

KOSHA GUIDE

E - 94 - 2011

산업용 기계설비의 전기장치 설치에
관한 기술 기준

2011. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 제정자 : 한국산업안전보건공단
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전시스템연구실

○ 제 · 개정 경과

- 1997년 11월 전기안전분야 기준제정위원회 심의
- 1997년 12월 총괄기준제정위원회에서 심의.
- 2011년 12월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)

○ 관련규격

- 산업안전보건기준에 관한 규칙
- 한국산업규격 (KSC 0904, 1995)
- 전기설비기술기준
- 국제전기표준위원회 규격(IEC 204-1, 1996)
- 유럽전기기술표준위원회 표준규격(EN 60204-1, 1992, 1993)

○ 관련법규 · 규칙 · 고시 등

- 산업안전보건법 제27조(기술상의 지침 및 작업환경의 표준)

○ 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2011년 12월 29일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

산업용 기계설비의 전기장치 설치에 관한 기술 기준

제 1 장 총 칙

1. 목 적

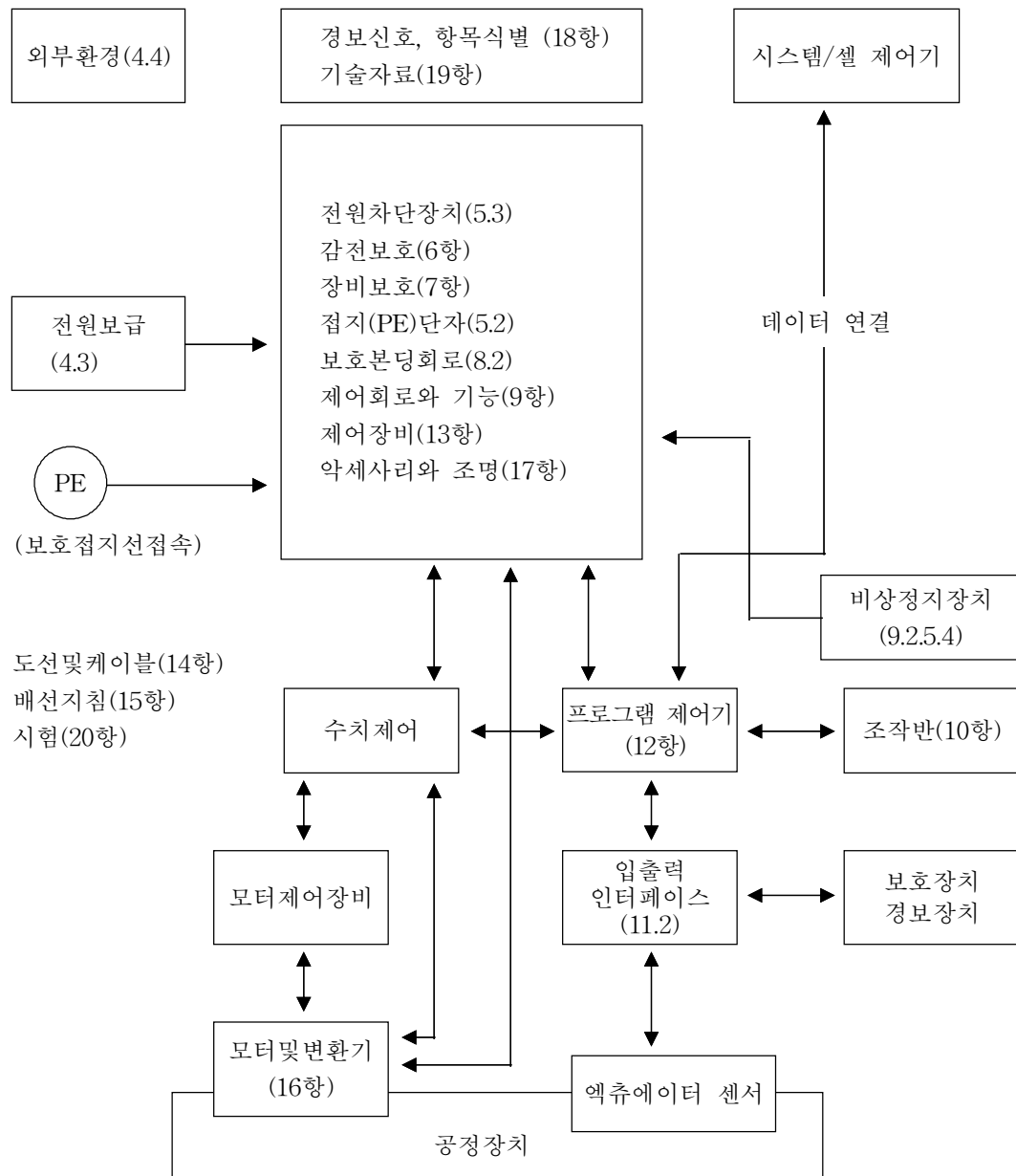
이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제3장(전기로 인한 위험방지)의 규정에 의거 산업용 기계설비 및 기계기구(이하 “기계”라 한다)의 전기부속장치(이하 “전기장치”라 한다)의 고장이나 오작동으로 인한 산업재해를 방지하기 위하여 필요한 지침을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용 범위

2.1 이 기준은 기계 및 이와 관련된 다음의 전기장치에 적용한다.

- (1) 이 기준은 정격 주파수 200 Hz 이하의 교류 1,000 V 또는 직류 1,500 V 이하인 기계의 전원 인입점부터 적용한다.
- (2) 다음의 기계에서의 전기장치에서는 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 취급 시에 특별한 위험이 있는 기계
 - ⑤ 광산에서 사용되는 기계
 - ⑥ 재봉기류(UNIT & SYSTEM)

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



<그림 1> 기계와 관련장비의 방호조치 블록도

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 기계 운전을 제어하는데 사용되는 것을 말한다. (위치센서, 수동제어스위치, 릴레이, 자석식 작동밸브)
- (3) “제어장비(CONTROLGEAR)”라 함은 제어, 측정, 보호 및 조절장치와 관련해서 작동되는 스위칭 기구 또는 그 조립품을 말하며, 전기에너지를 소비하는 장치를 제어하기 위해 관련된 모든 기구나 장치를 총칭한다.
- (4) “제어정지(CONTROLLED STOP)”라 함은 전기적 정지명령신호(0)를 내리게 되면 즉시 제어장치가 이를 감지하여 기계의 동작이 멈추는 방식으로, 이러한 정지 과정 동안 기계액츄에이터에 전원이 공급되는 방식을 말한다.
- (5) “전기취급지역(ELECTRICAL OPERATING AREA)”이라 함은 전기기기를 열쇠 또는 공구 등에 의해 방호하지 않고, 적합한 경고표지의 부착만으로 일반 작업자의 접근을 제한시킨 지역을 말한다.
- (6) “폐쇄된 전기 취급지역(ENCLOSED ELECTRICAL OPERATING AREA)”이라 함은 잠금장치가 되어있고 적합한 경고표지를 부착하여 전기작업자 이외의 자의 접근을 제한시킨 공간이나 장소를 말한다.
- (7) “노출 도전부(EXPOSED CONDUCTIVE PART)”라 함은 전기설비의 도전성 부분으로서 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 직접접촉은 방지할 수 없으나 비의도적인 직접접촉을 방지하기 위한 것을 말한다.
- (11) “보호 접지선(PROTECTIVE CONDUCTOR, PE)”라 함은 노출된 도전성 부분이나 주 접지단자에 접속함으로써 감전을 방지하기 위한 전선을 말한다.
- (12) “공급자”라 함은 기계 관련 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 기계액츄에이터 제어 전원회로 등으로 연결된 부분 또는 요소의 조립을 말한다.
- (14) “TN방식”이라 함은, 전력계통 접지방식의 하나로 전원측의 1점을 직접 접지시키고, 전기기기의 접지는 전원측 접지극에 보호접지선으로 접속한 방식을 말한다.
- (15) “TT방식”이라 함은, 전력계통 접지방식의 하나로 계통의 한쪽은 직접 접지시키고, 기기의 보호접지는 이와는 별도의 접지극에 접속한 방식을 말한다.
- (16) “IT방식”이라 함은, 전력계통 접지방식의 하나로 모든 충전부를 대지에서 격리시키거나 한 점에서 임피던스 접지시키고, 설비의 도전부는 독립접지 또는 공통접지한 것을 말한다.
- (17) “안전초저전압(PELV : PROTECTIVE EXTRA-LOW VOLTAGE)회로”라 함은, 전격을 방지하기 위해 특별히 고려된 전기선로로써, 공급전압을 일정 한계값 이하로 제한하고 배리어 등으로 방호한 것을 말한다.

3.2 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 일반 사항

4.1 일반

4.1.1 다양한 기계에 사용되는 전기장치에 대해 이 기준을 적용하고자 할 때에는 기계의 위험성평가지 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) 외부 전원의 교란과 기계의 오작동으로 인한 전원회로의 정지 또는 고장
- (4) 외부전기장치 또는 내부 전기 간섭(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 안전 조치를 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 사용 목적에 적합하여야 하며, KS, 전기용품 기술기준 및 IEC기준 등에 적합한 것을 선정하여야 한다.

4.3 전원

4.3.1 전기장치는 다음의 전원공급하에서 정상 작동하도록 설계되어야 한다.

- (1) 전원은 4.3.2항 또는 4.3.3항에 적합할 것.
- (2) 사용자에 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 공칭 주파수의 0.99~1.01배($\pm 1\%$) 이내일 것.
 - ② 순간변동의 경우 0.98~1.02배($\pm 2\%$)이내일 것.
- (3) 제2고조파~제5고조파의 합이 선간 유효 전압의 10 %를 초과하지 않을 것.
단, 제6고조파~제30고조파의 합은 유효전압의 2 %까지 허용된다.

- (4) 3상전원의 전압불평형율은 부시퀀스(SEQUENCE)성분 또는 제로 시퀀스 성분의 전압은 정시퀀스 요소의 2 %를 초과하지 않을 것.
- (5) 전압 임펄스는 500 ns에서 500 μ s간 상승/하강 시간은 1.5 ms를 초과하지 않고, 피크 임펄스가 정격 유효전압의 200 %를 초과하지 않을 것.
- (6) 전원공급 상태에서의 전원 차단시간이 3 ms를 초과하지 않을 것.
단, 연속적인 차단 시에는 1초 이상의 간격일 것.
- (7) 공급전압 침투값의 20 %가 넘는 전압강하는 1 Hz를 초과하지 않을 것.
단, 연속적인 강하시에는 1초 이상의 간격을 가질 것.

4.3.3 직류전원

(1) 배터리 전원

- ① 전원전압은공칭전압의 0.85~1.15배 이내일 것.
단, 배터리 작동 차량의 경우에는 공칭전압의 0.7~1.2배 이내일 것.

- ② 전압차단 시간은 5 ms를 초과하지 않을 것.

(2) 변환장치로 부터의 전원

- ① 전원전압 : 공칭전압의 0.9~1.1배 이내일 것.
- ② 전원의 차단시간은 20 ms를 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 전원공급 시스템의 경우, 전기장치가 당해 전원조건에 적합하게 작동되도록 설계된 때에는 4.3.2 또는 4.3.3에서 규정하는 제한 조건을 적용하지 않을 수 있다.

4.4 외부환경 및 작동 조건

전기장치는 다음의 외부환경 조건 및 작동조건에 적합하여야 한다.

단, 공급자와 사용자간 합의에 따르는 경우에는 다음 조건을 적용하지 않을 수 있다.

