

2024년 3분기

준해양사고 교훈 사례

해양 사고 Marine Casualty

이것만
알아도
피할 수
있다

준해양사고
교훈사례집

Everything you have to Remember to Prevent



중앙해양안전심판원

CASE 01

작업 중 안전설비 미설치로 인한 추락사고 위험(안전사고)

위험상황 전 개	<p>조립식 안전설비 미거치로 인한 선내추락 위험</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 주기관 Piston Rod 예비품 점검 차, 배수로 덮개(조립식 안전설비, Grating Cover)를 개방하여 점검대로 이송함 ○ M/E Piston Rod 점검 작업 후 상태 확인을 위해 이동하던 중, 정비 시 개방한 배수로를 덮개로 닫지 않은 채 방치된 것을 발견하고 즉시 배수로 덮개를 닫았음 ○ 배수로 덮개 아래는 기관실 바닥에서 약 4m 높이에 달해, 만약 작업자가 아래로 추락하였다면 안전사고를 당할 수 있었음
사 원 고 인	<p>[직접 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 배수로 덮개가 작업 중 개방된 채로 방치됨 <p>[간접 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 작업장소의 추락위험에 대해 사전에 식별하지 못함 ○ 작업장소에 위치한 개구부의 위험 예방을 위한 표지 또는 안전줄의 설치 등 조치가 이행되지 않음 <p>[잠정 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 작업 전 안전회의(TBM)를 통한 위험식별이 이루어지지 않았거나 불충분했을 수 있음 ○ 작업 중 안전관리 및 감독을 위한 인원이 배치되지 않았거나 불충분했을 수 있음
유사 사고 및 재결사례	<p>어선 A호 안전사고</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (사고개요) 낚시 영업 중이던 A호의 선수측 어창 덮개가 개방되어 있어 선수 갑판을 지나가던 선원이 어창 아래로 추락하며 부상당함
예방교훈	<p>! 작업 전 모든 개방 시설물의 안전 상태 점검 필수</p> <p>[직·간접적인 준해양사고 발생의 원인을 제거하기 위한 조치]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 작업 전 TBM 등을 통해 위험요인을 사전에 식별 ○ 작업장소에 위치한 개구부에 대해서는 추락 등 위험방지를 위한 조치(위험표지, 안전줄 설치, 정비구역 정리·정돈)를 충분히 취할 것 <p>[향후 유사한 상황을 예방하기 위해 추가적으로 필요한 조치]</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선내 작업절차에 TBM 및 작업안전 관리·감독 인원 비치에 관한 사항이 적절히 반영되었는지 검토 ○ 선내 작업절차에 개구부의 위험예방을 위한 조치가 반영되었는지 검토하고 필요시 반영 ○ 작업 전 TBM 등을 활용한 위험성 식별이 실질적으로 이행될 수 있도록 교육 및 독려
관련 규정 또는 기 준 (세부 불임)	[해사안전 관련 국내법령] <ul style="list-style-type: none"> ○ 산업안전보건법 제38조 ○ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제42조, 제43조 [산업계 지침] <ul style="list-style-type: none"> ○ Engine Room Procedures Guide(2nd Edition) Ch.11. ○ Code of Safe Working Practices for Merchant Seafarers(2024 Edition) 20.2.4

□ **Case 01 관련 규정 또는 기준(상세)**

□ **산업안전보건법**

제38조(안전조치)

- ① 사업주는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 위험으로 인한 산업재해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.
1. 기계·기구, 그 밖의 설비에 의한 위험
 2. 폭발성, 발화성 및 인화성 물질 등에 의한 위험
 3. 전기, 열, 그 밖의 에너지에 의한 위험
- ② 사업주는 굴착, 채석, 하역, 벌목, 운송, 조작, 운반, 해체, 중량물 취급, 그 밖의 작업을 할 때 불량한 작업방법 등에 의한 위험으로 인한 산업재해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.
- ③ 사업주는 근로자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 장소에서 작업을 할 때 발생할 수 있는 산업재해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.
1. 근로자가 추락할 위험이 있는 장소
 2. 토사·구축물 등이 붕괴할 우려가 있는 장소
 3. 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 장소
 4. 천재지변으로 인한 위험이 발생할 우려가 있는 장소
- ④ 사업주가 제1항부터 제3항까지의 규정에 따라 하여야 하는 조치(이하 “안전조치”라 한다)에 관한 구체적인 사항은 고용노동부령으로 정한다.

□ **산업안전보건기준에 관한 규칙**

제42조(추락의 방지)

- ① 사업주는 근로자가 추락하거나 넘어질 위험이 있는 장소[작업발판의 끝·개구부(開口部) 등을 제외한다]또는 기계·설비·선박블록 등에서 작업을 할 때에 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우 비계(飛階)를 조립하는 등의 방법으로 작업발판을 설치하여야 한다.
- ② 사업주는 제1항에 따른 작업발판을 설치하기 곤란한 경우 다음 각 호의 기준에 맞는 추락방호망을 설치해야 한다. 다만, 추락방호망을 설치하기 곤란한 경우에는 근로자에게 안전대를 착용하도록 하는 등 추락위험을 방지하기 위해 필요한 조치를 해야 한다.
1. 추락방호망의 설치위치는 가능하면 작업면으로부터 가까운 지점에 설치하여야 하며, 작업면으로부터 망의 설치지점까지의 수직거리는 10미터를 초과하지 아니할 것
 2. 추락방호망은 수평으로 설치하고, 망의 처짐은 짧은 변 길이의 12퍼센트 이상이 되도록 할 것
 3. 건축물 등의 바깥쪽으로 설치하는 경우 추락방호망의 내민 길이는 벽면으로부터 3미터 이상 되도록 할 것. 다만, 그물코가 20밀리미터 이하인 추락방호망을 사용한 경우에는 제14조제3항에 따른 낙하물 방지망을 설치한 것으로 본다.
- ③ 사업주는 추락방호망을 설치하는 경우에는 한국산업표준에서 정하는 성능기준에 적합한 추락방호망을 사용하여야 한다.
- ④ 사업주는 제1항 및 제2항에도 불구하고 작업발판 및 추락방호망을 설치하기 곤란한 경우에는 근로자로 하여금 3개 이상의 버팀대를 가지고 지면으로부터 안정적으로 세울 수 있는 구조를 갖춘 이동식 사다리를 사용하여 작업을 하게 할 수 있다. 이 경우 사업주는 근로자가 다음 각 호의 사항을 준수하도록 조치해야 한다.
1. 평탄하고 견고하며 미끄럽지 않은 바닥에 이동식 사다리를 설치할 것

2. ~ 5. (생 략)

6. 안전모를 착용하되, 작업 높이가 2미터 이상인 경우에는 안전모와 안전대를 함께 착용할 것

7. (생 략)

제43조(개구부 등의 방호 조치)

- ① 사업주는 작업발판 및 통로의 끝이나 개구부로서 근로자가 추락할 위험이 있는 장소에는 안전 난간, 울타리, 수직형 추락방망 또는 덮개 등(이하 이 조에서 “난간등”이라 한다)의 방호 조치를 충분한 강도를 가진 구조로 튼튼하게 설치하여야 하며, 덮개를 설치하는 경우에는 뒤집히거나 떨어지지 않도록 설치하여야 한다. 이 경우 어두운 장소에서도 알아볼 수 있도록 개구부임을 표시해야 하며, 수직형 추락방망은 한국산업표준에서 정하는 성능기준에 적합한 것을 사용해야 한다.
- ② 사업주는 난간등을 설치하는 것이 매우 곤란하거나 작업의 필요상 임시로 난간등을 해체하여야 하는 경우 제42조제2항 각 호의 기준에 맞는 추락방호망을 설치하여야 한다. 다만, 추락방호망을 설치하기 곤란한 경우에는 근로자에게 안전대를 착용하도록 하는 등 추락할 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.

□ Case 01 관련 산업계 지침(상세)

“작업 전 모든 개방 시설물의 안전 상태 점검 필수”와 관련된 산업계지침

□ Code of Safe Working Practices for Merchant Seafarers(2024 Edition)

20.2.4. 기계 및 전력 시스템 작업

바닥판이나 난간을 제거할 때는 경고 표지를 게시하고, 개구부를 가드나 울타리로 보호하며, 작업 구역이 충분히 밝게 조명되도록 해야 합니다. 작업이 완료되면 바닥판과 난간을 원래 위치에 다시 고정하십시오.

□ Engine Room Procedures Guide(2nd Edition)

11.14 기계 유지보수 및 점검 지침 / 엔진 룸에서의 필수적인 선박 관리

엔진 룸에서의 정리 정돈은 일상적인 업무로, 업무량이 많거나 긴급한 고장 수리 시에도 소홀히 해서는 안 됩니다. 선박은 불안정한 바다 위를 항해하는 거대한 이동수단이므로, 안전, 위생, 보안을 위해서는 정리 정돈이 필수적입니다. 일반적으로 안전한 작업장은 깨끗하고 정돈된 작업장입니다.

최선의 조치로 다음을 실천하십시오:

기계의 보호 장치가 제자리에 있고 확실하게 고정되었는지 확인하십시오. 유지보수 작업은 모든 보호 장치가 재설치되기 전까지 완료된 것이 아닙니다.

유지보수 작업은 모든 보호 장치, 난간, 바닥판 등이 원래 위치에 재설치되고, 폐기물이 제거되며, 도구와 장비가 정리되고, 작업 구역의 오일이나 그리스가 청소된 후에야 완료됩니다.

CASE 02

묘박 중 기상악화로 인한 충돌사고 위험(충돌사고)

위험상황 전 개	<p>묘박 중 강풍으로 인한 선박 간 충돌사고 위험</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 미국 타코마항 접안을 위해 Yukon 묘박지에 묘박하였으며, 0.7마일 이내 2척의 선박이 존재함 ○ 보퍼트 풍력 계급 7~8*의 강풍으로 인해 닻이 끌리기 시작함 ○ 엔진과 바우스러스터를 작동하여 앵커 서클** 내로 선박을 조종함 ○ 만약 묘박 중 엔진과 바우스러스터를 즉시 사용하지 못했다면, 타 선박과 충돌사고가 발생할 수 있었음 <p>* 풍속 13.9m/s~20.7m/s, 파고 4m~7.5m</p> <p>** 투묘 중 안전하게 선회할 수 있는 해역</p>
사 원 고 인	<p>[직접 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기상악화(강풍)로 인해 닻이 끌림 <p>[간접 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 묘박위치 및 방법의 선정 시 기상상태에 대한 고려 부족 <p>[잠정 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 선내 항해당직 기준 상 기상상태를 고려한 적절한 묘박방법이 불충분했을 수 있음
유사 사고 및 재결사례	<p>화물선 B호와 C호 간 충돌사고</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (사고개요) 묘박 중이던 화물선 B호가 강풍으로 인해 앵커에 끌리며 묘박 중인 화물선 C호와 충돌함. 이후 C호의 앵커가 끊어지며 인근 해안에 좌초되어 해양오염사고가 2차적으로 발생함
예방교훈	<p>! 묘박 중 적절한 파주력 확보 및 기관 사용 준비(Stand-By) 필수</p> <p>[직·간접적인 준해양사고 발생의 원인을 제거하기 위한 조치]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기상악화 시 묘박할 경우 충분한 파주력을 확보할 수 있도록 위치 및 방법을 결정

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정박 중 사고 예방을 위한 조치를 신속하게 취할 수 있도록 항해 당직의 유지 필요 <p>[향후 유사한 상황을 예방하기 위해 추가적으로 필요한 조치]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 선내 항해당직 기준 중 묘박 시 적절한 파주력을 확보하기 위한 묘박위치·방법에 관한 사항이 반영되어 있는지 검토하고 필요시 반영
<p>관련 규정 또는 기 준 (세부 불임)</p>	<p>[해사안전 관련 국내법령]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 선원법 시행규칙 제10조, 별표 5 <p>[국제해사기구 또는 타국의 관련 규정]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 선원의 훈련, 자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 협약(STCW) 8장/2절/제 3편, 제4편/51규칙, 7. Circ.14. Annex <p>[산업계 지침]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Preventing an Anchor from Dragging(일본선주보험 P&I) 10 ○ 주요사고 방지 가이드라인(일본 해상보안청) ○ Bridge Procedure Guide, 2022 4.18.

□ **Case 02 관련 규정 또는 기준(상세)**

□ **선원법 시행규칙**

제10조(항해의 안전확보)

법 제16조에 따른 항해당직의 실시, 선박의 화재예방 그밖에 항해안전을 위하여 선장이 지켜야 할 사항은 다음 각호와 같다.

1. 「국제 해상충돌 방지규칙」의 준수
2. 「해상에서의 인명안전을 위한 국제협약」의 준수
3. 모든 항해장치의 정기적 점검과 그 기록의 유지
4. 선원 거주설비의 정기적 점검과 그 기록의 유지

별표 5(항해당직 기준의 작성방법)

2. 갑판부의 항해 당직

가. ~ 거. (생략)

너 선장은 필요시 정박 중에도 항해당직을 계속 유지시켜야 하며 선위의 확인 및 선내순시 등의 필요한 조치를 취하여야 한다.

□ **선원의 훈련, 자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 협약(STCW)**

제8장/2절 제3편(항해중 당직근무)

제3-1편 항해 당직중 준수되어야 할 원칙

51. 선장이 필요하다고 간주하는 경우, 정박중에도 항해당직을 계속 유지하여야 한다. 정박중, 항해당직을 담당하는 해기사는 다음의 조치를 취하여야 한다.
 1. 실행가능한 한 빨리 선위를 결정하여 적절한 해도상에 기입하는 것
 2. 가능하면 고정 항로표지 또는 식별이 용이한 육표의 방위를 측정함으로써 선박이 확고하게 정박위치에 있는지를 충분히 자주 점검하는 것
 3. 적절한 경계가 유지되게 하는 것
 4. 선내순시가 정기적으로 실행되게 하는 것
 5. 기상과 조류의 상태 및 해면상태를 관찰하는 것
 6. 닻이 끌리는 경우 선장에게 보고하고 필요한 모든 조치를 취하는 것
 7. 선장의 지시에 따라 주기관과 기타 기계를 준비하는 것
 8. 시정이 나빠지는 경우 선장에게 보고하는 것
 9. 관련 모든 규칙에 따라 적절한 등화와 형상물을 표시하고, 적절한 음향신호를 울리는 것
 10. 선박에 의한 오염으로부터 환경을 보호하는 조치를 취하고, 관련 해양오염방지규정을 준수하는 것

2절 제4편 51규칙

모든 당직근무에 적용되는 원칙

일반 사항

90. 항구에서 정상적인 상황 하에 안전하게 접안되어 있거나 또는 안전하게 정박중인 모든 선박 상에서 선장은 안전의 목적을 위하여 당직을 적절하고 효과적으로 유지되게 배치하여야 한다. 특수한 형태의 선박 추진시스템 또는 보조장치에 대해서, 그리고 유해물질, 위험물질, 유독 물질 또는 가연성이 높은 물질 또는 기타 특수 형태의 화물을 운송하는 선박에 대해서는 특별 요건이 필요할 수도 있다.

당직 배치

91. 선박이 항내에 있을 때 갑판당직을 유지하기 위한 배치는 항상 다음에 적합하여야 한다.
 - .1 인명, 선박, 항만의 안전 및 환경의 보호, 그리고 하역작업에 관계되는 모든 기계의 안전운전을 확보하는 것
 - .2 국제협약, 국내법규 및 지방법규를 준수하는 것
 - .3 선박의 질서와 통상적인 일과를 유지하는 것
 92. 선장은 접안상태, 선종 및 당직임무의 특성에 따라 갑판당직의 조직과 기간을 결정하여야 한다.
 93. 선장이 필요하다고 간주할 경우 자격을 갖춘 해기사가 갑판당직을 담당하여야 한다.
 94. 필요한 장비들이 효율적인 당직근무를 할 수 있도록 준비되어야 한다.
 95. 기관장은 선장과 상의하여 항내에서의 안전한 기관당직을 유지하기에 적절하게 기관당직 근무를 배치하여야 한다. 적절한 기관부원을 포함할 수 있는 기관당직의 조직을 결정할 때 다음 사항을 고려하여야 한다.
 - .1 추진동력 3,000킬로와트 이상의 모든 선박의 경우, 기관당직을 담당하는 해기사가 있어야 하는 것
 - .2 추진동력 3,000킬로와트 미만의 모든 선박의 경우, 선장의 재량에 따라 또한 기관장과 상의하여 기관당직을 담당하는 해기사가 없어도 되는 것
 - .3 기관당직을 담당하는 동안 해기사는 선박의 기계시스템과 관련하여 자신의 감독임무를 방해할 수 있는 일체의 과업 또는 임무를 할당받거나 또는 수행하여서는 아니되는 것
- 당직의 인계
96. 갑판 또는 기관당직을 담당하는 해기사는 당직을 인계받을 해기사가 당직임무를 효과적으로 수행할 수 없을 것으로 믿을만한 명확한 이유가 있을 경우에는 그에게 당직을 인계하여서는 안되며, 이 경우 선장 또는 기관장에게 그러한 사실을 적절히 보고하여야 한다. 인계를 받는 해기사는 당직의 구성원이 자신들의 임무를 효율적으로 수행할 충분한 능력이 있는지를 확 인하여야 한다.
 97. 당직을 인계받는 순간에 중요한 임무가 수행 중인 경우, 선장 또는 기관장이 달리 지시한 경우를 제외하고는 당직을 인계하는 자가 이를 마무리하여야 한다.

