

## 감전사고

### 1. 개요

- ① 생활수준 향상으로 전기를 동력으로하는 기기의 보급확대에 따라 전기에너지 사용량의 증가, 전기기기의 증가, 전기사용 장소 및 사용인원의 증가 및 다양화에 의하여 감전사고 발생률이 증가하고 있다.
- ② 감전사고 방지를 위한 학문적인 접근과 관련기기의 개발, 체계적인 안전관리가 필요하다.  
사고 : 작업수행에 있어서 일의 진행을 방해하거나 능률을 떨어뜨리는 등의 원치 않는 사건이나 현상  
재해 : 사고의 결과로 발생하는 인명상해나 재산상의 피해  
감전 : 인체의 일부 또는 전체에 전류가 흐르는 현상  
전격 : 감전의 결과 인체가 받게 되는 충격 (고통, 근육의 수축, 호흡곤란, 사망 등)

### 2. 감전사고의 특징

- ① 감전사고는 대개의 경우 인체가 충전부에 접촉하여 전류가 인체를 통하여 흐름으로서 발생하며 그로 인한 재해는 사망, 부상등의 인명상해 형태가 있다.
- ② 전격으로 인한 재해자 수는 전체 재해자 수의 0.6 ~ 0.7 (%) 정도이나 사망자의 수는 전체 사망자의 약 4 (%) 정도로 전기재해는 다른 산업재해에 비해서 강도율이 매우 높은 편이다.
- ③ 전격으로 인한 재해자 중에서 건설업의 재해자 수는 제조업의 70 (%) 정도이나 사망자의 경우는 건설업 사망자의 수가 제조업의 130 (%) 정도 비율을 나타내고 있으며 건설업 근로자의 수가 제조업의 60 (%) 정도인 점을 고려하면 건설업에서 전기재해 강도율이 매우 높음을 알 수 있다.
- ④ 산업화, 정보화 사회에서 전기에너지의 활용 범위가 크게 확대되고 사용자의 범위가 전기 전문기술자 뿐 아니라 남녀노소 모두가 사용하므로 일반인의 감전사망 재해율이 60 (%) 정도로서 전기 전문직종의 감전사망 재해율 40 (%) 를 초과하고 있으며 이 격차는 산업 및 정보화 사회의 성장에 의해서 더욱 커질 것으로 예상된다.

#### 1) 전압의 구분

- ① 우리나라의 경우 전압을 크기에 따라 저압, 고압, 특별고압으로 구분한다.

구분	교류 60 (Hz)	직류
저압	600 (V) 이하인 것	750 (V) 이하인 것
고압	600 (V) 를 넘고 7,000 (V) 이하인 것	750 (V) 를 넘고 7,000 (V) 이하인 것
특고압	7,000 (V) 를 초과 하는 것	

#### 2) 전기에너지의 특징

- ① 전기에너지는 색, 냄새, 소리가 없어 인간의 방심을 초래할 수 있다.
- ② 전로의 충전, 비충전 여부에 대해서 외관상으로는 알 수가 없다.
- ③ 전기에너지는 발생과 소비가 동시에 이루어지므로 저장성이 없다.
- ④ 전기에너지는 동력, 열, 빛 에너지등 다른 에너지로 변환이 용이하다.

### 3. 인체의 감전형태

① 감전은 충전부와 직접, 간접으로 접촉함으로써 인체를 통해서 전류가 흐르는 것으로 감전의 형태는 다음과 같다.

#### 1) 직접접촉

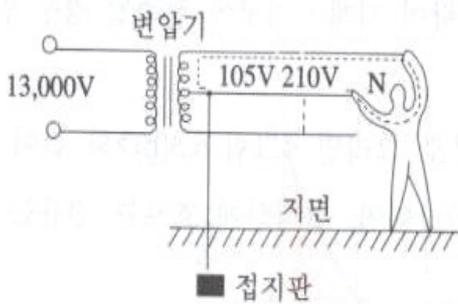
- ① 전압선간에 인체가 위치하여 감전하는 경우.
- ② 전압선과 중성선 사이에 인체가 접촉하여 감전되는 경우.
- ③ 저압선과 대지간에 인체가 접촉하여 감전되는 경우.

#### 2) 간접접촉

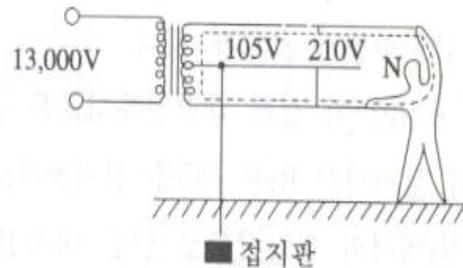
- ① 누전상태에 있는 전기기기의 외함에 인체가 접촉하여 감전되는 경우.

#### 3) 기 타

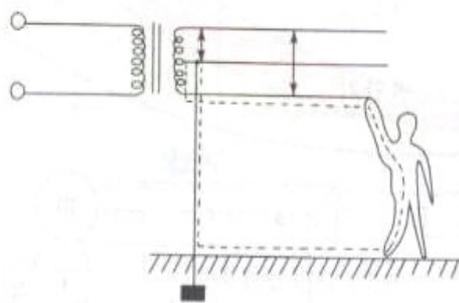
- ① 고압선에 인체가 접근하여 절연파괴 (아아크) 에 의해서 감전되는 경우.
- ② 전자유도현상에 의해서 인체가 감전되는 경우.
- ③ 축적된 정전기 에너지의 방전에 의해서 감전되는 경우.



(a) 중성선과 전압선에 접촉되었을 경우



(b) 전압선간에 접촉되었을 경우



(c) 전압선에 접촉되었을 경우

〈그림 6.1〉 감전회로

## 4. 감전회로

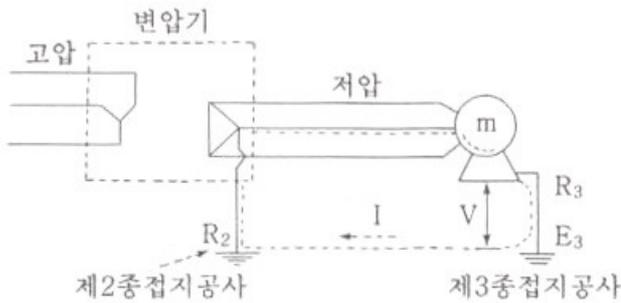
① 감전은 충전부에 직접 접촉하는 경우와 간접접촉하는 경우로 구분할 수 있다.

