
안전보건교육교재

- 전기안전 -

2020. 12.



K I S I

고용노동부지정 안전관리전문기관

한국산업안전관리원

TEL: 1588-8393 (代) FAX: (031)414-0725

안전보건교육일지

2020 년 12 월 일

결
재

담당

검토

승인

교육구분

1. 신규채용자 교육 2. 작업내용 변경 시 교육 3. 특별안전보건 교육
4. 정기교육 5. 관리감독자 교육 6. 기타 ()

교육인원

구 분

계

남

여

비 고

교육대상 근로자수

교육구분

교육 과 목

교육방법

교육시간

교육장소

교재준비

전기안전

교육목적

전기재해의 종류 및 특성을 알고 감전예방대책을 수립, 준수하여 감전에 의한 안전사고를 예방하는데 교육의 목적이 있습니다.

교
육
내
용

1. 전기재해의 종류
2. 전기재해의 특성
3. 전기의 위험성
4. 전기재해예방 기본원칙
5. 전기설비의 안전성 확보방안
6. 기타 인간공학적 안전성 확보
7. 전기위험방지 기법
8. 감전 메카니즘
9. 감전예방대책
10. 절연용 보호구 및 방호구
11. 재해사례

※ 교육평가 및 의견

강 사 명

비 고

전기 안전

전기안전이란 “전기로 인한 사상재해나 폭발재해 또는 전기설비의 고장이나 사고를 방지하고 전기를 안전하게 사용하기 위한 모든 수단과 방법을 실천하는 것”이라고 볼 수 있다.

이 중에는 전기에 대한 안전교육, 전기설비의 안전화, 전기설비의 운전, 보수시 안전한 작업 방법의 습득 등 여러 가지 사항이 포함되어 있다.

또한 위험이 내재된 전기설비의 위험 요인을 제거하여 안심하고 작업을 할 수 있도록 작업환경을 조성함과 아울러 정하여진 작업절차를 준수하는 마음가짐과 작업절차를 몸에 익히는 것이 중요하다.



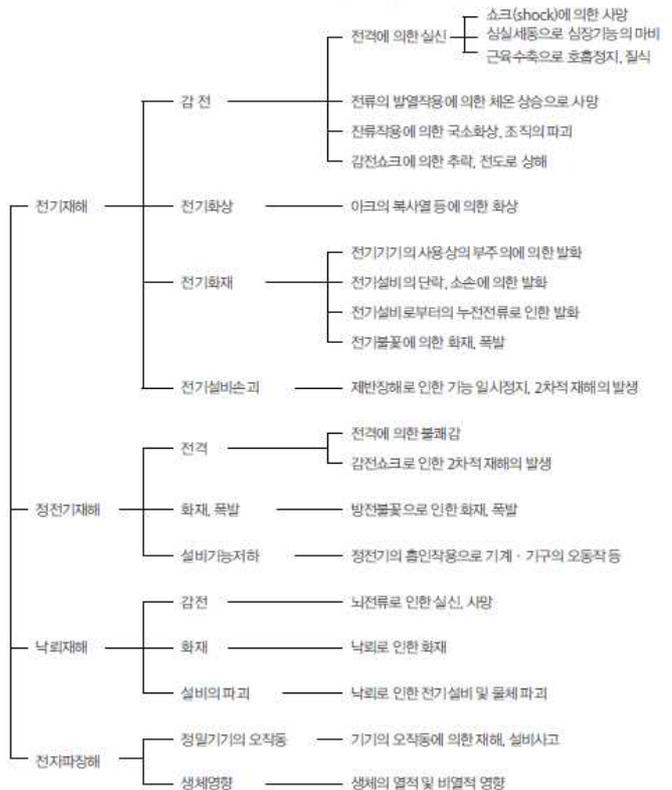
1. 전기재해의 종류

전기안전의 목표는 전기에 의한 사고나 재해의 예방에 있다. 그 중에서 특별히 인명에 관계 되는 전기재해의 발생방지가 가장 중요한 목표라 하겠다.