STCW.7/Circ.14 Annex(안전한 묘박당직을 위한 지침(선장용))

STCW 코드 제8장 A-VIII/2 절 3-1 항목 51에 따라, 모든 선장은 비보호 정박지, 개방된 정박지, 또는 사실상 "해상" 상태에 해당하는 지역에서 항상 안전한 감시를 유지하기 위한 적절한 당직 체제를 확보해야 할 의무가 있습니다. 항해 당직 사관은 항상 안전한 정박 감시의 책임을 유지해야 합니다. 선장은 감시 체제를 결정할 때, 선박의 안전 및 보안과 해양 환경 보호를 유지하기 위해 모든 관련 상황과 조건을 고려해야 합니다. 여기에는 다음 사항이 포함됩니다:

- .1 시각과 청각, 그리고 사용 가능한 모든 수단을 통해 지속적인 경계를 유지하는 것;
- .2 선박 간 및 선박-육상 간 통신 요구 사항;
- .3 현재의 날씨, 해상 상태, 얼음 및 조류 상황;
- .4 선박의 위치를 지속적으로 모니터링할 필요성;
- .5 정박지의 성격, 크기 및 특성;
- .6 교통 상황;
- .7 선박의 보안에 영향을 미칠 수 있는 상황;
- .8 선적 및 하역 작업;
- .9 대기 승무원의 지정;
- .10 선장을 경고하고 엔진 준비 상태를 유지하기 위한 절차

□ Case 02 관련 산업계 지침(상세)

“묘박 중 적절한 파주력 확보 및 기관 사용 준비(Stand-By) 필수”와 관련된 산업계지침

□ Preventing an Anchor from Dragging(일본선주보험 P&I)

10. 묘박지에서의 선박 안전운항 조치 및 효과

안전대책	효과	주의사항
평형수 추가 등 흘수 확보	선박의 무게가 증가하여 "호싱" 동작이 감소함	감항성 고려
선수 트림	작용 지점이 뒤로 이동하며 호싱 동작이 감소함	감항성 고려, 프로펠러 잠김 상태 유지
앵커 체인 추가 신출	앵커 체인의 파주력을 증가시키며, 더 많은 외력을 흡수함	기상 악화시 양묘가 어려울 수 있으며, 작업 시간 추가 필요
보조 앵커 투하	요잉(Yawing) 및 호싱 동작을 절반으로 줄이며, 앵커에 가해지는 힘을 30~40% 감소시킴	보조앵커 체인의 길이는 수심의 1.5배가 필요하며, 심한 피칭 상황에서 체인이 꼬일 가능성을 고려해야 함
두 개의 앵커 투묘	두 개의 앵커를 투묘하면 파주력이 증가하고 호싱 동작이 감소함	바람이나 조류 영향을 받을 경우 앵커가 꼬일 위험이 있음
선수 추진기(Bow Thruster) 사용	호싱 동작을 줄이고 앵커 체인 장력을 완화할 수 있음.	선수추진기의 장시간 사용은 기술적 제한으로 인해 불가능할 수 있음 선수추진기의 프로펠러가 수면하에 잠기도록 주의
주기관 및 조타 장치 활용	호싱동작을 효과적으로 억제하며, 앵커 체인의 장력을 완화할 수 있음	앵커 체인 장력이 갑작스럽게 증가하지 않도록 해야 하며, 저수심에서는 선박이 앵커에 부딪히지 않도록 주의해야 함

* 호싱(Horsing) 동작이란, 배가 앵커(닻)를 내린 상태에서 조류, 바람, 파도 등으로 인해 닻줄(앵커 체인)을 기준으로 선박이 좌우 또는 앞뒤로 움직이는 동작

□ 주요사고방지가이드라인(일본 해상보안청)

묘박법의 종류와 특징

묘박법	장점	단점
단묘박	<ul style="list-style-type: none"> 강풍시 양묘가 가능 풍향의 변화에 다른 묘박법으로 변경가능 	<ul style="list-style-type: none"> 타 묘박 법 대비 파주력이 약함
단묘박	<ul style="list-style-type: none"> 선수의 스윙 억제에 효과가 있다. 바람이 세지 않은 범위에서만 유효함 	<ul style="list-style-type: none"> 풍향의 변화에 따라 닻줄이 엉킬수 있음 엉켰을 경우 본선에서 고치기는 어려움 강풍시 양묘 어려움
이묘박	<ul style="list-style-type: none"> 파주력이 향상됨 한 방향으로 풍랑, 조류가 강하게 불 때 효과있음 	<ul style="list-style-type: none"> 풍향의 변화에 따라 닻줄이 엉킴 엉켰을 경우 본선에서 고치기는 어려움 강풍시 양묘 어려움
쌍묘박	<ul style="list-style-type: none"> 양현 닻줄의 열림각도를 45~60도로 하면, 스윙을 억제하는 데 큰 효과있음 	<ul style="list-style-type: none"> 풍향의 변화에 따라 닻줄이 엉킴 엉켰을 경우 본선에서 고치기는 어려움 강풍시 양묘 어려움

□ Bridge Procedure Guide(6th Edition)

4.18 정박당직 지침

- 투묘 계획은 항해 계획의 일부로 계획되어야 합니다.
- 닻을 내린 후, 당직 항해사(OOW)의 초기 임무는 다음 사항을 포함합니다:
 - 닻을 내린 위치와 선박의 정박 위치를 고정하여 플로팅하기(Plotting)
 - 필요에 따라 정박 위치를 항만 당국에 알리기
 - 앵커 샤클(Shackle)수에 따른 선박의 회전 반경을 식별하기
 - 선박 위치를 모니터링하기 위한 육상물표 및 항로 선택하기
 - 선저여유수심과 조류 상태 점검하기
 - 수심과 앵커 윈치의 용량 점검하기
 - AIS에 적절한 상태가 선택되었는지 확인하기
 - 적절한 등화와 형상이 표시되고, 제한된 가시성에서는 COLREGS 및 지역 규정에 따라 음향 신호가 시작되었는지 확인하기
- 정박 중 당직 항해사의 임무는 다음 사항을 포함합니다
 - 선박 위치를 정기적으로 플로팅하고 회전 패턴 모니터링하기
 - 잠재적인 위험과 충돌 위험 식별하기
 - 주기적으로 점검 순찰이 수행되도록 하기
 - 주 엔진 및 기타 기계가 마스터의 일일 및 상시 명령에 따라 상황에 맞는 준비 상태를 유지하도록 하기
 - 교통량 및 다른 정박된 선박 모니터링하기
 - 환경 보호 요구 사항 준수 여부 모니터링하기
 - 추가적인 지역 또는 현지 요구 사항을 준수하기
- 선박의 닻끌림, 기상 악화, 안전 혹은 보안에 의심이 생길 경우 즉시 선장에게 보고해야 합니다.

CASE 03

냉각라인 폐색으로 인한 기관손상사고 위험(기관손상사고)

위험상황 전 개	<p>해수 펌프 막힘으로 인한 냉각수 온도 이상 및 정전 발생 위험</p> <ul style="list-style-type: none"> 정박 중 기관실 내 발전기 냉각수 온도가 과다 상승한 것을 발견함 해수유입장치(Sea Chest)를 변경(Low→High)하여 작동시키고, 냉각기(Cooler)와 각종 해수 여과기(Strainer)를 청소 후 냉각수 온도 정상 작동상태 확인함 기관실 순찰 시 이를 조기 발견하지 못했다면 냉각수 고온으로 인해 발전기에 손상이 발생할 수 있었음 발전기 손상이 발생할 경우 선내 전력공급 문제로 인해 2차 사고가 발생할 수 있었음
사 원 고 인	<p>[직접 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> 이물질로 인한 기관설비(해수펌프 흡입구) 폐색 냉각 성능 부족으로 발전기 L/T 재킷 냉각수 온도 상승 <p>[간접 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> 해수 펌프 및 여과기의 주기적인 점검 및 청소 절차 미준수 냉각 시스템 내 이물질 유입 가능성에 대한 예방 조치 미준수 기관실 이상 징후 조기발견 및 순찰 체계 미준수 <p>[잠정 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> 해수유입장치가 이물질에 의해 쉽게 폐색될 수 있는 구조로 설계되었을 수 있음 정박 중 Sea Chest 운용 미흡 및 사전 정비 미흡 해수유입장치 등에 대한 정비주기·절차가 선내 정비기준에 제대로 반영되지 않았을 수 있음
유사 사고 및 재결사례	<p>유선 D호 기관손상 사건</p> <ul style="list-style-type: none"> (사고개요) 유선 D호가 항해 중 비닐 쓰레기로 인해 Sea Chest 여과기(Strainer)가 막힘. 이후 냉각수 펌프가 작동되지 않아 엔진이 과열되며 주기관이 손상됨.

<p>예방교훈</p>	<p>! 정기적인 Seachest 및 Strainer 청소로 냉각 성능 유지 필수</p> <p>[직 · 간접적인 준해양사고 발생의 원인을 제거하기 위한 조치]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 주기적인 기관실 순찰을 통한 냉각라인 폐색 현황 파악 <p>[향후 유사한 상황을 예방하기 위해 추가적으로 필요한 조치]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 해수유입장치에 대한 선내 정비기준·절차를 점검하고 필요시 상세한 기준을 선박에 제공
<p>관련 규정 또는 기 준 (세부 불임)</p>	<p>[산업계 지침]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 한국선급 선급규칙 5편 6장 ○ Engine Room Procedure Guide(2nd Edition) 10장 ○ USCG 휴스턴-갤버스턴 구역 해양 안전 정보 게시판 14~20

□ **Case 03 관련 산업계 지침(상세)**

“정기적인 Seachest 및 Strainer 청소로 냉각 성능 유지 필수”와 관련된 산업계지침

□ **Engine Room Procedure Guide(2nd Edition)**

10장(기계 운전 지침)

10.9 부속 장비

10.9.2 펌프

펌프의 종류와 관계없이, 다음과 같은 조치는 문제 없는 운전을 보장하는 데 도움이 됩니다.

펌프의 흡입 압력과 배출 압력을 확인합니다. 이는 펌프 효율을 평가하는 가장 중요한 지표입니다. 압력이 떨어질 경우, 펌프 자체를 조사하기 전에 시스템 내 필터와 밸브를 점검하십시오.

□ **USCG 휴스턴-갤버스턴 구역 해양 안전 정보 게시판 14~20**

최선의 정비 방안:

1. 시체스트(Sea Chest)는 여과기 없이 사용하지 말고, 고속항로(HSC)에서 항상 모니터링해야 합니다.
2. 해수 여과기를 청소하기 위한 상세 절차를 마련해야 합니다. 이 절차에는 역세척(Back-Flushing) 또는 이중 여과기의 정기적인 교체 및 청소가 포함될 수 있습니다.
3. 항로 이동 전에 서비스 시체스트를 점검하고 청소하십시오. 미국 해역 진입 전에 필터와 냉각기가 깨끗한 상태인지 확인하고, 정기적인 청소와 여과기 교체를 요구하는 예방 시스템을 시행하십시오.
4. 펌프와 필터의 압력을 지속적으로 모니터링하십시오. 성능 저하가 관찰되면 신속하게 대응할 준비를 갖추십시오.
5. 비상 계획을 수립하고 모든 엔지니어링 직원이 해당 계획에 익숙하도록 해야 합니다. 도선사 승하선 해역에서는 엔진 룸에 이중 당직을 배치하는 것을 고려하고, 항로 이동 중 여과기 청소를 위한 선원을 준비시키십시오.
6. 시체스트를 열고 여과기를 청소하는 데 필요한 모든 도구와 장비를 준비하고 사용할 수 있는 상태로 유지하십시오.
7. 고속항로를 정기적으로 통과하는 선박은 깨끗한 예비 필터 여과기를 선상에 보유하여 여과기를 신속히 교체할 수 있어야 합니다.

□ **한국선급 선급규칙 5편 6장(보기 및 관장치)**

제 7절(냉각장치)

703. 해수 흡입구

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

CASE 04

항해등 정비 불량으로 인한 충돌사고 위험(충돌사고)

위험상황 전 개	<p>항해등 정비 불량으로 인한 타선박과의 충돌 위험</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 미국 타코마항 묘박지 내 양현 항해등(홍등, 녹등)작동 에러 알람이 발생하여 삼기사가 작동상태를 점검함 ○ 점검 결과, 항해등 전구의 문제로 확인되어 교체 작업을 실시함 ○ 교체 후, 이항사가 양현 항해등의 작동상태를 다시 확인한 결과, 결선이 반대로 되어 있는 것을 확인함 ○ 항해등의 결선이 반대로 설치되었을 경우, 항해등이 반대로 작동하여 등화 오인으로 인한 충돌사고가 발생할 수 있었음
사 고 원 인	<p>[직접 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 좌현과 우현의 항해등의 결선 오류 <p>[간접 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 선내 정비 절차 미준수 ○ 조치 후 확인 절차 미준수 <p>[잠정 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 항해등 정비 이후 후처리 미흡 ○ 제한된 작업환경(야간, 횡동요 등)으로 인한 결선 오류
유사 사고 및 재결사례	<p>어선 E호와 F호 충돌사건</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (사고개요) 흑산도항의 좁은 수상구역 내로 입항 중이던 어선 E호는 부적절한 항해등을 점등하고, 가항수역의 왼쪽으로 항행하며 마주 오는 어선 F호의 진로를 피하지 않아 충돌함
예방교훈	<p>! 항해 설비 정비 후 작동상태 확인 필수</p> <p>[직 · 간접적인 준해양사고 발생의 원인을 제거하기 위한 조치]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 항해등 정비 후 작동상태 점검 필수 <p>[향후 유사한 상황을 예방하기 위해 추가적으로 필요한 조치]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 정비 작업 후 이중확인 체계 도입 ○ 야간 작업 및 횡동요 대비 작업환경 사전 준비 필수

<p>관련 규정 또는 기 준 (세부 불임)</p>	<p>[해사안전 관련 국내법령]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 해상교통안전법 제85조, 제86조 ○ 선박설비기준 제86조 <p>[국제해사기구 또는 타국의 관련 규정]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국제해상충돌방지협약 제20조 <p>[산업계 지침]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Bridge Procedure Guide, 2022 5.7.

□ **Case 04 관련 규정 또는 기준(상세)**

□ **해상교통안전법**

제85조(적용)

- ① 이 절은 모든 날씨에서 적용한다.
- ② 선박은 해지는 시각부터 해뜨는 시각까지 이 법에서 정하는 등화(燈火)를 표시하여야 하며, 이 시간 동안에는 이 법에서 정하는 등화 외의 등화를 표시하여서는 아니 된다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 등화는 표시할 수 있다.
 1. 이 법에서 정하는 등화로 오인되지 아니하는 등화
 2. 이 법에서 정하는 등화의 가시도(可視度)나 그 특성의 식별을 방해하지 아니하는 등화
 3. 이 법에서 정하는 등화의 적절한 경계(警戒)를 방해하지 아니하는 등화
- ③ 이 법에서 정하는 등화를 설치하고 있는 선박은 해뜨는 시각부터 해지는 시각까지도 제한된 시계에서는 등화를 표시하여야 하며, 필요하다고 인정되는 그 밖의 경우에도 등화를 표시할 수 있다.
- ④ 선박은 낮 동안에는 이 법에서 정하는 형상물을 표시하여야 한다.

제86조(등화의 종류)

선박의 등화는 다음 각 호와 같다.

1. (생 략)
2. 현등: 정선수 방향에서 양쪽 현으로 각각 112.5도에 걸치는 수평의 호를 비추는 등화로서 그 불빛이 정선수 방향에서 좌현 정횡으로부터 뒤쪽 22.5도까지 비출 수 있도록 좌현에 설치된 붉은색 등과 그 불빛이 정선수 방향에서 우현 정횡으로부터 뒤쪽 22.5도까지 비출 수 있도록 우현에 설치된 녹색 등
3. ~ 6. (생 략)

□ **선박설비기준**

제86조(선등 등)

- ① 선박에 설치하는 등화(이하 "선등"이라 한다) 및 신호등 등은 별표 13의 선등시험기준에 적합한 것이어야 한다.
- ② 선등에는 그 발하는 빛이 갑판상에 도달되지 아니하도록 적절한 조치를 하여야 한다.
- ③ 국제항해에 종사하는 선박 및 근해구역 이상을 항해구역으로 하는 선박으로서 홍색 및 녹색의 삽입유리를 사용하는 현등을 비치하는 선박에는 홍색 및 녹색의 삽입유리 각 2개를 예비품으로 비치하여야 한다.

□ **국제해상충돌방지협약**

제20조(등화 및 형상(적 용))

- (a) 이장의 규정은 모든 기상 상태에서 적용한다.
- (b) 등화에 관한 규정은 일몰시부터 일출시까지 실시하며 그 동안은 규정된 등화로 오인되든가, 그 시인 또는 특성의 식별을 방해하든가, 또는 적당한 견시를 방해하는 것과 같은 타등화를 표시하여서는 아니된다.
- (c) 이장에 규정된 등화는, 설치되어 있으면, 제한된 시계에 있어서는 일출시부터 일몰시 사이라 하더라도, 표시하여야 하고 그리고 기타 필요하다고 인정되는 경우에는 표시할 수 있다.
- (d) 형상물에 관한 규정은 주간에 적용한다.
- (e) 이 장의 규정된 등화 및 형상물은 이 규칙 부속서 I의 규정에 일치하여야 한다.

