

조선업 직종별 안전보건 기술력 향상을 위한

# 배관공 안전관리모델





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

년도	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
직종	용접공 작업발판설 치·해체공	취부공 (용단포함) 사상공	의장공 (배관제외) 도장공	운반공 (크레인, 지게차)	운반공 (트랜스포터, 스키드로더)	성형공 (절단가공포함) 배선포설공	엔진기계공 보온공

[개발 완료된 안전관리모델]

본 자료는 선박 엔진 탑재 및 조립 공정에서 발생할 수 있는 재해를 예방하기 위한 안내서로 관련 법령, 고시, 지침 등보다 우선하여 적용할 수 없음을 알려드립니다.



## CONTENTS \_ 목차

<b>I. 배관작업 개요</b> .....	<b>1</b>
1. 배관 공사 .....	3
2. 배관(관장치) .....	4
3. 밸브 .....	6
4. 조립 작업 .....	7
5. 배관 설치 .....	9
6. 배관장치 종류 .....	13
<b>II. 배관작업 안전보건관리</b> .....	<b>17</b>
1. 크레인 작업 .....	19
2. 용접 작업 .....	20
3. 수공구 작업 .....	21
4. 배관 누설 검사 .....	22
5. 밀폐공간 내 작업 .....	23
6. 근·골격계질환 유발 작업 .....	24
<b>III. 배관작업 표준 및 위험성평가 예시</b> .....	<b>27</b>
<b>IV. 배관작업 재해사례</b> .....	<b>41</b>
1. 재해현황(2018~2021) .....	43
2. 일반재해사례 .....	46
3. 중대재해사례 .....	50



# I.

---

## 배관작업의 개요

1. 배관 공사
2. 배관(관장치)
3. 밸브
4. 조립 작업
5. 배관 설치
6. 배관장치 종류







## 배관작업의 개요

### 1. 배관 공사

선박을 건조하는 공정은 강재를 사용하여 선체 구조물을 만드는 선각 공사와 각종 기기들과 설비를 갖추어 화물과 여객을 운송할 수 있도록 하는 의장 공사로 나뉜다. 의장 공사는 대상 장치가 다종다양하고 사용재료도 강재를 비롯하여 동, 스테인리스강, 비철금속, 합성수지, 복합재료, 세라믹, 신 금속 재료, 시멘트, 타일, 고무, 유리 등이 있다. 여기서는 의장공사 중 배관공사에 대해 정리한다.

#### 1.1 배관 공사 일반

배관(의장)공사는 선체 공사가 완료되는 시점이나 선대나 도크에 블록이 탑재된 이후에 수행하는 것이 관례였으나, 요즘에는 공사기간을 단축하기 위하여 가능한 지상에서의 작업을 늘리는 방향으로 공법을 개선하고 있다.

#### 1.2 배관 공사의 분류

배관 공사는 의장 공사에서 강관, 스테인레스강, 구리관 등의 파이프 등을 주를 사용하여 연결하는 작업을 말하는 데 작업 단계에 따라 크게 선행 배관, 후행 배관으로 구분한다.

##### 1.2.1 선행 배관

선행 배관은 선대나 도크에 블록이 탑재되기 전까지 실시하는 선박의 배관 공사이다. 선박에 들어가는 강제구조물 및 배관을 설치, 블록 도장 전에 가능한 모든 배관을 설치하는 것을 말한다. 선행 배관작업은 배관 공사를 가능한 지상화하여 블록 건조 단계에서 병행함으로써 선행 배관 공사의 비율을 높이고 배관 공사 능률을 향상시켜 비용을 절감시키는 데 있다.

배관작업은 공정 계획에 따라 제작된 블록이 선행 의장작업장 내에 이송되면 각종 치공구와 설치될 배관(의장품)이 배송되고, 도면에 표기된 모양과 형태에 따라 우선순위를 정해 취부 작업이 먼저 이루어지고 용접작업으로 마무리한다.

작업 후에 검사를 반드시 받아야 하는 항목은 검사를 받고 비파괴검사를 거친 후, 다음 공정인 선행 도장으로 블록을 인계한다. 후행에서 본선 배관작업을 최소화할 수 있도록 배관을 포함한

의장품을 설치해야 한다.

### 1.2.2 후행 배관

선대 또는 도크에서 블록 탑재 후 실시하는 배관 공사를 말하며, 크게 기관 배관, 선체 배관 등이 있다.

#### (1) 기관 배관

선박이 항해에 필요한 동력을 발생시키고 제어할 수 있도록 하며 선박을 조정하며 항해하기 위한 배관설치 작업이다.

#### (2) 선체 배관

거주구와 기관실을 제외한 구역의 배관을 말한다.

## 2. 배관(관장치)

### 2.1 배관(관장치) 분류

선박은 육상과는 달리 관장치의 한정된 용적과 설비 사이에 배치해야 하고, 게다가 항상 완전하게 작동할 수 있도록 해야 한다. 그 종류도 많지만, 크게 나누면

(1) 해수 배관, 청수 배관, 배수 배관, 공기 배관, 증기 배관, 밀지 배관, 벨러스트 배관, 연료유 배관, 화물유 배관 등이며

- 현장에서는 주로 S.W Cooling Line, F.W Cooling Line, Domestic & Sanitary Line, Drain Line, Comp` Air Line, Stsrting Air Line, Fire Line 등으로 불린다.

### 2.2 선박 배관 재료

#### (1) 관의 종류

관장치에 사용되는 관의 종류는 다음과 같다

(가) 배관용 탄소 강관 (가스관) (SGP, 일반용) : 강관은 일반적으로 내·외면에 아연 도금한 것을 이용한다. 다만 연료관으로서 이용되는 것은 배관 내면에 아연 도금을 하지 않는다.

(나) 압력 배관용 탄소 강관(STP, 압력배관) : 압력 배관용 탄소 강관은 소화관, 유압관 등에 사용한다.

(다) 스테인리스 강관

(라) 구리관 : 구리관은 냉각관, 청수관, 텔레 모터관, 소리전달, 난방관 등에 이용한다.

(마) 납관 : 납관은 오수관에 이용한다.

(바) 비닐관

(사) 특수관

## (2) 관이음의 종류

관의 연결부에는 다음의 것이 사용된다.

(가) 플랜지 이음 : 관경, 사용압력, 재질 및 고착 방법이 규정되어 있으며, 가장 일반적으로 사용되는 것이다. 분해가 편리한 장점이 있지만 좁은 곳에서는 설치에 방해가 된다.

(나) 슬리브 이음 : 용접하여 연결하는 것으로 관경이나 사용압력이 넓은 범위에서 사용된다. 분해할 필요가 없는 축심관이나 공기관에 이용된다.

(다) 나사 관이음, 유니온 이음 : 비교적 적은 직경의 관이음에 사용된다. 엘보우(elbow)나 티(tee)를 조합하여 경량으로 할 수 있다.

(라) 빅토리(victaulic) 관이음 : 일종의 신축이음이며, 탱커의 유관 등 대관경인 것에 이용된다.

## (3) 가스켓(Gasket)의 종류

관 따위의 이음매 또는 틈새 등의 기밀을 유지하기 위하여 접합면에 끼워 넣은 박판 형상의 배관재료의 총칭으로 정지 실(Seal)이라고도 한다. 펌프용은 고무시트, 천을 넣은 고무, O링, 석면 조인트 실이 있으며, 덕트(Duct)용으로는, 두께 3mm 정도의 석면 테이프나 판 형상의 석면판 등이 있으며, 재질에 따라서는 크게 아래 3가지로 구별되며 사용되는 가스켓은 액체(기체)의 종류, 사용압력, 사용온도 등에 의하여 선정된다.

(가) 금속 가스켓 : 금속만으로 만들어진 가스켓으로 금속 열성이라는 장점을 살려 고온, 고압의 조건에서 사용되고 또한 내식성이 요구되는 곳에 사용되며, 부식에 강한 스테인레스(Stainless) 강을 중심으로 동, 알루미늄, 순철 등이 사용된다.

(나) 비금속 가스켓 : 금속이외의 고무, 석면, 테프론(Teflon), 흑연 등이 주로 사용되며 유연하기 때문에 조임력을 그다지 줄 수 없는 곳이나 저온, 저압인 곳에 주로 사용된다.

(다) 금속·비금속 가스켓 : 금속의 장점과 비금속의 유연함을 조합하여 만든 가스켓으로

스테인레스나 연강 박판인 석면판이나 조인트 시트를 싸 넣어 내부의 비금속을 외피의 금속으로 지키면서 그 유연성을 이용한 것으로 치수나 형상면에서 여러 가지를 만들 수 있다는 장점이 있다.

### 3. 밸브

밸브는 관과 관 사이에 연결하여 유량, 압력, 속도 조절과 방향 전환 및 차단에 사용하며 선박의 배관 시스템에 사용되는 대표적인 밸브의 형식과 특성은 다음과 같다.

#### (1) 글로브(Globe) 밸브

주로 유량 조절 목적으로 사용하는 밸브이다. 흘러들어온 유체가 밸브 내부에서 상방으로 흐를 때, 밸브 간격을 조절해주면 유량의 조절이 가능하고 다시 관로를 따라 흘러나가게 되므로, 밸브 내의 유동은 'S' 형태를 이루며 단점은 압력 강화가 크며 다른 밸브와 비교하면 무게가 무겁다.

#### (2) 게이트(Gate) 밸브

주로 차단을 위한 밸브로서, 완전 닫힘과 완전 열림 형태로 사용한다. 완전 열림 상태에서는 압력강화가 적고 완전 차단이 잘 되지만, 부분 열림 상태로 사용하면 진동과 마모가 생기기 쉬우며 작동 시 큰 힘이 소요된다.

#### (3) 볼(Ball) 밸브

밸브 판이 구형으로 생긴 밸브로서 볼을 90° 회전 시킴으로 개폐 작용을 하며 액체, 가스뿐만 아니라 부식성 유체, 고점도 액체, 슬러지(Slurry) 등에 사용 가능하여 잔유 처리나 탱크 청소용 배관에도 사용한다.

#### (4) 나비(Butterfly)형 밸브

대형 관에서 많이 사용되는 밸브로서, 밸브 판이 평판으로 되어 있어서 중앙의 밸브 축을 90° 회전시켜 밸브를 열고 닫는데 상대적으로 누설이 중요하지 않은 저 압력에 주로 사용한다. 무게가 가볍고 간결하여 공간을 적게 차지하므로 화물용이나 밸러스트용, 그리고 화물창 청소용 배관에 쓰인다.

#### (5) 체크(Check) 밸브

역류를 방지하여 한 방향으로만 흐르게 하는 자동밸브이며 흐름이 역으로 흐르면 닫혀지게 되는 밸브이다.

## 4. 조립 작업

관의 조립작업은 관과 각종 이음 및 피스류 또는 관과 관을 조합하여 배관을 형성하는 작업이다. 조립작업은 관의 형상, 이음간의 평행도 또는 직각도, 볼트구멍 위치, 양단 플랜지의 관계 위치 및 플랜지 각도 등을 형상 그대로 조립함과 동시에 용접 개선의 형상에 정확하게 맞춰야 한다.

### 4.1 맞대기 용접 이음

엘보우, T 피스, 레듀서 등이 있고, 또한 직접관과 관의 구멍 맞대기 용접도 가능하며, 용접 기술의 진보에 의해 넓게 채용되고 있지만, 용접 개선의 공작 정밀도를 높임과 동시에 관 내면의 마무리를 충분히 행하지 않으면 안 된다.

#### 4.1.2 플랜지 이음

플랜지 이음에는 선내 배관에 있어 가장 일반적으로 이용되고 있고,  $20\text{kg}/\text{cm}^2$  이하의 관계에 대해서는, 특수외 경우를 제외하면 전 평면형의 플러그 용접 플랜지가 주로 사용되고 있다.

#### 4.1.3 조립 작업의 순서

- (1) 현도, 일품도에 맞게, 관의 굽힘이 정확한지 확인한다.
- (2) 정반 위 또는 수평기를 이용해 관의 수평 길이를 확인한다.
- (3) 엘보우, 단관 등을 수평기, 분도기 등을 사용하여 구멍 맞춤 설치한다.  
그 경우, 개선의 각도를 바르게 맞추어야 한다.
- (4) 지관이 있는 장소는 정확한 맞춤을 실시한 후 임시 용접한다.
- (5) 플랜지를 설치한다. 이 때 플랜지를 무게추, 수평기, 플랜지 부착용 직각치구 등을 이용하여 각도를 맞추고 (플랜지는 직각, 볼트 구멍은 정확하게)관과 플랜지의 오차 정도를 용접 요령에 따라 맞추어 가접한다.

