

전기 관련 재해예방

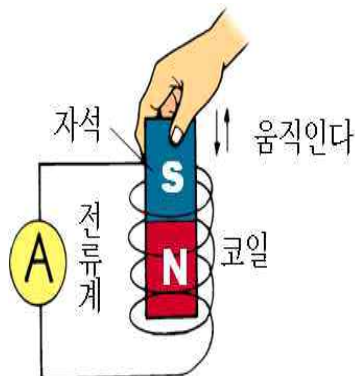
전기위험성과 감전사고 예방

1. 전기의 성질

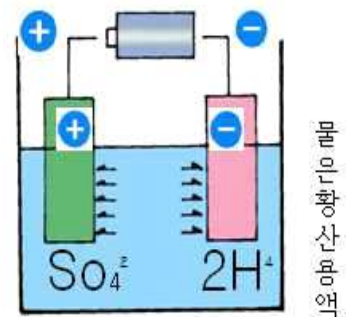
- ▶ 물이 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르듯이 전하는 전기적인 위치에너지가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하는데 물이 흐르는 이유가 중력 때문이라면 전류는 기전력(起電力)이라는 힘에 의해 흐른다. 전류가 흐르는 길을 전기회로라 하며 이는 물이 흐르는 수로(水路)에 대응된다. 그리고 전류에 의하여 에너지를 공급받는 장치를 부하(負荷)라 하고, 이것은 물에 의해 돌게 되는 물레방아에 대응된다. 전류는 발열, 자기, 화학 등 3가지 작용이 있는데 여러 가지 전기기계기구들은 이 3가지 작용을 응용한 것이다.
- 발열작용: 모든 전선에 전류가 흐르면 열이 발생하는데 이러한 발열작용에 의해 발생한 열은 전등, 다리미, 전기히터 등에 널리 이용되고 있다.
- 자기작용: 전기가 내는 힘의 작용을 응용한 것으로 이것이 바로 전자석 또는 전동기의 기본원리가 된다.
- 화학작용: 물의 전기분해나 전기도금, 건전지 등에서 이용되고 있다. 이러한 전기의 성질을 잘 이용하면 우리에게 많은 이득이 되지만 잘못 사용하거나 통제되지 않는 상태 즉, 누전(절연파괴) 등이 발생하면 우리가 원치 않는 일(화재, 감전)을 하게 된다.



<발열작용>



<자기작용>



<화학작용>

2. 전기의 위험성

- ▶ 전기는 눈에 보이지 않고 소리 또는 냄새도 맡을 수 없을 뿐만 아니라 손으로 확인할 수도 없기 때문에 전기적 위험의 감지는 상당히 어렵다. 일반적으로 감전재해는 다른 재해에 비하여 발생율이 낮으나, 일단 재해가 발생하면 호흡정지, 심장마비, 근육수축 등의 신체기능 장애와 고소작업 시 추락 등으로 인한 2차재해가 발생하기 때문에 치명적인 경우가 많다.

3. 전기재해의 종류

■ 감전

- ▶ 사람 체내의 일부 또는 대부분에 전기가 흘러 충격을 받는 현상으로 상해를 받지 않는 경우도 있으나, 상해를 받았을 때에는 사망률이 높아 매우 위험시 되고 있다.
- 직접접촉 : 충전부에 인체의 일부가 접촉하여 전압이 인가되는 형태로 활선작업 중 부주의 또는 정전작업 중 타인이 전원스위치를 투입하였을 때 발생
- 간접접촉 : 전선피복의 절연손상 또는 아크 발생에 의하여, 평상 시 충전되지 않는 기기의 금속제 외함 등에 누전이 되어 있는 상태에서 인체의 일부가 이 외함과 접촉하여 감전되는 형태

■ 아크의 복사열에 의한 화상

- ▶ 전기가 흐르고 있는 전기회로를 개폐할 때 아크(Arc)*가 발생하는데 큰 전류가 흐르거나 또는 고전압의 전기회로를 개폐할시 고온을 동반한 강열한 아크(Arc)가 발생되며 이로 인해 주변 작업자는 화상을 입게 된다.

