

# 산업용 기계설비의 전기장치 설치에 관한 기술기준 (1)

◆ 한국산업안전공단 ◆

## 제 1 장 총 칙

### 목 차 제 1 장 총 칙

- 1. 목적
- 2. 적용범위
- 3. 용어의 정의
- 4. 일반사항

### 제 2 장 전원의 차단과 분리

- 5. 입력용 전원단자 및 장치
- 6. 감전사고 방지
- 7. 장치방호
- 8. 등전위 분당

### 제 3 장 제어 및 장치

- 9. 제어회로 및 제어기능
- 10. 작업자 인터페이스 및 기계에 부착된 제어장치
- II. 제어 인터페이스
- 12. 전자장비
- 13. 제어장치의 위치, 설치 및 요항

### 제 4 장 배 선

- 14. 전선 및 케이블
- 15. 배선작업

### 제 5 장 기 타 장 치

### 1. 목적

이 기준은 산업안전보건법 제27조 및 동법 산업안전기준에 관한 규칙 제5편의 규정에 의거 산업용 기계설비 및 기계기구(이하 "기계"라 한다)의 전기부속장치(이하 "전기장치"라 한다)의 고장이나 오작동으로 인한 산업폐해를 방지하기 위한 기술기준을 정함에 있다.

### 2. 적용범위

2.1 이 기준은 기계 및 이와 관련된 다음의 전기장치에 적용한다.

- (1) 이 기준은 정격주파수 200Hz 이하의 교류 1,000V 또는 직류 1,500V 이하인 기계의 전원 인입점부터 적용한다.
- (2) 다음의 기계에서 전기장치에는 이 기준 이외로 별도의 요구조건이 있을 경우 이에 따라야 한다.
  - ① 노출된 공간(건물이나 방호용 구조물의 외부)에서 사용되는 기계
  - ② 폭발성 또는 인화성 물질을 제조하거나 취급하는 기계

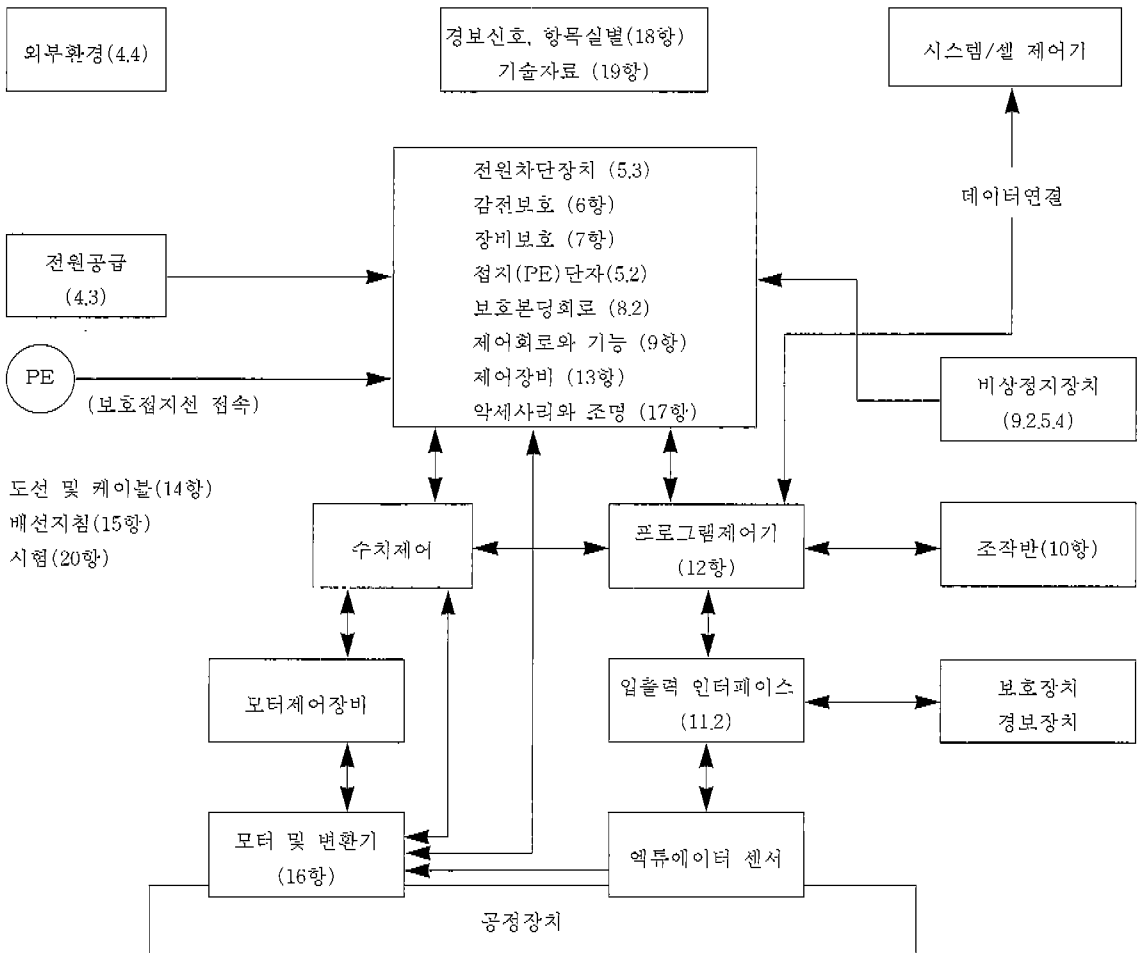
- ③ 방폭지역에서 사용되는 기계
- ④ 특정 물질의 제조 또는 취급시에 특별한 위험이 있는 기계
- ⑤ 광산에서 사용되는 기계
- ⑥ 재봉기류(Unit & System)

2.2. 이 기준은 전기에너지를 직접적인 작업수단으로 사용하는, 전기회로의 경우에는 적용하지 아니한다.

