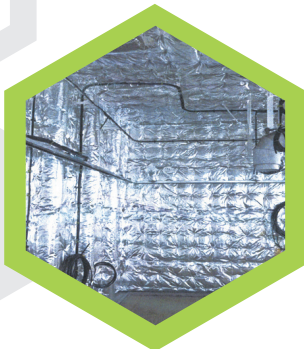


조선업 직종별
안전보건 기술력 향상을 위한

보온공 안전관리모델



산업재해예방

안전보건공단



안전보건공단에서는 조선업 위험작업 중 사망재해 발생위험이 높은 직종을 우선적으로 선정하여 업체별 재해예방대책의 비교·분석과 작업안전표준을 바탕으로 직종별 안전관리 모델을 개발·보급하고 있으며, 개발된 안전관리모델은 안전보건공단 홈페이지 내 조선업 자료실에 게시되어 있습니다.

년도	2015	2016	2017	2018	2019	2020
직종	용접공 작업발판설치· 해체공	취부공 (용단포함) 사상공	의장공 (배관제외) 도장공	운반공 (크레인, 지게차)	운반공 (트랜스포터, 스키드로더)	성형공 (절단가공포함) 전기의장공

[개발 완료된 안전관리모델]

본 자료는 조선업 보온작업에서 발생할 수 있는 재해를 예방하기 위한 안내서로 관련 법령, 고시, 지침 등보다 우선하여 적용할 수 없음을 알려드립니다.

CONTENTS _ 목차

I . 보온작업 개요	1
1. 보온작업의 이해	3
2. 보온작업 절차 등	7
 II. 보온작업 안전보건기준	 17
1. 근골격계부담작업	20
2. 밀폐공간 작업	24
3. 물질안전보건자료	28
4. 기타 보온 작업안전	32
 III. 보온작업 안전표준 및 위험성 평가	 39
 IV. 보온작업 재해사례	 53
1. 발생연도/형태별 재해 현황	55
2. 세부 재해발생 내용	56
3. 중대재해 발생현황 및 사례	59



보온작업 개요

1. 보온작업의 이해

보온작업이란 대류, 전도, 복사에 의한 열의 이동을 막아 열 및 냉기의 손실 또는 설비운전 중 발생하는 소음의 감소 및 화재가 발생할 경우 화재의 확산을 방지하기 위해 **단열재를 선박에 설치하는 과정**을 말한다. 조선소에는 통상적으로 ‘보온’이라고 칭하며 선박의 파이프 및 덕트 등에 설치하는 **의장보온**과 선박의 화물창(Cargo hold), 연료탱크(Fuel tank) 및 거주구 등을 보호하기 위한 **선체보온**으로 구분할 수 있다.

가. 보온작업의 분류

1) 의장 보온작업

- <파이프 보온> 선박에 설치되는 파이프(Pipe)에 단열재를 설치하는 것을 말하며, 외부의 충격으로 단열재를 보호하기 위해 보호덮개 등을 설치하기도 한다.



파이프 보온 설치 사진

- <덕트/배기관 보온> 선박의 덕트나 배기관에 단열재를 설치하는 것을 말한다. 화재 발생 시 덕트를 통해 다른 구역으로 연기나 불꽃의 확산을 방지하거나, 표면 온도상승으로 작업자 접촉 시 화상 등의 위험을 방지하기 위해 설치한다.



덕트/배기관 보온 설치

2) 선체 보온작업

- <화물창 및 연료탱크 보온> LNG/LPG 운반선의 화물창에 열 손실을 최소화하기 위해 단열재를 설치하거나, 선박의 이중연료탱크(Dual fuel tank)을 위해 단열재를 설치한다.



Tank 보온

- <갑판/격벽 보온> 거주구, 엔진룸 및 운전실 등의 열 또는 냉기의 손실, 소음 감소 및 화재 발생 시 화재확산 방지 등을 위해 구역별로 단열재를 설치하는 것을 말하며, 선박에서 가장 많이 실시하는 작업이다.

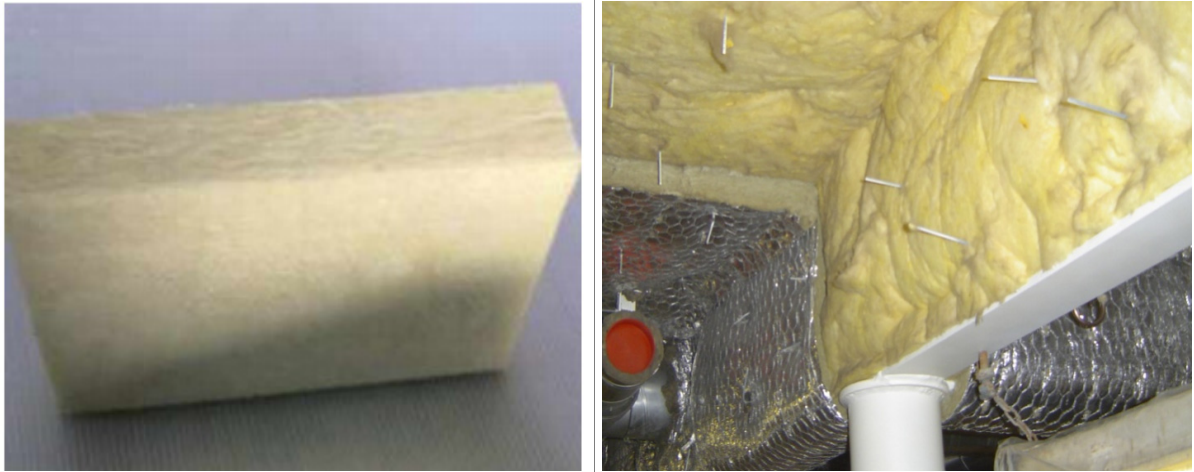


갑판/격벽 보온

나. 단열재의 종류

● 방열재(Thermal insulation)

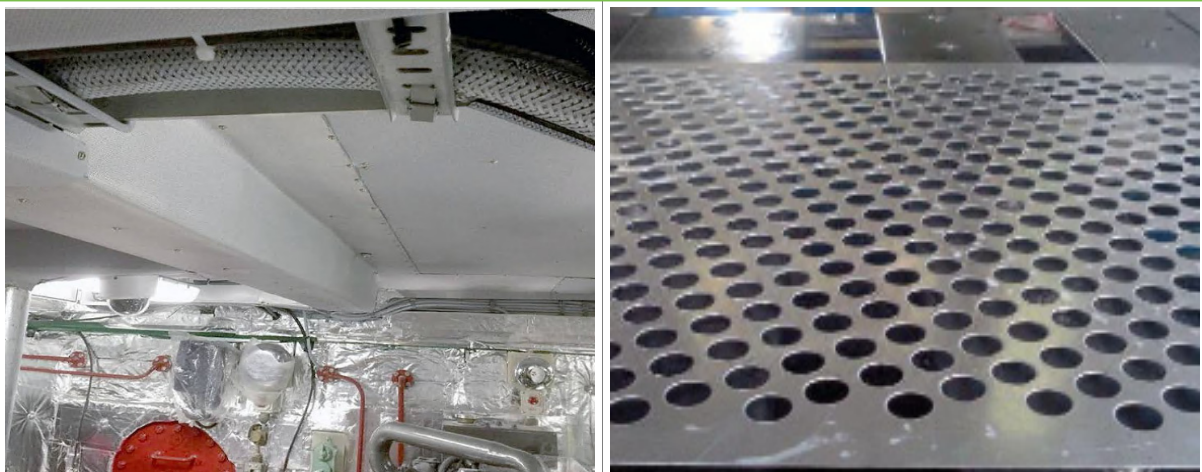
- 일반적으로 열전도율이 낮은 열 차단제로, 외부와 열의 출입을 막고 단열이 요구되는 구획의 주위에 붙이는 재료를 말한다. 일반적으로 대상 구역의 사용 목적에 따라 상온보다 낮은 경우에는 '보냉재', 상온보다 높은 경우는 '보온재 또는 단열재', 고온에서 사용하는 것을 '내화단열재'라고 한다.



방열재 및 설치 사진

● 흡음재(Sound absorbing insulation)

- 물질의 표면에 음파가 입사하였을 때 입사된 음향 에너지의 일부가 반사하지 못하고 열 또는 다른 형태의 에너지로 전화되는 구획의 주위에 붙이는 흡음 계수가 큰 재료를 말한다.
- 일반적으로 선박에서 사용하는 흡음재는 글라스울에 타공망이 있는 글라스 크로스(Glass cloth)를 붙인 제품을 사용한다.

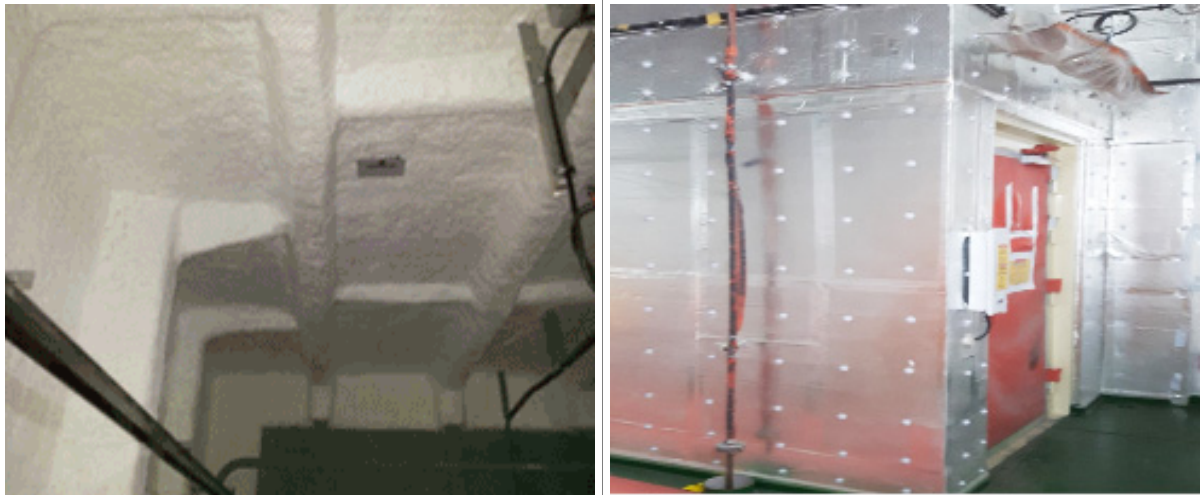


흡음재 시공 사진

금속 타공망

● 방화재(Fire insulation)

- 방화 구획의 수평, 수직면, 설비 관통부, 접합 등을 통한 화재의 확산 방지를 위한 재료를 말하며, 실제 화재 발생 시 인접 격실로 연기 및 화염이 급속히 퍼지는 것을 방지하여 피해를 국지화 내지는 최소화하기 위한 재료를 말한다.



방화재 시공 사진

다. 단열작업의 기타 의장품

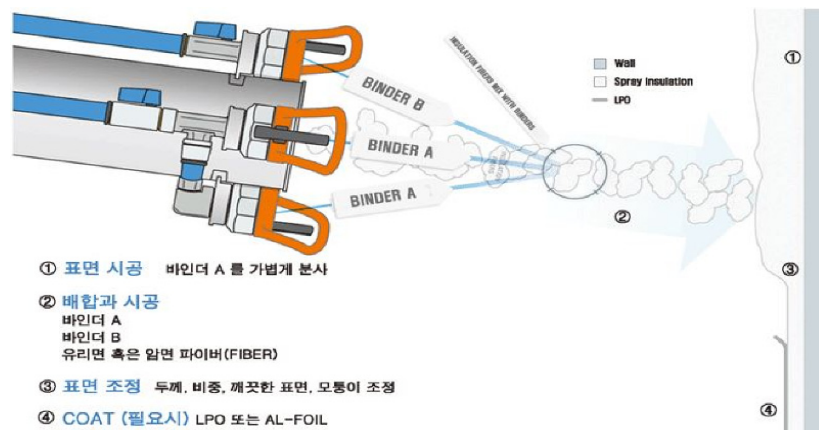
- <보온핀 & 고정핀> 단열재를 고정하기 위해 설치하는 것으로 핀은 용접형과 본드식으로 구분되고 고정핀은 클립형과 캡형으로 분리할 수 있다.
- <단열테이프> 단열재 연결부의 표면마감이나, 단열재 끝단에 설치하여 이물질에 의한 오염을 방지하기 위해 사용한다.
- <서포트> 함석판 설치 및 문(Door) 주변 마감을 위해 설치하는 의장품으로 찬넬이나 앵글을 사용한다.
- <함석판> 단열재 보호를 위해 설치하는 의장품으로 0.5mm 두께의 철판을 사용하여 단열재 설치 후 마감재로 사용한다.
- <코밍> 단열재가 설치되는 공간에 물 청소 등을 하는 경우 단열재 하부가 물에 젖지 않도록 설치하는 의장품으로 플랫바(Flat bar)를 주로 사용.

2. 보온작업 절차 등

보온작업은 열 또는 냉기의 손실감소, 소음 감소, 화재확산 방지 등을 위한 작업이며 보온작업은 분사(Spray) 방식과 펠트&몰드(Felt & Mold 방식)으로 구분할 수 있다. 본 장에서는 완성배 사업장에서 주로 실시되는 선체보온작업 위주의 작업절차별 수행 내용을 알아보고, 사용하는 장비별 공구 등에 대해 알아보겠다.

가. 분사(Spray) 방식

인슐레이션 울과 수용성 바인더를 노즐을 통해 분사하는 시스템으로 접착력이 우수하고 시공이 용이하다.



● <재료혼합> 보온작업 기계에 단열재 투입 및 바인더 통에 호스 연결작업



보온작업 설비



단열재 투입

주요 유해·위험요인

- 보온기계 누전 시 감전위험
- 보온재 투입 시 회전날에 팔 끼임
- 경화제 취급에 따른 화재위험
- 유해물질 취급에 의한 건강장애

안전작업방법(대책)

- 보온기계 외함에 접지
- 보온재 투입 시 치공구 사용
- 소화설비 배치 및 제전설비 설치
- 취급물질에 대한 MSDS 확보/확인

- <마스킹 작업> 작업 구역에 설치된 전등, 파이프 및 게이지 등에 단열재가 묻지 않도록 비닐 등을 이용하여 보호조치를 실시함.



마스킹 작업

주요 유해·위험요인

- 사다리 상부에서 작업 중 떨어짐
- 칼 사용 시 칼날에 베임 위험

안전작업방법(대책)

- 상부 작업 시 안전대 착용 및 체결
- 안전장갑 착용

- <분사(Spray) 작업> 도면을 확인하여 두께에 맞게 스프레이 분사 후 공구를 이용하여 다짐작업 및 표면처리 작업 실시



분사 작업

다짐 및 표면처리 작업

주요 유해·위험요인

- 유해물질 흡입에 의한 건강장애
- 비산되는 재료가 눈에 들어감
- 경화제 취급에 따른 화재위험

안전작업방법(대책)

- 방독마스크 또는 송기마스크 착용 및 국소배기장치 설치
- 보안경 착용
- 소화설비 배치

- <검사 및 현장정리> 작업 완료된 단열재의 두께와 밀도가 도면에 맞는지 검사를 실시하고 현장을 정리함.



시공 후 검사



현장정리

주요 유해·위험요인

- 폐기물 분진 흡입에 의한 건강장해
- 바닥 오염으로 인한 넘어짐

안전작업방법(대책)

- MSDS 교육 및 방독마스크 착용
- 정리정돈 및 미끄럼 방지패드 설치 등

나. 펠트(Felt) & 몰드(Mold) 방식

● 펠트(Felt)방식

- 펠트방식의 단열재는 제품의 밀도가 낮아 롤(Roll) 형태로 제작되며, 단열재를 제품으로 부재와 부재 사이는 물론 부재를 포함하여 한번에 시공할 수 있는 장점이 있다.