■ 전기화재

① 전기기기의 사용 상의 부주의로 인한 발화

- ▶ 전기다리미, 전열기구 등의 통전방치에 의한 것
- ▶ 전구나 전열기구에 가열성 물질의 접근 또는 접촉에 의한 것

② 전기설비의 단락, 합선, 소손에 의한 발열

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

③ 전기설비로부터의 누설전류에 의한 발화(누전화재)

- ▶ 누전화재는 전기기구의 파손, 불량배선 등이 금속체와 접촉 또는 전선피복 등의 손상으로 누설전류가 발생되어 장기간 누설전류가 형성, 열의 축적으로 발화

④ 스파크에 의한 발화, 폭발

- ▶ 스파크는 전기회로를 개폐기로 개폐할 때 전기기구의 접촉 불량 등에 의해 발생되어 공기 중의 분진이나 유증기 등에 인화 발화

4. 감전재해

■ 감전재해의 원인

- ① 충전부에 직접 접촉하거나 안전거리 이내 접근 시
- ② 절연열화, 손상, 파손 등에 의해 누전된 전기기기 등에 접촉 시
- ③ 잔류전하가 충전된 콘덴서, 고압케이블 등에 접촉 시
- ④ 전기기기 등의 외함과 권선사이 또는 외함과 대지간의 정전용량에 의한 전압이 인가된 경우
- ⑤ 지락전류 등이 흐르고 있는 도체부근에 발생하는 전위 경사도(전위차)에 의한 경우
- ⑥ 고전압 송전선의 정전유도 또는 유도전압에 의한 경우
- ⑦ 정전회로에 오조작 또는 자가용 발전기 운전으로 인한 역송전에 의한 가압의 경우
- ⑧ 낙뢰의 진행파에 의한 경우

■ 감전사고의 특징

- ▶ 전기작업과 직접관련이 없는 일반작업자에게 많이 발생되고, 일반작업자의 경우에는 생산 설비인 저압전동기의 누전에 의해서, 전기작업자의 경우에는 정전 또는 활선, 활선근접작업시의 안전수칙의 미준수로 발생되며, 일반적으로 고압이 상대적으로 더 위험하나 실제 재해발생은 고압보다 저압에서 훨씬 많이 발생되고 있는 것으로 나타나고 있다.

전격(전류에 의한 인체의 충격)	심실세동
<ul style="list-style-type: none"> ○ 맥박이 점점 빨라졌다가 급격히 약해짐. ○ 피부가 거칠어지기도 윤기가 없어짐. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 심장 수축 기능의 소실 ○ 체내 혈액공급 저하로 급격한 혈압감소 및 실신

5. 전기 안전점검 수칙

■ 점검계획수립·준비

- ① 점검자는 반드시 작업관계책임자의 협조하에 점검을 실시한다.
- ② 작업관계책임자는 점검시의 안전을 확보 하기위해 감독하고 적절한 지시를 내릴 수 있는 체제를 갖춘다.
- ③ 점검에 착수할 때는 전원차단 보호구착용 및 점검구역과 출입구역을 로프 표시 깃발표시 막대 등으로 구획하고 점검범위를 정한다.