4.4.1 전자파 양립성(EMC)

(1) 기계는 사용되는 장소에서 적정수준 이상으로 전자파장애(EMI)를 일으키지 않고, 또한 적정수준의 전자파 내성(EMS)을 가져야 한다.

(주) 1. 전자파 장애(EMI)에 관한 기준은 EN 50081(1992)을 참조 할 것.

(주) 2. 전자파 내성(EMS)에 관한 기준은 EN 50082-2(1995)를 참조 할 것.

(주) 3. 제품별 전자파 양립성(EMC)에 관한 기준은 IEC439-1을 참조 할 것.

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

① 내부전자파 발생원(축전기, 인덕터, 다이오드, 제너 다이오드, 바리스터 또는 능동 장치, 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/전자기적 에너지 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 배선 선정 및 설치

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

① 각 회로는 단면적이 최소 6 mm² 이상 절연전선(표 A.5 참조) 으로 기준전 위회로인 접지단자 대에 접속 할 것.

② 장치의 도전성 구성품간은 단면적 6 mm² 이상의 도체를 사용하여 가능한 길이를 짧게 공동접지점에 상호접속 한다. 또한 슬라이딩 접촉 또는 힌지방식으로 접속되는 도전성부분은 단면적이 큰 도체를 꼬아서 장치에 접속시킨다.

③ 제전차폐막, 실드선, 꼬임도선을 사용하거나 평행 설치되는 케이블은 전력 선으로 부터 저준위 제어배선으로 간섭을 극소화 시킬 수 있도록 접지면에 가능하게 배열한다.

④ 스위칭 장치 (릴레이, 다이리스터 등)로 부터 예민한 장치(펄스·약전 신호로 작동되는 유니트)를 분리 설치하거나 차폐시키고, 제어케이블 및 전력케이블로 부터 약전 신호배선을 분리시킨다.

(주) 전자파 적합성 시험은 20.6항에 따른다.

4.4.2 대기온도

- (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 습도

- (1) 전기장치는 주위온도 최대 40 °C에서 상대습도가 50 %를 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 고도

전기장치는 해발 1,000 m 이하의 고도에서 정상 작동되어야 한다.

4.4.5 오염

전기장치는 이물질의 침입으로부터 적절히 방호되어야 한다(13.3 참조).
단, 전기장치가 설치될 외부환경에 오염물질(먼지, 산, 가스, 소금 등)이 있음. 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 이격설치, 적절한 장치의 선택 또는 방진기구 사용 등을 통하여 진동, 충격, 충돌의 영향(기계설비와 관련장비의 외부환경에 의한 것도 포함)이 방지되어야 한다.

4.5 운반과 저장

전기장치는 운반과 저장시 $-25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ 의 온도(단시간 운송·저장시에는 70°C 에서 24시간)에 견디거나 적절한 보호조치가 되도록 설계되어야 하며, 또한 습도, 진동, 충격 등으로 인해 손상되지 않도록 적절한 수단이 강구되어야 한다.

4.6 취급 장치

전기장치가 크거나 무게로 인하여 운반시 기계설비로부터 분리시켜야 하거나 분리형인 경우 크레인 또는 유사 장비를 사용할 수 있는 구조이어야 한다.
(15.4.6 참조)

4.7 설치 운영

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

제 2 장 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 기계 설비의 전기 장치 부분을 형성하는 기구(변압기, 컨버터 등)에서 인출하도록 한다.
단, 여러 기계가 복합 구성되어 상호공동작동이 이루어지는 대형 복합 기계류의 경우에는 작업장 전원공급계통 여건에 따라 여러 전원을 사용할 수 있다.

- (2) 기계에서 전원접속용 플러그가 없는 경우(5.3.2 ④ 참조), 전원인입선에 전원 차단 장치를 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 1>의 단면적 이상의 접지선을 연결할 수 있는 충분한 크기의 것이어야 하며, 접지선을 구리선 이외의 것을 사용하고자 할 경우에는 8.2.2항에 의거 단자의 크기를 선정하여야 한다.

<표 1> 외부 접지선의 최소 단면적 (구리선 사용)

전원 공급용 전선의 단면적 S (mm ²)	접지선의 최소 단면적 S (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

- (3) 각각의 전원공급선에서, 접지용단자에는 “보호접지(PE)” 문자를 표기하여야 한다.
- (4) 기계부품 등의 본딩회로에 사용되는 기타 단자에는 다음 중 1의 방법으로 표기하여야 한다.
 - ① 기호로 표현하는 경우 : \oplus
 - ② 문자로 표기하는 경우 : PE 및 표시기호 \oplus 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 전원인입선마다 설치할 것.
- ② 기계의 집전장치, 슬립링, 가요케이블(침형 등)을 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 방식중 하나 이어야 한다.

- ① 스위치(SWITCH-DISCONNECTOR)
- ② 단로기(DISCONNECTOR)

단, 단로기 주접점이 개방되기 전에 부하차단기구가 작동하는 보조접점을 갖는 구조일 것.

- ③ 배선용 차단기
- ④ 기계장착 플러그-소켓 조합방식

단, 정격전류가 16 A 이하, 정격출력의 합이 3 kW 이하인 경우에 한한다.

- ⑤ 가요케이블(케이블릴 등)로 다음과 같이 전원이 공급되는 이동식기계의 경우 플러그-소켓 인출 및 기타 유사 차단방식

(a) 부하상태에서 플러그-소켓을 분리하여 전원을 차단시킬 수 없는 구조일 것.

(b) 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 구속 전류 이상 일 것.
- ③ 전기장치에 기계설비를 기동 및 정지시킬 수 있는 스위치가 부착될 것.

5.3.3 필요 조건

전원차단장치가 5.3.2 (1)의 ①, ②, ③ 방식의 경우 다음 사항을 모두 충족하여야 한다.

- (1) 전원투입 · 개방위치는 단일개소로서 “O”(개방), “T”(투입)표시를 할 것.
단, 배선용 차단기의 경우 투입 · 개방 사이에 중립위치(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 부하 기동 시에 가동하지 않는 경우 가장 큰 전동기의 전류를 차단할 수 있는 충분한 차단용량을 가질 것.

5.3.4 조작 손잡이

전원차단장치의 조작손잡이는 쉽게 접근이 가능한 위치에 설치하되, 바닥 위로부터 0.6 ~1.7 m 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, 시험 장비 등)
 - ③ 전원 상실시 자동 차단용으로 사용되는 저전압 보호 회로
 - ④ 정상 운전을 위하여 항상 전원이 공급되어야하는 회로 즉, 온도제어 측정 장치, 연속 공정상의 가열기, 프로그램 저장기구 등
 - ⑤ 15.1.3항에 따른 연동을 위한 제어회로
단, 이러한 회로들은 회로상에 자체 차단장치를 설치하는 것이 바람직하다.
- (2) 전원차단장치로 전원이 차단되지 않는 회로에 대해서는 다음의 조치를 취한다.
 - ① 전원차단장치 가까운 적절한 위치에 경고표지를 부착할 것.

- ② 유지관리 지침서에 관련 사항을 표시할 것.
- ③ 경고표지를 각 활선회로마다 부착하거나 활선회로를 분리하여 설치할 것.
또한, 연동회로의 경우에는 15.2.4항에 따른 색깔구분이 되도록 할 것.

5.4 불시기동 방지 장치

- (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 차단기구가 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 접점 차단)을 이용 할 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
 - ⓑ 전원차단시의 불시 기동될 수 없을 경우
 - ⓒ 작업이 간단한 경우(배선을 만지지 않고 꽂음형 접속 기구를 교체하는 등의 작업)

5.5 전기장치 분리용 기구

- (1) 분리용 기구는 감전이나 화상의 위험 없이 전기장치를 분리시킬 수 있어야 한다.
- (2) 분리용 기구 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 분리 기구를 설치하여야 한다.
- (3) 분리용 기구 5.3.2항에서 규정한 기구를 이용할 수 있다.

- (4) 인출형 퓨즈링크 또는 인출형 링크형 단로기는 분리용 기구로 사용할 수 있으나, 이 경우에는 는 폐쇄된 전기취급지역에 설치되어야 한다.
- (5) 위의 분리기구 는 다음에 적합하여야 한다.
 - ① 사용목적에 적합하고 편리할 것.
 - ② 적절한 위치에 설치할 것.
 - ③ 필요한 곳에는 적절한 표기를 통하여 회로 구분이 용이하게 할 것.
 - ④ 관계자 이외의 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 관계자 이외의 자의 취급이나, 오결선 등을 방지할 수 있도록 시건장치가 구비되어야 한다.
- (2) 다음의 경우에는 예외로 한다.
 - ① 인출형 퓨즈링크, 인출형링크를 밀폐된 전기취급장소에 설치하는 경우에는 비시건형 단로기를 사용 할 수 있으나 경고표지를 부착할 것.
 - ② 5.3.2(1)항의 ④, ⑤에 의한 플러그-소켓조합과 같이 취급작업을 현장에서 감시할 수 있는 위치에 있는 경우에는 시건장치를 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 일반

- (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) 충전 부분은 4항, 13항, 16항의 규정에 의한 외함 내에 설치되어야 하며 직접접촉을 방지할 수 있도록 보호등급이 IP2X 또는 IPXXB 이상 되어야 한다.
- (2) 외함 윗 부분에 쉽게 접근 가능한 경우에는 윗 표면에서의 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 충전 부분은 보호등급이 IP1X 또는 IPXXA 이상으로 직접접촉으로부터 방호되어야 한다. 단, 전기장치를 연결하는 동안 조정하거나 복귀시키는 조작을 할 때 접촉하기 쉬운 충전 부분의 경우는 IP2X 또는 IPXXB등급 이상으로 직접접촉에 대해 보호되어야 한다.
 - ② 외함 개방시 내부 충전부분의 차단.
 - ⓐ 차단기와 문을 연동시킴으로서 문이 열릴 때 차단기가 차단되고 문이 닫힐 때만 차단기가 투입되는 방식을 적용한다. 단, 다음의 경우 공급자가 제공하는 특수한 장치나 도구를 이용하여 숙련공이 연동을 해제하는 것은 허용 된다.
 - i) 연동기능을 해제하는 동안 차단기가 개방되는 경우
 - ii) 문을 닫음과 동시에 연동기능이 자동으로 복구되는 경우
 - ⓑ 하나 이상의 문을 통하여 충전부분의 접근이 가능한 경우에는 ①의 단서 기준 적용 시 유의하여야 한다.

㉔ 차단장치를 차단시킨 후에도 충전되어 있는 모든 부분은 IP2X 또는 IPXXB 이상의 보호등급으로 직접 접촉되는 것을 방지하여야 하며 18.2항에 의한 감전경고표지가 부착되어야 한다. 단, 다음의 경우 구분표시의 부착을 예외로 할 수 있다.

i) 14.2.4항에 의한 색깔로 구분되는 부분 및 이 부분이 별도의 분리된 외함 내부에 설치되는 전원차단장치의 전원단자

ii) 연동회로에 접속되는 활선부분

㉕ 키나 도구를 사용하지 않고 충전부를 차단하지 않는 상태에서 문을 개방하는 경우는 모든 충전 부분의 보호등급이 IP2X 또는 IPXXB 이상으로 직접 접촉을 방지되는 경우에 한한다. 이 조치에 의한 배리어가 사용될 경우, 특수 공구를 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 피복되어야하며 절연체는 정상 사용 상태에서 기계, 화학, 전기, 온도응력에 견디는 절연내력이 있어야 한다.
- (2) 페인트, 바니시, 락카 등은 정상 사용 조건에서 감전을 방호하는데 적합하지 않다.

