

한문철의 현장 속으로

안전보건교육

전기작업안전과 사고 예방

-
1. 전기의 이해와 사용
 2. 전기작업에서의 재해 예방
 3. 감전재해 사례와 재해 예방
 4. 전기작업 계획서 작성
-

Chapter 1

전기의 이해와 사용



전기란?



전기적 에너지의 줄임말

장점

모터, 히터 등 사용

단점

사고 발생

SAFETY FIRST

전압의 구분

구분	저압	고압	특고압
직류(DC)	1,500V 이하	저압 초과 7,000V 이하	7,000V 초과
교류(AC)	1,000V 이하		

SAFETY FIRST

전격재해

- ✓ 감전 사망
- ✓ 아크 화상
- ✓ 전격으로 인한 추락

SAFETY FIRST

전기화재

✓ 단락

✓ 전기 불꽃

✓ 누전

✓ 절연 불량

SAFETY FIRST



정전기재해



화재/폭발



전격으로 인한 2차 재해



전자제품 파손

SAFETY FIRST



낙뢰재해

✓ 직격뢰

✓ 유도뢰

SAFETY FIRST



전자파 장애

✓ 정밀급 기기 오동작

✓ 유해 전자파

SAFETY FIRST



폭발



인화성 물질



가연성 가스

SAFETY FIRST



전기 안전사고의 종류

감전

누전

과열

전기
과열

전기가 통하고 있는 도체에 접촉하여 발생하는 사고

전기 안전사고의 종류

감전

누전

과열

전기
과열

전기 기기의 절연이 파괴되어 전기가 정상적인 회로를 벗어나서 일어나는 사고

전기 안전사고의 종류

감전

누전

과열

전기
과열

전열기 등의 전기 제어 장치 고장으로
제어 온도 범위를 초과하여 발생하는 사고

전기 안전사고의 종류

감전

누전

과열

전기
과열

누전, 지락, 단락(합선), 단열 등의 사유로 인해 화재가 발생하는 것

감전(전격 : Electric Shock)

인체 일부 또는 전체에 전류가 흘렀을 때
인체 내에서 일어나는 생리적인 현상

근육의 수축, 호흡 곤란, 심실세동 등 발생

사망, 떨어짐, 넘어짐 등 2차 재해 유발

감전의 특징

✓ 속성상 인체 실험 불가

✓ 국제적인 기준의 불일치

✓ 실험 결과에 대한 검증 어려움

- 인간의 다양성, 키, 몸무게, 성별, 인종별 등

✓ 눈에 보이지 않고 무색 무취

✓ 재해 당시 상황 재현 불가

- 땀, 습기, 접촉 부위의 물리적인 상태 등

✓ 전기작업자보다 일반 작업자,
고압보다는 저압 취급 작업에서
많이 발생

감전의 위험성 인자

통전 전류

통전 시간

통전 경로

전원의 종류

인체의 저항,
전압의 크기

감전의 위험성 인자

통전 전류

인체에 흐르는 전류의 양에 따라 위험성이 다름

전류의 크기와 환경(습도, 수분), 통전 시간에 따라 다름

1mA

약간 느낄 정도

5mA

경련을 일으킨다.

10mA

불편해진다.
(통증)

15mA

격렬한 경련을
일으킨다.

30mA

근육 통증과 마비
증상이 나타난다.

50~100mA

심실세동으로
사망 위험

감전의 위험성 인자

통전 시간

인체에 전기가 흐른 시간에 따라 위험성이 다름

오랜 시간 감전되면 위험성 증가

감전의 위험성 인자

통전 경로

같은 전류라도 신체 통전 경로에 따라 위험성이 다름

심장을 통해 흘렀을 때 가장 위험

왼손 → 가슴일 경우가 왼손 → 한 발일 경우 보다 **1.5배 위험**

✓ 인체 중 가장 위험한 경로는?

- 왼손 → 가슴
- 오른손 → 가슴
- 왼손 → 한 발 또는 양발, 양손 → 양발
- 오른손 → 한 발 또는 양발
- 왼손 → 등, 한 손/양손 → 앉아있는 자리
- 왼손 → 오른손
- 오른손 → 등

감전의 위험성 인자

전원의 종류

직류보다 교류가 더 위험

인체의 저항,
전압의 크기

인체 저항이 낮을수록, 인가전압이 클수록 위험

- 인체 저항 보통 $5,000\Omega$
- 미국 $1,000\Omega$
- 최악의 경우 500Ω

배선의 접속

- ✓ 전선 강도를 20% 이상 감소 금지
- ✓ 접속 부분은 전선접속 기류(커넥터 등) 사용
접속, 납땜
- ✓ 접속 부분의 절연 전선 절연물과 동등 이상의
효력이 있는 것으로 충분히 피복

이동 전선

- ✓ 직경 : 1.5mm² 이상
- ✓ 종류 : 캡타이어 케이블
- ✓ 플러그 및 콘센트 : 접지형 사용
- ✓ 안전장치 : 누전 차단기/과전류 차단기가 부착된 것 사용
- ✓ 사용 전압 : 400V 이하
- ✓ 코드 및 커넥터 : 사용금지
- ✓ 전선의 굵기와 길이 : 부하의 크기에 따라 전기담당자와 협의하여 선정

멀티탭

✓ 직경 : 1.5mm² 이상

✓ 종류 : 캡타이어 케이블

✓ 전선길이 : 3m 이내

✓ 과부하 차단 기능

✓ 3구 이상 사용 금지
(전산용, 허용 용량 내 사용 시 제외)