■ 복장 및 안전용구

- ① 복장은 가볍고 단정한 복장을 하고 단추가 떨어진 작업복 헐렁한 복장 징이 박혀있는 구두 슬리퍼 등은 피하며 마른 목장갑과 절연모를 착용하고 특히 절연장화를 신는다.
- ② 점검에 필요한 플라이어 나이프 드라이버 스패너 등의 공구는 벨트 공구함에 수납하여 휴대한다.
- ③ 반지 손목시계 특히 금속밴드가 달린 손목시계 등은 반드시 벗고 작업한다.
- ④ 작업에 필요한 보호구 고압용절연장갑, 전기용절연 장화, 절연모, 방호기구고무관, 고무판, 공구--재료, 흑막대, 표지, 로프, 단락접지용구, 고압검전기, 저압검전기 등을 항상 준비하여 손상이나 열화의 유무를 사전에 점검한 후 사용한다.
- ⑤ 위험 또는 유해한 업무에 임할때는 보호구를 착용한다.
- ⑥ 빗줄기 속에서 사용한 흑막대는 반드시 닦아서정해진 장소에 보관한다.
- ⑦ 흑막대, 전기용절연장갑 그리고 절연대 등은 정기적으로 점검하여 양호한 절연상태를 유지시킨다.
- ⑧ 부주의 또는 실수로 활선부분에 닿지 않도록 방호고무관 고무판 등을 사용한다.

■ 점검시의 안전

- ① 점검은 2명 이상이 하고 1명은 안전성 확보를 위한 감시에 역점을 둔다.
- ② 순회점검 시에는 내장기기 부품에는 손을 대지 말고 육안점검으로 하여 접촉위험을 방지 한다.
- ③ 순회점검할 때에는 운전중에 문을 개폐하지 말고 외관점검 계기지시 점검으로 한다.
- ④ 전동기 등을 정지하고 큐비클(Cubicle) 내부를 점검할때는 ① 투입금지'라는 표지판부착 ② 차단기를 개방 ③ 단로기를 개방 ④ 잠금장치설치 ⑤ 점검실시 등의 순서로 한다.

- ⑤ 정기점검 수리 등에서 큐비클(Cubicle) 이면판 등을 분리 할때는 주머니안에 있는 것을 꺼내고 완장 시계 등을 벗어 이물질이 내부로 들어가는 일이 없도록 한다.
- ⑥ 정기점검 수리 등에서 큐비클(Cubicle) 이면판 등을 분리 할때는 떨어져서 부상을 입는 일이 없도록 주의한다.
- ⑦ 부하측 기기를 점검할 경우에는 단로기를 열고 큐비클(Cubicle)에는 '조작금지'라는 표지판을 걸고 작업을 시작한다.
- ⑧ 중량물을 들어올린 그 밑에서는 절대로 작업하지 않는다.
- ⑨ 세척하기 위해 휘발성 오일을 사용할 때에는 주위5m이내를 「화기엄금」으로 한다.
- ⑩ 시너 도료 등을 다량 사용할 경우에는 환기를 충분히 한다.
- ⑪ 기름에 의한 오염은 신속히 청소한다.
- ⑫ 높이 2m 이상에서 작업 할때에는 반드시 작업대를 설치하되 절연모를 착용한다.
- ⑬ 사다리는 오르내리는 용도로만 사용하여야 하고 반드시 상부와 하부를 고정하고 미끄럼 방지를 하며 가능한한 작업보조원을 두고 하부를 확보한다.
- ⑭ 공구나 물건을 던져 올리거나 던져 내리지 않는다.
- ⑮ 이동식사다리에 올라서서 작업을 하지 말고 기기의 돌기부분을 발판으로 삼지 않는다.

6. 전기 사용 시의 안전대책

■ 전기기기 및 배선 등 충전부의 노출 금지

- ▶ 전기기기나 배선의 충전부가 절연되어 있지 않으면, 충전부의 접촉에 의한 감전이나 누전에 의한 화재가 발생할 우려가 있기 때문에 절연은 확실하게 하여야 한다. 전기기기나 배선 자체는 물론이고 전선과 기기의 접속부분, 전선과 전선의 연결부분 등도 충전부가 노출되지 않도록 절연용 테이프 등으로 충분히 절연시켜 주어야 한다. 만약 절연조치가 불가능할 경우에는 충전부를 절연성 물질 등으로 덮어주어(충전부 방호)감전사고를 예방하여야 한다. 또한 전기를 사용하는 곳의 바닥을 절연처리 하거나 습기를 없애 건조하게 유지시켜 작업자의 충전부 접촉시에 재해가 일어나지 않도록 해야 한다.

