

조선업 직종별
안전보건 기술력 향상을 위한

엔진기계공 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 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

I. 엔진기계공정 개요	1
1. 엔진기계 공정의 이해	3
2. 선박 엔진의 종류 및 특징	4
II. 엔진기계공 위험(Risk)과 안전관리	11
1. 사용 기계·기구의 주요 위험요인 및 안전수칙	13
2. 작업 공정별 재해예방 개선사례	33
3. 기타 안전 조치 사항	37
III. 위험성평가 및 작업표준	43
1. 위험성평가 개요	45
2. 주요 작업별 위험성평가	46
3. 사업장별 위험성평가 사례	68
4. 사업장별 작업표준 사례	71
IV. 엔진기계공 관련 재해사례	75
1. 재해사례 분석 기준	77
2. 재해발생 현황 및 중대재해 사례	78
참고문헌	83

I.

엔진기계공정 개요

1. 엔진기계 공정의 이해
2. 선박 엔진의 종류 및 특징
 - 선박 엔진의 종류
 - 선박 엔진의 특징



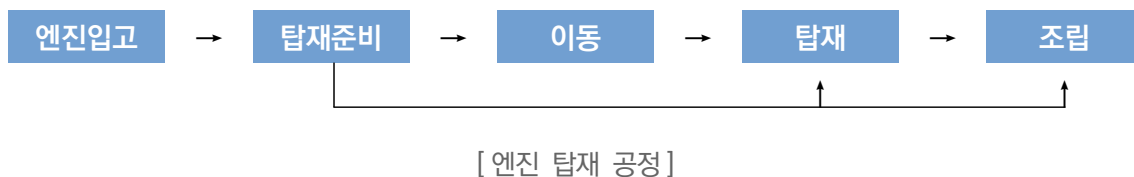
엔진기계공정 개요

1. 엔진기계 공정의 이해

조선소에서 엔진기계공이란 선박엔진 및 관련 기계장치를 제조, 조립, 장치, 수리하는 일에 종사하는 전문가로, 본 모델에서는 가공된 엔진(반제품 또는 완제품)을 선박에 탑재한 후 시운전이 가능한 상태로 조립하는 공정까지로 한정한다.

국내 조선업 중 현대중공업과 STX중공업만이 선박엔진을 자체 제조하여 생산공정에 직접 적용하고 있기에 선박엔진 자체에 대한 제조 공정은 제외하기로 한다.

엔진기계공은 선박 건조 공정 중 단독 공정이 아닌 크레인 탑재공정에 포함되어 있으며 엔진 기계공과 관련된 순수 작업은 탑재 준비와 탑재, 조립에 해당하며 공정의 순서는 아래와 같다.



조선소에서 엔진의 탑재와 조립 과정에서 발생한 중대재해는 거의 없지만 작업상 위험이 낮다고 말할 수는 없다. 엔진 자체가 선박의 핵심장비이고 대체가 어렵다는 이유에서 작업에 신중을 기하지만 크레인을 이용해 엔진을 이동하고, 기관실 내부의 협소한 공간으로 엔진을 삽입하며, 엔진이 크고 상부가 노출되어 있어 언제든지 중대재해가 발생할 위험이 있다.

따라서 본 자료는 엔진을 탑재, 조립하는 사업장에서 갖추어야 하는 기본 안전지식과 유해 위험요인, 작업안전표준, 안전관리사항을 제시함으로써 재해를 예방하고 안전관리능력을 향상시키는데 도움이 되고자 한다.



엔진 및 프로펠러 결합 모습



선박 디젤기관(저속엔진)

[선박 엔진의 모습]

2. 선박 엔진의 종류 및 특징

가. 선박 엔진의 종류

선박 엔진은 일반적인 대량생산 방식이 아닌 선주가 요구하는 사양과 각종 부가적인 기능을 반영해 생산하는 수주형이 주를 이루고 있다. 또 디젤 엔진의 단점으로 지적되고 있는 소음과 공해 물질 배출을 최소화할 수 있는 고효율 저소음 엔진이 속속 개발되고 있다.

최근에는 LNG 운반선에서 증기터빈 대신 가스-기름의 2중 연료기관을 주 동력원으로 사용하기 시작함으로써 디젤기관이 모든 상업용 선박 추진 시스템의 동력으로 자리 잡게 되었다. 기관의 출력도 10만 마력 수준에 이르게 되었다.

디젤기관이란 경유 또는 중유를 연료로 압축, 점화에 의해서 작동하는 왕복운동형 내연기관으로 압축 착화기관이라고도 한다. 디젤기관은 분당 회전수(rpm)에 따라 고속, 중속, 저속으로 분류한다. 고속 기관은 1,000~2,400rpm 정도로 대체로 대당 출력 3,500마력이 상한이다. 중속 기관은 400~1,000rpm 정도로 대당 출력은 1만 마력이 상한이다. 그리고, 저속 기관은 처음부터 그 회전속도가 프로펠러의 최적 회전속도와 일치하도록 설계된 것이다.

대형 디젤기관은 모두 저속 기관으로서 120rpm 이하의 회전수를 가진다. 대당 출력은 통상 5,000~45,000마력이 보통이며 최근 10만 마력대의 기관이 출현하였으며, 경제성이 다른 어떤 추진기관보다 우수하다. 현재 저속 기관은 대형 컨테이너선이나 탱커 등의 추진에 이용되고, 중속 및 고속 기관은 카페리나 어선 등에 일반적으로 사용되며, 보조 동력으로서도 광범위하게 사용되고 있다.

1) 고속 기관

고속 기관은 1,000rpm 및 그 이상의 속도로 운전되는 기관을 말한다. 소형선박에서 주 추진기관, 대형 선박에서 주 발전기와 비상용 발전기 구동장치로서 널리 이용되고 있다.

2) 중속 기관

중속 기관은 400~1,000rpm으로 1만 마력 이하의 기관을 말한다. 작은 선박과 크루즈선, 자동차·여객 페리 및 로로(Ro-Ro, roll-on roll-off)선과 같은 특수선의 추진에 일반적으로 사용되고 있다. 중속 기관은 원양선의 발전기 분야에서는 압도적인 위치를 가지고 있으며, 출력이 작은 경우에만 부분적으로 고속 4행정 기관이 채택되고 있다.

3) 저속 기관

저속 기관은 200rpm 내외로 피스톤 속도가 4m/s 미만인 기관을 말한다.

나. 선박 엔진의 특징

선박 엔진은 크게 3층으로 구성되는데 1층은 피스톤의 왕복운동을 회전운동으로 변화시키는 크랭크샤프트가 장착되어 있는 크랭크케이스(Crankcase), 2층은 피스톤이 왕복하는 실린더(원통)를 하나로 모은 실린더 블록(Cylinder Block), 3층은 인간의 머리에 해당하는 실린더 헤드(Cylinder Head)로 구성되어 있다.

선박의 사이즈에 따라 장착되는 엔진의 사이즈 또한 통상적으로 정비례로 달라지는데 대형 선박의 경우 아파트 5층 높이에 달하는 규모의 엔진도 있기 때문에 선박에 탑재 및 조립하는데 위험은 상존하고 있다.

1) 기관실 구획

선박 엔진을 장착하는 기관실 구획은 통상 선박의 조타기가 배치되어 있는 선미부에 이어서 배치하지만 대형 컨테이너선일 때는 선체 중앙부에 배치하는 경우도 있다.



[선박의 일반 배치도]

기관실 구획에는 선박의 추진을 위한 주기관을 배치하며, 선원의 생활 및 기타 장비의 구동에 필요한 전기를 생산하기 위하여 보조기관, 발전기 및 보일러 등을 함께 배치한다. 그리고 이들 장비를 구동하는데 필요한 연료유 탱크들도 배치한다.

기관실 구획의 길이는 선박의 추진에 필요한 주기관의 크기에 따라서 결정된다. 기관실 구획에서의 상갑판까지의 높이는 주기관의 피스톤의 유지 보수를 위하여 분리작업을 할 수 있도록 정한다.

2) 기관실의 구성 요소

기관실은 선박의 추진을 위한 동력 시스템이 배치되는 장소로, 다음에 나오는 그림 <주기설치 단면도>와 같다. 구성요소로는 주기, 발전기 엔진, 보조 보일러, 축, 기관실 크레인, 각종 펌프류,

공기압축기, 압축공기 탱크, 탱크류, 기관실 송풍기, 기관 제어실, 공작실, 기관실 부품창고, 기름 청정기 및 기타 통행설비 등이 있다.

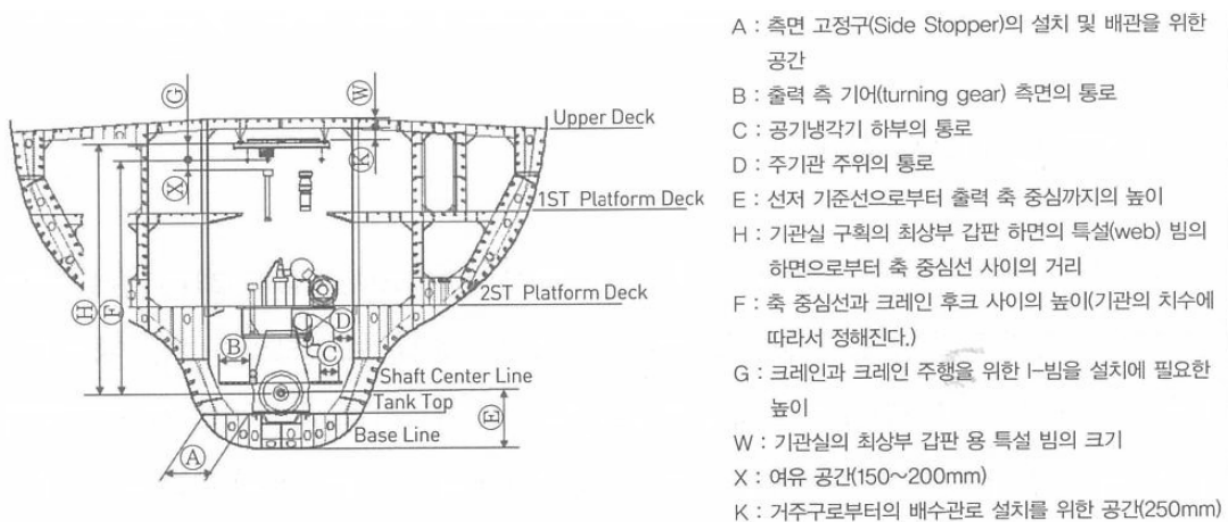
3) 기관 구역의 배치 기준

기관실 크기는 선종, 선형, 주기, 보기 및 축계 등의 시방에 따라 결정되므로 선박 계획 시점에 있어서 가장 중요하다. 특히, 선미 기관실 선박에서 기관실의 길이는 선박길이의 11~13% 정도를 점유하고 있으며, 선체강도, 화물창 용적, 트림 등의 선박 기본 성능이나 가격 등 선박 전체에 미치는 영향이 크다. 그러므로 기관실 구획 계획을 수행할 때는 가능한 한 기관실 크기(특히, 기관실의 길이)를 줄이는 것이 요구된다. 또한 새로운 선형 개발의 경우 설계 기준선에서 사용된 방식을 근거로 기관실의 크기를 선주의 요구에 따라 허용 범위를 확장시킬 수 있도록 해야 한다.

주기의 위치를 결정할 때는 선박의 종류에 따라 보일러, 발전기용 엔진의 용량과 축계 연동 발전기의 유무와 설치위치 등이 주기의 위치 결정에 큰 영향을 미친다. 가능한 선미 방향에 설치하는 것이 추진축의 길이를 축소시킬 수 있다. 그리고 기관실 구획의 최적화에도 노력해야 하는데 기관실 구획을 결정할 때 주요 검토사항으로는 주기의 설치 위치, 기관실의 길이 및 기관실의 높이가 있다.

가) 주기 설치 위치

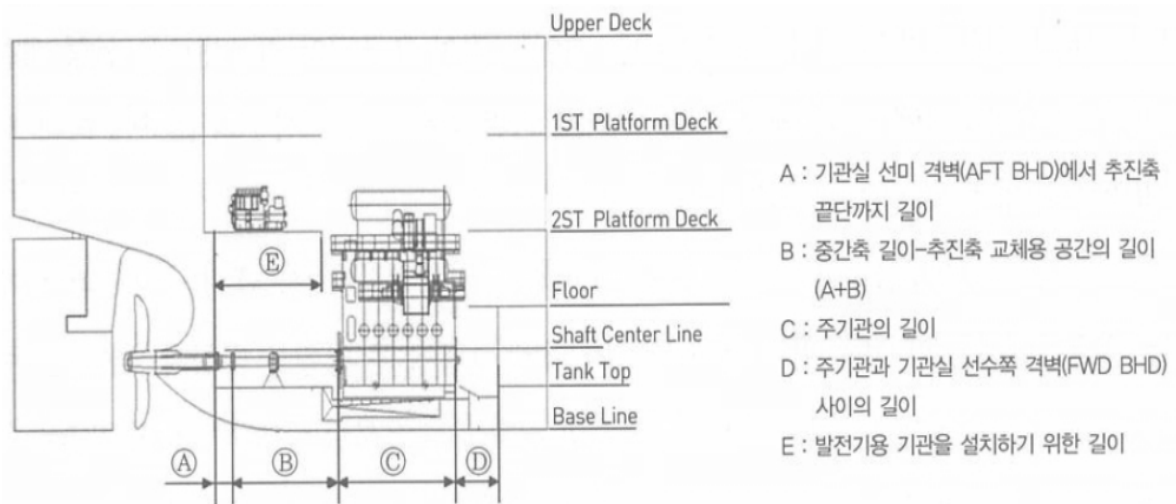
일반적인 기관실 배치에 있어서 주기 설치 위치를 결정하는 요소는 아래와 같이 나타낼 수 있다.



[주기 설치 단면도]

나) 기관실의 길이

일반적인 선미 기관실 배치에 있어서 기관실 길이를 결정하는 요소는 아래와 같이 나타낼 수 있다.



[기관실 길이의 결정 요소]

다) 갑판 높이의 결정 기준

기관실 내에 배치하는 각 갑판의 수 및 높이(Deck Height)는 일반적으로 다음의 사항을 고려하여 결정한다.

- 갑판의 수가 많아지면 중량이 증가되므로 가능한 한 최소화한다.
- 각 갑판 상면은 수평하게 한다.
- 갑판 상면은 가능한 한 선각구조의 수직 부재와 일치토록 배치한다.
- 탱크의 상면과 플로어의 높이는 축 중심선과 주기관의 형식에 따라 결정한다.
- VLCC 및 일반상선은 흔히 2개의 플랫폼 갑판으로 구성한다.
- 대형 컨테이너 및 LNG 선은 흔히 3개의 플랫폼 갑판으로 구성한다.
- 주기관(M/E)의 피스톤 교체공간을 확보한다.
- 발전기용 기관(G/E)의 피스톤 교체공간을 확보한다.

라) 엔진 분할

선박 엔진은 엔진 제조사에서 조선소까지 이송하는 운송수단의 종류 및 조선소에서의 탑재공법 등에 따라 완제품(일체형) 또는 분할 탑재로 결정되어 진다.

선박 엔진 제조사마다 엔진 타입을 표기하는 기준은 다르지만 통상적으로 아래와 같이 표기하며, MAN B&W Diesel Engine의 표기법을 참조하기 바란다.

6 L 70 M C-C

6 : CYLINDER 수 (기통 수)

L : STROKE와 BORE의 비로써 LONG STROKE에 해당함 (초장행정)

약 자	비 율
S (SUPER LONG STROKE)	약 4.0
L (LONG STROKE)	약 3.2
K (SHORT STROKE)	약 2.8

70 : BORE SIZE 70 Cm (실린더 내경 치수)

M : ENGINE PROGRAM (엔진 컨셉)

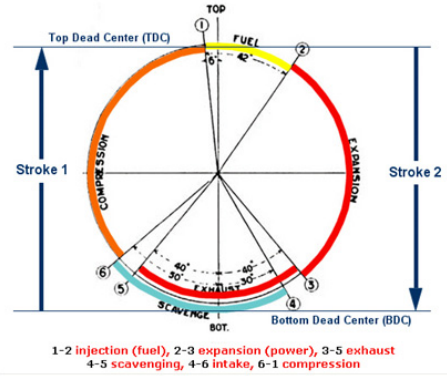
C : CAMSHAFT CONTROLLED

- E : ELECTRONICALLY CONTROLLED

(CHAIN 없이 전자제어를 통하여 밸브타이밍을 조절함으로써 효율을 증가시킴)

C : COMPACT (개량형)

(MC 형 타입에 비하여 중량을 줄이고, STROKE를 키워 효율을 증대시킴)



5G70ME-C10.5-GI-EGRBP

- Tier III technology
 - (blank) Tier II only
 - EGRBP EGR with bypass matching
 - EGR TC EGR with TC cut-out matching
 - HPSCR High-pressure SCR
 - LPSCR Low-pressure SCR
 - W Water in methanol
- Fuel injection concept
 - (blank) Fuel oil only
 - GI/GA Gas injection/gas admission methane
 - GIE Gas injection ethane
 - LGIM Liquid gas injection methanol
 - LGIP Liquid gas injection LPG
- Dot (.) number
- Mark number
- Engine concept
 - ME-C Electronically controlled
 - ME-B Exhaust valve controlled by camshaft
- Diameter of cylinder bore in cm
- Stroke/bore ratio
 - G 'Green' ultra long stroke
 - S Super long stroke
- Number of cylinders

[엔진 타입 표기 방법(위) 및 MAN B&W 5G70ME-C Type 표기 설명(아래)]

엔진 타입별로 형상과 중량이 다르고 조선소별 설비가 다르기 때문에 엔진을 분할하는 방법 또한 다르지만 대표적인 조선소의 엔진 분할은 아래와 같다.

선 종	MAIN ENGINE TYPE	하중(TON)	분할
37K P/C, LPG	6S46MC-C	171	일체형
46,47K P/C	6S50MC-C	207	일체형
1800TEU CNTR	6L70MC-C	538	2분할
2824TEU CNTR	7K80MC-C	830	3분할
3450TEU CNTR	7K90MC-C	1,106	7분할
4300TEU CNTR	8K90MC-C	1,253	8분할

[A사 선종별 엔진 분할 방법]

선 종	엔진 수	분할구역	분할
LPG	1	COMPLETE	일체형
LNG	2	BED, TOP	2분할
VLCC	1	BED, FRAME BOX, TOP	3분할
CONT	1	BED-2, FRAME BOX, TOP-2	5분할

[B사 선종별 엔진 분할 방법]

II.

엔진기계공 위험(Risk)과 안전관리

1. 사용 기계·기구에 대한 주요 위험요인 및 안전수칙
2. 작업 공정별 재해예방 사례
3. 기타 안전 조치 사항
 - 주요 점검표
 - 사업장의 각종 게시물



엔진기계공 위험(Risk)과 안전관리

1. 사용 기계·기구의 주요 위험요인 및 안전수칙

가. 크레인

조선소에서 엔진을 탑재하기 위하여 사용하는 주요 장비로는 골리앗크레인 및 지브크레인, 해상크레인이 있다. 엔진을 선미 기관실에 삽입하는 형태의 작업으로 미세조정 작업이 가능하기 때문이다.

플로팅도크가 있는 조선소에서는 해상크레인을 이용한 해상에서의 엔진 탑재 작업이 이루어 지기도 한다.