### 1) 충전부 감전회로

- ① 전압선과 중성선에 접촉하여 감전.
- ② 전압선과 접촉하여 감전.
- ③ 전압선과 대지간의 전위차에 의한 감전.
- ④ 비접지 방식의 문제점으로 1, 2차 혼촉시 또는 절연파괴시 저압측에 고압이 인가되어 부하기기의 절연파괴, 감전, 화재등이 발생하여 직접접지방식이 채용되고 있다.

### 2) 비충전 감전회로

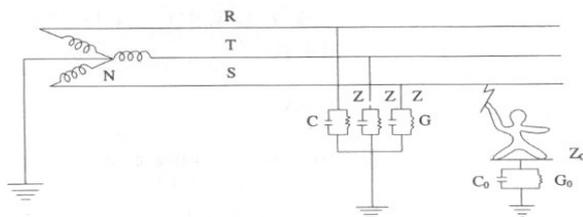
- ① 기기나 전로의 고장으로 인해서 전압이 인가된 도전성 도체에 접촉하여 감전되는 경우.
- ②  $R_1 = 100 (\Omega)$ , 접지선 전류가  $0.5 (mA)$  일 경우 전압강하로 인한 대지전압  $V = 100 (\Omega) \times 0.5 (mA) = 50 (mV)$  가 된다.
- ③ 인체의 저항  $R_2 = 5,000 (\Omega)$  이라면 인체에 흐르는 전류  $I = V / R_2 = 50 / 5,000 = 0.01 (A) = 10 (mA)$



〈그림 6.2〉 비충전부의 접지

### 3) 고압선 전로에서 아아크에 의해 감전.

- ① 고압 또는 특별고압의 경우 저압선과 달리 전선을 직접 접지하는 것이 아니고 발전소나 변전소에서 3 상의 중성점을 접지하고 있으므로 인체는 대지에 대한 정전용량에 의해 충전전하가 대전된다.
- ② 충전전하가 방전되지 못하고 축적되어 있다가 기구의 금속체가 접촉되면 일시에 방전되면서 전류가 흘러 감전현상이 발생한다.



〈그림 6.5〉 충전 감전회로

### 4) 기 타

- ① 정전유도 및 전자유도에 의한 감전.
- ② 보폭전압에 의한 감전.

## 5. 감전사고 방지대책

- ① 감전사고를 방지하기 위해서는 고신뢰도 전기기기의 설계, 시공, 사용, 보전분야의 적합성과 사용자의 각별한 주의가 요구되며 이에 대해 설명하면 다음과 같다.

### 1) 감전방지대책

- ① 전기설비의 사용장소, 사용조건, 사용목적에 적합한 설계를 한다.
- ② 고신뢰성의 우수한 전기기기를 사용한다.
- ③ 전기설비의 철저한 점검 및 정비를 한다.
- ④ 전기기기 및 설비의 충전부, 가동부에는 위험표지를 설치한다.
- ⑤ 전기기기 및 설비의 필요부분에는 절연 방호구를 설치한다.
- ⑥ 고압선로 및 충전부에 근접하여 작업하는 경우에는 작업자에게 보호구를 착용 하도록 한다.
- ⑦ 유자격자에 의한 전기설비를 운전, 조작 하도록 한다.
- ⑧ 작업자에 대한 안전교육을 시행한다.
- ⑨ 위기관리 능력을 향상한다.
- ⑩ 사고시 대처방법 및 순서를 확인한다.

### 2) 전기기계 기구에 의한 감전방지대책

- ① 전기기계 및 전기기기에 의한 감전 사고는 전선, 코일, 단자등에 노출된 충전부에 인체가 직접 접촉하는 경우와 전기기기의 절연열화에 의해서 전기기기의 금속제 외함등이 충전된 경우에 접촉하여 감전되는 경우가 있다.

#### (1) 직접 접촉에 의한 감전방지

- ① 작업중 작업자의 부주의나 다른 원인에 의해서 전로나 단자등의 충전부에 인체가 직접 접촉되어 발생하는 감전을 방지하여야 한다.
- ② 충전부 전체를 절연하는 방법으로서 절연전선, 케이블을 사용하거나 몰드 또는 절연유등을 사용하여 절연한다.
- ③ 적절한 방호구조의 전동기를 사용, 폐쇄형 수배전반 사용등 기기 구조상의 안전조치를 강구한다.
- ④ 전기기기를 별도의 실내공간에 설치하거나 울타리 높이등의 제한에 의해서 충전부와 구분, 격리함으로써 일반인의 접근을 제한한다.
- ⑤ 교류 아아크 용접기, 전기로등과 같이 기기의 원리상 절연이 곤란할 경우 보호절연을 실시한다.
- ⑥ 덮개, 보호망 등으로 충전부를 방호한다.
- ⑦ 안전전압 이하의 전압을 사용한다.
- ⑧ 원격제어 또는 자동제어 기기를 사용한다.
- ⑨ 작업자 대신 로봇에 의한 작업 또는 제어를 한다.

(2) 보호접지

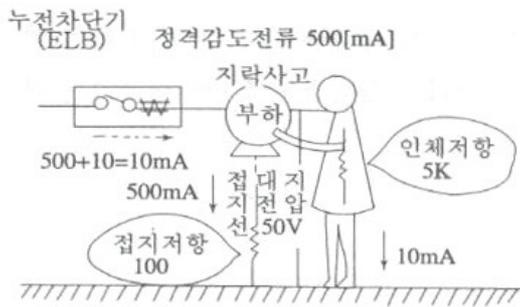
- ① 전격방지를 위해서 노출 도전성 부분에 설치하는 접지방식으로 금속제 외함이나 철대등을 대지와 연결함으로써 절연파괴 또는 절연손상에 의해서 누전이 발생한 경우 금속제 외함이나 철대 등에 위험전압이 발생하지 않도록 하는 접지이다.
- ② 보호접지를 함으로서 누전으로 인해서 충전된 기기외함등에 접촉하더라도 지락전류의 대부분이 접지선을 통해서 대지로 흐르도록 하며 인체 통과전류는 안전한계 이하가 되도록 하는 접지이다.