전기기계·기구 등의 충전부 방호(산업안전보건기준에 관한 규칙 제301조)

① 사업주는 근로자가 작업이나 통행 등으로 인하여 전기기계·기구 또는 전로 등의 충전 부분에 접촉하거나 접근함으로써 감전 위험이 있는 충전 부분에 대하여 감전을 방지하기 위하여 다음 각호의 방법 중 하나 이상의 방법으로 방호하여야 한다.

1. 충전부가 노출되지 않도록 폐쇄형 외함이 있는 구조로 할 것
2. 충전부에 충분한 절연효과가 있는 방호망이나 절연덮개를 설치할 것
3. 충전부는 내구성이 있는 절연물로 완전히 덮여 감쌀 것

■ 절연상태 관리 철저

- ▶ 전로의 전선 상호간 및 전로와 대지간의 절연저항

개폐기 또는 과전류 차단기로 구분할 수 있는 전로마다 다음표의 값 이상을 유지해야 한다.

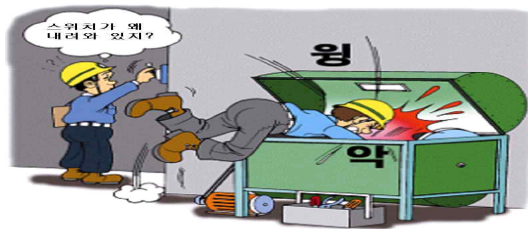
- ▶ 이중절연구조 전동기계·기구

전동기계·기구가 이중절연구조로 된 것을 선택한다.

※ 이중절연구조란: 전동공구 외함이 절연재로 제작되어 있고 내부 전기회로가 다시 한번 기능적으로 절연된 구조이다. 이와 같은 절연구조는 만약 한 개의 절연층이 파괴되더라도 다른 절연층으로 보호되어 있으므로, 감전에 대한 위험성이 거의 없다고 할 수 있으며 명판에(回)마크가 부착되어 있다.

■ 설비수리·정비작업

- ▶ 해당 설비 전원을 차단하고 개폐기에 잠금장치 및 수리중 표찰 부착, 충전여부 확인, 단락 접지 실시, 필요할 경우 감시인을 배치하는 등 안전을 확보한 후 작업을 실시하여야 하며 작업을 마치고 전원을 공급하는 경우에는 모든 작업자가 전기기기 등에서 떨어져있는지 등 이상유무를 확인한 후 전원을 투입한다.



정전전로에서의 전기작업(규칙 제319호)

① 사업주는 근로자가 노출된 충전부 또는 그 부근에서 작업함으로써 감전될 우려가 있는 경우에는 작업에 들어가기 전에 해당 전로를 차단하여야 한다. 다만 다음 각 호의 경우에는 그러하지 아니하다.

1. 생명유지장치, 비상경보설비, 폭발위험장소의 환기설비, 비상조명설비의 장치·설비의 가동이 중지되어 사고의 위험이 증가되는 경우

2. 기기의 설계상 또는 작동상 제한으로 전로차단이 불가능한 경우
 3. 감전, 아크 등으로 인한 화상, 화재·폭발의 위험이 없는 것으로 확인된 경우
- ② 제1항의 전로 차단은 다음 각 호의 절차에 따라 시행하여야 한다.
1. 전기기기 등에 공급되는 모든 전원을 관련 도면, 배선도 등으로 확인할 것
 2. 전원을 차단한 후 각 단로기 등을 개방하고 이를 확인할 것
 3. 차단장치나 단로기 등에 잠금장치 및 꼬리표를 부착할 것
 4. 개로된 전로에서 유도전압 또는 전기에너지가 축적되어 근로자에게 전기위험을 끼칠 수 있는 전기기기 등은 접촉하기 전에 잔류전하를 완전히 방전시킬 것
 5. 검전기를 이용하여 작업 대상 기기가 충전되었는지를 확인할 것
 6. 전기기기 등이 다른 노출 충전부와의 접촉, 유도 또는 예비동력원의 역송전 등으로 전압이 발생 할 우려가 있는 경우에는 충분한 용량을 가진 단락 접지기구를 이용하여 접지할 것
- ③ 사업주는 제1항 각 호 외의 부분 본문에 따른 작업 중 또는 작업을 마친 후 전원을 공급하는 경우에는 작업에 종사하는 근로자 또는 그 인근에서 작업하거나 정전된 전기기기 등(고정 설치된 것에 한정한다)과 접촉할 우려가 있는 근로자에게 감전의 위험이 없도록 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.
1. 작업기구, 단락접지기구 등을 제거하고 전기기기 등이 안전하게 통전될 수 있는지를 확인 할 것
 2. 모든 작업자가 작업이 완료된 전기기기 등에서 떨어져 있는지를 확인할 것
 3. 잠금장치와 꼬리표는 설치한 근로자가 직접 철거할 것
 4. 모든 이상 유무를 확인한 후 전기기기 등의 전원을 투입할 것