### 3. 용어의 정의

3.1 이 기준에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (1) “액츄에이터(Actuator)”라 함은 외부로부터 구동력이 인가되는 구동장치의 한 부분을 말한다.
- (2) “제어기구(Control Device)”라 함은 제어회로에 연결되어 기계운전을 제어하는데 사용되는 것을 말한다(위치센서, 수동제어스위치, 릴레이, 자석식 자동밸브).
- (3) “제어장비(Controller)”라 함은 제어, 측정, 보호 및 조절장치와 관련해서 작동되는 스위칭 기구 또는 그 조립품을 말하며, 전기



<그림 1> 기계와 관련장비의 방호조치 블록도

에너지를 소비하는 장치를 제어하기 위해 관련된 모든 기구나 장치를 총칭한다.

- (4) “제어정지(Controlled Stop)”라 함은 전기적 정지명령신호(0)를 내리게 되면 즉시 제어 장치가 이를 감지하여 기계의 동작이 멈추는 방식으로, 이러한 정지과정동안 기계액츄에이터에 전원이 공급되는 방식을 말한다.
- (5) “전기취급지역(Electrical Operating Area)”이라 함은 전기기기를 열쇠 또는 공구 등에 의해 방호하지 않고, 적합한 경고표지의 부착만으로 일반작업자의 접근을 제한시킨 지역을 말한다.
- (6) “폐쇄된 전기취급지역(Enclosed Electrical Operating Area)”이라 함은 잠금장치가 되어 있고 적합한 경고표지를 부착하여 전기작업자 이외의 자의 접근을 제한시킨 공간이나 장소를 말한다.
- (7) “노출 도전부(Exposed Conductive Part)”라 함은 전기설비의 도전성 부분으로써 정상 운전시는 비충전상태이나 고장상태에서 충전될 수 있는 곳을 말한다.
- (8) “방호장치(Guard)”라 함은 물리적인 수단에 의해 방호하는 것을 말하며, 기계설비의 한 부분으로 구조에 따라 케이싱, 덮개, 스크린, 문, 외함 등으로 불리기도 한다.
- (9) “방호용 연동장치(Interlock For Safeguarding)”라 함은 기계에 공급되는 전기에너지의 일부 또는 전체의 제어계통에 상호 연결된 방호장치나 설비를 말한다.
- (10) “장애물(Obstacle)”이라 함은 의도적인 직접 접촉은 방지할 수 없으나 비의도적인 직접 접촉을 방지하기 위한 것을 말한다.
- (11) “보호 접지선(Protective Conductor, PE)”이라 함은 노출된 도전성부분이나 주 접지단자에 접속함으로써 감전을 방지하기 위한 전선을 말한다.
- (12) “공급자”라 함은 기계관련 장비나 서비스를 제공하는 자, 즉 제조자, 하청업자, 설치자, 조립업자 등을 말한다.
- (13) “기계류(기계)”라 함은 재료를 가공, 처리, 이동, 포장 등을 하기 위하여 적절한 기계 액츄에이터 제어원회로 등으로 연결된 부

분 또는 요소의 조립을 말한다.

- (14) “TN방식”이라 함은 전력계통 접지방식의 하나로 전원측의 1점을 직접접지시키고, 전 기기의 접지는 전원측 접지극에 보호접지선으로 접속한 방식을 말한다.
- (15) “TT방식”이라 함은 전력계통 접지방식의 하나로 계통의 한쪽은 직접접지시키고, 기기의 보호접지는 이와는 별도의 접지극에 접속한 방식을 말한다.
- (16) “IT방식”이라 함은 전력계통 접지방식의 하나로 모든 충전부를 대지에서 격리시키거나 한 점에서 임피던스접지시키고, 설비의 도전부는 독립접지 또는 공통접지한 것을 말한다.
- (17) “안전초저전압(PELV : Protective Extra - Low Voltage)회로”라 함은 전격을 방지하기 위해 특별히 고려된 전기선로로서, 공급전압을 일정 한계값 이하로 제한하고 베리어 등으로 방호한 것을 말한다.

3.2 기타 이 기준에서 사용하는 용어의 정의는 이 기준에서 특별히 정하는 것을 제외하고는 산업안전보건법 동법 시행령, 산업안전기준에 관한 규칙, 관련 고시 및 IEC기준에서 정하는 바에 따른다.

## 4. 일반사항

### 4.1 일반

4.1.1 다양한 기계에 사용되는 전기장치에 대해 이 기준은 적용하고자 할 때에는 기계의 위험성평가가시 전기장치와 관련된 전반적인 위험에 대해 평가하여야 한다.