Chapter 2

전기작업에서의 재해 예방



감전재해 예방 방법

✓ 전류가 인체 내로 **흘러 들어가지 못하도록** 하는 방법

✓ 전류가 인체 내로 흘러 들어가더라도
다시 몸 밖으로 **흘러나오지 않도록** 하는 방법

SAFETY FIRST



전기작업안전과 사고 예방

1

감전재해 예방 기본 원리

$$I = V/R(A)$$

-1 전류 전압 저항

인체에 흐르는 전류를 줄여야 함

V(전압) ↓

- 전기 기기 **접지**
- 자동전격방지기 설치

R(저항) ↑

- 전기 기기, 전선의 **절연, 충전부 방호**
- 절연용 보호구, 방호구
- 이중 절연 구조
- 비접지식 전로(절연 변압기, 혼촉방지판 부착 변압기)
- 젖은 손 조작 금지

SAFETY FIRST

전기작업안전과 사고 예방

1

감전재해 예방 기본 원리

$$I = \frac{165}{\sqrt{T}} (\text{mA})$$

T ↓

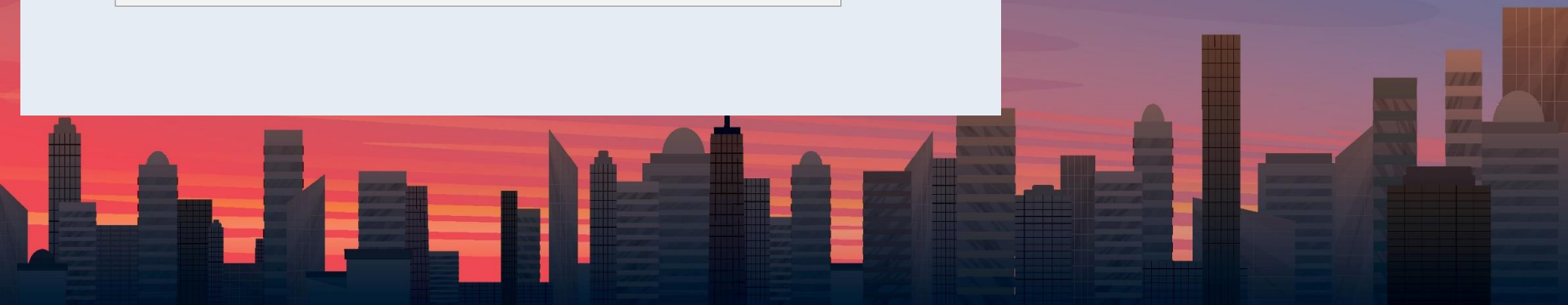
- 누전 차단기 설치

SAFETY FIRST

충전부 절연 및 방호

- ❑ 전기 기기나 배선의 **충전부 절연 상태 유지**
- ❑ 충전부는 **폐쇄형 외함** 구조, 방호망 또는 **절연 덮개** 설치
- ❑ 변전소 등 구획된 장소에 설치 시 **일반인 출입 금지**
- ❑ 커버나이프스위치, 차단기 등은 반드시 **덮개 또는 분전반 내 설치**
- ❑ 콘센트와 플러그 파손 시 즉시 **새 것으로 교체**

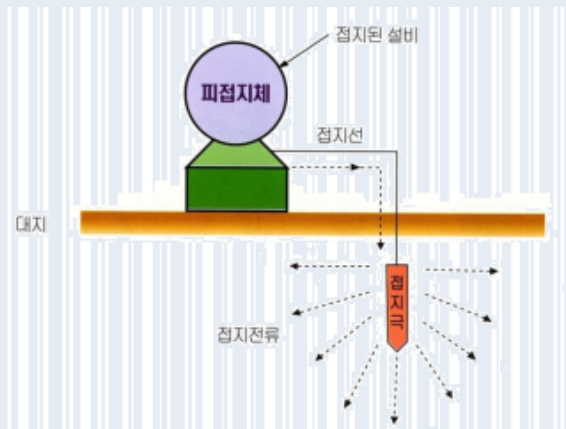
SAFETY FIRST



접지(Earthing, Grounding)란

전기 설비의 금속제 외함 등과 대지 사이의
전기적인 접속으로 대지의 전위와 같게 하는 것

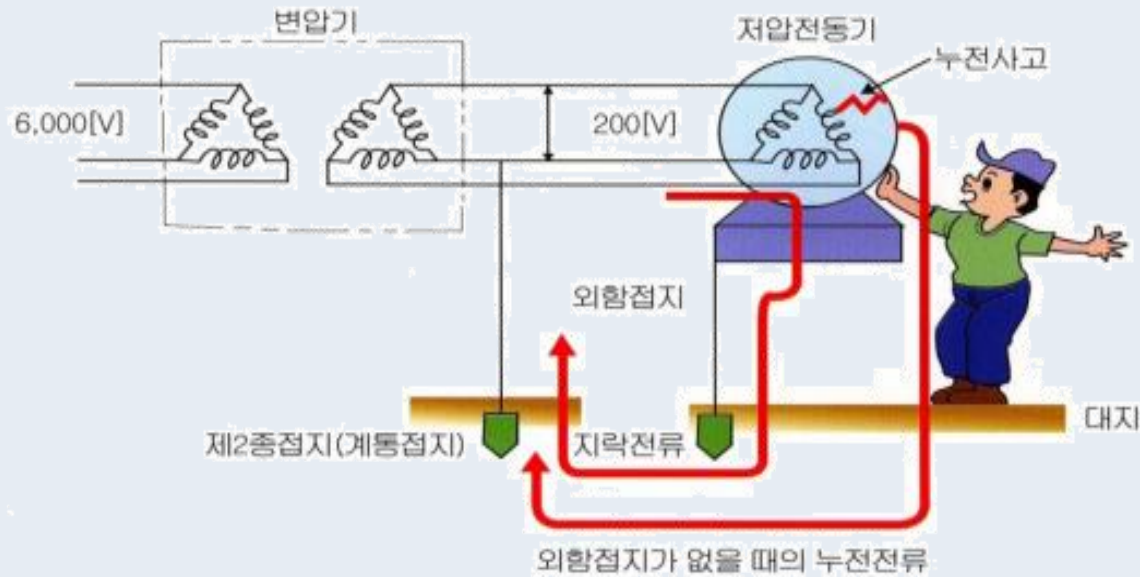
피접지체, 접지선, 접지극으로 구성



SAFETY FIRST

감전 예방에 있어서의 접지의 원리

인체 통과 전류 경감(접지쪽 누설 전류 증가)