전기에 관계되는 재해는 일반전기재해, 정전기재해, 낙뢰재해 및 전자파장해 등으로 나눌 수 있으며 그 개요는 다음 <표 2-1>과 같다.

- (1) 전기에 의한 사상재해
 - 직접원인 : 감전(전격), 전기화상, 아크로 인한 시력장애 등
 - 간접원인 : 전격으로 인한 추락재해와 불시의 정전이나 송전 등
- (2) 전기에 의한 화재·폭발
- (3) 전기에 의한 2차적인 재해
- (4) 기타 전기재해
 - 정전기재해
 - 낙뢰에 의한 재해
 - 전자파에 의한 재해

<표 2-1> 전기재해의 종류



2. 전기재해의 특성

(1) 전기재해의 특성

- ① 전기는 형체, 소리는 물론 냄새도 없기 때문에 전기가 흐르고 있는 곳(충전부)을 외관상으로는 전혀 확인할 수 없다.
- ② 전기의 속도는 빛의 속도와 같이 아주 빠르므로 사고 발생 시에는 판단에 의해 대피할 만한 시간적 여유가 없다.



(2) 전기화재·폭발 재해의 특징

① 전기화재 발생원인

전기화재의 발생원인은 전기에너지가 열로 변환하여 발생한 화재와 고장(보호장치 동작하지 않음 등)이나 부적절한 사용 방법으로 인한 화재로 크게 나눌 수 있다.

부적절한 사용방법으로 인한 화재는 사용자의 착각이나 오조작으로 기기의 스위치를 잘못 투입하거나, 고온부에 가연물질이 접촉하는 경우 등이 있다.



② 출화의 경과에 의한 전기화재 발생원인

전기로 인한 화재는 발생부위의 전기시설이 대부분 파괴되어 화재원인을 정확히 규명하기가 곤란한 문제를 안고 있으나, 주로 화재가 발생하는 형태는 다음과 같이 크게 분류할 수 있다.

- 전열기·조명기구 등의 과열로 주위 가연물에 착화되는 경우
- 배선의 과열로 전선피복에 착화되는 경우
- 전동기, 변압기 등 전기기기의 과열
- 전선간 단락, 누전, 정전기 등

〈표 2-2〉 출화의 경과에 의한 전기화재 분포

구분	계	단락	과부하	누전지락	접촉불량	트레킹	반단선	기타
발생건수	8,445	3,524	1,282	550	1,306	463	158	1,162
점유율(%)	100	41.7	15.1	6.5	15.4	5.5	1.8	13.7

3. 전기의 위험성

(1) 전류의 영향

일반적으로 감전재해는 다른 재해에 비하여 발생률은 낮으나 일단 재해가 발생하면 치명적인 경우가 많으며, 다행히 생명을 건졌다 하더라도 일생동안 불구가 되는 예가 적지 않다.

이것은 감전이 되었을 때의 호흡정지, 심장마비, 근육이 수축 되는 등의 신체기능 장애와 감전사고에 의한 추락 등으로 인한 2차 재해가 뒤따르기 때문이다.



① 인체의 전기적 특성

인체의 감전시 그 위험도는 통전전류의 크기, 통전시간, 통전경로, 전원의 종류에 의해 거의 결정된다.

② 인체에 대한 전격의 영향

첫째는 전기신호가 신경과근육을 자극해서 정상적인 기능을 저해하며, 호흡정지 또는 심실 세동을 일으키는 현상이며, 둘째는 전기에너지가 생체조직의 파괴, 손상 등의 구조적 손상을 일으키는 것이다.

③ 전류에 대한 인체의 반응

인체는 ‘통전전류×시간’이 어느 정도 이상이 되면 전류의 열작용으로 전류의 유입구와 유출구에 화상이 나타나게 되는데 인체 내의 조직세포를 파괴하거나 혈구를 변질시킨다. 특히 문제가 되는 것은 감전전류의 자극에 의하여 심장에 심실세동이 발생되어 뇌세포에 산소공급이 차단되고 이러한 상태가 지속되면 수분 내에 사망하게 되는 것이다.

