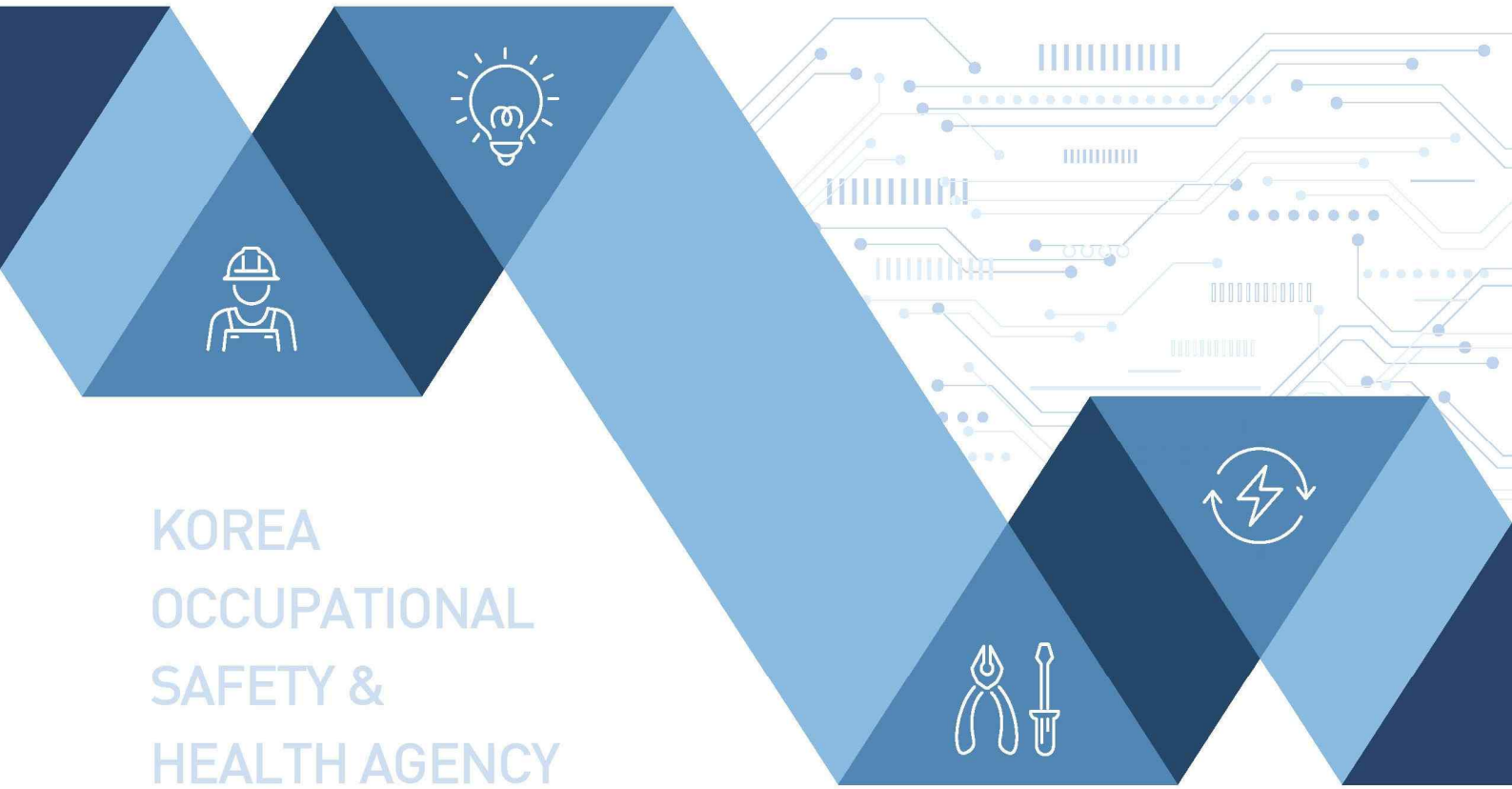
2024-부산광역본부-577

조선업 직종별 안전보건 수준 향상을 위한

전기기계·기구 설비 설치공 안전관리모델



KOREA
OCCUPATIONAL
SAFETY &
HEALTH AGENCY

산업재해예방
안전보건공단

조선업 직종별 안전보건 수준 향상을 위한

전기기계·기구 설비 설치공 안전관리모델

산업재해예방
안전보건공단

안전보건공단에서는 조선업 사고사망재해 감축을 위해 사망재해가 많이 발생한 직종을 우선 선정하고 조선업체별 위험성평가, 작업안전표준, 재해현황 등을 분석하여 안전관리모델을 개발 · 보급하고 있습니다.

개발된 안전관리모델은 안전보건공단 홈페이지 [조선업 자료실]에 게시되어 있으니, 관련 작업을 수행하는 조선업 사업장에서는 조선업 사고사망재해 감축을 위해 많은 활용바랍니다.

▸ 안전관리모델 다운로드 홈페이지 접속 경로 및 QR코드

[안전보건공단 홈페이지(kosha.or.kr)] → [사업소개] → [산업안전] → [조선업재해예방기술지도] → [조선업 자료실]	

▸ 연도별 안전관리모델 개발 실적·계획

년도	2015	2016	2017	2018	2019
직종	용접공 작업발판설치·해체공	취부공 (용단포함) 사상공	의장공 (배관제외) 도장공	운반공 (크레인, 지게차)	운반공 (트랜스포터, 스키드로더)
년도	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
직종	성형공 (절단가공포함) 배선포설공	엔진기계공 보온공	시운전원 배관공	품질검사원 안전점검원	전기기계기구및 설비설치공 차량운전원

본 안전보건모델은 업무수행 중 발생할 수 있는 재해를 예방하기 위한 안내서로, 관련 법령, 고시, 지침 등보다 우선할 수 없음을 알려드립니다.

CONTENTS

Ⅰ. 전기기계·기구 및 설비 설치공 개요 ····· 1

1. 개요 ····· 3

2. 주요 업무 유형 ····· 4

Ⅱ. 전기기계·기구 및 설비 설치작업 위험과 안전관리 ····· 7

1. 작업 계획 단계에서의 위험과 안전관리 ····· 9

2. 설치 단계에서의 위험과 안전관리 ····· 19

3. 운영 단계에서의 위험과 안전관리 ····· 39

Ⅲ. 전기기계·기구 및 설비 설치공 위험성평가 ····· 41

1. 위험성평가 개요 ····· 43

2. 작업 계획 단계의 위험성평가 ····· 48

3. 설치 단계의 위험성평가 ····· 50

4. 운영 단계의 위험성평가 ····· 61

Ⅳ. 전기기계·기구 및 설비 설치작업 재해사례 ····· 63

PART I

전기기계·기구 및 설비 설치공 개요

1. 개요
2. 주요 업무 유형

1 개요

전기기계·기구 및 설비 설치 작업이란 전기를 사용하는 전기기구, 조명기구와 전기설비에 접속하는 피팅 등을 설치하는 작업을 말한다. 조선소는 작업현장이 넓고, 선박 내·외로 전기가 필요한 모든 곳이 작업대상이기 때문에 일정한 작업 구역이 정해져 있지 않고 변동하는 것이 특징이다.

조선소의 다양한 전기기계·기구 및 설비



2 주요 업무 유형

조선소에서 작업자가 투입되는 곳은 타 업종에 비하여 매우 광범위한 편으로, Block의 상·하부, 내부 등에서 작업 시 필요한 전기 기계·기구를 사용하기 위한 분전함*을 설치하여야 하며, 작업에 필요한 조도를 확보하기 위해 이동식 조명을 설치하여야 비로소 용접, 의장 등의 작업이 진행될 수 있다.

* 분전함(Distribution panel)이란 전기 공급을 분배하고 제어하기 위한 장치로, 조선소의 넓은 작업범위에 걸쳐 용접기, 연삭기, 조명 등 전기를 에너지원으로 하는 기계·기구 및 설비를 사용할 수 있도록 한다.

본 안전관리모델에서는 가장 대표적으로 사용되는 분전함과 이동식 조명 설치작업을 위주로 서술하고자 한다.

설치 작업 계획 ➜ **설치작업** ➜ **관리·운영**

분전함 및 이동식 조명






작업 시 사용하는 장비·도구 등

운반도구	측정기 및 경보기	수공구
- 지게차(Forklift) - 크레인(Crane) - 구내운반차(Platform truck) 등	- 검전기(Voltage detector), - 활선접근 경보기 (High Voltage alarm detector), - 절연저항계(Megger) 등	- 펜치(Combination plier) - 니퍼(Nipper) - 스패너(Wrench) - 전동 드라이버(Electric screwdriver) 등

전기작업 시 사용하는 주요 도구



PART Ⅱ

전기기계·기구 및 설비 설치작업 위험과 안전관리

1. 작업계획 단계에서의 위험과 안전관리
2. 설치 단계에서의 위험과 안전관리
3. 운영 단계에서의 위험과 안전관리

1 작업계획 단계의 위험과 안전관리

작업계획단계에서는 해당 전기기계·기구 및 설비의 사용기간을 파악하고, 부하용량*을 검토 및 설치 위치를 선정하게 된다. 이 경우 전기단선도**를 그리고, 안전작업 방법을 계획하여야 한다. 또한, 전기기계·기구 및 설비가 타 근로자들이 사용할 목적으로 설치하는 것이므로, 사용상의 위험에 대해서도 고려하여 계획하여야 한다.

* 전기기기가 안전하게 사용할 수 있는 최대 용량

** 전기설비에 공급되는 전원에 관련된 모든 사항을 단선으로 작성한 계통도

작업계획 → **설치작업** → **관리·운영**

핵심 위험요인

- 사전 작업계획 미작성으로 인한 위험요인
- 절연용 보호구 미확보로 인한 감전 위험요인
- 전기작업 시작 전 작업 장소에 대한 사전 검토 미흡으로 인한 위험요인
- 사용 장비의 신뢰도(주기적인 검교정 여부) 미확보 및 작동 이상으로 인한 위험요인
- 유자격자* 여부 미확인으로 인한 위험요인
- 특별안전보건교육 미실시로 인한 위험요인

* 「유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙」 제3조 [별표 1]의 유자격자 확인

작업명	작업범위	자격·면허·기능 또는 경험
2. 「전기사업법」에 따른 전기설비 등을 취급하는 작업	자격 또는 면허를 가진 사람이 취급해야 하는 업무	「전기사업법」에서 규정하는 자격
2의2. 「전기안전관리법」에 따른 전기설비 등을 취급하는 작업	자격 또는 면허를 가진 사람이 취급해야 하는 업무	「전기안전관리법」에서 규정하는 자격

작업계획 단계 핵심 검토사항

- (작성대상*인 경우) **전기작업계획서**가 적절하게 작성되었는가?

  * 해당 전압이 50V를 넘거나 전기에너지가 250VA를 넘는 경우

- 설치작업 장소가 바닥에 물고임이 있는 등 습윤하지 않은 장소인가?
- 작업자가 사용할 보호구(예: 내전압성을 가진 안전모·절연화·절연장갑, 안전대 등)가 확보되었는가?
- 사용 장비(테스터기, 접지저항 측정기 등)의 이상유무를 확인하였는가?
- 접지의 방법을 계획하였는가?
- 특별안전보건교육(대상인 경우)을 실시하였는가?