4.1.2 기준에서 다루는 위험은 다음과 같다.

- (1) 감전 또는 전기화재로 인한 전기장치의 정지 또는 고장
- (2) 기계의 오작동으로 인한 제어회로의 정지 또는 고장
- (3) 외부전원의 교란과 기계의 오작동으로 인한 전원회로의 정지 또는 고장

- (4) 외부전기장치 또는 내부 전기간섭(전자장, 정전기, 전파 간섭)
- (5) 축적 에너지(전기적 또는 기계적)
- (6) 건강에 해를 줄 정도의 소음

4.1.3 안전조치는 설계단계에서의 안전조치와 작업자가 취해야 하는 모든 안전조치를 말한다.

4.1.4 전기장치에서의 위험감소대책은 설계/개발 단계에서부터 반영되어야 하며, 이것이 불가능할 경우에는 방호장치와 안전작업절차가 고려되어야 한다.

## 4.2 장치의 선정

전기부품 및 기구는 사용목적에 적합하여야 하며, KS, 전기용품 기술기준 및 IEC기준 등에 적합한 것을 선정하여야 한다.

### 4.3 전 원

4.3.1 전기장치는 다음의 전원공급하에서 정상 작동하도록 설계되어야 한다.

- (1) 전원은 4.3.2항 또는 4.3.3항에 적합할 것
- (2) 사용자에게 의한 요구조건이 있는 경우 이에 적합할 것
- (3) 특수 전원의 경우에는 공급자가 정하는 조건에 적합할 것

### 4.3.2 교류전원

- (1) 일정 전압을 유지하되 공칭전압의 0.9~1.1배 ( $\pm 10\%$ ) 이내일 것
- (2) 주파수는 다음에 적합하여야 한다.
  - ① 연속변동의 경우 공칭주파수의 0.99~1.01배 ( $\pm 1\%$ ) 이내일 것
  - ② 순간변동의 경우 0.98~1.02배 ( $\pm 2\%$ ) 이내일 것
- (3) 제2고조파~제5고조파의 합이 선간유효전압의 10%를 초과하지 않을 것(단, 제6고조파~제30고조파의 합은 유효전압의 2%까지 허용된다)
- (4) 3상전원의 전압불평형율은 부시퀀스(Sequence) 성분 또는 제로시퀀스 성분의 전압은 정시퀀스

스 요소의 2%를 초과하지 않을 것

- (5) 전압 임펄스는 500ms에서 500 $\mu$ s간 상승/하강 시간은 1.5ms를 초과하지 않고, 피크 임펄스가 정격 유효전압의 200%를 초과하지 않을 것
- (6) 전원공급 상태에서의 전원 차단시간이 3ms를 초과하지 않을 것(단, 연속적인 차단 시에는 1초 이상의 간격일 것)
- (7) 공급전압 침투값의 20%가 넘는 전압강하는 1Hz를 초과하지 않을 것(단, 연속적인 강하 시에는 1초 이상의 간격을 가질 것)

### 4.3.3 직류직원

#### (1) 배터리 전원

① 전원전압은 공칭전압의 0.85~1.15배 이내일 것(단, 배터리 작동차량의 경우에는 공칭전압의 0.7~1.2배 이내일 것)

② 전압 차단시간은 5ms를 초과하지 않을 것

#### (2) 변환장치로부터의 전원

① 전원전압 : 공칭전압의 0.9~1.1배 이내일 것

② 전원의 차단시간은 20ms를 초과하지 않을 것(단, 연속적인 전원차단의 경우에는 1초 이상의 간격이 되도록 할 것)

③ 리플(침투값 사이 반동)값은 공칭전압의 15%를 초과하지 않을 것

### 4.3.4 조작반 등의 전원

발전장치(On-Board Generators) 등과 같은 특수한 전원공급시스템의 경우, 전기장치가 당해 전원조건에 적합하게 작동되도록 설계된 때에는 4.3.2 또는 4.3.3에서 규정하는 제한조건을 적용하지 않을 수 있다.

## 4.4 외부환경 및 작동조건

전기장치는 다음의 외부환경조건 및 작동조건에 적합하여야 한다. 단, 공급자와 사용자간 합의에 따르는 경우에는 다음 조건을 적용하지 않을 수 있다.

### 4.4.1 전자파 적합성(EMC)

- (1) 기계는 사용되는 장소에서 적정수준 이상으로 전자파장해(EMI)를 일으키지 않고, 또

한 적정수준의 전자파내성(EMS)을 가져야 한다.

(2) 다음의 전기부품을 사용할 때에는 전자파 방사가 최소량이 되도록 하여야 한다.

① 내부전자파 발생원(축전기, 인덕터, 다이오드, 제너 다이오드, 바리스터 또는 능동장치, 또는 이러한 여러 부품의 조합체)에서의 전자파 방사를 억제할 것

② 전기적으로 접속된 도전성 외함 내의 장치는 차폐(Screening)하여 다른 장치와 분리되도록 할 것

(3) 정전기 방전/전자기적에너지 방사로 인한 전기장치의 악영향을 방지하기 위하여 다음과 같은 수단을 강구하여야 한다.

① 적절한 필터의 사용 및 시간지연방식의 채택

② 적정 수준의 전기에너지 선택

③ 적합한 배선선정 및 설치

(4) 위의 방법 외에 전자파 간섭을 줄일 수 있도록 다음의 조치를 취한다.