6.2.4 잔류 전압에 대한 방호

- (1) 노출 충전부가 전원이 차단된 이후에도 60 V 이상의 잔류전압이 충전되어 있는 경우에는 장비기능에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 전원차단후 5초 이내에 60 V 이하로 방전되도록 하여야 한다. 단, 다음의 경우에는 예외로 한다.
 - ① 충전전하가 60 μ C 이하인 경우
 - ② 장치 기능상 급속한 방전이 곤란한 경우에는 외함을 개방하기 전에 일정 시간 대기할 수 있도록 경고·주의표시를 취급자가 쉽게 볼 수 있는 위치나 외함에 표시하여야 한다.
- (2) 플러그 등과 같이 접속 해제시 도체충전부(핀부위 등)가 노출되는 경우에는 60 V 이하로 1초 이내에 방전되도록 하거나, 도체부분을 IP2X 또는 IPXXB 이상으로 하여 직접 접촉되지 않도록 하여야 한다.

6.3 간접접촉 방호

6.3.1 일반 사항

- (1) 간접접촉 방호(3.27항 참조)는 충전부와 노출된 도전부 사이의 절연 파괴로 인한 감전위험을 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 본딩접지 할 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 보호본딩 계통 각 부위의 임피던스값
 - ③ 절연파괴를 감지하는 보호장치의 특성

6.3.2 접촉전압의 발생 억제조치

(1) 일반 사항

위험한 정도의 접촉전압 발생 억제를 위한 조치방법은 다음과 같다.

- ① II등급 전기장치의 사용(이중절연, 강화절연 또는 이와 동등이상의 절연)
- ② 전기적 격리
- ③ 전원계통 선정 및 설계

(2) II등급 이상의 전기장치를 사용하거나 동등 이상의 절연보강

이는 기능절연 파괴 시 접촉우려 부위의 접촉전압이 위험한 정도까지의 상승을 억제하기 위한 방법으로 다음 방법 중 한 가지 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 격리시킴으로서, 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 변압기 사용) 또

는 고임피던스 접지방식을 채택하여 접촉전압의 상승을 억제한다.

② ①의 표시에는 다음 두 가지의 보호 수단을 채택한다.

① 보호본딩회로에 노출도전부의 접속(8항 참조)

② TN 또는 TT계통에서의 절연과괴시 전원자동차단용 보호장치의 사용 또는 IT계통에서 전원차단을 위한 지락전류감지장치의 사용. 단, 지락전류 감지차단방식의 경우 초기 고장시 전원 자동차단방식 대신 지락 경보 방식을 채택할 수 있다.

6.4 안전초저전압(PROTECTIVE EXTRA LOW VOLTAGE)방식의 채택

6.4.1 일반 사항

안전초저전압(이하 “ELV”라 한다.) 방식은 직접접촉시의 위험의 억제는 물론, 간접 접촉에 의한 감전재해를 예방하기 위한 방법으로 다음 사항 모두를 만족하여야 한다.

(1) 공칭전압이 교류 25 V 또는 직류 60 V 이하일 것.

단, 전기장치가 건조한 장소에서 사용되고 충전부에 인체의 접촉면적이 작을 때에 한하며(80 mm² 이하) 그렇지 못할 경우 공칭전압 교류 6 V 또는 직류 15 V 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-소켓인출방식은 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 분리 방식 전동 발전기 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

7. 장치 방호

7.1 일반 사항

이 항은 단락전류, 과부하전류, 비정상 온도, 공급전압 저하, 기계의 과속보호, 지락사고, 개폐서지 및 낙뢰로 인한 과전압, 역상 등의 영향으로부터 설비를 방호하기 위한 것이다.

7.2 과전류 보호

7.2.1 일반 사항

- (1) 회로의 전류가 각 부품의 정격전류나 전선의 허용전류를 초과하는 경우에는 이 중 낮은 값에 대한 과전류를 보호하여야 한다.
- (2) 과전류보호 설정치는 7.2.9항의 기준에 따른다.

7.2.2 전원 공급선로

- (1) 사용자가 특별히 지정하지 않는 한, 전기장치의 공급자는 입력용 과전류 보호장치를 설치할 의무는 없다.
- (2) 전기장치 공급자는 설치도면에 과전류 보호장치를 선정하는데 필요한 데이터를 기입하여야 한다(7.2.9항 및 19.5항 참조).

7.2.3 전원회로

- (1) 7.2.9항에 따라 선정된 과전류의 감지장치 및 차단장치는 중성선을 제외한 모든 선로에 설치되어야 한다.
- (2) 접지된 중성선의 단면적이 상도체 굵기 이상일 경우 중성선에는 과전류 감지장치나 차단장치를 하지 않을 수 있다.
- (3) IT계통에서는 중성선을 사용하지 않는 것이 바람직하나, 중성선이 사용되는

경우에는 중성선에 대한 과전류 보호조치가 강구되어야 한다.(IEC 364-4-473)

7.2.4 제어회로

- (1) 공급전원에 직접 접속되는 제어회로용 배선 및 제어변압기 1차측 배선은 7.2.2항에 따라 과전류 보호조치가 되어야 한다.
- (2) 2차측의 한 단자가 보호본딩 회로에 접속된 변압기를 통해 공급되는 제어회로에 서는 변압기 2차의 다른 한 단자에만 과전류 보호장치를 설치하여야 한다.

7.2.5 콘센트와 관련된 전선

- (1) 작업용 소켓콘센트의 전원공급회로에는 과전류 보호를 하여야 한다.
- (2) 과전류보호장치는 소켓콘센트의 접지선을 제외한 각 배선에 설치하여야 한다.

7.2.6 조명회로

국부조명전원 회로의 모든 비접지선은 다른 회로의 보호와는 별도로 과전류보호장치를 설치하여, 단락사고로부터 보호하여야 한다.

7.2.7 변압기

- (1) 변압기는 다음 조건하에서 과전류 보호가 되어야 한다.
 - ① 변압기 자화돌입전류로 인한 불필요한 트립을 방지할 것.
 - ② 2차측 선로단락시 변압기의 절연등급에 따른 허용온도를 초과하는 온도 상승이 방지될 것.
- (2) 과전류 보호장치의 형태와 설정은 변압기 공급자의 권고사항에 따른다.

7.2.8 과전류 보호장치의 위치

과전류 보호장치는 피보호 전선이 전원과 연결되는 지점에 설치되어야 한다. 단, 단락의 가능성을 줄이고 배선용량이 충분하게 설계된 다음의 조건을 모두 만족시키는 경우에는 이를 생략 할 수 있다.

- (1) 전선의 허용전류가 부하전류 용량 이상인 경우
- (2) 과부하 보호장치까지의 전선길이가 3m 이하인 경우
- (3) 배선이 외함이나 전선관으로 보호된 경우

7.2.9 과전류 보호장치

- (1) 과전류보호장치의 정격차단용량은 설치개소의 고장전류 이상으로 선정하여야 한다. 이때, 선로단락시에 전원측으로부터 고장전류가 발생하는 부분(전동기, 역률개선훑 콘덴서 등)에 대해서도 고려하여야 한다.
- (2) 충분한 차단용량을 가진 추가적인 보호장치(7.2.2항에 따른 공급배선용 과전류 보호장치)가 전원측에 설치되는 경우 과부하보호 차단장치의 용량을 고장전류보다 낮게 선정할 수 있으나, 이 경우에는 두 장치의 보호협조를 통해 두 장치의 통과에너지(I^2t)가 부하측 과부하 보호장치 및 보호대상 선로에 손상을 줄 수 있는 크기를 초과하지 않도록 하여야 한다.
- (3) 전력회로의 과전류 보호장치로 퓨즈, 배선용 차단기를 이용할 수 있으며, 보호대상 선로에 전류를 제한하거나 감소시키는 전자장치가 사용될 수도 있다. 단, 퓨즈의 경우 국내에서 구입이 가능한 형식을 선택하여야 한다.

7.2.10 과전류 보호장치의 정격 및 설정

- (1) 퓨즈의 정격전류 또는 다른 과전류 보호장치의 전류 설정치는 가능한 한 낮게 하되 예상 과전류(전동기 기동 또는 변압기 여자전류 등)에 적절한 것이어야 한다. 보호장치를 선택할 때, 제어 스위칭 기구 접점의 용착 등과 전류에서의 제어 스위칭 장치의 보호를 고려하여야 한다.
- (2) 과전류 보호장치의 공칭 전류나 설정치의 선정은 14.4항에 따라 피보호 전선의 전류허용능력에 의해 결정되며, 피보호 선로에 설치된 다른 전기장치와의 협조를 고려하여야 한다. 또한, 이들 장치에 대한 공급자의 권고 사항에 따라야 한다.

7.3 전동기의 과부하 보호

- (1) 정격출력이 0.5 kW 이상인 전동기에는 과부하 보호장치가 설치되어야 한다. 단, 다음의 경우에는 예외로 할 수 있다.
 - ① 소방펌프 등과 같이 전동기 작동이 자동 정지되는 것이 불합리한 경우로서, 과부하시 조작자가 인지할 수 있는 경고신호방식을 채택한 때.
 - ② 과부하가 될 수 없는 전동기, 토크전동기, 기계적 과부하보호장치로 보호되거나 적절한 규격으로 제한된 운동만 수행하는 경우의 전동기 등
- (2) 중성선을 제외한 각 상마다 과부하 감지장치(전동기 권선에 내장된 서미스터 등 내장형 또는 전류제한형 과열보호감지장치는 제외)가 설치되어야 한다. 단 다음의 경우는 예외로 한다.
 - ① 사용자의 요청에 의해 과부하감지장치의 개수를 줄이는 경우

- ② 단상 또는 직류 전동기회로에서 접지되지 않은 선로에만 감지장치를 설치하는 경우
- (3) 과부하로 전원이 차단되는 경우에는 모든 상도체가 차단되어야 한다. 단, 중성선의 경우에는 차단하지 않을 수 있다.(7.2.3항 참조)
- (4) 특수전동기로서 빈번한 기동 및 정지 기능이 요구되는 경우(급주행 및 정지·급격한 역전 또는 민감한 회전운동이 필요한 전동기)로서 피보호 권선의 시정수에 상응하는 시정수를 가진 과부하 보호장치의 설치가 어려울 때에는 당해 전동기에 적합하도록 고안된 과부하 보호장치를 설치하는 것이 바람직하다.
- (5) 냉각조건이 불량한 먼지가 많은 환경 등의 경우에는 내장형 온도보호방식의 전동기의 사용이 바람직하다. 전동기에 따라 내장형 온도보호방식이 회전자 구속시 보호가 충분하지 못할 경우에는 추가적인 보호장치를 설치하여야 한다.
- (6) 과부하보호장치가 작동된 후 기계가 재가동 될 때, 기계 또는 작업공정의 손상이나 위험한 상황이 초래될 우려가 있는 경우에는 전동기가 자동으로 재기동되지 않도록 하여야 한다.

7.4 이상 온도에 대한 보호

비정상적인 온도상승으로 위험한 상황이 초래될 수 있는 저항 가열회로 등에는 적절한 온도감시장치를 설치하여야 한다.