1) 크레인



골리앗 크레인(Goliath Crane)



지브 크레인(Jib Crane)



해상 크레인(Floating Crane)

주요 위험요인

- 크레인이 안전인증이나 안전검사 기준에 적합하지 않은 상태에서 사용
 - 안전장치가 고장난 상태로 사용하거나 기계장치의 마모가 안전검사 기준을 초과하였거나 변형 등의 손상이 있는 경우 정상기능을 수행할 수 없음
- 작업시작 전 점검사항과 작업 시 조치사항을 이행하지 않고 사용
 - 권과방지장치, 브레이크, 클러치 및 운전장치의 기능 등 위험상황 발생 시 정상 작동되지 않을 수 있음
- 악천후 및 강풍 등 기상상태 불안정 시 크레인 작업 수행으로 작업자 위험
- 중량물 취급 시 작업계획서 작성 및 교육, 작업지휘자 미배치 상태로 사용
- 크레인의 방호장치 해체 및 사용정지 상태로 사용
- 중량물 인양 작업 시 주변 통제 및 인양물 하부 출입 통제 미실시

안전수칙

- 크레인 안전인증이나 안전검사 기준에 적합한 상태에서 사용해야 한다.
- 관리감독자는 작업시작 전 및 작업 중 크레인의 안전장치와 양중기의 와이어로프 등의 이상 유무를 확인하여야 한다.
- 비·눈·바람 또는 그 밖의 기상상태의 불안정으로 인하여 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우 작업을 중지해야 한다.
- 중량물 취급 작업 시 작업계획서를 작성하여 근로자에게 알리고 계획서에 따른 작업을 수행하도록 하여야 한다.
 - 해당 작업 시 작업지휘자를 지정하고 신호방법을 정해 운전자와 신호수 간의 신호작업을 정하여야 한다.
- 크레인의 방호장치를 해체하거나 사용을 정지해서는 안되고 임의로 방호장치를 끄거나 조정하여 작동이 되지 않도록 해서는 아니된다.
- 크레인 인양작업 시 주변 통제와 인양물 하부에 출입을 통제하여야 한다.

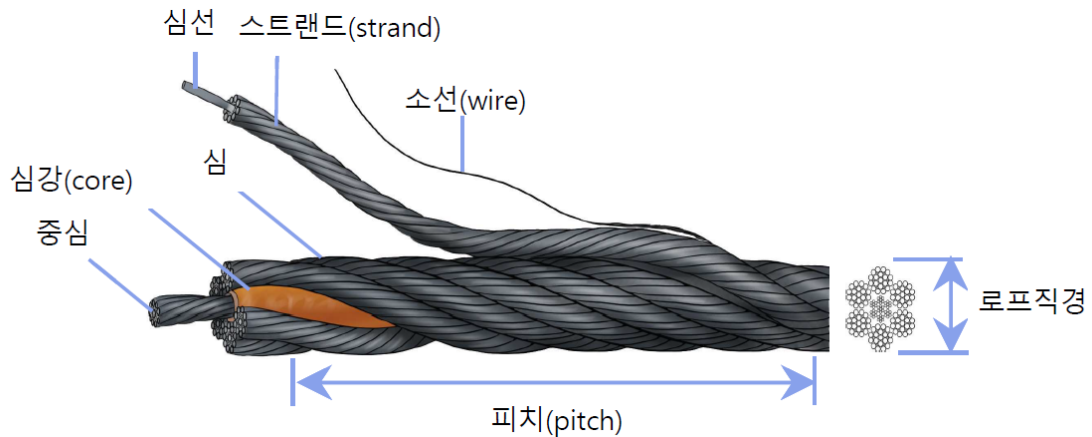
주요 점검사항

- 크레인 안전인증 및 안전검사 증서를 확인한다.
- 크레인의 안전장치와 운전장치, 주행로, 와이어로프 등의 이상 유무를 확인한다.
- 기상정보를 사전에 확인하고 크레인 상부에 풍속계를 설치하여 순간풍속 등을 모니터링 한다.
- 작업계획서 상에 추락, 낙하, 전도, 협착, 붕괴 위험의 대책이 적정히 반영되어 있는지 확인한다.
- 작업방법과 근로자 배치, 개인보호구 착용상황 등을 사전 점검한다.

관련 법조항 및 기준

- 산업안전보건법
 - 제34조(안전인증)
 - 제36조(안전검사)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙
 - 제36조(사용의 제한)
 - 제35조(관리감독자의 유해·위험 방지업무)
 - 제38조(작업계획서의 작성 등)
 - 제39조(작업지휘자의 지정)
 - 제40조(신호)
 - 제93조(방호장치의 해체 금지)
 - 제146조(크레인 작업 시 조치)

2) 와이어로프



주요 위험요인

- 낙하 위험
 - 안전을 무시하고 화물을 매달고 운반하다가 동하중, 충격하중 등에 의해 와이어로프가 절단되면서 매단 화물이 낙하할 위험
 - 안전을 계산 착오로 슬링 와이어로프가 절단되면서 매단 화물이 낙하할 위험
 - 와이어로프 사용 및 폐기 등에 관한 지식과 경험이 부족하여 폐기할 와이어로프를 폐기하지 않고 사용하다가 와이어로프가 절단되면서 매단 화물이 낙하할 위험

안전수칙

- 안전을 및 절단하중에 따라 로프에 걸리는 최대하중을 결정한다.
- 슬링 와이어로프 안전사용 하중을 지킨다.
- 중량물을 매달고 권상할 때 과도한 동하중이 부가되지 않도록 급하게 권상하지 않는다.
- 슬링 와이어로프가 화물이나 구조물 등에 접촉되어 손상이 발생하지 않도록 주시하면서 작업한다.
- 중량물의 무게중심을 고려하여 편하중이 발생하지 않도록 한다.
- 줄걸이 작업은 정해진 사람만 실시하고 모서리에 직접 접촉되어 슬링 와이어로프가 꺾이지 않도록 한다.
- 매단 화물 하부에는 근로자 출입을 금지한다.
- 매단 화물 상부에 근로자를 탑승한 상태에서 화물 이송을 금지한다.
- 작업지휘자를 배치하고 작업한다.

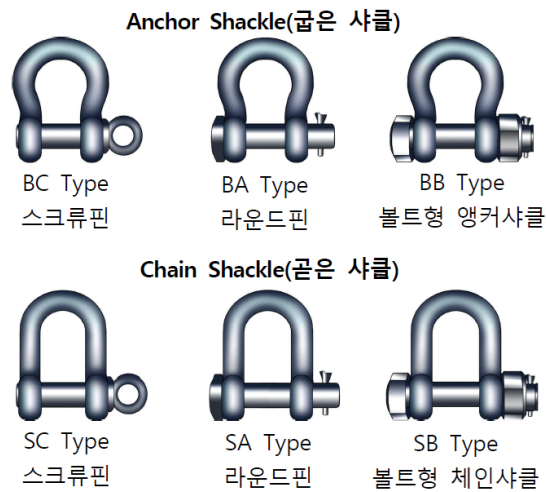
주요 점검사항

- 슬링 와이어로프에 부식, 키크, 소선 절단 등 외적으로 강도 감소가 있는지 확인한다.
 - 슬링 와이어로프 한 꼬임(스트랜드)에서 끊어진 소선의 수가 10%이상인 것
 - 지름의 감소가 공칭지름의 7%를 초과하는 것
 - 꼬인 것
 - 심하게 변형되거나 부식된 것
 - 열과 전기충격에 의해 손상된 것
- 슬링 와이어로프 외부표면, 내부 마심의 기름 마름현상 유무를 확인한다.
- 슬링 와이어로프에 정격하중 표시여부를 확인한다.

관련 법조항 및 기준

- 산업안전보건기준에 관한 규칙
 - 제35조(관리감독자의 유해·위험 방지 업무 등)
 - 제133조(정격하중 등의 표시)
 - 제163조(와이어로프 등 달기구의 안전계수)
 - 제165조(와이어로프의 절단방법 등)
 - 제166조(이음매가 있는 와이어로프 등의 사용금지)
 - 제170조(링 등의 구비)
- KOSHA GUIDE
 - M-186-2015(크레인 달기기구 및 줄걸이 작업용 와이어로프의 작업에 관한 기술지침)

3) 샤클

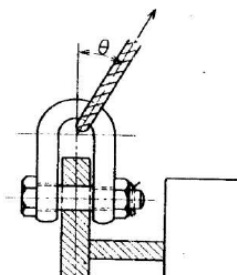


주요 위험요인

- 낙하 위험
 - 샤클 핀에 균열 등의 결함으로 핀이 파손되면서 매달고 있던 화물이 낙하할 위험
 - 샤클 본체에 균열 등의 결함으로 샤클이 파손되면서 매달고 있던 화물이 낙하할 위험
 - 부하로 인해 슬링이 움직이는 개소에 스크류 핀 샤클을 사용함으로써 핀이 이탈할 위험
 - 샤클에 화물을 잘못 매달고 권상하다가 샤클이 퍼지면서 화물이 낙하할 위험

안전수칙

- 러그나 와이어에 샤클 핀이 정확한 방향으로 체결되었는지 확인하다.
- 제품의 규격이나 사용조건 및 사용방법 등을 확인한다.
- 사용 중에는 위험구역 내 출입을 금지한다.
- 매달린 화물의 하중 또는 충격이 샤클의 측면에 가해지지 않는지 주시하면서 작업한다.



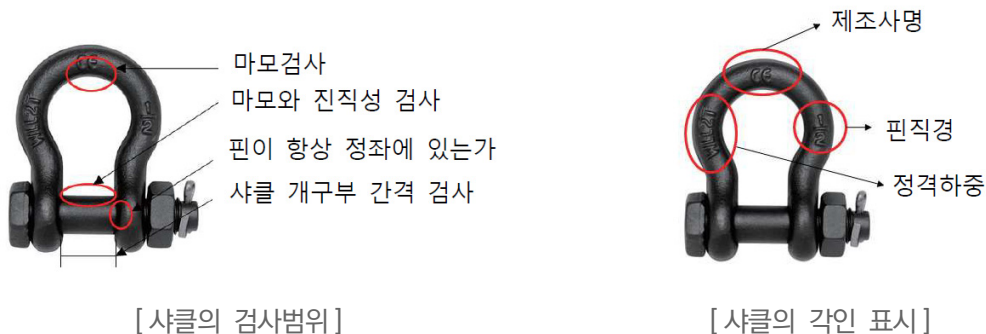
인장 각도 θ°	사용 하중 감소율 %
0 ~ 5	0
6 ~ 15	15
16 ~ 45	30
46 ~ 90	50

[인장 각도에 따른 사용하중 감소율 (BB·SB Type)_KS B 1333]

- 샤클 핀이 샤클 몸통 끝까지 조여 있는 상태인지 핀 길이에 주의하면서 작업한다.
- 샤클 몸통의 중심축을 확인하여 일직선이 되는지 주시하면서 작업한다.
- 무게중심을 확인하여 편하중이 걸리지 않도록 조치한다.
- 대형 샤클의 경우 2인1조로 작업하고 단독으로 무리하게 들지 않는다.
- 빈 샤클을 들어 올릴 때 샤클의 핀 등이 주변 인양물에 간섭되어 걸리지 않는지 반드시 확인한다.

주요 점검사항

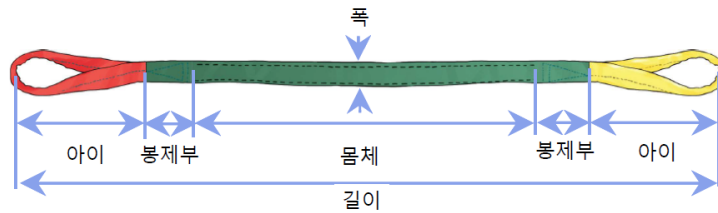
- 균열 또는 변형되어 있지 않은지 확인한다.
- 단면 지름의 감소가 제조당시 지름의 5%를 초과하는지 확인한다.
※ 마모량에 대해서는 제조자가 특별히 정한 안전기준이 있는 경우 참조한다.
- 개구부가 원래 간격의 5%를 초과하여 늘어지지 않았는지 확인한다.
- 두부 및 만곡부의 내측에 흠이 있는지 확인한다.
- 용접, 열처리, 가열, 구부림 등의 방법으로 수리, 개조, 재가공 여부를 확인한다.
- 정격하중, 제조사, 핀 직경 등의 표시가 명확하게 각인되어 있는지 확인한다.



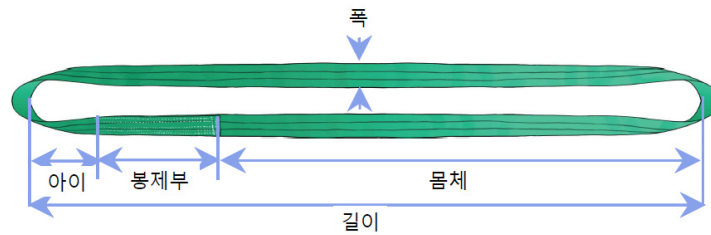
관련 법조항 및 기준

- 산업안전보건기준에 관한 규칙
 - 제35조(관리감독자의 유해·위험 방지 업무 등)
 - 제133조(정격하중 등의 표시)
 - 제163조(와이어로프 등 달기구의 안전계수)
 - 제164조(고리걸이 훅 등의 안전계수)
 - 제168조(변형되어 있는 훅·샤클 등의 사용금지 등)

4) 벨트 슬링



[양끝 아이형]



[엔드리스형]

주요 위험요인

○ 낙하 위험

- 화물의 날카로운 모서리에 보호대를 사용하지 않고 화물을 취급할 경우 마찰로 인해 벨트 슬링이 절단되면서 매달린 화물이 낙하할 위험
- 손상된 벨트 슬링의 강도저하를 고려하지 않고 사용할 경우 안전사용하중을 초과하여 벨트 슬링이 절단되어 매달린 화물이 낙하할 위험
- 합성섬유인 벨트 슬링을 옥외에 방치 사용할 경우 햇빛으로 인해 강도가 저하되면서 벨트 슬링이 절단되어 매달린 화물이 낙하할 위험
- 작업조건, 작업방법, 용도에 따른 안전율을 고려하지 않고 사용할 경우 안전사용하중을 초과하여 벨트슬링이 절단되어 매달린 화물이 낙하할 위험

안전수칙

- 벨트 슬링이 화물의 날카로운 모서리를 통과하고 있지 않는지 확인한다.
(있다면 위치 조정 또는 보호대 부착)
- 매다는 방법, 가닥 수 및 각도에 따른 안전하중을 고려한다.
- 권상 전에 벨트 슬링이 꼬여 있는지 확인한다.
- 권상 전에 화물이 균형에 맞게 매달리는지 확인한다.
- 권상 후 이동 시 화물 이동통로에 주위에 작업자나 장애물이 없는지 확인한다.

- 급격한 권상이나 권하는 안전하중을 쉽게 초과하기 쉬우므로 부드럽게 운전한다.
- 권상 시 화물이 한쪽으로 기울어지는 일이 없도록 주의한다.
- 매단 화물 하부에는 근로자 출입을 금지한다.
- 매단 화물 상부에 근로자를 탑승한 상태에서 화물 이송을 금지한다.
- 작업지휘자를 배치하고 작업한다.
- 합성섬유로프는 햇빛에 약하므로 옥내에 보관하거나 옥외에 보관할 때는 천막 등을 덮어 햇빛 차단한다.

주요 점검사항

- 벨트 슬링에 표면손상 등이 있는지 확인한다.

구분	손상 내용
아이 부분	• 아이부의 재봉선이 닳아서 속의 흰 부분이 보이거나 종방향의 실에 손상이 발생한 경우 • 아이부에 현저하게 잘려진 부분이 있거나 마찰파손, 찢어진 파손 등이 있는 경우 • 재봉실이 절단되어 아이의 형 붕괴가 발생한 경우
봉제 부분	• 절단, 마찰에 의해 발생한 손상 등 각종 손상이 발생한 경우 • 봉제부에 봉제실이 여러 군데 절단되어 있고 봉제부의 오버랩부가 조금이라도 뜯어져 있는 경우
몸체 부분	• 슬링 표면에 폭방향 전체로 원단에 손상이 발생하여 종방향의 실에 손상이 발생한 경우 • 로프의 섬유율이 보이지 않을 정도로 닳아서 털이 일어나 있는 경우 • 두께 방향으로 1/3에 상당 하는 손상이 발생한 경우 • 폭 방향으로 마모 또는 손상이 발생한 경우

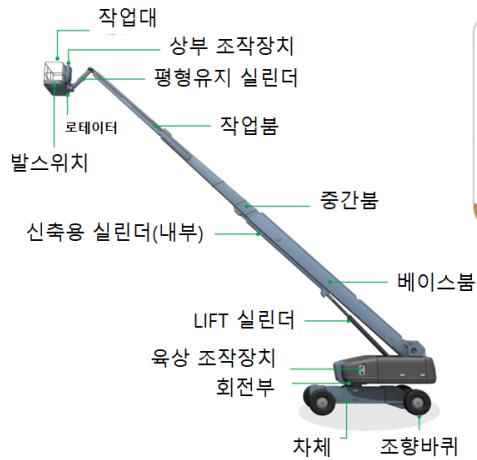
※ 위의 폐기 기준을 참조하여 사업장별 기준을 마련 사용(제조사의 폐기 기준 선준수)

- 벨트 슬링에 정격하중 표시 여부를 확인한다.

관련 법조항 및 기준

- 산업안전보건기준에 관한 규칙
 - 제35조(관리감독자의 유해·위험 방지 업무 등)
 - 제133조(정격하중 등의 표시)
 - 제169조(꼬임이 끊어진 섬유로프 등의 사용금지)
- KOSHA GUIDE
 - M-186-2015(크레인 달기기구 및 줄걸이 작업용 와이어로프의 작업에 관한 기술지침)

나. 고소작업대



주요 위험요인

- 협착 위험
 - 건조 중인 선체 하부 등에 도장, 용접, 사상작업 등을 하기 위해 작업대를 상승시키거나 선체 외벽의 곡진 부분을 향해 전진할 경우 선체와 충돌 또는 협착 위험
- 충돌 및 전복 위험
 - 선측의 도장작업 등 고소 장소에서 작업 후 붐을 신축하지 않고 신장한 상태로 다른 장소로 이동할 경우 주위 구조물 등에 고소작업대가 충돌 전복 위험
- 추락 위험
 - 고소작업대 탑승 시 안전대를 걸지 않고 작업을 하거나 선상에서 작업대로 건너오거나 작업대에서 선상으로 건너 갈 경우 추락 위험

안전수칙

- 타이어 공기압 상태, 붐과 바스켓 연결부 마모·균열 상태 등을 확인한다.
- 엔진 시동 전 각 조작스위치가 중립 및 차단 상태에 있는지 확인한다.
- 비상정지장치 기능, 바스켓 충돌·협착 방지용 방호가드 및 리미트 이상 유무를 확인한다.
- 작업장소의 상황, 고소차의 능력, 작업순서·방법 등이 포함된 작업계획을 작성하여 작업자에게 주지시킨다.
- 경보음, 경광등, 조명등이 정상상태인지 확인한다.
- 바스켓에 소화기를 비치하고 사용 가능한 상태인지 수시로 확인한다.
- 탑승 후 출입용 도어를 닫고 안전모를 착용하고 적재대 난간에 안전벨트를 고정한다.

- 바스켓 붐은 주행방향의 후방으로 하고 장거리 주행 시는 안전핀을 끼운다.
- 갯길, 블록에 지지대(Support)가 있는 장소 등 위험한 장소에 접근하는 경우 유도자를 배치하고 이동한다.
- 운전 중에는 돌발적 상황에 대비해 즉시 정지할 수 있도록 항상 마음의 준비를 한다.
- 사람이 가까이 있는 곳이나 접근해 왔을 때에는 일단 정지하고 경고한다.
- 전선 및 전기장치로부터 안전거리를 유지하면서 작업한다.
- 작업대 하부에는 작업자의 출입을 금지시킨다.