  ※ 「산업안전보건법시행규칙」 [별표 5] 제1호 '라'목 참조

관련조항

- 「산업안전보건법」 제16조(관리감독자)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성 등)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제301조(전기 기계·기구 등의 충전부 방호)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제302조(전기 기계·기구의 접지)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제303조(전기 기계·기구의 적정설치 등)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제304조(누전차단기에 의한 감전방지)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제310조(전기 기계·기구의 조작 시 등의 안전조치)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제314조(습윤한 장소의 이동전선 등)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제315조(통로바닥에서의 전선 등 사용 금지)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제316조(꽂음접속기의 설치·사용 시 주의사항)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제317조(이동 및 휴대장비 등의 사용 전기 작업)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제318조(전기작업자의 제한)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제319조(정전전로에서의 전기작업)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제320조(정전전로 인근에서의 전기작업)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제321조(충전전로에서의 전기작업)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제322조(충전전로 인근에서의 차량·기계장치 작업)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제323조(절연용 보호구 등의 사용)

특별안전보건교육

전기기계·기구 및 설비 설치작업은 특별안전보건교육 대상이 될 수 있으며, 운반용 하역기계, 크레인, 곤돌라 등을 사용하거나 밀폐공간에서 작업하는 등 작업환경 조건에 따라 추가적인 위험요인이 발생한다. 따라서, 「산업안전보건법시행규칙」[별표 5]를 참고하여 해당사항의 포함여부를 검토하고, 이에 적절한 특별안전보건교육이 실시되어야 하며, 작업계획 단계에서는 작업자들의 특별교육 이수여부를 확인하여야 한다.

특별안전보건교육 방법

▸ 교육내용 (산업안전보건법시행규칙」[별표 5])

- 개별 교육내용(산업안전보건법시행규칙」[별표 5])을 모두 포함하여야 함
- 다만, 대상 작업이 단기간* 또는 간헐적** 작업이거나, 일용근로자에 해당하는 경우 개별 교육내용의 범위에서 작업에 따른 위험성과 그에 따른 예방 및 대응 방법에 초점을 맞춰 교육내용을 정할 수 있음

* 단기간 작업: 2개월 이내에 종료되는 일회성 작업

** 간헐적 작업: 연간 총 작업 일수가 60일을 초과하지 않는 작업 (안전보건교육규정 제3조의2)

▸ 교육시간 (산업안전보건법시행규칙」[별표 4])

- 일용근로자 및 근로계약기간이 1주일 이하인 기간제근로자: 2시간 이상
- 그 밖의 근로자: 16시간 이상

※ 최초 작업 종사 전 4시간 이상 실시하고 12시간은 3개월 이내에서 분할하여 실시 가능

※ 단기간* 작업 또는 간헐적** 작업인 경우: 2시간 이상

▸ 교육형태 (안전보건교육규정」제3조의2)

- 아래 교육 형태 중 어느 하나 또는 혼합한 방식 가능

가. 집체교육
나. 현장교육
다. 인터넷 원격교육
라. 비대면 실시간교육

- 특별교육의 경우 교육시간의 3분의 2 이상을 인터넷 원격교육 외 방식으로 하여야 함

특별안전보건교육 방법

▶ 교육강사 (안전보건교육규정」 제3조의2)

1. 안전보건교육기관 및 직무교육기관의 강사와 같은 등급 이상의 자격을 가진 사람
2. 사업주, 법인의 대표자, 대표이사 및 안전보건 관련 이사
3. 「중대재해 처벌 등에 관한 법률 시행령」제4조제2호에 따른 안전 · 보건에 관한 업무를 총괄 · 관리하는 전담 조직에 소속된 사람으로서 안전 · 보건에 관한 업무 경력이 있는 사람. 이 경우 이 사람은 소속되어 있는 조직이 안전 · 보건에 관한 업무를 총괄 · 관리하는 모든 사업장을 대상으로 교육할 수 있다.
4. 사업장 내에서 이루어지는 작업에 3년 이상 근무한 경력이 있는 사람으로서 사업주가 강사로서 적정하다고 인정하는 사람.
5. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사람으로서 실무경험을 보유한 사람

가. 법 제21조제1항에 따른 안전관리전문기관과 보건관리전문기관, 법 제74조에 따른 건설재해예방전문지도기관 및 법 제120조에 따른 석면조사기관의 종사자로서 실무경력이 3년 이상인 사람

나. 소방공무원 및 응급구조사 국가자격 취득자로서 실무경력이 3년 이상인 사람

다. 근골격계 질환 예방 전문가(물리치료사 또는 작업치료사 국가면허 취득자, 1급 생활스포츠지도사국가자격 취득자) 또는 직무스트레스예방 전문가(임상심리사, 정신보건임상심리사 등 정신보건 관련국가면허 또는 국가자격 · 학위 취득자)

라. 「의료법」제5조 또는 제7조에 따라 의사 또는 간호사 자격을 가진 사람

마. 「공인노무사법」제3조에 따라 공인노무사 자격을 가진 사람

바. 「변호사법」제4조에 따라 변호사 자격이 있는 사람

사. 한국교통안전공단에서 교통안전관리 실무경력이 3년 이상인 사람

아. 보건복지부에서 실시하는 자살예방 생명지킴이(게이트키퍼) 강사양성교육 과정 이수자 및 보고 듣고말하기 강사양성교육 과정 이수자

특별안전보건교육 대상(예시)

▸ 운반용 등 하역기계를 5대 이상 보유한 사업장에서 해당 기계로 하는 작업(제13호)

- 운반하역기계 및 부속설비의 점검에 관한 사항
- 작업순서와 그 방법에 관한 사항
- 안전운전방법에 관한 사항
- 화물의 취급 및 작업신호에 관한 사항
- 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항

▸ 1톤 이상의 크레인을 사용하는 작업 또는 1톤 미만의 크레인 또는 호이스트를 5대 이상 보유한 사업장에서 해당 기계로 하는 작업 (제14호)

- 방호장치의 종류, 기능 및 취급에 관한 사항
- 걸고리·와이어로프 및 비상정지장치 등의 기계·기구 점검에 관한 사항
- 화물의 취급 및 안전작업방법에 관한 사항
- 신호방법 및 공동작업에 관한 사항
- 인양 물건의 위험성 및 낙하·비래·충돌재해 예방에 관한 사항
- 인양물이 적재될 지반의 조건, 인양하중, 풍압 등이 인양물과 타워크레인에 미치는 영향
- 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항

▸ 건설용 리프트·곤돌라를 이용한 작업(제15호)

- 방호장치의 기능 및 사용에 관한 사항
- 기계, 기구, 달기체인 및 와이어 등의 점검에 관한 사항
- 화물의 권상·권하 작업방법 및 안전작업 지도에 관한 사항
- 기계·기구의 특성 및 동작원리에 관한 사항
- 신호방법 및 공동작업에 관한 사항
- 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항

▸ 전압이 75볼트 이상인 정전 및 활선 작업(제17호)

- 전기의 위험성 및 전격방지에 관한 사항
- 해당 설비의 보수 및 점검에 관한 사항
- 정전작업·활선작업 시의 안전작업방법 및 순서에 관한 사항
- 절연용 보호구 및 활선작업용 기구 등의 사용에 관한 사항
- 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항

특별안전보건교육 대상(예시)

▸ 선박에 짐을 쌓거나 부리거나 이동시키는 작업(제24호)

- 하역 기계·기구의 운전방법에 관한 사항
- 운반·이송경로의 안전작업방법 및 기준에 관한 사항
- 중량물 취급 요령과 신호 요령에 관한 사항
- 작업안전 점검과 보호구 취급에 관한 사항
- 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항

▸ 밀폐공간에서의 작업(제34호) 등

- 산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항
- 사고 시의 응급처치 및 비상 시 구출에 관한 사항
- 보호구 착용 및 보호 장비 사용에 관한 사항
- 작업내용·안전작업방법 및 절차에 관한 사항
- 장비·설비 및 시설 등의 안전점검에 관한 사항
- 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항

전기작업계획서 작성방법

- 작성대상: **해당 전압이 50V를 넘거나 전기에너지가 250VA를 넘는 경우**
- 작성시기: 최초 작업 개시 전 및 변경사항 발생 시
- 작성 시 고려사항

1. 전압 및 전력량의 크기와 전로 상태에 적합한 전기작업계획을 작성
2. 전기작업계획서는 전기에너지 위험에 노출되는 환경에서 작업하는 근로자가 전기위험을 인지하고 대처할 수 있도록 작성
3. 작업계획서는 노출된 충전도체(활선작업) 및 기기 위 또는 그 부근에서 작업(활선근접작업)을 실시하는 근로자에게 필요한 자체 교육 내용이 포함될 수 있도록 작성
4. 정기·특별교육 이수 여부 확인

전기작업계획서 작성 시 검토(포함) 사항

① 작업의 목적 및 내용

※ 작업절차를 단계별로 명확하게 정하여야 함

② 작업자의 자격 및 적정인원

③ 작업 범위, 작업책임자 임명, 전격·아크 섬광·아크 폭발 등 전기 위험 요인 파악, 접근한계거리, 활선접근 경보장치 휴대 등 작업시작 전에 필요한 사항

④ 전로차단에 관한 작업계획 및 전원(電源) 재투입 절차 등 작업 상황에 필요한 안전 작업 요령

⑤ 절연용 보호구 및 방호구, 활선작업용 기구·장치 등의 준비·점검·착용·사용 등에 관한 사항

⑥ 점검·시운전을 위한 일시 운전, 작업 중단 등에 관한 사항

⑦ 교대 근무 시 근무 인계(引繼)에 관한 사항

⑧ 전기작업 장소에 대한 관계 근로자가 아닌 사람의 출입금지에 관한 사항

⑨ 전기안전작업계획서의 교육방법과 작성된 전기안전작업계획서의 평가·관리계획

⑩ 전기 도면, 기기 세부 사항 등 작업과 관련되는 자료

⑪ 감전 등 사고 발생 시 작업중지·응급처치 등 비상 시 대응 방법에 관한 사항

전기 작업계획서(작성예시)

전기 작업계획서

[목 차]

① 작업개요
② 안전보건교육 및 보호구 지급 계획 등
③ 작업순서 및 안전작업 방법
④ 현장통제 및 안전조치 계획
⑤ 첨부자료 등

※ 본 양식은 작업계획서 작성 샘플입니다. 현장별 작업조건, 특성 및 상황을 고려하여 현장 여건에 맞게 작성 및 수정하여 사용하시기 바랍니다.
※ 상황에 따라 다른 작업의 작업계획서와 통합 작성

전기작업계획서	담당	검토	승인
	작성일자		

1. 작업(공사) 개요

■ 공 사 명 :

■ 공사기간 :

■ 발 주 처 : ○ 담당자 : (연락처)

■ 공사업체 : ○ 작업책임자 : (연락처)

■ 작업목적 및 내용 :

■ 공사범위 :

■ 작 업 자 : (명)

연번	성 명	비고(자격)	연번	성 명	비고(자격)

2. 안전보건교육 및 보호구 지급 계획 등

■ 안전보건교육 계획

교육일자		교육장소	
교 육 자		인원	
교육내용			

■ 보호구 지급 및 사용 장비

지급 보호구	□절연안전모(ABE) □안전화/안전모 □ 절연장화 □안전대 □보안경	
	□절연장갑 □방진마스크 □기타( )	
	* 보호구 지급대장 관리 및 사용전 점검하여 이상시 교체	
사용 장비	측정장비	
	활선기구/장비	
	방호구	
	기타	