단열재 재료



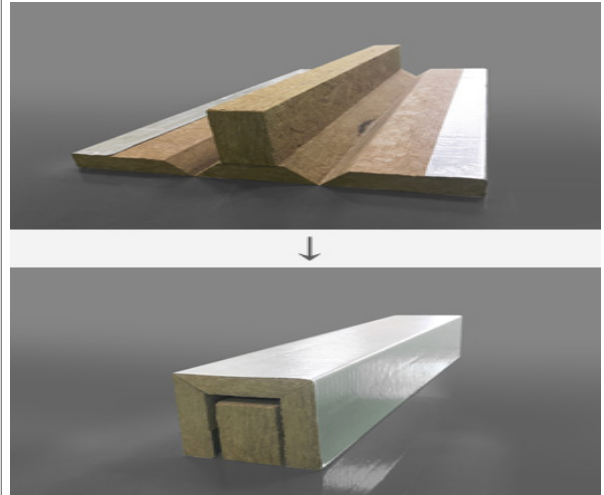
설치 사진

● 몰드(Mold)형식

- 일반적으로 밀도가 높아 압력에 따른 수축이 잘 일어나지 않아 부재와 부재 사이에 여러장의 단열재를 절단하여 설치한다.
- 부재부를 감싸는 단열재는 높은 밀도 때문에 미리 부재를 감싸는 커버 형태로 제작하여 시공하기도 한다.



설치 사진



부재설치용 자재

1) 화기작업

- <보온 고정핀 시공> 도면을 확인하고 설치구역(블록)으로 이동하여 설치 정보(길이, 수량, 설치 범위 등)에 따라 고정핀을 설치한다.



보온핀 설치 사진

주요 유해·위험요인

- 용접기 케이블 손상으로 감전위험
- 작업발판 상부에서 작업 중 떨어짐

안전작업방법(대책)

- 케이블 상태 사전점검
- 상부 작업 시 안전대 착용 및 체결

- <코밍 설치> 단열재 하부에 단열재를 고정하기 위하여 설치하며, 단열재 하부가 물청소 등으로 젖거나 오염되지 않도록 하는 역할을 한다.



코밍설치 설치 사진

주요 유해·위험요인

- 용접 불티 등에 의한 화재폭발
- 용접 흠에 의한 호흡기 질환

안전작업방법(대책)

- 불티비산방지포 설치
- 방진마스크 착용 / 환기

- 단열재 고정 및 함석판 설치용 서포트 설치

- 문(Door)이나 맨홀(Manhole) 등의 개구부가 있을 경우에 개구부 주위 300mm 이내 부재가 설치되지 않는 구역에 단열재의 두께에 맞는 앵글(Angle) 종류의 고정설비를 시공한다.
- 작업자나 화물에 충격으로부터 단열재를 보호가 필요한 구역에 함석판 설치를 위한 채널(Channel)을 설치한다.



서포트 설치

주요 유해·위험요인

- 가스호소 손상에 따른 화재/폭발 위험
- 밀폐공간 내 화재/폭발 위험

안전작업방법(대책)

- 작업 전 점검 및 교체
- 가스농도 측정 및 환기 실시

2) 단열재 설치작업

- <고정핀 확인> 선행에서 설치한 고정핀의 이상 유무를 확인하고 구부려 놓은 고정핀을 곧게 편다.



핀 설치상태 확인

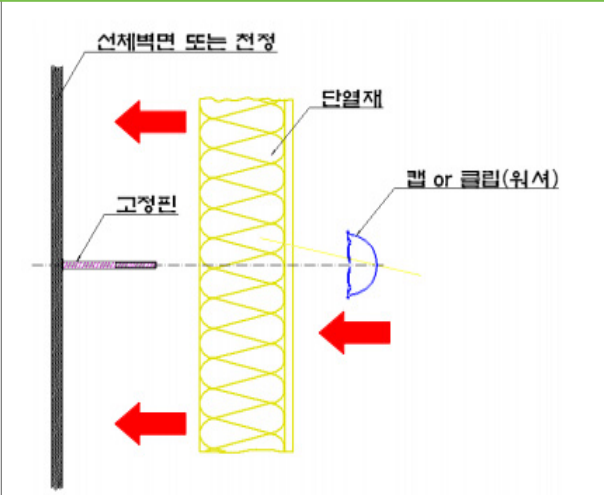
주요 유해·위험요인

- 보온핀에 눈이나 손 찰림 위험
- 사다리 상부에서 작업 중 떨어짐

안전작업방법(대책)

- 작업자 보안경/안전장갑 등을 착용
- 상부 작업 시 안전대 착용 및 체결

- <단열재 재단 및 설치> 단열재의 설치 크기를 측정하고 단열재를 재단 후 단열재를 고정핀에 끼워넣는다.



보온재 절단

보온재 설치 방법

주요 유해·위험요인

- 보온재 절단용 나이프에 손 베임 위험
- 절단시 보온재 분진에 의한 건강장애

안전작업방법(대책)

- 작업자 안전장갑 착용
- 방진마스크 착용 및 환기 실시

- <관통부 연장 설치작업> 배관이나 케이블이 관통하는 선체 격벽, 천장 등에는 단열재를 연장하여 시공하여야 하고 고정와이어(Fixing wire) 등을 사용하여 고정한다.



보온재 절단



보온재 설치

주요 유해·위험요인

- 철사 고정작업 시 손 베임 위험
- 사다리 상부에서 작업 중 떨어짐

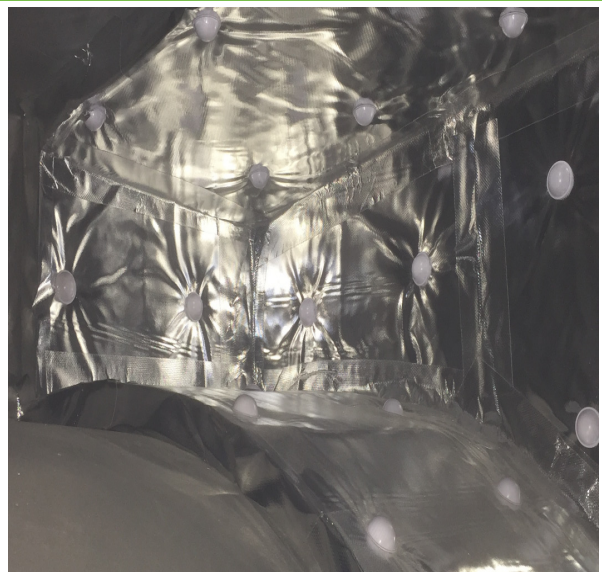
안전작업방법(대책)

- 작업자 안전장갑 착용
- 상부 작업 시 안전대 착용 및 체결

- <단열테이프 설치> 단열재 사이와 사이의 틈새가 보이지 않도록 하거나, 끝단의 마감 처리를 위해 단열테이프를 설치한다.



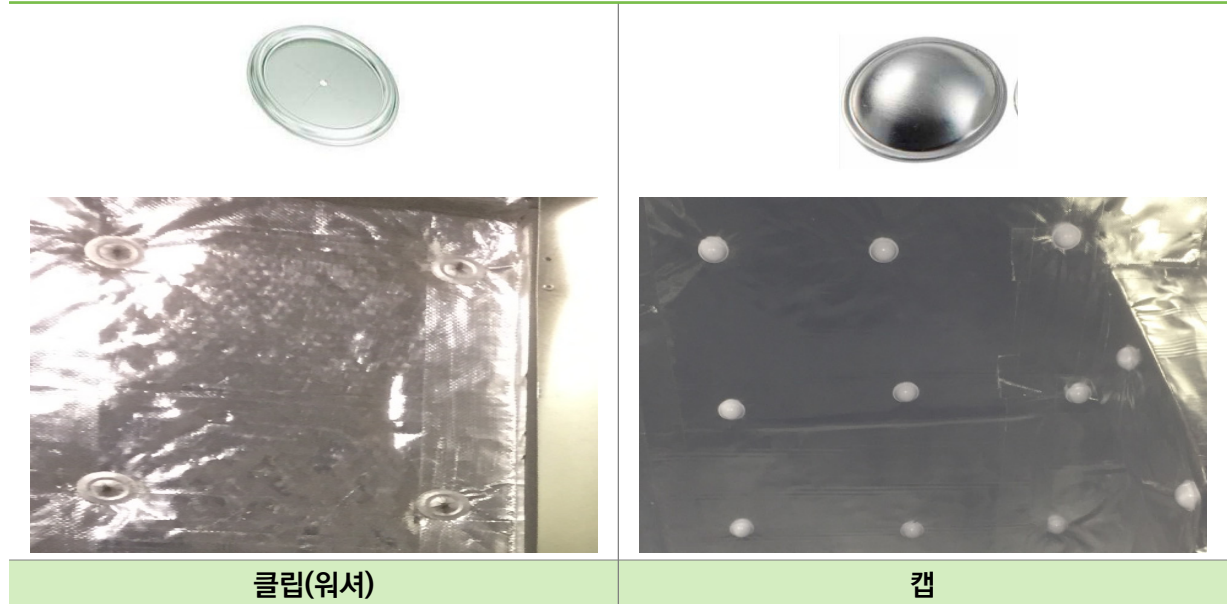
단열테이프



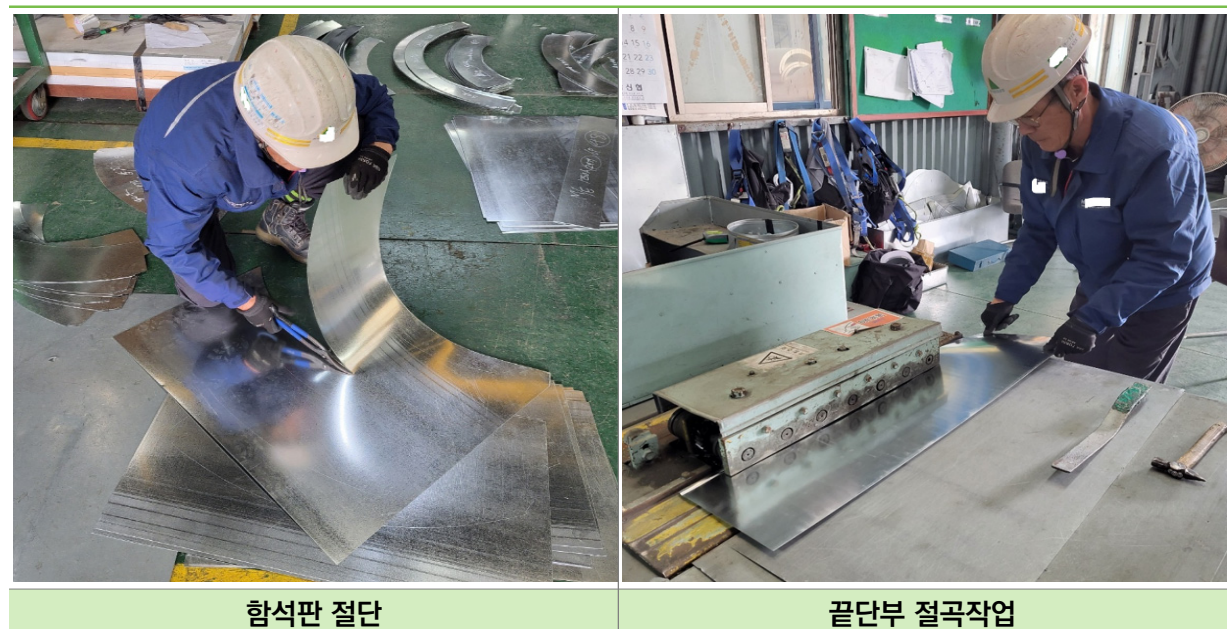
설치사진

- <보온재 고정작업> 단열재를 고정판에 끼워 넣고 내장재의 설치 유무에 따라 클립(워셔) 또는 캡으로 고정하여 마감한다.

- 클립 마감 : 단열재 설치 후 내장재가 시공되는 경우 설치
- 캡 마감 : 내장재가 없이 단열재가 노출되는 경우



- <함석판 가공> 함석판 설치 구간을 측정하고 형상에 맞게 절단 및 벤딩하여 현장에 맞는 자재로 함석판을 가공한다.

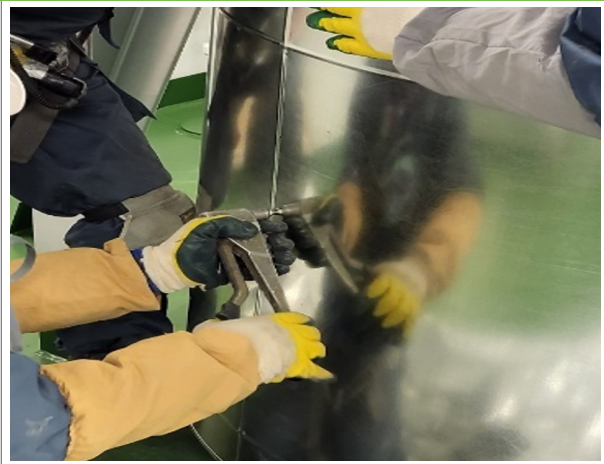


주요 유해·위험요인	안전작업방법(대책)
● 함석 컷팅 작업 시 손 베임 위험 ● 끝단 가공시 비딩기에 손끼임 위험	● 작업자 안전장갑 착용 ● 손끼임 방지 스톱퍼 설치

- <함석판 설치> 가공된 함석판을 선형에서 설치한 서포트에 테이프 등을 이용하여 고정 후 드릴로 홀 가공을 실시하고 리벳팅 작업으로 함석을 고정시킨다.



홀 가공



리벳팅 작업

주요 유해·위험요인

- 드릴작업 중 손 말림 위험
- 함석 끝단부에 손 베임 위험

안전작업방법(대책)

- 드릴 작업 시에는 면장갑 착용 금지
- 작업자 안전장갑 착용

3) 보온작업 공구 및 설비

리벳, 함석가위, 망치, 직각자, 수동 리벳건, 줄자, 드릴 등



핸드그라인더



스터드건



비딩기 & 롤벤딩기



절곡기

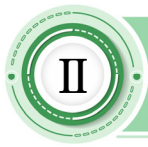


전단기(재단기)



II.

보온작업 안전보건기준



보온작업 안전보건기준

본 장에서는 보온작업에 따른 안전보건관리를 위한 관련 법령, 고시, 기술지침 등 기준을 제시하여 사고 및 질병 등을 예방하고자 한다.

보온작업의 대표적인 재해유형인 근골격계질환, 조선소에서 고위험 작업으로 분류되는 밀폐공간작업, 화기작업 및 물질안전보건자료 등에 대해 알아보고 그 외 관리감독자의 역할 등에 대해 알아보겠다.

[보온작업관련 주요 산업안전보건법령]

항 목	주요 조치내용	법·안전규칙 조항
작업 전	관리감독자는 필요한 사항을 사전 점검	규칙 제35조
	중량물 취급작업에 대한 작업계획서 작성	규칙 제38조
	밀폐공간 출입 전 산소/가스농도 측정 및 환기 등	규칙 제619조의 2 규칙 제620조
작업 중	중량물 취급작업 시 작업지휘자 배치	규칙 제39조
	양중기 사용작업(2인 이상 중량물 취급작업) 시 신호방법을 정하여 신호	규칙 제40조
	유해물질을 취급하는 작업장에 관계근로자 외 사람의 출입을 금지	규칙 제446조
	중량물 취급 근로자의 작업 조건에 따라 작업시간과 휴식시간 등 적정 배분	규칙 제664조
작업 후	근골격계부담작업에 대한 유해요인조사 등	규칙 제657조 등
기타	근로자 대상 안전보건교육 및 물질안전보건자료에 관한 교육 실시	법 제29조 시행규칙 제169조
	도급 시 위험작업(밀폐공간)에 대한 안전보건 정보제공 및 확인	법 제65조
	유해인자를 취급하는 작업장에 대한 작업환경측정 실시	법 제125조 시행규칙 제 186조
	유해인자를 취급하는 작업자에 대한 특수건강진단 실시	법 제130조 시행규칙 제 201,202조

1. 근골격계부담작업

사업주는 근골격계 부담작업에 근로자를 종사시킬 때에는 유해요인조사 및 그 결과에 따라 작업환경 개선, 근로자의 근골격계질환 징후 통지에 따른 의학적 조치 등 사후관리, 근로자에 대한 유해성의 주치 등 안전 보건규칙에서 근골격계질환 예방을 위하여 정한 보건상의 조치를 행하여야 함

가. 근골격계 유해요인 조사

- **<시기>** 근골격계 유해요인조사는 실시 시기에 따라 최초/정기/수시로 나눌 수 있다.
 - **(최초 유해요인조사)** 신규 사업장 신설일부터 1년 이내 실시
 - **(정기 유해요인조사)** 최초 조사를 완료한 날로부터 매 3년마다 실시
 - **(수시 유해요인조사)** 다음의 경우 최초·정기 또는 수시 유해요인조사의 실시 여부와는 무관하게 당해 작업에 대한 유해요인조사를 지체 없이 실시
 - 임시건강진단 등에서 근골격계질환자가 발생하였거나 근로자가 근골격계 질환으로 업무상 질병을 인정받은 경우
 - ☞ 위의 경우 반드시 「근골격계부담작업의 범위 및 유해요인조사 방법에 관한 고시」 별지 제1호서식(유해요인조사표) 및 별지 제2호서식(근골격계질환 증상 조사표)을 활용하여야 함.
 - 부담작업에 해당하는 새로운 작업·설비를 작업에 도입한 경우
 - ☞ 다만, 종사 근로자의 업무량 변화 없이 단순히 기존 작업과 동일한 작업의 수가 증가하였거나 동일한 설비가 추가 설치된 경우에는 동일 부담 작업의 단순 증가에 해당되므로 수시 유해요인조사를 실시하지 아니할 수 있음
 - 근골격계부담작업에 해당하는 업무의 양과 작업공정 등 작업환경을 변경한 경우
 - ☞ 신규 입사자가 부담작업에 처음 배치될 때에는 수시 유해요인 조사의 사유에 해당하지 않음

동일한 장소에서 행하여지는 사업의 일부를 도급에 의하여 행하는 사업인 경우에는 근로자를 직접 사용하는 자(수급 사업주)가 유해요인조사를 실시.