7.5 전원차단 또는 전압강하에 대한 보호

- (1) 전압강하나 전원차단으로 인하여 전기장치의 기능장해가 유발될 수 있을 경우, 주어진 전압기준에서 적절한 보호를 할 수 있는 부족 전압 보호장치를 설치해야 한다.
- (2) 기계운전에서 단시간의 전원차단이나 전압강하가 허용되는 경우, 지연형 부족전압 보호장치가 설치될 수 있다. 단, 부족전압보호장치의 사용으로 기계의 다른 정지 제어에 영향을 주어서는 안된다.
- (3) 부족전압 보호장치가 작동된 후 기계의 재기동시, 기계 또는 작업공정에 손상이나 위험한 상황을 초래할 우려가 있는 경우에는 자동적으로 기계가 재가동되지 않도록 하여야 한다.
- (4) 기계설비 또는 서로 연관되어 작동하는 기계그룹의 한 부분이 전압강하나 전원차단으로 영향을 받는 경우, 저전압 보호장치를 설치하여야 한다.

7.6 전동기 과속보호

- (1) 과속으로 인하여 위험한 상태를 초래할 우려가 있는 경우 9.4.2항에 따른 과속방지 조치가 취해져야 한다.
- (2) 과속보호장치가 작동된 경우에는 자동으로 재기동되지 않아야 한다.

7.7 지락전류 보호

- (1) 과전류보호 감지수준 이하의 지락전류에 의한 장치의 손상을 방지시키기 위하여 6.3항에 따른 자동차단을 위한 지락전류보호장치를 추가할 수 있다.
- (2) 지락보호장치는 보호대상 장치를 충분히 보호할 수 있도록 낮게 설정되어야 한다.

7.8 역상보호

공급전압이 역상이 되는 경우 기계에 손상을 주거나 위험한 상태로 될 수 있을 때에는 역상보호장치를 설치하여야 한다. 역상보호 대상조건은 다음과 같은 경우를 말한다.

- (1) 공급전원이 다른 전원으로 전환되어지는 기계
- (2) 기능상 외부로부터 전원이 공급되는 이동용 기계

7.9 개폐서지 및 낙뢰로 인한 과전압 보호

- (1) 개폐서지 및 낙뢰로 인한 과전압의 영향을 받을 수 있는 기계에는 적절한 보호장치를 설치하여야 한다.
- (2) 낙뢰보호장치는 전원 인입차단기 1차측에 접속되도록 한다.
- (3) 개폐서지 보호장치는 보호대상 장치의 단자 사이에 접속되도록 한다.

8. 등전위 본딩

8.1 일반 사항

보호본딩 접지와 운전용 본딩접지는 이 항에서 정하는 규정에 따른다.

8.2 보호본딩 접지 회로

8.2.1 일반 사항

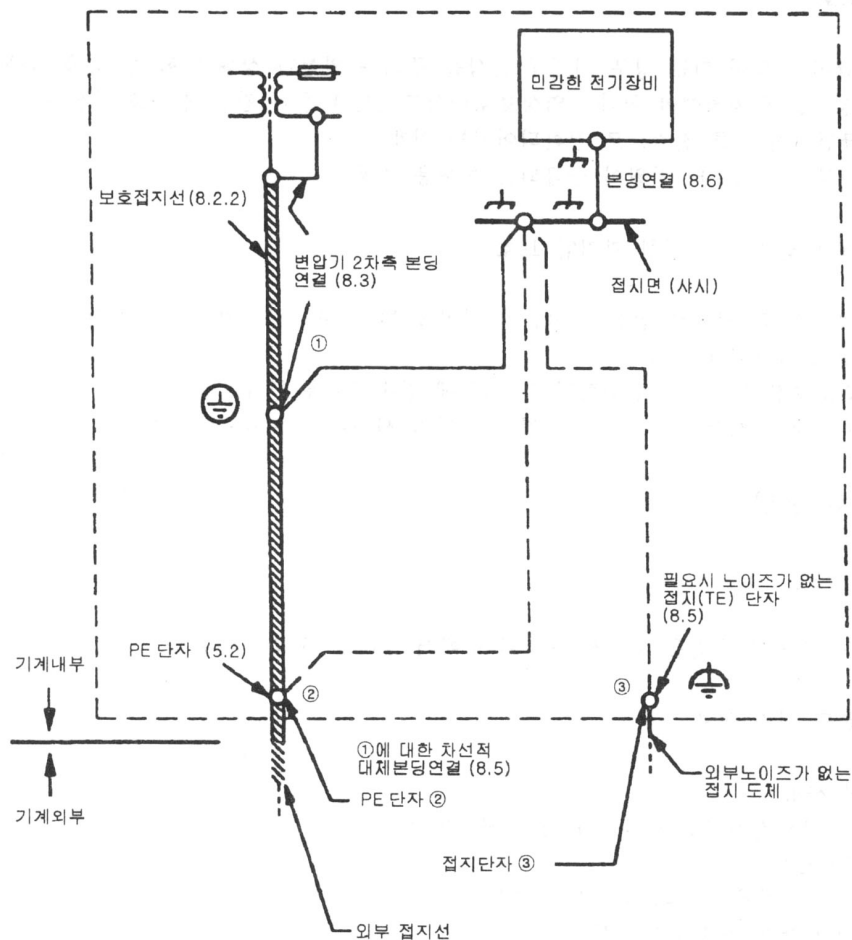
(1) 보호본딩 접지회로는 다음과 같이 구성된다,

- ① PE단자
- ② 전기장치와 기계의 도전성 구조부분
- ③ 기계장비 내부의 접지선

(2) 내부전원 공급장치가 있는 이동식 기계의 보호회로, 노출 도전부 및 외부 도전부는 감전방지를 위하여 보호본딩단자에 접속시켜야 한다. 또한, 이동식기계가 외부전원에 접속되는 때에도 보호본딩단자가 외부 접지도선에 접속되어야 한다.

(3) 보호본딩 접지회로의 모든 부분은 지락전류에 의해 발생될 수 있는 높은 열 및 기계적 응력을 견딜 수 있도록 설계되어야 한다.

(4) 전기장치 또는 기계의 구조물의 단면적이 당해 구리선의 단면적 이상의 전기적 특성을 가지고 있을 경우 보호본딩 접지회로의 한 부분으로 사용될 수 있다.



<그림 2> 기계의 전기장치 등전위본딩 접지의 예)

- (5) IT 배전방식의 경우 기계구조물을 지락감지계통에 접속시키는 보호본딩 접지회로의 일부로 이용할 수 있으며, 6.3.2항의 장치의 경우 외함본딩을 생략할 수 있다.

8.2.2 보호접지선

- (1) 보호접지선은 15.2.2항에 따라 타 전선과 식별되어야 한다.
- (2) 보호접지선은 구리를 사용되어야 한다. 단, 단위 길이 당 전기저항이 구리의 저항치를 초과하지 않고 도체의 단면적이 16 mm² 이상일 경우 구리선 이외의 선을 사용할 수 있다.
- (3) 접지선의 단면적은 <표 1>에 따른다.

8.2.3 보호본딩 접지회로의 연속성

- (1) 전기장치와 기계의 노출된 모든 도전부는 보호본딩 접지회로에 연결되어야 한다.
- (2) 보호본딩 접지회로의 저항은 전기장치의 절연파괴 시 노출된 도전부에 위험한 접촉 전압이 인가되지 않도록 충분히 작은 값이어야 한다.
- (3) 접속선 및 본딩 접지점의 허용전류가 기계적, 화학적, 전기화학적 영향으로 손상되지 않도록 선정되어야 한다. 알루미늄 또는 알루미늄 합금 재질의 외함 및 전선이 사용될 경우 전식 문제에 대한 특별한 주의가 필요하다.
- (4) 가요성 또는 견고한 구조의 금속덕트 및 금속 케이블 차폐선은 보호 접지선으로 사용될 수 없다. 모든 케이블의 금속덕트 및 차폐선(철제외장, 납외장 등)은 반드시 보호본딩 접지회로에 연결되어야 한다.
- (5) 전기장치에 부착되는 문, 덮개 등은 보호본딩 접지회로와 전기적으로 연속성이 있어야 하며, 그렇지 않을 경우 저항이 매우 적도록 고안된 조임, 힌지, 습동접점 등을 사용하여야 한다.
- (6) 케이블 내의 접지선이 손상될 우려가 있는 경우(가요전선관내 케이블)에는 접지선의 연속성을 감시할 수 있는 적절한 수단이 강구되어야 한다.
- (7) 집전선(Collector Wire), 집전봉(Collector Bar) 또는 습동장치(Slipping Assemblies) 등이 보호접지선으로 사용되는 경우 연속성 유지에 대한 사항은 20.2항에 따른다.

8.2.4 보호본딩 회로의 개폐장치 금지

보호본딩 회로에는 차단기 또는 과전류 보호장치(스위치, 퓨즈 등)를 부착하지

나 이와 같은 기구의 작동을 위한 전류감지 수단으로 이용되어서는 안된다. 단, 다음의 경우에는 예외로 한다.

- (1) 시험·측정을 목적으로 숙련된 자가 직접 보호본딩선을 분리하는 경우
- (2) 어느 경우에도 보호본딩회로에 위험전압이 상승되지 않고 본딩회로의 본래 기능이 손상되지 않는 경우

8.2.5 보호본딩회로에 연결하지 않아도 되는 부분

노출도전부가 다음과 같은 위험한 상태가 초래되지 않는 경우에는 보호본딩 회로에 연결하지 않을 수 있다.

- (1) 접촉될 수 없는 넓은 표면이나 손으로 잡을 수가 없도록 크기가 작은 경우 (50 mm × 50 mm 이하)
- (2) 가능성이 희박한 절연파괴 등에 의해서만 충전부와 접촉될 위치에 있는 경우

8.2.6 보호본딩 접지회로의 차단

- (1) 보호본딩회로는 전류집전장치 또는 플러그/소켓의 제거에 의해 차단될 수 있으나, 보호본딩 회로는 상도체가 차단된 후에 차단되고 접속되기 전에 접속되어야 한다. 이는 제거나 철거할 수 있는 플러그-인 기구에도 적용된다.
- (2) 플러그·소켓 조합의 금속제 외함은 사용전압이 안전초저전압을 초과하는 경우 보호본딩회로에 접속되어야 한다.

8.2.7 보호접지선의 접속부

- (1) 모든 보호접지선은 15.1.1항에 따라 마감처리 되어야 하며, 접속점이 다른 기능으로 이용되거나 기능이 다른 부분과 접속되어서는 안된다.
- (2) 각 보호접지선의 접속개소는 5.2항에 따라 구분되어야 한다.

8.3 운전용 보호본딩회로의 본딩



8.3.1 일반

운전용 본딩회로는 기계 가동중 절연파괴시에 인명, 기계 등의 위험을 줄이고, 민감한 전자장치의 오작동(8.6항 참조) 방지를 목적으로 하고 있다.

8.3.2 제어회로 접속

절연파괴시 오작동 방지를 위하여 제어용 변압기 2차측 한 측을 9.1.4항에 따라 보호접지회로에 접속하여야 한다.

8.3.3 전자파간섭 대책용 본딩접지

- (1) 전자파 간섭(EMI)을 억제하기 위한 전기장치 내부의 고주파 신호용 접지는 저항이 낮은 도체(샤시, 접지판 등)로 네트워크를 구성하여 별도의 기준 접지방식이 채택되어야 한다.
- (2) 본딩접속은 가능한 한 접지판까지의 임피던스가 줄어들도록 설계되어야 한다.
- (3) 공통기준전위 접지개소에는  표시가 되어야 한다.
- (4) 본딩접속은 공통모드 간섭을 줄이기 위하여 가능한 한 PE단자의 근접된 지점에 단일 본딩접지시키거나(<그림 2>의 ② 참조), 별도의 외부접지(무잡음용)단자에 적절히 접속되도록 한다.
단, 별도외부접지(무잡음용)단자에는  표시가 되어야 한다.