SAFETY FIRST

접지의 종류

보호
접지

- 계통 접지
- 외함 접지
- 낙뢰 방지용
- 정전기 방지용
- 잡음 방지용(오동작)
- 등전위화

기능
접지

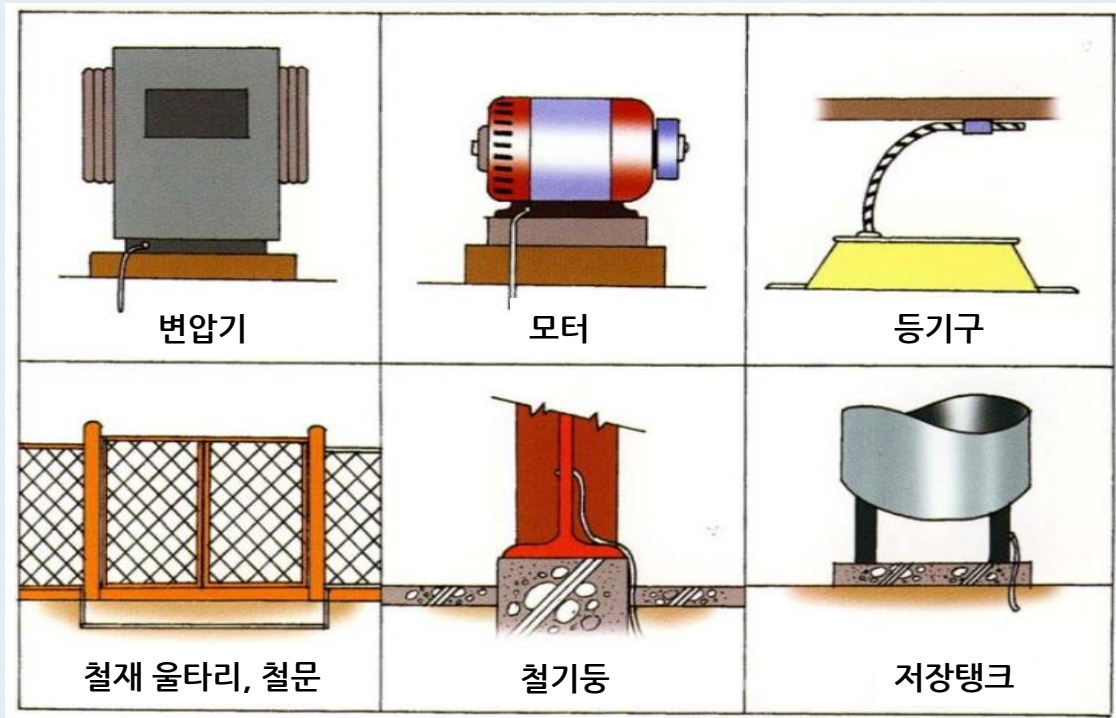
- 중성점 접지
- 지락 검출용
- 기준 전위 확보용
- 급전귀로
- 전식 방지

SAFETY FIRST

접지 설치 대상

- 전기 기계·기구의 금속제 외함, 외피 및 철대
- 접지된 금속체로부터 수직 2.4m, 수평 1.5m 이내 비충전 금속체
- 사용 전압이 대지 전압 150V를 넘는 것
- 이동형 또는 휴대형 전기 기계·기구
- 크레인 등 이와 유사한 장비의 고정식 구도 및 프레임 등
- 폭발 위험이 있는 장소에서의 전기 기계·기구 금속체
- 고압/특별 고압 변전소, 개폐소의 방호망 등

접지 설치 대상



접지 설치 대상 제외 조건

- 전기용품안전관리법에 의한 이중 절연 구조의 전기 기계·기구
- 절연대 위 등 같이 감전의 위험이 없는 장소의 전기 기계·기구
- 비접지 방식 전로

이동형 전기 기구의 접지



접지형 콘센트 및 플러그 사용

배전반 접지



접지 모선 및 접지선 설치

전동 공구 접지



수도관이나 철골 등을 접지극으로 활용

누전 차단기란?

누전(지락) 사고 시 전류가 인체에 위험할 정도로 흐르면
고속도로 전류를 자동 차단하는 장치

저압 전로에서 감전 사고, 전기화재 및 전기 기구 손상 예방

누전 차단기 종류

사용 용도별

녹색 테스트 버튼
(누전 전용)

적색 테스트 버튼
(누전+과전류 보호 전용)

형태별

일반형

콘센트형

누전 차단기 설치 기준

- 대지 전압 150V 초과, 이동형 또는 휴대형 전기 기계·기구
- 감전 방지용 누전 차단기 설치
 - 이동형 또는 휴대형 전기 기계·기구
 - 물 등 도전성이 높은 액체에 의한 습윤 장소
 - 철판, 철골 위 등 도전성이 높은 장소
 - 임시 배선의 전로가 설치되는 장소(주로 건설 현장)
- 정격 전부하 전류가 50A 이상인 전기 기계·기구
 - 정격감도전류 200mA 이하, 동작 시간 0.1초 이내(오동작 방지)