## 4.2 용접

### 4.2.1 가스 용접

산소 아세틸렌의 화염을 이용해 용접하는 것으로, 두께가 얇은 것은 전기용접보다 좋은 결과를 얻을 수 있어 소형관의 구멍 맞대기 용접이나 지관의 용접 등에 많이 이용되고 있다.

## 4.2.2 브레이징

일반적으로 브레이징은 모재를 적당한 온도까지 가열하고, 모재보다 용점이 낮은 용접봉을 이용해 접합시키는 것으로, 황동납이나 은납이 주로 이용된다.

황동납은 용점이 높고, 두껍게 도포되므로 구리관의 플랜지부착 등에 이용되고, 은납은 비교적 용점이 낮아, 소경의 계기관 등에 이용된다.

## 4.2.3 가스 텅스텐 아크 용접(TIG 용접)

주로 아르곤 가스에 의해 용접부를 감싸면서 용접해 나가는 것으로 가스 용접과 같이 용이한 작업성을 갖고 있다. 아르곤 아크 용접은 강철은 물론, 동 및 구리합금, 알루미늄, 니켈, 스테인리스 스틸 등의 용접에 이용되고 있다.

## 4.2.4 탄산가스 아크 용접(CO2 용접)

아르곤 아크용접의 아르곤 가스 대신에 값이 싼 탄산가스를 이용하는 것으로, 탄산가스가 용접부를 감싸는 방식이다. 자동적으로 용접봉을 공급하면서 용접해 가는 방법으로 용접 길이가 긴 것에 능률적이다.

## 4.3 관의 표면 처리

완성된 관을 의장하기 전에 관 자체의 마무리는 물론, 방수 및 특수도장 등이 행해진다.

### 4.3.1 관의 마무리 및 청소

#### (1) 플랜지면

기계가공 등을 행한 관에 대해서 플랜지면의 직각 및 평면을 연도록 마무리 작업한다. 이 경우 플랜지 내면 용접부에서 플랜지면 위로 튀어나온 비드나 스퍼터를 완전하게 제거해야 한다.

그렇지만, 관의 조립을 행할 때 무리한 힘을 주어 플랜지가 분리되는 경우 등에 주의하고, 플랜지 내면 용접 때, 플랜지면 위로 용접 비드가 만들어지지 않게 하고, 사전에 기계 가공되어 있는 플랜지면을 그라인더 접촉에 의한 흠이 생기지 않도록 주의하는 것이 요구된다.

## (2) 관의 내면

엘보우 등의 구멍 맞대기 용접부 마무리 및 스펙터의 제거, 플랜지 설치 부분의 용접 비드의 마무리, 그 주변의 스퍼터를 그라인더로 제거한다.

덧붙여 긴 관의 내면 마무리는 긴 자루가 있는 그라인더를 이용한다.

## (3) 관의 청소

관의 청소에는, 다음에서 설명하는 산세척 외에 샌드 블라스트(sandblast), 그리드 블라스트(grid blast) 및 튜브 클리너 마무리·자루 부착형 그라인더 마무리 등이 있다. 또한 열 굽힘관에 대해서는, 관의 내면에 모래가 응착하고 있는 경우가 있으므로 충분히 주의하여 청소를 실시할 필요가 있다.

### (가) 산세척(배관공이 실시하지 않음)

일반적으로 윤활유관, 연료유관 및 유압관 등의 유관은 주로 염산으로 내부 청소를 실시한다. 그 외에 증기관등에 대해서도 산세척 청소를 실시하는 경우가 있다.

산세척 후에는 압축공기 등으로 수분을 제거하고, 충분히 건조한 후, 유관(oil pipe)에는 관내면에 방청유를 발라 방진, 방습을 하고 관 끝단은 테이프, 베니어 판, 또는 얇은 강판으로 막아 이물질이 들어가는 것을 방지 하도록 한다.

방청유를 바르기 어려운 증기관 등에는 기화성의 방청제가 이용된다.

또 산세척 다음은 녹슬기 쉬워지므로 관 외면에도 녹을 방지하는 도료를 발라 둔다.

## 5. 배관 설치

### 5.1 배관 작업의 일반적인 주의 사항

(1) 관의 내부에는, 이물질이 있어서는 안 된다.

설치 전에 반드시 내부를 확인하고, 필요하다면 에어 블로우를 실시한다.

(2) 밸브의 흐름 방향이 틀리지 않게 주의해야 한다.

특히 역류방지 밸브(체크밸브)는 절대로 반대로 설치해서는 안 된다.

(3) 잘못된 배관은 당연히 허용될 수 없고, 기름 중에 물이 들어가거나 증류수에 해수가 혼입 되면 큰 사고로 된다.

- (4) 도금관이나 유허유관을 현장에서 절단 수정했을 경우는, 반드시 재도금 또는 산세척 등의 처치를 해야 한다.
- (5) 보조기기의 연결부는 꼼꼼하게 배관을 설치해야 한다.  
무리하게 설치해서 보조기기의 설치 상태에 영향을 주어서는 안 된다.
- (6) 선체 구조물이나 의장품 등에 관을 접촉시켜서는 안 된다.
- (7) 설치된 관으로서 구멍이 열려 있는 관에는 테이프, 베니어판, 양철, 플라스틱 캡 등으로 막을 것. 특히 구멍이 위쪽 방향으로 열려있는 경우는 반드시 막아두어야 한다.
- (8) 설치 시에는 플랜지면에 상처나 녹이 없는지를 체크하고, 필요하면 줄로 제거 가공을 행하고, 패킹은 적절한 것을 사용한다. 이 같은 일을 소홀히 하면 누설의 원인이 된다.
- (9) 플랜지 고정에는 적정의 볼트를 사용하고, 완전고정 후 나사산 2개가 나오는 것이 표준이다.
- (10) 디젤 발전기의 배기가스관 출구에는 함석판으로 봉인하여 설치할 것.
- (11) 증기관은 드레인이 잔류하지 않게 주의해야 한다.
- (12) 현장에서의 슬리브 이음은 용접할 수 있는 공간을 관의 주위에 확보해 두어야 한다.
- (13) 관 밴드(서포트)는 관의 진동이 발생하지 않도록 고려하여 설치해야 한다.
- (14) 관의 관통은 선각의 용접 라인에 과도한 힘이 부하되지 않도록 해야 한다.
- (15) 거어더, 웹 프레임을 관통할 때는 선각강도를 충분히 체크 한 후, 작업해야 한다.

## 5.2 블록배관

### 5.2.1 블록 배관 시 유의 사항

선각블록의 형상은 설비능력에 따라서 크기가 제한되고, 또한 블록이 저장되는 장소나 기간에 제약이 많고, 의장용의 크레인이나 환경측면 등 작업자에게 만족스럽지 못한 경우가 많다. 하지만, 블록 배관을 행하는 이상 적어도 다음과 같은 점에 유의해야 한다.

- (1) 블록을 탑재할 때는 설치한 관이 부딪히지 않게 주의한다. 이를 위해 관을 블록의 끝단보다 돌출하지 않게 해야 한다.
- (2) 관의 설치 순서를 명확하게 해야 한다.



- (3) 블록과 블록이 연결되는 관은, 특히 기준선으로부터 치수에 주의해 설치하고, 선내에서 연결통로 위에서 이동시켜야 하는 일이 없도록 한다.
- (4) 조정관은 선내의 배관설치가 용이하게 행해질 수 있도록 고려한다.
- (5) 설치 가능한 의장품은 모두 완전하게 설치해야 한다.
- (6) 블록의 매달기 피스의 위치를 확인하고, 블록 반전시나 탑재 시에 관 및 밴드 등이 매달기 와이어의 방해가 되지 않도록 주의해야 한다.
- (7) 공간이 좁은 부분(탱크)은 의장 시기를 놓치지 않도록 한다.
- (8) 일반적으로 높은 곳에서 작업을 해야 되는 것은, 가능한 한 지상 공사가 될 수 있도록 하고, 선내 공사에서 발판을 필요로 하지 않을 정도로 진행하는 것이 바람직하다.

### 5.2.2 블록 배관 순서

- (1) 우선, 블록의 선수, 선미 방향 및 우현, 좌현을 확인한다. 동일한 형태의 블록이 많아. 반전한 상태로 의장하는 경우가 많기 때문에 이 확인은 반드시 실시해야 한다.
- (2) 다음으로, 기준이 되는 파이프 지지대를 도면의 지세에 따라서 마킹한다.
- (3) 지지대는 가능한 한 외판, 갑판, 격벽 등의 판재에 직접 설치하지 않고 웹(web), 론지 거어더 등의 강도 부재에 설치하도록 한다.
- (4) 지지대의 형상을 확인하고, 마킹 된 위치에 두고 높이를 확인한 후 가접한다.
- (5) 가접한 지지대 위에 기준이 되는 관을 놓고 플랜지를 도면의 위치로 배치하고 나서 U볼트를 단단히 조인다.
- (6) 기준관에 맞춰 순차적으로 다음 관을 늘어놓고, 관에 맞추어 나머지의 지지대를 설치한다.
- (7) 블록에 열교환기나 관통 피스가 있는 경우에는, 이것들을 기준으로 하여 관을 배치해 놓고, 관에 맞춰 지지대를 설치한다.
- (8) 조정관은 블록의 반전이나 탑재 시에 낙하하지 않도록 단단히 고정해야 한다.

## 5.3 배관 유닛

### 5.3.1 유닛의 종류

유닛의 종류는 다음과 같은 것들이 있다.

- (1) 보조기기 유닛
- (2) 바닥판 유닛
- (3) 관 유닛
- (4) 밸브 유닛
- (5) 탱크 유닛
- (6) 생산업체에서 조립되는 유닛

#### 5.4 선내배관 현장 맞춤관의 공작

- (1) 현장 맞춤
  - (a) 맞춤관을 필요한 곳에 맞춰 절단 위치를 마킹한다.
  - (b) 절단 위치를 가스절단 한다(맞춤관의 치수는 50 mm 정도 길게 한다).
  - (c) 플랜지를 맞춤관에 낀다. (플래지면에 상처가 생기지 않도록 한다)
  - (d) 선내 관에 맞추어서 플랜지를 연결한다.
    - 플랜지를 볼트로 단단히 고정한다.
    - 볼트구멍을 올바르게 맞춘다.
    - 한쪽으로 치우쳐 체결되지 않도록 한다.
    - 볼트는 볼트구멍의 반수가 좋다.
    - 필요에 따라서 패킹대를 넣는다.
    - 관과 플랜지는 직각이 되도록 한다.
  - (f) 플랜지의 제거대를 관두께 이내로 한다.
  - (g) 플랜지와 관을 가접한다. (4~6개소)
  - (h) 맞춤관에 상호 +마크를 한 후 떼다(선내 설치 완성 관에는 반드시 마개를 한다).

#### 5.5 앵커 피스(ANP), 세트 피스(SET) 및 신축 이음의 부착

관은 공기 중 또는 관내 유체의 온도변화 및 선체의 휨에 의해서 신축하고, 격벽이나 관 용접부의 응력 집중으로 인해 파손이 발생하기도 한다. 그 때문에 적절한 위치에 신축 이음을 배치하고, 그 부속물로서 앵커 피스(anchor piece)를 설치할 필요가 있다.

### (1) 부착 요령

신축이음 및 U밴드 등은 배관이 규정된 신축량 내에서 변형할 수 있도록 앵커피스를 설치한다.

## 6. 배관장치 종류

### 6.1. 밸러스트 배관 일반

밸러스트 배관(ballast piping arrangement)은 해수 밸러스트를 흡입하기 위한 해수 흡입구, 해수 거르개, 해수 펌프, 해수 이송 배관, 배관용 밸브들과 밸러스트 탱크로 구성된다.

#### (1) 밸러스트 관과 배관 부속

일반적으로 해수를 밸러스트로 사용하므로 아연 도금하고 탱크를 도장할 때 함께 도장한다. 이보다 더 적극적인 부식 방지를 선주가 요구하여 조선소의 사내 표준을 변화하는 등 현재는 강도와 내식성 그리고 전도성이 좋은 유리섬유강화 에폭시관(GRE pipe, Glass Reinforced Epoxy pipe)을 사용하고 있다.

### 6.2 빌지 시스템

#### 1) 빌지 배관

빌지 배관(bilge piping arrangement)은 기관실 내부에 빌지 펌프를 배치하고 빌지 관을 빌지 발생 구역에 배치한다. 기관실 내부에서 발생한 각종 기름이 섞인 빌지 등은 저장하였다가 처리하거나 규정에 따라 육상에 배출한다. 갑판 상부에서 해수 유입으로 발생된 빌지는 배출관(eductor)으로 배출하기도 한다.