8.4 절연 파괴

절연파괴에 대한 보호는 변압기에 접속된 제어회로의 한 끝을 9.1.4항에 따라 접속된 제어장치를 가진 보호본딩 접지회로에 접속하여야 하며, 이 접속은 제어회로 전원측에서 이루어져야 한다.(7.2.3항 참조).

8.5 공통 등전위 본딩

- (1) 8.6항의 조건을 만족할 경우 보호본딩 접지회로가 아닌 공통 표준 전위 또는 외부(무잡음) 접지선에 연결된 단자에 본딩 접지할 수 있다.
- (2) 공통모드장애를 줄이기 위하여, PE터미널(<그림 2>의 (3) 참조) 또는 노이즈가 없는 외부접지선(<그림 2>의 (2))의 근접된 적절한 위치에 일점으로 직접 접속 하여야 한다.

8.6 전기 간섭(ELECTRICAL INTERFERENCE)

전기간섭 영향은 전기장치(샤시 또는 접지판)내 고주파 신호용의 기준레벨로 사용되는 네트워크에 저 임피던스접지를 함으로써 줄일 수 있으며, 본딩접속은 접속접지저항이 증가되지 않도록 설계되어야 한다.

제 3 장 제어 및 장치

9. 제어회로 및 제어기능

9.1 제어회로

9.1.1 전원공급

- (1) 제어회로의 전원공급은 변압기를 통하되, 변압기는 분리된 권선방식이어야 하며 다수의 변압기가 사용될 경우 이들 변압기의 2차전압은 동상으로 서로 호환되도록 하여야 한다.
- (2) 직류 제어회로가 보호본딩회로에 접속되는 경우(8.2.1항 참조)에는 권선이 분리된(SEPARATE WINDING) 교류제어회로 변압기나 타 제어회로 변압기로부터 전원을 공급받아야 한다.
- (3) 다음의 경우에는 변압기의 사용을 생략할 수 있다
 - ① 하나의 기동기가 있는 전동기의 정격출력이 3 kW를 넘지 않고 외부 제어기구(연동 장치, 비상정지 누름버튼 등)가 2개 이하인 기계의 경우
 - ② 전기장치가 기계의 용기 내에 내장되어 있는 기계의 경우

9.1.2 공급전압

제어용 전압은 제어회로의 올바른 작동을 하는데 지장이 없어야 하며 제어용 변압기를 사용하는 경우 공칭전압이 250 V를 초과하여서는 안된다.

9.1.3 보호장치

제어회로에는 7.2.3항 및 7.2.9항에 따라 과전류보호장치가 설치되어야 한다.

9.1.4 제어장치 접속

- (1) 제어회로의 한끝을 보호접지회로에 접속하는 경우에는 전자접촉기 코일 등 각 제어기구의 전자코일(보통 표시기호가 되어 있음) 또는 전기기구(표시 램프 등)의 접지측 단자에 접속하여야 한다.
- (2) 제어용코일의 한끝이 보호접지된 경우, 접지단과 제어용코일 또는 전기기구

(표시램프 등)사이에는 개폐기(접점) 등을 설치하여서는 안된다. (제어용 접점은 제어용 코일회로의 접지단 반대측에 위치하도록 회로를 구성할 것)

(3) 다음의 경우에는 (2)의 규정을 적용하지 않을 수 있다.

- ① 과부하 계전기접점이 제어용 코일과 접지단 사이에 설치되는 경우. 단, 계전기 접점을 작동시키는 제어용 코일과 접점이 동일한 용기에 수납된 일체형으로서 이의 접속구간이 짧아 지락 가능성이 희박한 경우에 한한다.
- ② 9.4.3.(1)항의 사항을 만족하는 경우

9.2 제어 기능

9.2.1 기동 기능

기동기능은 관련 회로의 전원이 투입될 때 작동되어야 한다. (9.2.5항 참조)

9.2.2 정지 기능

정지기능에 대한 분류는 다음의 3가지 방식에 따른다.

- (1) 분류 0 : 액츄에이터의 전원차단에 의해 정지되는 비제어정지 방식
- (2) 분류 1 : 액츄에이터에 의해 정지되고 정지후 전원이 차단되는 제어정지 방식
- (3) 분류 2 : 액츄에이터에 전원이 인가된 상태에서의 제어정지 방식

(주) 비상정지 이외에 위험분석에 따라 전자스프링 또는 정지형 부품의 사용에 의해 전원 차단이 가능할 수도 있다.

9.2.3 운전모드

- (1) 각 기계는 그 형식과 기능에 따라 하나 또는 여러 개의 운전모드를 가질 수 있다.
- (2) 운전모드의 선택시 위험한 상황을 초래할 우려가 있는 경우 키스위치 등 적절한 수단을 강구하여 임의 조작이 방지되도록 하여야 한다.
- (3) 모드 선택스위치 자체로 기계가 운전되어서는 안되며, 조작자의 별도 운전스위치 조작에 의해서만 작동되어야 한다.
- (4) 안전장치는 모든 운전모드에서 유효하게 작동되어야 한다. 단, 9.2.4항에 따른 특별한 조건에서의 일시적 기능정지의 경우에는 예외로 한다.
- (5) 선정된 운전모드를 구분하는 표시 기능(문자표시, 표시램프 또는 지시계 등)

9.2.4 안전장치의 일시 기능 정지

(1) 기계의 유지보수 등을 위하여 안전장치의 기능이 일시 정지할 필요가 있을 때에는 기계가 자동 운전되지 않도록 모드 선택기구가 안전한 모드에서 시전될 수 있는 다음의 1 이상의 부가적인 안전수단을 강구하여야 한다.

- ① 운전제한 기구(HOLD TO RUN DEVICE) 등과 같은 제어기구에 의한 가동
- ② 비상정지 기구가 부착된 가반식 제어 기구(펜던트 등). 단, 가반식 제어 기구가 사용되는 경우 그 제어기구에 의해서만 가동되어야 한다.
- ③ 가동속도 및 동력의 제한
- ④ 가동범위의 제한

9.2.5 운전

(1) 일반

- ① 기계는 안전운전을 위한 적절한 연동(9.3항 참조)기능이 있어야 한다.
- ② 기계는 정지된 이후(시건조건 해지, 정전, 배터리 교체, 무선조정 신호의 상실 등) 불시 기동되는 것이 방지되어야 한다.

(2) 기동

- ① 9.2.4항의 조건을 제외하고 모든 안전장치가 정상 설치되고 제기능의 유지시에만 기동되어야 한다. 단, 안전장치를 적용하기 곤란한 가반식 기계류의 경우에는 운전제어를 수동으로 하거나 적절한 제어기구를 채용하여야 한다.
- ② 순차적인 기동방법에서는 각 단계별로 적절히 연동되어야 한다.
- ③ 기계의 기동제어반이 하나 이상일 경우에는 다음 조건을 만족하여야 한다.
 - ㉠ 각 제어반은 별도의 수동식 기동 제어기구가 구비될 것.
 - ㉡ 기계 운전에 필요한 모든 조건이 만족될 것.
 - ㉢ 모든 기동제어기구는 기동되기 전에 차단위치에 있을 것.
 - ㉣ 모든 기동제어기구는 동시에 작동되도록 할 것.

(3) 정지

- ① 정지방식은 기계의 위험분석(4.1항)에 의해 적절한 방식을 선정할 것.
- ② 분류 0 및 분류 1 정지방식은 운전모드(9.2.3항) 위치에 관계없이 운전되어야 하며, 분류 0 정지방식이 우선되도록 할 것.
- ③ 정지기능은 기동기능에 우선되도록 할 것.
- ④ 필요시 보호장치 및 연동시킬 수 있는 기능이 구비되도록 할 것.
- ⑤ 정지기능 복귀시 위험을 유발시키지 않을 것.

(4) 비상운전(비상정지 및 비상전원차단)

① 비상정지

㉠ 비상정지기능은 9.2.5.(3)항의 정지기능 이외에 다음 요구사항을 만족하여야 한다.

(i) 다른 모든 기능과 작동보다 우선되도록 할 것.

(ii) 위험한 상태를 야기시킬 수 있는 기계 액츄에이터의 전원은 가능한 신속히 차단되도록 할 것.

(iii) 비상정지 작동후 복귀시켰을 때 재기동되지 않을 것.

㉡ 비상정지는 분류 0 또는 분류 1 정지방식을 선정한다.

㉢ 비상정지 채택여부의 결정은 기계의 위험성평가에 따라 결정하도록 한다.

㉣ 비상정지방식으로 0 정지방식을 채택한 때에는 반드시 배선에 의한(컴퓨터프로그램이 아닌) 전자기계적 요소로 구성하여야 하며, 작동신호가 전자로직(하드웨어 또는 소프트웨어)이나 통신회로망을 경유한 신호전송방식으로 이루어지지 않아야 한다.

② 비상전원차단

㉠ 다음의 경우에는 비상전원차단장치가 설치되어야 한다.

(i) 집전선, 집전봉, 슬립링 조립체, 전기 취급장소의 제어반 등 직접접촉방지를 위해 반드시 장애물을 설치해야 하거나 이격시켜야 하는 경우.

(ii) 전기로 인하여 다른 위험요인의 발생이나 손상 우려가 있는 경우.

㉡ 비상전원차단은 0 정지방식이 유효하도록 기계의 전원공급이 차단되어야 한다. 단, 0 정지방식 채택시 기계에 무리가 초래되는 경우, 직접 접촉을 방지할 수 있는 다른 보호수단이 강구된 경우에는 비상전원 차단이 필요하지 않다.

(5) 지시작동 감시

① 위험한 상황을 초래할 수 있는 기계의 운전은 감시되어야 한다.

② 상호제어되는 기계류의 경우에도 조작자가 ①항의 감시기능을 수행할 수 있어야 한다. 단, 조작자가 감시할 수 없는 불가피한 경우 과주행 제한기, 과속감지장치, 기계식 과부하 방지장치 또는 충돌방지장치를 포함한 별도의 수단을 강구하여야 한다.

(6) 운전제한 제어방식

운전제한 제어방식은 조작 완료 시까지 제어장치가 연속적으로 실행되어야 한다.

(7) 양수조작식 제어

양수조작식 제어방식은 위험분석결과에 따라 다음 중 1의 방식이 선택되어야 한다.

① 1방식

- ① 양손을 동시에 조작하여야만 가동되는 2개의 제어기구가 있을 것.
- ② 위험상태에서 연속적으로 작동될 것.
- ③ 위험상태가 존재하는 경우 제어기구에서 한손 또는 두손이 떨어짐과 동시에 기계운전이 중지될 것.

② 2방식

1방식 이외에 2개의 제어기구가 해지되어야만 재기동이 가능하도록 한 기능이 추가된 것

③ 3방식

2방식에 다음의 기능이 동시에 필요한 경우

- ① 0.5초 이하의 정해진 시간 내에 제어기구를 작동시켜야 하는 기능이 있을 것.
- ② 시간제한이 초과되면 주 제어기구에서 두 손을 모두 떼어낸 후에야 재가동(초기화)이 가능할 것.

9.2.6 기동 및 정지의 복합제어

교대로 기동 및 정지기능을 수행하는 누름버튼 스위치 또는 기타 유사 제어장치는 운전시 위험한 상태를 유발할 우려가 없는 기능에서만 사용되어야 한다.

9.2.7 무선 제어

(1) 일반사항

기계 제어시스템과 조작반 사이의 신호전송에 무선 제어방식(라디오파, 적외선)을 이용하는 경우에는 다음에 따른다.