Chapter 3

감전재해 사례와 재해 예방



전기작업안전과 사고 예방

1

감전 메커니즘의 이해

용어의 정의

전압(Voltage) 전기적인 위치에너지의 차

- 단위 : V(볼트)
- 전압의 구분 : 교류(60[Hz])와 직류로 구분

전류(Current) 전자의 이동

- 단위 : A(암페어), 표기 : I

저항(Resistance) 전기 회로에서 전류의 흐름을 방해하는 요소

- 단위 : Ω (옴), 표기 : R

SAFETY FIRST



용어의 정의

전력(Electric Power) 전기가 단위 시간에 하는 일의 양

- 단위 : W(와트), 표기 : P
- 단상 : $P = VI$ 삼상 : $P = \sqrt{3}VI \cos \theta$

옴의 법칙

전류의 크기는 전압에 비례하고
저항에 반비례

줄의 법칙

도체에 흐르는 전류로 인하여 발생하는 열량

- $I = V/R$
- $H = 0.24I^2 RT$

SAFETY FIRST

감전에서의 옴의 법칙 적용

감전은 인체에 흐르는 전류량에 의해 결정

인체 통과 전류(I)의 대, 소는 가해지는 전압(V)과 인체 저항(R)에 따라 결정

감전재해를 예방하기 위해서는

인체에 흐르는 전류(I)를 줄이면 되는데 전류(I)는 저항(R)과 반비례하고 전압(V)과 비례하므로, 저항을 높이고(절연 장갑 착용 등) 전압을 줄이면(전격방지 등) 감전재해를 예방할 수 있음

SAFETY FIRST

인체의 전기 저항

전기 충격에 의한 위험도는 통전 전류의 크기에 의하여 결정

이 전류는 옴의 법칙에서 전압을 접촉 전압으로 했을 경우
인체의 전기 저항에 의하여 결정

인체의 저항, 피부 저항과 내부 저항의 합으로 나타냄

전압의 크기에 따라 변화되지만,
상용 전압 기준으로 했을 경우 약 1,000 Ω 정도로 보고 있음

- 피부가 건조할 때는 이보다 20배 정도 증가
- 신체가 물에 젖어 있을 때는 이보다 약 20배 정도 감소

SAFETY FIRST

심실세동

감전

인체의 두 부분 이상이 전위차가 있는 외부 도체에 접촉되었을 때 인체를 통해서 전류가 흐르는 것



수십 μ A의 미소한 전류의
Pulse 신호를 받을 때마다 한 번씩 뛰게 됨

SAFETY FIRST

심실세동



어느 정도 이상의 감전 전류가 심장 부근을 통해 흐름

심장이 이 신호를 받는 것이 방해됨

심장이 어찌할 바를 모르고 부르르 떨게 되는 것

SAFETY FIRST

심실세동

심부전으로 이어져 사망할 수도 있음

인체에 흐르는 전류의 크기는 감전 시간(접촉 시간)과
비례하므로 감전 시간을 낮추면
인체에 흐르는 전류의 크기도 감소시킬 수 있음

- 감전 방지용 누전 차단기(동작 시간 : 0.03초)

열이 발생하는데 이 열에 의해서 화상을 입고
세포 조직이 파괴됨

SAFETY FIRST



감전재해의 종류

상용 전기에 의한
전기재해

정전기에 의한
정전기재해

낙뢰에 의한
낙뢰재해

감전이란 사람 체내의 일부 또는 대부분에
전기가 흘렀기 때문에 충격을 받는 현상

- 상해를 받지 않는 경우도 있으나, 상해를 받았을 때는 사망률이 높아 매우 위험

SAFETY FIRST

감전재해의 종류

감전의 상태를 종합해 본 감전재해는

- ① 전기의 통로에 인체 등이 접촉되어 인체에서 단락 또는 단락 회로의 일부를 구성하여 감전되는 것(직접 접촉)
- ② 전선로에 인체 등이 접촉되어 인체를 통하여 지락 전류가 흘러 감전되는 것
- ③ 누전 상태에 있는 기기에 인체 등이 접촉되어 인체를 통하여 지락 또는 섬락에 의한 전류로 감전되는 것(간접 접촉)
- ④ 전기의 유도현상에 의하여 인체를 통과하는 전류가 발생하여 감전되는 것 등으로 분류할 수 있음

SAFETY FIRST

충전부 양단간 접촉

- 발생 형태
 - 전선이나 전기 기기의 전위차가 있는 두 부분의 노출된 충전부 양단간에 인체가 접촉되어 인체가 단락 회로 일부를 구성
- 통전 경로
 - 충전부(A점) → 왼손 → 심장 → 오른손 → 충전부(B점)
- 감전 전류 크기의 제한 요소
 - 양손의 접촉 저항, 인체 저항(피부 습윤 정도)이며, 양손의 접촉 저항은 절연 보호구의 착용 여부에 의해 결정

충전부 양단간 접촉

• 예방 대책

- 전기적 등가 회로에서 인체에 흐르는 전류(통전 전류)의 크기를 작게 하기 위해서는 전압은 감소(↓)시키고 저항은 증가(↑)시키면 감전재해를 예방할 수 있음
- 전압 감소 : 정전 작업 수행
- 저항 증가 : 각종 절연 보호구(절연모, 절연 장갑, 고무소매 등) 및 방호구(절연방호관, 고무브래킷 등) 사용, 각종 활선 작업 공구(COS조작봉, 활선용 장선기, 활선커터 등) 및 활선 작업 장치 사용