#### (1) 화물창 빌지

화물창 빌지(cargo hold bilge)는 주 빌지 흡입 관로를 상자형 용골에 배치할 때 각 화물창의 흡입 지관에는 나사식 체크 밸브(SDNR, Screw Down Non Return check valve)를 함께 배관한다.

#### (2) 기관실 빌지

기관실 내에 설치하는 빌지 펌프는 소방 및 일반용으로 함께 사용하며 기름 섞인 빌지는 육상으로 배출할 수 있도록 배관한다.

### (3) 조타장치실 빌지

조타장치실 빌지(steering gear room bilge)는 조타장치실의 해치를 통하여 들어온 해수나 각종 장치로부터 배출된 기름 섞인 빌지를 중력을 이용하여 기관실 빌지 계통으로 배출하도록 배관한다.

### (4) 갑판장 창고 및 선수 구역 빌지

갑판장 창고나 선수부 공간 또는 체인로커 등에서는 해수 유입으로 발생하는 빌지가 대부분으로, 빌지를 배출관으로 직접 배출할 수 있도록 배관한다.

## 6.3 액체화물 배관 시스템

### 1) 액체화물

선박이 운송하는 액체화물로는 화학제품, 정제유, 원유 및 액화가스 등이 있으며, 이들은 배관 시스템을 이용하여 취급한다. 액체화물 운송을 위한 시스템으로서 펌프, 관로, 밸브, 탱크 등이 기본 구성요소이다. 액체화물 운송을 위한 시스템으로서 펌프, 관로, 밸브, 탱크 등이 기본 구성요소이다. 화물의 양과 물성에 따라 인접 배치하거나 분리 배치한다. 화물의 하역작업에서 발생 증기로 인한 폭발을 방지하기 위하여 불활성가스 시스템을 운용하거나 적재화물을 변경하기 위하여 탱크 세척 시스템을 사용하며, 원활한 펌프 가동을 위하여 가열기를 채택하기도 한다.

## 6.4 관의 테스트

### 6.4.1 일반

배관 공사 완료 후 각각의 공정에 따라 선내 시험을 실시하지만, 일반적으로 수압 및 누수 테스트를 한다. 검사하는 관은 완성 검사를 겸하는 경우가 많아 검사를 하기 전에 밴드 적정 배치, 볼트의 풀림 등을 충분히 체크해 둔다.

#### (1) 수압시험

빌지 관, 밸러스트 관, 잡용 증기관, 소방관, 청수배관 시스템은 수압펌프로 규정 압력까지 가압하여 관의 누설을 체크한다. 이 때 기기 연결부 및 관 끝단에는 막음판(blind flange)을 설치한다. 압력시험 종료 후, 막음 판은 완전하게 제거하여 복구해 두는 것이 필요하다.

**(2) 누수 시험**

내장 안쪽에 배관된 배수관, 오수관, 공기관 등, 아래쪽에 막음 판을 넣고 물을 가득 채워 누설 체크를 한다. 그 때, 막음 판을 넣는 곳을 가능한 한 줄이기 위해서 각 계통이 집합한 곳에 막음 판이 들어갈 수 있도록 한다.

**(3) 통수(通水) · 환기(換氣)시험**

증기관, 청수관, 배수관 등은 물이 잘 흘러 갈 수 있는지 확인 시험을 실시하고 누출되는 곳이 있는지 확인한다.

**(4) 작동 시험**

빌지 관 : 흡입 시험

밸러스트 관 : 해수 주입 및 배출 시험

갑판 청소용 해수 : 방수 시험

등을 실시하고, 성능의 확인 및 데이터를 기록한다



# II.

---

## 배관작업 안전보건관리

1. 크레인 작업
2. 용접 작업
3. 수공구 작업
4. 배관 누설 검사
5. 밀폐공간 내 작업
6. 근·골격계질환 유발 작업







## 배관작업 안전보건관리

### 1. 크레인 작업



천장주행 크레인



갠트리 크레인



지브 크레인



타워 크레인



해상 크레인



이동식 크레인

[크레인 종류]

#### 주요 위험요인

- 중량물 취급작업계획서 미작성, 안전작업 매뉴얼의 작업표준 미준수
- 작업지휘자(신호수) 미지정, 권상 시 주변 통제 소홀, 권상위치 선정 미흡
- 조작자 전방주시 소홀, 인양하중 내 작업자 출입금지조치 미흡
- 안전대 미착용 및 안전대 부착설비 미설치
- 크레인 줄걸이 방법 부적합

### 재해 예방 수칙

- 중량물취급 작업계획서 작성, 안전작업 매뉴얼의 표준작업 준수
- 작업지휘자(신호수) 배치 및 주변 통제 실시
- 조작자 전방 시야 확보 후 작업, 인양물 하부 출입금지조치
- 추락위험이 있는 장소에 인양 시 안전대 착용, 안전대 부착설비 설치
- 줄걸이 작업시 하카사용 금지 및 리프팅러그 용접 철저

## 2. 용접 작업



취부(가용접)



배관 연결



배관 토치 절단

[용접작업의 종류]

### 주요 위험요인

- 가연성물질에 용접불티가 비산하여 화재발생
- 산소 누출장소에서 토치 점화 시 폭발
- 가연성가스가 누출되어 토치 점화 시 폭발
- 용접흡, 유해가스, 유해광선, 소음, 고열환경 등으로 건강장해
- 환기가 불충분한 장소에서 아르곤가스가 누출되어 질식
- 아크용접 작업 중 충전부 접촉에 의한 감전
- 비산 슬래그나 금속알갱이등이 튀거나 토치 화염에 의한 화상
- 전도방지용 지지대 설치 전 크레인 훅 분리 등
- 가접된 부재의 용접부가 파단

주재해 예방 수칙

- 화기작업 허가서 작성, 화기감시자 및 소화설비 배치
- 작업 인접구역에 인화성 물질 격리
- 용접 작업 장소 주변에 불티비산방지포 사용, 접근 통제
- 선박 내부 작업 시 폭발위험분위기 제거(환기 등)
- 가스 저장용기 넘어짐 방지 조치
- 자동 전격방지기, 절연용 홀더, 개인용 보호구 사용
- 작업 전·후 가스농도 측정 및 충분한 환기시설 설치 및 가동
- 전도방지용 지지대 점검 후 혹 분리
- 전도방지용 지지대 및 보강재의 전도 여부 확인
- 작업계획서에 작성된 취부 구간 확인 및 취부 누락 방지 철저

3. 수공구 작업



전동렌치를 이용한 배관 연결 작업



휴대용 연삭기를 이용한 사상 작업

[수공구 작업의 종류]

주요 위험요인

- 파단된 볼트의 파편에 맞음
- 회전 연삭숫돌에 작업자 옷자락 및 신체 접촉
- 가공 중 숫돌 균열 및 외부 충격으로 비산된 파편에 맞음
- 본체 절연파괴 등 전기 누전에 의한 감전
- 에어 그라인더에 산소 호스 등을 잘못 연결하여 화재 및 화상

재해 예방 수칙

- 연삭기 슛돌 방호덮개 설치 및 점검 후 사용
- 작업 시작 전 연장선, 배선, 접속기 등 점검 실시
- 슛돌의 갈라짐, 잔금, 흠 등의 균열등 확인
- 사용 후 꽃음접속기에서 플로그 제거
- 손잡이부 절연상태 점검
- 가스와 공기 연결헤드의 규격 구분으로 연결구의 안전조치
- 작업표준 및 작업자 가스사용 안전교육 실시
- 보안경 등 보호구 착용

## 4. 배관 누설 검사



수압 검사



기압 검사

[누설 검사 종류]

주요 위험요인

- 배관의 플랜지, 소켓 등 결속조치 미흡
- 파열 취약부 등 검사 전 배관 육안 및 비파괴 검사 미실시
- 누설검사 절차서 미작성 및 미준수
- 수압 및 기압시험의 차이 및 위험성 등 작업 전 안전교육 미실시
- 계측기, 펌프, 공구 등의 상태 불량
- 급격한 압력 상승
- 배관 내 공기 불완전 방출

주재해 예방 수칙

- 내부 압력에 의해 배관이 이탈하지 않도록 체인, 지그 등을 사용하여 결속조치 강화
- 작업 전 파열 취약부 및 균열 등 육안 및 비파괴 검사 실시
- 시험압력, 방법에 따른 절차를 구체화한 작업 절차를 작성하고 절차서에 준수하여 실시
- 수압시험과 기압시험의 위험성과 절차를 명확히 하여 작업 전 안전교육 실시
- 작업 전 계측기 및 펌프, 공구 등의 작동상태 점검 실시
- 적정 속도로 가압 및 하압 실시
- 수압 시험 전 배관 내 공기 완전 방출 확인

5. 밀폐공간 내 작업



산소결핍증 및 가스 중독, 질식 등의 위험



체류된 가스에 스파크, 정전기 등에 의한 화재 폭발

[밀폐공간의 위험성]

밀폐구역 작업 안전

- 반드시 2인 1조로 외부에는 감시자 1명을 두어 내부 작업자의 동태감시
- 밀폐공간 출입 전 산소농도를 측정 후 출입
- 산소결핍, 가스 중독 등의 징후 및 증상을 사전숙지
- 환기 팬과 배기 팬은 잘 설치 되었는가 확인 후 출입 및 작업
- 환기가 불가능 할 때에는 공기 호흡기, 에어라인 마스크 등 착용 후 작업

관리적 조치사항

- 작업 전 안전관리 부서에 위험작업 신고 후 작업허가를 득하여 작업
- 밀폐구역이 개방되어 최초 출입 시 산소농도를 측정하고 필요 시 수시로 측정
- 밀폐구역 내 도장 등 위험작업 시 출입자 현황표지판 작성 후 출입구에 부착

응급상황 대처요령

- 밀폐공간 내 사람이 쓰러져 있을 때에는, 구조자가 질식할 수 있다는 것을 염두에 두고, 함부로 질식된 재해자에게 접근하지 말 것
- 주변에 큰 소리로 사고를 알리고 구조요청
- 긴급히 환기 팬 등을 설치하여 환기
- 구조대가 도착하면 위치를 알려주고, 공기호흡기를 착용한 구조대원이 재해 현장에 들어갈 수 있도록 지원
- 구급차가 신속히 병원으로 갈 수 있도록 통행로를 확보하고, 작업장 주변을 정리정돈

6. 근·골격계질환 유발 작업

		
<p><b>1단계. 작업시간 동안 통증, 피로감</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작업시간 중 피로 및 통증</li> <li>- 휴식 후 호전</li> <li>- 작업능력 저하 없음</li> </ul>	<p><b>2단계. 작업시간 초기부터 통증</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작업시간 초기부터 발생</li> <li>- 휴식 후에도 통증지속</li> <li>- 수면장애, 장기간 지속</li> </ul>	<p><b>3단계. 통증 때문에 잠을 못이룸</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 휴식 중에도 통증지속</li> <li>- 자다가 통증으로 깬</li> <li>- 일상생활에도 장애</li> </ul>

[근·골격계질환의 발생 단계]

### 발생 요인

- 볼트체결작업 등과 같은 반복 동작
- 좁은 선박 내, 배관과 배관 사이 등에서 부자연스러운 자세
- 배관 및 수공구 등을 취급하며 과도한 힘의 사용
- 공구 사용 시 손가락, 손목, 팔꿈치 부위에 접촉 스트레스

### 예방 대책

- 작업 공구 손잡이에 충격 방지용 패드 부착
- 근육 부담을 완화를 위하여 목지지 보호용품 등 사용
- 위보기 작업은 하루 누적 4시간 이내로 제한
- 쫓그린 자세로 작업 시 틈틈이 휴식, 무릎 보호대, 쿠션매트, 보조의자 등 사용
- 중량물 취급 시 2인 이상 공동으로 작업 수행
- 작업발판 등은 가능한 경량화 된 자재로 대체
- 들어올리기 작업 시 중량물은 몸에 가깝게 위치
- 수공구는 가능한 가벼운 것 사용
- 작업자가 다른 신체부위의 근육을 사용할 수 있도록 다양한 작업 제공



