

전격재해 및 방지대책

2018. 03. 00

CONTENTS

- I 전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인, 누전차단기 감전예방
- II 예상문제

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 전격재해예방 및 조치

- 전압, 전류, 저항의 관계

옴의 법칙 ☆☆	$V = I \times R$ <p>여기서, V : 전압(V : 볼트) I : 전류(A : 암페어) R : 저항(Ω : 옴)</p>
줄의 법칙 ☆	$Q = I^2 \times R \times T$ <p>여기서, Q : 전기발생열(에너지)(J) I : 전류(A) R : 전기저항(Ω) T : 통전시간(S)</p>
위험한계 에너지 ☆☆	<p>인체의 전기 저항이 최악의 상태인 500Ω일 때</p> $Q = I^2 \times R \times T$ $Q = I^2 \times R \times T = \left(\frac{165 \sim 185}{\sqrt{1}} \times 10^{-3} \right)^2 \times 500 \times 1$ $= 13.61 \sim 17.11(\text{J})$ <p>* $13.61\text{J} \times 0.24 = 3.2664\text{Cal}$</p>

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 전격재해예방 및 조치

- 전압, 전류, 저항의 관계

심실세동 전류의 계산 ☆☆	① $I(\text{mA}) = \frac{165}{\sqrt{T}}$ T : 통전시간(초)
	② $I(\text{A}) = \frac{V}{R}$
전하량의 계산	$Q = I \times T$ 여기서, Q : 전하량(C) I : 전류(A) T : 시간(초)

- 안전전압

- ❖ 기계기구의 정격전압이 일정 이하의 낮은 전압으로 절연파괴의 사고 시에도 인체가 감전되지 않는 전압을 말한다. (기기 및 배선기구를 기준으로 정한 전압)

- 우리나라에서 일반 사업장의 안전전압 :30[V]
- 안전전압 한계치 : 마른 손 - 30V, 젖은 손 - 20V, 욕조 -10V

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

• 전격재해예방 및 조치

■ 허용 접촉전압 (**)

❖ 전원과 인체의 접촉 시 인체에 인가되는 허용전압을 말한다.

종별	접촉 상태	허용 접촉 전압
제1종	• 인체의 대부분이 수중에 있는 상태	2.5V 이하
제2종	• 인체가 현저히 젖어 있는 상태 • 금속성의 전기·기계 장치나 구조물에 인체의 일부가 상시 접촉되어 있는 상태	25V 이하
제3종	• 제1종, 제2종 이외의 경우로서 통상의 인체 상태 있어서 접촉 전압이 가해지면 위험성이 높은 상태	50V 이하
제4종	• 제1종, 제2종 이외의 경우로서 통상의 인체 상태에 접촉 전압이 가해지더라도 위험성이 낮은 상태 • 접촉 전압이 가해질 우려가 없는 경우	제한 없음

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 전격재해예방 및 조치

- 인체의 저항 (*)

- ❖ 인체저항은 보통 $5,000\Omega$ 이나 근로환경, 피부가 젖은 정도, 인가전압에 따라 최악의 상태에는 500Ω 까지 감소한다.

인체저항	$5,000\Omega$
피부저항	$2,500\Omega$
내부저항	500Ω
발과 신발사이 저항	$1,500\Omega$
신발과 대지사이 저항	500Ω

- ❖ 피부에 땀이 나면 거조시보다 저항이 $1/12$ 로 감소되고, 물에 젖을 경우 $1/25$, 습기가 많을 경우는 $1/10$ 정도로 저항이 감소된다. (*)

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 전격재해의 요인

- 1차 감전위험요소 및 영향력 (**)

- ❖ 통전 전류크기 > 통전시간 > 통전경로 > 전원의 종류(직류보다 교류가 더 위험)

- 2차 감전 위험요소 (*)

- ❖ 인체조건(저항)