(3) 교류 아아크 용접기의 감전방지

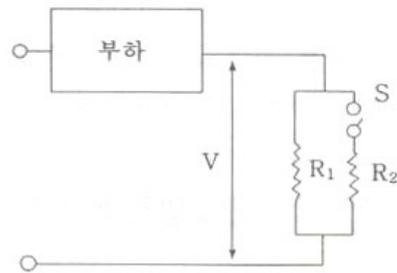
- ① 교류 전격방지기는 용접기가 무부하시 발생하는 60 ~ 95 (V) 의 2 차측 무부하 전압을 30 (V) 이하로 유지하여 감전사고를 예방하는 기기이다.
- ② 무부하시 용접기의 주전원을 차단함으로써 교류 아아크 용접기가 무부하시에 발생하는 무부하 손실을 감소시키는 절전효과도 있다.

(4) 누전에 의한 감전방지

- ① 누전이 발생하지 않도록 전선로의 절연을 강화한다.
  - 가) 절연불량의 주요요인
    - ㉠ 썩지, 이상전압등의 전기적 원인.
    - ㉡ 진동, 충격등 기계적 원인.
    - ㉢ 산화, 약품등 화학적인 원인.
    - ㉣ 온도상승의 열적원인.
    - ㉤ 생물학적인 원인.
- ② 적정 배선방법을 채용하여 전로를 보호한다.
- ③ 누전차단기를 설치한다.
- ④ 이중 절연기기를 사용하여 감전을 방지한다.



<그림 6.3(a)> 감전전류의 회로

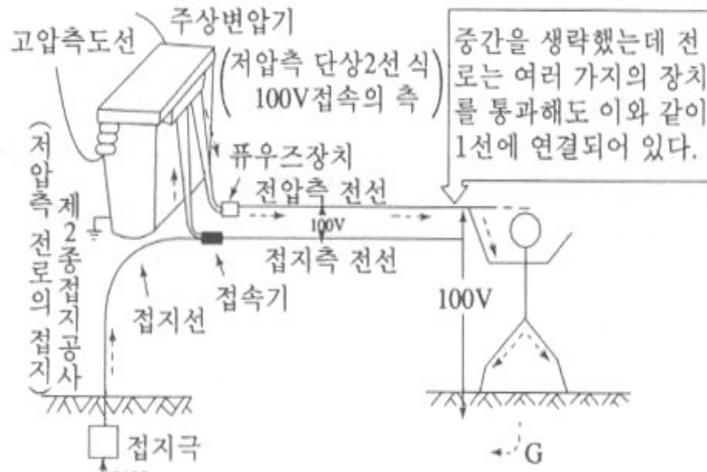


<그림 6.3(b)> 감전전류의 등가 회로

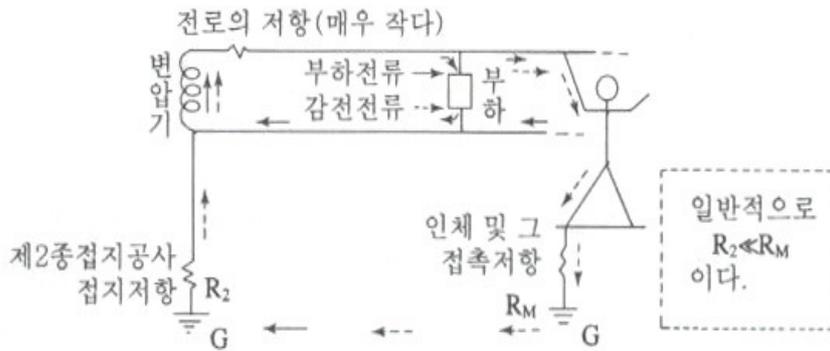
3) 비접지식 배전방식의 적용

- ① 비접지식 배전방식은 변압기의 중성점 또는 1 단자에 대해서 제 2 종 접지공사를 하지 않는 배전방식으로 이론적으로는 지락시 지락전류의 폐로가 형성되지 않아 인체가 전로에 접촉하는 경우에도 감전의 우려가 없는 배전방식이다.

- ② 전로와 대지간에는 대지충전용량이 존재하며 따라서 전로의 길이가 길어서 대지충전용량이 큰 경우에는 상당히 큰 충전전류가 흐른다.
- ③ 비접지방식으로 혼촉방지판이 부착된 절연 변압기를 사용한다.

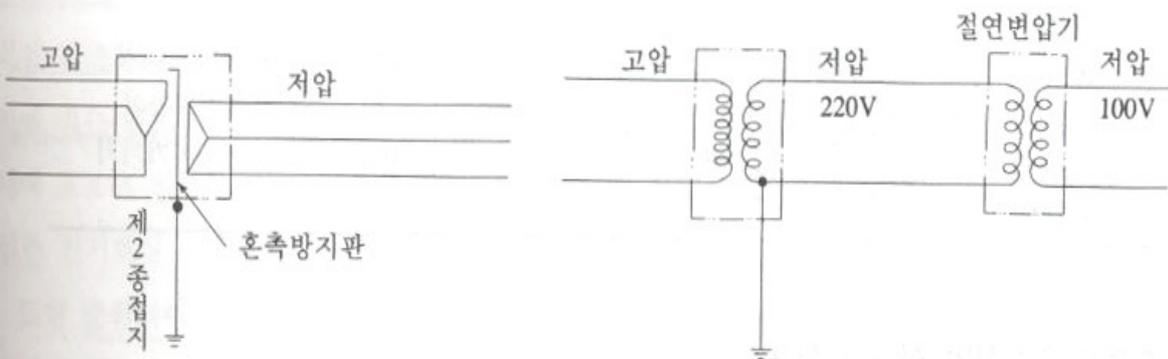


(a) 감전의 예



(b) 전류회로

<그림 6.10> 저압선에서의 감전의 전류경로의 일례



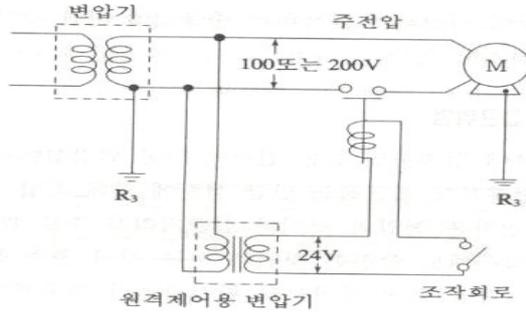
(a) 혼촉방지판이 부착된 절연변압기의 사용

(b) 절연변압기의 이중사용

<그림 6.11> 혼촉 방지판 및 절연 변압기

4) 안전전압의 전원사용

- ① 전기기기의 사용 정격전압을 30 (V) 이하의 안전전압을 사용하거나 또는 전기기기의 제어회로에 대해서는 고전압 대전류의 회로와 전기적으로 구분하여 안전전압을 사용함으로써 감전의 우려를 낮추는 방법이다.