④ 통전경로의 영향

인체에 전류가 통과하게 되면 심실세동이 일어날 수 있는 것은 물론이고, 통전경로에 따라서는 그 보다 낮은 전류에서도 심실세동의 위험성이 있으며 통전경로별 심장전류계수는 다음과 같다.

〈표 2-3〉 통전경로별 심장전류계수

통전경로	심장전류계수(KH)
㉠ 왼손-가슴	1.5
오른손-가슴	1.3
왼손-한발 또는 양발	1.0
㉡ 양손-양발	1.0

※ K.H: KilloffHeart

(2) 전압의 영향

전선로 또는 누전된 전기기기에 인가된 전원과 인체의 접촉으로 인체에 인가될 수 있는 전압은 2가지로 분류되는데 접촉전압과 보폭전압 등 2가지가 있다. 여기서 접촉전압이란 사람의 손과 다른 신체 일부사이에 인가된 전압을 말하며 보폭전압은 사람의 양발 사이에 인가된 전압을 말한다.

(3) 저항의 영향

① 인체의 전기저항

인체의 전체저항은 주로 인체고유저항이 되어 100V에서는 대략 700Ω정도이며, 220V에서는 대략 1,000~2,200Ω정도이다.



② 주위환경과 저항

작업장소의 바닥이 콘크리트냐 또는 맨땅이냐에 따라 전기저항이 다르며, 상태가 건조한 경우 또는 젖어 있느냐에 따라 다르다. 특히 물은 종류에 따라 다음과 같이 전기를 통하는 정도가 다르다.

- 지하수, 바닷물 : 전기가 잘 통한다.
- 수돗물 : 전기가 적당히 통한다.
- 증류수 : 전기가 안 통한다.

③ 인체의 전기 저항치 변화

인체저항은 일정한 값이 아니고 피부 표면의 건습상태와 접촉전압에 따라서 달라진다. 접촉전압이 200V인 경우 인체저항은 평균치로 2,000Ω, 낮은 경우는 1,000Ω정도, 피부 표면이 건조해 있으면 3,000Ω의 값이 된다. 손과 발이 전해액 안에 있는 경우는 피부저항이 존재하지 않고 인체저항은 내부저항만이 된다.

4. 전기재해예방 기본원칙

(1) 위험원의 격리

감전재해는 노출된 충전부에 접촉하는 경우가 가장 많으므로 충전부를 격리하고 은폐하여야 한다(예 : 나이프스위치 덮개, 수변전설비의 격리판이나 보호판, 나전선 등)

(2) 위험성의 제거 또는 경감

활선상태에서의 작업 시 위험성을 배제하기 위하여 활선작업 대신 정전 작업을 실시한다.

작업시에는 위험성을 가능한 줄여야 하는데 전격 위험성이 저전압 운전 또는 원격제어 방법의 채택, 안전거리의 확보를 위한 전용의 작업공구 등을 사용하여야 한다.

(3) 전조현상이나 이상현상의 조기검출과 재해의 파급효과 억제
과전류, 과열, 절연열화, 변색, 이상진동, 이상음 접촉불량 등의 전조현상의 사전파악에 주력하며 누전재해예방을 위한 누전차단기의 설치 및 경보조치를 실시하여야 한다.



(4) 방호

활선작업은 위험성이 매우 높으므로 부득이한 경우 충전부에 방호기구를 사용하거나 절연보호구를 설치한다.

(5) 비상대책의 사전 수립

사고나 재해발생으로 인한 피해를 줄이기 위한 안전 대책과 비상조치계획을 수립, 대비하여야 한다.

5. 전기설비의 안전성 확보방안

(1) 전기설비의 근원적 안전성 확보

지금까지 발생한 전기기기에 의한 사고나 재해를 분석·검토하여 볼 때 전기 기기의 안전성 확보를 위하여 다음의 조건들이 각 단계별로 만족되어야 한다.