■ 절연용 보호구 등의 사용

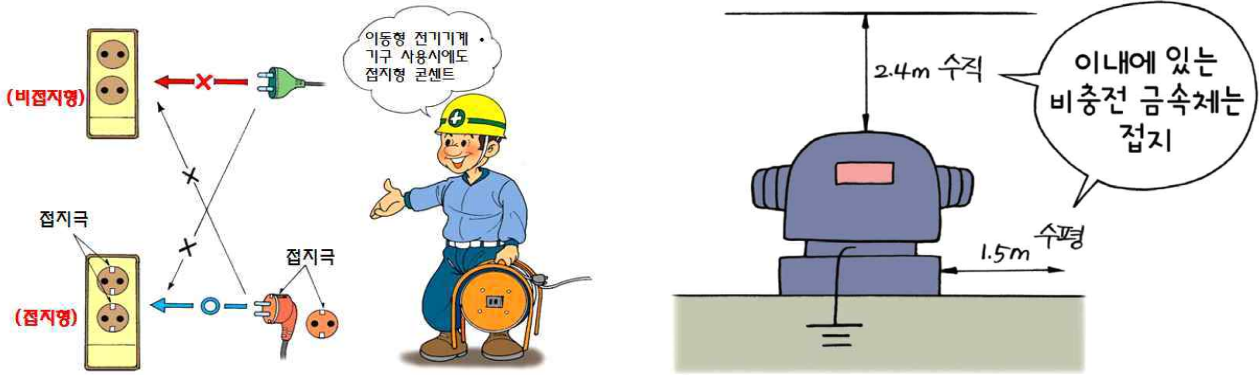
- ▶ 전기작업 시에는 감전재해를 방지하기 위하여 절연용 보호구 등을 착용하여야 하며 절연용 보호구는 7,000V 이하의 전로에서 활선작업, 활선 근접 작업 등의 전기작업 시에 작업자가 착용하여야 하는 것으로 전기안전모, 절연장갑, 절연화 등이 있다.

■ 물기 있는 곳에서의 취급 금지

- ▶ 몸에 땀이 나 있거나 손이나 발이 물에 젖었을때는 감전 재해가 일어나기 아주 쉽다. 따라서 전기기기를 조작할 때에는 반드시 마른 상태에서 조작해야 하고, 바닥에 물기가 있는 곳에서의 스위치 조작이나 전기기기 사용은 금해야 한다. 이러한 전기기기의 사용 이 불가피한 경우에는 절연장화 등의 절연성 물질을 착용한 상태에서 사용해야 한다.

■ 접지

- ▶ 접지는 접지선을 연결한 접지극을 땅속에 매설하여 누전 사고가 일어나게 되면, 누설전류의 대부분을 땅으로 흘려보내 기기 외함에 걸리는 전압을 감소시켜 감전재해를 방지해 주는 역할을 한다.



전기기계 . 기구의 접지(규칙 제302조)

① 사업주는 누전에 의한 감전의 위험을 방지하기 위하여 다음 각호의 부분에 대하여 접지를 하여야 한다.