<그림 6.12> 원격제어 방식

5) 절연 이격거리의 확보

(1) 이격거리의 선정

- ① 저압의 경우에는 충전부에 직접 접촉을 하여야 감전이 되나 고전압 이상에서는 충전부에 근접하는 경우에도 섬락 (Flash Over) 에 의해서도 전격과 화상을 입을 수가 있다.
- ② 이격거리 선정시에는 전로의 공칭전압 (사용전압) 이 아니라 전로에서 발생 가능한 이상전압의 최대치를 고려하여 이격거리를 선정하여야 한다.
- ③ 전로에는 사용전원에 의한 공칭전압 뿐 아니라 뇌써지, 개폐써지, 등이 나타나며 이는 대개 표준전압의 2 ~ 4 배 정도가 보통이다.

(2) 접근한계 거리의 선정

- ① 섬락은 전압의 크기와 접근거리에 의해서 결정되며 고압 이상의 충전부에 접근하여 작업을 하는 경우에는 섬락이 발생 가능한 거리안에는 들어가지 않아야 하는데 이는 작업자의 신체 뿐 아니라 작업공구를 사용하는 경우에도 이 접근한계 거리를 침범해서는 안된다.
- ② 섬락에 의한 감전의 위험을 방지하기 위해서 접근한계 거리를 선정하는 경우에는 대지전압은 물론이고 전로에서 발생 가능한 이상전압도 고려하여야 한다.
- ③ 접근한계 거리는 작업자의 신체는 물론이고 사용하는 금속제의 공구, 재료등 특별고압의 충전부분에 가장 근접하는 경우에 섬락의 우려가 있는 거리로서 전로의 사용전압 뿐 아니라 전로 내부에서 발생하는 이상전압도 고려하여 정한다.
- ④ 송전선 활선작업시 접근한계 거리에 대해서는 다음의 식이 사용된다.

$$D = 90 + 1.25 F$$

D : 허용 접근거리

F : 섬락거리 (m)

1.25 : 안전률 (전압파형, 기상조건, 등을 고려한 수치)

90 : 안전률을 고려한 여유치 (작업자가 일시적으로 접근한 경우, 동시에 써지전압이 발생한 경우에도 안전을 고려하여 정한 것)

6) 배선방법의 감전방지

- ① 사용전압에 적합한 전선 및 케이블류를 사용한다.
- ② 사용에 적합한 배선방식을 적용한다.
- ③ 옥외 배선방식으로 암거식, 관로식, 직매방식을 사용한다.

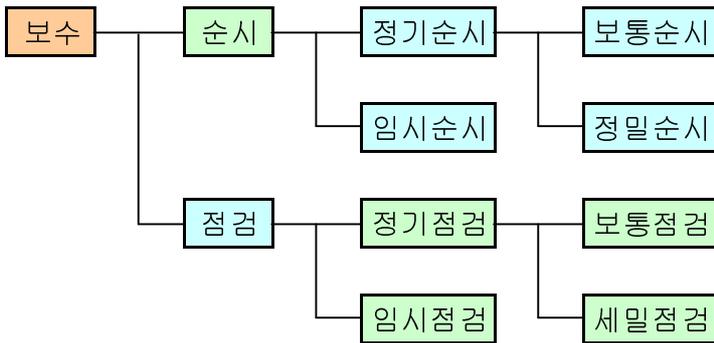
7) 기타 감전방지 조치

- ① 작업자에게 보호장구를 착용토록 한다. (절연장갑, 절연장화, 절연모)
- ② 작업조직 (책임자, 연락체계, 작업순서) 을 구성한다.
- ③ 안전교육을 실시한다.

8) 보전업무의 효율적 실시

- ① 보전이란 사고의 예방을 위해서 수리 가능한 기기, 부품등의 신뢰성 유지를 위해서 실시하는 조치이다.
- ② 주기적인 점검을 통하여 기기의 성능 유지, 회복 및 불량개소를 조기에 발견하고 조치하는 것을 말한다.

6. 전기설비의 점검



1) 변압기 설비의 점검

- ① 부하측에는 일반적으로 변압기의 1 차측은 고압, 또는 특별고압이고 2 차측은 저압이지만 감전사고 방지대책으로 고압측의 전압을 기준으로 한다.
- ② 관계자와 출입통제 및 위험표지의 상태를 점검한다.
- ③ 충전부와의 이격거리를 확인한다.

사 용 전 압 의 구 분	울타리, 담등의 높이와 충전부까지의 거리의 합계
35,000 (V) 이하	5 (m)
35,000 (V) 를 넘고 160,000 (V) 이하	6 (m)
160,000 (V) 를 넘는 것	6 (m) 에 160,000 (V) 를 넘는 10,000 (V) 또는 그 단수마다 12 (cm) 를 더한 값

- ④ 변압기의 온도를 확인한다.
- ⑤ 절연유의 열화상태, 절연내력을 점검한다.
- ⑥ 외형의 이상여부를 확인한다.

## 2) DS, PF 등의 아아크 발생기구

- ① 아아크 발생기구 (개폐기, 차단기, 피뢰기, 기타 유사한 기구) 는 고압용의 것은 1 (m) 이상, 특별고압용의 것은 2 (m) 이상 이격시켜야 한다.

## 3) 전기배선

### (1) 고압배선

- ① 사용 애자의 적합성, 파손유무 및 이격거리를 점검한다.
- ② 케이블 배선의 경우 사용 케이블의 적정성, 헤드의 적정성, 굴곡 반경 및 외장의 유무를 점검한다.
- ③ 직매식의 경우 매설깊이의 적정성 검토. ( 차로 : 1.2 (m) 이하, 인도 : 0.6 (m) 이하)

### (2) 저압배선

- ① 사용전선 및 사용장소의 조건에 적합한 배선방식을 선정한다.

### (3) 분전반, 개폐기

- ① 분전반의 상태 및 각종 계기의 동작상태를 점검한다.
- ② 개폐기, 차단기류의 외형 및 정격의 적정성, 정격전압, 정격전류, 차단용량등을 점검한다.
- ③ 접지의 상태를 점검한다.
- ④ 충전부의 보호상태를 점검한다.