- ① 조작반 전원의 차단이 용이한 수단이 강구될 것
- ② 조작반은 관계자 이외 자의 취급을 금하도록 키 스위치 등이 설치될 것
- ③ 각각의 당해 조작반에서 제어대상 기계에 대한 분명한 표기가 있을 것

(2) 제어 범위

- ① 무선 제어방식은 제어대상 기계 및 기능을 정확히 작동시킬 수 있을 것
- ② 지정된 조작반 이외의 신호에 기계가 작동되지 않을 것
- ③ 필요시에는 기계가 1개소 이상의 사전 지정된 지역 내에서의 조작반으로만 제어될 수 있도록 관련 수단을 강구할 것

(3) 정지

- ① 조작반은 위험상황을 야기할 수 있는 모든 기계의 기능이나 작동을 정지시킬 수 있는 분명히 구분된 기능이 구비될 것
- ② 무선제어 기계가 다음 상황에 놓인 경우, 위험한 작동을 방지하거나 자동적으로 기계를 정지시킬 수 있는 기능이 구비되도록 할 것
 - ㉠ 정지 신호를 수신한 경우
 - ㉡ 계통상 고장이 감지된 경우
 - ㉢ 지정시간 이내에 분명한 신호가 감지되지 아니할 때. 단, 기계가 위험한 상태를 유발하지 않는 무선제어 범위 밖으로 실행되도록 사전 프로그래밍된 경우에는 제외한다.

(4) 연속데이터 교신

안전관련 기능의 제어가 연속적인 데이터 교신으로 이루어지는 기계에 있어서 정확한 교신을 위하여 어떤 명령신호에서 오신호가 3비트까지 대응할 수 있는 오신호 감지기능이 부가되어야 한다.

(5) 다수의 조작반 사용

- ① 조작반이 1개 이상인 경우에는 하나의 조작반만이 작동을 통제할 수 있도록 조치할 것. 단, 위험분석 결과에 따라 어느 하나의 조작반에서 정지명령이 유효하도록 하는 경우에는 예외로 한다.
- ② 조작반에서 기계를 제어하는 표시가 기계위험분석 결과에 따라 적절한 위치에 설치되도록 할 것.

(6) 배터리 전원조작반

- ① 배터리 전원의 변화로 위험상황이 유발되지 않도록 할 것
- ② 배터리 전원 조작반으로 하나 또는 2이상의 작동이 통제되는 경우, 배터리 전압의 변화가 규정전압을 초과할 때 조작자가 인지할 수 있는 경고 기능이 구비되어야 하며, 조작제어반은 위험하지 않은 상태로 기계를 유도시킬 수 있도록 충분히 긴 시간의 통제기능이 있을 것

9.3 방호용 연동장치

9.3.1 장치의 복귀

연동장치가 복귀될 때에는 기계가 위험한 상태가 되지 않아야 한다.

9.3.2 과주행 방지

기계가 과주행 됨으로 인하여 위험이 유발될 수 있는 경우 위험감지 센서 또는 리미트 스위치를 설치하여 과주행을 방지하여야 한다.

9.3.3 보조기능의 작동상태

- (1) 보조기능의 올바른 작동여부를 적절한 장치(압력센서 등)에 의해 감시되어야 한다.
- (2) 보조기능(윤활, 냉각제 공급, 스위프 제거 등)을 위한 장치 및 전동기가 작동되지 아니함으로 인하여 작업공정 또는 기계에 손상을 초래하거나 위험상태를 유발할 가능성이 있는 경우에는 적절한 연동장치가 설치되어야 한다.

9.3.4 역방향 작동 및 시차작동 연동

- (1) 동시 작동시 위험한 상태를 초래할 수 있는(상호 역방향 작동기능의 것) 접점, 릴레이 등 제어기구는 상호 연동되어야 한다.
- (2) 역회전용 접점(전동기 회전방향 제어기구)은 스위치 조작시 회로단락 사고가 일어나지 않도록 상호 연동되어야 한다.
- (3) 기계작동의 연속성과 안전상 기계의 여러 기능이 상호 연계되어 작동되는 경우(계단식 속도 제어 등) 상호 원만한 협조가 되도록 적절한 연동 기능이 구비되어야 한다. 또한 여러 기계가 상호 연계되어 작업이 이루어지는 경우 조절기(CONTROLLER) 사이에는 상호 적절한 협조가 이루어져야 한다.
- (4) 기계적인 브레이크 액츄에이터의 고장이 당해 기계의 액츄에이터를 작동시켜 위험상태를 초래할 우려가 있는 경우의 연동장치는 당해 액츄에이터의 전원이 차단되도록 되어야 한다.

9.3.5 역전류 제동(REVERSE CURRENT BRAKING)

역제동방식의 전동기에서 브레이크 제동으로 정지후 역방향 회전시 작업공정이나 기계의 손상 또는 위험을 초래할 우려가 있는 경우, 역회전이 방지되도록 적절한 수단이 강구되어야 한다. 이를 위한 제어회로는 전동기 축회전 감시를 자동이나 수동으로 하도록 설치하되, 위험한 상황을 초래하지 않도록 해야 한다.

9.4 고장시 제어기능

9.4.1 일반사항

- (1) 전기장치의 고장이나 난조로 인하여 위험한 상태 또는 기계나 공정상 손상을 초래 할 우려가 있는 경우, 이러한 고장의 발생이 최소화되도록 적절히 조치하여야 한다. 요구되는 수단과 적용대상 범위는 개별 작동 또는 연계작동여부, 각각의 적용에 관계되는 위험정도에 따라 적절히 선정되어야 한다.(4.1항 참조)
- (2) 위험을 줄일 수 있는 다음의 조치가 제한없이 적용되어야 한다.
 - ① 기계적 보호장치(연동 방호물, 트립 장치 등 설치)
 - ② 전기회로의 보호연동방식 채택
 - ③ 입증된 회로 기술과 부품 사용(9.4.2.(1)항 참조)
 - ④ 전체 또는 부분적 이중화(9.4.2.(2)항 참조) 또는 다양화 방식 채택(9.4.2.(3)항 참조)
 - ⑤ 기능 시험(9.4.2.(4)항 참조) 실시
- (3) 일반적으로는 단일 고장만 고려할 수 있으나 위험확률이 높은 경우에는 복수고장시에도 위험한 상황이 초래되지 않도록 고려하여야 한다.

9.4.2. 고장시 위험의 최소화 조치방법

- (1) 다음의 입증된 회로기술과 부품의 사용이 제한없이 적용되어야 한다.
 - ① 작동용 보호본딩회로에 제어회로 2차측의 일단이 본딩 될 것.
 - ② 9.1.4항에 따라 제어기구가 접속 되도록 할 것.
 - ③ 제어전원 차단시 기계가 정지되도록 할 것.(9.2.2항 참조)
 - ④ 제어되는 기구의 모든 활선이 차단되도록 할 것.(9.4.3.1항 참조)
 - ⑤ 직접개폐작동을 하는 스위치가 사용될 것.
 - ⑥ 의도하지 않는 작동을 야기할 수 있는 고장확률을 줄일 수 있도록 회로 설계시 고려할 것.
- (2) 다음과 같은 보호장치의 이중화를 채용한다.
 - ① 전기회로상의 어떠한 기능의 고장으로 위험한 상태가 유발될 가능성이 있는 경우 부분적 또는 당해 부분 전체에 대하여 이중화하므로써 위험요인이 극소화되도록 한다. 이중화방법은 정상작동중 유효한 상태로 하는 것(온라인 이중화)과 보호장치 작동기능이 고장시에만 보호기능을 수행(이하 “오프라인 이중화”라 한다)하도록 설계되는 경우가 있다.
 - ② 오프라인 이중화 방식의 적용시에는 필요시 당해 제어회로 기능을 대신할 수 있도록 적절한 수단이 강구되어야 한다.

(3) 다양성의 활용

다음과 같이 서로 다른 작동원리나 다른 형식의 기구를 제어회로에 사용하여 고장으로 인한 위험확률을 줄이도록 설계, 제작시 고려하여야 한다.

- ① 연동 가드에 의해 작동되는 상시개방 접점 및 투입접점의 결합방식 채택
- ② 다른 식의 제어회로 부품의 사용
- ③ 이중화 구성시 전자기계식 및 전자식 회로의 결합방식 채택
- ④ 이중화 기능 및 다양성을 고려하여 전기식 및 비전기식(기계식, 유압식, 공압식) 시스템의 결합방식 채택

(4) 제어시스템에 대한 기능시험은 자동시험방식, 수작업검사, 사용전 점검, 정기검사 등 적절한 방법으로 수행되어야 한다.(19.2항 및 20.7항 참조)

9.4.3 접지고장, 정전 및 회로단선에 대한 방호

(1) 접지고장시의 방호조치사항은 다음과 같다.

- ① 제어회로의 지락사고로 불시 기동, 기계의 정지기능 상실 등이 유발되지 않도록 8.2항에 의한 보호본딩접지의 접속 및 9.1.4항에 의한 제어기구의 접속에 유의할 것.
- ② 변압기에서 전원이 공급되고 보호본딩 접지회로에 연결되지 않은 제어회로는 지락경보장치 또는 지락차단장치를 설치할 것.
- ③ 제어회로가 전원선에서 직접 인출되거나 전원선과 비접지방식 또는 고저항 접지방식의 중성선 사이에서 인출되는 경우에는 모든 상도체를 차단(중성선 포함)시키는 제어스위치를 설치하여 기계를 작동 및 정지시킬 수 있도록 할 것.

(2) 정전시의 방호조치사항은 다음과 같다.

- ① 정전시 제어회로 기능에 대해서는 7.5항의 사항에 따른다.
- ② 제어 시스템에 기억소자가 사용되는 경우 정전 시 기억이 상실될 때 위험상태가 초래될 수 있는 경우 기억이 삭제되지 않도록 적절한 방호장치를 설치한다.

(3) 회로 단선시의 방호조치사항은 다음과 같다.

습동접점방식의 사용으로 안전에 관계되는 제어회로가 단선됨으로 인하여 위험상태가 초래될 수 있는 경우 복식, 습동접점방식의 채택 등 적절한 조치가 이루어져야 한다.

10. 작업자 인터페이스 및 기계에 부착된 제어장치

10.1 일반 사항

10.1.1 일반 요건

- (1) 이 항은 제어장치가 제어반 외부에 설치되거나 부분적으로 제어반 외부에 설치되는 경우 준수하여야 할 사항에 대하여 적용한다.

10.1.2 제어장치의 설치 위치

- (1) 기계부착 제어장치는 가능한 한 다음 사항을 만족해야 한다.
 - ① 작동과 보수를 위해 용이하게 접근이 가능 할 것.
 - ② 취급시 손상될 위험이 최소화되도록 부착될 것.
- (2) 수동제어장치의 액츄에이터는 다음과 같이 선택되고 설치되어야 한다:
 - ① 0.6 m 이상으로 조작자의 정상작업 위치에서 쉽게 닿을 수 있을 것.
 - ② 조작자가 취급시 위험하지 않은 곳에 위치할 것.
 - ③ 부주의로 인한 오조작의 우려가 최소화되도록 할 것.

10.1.3 보호

- (1) 설계대로 부착된 상태에서, 조작자 인터페이스와 기계부착 제어기구는 예상된 사용 조건상의 응력에 견딜 수 있어야 한다.
- (2) 다른 적절한 수단을 병용하는 경우 보호등급수준은 다음에 의해 보호될 수 있어야 한다.
 - ① 외부의 물리적 환경 또는 기계에서 사용되는 액체, 증기, 가스의 영향
 - ② 톱밥, 먼지 등 이물질의 유입
- (3) 조작자 인터페이스 제어기구는 보호등급 IPXXD 이상으로 하여 직접접촉이 방지되도록 하여야 한다.