□ Case 04 산업계 지침 (상세)

“항해 설비 정비 후 작동상태 확인 필수”와 관련된 산업계지침

□ Bridge Procedure Guide, 2022

5.7. 항해등 및 신호 장비

당직 사관(OOW)은 항해등, 비상 항해등 및 신호 장비가 항상 작동 가능하고 즉시 사용할 수 있는 상태로 유지되도록 책임을 집니다.

등화, 기(旗) 및 형상물의 상태는 정기적으로 점검해야 합니다. 음향 신호 장비는 매일 점검하고 작동 가능한 상태로 유지해야 합니다.

CASE 05

누유로 인한 화재위험(화재사고)

위험상황 전 개	<p>연료유 전환 후 발전기 연료유 공급 파이프 누유로 인한 화재위험</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 중국의 배타적 경제수역 진입을 위해 주기관·발전기의 연료유를 고유황 연료유(HSFO)에서 저유황 경유(LSMGO)로 전환함 ○ 이후 기관실 순찰 중 2번 발전기 연료 고압 파이프에서 누유현상 발견하여 즉시 연료유 공급 차단 및 교대 운전 시행함 ○ 점검 결과, 연료유 전환작업으로 인해 연료유 공급설비 내 온도 차로 O-ring이 수축·경화되었으며, 이에 저점도의 LSMGO가 누설되어 O-ring 교체함 ○ 연료유 전환 후 순찰시 이를 발견하지 못했다면 인화점이 낮은 LSMGO가 계속 누설되어, 주변의 높은 온도로 인해 화재사고가 발생할 수 있었음
사 원 고 인	<p>[직접 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 연료유공급장치로부터 누유 발생 <p>[간접 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 서로 다른 성상을 가지는 연료유 간 주기적인 전환이 기관설비 및 부속품에 악영향 <p>[잠정 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 선내 연료유 전환 절차서 상 연료유 간 성상(점도, 윤활성, 인화점 등)에 따른 유의사항이 충분히 반영되지 않았을 수 있음 ○ 선내 기관정비 절차 상 연료유 전환에 따른 기관·부속품의 영향에 대한 고려가 부족했을 수 있음
유사 사고 및 재결사례	<p>여객선 H호 화재사고</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (사고개요) 여객선 H호가 항해하던 중 발전기 고압관의 연료유가 발전기 배기관으로 비산되며 발화하여 기관실에 화재가 발생함 <p>화물선 I호 화재사고</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (사고개요) 발전기 연료유 펌프에서 누유를 발견하였으나, 발전기 교대운전을 하지 않고 연료유전환(FO→DO)을 진행하여 누유된 DO가 고온의 터보차저 흡입구로 비산되어 화재가 발생함

<p>예방교훈</p>	<p>! 안전한 연료유 전환을 위한 조치 이행</p> <p>[직·간접적인 준해양사고 발생의 원인을 제거하기 위한 조치]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 연료유 전환 절차서에 따라 작업 전후 기관의 정상작동 여부를 지속 모니터링 ○ 연료유공급 계통(저장, 이송 청정 및 공급)에 대한 예방정비를 통해 설비 및 부속품의 손상을 사전에 방지 <p>[향후 유사한 상황을 예방하기 위해 추가적으로 필요한 조치]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 선내 연료유 전환 절차서 상 연료유의 성상에 따른 유의사항이 적절히 반영되었는지 검토하고 필요시 기관 제조사의 협조를 받아 개선 ○ 연료유 전환에 따른 설비·부속품 정비주기·절차가 선내 절차에 적절히 반영되었는지 검토하고 필요시 기관 제조사의 협조를 받아 개선 ○ 서로 다른 성상의 연료유를 전환해 사용하는 경우 기관설비에 미치는 영향과 안전조치에 대한 선원교육
<p>관련 규정 또는 기 준 (세부 불임)</p>	<p>[산업계 지침]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Engine Room Procedures Guide(2nd Edition) 5 ○ MAN B&W 2행정 디젤 엔진 연료유 전환 절차 ○ 강화된 Global SOx 규제대응을 위한 선주지침서 Ⅲ(한국선급)

□ **Case 05 관련 산업계 지침(상세)**

“안전한 연료유 전환을 위한 조치 이행”과 관련된 산업계지침

□ **Engine Room Procedure Guide(2nd Edition)**

5.3 (화재(선박의 안전))

엔진 룸 화재의 주요 원인 중 하나는 고온 표면이 연료유 및 윤활유와 같은 인화성 물질을 점화시키는 이유 때문입니다. 또한, 전기 시스템에서 접지 결함이 제때 식별되고 수정되지 않으면 일반적인 위험 요소가 될 수 있습니다.

누유를 방지합니다. 누출을 발견하면 즉시 식별하고 수리하십시오.

엔진 지시밸브, 배기 파이프 및 터보차저와 같은 고온 표면이 점화 가능한 연료와 접촉하지 않도록 차단하고 단열합니다. 고온 표면 측정 및 단열 효과 테스트에 대한 절차를 준수하십시오.

필수적인 선박 관리 절차를 따르는 정리 정돈 문화를 유지합니다.

10.3.4 (연료 전환 절차(기계 운전 지침))

다른 등급의 연료를 교체할 때 발생할 수 있는 문제는 시스템별 절차를 사용하여 관리할 수 있습니다. 모든 선박은 시스템에 특화된 연료유 전환 계산기를 보유해야 하며, 이를 통해 연료 등급 간의 완전하고 원활한 교체를 보장하기에 충분한 시간을 확보해야 합니다.

연료 교체 절차는 ECR(엔진 컨트롤 룸)과 기관장의 사무실에 게시해야 합니다.

연료 교체 절차의 예는 체크리스트 B5: 연료 교체를 참조하십시오.

B5 - 연료 교체 체크리스트

이 체크리스트는 선박별 연료 교체 절차에 포함될 수 있는 정보를 예시로 제공합니다. 이는 저황 잔류 연료유와 고황 잔류 연료유를 위한 별도의 서비스 탱크를 가진 연료 시스템 및 증류 연료를 위한 별도의 저장, 처리, 정착 및 서비스 시스템을 갖춘 특정 연료 시스템에 대한 것입니다.

▶ 고황 잔류 연료에서 저황 증류 연료로 교체하는 방법

연소 장치를 포함한 시스템의 완전한 교체를 보장하기 위해 충분한 시간을 확보합니다. 이를 바탕으로, 선박이 배출 통제 구역(ECA)에 진입하기 훨씬 전에 규정을 준수하는 증류 연료를 사용하는 것을 보장하기 위해 다음 단계를 조기에 시작합니다. (참고 사항 1 참조)

증류 연료 정착 탱크와 서비스 탱크에 연료를 보충하고, 탱크에서 물을 배출합니다.

연료 라인과 연료유 필터의 추적 가열(trace heating)을 닫습니다.

엔진 제조사의 권장 사항에 따라 연료 가열을 조절하여 연료 온도를 점진적으로 해양 디젤유(MDO)/해양 경유(MGO) 운전에 필요한 값으로 낮춥니다.

*잔류 연료와의 교차 오염을 최소화하도록 연료 라인의 리턴 라인을 설정합니다.

자동 밸브의 위치를 확인합니다.

증류 연료 서비스 탱크의 주요 출구 밸브를 엽니다.

장착된 경우, 연료유 냉각기의 입구와 출구 밸브를 열고 바이패스를 닫습니다.

*시스템 연료 흡입이 증류 연료 서비스 탱크에서 이루어지도록 필요한 밸브를 변경합니다.

잔류 연료 서비스 탱크의 주요 출구 밸브를 닫습니다.

연료 압력 및 기타 매개변수를 모니터링합니다.

* 특정 단계는 시스템 설계 및 설치 조건에 따라 달라질 수 있습니다.

Notes:

선박별 연료 교체 계산기가 고려해야 할 요인은 다음과 같습니다:

- a. 교체 전 연료와 교체 후 연료의 황 함유량
- b. 선박별 정착 탱크와 서비스 탱크의 배치
- c. 정착 탱크, 서비스 탱크, 이송 배관 및 연소 장치를 포함한 연료 시스템의 체적 용량
- d. 이송 및 처리 능력을 갖춘 펌프와 정제기

여러 분류 기관에서 제공하는 연료 전환 계산기를 사용하는 것이 권장됩니다.

이 과정에서 고향 서비스 탱크의 연료 레벨이 펌프가 흡입을 잃을 정도로 낮아지지 않도록 주의하십시오. 시스템 내 연료 온도를 변경할 때, 열 충격을 방지하기 위해 온도 변화를 최대 2°C/분 이내로 제한하십시오. 필요한 조치는 선박별 연료 교체 절차에 따라 이루어져야 합니다.

□ MAN B&W 2행정 디젤 엔진 연료유 전환 절차

MAN B&W 2행정 디젤 엔진은 일반적으로 중유(HFO)를 사용하여 운전됩니다. 그러나 다음과 같은 상황에서는 디젤유로의 전환이 필요할 수 있습니다:

연료유 시스템의 주요 수리 등으로 인해 엔진이 장기간 비활성 상태로 유지되어야 하는 경우
도킹 또는 5일 이상의 정박(휴항)

환경 규제에 의해 저유황 연료 사용이 요구되는 경우

연료유 전환은 엔진이 작동 중이거나 정지 상태일 때 모두 수행할 수 있습니다. 이 과정에서 연료 펌프와 인젝터의 마찰이나 고착, 연소 불량, 가스 통로의 오염 등을 방지하기 위해서는 온도와 부하 조건을 신중하게 준수해야 합니다.

A. 운전 중 디젤유에서 중유로 전환

연료 주입 장치를 급격한 온도 변화로부터 보호하기 위해 다음과 같은 절차를 따릅니다:

1. 서비스 탱크의 중유가 정상 온도에 있는지 확인합니다.
2. 엔진 부하를 정상의 50%로 감소시킵니다.
3. 증기 시스템의 온도 조절 밸브나 수동 점도 조절기를 사용하여 디젤유를 최대 60~80°C까지 가열합니다.
4. 온도 상승 속도는 분당 약 2°C로 조절합니다.
5. 디젤유의 점도가 2 cSt 이하로 떨어지지 않도록 주의합니다. 일부 경유의 경우 최대 온도가 80°C 이하로 제한될 수 있습니다.
6. 중유 서비스 탱크의 온도가 시스템 내 가열된 디젤유 온도보다 25°C 이상 높지 않도록 합니다.
7. 위의 조건이 충족되면 전환 밸브를 돌려 중유로 전환합니다.
8. 필요한 점도에 도달할 때까지 온도 상승을 분당 약 2°C로 계속합니다.

B. 운전 중 중유에서 디젤유로 전환

연료 주입 장치를 급격한 온도 변화로부터 보호하기 위해 다음과 같은 절차를 따릅니다:

1. 가능하다면 서비스 탱크의 디젤유를 약 50°C로 예열합니다.
2. 연료유 예열기와 히트 트레이싱의 증기 공급을 차단합니다.
3. 엔진 부하를 최대 연속 출력(MCR)의 50%로 감소시킵니다.
4. 예열기 내 중유의 온도가 디젤유 서비스 탱크 온도보다 약 25°C 높을 때(단, 75°C 이하로는 낮추지 않음) 디젤유로 전환합니다.
5. 전환 후 예열기 온도가 급격히 떨어지면, 예열기에 약간의 증기를 공급하여 온도 변화를 완화합니다.

C. 정지 중 중유에서 디젤유로 전환

1. 예열을 중지합니다. 전환 전 온도 수준은 위의 B 항목을 참조합니다.
2. 연료 탱크의 전환 밸브를 조정하여 디젤유가 공급 펌프로 유입되도록 합니다.
3. 공급 펌프와 순환 펌프를 가동합니다(이미 작동 중이 아닌 경우).
4. 벤트 파이프의 전환 밸브를 조정하여 연료유가 중유 탱크로 펌핑되도록 합니다.

5. 중유가 디젤유로 완전히 대체되면, 벤트 파이프의 전환 밸브를 원래 위치로 되돌려 중유가 디젤유와 혼합되도록 합니다.
6. 공급 펌프와 순환 펌프를 정지합니다.

위의 절차를 준수하여 연료유 전환을 수행하면 엔진의 안전한 운용과 환경 규제 준수를 보장할 수 있습니다.

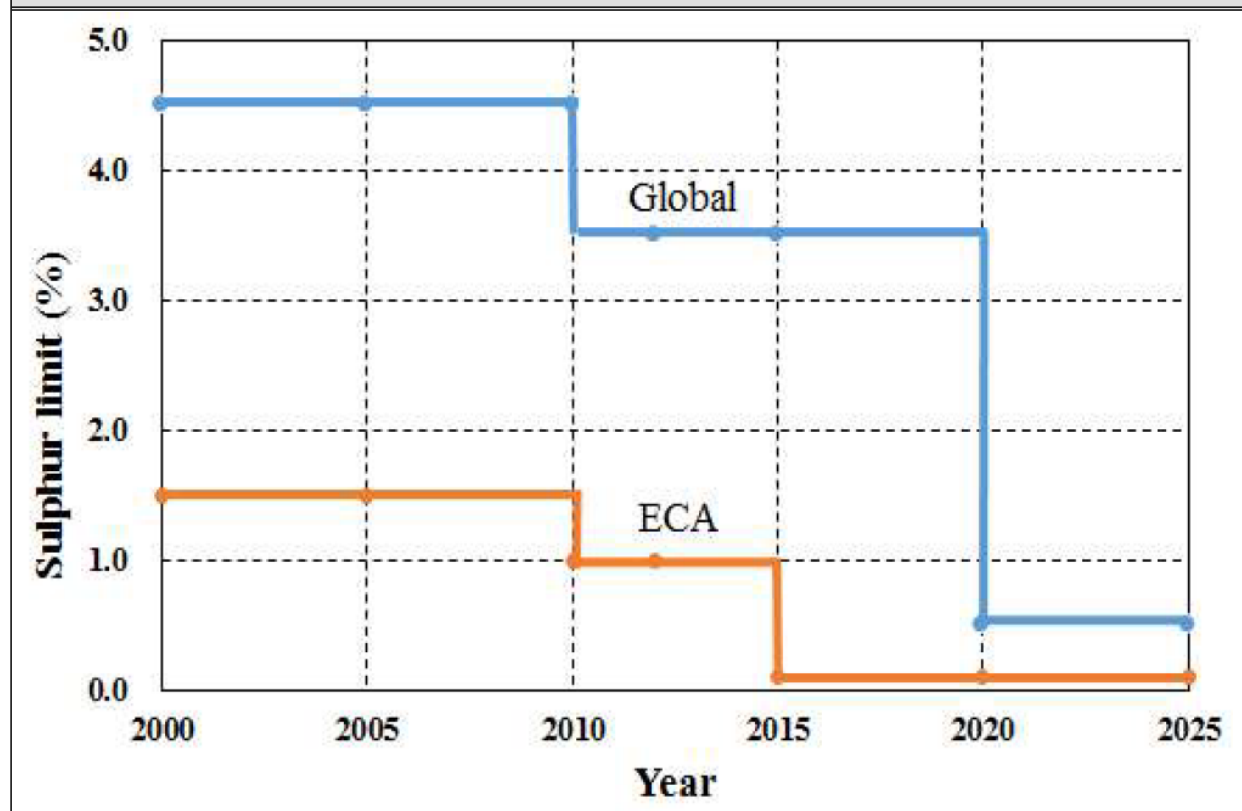
□ 강화된 Global SOx 규제대응을 위한 선주지침서 Ⅲ (한국선급)

저유황편

소개

국제해사기구(IMO)가 2015년 이후부터 배출통제해역(ECA)에서의 연료유의 황 함유량을 0.1%(m/m)로 엄격히 규제한 이후, 해양환경보호위원회(MEPC) 70차 회의 (2016.10.24.~28.)에서는 2020년부터 국제 항해하는 모든 선박들에서 사용되는 연료유의 황함유량을 0.5%(m/m) 이하로 규제하기로 결정하였다. 이에 따라 현재 관련 기술 동향을 고려해 볼 때 황산화물 배출통제해역을 항해하고자 하는 선박이나 2020년 이후에는 국제항해하는 모든 선박들은 저유황유(0.5% S, 이하 저유황유)나 LNG를 선박용 주 연료로 사용하거나 또는 SOx 저감설비(scrubber)를 추가로 장착하는 방법 등의 조치를 강구하여야 한다. 하지만 이런 조치로 인해 선주사 및 선박 운영자의 선박 운영 비용 증가는 피할 수 없을 뿐만 아니라 새로운 연료의 사용과 관련 시스템 적용에 따른 선박 운영상의 안정성이 우려가 된다. 특히 고유황유(3.5% S, 이하 고유황유)를 사용하기에 최적화된 선박용 디젤엔진과 관련 시스템을 장착한 기존 선박에 저유황유를 선박용 주 연료로 사용하는 경우에는 연료유펌프의 플런저와 배럴 등 연료공급장치의 과다 마모를 비롯하여 실린더 라이너와 피스톤링 온도의 상승, 실린더 오일 산화, 유막파괴촉진, 피스톤 링 운동 저하 등 윤활에 있어 심각한 문제를 야기할 수 있다. 따라서 선주사는 보유 선박이 선박용 주 연료로 저유황유를 사용함에 따라 예상되는 문제점을 파악하고, 이에 대한 적절한 대응 방안을 수립하여 시장에서의 경쟁력을 확보할 수 있도록 해야 한다.