- 전기기기의 설계·제작 시방서, 설계도면 및 해당규격 대비 적정할 것
- 전기기기의 설치 및 시공시 불량한 요소가 없을 것
- 전기기기의 유지·관리에 소홀한 점이 없을 것
- 전기기기의 취급이 적정할 것

(2) 전기기기의 설치

전기기기의 안전성을 확보하려면 각종 기기의 설치가 우선 완전무결하여야 한다.

① 전기기기는 일반적으로 통전부분과 철대, 외함 등과의 사이가 절연되어 있으나 권선, 부싱 등의 절연이 열화하여 이들 부분에서 누전이 생겨 외함과 철대가 충전되면 감전사고가 생기므로 이것을 접지하여 감전을 방지하여야 한다.

② 일반 전기기기에 발생하는 열로 인하여 전기기기의 절연물이나 외함이 손상되지 않도록

해야 한다.

③ 아크를 발생하는 기구는 가열물질에 인화되지 않도록 목재류 또는 천장에서 고압용은 1m이상, 특고압용은 2m이상 떨어뜨려 설치해야 한다.

④ 고압용 전기기계기구를 발전소 등에 시설하는 경우를 제외한 일반적인 시설 방법은 기술기준 및 규격에서 규정하고 있는 내용을 적용한다.

⑤ 과부하 전류 및 단락전류로 말미암은 전선 및 전기기기의 과열 또는 소손의 방지를 목적으로 퓨즈 및 배선용 차단기의 특성과 상세한 명세내용을 숙지한다.

⑥ 금속제 외함을 갖는 저압 전기기기 중 30[V]를 넘는 전압에서 사용하는 것에 대하여는 감전을 방지할 목적으로 누전차단기 등의 지락 보호장치를 시설해야 한다.

(3) 전기기기의 유지·관리

① 안전점검의 필요성

전기기기의 안전성을 확보·유지하려면 평소 점검·진단(점검, 시험, 검사, 측정 등)을 실시하는 것이 가장 효과적이다.



② 안전점검시 안전성 확보

전기기기 및 설비의 이상 유무의 판단을 위한 안전점검은 중요한 업무의 하나이다. 점검 시에는 운전을 정지한 후 직접 측정 또는 오감으로 점검을 실시한다.

③ 점검기준

점검·검사의 실시기준으로 점검개소, 주기, 점검항목, 방법, 필요기구, 양부 판정기준, 처리절차 등을 안전관리규정 등에 미리 정하여 놓는 것이 좋지만 그 내용과 처리 등에 대하여 융통성 있는 처치와 체계적인 후속대책이 필요하다.

(4) 전기설비의 안전대책

- 노출 충전부의 격리 및 폐쇄
- 절연피복의 강화
- 비접지식 전로의 채용
- 절연용 보호구의 착용 및 방호구의 사용
- 전기기기 및 설비의 보호접지·기구
- 안전장치의 설치

- 안전 초저압기기 등의 사용
- 전기기기 사용시의 주의사항
- 이중절연 구조의 전기기기·기구의 사용
- 점검, 검사, 보전 및 수리시의 안전작업계획의 수립
- 작업공간 및 조도의 확보
- 전기용품 선택 시의 주의사항

6. 기타 인간공학적 안전성 확보

(1) 잠금장치 및 꼬리표의 부착

전원 차단 시 즉 정전 작업 시 잠금장치 및 꼬리표 부착은 필수적인 정전작업절차 중의 하나이다.