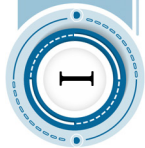


# III.

---

## 배관작업 표준 및 위험성평가 예시





# 엔진기계공정 개요

## ● 배관설치작업 표준[예시]

작업순서 NO	세부작업내용	안전·보건 주요확인사항	작업준비
1 작업 준비	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- BLK 입고 시 승강식 사다리 설치</li> <li>- 작업 착수 전 TBM 및 JSA 실시</li> <li>- 도면 준비</li> <li>- CRANE 및 슬링벨트 점검</li> <li>- 공구(SPANNER, 임펙트, SCREW PIN, 시누)를 준비</li> <li>- 도면 기재 수량과 전산 수량 대비하여 누락여부 점검</li> <li>- 보급된 자재 수량과 실물 수량 대비하여 결품 여부 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전 보호구 착용</li> <li>- 무리한 작업 금지</li> <li>- 협착/오톤 주의</li> <li>- CRANE 사용 시 조양 1.3.1 원칙 준수</li> <li>- 지게차 안전수칙 준수</li> <li>- 작업/승강 안전수칙 준수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 줄자</li> <li>- 망치</li> <li>- 사클</li> <li>- 유도로프</li> <li>- 슬링벨트</li> <li>- 체인블록</li> <li>- 그라인더</li> <li>- 서포트</li> <li>- 피아노선</li> <li>- 석필</li> <li>- 마카펜</li> <li>- 스페너</li> <li>- 수평기,</li> <li>가스절단기,</li> <li>치공구류</li> <li>- OVERHEAD CRANE (옥내)</li> <li>- 옥외 CRANE</li> </ul>
2 마킹, 취부	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- CRANE으로 구역별로 의장을 탑재</li> <li>- 의장품(전장, 관철, 철의장) 설치 위치를 마킹하고 자재 번호와 방향을 표시</li> <li>· 도장 또는 발청 등의 오염이 있을 경우 마킹 전 그라인더 작업 진행</li> <li>· 의장품 오염부 도장 오염 시 사전 제거</li> <li>- 마킹이 끝나면 자재는 자재 번호 대로 설치하고 설치 시 간섭 부위 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전 보호구 착용</li> <li>- 무리한 작업 금지</li> <li>- 협착/오톤 주의</li> <li>- CRANE 사용 시 조양 1.3.1 원칙 준수</li> <li>- 그라인더 안전수칙 준수</li> <li>- 협소 구역 작업 시 충격 및 협착 주의</li> <li>- 체인블록 사용 기준 준수</li> <li>- 지게차 안전수칙 준수</li> <li>- 작업/승강 안전수칙 준수</li> <li>- ZINC 스프레이 지정 장소 폐기</li> <li>- 블록 HOLE 개구부 추락방지 조치</li> </ul>	

작업순서 NO	세부작업내용	안전·보건 주요확인사항	작업준비
3	<p><b>배관 설치</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현장 및 실물 확인을 통해 설치 우선순위를 결정</li> <li>- 의장품 탑재 및 이동시 필요한 치공구를 사전 준비하여 도막 손상에 유의</li> <li>- 의장품 가설치 유의사항                     <ul style="list-style-type: none"> <li>· CO2 와이어 SPEC. 과 재질 등 점검</li> <li>· 용접재로 보관함에서 불출한 CO2 와이어 기명재 실시</li> <li>· 가집 시 모재 재질에 따라 30~50mm 이상으로 가집</li> <li>· 자재의 중량/무게중심에 따라 가집부가 떨어질 위험이 있는 위치는 양쪽 가집</li> </ul> </li> <li>- T/Crane 작업 반경내 충돌 방지를 위한 다른 크레인 작업 여부 사전 확인 및 점검</li> <li>- 용접기, 유틸리티 사용 전 사전 점검                     <ul style="list-style-type: none"> <li>· 니플 상태 및 호스 상태, 용접기 Cable 점검 시트 작성</li> </ul> </li> <li>- SUP'T 마다 U-BOLT를 한쪽 HOLE에 끼움</li> <li>- FL'G와 연결되는 JOINT를 확인하고 BOLT를 하면부 2개를 채우고 GASKET를 삽입하고 상부의 나머지 BOLT를 끼우고 SCREW PIN 이나 시누를 사용하여 FL'G HOLE을 맞추고 대각으로 BOLTING 한다.</li> <li>- PIPE끝단 정도를 확인 후 U-BOLT를 조임</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 그라인더 안전수칙 준수</li> <li>- ZINC 스프레이 지정 장소 폐기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 줄자</li> <li>- 망치</li> <li>- 사클</li> <li>- 유도로프</li> <li>- 슬링벨트</li> <li>- 체인블록</li> <li>- 그라인더</li> <li>- 서포트</li> <li>- 피아노선</li> <li>- 석필</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도면 대비 벨브번호 및 위치,중량 등 확인</li> <li>- CRANE 으로 설치 위치에 벨브 탑재</li> <li>· 설치위치에 탑재가 불가 할 경우 주위 PALLET 위나 이동이 쉽고 안전 통로에 방해되지 않는 위치에 탑재</li> <li>· 방향성이 있는 벨브 는 사전 확인하여 이동/탑재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전 보호구 착용</li> <li>- 무리한 작업 금지</li> <li>- 협착/요통 주의</li> <li>- CRANE 사용 시 조양 1.3.1 원칙 준수</li> <li>- 협소 구역 작업 시 충격 및 협착 주의</li> </ul>	
5			

작업순서 NO	세부작업내용	안전·보건 주요확인사항	작업준비
6	<p><b>벨브 설치</b></p> <p>· 중량이 많이 나가는 벨브는 벨브 하부 임시 지대를 설치하고 주위 간섭을 탐재 전 확인</p> <p>- T/Crane 작업 반경내 충돌 방지를 위한 다른 크레인 작업 여부 사전 확인 및 점검</p> <p>- 용접기, 유틸리티 사용 전 사전 점검</p> <p>· 니플 상태 및 호스 상태, 용접기 Cable 점검 시트 작성</p> <p>- 설치위치에 탑재되면 PROTECTION CAP을 제거하고 플랜지 또는 용접부를 청결</p> <p>- 체인블록으로 설치 높이까지 견인하여 플랜지 하부 볼트 구멍을 맞춘 후 볼트 2개를 우선 가 체결</p> <p>- 벨브끝단 정도를 확인하고 이상이 없으면 GASKET을 삽입하고 플랜지 볼트구멍을 맞추면서 나머지 볼트 체결</p> <p>· 플랜지 구멍을 맞출 때는 지그를 활용</p> <p>- FLANGE 자주검사 "V" CHECK</p> <p>- 잔여 G.S.I. 자재와 남은 소모품은 정리</p> <p>- 작업장 주변을 청소</p> <p>- BLK TURN OVER시 낙하물 있는지 철저히 확인</p> <p>- 후공정 필요한 정보를 제공(선행작업 Check Sheet 및 Outstanding 작성)</p> <p>- 작업 종료 시 용접기 전원 차단 및 유틸리티 니플 분리</p>	<p>- 체인블록 사용 기준 준수</p> <p>- 맞춤 시 무리한 작업 주의</p> <p>- 지게차 안전수칙 준수</p> <p>- 안전 보호구 착용</p> <p>- 무리한 작업 금지</p> <p>- 협착/요통 주의</p> <p>- CRANE 사용 시 조양 1.3.1 원칙 준수</p> <p>- 지게차 안전수칙 준수</p> <p>- 작업/승강 안전수칙 준수</p>	<p>- 마카펜</p> <p>- 스페너</p> <p>- 수평기, 가스절단기, 치공구류</p> <p>- OVERHEAD CRANE (옥내)</p> <p>- 옥외 CRANE</p>

● 비철·배관 용접작업 표준[예시]

작업순서		세부작업내용	안전·보건 주요확인사항	작업준비
NO				
1	작업 준비	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작업 전 안전수칙 준비 사항을 확인</li> <li>- 도면 숙지</li> <li>- 진원도, 파이프 번호, 자재 번호 확인</li> <li>- 비철 파이프 직각도 확인</li> <li>- 개선각도 확인 및 개선면 INSIDE 그라인딩</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전 수칙 게시 (예시 : 아르곤 가스 한모금만 마시면 죽는다.)</li> <li>- 아르곤 누출 방지를 위하여 BLK 끝단부위 환기팬 설치</li> <li>- 작업착수전 [아르곤 작업중] 경고판부착 및 주변 배리 게이트 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 줄자, 도면</li> <li>- 고정피스</li> <li>- 작키볼트</li> <li>- 퍼지용 시그</li> <li>- 실링벨트</li> <li>- 체인블럭</li> <li>- 레버블럭</li> <li>- GAP 게이지</li> <li>- 종이 테이프</li> </ul>
2	FIT-UP	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 퍼지용 스폰지 준비</li> <li>- 퍼지마개 삽입(TIG 용접시 산화 방지)</li> <li>- 파이프를 근접하게 설치 (조정관일 경우)</li> <li>- 클램프를 체결</li> <li>- 비철 파이프 얼라인 맞춤</li> <li>- ※ 파이프 얼라인 작업 시 체인블럭이나 유압램을 이용하여 강제로 작업 금지</li> <li>- 파이프와 파이프 사이 GAP을 측정</li> <li>- 치수 확인</li> <li>- 용접기, 유틸리티 사용 전 사전 점검</li> <li>- 니플 상태 및 호스 상태, 용접기 Cable 점검 시트 작성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 퍼지용 스폰지 상태 확인</li> <li>- 아르곤 호스 이상유무 확인</li> <li>- 용접 슬래그에 의한 위험 주의</li> </ul>	
3	용접	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 용접 할 부위 테이프 막음조치 (2회)</li> <li>- 아르곤 주입상태 확인</li> <li>- 비철파이프 조정 /고정관에 테이프를 조금씩 제거 하며 작업</li> <li>- 아르곤 주입상태를 확인</li> <li>- FINAL 용접 전 충분히 식힌 후 용접</li> <li>- 용접 완료 후 비철 파이프 내부 AIR BLOW'G</li> <li>- 파이프 내부 BLOW'G 작업시 TI&amp;TT SENSOR 설치 위치에 이젝터를 설치하여 아르곤 제거</li> <li>- 용접 후 R.T 번호를 기록</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 작업사전 승인제 준수(2인 1조이상 작업)</li> <li>- 아르곤 호스지관에 차단 V/V 및 플로터 설치                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 플로터의 불이 상부로 부양 확인</li> </ul> </li> <li>- 산소농도 수시 체크 (19.5% ~ 21% 확인)</li> <li>- 용접사 산소 농도 측정기 필히 소지</li> <li>- 용접온도 측정용 스틱으로 온도 측정</li> <li>- 아르곤 퍼지 스폰지 제거시 파이프 내부 확인위해 점근 금지 및 아르곤 배출후 산소 농도 재측정</li> </ul>	

작업순서 NO	세부작업내용	안전·보건 주요확인사항	작업준비
4 검사 및 마무리		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 육안 검사 실시</li> <li>- 설치 CHECK SHEET에 항목 ALIGN 상태 작성</li> <li>- 파이프에 실명 기입</li> <li>- 약품처리 및 베닐 COVER'G</li> <li>- 작업장 정리. 정돈</li> <li>- 작업 종료 시 용접기 전원 차단 및 유틸리티 니플 분리</li> </ul>	

● Unit 설치작업 표준[예시]