- ❖ 전압

- ❖ 계절

- 통전 경로별 위험도

통전 경로	위험도
왼손 - 가슴	1.5
오른손 - 가슴	1.3
왼손 - 한발 또는 양발	1.0
양손 - 양발	1.0
오른손 - 한발 또는 양발	0.8
왼손 - 등	0.7
한손 또는 양손 - 앉아있는 자리	0.7
왼손 - 오른손	0.4
오른손 - 등	0.3

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 전격재해의 요인

- 감전사고의 형태

- ❖ 충전전로와 인체가 접촉하는 경우

- 일반작업 중 발생하는 대부분의 감전사고의 형태

- ❖ 절연불량인 전기기기(누전 발생)에 인체가 접촉하는 경우

- ❖ 전기회로에 신체가 단락 회로의 일부를 형성하는 경우

- 두 전선 사이에 인체가 접촉하거나 도전성 물체를 사이에 두고 접촉된 경우로서 교류아크 용접작업 중 감전사고의 형태

- ❖ 고압 및 특고압의 전선로에 인체가 접근한 경우

- 전압의 구분 (***)

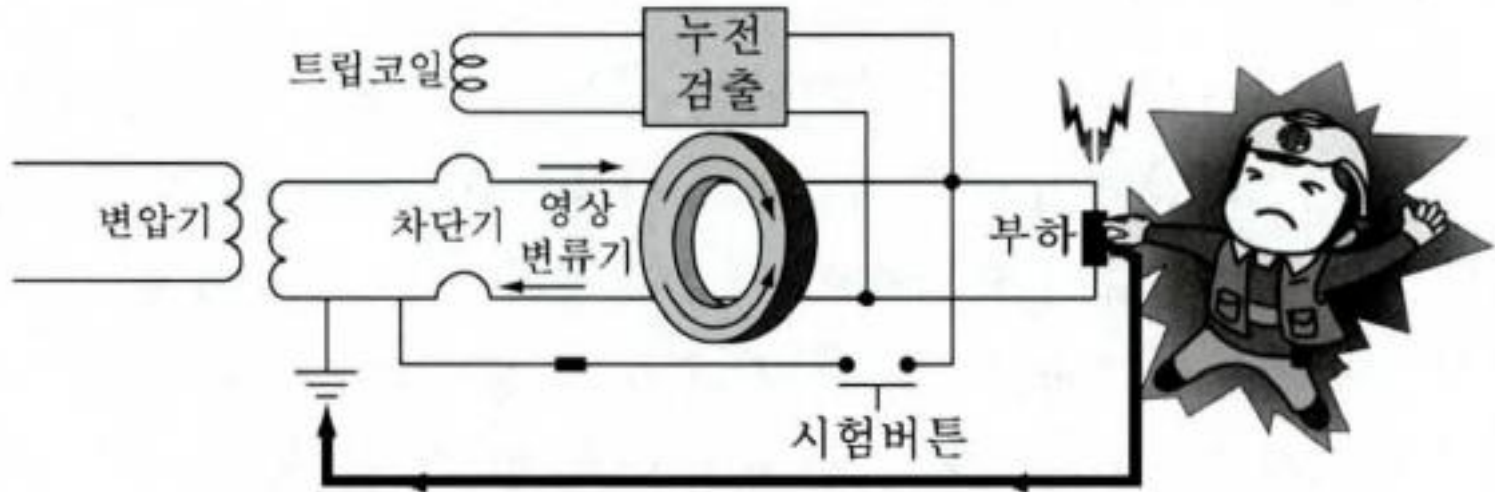
전압의 종별	교류	직류	이격거리
저압	600V 이하의 것	750V 이하의 것	1m 이상
고압	600V 초과 7,000V 이하	750V 초과 7,000V 이하	1.2m 이상
특별고압	7,000V 초과	7,000V 초과	2m 이상

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 누전차단기 감전예방

- 누전차단기는 누전검출부, 영상변류기, 차단기구 등으로 구성된 장치로서 전기기계기구의 금속제 외함 또는 금속제 외피 등의 금속제 부분에서 누전, 절연파괴 등으로 인하여 발생하는 지락전류가 일정 값 이상이 될 경우 주어진 동작시간 이내에 전기기계기구의 전로를 차단하는 장치를 말한다.