커버용 잠금장치



플러그용 잠금장치



키형 잠금장치



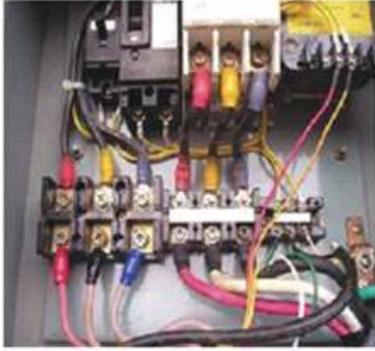
차단기용 잠금장치



MCC 패널 잠금장치

(2) 전선색상의 통일

모든 배선은 전체시설이 통일되도록 변압기 단자로부터 콘센트 또는 부하의 전원단까지 같은 색으로 배선 되도록 하여야 한다.



불량한 사례 (X)



양호한 사례 (O)

7. 전기위험방지 기법

(1) 전기기계 및 설비의 설계·계획 단계에서의 안전성 확보

설계·계획 단계에서의 안전성 확보를 위해 당해 설비의 위험요인을 사전에 파악하여 설계 단계에서 위험요인을 제거하도록 하여 안전성을 확보하는 것이 제일 중요하다.

(2) 제작, 설치 및 공사단계에서의 안전성 확보

설계·계획시 반영된 조치가 제조, 설치 및 공사단계에서도 안전성이 제대로 확보되었는지를 확인하고 미비점 또는 결함이 발견되면 시정 또는 개선을 하여야 한다.

(3) 사용단계에서의 안전성 확보

사용단계에서는 사용 절차서에 따라 관리를 하여야 한다. 즉 일정 주기마다 점검 및 검사를 철저히 하되 임의의 수정, 임시조치도 허용하지 않도록 절차서의 마련과 이 절차서에 따라 업무가 처리되고 또 설계 및 초기 설치단계에서의 원칙과 의도가 흐트러지지 않도록 지속적인 관리가 되도록 체계화를 하여야 한다.

(4) 지속적인 안전관리를 위한 3E 및 4M에 대한 관리 철저

재해예방 대책으로서 3E(Education : 교육, Engineering : 안전시설, 기술, Enforcement : 단속, 관리, 법령제도)의 철저한 준수와 불안정한 상태와 불안정한 행동 등 유해 또는 위험요인을 사전에 제거하기 위하여 4M(Man, Machine, Media, Management)의 조화를 통한 효율적인 전기기계 및 설비의 안전성 확보 노력이 지속적이고도 체계적으로 이루어져야 한다.

8. 감전 메카니즘

(1) 누전

흔히, 누전으로 감전사망 하였다거나 또는 누전으로 화재가 발생하였다는 등 우리는 누전이란 용어를 많이 사용하고 있다. 그렇다면 누전이란 무엇인가? 가장 쉽게 비교될 수 있는 것은 수도 파이프에서 물이 새는 누수현상과 같이 전류가 새는 것이다.



(2) 전류에 대한 인체의 반응

인체의 전류가 전압과 저항에 따라 어떻게 결정되느냐를 고찰하여 보면, 바닥이 비에 젖어있고 인체는 땀에 젖어 맨발인 상태가 감전재해시 사망할 확률이 가장 높은 것인데, 그 시기는 언제일까

바로 7, 8월 장마철인데 누전에 의한 감전 사망자가 이 시기에 가장 많이 발생하는 것으로 분석되고 있다.



9. 감전예방대책

(1) 누전에 의한 감전예방대책

저압회로의 누전(지락)사고 발생시 가장 효과적인 해소방법과 그 대책은 다음과 같다.

- 전기기계기구 접지
- 누전차단기 설치
- 규격, 검정품의 전기기계기구 사용
- 절연저항 측정

(2) 접지

절연저항을 측정하여 사전에 누전을 예방하는 것이 중요함에 틀림이 없으나 이것으로 감전을 완전히 예방한다고 할 수 없다.

왜냐하면 절연저항 측정결과 이상이 없었다 하더라도 측정 이후 불시에 누전이 발생될 때에는 어떻게 되겠는가? 그렇다고 해서 항상 절연만 측정하고 있을 수는 없는 일이다. 그래서 이에 대비한 안전조치가 바로 외함 접지이다.