다만, 유해요인조사에서 근골격계질환이 발생할 우려가 있어 도급사업주의 소유 설비의 변경 등 작업환경개선 등의 조치가 필요한 경우 수급 사업주는 이를 도급사업주에게 통지하고 도급사업주는 수급사업주가 실시한 유해 요인조사가 잘못 되었다는 반증이 없는 한 필요한 조치를 하여야 함

- **<방법>** 근골격계 유해요인조사는 다음의 세 가지 항목에 대한 조사가 가능한 도구를 가지고 근로자와의 면담, 인간공학적인 측면을 고려한 조사 및 증상설문조사 등 적절한 방법으로 실시해야 한다.

① 작업설비·작업공정·작업량·작업속도 등 작업장 상황

② 작업시간·작업자세·작업방법·작업동작 등 작업조건

③ 부담작업과 관련된 근골격계질환 징후 및 증상 유무

※ 위 세가지 항목 중 하나라도 빠져 있거나 적절한 방법이 아닌 경우에는 유해요인조사를 실시한 것으로 인정받을 수 없음

※ 자체 유해요인조사 도구를 마련하기 어려운 경우 근골격계부담작업 유해요인 조사 지침(KOSHA GUIDE H-9-2012)을 참조하여 실시

또한, 사업주는 유해요인조사를 실시할 때에는 근로자대표 또는 해당 작업의 근로자를 반드시 참여시켜야 한다.

☞ 사업주가 참여를 요청하였음에도 근로자대표 또는 근로자가 정당한 사유 없이 이에 응하지 않는 경우에는 관할 지방노동관서의 장에게 이러한 사실을 통보한 후 중재를 받아 유해요인조사 실시

☞ 사업주가 근로자 대표 또는 근로자의 참여 거부 등을 이유로 유해요인조사의 시기를 준수하지 못한 경우에는 유해요인 조사 미 실시에 해당

● <개선> 유해요인조사 결과 근골격계질환이 발생할 우려가 있거나 이상 징후가 있는 경우 작업환경 개선 및 의학적 조치를 실시하여야 한다.

- (작업환경 개선) 근골격계질환이 발생할 우려가 있는 경우 인간공학적으로 설계된 인력 작업 보조설비 및 편의 설비를 설치하는 등 작업환경을 개선한다.

※ 근골격계질환 예방을 위한 작업환경개선 지침(KOSHA GUIDE H-66-2012) 참조

작업환경개선계획은 유해요인조사 결과(유해요인 수준 및 증상설문조사 등), 경제적 여건, 개선효과 등을 종합적으로 고려하여 수립·이행)

필요한 경우 정밀평가도구를 통한 유해요인조사 추가 실시나 외부 전문가 등의 자문을 받는 것이 바람직함

- (의학적 조치) 근골격계 부담작업으로 인한 운동범위의 축소, 쥐는힘의 저하, 기능의 손실 등 징후가 나타나는 근로자가 있는 경우 의학적 조치를 하고 필요한 경우 작업환경을 개선한다.

※ 사업장의 근골격계질환 예방을 위한 의학적 조치에 관한 지침(KOSHA GUIDE H-68-2012) 참조

* 의학적 조치의 분류

(사업장 자체 조치) 근골격계질환 징후 개선을 위한 스트레칭, 운동처방 및 태핑(Tapping) 등의 조치

(의사의 조치) 장비를 통한 부위고정, 물리치료, 주사요법(근이완제, 국소마취 등), 근무중 치료 및 해당 신체부위 휴식(일시적 근로금지·제한, 직업전환) 등

- **〈교육〉** 사업주는 근골격계 부담작업에 종사하는 근로자에게 부담작업의 유해성 등 근골격계질환 예방에 필요한 사항을 빠짐없이 주지시켜야 한다.

- ① 근골격계 부담작업의 유해요인
- ② 근골격계질환의 징후와 증상
- ③ 근골격계질환 발생 시의 대처요령
- ④ 그 밖에 근골격계질환 예방에 필요한 사항
- ⑤ 유해요인조사 및 결과와 조사방법 등

※ 유해성에 대한 안내책자 등을 단순 배포하거나 작업장에 비치하는 것만으로는 주지의무를 이행한 것으로 볼 수 없음

또한, 사업주는 근로자대표의 요구가 있는 경우 설명회를 개최하여 유해요인 조사결과를 해당 근로자와 같은 방법으로 작업하는 근로자에게 알려야 한다.

나. 근골격계질환 예방관리 프로그램

- **〈시기〉** 사업주는 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 지체없이 노사협의 등 근골격계질환 예방관리프로그램 시행에 필요한 절차에 착수하고 이를 신속히 추진하여야 한다.

- ① 근골격계질환으로 요양결정을 받은 근로자가 연간 10인 이상되는 경우
- ② 근골격계질환으로 요양결정을 받은 근로자가 연간 5인 이상이면서 전체 근로자대비 발생비율이 10% 이상 되는 경우
- ③ 고용노동부 장관이 필요하다고 인정하여 명령한 경우

- **〈내용 및 방법〉** 근골격계질환 예방관리프로그램은 사업장 여건에 맞게 자체 개발하여 운용하는 것이 가능하나

- 운용규정은 반드시 사업장 내규 이상의 기준으로 마련되어야 하며
- 경영자의 의지, 노사의 공동참여, 예방관리 추진팀의 구성, 예방교육, 유해 요인조사, 작업환경개선, 의학적 관리, 유해성의 주지, 중량물 작업조치 등이 각각의 구성요소로 포함된 종합적인 예방계획으로 작성하고,
- 정기적인 평가나 환류를 통해 근골격계질환 예방을 위해 필요한 경우 지속적으로 수정·보완해 나갈 수 있도록 개발·시행되어야 함

- <자문 등> 예방관리프로그램을 자체 개발·마련하기 어려운 경우에는 외부 전문기관 또는 외부전문가(인간공학·산업의학·산업위생·산업간호 등)의 자문을 받거나 공단의 기술상 지침*을 참고하여 작성한다.

※ 사업장 근골격계질환 예방관련 프로그램(KOSHA GUIDE H-65-2012)

나. 중량물을 들어 올리는 작업에 관한 특별조치

- <중량물의 제한> 사업주는 근로자가 인력으로 물건을 취급하는 경우 아래의 기준(물건의 중량·작업회수·연령·성별 고려)에 따르도록 최대한 노력하여야 한다.

작업 형태	성별	연령별 허용 권장기준(Kg)			
		18세 이하	19~35세	36~50세	51세 이상
일시작업 (시간당 2회 이하)	남	25	30	27	25
	여	17	20	17	15
계속작업 (시간당 3회 이상)	남	12	15	13	10
	여	8	10	8	8.5

또한, 수작업으로 중량물을 취급하는 경우 가급적 2인 이상이 함께 작업하되, 각 근로자에게 중량 부하가 균일하게 전달되도록 노력

☞ 2인 이상이 중량물을 취급하거나 운반하는 경우 신호방법을 정하고 그 신호에 따라 작업해야 함

- <작업조건> 근골격계 부담작업에 대하여 2시간 이상 연속작업이 이루어지지 않도록 적정 휴식시간을 부여하되, 1회에 장시간 휴식보다는 가능한 짧더라도 자주 휴식을 취하도록 한다.

- 가능한 중량물 취급 작업 전부 또는 일부를 자동화하거나 기계화하여 근로자의 부담을 경감시키도록 노력한다. 다만, 이것이 곤란한 경우에는 운반용 대차 등 적절한 보조기기를 사용하도록 하며 보조기기는 작업자가 사용하기에 불편하지 않도록 한다.

- <중량의 표시 등> 사업주는 일상적으로 근로자가 수작업으로 5kg이상의 물품을 들어 올리는 작업을 하는 경우 주로 취급하는 물품*에 대하여 근로자가 쉽게 볼 수 있는 장소에 해당 물품의 중량 및 무게 중심에 대한 안내표시를 해야한다.

※ 단위작업장소를 기준으로 개별 근로자가 아닌 다수의 근로자가 일상적으로 취급하는 물품

- 안내표시의 형태 및 규격 등에는 제한이 없으나 해당 중량과 무게중심에 대해 쉽게 알 수 있도록 작성하고, 무게중심이 수시로 바뀔 경우 주된 작업에 따른 무게중심을 표시하되, 작업에 따라 무게 중심이 바뀐다는 사실을 근로자에게 주기
- 전용 운반용구를 사용하지 않는 등 근로자가 취급하기 곤란한 5kg이상의 물품에 대해서는 손잡이를 붙이거나 갈고리, 진공빨판 등 적절한 보조도구를 제공해야 함

- <작업자세> 사업주는 5kg 이상의 중량물을 수작업으로 들어 올리는 작업에 근로자를 종사하도록 하는 경우 신체에 부담을 감소시킬 수 있는 작업자세에 대하여 알려주어야 한다.

올바른 중량물 취급 자세

중량물 취급 시에는 다음 각호와 같이 어깨와 등을 펴고 무릎을 굽힌 다음 가능한 한 중량물을 몸체에 가깝게 잡아당겨 들어 올리는 자세를 취하여야 함

- ① 중량물은 몸에 가깝게 할 것
- ② 발을 어깨넓이 정도로 벌리고 몸은 정확하게 균형을 유지할 것
- ③ 무릎을 굽힐 것
- ④ 목과 등이 거의 일직선이 되도록 할 것
- ⑤ 등을 반듯이 유지하면서 다리를 펼 것
- ⑥ 가능하면 중량물을 양손으로 잡을 것

※ 근골격계질환 예방을 위한 작업환경개선지침(KOSHA GUIDE H-66-2012) 참조

2. 밀폐공간 작업

선박, 특히 대조립 이상의 대형 블록 내에서 작업을 하는 경우 주변 혼재작업(용접, 도장 등)에 따른 질식 및 화재폭발 사고의 위험이 있다. 따라서, 보온작업 관련 작업자는 해당 공간 출입 시 적절한 절차에 따라 사전점검 후 출입하여야 한다.

가. 밀폐공간의 정의

- 밀폐공간이란 환기가 불충분한 상태에서 산소결핍, 유해가스로 인한 화재·폭발 등의 위험이 있는 아래의 장소를 말한다.

「산업안전보건기준에 관한 규칙」 별표 18의 밀폐공간

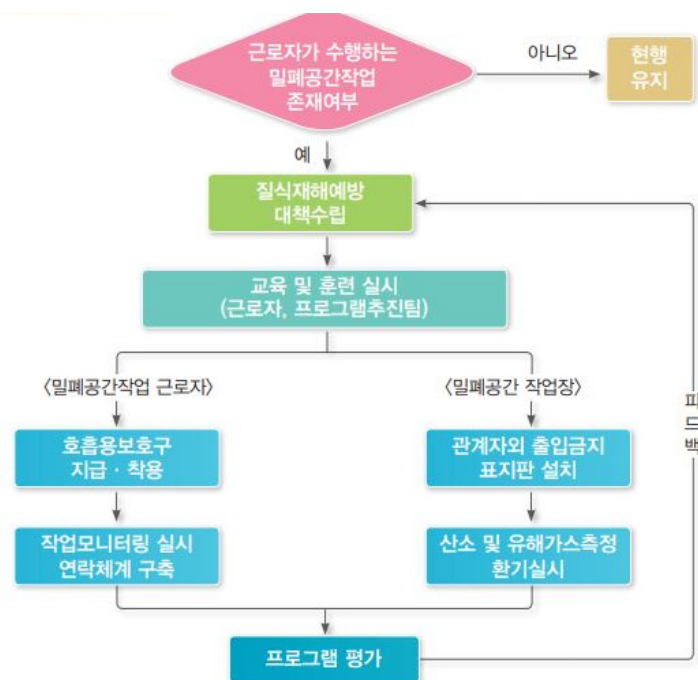
밀 폐 공 간 항 목

1. 지층에 접하거나 통하는 우물·수직갱·터널·잠함·피트 또는 그밖에 이와 유사한 것의 내부
가) 상층에 물이 통과하지 않는 지층이 있는 역암층 중 함수 또는 용수가 없거나 적은 부분
나) 제1철 염류 또는 제1망간 염류를 함유하는 지층
다) 메탄·에탄 또는 부탄을 함유하는 지층
라) 탄산수를 용출하고 있거나 용출할 우려가 있는 지층
2. 장기간 사용하지 않은 우물 등의 내부
3. 케이블·가스관 또는 지하에 부설되어 있는 매설물을 수용하기 위하여 지하에 부설한 암거·맨홀 또는 피트의 내부
4. 빗물·하천의 유수 또는 용수가 있거나 있었던 통·암거·맨홀 또는 피트의 내부
5. 바닷물이 있거나 있었던 열교환기·관·암거·맨홀·둑 또는 피트의 내부
6. 장기간 밀폐된 강재(鋼材)의 보일러·탱크·반응탑이나 그 밖에 그 내벽이 산화하기 쉬운 시설(그 내벽이 스테인리스강으로 된 것 또는 그 내벽의 산화를 방지하기 위하여 필요한 조치가 되어 있는 것은 제외한다)의 내부

7. 석탄·아탄·황화광·강재·원목·건성유(乾性油)·어유(魚油) 또는 그 밖의 공기 중의 산소를 흡수하는 물질이 들어 있는 탱크 또는 호퍼(hopper) 등의 저장시설이나 선창의 내부
8. 천장·바닥 또는 벽이 건성유를 함유하는 페인트로 도장되어 그 페인트가 건조되기 전에 밀폐된 지하실·창고 또는 탱크 등 통풍이 불충분한 시설의 내부
9. 곡물 또는 사료의 저장용 창고 또는 피트의 내부, 과일의 숙성용 창고 또는 피트의 내부, 종자의 발아용 창고 또는 피트의 내부, 버섯류의 재배를 위하여 사용하고 있는 사일로(silo), 그 밖에 곡물 또는 사료종자를 적재한 선창의 내부
10. 간장·주류·효모 그 밖에 발효하는 물품이 들어 있거나 들어 있었던 탱크·창고 또는 양조주의 내부
11. 분뇨, 오염된 흙, 썩은 물, 폐수, 오수, 그 밖에 부패하거나 분해되기 쉬운 물질이 들어있는 정화조·침전조·집수조·탱크·암거·맨홀·관 또는 피트의 내부
12. 드라이아이스를 사용하는 냉장고·냉동고·냉동화물자동차 또는 냉동컨테이너의 내부
13. 헬륨·아르곤·질소·프레온·탄산가스 또는 그 밖의 불활성기체가 들어 있거나 있었던 보일러·탱크 또는 반응탑 등 시설의 내부
14. 산소농도가 18퍼센트 미만 23.5퍼센트 이상, 탄산가스농도가 1.5퍼센트 이상, 황화수소농도가 10ppm 이상인 장소의 내부
15. 갈탄·목탄·연탄난로를 사용하는 콘크리트 양생장소(養生場所) 및 가설숙소 내부
16. 화학물질이 들어있던 반응기 및 탱크의 내부
17. 유해가스가 들어있던 배관이나 집진기의 내부
18. 근로자가 상주(常住)하지 않는 공간으로서 출입이 제한되어 있는 장소의 내부

나. 밀폐공간 출입 허가

- 〈운영절차〉 밀폐공간 출입 허가제는 아래와 같은 순서로 운영한다.