[누전차단기 동작원리]

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 누전차단기 감전예방

- 누전차단기의 종류

종류		동작시간
고감 도형	고속형	• 정격감도전류에서 0.1초 이내 동작
	시연형(지연형)	• 정격감도전류에서 0.1초 초과 2초 이내 동작
	반한시형	• 정격감도전류에서 0.2초 초과 2초 이내 동작 • 정격감도전류의 1.4배에서 0.1초 초과 0.5초 이내 동작 • 정격감도전류의 4.4배에서 0.05초이내 동작
중감 도형	고속형	• 정격감도전류에서 0.1초 이내 동작
	시연형(지연형)	• 정격감도전류에서 0.1초 초과 2초 이내 동작

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 누전차단기 감전예방

- 누전차단기를 설치해야 하는 기계 · 기구

- ❖ 대지전압이 150볼트를 초과하는 이동형 또는 휴대형 전기기계 기구
 - ❖ 물 등 도전성이 높은 액체가 있는 습윤장소에서 사용하는 저압(750볼트 이하 직류전압이나 600볼트 이하의 교류전압을 말한다)용 전기기계 · 기구
 - ❖ 철판 · 철골 위 등 도전성이 높은 장소에서 사용하는 이동형 또는 휴대형 전기기계 · 기구
 - ❖ 임시배선의 전로가 설치되는 장소에서 사용하는 이동형 또는 휴대형 전기 기계 · 기구

- 누전차단기를 설치하지 않아도 되는 경우 (**)

- ❖ 이중절연구조 또는 이와 동등 이상으로 보호되는 전기기계 기구
 - ❖ 절연대 위 등과같이 감전위험이 없는 장소에서 사용하는 전기기계 · 기구
 - ❖ 비접지방식의 전로

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 누전차단기 감전예방

- 누전차단기 접속할 때 준수사항 (**)

- ❖ 전기기계 · 기구에 설치되어 있는 누전차단기는 정격감도전류가 30 밀리암페어 이하이고 작동시간은 0.03초 이내 일 것. 다만, 정격 전부하전류가 50암페어 이상인 전기기계 · 기구에 접속되는 누전차단기는 오작동을 방지하기 위하여 정격감도전류는 200 밀리암페어 이하로, 작동시간은 0.1초 이내로 할 수 있다.
 - ❖ 분기회로 또는 전기기계 기구마다 누전차단기를 접속할 것. 다만, 평상시 누설전류가 매우 적은 소용량부하의 전로에는 분기회로에 일괄하여 접속할 수 있다.
 - ❖ 누전차단기는 배전반 또는 분전반 내에 접속하거나 꽃음접속기형 누전차단기를 콘센트에 접속하는 등 파손이나 감전사고를 방지할 수 있는 장소에 접속할 것
 - ❖ 지락보호전용 기능만 있는 누전차단기는 과전류를 차단하는 퓨즈나 차단기 등과 조합하여 접속할 것

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 누전차단기 감전예방

- 누전차단기의 사용기준 (*)

- ❖ 당해 부하에 적합한 정격전류를 갖출 것
 - ❖ 당해 부하에 적합한 차단용량을 갖출 것
 - ❖ 정격 부동작 전류가 정격감도전류의 50% 이상이어야 하고 이들의 전류치가 가능한 한 작을 것
 - ❖ 절연저항이 $5M\Omega$ 이상일 것
 - ❖ 누전차단기의 정격전압은 당해 누전차단기를 설치할 전로의 공칭전압의 90 ~ 110% 이내이어야 한다.

- 누전전류(누설전류)의 크기 (*)

- ❖ 보통 최대공급전류의 $1/2000(A)$ 이 누설되고 있다고 본다.
 - ❖ (누설전류 = 최대공급전류 $\times 1/2000$)

- 발화에 이르는 누전 전류의 최소치 (*)

- ❖ 누설되는 전류의 크기가 300~500mA일 때 누설전류에 의해 발화가 일어날 수 있다.