점검사항

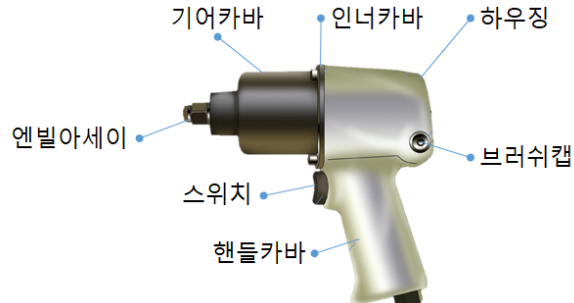
- 작업대에 탑승한 운전자 협착예방을 위한 방호가드 설치 및 과상승방지용 리미트 스위치(Limit Switch)가 설치되어 있는지 확인한다.
- 주위에 지게차나 크레인과 같이 이동함으로써 위험을 초래할 수 있는 장비 등이 있을 경우 사전에 감시자를 배치하고 있는지 확인한다.
- 작업대 용량을 초과해서 탑승하거나 중량물을 적재하고 있는지 확인한다.
- 주행 또는 장소 이동 시 붐을 최대한 축소 및 낮추고 이동하는지 확인한다.
- 작업장 바닥에 개구부, 부재 방치 여부 등의 바닥상태를 확인한다.
- 적재대에 탑승 시 난간에 안전벨트를 고정 체결하는지 확인한다.

관련 법조항 및 기준

- 산업안전보건기준에 관한 규칙
 - 제171조(전도 등의 방지)
 - 제172조(접촉의 방지)
 - 제173조(화물적재 시의 조치)
 - 제175조(주용도 외의 사용 제한)
 - 제176조(수리 등의 작업 시 조치)
 - 제177조(싯거나 내리는 작업)
 - 제178조(허용하중 초과 등의 제한)
 - 제186조(고소작업대 설치 등의 조치)
 - 제322조(충전전로 인근에서의 차량·기계장치 작업)
- KOSHA GUIDE
 - M-86-2011(고소작업차 안전운전에 관한 기술지침)
 - M-155-2012(이동식 고소작업대 선정과 안전관리에 관한 기술지침)

다. 기계 및 기구

1) 임팩트 렌치



주요 위험요인

- 장시간 사용시 진동 및 충격, 무리한 동작 및 부적합한 작업자세에 의한 근골격계 질환 발생 위험 있음
- 작업 시 발생하는 충격소음에 장시간 노출 시 소음성난청 발생 위험 있음
- 낙하 또는 넘어짐에 의한 사고위험 있음
 - 작업장 바닥에 에어호스 걸림에 의한 넘어짐 재해발생 위험 있음
 - 정비 작업 중 임팩트 렌치 낙하에 의한 재해발생 위험 있음
- 결합 및 분해 작업시 끼임 또는 충돌 사고위험 있음
 - 압축공기의 회전력에 의해 공구와 공작물사이에 손 등이 끼임
 - 임팩트 렌치에 부착된 공구가 비래하여 안면부 등의 충돌

안전수칙

- 작업 중 에어호스 및 렌치 등 수공구를 정리정돈한다.
- 볼트·너트 결합·분해 작업 시 낙하물에 주의한다.
- 임팩트 렌치에 부착되는 공구가 작업 중 이탈되지 않도록 한다.
- 에어호스의 연결 상태 및 에어 누설여부를 점검한다.
- 작업자가 볼 수 있는 위치에 에어압력을 나타낼 수 있는 압력계를 부착한다.
- 압축공기를 옷털기 등을 위해 작업자 몸을 향하여 사용하지 않는다.
- 에어호스 연결·분리 시 얼굴과 일정한 간격을 유지한다.
- 팔을 들어 올린 상태로 장시간 작업을 하지 않는다.
- 사용설명서를 작업현장에 비치한다.
- 작업시작 전 귀마개를 착용한다.
- 먼지가 발생하는 곳에서는 보안경을 착용한다.

- 작업시작 전 안전화를 착용한다.
- 작업장 주변의 정리정돈을 실시한다.
- 작업자는 공구 사용방법을 숙지한다.

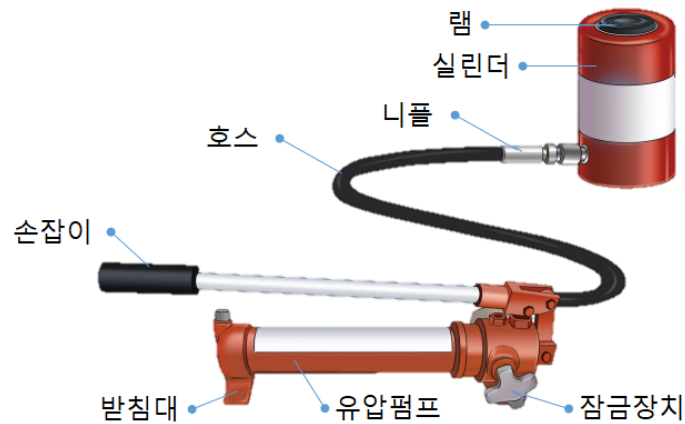
점검사항

- 귀마개, 안전화, 방진장갑 등 보호구 착용 여부와 에어호스의 연결 상태 및 누설여부를 확인한다.
- 임팩트 렌치에 부착되는 공구 등의 이탈방지조치를 확인한다.
- 작업장 바닥의 에어호스, 렌치 등 정리정돈 실시여부를 확인한다.
- 에어공구의 안전한 사용방법 숙지 및 사용설명서 비치와 적정 공기압력을 확인한다.
- 상방향 볼트·너트 풀림 작업 시 상부 낙하물 확인 및 보안경 착용 여부를 확인한다.

관련 법조항 및 기준

- 산업안전보건기준에 관한 규칙
 - 제516조(청력보호구의 지급 등)
 - 제518조(진동보호구의 지급 등)
 - 제519조(유해성 등의 주지)
 - 제520조(진동 기계·기구 사용설명서의 비치 등)
 - 제521조(진동 기계·기구의 관리)
- KOSHA GUIDE
 - M-31-2012(손과 팔의 진동 제어에 관한 기술지침)

2) 핸드 펌프(=유압 자키)



주요 위험요인

- 비래 위험
 - 불안정한 상태로 유압펌프를 설치하여 사용 중 한쪽 방향으로 넘어지면서 램이 유압에 의해 비래할 위험
 - 램 지지용 지그의 용접불량으로 파단, 비래 위험
- 협착 위험
 - 램 상부에 피스를 쌓아 올려 사용 중 상부 구조물이 전도되면서 피스 이탈로 인해 손이 끼일 위험
 - 램 위치 조정을 위하여 해머 등으로 위치 조정 중 유압펌프가 넘어지면서 끼일 위험
- 레버 조작 시 과도한 힘을 사용하는 경우 근골격계질환 발생 위험
- 임의로 압력밸브 개방 시 플런저 하강에 의한 구조물 붕괴
- 구조물을 지지 작업 중 불균형에 의한 구조물 붕괴 위험

안전수칙

- 핸드펌프 레버를 조작 시 과도한 힘을 사용하지 않아야 한다.
- 핸드펌프 내부에 안전밸브가 장착되어 과도한 압력 시 작동되어야 한다.
- 핸드펌프 사용 시 보안경과 보호장갑을 착용해야 한다.
- 핸드펌프 레버에 미끄럼방지 조치가 되어 있어야 한다.
- 핸드펌프의 날카로운 모서리부분이 있는지 확인을 해야 한다.
- 핸드펌프 작동 시 누유가 발생되는지 수시로 확인한다.
- 핸드펌프 보관 시 유압호스는 정리정돈해서 보관해야 한다.
- 핸드펌프 사용 후 작업장 바닥에 방치하지 않아야 한다.

- 핸드펌프 보관 시 눕혀서 보관하고 레버를 임의 개방하지 않도록 표지판을 부착하여야 한다.
- 핸드펌프에 연결사용하는 부속설비별 안전수칙을 준수하여 작업한다.
 - 종량물 인양 시 구조물의 무게중심 파악 등 조치
- 여러 개의 램을 동시에 사용할 경우 고리로 연결하여 비례를 방지한다.
- 펌프는 조작하기 쉬운 곳에 설치하고 밸브를 닫은 후 레버를 조작한다.
- 램과 최대한 안전거리를 유지하면서 레버를 작동한다.
- 하중을 지지한 상태로 장시간 방치하지 말아야 한다.
- 용량이 맞는 유압펌프를 사용한다.
- 항상 램의 상태를 주시하면서 조작한다.
- 램이 떨어지거나 넘어지지 않도록 설치·사용한다.

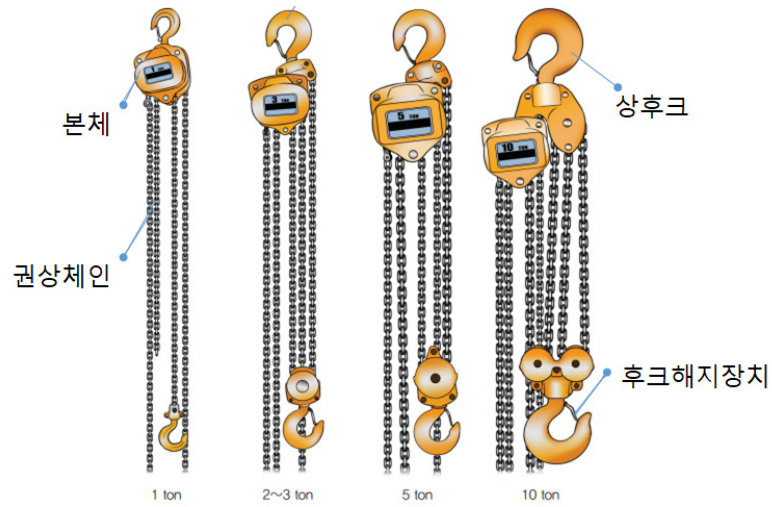
점검사항

- 유압펌프 변형 유무, 오일 누유 여부를 확인한다.
- 니플 및 호스 규격품 사용 여부, 니플 연결부 마모·변형 등을 확인한다.
- 유압 밸브 및 램의 변형상태를 점검 확인한다.
- 바닥면에 안정되게 설치되어 있는지 확인한다.
- 편하중이 발생되지 않도록 유압자키가 설치되었는지 확인한다.
- 임의 조작하지 않도록 조작금지 표지판 부착 여부를 확인한다.
- 지지물의 붕괴/전도 우려가 없도록 무게중심을 확인한다.

관련 법조항 및 기준

- 산업안전보건기준에 관한 규칙
 - 제20조(출입의 금지)
 - 제89조(운전 시작 전 조치)
 - 제90조(날아오는 가공물 등에 의한 위험의 방지)
 - 제96조(작업도구 등의 목적 외 사용금지 등)
 - 제666조(작업 자세 등)
 - 제520조(진동 기계·기구 사용설명서의 비치 등)
 - 제521조(진동 기계·기구의 관리)
- KOSHA GUIDE
 - M-31-2012(손과 팔의 진동 제어에 관한 기술지침)

3) 체인블럭



주요 위험요인

- 혹 변형 등으로 인한 파단
- 정격하중 초과로 인한 파단 및 탈락(낙하·비래)
- 체인블럭을 다른 용도로 사용
- 체인블럭 고정 구조물의 강도 부족으로 낙하

안전수칙

- 중량물의 무게중심 확인을 철저히 한다.
- 정격하중을 확인한 후 작업한다.
- 혹 해지장치 탈락 여부를 확인한다.
- 혹 걸이용 러그 용접상태를 확인한다.
- 혹 및 체인 등에 대한 점검을 실시한다.
- 체인 및 몸체를 확인한 후 작업한다.
- 화물의 모난 곳을 체인으로 직접 체결하는 것을 금지한다.
- 혹 변형 상태를 수시로 확인한다.
- 작업 위험 반경 내에 근로자의 접근을 금지한다.
- 작업 용량을 확인한 후 작업을 실시한다.

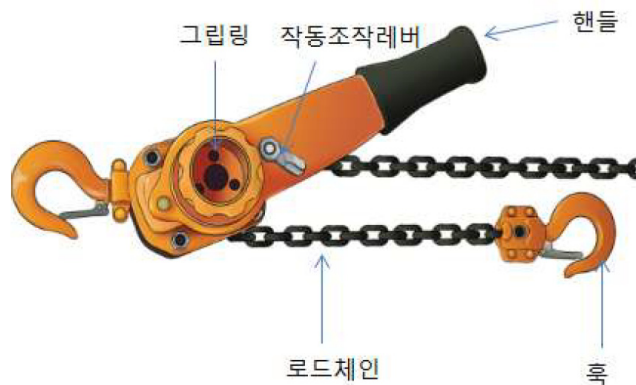
주요 점검사항

- 용량에 맞는 체인을 사용하는지 확인한다.
- 상부 훅 걸이용 러그 또는 견고한 고정 상태, 훅 및 체인, 몸체 등에 대한 점검을 실시한다.
- 훅 해지장치를 탈락시켜 놓고 작업하는지 확인한다.
- 매달린 중량물이 떨어질 위험이 있는 작업 위험 반경 내에 근로자의 접근을 금지한다.
- 사용 후에는 물기를 없애고 체인 및 회전부분에 기름을 칠하여 보관한다.
- 훅 입구 간격이 제조자가 제공하는 제품사양서 기준으로 10% 이상 벌어진 것이 없는지 확인한다.
- 체인블록의 체인이 꼬이거나 헝클어지지 않은지 확인한다.
- 체인과 훅은 변형, 파손, 부식, 마모되거나 균열된 것을 사용하지 않는지 확인한다.

관련 법조항 및 기준

- 산업안전보건기준에 관한 규칙
 - 제96조(작업도구 등의 목적 외 사용금지 등)
 - 제163조(와이어로프 등 달기구의 안전계수)
 - 제164조(고리걸이 훅 등의 안전계수)
 - 제167조(늘어난 달기체인 등의 사용 금지)
 - 제168조(변형되어 있는 훅 샤클 등의 사용 금지)
- KOSHA GUIDE
 - M-79-2011(양중설비의 관리에 관한 기술지침)
- KS B
 - 6232(체인블록)
 - 6278(체인블록용 링크 체인)

4) 레버풀러



주요 위험요인

○ 비래 위험

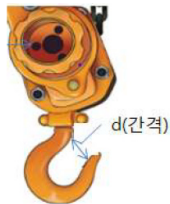
- 레버풀러를 피봇클램프나 고정피스 등에 걸지 않고 직접 철판에 걸어 당길 경우 훅 입구가 벌어지거나 파열되면서 이탈하여 비래할 위험
- 하중을 걸기 전에 로드체인을 일직선상에 두지 않거나 훅의 거는 방향을 불량하게 걸고 레버풀러를 작동할 경우 체인이나 훅이 파열되면서 비래할 위험
- 고정피스의 용접 상태를 확인하지 않고 레버풀러 훅을 걸어서 당길 경우 용접 불량으로 인해 고정 피스가 훅과 함께 비래할 위험

안전수칙

- 작업내용에 적합한 용량의 레버풀러를 선정한다.
- 러그 및 피스에 걸어 사용할 때는 러그 및 피스를 확실히 용접한다.
- 급격한 부하가 작용하는 조작은 하지 않는다.
- 훅이 빠져 튕길 우려가 있을 경우에는 훅을 대상물에 직접 걸지 않는다.
- 레버풀러의 훅과 로드체인이 일직선상에 있는지 확인한다.
- 레버에 파이프 등을 끼워서 무리한 힘을 가하지 않고 한 손으로만 최대한 당겨서 사용한다.
- 훅의 걸린 상태를 확인하면서 레버를 작동하여 하중을 가한다.
- 훅을 걸어둔 정면을 벗어난 위치에서 레버를 작동한다.
- 하중이 걸린 상태에서 작동조정 레버나 체인에 손을 대거나 흔들지 않는다.
- 로드체인이 부재의 각진 모서리에 걸려 있는지 확인한다.
- 로드체인에 꼬임은 없는지 확인한다.

주요 점검사항

- 작동레버, 그림링 등의 작동상태 및 볼트·너트 풀림 여부를 확인한다.
- 레버풀러의 혹, 로드체인에 크랙 등 심한 변형 및 손상여부를 확인한다.
- 레버풀러의 혹과 로드체인 등 연결핀 체결 상태 및 마모상태를 확인한다.
- 혹이 10% 이상 벌어진 것은 교체한다.
 - 혹 간격 기준 및 한도

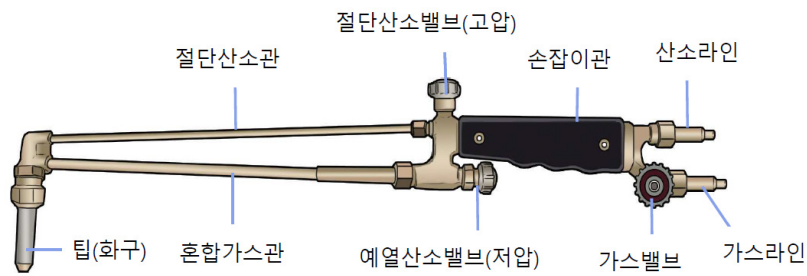
	구분	0.7톤	1.5, 2톤	3톤	6톤
	기준(mm)	23	33	43	50.5
	한도(mm)	25.3	36.3	47.3	56.0

- 제조당시 체인길이의 5%를 초과하거나, 제조당시 링 단면지름의 10%를 초과하여 감소한 로드 체인은 교체한다.

관련 법조항 및 기준

- 산업안전보건기준에 관한 규칙
 - 제96조(작업도구 등의 목적 외 사용금지 등)
 - 제167조(늘어난 달기체인 등의 사용 금지)
- KOSHA GUIDE
 - M-79-2011(양중설비의 관리에 관한 기술지침)

5) 가스 절단기



주요 위험요인

- 화상 위험
 - 절단 시 모재의 녹은 철이 팁의 끝에 달라붙어서 막힐 경우 펌 하는 소리와 함께 모재의 용융 철이 튀어 올라 안면부 화상 위험
 - 비산되는 불꽃에 의한 눈 상해 사고
- 화재·폭발 위험
 - 토치의 팁이 막힐 경우 불꽃 역화에 의한 화재·폭발 위험
 - 밀폐공간 작업 시 가스나 산소호스에 이상이 있어 누출될 경우 점화원에 의한 화재·폭발 위험
- 용접 흠, 유해가스, 소음, 고열에 의한 건강 장애 위험

안전수칙

- 밀폐구역 내에는 환기는 충분한지 확인한다.
- 작업구역 및 인접구역에 가연물이 있는지 확인한다.
- 불티가 비산되어 화재 등의 위험이 있을 경우 용접방화포 등을 설치한다.
- 작업자는 보안경 및 방진마스크를 착용한다.
- 작업 시 소화설비를 준비하여 비상시에 대비한다.
- 가스 등을 공급하는 공급구의 밸브나 콕에는 그 밸브나 콕에 접속된 가스호스를 사용하는 사람의 명찰 등의 표시를 하여야 한다.
- 가스조절 밸브는 서서히 조작한다.
- 불꽃량 조절 시 팁은 바닥을 향하도록 한다.
- 토치를 해머 대용으로 용접 슬래그를 제거하거나 용접철편을 두드려서는 안된다.
- 작업 중 토치부가 호스에 접근하지 않도록 한다.
- 타 작업자를 위해 바닥에 방치된 호스, 부재, 절단 슬래그 등은 정리정돈한다.
- 작업을 중단하거나 종료하고 작업장소를 떠날 때에는 가스 등의 공급구의 밸브 또는 콕을 잠근다.