그림1. 연료유 속 황 함유량 규제 동향



주요 고려사항

강화된 Global SOx 규제를 준수하기 위해서 저유황유를 선박용 주 연료로 사용할 경우 선주사는 보유선박에 탑재된 디젤엔진과 보일러 등과 같은 연소장치와 부속 시스템들의 특성을 고려하여 해당 선박이 저유황유를 선박용 주 연료로써 안전하게 사용할 수 있도록 적절한 조치를 취할 필요가 있다. 특히 저유황유는 기존의 고유황유와는 다른 특성을 갖고 있으므로 선주사가 이를 기존 선박에 그대로 사용할 경우에는 연료유 필터 폐색, 연료유 펌프 플런저 고착, 보어 광택(bore polishing), 엔진 가동 중지(engine shut down) 등과 같은 예상치 못한 선박 운영 및 안전상의 어려움에 처할 수 있다. 본 장에서는 저유황유를 선박용 주 연료로 사용하고자 하는 선주사가 보유선박의 특성을 고려하여 해당 선박이 Global SOx 규정을 만족하고 저유황유를 선박용 주 연료로써 안전하게 사용할 수 있도록 도움을 주기 위해서 관련 주요 논의사항을 기술하였다.

항목별 주요 논의사항

연료유 저장탱크

선주사가 저유황유를 선박용 주 연료로 안전하게 사용하기 위해서는 해당 선박의 개조가 필요하다. 이를 위해 선주사는 수급 받고자 하는 저유황유의 특성(비중, 점도 및 유동점 등)을 고려하여 고유황유를 선박용 주 연료로 사용할 수 있도록 설계된 기존 선박의 특성을 분석한 후, 기존 고유황유 저장탱크의 용도변경과 탱크내부에 설치된 증기라인의 제거 여부를 결정할 필요가 있다. 현재 관련 기술 동향을 고려해 볼 때, 선박용 주 연료로 사용될 수 있는 저유황유 종류는 3가지가 있다. 하나는 증류유인 MGO(Marine Gas Oil)이고, 다른 하나는 저유황중질유(LSHFO, Low Sulphur Heavy Fuel Oil, 이하 저유황중질유)로 탈황설비를 통해서 고유황유속의 황성분을 제거한 것이며, 마지막은 고유황 중질유(약 10%)를 황성분이 매우 낮은 양질의 기름(약 90%)과 혼합하여 연료유의 황함유량을 0.5%로 낮춘 혼합유가 있다. 이러한 저유황유들 중 증류유 및 혼합유와 같은 낮은 유동점을 갖는 저유황유를 해당 선박에 싣고자 할 경우에는 해당 선박의 운항 해역 특성을 고려하여 저유황유 저장탱크의 온도가 적정 온도 이상으로 유지될 수 있도록 조치해야 한다.

일반적으로 증류유 및 혼합유를 저장하는 탱크의 온도는 탱크내에 보관중인 저유황유의 유동점보다 약 10℃ 이상 높게 유지될 수 있도록 권장되고 있으며, 이를 위해서 해당 탱크내에 별도의 가열 설비 또는 증기 라인이 설치되어야 할 수도 있다. 만약 저유황유의 온도가 너무 낮을 경우에는 그림 2 및 3에서 보이는 바와 같이 연료유 속의 wax 성분이 고체화되는 현상에 의해서 연료유 필터가 폐색되고, 더 나아가 엔진이 가동 중지될 우려가 있다. 따라서 저유황유의 온도가 적정온도 이상으로 유지되도록 주의해야 한다.

또한 저유황유는 고유황유에 비해 비중이 약 10~15%정도 낮으므로 기존선박의 고유황유 저장탱크를 용도 변경 후 저유황유로 채우는 경우 미미하지만 기존선박의 복원성 및 화물 적재량에 영향을 미칠 수 있다. 보통의 경우 연료유 저장탱크는 해당 선박의 무게 중심점보다 낮은 위치에 있으므로 복원성이 떨어지게 되어 평형수를 추가로 더 실어야 될 수도 있다. 이러한 경우 선박운영자는 본선에 비치된 로딩컴퓨터를 이용하여 적절하게 조치해 줄 필요가 있다.

그림 2. 연료유 속 왁스 성분 석출 경화



그림 3. 왁스 성분의 고체화 현상에 의한 연료필터 폐색 사례



연료공급시스템

저유황유 중 증류유인 MGO를 사용할 경우에는 이는 40°C에서 점도가 1.5 ~ 3 cSt로 기존의 고유황유에 비해 점도가 매우 낮다. 또한 혼합유의 경우 40°C에서 점도가 약 4 ~ 5 cSt 정도로 이 또한 고유황유에 비해 점도가 매우 낮다. 이에 따라 상기 두 종류의 저유황유의 연료공급라인은 별도의 가열설비(tracing line, heater)들이 필요하지 않으므로, 이러한 가열설비들은 기존 연료공급라인에서 제거되어야 한다. 다만 이러한 저유황유는 낮은 점도에 기인한 유통성 저하로 인해 연료유 펌프의 고착 현상이 발생할 우려가 있다. 이를 방지하기 위해서는 엔진 입구 측의 유입되는 기름의 점도를 40°C에서 최소 2 cSt 이상으로 유지될 수 있도록 해야 된다. 이를 위해 연료공급 라인상에 Cooler/chiller가 추가로 설치될 필요가 있다.

또한 연료유펌프가 기어펌프인 경우에는 5 cSt 이하의 점도에서는 펌프 성능이 감소될 뿐만 아니라, 펌프 유통에 대한 문제가 발생할 우려가 있으므로 해당 펌프에 유입되는 저유황유의 점도를 적정 수준 이상으로 유지될 수 있도록 조치해야 하며, 경우에 따라서는 1대의 펌프를 추가로 설치하던지 또는 스크류 펌프로 변경해야 될 수도 있다.

특히 증기매체를 이용하여 연료를 미립화(atomization)하는 보일러는 상기 두 종류의 저유황유를 사용할 경우에 연료 증발 우려가 있으며, 이는 화염의 불안정성 및 부적절할 연소를 야기할 우려가 있다. 또한 기존의 고유황 중질유를 연소하는데 최적화된 보일러에 증류유나 혼합유와 같은 저유황유를 그대로 사용하는 경우에는 연료의 미립화, 분무와 공기의 혼합이 적절하지 않아 연소 불안정 및 노(furnace)내에 과도한 퇴적물이 쌓일 우려가 있다. 이외에도 고유황 중질유의 연소 감지에 적절한 기존의 화염감지기(cadmium sulfide cell-type)로는 저유황유의 연소를 제대로 감지하기 어려울 수 있다. 따라서 선주사는 보일러의 안전한 운영을 위해서 제조자의 권고사항에 따라, 필요한 경우 노즐, 화염감지기 및 공연비를 적절하게 변경해야 한다. 반면 선박용 주 연료로 저유황중질유를 사용하는 경우도 있다. 이는 최근 정제기술 발전으로 일부 선진국 위주로 생산되고 있으며 탈황설비를 통해서 연료유속의 황성분을 제거할 수 있으나, 그 과정에서 연료유 속에 촉매분말 (Catalyst fines 또는 Cat fines)이 과도하게 함유되어 실린더 라이너, 피스톤 링, 분사펌프 플런저, 연료밸브 노즐의 과도한 마모현상을 초래할 수 있다. 이러한 이유로 연료유 속의 촉매분말을 제거하기 위해서는 두 대의 원심분리기를 병렬 운전하는 청정과정이 추가로 요구된다. 이 뿐만 아니라 엔진 입구 측에 최대 10 micron 정도인 연료유 필터를 추가로 설치하여 엔진 입구 측에서의 연료유 내 촉매분말 함유량이 최대 15mg/kg을 넘지 않도록 조치해야한다.

상기 사항과 관련된 자세한 사항은 우리 선급에서 발행한 "연료유처리시스템에 대한 지침"을 참고하기 바란다.

그림 4. 선박용 연료의 온도에 따른 점도 특성

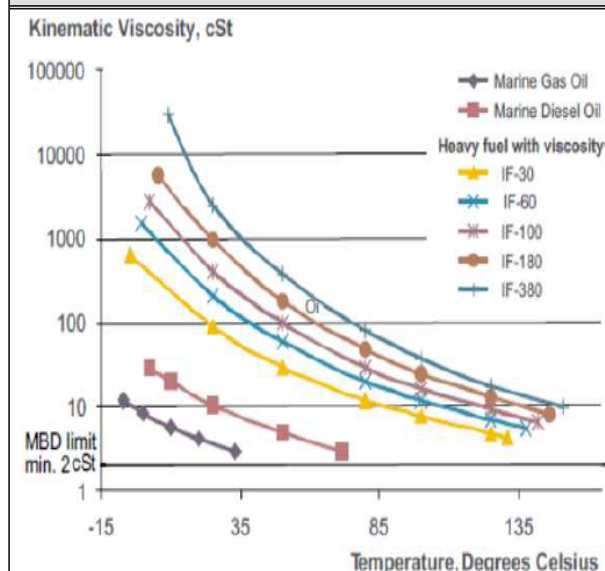
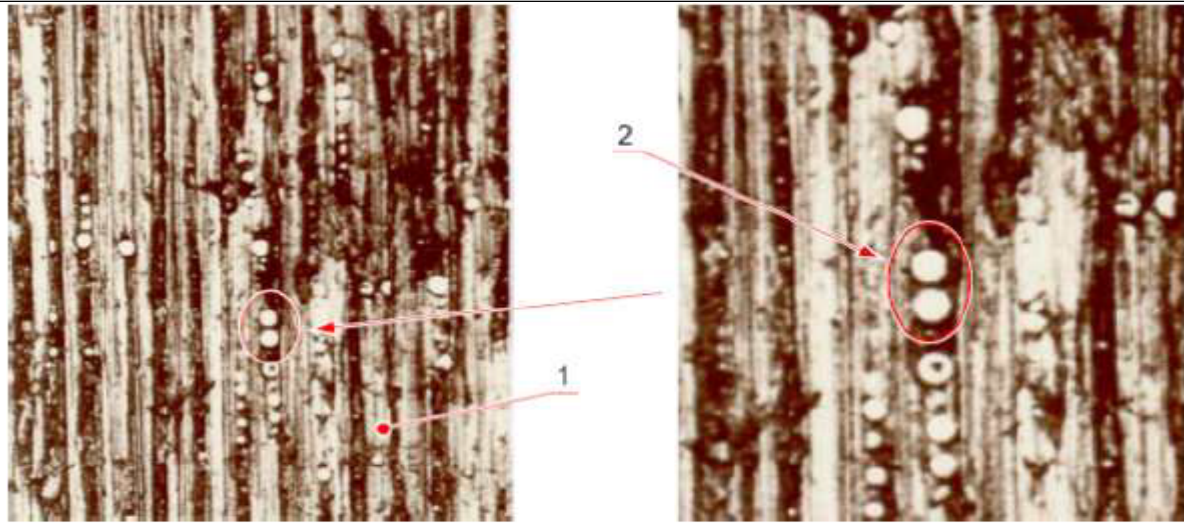


그림 5. 연료유 펌프 플런저 고착 현상



그림 6. 축매분말에 의해 손상된 실린더 라이너 상부 표면 모형의 현미경 사진



실린더 윤활유 시스템

일반적으로 연료유속의 황은 연소과정 중에 황산화물로 바뀌며, 이는 공기 중의 물과 결합하여 강산성을 띠는 황산으로 변환된다. 이는 실린더 라이너, 피스톤링 등의 부식마모를 야기하므로 적절하게 중화되어야 한다. 선박용 엔진의 실린더 라이너에 공급되는 실린더 윤활유에는 알칼리 첨가제가 함유되어 있어 실린더 라이너를 적절하게 윤활시킬 뿐만 아니라 산성을 중화시킴으로써 피스톤링과 실린더 라이너의 표면의 부식을 방지한다. 만약 실린더 윤활유의 급유율이 낮아지거나 알칼리(TBN, Total Base Number, 이하 알칼리)가 낮을 경우, 그림 7에서 보이는 바와 같이 중화반응이 충분히 일어나지 못하여 실린더 라이너 표면의 부식이 발생할 우려가 있다. 따라서 효과적인 중화를 위하여 연료유속의 황함유량에 적합한 알칼리를 갖는 실린더 윤활유를 사용하는 것이 중요하다. 일반적으로 저유황 연료유를 선박용 주연료로 사용할 경우에는 알칼리가 15~40 정도인 실린더 윤활유를 사용해야 한다.

만약 저유황 연료유를 선박용 주연료로 사용할 때 실린더 라이너에 공급되는 실린더 윤활유의 알칼리가 높을 경우에는 그림 8에서 보이는 바와 같이 중화 반응 중에 과다한 알칼리첨가제(주로 CaCO_3)가 석출되어 피스톤 톱랜드와 피스톤 링 주변에 퇴적된다. 이렇게 피스톤 링 주변에 들러붙은 CaCO_3 는 연마작용의 특성이 있어 실린더 윤활유의 유막 형성을 방해하고 피스톤링의 움직임을 방해한다. 이에 따라 그림 9에서 보이는 바와 같이 실린더 라이너 광택을 발생시켜 라이너 마모와 스커핑을 증가시킨다. 또한 피스톤 링 주변에 들어붙은 연소퇴적물에 의하여 피스톤링은 바깥쪽으로 밀리게 되어 실린더 라이너와의 마찰이 급격히 증가될 우려가 있다. 그로 인하여 피스톤링과 라이너의 마모 증가로 인한 손상이 발생할 가능성이 크다. 이를 위해 실린더 라이너와 실린더 커버 사이에 별도의 piston cleaning ring을 설치하여 연소과정 동안 피스톤 톱랜드에 지속적으로 생성되는 연소 퇴적물을 긁어주어 퇴적물 축적을 방지할 수 있다.

실린더 내부의 중화에는 실린더 윤활유의 알칼리가 뿐만 아니라, 실린더 윤활유 급유율도 큰 영향을 미친다. 즉, 실린더 윤활유의 급유율이 너무 작거나 또는 너무 클 경우에는 실린더 라이너의 마모 현상이 발생할 수 있다. 일반적으로 저유황유를 사용할 때에는 낮은 황함유량에 맞춰 낮은 알칼리의 실린더 윤활유를 사용하되 적정 알칼리를 유지하기 위해서 급유율을 증가시켜야 한다. 하지만 이렇게 하는 경우에는 실린더 윤활유를 과도하게 사용하는 단점이 있다. 따라서 높은 알칼리를 갖는 실린더 윤활유를 낮은 급유율로 사용하는 방안이 선박 운영비를 절감할 수 있는 좋은 방안이다. 이외에도 서로 다른 알칼리를 갖는 실린더 윤활유를 혼합하여 실제 사용되는 저유황유의 황함유량에 적합한 알칼리를 갖는 실린더 윤활유를 본선에서 제조하는 방법이 이용되기도 한다. 이는 이전 방식에 비해 실린더 윤활유의 급유율을 더욱 최소화할 수 있어 경제적이지만, 서로 다른 알칼리를 갖는 실린더 윤활유를 섞는 과정에서 윤활유 고유의 세정력과 응력분산성이 유지되기 어려울 수 있으니 주의해야 한다.

그림 7. 실린더 라이너 상부 저온부식 모습

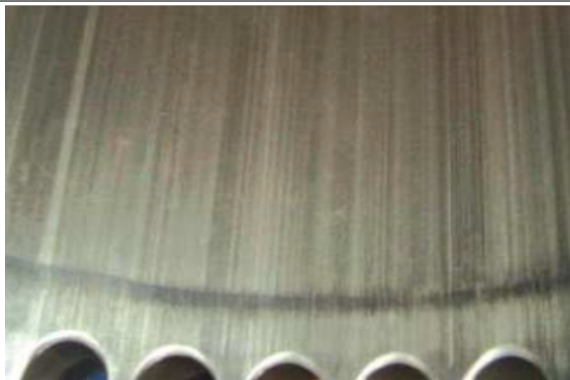


그림 8. 피스톤 상부의 알칼리첨가제(CaCO_3) 퇴적물 모습



그림 9. 실린더 라이너 손상 사례

a) 실린더 스커핑 현상



b) 실린더 라이너 광택 현상



저유황유 사용에 따른 선박 운영상의 안정성 확보 방안

저유황유는 정유사별로 생산 방법이 다양하며, 특히 황 함유량이 상이하고 제조자가 다른 저유황유가 저장탱크 내에서 혼용될 경우에는 혼합성이 우려된다. 이는 탱크 하부에 다량의 슬러지 생성을 야기하여 연료유 폐색 및 엔진 기동 불가능의 문제를 야기할 수 있다. 따라서 가능하면 제조공정과 품질이 유사한 저유황유를 사용할 수 있도록 기름 수급 계획을 수립하고, 부득이하게 서로 다른 성상의 저유황유를 수급해야 될 경우에는 병커링 전에 기름 공급업자로부터 ISO 8217 시험항목에 대한 시험 성적서를 제공 받을 필요가 있다. 이렇게 함으로써 병커링 전 수급 계획된 저유황유의 점도, 인화점, 바이오오일 함량 등의 주요 항목들을 점검하여 문제될 만한 사항을 검토하고, 필요할 경우 적합성 시험이 시행되어야 한다. 또한 병커링 작업 중 동일한 저장탱크에 서로 다른 성상의 저유황유가 최대한 적게 혼합되도록 주의를 기울려야 한다. 저유황유를 선박용 주 연료로써 안전하게 사용하기 위해서는 선박용 디젤엔진의 지속적인 관찰이 요구된다. 이를 위해 선주사 및 선박운영자는 보유 선박에 탑재된 선박용 엔진의 실린더 하부로 드레인된 실린더 오일을 채취하여 분석함으로써 해당 엔진의 실린더 라이너 상태가 정상 범위내에 있는지를 확인할 수 있다. 이에 대한 기준은 일반적으로 엔진제조사에서 제공하고 있으며, 주로 실린더 윤활유의 알칼리기와 철 함량에 따른 실린더 라이너 상태를 검토할 수 있다.