※ 허가절차는 회사 규모나 조직 체계에 따라 달라질 수 있으나 밀폐공간 작업 전 안전보건조치가 적정한지에 대한 확인절차는 어떤 형태로든 포함되어야 함

- **〈허가 및 작업절차〉** 밀폐공간에서 작업을 수행하는 경우 아래의 절차에 따라 허가 후 작업한다.

- ① 작업허가 대상 여부 확인 및 출입허가서 작성
- ② 프로그램 총괄책임자의 내용 검토 및 승인
- ③ 작업지역 담당부서의 승인 및 확인
- ④ 승인 내용에 따른 관련사항 전달, 교육 및 감독
- ⑤ 작업승인 내용의 현장 게시
- ⑥ 작업자는 지시받은 안전사항 준수
- ⑦ 관련된 사항의 협조 및 현장의 안전작업 여부 확인
- ⑧ 작업의 안전종료 및 현장정리와 복구 확인

- **〈출입 전 확인사항〉** 밀폐공간 출입허가서 발급 및 출입 전에는 아래와 같은 항목을 확인해야 하며 안전조치가 충분하다고 판단되는 경우에만 작업을 허가한다.

▶ **밀폐공간 작업 전 확인·조치사항**

- ① 작업 일시, 기간, 장소 및 내용 등 작업 정보
 - * 작업위치, 작업기간, 작업내용
 - * 화기작업(용접, 용단 등)이 병행되는 경우 별도의 작업승인(화기작업허가 등) 여부 확인
- ② 관리감독자, 근로자, 감시인 등 작업자 정보
 - * 근로자 안전보건교육(특별안전보건교육 등) 및 안전한 작업방법 주지여부 확인
- ③ 산소 및 유해가스 농도의 측정결과 및 후속조치 사항
 - * 산소·독성가스·폭발성가스 등의 농도, 측정시간, 측정자(서명 포함)
 - * 최초 공기상태가 부적절할 경우 환기 실시 후 공기상태를 재측정하고 그 결과를 추가 기재
 - * 작업 중 적정공기 상태 유지를 위한 환기계획 기재(기계환기, 자연환기 등)
- ④ 작업 중 불활성가스 또는 유해가스의 누출·유입·발생 가능성 검토 및 후속조치 사항
 - * 밀폐공간과 연결된 펌프나 배관의 잠금상태 여부
(펌프나 배관의 조작을 담당하는 담당자(부서)에 사전통지 및 밀폐공간 작업 종료시까지 조작금지 요청)
- ⑤ 작업 시 착용하여야 할 보호구의 종류
 - * 안전대, 구명줄, 공기호흡기 또는 송기마스크
- ⑥ 비상연락체계
 - * 작업근로자와 외부 감시인, 관리자 사이에 긴급 연락할 수 있는 체계
 - * 밀폐공간 작업시 외부와 상시 소통할 수 있는 통신수단을 포함

※ 작업허가 유효기간은 당일 작업으로 한정(다음날에는 전혀 다른 조건이 될 수 있음)

- **〈밀폐공간 출입자 및 감시인〉** 근로자와 감시인이 안전한 작업방법 등에 대한 교육을 사전에 이수하였는지 확인하여야 한다.

- 명확한 작업내용 및 업무 분장
- 작업위험 요소 인지
- 산소 및 유해가스농도 측정결과 및 환기 방법
- 재해자 구조 및 응급처치 방법
- 기타 안전작업 절차 등

또한, 감시인으로 하여금 각 단계의 안전을 확인하도록 하며 작업수행 중에 상주하도록 조치하여야 한다.

- **〈산소·유해가스 농도 측정〉** 공기 상태가 안전한지 산소·유해가스 농도를 측정하고 작업 전·작업 중에는 반드시 환기를 실시한다.

- **(밀폐공간 가스 농도 측정)** 밀폐공간의 산소·유해가스 농도를 측정

▶ **적정 공기**

- ① 산소농도의 범위가 18% 이상 23.5% 미만
 - ② 탄산가스(이산화탄소)의 농도가 1.5% 미만
 - ③ 일산화탄소 농도가 30 ppm 미만
 - ④ 황화수소의 농도가 10 ppm 미만
- ※ 이 외의 유해물질의 경우 노출기준 이내인지를 확인합니다.
 ※ 인화성·폭발성물질이 있는 경우에는 폭발하한치(Lower flammable, LFL)의 10% 이내 인지를 확인합니다.

- **(측정 시기)** 다음 각 항목에 맞게 산소·유해가스 농도를 측정하고 측정한 결과 적정공기가 유지되는지 확인한다.

▶ **측정 시기**

- ① 밀폐공간 작업허가를 받기 전
- ② 밀폐공간에 작업을 위해 들어가기 전
- ③ 일정시간 작업장소를 떠났다가 다시 작업을 시작하기 전
- ④ 장시간 작업이나 불활성가스 또는 유해가스의 누출·유입·발생 가능성이 있는 경우 수시 또는 일정 시간 간격으로(ex. 2시간)
- ⑤ 근로자의 신체, 환기장치 등에 이상이 있을 때

- (측정자) 산소·유해가스 농도 측정은 측정장비의 조작과 그 결과에 대한 올바른 해석을 할 수 있는 사람이 수행해야 한다.

▶ 산소·유해가스 농도 측정자의 자격

- ① 관리감독자, ② 안전관리자 또는 보건관리자, ③ 안전관리전문기관, ④ 보건관리전문기관, ⑤ 작업환경측정기관, ⑥ 건설재해예방전문지도기관('21년 신설), ⑦ 공단 교육 이수자('21년 신설)

- (환기) 밀폐공간 내 공기를 적정공기 상태로 만들고 유지하기 위해 환기를 실시하고, 환기 시기는 밀폐공간 작업 전 및 작업 중 필요에 따라(유해가스 누출 또는 유입으로 작업공간으로 들어오는 경우 등) 환기를 실시한다.

3. 물질안전보건자료

단열재를 절단하면서 발생하는 분진이나, 단열재 분사작업 시 사용되는 화학물질에 의한 근로자의 건강장애 발생의 위험이 있다. 따라서 보온작업에 사용되는 물질에 대해 물질안전보건자료(MSDS)를 통해 사업주는 사업장에서 취급하는 화학물질을 관리하고, 근로자에게 직업병이나 사고로부터 스스로 보호할 수 있도록 제공 및 교육을 실시하여야 한다.

가. 물질안전보건자료 정의

- 물질안전보건자료(MSDS : Material Safety Data Sheets)란 화학물질의 유해성·위험성, 응급조치요령, 취급방법 등을 설명한 자료로서 사업주는 MSDS상의 유해성·위험성 정보, 취급·저장방법, 응급조치요령, 독성 등의 정보를 통해 사업장에서 취급하는 화학물질을 관리하고, 근로자는 직업병이나 사고로부터 스스로를 보호할 수 있도록 하여야 한다.
- MSDS의 대상은 물질은 산업안전보건법 제104조에 따른 분류기준에 해당하는 물질 (근로자에게 건강장해를 일으키는 화학물질 및 물리적 인자 등), 다만 동법 시행령 제86조에 따른 물질은 제외

※ 산업안전보건법 시행규칙 제141조(유해인자의 분류기준) 및 시행규칙 [별표18]

나. MSDS의 구성

- 물질안전보건자료에는 16개 항목 및 72개 세부항목으로 구성되어 있으며, 상황에 따라 해당 항목의 필요한 정보를 이용할 수 있다.

16개 항목

1 화학제품과 회사에 관한 정보	6 누출 사고 시 대처방법	12 환경에 미치는 영향
2 유해성·위험성	7 취급 및 저장방법	13 폐기시 주의사항
3 구성성분의 명칭 및 함유량	8 노출방지 및 개인보호구	14 운송에 필요한 정보
4 응급조치 요령	9 물리화학적 특성	15 법적 규제현황
5 폭발·화재 시 대처방법	10 안전성 및 반응성	16 그 밖의 참고사항
	11 독성에 관한 정보	

- <활용방법> MSDS의 정보를 이용하여 작업관련 해당정보를 알고자 할 때, 아래와 같이 각 항목들을 통해 유해·위험 및 관리 방법 등을 알 수 있으며 관련 내용을 근로자에게 교육을 통해 주지시켜야 한다.

화학물질에 대한 일반정보와 물리·화학적 성질, 독성정보 등을 알고 싶을 때



2번항목(유해성·위험성), 3번항목(구성성분의 명칭 및 함유량), 9번항목(물리화학적 특성), 10번항목(안정성 및 반응성), 11번항목(독성에 관한 정보)을 활용

사업장 내 화학물질을 처음 취급·사용 하거나 폐기 또는 타 저장소 등으로 이동시킬 때



7번항목(취급 및 저장방법), 8번항목(노출방지 및 개인보호구), 13번항목(폐기시 주의사항), 14번항목(운송에 필요한 정보)을 활용

화학물질이 외부로 누출되고 근로자에게 노출 된 경우



2번항목(유해성·위험성), 4번항목(응급조치 요령), 6번항목(누출 사고시 대처방법), 12번항목(환경에 미치는 영향)을 활용

화학물질로 인하여 폭발·화재 사고가 발생한 경우



2번항목(유해성·위험성), 4번항목(응급조치 요령), 5번항목(폭발·화재시 대처방법), 10번항목(안정성 및 반응성)을 활용

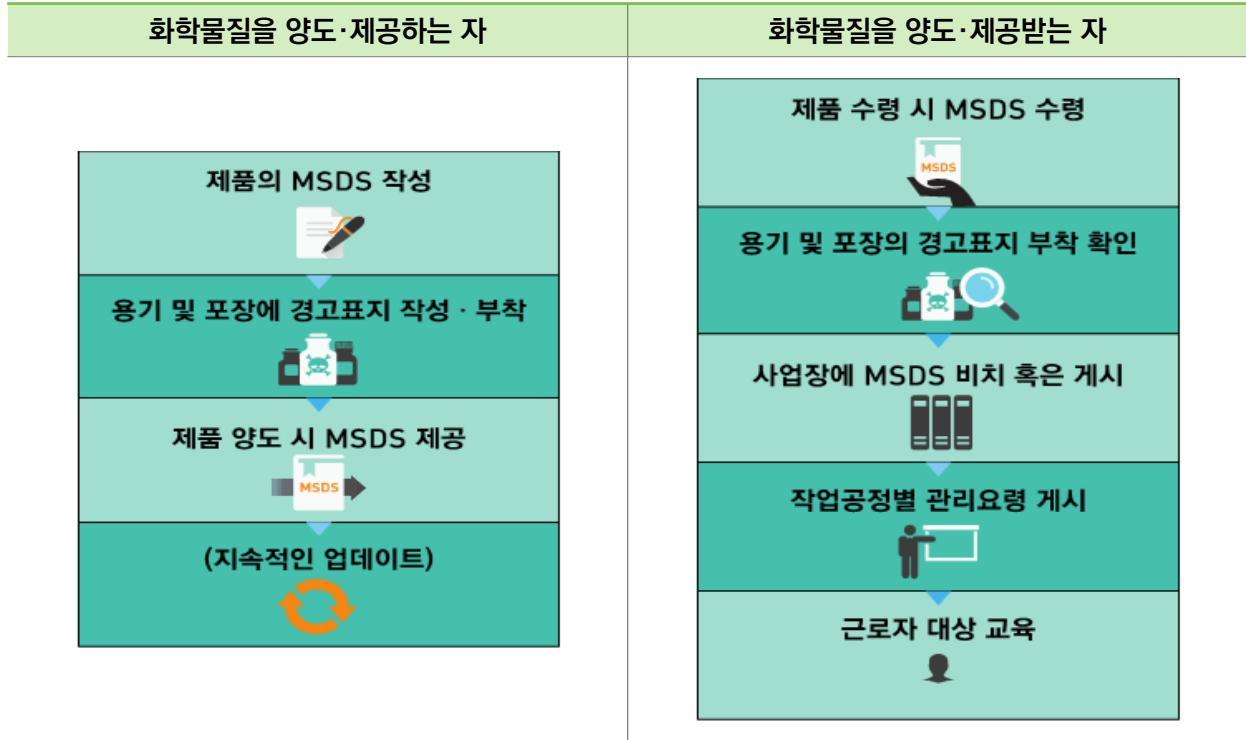
화학물질 규제현황 및 제조·공급자에게 MSDS에 대한 문의사항이 있을 경우



1번항목(화학제품과 회사에 관한 정보), 15번항목(법적 규제현황), 16번항목(그 밖의 참고사항)을 활용

다. 화학물질 취급시 주의사항

- 사업장에서 화학물질을 취급할 경우 아래 절차에 따라 화학물질에 대한 자료 게시, 경고 표지 부착 및 근로자에게 교육 등을 실시하여야 한다.



- <경고표지> 사업주는 작업장에서 사용하는 대상화학물질을 담은 용기에 경고표지의 유무를 확인하여야 하며, 경고표지가 없는 경우 경고표지를 부착하여야 한다.

※ 산업안전보건법 시행규칙 제170조

- <MSDS 비치 및 게시> 대상화학물질을 취급하려는 사업주는 아래 하나에 해당하는 장소 또는 전산장비에 항상 물질안전보건자료를 게시하거나 갖추어 두어야 한다.

- 물질안전보건자료대상물질을 취급하는 작업공정이 있는 장소
- 작업장 내 근로자가 가장 보기 쉬운 장소
- 근로자가 작업 중 쉽게 접근할 수 있는 장소에 설치된 전산장비

※ 산업안전보건법 시행규칙 제167조

- <MSDS 관리요령 게시> 물질안전보건자료대상 물질을 취급하는 작업공정별로 아래 사항을 포함한 관리요령이 게시되어야 한다.

① 제품명

② 건강 및 환경에 대한 유해성, 물리적 위험성

③ 안전 및 보건상의 취급주의 사항

④ 적절한 보호구

⑤ 응급조치 요령 및 사고 시 대처방법

※ 산업안전보건법 시행규칙 제168조, 관리 요령 작성 시에는 MSDS를 참고하여 작성

라. 물질안전보건자료 교육

- 대상화학물질을 취급하는 근로자의 안전·보건을 위하여 근로자에 대한 교육을 하고 교육 시간·내용 등을 기록 및 보존하여야 한다.

구분	상세내용
교육강사	• 해당 사업장의 관리감독자 • 안전·보건관리자 • 교육대상 작업에 3년이상 근무한 경력이 있는 사람 등 ※ 산업안전보건법 시행규칙 제26조
교육시기	• 대상화학물질을 제조·사용·운반 또는 저장하는 작업에 근로자를 배치하게 된 경우 • 새로운 대상화학물질이 도입된 경우 • 유해성·위험성 정보가 변경된 경우 ※ 산업안전보건법 시행규칙 제 169조
교육내용	• 대상화학물질의 명칭(제품명) • 물리적 위험성 및 건강 유해성 • 취급상의 주의사항 • 적절한 보호구 • 응급조치 요령 및 사고 시 대처방법 • 물질안전보건자료 및 경고표지를 이해하는 방법 ※ 산업안전보건법 시행규칙 [별표 5의 6]
교육시간	• MSDS 대한 교육시간은 별도로 정해져 있지는 않지만, 교육받은 근로자에 대해서는 해당 교육 시간만큼 산안법 제29조에 따른 안전·보건교육을 실시한 것으로 인정된다. • 따라서, 사업장 여건에 따라 자율적으로 정하여 실시 할 수 있다.
교육방법	• 집체교육, 현장교육, 인터넷 원격교육 등 사업장 여건에 맞는 방법을 선택하여 실시한다. • 유해성·위험성이 유사한 대상화학물질은 그룹별로 분류하여 교육할 수 있다. ※ 산업안전보건법 시행규칙 제169조
교육결과 기록·보존	• MSDS 교육결과에 대한 보존기간을 규정하고 있지 않으나, 법률 제척기간인 5년간 기록·보존하도록 한다.

〈 MSDS 검색방법 〉

GHS에 따른 단일물질 MSDS의 검색 방법



검색방법

msds.kosha.or.kr / MSDS Info / 접속

→ 화학물질 정보검색 → msds 검색

4. 기타 보온 작업안전

산업안전보건법은 산업재해 예방의 책임을 사업주에게 부과하고 근로자에게는 이에 협력하도록 하는 기본적인 원칙을 설정하고, 실효성 있는 산업재해 예방을 위하여 사업장에 산업안전보건관리체제를 구축하도록 하고 있다.