① 각 회로는 단면적이 최소 6mm<sup>2</sup> 이상 절연 전선으로 기준 전위회로인 접지단자의 외함내에 접속 할 것

② 장치의 도전성 구성품간은 단면적 6mm<sup>2</sup> 이상의 도체를 사용하여 가능한 한 길이를 짧게 공동접지점에 상호 접속한다. 또한 슬라이딩 접촉 또는 힌지방식으로 접속되는 도전성부분은 단면적이 큰 도체를 꼬아서 장치에 접속시킨다.

③ 제전차폐막, 실드선, 꼬임도선을 사용하거나 평행 설치되는 케이블은 전력선으로부터 저준위 제어배선으로 간섭을 극소화시킬 수 있도록 접지면에 가능한 가깝게 배열한다.

④ 스위칭 장치(릴레이, 다이리스터 등)로부터 예민한 장치(필스·약전신호로 작동되는 유니트)를 분리설치하거나 차폐시키고, 제어케이블 및 전력케이블로부터 약전 신호배선을 분리시킨다.

(1) 전기장치는 의도된 주위온도 조건하에서 정상작동 할 수 있어야 한다.

(2) 모든 전기장치는 5°C~40°C의 주변온도에서 정상 작동하여야 한다. 단, 주변온도가 아주 높거나(고기온, 제철공장, 제지공장 등) 낮은 환경의 경우 특수한 요구사항에 따를 수 있다.

#### 4.4.3 습 도

(1) 전기장치는 주위온도가 최대 40°C에서 상대 습도가 50% 이내에서 정상작동 할 수 있어야 한다.

(2) 전기장치에 습기가 응축될 가능성이 있는 경우 이를 방지할 수 있는 적절한 설계 및 부가적인 수단을 강구하여야 한다(내장히터, 냉방기, 배수구 등).

#### 4.4.4 고 도

전기장치는 해발 1,000m 이하의 고도에서 정상 작동되어야 한다.

#### 4.4.5 오 염

전기장치는 이물질의 침입으로부터 적절히 방호되어야 한다(13.3 참조). 단, 전기장치가 설치될 외부환경에 오염물질(먼지, 산, 가스, 소금 등)이 있을 경우에는 공급자와 사용자간 합의에 따를 수 있다.

#### 4.4.6 전자파 방사

전기장치가 전자파에 노출되는 경우에는(마이크로파, 자외선, 레이저, X선 등) 오작동과 절연열화가 일어나지 않도록 별도의 조치를 강구하여야 한다.

#### 4.4.7 진동·충격·충돌

전기장치는 기계로부터 이격하여 설치하거나, 적절한 장치의 선택 또는 방진기구의 사용 등을 통하여, 진동·충격·충돌 등의 영향(기계설비와 관련장비의 외부환경에 의한 것도 포함)을 방지하여야 한다.

#### 4.4.2 대기온도

#### 4.5 운반과 저장

<표 1> 외부 접지선의 최소 단면적(구리선 사용)

전원공급용 전선의 단면적(S[mm <sup>2</sup> ])	접지선의 최소 단면적(S[mm <sup>2</sup> ])
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

전기장치는 운반과 저장시 -25°C ~ 55°C의 온도 (단시간 운송·저장시에는 70°C에서 24시간)에 견디거나 적절한 보호조치가 되도록 설계되어야 하며, 또한 습도, 진동, 충격등으로 인해 손상되지 않도록 적절한 수단이 강구되어야 한다.

4.6 취급장치

전기장치가 크기나 무게로 인하여 운반시 기계 설비로부터 분리시켜야 하거나 분리형인 경우 크레인 또는 유사장비를 사용할 수 있는 구조이어야 한다(15.4.6 참조).

4.7 설치운영

전기장치는 공급자의 지침서에 따라 설치·운영 되어야 하고, 인체공학적 원리가 고려되어야 한다.

**제2장 전원의 차단과 분리**

5. 입력용 전원 단자 및 장치



5.1 입력 전원단자 (Incoming Supply Conductor Terminals)

- (1) 전기장치의 입력전원은 단일 전원으로 하되, 별도의 전원이 필요한 부품(전자회로, 전자 클러치 등)의 경우, 이 부품의 전원은 당해 기계설비의 전기장치 부분을 형성하는 기구(변압기, 컨버터 등)에서 인출하도록 한다. 단, 여러 기계가 복합 구성되어 상호공동작동이 이루어지는 대형 복합기계류의 경우에는 작업장 전원공급계통 여건에 따라 여러 전원을 사용할 수 있다.
- (2) 기계에서 전원접속용 플러그가 없는 경우 (5.3.2 ④ 참조), 전원 인입선에 전원 차단장치를 설치하여야 한다. 단, 전원차단장치가

설치되지 않은 경우에는 별도로 분리된 차단장치를 설치하여야 한다.

- (3) 중성선은 전기회로도 및 조립도상에 분명하게 표시되어야 하며, 분리된 단자에 중성선 구분기호 "N" 표시를 하여야 한다.
- (4) 전기장치 내에서는 중성선과 보호본딩회로가 상호접속되거나 공용단자를 사용해서는 안된다.