전기작업계획서	작업공정(부서)	
	작 성 자	
	작성일자	

3. 작업순서 및 안전작업 방법

작업명	작업순서 및 작업내용	위험요인	안전작업방법	비고

4. 현장 통제 및 안전조치 계획

5. 첨부 자료

설비	□전기단선도/결선도 □ 기기 사양서 □ 공사계획표(정전작업 계획 등) □기타 ( )
안전	□위험성평가표 □ 비상시 대응조직체계 □ 작업계획서 평가 및 관리계획 □기타 ( )

※ 위 내용에는 다음 사항이 포함되어야 함

① 작업의 목적 및 내용, ② 작업자의 자격 및 적정인원, ③ 작업 범위, 작업책임자 임명, 전격·아크 섬광·아크 폭발 등 전기 위험 요인 파악, 접근 한계거리, 활선접근 경보장치 휴대 등 작업시작 전에 필요한 사항, ④ 전로차단에 관한 작업계획 및 전원(電源) 재투입 절차 등 작업 상황에 필요한 안전 작업 요령, ⑤ 절연용 보호구 및 방호구, 활선작업용 기구·장치 등의 준비·점검·착용·사용 등에 관한 사항, ⑥ 점검·시운전을 위한 일시 운전, 작업 중단 등에 관한 사항, ⑦ 교대 근무 시 근무 인계(引繼)에 관한 사항, ⑧ 전기작업 장소에 대한 관계 근로자가 아닌 사람의 출입금지에 관한 사항, ⑨ 전기안전작업계획서를 해당 근로자에게 교육할 수 있는 방법과 작성된 전기안전작업계획서의 평가·관리계획, ⑩ 전기 도면, 기기 세부 사항 등 작업과 관련되는 자료 등

2 설치 단계의 위험과 안전관리

설치단계는 전기기계·기구 및 설비를 설치위치로 운반부터 결선 및 시운전까지 포함한다. 가장 기본이 되는 안전조치로서는 전기단선도, 접지계통도 등의 관련 자료를 확보하여 1차측 전원을 차단하고 작업을 수행하여야 한다. 또한 비(非)전기재해* 발생 위험에도 많이 노출되므로 추가적인 위험요인을 고려하여야 한다.

* 감전 등 전기에너지에 의하지 않은 재해

사업주는 근로자가 노출된 충전부 또는 그 부근에서 작업함으로써 감전될 우려가 있는 경우에는 작업에 들어가기 전에 해당 전로를 차단하여야 한다.

설치 작업 계획 → **설치작업** → **관리·운영**

핵심 위험요인

- 1차측 전원 차단조치 미흡으로 인한 감전 위험요인
- 수공구의 부적절한 사용으로 인한 타박상, 수부질환, 감전 등 위험요인
- 단자 조임 및 단말 불량으로 인한 케이블 소손, 화재 및 합선으로 감전·화상 위험요인
- 절연장갑 등 절연용 보호구 미착용으로 인한 감전 위험요인
- 무자격자의 작업으로 인한 위험요인 등

설치 단계 핵심 검토사항

- 전기작업계획서가 작성되었고, 그 계획에 따라 작업을 하는가?
- 작업환경과 방법에 따라 비(非)전기재해 예방 조치도 실시하였는가?
- 작업 전로 차단, 잠금장치 및 꼬리표를 부착하고 검전기를 이용하여 충전여부를 확인하였는가?
- 유자격자가 작업을 수행하는가?
- 전기기계·기구 및 설비의 전원 접속부인 충전부가 노출되어 있지 않은가?
- 전기기계·기구 및 설비의 금속재, 철재 등의 외함에 접지시설이 되어 있는가?
- 휴대형 또는 이동식 전기기계·기구의 전원에 누전차단기가 설치되어 있는가?
- 전기기기 외함에 접지된 접지선이 접지극과 직접 연결되어 있는가?(접지 연속성 여부)
- 누전여부 체크를 위해 주기적으로 절연저항을 측정하고 기록하고 있는가?
- 주기적으로 접지저항을 측정하고, 접지 저항값이 기준에 적합한가?
- 정전작업 중 타 작업자의 개폐기 오조작 방지를 위하여 분전함 또는 개폐기에 잠금장치나 표지판 등의 조치를 하였는가?
- 이동전선 등은 충분한 절연효과가 있는가? (손상 등 여부)
- 절연용 보호구(안전모, 절연장갑 등)를 사용하는가?

전로 차단절차

① 전기기기 등에 공급되는 모든 전원을 관련 도면, 배선도 등으로 확인

② 전원을 차단한 후 각 단로기 등을 개방하고 확인

③ 전원을 차단한 후 각 단로기에 잠금장치 및 꼬리표를 부착

④ 개로된 전로에서 유도전압 또는 전기에너지가 축적되어 근로자에게 전기위험을 끼칠 수 있는 잔류전하를 완전히 방전시킴

⑤ 검전기를 이용하여 작업 대상 기기가 충전되었는지를 확인

⑥ 전기기기 등이 다른 노출 충전부와의 접촉, 유도 또는 예비동력원의 역송전 등으로 전압이 발생할 우려가 있는 경우에는 충분한 용량을 가진 단락 접지 기구를 이용하여 접지

설치 후 전원 공급 시 준수사항

- 작업기구, 단락 접지기구 등을 제거하고 전기기기등이 안전하게 통전될 수 있는지를 확인할 것
- 모든 작업자들이 작업이 완료된 전기기기등에서 떨어져 있는지를 확인할 것
- 잠금장치와 꼬리표는 설치한 근로자가 직접 철거할 것
- 모든 이상 유무를 확인한 후 전기기기등의 전원을 투입할 것

관련조항

- 「산업안전보건법」 제16조(관리감독자)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성 등)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제301조(전기 기계·기구 등의 충전부 방호)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제302조(전기 기계·기구의 접지)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제303조(전기 기계·기구의 적정설치 등)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제304조(누전차단기에 의한 감전방지)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제310조(전기 기계·기구의 조작 시 등의 안전조치)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제314조(습윤한 장소의 이동전선 등)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제315조(통로바닥에서의 전선 등 사용 금지)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제316조(꽂음접속기의 설치·사용 시 주의사항)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제317조(이동 및 휴대장비 등의 사용 전기 작업)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제318조(전기작업자의 제한)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제319조(정전전로에서의 전기작업)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제320조(정전전로 인근에서의 전기작업)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제321조(충전전로에서의 전기작업)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제322조(충전전로 인근에서의 차량·기계장치 작업)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제323조(절연용 보호구 등의 사용)

전기재해의 종류

① 감전(Electric shock)

감전이란 사람체내의 일부 또는 대부분에 전기가 흘렀기 때문에 충격을 받는 현상이며 사망률이 높아 매우 위험하다. 감전의 종류를 종합해보면,

- 전선로 상호간에 인체가 접촉되어 단락회로를 구성하여 감전되는 것(직접접촉)
- 인체가 대지에 접촉되어 있는 상태에서 인체의 한부분이 충전된 전선로에 직접접촉되는 것(직접접촉)
- 누전상태의 전기기기에 인체가 접촉되어 인체를 통하여 지락전류가 흐르는 것(간접접촉) 등으로 분류할 수 있다

② 아크의 복사열에 의한 화상

전기가 흐르고 있는 전기회로를 개폐할 때, 작으나 크나 아크(Arc)가 발생한다. 그런데 큰 전류가 흐르거나 고전압이 가압된 회로에서 단락 또는 지락사고가 발생할 때에는 강렬한 아크가 되며, 고온으로 폭발적인 것이 되어 순식간에 전선 등을 녹여 버린다. 이와 같은 때에 만일 근처에 작업원이 있으면 이 아크의 복사열에 화상을 입게 된다.

③ 전기화재

전류는 발열, 방전 등의 현상을 수반하기 때문에 전기에너지가 점화원으로 작용하여 가연성 물질이나 건축물, 시설물 등에 화재가 발생할 수 있다. 전기화재의 종류로는,

- 과전류에 의한 발화
- 단락에 의한 발화
- 누전 또는 지락에 의한 발화
- 접속부 과열에 의한 발화
- 열적 경과에 의한 발화
- 전기 스파크에 의한 발화
- 절연열화 또는 탄화의 의한 발화

전기화재의 다양한 원인

▸ **전기기기의 사용 상의 부주의로 인한 발화**

- 용접기 또는 환기용 팬(fan) 플러그의 접촉불량에 의한 것
- 대용량 용접기를 일반 커넥터에 연결 사용(과부하)에 의한 것
- 단자 볼트 조임이 헐거워 발생한 발열에 의한 것
- 전구나 전열기구에 인화성 물질의 접근 또는 접촉에 의한 것

▸ **전기설비의 합선, 소손에 의한 발열**

- 단락 또는 과부하에 의한 발열
- 접촉 및 접촉 불량에 의한 발열

▸ **전기설비로부터의 누설전류에 의한 발화(누전화재)**

- 누전화재는 전기기구의 파손, 불량배선 등이 금속체와 접촉 또는 전선피복 등의 손상으로 누설전류가 발생되어 장기간 누설전류가 형성, 열의 축적으로 배화에 이르게 된다.

▸ **스파크에 의한 발화, 폭발**

- 스파크는 전기회로를 개폐기로 개폐할 때 전기기구의 접속 불량 등에 의해 발생되어 공기중의 분진이나 유증기 등에 인화 발화

  ※ 특히, 인화성 액체 또는 가스를 취급하는 장소(예: 도장작업)에서는 전기 기계·기구 또는 설비로 인한 화재·폭발 위험이 높다.

비(非)전기재해의 예방

전기기계·기구 및 설비 설치작업이라고 해서, 반드시 전기에너지에 기인한 위험요인만 존재하는 것은 아니다. 작업을 수행하는 장소의 특성에 따라 추가적인 위험요인을 반드시 고려하여야 한다. 높은 장소에서 떨어짐 사고 위험, 중량물 취급 시 부딪힘·끼임 등 사고 위험, 폭발위험장소 작업 시 화재·폭발 위험, 밀폐공간 작업 시 질식 등 위험, 좁은 공간 진입 시 넘어짐 등 위험에 대해서 알아보도록 한다.

① 고소(高所)작업 시 떨어짐 사고 위험

선박 또는 블록 상부 등과 같은 높은 장소에서 전기기계·기구 및 설비를 설치하는 경우 떨어짐 사고 위험이 상존하고 있다. 특히, 고소작업 시에는 감전에 의한 몸 균형상실을 수반한 떨어짐 사고 발생 가능성도 고려하여야 한다. 적절한 추락방지조치 여부(예: 비계·작업발판·안전난간의 설치상태 등)를 점검하고, 안전대를 착용하도록 하여야 한다. 고소작업대를 사용하는 경우 고소작업대 및 방호장치(예: 수평유지장치, 비상정지장치, 과부하방지장치 등)의 이상유무를 점검하고, 안전모·안전대 등의 보호구를 착용하여야 한다.