그 중 관리감독자는 작업 현장에 대한 풍부한 경험과 지식을 바탕으로 작업 과정에서 발생 가능한 위험 요인을 파악하고 안전조치를 실시하는 일차적인 책임자이다.

가. 관리감독자의 안전보건관리

● 산업안전보건법에서 정하고 있는 관리감독자의 업무는 다음과 같다

산업안전보건법 시행령 제15조

- ① 사업장 내 관리감독자가 지휘·감독하는 작업과 관련된 기계·기구 또는 설비의 안전보건 점검 및 이상 유무의 확인
- ② 관리감독자에게 소속된 근로자의 작업복·보호구 및 방호장치의 점검과 그 착용·사용에 관한 교육·지도
- ③ 해당 작업에서 발생한 산업재해에 관한 보고 및 이에 대한 응급조치
- ④ 해당 작업의 작업장 정리·정돈 및 통로 확보에 대한 확인·감독
- ⑤ 산업보건의, 안전관리자 및 보건관리자 등의 지도·조언에 대한 협조
- ⑥ 위험성평가 업무에 따른 유해·위험요인의 파악 및 결과에 따른 개선조치 시행 등

☞ 그 외 산업안전보건기준에 관한 규칙 등에서 관리감독자의 업무로 정한 것을 수행하여야 함

● 관리감독자의 유해·위험 방지 업무

- 관리감독자는 산업안전보건기준에 관한 규칙 [별표2]에서 정하는 바에 따라 유해·위험 방지 업무를 수행하여야 한다. 보온작업 관련 사항은 가스집합용접장치 취급작업(화기), 관리대상 유해물질을 취급하는 작업(Spray 작업), 밀폐공간 작업(공통) 등이 해당된다.

작업의 종류	직무수행 내용
가스집합용접 장치의 취급작업	가. 작업방법을 결정하고 작업을 직접 지휘하는 일 나. 가스집합장치의 취급에 종사하는 근로자로 하여금 다음의 작업요령을 준수하도록 하는 일 (1) 부착할 가스용기의 마개 및 배관 연결부에 붙어 있는 유류·찌꺼기 등을 제거할 것 (2) 가스용기를 교환할 때에는 그 용기의 마개 및 배관 연결부 부분의 가스누출을 점검하고 배관 내의 가스가 공기와 혼합 되지 않도록 할 것 (3) 가스누출 점검은 비눗물을 사용하는 등 안전한 방법으로 할 것 (4) 밸브 또는 콕은 서서히 열고 닫을 것 다. 가스용기의 교환작업을 감시하는 일 라. 작업을 시작할 때에는 호스·취관·호스밴드 등의 기구를 점검하고 손상·마모 등으로 인하여 가스나 산소가 누출될 우려가 있다고 인정할 때에는 보수하거나 교환하는 일 마. 안전기는 작업 중 그 기능을 쉽게 확인할 수 있는 장소에 두고 1일 1회 이상 점검하는 일 바. 작업에 종사하는 근로자의 보안경 및 안전장갑의 착용 상황을 감시하는 일
관리대상 유해물질을 취급하는 작업	가. 관리대상 유해물질을 취급하는 근로자가 물질에 오염되지 않도록 작업방법을 결정하고 작업을 지휘하는 업무 나. 관리대상 유해물질을 취급하는 장소나 설비를 매월 1회 이상 순회점검하고 국소배기장치 등 환기설비에 대해서는 다음 각 호의 사항을 점검하여 필요한 조치를 하는 업무. 단, 환기설비를 점검하는 경우에는 다음의 사항을 점검 (1) 후드(hood)나 덕트(duct)의 마모·부식, 그 밖의 손상 여부 및 정도 (2) 송풍기와 배풍기의 주유 및 청결 상태 (3) 덕트 접속부가 헐거워졌는지 여부 (4) 전동기와 배풍기를 연결하는 벨트의 작동 상태 (5) 흡기 및 배기 능력 상태 다. 보호구의 착용 상황을 감시하는 업무 라. 근로자가 탱크 내부에서 관리대상 유해물질을 취급하는 경우에 다음의 조치를 했는지 확인하는 업무 (1) 관리대상 유해물질에 관하여 필요한 지식을 가진 사람이 해당 작업을 지휘 (2) 관리대상 유해물질이 들어올 우려가 없는 경우에는 작업을 하는 설비의 개구부를 모두 개방 (3) 근로자의 신체가 관리대상 유해물질에 의하여 오염되었거나 작업이 끝난 경우에는 즉시 몸을 씻는 조치 (4) 비상시에 작업설비 내부의 근로자를 즉시 대피시키거나 구조하기 위한 기구와 그 밖의 설비를 갖추는 조치 (5) 작업을 하는 설비의 내부에 대하여 작업 전에 관리대상 유해물질의 농도를 측정하거나 그 밖의 방법으로 근로자가 건강에 장해를 입을 우려가 있는지를 확인하는 조치

작업의 종류	직무수행 내용
관리대상 유해물질을 취급하는 작업	(6) 제(5)에 따른 설비 내부에 관리대상 유해물질이 있는 경우에는 설비 내부를 충분히 환기하는 조치 (7) 유기화합물을 넣었던 탱크에 대하여 제(1)부터 제(6)까지의 조치 외에 다음의 조치 (가) 유기화합물이 탱크로부터 배출된 후 탱크 내부에 재 유입되지 않도록 조치 (나) 물이나 수증기 등으로 탱크 내부를 씻은 후 그 씻은 물이나 수증기 등을 탱크로부터 배출 (다) 탱크 용적의 3배 이상의 공기를 채웠다가 내보내거나 탱크에 물을 가득 채웠다가 내보내거나 탱크에 물을 가득 채웠다가 배출 마. 나목에 따른 점검 및 조치 결과를 기록·관리하는 업무
밀폐공간 작업	가. 산소가 결핍된 공기나 유해가스에 노출되지 않도록 작업 시작 전에 해당 근로자의 작업을 지휘하는 업무 나. 작업을 하는 장소의 공기가 적절한지를 작업 시작 전에 측정하는 업무 다. 측정장비·환기장치 또는 공기호흡기 또는 송기마스크를 작업 시작 전에 점검하는 업무 라. 근로자에게 공기호흡기 또는 송기마스크의 착용을 지도하고 착용 상황을 점검하는 업무

● 관리감독자의 작업시작 전 점검사항 등

- 보온작업 시 크레인의 와이어로프 등의 이상 유무(보온자재 인양), 화재예방 및 대패를 위한 조치여부(화기작업), 중량물 취급의 올바른 자세 및 복장 (보온재 설치) 등에 대해 사전점검하고, 점검결과 이상이 발견될 시에는 즉시 필요한 조치를 취해야 한다.

작업의 종류	점검내용
양중기의 와이어로프·달기체인·섬유로프·섬유벨트 또는 혹·샤클·링 등의 철구 (이하 “와이어로프등”이라 한다)를 사용하여 고리걸이작업을 할 때	와이어로프 등의 이상 유무
용접·용단 작업 등의 화재위험작업을 할 때	가. 작업 준비 및 작업 절차 수립 여부 나. 화기작업에 따른 인근 가연성물질에 대한 방호조치 및 소화 기구 비치 여부 다. 용접불티 비산방지덮개 또는 용접방화포 등 불꽃·불티 등의 비산을 방지하기 위한 조치 여부 라. 인화성 액체의 증기 또는 인화성 가스가 남아 있지 않도록 하는 환기 조치 여부 마. 작업근로자에 대한 화재예방 및 피난교육 등 비상조치 여부

작업의 종류	점검내용
근로자가 반복하여 계속적으로 중량물을 취급하는 작업을 할 때	가. 중량물 취급의 올바른 자세 및 복장 나. 위험물이 날아 흩어짐에 따른 보호구의 착용 다. 카바이드·생석회(산화칼슘) 등과 같이 온도상승이나 습기에 의하여 위험성이 존재하는 중량물의 취급방법 라. 그 밖에 하역운반기계 등의 적절한 사용방법

● 특별교육 중 안전에 관한 교육

- 관리감독자는 유해하거나 위험한 작업에 근로자를 사용할 때에는 그 업무와 관계되는 안전·보건에 관한 특별교육을 산업안전보건법 시행규칙 [별표5]에서 정하는 바에 따라 안전교육을 추가 업무로 수행하여야 한다.

작업의 종류	직무수행 내용
아세틸렌 용접장치 또는 가스집합 용접장치를 사용하는 금속의 용접·용단 또는 가열작업(발생기·도관 등에 의하여 구성되는 용접장치만 해당한다)	• 용접 흠, 분진 및 유해광선 등의 유해성에 관한 사항 • 가스용접기, 압력조정기, 호스 및 취관두(불꽃이 나오는 용접기의 앞부분) 등의 기기점검에 관한 사항 • 작업방법·순서 및 응급처치에 관한 사항 • 안전기 및 보호구 취급에 관한 사항 • 화재예방 및 초기대응에 관한사항 • 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항
밀폐된 장소(탱크 내 또는 환기가 극히 불량한 좁은 장소를 말한다)에서 하는 용접작업 또는 습한 장소에서 하는 전기용접 작업	• 작업순서, 안전작업방법 및 수칙에 관한 사항 • 환기설비에 관한 사항 • 전격 방지 및 보호구 착용에 관한 사항 • 질식 시 응급조치에 관한 사항 • 작업환경 점검에 관한 사항 • 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항
밀폐공간에서의 작업	• 산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항 • 사고 시의 응급처치 및 비상 시 구출에 관한 사항 • 보호구 착용 및 사용방법에 관한 사항 • 밀폐공간작업의 안전작업방법에 관한 사항 • 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항
허가 및 관리 대상 유해물질의 제조 또는 취급작업	• 취급물질의 성질 및 상태에 관한 사항 • 유해물질이 인체에 미치는 영향 • 국소배기장치 및 안전설비에 관한 사항 • 안전작업방법 및 보호구 사용에 관한 사항 • 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항

나. 중량물 취급 안전(작업계획서 포함)

- 지게차 등 차량계 하역운반기계, 크레인 등 양중기, 인력에 의한 운반작업(중량물 취급작업) 시에는 해당 작업에 따른 추락·낙하·전도·협착·붕괴 등의 사고를 예방하기 위해 안전 조치를 해야 한다. 이를 위해 각 사고를 예방하기 위한 안전대책을 포함하여 작업계획서를 작성하고 동 계획에 따라 작업을 실시해야 한다.
- 작업계획서 작성 시에 고려해야하는 추락·낙하·전도·협착·붕괴 등의 사항은 작업의 내용, 취급 화물별로 다를 수 있으나 크게 아래와 같이 분류할 수 있다.
 - (운반경로 상 안전사항) 자재 등을 운반하는 경로 상에서는 추락, 낙하, 전도 등의 사고가 발생할 수 있을 것이다. 이는 “환경적 요인” 으로 개구부, 단부 등이 존재하는 경우 추락할 위험이 있으며 화물이 낙하함에 따라 주변 작업자가 맞을 위험이 있으며 장애물 등에 의해 걸려 넘어질 위험이 있다.
 - (취급 시 안전사항) 자재 등의 특성 및 취급방법에 따라서 협착이나 붕괴등의 사고가 발생할 수 있다. 이러한 “인적·물리적 요인”으로 자재 등을 싣고 내리거나 적재하던 중 끼이거나 무너질 위험이 있다.

다. 화기작업 안전

- 보온작업 공정의 화기작업은 선행의장 공정에서 설치한 단열재 고정핀, 코밍(Coaming), 서포트(Support) 등을 수정하거나 설계변경 진을 적용하는 작업이 주를 이루기 때문에 빈도와 작업량이 상대적으로 적다.
다만, 작업량의 많고 적음을 떠나 화기 작업은 항상 화재·폭발 위험이 존재하므로 이에 대한 관리가 필요하다.
- <주요 위험요인> 블록 등 내부에서 화기작업을 하는 경우 화재·폭발, 추락, 질식 등의 위험 요인이 있으며 주요 내용은 아래와 같다.
 - (화재·폭발) 선박 내부 작업 중 가스 누출에 의한 화재·폭발
 - (추락) 고소작업(용접 및 고정핀 설치 등) 시 작업발판 불량 및 안전대 미착용으로 추락
 - (질식) 밀폐공간 내 환기 설비 미설치 및 호흡용 보호구 미착용으로 인한 질식
- <안전대책> 위의 위험요인을 예방하기 위한 안전조치 사항은 다음과 같다.

• 화재·폭발 예방

- ① 용접작업 시 사전조치 사항 확인
 - 화기작업 허가서(작업장소의 해당부서장 승인 / 안전관리부서의 승인)
 - 화기감시자 배치(화기작업 완료 시까지 상주)
- ② 선박 등 내부 용접작업 시 발생하는 불꽃에 의한 화재 예방을 위해 인화성·가연성 물질 격리
- ③ 가연성 가스가 체류할 위험이 있는 선박 내부 작업 시에는 가스농도 측정 후 폭발 하한계 1/4 이하일 때 작업
 - 작업 중 농도 상승을 방지하기 위하여 지속적인 치환/환기 실시
- ④ 도장 장소에서는 동시작업 절대 금지
 - 도장완료 후 유기용제 의한 폭발위험이 없도록 충분히 건조 후 가스농도가 폭발 하한계 1/4 이하일 때 작업

• 질식재해 예방

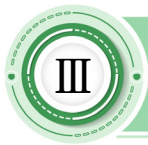
- ① 선박 내부 산소농도 측정 후 작업
 - 산소농도를 측정하여 18% 이상 시에만 작업
 - 작업 중 산소농도가 떨어질 수 있으므로 수시로 점검
- ② 급기 및 배기용 팬을 가동하면서 작업
- ③ 선박 내부 통풍이 불충분한 곳에서 작업 시에는 긴급상황에 대비할 수 있는 조치(외부와의 연락장치, 비상용 사다리, 로프 등을 준비)를 취한 후 작업

• 추락재해 예방

- ① 작업발판 및 안전난간을 안전하게 설치하고 작업 시작 전 고정상태 점검
- ② 개인보호구를 꼭 착용하고, 안전대 부착설비를 설치
- ③ 작업대 및 안전난간은 견고하게 고정

Ⅲ.

보온작업 안전표준 및 위험성 평가



보온작업 작업안전표준 및 위험성평가

본 장에서는 보온작업에 대한 안전한 작업절차(표준)와 위험성평가(4M)* 작성 예시를 제시함으로써 인적 오류를 최소화하고 허용 범위를 벗어난 위험을 지속적으로 개선하는 등 위험관리를 위한 다양한 시각을 제공하고자 한다.

* 4M 위험성평가는 Machine(기계적), Media(물리·환경적), Management(관리적), Man(인적) 등 4가지 면에서 유해·위험요인을 도출하고 발생 빈도와 피해 크기를 그룹화한 위험성평가 방법이다.