또한 선박용 엔진의 소기공 검사를 통해서 주기적으로 실린더 라이너와 피스톤, 피스톤링의 상태와 연소 퇴적물의 축적 상태를 육안으로 확인해야 하며, 피스톤링의 코팅상태, CL홈(controlled leakage grooves)를 측정하여 정기적으로 실린더 상태를 점검해야 한다. 저유황유를 사용할 경우에는 실린더 라이너의 유막 부족으로 인하여 피스톤링의 미세소착(micro-seizure)이 발생하고 더 나아가 보어광택(bore-polishing)현상이 발생할 우려가 있으므로 이에 대한 주기적인 점검이 필요하다. 만약 실린더 라이너 개방 검사를 할 때 보어광택 현상이 발생한 경우에는 연마작업(light honing)을 즉시 시행함으로써 실린더 라이너에 실린더 윤활유가 유막을 잘 형성될 수 있도록 해야 한다.

요약

현재 해운산업은 다가오는 2020년에 시행되는 강화된 Global SOx 규제를 준수해야 할 뿐만 아니라 시장에서의 경쟁력을 유지하기 위한 방안을 모색해야 하는 상황에 당면해 있다. 강화된 Global SOx 규제에 적절하게 대응하기 위한 방안들 중 저유황유를 선박용 주 연료로 사용할 경우 선주사는 운영 중인 선박에 탑재된 디젤엔진과 보일러 등과 같은 연소장치와 관련 시스템들의 특징을 적절하게 분석하여 해당 선박이 운영 상 안정성을 확보할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다. 특히 저유황유는 기존의 고유황유와는 점도, 밀도, 인화점 및 윤활성 등 다른 성상의 특성을 가지므로 선주사가 고유황유에 최적화된 기존 선박에 적절한 조치 없이 그대로 사용할 경우에는 연료유 필터 폐색, 연료유 펌프 플런저 고착, 실린더 광택 등과 같은 예상치 못한 선박 운영 및 안정상의 어려움에 처할 수 있다.

본 기술문서는 저유황유를 선박용 주 연료로 사용하고자 하는 선주사가 보유선박의 특성을 분석하여 해당 선박이 저유황유를 선박용 주 연료로써 안전하게 사용할 수 있도록 주요장비들과 관련 시스템들의 개선 방향과 주의 사항등 주요 논의사항을 기술하였다. 이를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 선주사가 저유황유를 선박용 주 연료로 안전하게 사용하기 위해서는 고유황유를 선박용 주 연료로 사용할 수 있도록 설계된 기존 선박의 특성을 분석한 후 계획된 저유황유의 특성(비중, 점도 및 유동점 등)을 고려해야 한다. 특히 낮은 유동점을 갖는 저유황유를 실은 선박이 겨울철에 해수온도가 매우 낮은 해역을 항해할 경우 연료유 속의 왁스성분이 고착화되는 현상이 발생되어 연료유 필터 폐색 및 엔진 가동중지 등의 우려가 있다. 이러한 경우 해당 선박의 운항 해역의 특성을 고려하여 저유황유 저장 탱크의 온도가 적정 온도 이상으로 유지될 수 있도록 조치해야 한다.
- (2) 저유황유는 고유황유에 비해 비중이 낮으므로 기존선박의 고유황유 저장탱크를 용도 변경 후 저유황유로 채우는 경우 미미하지만 기존선박의 복원성 및 화물 적재량에 영향을 미칠 수 있다. 보통의 경우 연료유 저장탱크는 해당 선박의 무게 중심점보다 낮은 위치에 있으므로 복원성이 떨어지게 되어 평형수를 추가로 더 실어야 될 수도 있다.
- (3) 저유황유는 고유황유에 비해 점도가 낮으므로 연료공급라인에는 별도의 가열설비들이 요구되지 않으나, 윤활성 저하로 인한 연료유 펌프의 고착현상이 발생할 우려가 있다. 이를 방지하기 위해서는 연료 공급 라인상에 Cooler/chiller를 추가로 설치하여 엔진 입구측에 유입되는 기름의 점도를 40°C에서 최소 2 cst 이상으로 유지될 수 있도록 해야 한다. 또한 연료유 펌프가 기어펌프인 경우에는 5 cSt 이하의 점도에서는 펌프 성능이 감소될 뿐만 아니라, 펌프 윤활에대한 문제가 발생할 우려가 있으므로 해당 펌프에 유입되는 저유황유의 점도를 적정 수준 이상으로 유지될 수 있도록 조치해야 하며 경우에 따라서는 1대의 펌프를 추가로 설치하던지 또는 스크류 펌프로 변경할 필요가 있다.
- (4) 기존의 고유황 중질유를 연소하는데 최적화된 보일러에 증류유나 혼합유와 같은 저유황유를 그대로 사용하는 경우에는 연료의 미립화, 분무와 공기의 혼합이 적절하지 않아 연소 불안정 및 노(furnace)내에 과도한 퇴적물이 쌓일 우려가 있다. 또한 연료 미립화를 증기매체를 이용하는 경우 연료 증발우려가 있으며, 이는 화염의 불안정성 및 부적절한 연소를 야기할 수 있다. 이외에도 고유황 중질유의 연소 감지에 적절한 기존의 화염감지기로는 저유황유의 연소를 제대로 감지하기 어려울 수 있다. 따라서 선주사는 보일러의 안전한 운영을 위해서 제조자의 권고사항에 따라 노즐, 화염감지기 및 공연비를 적절하게 변경해야 할 필요가 있다.
- (5) 선박용 주 연료로 저유황중질유를 사용하는 경우, 탈황과정 중에 연료유 속에 촉매분말(Catalyst fines)이 과도하게 함유되어 실린더 라이너, 피스톤 링, 분사펌프 플런저, 연료밸브 노즐의 과도한 마모현상을 초래할 수 있다. 이러한 이유로 연료유 속의 촉매분말을 제거하기 위해서는 두 대의 원심분리기를 병렬 운전하는 청정과정이 추가로 요구되며, 엔진 입구 측에 최대 10 micron 정도인 연료유 필터를 추가로 설치하여 엔진 입구 측에서의 연료유 내 촉매분말 함유량이 최대 15mg/kg을 넘지 않도록 조치해야 한다.
- (6) 연료유속의 황은 실린더 라이너, 피스톤링 등의 저온부식을 야기하므로 연료유 속의 황함유량에 적합한 알칼리기를 갖는 실린더 윤활유를 사용하는 것이 중요하다. 만약 저유황유를 사용하는 선박용 엔진에

알칼리기가 높은 실린더 윤활유를 사용하는 경우 과다한 CaCO_3 가석출되어 피스톤 톱랜드와 피스톤 링 주변에 퇴적되며, 보어 광택, 라이너 마모 및 스커핑현상이 발생할 우려가 있다. 이를 방지하기 위해서는 실린더 라이너와 실린더 커버 사이에 별도의 피스톤 청소링을 설치하여 피스톤 톱랜드에 지속적으로 생성되는 연소 퇴적물을 긁어주어 퇴적물 축적을 방지할 수 있다.

(7) 서로 성상이 다른 저유황유를 수급한 저유황유가 저장탱크 내에서 혼용될 경우에는 부적합성이 우려된다. 이는 탱크 하부에 다량의 슬러지 생성을 야기하여 연료유 폐색 및 엔진 기동 불가능의 문제를 야기할 수 있다. 따라서 가능하면 제조공정과 품질이 유사한 저유황유를 사용할 수 있도록 기름 수급 계획을 수립하고 병커링 전에 기름공급업자로부터 ISO 8217 시험항목에 대한 시험성적서를 제공받아, 병커링 전 계획된 저유황유의 특성을 파악하여 문제될만한 사항을 사전 검토하고, 필요한 경우 적합성 시험이 시행되어야 한다. 또한 병커링 작업중 동일한 탱크내에 서로 다른 성상의 저유황유가 최대한 적게 혼합되도록 조치해야 한다.

(8) 저유황유 사용 시 해당 선박에 탑재된 디젤엔진의 지속적인 관찰과 검사가 요구된다. 선주사 및 선박운영자는 보유선박에 탑재된 선박용 엔진의 실린더 하부로 드레인 된 실린더 오일을 채취·분석하여 실린더 라이너의 상태를 주기적으로 점검하고 소기공 검사를 통해서 실린더 라이너와 피스톤, 피스톤링의 마모상태와 연소퇴적물의 축적 상태를 점검해야 한다. 또한 피스톤링의 코팅상태, CL(controlled leakage grooves)를 측정하여 정기적으로 실린더 상태를 점검해야 할 필요가 있다.

이번에 발행한 선주지침서 III(저유황유편) 외에 우리 선급 연구소에서는 ISO 8217에서 제시되고 있는 약 17가지 시험항목에 대한 저유황유 특성과 본선에서 관리해야 할 사항에 대해 기술한 보고서를 발행할 예정이다.

개인보호장구 미착용으로 인한 추락사고 위험(안전사고)

위험상황
전 개**Accommodation Ladder 철거 작업 중 개인보호장구 미착용으로 인한 추락 사고 위험**

- 선적항 출항 후, Accommodation Ladder 격납 작업을 진행함
- 이안 작업을 마치고 복귀하던 2항사가 Accommodation Ladder 격납 작업 중이던 갑판부원이 구명조끼만 착용하고, 안전대*·안전줄을 착용하지 않은 것을 발견함

* 안전대 : 벨트, 로프로 구성되어 추락에 의한 위험을 방지하기 위한 보호구

- 2항사는 즉시 작업을 중단시키고, 갑판부원에게 안전대·안전줄을 착용할 것을 지시함
- 갑판부원은 안전대·안전줄을 착용한 후 격납작업을 마무리하였음
- 만약 개인보호장구를 착용하지 않고 격납 작업을 계속 하였다면, 작업자가 선외로 추락하는 안전사고가 발생할 수 있었음

화물창 청소 작업 중 개인보호장구 미착용으로 인한 추락 사고 위험

- 화물창의 해치코밍(Hatch Coaming)* 청소 중, 한 갑판부원이 개인보호장구(안전대)를 착용 하지 않음

* 화물칸의 개구부 주위에 물이 들어오지 않도록 높게 두른 테두리

- 갑판장이 이를 발견하여 즉시 작업을 중단시키고, 해당 선원에게 개인보호장구를 착용하도록 지시함
- 만약 갑판장이 이를 발견하지 못한 채 청소 작업이 계속되었다면, 해당 선원이 화물창 내부로 추락하는 안전사고가 발생할 수 있었음

사
고
원
인**[직접 원인]**

- 작업 중 개인보호장구(안전대 및 안전줄) 미착용
- 개인보호장구를 착용하지 않은 상태에서 작업 진행

[간접 원인]

- 추락 방지 장구의 착용 의무에 대한 작업 전 교육 및 절차 미비
- 작업 전 안전장비 착용 감독 체계 미비

[잠정 원인]

- 고소 작업 전 작업안전회의 및 위험성 식별에 관한 사항이 선내 절차에 적절히 반영되지 않았거나 실질적으로 이행되지 않았을 수 있음
- 작업 중 안전관리·감독을 위한 인원이 배치되지 않았을 수 있음

<p>유사 사고 및 재결사례</p>	<p>어선 I호 선원 추락사고</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (사고개요) 조업 중인 어선 I호에서 투망 작업 중이던 선원이 추락 방지 장구를 착용하지 않아 해상으로 추락함 <p>어선 J호 선원 추락사고</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (사고개요) 항해중인 어선 J호에서 선원 2명이 갑판에서 작업 중 추락방지 장구를 착용하지 않아 선창 내부로 추락함
<p>예방교훈</p>	<p>! 고소 작업전 개인보호장구(안전대) 착용 필수</p> <p>[직·간접적인 준해양사고 발생의 원인을 제거하기 위한 조치]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 개인보호장구 착용 절차 및 감독 강화 ○ 고소 작업 안전 감독 체계 강화 ○ 작업 전 안전회의(TBM) 실시 <p>[향후 유사한 상황을 예방하기 위해 추가적으로 필요한 조치]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 개인보호장구 착용 관련 정기 교육(사고사례 포함) 강화 ○ 작업 중 감독자 이중 확인 체계 도입 ○ 제한된 작업 환경 장소 정비
<p>관련 규정 또는 기준 (세부 불임)</p>	<p>[해사안전 관련 국내법령]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 선원법 시행령 제52조의2 ○ 선원법 제82조 ○ 선원의 안전 및 위생에 관한 규칙 제2조, 제3조, 제4조, 제5조 ○ 산업안전보건법 제38조 ○ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제31조, 제32조, 제42조, 제44조 <p>[국제해사기구 또는 타국의 관련 규정]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ MSC.1/Circ.1331 3.8 ○ DIRECTIVE 2009/104/EC/지침 89/391/EEC 제16조(유럽의회 및 이사회지침) <p>[산업계 지침]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 안전대 사용지침(KOSHA GUIDE) 4~8 ○ 추락재해방지 표준안전 작업지침 제17조 ○ Code of Safe Working Practices for Merchant Seafarers(2024 Edition) 8, 17

□ **Case 06 관련 규정 또는 기준(상세)**

□ **선원법 시행령**

제52조의2(안전운항을 위한 선박소유자의 의무)

「선원의 훈련·자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 국제협약」의 적용을 받는 선박소유자는 법 제 63조제1항제3호에 따라 선박운항의 안전을 위한 다음 각호의 사항을 이행하여야 한다.

1. 선원에게 선박안에서의 임무 및 선박의 특성을 숙지하도록 교육을 실시할 것
2. 선장에게 선박안에서 필요한 근무지침서를 제공할 것
3. 선장에게 해상인명안전 및 해양환경보호와 관련된 국내외의 규정등 자료를 제공할 것
4. 선원을 교체할 때에는 업무의 인계·인수에 소요되는 충분한 시간을 선원에게 줄 것

□ **선원법**

제82조(선박소유자 등의 의무)

- ① 선박소유자는 선원에게 보호장구와 방호장치 등을 제공하여야 하며, 방호장치가 없는 기계의 사용을 금지하여야 한다.
- ② 선박소유자는 해양수산부령으로 정하는 바에 따라 위험한 선내 작업에는 일정한 경험이나 기능을 가진 선원을 종사시켜야 한다.
- ③ 선박소유자는 감염병, 정신질환, 그 밖의 질병을 가진 사람 중에서 승무가 곤란하다고 해양수산부령으로 정하는 선원을 승무시켜서는 아니 된다.
- ④ 선박소유자는 선원의 직무상 사고등이 발생하였을 때에는 즉시 해양항만관청에 보고하여야 한다.
- ⑤ 선박소유자는 선내 작업 시의 위험 방지, 의약품의 비치와 선내위생의 유지 및 이에 관한 교육의 시행 등에 관하여 해양수산부령으로 정하는 사항을 지켜야 한다.
- ⑥ 선장은 특별한 사유가 없으면 선박이 기항하고 있는 항구에서 선원이 의료기관에서 부상이나 질병의 치료를 받기를 요구하는 경우 거절하여서는 아니 된다.
- ⑦ 대통령령으로 정하는 선박소유자는 선박에 승선하는 선원에게 제복을 제공하여야 한다. 이 경우 제복의 제공시기, 복제 등에 관하여는 해양수산부령으로 정한다.

□ **선원의 안전 및 위생에 관한 규칙**

제2조(선박소유자의 임무)

선박소유자는 「선원법」(이하 “법”이라 한다) 제82조제5항에 따라 선내작업시에 발생하는 위험의 방지와 선내위생의 유지를 위하여 다음의 사항을 지켜야 한다.

1. 선내작업에 필요한 기계·기구·용구등의 공급
2. 선내위생의 유지에 필요한 의약품·위생용품·의료서적등의 공급
3. 작업시 안전을 위한 조명장치·안전표시 기타 보조기구의 설치
4. 거주구역·기관실·조리실등의 환기·채광·조명 및 온도의 유지와 소음 및 진동의 방지등 위생상 양호한 상태를 유지하기 위한 시설의 설치
5. 거주구역 및 창고등에 쥐·벌레등을 없애기 위한 약품의 공급
6. 산소 및 인체에 유해한 기체등의 측정에 필요한 기구의 공급. 다만, 냉동시설이 설치되어 있지 아니한 연근해어선은 그러하지 아니하다.
7. 화물창에서의 작업, 높은 곳에서의 작업, 용접작업, 무거운 물건을 취급하는 작업, 전기류사용작업, 어로작업등 위험작업시의 위해방지를 위한 필요한 보호기구의 공급

8. 선내안전 및 위생관리에 필요한 교육의 실시
9. 선내작업시의 위해방지 및 위생의 유지를 위한 선내안전위생수칙의 제정 및 보급

제3조(위험한 선내작업등)

① 법 제82조제2항에 따른 위험한 선내작업이란 다음 각 호의 작업을 말한다.

1. 양묘기(뭇줄을 감거나 푸는 기계)·권양기(도르래를 이용하여 밧줄이나 쇠사슬로 물건을 들어 올리거나 내리는 기계)를 조작하는 작업
2. 하역용장비를 조작하는 작업
3. 바닥에서 2미터 이상인 장소에서 보조장비를 사용하여 하는 작업
4. 몸의 중심을 선체밖으로 내놓고 하는 작업
5. 산소결핍의 우려가 있는 장소에서 하는 작업
6. 인체에 유해한 가스를 검지하는 작업
7. 위험화물의 상태를 점검하는 작업
8. 감전의 우려가 있는 전기공사작업
9. 금속의 용접·절단 또는 가열작업

② 선박소유자는 법 제82조제2항에 따라 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자가 아니면 위험한 선내작업에 종사시킬 수 없다.