핵심 위험요인

- 안전난간 미설치로 인한 떨어짐 사고 위험요인
- 안전난간 설치기준 미준수(설치상태 불량)로 인한 떨어짐 사고 위험요인
- 개구부 방치로 인한 떨어짐 사고 위험요인
- 개구부 덮개 설치기준 미준수(미고정 등 설치상태 불량)으로 인한 떨어짐 사고 위험요인
- 안전대 미착용으로 인한 떨어짐 사고 위험요인
- 고소작업대의 수평유지장치 작동 오류로 인한 떨어짐 사고 위험요인
- 고소작업대의 자동으로 닫히는 구조의 출입구를 묶어 사용하는 등 미작동으로 인한 떨어짐 사고 위험요인
- 고소작업대 사용 시 적정 수준의 조도를 확보하지 않아 구조물과의 충돌·얽힘 등에 의한 사고 위험요인

작업 시작 전 핵심 점검사항

- 안전난간의 설치상태가 적절한가?
  - 안전모·안전대의 사용 여부
  - 난간대가 견고하게 고정되었는지 여부
  - 충분한 강도의 난간대 사용 여부
  - 상부난간대 90cm 이상 확보 및 중간난간대 설치 여부 등
- 작업구역 개구부에 대한 추락방지조치가 적절한가?
  - 개구부의 유무
  - 개구부에 난간 또는 덮개 등 설치상태 등
- 고소작업대 사용 시 안전조치가 적절한가?
  - 안전모·안전대의 사용 여부
  - 고소작업대의 점검 여부
  - 고소작업대 진입 가능성 및 주변 구조물 간섭 여부
  - 과상승방지장치(가드) / 비상정지장치 / 수평유지장치 등의 작동 여부
  - 자동으로 닫히는 구조의 출입구(예: 자중식 중간난간대) 정상 여부
  - 적정 수준의 조도 확보 여부 등

관련조항

- 「산업안전보건법」 제16조(관리감독자)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제13조(안전난간의 구조 및 설치요건)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제32조(보호구의 지급 등)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제42조(추락의 방지)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제43조(개구부 등의 방호 조치)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제44조(안전대의 부착설비 등)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제186조(고소작업대 설치 등의 조치)

② 중량물 운반 작업 시 중량물 사고 위험

이동식 분전함 등을 지게차 또는 크레인 등을 통해 운반하는 경우, 지게차와의 접촉, 중량물의 이탈에 의한 부딪힘·끼임 등의 사고가 발생할 수 있다. 지게차를 사용하여 운반하는 경우 중량물이 운반 도중 떨어지지 않도록 견고하게 고박하고 작업지휘자를 배치하는 등의 예방조치가 필요하다. 또한, 선박 또는 블록 상부 등과 같은 높은 장소에 분전함 등을 운반하기 위해 크레인을 사용하는 경우가 있다. 이 경우, 중량물을 견고하게 고박하여 낙하위험을 방지하고 작업반경 내 작업자의 출입을 통제하는 등 인양물이 근로자 머리 위로 통과하지 않도록 하여야 한다.

핵심 위험요인

- 크레인 사용 시 훅 해지장치 미설치(미작동)으로 인한 중량물 이탈 위험요인
- 크레인 사용 시 견고하지 않은 체결로 인한 중량물 이탈 위험요인
- 크레인 사용 시 달기구 파단에 의한 중량물 낙하 위험요인
- 지게차 사용 시 중량물의 불균형으로 인한 전도 위험요인
- 지게차 사용 시 중량물 미고박으로 인한 이탈 위험요인
- (차량계하역운반기계 / 중량물취급) 작업계획서 미작성으로 인한 위험요인
- 크레인 소통수단 미비로 인한 중량물 사고 위험요인

작업 시작 전 핵심 점검사항

- 중량물 고정(체결)이 적절한가?
  - (크레인 사용 시) 훅 해지장치 적정 여부 / 달기구의 견고한 체결 여부 등
  - (지게차 사용 시) 중량물 전도·이탈방지 여부 등
- 작업계획서 작성 및 작업지휘자 배치가 적절한가?
  - 중량물 취급 작업에 대한 작업계획서(또는 차량계 하역운반기계등을 사용하는 작업에 대한 작업계획서) 작성 여부
  - 작업지휘자 지정 및 배치 여부 등
- (크레인 사용 시) 소통 수단이 적절한가?
  - 크레인 운전자와 중량물을 체결하는 작업자 간 적절한 신호·소통방법이 있는지 여부(예: 무전기, 수신호) 등

관련조항

- 「산업안전보건법」 제16조(관리감독자)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성 등)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제39조(작업지휘자의 지정)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제146조(크레인 작업 시의 조치)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제172조(접촉의 방지)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제173조(화물적재 시의 조치)

③ 밀폐공간 작업 시 질식 사고 위험

전기기계·기구 및 설비를 설치하기 위하여 선박 내부 등의 밀폐공간을 진입하여야 하는 경우가 발생할 수 있다. 이 경우, 밀폐공간의 산소 및 유해가스(유해가스 체류 가능성 있는 경우) 농도를 측정하고 출입인원을 통제하는 등 밀폐공간 작업에서 필요한 예방조치를 실시하여야 한다.

밀폐공간은 사업장 내 질식을 일으킬 수 있는 장소로 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 [별표 18]에서 18가지 유형으로 밀폐공간을 규정하고 있다. '밀폐공간'은 사방이 완전히 막힌 장소만을 의미하지는 않으며, 개방된 부위가 있더라도 산소가 부족하고 유해가스가 체류하여 위험이 미칠 우려가 있는 공간을 의미한다.

핵심 위험요인

- 밀폐공간 산소 및 유해가스 농도 미측정으로 인한 질식 위험요인
- 밀폐공간 입장 및 퇴장 시 인원 미점검으로 인한 위험요인
- 밀폐공간 경고표지 미부착으로 인한 질식 위험요인
- 관계근로자외 출입금지 미실시로 인한 (관계근로자외) 질식 위험요인
- 밀폐공간 감시인 미배치로 인한 질식(사고 대응 불가) 위험요인

작업 시작 전 핵심 점검사항

- '밀폐공간에서의 작업'에 관한 특별교육을 이수하였는가?
- 산소 및 유해가스 농도를 측정하였는가?
- 입장 및 퇴장 시 인원을 점검하는가?
- 관계근로자가 아닌 사람의 출입을 금지하고, 그 내용이 게시되었는가?
- 밀폐공간 감시인을 지정하고 외부에 배치하였는가?

산소 및 유해가스 농도 측정 방법

▸ 측정 시기 및 방법

밀폐공간 작업을 하는 경우 반드시 적정공기 상태인지 확인해야 하며, 측정 시기는 ①작업을 시작하기 전, ②작업을 일시 중단하였다가 다시 시작하기 전, ③작업 중에 수시로 측정해야 한다.

산소 및 유해가스의 농도 측정은 측정 및 평가에 관한 지식과 실무경험이 있는 자를 지정하여 측정하고 적정공기 여부를 평가하도록 하여야 한다.

▸ 적정공기 기준

1. 산소농도의 범위가 18% 이상, 23.5% 미만
2. 탄산가스(이산화탄소)의 농도가 1.5% 미만
3. 일산화탄소 농도가 30ppm 미만
4. 황화수소의 농도가 10ppm 미만

※ 인화성물질: 인화하한계값의 25% 미만(이 외의 유해물질은 노출기준 이내인지 확인)

산소 및 유해가스 농도 측정 시에는 밀폐공간의 면적 및 깊이를 고려하여 밀폐공간의 내부를 수직 및 수평방향으로 각각 3개소 이상 골고루 측정해야 한다.

탱크 등 깊은 장소의 농도를 측정할 때에는 고무호스나 PVC로 된 채기관을 연결하여 측정해야 하며, 측정 시 밀폐공간 내부를 살펴보기 위해 측정자의 머리가 밀폐공간의 내부로 들어가지 않도록 주의해야 한다.

산소 농도별 인체 영향



밀폐공간 출입금지 표지 (안전보건규칙 별지 제4호 서식)



- **(규격)** 밀폐공간의 크기에 따라 적당한 규격으로 하되, 최소한 가로 21cm, 세로 29.7cm 이상으로 한다.
- **(색상)** 전체 바탕은 흰색, 글씨는 검정색, '위험' 글자는 노란색, 전체 테두리 및 '위험' 글자의 바탕은 빨간색으로 한다.

관련조항

- 산업안전보건법」 제16조(관리감독자)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙」 제618조(정의)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙」 제619조(밀폐공간 작업 프로그램의 수립·시행)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙」 제619조의2(산소 및 유해가스 농도의 측정)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙」 제620조(환기 등)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙」 제621조(인원의 점검)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙」 제622조(출입의 금지)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙」 제623조(감시인의 배치)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙」 제624조(안전대 등)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙」 제625조(대피용 기구의 비치)

④ 좁은 공간 진입 시 넘어짐·찔림 사고 위험

선박 내부는 좁은 공간이 많아 전기기계·기구 및 설비를 설치하기 위해 진입하는 경우 넘어짐 등의 위험이 있다. 특히, 이동식 조명설비를 설치하는 작업 시에는 아직 조명이 완전히 설치되지 않은 상태이므로, 휴대용 랜턴이나 조명기구를 지급하는 등 작업공간의 조도를 충분히 확보하도록 하고, 작업공간 내 도구·자재 등을 수시로 정돈하여 넘어짐 등의 사고에 주의하여야 한다. 또한, 리프팅 러그(Lifting lug) 등 돌출된 구조물에 머리를 부딪히는 경우 심각한 부상을 방지하기 위해 안전모를 착용하고, 날카로운 모서리 등에 눈이 찔릴 위험이 있으므로 보안경을 착용하는 것이 좋다.

핵심 위험요인

- 안전한 통로 미설치로 인한 넘어짐, 부딪힘 등 위험요인
- 조도 미확보로 인한 넘어짐, 부딪힘 등 위험요인
- 통로 바닥의 물기, 기름, 자재 등 방치로 인한 넘어짐 위험요인
- 안전모 미착용으로 인한 구조물 돌출부 머리 부딪힘 위험요인
- 보안경 미착용으로 인해 날카로운 구조에 눈찔림 위험요인

작업 시작 전 핵심 점검사항

- 안전한 통로가 설치(확보)되었는가?
- 적정 조도를 확보하였는가? (예: 휴대용 랜턴 또는 휴대용 조명기구 지급)
- 통로 바닥에 물기, 기름, 자재 등이 방치되지 않았는가?
- 안전모, 보안경 등 보호구를 착용하였는가?

관련조항

- 「산업안전보건법」 제16조(관리감독자)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제21조(통로의 조명)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제22조(통로의 설치)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제32조(보호구의 지급 등)

수공구 취급 시 유의사항

전기기계·기구 및 설비 설치 작업 시 펜치, 니퍼, 스패너, 전동드라이버 등의 수공구를 사용한다. 수공구는 잘못된 자세로 반복적으로 사용하는 경우 수근관증후군, 건초염, 드퀘르병 건초염 등의 질병이 발생할 수 있다.