점검사항

- 절단 토치, 가스호스, 산소호스 등에 균열이 있는지 확인한다.
- 호스연결부는 밴드 또는 클립을 사용하여 단단히 조인 후 가스누설여부를 점검한다.
- 색상에 맞는 호스를 사용하며 호스를 임의로 바꾸어 사용하지 않는다.
- 화염 분사의 막힘 등에 의해 역화가 발생할 수 있으므로 역화방지기를 설치하여야 한다.
- 가스용기를 사용할 경우 넘어짐 방지조치를 실시한다.
- 압력조정기는 규격품을 사용하고 그 성능을 주기적으로 점검한다.

관련 법조항 및 기준

- 산업안전보건기준에 관한 규칙
 - 제233조(가스용접 등의 작업)
 - 제234조(가스등의 용기)
 - 제240조(유류 등이 있는 배관이나 용기의 용접 등)
 - 제241조(화재위험작업 시의 준수사항)
 - 제241조의2(화재감시자)
 - 제242조(화기사용 금지)
 - 제243조(소화설비)
- KOSHA GUIDE
 - F-1-2014(용접·용단 작업 시 화재예방에 관한 기술지침)

2. 작업 공정별 재해예방 개선사례

가. 엔진 탑재 작업

● 작업자 시인성 향상



어두운 환경에서 작업자 식별 어려움

⇒



작업자 안전벨트에 야광띠 부착

● 조명 설치 전 조도 확보



엔진룸 내부 조도 확보 어려움

⇒



개인 헤드랜턴 지급

● 엔진 헤드 상부 작업자 추락 예방



엔진 상부 시설물에 안전대 체결

⇒



엔진 상부의 선체에 전용 안전줄 설치

● 엔진 리프팅 시 하부 지지대 설치



엔진을 크레인으로 리프팅 한 상태로 소제



전용 받침대(지지대) 설치 후 소제

● COLUMN 탑재 시 하부 작업자 위치 개선

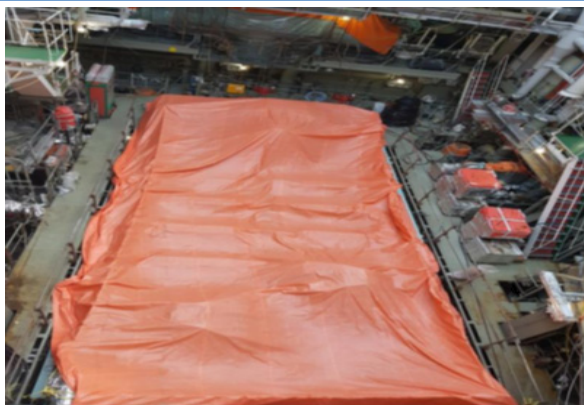


COLUMN 탑재 시 하부 실링 작업을 위해
중량물 하부에 작업자 위치



선행 공정에서 탑재 직전에 미리 실링작업 후
천막을 설치한 후 탑재 후 제거

● M/E 탑재 시 천막 소재 변경



BED PLATE 탑재 후 불연성 천막 설치 시
중량이 무거워 취급시 추락 위험



난연 탐지 텐트로 재질을 변경하여 취급 용이

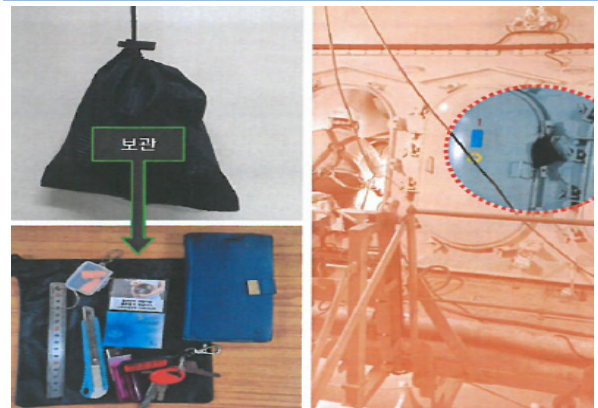
나. 엔진 조립 작업

● 개인소지품 보관방법 개선



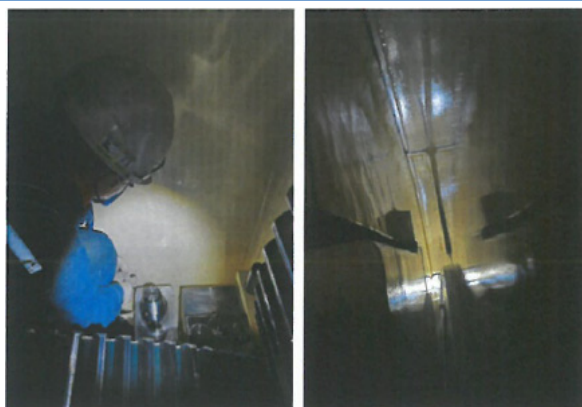
엔진 내부 개인소지품 분실

⇒



개인소지품 보관 주머니 지급

● 이물질 확인방법 개선



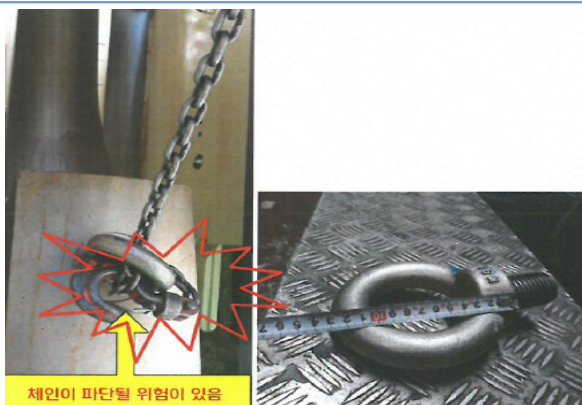
엔진 내부 협소 및 조도 미확보로 점검 어려움

⇒



LED 부착형 반사경 적용

● 조립용 지그(Jig) 개선



아이볼트에 체인블록 체인으로 후크 체결

⇒



아이볼트 사이즈 확장 가공하여 직접 체결

● 엔진 챔버 내부 작업자 추락 방지 개선



챔버 내부 작업자 추락 및 미끄럼 위험

⇒



챔버 외부(상부) 안전블록 설치후 고리 체결

● 치공구 경량화



일반 기성품 치공구 사용

⇒



기성품 중 경량화된 제품으로 선택적 구매

다. 기타 사항

● 치공구 보관실 개선



보관실 분리에 따른 작업자 동선 불합리

⇒



차량 근접 접근이 가능한 전용 보관실 확보

3. 기타 안전 조치 사항

가. 주요 점검표

1) M/E CYL. COVER ASS'Y 전후 점검 CHECK LIST

MAIN ENGINE 선내탑재 CYL' COVER 재조립		호선 번호		작업책임자	검 토	승 인
		엔진 공사번호				
		엔진 TYPE				
공 정 명		M/E CYL' COVER ASS'Y 전/후 점검 CHECK LIST				
순	CHECK ITEM			안전/품질 주의사항 CHECK 상태		
1	M/E 외부 작업전 주변에 기름제거 /안전 통로확보 조치는 하였는가?					
2	M/E 외부 작업 반경내 절근금지/안전 펜스 설치은 하였는가?					
3	M/E LINER 내부 전체적으로 크리닝 상태는 양호한가?					
4	M/E CYL' COVER 조립전 LINER 내부 물방청유 도포은 하였는가?					
5	M/E CYL' COVER 조립시 스틸가스켓 유/무 확인은 하였는가?					
6	M/E CYL' COVER조립시 상호간의 신호전달및 복명복창 실시은 하였는가?					
7	M/E CYL' COVER 조립시 손/발/몸 위치 안전거리 확보은 하였는가?					
8	M/E CYL' COVER 안착후 육안으로 터치부분 확인은 하였는가?					
9	M/E COVER 조립후 STUD 길이계측 후 특이사항 확인 하였는가?					
10	M/E COVER 유압조임후 STUD 길이계측 특이사항 확인 하였는가?					
11	M/E CYL' COVER 유압조임 후 전체적으로 방청 도포 하였는가?					
12	M/E CYL' COVER 외부 PAINT 손상부위는 없는가?					
13	M/E CYL' COVER 외부 녹 발생부위는 없는가?					
14	M/E 전체적으로 방청 상태는 양호한가?					
15	M/E 외부 작업종료후 주변에 기름제거/정리정돈 상태 양호한가?					
16	M/E 손상품 및 Missing품은 없는가?					
* 안전사고 위험요소 / 안전 조치사항 기재 할것. *						
				작업자 확인란		
				(인)		
				(인)		
				(인)		
				(인)		
				(인)		
※ 현장에서 직접 작성하여 인수/인계한다 M/E 관련 상기 항목을 확인 점검 후 상세히 기록하여 제출합니다. 월 일 작업 책임자 직위 : 성명: 우리는 작업 실명제를 반드시(철저히) 시행합니다.						

2) M/E 선내 탑재 자주검사 결과서

MAIN ENGINE 선내탑재 자주 검사 결과서			호선 번호		작성	검 토	승 인
			엔진 공사번호				
			엔진 TYPE				
공 정		선내 탑재조립 완료후 점검 SHEET			작업반장:		
※ 반장이나 팀장이 직접 CHECK 할것				점검 실시일자	년 월 일		
NO	항목	점검방법 및 부위		결 과	점검자	비고	
1	1)구동부 유압조임 상태 2)발청 유무	<유압조임상태> ◎TEST HAMMER로 두들겨서 확인점검 ◎LOCKING (PLATE OR WIRE) 상태 점검	1)MAIN BRG.				
			2)X-HEAD BRG.				
			3)CRANK PIN BRG.				
			4)GUIDE STRIP 및 GUIDE SHOE				
			5)PISTON ROD				
			6)P.C.O PIPE				
			7)STUFFING BOX				
2	CHAMBER 내부점검	1) 이물질 혼입 유무					
		2) Gear 손상 여부 점검					
		3) 배관 LINE CLAMP 및 BLIND 제거유무					
		4) SENSOR류 부착 및 TOUCH 유무					
		5) 기타 비정상 조립부 유무					
		6) DAMPER류 조립상태 및 SENSOR 간극					
		7) LOCKING WIRE 정상 설치 유무				누락 및 절손 유무	
3	외부조립 상태점검	1) CYL- LUBRICATOR TIMING				COUPLING과 COVER TOUCH 유무	
		2) LINKAGE 조립상태 및 ALIGN 상태					
		3) GOVERNOR 조립상태					
		4) SCAVENGE AIR RECEIVER 내부점검				이물질 유입상태	
		5) EXH RECEIVER 내부점검				BOLT 풀림상태	
		6) T/C GAS OUTLET CASING				내부 이물질 유무	
		7) 기타 조립상태 배관 LINE 등					
4	기타 보완 사항						
우리는 작업 실명제를 반드시(철저히) 시행합니다.							

나. 사업장의 각종 게시물

1) 엔진 타입별 일반 볼트 조임량

일반 볼트 조임량 확인

관련 조립 도면 및 사양서에 조임량이 언급 되지 않은 경우에 한하여 적용한다

□ 일반 볼트 조임량 분류표(Table for Standard Tightening Torques)

Thread Diameter	엔진 타입별 일반 볼트 조임량				WARTSILA 8.8 Material, 윤활유 도포 시
	MAN DIESEL & TURBO 일반 Screws & Nuts (몰리코트(MoS ₂) 코팅)	Self-Locking Nut 사용시	Nord lock washer 사용시	접착제 사용시 (록타이트(Loctite) 코팅)	
M8	17 Nm	20 Nm	20 Nm	23 Nm	20 Nm
M10	35 Nm	40 Nm	40 Nm	50 Nm	40 Nm
M12	50 Nm	60 Nm	70 Nm	70 Nm	70 Nm
M14	80 Nm	90 Nm	110 Nm	115 Nm	110 Nm
M16	135 Nm	150 Nm	165 Nm	190 Nm	170 Nm
M18	190 Nm	210 Nm	230 Nm	270 Nm	250 Nm
M20	260 Nm	290 Nm	320 Nm	380 Nm	350 Nm
M22	400 Nm	430 Nm	470 Nm	580 Nm	450 Nm
M24	460 Nm	490 Nm	550 Nm	660 Nm	600 Nm
M27	610 Nm	650 Nm	800 Nm	900 Nm	900 Nm
M30	950 Nm	1000 Nm	1100 Nm	1350 Nm	1200 Nm
M33	1200 Nm	1250 Nm	1500 Nm	1700 Nm	1600 Nm
M36	1650 Nm	1700 Nm	1900 Nm	2350 Nm	2100 Nm
M39	2100 Nm	2200 Nm	2500 Nm	3000 Nm	2500 Nm
M42	2600 Nm	-	3100 Nm	3700 Nm	-
M45	3200 Nm		4000 Nm	4700 Nm	
M48	3900 Nm		4700 Nm	5700 Nm	
M52	5100 Nm		5600 Nm	7300 Nm	
M56	5400 Nm		6000 Nm	7900 Nm	
M60	6400 Nm		7100 Nm	9400 Nm	
M64	7500 Nm		8500 Nm	11000 Nm	

※ 엔진 구동부 등 주요 부위는 Nord lock washer를 적용하지 않는것을 원칙으로 한다.

※ 일반 볼트 조임량 분류표의 적용이 불가능한 경우 또는 관련 문의사항은 대형엔진조립1부 선/중조립기술과로 연락 바랍니다.

※ 관련 조립 도면 및 사양서 확인 후 Tightening 할 것!!

2) 엔진 작업 중 추락위험 ONE SHEET

One Sheet 교재

뒷걸음질로 인한 추락 위험



BED & COLUMN 상면 세척시 주의사항

- BED & COLUMN 상면 소재시 전진 방향으로 작업할 것
- 후면에 이상 유무 확인 후 작업할 것
- COLUMN 상면 소재시 선수, 선미로 안전로프 설치
- 안전벨트 활용할 것

3) 핸드펌프(=파워램) 안전점검 CHECK LIST

III-1-3)

파워램 작업

조선
기인들

확인시점

파워램(유압자키) 작업 시

사고 사례



【 사고내용 】

- 작업 후 만약 브레이크 파워램이 튀기며
안면부 충격

【 사고원인 】

- 파워램 고압조치 누락
- 파워램 작업 시 안전거리 미확보

안전작업 기준



- ① 파워램 설치 부재와 수량이 맞도록 설치
- ② 파워램 이물질 제거를 위한 청소작업 실시
- ③ 파워램 주변 안전거리 확보 (1m 이상)
- ④ 사용전 점검 (고압조치, 커넥터, 연결 등)
- ⑤ 항상 열의 상태를 주시하면서 작업

✓ 세부 작업단위 관리 Point

항 목	Check Point
① 이물질 제거작업 실시	✓ 이물질/낙하방지작업 상태 확인
② 안전거리 확보	✓ 안전거리 확보(1m 이상) 여부 확인

III-1-3)

파워램 작업

조선
기인들

안전점검 Checklist

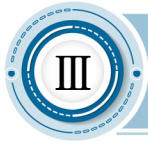
구 분	확인 사항	점검결과	조치사항
	파워램 설치 부재 수량확인		
	설립된 및 램 이물질 제거 여부		
	안전거리 1m 이상 확보 여부		
	사용 전 파워램 외관상태 확인 - 니플, 고압호스 규격확인 사용여부 - 니플 연결부 마트 및 연결 여부 - 유압호스 연결 여부, 오일 누출 여부 확인		
	기타 불안정한 상태 확인 - 램이 떨어지거나 넘어지지 않도록 설치 - 바닥면에 안전하게 설치 - 램하중이 발생하지 않도록 설치		

III.

위험성평가 및 작업표준

1. 위험성평가 개요
2. 주요 작업별 위험성평가
3. 사업장별 위험성평가 사례
4. 사업장별 작업표준 사례

※ 위험성평가 및 안전작업표준은 각 사업장별 장비, 시설 등 환경의 차이와 공정 순서의 차이가 있으므로 일반적인 사항을 기준으로 작성하였으므로 사업장 특성에 맞게 선별 활용하시기 바랍니다.



위험성평가 및 작업표준

1. 위험성평가 개요

위험성평가는 해당 공정에서 발생하는 모든 유해위험 요인에 대한 위험성 수준을 평가하여 허용 불가능한 위험을 개선함으로써 사고를 예방하고 위험을 관리하는 것을 목적으로 한다.

버드의 신도미노이론에 따르면 사고예방을 위해서는 직접적인 원인이 되는 불안정한 상태와 불안정한 행동의 개선도 필요하지만 보다 근원적인 원인【4M- Man(사람), Machine(기계), Media(환경), Management(관리)】을 찾아 보완하고 체계적으로 관리하는 것이 중요하다.

위험성평가 방법은 작업안전분석(JSA; Job Safety Analysis) 기법으로 실시하였다. 이 기법은 특정한 작업을 주요 단계로 구분하여 각 단계별 유해위험요인(Hazards)과 잠재적인 사고(Accidents)를 파악하고 사고예방을 위해 유해위험요인을 제거하거나 최소화하는 대책을 세우는데 적용할 수 있다.

아울러 작업안전분석 기법은 표준운전절차(SOP; Standard Operating Procedure) 및 안전작업허가제도(PTW; Permit To Work)에도 적용할 수 있다. 표준운전절차는 작업표준과 같은 의미이다.

해당 기법의 자세한 설명은 KOSHA GUIDE P-140-2013 「**작업안전분석 기법에 관한 기술지침**」을 참고하면 된다.

이 장에서 실시한 위험성평가는 **선박엔진의 일반적인 탑재 및 조립** 공정에 대한 것으로 세부 작업에 대해서는 다음 장의 작업표준을 참조하기 바란다.

위험도 계산(Risk Assesment)은 생략하고 작업단계, 유해위험요인, 대책(또는 안전작업 방법)에 대해서만 실시하였는데, 사업장에서는 해당 사업장의 작업 환경을 고려하여 위험도를 평가할 수 있다.

안전작업표준 작성 시 위험성평가 결과를 참조하며, 이후 실시되는 정기 및 수시 위험성평가 결과 허용불가능한 위험 도출 및 개선 방안이 수립되면 해당 사항을 안전작업표준에 반영하여야 한다.

2. 주요 작업별 위험성평가

● BED PLATE 탑재

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	1. 탑재준비	1) 부품결박 2) 결박상태 확인	1) BED 상부 부품 미결박으로 인한 낙하위험 2) 부품결박시 추락위험	• LIFTING 전 결박상태를 확인한다. • 작업전 안전벨트를 착용 및 활용한다. • 부품결박시 안전한 자세를 취한상태에서 작업을 실시한다.
	2. 이동	1) BED PLATE 2) 트랜스포터 3) 보호텐트 해체	1) 트랜스포터 이동시 돌출부 충돌위험 2) 사다리작업대 사용시 전도위험 3) 보호용 텐트 해체 및 작업준비간 추락위험	• 이동반경내 충돌여부를 확인한다. • 돌출부 발생 시 충돌되지 않게 조치 후 이동한다. • 사용전 사다리작업대의 스톱퍼 등의 고박상태를 점검한다. • 사다리 이동간 3타점을 준수한다. • 작업전 추락방지 시설 설치여부를 확인한다. • 입구 이동시 고소차를 활용한다. • 안전난간을 넘어 이동하지 않는다. • 작업시 안전난간 및 안전로프에 벨트를 걸어 작업한다. • 고소차 주변에 안전펜스를 설치한다. • 고소차 하부에 인원통행을 금지시킨다.
	3. LIFTING	1) BED PLATE 2) SHACKLE 체결 3) SUPPORT 해체	1) SHACKLE 체결시 미끄러움에 의한 추락위험 2) WIRE의 유동/반동에 의한 충돌위험 3) 하부 SUPPORT 해체작업간 협착위험 4) 하부 SUPPORT 해체작업간 SUPPORT 낙하위험	• 작업전 덧신을 착용한 후 이동한다. • 핸드레일에 안전벨트를 걸어놓고 작업을 실시한다. • WIRE의 위치를 확인 후 안전한 자세에서 작업을 실시한다. • CRANE 사용간 사전에 정반에서 JIG BOLT 해체를 금지한다. • CRANE 텐션 확인 후 정반에서 JIG BOLT를 하체한다. • BOLT 해체 후 안전거리를 유지/확보한다. • BOLT 해체 전 추락방지 시설 설치를 확인한다.