1. 제1항 각호의 규정에 의한 작업에 6월 이상 근무한 경력이 있는 자 또는 당해 작업을 할 수 있는 자로서 국가에서 인정한 해당자격증을 소지한 자
2. 선원법시행규칙 별표 2의 규정에 의한 당직부원교육과정을 수료한 자
3. 선박직원법 제4조의 규정에 의하여 해기사면허를 받은 자

제4조(안전담당자의 선임)

① 선박소유자는 법 제82조제2항에 따라 선내작업으로 인한 위험을 방지하고 기타 이 규칙에서 정하는 사항을 이행하기 위하여 선박에 기관장 또는 2년 이상 승선근무한 경력이 있는 기관사중에서 안전담당자 1인을 선임하여야 한다. 다만, 선원이 10인 이하인 선박의 경우에는 선장을 안전담당자로 할 수 있다.

② 위험물선박운송및저장규칙 제2조제1호의 규정에 의한 위험물을 상시 운송하는 선박에는 제1항의 규정에 의한 안전담당자외에 1등 항해사를 위험물안전담당자로 선임하여야 한다. 다만, 선원이 10인 이하인 선박의 경우에는 위험물안전담당자를 선임하지 아니할 수 있다.

제5조(안전담당자의 임무)

① 안전담당자는 다음 각호의 임무를 수행한다.

1. 선내작업상의 안전도 확인 및 적절한 작업인원의 배치
2. 안전장비·위험탐지기구·소화기구·보호기구 기타 위험방지를 위한 설비·용구등의 비치 및 점검
3. 작업중 위험한 사태가 발생하였거나 발생할 우려가 있을 때의 응급조치 또는 방지조치
4. 안전장비 및 보호기구등의 사용방법과 안전수칙 기타 작업의 안전에 관한 교육
5. 선내안전관리에 관한 기록의 작성 및 보관
6. 기타 안전조치에 필요한 사항

② 위험물안전담당자는 위험물의 취급과 관련된 제1항 각호의 임무를 수행하여야 한다.

□ 산업안전보건법 제38조

제38조(안전조치)

① 사업주는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 위험으로 인한 산업재해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.

1. 기계·기구, 그 밖의 설비에 의한 위험

2. 폭발성, 발화성 및 인화성 물질 등에 의한 위험
3. 전기, 열, 그 밖의 에너지에 의한 위험
- ② 사업주는 굴착, 채석, 하역, 벌목, 운송, 조작, 운반, 해체, 중량물 취급, 그 밖의 작업을 할 때 불량한 작업방법 등에 의한 위험으로 인한 산업재해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.
- ③ 사업주는 근로자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 장소에서 작업을 할 때 발생할 수 있는 산업재해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.
 1. 근로자가 추락할 위험이 있는 장소
 2. 토사·구축물 등이 붕괴할 우려가 있는 장소
 3. 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 장소
 4. 천재지변으로 인한 위험이 발생할 우려가 있는 장소
- ④ 사업주가 제1항부터 제3항까지의 규정에 따라 하여야 하는 조치(이하 "안전조치"라 한다)에 관한 구체적인 사항은 고용노동부령으로 정한다.

□ 산업안전보건기준에 관한 규칙

제31조(보호구의 제한적 사용)

- ① 사업주는 보호구를 사용하지 아니하더라도 근로자가 유해·위험작업으로부터 보호를 받을 수 있도록 설비개선 등 필요한 조치를 하여야 한다.
- ② 사업주는 제1항의 조치를 하기 어려운 경우에만 제한적으로 해당 작업에 맞는 보호구를 사용하도록 하여야 한다.

제32조(보호구의 지급 등)

- ① 사업주는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 작업을 하는 근로자에 대해서는 다음 각 호의 구분에 따라 그 작업조건에 맞는 보호구를 작업하는 근로자 수 이상으로 지급하고 착용하도록 하여야 한다.
 1. 물체가 떨어지거나 날아올 위험 또는 근로자가 추락할 위험이 있는 작업: 안전모
 2. 높이 또는 깊이 2미터 이상의 추락할 위험이 있는 장소에서 하는 작업: 안전대(安全帶)
 3. ~ 11. (생략)
- ② 사업주로부터 제1항에 따른 보호구를 받거나 착용지시를 받은 근로자는 그 보호구를 착용하여야 한다.

제42조(추락의 방지)

- ① 사업주는 근로자가 추락하거나 넘어질 위험이 있는 장소[작업발판의 끝·개구부(開口部) 등을 제외한다]또는 기계·설비·선박블록 등에서 작업을 할 때에 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우 비계(飛階)를 조립하는 등의 방법으로 작업발판을 설치하여야 한다.
- ② 사업주는 제1항에 따른 작업발판을 설치하기 곤란한 경우 다음 각 호의 기준에 맞는 추락방호망을 설치해야 한다. 다만, 추락방호망을 설치하기 곤란한 경우에는 근로자에게 안전대를 착용하도록 하는 등 추락위험을 방지하기 위해 필요한 조치를 해야 한다.
 1. 추락방호망의 설치위치는 가능하면 작업면으로부터 가까운 지점에 설치하여야 하며, 작업면으로부터 망의 설치지점까지의 수직거리는 10미터를 초과하지 아니할 것
 2. 추락방호망은 수평으로 설치하고, 망의 처짐은 짧은 변 길이의 12퍼센트 이상이 되도록 할 것
 3. 건축물 등의 바깥쪽으로 설치하는 경우 추락방호망의 내민 길이는 벽면으로부터 3미터 이상 되도록 할 것. 다만, 그물코가 20밀리미터 이하인 추락방호망을 사용한 경우에는 제14조제3항에 따른 낙하물 방지망을 설치한 것으로 본다.
- ③ 사업주는 추락방호망을 설치하는 경우에는 한국산업표준에서 정하는 성능기준에 적합한 추락방호망을 사용하여야 한다.
- ④ 사업주는 제1항 및 제2항에도 불구하고 작업발판 및 추락방호망을 설치하기 곤란한 경우에는 근로자로 하여금 3개 이상의 버팀대를 가지고 지면으로부터 안정적으로 세울 수 있는 구조를 갖춘 이동식 사다리를 사용하여 작업을 하게 할 수 있다. 이 경우 사업주는 근로자가 다음 각 호의 사항을 준수하도록 조치해야 한다.

1. 평탄하고 견고하며 미끄럽지 않은 바닥에 이동식 사다리를 설치할 것
2. 이동식 사다리의 넘어짐을 방지하기 위해 다음 각 목의 어느 하나 이상에 해당하는 조치를 할 것
가. 이동식 사다리를 견고한 시설물에 연결하여 고정할 것
나. 아웃트리거(outrigger, 전도방지용 지지대)를 설치하거나 아웃트리거가 붙어있는 이동식 사다리를 설치할 것
다. 이동식 사다리를 다른 근로자가 지지하여 넘어지지 않도록 할 것
3. 이동식 사다리의 제조사가 정하여 표시한 이동식 사다리의 최대사용하중을 초과하지 않는 범위 내에서만 사용할 것
4. 이동식 사다리를 설치한 바닥면에서 높이 3.5미터 이하의 장소에서만 작업할 것
5. 이동식 사다리의 최상부 발판 및 그 하단 디딤대에 올라서서 작업하지 않을 것 다만 높이 1미터 이하의 사다리는 제외한다
6. 안전모를 착용하되, 작업 높이가 2미터 이상인 경우에는 안전모와 안전대를 함께 착용할 것
7. 이동식 사다리 사용 전 변형 및 이상 유무 등을 점검하여 이상이 발견되면 즉시 수리하거나 그 밖에 필요한 조치를 할 것

제44조(안전대의 부착설비 등)

- ① 사업주는 추락할 위험이 있는 높이 2미터 이상의 장소에서 근로자에게 안전대를 착용시킨 경우 안전대를 안전하게 걸어 사용할 수 있는 설비 등을 설치하여야 한다. 이러한 안전대 부착설비로 지지로프 등을 설치하는 경우에는 처지거나 풀리는 것을 방지하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.
- ② 사업주는 제1항에 따른 안전대 및 부착설비의 이상 유무를 작업을 시작하기 전에 점검하여야 한다.

□ MSC.1/Circ.1331(승하선 설비의 건설, 서치, 관리 및 검사에 관한 지침)

3.8 장비 설치(안전망)

승강사다리 및 갠웨이에서 사람이 승·하선 장비에서 떨어지거나 선박과 부두 사이로 추락할 가능성이 있는 경우, 해당 구역에 안전망을 설치해야 한다.

□ DIRECTIVE 2009/104/EC/(유럽의회 및 이사회지침)

89/391/EEC/4.(고소작업을 위한 임시 작업 장비 사용에 관한 규정)

4.1. 일반 규정

4.1.1.

지침 89/391/EEC 제6조 및 본 지침 제3조에 따라, 적절한 표면에서 안전하고 적합한 인체공학적 조건으로 고소작업을 수행할 수 없는 경우, 안전 작업 조건을 보장하고 유지할 수 있는 가장 적합한 작업 장비를 선택해야 한다.

집단 보호 조치는 개인 보호 조치보다 우선되어야 한다. 작업 장비의 크기는 수행될 작업의 성격 및 예측 가능한 하중에 적합해야 하며, 위험 없이 통과할 수 있어야 한다.

임시 고소 작업장으로 접근하기 위한 가장 적합한 수단은 이동 빈도, 극복해야 할 높이, 사용 기간에 따라 선택해야 한다. 선택된 접근 수단은 긴급 상황 시 대피가 가능해야 한다. 접근 수단과 작업 플랫폼, 갑판, 갠웨이 간의 이동은 추락 위험을 초래해서는 안 된다.

4.1.2.

사다리는 4.1.1항에 명시된 상황에서 다른 더 안전한 작업 장비 사용이 정당화되지 않을 경우, 낮은 수준의 위험이 예상되거나 작업 기간이 짧고, 사용 현장에서 변경할 수 없는 기존의 제약 조건이 있는 경우에만 고소 작업을 위한 작업 공간으로 사용될 수 있다.

4.1.3.

로프 접근 및 자세 유지 기술은 위험 평가에 따라 작업을 안전하게 수행할 수 있으며, 다른 더 안전한 작업 장비의 사용이 정당화되지 않는 경우에만 사용될 수 있다. 위험 평가 및 작업의 지속 시간, 인체공학적 제약을 고려하여, 적절한 액세서리가 포함된 작업용 좌석을 제공해야 한다.

4.1.4.

위의 사항에 따라 선택된 작업 장비 유형에 따라, 해당 장비와 관련된 위험을 최소화하기 위한 적절한 조치를 결정해야 한다. 필요할 경우 추락 방지를 위한 보호 장치를 설치해야 하며, 이러한 장치는 적절한 구성이어야 하고 충분한 강도를 가져야 하며, 추락을 방지하거나 추락을 멈추도록 설계되어야 한다. 또한 가능한 한 작업자의 부상을 방지해야 한다. 추락 방지를 위한 집단적 보호 장치는 사다리 또는 계단 입구에서만 중단될 수 있다.

4.1.5.

특정 작업의 수행을 위해 추락 방지용 집단 보호 장치를 일시적으로 제거해야 하는 경우, 효과적인 보완 안전 조치를 취해야 한다. 이러한 조치가 실행되기 전에는 작업을 수행할 수 없다. 해당 작업이 완료되면, 집단적 추락 방지 장치를 즉시 다시 설치해야 한다.

4.1.6.

임시 고소작업은 기상 조건이 근로자의 안전과 건강을 위협하지 않는 경우에만 수행할 수 있다.

□ Case 06 관련 산업계 지침 (상세)

“고소 작업전 개인보호장구(안전대) 착용 필수”와 관련된 산업계지침

□ 안전대 사용지침(kosha)

4. 안전대의 종류 및 명칭

4.1 안전대의 종류

안전대의 종류는 <표 1> 및 <그림 1>과 같다.

<표 1> 안전대의 종류

종류	등급	사용구분
벨트식(B식), 안전그네식(H식)	1종	U자걸이 전용
	2종	1개걸이 전용
	3종	1개걸이 U자걸이 공용
	4종	안전블록
	5종	추락방지대

<그림 1>

1종	U자 걸이 전용	2종	1개 걸이 전용	3종	1개걸이 U자걸이 공용

5. 안전대의 착용대상 작업

안전대는 추락위험이 있는 작업에는 반드시 착용하여야 하며, 추락의 위험이 있는 장소는 다음과 같다.

- (1) 작업발판(폭 40cm)이 없는 장소의 작업.
- (2) 작업발판이 있어도 난간대가 없는 장소의 작업
- (3) 난간대로부터 상체를 내밀어 작업하는 경우
- (4) 작업발판과 구조체 사이의 거리가 30cm 이상으로 수평방호시설이 없는 장소의 작업

6. 안전대의 선정

안전대의 선정은 다음 사용목적에 적합한 안전대를 선정하여야 한다.

- (1) 1종 안전대는 전주 위에서의 작업과 같이 발받침은 확보되어 있어도 불안전하여 체중의 일부를 U자 걸이로 안전대에 지지하여야만 작업을 할 수 있으며, 1개 걸이의 상태로는 사용하지 않도록 선정해야 한다.
- (2) 2종 안전대는 1개 걸이 전용으로서 작업을 할 경우, 안전대에 의지하지 않아도 작업할 수 있는 발판이 확보 되었을 때 사용한다. 다만 로우프의 끝단에 클립이 부착된 것은 수직지지 로우프만으로 안전대를 설치하는 경우에 사용한다.
- (3) 3종 안전대는 1개 걸이와 U자 걸이로 사용할 때 적합하다. 특히 U자걸이 작업시 후크를 걸고 벗길 때 추락을 방지하기 위해 보조로우프를 사용하는 것이 좋다.

7. 안전대의 사용

- (1) 안전대의 착용은 다음에 정하는 착용방법에 따라야 한다.
 - (가) 벨트는 추락시 작업자에게 충격을 최소한으로 하고 추락저지시 발쪽으로빠지지 않도록 요골 근처에 확실하게 착용하여야 한다.
 - (나) 박클을 바르게 사용하고, 벨트 끝이 벨트 통로를 확실하게 통과하여야 한다.
 - (다) 신축조절기를 사용할 때에는 각 링에 바르게 걸어야 하며, 벨트 끝이나 작업복이 말려 들어가지 않도록 주의하여야 한다.
 - (라) U자걸이 사용시 후크를 각링이나 D링 이외의 것에 잘못 거는 일이 없도록 벨트의 D링이나 각링부에는 후크가 걸릴 수 있는 물건을 부착하지 말아야 한다.
 - (마) 착용 후 지상에서 각각의 상태에서 체중을 걸고 각 부품의 이상 유무를 확인한 후 사용하여야 한다.
 - (바) 안전대를 지지하는 대상물은 로우프의 이동에 의해 로우프가 벗겨지거나 빠질 우려가 없는 구조로서 충격에 충분히 견딜 수 있어야 한다.
 - (사) 안전대를 지지하는 대상물에 추락시 로우프를 절단할 위험이 있는 예리한 각이 있는 경우에는 로우프가 예리한 각에 접촉하지 않도록 충분한 조치를 하여야 한다.

8. 안전대의 점검

책임자를 정하여 안전대의 점검, 보수, 보관 및 폐기에 대한 관리대장에 다음에 정하는 기준에 의하여 그 결과나 관리상의 필요한 사항을 기록하여야 한다.

- (1) 벨트의 마모, 흠, 비틀림, 약품류에 의한 변색
- (2) 재봉실의 마모, 절단, 풀림
- (3) 철물류의 마모, 균열, 변형, 전기단락에 의한 용융, 리벳이나 스프링의 상태
- (4) 로우프의 마모, 소선의 절단, 흠, 열에 의한 변형, 풀림 등의 변형, 약품류에 의한 변색
- (5) (생략)

□ 추락재해방지 표준안전 작업지침

제17조(안전대의 사용)

지안전대 사용은 다음 각 호에 정하는 사용방법에 따라야 한다.