• 발생 가능 작업

- 전기작업자에 의한 특고압, 고압, 저압 활선 작업

충전부와 대지 사이의 접촉

- **발생 형태**
 - 전선이나 전기 기기의 충전부에 인체의 일부분이 접촉되고 인체의 다른 일부분이 대지(땅)에 접촉되어 인체가 지락 회로의 일부를 구성
- **통전 경로**
 - 충전부 → 왼손 → 심장 → 발 → 대지(땅) → 변압기 중성점
- **감전 전류 크기의 제한 요소**
 - 한 손의 접촉 저항, 인체 저항, 발의 접촉 저항, 전원 변압기의 중성점 접지 저항

충전부와 대지 사이의 접촉

• 예방 대책

- 전기적 등가 회로에서 인체에 흐르는 전류(통전 전류)의 크기를 작게 하기 위해서는 전압은 감소(↓)시키고 저항은 증가(↑)시키면 감전재해를 예방할 수 있음
- 전압 감소 : 정전 작업 수행
- 저항 증가 : 각종 절연 보호구 및 방호구 등 활선 작업 장치 사용
- 충전부 방호 철저
- 전원 개폐기를 감전 방지용 누전 차단기로 설치(저압 회로인 경우)

• 발생 가능 작업

- 전기작업자에 의한 특고압, 고압, 저압 활선 작업
- 개폐기 조작 또는 전기 설비 취급 시 충전부 노출부에 원하지 않는 접촉

누전 부위의 접촉

- **발생 형태**
 - 누전되는 전기 설비의 금속 외함에 인체의 한 부분이 접촉되고 인체의 다른 일부분이 대지(땅)나 접지된 금속체에 접촉되어 인체가 지락 회로의 일부로 구성
- **통전 경로**
 - 누전되는 금속 외함 → 왼손 → 심장 → 발 → 대지(땅) → 변압기 중성점
- **감전 전류 크기의 제한 요소**
 - 인체에 걸리는 전압 E1 및 손발의 접촉 저항, 인체 저항에 의해 결정

누전 부위의 접촉

• 예방 대책

- 전기적 등가 회로에서 인체에 흐르는 전류(통전 전류)의 크기를 작게 하기 위해서는 전압은 감소(↓)시키고 저항은 증가(↑)시키면 감전재해를 예방할 수 있음
- 전압 감소 : 정전 작업 수행
- 저항 증가 : 각종 절연 보호구 및 방호구 등 활선 작업 장치 사용
- 접지 실시
- 전원 개폐기를 감전 방지용 누전 차단기로 설치(저압 회로인 경우)

• 발생 가능 작업

- 가장 대표적인 유형으로 모든 산업현장에서 발생할 가능성이 매우 높음

Chapter 4

전기작업 계획서 작성



전기작업이란?

감전 위험이 있는 전기 기계·기구 또는 전로의
설치·해체·정비·점검 등의 작업

- 자격·면허·경험 또는 기능을 갖춘 사람이 작업 수행

구분	내용
전기 기계	전기 에너지를 힘 또는 동작으로 변화시키는 기기
전기 기구	전기를 열원, 광원, 동력원으로 이용하는 기구
전로	전류가 흐르는 통로 (전선)

SAFETY FIRST

전기작업이란?

- **작업계획서 작성 대상**
 - 해당 전압이 50V를 넘거나 전기 에너지가 250VA를 넘는 경우로 한정

SAFETY FIRST



전기작업의 기본 원칙

- ✓ 모든 전기 설비를 점검 및 평가한다.
- ✓ 모든 전기 설비의 절연 및 외함 상태의 보존을 유지한다.
- ✓ 작성된 모든 전기작업계획서는 그 과정을 문서화한다.
- ✓ 가능하면 전원을 차단한다.
- ✓ 발생이 우려되지 않은 사고도 예측한다.
- ✓ 위험을 확인하고 최소화한다.
- ✓ 감전, 화상 및 폭발과 작업 환경에서 기인하는 위험으로부터 근로자를 보호한다.
- ✓ 작업에 적합한 공구를 사용한다.
- ✓ 작업자의 능력을 평가한다.

SAFETY FIRST

전기작업 유자격자

전기작업 유자격자 범위는 다음과 같음

① 전기사업법에 따른 전기 설비 등을 취급하는 작업

② 고압선 정전 작업 및 활선 작업

- 자격·면허·경험 또는 기능 자격 조건: 전기사업법에서 규정하는 자격을 가진 자
- 고압 및 특별 고압 충전로 또는 그 지지물의 설치, 점검, 수리 및 도장작업 등
- 자격·면허·경험 또는 기능 자격조건

① 「국가기술자격법」에 따른 전기기능사, 철도신호기능사 및 전기철도기능사 이상의 자격

② 「초·중등교육법」에 따른 고등학교에서 전기에 관한 학과를 졸업한 사람 또는 이와 같은 수준 이상의 학력 소지자

③ 「근로자직업능력 개발법」에 따른 해당 분야 직업능력개발훈련 이수자

④ 관련 법령에 따라 해당 작업을 할 수 있도록 허용된 사람

SAFETY FIRST

전기작업의 종류

고압선 정비 및 점검(활선 작업)

전기 기구 정비 및 점검

선로 설치(정전 작업)

SAFETY FIRST



사전 조사 및 작업계획서의 작성

① 사업주는 다음 작업을 하는 경우 근로자의 위험을 방지하기 위하여 해당 작업, 작업장의 지형·지반 및 지층 상태 등에 대한 사전 조사를 하고 그 결과를 기록·보존하여야 하며, 조사 결과를 고려하여 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업하도록 한다.