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	4. 탑재	1) 하단부 세척 2) 관상/이동/안착	1) 신체부위 접촉시 피부손상위험	• 작업전 안전보호구를 착용한다. • 세척유 사용전 관련MSDS를 숙지한다.
			2) 하단부 세척간 중량물 낙하위험	• 낙하방지용 SUPPORT에 BED 안착 후 작업을 실시한다.
			3) 선내 이동간 전도위험	• 세척 후 BED PLATE 관상시 안전거리를 확보한다. • 선내 조도를 확보한다.
			4) SHACKLE 해체시 추락위험	• 이동간 주위의 전도위험요인을 확인한다. • 해체작업전 안정된 자세를 확보한다.
			5) EYE BOLT 받침목 이탈에 의한 협착위험	• 작업전 안전벨트를 착용 및 활용한다. • 작업전 받침목의 상태를 점검한다. • 작업간 안전거리를 확보하여 작업을 실시한다.
	5. 취외	1) BOTTOM NUT 2) EYE BOLT 3) JIG	1) NUT 해체시 유동발생으로 받침목 이탈에 의한 협착위험	• 작업간 손, 발이 하부에 위치하지 않도록 확인하며 작업을 실시한다.
			2) 해체작업간 하리부 요동위험	• 상부 받침목 상태를 점검한다. • 작업전 받침목 이탈을 대비하여 안전거리를 유지한다.
			3) 부적절한 WIRE 사용으로 인한 파단위험	• 작업 전/중/후 스트레칭을 실시한다. • 안전한 작업자세를 확보한 후 작업을 실시한다.
			4) BED 상부작업시 균형상실에 의한 추락위험	• 해당작업에 적합한 규격의 WIRE를 사용한다. • 사용전 WIRE의 이상유무를 점검한다.
			1) TURNING MOTOR 결선시 감전위험	• 작업전 안전벨트를 착용 및 활용한다. • T/M(전장) 작업자에게 작업의뢰하여 결선을 진행한다.
	6. 결선작업	1) 440V 2) TURNING MOTOR	2) TURNING TEST시 협착위험	• 자격보유자에 한하여 작업을 실시한다. • 작업전 안전보호구를 착용한다. • TURNING시 CHAMBER내부 작업을 금지한다. • 규정된 상호신호를 준수하여 작업을 실시한다.
			1) 텐트 설치간 실측에 의한 추락위험	• 작업전 안전조치 설치상태를 확인한다. • 안전벨트를 착용 및 활용한다.
			1) 불연성텐트 설치	
			1) 불연성텐트 설치	
			1) 불연성텐트 설치	

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	8. BED BLOCK 출고	1) 실링제 도포 2) BED ALIGNMENT 3) JOINTING 작업	1) BED와 BED간 JOINTING 작업시 추락위험 2) 임팩트 사용간 진동/소음에 의한 사고 위험 3) 실링제 도포 시 증량물에 의한 사고 위험	• 작업전 안전벨트를 착용 및 활용한다. • 2인1조로 팀을 구성하여 작업을 실시한다. • 작업전 안전보호구를 착용한다 • BED 안착 전 실링제 도포를 실시한다. • 관성중인 증량물 하부에 출입인원을 통제한다 • BED 안착 간 안전거리를 유지하여 작업을 진행한다. • LOTO를 실천한다. • 작동시 타작업자의 사용을 금지한다. • 작업전/중/후 스트레칭을 실시한다.
	9. BED LEVELING	1) SAGING 작업	1) TURNING MOTOR 작동시 사고위험 2) BED 하부 JACK RAM 고임시 하리부 요통위험 3) JACK RAM 상승시 OIL 비산위험	• JACK RAM 고임작업시 규격에 적합한 전용 JIG를 사용한다. • JACK RAM 유압상승시 안전거리를 확보한다. • 상호간의 규정된 신호를 준수하여 작업을 실시한다. • 유압작업전 보호커버 활용 및 안전보호구를 착용한다. • 사용전 펌프, 호스, 니플상태를 점검 후 사용한다. • 작업은 유압조임자격인증 취득자가 실시한다. • 규정압력을 준수하여 작업을 실시한다.

● CRANK SHAFT COUPLING

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	1. 준비작업	1) TURNING MOTOR 작동 2) 접합 3) 질소 PITTING	1) TURNING MOTOR 작동시 협착위험 2) CRANK SHAFT 접합시 JACK 비례위험 3) 질소 PITTING 시 비산위험	• TURNING전 구조물 상부에 위치하지 않는다. • 해당작업자가 직접 스위치를 다루어 TURNING을 실시한다. • JACK설치를 올바르게 하고, 안전한 작업반경을 유지한다. • 안전보호구를 착용하여 저온예방 후 질소를 취급한다. • 작업전 액화질소에 대한 MSDS를 숙지한다.
	2. COUPLING BOLT	1) 조립 작업	1) 중량물 이동/운반시 허리요통 위험 2) 액화질소 사용에 의한 화상위험 3) BOLT 이동/운반시 낙하위험	• 작업전/중/후 스트레칭을 실시한다. • 작업전 안전보호구를 착용한다. • 전용 JIG를 사용하며, 사용전 점검을 실시한다. • BOLT 이동/운반시 안전거리를 유지한다. • 안전벨트를 착용 및 활용한다.
	3. 유압조임	1) 유압 조임	4) CHAIN WHEEL 상부에서의 추락위험 1) 커플링 및 호스 파단으로 인한 OIL 비산 및 사고위험	• 유압작업전 보호커버 활용 및 안전보호구를 착용한다. • 사용전 펌프, 호스, 니플상태를 점검 후 사용한다. • 사전점검 후 유압작업 신고를 통보한 후 작업을 실시한다. • 작업은 유압조임자격인증 취득자가 실시한다. • 규정압력을 준수하여 작업을 실시한다.
	4. CHAIN WHEEL 조립	1) CHAIN WHEEL 조립	2) HYD. JACK 취급으로 인한 허리요통위험 1) 부적절한 EYE BOLT, WIRE 사용으로 인한 낙하위험	• 작업간 충분한 스트레칭을 실시한다. • 작업간 규정된 신호를 준수하여 작업을 실시한다. • 안전하중에 적합한 WIRE를 사용한다. • 사용전 이상유무를 점검한다. • 부품별 중량에 대한 교육을 실시한다.
			2) 손가락 협착위험	• 조립부품 사이에 손가락 인입을 금지한다.

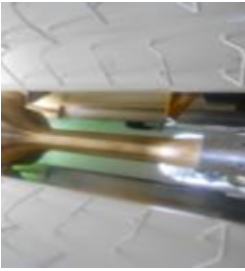
관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
 	5. MAIN BRG. CAP	1) 조립작업 2) 유압 조임 3) OIL 주유	1) 조립간 CRANE 신호 오류로 인한 사고위험 2) LIFTING JIG 불량으로 인한 낙하위험 3) 커플링 및 호스 파단으로 인한 OIL 비산 및 사고위험	• 작업에 대한 사전논의 진행 및 규정신호를 준수한다. • JIG 사용전 이상유무를 점검한다. • CRANE 이동시 하부인원 출입을 통제한다. • 유압작업전 보호커버 활용 및 안전보호구를 착용한다. • 사용전 펌프, 호스, 니플상태를 점검 후 사용한다. • 사전점검 후 유압작업 신고를 통보한 후 작업을 실시한다. • 작업은 유압조임자격인증 취득자가 실시한다. • 규정압력을 준수하여 작업을 실시한다. • 안전로프에 벨트를 걸고 안정된 자세에서 주입을 실시한다.
			4) MAIN BRG. OIL 주유시 추락위험	

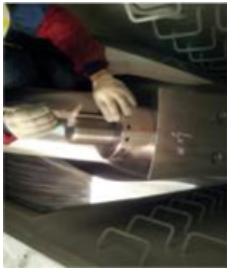
● COLUMN 탑재

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	1. 탑재준비	1) COLUMN TURNING 2) BED 상면 세척 3) REAMER BOLT 체결	1) TURNING MOTOR 작동시 협착위험	• TURNING전 구조물 상부에 위치하지 않는다.
			2) 신체부위 접촉시 피부손상위험	• 해당작업자가 직접 스위치를 다루어 TURNING을 실시한다.
			3) REAMER BOLT 체결시 추락위험	• 작업전 안전보호구를 착용한다. • 세척유 사용전 관련MSDS를 숙지한다. • 작업전 덧신을 착용한다. • 작업전 안전벨트를 착용 및 활용한다.
	2. LIFTING	1) SHACKLE 체결	1) SHACKLE 체결시 사고위험	• 작업전/중/후 스트레칭을 실시한다. • 체결전 SHACKLE의 이상유무를 점검한다.
	3. CLEANING	1) CLEANING	1) 하단면 세척시 종량물 낙하위험 2) 선내 이동시 잔유에 의한 전도위험	• 하부 세척작업전 낙하방지용 SUPPORT를 설치한다. • 안전횃스를 설치하고, 작업반경내 출입을 통제한다. • 분리된 PIPE LINE은 즉시 조립한다. • 잔유발생시 즉시 제거한다. • 세척유 사용시 고무장갑등 안전보호구를 착용한다.
 	4. 탑재	1) GOLIATH CRANE 2) 실링제 도포 3) COLUMN 안착	1) CRANE 운전간 부주의로 인한 사고위험 2) 안착전 이물질존재에 의한 사고위험	• CRANE 사용간 하부출입을 통제한다. • COLUMN 탑재시 안전거리를 유지 및 확보한다. • 안착전 COLUMN 과 BED 사이 100mm 간격유지 후 육안 점검한다.
			3) 실링제 도포 시 종량물에 의한 사고위험 4) CHAMBER 내부 이상유무 확인시 추락위험	• 육안점검 후 사진촬영 실시 후 보관한다. • COLUMN 안착 간 CHAMBER 내/외부 간섭유무를 확인한다. • COLUMN 안착 전 실링제 도포를 실시한다. • 관상중인 종량물 하부에 출입인원을 통제한다. • COLUMN 안착 간 안전거리를 유지하여 작업을 진행한다. • 안전로프를 설치하고, 안전벨트 착용 및 활용한다. • 족장설치 후 작업을 실시한다.

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
			5) SHACKLE 해체시 불안정한 자세로 인한 요통위험	• 해체전 안정된자세를 유지하여 작업을 실시한다.
			6) SHACKLE PIN, NUT 낙하위험	• 해체전 하부 작업자의 유무를 확인 후 작업을 실시한다.
	5. JIG 취외	1) JIG 취외	1) JIG 해체시 CHAMBER내 추락위험 2) 부적절한 WIRE 사용으로 인한 낙하위험	• 안전로프를 설치하고, 안전벨트 착용 및 활용한다. • 족장설치 후 작업을 실시한다. • 안전하중에 적합한 WIRE를 사용한다. • 사용 전 이상유무를 점검한다. • 부품별 중량에 대한 교육을 실시한다.

● CON-ROD(Connecting Rod) 조립

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	1. 준비	1) 운반 2) 하역	1) PALLET에 적치된 CON-ROD LIFTING 시 낙하위험 2) 운반/이동간 주변장애물에 의한 충돌위험 1) 신체부위 접촉시 피부손상위험	• PALLET LIFTING 전 무게중심을 확인한다. • 운반전 CHAIN BLOCK 사용하여 고박상태 확인한다. • 이탈방지용 WIRE를 설치한다. • 이동전 주변 충돌요소를 확인 후 이동을 실시한다. • 작업전 안전보호구를 착용한다. • 세척유 사용전 관련MSDS를 숙지한다.
	2. LIFTING	1) CLEANING 2) JIG 체결 3) LIFTING	2) GUIDE SHOE, CRANK PIN BRG. 세척간 추락위험 3) ROD축 부품 유동/반동에 의한 낙하위험 4) CON-ROD JIG 체결시 전도위험 5) CON-ROD LIFTING 시 사고위험	• 안전로프를 설치하고, 안전벨트 착용 및 활용한다. • 족장설치 후 작업을 실시한다. • ROPE를 활용하여 결박을 실시한다. • JIG 체결전 보조 WIRE ROPE를 설치한다. • 안전벨트를 착용 및 활용한다. • LIFTING 전 JIG BOLT의 조임상태를 점검한다. • 주변 위험요소를 확인 후 LIFTING을 실시한다.
	3. 조립	1) GUIDE BAR CLEANING 2) OIL 도포 3) STOPPER 취외 4) CON-ROD 조립	1) CHAMBER 내부 CLEANING 시 미끄러움에 의한 사고위험 2) GUIDE SHOE OIL 도포시 추락위험 3) CRANK PIN 안착시 협착위험	• 안전로프를 설치하고, 안전벨트 착용 및 활용한다. • 족장설치 후 작업을 실시한다. • CHAMBER 내부 이동간 발의 위치를 확인한다. • OIL 도포작업전 바닥면 상태를 확인한다. • CHAMBER 내부 작업자와 CRANE 신호수와 규정된 신호를 준수한다. • 안착시 저속으로 작업을 실시한다. • 작업간 이상발생 시 호루라기등을 사용하여 즉시 작업을 중지한다.
			4) CON-ROD STOPPER 취외시 추락위험 5) CON-ROD 조립시 상호간 신호불일치로 안면부 타격위험	• JIG를 설치하여 안정된 자세에서 작업을 실시한다. • 작업간 상호 규정된 신호를 준수하며 작업을 실시한다. • CHAMBER DOOR를 취외하여 상호 시야를 확보한 후 작업한다. • 작업전 CHAIN BLOCK 이상유무를 확인한다. • 연속적인 TURNING을 하지 않는다. • 작업전 안전거리를 확보한 후 작업을 실시한다.
				

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
				• 작업책임자가 TURNING MOTOR S/W를 조작한다. • TURNING간 간섭부를 수시로 확인한다. • CHAMBER 앞 엔진폭발 순서(CYL.)에 준하여 작업을 실시한다. • 탑재전 안전품평회 실시 및 TBM시 특별교육을 실시한다.
4. 해체	4. 해체	1) JIG 해체	1) CHAMBER 내부 JIG 해체시 미끄러움에 의한 추락위험	• 안전로프를 설치하고, 안전벨트 착용 및 활용한다. • 적정한 높이의 안전발판을 설치하여 작업을 실시한다. • 이동간 잔류발생시 즉시 제거한다.
 	5. 조립, 유압조임	1) CRANK PIN LOWER BRG. 조립 2) 유압 조임	1) CON-ROD EYE BOLT 체결간 추락위험 2) LOWER BRG. 세울시 불안정한 자세로 인한 허리요통 위험 3) CRANE 사용 조립시 신호오류로 인한 사고위험 4) 유압조임 작업간 추락위험 5) 커플링 및 호스 파단으로 인한 OIL 비산 및 사고위험	• CHAMBER 내부 작업간 안전로프/축장을 설치한다. • 안전조치상태를 확인 점검 후 안전벨트를 활용한다. • 작업전 덧신을 착용한다. • EYE BOLT 이상유무 및 면접촉 상태를 확인한다. • 작업시 2인1조 이상을 구성하여 작업을 실시한다. • CHAIN BLOCK 사용전 이상유무를 점검한다. • 작업에 적합한 CHAIN BLOCK을 이용한다. • CHAIN BLOCK 사용후 체결상태를 확인한다. • 작업간 상호 규정된 신호를 준수하며 작업을 실시한다. • BEARING CAP 세울시 저속으로 운행을 실시한다. • JIB CRANE 사용전 작동상태를 점검 및 확인한다. • 작업발판 상태를 확인점검 후 작업을 실시한다. • 안전벨트를 착용 및 활용한다. • 작업전 덧신을 착용하며, 조명을 사용하여 조도를 확보한다. • 유압작업전 보호커버 활용 및 안전보호구를 착용한다. • 사용전 펌프, 호스, 니플상태를 점검 후 사용한다. • 사전점검 후 유압작업 신호를 통보한 후 작업을 실시한다. • 작업은 유압조임자격인증 취득자가 실시한다. • 규정압력을 준수하여 작업을 실시한다. • 작업간 충분한 스트레칭을 실시한다. • 작업간 규정된 신호를 준수하여 작업을 실시한다.
			6) HYD.JACK 취급으로 인한 허리요통위험	• 작업간 충분한 스트레칭을 실시한다. • 작업간 규정된 신호를 준수하여 작업을 실시한다.

● 유압 조임 (LOWER BEARING CAP / STAY BOLT / CYLINDER COVER)

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	1. 유압 JACK 점검	1) 유압 JACK 점검 2) 호스 커플링 점검 3) JACK, HOSE 설치	1) JACK 이동시 하리요통위험 2) 육안 검사간 이물질 비산으로 인한 사고위험 3) JACK과 SPACER RING 사이 손 협착위험	• 호선 TOOL을 사용한다. • 규정된 압력을 확인하며 작업한다. • 작업전, 중, 후 스트레칭을 실시한다. • 안전보호구를 착용한 후 검사를 진행한다. • 조임압력 규정에 적합한 호스를 사용한다. • 커플링 상태점검 및 보호커버를 설치한다. • 작업순서를 준수하여 RING 삽입 후 JACK을 설치한다. • 무리한 힘을 가하거나 하지 않는다.
	2. 유압조임 실시	1) 보호구 점검 2) 유압 이상유무확인 3) 규정압력 점검 4) 조임 작업 5) 자주검사 SHEET 작성 6) 인장량 점검	1) 커플링 및 유압호스 파단으로 인한 OIL 비산위험 2) 규정압력사용 미준수로 인한 OIL 비산위험 3) 압력게이지 불량으로 인해 과다압력 발생으로 인한 사고위험 4) 작업대 상부 유압작업시 추락위험	• 사용전 펌프, 호스, 니플상태의 점검을 실시한다. • 사전점검 후 유압작업 신고를 통보한 후 작업을 실시한다. • 유압조임자격을 취득한 자에 의해서만 작업을 수행한다. • 안전보호구를 착용하고 착용상태를 점검한다. • 작업시 작업자외의 안전거리를 유지하여 작업을 실시한다. • 사전유압 100BAR 셋팅 후, HOSE, JACK등의 이상유무를 점검한다. • 사용전 압력게이지 유효기간 확인점검을 실시한다.
				• 유압호스 전용커버를 활용한다. • 3인1조, 4인1조등의 팀단위를 유지하여 작업을 실시한다. • 작업간 규정된 신호를 준수하여 작업을 실시한다. • 작업사다리의 설치상태를 점검한 후 사용한다. • 작업간 스트레칭을 실시한다.