### (4) 조명기구

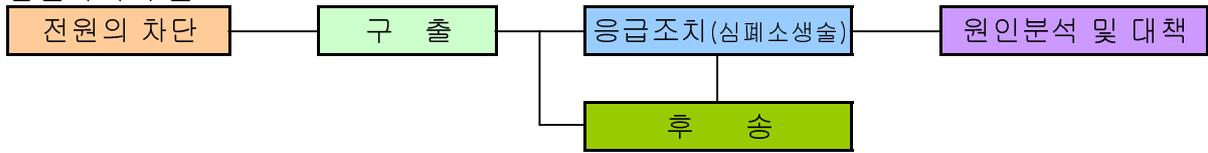
- ① 조명기구 및 안정기는 배선과 직접 접속되어 있는지 점검한다.
- ② 사용장소에 적합한 (방습형, 방폭형) 형식의 여부를 확인한다.
- ③ 접지의 상태를 점검한다.

### (5) 전동기

- ① 용량별 기동방식은 적정한지 점검한다.
- ② 사용장소에 적합한 형식을 택했는지 점검한다.
- ③ 작업공간은 충분한지 점검한다.
- ④ 접지의 상태는 양호한지 점검한다.
- ⑤ 배선 및 차단기의 용량은 적정한지 점검한다.

## 7. 감전 시고시 응급조치 사항 (감전사고시 대책)

### 1) 감전자의 구출



- ① 감전사고가 발생한 경우 피해자를 위험지역으로 부터 구출할 때에는 우선 피해자가 접촉된 충전부나 누전되고 있는 기기의 전원을 차단하고 피해자를 위험지역으로 부터 신속하게 이탈시켜야 한다.
- ② 피해자가 계속해서 전기설비에 접촉되어 있다면 우선 그 설비에 공급되는 전원을 신속하게 차단하여야 한다.
- ③ 재해자를 구출할 경우에 호흡이 정지되어 있거나 맥박이 멈춘상태에는 가능한 그 즉시에 응급처치를 하여야 한다.
- ④ 필요시에는 구출전 주상에서도 인공호흡을 실시하여야 한다.

### 2) 증상의 관찰

- ① 우선 피해자의 상태를 정확, 신속하게 관찰하며 다음 구명시기를 놓치지 않기 위해서는 불필요한 시간을 허비해서는 안된다.
- ② 피해자의 의식, 호흡, 맥박의 상태, 출혈, 골절등의 이상유무를 확인한다.
- ③ 증상의 관찰결과에 따라 필요한 응급조치를 실시한다.

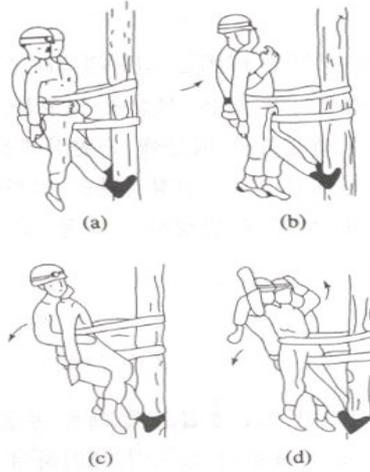
### 3) 응급처치

#### (1) 기도의 확보

- ① 의식이 없는 환자는 목의 근육이 늘어져서 혀가 뒤로 밀려 기도가 막히게 되며 턱을 위로 들어 올리고 머리를 뒤로 젖치면 혀가 들어 올려져서 기도가 막히는 것을 방지할 수 있다.
- ② 혼수상태의 피해자는 입속의 이 물질이나 혀의 경련에 의하여 기도가 막혀있는 경우 질식사 위험이 높으므로 손가락으로 혀를 꺼내어 주고 입속에 이물질을 제거해 주어야 한다.
- ③ 호흡이 쉽도록 아래턱을 들러 올리고 머리를 뒤로 젖혀서 기도를 확보하여 준다.

#### (2) 인공호흡 및 심장 마사지

- ① 호흡이 정지된 후 1 분 이내 인공호흡을 실시하여 주면 소생률이 95 (%) 정도이나, 3 분 이내에는 75 (%), 4 분 이내이면 소생률은 50 (%), 6 분 이내이면 25 (%) 정도로 크게 떨어진다.
- ② 피해자의 호흡이 정지되어 있으면 심장기능이 정지되기 전에 신속히 인공호흡을 시켜서 생명을 소생시켜 주어야 한다.
- ③ 피해자의 호흡이 소생되면 지체없이 병원으로 호송하여 의사의 진료를 받게 한다.
- ④ 인공호흡은 매분 12 - 15 회로 30 분 이상 실시한다.
- ⑤ 어린이의 경우는 흉부압박법은 사용하지 않는다.



〈그림 6.18〉 전주위의 인공호흡법



(a) 구조자가 두 사람인 경우, 심장 마사지와 인공호흡법을 분담하여 5 : 1의 비율로 연속하여 행한다.

(b) 구조가 한 사람인 경우, 심장마사지 15회에 인공호흡 2회를 교대로 반복한다.

〈그림 6.19〉 심폐 소생법 실시요령

### (3) 회복자세

- ① 모든 무의식 환자는 회복자세를 취해야 하며 이 자세는 혀가 숨길을 막는 것을 방지하고 입이 몸보다 낮게 있기 때문에 입으로 분비물이 나올 수 있도록 한다.
- ② 머리, 목등은 곧바로 펴주고 환자를 편안하게 유지하기 위해서 환자의 사지를 약간씩 굽혀 준다.
- ③ 의식이 없는 환자를 두고 잠시 자리를 비워야 하는 경우에는 구조자가 도움을 요청하는 동안, 피해자는 편한 자세로 안전하게 있도록 하여야 한다.

### 4) 2 차 재해 발생예방 및 구급대 지원요청

- ① 감전의 원인이 전선단선 등 전기설비의 불량일 경우 응급조치중인 작업원이나 주변의 인축에 재차 재해가 발생할 위험이 있다.
- ② 감전자를 구출 후 단선된 전선주변에 인축의 재접촉이 없도록 주변의 안전확보가 중요하며 안전확보 후 감전 재해자의 발생을 사령실에 알리고 구급대의 지원을 받는다.

### 5) 기 타

- ① 감전재해의 발생에 대비하여 작업원, 감독자를 대상으로 인공호흡법등 기본적인 구급처치법을 평소에 훈련을 하고 구급처치를 위한 구조용구가 있는 장소나 연락방법등을 평소에 확인하여 두는 것이 매우 중요하다.