작업순서 NO	세부작업내용	안전·보건 주요확인사항	작업준비
1 작업 준비	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치 도면 준비 (제작도 : 필요시)</li> <li>- 자재 입고/검수/선별</li> <li>- 선별 자재의 공정별 이동 및 진행 사항 확인 (보온/비보온)</li> <li>- 비철 자재 별도 적치</li> <li>- WPS 확인 및 작업 치공구 준비</li> <li>- pipe protection 및 지면 touch 관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전 보호구 착용 철저</li> <li>- 자재 이동 시 Crane 사용</li> <li>- 자재 선별 시 협착 주의</li> <li>- 자재 취급 시 요통 주의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 잘지</li> <li>- 망치</li> <li>- 사클</li> <li>- 유도로프</li> <li>- 슬링벨트</li> </ul>
2 탑재 (Unit)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탑재 일정 의거 D-1일전 중량물 작업 계획서 제출</li> <li>- Deck Pad에 유도피스 부착</li> <li>- 정반 도착 시 라바콘 설치 및 주위 통제, 인원 배치</li> <li>- Unit Lifting 기준 의거 2인 1조 와이어로프 체결</li> <li>- 신호수 및 Crane 기사 무전기 확인</li> <li>- Deck 상부 PAD에 설치된 유도피스에 맞춰 1번 Unit 선 탑재</li> <li>- 선 탑재한 1번 Unit 파이프 Line 상 수평/수직 맞춘 후 2번 Unit SETTING</li> <li>- 파이프 간 단차 및 Gap 확인 후 취부면 Clamp 체결</li> <li>- 용접 부 종이테이프 부착을 통해 질소 누출 차단</li> <li>- 용접 전 Purging 치구 이용 Purging</li> <li>- 용접부의 밀폐용 Tape 제거 후 용접</li> <li>- 파이프 내부 Air 불어넣기를 통해 잔류 질소 Gas 배출</li> <li>- 용접 완료 후 용접 Bead 확인 및 자주 검사</li> <li>- 파이프 내부 각종 이물질 제거 및 청소</li> <li>- 용접 부 산세 및 Passivation 후 NDE 검사</li> <li>- 용접기, 유틸리티 사용 전 사전 점검 : 니플 상태 및 호스 상태, 용접기 Cable 점검 시트 작성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전 보호구 착용 철저</li> <li>- Sling Belt 점검 및 요일별 Tape 부착</li> <li>- 조양 전 Wire Rope 일일 점검 확인</li> <li>- 고소 작업 시 안전고리 체결</li> <li>- Shackle 체결 및 해체 시 협착 주의</li> <li>- 대형관 배치 시 작업 공간 확보 준수</li> <li>- 협착/요통 주의</li> <li>- Chain Block 사용 기준 준수</li> <li>- Crane 사용 시 조양 1.3.1 원칙 준수</li> <li>- 운전 시 Crane 주시 및 적정 인원 배치</li> <li>- Grinder 작업 주의</li> <li>- Argon Gas 용접 시 질식 주의</li> <li>- 통제선 설치, 산소농도 측정</li> <li>- 특별 관리 물질 참조</li> <li>- 작업 시 근·골격계 질환 예방위한 스트레칭</li> <li>- Wire Rope 안전 사용 기준 참조</li> <li>- 작업 반경 내 출입 통제</li> <li>- 중량물 취급 작업 계획서 참조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 체인블록</li> <li>- 그라인더</li> <li>- 서포트</li> <li>- 피아노줄</li> <li>- 석필</li> <li>- 마카펜</li> <li>- 스페너</li> <li>- 수평기</li> <li>- 가스절단기</li> <li>- 치공구류</li> <li>- Overhead Crane (옥내)</li> <li>- 옥외 Crane</li> <li>- Gap Gauge</li> <li>- 레버블록</li> <li>- 종이테이프</li> </ul>




작업순서 NO	세부작업내용	안전·보건 주요확인사항	작업준비
설치 (배관/철의)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작업 전 Gas Dome 설치 부 이물질 제거</li> <li>- DECK 상 네 방향 탐재 기준 마킹</li> <li>- 리프팅 기준 외거 2인 1조 슬링벨트 체결</li> <li>- 신호수 및 Crane 기사 무전기 확인</li> <li>- 조양 1.3.1 원칙 준수하여 신호수 신호에 따라 Crane 작동</li> <li>- 정위치 탐재 후 방향에 맞춰 설치                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· Long. : 좌우 방향 / Frame : 선수/미 방향</li> <li>· Gas Dome 정도 보고서 확인 후 기준 외거 승인 된 용접사를 통해 FIT-UP 작업 진행</li> </ul> </li> <li>· Gas Dome Serration Cleaning 및 Damage 확인</li> <li>· Gas Dome In Side → Out Side 각 8 Point Tack Welding 용접</li> <li>· T/Deck와 Gas Dome Fit-up 기준 2mm / Gas Dome Serration Fit-up 기준 0.3mm</li> <li>- 용접 완료 후 용접 Bead 확인 및 자주 검사</li> <li>- 용접 부 산세 및 Passivation 후 NDE 검사</li> <li>- 도면-전산 수량 대비를 통한 누락 및 결품 여부 점검</li> <li>- 파이프 설치 시 도면 및 실물 확인을 통한 타 부재 간섭 사전 점검</li> <li>- Whether Part 설치 자재 특이 강재 Punch 확인 및 취부/용접 와이어 확인</li> <li>- GAS DOME 주변 설치 Support SUS PAD 적용 여부 확인(자석을 이용 자성 확인)</li> <li>- 파이프 설치 부 Support 취부 상태 및 Hole 시공</li> <li>- 파이프, VALVE FIT-UP 작업전 ARC에 의한 Damage 방지를 위한 Erath 간섭 여부 확인</li> <li>- 파이프 정위치 가설치 후 파이프 Fit-up</li> <li>- Fit-up 시 내부 이물질 및 Joint 간격/단차 등 확인                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 취부 : ISO 도면 및 설치도면 기준 배열 맞춤 시 W/D</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전 보호구 착용 철저</li> <li>- Sling Belt 점검 및 오일벨 Tape 부착</li> <li>- 조양 전 Wire Rope 일일 점검 확인</li> <li>- Crane 사용 시 조양 1.3.1 원칙 준수                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 운전 시 Crane 주시 및 적정 인원 배치</li> </ul> </li> <li>- 작업 시 근·골격계 질환 예방위한 스트레칭</li> <li>- 조양중인 블럭/자재 하부 출입금지</li> <li>- 리프팅 작업 시 2인 1조 준수(필히 유도로프 사용)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 줄자</li> <li>- 망치</li> <li>- 사클</li> <li>- 유도로프</li> <li>- 슬링벨트</li> <li>- 체인블록</li> <li>- 그라인더</li> <li>- 서포트</li> <li>- 피아노선</li> <li>- 펠러 게이지</li> <li>- 자석</li> </ul>
3		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전 보호구 착용 철저</li> <li>- 슬링벨트 점검 및 오일벨 테이프 부착</li> <li>- 조양 1.3.1 원칙 준수</li> <li>- 조양 전 와이어로프 일일 점검 확인</li> <li>- Crane 사용 시 조양 1.3.1 원칙 준수                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 운전 시 Crane 주시 및 적정 인원 배치</li> </ul> </li> <li>- 작업 시 근·골격계 질환 예방위한 스트레칭</li> <li>- 체인블록사용 기준 준수</li> <li>- 협소 구역 작업 시 충격 주의</li> <li>- 아르곤 사용/관리 주의</li> <li>- 방진 마스크 착용</li> <li>- Purging 시 대형관 내 인원 유무 필히 확인</li> <li>- 슬링벨트 사용 후 끝단 부 매듭지어 보관함에 보관</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 줄자</li> <li>- 사클</li> <li>- 유도로프</li> <li>- 슬링벨트</li> <li>- 체인블록</li> <li>- 그라인더</li> <li>- 석필</li> <li>- 마카펜</li> <li>- 스페너</li> <li>- 수평기</li> <li>- 가스절단기</li> <li>- 치공구류</li> <li>- Overhead</li> </ul>
설치 (비철) 파이프			

작업순서 NO	세부작업내용	안전·보건 주요확인사항	작업준비
	Clamp 사용 - 개선 각도 확인 후 개선면 Inside Grinding - 스펀지 활용 Inside 이물질 유입 방지 조치 - 비철 파이프 Align. 조정 · 파이프 Align. 조정 시 Chain Block 또는 유압램 이용 금지 - 아르곤 Purging 진행 후 산소농도 측정 - V/V를 설치 · V/V와 파이프 GAP을 준수하고 핸들 방향에 주의 - 용접 시 용접 결함 주의 - 용접 완료 후 용접 Bead 확인 및 자주 검사 - 용접 부 산세 및 Passivation 후 발청 방지위한 보호 테이프 활용 Protection - 결품 및 오작으로 완설 불가 시 이물질 유입 방지위한 끝단 Protection - 작업 종료 시 용접기 전원 차단 및 유틸리티 니플 분리	- 사다리 이용 시 3타점 준수(부재이동시 달출 이용) - 리프팅 작업 시 2인 1조 준수(필히 유도로프 사용) - 발판 작업 시 혼재 작업 금지 및 접근 금지	Crane (육내) - 옥외 Crane · Gap Gauge · 레버블록 · 종이테이프 - 자석
4 검사 및 마무리	- Block 내 배관작업 완료 후 NDE 및 카메라테스트 - 작업 완료 된 파이프 끝단 Protection - 용접 부위 Protection - 잔여 G.S.I 자재 및 잔여 소모품 정리 후 후행 인계 - 선적 간 낙하 위험 요소 사전 확인 철저 - 작업장 정리정돈 - 후공정 필요 정보 후행 인계서에 작성 후 제공 - 작업 종료 시 용접기 전원 차단 및 유틸리티 니플 분리	- 안전 보호구 착용 철저 - 협소 구역 작업 시 충격 주의 - 작업 시 근골격계 질환 예방위한 스트레칭 - 자재 선별 시 협차 주의 - 방진 마스크 착용 - 사다리 이용시 3타점 준수(부재이동시 달출 이용) - 발판 작업시 혼재 작업 금지 및 접근 금지	- 종이테이프 - 석필 - 마카펜

● Deck Unit 조립작업 표준[예시]

작업순서 NO	세부작업내용	안전·보건 주요확인사항	작업준비
1 작업 준비	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치 도면 준비</li> <li>- 자재 입고/검수/선별</li> <li>- 선별 자재의 공정별 이동 및 진행 사항 확인 (보온/비보온)</li> <li>- 비철자재 별도 적치</li> <li>- 작업 조립 정반 배치</li> <li>- WPS 확인 및 작업 치공구 준비 - 특이강재 용접재 사진 확인</li> <li>- 용접기와 호스류, 토치(누수) 사전점검 후 작업진행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전 보호구 착용</li> <li>- 배치된 정반 위험요소 확인</li> <li>- 안전 난간대 파손 유무 등</li> <li>- 협착 사고주의</li> <li>- 자재 취급시 요통 주의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 줄자</li> <li>- 지게차</li> <li>- 트랜스포트</li> <li>- 용접재</li> </ul>
2 UNIT 조립 (복관 작업)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작업준비 : H-BEAM, Y형 복관 작업대 배치 및 아르곤 작업 현황판/경보등 설치</li> <li>- 서포트, 파이프 선별 : 묶음을 절단 시 쏟아짐 예방을 위한 크레인 조양상태 묶음 절단</li> <li>- 배치 : Y복관대 중간 전도 2차방지를 위한 H빔 서포트 추가설치</li> <li>- 안전상태 확인 : 부재전도 및 EARTH 상태 확인(복관 서포트 추가설치 확인), 파이프부재 구름방지 조치 확인</li> <li>- 취부 : 복관 작업대 설치 규정을 준수하여 작업</li> <li>- 사상 : 파이프 끝단 용접 부위 개선 확인 및 사상</li> <li>- 아르곤 퍼징 진행 후 산소농도 측정</li> <li>- 복관 용접 작업 진행</li> <li>- 완료 된 파이프 끝단 및 용접 부위 PROTECTION 진행</li> <li>- 용접 후 합몰 기준 확인 및 육안 검사 진행/용접 비드 산 처리</li> <li>- 작업종료 후 케이블 및 호스 니를 분리 및 청소/낙하물 정리</li> <li>- 위험한 작업 발생 시 안전관리자에게 신고하고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전 보호구 착용</li> <li>- 복관대 전도 주의 및 상시 확인</li> <li>- 슬링벨트 점검 및 오일별 테이프 부착</li> <li>- 조양 전 와이어로프 일일 점검 확인</li> <li>- 사클 체결 및 해체 시 협착 주의</li> <li>- 대형관 배치 시 작업 공간 확보 준수</li> <li>- 협착/요통 주의</li> <li>- Argon 사용/관리 주의</li> <li>- 체인블록 사용 기준 준수</li> <li>- 작업대 파이프 배치 시 주의</li> <li>- Crane 사용 시 조양 1.3.1 원칙 준수</li> <li>- 운전 시 크레인 주시 및 적정 인원 배치</li> <li>- 슬링벨트 사용 후 끝단 매듭지어 보관함에 보관</li> <li>- 작업 전 아르곤 작업 현황판 설치</li> <li>- 아르곤 작업 전 산소농도 측정 준수</li> <li>- 대형 자재 중량 확인 및 규정에 맞는 리프팅 자재 준비</li> <li>- 규격에 맞는 복관대 SUPPORT 사용 및 전도방지 조치 (전도 2차 방지를 위한 중간 SUPPORT 반드시 추가설치)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 줄자</li> <li>- 고무 망치</li> <li>- 사클</li> <li>- 유도로프</li> <li>- 슬링벨트</li> <li>- 체인블록</li> <li>- 그라인더</li> <li>- 복관 용접 클램프</li> <li>- Y형 복관 작업대</li> <li>- H-BEAM 작업대</li> <li>- OVERHEAD</li> <li>- CRANE (옥내)</li> <li>- 용접기</li> <li>- 퍼징 마개</li> <li>- 소화기</li> <li>- 산소농도 측정기</li> <li>- 아르곤 작업 현황판/경보등</li> </ul>