JACKET 탑재

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	1. 탑재준비	1) 상부 CLEANING	1) COLUMN 상부 CLEANING 작업시 실존에 의한 추락위험	• 작업전 상단부에 임시 안전로프를 설치한다. • 안전로프의 설치상태 점검 후 안전벨트를 활용하여 작업한다. • 이동간 발의 위치를 확인하며 작업한다.
	2. LIFTING	1) 사다리작업대 설치 2) SHACKLE 체결	1) 사다리이용 오르내릴 시 전도위험 2) SHACKLE 체결시 사고위험	• 사다리작업대 설치 후 스톱퍼등 고박상태를 점검한다. • 사다리 이용시 3타점을 준수한다. • 사다리 계단에 미끄럼방지 상태를 확인한다. • 고소차 사용시 안전벨트를 걸어놓은 상태에서 이용한다. • 체결전 SHACKLE의 이상유무를 점검한다. • 작업전/중/후 스트레칭을 실시한다.
	3. CLEANING	1) CLEANING	1) 신체부위 접촉시 피부손상위험 2) 하단부 세척작업시 중량물 낙하위험	• 작업전 안전보호구를 착용한다. • 작업전 사용물질에 관련MSDS를 숙지한다. • 주변 화기작업 여부를 확인한다. • 작업전 JACKET 하부 받침대 상태를 확인한다. • 추락방호망 등 안전조치를 실시한 후 작업한다.
	4. 탑재	1) GOLIATH CRANE 2) 실링제 도포 3) JACKET 탑재	1) JACKET 하강 안착시 간섭물에 의한 충돌위험 2) JACKET 탑재간 AIR REC. 조립부 HANDRAIL 해체간 추락위험 3) 안착전 이물질존재에 의한 사고위험 4) 실링제 도포 시 중량물에 의한 사고위험	• 엔진룸을 사전 점검하여 간섭부위를 사전차단한다. • 하강시 신호수와의 규정된 신호를 준수한다. • HANDRAIL 해체전 안전로프를 별도위치에 설치한다. • 안전로프의 설치상태 점검 후 안전벨트를 활용하여 작업한다. • 이동간 발의 위치를 확인하며 작업한다. • 안착전 JACKET 과 BED 사이 100mm 간격유지 후 육안점검한다. • 육안점검 후 사진촬영 실시 후 보관한다. • JACKET 안착 전 실링제 도포를 실시한다. • 권상중인 중량물 하부에 출입인원을 통제한다 • JACKET 안착 간 안전거리를 유지하여 작업을 진행한다.

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	5. 해체	1) SHACKLE 2) JIG	5) JACKET GRATING 및 PIPE 미결박에 의한 추락위험	• 신호수와의 신호확인 후 지정된 곳에 받침목, SUPPORT를 설치한다. • LIFTING 전 결박상태를 확인한다. • CHAMBER 내/외부 이상유무 확인 후 SHACKLE 을 해제한다.
			1) SHACKLE 해체간 내/외부 미확인으로 인한 사고위험	• 해체작업전 안전벨트를 착용 및 활용한다.
			2) JIG 해체시 실측에 의한 추락위험	• 작업 전 작업방법에 대한 협의를 실시한다.
			3) 상호간 신호 오류로 인한 협착위험	• 상호가 규정에 적합한 신호를 준수하여 작업을 실시한다.

● STAY BOLT 조립

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	1. 준비작업	1) 운반 2) 하역	1) 규격된 WIRE 미사용에 의한 낙하/협착사고 2) 이동/운반시 주변 장애물에 의한 충돌위험 3) 하역 작업시 협착위험	• 사용전 WIRE의 이상유무를 점검한다. • 부품별 중량을 확인하고 작업전 교육을 실시한다. • 부품 상차시 적재함을 벗어나지 않도록 확인한다. • 인양물 하부에 작업자의 출입을 금지시킨다. • 하역작업간 ROPE를 사용하여 안전거리를 확보한다.
	2. LIFTING	1) CLEANING 2) LIFTING	1) 신체부위 접촉시 피부손상위험 2) 세척 작업간 날카로운 면에 의한 베임위험 3) EYE BOLT, STAY BOLT 체결불량으로 인한 낙하위험 4) STAY BOLT 인양시 유동/빈동에 의한 충돌위험 5) LIFTING 후 BOTTOM 부분 PITCH 미확인에 의한 협착위험	• 작업전 안전보호구를 착용한다. • 세척유 사용전 관련MSDS를 숙지한다. • 작업전 표면, 모서리등의 상태를 확인한다. • 사용전 EYE BOLT, STAY BOLT를 점검 확인한다. • EYE BOLT 체결 후 체결상태를 점검한다. • LIFTING 시 폴림방지를 위해 해머 등으로 조여서 체결한다. • 작업은 최소 2인1조 이상으로 실시한다. • LIFTING 전 안전거리를 확보하여 인양을 실시한다. • PITCH 가 손상되지 않도록 고임목을 받친다. • 사전에 PITCH 부위 점검을 실시한다.
	3.조립작업	1) 조립 2) BOTTOM NUT 체결	1) STAY BOLT 운반/이동시 유동에 의한 협착위험 2) 불안정한 작업자세로 인한 사고위험 3) 조립 후 SHACKLE 취외시 WIRE 폴림으로 인한 비래위험 4) NUT 체결시 NUT 낙하에 의한 협착위험 5) NUT 체결시 불안정한 자세로 인한 요통위험	• 협소공간에서 작업시 무리하게 하지 않는다. • 작업간 손/발의 위치를 확인하며 작업을 실시한다. • 작업전 안전한 작업자세를 확보한 후 작업을 실시한다. • 작업전 위급상황 발생시 대피할 장소등을 사전에 숙지한다. • SHACKLE 취외전 WIRE를 파지한 상태에서 작업을 실시한다. • 취외시 피장갑을 착용한다. • 작업은 최소 2인1조 이상으로 실시한다. • 작업간 상호신호를 준수하여 작업을 실시한다. • 작업시 BOTTOM NUT 체결용 JIG를 활용하여 작업을 실시한다. • 협소공간에서의 무리한 작업은 금지한다.

PISTON 조립

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
 	1. 조립준비	1) PISTON 이동 2) PISTON 조립준비	1) 추레라 사용시 PALLET 결박상태 불량으로 인한 전도위험 2) STUFFING BOX 및 LINER 세척시 추락위험 3) PALLET 상부 LIFTING JIG 체결간 추락위험 4) JIG 체결시 점검 미흡으로 인한 낙하위험	4곳이상을 체인블록으로 결박한다. - 추가 필요시 LUG를 이용하여 PALLET에 추가 설치한다. - 작업전 덧신을 착용하고, 안전벨트를 착용 및 활용한다. - 상부이동간 발의 위치를 확인한다. - JIG 체결전 이상유무를 점검 및 확인한다. - LIFTING 시 중심을 확인하며 천천히 권장한다. - 규정된 JIG를 사용하고, 사용전 이상유무를 점검한다. - 작업시 LONG STUD BOLT를 이용하여 작업을 실시한다. - 작업전 HOLE 내부 이물질 잔존유무를 확인한다. - 작업전 PISTON 조립 표준작업에 대한 교육을 실시한다.
	2. 조립, 유압조임	1) PISTON 조립 2) TURNING 작업 3) 유압 조임	3) TURNING 작업시 함착위험 4) 커플링 및 호스 파단으로 인한 OIL 비산 및 사고위험 5) HYD.JACK 취급으로 인한 허리요통위험 6) JACK 설치시 미끄러움에 의한 추락위험	- 내부작업자는 TURNING S/W를 소지하고 작업을 실시한다. - 작업간 내/외부 작업자들은 상호신호를 준수한다. - 내부작업전 작업장내부 조도를 확보한다. - 작업전 STUFFING BOX와 STUD BOLT간의 간섭유무를 확인한다. - 유압작업전 보호커버 활용 및 안전보호구를 착용한다. - 사용전 펌프, 호스, 니플상태를 점검 후 사용한다. - 사전점검 후 유압작업 신고를 통보한 후 작업을 실시한다. - 작업은 유압조임자격인증 취득자가 실시한다. - 규정압력을 준수하여 작업을 실시한다. - 작업간 충분한 스트레칭을 실시한다. - 작업간 규정된 신호를 준수하여 작업을 실시한다. - 작업전 덧신을 착용하고, 안전벨트를 착용 및 활용한다. - 작업전 족장설치를 실시하고, 족장설치 상태를 확인한다.

● CYLINDER COVER 조립

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	1. 준비작업	1) CLEANING 작업	1) CYL.COVER CLEANING 시 협착위험 2) 신체부위 접촉시 피부손상위험	• CYL.COVER 하단에 SUPPORT를 설치한다. • 작업전 안전보호구를 착용한다. • 세척유 사용전 관련MSDS를 숙지한다.
	2. 조립	1) 조립, 안착 2) WIRE 분리	1) CYL.LINER 상부 이동/운반시 부품낙하위험 2) CYL.COVER에 의한 충돌위험	• CYL.COVER의 모든 부품을 결박 및 제거한다. • 이동/운반전 작업반경내 안전거리를 유지한다. • 사고발생시 긴급히 대피할 수 있는 공간 및 장소를 확보한다. • 주변 위험요인 및 작업자의 위치를 확인한다. • 주위 간섭물체는 사전에 제거한다. • 신호수와 규정된 신호를 준수하여 작업을 실시한다. • 작업간 손의 위치를 확인하며 작업을 실시한다. • SHACKLE 해체시 WIRE의 정지상태를 확인 후 실시한다.
	3. PILOT FUEL VALVE	1) CONNECTION 작업	1) PILOT FUEL VALVE 배관 조립간 사고위험 2) 협소공간 작업으로 인한 전도위험	• 조립작업전 LINE 점검을 실시한다. • 해당 작업에 대한 도면을 확인하여 점검을 실시한다. • 안정된 작업자세를 확인하고 무리한 작업을 하지 않는다. • 작업전 안전보호구를 착용한다. • 위치 이동 및 작업전 주변 간섭물은 사전에 제거한다.

● MAIN CHAIN 조립

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	1. 준비작업	1) 결박/이동 2) 탑재준비	1) 이동시 결박 미숙으로 인한 부품 낙하위험 2) 엔진 내부에서 미끄러움에 의한 추락위험 3) BALANCE WEIGHT 고정용 JIG 체결시 사고위험	- CHAIN 상차시 결박 후 결박상태를 확인한다. - 결박 후 이동간 저속으로 이동을 실시한다. - 엔진 내부 작업전 덧신을 착용한다. - 작업전 안전벨트를 착용 및 활용한다. - 체결작업전 JIG의 상태이상유무를 점검한다. - JIG 체결 후 체결상태를 재확인점검 실시한다.
	2. 조립작업	1) CHAIN 조립 2) CHAIN CONNECTION	1) LOCKING 작업시 칩 비레에 의한 사고위험 2) TURNING 후 LIFTING WIRE 취외간 사고위험	- 작업전 안전보호구를 착용한다. - 칩의 투입을 막기위해 작업복의 단추를 잠근다. - TURNING 작업시 리모컨 S/W는 본인이 관리/조작한다. - 리모컨 사용전 방향이나 작동방법을 사전에 숙지한다.
	3. 마무리작업	1) 마무리작업	1) CHAIN BLOCK 및 TOOL 이동시 낙하위험	- 작업시 2인1조로 구성하여 작업을 실시한다. - 작업전 족장설치 후 설치상태를 확인한다.
	4. 확인작업	1) CHAIN TENSION	1) HAMMER 조임시 잘못된 타격으로 인한 골절주의 2) CHAMBER 내부 점검시 전도주의 3) TURNING 작업간 협착위험	- 타격전 타격지점 및 반경내 간섭요인을 확인한다. - 타격간 안전한 작업자세를 확보한 후 작업을 실시한다. - 무리한 힘을 가하여 작업을 하지 않는다. - 내부 점검전 덧신을 착용한다. - 안전벨트를 착용 및 활용한다. - TURNING 작업시 리모컨 S/W는 본인이 관리/조작한다. - TURNING 작업전 작업반경내 간섭요인을 확인한다.
	5. 엔진내부 고박된 경우	1) 엔진내부 고박된 경우	1) CHAIN WHEEL 회전에 의한 협착위험	고박된 CHAIN을 절단하기전 BALANCE WEIGHT 방향을 확인한다.
			2) 고박되어 있는 CHAIN 해체시 사고위험	- 배기측 CHAIN을 체인블록을 이용하여 고박한 후 체인을 푼다. - 작업간 손/발의 위치를 확인한 후 작업을 실시한다.

TURBO CHARGER 조립

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	1. 준비작업	1) HOLE 점검 2) 권상/이동	1) T/C SEAT TAPER PIN HOLE 이물질 점검시 배임위험 2) 부적합한 인양공구 사용으로 인한 낙하위험	• HOLE 점검시 손을 넣어 확인하지 않는다. • HOLE 내부점검시 후레쉬를 활용하여 점검을 실시한다. • 임의로 제작된 인양공구는 사용을 금지한다. • 전용 JIG를 사용하여 작업을 실시한다. • 작업간 제품과의 안전거리를 확보하여 작업을 실시한다. • LIFTING 전 주위 간섭물을 확인하고 발견시 사전에 제거한다. • 체인블록을 활용하여 정확한 균형을 유지한 후 LIFTING을 실시한다. • 이동시 당김줄을 활용하여 회전/반동을 최소화 시킨다. • 이동간 주위의 위험요소를 확인하며 저속으로 작업을 진행한다. • 실리콘 도포작업전 주위에 작업을 금지시킨다.
	2. 조립준비	1) 실리콘 도포 2) HOLE 맞춤작업 2) T/C 탑재	1) CHARGING AIR PIPE FLANGE 실리콘 도포시 협착위험 2) TAPER PIN HOLE 맞춤시 손가락 사용에 의한 협착위험 3) T/C 탑재 후 WIRE, HOOK 해체시 사고위험	• HOLE 맞춤 작업시 손가락을 사용하지 않는다. • 육안으로 확인하며 PIN 작업을 실시한다. • 해체전 안전벨트를 착용 및 활용한다. • SHACKLE 해체시 WIRE, HOOK이 완전히 멈추었는지 확인한다.
	3. 조립	1) T/C DUCT 조립	1) T/C와 DUCT의 FLANGE 면착부 조립시 추락위험 2) BOLT HOLE 맞춤시 손가락 협착위험	• 작업간 안전벨트를 착용 및 활용한다. • 면착부 조립시 몸의 중심이 기울어지지도록 하지 않는다. • 조립시 발판의 위치를 확인하여 안정된 작업자세를 유지한다. • HOLE 맞춤 작업시 손가락을 사용하지 않는다. • 시누 등의 도구를 이용하여 HOLE 맞춤작업을 실시한다.
				

● EXHAUST GAS RECEIVER 조립

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	1. 준비작업	1) 이동 2) 조립준비	1) 부적합한 인양공구 사용으로 인한 낙하위험 2) 이동작업시 부품 결박 미흡으로 인한 진동위험 3) CYL COVER OUTLET DUCT CLEANING 중 협착위험 4) EXH. REC. LIFTING시 REC. 상부 이동간 추락위험	• 종량에 맞는 점검된 WIRE를 사용한다. • 인양공구 사용전 이상유무를 점검한다. • 추레라 상차 후 결박상태를 재 확인 점검한다. • 이동시 신호수를 배치하여 유도를 실시한다. • GAS REC. 안착시 제품과의 안전거리를 유지하여 실시한다. • GAS REC. LIFTING 전 탑재준비를 완료한다.
	2. 조립작업	1) SPRING PIN 작업	1) SEAT BOLT HOLE 맞출시 손가락 협착위험 2) SPRING PIN 삽입시 불안정한 작업자세로 인한 사고위험	• 사다리작업대 설치 후 스톱퍼등 고박상태를 확인한다. • 작업 전 LUG에 실링벨트를 체결해놓는다. • HOLE 맞춤 작업시 손가락을 사용하지 않는다. • 시누 등의 도구를 이용하여 HOLE 맞춤작업을 실시한다. • 안전한 작업자세를 확보한 후 작업을 실시한다. • 작업 전 침 비레를 예방할 수 있는 안전보호구를 착용한다. • 작업 간 감시자를 배치한 후 작업을 실시한다.
	3. SCR DUCT 조립작업	1) SCR 엔진 적용	1) SCR DUCT 조립시 CRANE 오작동으로 인한 충돌위험	• CRANE 사용전 작동상태 이상유무를 점검한다. • 작업 전 CRANE 신호수와의 규정된 신호를 준수한다. • 운반시 전방향 신호수배치 및 주변 간섭여부를 확인 실시한다. • 작업환경, 순서 및 제품의 TYPE변경, 종량으 크기등 변화에 따른 작업수행시 작업전 교육을 실시한다. • 작업 전 생명로프를 설치한 후 설치상태를 확인한다. • 작업 전 안전벨트를 착용 및 활용한다. • 작업시 작업시 작업의 설치상태를 점검한다.
	4. 불연성 천막 설치	1) 불연성 천막 설치	1) 천막설치시 미끄러움에 의한 사고위험	• 안전한 작업자세를 확보한 후 작업을 실시한다. • 작업반경 주변에 간섭물체의 존재를 확인한다. • 작업을 서두르지 않고 규정된 순서에 맞게 진행한다. • 안전한 작업자세를 확보한 후 작업을 실시한다. • 작업 간 2인1조를 구성하여 작업을 실시한다.

● ACCESSORY 조립 (탑재 마무리)

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
1. CHAMBER 내부작업		1) JOINT BOLT 체결 2) JOINT BOLT 조립	1) JOINT BOLT 체결/조임시 미끄러움에 의한 추락위험	• CHAMBER 내부작업전 족장 및 생명로프를 설치한다. • 내부 작업 전 덧신을 착용하고 안전벨트를 착용 및 활용한다. • 이동 간 3타점을 준수한다. • 내부 작업 전 조명을 확보하고 환기팬을 설치한다. (강제환기) • 작업은 2인1조 이상으로 구성하여 실시한다. • 작업 전/중/후 스트레칭을 실시한다.
			2) 중량물 취급시 허리부상 위험	
			3) CHAMBER 내부 작업간 사고위험	• CHAMBER 내부 출입 전 1회 산소농도 측정하여 기록을 유지한다. • CHAMBER 내부 Door 2개소 이상 개방 및 강제 환기를 시킨다. • 작업 전 방독마스크를 착용한다. • 내부 작업 전 조명을 확보하고 환기팬을 설치한다. (강제환기)
2. ACCY PIPE 조립		1) L.O PIPE 2) BED + COLUMN 3) COLUMN + JACKET 4) JACKET TOP	1) 고소작업간 추락위험	• 작업전 생명로프를 상부에 설치한다. • 바닥면 상태를 확인하고, 안전벨트를 착용 및 활용한다.
			2) 협소공간 작업간 허리부상 위험	• 작업전 안정된 작업자세를 확보한 후 작업을 실시한다. • 작업 전/중/후 스트레칭을 실시한다. • 작업 간 무리한 힘을 가하여 작업하지 않는다.
			3) 협소공간 작업간 손가락 함착위험	• 작업 간 손의 위치를 확인하며 작업을 실시한다. • 작업은 2인1조 이상으로 구성하여 실시한다.
			4) 조립간 돌출부에 의한 충돌위험	• 작업 전 돌출부의 위치를 확인하고 안전조치를 취한다. • 개구부는 주의 안전헬스를 설치하여 안전조치를 취한다. • 돌출부 발생시 충돌방지 표지판을 부착한다.