## 8. 전격 (감전)에 의한 인체상해의 종류

### 1) 개요

- ① 전격이란 인체를 통하여 전기가 흘렀을 때 일어난 생리적 현상을 일반적으로 지칭하는 것으로 그 결과 사망이나 중경상을 입게 된다.
- ② 전격으로 인한 인체상해는 신체에 전류가 흘러서 직접 생리적으로 손상되는 경우와 전격으로 인하여 정신적, 신체적으로 불안정한 상태를 초래하여 발생하는 2 차적인 재해 즉 추락이나 오조작등으로 발생하는 상해가 있다.
- ③ 일반적으로 감전에 의한 상해는 초고압의 송배전선로에서 작업하는 경우에 발생하는 것보다 가정에서 20 (%) 이상, 저압의 220 (V) 에서 60 (%) 이상 차지하는 것으로 조사되어 일상생활에서 밀접하게 발생되고 있음을 알 수 있다.

### 2) 전격으로 신체에 직접상해를 받는 경우

#### (1) 전격사망

- ① 신체에 전류가 통전하여 사망에 이르는 경우 전류가 심장부를 통과하면 정상적인 맥박이 지속되지 못하는 심실세동, 호흡기능의 상실, 흉부압박으로 인한 질식으로 사망하는 경우가 있다.
- ② 이 경우 저전압에서 장기간 통전되는 경우가 대부분이다.

#### (2) 화상

- ① 고전압에 의하여 전격을 받게 되는 경우 전로에 인체가 접촉되면 아아크열에 의한 피부의 손상이 나타나고 신체를 통과하여 대전류가 흐르게 되면 생체표면과 내부에 통전된 경로를 통하여 주울열에 의한 괴사현상이 나타난다.
- ② 이 경우 전원측은 대부분 고속도로 차단되는 것을 전제로 하나 고압 이상의 선로가 차단되지 않는 경우 중화상으로 사망하는 경우도 있다.

#### (3) 쇼트 및 의식불명

- ① 신체에 통전된 전류가 경미한 경우에도 신체적으로 통증을 수반한 쇼크로 인하여 불안정한 신체상태나 의식불명 등이 발생할 수 있다.
- ② 직접 생체적인 상해는 동반하지 않지만 불안정한 신체행동이나 의식불명으로 중대한 2 차 재해가 발생할 수 있다.

### 3) 전격으로 2 차적인 상해를 받는 경우

#### (1) 추락

- ① 주로 송배전선로 지지물이나 고소 작업시 발생하는 사고로서 전격으로 인한 쇼크나 의식불명으로 인하여 고소에서 지표상으로 추락함으로써 뇌출혈, 골절 등의 중대상해를 입게 된다.
- ② 전격으로 인한 직접적인 상해가 경미한 경우에도 중대한 신체적 상해를 유발할 수 있다.

## (2) 불안정한 행동

- ① 위험물의 취급작업이나 프레스, 전기톱 등과 같은 기기를 취급하는 경우 전격이 발생되면 작업자가 쇼크로 인하여 불안정한 행위를 하게 되므로서 치명적인 신체 상해가 발생할 수 있다.
- ② 즉 위험물의 비산, 프레스기에 압착 등으로 신체일부에 치명적인 상해가 발생한다.

## 9. 감전화상

### 1) 전기화상의 특성 및 위험도

- ① 전기화상은 통전경로에 따라서 피부조직이 열상을 입기 때문에 피부면을 중심으로한 일반 화상과는 달리 피부내부의 조직까지 열상을 입게 된다.
- ② 통전경로의 충전부와 인체의 접촉부위는 아아크로 인한 심각한 화상이 발생하게 된다.
- ③ 일반적으로 노인을 제외한 성인이 인체표면의 절반가량에 제 2 도 이상의 화상을 입으면 50 (%) 정도가 단 시일내에 사망하며 화상을 입은 피부면적이 넓을수록 생명의 위험도가 커진다.

### 2) 전기화상의 종류

#### (1) 직접통전으로 인한 열상

- ① 전류가 인체를 통과하여 흐를때 전압이 낮은 경우에 저항이 작은 신경이나 혈관등을 통하여 흐르게 된다.
- ② 감전전류가 불수전류 이상인 경우 통전시 생성된 열에 의해서 피부조직이 손상될 수 있다.
- ③ 피부의 손상은 50 (°C) 이상에서 세포의 단백질이 변질되고 80 (°C) 에 이르면 피부 세포가 파괴되어 부분절단등의 수술이 필요하다.

#### (2) 아아크열에 의한 화상

- ① 고전압 회로에 접촉되어 감전되는 경우 직접통전으로 인한 열상 보다는 접촉부위의 고전압 아아크로 인한 열상이 매우 심각하다.
- ② 전기화상도 외부적으로는 보통의 화상과 같으나 고온의 아아크열에 의한 열상이기 때문에 제2도 화상 또는 제3도 화상이 대부분이며 생명이 위험하다.

### 3) 감전화상의 증상

#### (1) 피부의 광성변화

- ① 감전사고시 전선로의 선간단락 또는 지락사고로 전선이나 단자등의 금속분자가 가열, 용융되어 인근 작업자의 피부속으로 녹아들어 가게 되어 국부적인 화상을 입게 된다.

(2) 표피박탈

- ① 전선로나 기계, 기구에서 선간단락 또는 고전압에 의한 아아크등으로 폭발적인 고열이 발생하여 그 때문에 인체의 표피가 벗겨져 떨어지는 상태를 말한다.

(3) 전문

- ① 감전전류의 유출입 부분에 회백색 또는 붉은색의 수지상 선이 나타나는 것으로 전선로 상의 감전보다는 낙뢰로 인한 전격에서 흔히 나타난다.

(4) 전류반점

- ① 감전시 특유의 피부 손상으로 인한 현상이다.
- ② 감전전류의 유출입 부분은 표피가 넓고, 평평하거나 또는 선상으로 융기하여 푸르스름하게 또는 회백색으로 반점이 생기고 융기된 중앙부분은 약간 오목한 원형 혹은 선상의 조금 들어간 모양이 된다
- ③ 통증이나 출혈도 없으며 염증이 생기지 않는 것으로 보고 되고 있다.

(5) 감전궤양

- ① 감전전류의 유출입 부분에 아아크 압력에 의한 기계적 작용 또는 그 외의 열적, 전기적 반응에 의하여 생긴다.
- ② 이때 여러가지 크기의 궤양이 만들어지며 심한 경우에는 뼈부분까지 깊게 파고 들어가 혈관 및 신경까지 장해를 미치는 일도 있다.
- ③ 혈관이 손상되면 혈액의 순환이 곤란하게 되고 말초신경이 기능을 상실하게 되어 절단시킬 수 밖에 없는 경우도 있다.