작업순서 NO	세부작업내용	안전·보건 주요확인사항	작업준비
<p>SUP POR T 파이 프 철의 장 (설치 작업)</p>	<p>안전이 확보된 상태에서 작업 재개</p> <p>용접기와 호스류, 토치 사전점검 후</p> <p>안전통로 확보 및 핸드레일/토보드 설치상태 확인</p> <p>정반위 마킹 기준선을 정한 상태에서 SUP T 그라운드 마킹</p> <p>그라운드 마킹된 위치에 레벨용 홀 설치 후 전도방지 지그로 고정</p> <p>서포트 작업시 도면 준하여 설치</p> <p>설치도 참고하여 PIPE 및 기타 소요 자재 설치</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 조양작업 준비를 위한 사클 체결 전 크레인 정위치 확인</li> <li>· 작업에 맞는 적정 인원 배치</li> <li>· 중량물 취급 시 작업 계획서에 준수</li> </ul> <p>LINE 조립 후 용접 및 사상 진행</p> <p>개정도 출도 및 반영 여부 확인</p> <p>설계 오작 및 반영 사항 협의/통보</p> <p>조립 완료된 Unit 하부 탑재 보강 ANGLE 설치</p> <p>파이프 내부 이물질 제거 후 CAMERA TEST 진행</p> <p>작업종료 후 케이블 및 호스 니플분리 및 청소/낙하물 정리</p>	<p>파이프 부재 구름방지 조치</p> <p>안전관리자 파이프 작업 전 안전상태 최종 점검확인 (산소농도, 전도, EARTH상태 등)</p> <p>부재 이동 시 이동경로 작업자 이동조치 후 진행</p> <p>핸드레일 및 토보드 임의해체 금지(간섭 시 해체 신청)</p> <p>Crane 리모컨은 반드시 식별 가능하도록 비닐 월1회 교체</p> <p>북관대 전도 확인 및 조치</p> <p>자재 이동 시 CRANE 사용</p> <p>서포트 설치 시 전도 방지용 삼발이 설치</p> <p>핸드레일 및 토보드 임의해체 금지(간섭 시 해체 신청)</p> <p>고소 작업 시 안전고리 체결</p> <p>크레인 사용 방법 준수</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 2 줄 길이, 4줄 길이</li> <li>· 와이어 점검(점검테이프 부착)</li> <li>· 사클/슬링벨트 점검</li> <li>· 운전 시 크레인 주시 및 적정 인원 배치 (북관 SPOOL LIFTING 표준 준수)</li> <li>· 사클 체결 및 해체 시 협착 주의</li> </ul> <p>아르곤가스 용접 시 질식 주의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 통제선 설치, 산소농도 측정</li> </ul> <p>부재 이동 시 이동경로 작업자 이동조치 후 진행</p> <p>블록상부 미끄럼 상태 사전확인 후 작업 (위험 시 안전관리자에게 전달 후 입구 봉쇄조치)</p> <p>크레인 이동 시 인접 크레인의 움직임 등 주위의 상황을 확인하고 경보 울린 후 이동</p>	<p>- 피더기, 용접재, 연마석, 로타리바</p> <p>- 용접기</p> <p>- 각장게이지</p> <p>- 하이로우게이지</p> <p>- 전기 그라인더</p> <p>- 산소농도측정기</p> <p>- 크레인</p> <p>- 슬링벨트, 사클, 유도로프</p> <p>- 수평, 수직 각도계</p>

작업순서 NO	세부작업내용	안전·보건 주요확인사항	작업준비
3 검사 및 미무리	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 카메라 테스트                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 125A 이상의 CG, CL, CS Line 실시</li> </ul> </li> <li>- 자체 검사 및 점검</li> <li>- 납품 : 반출 및 선적                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 규격 및 중량에 따라 이동하고 RT 촬영 및 탑재 대기</li> </ul> </li> <li>- 장비를 이용하여 보금 대기 장소로 이동</li> <li>- 작업장을 청소하고 정리 정돈</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R.T 촬영 시 파폭 주의</li> <li>- Unit 정반 고박 확인</li> <li>- 트랜스포트 이동 시 충돌 주의</li> <li>- 반출 시 신호수 배치</li> <li>- 장비 이동 시 이동경로 작업자 이동조치 후 진행</li> <li>- 불록상부 미끄럼 상태 사전확인 후 작업진행 (위험 시 안전관리자에게 전달 후 임구 봉쇄조치)</li> <li>- 안전통로 사전 확보 후 진행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 트랜스포터</li> <li>- 내시경 카메라</li> </ul>



# IV.

---

## 배관작업 재해사례

1. 재해현황(2018~2021)
2. 일반재해사례
3. 중대재해사례



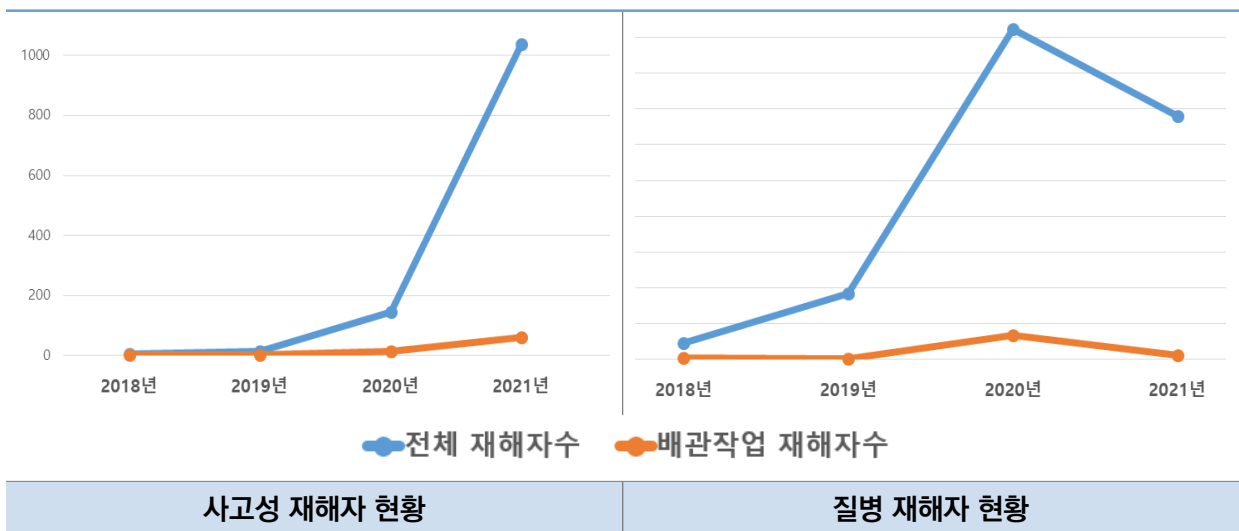




## 배관작업 재해사례

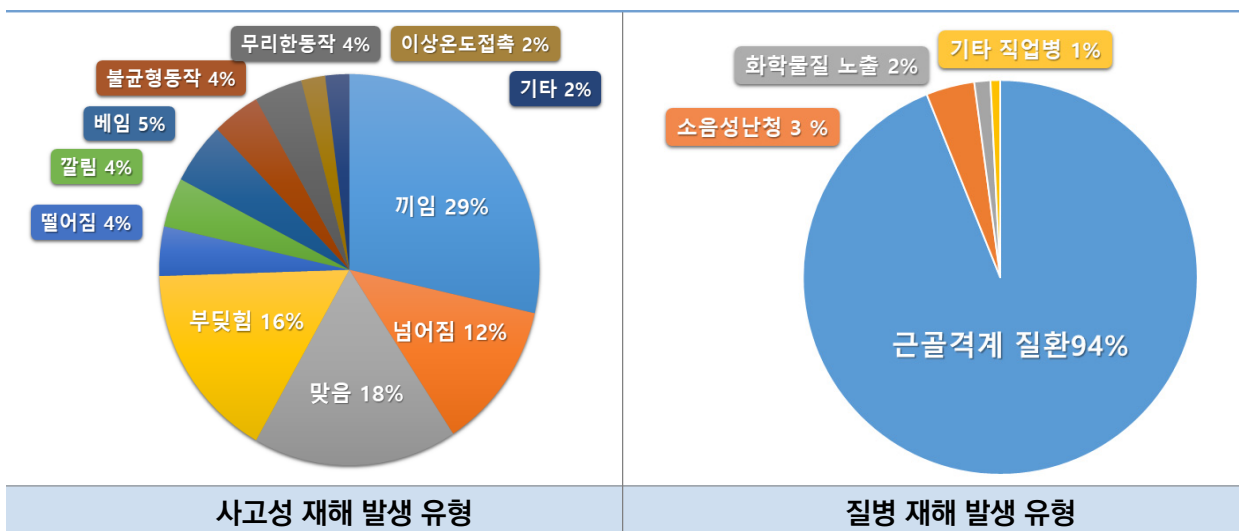
### 1. 재해 현황(2018~2021년)

#### 가. 재해 발생 현황



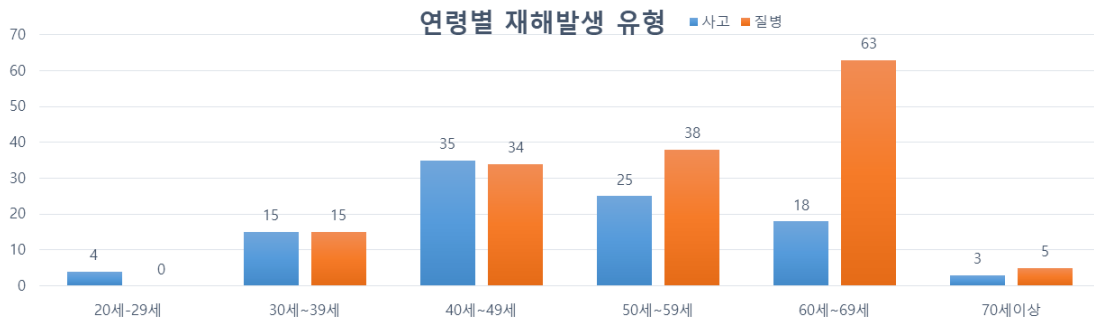
- 선박건조수리업의 최근 4년간 발생한 재해자는 총 3,063명이며 그중 배관작업 관련 재해자는 171명으로 5.58%를 차지하고, 이중 사고성 재해자는 47.3%, 직업성 질병 재해자는 52.7%를 차지하고 있음.

#### 나. 배관작업 관련 재해 유형별 현황



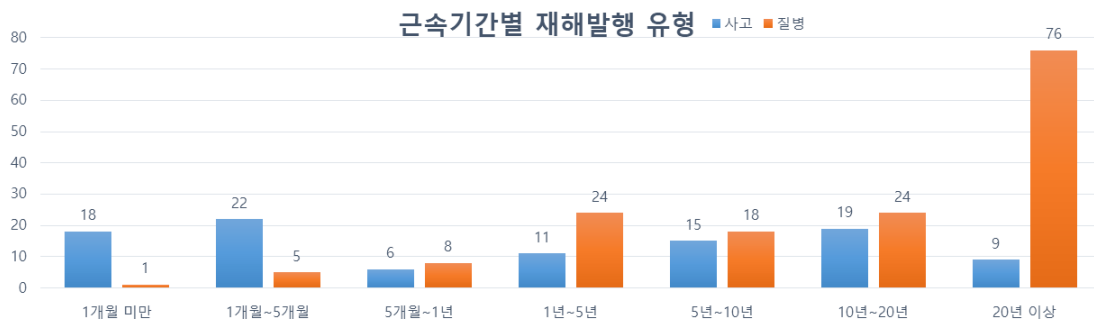
- 사고성 재해의 발생형태에 따르면 끼임, 맞음, 부딪힘, 넘어짐 등의 형태의 재해가 사고성 재해의 75%를 차지함
- 직업성 질병으로는 근·골격계질환 재해자가 94%를 차지하고 그 외 소음성난청, 화학물질 노출에 의한 건강장해, 기타 직업병 등의 유형으로 나타나고 있음.