사전 조사 및 작업계획서의 작성

[작업계획서 작성 대상 작업]

1. 타워크레인을 설치·조립·해체 작업
2. 차량계 하역운반기계등 사용 작업 (화물자동차 사용 도로상의 주행작업 제외, 이하 같다)
3. 차량계 건설기계 사용 작업
4. 화학설비와 그 부속설비 사용 작업
5. 전기작업(해당 전압이 50볼트를 넘거나 전기 에너지가 250볼트암페어를 넘는 경우로 한정)
6. 굴착면의 높이가 2미터 이상이 되는 지반의 굴착작업(이하 “굴착작업”이라 한다.)
7. 터널굴착작업
8. 교량의 설치·해체 또는 변경 작업(상부구조가 금속 또는 콘크리트로 구성되는 교량으로서 그 높이가 5미터 이상이거나 교량의 최대 지간 길이가 30미터 이상인 교량으로 한정한다.)
9. 채석작업
10. 건물 등의 해체작업
11. 중량물의 취급 작업
12. 궤도나 그 밖의 관련 설비의 보수·점검 작업
13. 열차의 교환·연결 또는 분리 작업(이하 “입환작업”이라 한다.)

사전 조사 및 작업계획서의 작성

② 사업주는 작성한 **작업계획서의 내용**을 **해당 근로자에게 알려야 한다.**

- 해당 작업에 투입되는 근로자에게 작업 전 작업계획서 주요 내용, 안전 수칙 등을 정기 안전보건교육, 톨박스미팅(TBM) 등을 활용해 알림(교육)

- 필요시 교육내용을 작업계획서나 교육 이력 등에 기록

- 특별교육 대상 작업*인 경우 작업 전 관련 내용 교육 실시

*운반용 등 하역기계를 5대 이상 보유한 사업장에서의 해당 기계로 하는 작업 등 40개 작업

[특별교육 시간](산업안전보건법 시행규칙)

일용근로자	일용근로자 외	특수형태근로종사자
2시간 이상	16시간 이상 *최초 작업 종사 전 4시간 이상 실시하고 12시간은 3개월 이내 분할해 실시 가능 단기 또는 간헐적 작업 : 2시간 이상	

사전 조사 및 작업계획서의 작성

③ 사업주는 항타기나 항발기를 조립·해체·변경 또는 이동하는 작업을 하는 경우 그 작업 방법과 절차를 정하여 근로자에게 주지시켜야 한다.

④ 사업주는 작업에 모터카(motor car), 멀티플타이탬퍼(multiple tie tamper), 밸러스트 콤팩터(ballast compactor, 철도자갈다짐기), 궤도안정기 등의 작업차량(이하 “궤도작업차량”이라 한다)을 사용하는 경우 미리 그 구간을 운행하는 열차의 운행관계자와 협의하여야 한다.

* 궤도나 그 밖의 관련 설비의 보수·점검작업

작업 지휘자의 지정

- ① 사업주는 작업계획서를 작성한 경우 **작업 지휘자를 지정**하여 **작업계획서에 따라 작업을 지휘**하도록 하여야 한다.
- ② 사업주는 향타기나 항발기를 조립·해체·변경 또는 이동하여 작업을 하는 경우 작업 지휘자를 지정하여 지휘·감독하도록 하여야 한다.
 - 산업안전보건법 시행령에 명시된 향타기 및 항발기 설치·해체·조립 등 작업 시 작업계획서 작성 및 조치사항

작업 지휘자의 지정

내용

- ✓ 차량계 하역운반기계 등 사용 작업
 - ※ 작업 장소에 다른 근로자가 접근할 수 없거나 한 대의 차량계 하역운반기계 등을 운전하는 작업으로서 주위에 근로자가 없어 충돌 위험이 없는 경우에는 작업 지휘자를 지정하지 아니할 수 있다.
- ✓ 굴착면 높이 2m 이상이 되는 지반의 굴착작업
- ✓ 교량의 설치·해체 또는 변경 작업
(상부구조가 금속 또는 콘크리트로 구성되는 교량으로서 높이 5m 이상, 교량 최대 지간 길이 30m 이상으로 한정)
- ✓ 중량물 취급 작업

신호

- ① 사업주는 다음 작업을 하는 경우 **일정한 신호 방법을 정하여 신호**하도록 하여야 하며, **운전자는 그 신호에 따라야 한다.**
- ② **운전자나 근로자는 신호 방법이 정해진 경우 이를 준수**하여야 한다.

1. 양중기(揚重機)를 사용하는 작업
2. 유도자를 배치하는 작업, 차량계 하역운반기계 등의 전도 위험 차량계 하역운반기계 등과 근로자 접촉 위험
3. 유도자를 배치하는 작업, 차량계 건설기계와 근로자 접촉 위험
4. 항타기 또는 항발기의 운전 작업
5. 중량물을 2명 이상의 근로자가 취급하거나 운반하는 작업
6. 양화장치를 사용하는 작업
7. 유도자를 배치하는 작업, 궤도작업차량과 근로자 접촉 위험
8. 입환작업(入換作業)

작성 시기 및 고려사항

- **작성 시기**

- 최초 작업 개시 전 및 변경사항 발생 시 작성

- **작성 시 고려사항**

- 사업주는 전압 및 전력량의 크기와 전로 상태에 적합한 전기작업계획을 작성
- 전기작업계획서는 전기 에너지 위험에 노출되는 환경에서 작업하는 근로자가 전기 위험을 인지하고 대처할 수 있도록 작성
- 작업계획서는 노출된 충전도체(활선 작업) 및 기기 위 또는 그 부근에서 작업(활선 근접 작업)을 실시하는 근로자에게 필요한 자체 교육 내용이 포함될 수 있도록 작성