4) 화상의 응급조치

- ① 옷에 불이 붙었을 경우 불길을 끄는 가장 좋은 방법은 바닥에 구르거나 담요로 감싸서 소화한다.
- ② 불을 끄고 난 후에 숨을 쉬고 있는지 확인하고 화상당한 부위에 물을 끼얹어 화상이 더 깊어지는 것을 방지하고 상처를 붕대로 덮어준다.
- ③ 어떠한 경우라도 환자가 입을 옷을 벗기려고 하지 말고 환자를 가능한 빨리 병원으로 후송한다.
- ④ 손바닥 크기보다 작은 화상인 경우에는 흐르는 물에 상처를 눌러 상처부위를 식혀야 하고 화상부위의 물집을 터트려서는 안된다.

## 10. 감전사망의 원인

### 1) 개요

- ① 감전으로 사망을 야기하는 직접적인 원인으로 심실세동이나 질식, 화상등을 들수 있으며 간접적인 원인으로 고소작업중 쇼크로 인한 추락사 또는 감전시 불안정한 행동으로 인한 2 차 재해로 사망하는 경우가 있다.

### 2) 감전사를 야기하는 원인

#### (1) 심실세동

- ① 신체가 감전되어 통전전류가 심장을 통하여 흐르게 되면 심장의 생체 전기계통에 혼란이 발생되어 일종의 마비현상이 나타난다.
- ② 심장은 불규칙한 세동을 일으키게 되고 결국 기능을 상실하게 되는데 이러한 현상을 일반적으로 심실세동이라 하며 심장의 기능을 상실하게 되거나 심장쇼크로 인한 심장마비가 일어나 사망하게 된다.

#### (2) 호흡정지로 인한 질식사

- ① 신체의 흉부와 중추신경 부근에 감전전류가 흐르면 흉부근육을 위축시키고 신경계를 마비시켜 호흡이 곤란하게 되고 결국 질식, 사망하게 된다.

#### (3) 전기화상

- ① 전기화상은 통전경로에 따라서 피부조직이 열상을 입기 때문에 피부면을 중심으로한 일반화상과는 달리 피부내부의 조직까지 열상을 입게 된다.
- ② 고압 이상의 전선로에 직접 접촉되어 지락시 발생하는 대전류의 고온 아아크열에 의하여 피부의 이탈, 동맥절단등 매우 심한 열상 및 자상이 발생한다.
- ③ 저압선로에 인체가 접촉된 상태에서 장시간 감전되는 경우에 피부 및 내부 신경조직을 통과한 전류의 주울열에 의한 내부조직 손상으로 사망이 야기된다.

## 11. 감전사고 휴유증의 종류

### 1) 심근경색

- ① 감전사고의 휴유증은 전신에 영향을 미치는 심근경색이라는 증상이 발생하는 경우가 있다.
- ② 심근경색이라 함은 심장에 영양분, 산소 등을 공급하는 혈관인 관동맥에 혈전이 생기거나 관동맥 경화증 때문에 순환장애를 일으켜 심근전층에 경색괴저가 일어나 발작성으로 쇼크상태가 되는 심장질환을 말한다.
- ③ 감전의 휴유증으로 가장 많이 나타는 증상이다.

### 2) 뇌경색

- ① 감전의 경로가 머리로 부터 시작되어 뇌에 손상을 입게된 경우 장기적으로 진행되는 뇌의 파손 또는 경색 (연화) 으로 인하여 운동 및 언어등의 장애가 발생할 수 있다.

### 3) 소화기 합병증

- ① 감전으로 인한 스트레스로 급성 위궤양 또는 급성 십이지장궤양 등의 합병증이 발생 하기도 한다.
- ② 이들 궤양 때문에 토혈, 하혈 또는 궤양의 천공에 의한 급성 복막염등이 일어나 원래의 감전상해와 복합되어 치명적인 상해가 되기도 한다.

### 4) 2 차적 출혈

- ① 감전사고가 발생한 후 1 - 4 주 정도 지나서 상처 부위로 부터 다량의 출혈이 발생하는 경우가 있다.
- ② 이것은 겨드랑이 밑의 동맥에서 쇄골 밑까지 화상을 입었을때 동맥이 파손될 수 가 있기 때문에 그들 동맥으로 부터 출혈하는 경우이며 지혈이 쉽지 않다.

### 5) 암의 발생

- ① 감전상해를 입은 상처 부위에는 십여년이 지난 후에 암이 발생하는 수가 있다는 보고가 있다.

## 12. 감전쇼크시 인공호흡법 및 시간경과별 소생률

### 1) 감전쇼크시 인공호흡법

- ① 내쉬는 숨에도 16 (%) 의 산소가 들어 있기 때문에 환자의 폐에 넣어 주는 인공호흡에 사용할 수 있다.
- ② 인공호흡법은 환자의 상태에 따라 결정한다.
- ③ 호흡은 없으나 맥박이 있는 환자는 먼저 10 회 쯤 인공호흡을 하고 구조대가 도착하거나 환자 스스로 호흡이 돌아올 때까지 분당 10 회의 인공호흡을 하며 인공호흡마다 맥박을 확인 한다.
- ④ 환자의 호흡과 맥박이 없을때는 먼저 구조요청을 하고 인공호흡과 심장마시지를 실시 한다.

### 2) 구강대 구강 호흡법

- ① 환자가 똑바로 누워 있는 상태에서 구강내, 의치등 이물질을 제거한 후 엄지와 검지로 환자의 코를 꼭 막는다.
- ② 숨을 크게 들이 마신 후 환자의 입에 구조자의 입을 빈틈없이 밀착시키고 환자의 가슴이 올라올 정도로 힘차게 숨을 내쉬 후 환자의 가슴이 올라온 상태로 약 2 초간 유지한다.
- ③ 정상적인 호흡 간격인 5 초 간격으로 약 1 분에 12 - 15 회 정도의 호흡을 위와 같이 반복한다.

### 3) 구강대 비강 호흡법

- ① 물에 빠진 사람을 구했거나 입 주위의 손상으로 입에 효과적으로 밀착되지 않는 환자는 구강대 비강 인공호흡법을 사용해야 한다.
- ② 이는 환자의 입을 막고 코에 힘차게 숨을 불어 넣고 환자의 숨이 밀려 나올 수 있도록 입을 벌려주고 인공호흡 횟수는 동일하다.
- ③ 어린아이는 구강대 비강법을 사용한다.