10.1.4 위치센서의 설치

- (1) 기계의 주행으로 손상될 우려가 있는 경우 위치센서(위치 스위치, 근접 스위치)가 설치되어야 한다.
- (2) 안전기능 회로에 사용되는 위치센서는 직접 개방작동방식 또는 이와 비슷한 신뢰성이 있어야 한다.

10.1.5 가반식 또는 펜던트형 제어반

이동식 제어반 및 관련 제어기구는 조작자가 제어반을 떨어뜨리거나 부딪칠 경우 충격, 진동 등으로 인한 오작동의 우려가 최소화 되도록 선정 및 배치되어야 한다.

10.2 누름버튼의 설치

10.2.1 색상

- (1) 누름버튼 스위치는 <표 2>에 의한 색상을 준수하여야 한다.
- (2) 기동(START/ON) 스위치의 색상은 흰색, 회색, 흑색을 선정하되, 가능한 흰색으로 하도록 한다. 단, 녹색의 사용도 가능하나 적색은 사용해서는 안된다.
- (3) 적색은 비상정지스위치에만 사용되어야 한다.
- (4) 정지(STOP/OFF)스위치의 색상은 흑색, 회색, 흰색을 선정하되 가능한 흑색이 선정되도록 한다. 단, 적색도 허용되나 비상정지기구에 근접한 곳에서는 적용하지 않아야 한다.
- (5) 흰색, 회색, 흑색은 교대로 기동과 정지기능을 하는 누름버튼 색상으로 사용할 수 있다. 단, 이와 같은 기능스위치에 적색, 황색, 녹색은 사용할 수 없다.(9.2.6항 참조)
- (6) 누름버튼을 누르고 있는 동안만 작동하고 누름을 멈추면 작동을 멈추는 형식의 누름버튼 스위치에는 흰색, 회색 또는 흑색을 사용할 수 있다. 단, 적색, 황색, 녹색은 사용되어서는 안된다.
- (7) 복귀기능 누름버튼 스위치의 색상은 청색, 흰색, 회색을 선정하도록 한다. 단, 정지버튼 색상을 흰색, 회색, 흑색의 사용이 가능하나, 가능한 한 흑색을 선정토록 하고, 녹색은 사용되어서는 안된다.
- (8) 안전 또는 정상상태를 나타내는 곳에는 녹색을 사용한다.
- (9) 주의 또는 비정상 상태를 나타내는 곳에는 노란색을 사용한다.
- (10) 청색은 의무적인 중요한 기능용으로 사용한다.

10.2.2 표시

18.3항에서 정하는 기능 식별 이외에 누름버튼 스위치에는 스위치 자체 또는 근접한 곳에 다음과 같은 기호를 표시하는 것이 바람직하다.

<표 2> 누름버튼 스위치의 색상구분 및 의미

색상	의미	설명	적용 예
적색	비상	위험한 상태 또는 비상시 작동	비상정지스위치
노랑	비정상	비정상 상태유발시 작동	비정상상태를 해소하기 위한 표시 차단된 자동사이클기능 재기동 표시
녹색	안전	정상상태에서 작동	제10.2.1항 참조
청색	강제	강제적 동작이 필요한 상태의 작동	복귀 기능 스위치
흰색	지정된 의미 없음	비상정지 이외의 일반적인 기능 개시 (주 참조)	기동스위치 (선호됨), 정지스위치
회색			기동스위치, 정지스위치
흑색			기동스위치, 정지스위치 (선호됨)

(주) 모양이나 구조상으로 식별되는 누름버튼 스위치의 경우에는 흰색, 회색, 흑색을 동일한 색상으로 사용될 수 있다.(기동 및 정지스위치에 흰색 사용)

기 동 (START 또는 ON)	정 지 (STOP 또는 OFF)	기동 및 정지를 교대로 작동시키는 누름스위치	누르는 동안만 작동하고, 놓았을 때 정지하는 버튼

<그림 3> 누름스위치의 형태

10.3 표시등 및 배열

10.3.1 사용모드

작업자에게 정확한 정보가 제공되도록 표시등이나 디스플레이 설계시 다음사항을 고려하여야 한다.

- (1) 작업자의 주의를 끌거나 지정된 절차를 준수하여야 하는 것을 나타내고자 할 때에는 적색, 황색, 녹색, 청색으로 표시할 것.
- (2) 명령상태를 확인하거나 변경 또는 전환시간 종료의 확인이 필요할 때에는 청색과 흰색을 사용할 것. (필요시 녹색도 사용 가능함)

10.3.2 색상

표시램프(파일럿)용 렌즈의 색상은 <표 3>에 따라 구분되어야 한다. 단, 제조

자 또는 공급자와 사용자 사이에 별도 합의한 경우에는 그에 따른다.

<표 3> 표시등용 색상 및 의미

색상	의미	설명	조작 방법	적용 예
적색	비상	위험한 상황	위험상황에서 즉시 작동 (비상정지스위치 작동)	한계값을 초과한 압력, 온도, 전압강하, 정지 위치 이탈 등
노랑	비정상	비정상 상태 (긴급 상태)	감시 및 조치 (기능 재설정 등)	정상값을 초과하는 압력, 온도보호장치의 트리핑
녹색	안전	정상 상태	선택 사양	운전 가능한 정상상태에서의 압력·온도
청색	강제	조작자의 작동 하는 상태 표시	강제 작동	지정한 값으로 지시
흰색	중립	기타 상태(적색, 황색, 녹색, 청색 적용 모호시 사용	감시	일반 정보

10.3.3 점멸등

(1) 다음과 같이 구분이나 정보, 강조가 필요한 경우에는 점멸등이 설치되어야 한다.

- ① 주의를 환기시킬 필요가 있을 경우
- ② 즉각적인 조치가 필요할 경우
- ③ 명령과 실제 상태가 불일치함을 나타낼 경우
- ④ 처리과정 중 변경을 나타낼 경우(전이과정중 점멸)

(2) 우선 순위가 높은 내용의 전달시에는 점멸속도가 빠른 점멸등을 사용하도록 한다.

10.4 발광형 누름버튼

(1) 발광형 누름버튼 스위치는 <표 2> 및 <표 3>에 따른 색상구분이 되어야 한다. 단, 적절한 색상구분이 어려운 경우에는 흰색을 사용할 수 있다.

(2) 적색 발광형 누름버튼을 비상정지로 사용하는 경우 빨간빛을 발광하는 것에만 의존하여서는 안되며 스위치 색상은 10.2.1항에 따라 구분되어야 한다.

10.5 회전식 제어장치

전위차계 또는 선택스위치와 같이 회전부분을 가진 장치는 정지부분이 회전하

지 않도록 설치되어야 한다.

10.6 기동장치

- (1) 기동기능이나 기계 요소의 움직임(슬라이드, 스피들, 캐리어 등)을 작동시키기 위한 액츄에이터는 부주의한 작동을 최소화하도록 제작되고 설치되어야 한다.
- (2) 버섯모양의 액츄에이터는 양손 제어용으로 사용될 수 있다.

10.7 비상정지장치

10.7.1 설치 위치

비상정지장치는 각 제어반 및 기타 비상정지를 필요로 하는 곳의 접근이 용이한 장소에 설치되어야 한다.

10.7.2 형태

- (1) 비상정지장치의 형태는 다음과 같다.
 - ① 누름버튼형 스위치
 - ② 로프작동 스위치
 - ③ 덮개가 없는 페달형 스위치
- (2) 장치는 가결장치식(SELF-LATCHING TYPE)으로서 직접개방 작동형이어야 한다.

10.7.3 비상정지후 정상기능 복귀

- (1) 비상정지장치는 수동으로 복귀시킬 때까지 회로복귀가 불가능한 구조이어야 한다.
- (2) 회로상에 여러 개의 비상정지장치가 설치되는 경우, 작동된 모든 비상정지 장치가 복귀되기 전에는 회로가 복귀되지 않아야 한다.
- (3) 수동으로 작동되는 비상정지장치의 접점은 직접개방 작동형이어야 한다.

10.7.4 액츄에이터

- (1) 비상정지장치의 액츄에이터는 적색 주변의 배경색은 황색으로 하여야 한다.
- (2) 누름버튼 스위치 방식의 액츄에이터는 버섯머리 방식이어야 한다.

10.7.5 비상정지기능 전원차단장치

전원차단장치가 다음 사항을 만족할 경우 비상정지장치로 대신할 수 있다.

- (1) 조작자가 용이하게 접근이 가능한 경우
- (2) 5.3.2.(1)항의 ①, ② 및 ③ 사항에 적합한 경우
- (3) 10.7.(4)항에 의한 색상조건에 적합한 경우

10.8 비상정지장치

10.8.1 설치 위치

- (1) 비상정지장치는 필요한 개소에 설치되어야 한다.
- (2) 제어반과 분리된 곳에 설치하거나 제어반에 비상정지장치가 설치되는 경우, 비상정지장치가 0분류 비상정지기능을 수행할 수 있다면 제어반에 별도의 비상정지장치를 설치하지 않을 수 있다.

10.8.2 형식

- (1) 비상정지장치의 형식은 다음과 같다.
 - ① 누름버튼 스위치
 - ② 로프작동 스위치
- (2) 기구는 가결장치식으로서 직접개방작동형이어야 한다.
- (3) 누름버튼 스위치의 경우 1회용 유리외함(BREAK-GLASS ENCLOSURE)을 씌운 구조로도 할 수 있다.

10.8.3 비상정지후 정상기능 복귀

- (1) 비상정지장치는 수동으로 복귀시킬 때까지 회로가 복귀되지 않는 구조이어야 한다.
- (2) 한 회로상에 여러 개의 비상정지장치를 설치하는 경우 작동된 모든 비상정지장치가 복귀되기 전에는 회로가 복귀되지 않아야 한다.

10.8.4 액츄에이터

비상정지장치의 액츄에이터는 10.7.4(1)항의 사항을 준용한다.

10.8.5 비상정지기능 전원정지장치

전원차단장치를 비상정지장치로 대신하는 경우에는 10.7.5항을 만족하여야 한다.

10.9 디스플레이

디스플레이(화면, 경보표시기 등)는 조작위치에서 잘 보이도록 설치되어야 한다. 디스플레이를 경보기구로 사용하고자 하는 경우, 점멸 및 회전타입으로 하고 경음기를 부가하도록 한다.

11. 제어 인터페이스

11.1 일반 사항

수치제어 또는 프로그램 제어기와 여러 외부기구, 특히 디지털 입·출력기구와 속도 및 서보 드라이브 등 사이의 신호는 다음 사항에 적합하여야 한다. 수치제어 또는 프로그램제어기와 외부장치간의 배선에 필요한 요구사항은 14항 및, 15항에 따라야 한다.

11.2 디지털 입·출력 인터페이스

각 디지털 입출력(I/O)신호용의 수치제어기 또는 프로그램제어기는 공동접속이나 실드 접속에 적합한 단자(핀 커넥터, 스크루 단자 등)가 있어야 하고, 가능한 한 각 신호단자마다 공동접속 되도록 하여야 한다.