[4M 항목별 유해·위험 요인(예시)]

항 목	유해·위험요인
Machine (기계적)	• 기계·설비 설계상의 결함
	• 방호장치의 불량
	• 본질안전화의 부족
	• 사용 유틸리티(전기, 압축공기, 물)의 결함
	• 설비를 이용한 운반수단의 결함 등
Media (물리·환경적)	• 작업공간(작업장 상태 및 구조)의 불량
	• 가스, 증기, 분진, 흙, 미스트 발생
	• 산소결핍, 병원체, 방사선, 유해광선, 고온, 저온, 초음파, 소음, 진동, 이상기압 등에 의한 건강장애
	• 취급 화학물질의 물질안전보건자료(MSDS) 확인
Man (인적)	• 근로자 특성에 의한 불안전 행동
	• 작업정보의 부적절
	• 작업자세, 작업 동작의 결함
	• 작업방법의 부적절 등
Management (관리적)	• 관리조직의 결함
	• 규정, 매뉴얼 미작성
	• 안전관리계획의 미흡
	• 교육훈련의 부족
	• 부하에 대한 감독·지도의 결여
	• 안전수칙 및 각종 표지판 미게시
	• 건강관리의 사후관리 미흡

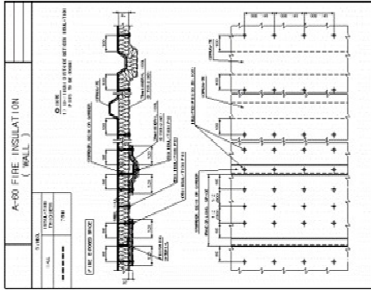
■ 의장(파이프/덕트) 보온작업 표준[예시]

작업순서		세부작업내용		주요확인사항	작업준비
NO		   			
1	작업준비	1-1. 작업을 위한 도면 등을 준비 1-2. 자재의 Tag와 도면 등의 정보를 비교 1-3. 작업자 개인보호구 착용 1-4. 파이프용 서포트 설치 1-5. 주변 보온작업 공간 확보	+ 작업 전 정리정돈 철저 + 안전보호구 사용 수칙 준수 + 안전보호구 사용 수칙 준수 + 작업장 출입통제 조치 + 작업발판/안전난간 점검 + 추락위험공간 안전대 착용	○ 보안경 ○ 안전모 ○ 방진마스크 ○ 안전화 ○ 보호장갑 ○ 나이프 ○ 줄자	
2	보온작업	2-1. Size에 맞는 보온자재 설치 2-2. 보온재를 철사 또는 Steel band로 고정 2-3. 연결 플랜지(Flange) 설치부는 간격 유지 2-4. 간격 유지작업 시 가공작업 2-5. 보온재 이음새는 보온테이프 시공	+ 철사에 눈 찔림 주의 + Steel band 끝단부 베임주의 + 가공작업시 손베임 주의 - 절단 작업시 분진흡입 주의	○ 펜치(Cutting pliers) ○ 철사(Steel wire) ○ Steel band ○ 보온 테이프 ○ 보온자재	
3	마무리 및 정리작업	3-1. 보온작업부위 확인 3-2. 보온재 이음부 테이프 시공상태 확인 3-3. 작업구역 정리정돈	+ 작업장 내 보온자재 정리정돈 - 분진흡입 주의		

■ 의장(파이프/덕트) 보온작업 위험성평가[예시]

작업구분	평가구분	위험요인 및 재해형태	개선대책
작업준비	인적	△ 사다리 이용 고소작업 시 떨어짐 △ 사다리 이동 시 3타점 미준수로 떨어짐 △ 반복적인 위보기 작업으로 근골격계질환 △ 테이프 절단작업 시 나이프에 손 베임	▶ 안전대 착용 및 2인1조 작업 준수 ▶ 3타점 준수 교육 ▶ 작업 전 스트레칭 실시 ▶ 정기적인 휴식 실시 ▶ 올바른 기계기구 사용방법 교육 ▶ 보호장갑 착용
		△ 보온재 탑재 중 그물망 손상으로 자재 낙하 △ 화기작업 병행시 화재위험 △ 주변 장비 및 자재 보호용 덮개(비닐 등) 화재	▶ 작업 전 장비 점검 ▶ 이동경로상 작업자 접근 통제 ▶ 화기작업 병행금지 ▶ 소화설비 배치 ▶ 불연(난연)성 덮개 사용
보온작업	물질/환경적	△ 단열재 분진/유기용재 취급에 의한 호흡기 질환 △ 관리대상 유해물질 취급에 의한 건강장애 △ 작업장 바닥에서 미끄러져 넘어짐 △ 조도 미확보로 부딪힘/넘어짐 △ 이동구간 안전통로 미확보(케이블 등)	▶ 개인보호구(방진/방독마스크) 착용 철저 ▶ 국소배기장치 설치 ▶ 작업 전/후 정리정돈 ▶ 고정조명 설치 ▶ 통로 확보(지그 활용)
		△ 보온자재 낙하로 족장하부 통행자 맞음 △ 작업장소 주변 화재위험 혼재작업 △ 작업 주변 위험 구역 사전확인 미 실시 △ MSDS 정보 부족으로 건강장해 발생	▶ 관리자 배치로 족장하부 통행자 통제 ▶ 화기작업 사전승인(혼재작업 통제) ▶ 관리감독자 사전확인(족장 등) ▶ 작업 전 MSDS 교육 및 작업장내 게시
작업종료	관리적		

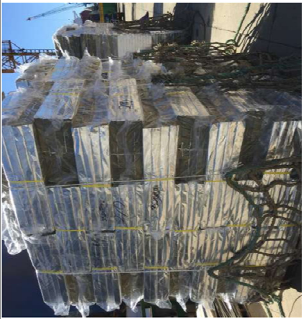
□ 포오화기작공표준[예시]

작업순서		세부작업내용	주요확인사항	작업준비
NO				
1	작업준비	 1-1. 화기작업 허가 신청 1-2. 작업대상 블록 상태 확인 1-3. 시공도면 확인 1-4. 사용자재(Pin, Coaming, Support 등) 운반 1-5. 용접기 및 스테드 건 등 장비를 현장투입	+ 화재작업으로 인한 화재 예방 + 개구부, 단부, 작업발판 설치 상태 점검 + 증량물 취급주의 + 외함 접지 및 케이블 손상 확인	○ 보안면 ○ 안전모 ○ 방진마스크 ○ 안전화 ○ 보호장갑 ○ 귀마개
2	화기작업	 2-1. 작업 전 주변 상황 확인 2-2. 소화기, 불반이포 등 화재 예방 조치 2-3. 도면 확인하여 핀 시공위치 마킹 2-4. 핀, 코밍 및 서포트 등을 설치 2-5. 보온핀 시공 후 구부림 작업 실시	+ 주변작업, 가연성물질 등 확인 + 필요시 화재감시자 배치 + 작업발판 등 설치상태 확인 + 보호장갑 착용	○ 용접기/토치 ○ 그라인더 ○ 레버풀러 ○ 소화기 ○ 불티비산방지포 ○ 징크스프레이
3	작업종료	 3-1. 정도관리 및 시공상태 확인 3-2. 작업장소 주변 정리(장비 등) 3-3. 케이블 및 호스 분리	+ 타 작업자 전도 등 사고예방 + 화재 및 감전 예방	○ 스테드 건 ○ 청소도구

III 보온 화기작업 위험성평가[예시]

작업구분	평가구분	위험요인 및 재해형태	개선대책
작업준비	인적	△ 개인보호구 미착용으로 인한 건강장해 △ 사다리 이동 시 장비/공구 등 지참 △ 사다리 사용작업 및 이동 시 떨어짐 △ 자재 등 운반에 따른 근골격계 질환 △ 작업 중 자재 등에 손이 끼임	▶ 개인보호구 착용 ▶ 탈줄 사용 ▶ 안전대 착용 및 2인1조 작업 준수 ▶ 이동 시 3타점 준수 교육 ▶ 작업 전 스트레칭 실시 ▶ 올바른 기계기구 사용방법 교육 ▶ 보호장갑 착용
		△ 용접기 피복 손상에 따른 감전 △ 가스호스 손상에 따른 화재/폭발/질식 △ 그라인더 날 접촉에 따른 베임 △ 주변 장비 및 자재 보호용 덮개(비닐 등) 화재 △ 레버폴러 이탈에 따른 맞음	▶ 작업 전 장비 점검 ▶ 작업 전 호스 및 니플 점검 ▶ 밀폐공간 작업시 환기 ▶ 그라인더 덮개 성능유지(임의 개조 금지) ▶ 불연(난연)성 덮개 사용 ▶ 리그/피봇클램프 사용
보온 의장품 작업 (화기)	물질/ 환경적	△ 용접 흠에 의한 호흡기 질환 △ 작업장 바닥에서 미끄러져 넘어짐 △ 조도 미확보로 부딪힘/넘어짐 △ 이동구간 안전통로 미확보(케이블 등)	▶ 방진마스크 착용 ▶ 작업 전/후 정리정돈 ▶ 고정조명 설치 ▶ 통로 확보(지그 활용)
		△ 불반이포 미설치로 화재 △ 작업장소 주변 화재위험 화재작업 △ 작업 주변 위험 구역 사전확인 미실시 △ 화재감시자 미배치	▶ 자체 점검기준에 따라 사전점검 ▶ 화기작업 사전승인(화재작업 통제) ▶ 관리감독자 사전확인(죽장 등) ▶ 작업구역별 화재감시자 배치
작업종료	관리적		

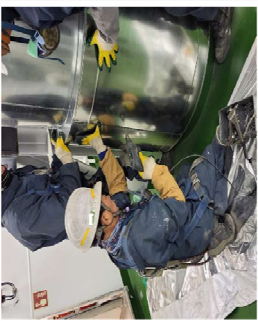
■ 선체 보온작업(Felt & Mold) 표준[예시]

작업순서		세부작업내용		주요확인사항	작업준비
NO					
1	작업준비		1-1. 작업을 위한 도면 등을 준비 1-2. 보온자재 및 장비 이동 1-3. 용도 및 작업공간별 자재배치 1-4. 작업자 개인보호구 착용	+ 작업 전 정리정돈 철저 + 중량물 취급주의 + 이동 간 전도/추락사고 주의 + 안전보호구 사용 수칙 준수	○ 보안경 ○ 안전모 ○ 방진마스크 ○ 안전화 ○ 보호장갑
2	보온작업		2-1. 주변 작업환경 확인 2-2. 보온작업을 위한 보온판 세우기 2-3. 설치구간 현장 실측 및 재단 2-4. 보온재 설치 2-5. 클립 또는 캡 설치 2-6. 관통부 보온재 연장작업 2-7. 보온재 이음부 보온테이프 설치	+ 작업발판/안전난간 점검 + 보온판에 찢림 주의 + 재단 작업 시 손베임 주의 - 절단 작업 시 분진 흡입에 주의 + 사다리 사용시 안전대 착용 + 보온판에 찢림 주의	○ 나이프 ○ 줄자 ○ 펜치(Cutting pliers) ○ 가위 ○ 클립 / 캡 ○ 보온 테이프 ○ 보온자재 ○ 가위
3	마무리 및 정리작업		3-1. 보온작업부위 확인 3-2. 보온재 이음부 테이프 시공상태 확인 3-3. 작업구역 정리정돈	+ 작업장 내 보온자재 정리정돈	

■ 선체 보온작업(Felt & Mold) 위험성평가[예시]

작업구분	평가구분	위험요인 및 재해형태	개선대책
작업준비 ↑ 보온 작업 (절단/설치) ↑ 작업종료	인적	△ 사다리 이용 고소작업 시 떨어짐 △ 사다리 이동 시 3타점 미준수로 떨어짐 △ 보온재 인력운반시 근골격계질환 발생 △ 보온재 절단작업 시 나이프에 손 베임	▲ 안전대 착용 및 2인1조 작업 준수 ▲ 3타점 준수 교육 ▲ 작업 전 스트레칭 실시 ▲ 올바른 기계기구 사용방법 교육 ▲ 보호장갑 착용
	기계적	△ 보온재 탑재 중 그물망 손상으로 자재 낙하 △ 보온핀에 보온재 설치 시 손 찔림 △ 보온재 및 자재 보호용 덮개(비닐 등) 화재	▲ 작업 전 장비 점검 ▲ 보호장갑 착용 ▲ 불연(난연)성 덮개 사용
	물질/ 환경적	△ 보온재 분진에 의한 호흡기 질환 △ 폐보온재 분진비산에 따른 타 근로자 흡입 △ 조도 미확보로 부딪힘/넘어짐 △ 이동구간 안전통로 미확보(케이블 등)	▲ 방진마스크 착용 ▲ 비닐에 넣어 밀봉하고 수거함에 보관 ▲ 고정조명 설치 ▲ 통로 확보(지그활동)
	관리적	△ 보온자재 낙하로 족장하부 통행자 맞음 △ 작업장소 주변 화재위험 화재작업 △ MSDS 정보 부족으로 건강장해 발생 △ 작업 주변 위험 구역 사전확인 미 실시	▲ 관리자 배치로 족장하부 통행자 통제 ▲ 화기작업 사전승인(화재작업 통제) ▲ 작업 전 MSDS 교육 및 작업장내 게시 ▲ 관리감독자 사전확인(족장 등)

■ 함석작업 표준[예시]

작업순서		세부작업내용		주요확인사항	작업준비
NO					
1	작업준비		1-1. 작업을 위한 도면 등을 준비 1-2. 함석자재 및 장비 이동 1-3. 작업자 개인보호구 착용	+ 작업 전 정리정돈 철저 + 중량물 취급주의 + 안전보호구 사용 수칙 준수	○ 보안경 ○ 안전모 ○ 방진마스크 ○ 안전화
2	함석설치	 	2-1. 테이프를 찬넬 전면에 설치 2-2. 함석 절단 및 끝 단부선 작업 2-3. 함석을 찬넬에 지그를 이용하여 고정 2-4. 리벳팅 위치 마킹 2-5. 드릴을 이용하여 홀 시공 2-6. 홀 위치에 리벳팅 작업 2-7. 의장품 간섭부는 사이즈 실측 후 재단/설치 2-8. 선체와 함석이 맞닿는 부위는 실리콘 시공	+ 사다리 사용시 안전대 착용 + 설비 작동시 끼임/말림 등에 주의 + 드릴 작업 시 면장갑 착용 금지 + 장비 등에 끼임 주의 + 절단 작업 시 손베임 주의	○ 보호장갑 ○ 줄자 ○ 드릴 ○ 함석가위 ○ 리벳건 ○ 자석지그 ○ 함석판 ○ 리벳건 ○ 테이프 ○ 비딩기
3	마무리 및 정리작업		3-1. 함석설치 상태 확인 3-2. 기타 의장품과 간섭여부 확인 3-3. 작업구역 정리정돈	+ 작업장 내 정리정돈	

■ 보온 함석작업 위험성평가[예시]

작업구분	평가구분	위험요인 및 재해형태	개선대책
작업준비 ↑	인적	▷ 사다리 이용 고소작업 시 떨어짐 ▷ 사다리 이동 시 3타점 미준수로 떨어짐 ▷ 반복적인 위보기 작업으로 근골격계질환 ▷ 보온재 절단작업 시 가위에 손 베임	▶ 안전대 착용 및 2인1조 작업 준수 ▶ 3타점 준수 교육 ▶ 작업 전 스트레칭 실시 ▶ 주기적인 휴식시간 부여 ▶ 올바른 기계기구 사용방법 교육 ▶ 보호장갑 착용
	기계적	▷ 전단기 작업시 손 끼임 ▷ 함석 끝단 가공시 비딩기에 손 끼임 ▷ 드릴링 작업시 손 끼임 ▷ 전단기 등의 설비피복 손상에 따른 감전	▶ 전단기 전면에 감지센서 부착 ▶ 안전검사 수검 확인 ▶ 손끼임 방지 스토퍼 설치 ▶ 면장갑 착용 금지(가죽장갑 등 손에 밀착이 잘되는 장갑 착용) ▶ 작업 전 장비 점검
함석 재단 ↑	물질/환경적	▷ 작업장 바닥에서 미끄러져 넘어짐 ▷ 조도 미확보로 부딪힘/넘어짐 ▷ 이동구간 안전통로 미확보(케이블 등)	▶ 작업 전/후 정리정돈 ▶ 고정조명 설치 ▶ 통로 확보(지그활동)
	관리적	▷ 작업장소 주변 화재위험 화재작업 ▷ 작업 주변 위험 구역 사전확인 미실시 ▷ 화재감시자 미배치	▶ 화기작업 사전승인(혼재작업 통제) ▶ 관리감독자 사전확인(족장 등) ▶ 작업구역별 화재감시자 배치
작업종료			

■ 선체 보온작업(Spray) 표준[예시]

작업순서		세부작업내용		주요확인사항	작업준비
NO					
1	작업준비		1-1. 작업을 위한 도면 등을 준비 1-2. 보온자재 및 장비 이동 1-3. 작업자 개인보호구 착용	+ 작업 전 정리정돈 철저 + 안전보호구 사용 수칙 준수	○ 보호복 ○ 안전모 ○ 방독마스크 ○ 안전화
2	보온재 혼합 및 도포	 	2-1. 기계에 재료 투입 및 혼합 2-2. 의장품 보호 마스크링 작업 2-3. 보온재 도포 2-4. 다짐작업 및 표면처리 작업	+ 기계 외함에 접지 확인 + 혼합기에 끼임 주의 + 사다리 사용시 안전대 착용 + 혼재작업으로 인한 화재 예방 - 작업시 화해물질 흡입 주의 + 작업공간내 출입통제 실시 + 고소작업 시 추락방지 조치 실시	○ 보호장갑 ○ 나이프 ○ 보온기계 ○ 다짐기
3	마무리 및 정리작업		3-1. 보온 작업부 검사 3-2. 보온재 이음부 Gap 여부 확인 3-3. 작업구역 정리정돈	- 폐기물 분진흡입에 주의	

III 선체 보온작업(Spray) 위험성평가[예시]

작업구분	평가구분	위험요인 및 재해형태	개선대책
작업준비	인적	▷ 사다리 이용 고소작업 시 떨어짐 ▷ 스프레이 건을 사람쪽으로 향하여 분사 ▷ 반복적인 분사작업에 의한 근골격계질환 ▷ 이동식비계 사용시 바퀴 미고정으로 떨어짐	▶ 안전대 착용 및 2인1조 작업 준수 ▶ 건 사용방법 및 위험요인에 대한 사전교육 ▶ 작업 전 스트레칭 실시 ▶ 주기적인 휴식 실시 ▶ 구름방지조치(정지스토퍼 설치) 실시 후 작업
		▷ 보온기계 누전 시 접촉에 의한 감전 ▷ 보온기계 피복 손상에 따른 감전 ▷ 스프레이 건 안전핀 미사용으로 불시 분사 ▷ 보온재 투입시 회전날에 팔 끼임	▶ 보온기계 외함에 접지 실시 ▶ 작업 전 장비점검 ▶ 작업 전 점검 및 미사용시 잠금상태 확인 ▶ 보온재 투입시 수공구 이용
보온작업	물질/환경적	▷ 보온재, 접착제 등의 유해물질 접촉 및 흡입 ▷ 보온 작업장내 타 근로자 출입 ▷ 관리대상 유해물질 취급에 따른 건강장애 ▷ 조도 미확보로 부딪힘/넘어짐	▶ 보안경, 보호복 등 보호구 착용 철저 ▶ 타 근로자 접근하지 출입통제 실시 ▶ 국소배기장치 설치 ▶ 고정조명 설치
		▷ MSDS 정보 부족으로 건강장애 발생 ▷ 화재발생 시 비상대피 훈련 부족 ▷ 작업장소 주변 화재위험 화재작업 ▷ 작업 주변 위험 구역 사전확인 미실시	▶ 작업 전 MSDS 교육 및 작업장내 게시 ▶ 비상대피 시나리오 교육 및 정기적인 대피훈련 실시 ▶ 화기작업 사전승인(혼재작업 통제) ▶ 관리감독자 사전확인(환기 등)

IV.