5.2. 접지계통 접속용 단자

- (1) 각각의 입력전원에 따라 외부의 접지계통이나 접지선과 설비를 접속하기 위한 단자를 관련 기준에 의거 전원단자 가까운 곳에 설치하여야 한다(8.2.1항 참조).
- (2) 단자는 표 1의 단면적 이상의 접지선을 연결할 수 있는 충분한 크기의 것이어야 하며, 접지선을 구리선 이외의 것을 사용하고 자 할 경우에는 8.2.2항에 의거 단자의 크기를 선정하여야 한다.
- (3) 각각의 전원공급선에서, 접지용 단자에는 "보호접지(PE)" 문자를 표기하여야 한다.
- (4) 기계부품 등의 본딩회로에 사용되는 기타 단자에는 다음 중 1의 방법으로 표기하여야 한다.
  - ① 기호로 표현하는 경우 : 
  - ② 문자로 표기하는 경우 : PE 및 표시기호  병행
  - ③ 녹색 및 노란색의 2가지 색이 병행된 접지선 사용

5.3 전원차단 장치

5.3.1 일반사항

- (1) 전원차단장치는 다음과 같이 설치하여야 한다.

- ① 기계의 전원 인입선마다 설치할 것
  - ② 기계의 집전장치, 슬립링, 가요케이블을 이용할 경우, 전원측에 설치
  - ③ 기계설비 비상전원 인입점마다 설치할 것
- (2) 전원차단장치는 보수작업 등 필요시 전기장치의 전원을 차단할 수 있도록 설치되어야 한다.
- (3) 2개 이상의 전원차단장치가 설치되는 경우 오조작 등으로 인하여 작업중 위험한 상태나 기계설비가 손상될 우려가 있다면 상호 연동되도록 설치하여야 한다.

### 5.3.2 차단방식

- (1) 전원 차단장치는 다음 방식 중 하나 이어야 한다.
- ① 스위치
  - ② 단로기(단, 단로기 주접점이 개방되기 전에 부하차단기구가 작동하는 보조접점을 갖는 구조일 것)
  - ③ 배선용차단기
  - ④ 기계장착 플러그-소켓 조합방식(단, 정격 전류가 16A 이하, 정격출력의 합이 3kW 이하인 경우에 한한다).
  - ⑤ 가요케이블로 다음과 같이 전원이 공급되는 이동식기계의 경우 플러그-소켓 인출 및 기타 유사 차단방식
  - ⑥ 부하상태에서 플러그-소켓을 분리하여 전원을 차단시킬 수 없는 구조일 것
  - ⑦ 플러그-소켓 접속부분의 보호등급은 IP2X 또는 IPXXB 이상일 것
- (2) 플러그-소켓 조합 차단방식의 경우 다음에 따른다.
- ① 정격용량이 기계설비의 정격전류차단용량 이상일 것
  - ② 과부하(구속전류 등)차단에 사용되는 경우에는 정격용량이 최소한 전동기 구속전류 이상일 것
  - ③ 전기장치에 기계설비를 기동 및 정지시킬 수 있는 스위치가 부착될 것

### 5.3.3 필요조건

전원차단장치가 5.3.2 (1)의 ①, ②, ③ 방식의 경

우 다음 사항을 모두 충족하여야 한다.

- (1) 전원투입·개방위치는 단일개소로서 "O"(개방), "I"(투입)표시를 할 것(단, 배선용차단기의 경우 투입·개방 사이에 종립위치(Reset Position)가 있는 경우 이를 만족하는 것으로 간주한다)
- (2) 차단장치의 모든 접점은 충분한 간격으로 개방되어 있음을 나타낼 수 있는 위치표시 기능이 있어야 한다.
- (3) 흑색 또는 회색의 외부조작 손잡이가 있어야 한다. 단, 동력작동 차단기와 같이 차단기를 개방시키기 위한 별도의 수단이 있는 경우에는 예외로 한다.
- (4) 차단장치는 전원개방상태에서 잠금기능(Padlock)이 있고, 잠금상태에서 원격투입 또는 현장투입이 방지되는 구조일 것
- (5) 전원공급회로의 상도체(Live Conductor) 모두를 분리시킬 수 있어야 한다. 단, TN계통의 경우에는 중성선을 분리하지 않을 수도 있다.
- (6) 차단장치가 모든 전동기 및 기동시에 가동하지 않는 경우, 가장 큰 전동기의 전류를 차단할 수 있는 충분한 차단용량을 가질 것

### 5.3.4 조작 손잡이

전원차단장치의 조작 손잡이는 쉽게 접근이 가능한 위치에 설치하되, 바닥 위로부터 0.6~1.7m 사이에 위치하도록 한다.

### 5.3.5 전원차단장치의 설치 제외

- (1) 다음 회로의 경우에는 회로차단장치를 설치하지 않을 수 있다.
- ① 유지보수 또는 수리에 필요한 조명회로
  - ② 유지보수나 수리용 도구 등을 위한 플러그/소켓회로(핸드드릴, 시험장비 등)
  - ③ 전원 상실시 자동 차단용으로 사용되는 저전압 보호회로
  - ④ 정상운전을 위하여 항상 전원이 공급되어야 하는 회로 즉, 온도제어 측정장치, 연속 공정상의 가열기, 프로그램 저장기구 등
  - ⑤ 15.1.3항에 따른 연동을 위한 제어회로 단, 이러한 회로들은 회로상에 자체 차단장치

를 설치하는 것이 바람직하다.