1



수근관증후군
(또는 손목터널증후군)

원인
- 빠른 손동작을 계속 반복할 때
- 엄지와 검지를 자주 움직일 때
- 빈번하게 손목이 꺾일 때

증상
- 1, 2, 3째 손가락 전체와 4째 손가락 안쪽의 저림 또는 찌릿함
- 물건을 쥐기 어려움

2



건초염

원인
- 반복 작업, 힘든 작업을 할 때
- 오랫동안 손을 사용할 때

증상
- 인대나 인대를 둘러싼 건초(건막)가 부음
- 손이나 팔이 붓고 누르면 통증 발생

3



드퀘르병 건초염

원인
- 물건을 자주 집는 작업을 할 때
- 손목을 자주 비틀 때
- 반복 작업, 힘든 작업을 할 때

증상
- 엄지손가락 부분에 통증
- 손목과 엄지손가락이 붓거나 움직임이 힘듦

4



방아쇠 손가락

원인
- 수공구의 방아쇠를 자주 사용할 때
- 반복 작업, 힘든 작업을 할 때
- 충격, 진동이 심한 작업을 할 때

증상
- 손가락이 굽어져 움직이기가 어려움
- 손가락 첫째 마디에 통증

5



백지병

원인
- 진동이 심한 공구를 사용할 때

증상
- 손가락, 손의 일부가 하얗게 창백함
- 손가락, 손의 마비

1. 무거운 공구를 지지대 없이 계속 들고 있음
2. 손목을 비틀거나 굽힘, 뒤로 젖히는 자세 반복
3. 날카로운 수공구에 신체가 눌리는 자세 반복
4. 공구 사용 시 발생하는 진동과 소음에 장시간 노출
5. 추운 작업장소 등에서 신체에 부담을 주는 수공구 작업을 장시간 실시
6. 수공구를 사용하지 않고 손으로 작업하다 기계에 끼임



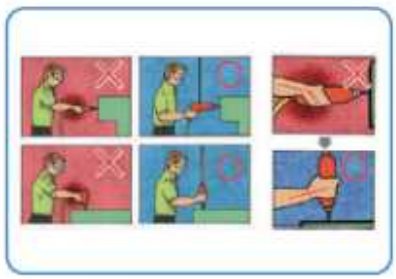
작업자세 바꾸기

- 수공구를 사용할 때 손목 굽힘, 비틀림, 어깨 들림 등의 부적절한 작업자세를 취하지 않도록 함
- 어깨 팔꿈치가 들리지 않는 자세 유지
  - 앉아서 하는 작업은 서서
  - 서서하는 작업은 제품의 방향 또는 작업높이 조정



작업 바꾸기

- 한가지 수공구로 동일 작업을 장시간 지속 시 동일근육에 통증 및 장애 발생
- 통증이 발생하기 전에 순환작업을 하는 등 관리가 필요



작업방향 바꾸기

- 손목을 굽히거나 비틀지 않고 똑바른 자세를 취할 수 있도록 작업방향 조정



화재·폭발위험 장소에서의 전기배선 작업

전기기계·기구 및 설비를 설치하는 장소가 폭발위험장소인 경우가 있다. 전기기기로 인해 화재·폭발이 발생하기 위해서는 위험 분위기와 전기기기 점화원이 공존해야 하며, 이 조건이 성립되지 않도록 하는 것이 전기 방폭의 기본이다. 따라서 전기기기로 인한 화재·폭발을 방지하기 위해서는, 폭발 위험 분위기의 생성 확률과 전기기기의 점화원 발생 확률의 곱이 가능한 한 0에 가까운 작은 값이 되도록 해야 한다. 이를 위해서는, 폭발위험 분위기가 생성되지 않도록 하는 것이 우선이고, 그 다음으로 전기기기를 방폭화하는 것이다.

조선소에서는 도장작업을 위해 인화성 도료를 다량 저장·취급하며, 용접·용단작업을 위해 인화성 가스를 저장·취급하고 있다. 조선소의 폭발위험분위기 생성장소로는 **도장공장, 선박의 구역 중 도료를 취급하는 장소, 도료 보관장소, 용접가스용 가스저장탱크 저장소** 등이 해당될 수 있다.

그중, 인화성가스가 체류하는 밀폐공간일수록 화재·폭발 사고의 위험성은 더욱 높아진다. 다만, 밀폐공간이 아닌 완전히 개방된 공간일지라도, 세척 또는 도장용 스프레이건을 사용하는 작업 등의 경우에는 점화원에 의해 심각한 화재 사고가 발생할 수 있다.

화재·폭발 위험분위기 생성 확률을 제거하기 위해 작업전 환기를 실시한다. 환기의 경우, 일반적으로 통풍이 될 수 있는 구멍이 뚫려있거나, 일면(一面)이 개방된 구조라는 사실만으로 안심해선 안되고, 환풍기·배풍기 등의 환기장치를 사용하여야 하여야 한다. 또한, 환기조치가 어려울 경우, 전기기기의 점화원 확률을 줄이기 위해 방폭설비 사용으로 폭발사고를 방지하여야 할 것이다.

핵심 위험요인

- 폭발위험장소에서 환기가 충분히 이루어지지 않아 화재·폭발 사고 위험요인
- 폭발위험장소에서의 전기기계·기구의 비방폭 스위치·콘센트 등에서 발생한 전기 스파크로 인한 화재·폭발 사고 위험요인
- 폭발위험장소에서 전기기계·기구 및 설비의 누설전류로 인한 화재·폭발 사고 위험요인
- 세척 또는 도장용 스프레이건과 가열성 전기기계·기구의 동시 사용으로 인한 화재·폭발 사고 위험요인

작업 시작 전 핵심 점검사항

- (환기가 필요한 경우) 작업 구역에 **환기**가 충분히 이루어지고 있는가?
- 작업구역에 **폭발위험 분위기**의 조성 여부*가 확인되었는가?

  * 인화하한계 값의 25% 이상
- 전기기계·기구 및 설비의 **스위치·콘센트 등**이 폭발위험장소 외부에 설치되어 있거나, 그렇지 않은 경우 방폭구조인가?
- 폭발위험 분위기 조성 확인 시 **대처요령**에 대해 교육하였는가?
  - (예) ① 즉시 안전한 장소로 대피
    ② 점화원이 될 우려가 있는 기계·기구 등의 사용 중지
    ③ 통풍·환기의 실시

보수작업 중 추가 유의사항

(1) 통전 중에 점검작업을 행할 경우는 전기기기의 본체, 단자함, 점검창 등을 열어서는 안된다. 단, 본질안전방폭구조의 전기설비에 대해서는 위 사항을 제외한다.

(2) 위험장소에서 보수를 행할 경우는 공구 등에 의해 충격불꽃을 발생시키지 않도록 하고, 전기계측기는 방폭구조의 것이어야 한다.

(3) 정비 또는 수리작업은 전기설비를 비위험장소로 옮겨서 실시하는 것이 바람직하지만, 부득이하게 위험장소에서 실시할 경우 폭발성가스 존재유무를 확인하고 안전이 확보된 후 작업을 실시하여야 한다.

(4) 정비 및 수리를 행할 경우는 전기기기의 방폭성능에 영향을 줄 수 있는 분해조립작업이 동반되므로 보수 대상으로 하는 부분뿐만 아니라, 다른 부분에 대해서도 방폭성능이 손실되지 않도록 주의하여야 한다.

방폭 관련 용어의 이해

- **가연물**이란 산소와 반응 시 발열에 의해 연소가 계속되는 물질을 말한다.
- **산소**란 가연물의 연소 시에 필요로 하는 것으로 공기 중의 산소 이외에도 산화제와 같이 다른 물질에 산소를 공급하는 물질을 포함한다.
- **점화원**(착화원)이란 물질이 연소하는 데 필요한 에너지원을 말하며, 화염은 물론이고 전기 불꽃, 마찰열 및 충격 등에 의한 불꽃과 발열, 자연 발화의 원인이 되는 산화열 등을 포함한다.
- **인화점**(Flash Point)이란 공기 중의 인화성 액체의 표면에 점화원을 근접시켜 착화시키는 데 필요한 농도의 증기를 발생하는 최저 온도를 말한다.
- **발화점**(Ignition Point)이란 물질을 공기 중에서 가열할 경우 화염이나 점화원이 없이도 발화될 수 있는 최저온도를 말한다.
- **폭발한계**(Explosive limits)란 인화성 액체의 증기 또는 가연성 가스가 폭발을 일으킬 수 있는 산소와의 혼합비(용량 %)를 말하며, 이를 폭발 범위 또는 연소 범위라고도 한다.
- **가스 폭발 위험장소**(Hazardous area)란 가스 폭발 분위기가 조성되거나 조성될 우려가 있는 장소를 말하며, 0종 장소, 1종 장소 및 2종 장소 등으로 구분한다(이를 줄여서 '폭발 위험장소'라 한다).
  - 0종 장소(Zone 0): 폭발성 가스 분위기가 지속적으로 또는 장기간 빈번하게 존재하는 장소
  - 1종 장소(Zone 1): 폭발성 가스 분위기가 정상 작동 중(in normal operation) 가끔 발생할 가능성이 있는 장소
  - 2종 장소(Zone 2): 폭발성 가스 분위기가 정상 작동 중 발생할 가능성은 없지만, 발생하더라도 단기간만 존재하는 장소
- **폭발 분위기**(Explosive atmosphere)란 대기 상태에 가스, 증기 또는 분진 상태의 가연성 물질이 혼합되어, 점화 후 스스로 화염 전파의 지속이 가능한 상태를 말한다.
- **최고표면온도**(Maximum surface temperature)란 최악의 작동 조건 내에서 사용되는 경우에 주위의 폭발 분위기를 점화시킬 수 있는 방폭 전기기기의 표면이 도달하는 최고표면온도를 말한다.
- **방폭구조**(Type of protection)란 전기기기가 주위의 폭발 분위기를 점화시키지 않도록 별도의 조치를 취한 기기를 말한다.
- **환기**(Ventilation)란 바람, 공기의 온도 차에 의한 영향 또는 인위적인 수단(팬, 배출기 등)을 이용하여 신선한 공기로 대체시키는 것을 말한다.
- **가연성 분진**(Combustible dust)이란 대기압 및 정상 온도에서 공기와 폭발성 혼합물을 형성하고 공기 중에서 연소되거나 열과 빛을 낼 수 있는 분진, 섬유, 먼지 등을 말한다.
- **분진 폭발 위험장소**(Hazardous Area(dust))란 기기의 구조상 또는 사용상에서 분진과 공기의 혼합물의 점화를 방지하기 위한 조치를 취하여야 하는 가연성 분진 운(雲)이 존재하는 장소를 말한다.