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 아크 용접장치

- 용접장치의 구조 및 특성



전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 아크 용접장치

- 아크 용접 시 위험성

- ❖ 감전
 - ❖ 유해 가스, 흠 등에 의한 질식
 - ❖ 유해 광선에 의한 전기성 안염
 - ❖ 화상
 - ❖ 화재발생

- 교류아크 용접기의 방호 장치 : 자동전격방지기 (***)

교류아크용접기에 자동전격방지기를 설치하여야 하는 장소 ★

1. 선박의 이중 선체 내부, 밸러스트(Ballast) 탱크, 보일러 내부 등 도전체에 둘러싸인 장소
2. 추락할 위험이 있는 높이 2미터 이상의 장소로 철골 등 도전성이 높은 물체에 근로자가 접촉할 우려가 있는 장소
3. 근로자가 물·땀 등으로 인하여 도전성이 높은 습윤 상태에서 작업하는 장소

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 아크 용접장치

- 자동전격방지기의 성능 (**)

- ❖ 용접을 중단하고 **1.0초 내**에 용접기의 홀더, 어스선에 흐르는 무부하 전압을 안전전압 **25V 이하**로 내려준다.

교류아크용접기의 허용사용률 계산 ★

$$\text{허용사용률} = \frac{\text{정격 2차전류}^2}{\text{실제사용 용접전류}^2} \times \text{정격사용률}$$

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 아크 용접장치

- 절연용 안전장구

- ❖ 절연용 보호구등의 사용

- 사업주는 다음 각 호의 작업에 사용하는 절연용 보호구, 절연용 방호구, 활선 작업용 기구, 활선작업용 장치에 대하여 각각의 사용 목적에 적합한 종별·재질 및 치수의 것을 사용하여야 한다.

절연용 보호구 등을 사용하여야 하는 작업

- ① 밀폐공간에서의 전기작업
- ② 이동 및 휴대장비 등을 사용하는 전기작업
- ③ 정전 전로 또는 그 인근에서의 전기작업
- ④ 충전전로에서의 전기작업
- ⑤ 충전전로 인근에서의 차량·기계장치 등의 작업

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 아크 용접장치

- 절연용 안전 보호구

- ❖ 7000V 이하 전로 활선작업 시 작업자 몸에 착용한다.

- ❖ 전기용 안전모

- AE종(물체의 낙하 · 비래 및 감전방지용)

- ABE종(물체의 낙하 · 비래 및 추락, 감전방지용)

- ❖ 안전화(절연화)

- ❖ 절연장화

- ❖ 절연장갑(전기용 고무장갑)

- ❖ 보호용 가죽장갑

- ❖ 절연소매, 절연복

전격재해예방 및 조치, 전격재해의 요인,

누전차단기 감전예방

- 아크 용접장치

- 절연용 방호구

- ❖ 활선작업 시 전로의 충전부, 지지물 주변, 전기 배선에 설치한다.
 - ❖ 고무판 : 충전부 작업 중 접지면 절연에 사용
 - ❖ 방호판(절연판) : 고·저압 전로의 충전부 방호에 사용
 - ❖ 선로 커버, 애자커버 (절연커버)
 - ❖ 완금커버, COS 커버, 고무블랭킷, 점퍼호스

- 검출용구

- ❖ 검전기 : 충전유무 확인
 - ❖ 활선 접근경보기

- 활선작업용 장치 : 차량, 절연대

- 활선작업용 기구 : 절연봉(핫스틱), 조작용 흑봉(디스콘 봉), 활차, 다용도 집게봉, 수동식 절단기 등

기출 문제

1. 허용접촉전압과 종별이 다른 것은? (05.03.20)

- ① 제 1종 : 2.5V 이하
- ② 제 2종 : 25V 이하
- ③ 제 3종 : 50V 이하
- ④ 제 4종 : 60V 이하

기출 문제

2. 교류아크 용접 작업 시 사용하는 자동전격방지기의 2차 전압은 몇(V) 이하로 유지해야 하는가? (05.05.29)