- (2) 전원차단장치로 전원이 차단되지 않는 회로에 대해서는 다음의 조치를 취한다.
  - ① 전원차단장치 가까운 적절한 위치에 경고 표지를 부착할 것
  - ② 유지관리 지침서에 관련사항을 표시할 것
  - ③ 경고표지를 각 활선회로마다 부착하거나 활선회로를 분리하여 설치할 것. 또한, 연동회로의 경우에는 15.2.4에 따른 색깔구분이 되도록 할 것

#### 5.4 불시기동 방지장치

- (1) 기계설비가 유지보수 또는 기동과정에서 위험을 초래할 우려가 있는 경우에는 다음과 같은 불시기동 방지장치를 설치하여야 한다.
  - ① 5.3.2항에 의한 차단기구류를 설치할 것
  - ② 사용에 적절하고 편리하여야 하며 용이하게 식별이 가능한 위치에 있을 것
  - ③ 차단기구는 임의 또는 실수로 작동되는 것을 방지할 수 있는 구조일 것(5.6항 참조)
- (2) 다음의 경우 5.3.2항에 의한 전원 차단장치 이외의 방식(제어회로에 의한 점점 차단)을 이용할 수 있다.
  - ① 기계를 분해하지 아니하는 경우
  - ② 비교적 짧은 시간의 조정만 수행하는 경우
  - ③ 전기장치의 작업조건이 다음과 같은 경우
    - ㉠ 감전이나 화상의 재해위험이 없을 경우
    - ㉡ 전원차단시 불시기동이 될 수 없을 경우
    - ㉢ 작업이 간단한 경우(배선을 만지지 않고 꽃음형 접속기구를 교체하는 등의 작업)

#### 5.5 전기장치 분리용 기구

- (1) 분리용 기구는 감전이나 화상의 위험 없이 전기장치를 분리시킬 수 있어야 한다.
- (2) 분리용 기구는 5.3항에 의한 전원공급차단장치를 이용할 수 있어야 한다. 단, 전기장치의 각 부분이나 공통모선 또는 집전배선계통으로 공급되는 기계설비 중 하나에 대해 작업이 필요한 경우 각 부분 또는 각 기계마다 분리기구를 설치하여야 한다.

- (3) 분리용 기구는 5.3.2항에서 규정한 기구를 이용할 수 있다.
- (4) 인출형 퓨즈링크 또는 인출형 링크 단로기는 분리용 기구로 사용할 수 있으나, 이 경우에는 폐쇄된 전기취급지역에 설치되어야 한다.
- (5) 위의 분리기구는 다음에 적합하여야 한다.
  - ① 사용목적에 적합하고 편리할 것
  - ② 적절한 위치에 설치할 것
  - ③ 필요한 곳에는 적절한 표기를 통하여 회로구분이 용이하게 할 것
  - ④ 관계자이외의 자의 단로기구 조작을 방지할 수 있는 적절한 수단을 강구할 것

#### 5.6 오결선 등의 방지

- (1) 5.4항 및 5.5항에서 규정한 기구에는 차단위치 또는 분리상태에서 관계자이외의 자의 취급이나, 오결선 등을 방지할 수 있도록 시전장치가 구비되어야 한다.
- (2) 다음의 경우에는 예외로 한다.
  - ① 인출형 퓨즈링크, 인출형 링크를 밀폐된 전기취급장소에 설치하는 경우에는 비시전형 단로기를 사용할 수 있으나 경고표지를 부착할 것
  - ② 5.3.2(1)항의 ④, ⑤에 의한 플러그-소켓 조합과 같이 취급작업을 현장에서 감시할 수 있는 경우에는 시전장치를 부착하지 않을 수 있다.

### 6. 감전사고 방지

#### 6.1 일반사항

- (1) 전기장치는 직접접촉이나 간접접촉으로 인한 감전사고가 일어나지 않도록 설치되어야 한다.
- (2) 감전방호조치는 6.2항, 6.3항 및 6.4항에 따른다. 단, 이 방법의 적용이 불가할 경우에는 IEC364-4-41에 의한 다른 방법을 강구하여야 한다.



## 6.2 직접접촉 방호

### 6.2.1 일 반

- (1) 전기장치의 각 부분에는 6.2.2항 또는 6.2.3항과 필요시 6.2.4항의 수단이 강구되어야 한다. 단, 이 방법의 적용이 불가능할 경우 IEC364-4에서 정하는 직접접촉 방지수단(접근방지를 위한 방호망 설치, 이격조치 등 제반 수단)을 적용할 수 있다.
- (2) 전기장치가 일반인에게 노출되어 설치되는 경우, 직접접촉을 방지할 수 있도록 보호등급 IP4X 또는 IPXXD 이상의 구조로서 6.2.2항 또는 6.2.3항의 보호수단이 강구되어야 한다.