1. 1개 걸이 사용에는 다음 각목에 정하는 사항을 준수하여야 한다.
 - 가. 로우프 길이가 2.5미터 이상인 2종 안전대는 반드시 2.5미터 이내의 범위에서 사용하도록 하여야 한다.
 - 나. 안전대의 로우프를 지지하는 구조물의 위치는 반드시 벨트의 위치보다 높아야 하며, 작업에 지장이 없는 경우 높은 위치의 것으로 선정하여야 한다.
 - 다. 신축조절기를 사용하는 경우 작업에 지장이 없는 범위에서 로우프의 길이를 짧게 조절하여 사용하여야 한다.
 - 라. 수직 구조물이나 경사면에서 작업을 하는 경우 미끄러지거나 마찰에 의한 위험이 발생할 우려가 있을 경우에는 설비를 보강하거나 지지로우프를 설치하여야 한다.
 - 마. 추락한 경우 전자상태가 되었을 경우 물체에 충돌하지 않는 위치에 안전대를 설치하여야 한다.
 - 바. 바닥면 으로부터 높이가 낮은 장소에서 사용하는 경우 바닥면으로 부터 로우프 길이의 2배 이상의 높이에 있는 구조물 등에 설치하도록 해야 한다. 로우프의 길이 때문에 불가능한 경우에는 3종 또는 4종 안전대를 사용하여 로우프의 길이를 짧게하여 사용하도록한다.
 - 사. 추락시에 로우프를 지지한 위치에서 신체의 최하점까지의 거리를 h 라 하면 $h = \text{로우프의 길이} + \text{로우프의 신장길이} + \text{작업자키의 } 1/2$ 이 되고, 로우프를 지지한 위치에서 바닥면까지의 거리를 H 라 하면 $H > h$ 가 되어야만 한다.
2. U자걸이 사용에는 다음 각 목에 정하는 사항을 준수하여야 한다.
 - 가. U자걸이로 1종, 3종 또는 4종안전대를 사용하여야 하며, 후크를 걸고 벗길 때 추락을 방지하기 위하여 1종, 3종은 보조로우프, 4종은 후크를 사용하여야 한다.
 - 나. 후크가 확실하게 걸려 있는지 확인하고 체중을 옮길 때는 갑자기 손을 떼지 말고 서서히 체중을 옮겨 이상이 없는가를 확인한 후 손을 떼도록 하여야 한다.
 - 다. 전주나 구조물 등에 둘러진 로우프의 위치는 허리에 착용한 벨트의 위치보다 낮아지지 않도록 주의하여야 한다.
 - 라. 로우프의 길이는 작업상 필요한 최소한의 길이로 하여야 한다.
 - 마. 추락 저지시에 로우프가 아래로 미끄러져 내려가지 않는 장소에 로우프를 설치하여야 한다.
3. 4종 안전대 사용에는 다음 각목에 정하는 사항을 준수하여야 한다.
 - 가. 4종안전대는 통상 1개 걸이와 U자걸이 겸용으로 특히 U자걸이 사용할때 후크를 D링에 걸고 벗길 때 미리 보조후크를 구조물에 설치하여 추락을 방지하도록 하여야 한다. 보조후크 사용할 때 로우프의 길이는 1.5미터의 범위내에서 사용하여야 한다.
 - 나. 전주 등을 승강하는 경우 로우프를 U자걸이 상태로 승강하고 만일 장애물이 있을 때에는 보조후크를 사용하여 장애물을 피하여야 한다.
4. 보조로우프의 사용은 보조로우프의 한쪽을 D링 또는 각링에 설치하고 다른 한쪽은 구조물에 설치하는 것으로서 로우프의 양단에 후크가 부착된 것은 구조물에 설치되는 후크가 2중구조가 아니더라도 D링 또는 각링에 걸리는 후크는 반드시 2중 이탈방지 구조의 후크로 하여야 한다.
5. 클립부착안전대의 사용에는 다음 각 목에 정하는 사항을 준수하여야 한다.
 - 가. 1종 또는 2종 클립부착 안전대는 로우프 끝단의 클립을 합성수지 로우프의 수직 지지 로우프에 설치해서 사용하여야 한다.
 - 나. 지지로우프는 클립에 표시된 굵기로서 2,340킬로그램 이상의 인장강도를 갖는 것을 사용하여야 한다.
 - 다. 클립을 지지로우프에 설치할 경우 클립에 표시된 상하방향이 틀리지 않도록 하고 이탈방지 장치를 확실하게 조작하여야 한다.
6. 수직지지로우프에 부착하여 사용하는 경우에는 다음 각목에 정하는 사항을 준수하여야 한다.
 - 가. 합성섬유로우프의 지지로우프에 후크 또는 카라비나 부착 안전대를 설치하는 경우 지지 로우프에 부착된 크립에 후크 또는 카라비나를 걸어서 사용하여야 한다.
 - 나. 한줄의 지지로우프를 이용하는 작업자의 수는 1인으로 하여야 한다.
 - 다. 허리에 장착한 벨트의 위치는 지지로우프에 부착된 크립의 위치보다 위에 있지 않도록 사용하여야 한다.
 - 라. 추락한 경우에 지지상태에서 다른 물체에 충돌하지 않도록 사용하여야 한다.

- 마. 긴 합성섬유로우프로 된 지지로우프를 사용하는 경우 추락저지시에 아래부분의 장애물에 접촉하지 않도록 사용하여야 한다.
- 7. 수평지지로우프에 부착하여 사용하는 경우에는 다음 각목에 정하는 사항을 준수하여야 한다.
 - 가. 수평지지로우프는 안전대를 부착시킬 수 있는 구조물이 없고 작업공정이 횡이동 또는 작업상 빈번히 횡방향으로 이동할 필요가 있는 경우에 벨트의 높이보다 높은 위치에 설치하고 수평 지지로우프에 안전대의 후크 또는 카라비나를 걸어 사용하여야 한다.
 - 나. 한줄의 지지로우프를 이용하는 작업자의 수는 1인으로 하여야 한다.
 - 다. 추락한 경우 진자상태가 되어 물체에 충돌하지 않도록 사용하여야 한다.
 - 라. 합성섬유로우프를 지지로우프로 사용하는 경우 추락저지시 아래부분의 장애물에 접촉되지 않도록 사용하여야 한다.

□ **Code of Safe Working Practice for Merchant Seafarers(2024 Edition)**

8. 개인 보호 장비

8.9. 추락 방지

8.9.1 높이에서 작업하는 모든 인원(즉, 추락 위험이 있는 위치에서 작업하는 경우)은 라이프라인에 연결된 안전 하네스(또는 충격 흡수 장치가 포함된 벨트)를 착용해야 합니다. 선박이 거친 바다에서 항해 중일 경우, 절대적으로 필요한 경우가 아니라면 갑판에서 작업하지 않아야 합니다. 작업이 불가피한 경우, 갑판에서 작업하는 선원은 반드시 라이프라인에 고정되거나 선체 구조에 부착된 하네스를 착용해야 합니다. 이는 추락 방지와 함께 바다로 휩쓸리거나 선체에 부딪히는 위험을 방지합니다.

8.9.2 관성 클램프 장치는 더 큰 움직임의 자유를 제공합니다.

17. 고소 작업

17.2 일반 사항

17.2.2 추락 위험이 있는 고소 작업을 수행하는 인원은 항상 라이프라인이나 기타 추락 방지 장치가 부착된 안전 하네스를 착용해야 합니다. 필요하고 적절한 경우에는 안전망을 설치해야 합니다. 또한, 선체 외부에서 작업할 경우 작업용 구멍조끼(개인 부력 장치) 또는 부력 의류를 착용해야 합니다. 즉시 사용할 수 있도록 충분한 길이의 로프가 연결된 구멍부환을 준비해 두십시오. 작업 중인 인원은 갑판 위에서 관찰자가 지속적으로 주시해야 합니다.

CASE 07

정비기기 결함으로 인한 화재사고 위험(화재사고)

위험상황 전 개	<p>용접 작업 중 케이블 손상으로 인한 전기 화재 사고 위험</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 거주구 외부에서 용접 작업 중이던 기관부원이 용접기 전선에서 나오는 연기를 발견함 ○ 기관부원은 즉시 용접기의 전원을 차단하고, 기관장에게 상황을 보고함 ○ 기관장은 용접기 전선을 교체하고, 선원들에게 용접 작업 시 주의 사항에 대해 교육함 ○ 만약 기관부원이 이를 발견하지 못했다면, 화재사고가 발생할 수 있었음 <p>차량 갑판 내 용접기 전선으로 인한 화재 사고</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 화물 작업 중 차량 갑판* 순찰 중 용접기에서 연기가 나오는 것을 발견함 ○ 확인 결과, 5번 갑판에 위치한 이동식 용접기 전선에서 화재가 발생한 것을 확인하였음 ○ 즉시 육상 측 화물 담당자에게 보고하고, 소화 작업을 진행함 ○ 만약 초기에 발견하여 진화하지 못했다면, 대형 화재사고가 발생할 수 있었음 <p><small>* 자동차 운반선 내 자동차(화물)를 적재하는 갑판</small></p>
사 원 고 인	<p>[직접 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 용접기 전선의 불량 또는 노후화 <p>[간접 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 정비 작업 전 정비기기 상태 점검 절차 미준수 ○ 정비기기 관리 절차 미준수 ○ 전선 보호, 보관, 관리 절차 미준수 <p>[잠정 원인]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전선의 부적절한 배치 및 정비 환경으로 인한 손상 ○ 정비 장비 점검에 대한 안전의식이 충분하지 않았을 수 있음
유사 사고 및 재결사례	<p>유조선 K호 화재사고</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (사고개요) 작업을 위해 전동 그라인더를 사용한 이후 전원 플러그를 뽑지 않고 방치, 전선의 절연불량부에서 누전되어 화재가 발생함
예방교훈	

	<p>! 용접 작업 전 기기 외관, 작동상태 점검 필수</p> <p>[직·간접적인 준해양사고 발생의 원인을 제거하기 위한 조치]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 용접기 전선 상태 사전 점검 및 유지보수 강화 <p>[향후 유사한 상황을 예방하기 위해 추가적으로 필요한 조치]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 용접 작업 관련 정기적 교육 및 점검 체계 확립 ○ 용접용 전선이 반복적인 충격, 열 또는 습기에 노출되지 않도록 보관방법 검토
<p>관련 규정 또는 기 준 (세부 불임)</p>	<p>[해사안전 관련 국내법령]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 산업안전보건기준에 관한 규칙 233조, 제234조, 제236조, 제241조, 제241조의2, 제306조, 제356조 ○ 전기설비기술기준 제8조, 제13조 ○ 화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률 제17조 ○ 화재의예방및안전관리에관한법률 시행령 별표1. <p>[국제해사기구 또는 타국의 관련 규정]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국제해상인명안전협약(SOLAS) 2-2장/ 4.5.2 규칙 ○ 선원의 훈련, 자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 협약(STCW) 5장 1절 <p>[산업계 지침]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Engine Room Procedure Guide(2nd Edition) 11장 ○ International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals(ISGOTT) 6th Edition 9장 9.5

□ **Case 07 관련 규정 또는 기준(상세)**

□ **산업안전보건기준에 관한 규칙**

제233조(가스용접 등의 작업)

사업주는 인화성 가스, 불활성 가스 및 산소(이하 "가스등"이라 한다)를 사용하여 금속의 용접·용단 또는 가열작업을 하는 경우에는 가스등의 누출 또는 방출로 인한 폭발·화재 또는 화상을 예방하기 위해 다음 각 호의 사항을 준수해야 한다.

1. 가스등의 호스와 취관(吹管)은 손상·마모 등에 의하여 가스등이 누출할 우려가 없는 것을 사용할 것
2. 가스등의 취관 및 호스의 상호 접촉부분은 호스밴드, 호스클립 등 조임기구를 사용하여 가스등이 누출되지 않도록 할 것
3. 가스등의 호스에 가스등을 공급하는 경우에는 미리 그 호스에서 가스등이 방출되지 않도록 필요한 조치를 할 것
4. 사용 중인 가스등을 공급하는 공급구의 밸브나 콕에는 그 밸브나 콕에 접속된 가스등의 호스를 사용하는 사람의 이름표를 붙이는 등 가스등의 공급에 대한 오조작을 방지하기 위한 표시를 할 것
5. 용단작업을 하는 경우에는 취관으로부터 산소의 과잉방출로 인한 화상을 예방하기 위하여 근로자가 조절밸브를 서서히 조작하도록 주지시킬 것
6. 작업을 중단하거나 마치고 작업장소를 떠날 경우에는 가스등의 공급구의 밸브나 콕을 잠글 것
7. 가스등의 분기관은 전용 접속기구를 사용하여 불량체결을 방지하여야 하며, 서로 이어지지 않는 구조의 접속기구 사용, 서로 다른 색상의 배관·호스의 사용 및 꼬리표 부착 등을 통하여 서로 다른 가스배관과의 불량체결을 방지할 것

제234조(가스등의 용기)

사업주는 금속의 용접·용단 또는 가열에 사용되는 가스등의 용기를 취급하는 경우에 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 장소에서 사용하거나 해당 장소에 설치·저장 또는 방치하지 않도록 할 것
 - 가. 통풍이나 환기가 불충분한 장소
 - 나. 화기를 사용하는 장소 및 그 부근
 - 다. 위험물 또는 제236조에 따른 인화성 액체를 취급하는 장소 및 그 부근
2. 용기의 온도를 섭씨 40도 이하로 유지할 것
3. 전도의 위험이 없도록 할 것
4. 충격을 가하지 않도록 할 것
5. 운반하는 경우에는 캡을 씌울 것
6. 사용하는 경우에는 용기의 마개에 부착되어 있는 유류 및 먼지를 제거할 것
7. 밸브의 개폐는 서서히 할 것
8. 사용 전 또는 사용 중인 용기와 그 밖의 용기를 명확히 구별하여 보관할 것
9. 용해아세틸렌의 용기는 세워 둘 것
10. 용기의 부식·마모 또는 변형상태를 점검한 후 사용할 것

제236조(화재 위험이 있는 작업의 장소 등)

- ① 사업주는 합성섬유·합성수지·면·양모·천조각·툽밥·짚·종이류 또는 인화성이 있는 액체(1기압에서

인화점이 섭씨 250도 미만의 액체를 말한다)를 다량으로 취급하는 작업을 하는 장소·설비 등은 화재예방을 위하여 적절한 배치 구조로 하여야 한다.

- ② 사업주는 근로자에게 용접·용단 및 금속의 가열 등 화기를 사용하는 작업이나 연삭숫돌에 의한 건식연마작업 등 그 밖에 불꽃이 발생할 우려가 있는 작업(이하 “화재위험작업”이라 한다)을 하도록 하는 경우 제1항에 따른 물질을 화재위험이 없는 장소에 별도로 보관·저장해야 하며, 작업장 내부에는 해당 작업에 필요한 양만 두어야 한다.

제241조(화재위험작업 시의 준수사항)

- ① 사업주는 통풍이나 환기가 충분하지 않은 장소에서 화재위험작업을 하는 경우에는 통풍 또는 환기를 위하여 산소를 사용해서는 아니 된다.
- ② 사업주는 가연성물질이 있는 장소에서 화재위험작업을 하는 경우에는 화재예방에 필요한 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.
 - 1. 작업 준비 및 작업 절차 수립
 - 2. 작업장 내 위험물의 사용·보관 현황 파악
 - 3. 화기작업에 따른 인근 가연성물질에 대한 방호조치 및 소화기구 비치
 - 4. 용접불티 비산방지덮개, 용접방화포 등 불꽃, 불티 등 비산방지조치
 - 5. 인화성 액체의 증기 및 인화성 가스가 남아 있지 않도록 환기 등의 조치
 - 6. 작업근로자에 대한 화재예방 및 피난교육 등 비상조치
- ③ 사업주는 작업시작 전에 제2항 각 호의 사항을 확인하고 불꽃·불티 등의 비산을 방지하기 위한 조치 등 안전조치를 이행한 후 근로자에게 화재위험작업을 하도록 해야 한다.
- ④ 사업주는 화재위험작업이 시작되는 시점부터 종료 될 때까지 작업내용, 작업일시, 안전점검 및 조치에 관한 사항 등을 해당 작업장소에 서면으로 게시해야 한다. 다만, 같은 장소에서 상시·반복적으로 화재위험작업을 하는 경우에는 생략할 수 있다.

제241조의2(화재감시자)

- ① 사업주는 근로자에게 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 장소에서 용접·용단 작업을 하도록 하는 경우에는 화재감시자를 지정하여 용접·용단 작업 장소에 배치해야 한다. 다만, 같은 장소에서 상시·반복적으로 용접·용단작업을 할 때 경보용 설비·기구, 소화설비 또는 소화기가 갖추어진 경우에는 화재감시자를 지정·배치하지 않을 수 있다.
 - 1. 작업반경 11미터 이내에 건물구조 자체나 내부(개구부 등으로 개방된 부분을 포함한다)에 가연성물질이 있는 장소
 - 2. 작업반경 11미터 이내의 바닥 하부에 가연성물질이 11미터 이상 떨어져 있지만 불꽃에 의해 쉽게 발화될 우려가 있는 장소
 - 3. 가연성물질이 금속으로 된 칸막이·벽·천장 또는 지붕의 반대쪽 면에 인접해 있어 열전도나 열복사에 의해 발화될 우려가 있는 장소
- ② 제1항 본문에 따른 화재감시자는 다음 각 호의 업무를 수행한다.
 - 1. 제1항 각 호에 해당하는 장소에 가연성물질이 있는지 여부의 확인
 - 2. 제232조제2항에 따른 가스 검지, 경보 성능을 갖춘 가스 검지 및 경보 장치의 작동 여부의 확인
 - 3. 화재 발생 시 사업장 내 근로자의 대피 유도
- ③ (생략)

제306조(교류아크용접기 등)

- ① 사업주는 아크용접 등(자동용접은 제외한다)의 작업에 사용하는 용접봉의 홀더에 대하여 한국산업표준에 적합하거나 그 이상의 절연내력 및 내열성을 갖춘 것을 사용하여야 한다.
- ② 사업주는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 장소에서 교류아크용접기(자동으로 작동되는 것은

제외한다)를 사용하는 경우에는 교류아크용접기에 자동전격방지기를 설치하여야 한다.

1. 선박의 이중 선체 내부, 밸러스트 탱크(ballast tank, 평형수 탱크), 보일러 내부 등 도전체에 둘러싸인 장소
2. 추락할 위험이 있는 높이 2미터 이상의 장소로 철골 등 도전성이 높은 물체에 근로자가 접촉할 우려가 있는 장소
3. 근로자가 물·땀 등으로 인하여 도전성이 높은 습윤 상태에서 작업하는 장소

제356조(용접 등 작업 시의 조치)

사업주는 터널건설작업을 할 때에 그 터널 등의 내부에서 금속의 용접·용단 또는 가열작업을 하는 경우에는 화재를 예방하기 위하여 다음 각 호의 조치를 하여야 한다.

