개구부의 위치, 폐쇄 유형, 수밀 형식 및 작동방식
 - 빌지 탱크 상세도면 및 사고 수위
 - 발생 가능한 모든 손상 조건에 대한 손상복원성 계산 결과

4.2 손상 복원성 계산

- (1) 손상 후 잠수선의 최종 횡경사각은 15° , 종경사각은 10° 보다 작아야 한다. 손상 복원정 곡선은 횡경사각이 해수유입각 또는 60° 보다 작은 값까지 표시되어야 하며, 자유표면 효과를 고려하여 보정한 \overline{GM} 은 0보다 커야 한다. 잠수선의 손상 복원성의 요건은 그림 9에 나타난 바와 같이 $A_{45} \geq 0.019 \text{ m-rad}$ 이어야 하고 $A_{60} \geq 0.023 \text{ m-rad}$ 이어야 한다.

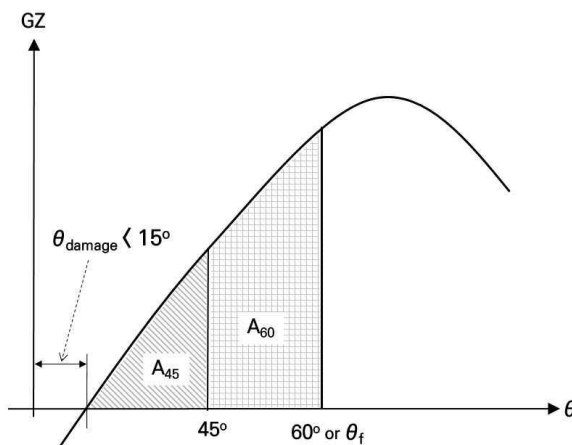


그림 9 잠수선의 손상 복원정 곡선

- (2) 횡풍에 의한 횡동요 발생시 수상에서의 손상 복원성 요건은 최대 풍속의 경우 60 노트, 횡동요 최대 진폭은 30° 로 가정할 때, 그림 10에 나타난 요건을 만족하여야 한다. ↓

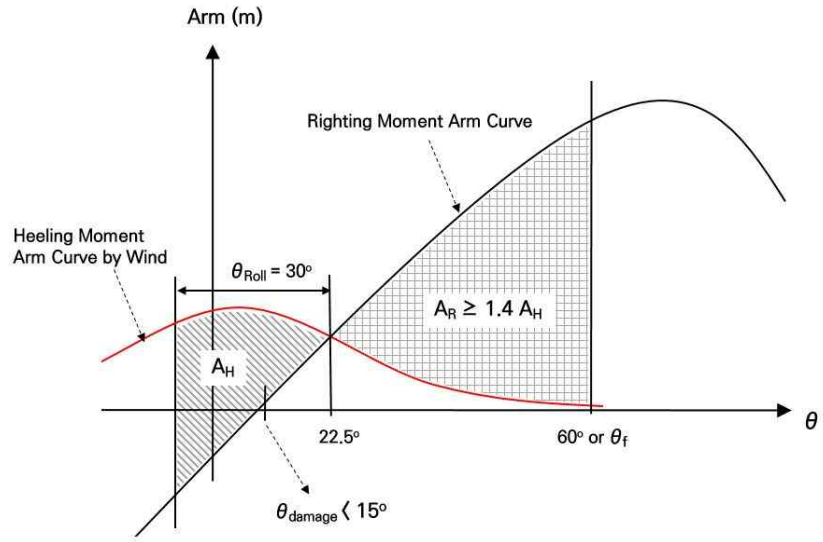


그림 10 횡풍에 의한 횡동요 상태에서의 손상 복원정 및 경사우력정 곡선

인 쇄 2021년 3월 24일

발 행 2021년 4월 1일

잠수선 규칙 잠수선 규칙 적용지침

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© 2021, KR

이 규칙 및 적용지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포
시 법적제재를 받을 수 있습니다.