- ① 50V
- ② 40V
- ③ 35V
- ④ 25V

기출 문제

3. 심실세동을 일으키는 위험한 전기에너지는 인체의 전기저항을 $500[\Omega]$ 으로 보았을 때 몇 주울인가? (05.05.29)

- ① 9.6(J)
- ② 11.6(J)
- ③ 13.6(J)
- ④ 15.6(J)

기출 문제

4. 누전차단기의 사용기준에 해당하지 않는 것은? (05.05.29)

- ① 해당 부하에 적합한 정격전류를 갖출 것
- ② 해당 부하에 적합한 차단용량을 갖출 것
- ③ 해당 전로의 공칭전압의 90~ 110%이내의 정격전압일 것
- ④ 정격감도전류 30mA이하, 동작시간이 0.3초 이내 일 것

기출 문제

5. 100V 전로에 $R_2 = 5\Omega$, $R_3 = 5\Omega$ 일 때 지락전류(I_0)는 얼마인가? (05.08.07)

- ① 10
- ② 20
- ③ 30
- ④ 40

기출 문제

6. 교류아크 용접기의 재해방지를 위해 쓰이는 것은?
(06.03.05)

- ① 자동전격방지 장치
- ② 정전압 장치
- ③ 정전류 장치
- ④ 리미트 스위치

기출 문제

7. 인체가 충전전로 등에 접촉할 경우 전기저항은 여러가지 조건에 따라 다르나, 일반적으로 최악의 경우 인체저항은 몇 $[\Omega]$ 으로 설정하여야 하는가? (06.03.05)

- ① 300
- ② 500
- ③ 700
- ④ 900

기출 문제

8. 교류 아크 용접기에 관한 설명 중 틀린 것은? (06.05.14)

- ① 전격장비기의 외함은 접지해야 한다.
- ② 설치장소는 습기가 없어야 한다.
- ③ 진동이나 충격이 가해질 위험이 없어야 한다.
- ④ 전격방지방치는 60° 이상, 90° 이내가 되도록 부착해야 한다.

기출 문제

9. 산업안전기준에 관한 규칙에서 정하는 “저압”에 해당하는 전압의 범위는? (07.05.13)

- ① 교류 700V 이하
- ② 교류 750V 이하
- ③ 직류 700V 이하
- ④ 직류 750V 이하

기출 문제

10. 저항 값이 0.1Ω 인 도체에 $10A$ 의 전류가 1분간 흘렀을 경우 발생하는 열량은 몇 cal인가? (08.03.02)

- ① 124
- ② 144
- ③ 166
- ④ 250

기출 문제

11. 다음 중 인체의 통전경로별 위험도가 가장 큰 것은?
(08.05.11)

- ① 왼손 - 오른손
- ② 왼손 - 등
- ③ 오른손 - 가슴
- ④ 오른손 - 왼발

기출 문제

12. 산업안전보건법상 대지전압이 150V를 초과하는 이동형의 전기기계·기구로 정격전부하전류가 25A 인 것에 접속 되어야 하는 누전차단기의 작동시간으로 옳은 것은?
(08.07.27)

- ① 0.01초 이내
- ② 0.03초 이내
- ③ 0.05초 이내
- ④ 0.1초 이내

기출 문제

13. 감전사고시 인체에 영향을 주는 심실세동전류와 통전시간의 관계를 올바르게 설명한 것은? (08.07.27)

- ① 심실세동전류는 통전시간의 제곱근에 반비례한다.
- ② 심실세동전류는 통전시간의 제곱에 비례한다.
- ③ 심실세동전류는 통전시간의 정비례한다.
- ④ 심실세동전류는 통전시간의 세제곱에 비례한다.