① 접지의 원리

접지는 근본적으로 전력계통 운영과 관련된 계통접지와 인명을 보호하기 위한 보호접지로 구분되며, 보호접지란 평상시 전류가 흐르지 않는 전기설비 또는 전기기계기구의 금속외함을 접지하는 것이다.

② 이동형 전기기계기구의 접지

이동형 전기기계기구는 기계기구 외함 - 접지형 코드선 - 접지형 플러그 - 접지형 콘센트- 접지봉(또는 접지망) 등의 순으로 접지를 해야 하므로 전용 접지선이 케이블에 전원선과 함께 따로 내장되어야 하는데, 접지극이 없는 콘센트와 플러그를 사용하여 접지선의 속성이 유지되지 못하고 끊기는 현상이 문제점으로 대두되고 있다.

(3) 누전차단기

누전차단기란 누전사고시 공급전원을 신속히 차단하는 장치로서 전원측의 과전류보호장치가 감지하지 못하는 아주 작은 전류에서 동작하여 인체를 감전으로부터 보호한다. 그러므로 감전보호 목적의 누전차단기 정격은 일반적으로 30mA , 0.03초이다.



【사진 2-1】누전차단기 종류

(4) 접지와 누전차단기

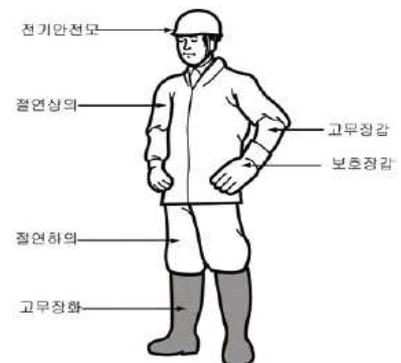
감전재해 예방을 위하여 외함 접지공사를 완벽하게 실시하는 방법과 누전차단기를 사용하는 방법이 가장 효과적이라고 하였는데 그렇다면 접지, 누전차단기 중 어느 것을 선택해야 할까? 가장 이상적인 방법은 외함 접지공사를 하되 접지 저항치를 아주 낮게 유지하도록 하고, 물 등 습기가 많은 장소에 꽃음 접속기형 누전 차단기를 추가하는 것이다.

10. 절연용 보호구 및 방호구

(1) 절연용 보호구 등의 종류

전기작업시 필요로 하는 절연용보호구 등에는 절연용 보호구, 절연용 방호구, 활선작업용 기구, 활선작업용 장치 및 안전표지용구 등이 있다. 그 중에서 절연용 보호구에는 7,000V 이하의 전로에 활선 근접작업시 감전사고를 방지하기 위해 작업자의 몸에 착용하는 것으로 전기안전모, 고무장갑, 고무장화 등이 있다.

- 전기안전모
- 안전화
- 안전장갑(전기용 고무장갑)
- 보호용 가죽장갑



(2) 절연용 방호구

활선작업 또는 활선근접작업시 감전사고를 방지하기 위해 전로의 충전부에 장착하는 것으로, 절연관·절연시트·절연카바·애자후드·완금카바 및 고무블랭킷 등 충전부를 덮는 것이다.

▶ 2019.01.03. KOSHA-경기사누-SA-201902

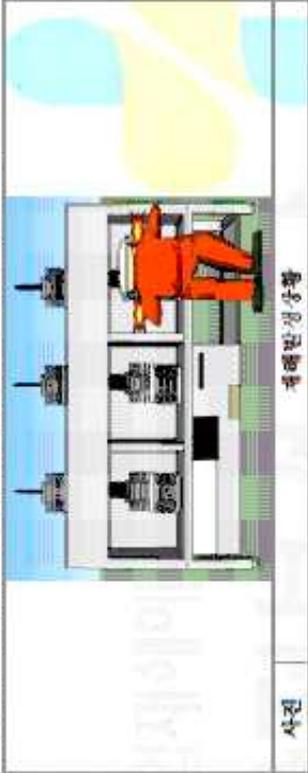
본 속보는 경기도부지사 관내에서 발생한 서문사교에 대하여 발생한 교통사고의 재발방지를 위하여 관련 사업장 등에 배포하고 있습니다. 관련 발생된 사고는 원인으로 인공구조물 붕괴로 인한 차량조종장 조작 장치(차량 시동장치) 시동 장치 불량으로 발생하였으나, 차량조종장 및 차량시동 장치에 관하여 세부사항은 안전관리위원회 회의록에 참조하여 동종사고가 발생하지 않도록 안전을 위하여 주시기 바랍니다.