### 다. 재해자 연령에 따른 재해 유형



- 배관작업 관련 재해자의 연령별 재해발생 유형을 살펴보면 20세 ~ 29세의 연령대에는 사고성 재해가 발생하였으며 30세 ~ 49세의 연령대에는 사고성 재해와 직업성 질병 재해가 비슷하게 발생함.
- 50세 이후로 사고성 재해보다 직업성 질병 재해 발생률이 높게 나타났으며 60세 이상에는 직업성 질병 재해율이 사고성 재해율의 3배 이상을 차지하고 있음.
- 20~49세 연령대의 재해자에게 발생한 사고가 전체 사고성 재해 건수의 54%를 차지하고 있으며 특히 40세~49세 사이 근로자에게 사고발생률이 35%로 높게 나타나고 있음.
- 사업장에서는 사고성 재해 예방과 함께 아닌 고령근로자의 건강관리 방안 마련의 필요를 시사하고 있음.

### 라. 재해자 근속기간에 따른 재해 유형



- 배관작업 관련 재해자의 근속기간 별 재해발생 유형을 살펴보면 근속년수가 낮을수록 사고성 재해 발생비율이 높게 발생함.
- 근속년수 5개월~1년 시점부터 재해 발생이 낮아지며 이후 근속년수 1년부터 20년까지 서서히 사고성 재해 발생이 증가하며 근속년수 10년~20년사이 재해발생 비율이 전체 사고 재해의 19%를 차지함.
- 근속년수가 늘어날수록 사고성 재해의 발생 비율보다 직업성 질병 재해 발생 비율이 높아지고 있으나 이는 앞에서 살펴본 연령별 재해 유형에서 나타난 장년 근로자 비율이 높아짐에 따름을 알 수 있음.
- 사고성 재해의 40%가 근무 5개월 미만 근로자에게 발생하고 있으며 이는 사업장에서 신규 입사자에 대한 별도의 안전보건관리방안을 마련할 필요가 있음을 시사 함.

## 2. 일반재해사례

※ 아래 세부 재해발생 내용은 요양 승인된 “사고부상”건이며, 재해발생 형태 및 내용은 제한된 정보(사고 경위서 내용으로 판단)에 따라 사실과 일부 다를 수 있음.

### 가. 끼임 재해 사례

재해구분	재해발생 내용
인력운반·취급중인 물체에 끼임	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 크레인을 이용하여 옮긴 배관을 내리는 중 배관 사이 손가락이 끼임</li> <li>◎ 배관 조립 중 기 설치된 배관이 자중무게로 처짐 현상이 발생하고 볼트홀이 맞지 않아 크레인을 이용해 가 조립 후 슬링벨트를 해체하고 빈 후크를 올리는 과정에서 후크가 볼트에 끼어 후크를 당기다 볼트와 후크 사이에 손이 끼임</li> <li>◎ 크레인으로 배관용 배관을 맞추는 작업 중 크레인이 잡고있던 배관이 돌면서 철판 기둥과 배관 사이에 몸이 끼임</li> <li>◎ 크레인으로 배관이 탑재된 파레트를 블록위로 탑재하던 중 탑재 위치 조정을 위하여 파레트를 잡고 탑재위치로 유도하다가 파레트와 블록 벽 사이 몸이 끼임</li> <li>◎ 배관을 인력으로 옮기는 중 배관과 배관 사이에 손가락이 끼임</li> </ul>
작업 중 끼임	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 스펙타클 플랜지 조정 작업 중 플랜지와 스펙타클 사이에 손가락이 끼임</li> <li>◎ 오버플로우 배관을 현장에 수직으로 조립하여 맞춘 후 배관을 분리하는 작업 중 배관이 떨어지며 배관 끝부분의 플랜지와 앵글서포터 사이에 손가락이 끼임</li> <li>◎ 배관 해체 후 스트레이너 설치 작업 도중 배관이 한쪽으로 기울어 지면서 손가락이 끼임</li> <li>◎ 배관 설치 중 동료작업자와 의사소통에 오해가 발생하여 동료작업자가 배관을 잡고 있던 손이 배관과 체인볼력 후크 사이에 끼임</li> <li>◎ 압력테스트를 위해 배치 작업 중 배관과 배관 사이에 손가락이 끼임</li> <li>◎ 지주 배관 설치 작업 중 돌풍에 의해 지주 배관이 흔들려 배관 홀에 손가락이 끼임</li> </ul>

#### ○ 끼임사고를 예방하기 위한 안전조치

- 크레인의 적재하중을 초과하는 배관 및 중량물 취급 금지
- 혹 해지장치 기능 점검 실시
- 크레인을 이용한 배관 취급 시 작업 구역 접근 통제 및 신호수, 감시인 배치
- 인양할 배관을 바닥에서 끌어당기거나 밀어내는 작업 금지
- 설치 및 해체 등 작업 중 인 배관은 고임목 등으로 고정 조치
- 작업자 간 신호체계를 만들고 작업 전 교육 실시
- 태풍 등 돌풍 및 강풍이 예상될 경우 작업을 중단하고 배관 적재 상태 점검실시

나. 맞음 재해사례

재해구분	재해발생 내용
인력운반·취급중인 물체에 맞음	◎ 배관 설치를 위하여 2인 1조로 옮기던 중 손이 미끄러져 배관을 놓치며 배관에 발등을 맞음 ◎ 배관 탑재시 볼트가 파손되어 튕겨나온 볼트에 안면부를 맞음 ◎ 배관 운반시 배관을 떨어뜨려 발을 맞음 ◎ 배관을 크레인으로 인양하여 블록 내부로 반입 중 중간 배관 연결부의 가용접 부위가 파단되면서 인양을 받으려던 근로자의 안면부가 맞음 ◎ 배관의 플랜지를 잡고 배관을 옮기는 중 플랜지가 빠지면서 발등을 맞음 ◎ 배관 볼팅작업을 위해 손으로 배관을 굴리며 이동 중 배관이 발판 아래로 떨어져 떨어진 배관에 손이 맞음
작업 중 맞음 및 기타 맞음	◎ 격벽에 배관 설치를 위해 족장 상부에 U볼트 체결 중 배관이 하부로 낙하하여 파이프에 손을 맞아 골절 됨 ◎ 배관작업 중 작업을 위해 비치해놓은 배관이 아래로 떨어지며 떨어진 배관에 맞음 ◎ 배관 하부에서 용접부 손상작업 중 동료 작업자가 배관에 설치된 U볼트를 해체하여 배관에 손이 맞음 ◎ 블록내 덕트 설치 작업을 위해 간섭되는 배관을 해체하는 도중 해체중인 배관이 떨어지며 배관 끝단에 손목이 맞음 ◎ 파이프와 플랜지의 단차를 맞추기 위하여 망치로 해당 부위를 가격 중 망치로 손을 가격함

○ 맞음사고를 예방하기 위한 안전조치

- 크레인 작업 시 인양할 배관 등을 바닥에서 끌어당기거나 밀어내는 작업 금지
- 크레인에 고정된 배관을 직접 분리 및 제거하는 작업 금지
- 크레인으로 배관 등 인양 시 미리 근로자의 출입을 통제하여 인양중인 배관이 작업자의 머리 위로 통과하지 않도록 할 것
- 크레인 작업시 신호수 및 감시인 배치
- 크레인의 적재하중을 초과하는 배관 및 중량물 취급 금지
- 혹 해지장치를 구비한 크레인 사용 및 혹 해지장치 기능 점검 실시
- 설치 및 해체 등 작업중인 배관은 고임목 등으로 고정 조치
- 작업자 간 신호체계를 만들고 작업 전 교육 실시
- 태풍 등 돌풍 및 강풍이 예상될 경우 작업을 중단하고 배관 적재 상태 점검 실시

### 다. 부딪힘 재해사례

재해구분	재해발생 내용
운반 및 취급, 이동 중 부딪힘	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 크레인을 이용하여 옮긴 배관을 내리는 중 배관에 맞음</li> <li>◎ 배관 압력 시험 후 시험용 고압호수를 풀고 이동 중 족장 핸드레인에 코를 부딪힘</li> <li>◎ 야간 작업을 위해 이동 중 돌출된 배관을 확인하지 못하고 고개를 돌리는 중 배관에 안면을 부딪힘</li> <li>◎ 배관 연결을 위하여 배관 운반 중 중심을 잃고 배관에 부딪힘</li> <li>◎ 엔진룸 바닥 하부에 있는 배관 제거 작업 중 구르는 배관에 부딪힘</li> </ul>
작업 중 부딪힘 및 기타 부딪힘	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 배관 크랙 확인을 위하여 카고크레인 탑승 후 확인 중 공장 내 크레인에 팔과 허리를 부딪힘</li> <li>◎ 가조립된 배관 해체 중 배관에 정강이를 부딪힘</li> <li>◎ 족장 상부에서 배관 조립 중 레버플러로 배관을 당기다 손이 미끄러져 뒤에 있던 앵글서포트에 팔꿈치를 부딪힘</li> <li>◎ 엔진룸 하부에서 배관 설치 작업 중 왼쪽 팔꿈치를 서포트 앵글에 부딪힘</li> </ul>

#### ○ 부딪힘 사고를 예방하기 위한 안전조치

- 이동통로 정리정돈 및 돌출된 배관 등에 부딪힘 주의 표시
- 배관 등 중량물을 인력으로 취급할 시 2인1조로 작업
- 설치 및 해체 등 작동 중인 배관은 고임목 등으로 고정 조치
- 크기가 크거나 긴 배관 등을 조정 시 유도 로프를 반드시 연결하고 연결 시에는 중량물 끝편에 연결하여 작업자와 중량물의 접근을 최소화

### 라. 떨어짐 재해사례

재해발생 내용
<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 2.5m 높이에 족장을 설치하여 선박에 부착되는 배관을 옮기던 중 중심을 잃고 떨어짐</li> <li>◎ 전선관 수리를 위하여 용접으로 임시 배관 설치 하였으나 하부에서 작업 중 인 동료가 임시 설치 배관을 이동 시켰고, 이것을 모르고 작업 후 내려오기 위하여 임시 배관에 발을 내딛는 순간 배관이 회전하며 1.5m 아래로 떨어짐</li> <li>◎ 배관 설치를 위하여 이동 중 개구부에 떨어짐</li> <li>◎ 배관작업을 위하여 서비스타워 아래로 이동 중 미끄러지며 떨어짐</li> <li>◎ 배관 설치를 위하여 볼트체결에 필요한 공구를 들고 이동 중 벨트를 밟고 미끄러져 데크 바닥으로 떨어지고 떨어지며 들고 있던 공구를 놓치며 공구 등에 맞음</li> </ul>

○ 떨어짐 사고를 예방하기 위한 안전조치

- 떨어짐 위험이 있는 이동통로에 간섭물에 대한 주의표시
- 임시 발판의 설치는 견고하고 움직임이 없도록 설치
- 개구부에는 덮개 또는 방호울을 설치하고 떨어짐 주의 표시
- 떨어짐 위험이 있는 높이에서 작업 시 안전대를 착용하고 안전대 연결 후 작업
- 이동통로 내 조명 설치 등을 통해 충분한 조도 확보

**마. 넘어짐 재해사례**

재해발생 내용
◎ 배관 용접 슬래그 제거를 위해 이동 중 장애물에 걸려 넘어짐
◎ 용접기 파더를 들고 이동 중 배관과 배관 사이에 발이 걸려 넘어짐
◎ 배관을 캐리어에 적치하기 위하여 반목 설치를 위 올라가던 중 넘어짐
◎ 배관 연결 작업 중 족장이 설치되지 않은 빈곳에 발이 걸려 넘어짐
◎ 배관 연결 작업 중 뒤로 넘어짐
◎ 배관을 인력으로 운반 중 넘어짐
◎ 배관 연결을 위하여 이동 중 잡고 이동 중 인 핸드레일이 탈락하여 넘어짐
◎ 배관 청소작업 중 배관 위를 이동하다 발을 헛딛어 넘어짐
◎ 배관 볼트체결 작업 중 자세를 바꾸려고 경사구역에서 움직이는 중 균형을 잃고 넘어짐
◎ 배관 볼트 체결 중 발을 딛고 있던 족장에서 이동을 위해 딛은 발이 균형을 잃고 넘어짐

○ 넘어짐 사고를 예방하기 위한 안전조치

- 이동통로 내 장애물 제거 및 돌출된 설비에 대한 주의 표시
- 정해진 이동통로 사용 및 배관 위 이동 필요 시 임시발판 설치
- 배관 등 중량물 운반 시 2인 1조로 작업하며 운반자 시야 확보 후 운반 작업
- 이동통로 및 작업공간 내 조도 확보
- 작업발판은 파단 및 이탈되지 않도록 견고하게 설치
- 핸드레일 등 이동시 사용할 수 있는 손잡이는 탈락 및 부식으로 인한 파단이 되지 않도록 점검 실시
- 고정된 자세로 장시간 작업을 하지 않으며 작업중 수시로 스트레칭 실시
- 경사가 있는 곳의 가설통로 설치 시 미끄러지지 않는 구조로 설치