방폭 전기배선의 점검항목

항목			방법	점검내용	비고
내압방폭금속관배선 또는 안전증방폭금속관배선	절연전선의 절연저항		계측	소정치 이상인 것	원인연구
	전선관	전선관의 외관	육안 촉감	손상, 부식이 없을 것 도장이 벗겨있지 않을 것	전선관의 교체, 방식처리, 도장
		나사의 종합상태	육안	절손, 부식, 풀림이 없을 것	전선관의 교체
		씰링피팅의 외관	육안	손상이 없을 것	교체
		드레인피팅	육안	정상일 것	교체 또는 고침
		Flexible 피팅의 외관	육안	손상, 부식이 없을 것 도장이 벗겨있지 않을 것	교체, 방식처리 도장
		지지금구의 외관	육안 촉감	손상, 부식, 풀림이 없을 것	교체, 조임
	케이블	케이블의 외관	육안 촉감	손상, 부식이 없을 것 도장이 벗겨져 있지 않을 것	교체
		절연저항	계측	소정치 이상일 것	원인구명
케이블 배선	보호관의 외관		육안 촉감	손상, 부식이 없을 것 도장이 벗겨져 있지 않을 것	교체, 방식처리 도장
	덕트류	덕트, 트레이의 외관 및 상태	육안 촉감	손상, 부식, 풀림이 없을 것 도장이 벗겨져 있지 않을 것 덕트가 벗겨지거나 탈락되지 않을 것 수, 유, 용제의 침입이 없을 것	보수 도장 침입물의 배제
		지지금구의 외관	육안 촉감	손상, 부식, 풀림이 없을 것 도장이 벗겨져 있지 않을 것	교체 도장
		Seal의 상태	육안	충진물에 틈새가 없을 것	충진처리
접지선		접지선의 외관	육안 촉감	손상, 부식이 없는 것 접속부의 풀림이 없을 것	교체 조임
		접지저항	계측	규정치 이하일 것	-
접지단자			육안 촉감	풀림 또는 손상이 없을 것	조임
접속함 등		접속함의 외관	육안 촉감	손상, 부식, 풀림이 없을 것 물의 침입이 없을 것 도장이 벗겨져 있지 않을 것	보수, 교체 도장
		접속단자부의 상태	육안 촉감	풀림이 없을 것 테이핑 정상일 것	조임, 테이핑의 미비한 곳을 고침
		인입부의 상태	육안	정상일 것	미비한 곳을 고침

관련조항

- 「산업안전보건법」 제16조(관리감독자)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제230조(폭발위험이 있는 장소의 설정 및 관리)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제231조(인화성 액체 등을 수시로 취급하는 장소)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제232조(폭발 또는 화재 등의 예방)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제239조(위험물 등이 있는 장소에서 화기 등의 사용 금지)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제242조(화기사용 금지)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제311조(폭발위험장소에서 사용하는 전기 기계·기구의 선정 등)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제279조(대피 등)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제639조(사고 시의 대피 등)

3 운영 단계의 위험과 안전관리

설치 작업 계획 → 설치작업 → 관리·운영

전기기계·기구 및 설비의 설치에서 끝나는 것이 아니라, 고장 시 수리 또는 사용자의 안전을 위한 모니터링 등 사후적인 관리·운영이 이루어져야 한다. 특히, 분전함에 빗물 등이 유입되거나 내부에 쌓인 이물질 등에 의한 누전 위험, 담당자 외 근로자가 임의로 개방하여 발생하는 감전 위험, 현장에서 사용 중인 분전함 넘어짐에 의한 누전 위험, 절연 및 접지 상태 불량으로 인한 분전함 누전 위험 등이 있다.

핵심 위험요인

- 빗물의 스며듬 또는 내부 이물질에 의한 누전 위험요인
- 임의개방 및 수리 시도 등에 의한 감전 위험요인
- 절연 및 접지상태 불량으로 인한 누전 위험요인
- 활선 접촉불량으로 인한 화재 등 위험요인

이동식 분전함 운영 관련 핵심 점검 사항

- 분전함에 비나 눈 등이 들어갈 가능성은 없는가?
- 외부의 충격에 넘어지지 않도록 잘 고정되어 있는가?
- 담당자 외 다른 근로자가 임의로 분전함을 개방하지 않도록 시건조치가 이루어져 있는가?
- 분전함 내부 충전부에는 절연덮개가 설치되어 있는가?
- 외함에는 접지가 되어 있으며 접지선 연결 상태는 적정한가?
- 전원을 인출하려는 근로자가 분전함을 열지 않아도 되도록 배전반 외부에 접속기구가 설치되어 있는가?
- 외부에 설치된 접속기구 전원 측에는 누전차단기가 설치되어 있는가?
- 분전함 내부 차단기에는 부하명(사용 용도)이 표기되어 있는가?
- 분전함에 설치된 차단기를 포함한 접지, 절연 상태에 대한 주기적인 점검을 실시하는가?
- 분전함에 “전기 위험” 표시가 되어 있고 담당자 이름과 연락처가 명시되어 있는가?

이동식 조명 운영 관련 핵심 점검 사항

- 전구의 노출된 금속 부분에 근로자가 접촉될 위험이 있는가?
- 보호망 또는 전구의 손상이 없는가?
- 배선의 피복 상태는 양호한가?
- 접지가 되어 있으며 접지선 연결 상태는 적정한가?
- 전원 측에는 누전차단기가 설치되어 있는가?
- 접지, 절연 상태에 대한 주기적인 점검을 실시하는가?

관련조항

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제301조(전기 기계·기구 등의 충전부 방호)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제302조(전기 기계·기구의 접지)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제303조(전기 기계·기구의 적정설치 등)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제304조(누전차단기에 의한 감전방지)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제305조(과전류 차단장치)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제310조(전기 기계·기구의 조작 시 등의 안전조치)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제318조(전기작업자의 제한)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제319조(정전전로에서의 전기작업)

PART Ⅲ

전기기계·기구 및 설비 설치공 유해·위험성평가

1. 유해·위험성평가 개요
2. 작업 계획 단계의 유해·위험요인
3. 설치 단계의 유해·위험요인
4. 운영 단계의 유해·위험요인

1 유해·위험성평가 개요

유해·위험성평가 개념

현장작업자가 일을 하는데 필요한 기계·설비를 사용하거나 일정한 작업환경에서 작업을 할 경우, 기계·설비의 결함, 불량한 작업환경 등 불안전한 상태와 작업자의 실수 등 불안전한 행동이 재해의 발생원이 되어 재해로 발전할 가능성이 발생한다.

이 재해발생의 잠재적 근원을 찾아내고, 이것이 어느 정도 위험성이 있는가를 확인하며, 재해가 초래될 경우의 그 재해의 위험성을 결정하여, 기계·설비나 작업절차 등을 어떻게 바꾸면 위험성이 작아질 것인가를 판단한 후, 개선의 우선 순위에 따라 개선조치를 실시해 나가는 것이 「위험성평가」이다.

위험성평가는 사업주가 스스로 유해·위험요인을 파악하고 해당 유해·위험요인의 위험성 수준을 결정하여, 위험성을 낮추기 위한 적절한 조치를 마련하고 실행 과정을 말한다.

사업주 및 관리감독자의 책임과 역할

사업주는 위험성평가의 실시에 관해 가장 중요한 역할을 하고 있다. 사업주는 위험성평가가 안전보관관리의 기본이며 회사 경영의 중요한 요소임을 인식하여야 한다. 또한, 사업주는 위험성평가 의지를 명확하게 천명하고 사업장 관계자를 이해시켜야 한다. 사업주가 위험성평가를 실시할 때에는 계획(Plan) - 실시(Do) - 확인(Check) - 검토(Action)의 단계에 따라 성과창출이 이루어져야 한다.

관리감독자는 위험성평가의 실시와 관련해서 사업주를 보좌하여 위험성평가를 위한 업무에 기인하는 유해·위험요인의 파악 및 그 결과에 따른 개선조치를 시행하여야 한다. 관리감독자는 근로자를 비롯한 위험성평가 관계자에 대한 교육훈련을 실시하고 위험성평가의 실시를 관리하고 평가하는 임무를 수행하여야 한다.

실시 시기

위험성평가는 실시 시기에 따라 최초, 수시, 정기, 상시평가로 구분되고, 두 가지 진행 방법이 있습니다. 하나는 "최초평가~수시평가~정기평가"의 진행 방법이고, 다른 하나는 "최초평가~상시평가"의 진행 방법이다. 사업장에서는 공정이나 기계·물질의 변동에 따른 유해·위험요인의 변동이 자주 일어나는지 아닌지에 따라 두 가지 흐름 중 하나를 선택할 수 있다.

※ 위험성평가는 반드시 작업을 개시하기 전에 실시하여야 한다. 정상작업뿐만 아니라 비정상작업(非定常作業)의 경우(계획적 비정상작업, 예측 가능한 긴급작업)에도 위험성평가를 실시할 필요가 있다. 그리고 위험성평가의 실시 시기는 그 일정에 따른 실시와 병행하여 정기적(1회/1년)으로 실시하는 것이 요구된다. 나아가 법령에서 특별히 실시가 요구되고 있는 시기에는 이에 맞추어 실시하여야 한다.

① 최초평가

처음 실시하는 위험성평가는 사업장이 성립된 날(사업 개시일·실착공일)로부터 1개월 이내에 착수하여야 한다. 1개월 미만의 기간이 걸리는 작업이나 공사를 실시하는 경우에는 작업 개시 이후 지체 없이 최초평가를 시행한다.

- 최초평가를 할 때는 사업장의 전체 공정·작업별로 유해·위험요인을 빠짐없이 찾아내어 위험성평가를 실시하는 것이 중요하다.

② 수시평가

사업장에서 추가적인 유해·위험요인이 생기거나, 기존 유해·위험요인의 위험성이 높아진 경우에는 해당 유해·위험요인에 대한 수시 위험성평가를 실시한다.

수시평가를 하여야 하는 경우

- 사업장 건설물의 설치·이전·변경 또는 해체
- 기계·기구, 설비, 원재료 등의 신규 도입 또는 변경
- 건설물, 기계·기구, 설비 등의 정비 또는 보수
- 작업방법 또는 작업절차의 신규 도입 또는 변경
- 중대산업사고 또는 산업재해(휴업 이상의 요양을 요하는 경우) 발생
- 그 밖에 사업주가 필요하다고 판단한 경우

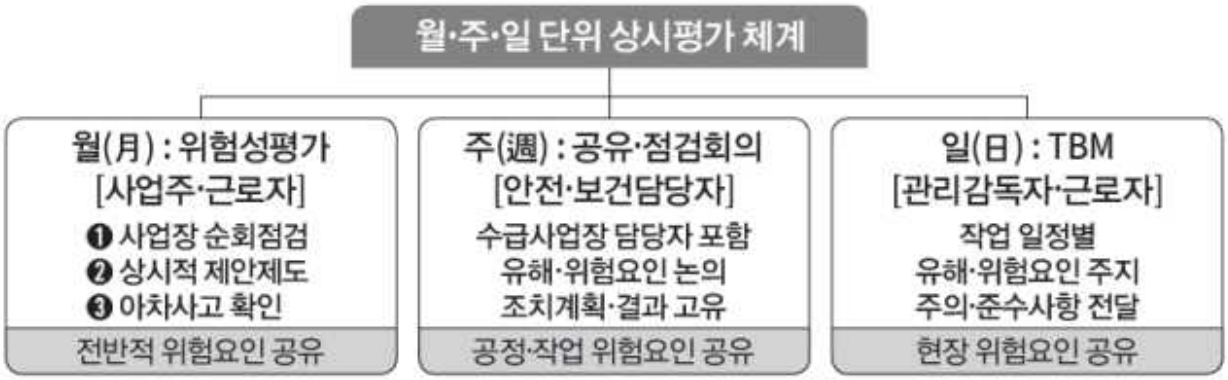
③ 정기평가

최초평가와 수시평가를 실시하고 있다면, 그동안 실시한 최초평가와 수시평가 결과의 적정성을 1년마다 정기적으로 재검토해야 하며, 정기평가는 최초평가를 실시한 날로부터 가산하여 1년이 되는 날 이전에 실시하여야 한다.

※ 재검토 작업은 위험성평가 결과에 빠진 유해·위험요인이 없는지 점검하고, 최초평가와 수시평가 때 결정된 유해·위험요인의 위험성 수준이 제대로 결정되어 있는지 확인하는 것이다.

④ 상시평가(수시평가, 정기평가를 실시한 것으로 간주)

상시평가는 유해·위험요인이 자주 변동하여 일일이 수시평가를 실시하기 어려운 경우가 있어 도입한 제도로서, 상시평가를 실시하는 경우에도 최초평가는 수시·정기평가를 실시하는 경우와 똑같이 실시하여야 한다.