기출 문제

14. 다음 중 누전차단기의 선정 및 설치에 대한 설명으로 틀린 것은? (09.03.01)

- ① 정격부동작전류와 정격감도전류와의 차는 가능한 큰 차단기로 선정한다.
- ② 휴대용, 이동용 전기기기에 설치하는 차단기는 정격감도전류가 낮고 동작시간이 짧은 것을 선정한다.
- ③ 차단기를 설치한 전로에 과부하 보호장치를 설치하는 경우는 서로 협조가 잘 이루어지도록 한다.
- ④ 전로의 대지정전용량이 크면 차단기가 오동작하는 경우가 있으므로 각 분기회로마다 차단기를 설치한다.

기출 문제

15. 전기기기의 누전으로 인한 감전재해를 방지하기 위한 조치라고 볼 수 없는 것은? (09.03.01)

- ① 절연열화의 방지
- ② 누전차단기의 설치
- ③ 냉각 및 부식의 방지
- ④ 충전부와 접촉부와의 이격

기출 문제

16. 인체의 전격시의 통전시간이 4초이었다고 했을 때 심실세동전류의 크기는 약 몇 mA 인가? (09.05.10)

- ① 42
- ② 83
- ③ 165
- ④ 185

기출 문제

17. 다음 중 누전에 의한 감점위험을 방지하기 위하여 누전 차단기를 설치하여야 하는데 다음 중 차단기를 설치하지 않아도 되는 것은? (09.05.10)

- ① 절연대 위에서 사용하는 이중 절연구조의 전동기기
- ② 물과 같이 도전성이 높은 액체에 의한 습윤 장소에 사용하는 이동형 전기기구
- ③ 철판 위와 같이 도전성이 높은 장소에서 사용하는 이동형 전기기구
- ④ 임시배선의 전로가 설치되는 장소에서 사용하는 이동형 전기기구

기출 문제

18. 인체가 현저히 젖어있는 상태이거나 금속성의 전기·기계 장치의 구조물에 인체의 일부가 상시 접촉되어 있는 상태에서의 허용접촉전압으로 옳은 것은? (09.07.26)

- ① 2.5V 이하
- ② 25V 이하
- ③ 50V 이하
- ④ 75V 이하

기출 문제

19. 다음 중 위험도가 가장 높은 통전경로는? (09.07.26)

- ① 오른손 - 등
- ② 왼손 - 오른손
- ③ 왼손 - 발
- ④ 오른손 - 가슴

기출 문제

20. 저항 값이 0.1Ω 인 도체에 $10A$ 의 전류가 1분간 흘렸을 경우 발생하는 열량은 몇cal 인가? (10.03.07)

- ① 124
- ② 144
- ③ 166
- ④ 250

기출 문제

21. 1초 동안에 1C의 전하량이 이동할 때 흐르는 전류는 몇 A인가? (10.03.07)

- ① 0.017
- ② 0.1
- ③ 1
- ④ 10

기출 문제

22. 다음 중 누전차단기의 설치에 관한 설명으로 적절하지 않은 것은? (10.03.07)

- ① 비나 이슬에 젖지 않은 장소에 설치한다.
- ② 누전차단기의 설치는 고도와 관계가 없다.
- ③ 전원전압의 변동에 유의하여야 한다.
- ④ 진동 또는 충격을 받지 않도록 한다.

기출 문제

23. 다음 중 심실세동을 일으키는 요소와 가장 관계가 적은 것은? (10.07.25)

- ① 전류의 크기
- ② 통전시간
- ③ 체중
- ④ 신장(키)

기출 문제

24. 다음 중 전압의 분류가 잘못된 것은? (10.05.09)

- ① 저압 - 600볼트 이하의 교류전압
- ② 저압 - 750볼트 이하의 직류전압
- ③ 고압 - 600볼트 초과 7천볼트 이하의 교류전압
- ④ 초고압 - 1만볼트를 초과하는 직류전압

기출 문제

25. 인체의 저항이 500Ω 이고, 440V 회로에 누전차단기(ELB)를 설치할 경우 다음 중 가장 적당한 누전차단기는? (10.07.25)

- ① 30mA, 0.1초에 작동
- ② 30mA, 0.03초에 작동
- ③ 15mA, 0.1초에 작동
- ④ 15mA, 0.03초에 작동

Thank you