### 6.2.2 외함에 의한 방호

- (1) 충전부분은 4항, 13항, 16항의 규정에 의한 외함 내에 설치되어야 하며 직접접촉을 방지할 수 있도록 보호등급이 IP2X 또는 IPXXB 이상 되어야 한다.
- (2) 외함 윗부분에 쉽게 접근 가능한 경우에는 윗표면에서의 직접접촉을 방지하기 위하여 보호등급은 IP4X 또는 IPXXD 이상이어야 한다.
- (3) 외함개방구조(문, 덮개 등)의 경우 다음에 따른다.
  - ① 숙련자만이 취급할 수 있도록 키 등을 부착할 것. 단, 전기취급장소에 설치되는 경우 IEC364-4-1, IEC364-4-47, IEC439-1에 따른다. 문 내부의 충전부분은 보호등급이 IP1X 또는 IPXXA 이상으로 직접접촉으로부터 방호되어야 한다. 단, 전기장치를 연결하는 동안 조정하거나 복귀시키는 조작을 할 때 접촉하기 쉬운 충전부분의 경우는 IP2X 또는 IPXXB 등급 이상으로 직접접촉에 대해 보호되어야 한다.
  - ② 외함 개방시 내부 충전부분의 차단.
    - ㉠ 차단기와 문을 연동시킴으로써 문이 열릴때 차단기가 차단되고 문이 닫힐때만 차단기가 투입되는 방식을 적용한다. 단, 다음의 경우 공급자가 제공하는 특수한 장치나 도구를 이용하여

숙련공이 연동을 해제하는 것은 허용된다.

- 연동기능을 해제하는 동안 차단기가 개방되는 경우
  - 문을 닫음과 동시에 연동기능이 자동으로 복구되는 경우
- ㉡ 하나 이상의 문을 통하여 충전부분의 접근이 가능한 경우에는 ㉠의 단서기준 적용시 유의하여야 한다.
  - ㉢ 차단장치를 차단시킨 후에도 충전되어 있는 모든 부분은 IP2X 또는 IPXXB 이상의 보호등급으로 직접접촉되는 것을 방지하여야 하며 18.2항의 의한 감전경고표지가 부착되어야 한다. 단, 다음의 경우 구분표시의 부착을 예외로 할 수 있다.
    - 14.2.4항에 의한 색깔로 구분되는 부분 및 이 부분이 별도의 분리된 외함 내부에 설치되는 전원차단장치의 전원단자
    - 연동회로에 접속되는 활선부분
  - ③ 키나 도구를 사용하지 않고 충전부를 차단하지 않은 상태에서 문을 개방하는 경우는 모든 충전 부분의 보호등급이 IP2X 또는 IPXXB 이상으로 직접접촉을 방지되는 경우에 한한다. 이 조치에 의한 배리어가 사용될 경우, 특수공구를 사용할 경우에만 배리어를 제거할 수 있도록 하거나 배리어가 제거될 때 방호대상 충전부가 자동으로 차단되어야 한다.

### 6.2.3 충전부의 절연

- (1) 충전부는 내구성이 있는 절연체로 피복되어야 하며 절연체는 정상사용상태에서 기계, 화학, 전기, 온도응력에 견디는 절열내력이 있어야 한다.
- (2) 페인트, 바니시, 락카 등은 정상사용조건에서 감전을 방호하는데 적합하지 않다.

### 6.2.4 잔류전압에 대한 방호

- (1) 노출 충전부가 전원이 차단된 이후에도 60V 이상의 잔류전압이 충전되어 있는 경우에는

장비기능에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 전원차단후 5초 이내에 60V 이하로 방전 되도록 하여야 한다. 단, 다음의 경우에는 예외로 한다.

- ① 충전전하가 60 $\mu$ C 이하인 경우
- ② 장치 기능상 급속한 방전이 곤란한 경우에는 외함을 개방하기 전에 일정시간 대기할 수 있도록 경고·주의표시를 취급자가 쉽게 볼 수 있는 위치나 외함에 표시 하여야 한다.
- (2) 플러그 등과 같이 접속 해제시 도체충전부(핀 부위 등)가 노출되는 경우에는 60V 이하로 1초 이내에 방전 되도록 하거나, 도체부분을 IP2X 또는 IPXXB이상으로 하여 직접 접촉되지 않도록 하여야 한다.

### 6.3 간접접촉 방호

#### 6.3.1 일반사항

- (1) 간접접촉 방호(3.27항 참조)는 충전부와 노출된 도전부 사이의 절연파괴로 인한 감전 위험을 방지하는데 있다.
- (2) 각 회로 또는 전기장치의 각 부분은 6.3.2항 및 6.3.3항에서 규정하는 것 중 최소한 하나 이상의 방법이 적용되어야 한다.
- (3) 간접접촉에 대한 방호방법은 다음과 같다.
  - ① 위험한 접촉전압이 발생되지 않도록 노출도전부는 본딩접지할 것(8항 참조)
  - ② 절연이 파괴된 경우 전원자동차단을 위한 보호장치를 사용할 것(7항 참조)
- (4) 방호방법 선정시는 다음 사항을 고려하여야 한다.
  - ① 전원공급방식 및 접지계통
  - ② 보호본딩계통 각 부위의 임피던스값
  - ③ 절연파괴를 감지하는 보호장치의 특성

#### 6.3.2 접촉전압의 발생 억제조치

##### (1) 일반사항

위험한 정도의 접촉전압 발생억제를 위한 조치방법은 다음과 같다.