보온작업 재해사례



보온작업 재해사례

1. 발생연도/형태별 재해 현황

가. 사고재해 현황(2014~2020년)

구분	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	합계
계	4	4	6	-	10	5	4	33
떨어짐	-	1	1	-	4	1	-	7
물체에 맞음	1	-	3	-	2	-	1	7
넘어짐	1	-	-	-	-	3	2	6
끼임	1	-	1	-	3	1	-	6
베임	1	-	1	-	1	-	-	3
불균형 및 무리한동작	-	2	-	-	-	-	-	2
이상온도 접촉	-	1	-	-	-	-	-	1
부딪힘	-	-	-	-	-	-	1	1

- 위와 같이 최근 조선업에서 발생한 보온작업 관련 사고재해는 총 33건으로 떨어짐/물체에 맞음(7건), 넘어짐/끼임(6건)의 유형이 전체 발생형태의 절반 이상(26건, 78.8%)을 차지하고 있음.

나. 질병재해 현황

- 최근 조선업에서 발생한 보온작업 관련 질병재해는 9건으로, 그 중 작업관련질병(근골격계질환)이 7건으로 대부분을 차지하고 있음.
- 작업관련질병의 세부 요인을 살펴보면, 신체에 과도한 부담을 주는 작업(요부 외 신체부위 염좌 등 질환)이 5건이며, 비사고성/작업관련성 요통(누적반복 작업에 의한 요통이) 2건을 차지하고 있음.

※ 산업재해 기록분류에 관한 지침(KOSHA GUIDE G-83-2016) 참조

- ▶ 요부질환 : 반복누적작업으로 발병한 경우(비사고성/작업관련성 요통) 또는 평상시 수행하던 작업과 동일한 중량물 취급등의 작업으로 인하여 급격하게 발병한 경우(사고성 요통)
- ▶ 요부 외 신체부위 염좌 등 질환 : 평소작업의 누적·반복적 동작으로 발병한 경우 (신체에 과도한 부담을 주는 작업)

2. 세부 재해발생 내용

아래 세부 재해발생 내용은 요양 승인된 “사고부상”건을 대상으로 정리 하였으며, 재해발생 형태 및 내용은 제한된 정보(사고경위서 내용으로 판단)에 따라 사실과 일부 다를 수 있음

가. 떨어짐 재해

재해구분	재해발생 내용
이동 중 떨어짐 (4건)	• 천막을 좁는 과정에서 개구부로 떨어짐 • 보온자재 정리정돈 중 설치된 수직사다리를 이용하지 않고 선체 외판부재를 밟고 이동 중 떨어짐 • 천장보온 완료 후 내려오던 중 A형 사다리에서 떨어짐 • 파이프 보온작업 중 반대편 작업을 위해 사다리에서 내려오던 중 떨어짐
기타 (3건)	• 이동식비계에 2명이 올라가 작업 중 무게중심이 한방향으로 쏠리면서 떨어짐 • 보온작업 중 작업발판이 고정되지 않아 발판이 미끄러지면서 바닥으로 떨어짐 • 블록 구조물에서 보온테이프 작업 중 바닥으로 떨어짐

● 떨어짐 재해의 주요 유형은 아래와 같다

- 수직사다리, 족장, 계단 등을 통해 이동하던 중 떨어짐
- 일자형/A형 사다리, 블록 구조물 등을 밟고 작업 중 떨어짐
- 맨홀(개구부) 등에 의해 떨어짐

● 보온작업 중 가장 많이 발생하는 떨어짐 재해는 작업을 위해 이동하던 중 가장 많이 발생함으로 아래 사항에 대한 안전조치를 준수가 필요하다.

- 이동식(수직) 사다리를 오르거나 내릴 때는 반드시 3점 이상 접촉하고, 공구 또는 자재 등을 옮길 경우에는 달줄 등을 이용
- 이동통로 상의 간섭 여부 및 개구부 등을 사전에 확인
- 천장보온 및 테이프 작업 등 상부 작업 시 안전한 작업발판을 사용
- 이동식 비계 등을 사용할 때는 갑작스러운 움직임을 방지하기 위하여 구름방지조치(정지스토퍼)를 견고하게 설치한 후 작업

● 보온작업 중 이동식사다리를 이용하여 사다리위에서 작업을 하게 될 경우 안전작업지침을 준수하여 작업을 실시하여야 한다.

- 경작업(손 또는 팔을 가볍게 사용하는 작업), 고소작업대·비계 등 설치가 어려운 장소에서 사용

- 평탄·견고하고 미끄럼이 없는 바닥에 설치
- 최대길이 3.5m 이하 A형사다리(조경용 포함)에서만 작업
- 작업 높이에 따른 안전작업 지침 준수

※ 사다리 구조 등 그 외 안전보건조치는 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 준수

발붙임 사다리(A형, 조경용)	작업 높이	안전작업 지침
	1.2m 미만	반드시 안전모 착용
	1.2m 이상 ~ 2m 미만	- 반드시 안전모 착용 2인 1조 작업 - 최상부 발판에서 작업금지
	2m 이상 ~ 3.5m 이하	- 반드시 안전모 착용 2인 1조 작업 및 안전대 착용 - 최상부 발판+그 하단 디딤대 작업금지
	3.5m 초과	작업발판으로 사용금지

나. 맞음 재해

재해구분	재해발생 내용
작업 중 맞음 (7건)	● 그라인더 작업 중 보온핀에 연삭날이 파손되어 파편에 맞음 ● 드릴 작업 중 드릴이 바닥에 떨어져 드릴 파편이 안면에 맞음 ● 함석 제거작업 중 함석이 떨어져 맞음 ● 파이프 보온작업 중 갑작스런 수압테스트로 고압의 물이 쏟아져 맞음 ● 보온작업 중 상부 작업자가 임팩트렌치를 떨어트려 공구에 맞음 ● 천장 보온박스 설치 중 고정용 지그 4개 중 1개만 설치하고 자재를 줍기위해 굽히는 순간 보온박스가 떨어져 맞음

● 맞음 재해의 주요 유형은 크게 2가지로 나타난다.

- 주변작업자에 의한 맞음 : 주변(혼재) 작업자의 취급 자재, 공구 등에 의해 맞아 발생하며, 족장 상·하부 동시작업 등을 지양해야 한다.
- 작업자 본인이 취급하는 자재에 의한 맞음 : 보온핀 설치, 서포트 설치, 보온재 설치 등 다양한 작업 수행 시 취급하는 물체가 이탈하면서 재해가 발생하며 관련 재해는 공구의 안전한 공구사용 방법 및 작업안전표준 등의 교육을 통해 사용절차를 준수할 수 있도록 한다.

다. 넘어짐 재해

재해구분	재해발생 내용
장애물에 걸려 넘어짐 (4건)	- 보온작업 중 뒤에 있던 작업발판 지지대에 걸려 넘어짐 - 보온작업을 위해 이동 중 구조물에 걸려 넘어짐 - 타 작업장으로 이동 중 적재물에 걸려 넘어짐 - 블록 상부에서 이동 중 보온핀에 걸려 넘어짐
기타 (2건)	- 보온파이프 위에서 발판으로 넘어가던 중 미끄러져 넘어짐 - 블록 상부에서 이동 중 오염방지를 위해 임시로 설치한 함석을 밟고 발이 빠져 넘어짐

● 넘어짐 재해의 주요 유형은 아래와 같다

- 이동 또는 작업 중 작업발판, 블록 구조물 등 장애물에 걸려 넘어짐
- 맨홀(개구부) 등 개구부에 빠지거나 이동 중 균형을 잃고 넘어짐 등

● 넘어짐 재해의 경우 떨어짐 재해와 마찬가지로 작업 관련 재해보다 이동시 발생한 재해가 더 많이 발생하고 있다. 작업자가 이동하는 통로는 넘어지거나 미끄러지지 않도록 안전하게 유지되어야 하며, 가능한 고정된 조명을 설치하여 장애물 등이 식별될 수 있도록 하고 부득이한 경우 개인 랜턴 등을 지급하여 시야를 확보할 수 있도록 조치하여야 한다.

라. 끼임 재해

재해구분	재해발생 내용
설비·구조물에 끼임 (5건)	단열박스 제작설비의 분진제거 작업 중 갑작스런 설비 기동으로 손가락이 끼임
설비·구조물에 끼임 (5건)	- 단열박스 제작을 위한 부품배열 중 절곡기가 하강하여 손가락이 끼임 - 함석판 제거 중 그라인더 연삭날이 부재사이에 끼어 빼내는 과정에서 그 사이에 끼임 - 크레인으로 중량물 운반작업 중 구조물과 자재사이에 손이 끼임 - 보온작업 중 문에 손가락이 끼임
기타(1건)	보온작업 중 송풍기를 옮기는 과정에서 손이 송풍기에 들어가 손이 끼임

● 끼임 재해의 주요 유형은 아래와 같다

- 보온자재 제작 시 사용되는 설비, 의장품 등 구조물 사이에 끼임
- 보온설치 작업 시 수공구 등에 끼임 등

- 끼임 재해는 작업대상 또는 주변 구조물에 의해 끼이는 사고가 많이 발생하고 있다. 또한 보온자재 제작 시 사용되는 절곡기, 벤딩기 등의 설비에 의한 끼임이 발생하고 있어, 설비의 점검/정비 등의 작업 시 전원 차단 등 운전정지를 실시한 후 작업을 진행해야 한다.

마. 기타 재해

재해구분	재해발생 내용
베임(3건)	• 함석설치를 위한 드릴 작업 중 드릴에 의한 손 베임 • 보온 고정용 철사 설치 작업 중 철사 끝단에 얼굴 베임 • 함석절단 중 함석가위에 손가락 베임
불균형 및 무리한 동작 (2건)	• 보온핀에 보온재 설치 중 손가락 꺾임 • 이동중 보온재 더미를 밟고 미끄러져 발목을 접질림
이상온도 접촉(1건)	• 절단작업 중 보온핀에 가스호스가 걸리면서 팔에 화상
부딪힘(1건)	• 블록 보온작업 후 이동 중 바닥으로 뛰어내리면서 크레인레일과 부딪힘

3. 중대재해 발생현황 및 사례

보온 작업관련 중대재해는 최근 10년간 4건(사망 7명)이 발생하였다.

사망재해 발생형태는 화재 및 떨어짐으로 화재의 경우 보온작업만 실시하는 경우에는 발생 가능성이 낮지만, 용접 및 절단작업 등의 혼재작업 시 화재 발생의 위험이 높으며 화재발생 시 중대재해로 이어질 가능성이 매우 높다.

따라서, 본 장의 중대재해 발생 작업과 그 외의 고위험 작업에 대한 지속적인 관심과 안전관리가 필요하다

※ 재해개요 및 재해발생원인 등은 공단에서 사고조사 시 작성한 의견서를 바탕으로 일부 이해를 돕기 위해 재구성(정리) 하였으며, 그 외 가감은 없음

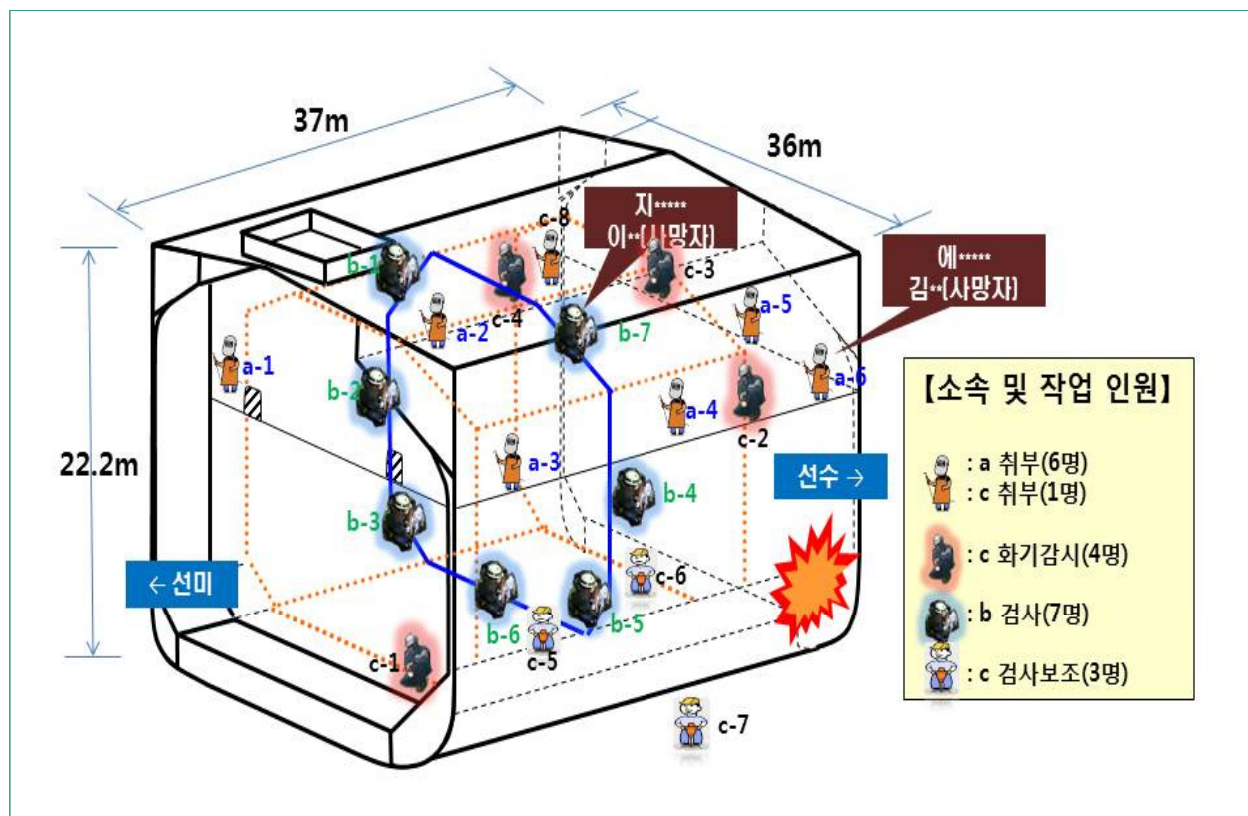
재해구분	사고개요
화재 (3건)	선박 블록 용접작업 및 검사작업 중 용단불꽃이 탱크 하부로 떨어지면서 LPG 탱크 외벽의 보온재(폴리우레탄)에 발화되어 화재가 발생
	탱크에서 화기작업(가스 절단, CO2용접등) 중 보온재(폴리우레탄폼)에 불이 붙어 화재가 발생되었고 격벽 넘어에 있는 다른 탱크로 옮겨 붙어, 다른 탱크에서 레진작업 중이던 작업자가 사망
	화물창에서 화기작업(CO2용접 등) 중 보온재(폴리우레탄폼)에 불이 붙어 화재가 발생
떨어짐 (1건)	LPG탱크 보온작업을 위해 탱크상부 경사면에서 우레탄 스프레이 발포작업 중 착용한 작업벨트용 섬유로프의 고리가 도르래블록 축에서 빠지면서 약 22m 높이에서 떨어짐

화기작업 중 용단 불통에 의한 LPG 탱크 외벽 보온재(폴리우레탄) 발화

재해 개요

2014년 4월 21일(월) 15시 20분경 울산시 ○○중공업(주) 도크 호선(LPG선) 홀드(hold)내에서 재해자 등 21명이 선박 블록 용접작업 및 검사작업 중 용단 불통이 탱크 하부로 떨어지면서 LPG탱크 외벽의 보온재(폴리우레탄)에 발화되어 화재가 발생함으로써 2명이 사망하고 1명이 부상을 당한 사고가 발생함.