1. 전기기계.기구의 금속제 외함 금속제 외피 및 철대
2. 고정 설치되거나 고정배선에 접속된 전기기계.기구의 노출된 비충전 금속체중 충전될 우려가 있는 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 비충전 금속체
 - 가. 지면이나 접지된 금속체로부터 수직거리 2.4미터, 수평거리 1.5미터 이내의 것
 - 나. 물기 또는 습기가 있는 장소에 설치되어 있는 것
 - 다. 금속으로 되어있는 기기접지용 전선의 피복·외장 또는 배선관 등
 - 라. 사용전압이 대지전압 150볼트를 넘는 것

■ 누전차단기 설치

- ▶ 전기는 냄새, 빛깔이 없기 때문에 옥내배선과 전기기구의 고장등으로 누전이 된다 해도 발견이 어려우므로 이러한 경우를대비하여 누전차단기를 부착하면 누전이 될 경우 자동적으로 전기가 끊어지기 때문에 전원측의 과전류 보호장치가 감지하지 못하는 아주 작은 전류에서 인체를 감전으로부터 보호하고 화재를 예방할 수 있다.

누전차단기에 의한 감전방지(규칙 제304조)

① 사업주는 다음 각 호의 전기기계·기구에 대하여 누전에 의한 감전위험을 방지하기 위하여 해당 전로의 정격에 적합하고 감도가 양호하며 확실하게 작동하는 감전방지용 누전차단기를 설치하여야 한다.

1. 대지전압이 150볼트를 초과하는 이동형 또는 휴대형 전기기계·기구
2. 물 등 도전성이 높은 액체가 있는 습윤장소에서 사용하는 저압(750볼트 이하 직류전압이나 600볼트 이하의 교류 전압을 말한다)용 전기기계·기구
3. 철판·철골 위 등 도전성이 높은 장소에서 사용하는 이동형 또는 휴대형 전기기계·기구
4. 임시배선의 전로가 설치되는 장소에서 사용하는 이동형 또는 휴대형 전기기계·기구

- ② 사업주는 제1항에 따라 감전방지용 누전차단기를 설치하기 어려운 경우에는 작업시작 전에 접지선의 연결 및 접속부 상태 등이 적합한지 확실하게 점검하여야 한다.
- ③ 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 제1항 및 제2항을 적용하지 아니한다.
1. 「전기용품안전관리법」에 따른 이중절연구조 또는 이와 동등 이상으로 보호되는 전기기계
 2. 절연대 위 등과 같이 감전위험이 없는 장소에서 사용하는 전기기계·기구
 3. 비접지방식의 전로
- ④ 사업주는 제1항에 따라 전기기계·기구를 사용하기 전에 해당 누전차단기의 작동상태를 점검하고 이상이 발견되면 즉시 보수하거나 교환하여야 한다.
- ⑤ 사업주는 제1항에 따라 누전차단기를 접속하는 경우에 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.
1. 전기기계·기구에 설치되어 있는 누전차단기는 정격 감도 전류가 30밀리암페어 이하이고 작동 시간은 0.03초 이내일 것. 다만, 정격부하 전류가 50암페어 이상인 전기기계·기구에 접속되는 누전차단기는 오작동을 방지하기 위하여 정격감도전류는 200밀리 암페어 이하로, 작동 시간은 0.1초 이내로 할 수 있다.
 2. 분기회로 또는 전기기계·기구마다 누전차단기를 접속할 것. 다만, 평상시 누설전류가 매우 적은 소용량 부하의 전로에는 분기회로에 일괄하여 접속할 수 있다.
 3. 누전차단기는 배전반 또는 분전반 내에 접속하거나 꽃음접속기형 누전차단기를 콘센트에 접속하는 등 파손이나 감전사고를 방지할 수 있는 장소에 접속할 것
 4. 지락보호전용 기능만 있는 누전차단기는 과전류를 차단하는 퓨즈나 차단기 등과 조합하여 접속할 것