- ① II등급 전기장치의 사용(이중절연, 강화절

연 또는 이와 동등이상의 절연)

- ② 전기적 격리
- ③ 전원계통선정 및 설계
- (2) II등급 이상의 전기장치를 사용하거나 동등 이상의 절연보강. 이는 기능절연 파괴시 접촉우려 부위의 접촉전압이 위험한 정도까지의 상승을 억제하기 위한 방법으로 다음 방법 중 한가지 이상이 강구되도록 한다.
  - ① II등급 전기장치의 사용(이중절연, 강화절연 또는 동등이상의 절연구조)
  - ② 전체 절연처리된 스위치 또는 제어기의 사용
  - ③ 강화절연구조의 사용

##### (3) 전기적 격리

각 회로를 전기적으로 격리시킴으로써, 충전부의 기능절연이 파괴될 때 충전될 우려가 있는 노출된 도전부를 통한 감전사고를 방지하기 위한 방법이다.

##### (4) 전원계통 설계

- ① 전원공급계통 설계시 중성점 격리방식(1·2차 혼촉방지 사용) 또는 고임피던스 접지방식을 채택하여 접촉전압의 상승을 억제한다.
- ② ①의 표시에는 다음 두가지의 보호 수단을 채택한다.
  - ㉠ 보호본딩회로에 노출도전부의 접속(8항 참조)
  - ㉡ TN 또는 TT계통에서의 절연파괴시 전원자동차단용 보호장치의 사용 또는 IT계통에서 전원차단을 위한 지락전류 감지장치의 사용. 단, 지락전류감지차단방식의 경우 초기 고장시 전원자동차단방식 대신 지락경보방식을 채택할 수 있다.

### 6.4 안전 초저전압(Protective Extra Low Voltage)방식의 채택

#### 6.4.1 일반사항

안전 초저전압(이하 "PELV"라 한다) 방식은 직접접촉시 위험의 억제는 물론, 간접접촉에 의한

감전재해를 예방하기 위한 방법으로 다음 사항 모두를 만족하여야 한다.

- (1) 공칭전압이 교류 25V 또는 직류 60V 이하일 것. 단, 전기장치가 건조한 장소에서 사용되고 충전부에 인체의 접촉면적이 작을 때에 한하며(80mm 이하), 그렇지 못할 경우 공칭전압은 교류 6V 또는 직류 15V 이하를 적용한다.
- (2) 회로의 한상 또는 당해 전원의 한 지점이 보호본딩회로에 접속되도록 할 것
- (3) PELV회로의 충전부는 다른 충전부분과 분리되도록 할 것(단, 전기적 분리정도는 1·2차 혼촉방지 변압기에서 요구되는 수준이상으로 할 것)
- (4) 각 PELV회로 전선은 다른 회로와 물리적으로 분리되도록 할 것(단, 분리시키기 어려운 경우에는 15.1.3항에 의한 절연기준을 적용하여야 한다)
- (5) PELV회로를 위한 플러그-소켓 인출방식은 다음에 적합하여야 한다.

- ① 플러그는 다른 전압계통에 삽입될 수 없는 구조일 것
- ② 소켓은 다른 전압계통의 플러그가 삽입될 수 없는 구조일 것

#### 6.4.2 PELV용 전원

PELV용 전원은 다음사항 중 하나를 만족하여야 한다.

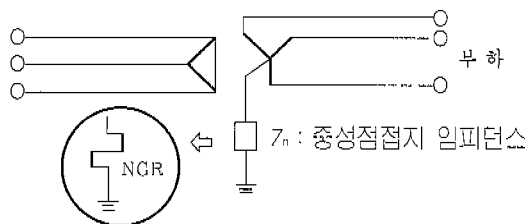
- (1) 1·2차 혼촉방지 변압기 사용
- (2) 1·2차 혼촉방지 변압기와 동등한 안전등급의 전원방식 사용  
(1·2차측 분리방식 전동발전기 등)
- (3) 배터리 또는 고압회로와 분리된 다른 전원(디젤발전기 등)의 사용
- (4) 내부 고장의 경우에도 출력단자 전압이 6.4.1항에서 규정하는 전압을 초과하지 않도록 방호수단이 구비된 약전회로 공급방식 사용

▶ 다음호에 계속됩니다

### 접지방식의 종류

#### ○ 중성점 접지방식

- |                           |                                      |
|---------------------------|--------------------------------------|
| ▶ 비접지방식                   | $\dot{Z}_n = \infty$                 |
| ▶ 저항접지 방식(고저항, 저저항 접지)    | $\dot{Z}_n = R$                      |
| ▶ 직접접지 방식                 | $\dot{Z}_n = 0$                      |
| ▶ 리액터접지 방식(고리액터, 저리액터 접지) | $\dot{Z}_n = jX$                     |
| ▶ 소호리액터접지 방식              | $\dot{Z}_n = jX, \dot{Z}_n = \infty$ |



참고) 고저항접지계의 1선지락 고장시의 중성점 전류  $I_n = \frac{\text{상전압}}{Z_n}$  [A]

이며 200[A] 정도가 고임피던스와 저임피던스 접지의 경계가 된다  
즉, 특고압회로의 접지에는 100[A]정도가 채용된다.