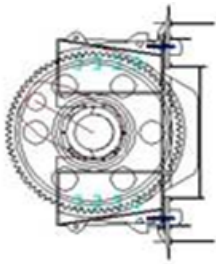
● MAIN BEARING JACK UP 작업

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
 	1. 작업준비	1) BEFORE CHOCKING 2) AFTER CHOCKING 3) HOT CONDITION (3회시행)	1) C/S LIFTING BEAM 을 CHAMBER 내부로 인입시 사고위험 2) TURNING 시 내부작업자 추락위험 3) JACK 설치시 손/발 협착위험 4) CHAMBER 내부 TOOL 이동시 균형상실로 인한 추락위험	• 작업전 덧신을 착용한다. • CHAMBER 내부 족장을 설치한 후 설치상태를 확인한다. • 안전벨트를 착용 및 활용한다. • TURNING S/W는 CHAMBER 내부작업자만 작동시킨다. • TURNING 전 주변 위험요인들을 확인한다. • LIFTING BEAM 상부에 JACK 설치시 2인1조로 작업한다. • JACK RAM 고임작업시 규격에 적합한 전용 JIC를 사용한다. • JACK RAM 유압상승시 안전거리를 확보한 후 실시한다. • 작업전 안전발판을 설치하고 설치상태를 확인한다. • 이동간 3타점을 준수한다.
	2. JACK-UP	1) JACK-UP	1) MAIN BRG의 TOP CLEARANCE 확인시 사고위험	• 확인 작업간 추락에 대비하여 안전벨트를 착용 및 활용한다. • 니플 및 커플링의 체결상태를 확인한다.

● CHAMBER CLEANING

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	1. CLEANING 준비	1) TURNING 확인 2) 안전보호구 착용	1) TURNING 조건 확인간 결선 불량시 감전위험 2) 작업전 안전조치 미흡으로 인한 사고위험 3) CHAMBER 내부 작업간 사고위험	- 감전에 대비하여 결선상태를 확인한다. - 타작업자와의 병행/동시작업을 금지한다. - 작업전 덧신 및 안전벨트를 착용한다. - 작업전 시운전부와 협의 후 시간장치를 설치한다. - CHAMBER 내부 출입 전 1회 산소농도 측정하여 기록유지한다. - CHAMBER 내부 Door 2개소 이상 개방 및 강제 환기를 시킨다. - 작업전 방독마스크를 착용한다. - 내부 작업 전 조명을 확보하고 환기팬을 설치한다. (강제환기)
	2. CHAMBER CLEANING	1) CLEANING 작업 2) 내부 검사	1) TURNING 시 오작으로 인한 사고위험 2) CHAMBER 내부작업간 미끄러움에 의한 추락위험 3) 환기상태 불량으로 인한 유용제 중독위험	- TURNING 시 S/W는 본인이 직접 조정하여 작업을 실시한다. - TURNING 전 SHAFT 주변 간섭요인을 확인한다. - 작업간 해당작업에 대한 경고표지판을 부착한다. - 작업전 안전로프를 설치한다. - 작업간 덧신을 착용하고, 안전벨트를 착용 및 활용한다. - CHAMBER 내부 출입 전 1회 산소농도 측정하여 기록유지한다. - CHAMBER 내부 Door 2개소 이상 개방 및 강제 환기를 시킨다. - 작업전 방독마스크를 착용한다. - 내부 작업 전 조명을 확보하고 환기팬을 설치한다. (강제환기) - 사용한 기름 걸레는 즉시 제거한다. - 작업전 주변 화기작업 여부를 확인한다. - 작업전 안전보호구를 착용한다. - 세척유 사용전 관련MSDS를 숙지한다. - 눈에 이물질 유입시 흐르는 물로 즉시 씻어낸다.
	3. 인수인계(시운전부)	1) 인수인계	1) CHAMBER 내부 검사시 추락위험	- 검사작업전 생명로프를 설치한다. - 검사전 덧신을 착용한다. - 공간내 조명 및 안전발판을 설치한 후 설치 상태를 확인한다.

● FLY WHEEL COVER 조립

관련사진	작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책
	1. 준비작업	1) CHAIN BLOCK 체결 2) 축장 설치	1) FLY WHEEL 상부 LUG에 CHAIN BLOCK 체결 간 추락위험 2) FLY WHEEL COVER 엔진룸 이동/보관시 충돌위험	• 작업전 안전벨트를 착용 및 활용한다. • CHAIN BLOCK 사용전 안전점검을 실시한다. • 관상중량에 적합한 CHAIN BLOCK을 사용한다. • CHAIN BLOCK 안전장치 이상유무를 확인 후 사용한다. • SHAFT 상단에 발판용 축장을 설치한다. • 축장 설치 후 결박상태를 확인 후 사용한다. • 안전통로 점유 시 충돌위험방지 표지판을 설치한다. • 이동 간 타 작업자의 출입을 통제한다. • 이동 시 주변 간섭물의 존재유무를 확인한다.
	2. 조립작업	1) CHAIN BLOCK 체결 2) COVER 조립	1) CHAIN BLOCK 사용 COVER 조립 간 낙하위험 2) SEAT 와 COVER HOLE 간 BOLT 체결 시 사고위험	• CHAIN BLOCK 사용전 안전점검을 실시한다. • 관상중량에 적합한 CHAIN BLOCK을 사용한다. • CHAIN BLOCK 안전장치 이상유무를 확인 후 사용한다. • HOLE 맞춤시 손가락을 넣어 작업하지 않는다. • 육안으로 확인하며 PIN작업을 실시한다. • 작업전 안전한 작업자세를 확보한 후 작업을 실시한다. • 작업전/중/후 스트레칭을 실시한다.
	3. SUPPORT 보강 작업 [용접작업시]	1) SUPPORT 보강작업	1) 용접 작업 시 화기작업에 의한 화재위험 2) 접지상태 불량으로 인한 감전위험 3) 유해물질 흡입으로 인한 호흡기질환 위험	• 용접 작업전 화재예방을 위한 안전조치를 실시한다. • 작업 간 화기감시자를 배치한다. • 용접작업 주변에 소화기를 비치한다. • 작업 전 주변 화재 발생 위험 요인들을 찾아 제거한다. • 작업전 접지상태를 확인 및 용접기 가동 상태를 점검한다. • 작업전 보호구착용 상태를 점검한다. • 방진/방독 겸용마스크를 착용한다.

가. 작업명 : 메인엔진 BED PLATE 탑재 작업 (A사)

| 68 |

나. 작업명 : M/E 탑재 준비 및 탑재 (B사)

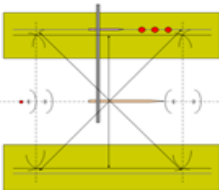
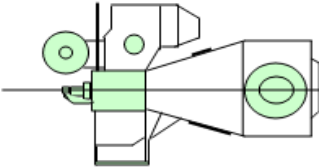
유해·위험성 평가서 (Risk Assessment)						작성	검토	승인	심의	
9등급이상 수	0	유해위험성번호	HDS-25-M103-001	개정 번호	1	08 / 18	08 / 18	08 / 18	08 / 18	
유해 위험성 평가표										
평가구분	유해 위험요인 및 재해형태				현재 위험도		개선대책			
					빈도	강도/등급				
인적	1)사다리 오르내릴시 미끄러져 추락위험 2)습합작업시 침이 눈이 들어갈수 있음 3)화기작업시 비산물체에 화상 위험 4)드릴작업시 장갑이 말려 감질수 있음 5)엔진 안착시 협착 위험 6)고소작업시 추락 위험 7)M/E Sump hole에 발이 빠져 전도 위험				2 1 1 1 1 1 2	2 3 3 3 4 3 4	1)사다리 이용시 3타점 준수 2)보안경 착용 3)용접장갑 및 각반 착용 4)피장갑 착용(면장갑 금지) 5)상호간 확실하게 신호하기 6)고소작업시 안전벨트 착용 7)발빠짐 방지망 설치			
	기계적	1)사를 해체시 감긴 와이어가 튕겨 충격 위험 2)크레인 브레이크 고장시 인양중인 M/E이 흘러내릴 수 있음				1 1	3 4	1)관련교육 이수자가 사를 체결/해체 2)리프팅한 엔진하부로 출입하지않도록 인원 통제		
		물질/환경적	1)소재작업간 피부노출 및 눈에 들어갈 수 있음 2)M/E 자체 윤활유 누유로 인해 엔진 주변 오염 및 통행시 미끄럼 발생 우려가 있음				1 2	3 2	1)세척제 전용장갑 착용 및 보안경 착용 2)엔진 누유 발견시 추가 누유 없도록 조치하고, 바닥 등 흘러내린 오일 제거한다.	
	관리적		1)탑재전 E/R Floor 구역 핸드레일 철거로 주변 통행시 추락 위험				1	3	3	1)탑재직전 핸드레일 철거하도록 공사지원부 철거시점 협의하고,
						작업중 노출물질				
						사용 화학물질				
						세척제				

| 70 |

가. 작업명 : M/E COMPLETE 탑재 (D사)

사외비	작업표준 [BMSW]				표준번호	JSM-201404-0737	Rev.	3	조직원명					W/S	D100	결	재	표준담당자	소장	HSE	대표		
	표준명				표준명	M/E COMPLETE 탑재(DRY DOCK)	선	중	공통	프로젝트번호	현호선	구획	E/R	공기	개선후	분	정정일자	2014.04.29.	2021.02.10.	[결재완료]	[결재완료]	[결재완료]	
	개요				DRY DOCK에서의 M/E COMPLETE 탑재에 대한 표준작업.																		
작업순서		세 부 작 업 내 용 (개정 사항은 진한 흑색 또는 정색으로 표기하고 R 원호 기입)												급 소		작 업 준 비 (장비, 자재, 차공구)							
NO														명	분	(+ 안전/환경/근로력 유해요인) (○품질○작업성)							
1	탑재준비													2	60	+ 주변척접장 통제		◇ 주변간섭물 사전 제거 ◇ M/E 탑재시 간섭물 문제 발생 및 후속 조치 방안_R2 ◇ SUMP TANK COVER 상태확인 → BOLTING 상태 → GASKET 설치 상태		- LIFTING I-BOLT - 사슬 - 방청 롤 - 덧신 - 보루 - 조방 ROPE			
2	M/E 탑재													6	180	MAKER에서 공급된 LIFTING I-BOLT							
														4	120	체결상태 확인 종아 + 사슬 정기적인 점검 실시							
														8	180	+ M/E 탑재시 작업자가 M/E 하부로 들어가지 않게한다 + 신호수 신호기준 준수 + 사슬(SHACKLE) 사용기준(B-18) 참조							
														8	60								
														4	120	+ I-BOLT & 사슬 해체시 협력주의 → 협력주의 종아 + 상부 이동 시 덧신 착용 종아 + M/E TURNING GEAR 전원 CABLE 연결 시 ACCESS HOLE부위 CABLE 비닐 HOSE로 보호 → 감전주의 종아 + TURNING GEAR 전원 CABLE 절단 방지 실시							
3	마무리													4	60								
														4	60								
														6	120								
																</							

나. 작업명 : M/E 준비 및 탑재 (E사)

작업 표준서 (Working Standard)											
작업명	M/E 탑재 준비 및 탑재					소속	기계1(M1) -주기 및 보기	작성	검토	승인	심의
작업 장소	E/Room	작업 기간/주기	5일/척	표준 작업 기준		직종	참여협력사	02 / 22	02 / 22	02 / 22	02 / 22
				작업 수순		개정 번호	HDS-25-M103	02 / 22	02 / 22	02 / 22	02 / 22
개략도		작업 수순		작업 표준		품질기준 및 검사항목					
1. SEAT 마킹 및 드릴 		1. 가전투 기준점을 근거로 Seat Hole 마킹한다. 2. 마킹 기준하여 가스절단기 또는 드릴머신으로 홀 시공 3. L.O Stump Flange 높이 결정하여 가공 후 용접 설치한다. 4. Side Stopper, End Stopper 위치 확인 및 습합작업 실시하고 Chock fast 시공면 소재 후 커버링한다. 5. M/E Seat top에 탑재용 Wedge를 정렬하고 본견투 치수를 기준으로 높이를 조정한다. 6. P/E 장에 M/E 이동 후 크레인 권상 시 M/E Bed 하부면을 크리닝한다. 7. M/E 탑재동안 간섭되는 부분과 절거 부분을 결정하여 조치한다. 8. M/E hole과 Seat hole은 Guide Pin을 이용하여 정위치에 탑재한다. 9. Steel Wedge가 고르게 힘을 받는지 확인한다. 10. 크레인 사를 분리 및 리프팅 지그를 함께 들어낸다.		1.1)가전투 기준점이 도면과 일치하는지 확인한다. 1.2)누출흔법으로 Hole 위치 마킹하고 대각 거리 확인한다. 1.3)Side Stopper, End Chock 위치 확인한다. 2.1)가스컷팅시 압력과 속도를 조절하여 컷팅면이 매끄럽게 나오도록 한다. 2.2)가스컷팅 또는 드릴시공 후 날카로운 부위 그라인딩 실시한다. 3.1)코킹다운 고려하여 높이를 결정하고 밀링가공 후 취부, 용접한다. 4.1)Side Cotter, End Chock 가공마진 확인한다. 4.2)포터를 정반 이용하여 Stopper면 습합작업 실시 4.3)Chockfast 시공면 녹 밀이물질을 제거하고 Zinc Primer도포하여 연지로 포장한다. 5.1)Seat Top 부분 Steel Wedge 놓을 위치에 Level 계속한다. 5.2)계속한 값을 기준으로 4곳의 Wedge Top Level의 높이가 같도록 Wedge 높이 조정한다. (메이커 별, 가이드에 준하여 Wedge 개수 및 위치를 선정한다.) 6.1)엔진상단 하이랜드를 타고 올라가 포장재를 견고 사를 채울 수 있도록 주변 정리 한다. 6.2)정반에서 내린 후 절발침대를 제거하고 리프팅 및 하부 서포트 받침 후 하부 Chockfast 시공면 소재한다. 7.1)탑재간 간섭부위는 탑재부와 절거여부 함께 결정하고, 대기하고 있는 의장부, 공사지원부에 협조를 구한다. 8.1)M/E Bed의 Port 또는 Stbd측 2곳에 Guide Pin 2개를 설치하여 M/E Bed hole과 Seat hole을 맞추며 안착시킨다. 9.1)헬머 등을 이용하여 4곳의 Steel Wedge가 힘을 받고 있는지 두들겨본다. 10.1)크레인 와이어가 힘을 받지않는 상태를 확인 후 사를 분리 착수한다.		*볼트홀은 도면 치수보다 1mm 내외로 시공한다. *엔진권상 위치 확인 후 탑재한다. *Wedge 높이를 정확히 맞춘다. *Jig 편하중이 되지 않도록 한다. *Guide Pin 크기를 Hole보다 1mm 이상 작게 한다. *해체시 엔진부품 손상에 주의한다.					
2. 엔진개략도 											
작업 도구		작업 장비 및 설비		자재 정보		이용 서비스 (Utility)					
절단기, 줄자, 마킹도구, 함마, 슬링벨트, 절레, 오일, 체인블록, 일반수공구		Jib Crane		Wedge, Thin Plate, Guide Pin		7kg/cm2 압축공기, 산소/아세틸렌 가스					

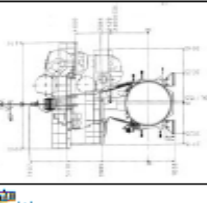
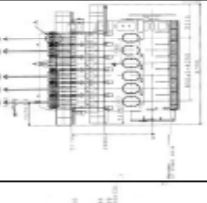
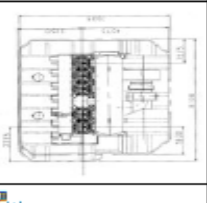
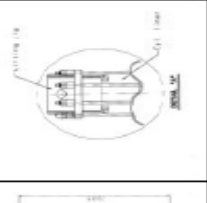
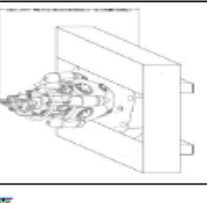
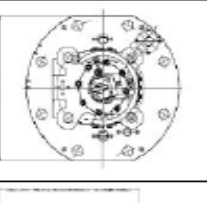
작업표준(SWS)		구 분	☐ 제정 ☒ 개정	작업명	MAIN ENGINE 탑재 조립
제정일자	2009.06.15	작성 자		표준번호	F-05-02-02-12
개정일자	2019.06.05	작성부서			

구 분	내 용
필요자격	-
작업치공구	SPANNER, HAMMER, L-WRENCH, AIR CHAIN BLOCK, 실링벨트
안전보호구	보안경, 안전벨트, 귀마개, 장갑, 방진마스크, 고무장갑
잠재위험	① 권상중 물체 추락 주의, ② 유해물질 흡입 및 접촉 주의, ③ 해머사용시 주변작업자 충격 주의, ④ 구두칼 사용시 손가락 베임 주의, ⑤ 엔진내, 외부 추락 주의, ⑥ 사다리 이동시 헛디딤 및 추락 주의, ⑦ 중량물에 의한 협착 주의, ⑧ 기름에 의한 화재 주의, ⑨ 작업자간 의사소통 미흡에 의한 사고 주의, ⑩ 드라이아이스에 의한 동상 주의, ⑪ 작업공구 놓침 주의. -화학적 위험- 1) MANGANESE: 보통위험, 노출등급: 매우낮음(1), 유해성등급: 한번 노출시 위험(3) 2) TOLUENE: 보통위험, 노출등급: 매우낮음(1), 유해성등급: 심한 자극 및 부식(4) 3) COPPER: 보통위험, 노출등급: 매우낮음(1), 유해성등급: 심한 자극 및 부식(4) 4) XYLENE: 작은위험, 노출등급: 매우낮음(1), 유해성등급: 피부나 눈 자극(2)
핵심행동사항 Critical Behavior Lists (CBL)	1. 리프팅 공구 검교정 정기 실시 및 확인 2. 안전보호구 착용 철저 및 MSDS 숙지 3. 반복적인 해머작업시 스트레칭 및 휴식을 취한 후 재개 4. 안전벨트 착용 및 걸기 5. 사다리 이동시 3점터치 실시.
비상대응	

작업순서	작업내용	보건·안전·환경 관리사항	품질 관리사항
작업 전	◇작업 전 준비 사항◇ .안전 - 안전 보호 장비 확인, 상부 용접 작업에 의한 보호 조치 확인, 고소작업에 따른 생명줄 걸고 작업 및 안전벨트 착용 철저 탑재 중 간섭 여부 사전 확인 및 조치 .품질 - 각종 SURFACE DAMAGE 유무 확인, 각종 이물질의 유입 유무 확인, 빗물 및 이물질 유입 방지를 위해 COVERING	◇ SAFETY ◇  .CHAIN BLOCK 정기점검표 확인 .슬링벨트 점검표 확인	◇품질 관리 사항◇ a. 각종 SURFACE DAMAGE 유무 확인 b. 각종 이물질의 유입 유무 확인 c. 입고 시 MAIN ENGINE 장기방청 및 COVERING 상태 확인 d. 주요 부위 발청

다. 작업명 : M/E 탑재 조립 (F사)

라. 작업명 : M/E 인양 작업 (G사)

		시운전 작업표준				품질계획		파트장		팀장	
		업무명	384 - WI - 736								
		문서번호	6S(G)50MC/ME TYPE 인양 작업 표준서								
		문서명	2								
		제정일	2013 - 04 - 08	개정일	2019 - 12 - 06	개정번호	2	2019 - 12 - 06	2019 - 12 - 06	2019 - 12 - 06	2019 - 12 - 06
		Work Instruction									
		작업표준 개요									
		6S(G)50MC/ME TYPE									
NO	작업순서	세부작업내용			배원	확인/주의사항		작업준비			
		사진1	사진2	내용		품질(Q)/작업성(W)	안전(S)/환경(E)/보건(H)				
1	M/E 인양/탈재 (ONE COMP)			1-1) M/E 탑재 전 사전 준비 작업 - LIFTING POINT에 JIG 설치 확인 - JIG 상태 확인 - M/E PACKING SCHEME 준하여 상해 확인 - 사용 CRANE : G/C 기준			1-1) M/E 탑재시 불안정한 자세 및 신호체계 미준수로 발생될 수 있으며, GUIDE PIN 고정 시 손가락 함착위험이 있으므로 추후 위험요소 제거 및 신호 체계 준수 (탑재간 불필요 행동 금지) (S)				
2	M/E 인양/탈재 (ONE COMP)			2-1) M/E 탑재 시 가이드 BOLT를 이용하여 정위치에 탑재 되도록 한다. *REV.2*			2-1) M/E 탑재시 규격에 맞지 않는 JIG사용 WIRE나 SHACKLE 불량으로 인한 M/E 낙하로 인한 낙하 사고 발생 위험이 있으므로 WIRE ROPE 정기 점검 1달에 1번 실시 (S)				
3	LOOSE ITEM 탈재			3-1) 탑재 JIG를 해제 한 후 LOOSE ITEM 탑재한다. - CYL. COVER *REV.2*		(전체) 실시 및 중량을 인양에 대한 표준 정립 (Q)	3-1) M/E 탑재시 LIFT G JIG에 CRANE SHACKLE 체결을 위해 E/R 상부로 올라갈때 사용 되는 나사사다리걸 파손되어 추락 위험이 있으므로 고소차 이용, 불가시 나누사다리 확인 후 이동 (S) (전체) G/CRANE를 이용하여 M/E 탑재시 주변 소용을 인한 불발생한 신호로 의정품과 한 발생할 수 있으므로 M/E 탑재시 과한 부서의 주변 소용작업 중지 (S)				

IV.