작업계획서 포함 내용

내용

- ① 전기작업의 목적 및 내용
- ② 전기작업 근로자의 자격 및 적정 인원
- ③ 작업 범위, 작업책임자 임명, 전격·아크 섬광·아크 폭발 등 전기 위험 요인 파악, 접근 한계 거리, 활선 접근 경보장치 휴대 등 작업 시작 전에 필요한 사항
- ④ 전로 차단에 관한 작업계획 및 전원 재투입 절차 등 작업 상황에 필요한 안전 작업 요령
- ⑤ 절연용 보호구 및 방호구, 활선 작업용 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 인계에 관한 사항
- ⑧ 전기작업 장소에 대한 관계 근로자가 아닌 사람의 출입 금지에 관한 사항
- ⑨ 전기 안전 작업계획서를 해당 근로자에게 교육할 수 있는 방법과 작성된 전기 안전 작업 계획서의 평가·관리계획
- ⑩ 전기 도면, 기기 세부 사항 등 작업과 관련되는 자료

작업계획서 작성 흐름(예)

전압, 전력량 크기,
전로 상태 확인

전기 위험에 대한 탐색 및 조치

전기 에너지, 위험
노출 환경, 장비 및
공구 점검

작업 환경, 장비에 대한 위험 탐색
및 조치

재해 예방을
위한 관리적
조치

교육, 위험 예방 대책
(안전 수칙) 등

해당 작업에 대한 사전 조사(위험성 평가)

작업계획서 작성·보관 및 작업계획서에 따른 작업 수행

작업계획서 작성 시 유의 사항

- 모든 전선과 회로 부분은 정전되었다는 것이 확실히 입증되기 전에는 통전 중인 것으로 간주한다.
- 대지 전압이 50V를 넘는 노출된 충전 전로에 대한 ‘맨손작업’이 적절하지 않을 경우에는 절대로 맨손으로 접촉해서는 안 된다.
- 전선이나 회로의 전원을 차단해서 안전하게 하는 작업 자체도 위험한 작업이다.
- 사업주는 교육훈련 프로그램을 개발하고 근로자는 이 프로그램을 받는다.
- 위험 확인을 위한 절차를 마련하고 위험 경감 및 제어 계획을 세운다.
- 전기 에너지의 영향을 받는 작업에 투입되는 근로자는 해당 작업에 필요한 자격을 갖도록 교육한다.
- 노출된 충전 전로 및 그 위 또는 근처에서 수행하여야 하는 작업을 확인하고 구분한다.
- 작업에 대한 논리적 접근을 통해 위험성 평가 결과인 잠재적인 위험을 확인한다.
- 작업 환경에 적절한 예방책을 확인하고 적용한다.

작업계획서 작성



작업계획서 작성 양식은 정해져 있지 않음

- 큰 틀에서 작업 개요, 작업 순서 및 내용, 사용 장비, 안전 대책, 관련 도면 등으로 구성



작성 준비단계에서 확인한 위험 등을 참고해 현장 상황에 적합하게 구성

작업계획서 작성

구분	내용
① 작업 개요	공정(작업)명, 발주처, 시공사, 작업 목적 및 내용, 작업 기간, 작업책임자, 작업 인원 및 전기작업 근로자 자격
② 작업 순서 및 내용	작업 범위, 작업 순서, 작업 내용별 위험 요인 및 대책(전로 차단 및 재투입 절차, 접근 한계 거리, 일시운전·작업 중단 등의 사항)
③ 사용 장비 등	사용 전기 기계·기구, 보호구 및 방호구, 활선 작업용 기구 및 장치 등의 점검, 착용, 사용 등의 사항
④ 안전 대책	출입 금지사항, 근로자 안전교육 방법, 교대근무 시 인수인계, 전기 안전 작업계획서의 평가 및 관리계획, 연락 체계 등
⑤ 관련 도면	전기도면, 설비 명세표 등 기기 세부 사항 등 작업과 관련된 자료