실시방법

현장작업자(근로자)의 역할

▶ 위험성평가에 전 과정 참여

1. 유해위험요인의 위험성 수준을 판단하는 기준을 마련하고, 유해위험요인별로 허용 가능한 수준을 정하거나 변경하는 경우
2. 해당 사업장의 유해위험요인을 파악하는 경우
3. 유해위험요인의 위험성이 허용 가능한 수준인지 여부를 결정하는 경우
4. 위험성 감소대책을 수립하여 실행하는 경우
5. 위험성 감소대책 실행 여부를 확인하는 경우

- 안전보건관리책임자 등 해당 사업장에서 사업의 실시를 총괄·관리하는 사람에게 위험성평가의 실시를 총괄 관리하게 한다.
- 사업장의 안전관리자, 보건관리자 등이 위험성평가의 실시에 관하여 안전보건관리책임자를 보좌하고 지도·조언하게 한다.

  ※ 안전·보건관리자의 선임의무가 없는 경우에는 이에 따른 업무를 수행할 사람을 지정하는 등 그 밖에 위험성평가를 위한 체제를 구축한다.
- 관리감독자가 유해·위험요인을 파악하고 그 결과에 따라 개선조치를 시행하게 한다.
- 유해·위험요인을 파악하거나 감소대책을 수립하는 경우 특별한 사정이 없는 한 해당 작업에 종사하고 있는 근로자를 참여하게 한다.
- 기계·기구, 설비 등과 관련된 위험성평가에는 해당 기계·기구, 설비 등에 전문지식을 갖춘 사람을 참여하게 한다.
- 중소규모의 사업장에서는 인력의 사정을 감안하여 1인 2역의 업무분담을 할 수 있다.
- 일반적으로 사업주 또는 공장장은 위험성평가의 총괄관리자가 되고, 부서장은 위험성평가의 실시상황에 대한 책임자이고, 현장감독자(직장, 조장, 반장 등)는 위험성평가의 실행담당자가 되며, 안전·보건관리자(외부 전문가·기관)는 위험성평가의 실시를 지원하는 역할을 한다. 그리고 현장작업자는 위험성평가의 실시자로서 참여한다.

| 안전꼼꼼e KRAS(위험성평가 시스템) |

사업장의 위험성평가를 지원하기 위하여 공단에서는 위험성평가 시스템(안전꼼꼼e KRAS)을 구축 하였다. KRAS는 'Korea Risk Assessment System'을 지칭하는 용어로서 사업장용과 일반용으로 구분하여 접속할 수 있다.

위험성평가 시스템은 위험성평가 인정신청부터 인정서 발급까지의 모든 과정을 전산으로 처리 하며 주요 구성내용은 위험성평가 가상 체험 프로그램 대분류 업종 10종, 위험성평가 사례집 71종과 소업종별 표준모델 285종으로 구성되어 있다.

또한, 위험성평가 시스템은 화학물질 위험성평가 기법(CHARM)이 탑재되어 있다.

2 작업계획 단계의 유해·위험요인(예시)

유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ 작업계획서 미작성으로 인한 위험요인	✓ 작업계획서 작성	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조
✓ 작업 장소에 대한 사전검토 미흡으로 인한 위험요인	✓ 작업 장소에 대한 사전 검토 후 특성별 위험성에 따라 조치 실시	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조
✓ 전로차단에 관한 작업계획 미흡으로 인한 위험요인	✓ 전로차단에 대한 작업계획 수립	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조·제319조
✓ 접지방법에 관한 작업계획 미흡으로 인한 위험요인	✓ 접지방법에 대한 작업계획 수립	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조·제302조·제319조
✓ 전기도면(전기단선도) 등 필요한 자료 확보 미흡으로 인한 위험요인	✓ 전기도면 등 작업에 관련된 필요한 자료 충분히 확보	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조·제319조

유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ 전기작업 장소에 대해 관계근로자가 아닌 사람의 출입 금지 방법 계획 미흡으로 인한 위험요인	✓ 작업 장소에 대해 관계근로자외 출입금지 조치	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조·제319조
✓ 특별안전보건교육 미실시로 인한 위험요인	✓ 특별안전보건교육 실시(전기작업 뿐만 아니라 해당작업 모두 교육)	「산업안전보건법」 제29조
✓ 작업 투입인원 유자격자 여부 미확인으로 인한 위험요인	✓ 작업 투입인원 유자격자 여부 확인	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제318조
✓ 절연용 보호구 미확보로 인한 감전 또는 화상 발생 가능성	✓ 절연용 보호구 확보여부 확인	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제32조·제310조·제321조·제323조
✓ 사용장비의 신뢰도(검교정 및 점검 여부) 미확보로 인한 위험요인	✓ 사용장비의 신뢰도(검교정 및 점검) 확보	「산업안전보건법」 제16조

3 설치 단계의 유해·위험요인(예시)

유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ 작성된 작업계획서에 따라 작업이 진행되지 않는 위험요인	✓ 작성된 작업계획서에 따라 작업 실시	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조
✓ 작업환경과 방법에 따른 비전기재해 예방조치의 미실시로 인한 위험요인	✓ 작업환경과 방법에 따라 비전기재해 예방조치 실시	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조
✓ 전로차단 및 잠금장치·꼬리표 부착·충전여부 확인 미실시로 인한 감전 위험요인	✓ (1차측) 전로차단 및 잠금장치·꼬리표를 부착하고 검전기를 통해 충전여부 확인 실시	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조·제319조
✓ 무자격자의 작업 수행으로 인한 위험요인	✓ 유자격자에게 작업을 수행토록 함	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제318조
✓ 전기기계·기구 및 설비의 충전부 노출로 인한 감전사고 위험요인	✓ 전기기계·기구 및 설비의 충전부 노출 여부 점검 후 절연 등 방호조치 실시	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제301조

유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ 전기기계·기구 및 설비의 금속재 외함에 접지 미실시로 인한 감전사고 위험요인	✓ 전기기계·기구 및 설비의 금속제 외함에 접지 여부 점검 실시	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제302조
✓ 휴대형 또는 이동형 전동기계의 전원에 누전차단기 미설치로 인한 감전사고 위험요인	✓ 휴대형 또는 이동형 전동기계의 전원에 누전차단기 설치여부 점검 실시	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제304조
✓ 전기기기 외함에 접지된 접지선이 접지극과 직접 연결되어 있지 않음으로 인한 감전사고 위험요인	✓ 전기기기 외함에 접지된 접지선이 접지극과 직접 연결	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제302조
✓ 절연저항 측정 미실시로 인한 위험요인	✓ 절연저항을 측정하여 절연기능 확보	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제301조
✓ 습윤한 장소에서의 이동전선 등이 충분한 절연효과가 없음으로 인한 감전 사고 위험요인	✓ 습윤한 장소에서 사용하는 이동전선 등 절연성능 측정	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제313조

유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ 절연용 보호구·방호구 미사용으로 인한 감전 사고 위험요인	✓ 절연용 보호구·방호구 사용	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제32조·제310조·제321조·제323조
✓ 피부가 드러나는 반팔 또는 방염성능이 없는 옷을 착용하고 작업하여 감전 또는 화상사고 위험요인	✓ 피부가 드러나는 반팔을 착용하지 않고, 가급적 방염 또는 난연성능이 있는 긴팔을 착용	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제310조
✓ 수공구의 부적절한 사용으로 인한 타박상, 수부질환, 감전 등 위험요인	✓ 수공구 사용 시 유의사항을 숙지하고 반복되거나 잘못된 자세로 수공구 사용을 지양	-
✓ 단자 조임 및 단말 불량으로 인한 회로소손, 화재 및 합선으로 감전·화상 위험요인	✓ 단자를 완전히 조이고 단말처리를 확실하게 함	-
✓ 결선 작업 전 정전상태 미확인으로 인한 감전 사고 위험요인	✓ 결선작업 전 정전상태를 확실하게 확인	-

유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ 분전함 1차 또는 2차 전원의 오결선으로 인한 감전사고 위험요인	✓ 작업 전 분전함 1차, 2차 전원 결선 확인 후 작업	-
✓ 선후행 분전함의 전압이 맞지 않아 화재 사고 위험요인	✓ 선행과 후행 분전함의 전압이 같은지 확인	-
✓ 케이블 결선 작업 중 타 작업자가 전원을 공급하여 감전 위험	✓ 전원 차단 장소에 잠금장치나 꼬리표 부착 또는 감시자(수신호, 무전기 사용) 배치	-
✓ 선상 결선 작업 시 놓친 공구가 떨어져 하부 작업자 맞음사고 위험요인	✓ 수공구에 낙하방지끈 사용	-
✓ 노후된 케이블 또는 마모된 볼트 사용으로 인한 화재 또는 감전사고 위험요인	✓ 케이블 및 볼트 상태 사전 점검	-

유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ (고소작업 시) 안전난간 미설치로 인한 떨어짐 사고 위험요인	✓ 추락위험구간 안전난간 설치	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제43조
✓ (고소작업 시) 안전난간 설치기준 미준수(설치상태 불량)로 인한 떨어짐 사고 위험요인	✓ 안전난간 설치기준을 준수하여 설치	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제13조
✓ (고소작업 시) 개구부 방치로 인한 떨어짐 사고 위험요인	✓ 개구부 덮개 설치 등 관련 법령 준수	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제43조
✓ (고소작업 시) 개구부 덮개 설치기준 미준수(미고정 등 설치상태 불량)으로 인한 떨어짐 사고 위험요인	✓ 개구부 덮개 설치기준 준수	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제43조
✓ (고소작업 시) 안전대 미착용으로 인한 떨어짐 사고 위험요인	✓ 안전대 착용 및 안전고리를 견고한 구조에 걸고 작업	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제32조·제44조

유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ (고소작업대 사용 시) 고소작업대의 수평유지장치 등 작동오류로 인한 떨어짐 사고 위험요인	✓ 안전검사 또는 (안전검사 비대상 시) 고소작업대 제조사 매뉴얼에 따른 자체검사 합격 후 사용	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제36조
✓ (고소작업대 사용 시) 고소작업대 진입 가능성 및 주변 구조물 간섭 여부 미확인으로 인한 사고 위험요인	✓ 고소작업대 진입 가능성(공간확보) 확인 및 주변 구조물 간섭여부를 확인	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조
✓ (고소작업대 사용 시) 자동으로 닫히는 구조의 출입문을 묶어 사용하는 등 미작동으로 인한 떨어짐 사고 위험요인	✓ 자동으로 닫히는 구조의 출입문을 묶는 등 비활성화 하지 않을 것	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제36조
✓ (고소작업대 사용 시) 적정 수준의 조도를 확보하지 않아 인근 구조물과의 충돌·간섭 등에 의한 사고 위험요인	✓ 조명을 켜는 등 적정 수준의 조도를 확보하여 인근 구조물과의 충돌·간섭 위험 감소	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제186조
✓ (고소작업대 사용 시) 과상승방지장치 또는 가드 미설치로 인한 끼임 사고 위험요인	✓ 과상승방지장치 또는 가드 설치	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제186조