엔진기계공 관련 재해사례

1. 재해사례 분석 기준

- 일반재해 분석 기준
- 중대재해 분석 기준
- 엔진기계공 재해 발생유형

2. 재해발생 현황 및 중대재해 사례

- 사고성 재해발생 현황
- 중대재해 사례



엔진기계공 관련 재해사례

1. 재해사례 분석 기준

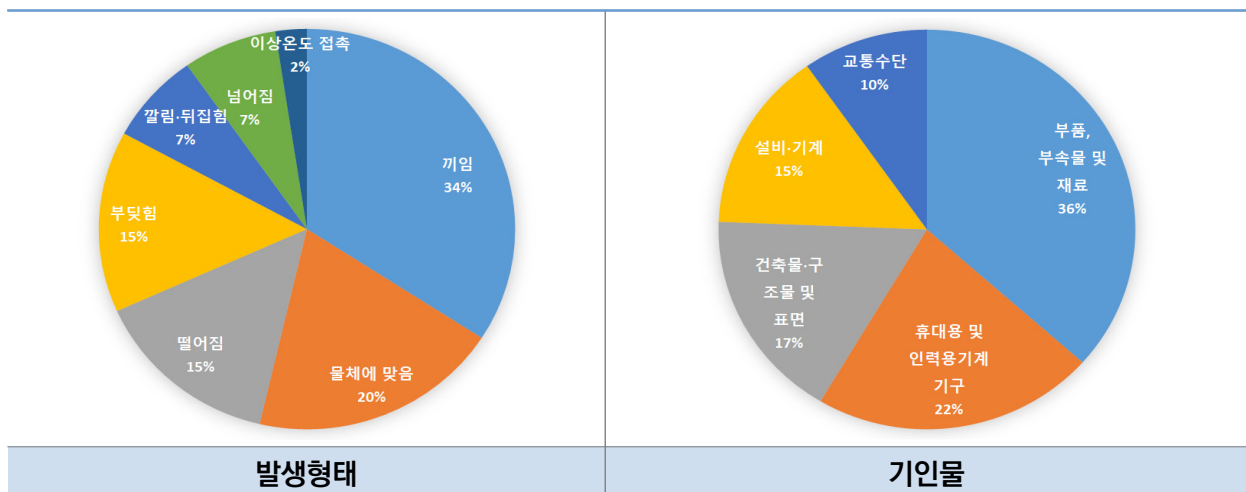
가. 일반재해 분석 기준

- 엔진기계공 관련 일반재해 사례에 사용된 자료는 최근 5년간(2016년~2020년) 선박 신규건조 및 선박수리 시 발생한 선박엔진과 직접적으로 관련이 있는 산업재해요양승인 기준이며, 발생한 재해는 총 41건이다.
- 여기에는 소음성난청 및 근골격계질환자는 어떤 공정에서 작업 후 발생했는지 알 수 없을 뿐더러 대부분 20년 이상 장기 근무자에게서 나타나는 증상이므로 제외하기로 한다.

나. 중대재해 분석 기준

- 최근 5년간(2016년~2020년) 선박건조수리업의 엔진기계공과 직접 관련한 중대재해는 총 2건으로 작업환경이 유사한 타 업종의 재해사례도 반영하였다.

다. 엔진기계공 재해 발생유형



- 재해 발생형태별로는 엔진을 분해·조립하는 과정에서 ¹⁾끼이거나 ²⁾물체에 맞음 사고가 전체의 절반을 차지하며, ³⁾떨어지거나 ⁴⁾부딪힘 사고를 포함할 경우 전체의 83%를 차지한다.
- 재해 발생 기인물로는 엔진을 탑재·조립하는 과정에서 사용되는 ¹⁾엔진 부품과 ²⁾기계기구, ³⁾엔진 자체에 의한 순서로 전체 사고가 76%를 차지한다.

2. 재해발생 현황 및 중대재해 사례

가. 사고성 재해 발생 현황(사망자 포함)

번호	발생형태	기인물(상세)	재해 개요
1	끼임	강재(철골빔 등)	엔진 커버 작업 중 H빔에 끼여 다침
2	끼임	기타 동력전달장치	엔진공장 A동 콘로드 조립장에서 작업자가 콘로드 로우 베어링 분리 작업 과정에서 부주의로 유압너트와 콘로드 사이에 손가락이 협착됨
3	끼임	기타 동력전달장치	수리 조선소에서 XXX호 엔진 부속을 이동하다가 부속 사이에 중간 손가락이 끼임
4	끼임	기타 부품, 부속물 및 재료	본사 공장 shop test실에서 엔진 시운전 중 물기 제거하다 팬에 걸레가 말려들어가면서 손가락 손상
5	끼임	기타 부품, 부속물 및 재료	신조선 XXXX호선 엔진룸 FLOOR에서 메인엔진 스페어를 시트에 2인1조로 고박작업 중 SPARE 양쪽 ROD 중 한쪽을 고박하고, 반대쪽 ROD 고박 작업중 동료가 기존 ROD를 놓쳐버려 ROD HINGE 부위가 접히면서 손가락이 끼임
6	끼임	기타 설비·기계기구 부품 및 부속물	프로펠러 샤프트와 엔진을 연결하는 카플링을 빼내다가 샤프트와 카플링이 밀리면서 발이 선체와 카플링 사이에 끼임
7	끼임	상세정보 부족한 설비·기계	XXXX호선 메인엔진 설치 작업중 챔버 조인트 볼트 유압토크 작업을 완료하고 토크값 변경을 하던 중 동료가 리모컨을 작동시켜 손이 끼임
8	끼임	상세정보 부족한 설비·기계	중국 출장 중 선박엔진 정비 시 회전기계에 장갑이 말려들어 오른손 세 번째, 네 번째 손가락이 탈골 및 골절됨
9	끼임	인력양중기	엔진 내부에서 개방검사 작업지도 중 체인블럭에 달려있던 메인 베어링 캡(453kg) 조립과정 중, 후에서 와이어가 이탈되어 Crank Throw 위에 있던 재해자의 양측 다리를 누름
10	끼임	조임용 수공구	선박 내 기관실에서 엔진분해 공정에서 피스톤 로드 볼트 분해작업 도중에 동료 작업자가 잡고 있던 대복스를 잡아 당겨 볼트와 대복스 사이에 끼여 사고가 남.
11	끼임	조임용 수공구	신조선 XXXX호선에서 메인엔진 관련 작업중 엔진도어를 닫는 과정에서 도어 클로징 쇠파이프를 이용하여 도어 나사를 조이는중 손이 미끄러져서 엔진도어쪽과 쇠파이프사이에 손가락이 협착
12	끼임	차량엔진 등의 부품 및 부속물	수리 조선소에서 엔진 부속 작업 종료 후 엔진 덮개를 닫는 과정에서 엔진 덮개 밑에 왼손이 깔림
13	끼임	차량엔진 등의 부품 및 부속물	부두에서 XX호 엔진룸 4번 피스톤 작업중 피스톤이 아래로 내려 오면서 끼임
14	끼임 (사망)	차량엔진 등의 부품 및 부속물	XX호에서 선박 엔진 수리 작업을 시작한 후 주기관 크랭크 내부에 상체를 넣고 베어링 및 세척 작업 중 크랭크가 회전하면서 끼임
15	물체에 맞음	기타 교통수단 부품 및 부속물	50-60kg 정도되는 엔진헤드를 수리한 후 조립 도중에 떨어지면서 오른손 약지가 깔림

번호	발생형태	기인물(상세)	재해 개요
16	물체에 맞음	기타 교통수단 부품 및 부속물	수리 조선소에서 엔진부품을 제대로 연결하지 않은 채 내리다 풀리면서 재해자 머리에 떨어짐
17	물체에 맞음	분류되지 않은 배관 및 부속물	부두에 접안 수리중인 XXXX호 기관실에서 메인엔진 헤드 취외를 위해 유압공구로 헤드 구속 너트를 풀려고 유압압력을 올린 순간 유압공구 상부에 있던 실린더 o-ring(교체품, 본선제공)이 터지면서 유압오일이 재해자 우측 손가락을 타격함
18	물체에 맞음	상세정보 부족한 휴대용공구	신조선 XXXX호선 3번 엔진 우현에서 전동임팩트를 이용하여 볼팅 작업 중 박스가 이탈되면서 우측 미간에 맞음
19	물체에 맞음	인력양중기	수리 조선소에서 선박엔진 수리 중 엔진 부품을 들어 올리는 중 체인블록 볼트가 부러져서 안면이 공구에 부딪힘
20	물체에 맞음	절단용 휴대공구	수리 조선소에서 엔진수리 일하다가 그라인더 쇠철사가 눈에 튕겨 들어감
21	물체에 맞음	차량엔진 등의 부품 및 부속물	공장동 1층에서 4명의 인원이 엔진 분해 작업 중 엔진 사이드 커버 하부가 떨어지면서 쓰러져 옆으로 지나가던 재해자의 발등을 찍음
22	물체에 맞음	호이스트	선상작업 중 하부테크에서 상부테크로 엔진부품을 옮기던 중 고정 시킨 호이스트가 떨어지면서 부품과 호이스트 고정파이프에 협착됨
23	떨어짐	기타 건물· 구조물 등	컨테이너선 XXXX호 엔진 케이싱 부분 가스 파이프 작업 중 실족하여 낙하물과 같이 추락
24	떨어짐	상세정보 부족한 건축물·구조물 및 표면	수리 조선소에서 XX호 메인엔진 작업 도중 실린더 이동 중에 다침
25	떨어짐	상세정보 부족한 수상교통수단	선박 엔진 수리 중 약 1.5m 높이에서 기름에 의해 미끄러져 몸이 떨어지면서 쇠덩이에 허리를 부딪힘
26	떨어짐	상세정보 부족한 수상교통수단	선박 기관실 엔진 분해 작업 중 추락
27	떨어짐	작업발판(작업대)	엔진 블록 주조 과정에서 오버플로우 통이 넘어지면서 작업대 (700Kg)와 함께 높이 약2.4M 피트 바닥으로 떨어져 작업대에 우측다리가 깔림
28	떨어짐 (사망)	화물선	수리조선소 안벽에 접안되어 있던 XXXX호 엔진룸에서 6번 엔진 챔버를 개방하고 내부로 들어가는 과정에서 몸을 지탱하고 있던 손이 미끄러져 챔버 안으로 떨어져 머리, 가슴, 배 다발성손상을 당함
29	부딪힘	기타 건축물· 구조물 및 표면	선내 엔진 헤드 수리작업 중 스패너를 들고 있는 상태에서 엔진헤드 볼트 부분이 넘어지면서 부딪힘
30	부딪힘	기타 계단	건조호선 엔진룸 안에서 샤프트 검사 준비를 위해 치공구를 든 채로 계단을 이용해 FLOOR DECK로 내려가던 중 계단 상부로 튀어나온 발판에 머리가 부딪히면서 중심을 잃고 미끄러지며 핸드레일 사이로 다리가 걸려 젖히면서 우측 정강이뼈에 복합 골절이 발생
31	부딪힘	기타 금속재료	기관실 엔진 온도 체크 중 이동하려다 기름 묻은 파이프에 발이 미끄러져 발판 앵글에 부딪혀 사고가 남.

번호	발생형태	기인물(상세)	재해 개요
32	부딪힘	너트, 볼트, 와셔	수리조선소 안벽 XXXX호 기관실 엔진작업 중 발을 잘못짚어 헤드 볼트에 가슴이 부딪힘
33	부딪힘	조임용 수공구	부두의 XXX호 기관실에서 엔진 실린더 헤드 부분 볼트(140cm 정도)를 육각렌치로 바로 푸는 과정에서 힘을 많이 가한 상태에서 볼트가 풀리면서 앞쪽에 있는 다른 헤드에 손가락(4번째)이 부딪힘
34	부딪힘	타격용 수공구	정박한 선박에 승선하여 선박엔진의 실린더헤드 해체작업 중 망치로 스패너를 내리친다는 것이 스패너를 쥐고 있던 손의 4번째 손가락을 함께 내리침
35	깔림·뒤집힘	기타 건축물·구조물의 구성요소, 부속물	XXXX호선 메인엔진 플래시 커버 탑재중 커버가 좌우현으로 분리되어 2단으로 권상을 하기위해 좌현쪽으로 먼저 권상하던 중 우현쪽 지지대를 임의 제거하면서 커버가 넘어져 다침
36	깔림·뒤집힘	기타 교통수단 부품 및 부속물	사업장내에서 엔진수리 작업 중 엔진이 한쪽으로 기울면서 엔진 밑에 다리가 끼임
37	깔림·뒤집힘	펌프 등 이송 및 압축설비	XX호 선박엔진 수리 작업을 하다가 펌프가 넘어져 발등을 찍음
38	넘어짐	상세정보 부족한 수상교통수단	선박 해체 작업중 기관실 엔진 해체를 하다가 넘어짐
39	넘어짐	옥내바닥	사업장 내에서 선박엔진 수리를 위해 엔진을 분해하던 중 미끄러져 넘어지면서 엔진에 오른쪽 팔을 짚으면서 어깨 회전근개 힘줄의 손상을 당함
40	넘어짐	조임용 수공구	선박 수리 중 엔진 조립작업 중에 스패너로 부품을 조이다 스패너가 깨지면서 중심을 잃고 넘어짐
41	이상온도 접촉	분류되지 않은 기타 설비·기계	XX호에서 엔진수리 후 점검 중 쿨러 캡이 터지면서 청수가 튀어서 오른손을 다침

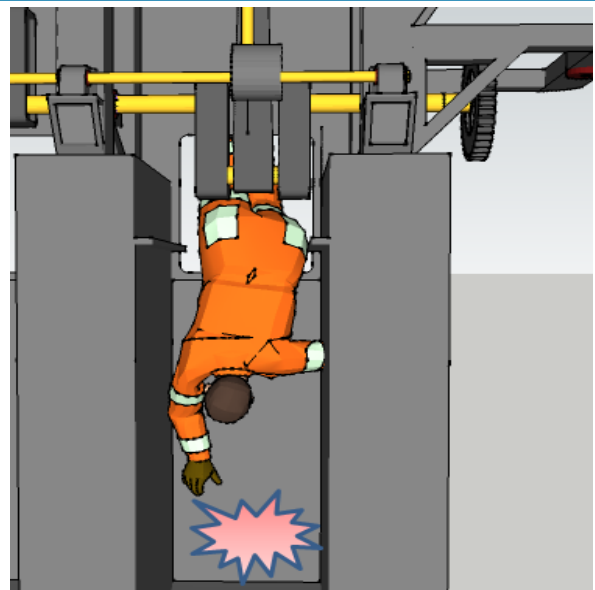
나. 중대재해 사례

선박엔진 검사를 위해 내부(챔버)로 들어가는 중
손이 미끄러지면서 부속에 머리를 부딪힘(사망1)

재해 개요

2019. 4. 29.(월), 수리조선소에 접안되어 있던 000호 엔진룸에서 엔진 크랭크 암 간격측정을 위해 재해자가 엔진 챔버 커버를 개방하고 들어가는 중 손이 미끄러지면서 크랭크 암에 머리를 부딪혀 높이 약 1.6m의 챔버 안으로 떨어져 현장에서 사망한 재해임

재해관련 사진



재해발생 원인

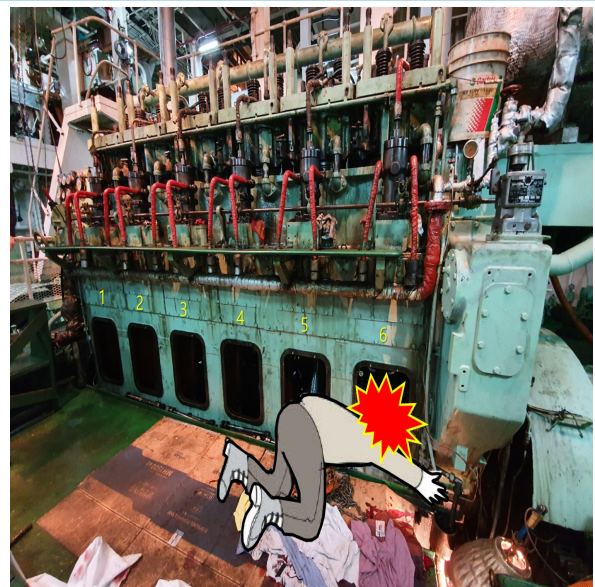
- 추락 위험장소에 사다리식 안전통로 미확보
- 떨어짐 위험장소에서의 안전모 미착용

선박엔진 정비 중 엔진내부(챔버)로 신체 일부를 넣은 상태에서 크랭크 샤프트가 작동하면서 끼임(사망1)

재해 개요

2020. 7. 24.(금), 부두에 정박중인 000호 기관실에서 재해자가 메인엔진을 개방한 후 엔진 내부의 커넥팅로드 베어링을 조립하던 중 챔버 바닥으로 떨어진 볼트를 줍기 위해 신체일부(머리와 왼팔)를 넣은 상태에서 크랭크 샤프트가 작동하여 크랭크 샤프트와 크랭크케이스 도어 사이에 끼여 사망한 재해임

재해관련 사진



재해발생 원인

- 메인엔진 기동장치의 전원을 차단하지 않은 상태에서 작업 수행
- 메인엔진 기동장치의 비상정지장치 미설치
- 작업지휘자 미지정으로 작업현장 관리 소홀

| 참고문헌 |

1. 조선기술(대한조선학회, 지성사, 2014. 4.)
2. 한국조선소안전표준화(한국조선해양플랜트협회, 2017. 6.)
3. 산업안전보건법 및 산업안전보건기준에 관한 규칙
4. KOSHA GUIDE
5. KS

“자료 제공에 협조해주신 사업장 관계자분들께 감사 인사드립니다.”

조선업 직종별 안전보건 기술력 향상을 위한 엔진기계공 안전관리모델

발행일 : 2021. 11.

발행인 : 김 도 원

발행처 : 안전보건공단 부산광역본부

주 소 : 부산광역시 금정구 중앙대로 1763번길 26

전 화 : 051-520-0634

작성자 : 김 도 연

〈비매품〉

2021-부산광역본부-695