1. 부근에 있는 냄마, 나무부스러기, 종이부스러기, 그 밖의 인화성 액체를 제거하거나, 그 인화성 액체에 불연성 물질의 덮개를 하거나, 그 작업에 수반하는 불티 등이 날아 흩어지는 것을 방지하기 위한 격벽을 설치할 것
2. 해당 작업에 종사하는 근로자에게 소화설비의 설치장소 및 사용방법을 주지시킬 것
3. 해당 작업 종료 후 불티 등에 의하여 화재가 발생할 위험이 있는지를 확인할 것

□ 전기설비기술기준

제8조(전선의 접속)

전선은 접속부분에서 전기저항이 증가되지 않도록 접속하고 절연성능의 저하(나전선을 제외한다) 및 통상 사용상태에서 단선의 우려가 없도록 하여야 한다.

제13조 (과전류에 대한 보호)

전로의 필요한 곳에는 과전류에 의한 과열손상으로부터 전선 및 전기기계기구를 보호하고 화재의 발생을 방지할 수 있도록 과전류로부터 보호하는 차단 장치를 시설하여야 한다.

□ 화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률

제17조(화재의 예방조치 등)

① 누구든지 화재예방강화지구 및 이에 준하는 대통령령으로 정하는 장소에서는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 행위를 하여서는 아니 된다. 다만, 행정안전부령으로 정하는 바에 따라 안전조치를 한 경우에는 그러하지 아니한다.

1. 모닥불, 흡연 등 화기의 취급
2. 풍등 등 소형열기구 날리기
3. 용접·용단 등 불꽃을 발생시키는 행위
4. 그 밖에 대통령령으로 정하는 화재 발생 위험이 있는 행위

② 소방관서장은 화재 발생 위험이 크거나 소화 활동에 지장을 줄 수 있다고 인정되는 행위나 물건에 대하여 행위 당사자나 그 물건의 소유자, 관리자 또는 점유자에게 다음 각 호의 명령을 할 수 있다. 다만, 제2호 및 제3호에 해당하는 물건의 소유자, 관리자 또는 점유자를 알 수 없는 경우 소속 공무원으로 하여금 그 물건을 옮기거나 보관하는 등 필요한 조치를 하게 할 수 있다.

1. 제1항 각 호의 어느 하나에 해당하는 행위의 금지 또는 제한
2. 목재, 플라스틱 등 가연성이 큰 물건의 제거, 이격, 적재 금지 등
3. 소방차량의 통행이나 소화 활동에 지장을 줄 수 있는 물건의 이동

③ 제2항 단서에 따라 옮긴 물건 등에 대한 보관기간 및 보관기간 경과 후 처리 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

④ 보일러, 난로, 건조설비, 가스·전기시설, 그 밖에 화재 발생 우려가 있는 대통령령으로 정하는 설비 또는 기구 등의 위치·구조 및 관리와 화재 예방을 위하여 불을 사용할 때 지켜야 하는 사항은 대통령령으로 정한다.

- ⑤ 화재가 발생하는 경우 불길이 빠르게 번지는 고무류·플라스틱류·석탄 및 목탄 등 대통령령으로 정하는 특수가연물(特殊可燃物)의 저장 및 취급 기준은 대통령령으로 정한다.

□ 화재의 예방 및 안전 관리에 관한 법률 시행령 별표 1.

별표 1. 보일러 등의 설비 또는 기구 등의 위치·구조 및 관리와 화재 예방을 위하여 불을 사용할 때 지켜야 하는 사항

5. 불꽃을 사용하는 용접·용단 기구

용접 또는 용단 작업장에서는 다음 각 목의 사항을 지켜야 한다. 다만, 「산업안전보건법」 제38조의 적용을 받는 사업장에는 적용하지 않는다.

가. 용접 또는 용단 작업장 주변 반경 5미터 이내에 소화기를 갖추어 둘 것

나. 용접 또는 용단 작업장 주변 반경 10미터 이내에는 가연물을 쌓아두거나 놓아두지 말 것. 다만, 가연물의 제거가 곤란하여 방화포 등으로 방호조치를 한 경우는 제외한다.

□ 국제해상인명안전협약(SOLAS) 2-2장(구조-방화, 화재탐지 및 소화)

5.2(경계벽 개구의 제한)

5.2.1 제 5.2.2항에서 허용된 경우를 제외하고, 거주구역, 업무구역, 제어장소 및 기관구역의 출입문, 공기흡입관 및 개구는 화물구역과 면하여서는 아니된다. 그것들은 화물구역에 면하지 않는 횡격벽상에 위치하거나, 또는 선루나 갑판실의 끝단으로부터 선박의 길이의 적어도 4%의 거리를 두고 위치하여야 한다. 다만 화물구역에 면하는 선루나 갑판실의 끝단으로부터 3m 이상이어야 하나 5m를 넘을 필요는 없다.

5.2.2 주관청은 화물구역에 면한 경계 격벽상 또는 제5.2.1항에서 규정한 5m 한계내에 주화물 제어 장소와 식량창고, 저장품실 및 로커와 같은 업무구역으로 통하는 출입문을 설치하는 것을 허용할 수 있으나 이는 거주구역, 제어장소 또는 조리실, 식기실, 작업장소와 같은 업무구역 또는 증기 발화원을 포함하고 있는 유사한 구역으로 직접 또는 간접으로 통하지 아니할 것을 조건으로 한다. 그러한 장소의 경계는 'A-60'급의 방열로 시공하여야 한다. 단, 화물구역에 면한 경계는 제외한다. 제 5.2.1항에서 규정한 범위 이내에 기계의 이동을 위한 볼트·플레이트를 설치할 수 있다. 조타실의 문과 창은, 조타실에 대하여 신속하고 효과적으로 가스 및 증기가 차단되도록 설계되어 있는 경우에 한하여 제5.2.1항의 규정에 의하여 제한된 범위내에 설치할 수 있다.

5.2.3 화물구역에 면한 창과 현창 그리고 제 5.2.1항의 규정에 의하여 제한된 범위내에 있는 선루 및 갑판실의 측면에 있는 창과 현창은 고정식(비개폐형)의 것이어야 한다. 그러한 창과 현창은 선교의 창 및 "A-0"급이 허용되는 제9규칙 제2.4.2.5항에 규정된 범위를 벗어난 창과 현창을 제외하고 "A-60"급의 기준으로 제작되어야 한다. (Added by Res.MSC.216(82))

5.2.4 파이프 터널로부터 주 펌프실까지 영구출입구가 있는 경우 제2-1장 제25-9규칙 제2항과 이에 추가하여 다음의 요건에 적합한 수밀문을 설치하여야 한다.

.1 수밀문은 선교에서의 작동을 포함하여 주 펌프실 출입구의 외부로부터 수동으로 폐쇄 가능하여야 한다.

.2 수밀문은 파이프 터널로의 접근이 필요한 경우를 제외하고 선박의 통상적인 운항중에는 폐쇄되어 있어야 한다.

5.2.5 격벽 또는 갑판의 보전성과 가스밀이 유지되며 적절한 강도가 있는 경우, 화물펌프실과 다른 구역사이를 격리하는 격벽이나 갑판에 화물펌프실의 조명을 위하여 승인된 항구적인 가스밀 조명등 덮개를 인정할 수 있다.

5.2.6 통풍용 흡입구, 배기구 및 다른 갑판실 및 선루 경계구역의 개구의 배치는 제 5.3항 및 제 11.6규칙의 규정을 추가로 만족하여야 한다. 그러한 통풍관들은, 특히 기관실용은, 가능하면 뒤쪽으로 배치하여야 한다. 선박이 선미에 적당히 설비가 있는 경우에는 이러한 문제들이 잘 고려되어야 한다. 전기기기과 같은 발화원은 폭발의 위험성을 피할 수 있도록 배치되어야 한다.

□ 선원의 훈련, 자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 협약(STCW)

5장 1절(탱커의 선장, 해기사 및 부원의 훈련과 자격에 관한 강제적 최저요건)

수리와 보수관리

13. 펌프·배관·전기 및 제어시스템에 영향을 미치는 것을 포함하여 수리 및 보수작업 전과 작업과정에서 해야 할 주의사항, 열작업 실시 중에 필요한 안전요소, 열작업의 통제와 적절한 열작업 절차

□ Case 07 관련 산업계 지침(상세)

“용접 작업 전 기기 외관, 작동상태 점검 필수”와 관련된 산업계지침

□ Engine Room Procedure Guide(2nd Edition)

11.12.2.(기계 유지보수 및 점검 지침/고온 작업/고온 작업 중 점검 사항)

용접 장비 및 기타 장비는 사용 전에 철저히 점검하여 양호한 상태이며 올바르게 접지되었는지 확인해야 합니다. 전기 아크 용접 장비를 사용할 때는 다음 사항을 준수해야 합니다.

전원 연결이 가스가 없는 공간에서 이루어져야 합니다.

기존 배선을 포함한 전원 배선이 장비의 전력 요구를 충족하고 과부하로 인해 케이블이 과열되지 않도록 해야 합니다.

승무원이 바닥판 위에 놓인 유연한 전기 케이블이 효과적인 절연 상태인지 확인해야 합니다.

작업 현장으로 이어지는 전원 케이블은 가능한 가장 안전한 경로를 따라야 하며, 반드시 가스가 없는 공간 위로만 지나가야 합니다.

□ International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals(ISGOTT) 6th Edition

9.5(안전 및 비상 상황 관리/전기용접장비)

전기 용접 장비는 매 사용 전에 철저히 점검하여 양호한 상태인지 확인해야 합니다. 필요한 경우, 장비는 올바르게 접지되어야 합니다. 전기 아크 장비를 사용할 때는 다음 사항에 특별히 주의해야 합니다.

- 전원 연결은 반드시 가스가 없는 공간에서 이루어져야 합니다.
- 기존 전원 배선이 전류 요구를 충분히 감당할 수 있도록 적합하며, 과부하로 인한 발열이 발생하지 않아야 합니다.
- 유연한 전기 케이블의 절연 상태가 양호해야 합니다.
- 작업 현장으로 이어지는 케이블 경로는 가능한 한 가장 안전해야 하며, 반드시 가스가 제거되었거나 불활성화된 공간만 지나가야 합니다.
- 접지 연결은 작업 현장 가까이에서 설치되어야 하며, 접지 회로용 케이블은 용접 장비로 직접 연결되어야 합니다. 선체 구조는 접지 회로로 사용해서는 안 됩니다.

□ 용접·용단 작업 시 화재예방에 관한 기술지침 (KOSHA GUIDE)

7. 화재위험이 있는 곳에서의 용접·용단 작업 안전

7.1 일반사항

- (1) 작업 준비 및 작업 절차 수립하고, 용접·용단 작업허가서, 밀폐공간 작업허가서 등의 안전작업 허가를 작업 전에 받아야 한다.
- (2) 관리감독자, 화재감시자, 작업자 등은 작업장 내 위험물의 사용·보관 현황을 파악하고, 위험의 정도를 공유하여야 한다.
- (3) 화기작업에 따른 인근 가연성물질에 대한 방호조치와 화재 시 적합한 소화기구를 비치하여야 한다.
- (4) 용접불티 비산방지덮개, 용접방화포 등 불꽃, 불티 등 비산방지조치를 작업전에 하여야 한다.
- (5) 인화성 액체의 증기 및 인화성 가스가 남아 있지 않도록 환기 등의 조치를하여야 한다.

- (6) 도장작업 등과 같이 인화성 물질을 사용하는 작업은 안전거리 내에서 동시작업을 금지하여야 한다.
- (7) 사업주는 작업근로자에 대한 화재예방, 피난교육 등의 비상시 조치사항을 작업 전에 실시하여야 한다.
- (8) 사업주는 화재위험작업이 시작되는 시점부터 종료 될 때까지 작업내용, 작업일시, 안전점검 및 조치에 관한 사항 등을 해당 작업 장소에 서면으로 게시해야 한다. 다만, 같은 장소에서 상시·반복적으로 화재위험작업을 하는 경우에는 생략할 수 있다.

8. 용접·용단 작업시의 화재예방 안전

8.1 일반사항

- (1) 용접 및 용단작업은 정비실 또는 가연성, 인화성 물질이 없는 내화건축물 내에서와 같은 화재 안전지역에서 실시하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 용접 및 용단작업을 안전한 지역으로 옮겨서 실시할 수 없을 경우에는 가연성물질의 제거 등 그 지역을 화재안전지역으로 만들어야 한다.
- (3) 위험물, 위험물 외의 인화성 유류 또는 인화성 고체가 있을 우려가 있는 배관·탱크 또는 드럼 등의 용기에 대하여 미리 위험물 외의 인화성 유류, 인화성 고체 또는 위험물을 제거하는 등 폭발이나 화재의 예방을 위한 사전안전조치를 하여야 한다.
- (4) 인화성 액체의 증기, 인화성 가스 또는 인화성 고체가 존재하여 폭발이나 화재가 발생할 우려가 있는 장소에서 해당 증기·가스 또는 분진에 의한 폭발 또는 화재를 예방하기 위하여 통풍·환기 및 분진 제거 등의 조치를 하여야 한다.
- (5) 증기나 가스에 의한 폭발이나 화재를 미리 감지하기 위하여 가스 검지 및 경보 성능을 갖춘 가스 검지 및 경보 장치를 설치하여야 한다. 다만, 「산업표준화법」의 한국산업표준에 따른 0종 또는 1종 폭발위험장소에 해당하는 경우로서 산업안전보건기준에 관한 규칙 제311조에 따라 방폭구조 전기 기계·기구를 설치한 경우에는 그러하지 아니하다.
- (6) 불티 비산거리 내에는 기름, 도료, 걸레, 내장재 조각, 전선, 나무토막 등 가연성물질과 폐기물 쓰레기 등이 없도록 바닥을 청소하여야 한다.
- (7) 불티가 인접지역으로 비산하는 것을 방지하기 위해 작업 장소에서 불티 비산거리내의 벽, 바닥, 덕트의 개구부 또는 틈새는 빈틈없이 덮어야 한다.
- (8) 바람의 영향으로 용접 및 용단불티가 운전 중인 설비근처로 비산할 가능성이 있을 때에는 작업을 실시하지 않아야 한다.
- (9) 예상되는 화재의 종류에 적합한 소화기를 작업장에 비치해야 하며 주위소화전이 설치되어 있으면, 즉시 사용할 수 있도록 준비해야 한다.
- (10) 그리스, 유류, 인화성 또는 가연성 물질이 덮여 있는 표면에서 용접을 해서는 안 된다.
- (11) 통풍, 냉각 그리고 옷에 묻은 먼지를 털어내기 위해 산소를 사용해서는 안 된다.
- (12) 용접작업자는 내열성의 장갑, 앞치마, 안전모, 보안경 등의 보호구를 착용해야 한다.
- (13) 폭발물 혹은 가연성 물질을 담은 용기에 용접·용단작업을 실시해서는 안 된다. 단, 부득이 용접·용단작업을 실시할 경우에는 용기 내를 불활성가스로 대체한 후에 실시한다.
- (14) (생 략)
- (15) 통풍이나 환기가 충분하지 않은 장소에서 화재위험작업을 하는 경우에는 통풍 또는 환기를 위하여 산소를 사용해서는 안 된다.
- (16) 위험물이 있어 폭발이나 화재가 발생할 우려가 있는 장소 또는 그 상부에서 불꽃이나 아크를 발생하거나 고온으로 될 우려가 있는 화기·기계·기구 및 공구 등을 사용해서는 안 된다.
- (17) 작업종료 후 적어도 30분 동안은 화재 감시를 해야 한다.

10. 용접·용단 작업시 그 밖의 안전수칙

- (1) 용접봉 홀더는 용접봉에 전달되는 최대 정격전류를 안전하게 통전할 수 있어야 한다.
- (2) 작업 중단 또는 종료로 작업장소를 떠날 때에는 용접봉 홀더에서 용접봉을 제거해야 한다.
- (3) 케이블은 최대 전류에 적합한 것을 사용해야 한다.
- (4) 차량이나 중량물이 지나갈 염려가 있는 통로나 교차로 등에는 케이블을 걸어 두거나 파이프, 앵글 등으로 보호해야 한다.
- (5) 케이블은 단선이나 피복의 손상, 충전부의 노출부분이 없어야 한다.
- (6) 용접기를 사용하지 않을 때에는 용접봉 홀더가 작업장 또는 물체에 전기적으로 접촉되지 않도록 한다.
- (7) 용접기를 이동시킬 때 또는 일정시간 작업을 중단할 때에는 전원스위치를 차단해야 한다.
- (8) 용접봉은 항상 방습조치를 강구하여 건조한 상태로 유지하여야 한다.
- (9) 작업 종료시 아직 사용하지 않은 용접봉은 반드시 반환해야 한다.
- (10) 용접기용 전원개폐기의 설치장소 주변에는 가연성 물질이 없어야 한다.
- (11) 용접기용 전원개폐기는 기둥, 벽 등에 견고하게 부착하고 접지하여야 한다.
- (12) 용접기용 접지는 기계적 손상 및 우발적인 분리가 발생하지 않도록 보호해야 한다.
- (13) 감전보호를 위하여 교류아크용접기에 자동전격방지기를 설치·사용하여야 한다.