직공차단기 승진부에 잠진

< 사고개요 >

2019년 1월 02일(목) 13:00경경 경기 연신시 소재 인천상하역(조성중)에서 고상원인 피아를 위한 차량 잠진 중 직공차단기(K)에 상부 승진부 현대로 인하여 잠진사고 후 침몰하여 지로 중 사망한 자해임

X 조성원 비 : 변면서 전의 승진부 잠진조작 또는 비동작시공을 하는 불비

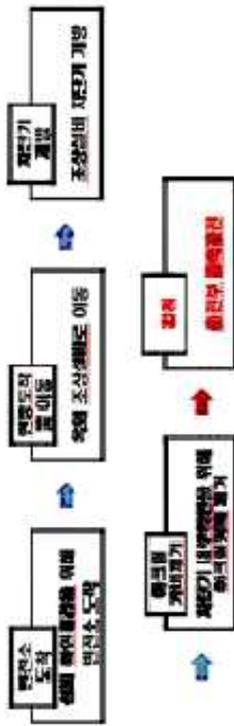


사진

폭해발생상황

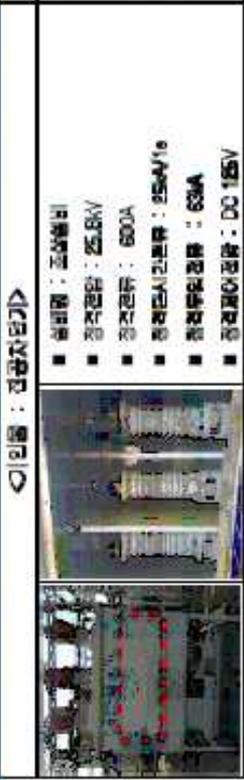
1 사고발생과장

- 재해발생 상황도
 - 조성원씨의 고정적인 작업은 위한 준비 현행안전 등 조성원씨의 직공차단기(K)에 상부 승진부 잠진으로 인하여 잠진사고가 발생함



11. 재해사례

▶ 2019.01.03. KOSHA-경기사누-SA-201902



◁인물 : 직공차단기▷

- 용량 : 2500W
- 전압 : 250V
- 전류 : 600A
- 용량 : 2500W
- 전압 : 250V
- 전류 : 600A

2 사고발생원인(주장)

- 전기작업 시의 전 해방 전로 차단 및 전로 차단 필증 미준수
 - 전기작업 기구 또는 전로의 정비 또는 점검 시에는 작업자가 잠진될 위험이 있으므로 반드시 해당 전로를 차단 후 작업 실시 및 전로 차단 시 잠진될 경우 즉시 작업 중지

3 동종사고 예방대책

- 전기작업 시작 전 해당 전로 차단 및 차단 필증 준수
 - 전기작업 기구 또는 전로의 정비 또는 점검 시에는 작업자가 잠진될 위험이 있으므로 반드시 해당 전로를 차단 후 작업 실시 및 전로 차단 시 잠진될 경우 즉시 작업 중지

4 시현부 및 근로자가 할아야 할 산업안전보건법

- 사업주가 해야 할 일
 - 동종전로를 취급하는 근로자에게 작업에 적합한 안전교육 실시 및 잠연용 보호구를 착용 시킬도록 조치
- 근로자가 해야 할 일
 - 동종전로 취급시 그 작업에 적합한 잠연용 보호구 착용