재해 상황도



재해발생원인

- 용접·용단작업 시 철판 등 떨어짐 방지조치 미흡
 - 환기가 충분하지 않은, 가연성 소재의 보온재가 시공된 탱크가 있는 장소에서 취부작업 시 사용되는 철판, 용접불뚝에 대한 용접방호포 설치가 미흡.
- 화기감시자의 역할과 임무에 대한 구체적 제시 미흡
 - 화기감시자의 현장감시 중 용접용단작업 안전수칙 준수에 대한 감독 미흡.

재해예방대책

- 용접·용단작업 시 철판 등 떨어짐 방지조치 철저
 - 작업장소에 가연물이 있으며 화재 시 유독가스 배출이 어려운 공간내부에서 용접·용단작업 시 철판 또는 용접불뚝이 멀리 또는 아래로 떨어지지 않도록 용접방화포를 설치하여야 함.
- 취부작업 하부에 화기감시 철저
 - 용접·용단작업 시 용접불뚝이 떨어지는 수직 하부 홀더바닥에 화기감시인을 추가로 배치하여야 함.

화기작업 중 보온재(폴리우레탄) 화재가 다른 탱크로 옮겨 붙어 다른 탱크에서 작업 중이던 작업자 사망

재해 개요

2015. 8.24(월) 09:27분경 경상남도 거제시 소재의 0000(주) LPG선박 NO1 Cargo Tank에서 산소절단기를 사용한 화기작업 중 보온재(폴리우레탄폼)에 불이 붙는 화재가 발생하여 격벽 너머에 있는 NO2 Cargo Tank로 옮겨 붙어 NO2 Cargo Tank에서 LPG탱크 고정작업 중이던 작업자 등 2명이 사망하고 가스를 흡입한 7명이 부상을 당하는 사고가 발생함.

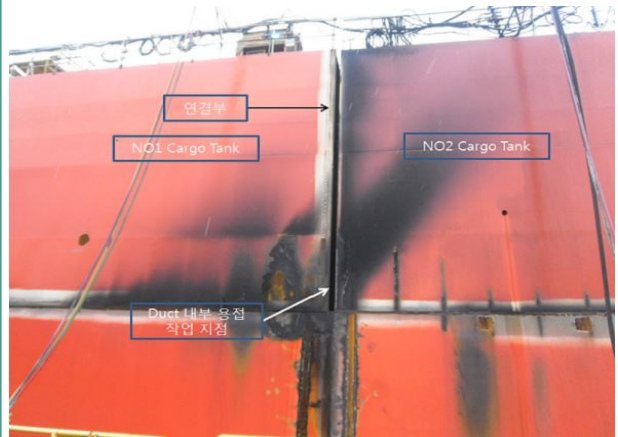
재해 상황도



화재발생 선박



산소절단기를 이용한 러그 절단



화재가 발생한 외판

재해발생원인

- 산소절단기 용단작업 시 고열물 등 비산방지조치 미실시
 - Cargo Tank내부에서 Duct 취부작업을 위하여 산소절단기를 이용하여 철판 용단작업 시 발생하는 고열물이 비산되는 것을 방지하기 위한 방화포 등의 고열물 비산방지조치 미실시.
- 경보설비 및 유도등 미설치
 - 작업자들이 신속하고 안전하게 대피할 수 있는 경보설비와 유도등을 설치하지 않음.
- 화재감시자 미배치
 - 덕트 취부작업 등 화기작업으로 인한 화재발생 위험장소에 화재감시자를 배치하지 않음.

재해예방대책

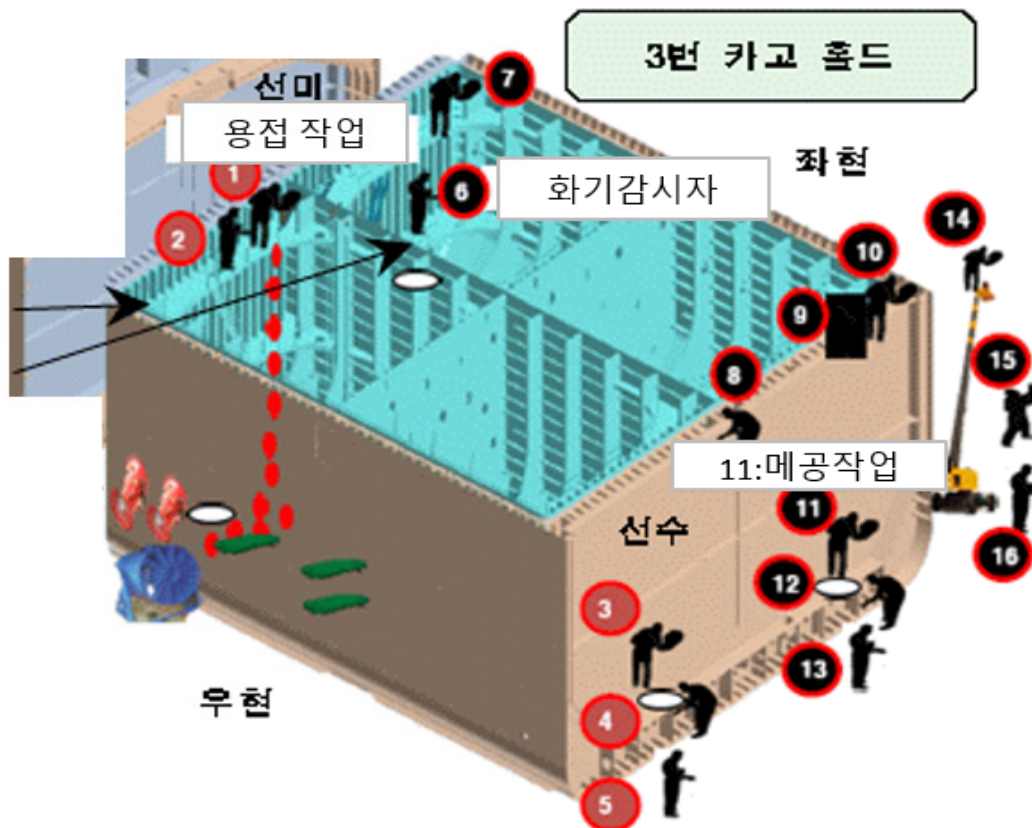
- 산소절단기 용단작업 시 고열물에 대한 비산방지조치 실시
 - Cargo Tank에서 산소절단기를 사용하여 철판을 용단작업을 할 때 고열물이 떨어져 화재가 발생할 위험이 있는 장소에는 난연성 이상의 방화포를 고열물 주변에 설치
- 경보설비 및 유도등 설치
 - Cargo Tank 내부와 같이 화재발생위험이 있는 장소에는 근로자가 신속하게 인지할 수 있는 경보설비 (경보사이렌 등)와 안전하게 대피할 수 있는 유도등을 설치
- 화재감시자 배치
 - Cargo Tank내부에서 Duct 취부작업 등 화기작업시 화재가 발생하는 것을 예방하기 위해 소화기를 휴대한 화재감시자를 배치

화물창에서 화기작업 중 보온재(폴리우레탄) 화재

재해 개요

2015.11.10(화) 10:34경 경남 거제시 소재 000000 건조호선(LPGC) 3번 화물창(Cargo Hold)에서 화기작업(CO2용접 등) 중 보온재(폴리우레탄)에 불이 붙어 발생한 화재로 3번 화물창 내 화재감시자인 △△△△ 소속 □□□가 현장에서 사망하였고, LPG탱크 바닥 Access Hole 메공작업 중이던 △△△△ 소속 ○○○이 구조되어 병원에서 치료 중 사망하였으며, 유해가스를 흡입한 6명이 부상을 당한 재해임.

재해 상황도



재해발생원인

- 용접 또는 가우징 절단작업 시 불티, 고열물 등의 비산방지조치 미 실시
 - 화물창(Cargo hold) 내부의 화물인양용 홀덱개 손잡이 및 측면 개구부에 불티, 고열물의 비산방지 조치(방화포 설치 등)를 실시하지 않은 상태에서 용접 또는 가우징 절단작업을 실시하였음.
- 폴리우레탄코팅이 손상된 상태로 화기작업 실시
 - 화물창 내부로 탱크 탑재시 선체구조물에 부딪혀 폴리우레탄코팅이 손상된 부위는 화기작업 시 발생한 불티, 고열물 등이 튈 경우 폴리우레탄폼에 착화될 수 있으나 화기작업 전 폴리우레탄코팅 손상부위를 보수하지 않음.
- 화재감시자 배치인원 부족
 - 화물창 내부에서 용접 또는 가우징 절단작업 시 화재감시자가 같은 통행로 상에만 배치되어 하부로 낙하된 용접불티 또는 용단물 등이 가연물에 튀는지 여부를 확인할 수 없었음.

재해예방대책

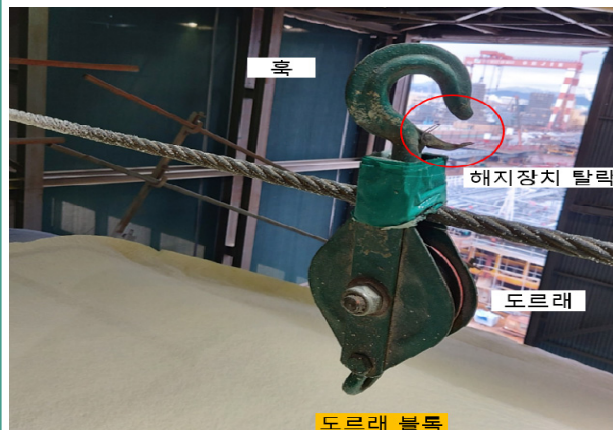
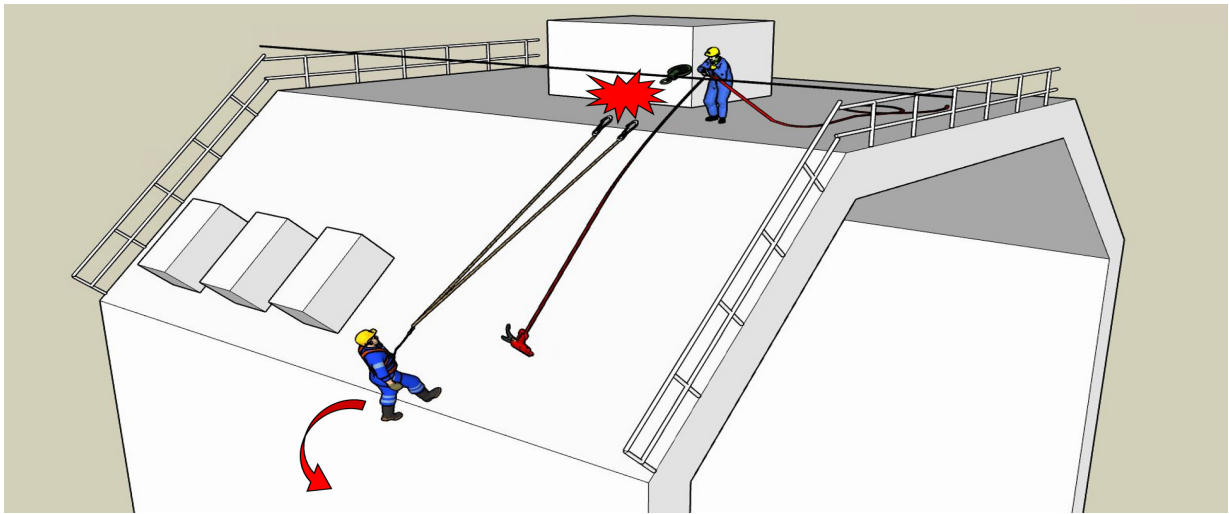
- 용접 또는 가우징 절단작업 시 불티, 고열물 등의 비산방지조치 실시
 - 화물창(Cargo hold) 내부에서 용접 또는 가우징절단 작업 시 화물인양용 홀덱개 손잡이 및 측면 개구부에 불티, 고열물의 비산방지조치(불받이 함석 및 방화포 설치 등)를 실시하여야 함.
- 폴리우레탄코팅 손상부위는 보수 후 화기작업 실시
 - 화물창 내부로 탱크탑재 시 발생한 폴리우레탄코팅 손상부위에는 화기작업 전 불티, 고열물 등이 폴리우레탄폼에 축적되지 않도록 보호대를 부착하는 등의 조치를 하여야 함
- 화재감시자 추가 배치
 - 화물창 내부에서 용접 또는 가우징 절단작업 시 화재감시자를 다른 통행로 및 홀드바닥에도 추가 배치하여 하부로 낙하하는 용접불티 또는 용단물 등이 가연물에 튀는지 여부를 확인토록 하여야 함.

LPG탱크 보온작업 중 떨어짐

재해 개요

2021.03.02.(화) 08:12분경 울산광역시 울주군 소재 ○○○사업장에서 LPG탱크블록의 보온작업을 위해 탱크상부 경사면에서 우레탄 스프레이 발포작업 중 착용한 작업벨트용 섬유로프의 고리가 도르래블록 훅에서 빠지면서 약 22m 높이에서 떨어져 사망함

재해 상황도



재해발생원인

- 추락방지 안전조치 미 실시 및 이탈위험이 있는 훅이 달린 도르래블록 사용
 - 사고장소는 20m이상의 고소공간이면서 27도 기울기의 경사면으로 재해자는 작업벨트에 로프만 체결한 상태로 별도의 안전조치는 없었음
 - 작업발판은 조립공정에서 설치되나 보온작업 시 간섭에 따른 공정효율상의 이유로 작업 전 해체되며, 추락방호망도 동일 사유로 설치하지 않음

재해예방대책

- 작업발판 사용 등 추락방지조치 및 링이 달린 도르래블록 사용
 - 작업공정을 조정하여 조립작업 시 설치된 작업발판을 해체하지 않고, 보온작업에서도 사용할 수 있도록 함
 - 설치가 불가할 경우 구멍줄을 설치하여 작업줄이 끊어질 경우 추락을 예방할 수 있도록 함
 - 도르래블록은 빠질 위험이 낮은 링이 달린 것으로 사용



[링이 달린 도르래블록]

| 참고문헌 |

- [1] 교육부 NCS 학습모듈 : 단열재 설치(LM1508030404_14v2)
- [2] 근골격계질환 예방 업무편람(안전보건공단 직업건강실, 2014)
- [3] KOSHA GUIDE H-9-2012 “근골격계부담작업 유해요인조사 지침”
- [4] KOSHA GUIDE H-65-2012 “사업장 근골격계질환 예방관리 프로그램”
- [5] KOSHA GUIDE H-66-2012 “근골격계질환 예방을 위한 작업환경개선 지침”
- [6] KOSHA GUIDE G-84-2016 “산업재해 기록·분류에 관한 지침”
- [7] KOSHA GUIDE G-119-2015 “인력운반작업에 관한 안전가이드”

“자료 제공에 협조해주신 사업장 관계자분들께 감사 인사드립니다.”

조선업 직종별 안전보건 기술력 향상을 위한 보온공 안전관리모델

발행일 : 2021. 11.

발행인 : 정 정 환

발행처 : 안전보건공단 전남지역본부

주 소 : 전라남도 무안군 삼향읍 후광대로 242

전 화 : 061-288-8735

작성자 : 정 제 원

〈비매품〉

2021-전남지역본부-724