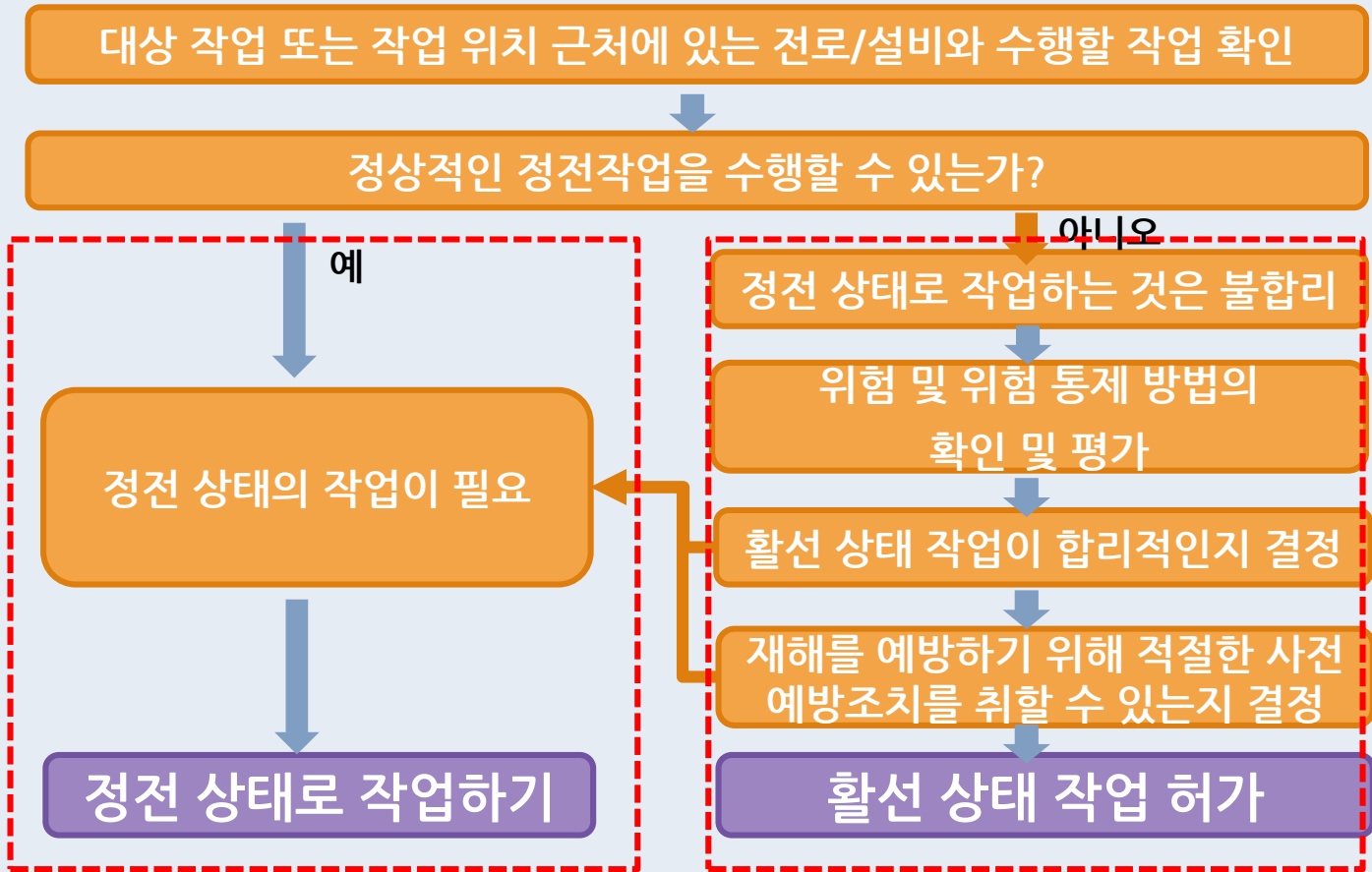
작업계획서 작성



작성 전 안전 작업절차에 대한 평가를 실시해 활선 또는 정전 작업 결정

- 활선 또는 정전 작업 결정을 위한 평가 절차

전기작업안전과 사고 예방



작업 개요



현장 상황 등 작업 전반 관련 사항 명시

구분	내용
공정(작업)명	해당 공정(작업)명 작성
발주처 / 시공사	공사 발주처 및 시공사 기재
작업 목적 및 내용	전기작업의 목적 및 내용을 간략히 설명
작업 기간	공사 구간별 작업 일정, 작업 개시 및 완료 시간 등 작성
작업 장소	옥내, 옥외, 현장 상황 등(선로명, 전주번호, 작업 장소, 설비명 등)
작업 인원	작업책임자, 작업자 성명 및 연락처 등
근로자 자격	「유해위험작업의 취업제한에 관한 규칙」의 유자격자 확인

작업 순서 및 내용




작업 순서에 따른 작업 내용, 위험 요인별 대책 명시

구분	내용
작업 범위	해당 전기작업 범위에 대한 설명
작업 순서 및 내용	작업 준비, 전로 차단, 전원 재투입 절차, 점검·시운전을 위한 일시 운전 , 작업 중단 등에 관한 사항 등 작업 순서 및 내용
안전조치 사항	작업 내용별 안전조치 사항 작성 (정전여부 확인, 작업현장 내 접근 한계 거리, 잔류 전하 방전, 활선 접근 경보장치 휴대, 보호구 착용, 접지 상태 확인 등)

전로 차단 절차

- 1단계 전기 기기 등에 공급되는 모든 전원을 관련 도면, 배선도 등으로 확인
- 2단계 전원을 차단한 후 각 단로기 등을 개방하고 확인
- 3단계 전원을 차단한 후 각 단로기 등에 잠금장치 및 꼬리표를 부착
- 4단계 개로된 전로에서 유도전압 또는 전기 에너지가 축적되어 근로자에게 전기 위험을 끼칠 수 있는 잔류 전하를 완전히 방전시킴
- 5단계 검전기를 이용하여 작업 대상 기기가 충전되었는지를 확인
- 6단계 전기 기기 등이 다른 노출 충전부와의 접촉, 유도 또는 예비 동력원의 역송전 등으로 전압이 발생할 우려가 있는 경우에는 충분한 용량을 가진 단락 접지 기구를 이용하여 접지

사용 장비 등

 전기 기계·기구, 보호구, 방호구, 작업 도구 등의 점검·착용·사용 등의 사항 작업

구분	내용
절연용 보호구	절연안전모, 절연 장갑, 절연장화, 방염 또는 도전성 작업복 등의 착용 여부 확인
절연용 방호구	절연관, 애자커버, 절연시트 등 활선 작업 또는 활선 근접 작업 시 감전 사고 방지를 위한 방호구 사용 여부 확인
기타 기구 및 장치	활선 작업용 기구·장치, 접지용구, 전기 측정 장치(만능회로시험기, 검전기 등) 등의 기계 기구 적정 사용 여부 확인

안전 대책

- 전기작업 시 현장 안전 대책 및 알아두어야 할 사항 작성
- 교대 근무 시 근무 인계에 관한 사항
- 전기작업 장소에 대한 관계 근로자가 아닌 사람의 출입 금지에 관한 사항
- 작성된 계획서를 해당 근로자에게 교육할 수 있는 방법과 계획서의 평가·관리 계획 등

관련 도면

- 전기 공사 구간의 전기단선도, 접지계통도, 설비명세표 등의 관련 자료 확보
- 작업 전 차단 구간, 보호계전기 동작 협조, 전압·전류·전력 등 전원 상태, 전기 기계·기구 사양 및 결선 방법 등 기기 세부 사항 확인