### 4) 흉부압박법

- ① 환자를 딱딱한 바닥에 평평하게 눕히고 시술자는 환자 옆에 무릎을 꿇고 시술자의 손을 똑바로 펴서 환자의 가슴뼈를 바닥면과 직각으로 4 - 5 (cm) 정도 압박한다.
- ② 압박이 끝나면 손바닥을 가슴에서 떼고 분당 80 번 정도로 흉부압박을 되풀이 한다.
- ③ 어린이는 흉부압박법을 사용하지 않는다.

### 5) 인공호흡 시간별 소생률

- ① 호흡이 정지된 후 1 분 이내 인공호흡을 실시하여 주면 소생률이 95 (%) 정도이나, 3 분 이내에는 75 (%), 4 분 이내이면 소생률은 50 (%), 6 분 이내이면 25 (%) 정도로 크게 떨어진다.
- ② 피해자의 호흡이 정지되어 있으면 심장 기능이 정지되기 전에 신속히 인공호흡을 시켜서 생명을 소생시켜 주어야 한다.
- ③ 피해자의 호흡이 소생되면 지체없이 병원으로 호송하여 의사의 진료를 받게 한다.
- ④ 인공호흡은 매분 12 - 15 회로 30 분 이상 실시한다.

## 13. 전기설비 충전부의 감전방지대책

### 1) 개요

- ① 전기설비를 정상운전 상태에서 작업자에 대한 감전재해 방지대책은 다음과 같이 크게 5 가지로 나눌 수 있다.
- ② 감전대책이 실패할 경우를 대비하여 누전차단기를 설치하며 누전차단기의 감도전류는 30 (mA) 이하의 것을 사용하여야 한다. (NEC 에서는 15 mA 를 사용하고 있다)

### 2) 충전부의 절연

- ① 전기설비의 충전부에 대해서는 파괴 되어야만 제거 될 수 있는 견고한 절연을 하여야 한다.
- ② 페인트, 바니쉬, 라카등의 처리는 충전부 절연으로 간주되지 않는다.

### 3) 충전부의 방호

- ① 작업장이나 통로등에는 충전부 감전 뿐아니라 절연전선 등이 기계적인 손상을 받지 않도록 하는 방호대책이 필요하다.
- ② 일반적으로 저압절연전선을 보호하기 위한 방호관의 높이는 1.8 (m) 를 기준으로 한다.
- ③ 바닥면에 저압전선을 노출하여 설치하는 것은 금하나 부득이 설치해야 하는 경우에는 철재 방호물 등을 사용하여 보호하여야 한다.

#### (1) 폐쇄형 외함의 방호

- ① 상면은 직경 1 (mm) 이상의 외부물질이 침입할 수 없는 구조일 것.
- ② 상면 이외의 다른면은 직경 12 (mm) 이상의 외부물질이 침입할 수 없는 구조 일 것.
- ③ 외함은 견고히 고정시킬 수 있어야 한다.
- ④ 외함의 일부를 개방하기 위하여는 시건장치 또는 공구를 사용하거나 공급전원이 차단된 이후에 개방될 수 있는 전동장치가 있는 구조 일것.

### 4) 충전부 경고표시

- ① 전기설비의 사용 목적 및 특수한 기능상 충전부의 노출이 불가피할 경우 충전부 주위에 의식적 또는 무의식적 접촉 가능성에 대한 경고표시를 한다.

### 5) 관계자외 출입제한

- ① 전기설비는 관계근로자 이외의 출입이 금지된 구획장소에 설치하여야 한다.
- ② 구획물을 제거시키지 않는한 제거되지 않는 구조로 무의식적인 접근이나 접촉을 방지할 수 있는 구조이어야 한다.

### 6) 전압구분

- ① 서로 다른 전위에 있는 두 전압이 동시에 접촉될 수 없도록 격리하여 설치하여야 한다.
- ② 이 경우 지면에서 2.5 (m) 이상 높은 장소 또는 수평거리 2.5 (m) 이상 격리된 것은 동시에 접촉될 수 없도록 격리된 것으로 본다.

## 14. 임시배전설비 감전방지대책

### 1) 개요

- ① 임시배전설비는 건설현장에서 필요한 동력 및 전등설비등 운전 에 필요한 전기를 공급하기 위하여 사용하는 설비이다.
- ② 임시배전설비는 각종 건설장비, 건설재료등의 이동통로나 가설장비에 설치되는 경우가 많으며 손상의 우려 또한 높아 안전상 매우 취약한 설비라 할 수 있다.

### 2) 감전방지 대책

#### (1) 충전부에 대한 방호

- ① 전기시설의 충전부는 담이나 울타리 등으로 보호되어야 하며 전기기기의 외함은 외부충격에 손상이 되지 않도록 충분한 강도를 지녀야 한다.
- ② 충전부가 노출된 전기시설이 있는 장소의 출입은 유자격자에게만 허용 되도록 주의표시 및 시건장치를 하여야 한다.

#### (2) 배선 및 배선기구

- ① 모든 배선은 분전반이나 배전반에서 인출되어야 하며 케이블의 접속은 박스를 사용하여 접속하여야 한다.
- ② 전선은 다심 케이블을 사용해야 하며 이동식의 경우 유연성이 좋아야 한다.

#### (3) 임시전등 및 각종 기기류

- ① 모든 임시 등기구에는 외부충격에 보호 되도록 보호망을 씌워야 하고 각종 전기기기에 연결된 전선은 항상 외함접지를 할 수 있도록 접지선이 포함되어야 한다.

#### (4) 보호장치의 설치

- ① 분전반이나 배전반은 임시배선으로 부터 과부하 또는 단락등을 보호하기 위한 퓨즈, 차단기등의 적절한 보호장치를 구비하여야 하며 적정용량을 초과하지 않도록 부하를 배분하여야 한다.

#### (5) 누전차단기의 설치

- ① 임시배전설비의 설치장소가 습기가 많거나 물기가 있는 장소의 경우에는 감전보호용 누전차단기를 설치하여야 한다.
- ② NEC 에서는 15 (mA) 를 사용하고 있다.

#### (6) 기 타

- ① 임시배전설비의 분전반은 관계자 이외에는 조작하지 않도록 충분한 교육과 표시물을 설치하고 작업내용에 따라 배전설비의 손상이 우려되는 경우에는 충분한 방호를 설치한다.