## 바. 기타 재해사례

### 재해발생 내용

- ◎ 배관 볼트체결 작업 중 장시간 고정 작업 후 일어남과 동시에 무릎에 통증을 느낌
- ◎ 이동 중 용접 토치 호스를 밟으며 발목을 접질림
- ◎ 그라인더 작업 중 장갑이 그라인더 회전날에 걸리며 손이 말려들어감
- ◎ 배관 절단 작업 중 산소 호스가 터져 화상을 입음
- ◎ 배관 내 녹을 제거하기 위하여 드릴 작업 중 손가락을 베임
- ◎ 배관 철거를 위하여 전기 그라인더로 절단 작업 중 그라인더에 손을 베임
- ◎ 절단 중이던 배관이 넘어지며 깔림
- ◎ 협소 공간 이동 중 과도한 허리 숙임 등으로 요통을 느낌
- ◎ 사업장 내 이동 중 다른 근로자가 운전 중 인 이륜차에 치임
- ◎ 좁은 공간에서 용접을 하던 중 용접 슬래그가 튀어 화상을 입음
- ◎ 사업장내 이륜차로 이동 중 바닥 장애물에 걸려 이륜차와 함께 전복됨

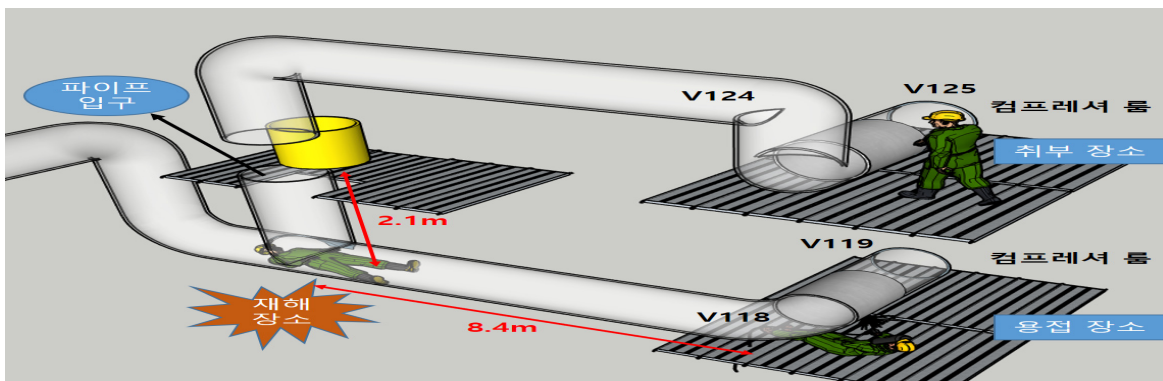
## 3. 중대재해사례

### 용접작업 중인 배관 내 진입 후 아르곤가스로 인하여 질식

#### 재해 개요

2020. 5. 21.(목) 11시 10분경 컴프레셔 배관 연결을 위해 용접중인 내경 약 694mm 배관 내에 재해자가 진입하였다가 배관 내부에 체류하고 있는 아르곤가스로 인하여 산소결핍으로 질식 사망

#### 재해 상황도





**재해 발생 원인**

- 밀폐공간 작업에 대한 관리 미흡
- 밀폐공간 작업 전 산소 및 유해가스 농도 측정 미실시
- 밀폐공간 작업 전, 작업 중 환기 미실시
- 감시인 미배치, 출입금지 조치 미실시, 출입금지 표지 미부착

**주재해 예방 대책**

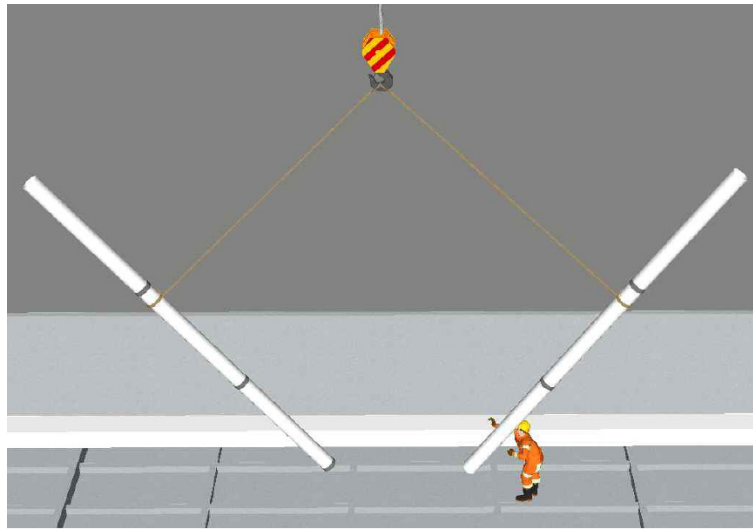
- 밀폐공간 작업에 대한 체계적 관리 실시
- 밀폐공간 작업 전 산소 및 유해가스 농도 측정
- 밀폐공간 작업 전, 작업 중 환기 실시
- 감시인 배치, 출입금지 조치 및 출입금지 표지 부착,
- 밀폐공간 작업에 대한 안전 작업 방법 교육 실시

**배관 인양 중 가용접 부위 파단으로 맞음**

**재해 개요**

2019. 11. 27.(수) 13시 20분경 6개 배관을 가용접으로 연결된 배관을 이동식크레인으로 인양하여 블록 내부로 반입하던 작업 중 중간 배관 연결부의 가용접부 부위가 파단 되면서 부러져 인양 받으려던 재해자 안면부를 가격하여 사망

### 재해 상황도



### 재해 발생 원인

- 작업효율을 위한 무리한 배관 연결
- 인양작업을 고려한 가용접 기준 부재
- 낙하반경을 고려한 안전거리 미확보
- 작업지휘자 관리 부재

### 재해 예방 대책

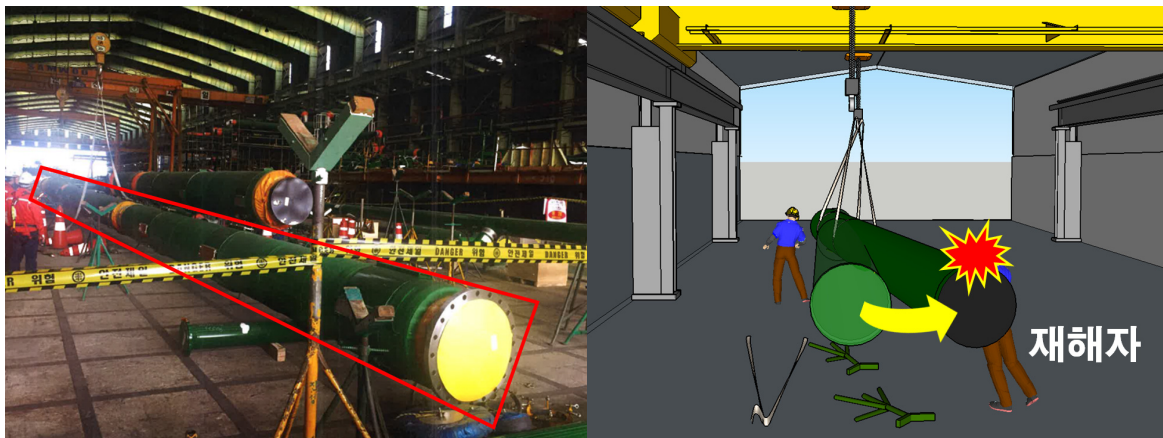
- 인양을 고려한 가용접 기준 마련
- 인양 작업 시 안전반경 유지 및 유도로프 사용 방법 개선
- 설계 단계에서 위험작업의 최소화를 고려하여 설계
- 작업지휘자 배치 및 작업지휘자의 역할 수행이 가능한 업무환경 개선

배관 인양을 위한 줄걸이 작업 중 지지대에서 이탈한 배관에 안면을 맞음

재해 개요

219. 3. 19.(화) 11시 25분경 재해자가 동료작업자 1명과 함께 배관을 이동을 위해 크레인 2대(북측, 남측)로 줄걸이 준비 작업 중 줄걸이 작업이 완료된 북측 크레인을 오조작하여 지지대에서 이탈한 배관에 안면을 맞아 사망함

재해 상황도



재해 발생 원인

- 중량물 취급 작업계획서 작성 미흡
- 작업지휘자 미배치
- 안전기준에 부적합한 크레인 무선원격제어기 사용

### 재해 예방 대책

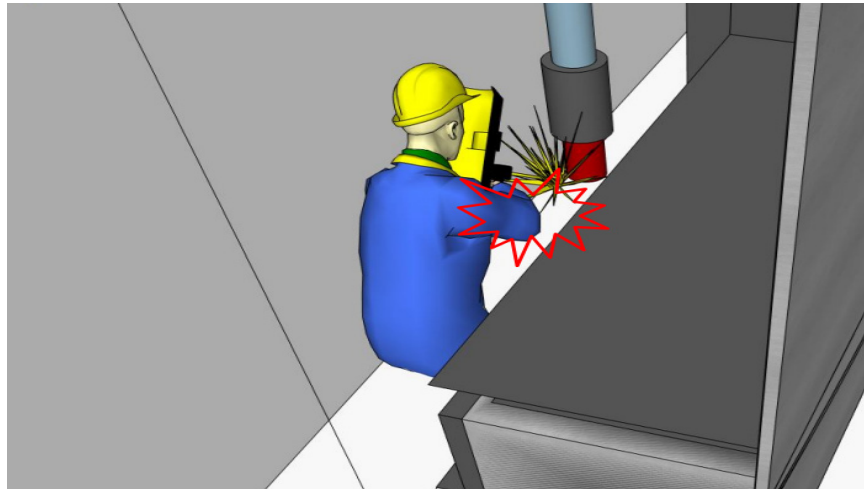
- 작업특성에 맞는 중량물 취급 작업계획서 작성 및 작업계획서에 따라 수행
- 중량물 취급작업자 외 작업지휘자 별도 배치
- 크레인 각각의 무선원격제어기에 제어대상 크레인의 명칭을 표기하는 등 안전검사고시에서 정하는 기준에 적합한 제어기 사요

## 배관 수리를 위한 용접 작업 중 감전

### 재해 개요

2019. 8. 8.(목) 10시 55분경 정박중인 수산물운반선의 식자재 창고 내에서 청수 공급배관의 수리를 위하여 용접작업을 실시하던 재해자가 감전으로 인하여 사망

### 재해 상황도



재해 발생 원인

- 도전성이 높은 장소에서의 교류아크용접기 사용 시 안전조치 미흡
- 정상 작동되지 않는 자동전격방지기 사용

재해 예방 대책

- 작업 전 자동전격방지기 점검
- 도전체가 둘러싸인 장소나 작업자가 물, 땀 등으로 인하여 습윤한 상태에서 작업을 실시할 경우 절연복 및 절연 보호구 착용

배관 용접부 휴대용 연삭기로 연삭작업 중 절단숫돌에 배임

재해 개요

2016. 4. 21.(목) 11시 21분경 배관 용접부를 휴대용연삭기로 연삭작업을 실시하던 재해자가 초충용접이 되지 않은 접합면 틈으로 끼여 들어간 연삭기를 힘으로 당겨 빼내던 중 순간적으로 연삭기가 빠지며 절단숫돌에 우측 대퇴동맥이 베여 과다출혈로 사망

관련 사진



### 재해 발생 원인

- 연삭작업 중 슛돌 끼임 발생시 전원차단 미실시
- 연삭기를 견고하게 잡지 않아 연삭기가 작업자에게서 이탈

### 재해 예방 대책

- 연삭기를 양손으로 견고하게 잡는 등 연삭기 사용 시 안전수칙 준수
- 연삭스�돌이 소재의 틈에 끼일 경우 연삭기의 전원을 차단 후 조치
- 자동정지 기능을 갖춘 연삭기 사용(권장)



“자료 제공에 협조해 주신 사업장 관계자분들께 감사 인사드립니다.”

## 조선업 직종별 안전보건 기술력 향상을 위한 배관공 안전관리모델

발행일 : 2022. 12.

발행인 : 정 정 환

발행처 : 안전보건공단 전남지역본부

주 소 : 전남 무안군 삼향읍 후광대로 242

전 화 : 061-288-8731

작성자 : 이 성 화

〈비매품〉

2022-전남지역본부-853