유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ (고소작업대 사용 시) 비상정지장치 미작동으로 인한 위험요인	✓ 비상정지장치 작동여부 점검 후 작업	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제36조
✓ (중량물 취급 작업 시) 중량물 취급 작업 계획서 미작성으로 인한 위험요인	✓ 중량물 취급 작업계획서 작성	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조
✓ (차량계하역운반기계등 사용 시) 차량계하역운반기계등을 사용하는 작업에 대한 작업계획서 미작성으로 인한 위험요인	✓ 차량계하역운반기계등을 사용하는 작업에 대한 작업계획서 작성	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조
✓ (크레인 사용 시) 훅 해지장치 미작동으로 인한 중량물 (이탈) 위험요인	✓ 훅 해지장치 이상여부 확인 후 작업	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제137조·제149조
✓ (크레인 사용 시) 달기구 체결이 견고하지 않음으로 인한 중량물 (이탈) 사고 위험요인	✓ 달기구 체결이 견고한지 확인 후(달기구 이상유무, 체결의 이상 유무 점검) 후 인양	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제163조

유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ (크레인 사용 시) 운전자-중량물 체결하는 작업자 간 소통수단 미비로 인한 중량물 사고 위험요인	✓ 무전기, 수신호 등 작업자간 적절한 신호·소통방법 있는지 여부 확인	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제40조·제89조·제146조
✓ (지게차 사용 시) 중량물의 불균형으로 인한 전도 위험요인	✓ 포크 위의 중량물이 균형을 이루고 있는지 확인 후 운반	-
✓ (지게차 사용 시) 중량물 미고박으로 인한 이탈 위험요인	✓ 포크 위의 중량물이 불안정할 경우 고박하여 안정성 확보	-
✓ (폭발위험장소) 환기가 충분히 이루어지지 않음에 의한 화재·폭발사고 위험요인	✓ 환기장치를 통해 환기 실시	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제231조·제232조·제241조
✓ (폭발위험장소) 전기기계·기구의 비방폭 스위치·콘센트 등에서 발생한 전기 스파크로 인한 화재·폭발 위험요인	✓ 비방폭 구조인 경우 밀폐 공간 외부에 설치하거나, 내부에 설치할 경우 방폭구조를 사용할 것	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제231조

유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ (폭발위험장소) 폭발위험장소에서 전기기계·기구 및 설비의 누설전류로 인한 화재·폭발 사고 위험요인	✓ 설비 및 전선의 접지, 절연상태를 주기적으로 점검하여 교체, 보수 관리 실시	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제304조
✓ (폭발위험장소) 인화성 액체로 세척 또는 도장용 스프레이건과 가열성 전기기계·기구 동시 사용으로 인한 화재·폭발 사고 위험요인	✓ 인화성 액체로 세척 또는 도장용 스프레이건과 가열성 전기기계·기구를 동시에 사용하지 않을 것	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제231조
✓ (폭발위험장소) 작업구역에 폭발위험 분위기 조성 여부 확인 미실시로 인한 화재·폭발사고 위험요인	✓ 작업구역에 가스농도를 측정하여 폭발위험 분위기 조성 여부를 확인 후 작업 실시	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제231조
✓ (폭발위험장소) 폭발 위험 임박 시 대처방법 미숙으로 인한 위험요인	✓ 폭발 위험 임박 시(폭발 위험분위기 조성 등 인지한 경우) 즉시 작업을 중단하고 근로자를 안전한 장소로 대피	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제279조·제639조
✓ (밀폐공간) 산소 및 유해가스 농도 미측정으로 인한 질식 위험요인	✓ 산소 및 유해가스 농도를 측정한 후 진입	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제619조의2

유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ (밀폐공간) 입장 및 퇴장 시 인원 미점검으로 인한 위험요인	✓ 출입 시 인원 점검 실시	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제621조
✓ (밀폐공간) 경고표지 미부착으로 인한 위험요인	✓ 밀폐공간 경고표지 부착	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제622조
✓ (밀폐공간) 관계근로자외 출입금지 미실시로 인한 위험요인	✓ 관계근로자외 출입금지조치	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제622조
✓ (밀폐공간) 밀폐공간 감시인 미배치로 인해 질식 사고 발생 시 비상대응 지연 위험요인	✓ 밀폐공간 감시인 배치	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제623조
✓ (밀폐공간) 특별안전보건교육 미실시로 인한 위험요인	✓ 특별안전보건교육 실시	「산업안전보건법」 제29조

유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ (협소한 공간) 안전한 통로 미확보로 인한 넘어짐·찔림 등 사고 위험요인	✓ (가능한 범위 내) 안전한 통로 확보	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제21조·제22조
✓ (협소한 공간) 적정 조도 확보를 위한 휴대용 조명기구 미지급으로 인한 사고 위험요인	✓ 휴대용 조명기구 지급 등 적정 조도 확보	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제21조
✓ (협소한 공간) 통로 바닥의 물기, 기름, 자재 등 방치로 인한 넘어짐 사고 위험요인	✓ 통로 바닥의 물기, 기름, 자재 제거하여 통로 위험성 제거	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제22조
✓ (협소한 공간) 안전모, 보안경 등 보호구 미착용으로 인한 위험요인	✓ 안전모, 보안경 등 보호구 착용	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제32조

4 운영 단계의 유해·위험요인(예시)

유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ (분전함) 비, 눈 등 유입으로 인한 감전 등 위험요인	✓ 실외에 설치된 분전함은 비, 눈 등이 유입되지 않도록 지붕 등을 설치하거나 틈새 막음조치	-
✓ (분전함) 고정조치 미흡으로 충격에 전도되어 케이블 이탈로 인한 감전 위험요인	✓ 분전함을 견고히 고정하고 작은 충격에 쓰러지지 않도록 할 것	-
✓ (분전함) 시건조치 미흡으로 인한 임의 개방 및 감전 사고 위험요인	✓ 시건조치하여 분전함 임의 개방 방지	-
✓ (분전함) 충전부 절연덮개 미설치로 인한 감전 사고 위험요인	✓ 미절연된 충전부 존재여부 점검 및 절연덮개 설치	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제301조
✓ (분전함) 외함 접지 미실시로 인한 감전 사고 위험요인	✓ 외함 접지 여부 점검	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제302조

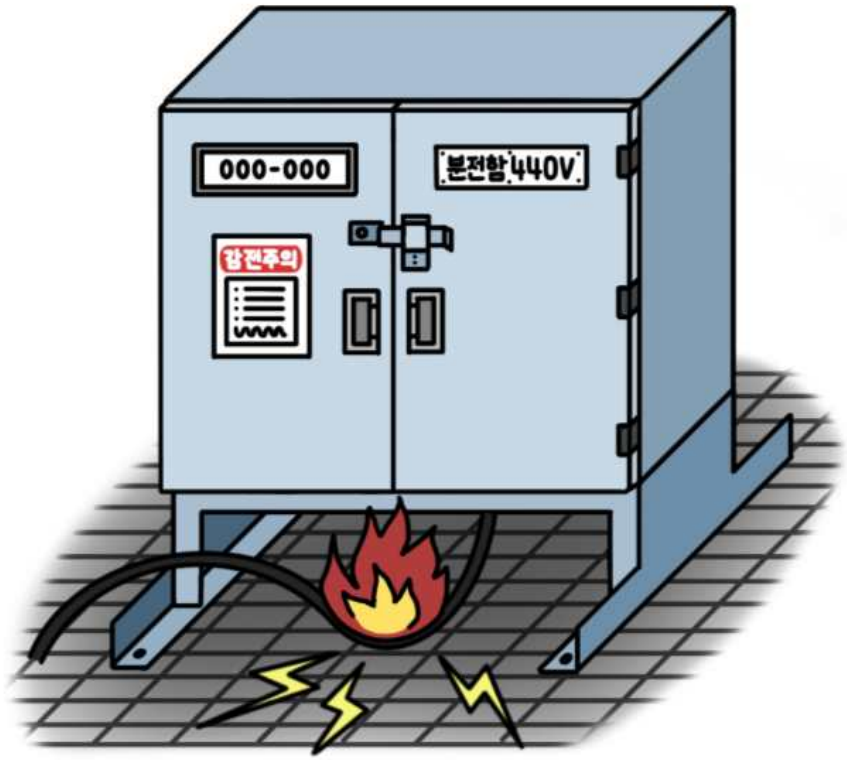
유해·위험요인	개선대책	관련근거
✓ (분전함) 외부에 설치된 콘센트, 이동형 전기기계·기구 접속기구 전원 측 누전차단기 미설치로 인한 감전 사고 위험요인	✓ 전원측 적정 누전차단기 설치	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제304조
✓ (분전함) 내부 차단기에 부하명(사용용도) 명확히 표기하지 않아, 차단 대상 부하의 착오로 인해 1차 전원 미차단으로 인한 감전 사고 위험요인	✓ (분전함) 내부 차단기에 부하명(사용용도)을 명확히 표기	-
✓ (분전함) 차단기, 접지, 절연상태 등에 대한 주기적인 점검 미실시로 인한 감전 사고 위험요인	✓ 차단기, 접지, 절연상태 등 주기적인 점검 실시	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제302조·제313조
✓ (분전함) 경고표지 미부착으로 인한 감전 사고 위험요인	✓ 감전 위험 경고표지 부착	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제301조

PART Ⅳ

전기기계·기구 및 설비 설치공 재해사례

440V 분전함 하부에서 스틸 그레이팅과 케이블 쇼트

옥외 분전함(440V)으로 인입되는 메인 케이블 노후로 인한 단락으로 화재 발생



관련 위험요인	예방대책
✓ 케이블 노후화로 인한 절연성능 저하 또는 전선 노출의 위험요인	✓ 주기적인 점검 및 관리책임자 지정 ✓ 필요시(예: 중장비의 동선이 케이블을 지나는 경우 등) 케이블 손상 방지조치
✓ 주변에 인화성 물질이 있는 경우, 화재 확산 위험요인	✓ 분전함 등 전기 기계·기구 및 설비의 주변에는 인화성 물질을 보관하지 말 것
✓ 누전에 의해 스틸 그레이팅을 밟은 작업자의 감전 사고 위험요인	✓ 분전함은 누전이 발생하더라도 직접 접촉되는 구조물 또는 물의 고임 등에 의해 감전의 우려가 적은 장소(예: 평평한 콘크리트 바닥 등)에 설치할 것 ✓ 누전차단기를 설치할 것

440V 분전함 작업 중 쇼트에 의해 손등 화상

조립공장 내 분전함(440V)의 케이블 교체 작업 중 전원부 착오로 인한 화상사고 발생



관련 위험요인	예방대책
✓ 전기작업 시 전원 미차단 및 테스터기 미사용으로 인한 감전·화상 위험요인	✓ 전기작업 시 전원 미차단 및 테스터기 미사용으로 인한 감전·화상 위험요인
✓ 전기작업용 보호구 미착용으로 인한 감전·화상 위험요인	✓ 전기작업 시 절연용 장갑 및 방염 소재의 작업복을 착용하여 손·팔 등의 피부가 직접 노출되지 않도록 할 것
✓ (고소작업 조건이 추가되는 경우), 감전·화상으로 순간적인 몸균형상실에 의한 떨어짐 사고 위험요인	✓ 고소작업 시에는 안전대를 착용하고 안전고리를 건 후 작업 실시

전기기계·기구 및 설비 설치공 안전관리모델을 개발함에 있어 현장실태 조사와 자료제공에 협조해주신 사업장 관계자분들께 감사 인사드립니다.

조선업 직종별 안전보건 기술력 향상을 위한

전기기계·기구 및 설비 설치공 안전관리모델

발행일 : 2024. 11.

발행인 : 공 흥 두

발행처 : 안전보건공단 부산광역본부

주 소 : 부산광역시 금정구 중앙대로 1763번길 26

전 화 : 051-520-0630

|비매품|