7. 전기 취급작업시 위험포인트 및 안전대책

■ 위험 포인트

- ▶ 노출된 충전부 접촉 또는 고장난 기계 수리·보수 시 감전위험
- ▶ 휴대형 및 이동형 전기기기 등 취급작업 시 누전에 의한 감전위험
- ▶ 변전실내 충전부 근접장소에서 청소, 도색, 계기취급 작업 시 전기화상, 감전위험
- ▶ 송·배전선로 근접장소에서 크레인 등 사용작업 시 감전위험
- ▶ 정전작업 중 정전작업구간 및 작업시간 혼돈, 역송전에 의한 감전위험

■ 안전대책

항목	세부조치내역
충전부 방호	① 노출 충전부 방호조치(노출된 분전함 충전부 아크릴판 등으로 밀폐)
접지 또는 누전차단기 설치	① 전기기계 .기구 외함에 접지 ② 누전차단기 설치 . 접지형 콘센트 및 플러그 사용 ③ 휴대형은 이중절연기기 사용(권장)
변전실내 충전부 접근 한계거리 준수	① 특별고압 구간과 저압구간 구분표시 ② 특별고압 충전전로에 접근한계거리 표지판 부착
절연방호구 설치	① 작업구간 인접 충전전로에 절연방호구 설치
정전작업 시 안전조치	① 정전작업시간 준수 ② 검전기 착용 ③ 정전작업구간에 역송전 방지를 위한 단락접지

■ 전기 취급작업

	
충전부 노출 ×	충전부 방호덮개 설치 ○
	
전기기계기구 구동모터 접지 ○	코드릴에 누전차단기 설치 ○
	
이중절연구조의 휴대용연삭기 ○	특고압 접근한계거리 표지판 ○



기인물(분쇄기)



재해상황도

1. 재해발생상황

○ 제품 생산 후 남은 플라스틱(PP)를 재활용하기 위한 분쇄공정에서 발생함

※기인물(분쇄기) 사양

- 제조사 : 미상, - 전동기제원 : 7.5kW, 3Φ 380V, 60Hz, 1750rpm

○ 분쇄기는 2개의 배선용차단기를 거쳐 전원을 공급하고 있으며, 접지는 미 시된 상태임

○ 분쇄기 전동기 전원선 접속 테이핑이 불완전하여 전선일부가 노출되어 있었음

○ 피재자는 반팔셔츠에 토시와 운동화를 착용하고 있었음

○ 분쇄기에 전원 투입 후 외함에서 측정된 전압은 214.9V로, 인체저항(1,000Ω)을 려하면 인체통전전류는 214.9mA로 추정됨

2. 재해발생원인

○ 전동기 전선 접속부를 절연테이프를 이용해 절연조치하였으나 전선일부가 노출되었고, 노출된 전선이 분쇄기의 외함에 접촉함에 따라 누전이 발생함

○ 누전에 의한 감전의 위험을 방지하기 위한 접지를 미실시함

3. 동종재해 예방대책

○ 전선을 서로 접속하는 경우에는 해당 전선의 절연성능 이상으로 절연될 수 있도록 충분히 피복하거나 적절한 접속기구를 사용해야 함

○ 분쇄기의 누전에 의한 감전의 위험을 방지하기 위하여 전기 기계.기구의 금속제 외함, 금속제 외피 및 철대 등에 접지를 실시해야 함

4. 관련법규

▶ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제313조(배선 등의 절연피복 등)

② 사업주는 전선을 서로 접속하는 경우에는 해당 전선의 절연성능 이상으로 절연될 수 있는 것으로 충분히 피복하거나 적합한 접속기구를 사용하여야 한다.

▶ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제302조(전기 기계.기구의 접지)

① 사업주는 누전에 의한 감전의 위험을 방지하기 위하여 다음 각 호의 부분에 대하여 접지를 하여야 한다.

1. 전기 기계.기구의 금속제 외함, 금속제 외피 및 철대 등