11.2.1 입력

- (1) 각 입력장치의 한 쪽은 입력전압회로의 한 쪽에, 다른 쪽은 적합한 입력단자에 접속되어야 하고, 각 입력전압회로의 다른 쪽은 공급회로의 공통단자에서 보호본딩 접지회로와 접속되어야 한다.
- (2) 각 입력장치의 다른 쪽은 공급단의 공통단자에서 보호본딩회로와 접속되어야 한다.
- (3) 입력회로는 절연선의 사용과 함께, 변압기, 광 커플러, 기타 고 임피던스장치에 의해 수치 제어기나 프로그램 제어기의 내부회로와는 절연되어야 한다.
- (4) 고장시 폐로되는 접점(N.C, 정지기능)의 경우를 제외하고는 상시 개방접점(N.O)으로 접속되어야 한다.

11.2.2 출력

- (1) 각 출력부하의 일단은 보호본딩 접지회로와 교대로 연결되어야 하는 출력

전원공급의 공동단에 접속되어야 한다.

- (2) 각 출력모듈 또는 회로는 하나의 출력장치에만 접속되어야 한다.
- (3) 유도부하를 수치제어 또는 프로그램 제어기에 접속하는 경우에는 유도부하의 투입·정지와 관련한 사항은 수치제어기 또는 프로그램 제어기의 공급자 권고에 따라야 하며, 수치제어기나 프로그램 제어기에 전원이 투입되어 있는 동안 기동·정지 하는 전동기의 권선에 대한 간섭억제조치가 강구되어야 한다.

11.3 아날로그 입력방식의 구동 인터페이스

11.3.1 제어장치와 전기구동장치의 분리

- (1) 구동장치의 공급자는 보호본딩 접지회로에 공통 접속되는 경우를 제외하고는 수치제어회로와 구동제어 회로간에는 별도의 입력이 사용되도록 해야 한다.
- (2) 구동장치는 입력단자와 프레임간의 공통모드신호에 민감하게 작동되어서는 안된다.

11.3.2 수압 서보밸브

수치제어기 공급자는 필요한 경우 지령된 축속도에 비례하는 수압서보 밸브에 대한 출력전류를 제공하거나 기기 공급자에게 기구의 전류·전압 변환 비율에 대한 내용을 제공하여야 한다.

11.3.3 전기 서보와 속도 구동

전기서보 또는 속도구동의 수치제어에 의한 속도명령 또는 오신호(FOLLOWING ERROR SIGNAL)가 아날로그인 경우, $\pm 10V$ 에서 전동기의 최대 속도 또는 최대 토크를 내도록 하는 것이 바람직하다.

11.4 주변 장치

주변장치(디스플레이 터미널, 프린터 등)는 공급자의 권고사항에 따라 접속, 사용되어야 한다.

12. 전자장비

12.1 일반 사항

이 항은 프로그래머블 장비, 조립부품, PCB장치 및 부품을 포함한 모든 전자 장치에 적용한다.

12.2 기본 조건

12.2.1 입 · 출력

입 · 출력 상태표시는 디지털 방식이어야 한다.

12.2.2 등전위 본딩

모든 입 · 출력 랙, 프로세서 랙 및 전원은 공급자의 사양에 따라 보호본딩 접지 회로에 연결되어야 한다. 단, 일부 장비가 운전상 보호본딩 접지회로로부터 격리되는 경우에는 8.2.3항에 적합하여야 한다.

12.3 프로그래머블 장비

12.3.1 프로그래머블 제어기

프로그래머블 제어기는 관련 기준에 적합하여야 한다. (IEC 1131-1 및 1131-2참조)

12.3.2 메모리 저장 및 보호

승인받지 않은 자에 의한 메모리 변경을 방지하기 위하여 9.4.3(2)항에서 규정하는 사항에 적합하여야 한다.

12.3.3 소프트웨어 검증

프로그램을 수정하여 쓸 수 있는 장비는 소프트웨어와 관련된 프로그램 및 자료와 부합여부를 검증하는 방법이 있어야 한다.

12.3.3 안전관련 기능

(1) 프로그래머블 전자장비는 0분류 비상정지용으로 사용되어서는 안된다. (9.2.5.(4)항 참조)

(2) 다른 모든 안전과 관련된 정지기능은 프로그램에 의존하지 않고 배선에 의

한 전자 기계적인 구성에 의하는 것이 바람직하며(정지기능은 프로그램어블 전자장비에 의하지 않아야 한다.), 프로그램이 가능한 전자장비가 사용되어야 할 경우에는 9.4항에 의한 적절한 방법이 사용되어야 한다.

- (3) 위의 사항들은 감시, 시험 또는 기능 백업을 위한 프로그램어블 전자장비의 사용을 배제하는 것은 아니고, 장비가 그러한 기능들의 정상적인 작동을 방해해서는 안된다는 것이다.

(주) 제어 시스템의 오작동으로 인한 중대 위험이 발생할 수 있는 상황에서 어느 프로그램의 단일 채널에만 의존하는 것이 확실하다고 결정하기는 어려우므로, 이와 같은 상황이 해결 될 때까지는 단일 채널장치의 운전을 신뢰하는 것은 바람직하지 않다.

13. 제어장치의 위치, 설치 및 외함

13.1 일반 사항

제어장치의 설치시에는 다음 사항이 고려되어야 한다.

- (1) 제어장치는 접근 및 유지관리가 용이한 위치에 설치할 것.
- (2) 기계의 의도된 운전조건 또는 외부영향에 보호될 수 있을 것.
- (3) 기계의 작동 및 유지관리에 용이하도록 할 것.

13.2 위치와 부착

13.2.1 접근 및 유지관리

- (1) 제어반의 부품이나 배선은 확인하지 않고 식별할 수 있도록 고안, 배치되어야 한다.
- (2) 정상작동 여부의 확인이나 부품의 교체가 필요한 경우, 기계의 다른 장치 또는 부품을 분해하지 않고도 작업이 가능하여야 한다. (문을 열거나 덮개를 해제하는 것은 제외)
- (3) 제어반과 직접 관련없는 단자들도 이 요구 사항에 적합해야 한다.
- (4) 모든 제어반은 전면에서 운전 및 보수 할 수 있도록 부착되어야 한다. 장치를 제거하는데 특수한 도구가 필요한 경우에는 도구가 공급되어야 한다. 정기보수 또는 조정을 위한 접근이 필요한 경우, 관련 기구들은 작업위치에서

0.4~2.0 m 사이에 위치하고, 단자는 작업위치에서 0.2 m 이상 위에 전선과 케이블을 쉽게 연결 될 수있는 위치에 있을 것.

- (5) 운전, 표시, 측정 및 냉각용 장치 이외에는 문, 덮개 등에 부착되어서는 안된다.
- (6) 제어기구가 플러그를 통해 접속되는 경우, 형태(구조), 표시, 회로구성 등이 명확하여야 한다.(15.4.5항 참조)
- (7) 정상작동중 조작되는 플러그 장치는 이 장치에 의하여 기계장애가 발생할 수 있다면 중간 교환이 불가능한 구조로 하여야 한다.
- (8) 정상작동중 조작되는 플러그/소켓의 조합은 접근이 용이하도록 배치, 부착 되어야 한다.
- (9) 기기의 시험이 필요한 경우에는 다음에 의해 설치되어야 한다.
 - ① 접근이 방해되지 않도록 부착
 - ② 제공된 기술자료에 따라 명확히 표시(19.3항 참조)
 - ③ 적절한 절연조치
 - ④ 시험장비 또는 수단의 접속에 필요한 충분한 공간 확보

13.2.2 물리적 분리

- (1) 제어장치는 관련 기계 및 장치의 운전, 유지보수에 방해가 되지 않도록 설치되어야 한다.
- (2) 제어장치는 이와 직접 관련이 없는 비전기 부품과 장치를 제어기구 외함 내에 같이 두어서는 안되며, 솔레노이드 밸브와 같은 장치는 다른 전기장치와 분리시켜야 한다.(격리된 구획장소)
- (3) 다수의 제어기구들이 동일 위치에 설치되고 공급전압 또는 공급전압과 제어 전압에 같이 접속되는 경우에는 제어전압은 별도로 구분하여야 한다.
- (4) 전력회로용 단자대는 제어회로용과 구별하여 설치하되 다음과 같은 단위로 그룹화 하여야 한다.
 - ① 전력회로
 - ② 관련 제어회로
 - ③ 외부전원에서 공급되는 타 제어회로
 그러나, 각 그룹이 쉽게 구별된다면 그룹된 전력단자를 제어 터미널 부근에 설치 할 수도 있다(다른 크기의 사용, 배리어 사용, 색상구분 등).
- (5) 장치의 위치를 조정할 때(내부 결선 포함) 외부 영향 및 물리적 환경조건을 고려하여 여기에 적합한 간격 및 연면거리를 유지하여야 한다.

13.2.3 발열 영향

열을 발생하는 부품(내부 전열기, 전력 저항 등)들은 주변 각 부품의 온도가 허용제한 값 이내로 유지되도록 배치되어야 한다.

13.3 보호 등급

- (1) 제어장치는 고형물질과 액체의 유입으로부터 보호될 수 있도록 주위의 영향(즉, 위치와 외부 환경 조건)을 고려하여야 하며, 먼지, 냉각제, 톱밥 및 기계적인 손상을 충분히 견딜 수 있어야 한다.
- (2) 제어장치 외함의 보호등급은 최소한 IP 54 등급 이상이어야 한다.
- (3) 기타 기기의 최소한의 보호등급은 다음과 같다.
 - ① 전동기의 기동저항기, 정지저항기 등의 유사장비를 내장하는 환기된 용기 IP 22
 - ② 전동기 : IP 23(16.2항)
 - ③ 기타 장치를 내장하는 환기되는 용기 : IP 33
- (4) 제어장치가 물 호스로 청소하는 지역에 설치되는 경우는 최소한 IP 66 이상, 미세한 먼지에 노출되는 경우는 IP 65이어야 한다.

13.4 외함, 문 및 개구부

- (1) 외함은 정상상태에서 습기뿐만 아니라 열적, 전기적, 기계적 응력에 견딜 수 있는 재료를 사용하여 제작하여야 한다.
- (2) 문과 덮개를 조이는 장치는 정체형(CAPTIVE TYPE)이어야 한다. 내부에 부착된 표시장치를 보기 위한 창이 재질은 강화 유리, 폴리카보네이트판(두께 3 mm) 등과 같이 기계응력과 화학작용에 견딜 수 있는 것이어야 한다.
- (3) 외함의 문은 수직형 힌지를 사용하여 가급적 들어올림에 의한 열림방식으로 적어도 95°의 각도로 열리고 폭은 0.9 m 이내인 것이 바람직하다.
- (4) 문, 덮개, 외함의 가스켓이나 연결부위는 기기에 사용되는 유해한 액체, 증기, 가스에 의한 화학작용을 견디어야 한다. 운전이나 보수를 위해 열거나 분리해야 하는 문의 밀폐, 뚜껑, 덮개의 보호등급을 유지하기 위한 방법은 다음과 같다.
 - ① 문/덮개 또는 외함에 확실히 부착되어야 하고
 - ② 문이나 덮개의 제거/교체로 인해 손상되거나 보호등급이 저하되어서는 안된다.
- (5) 기계의 일부, 바닥 또는 기초 쪽으로 향한 모든 외함의 개구부는 장비보호를 위하여 명시된 제조 당시의 보호등급수준을 유지하여야 한다. 케이블을 인입하기

위한 개구부는 그 위치에서 쉽게 재 개봉할 수 있도록 하여야 하고, 기계외함의 바닥부분에 적절한 개구부를 설치하여 응축된 습기를 빼낼 수 있도록 하여야 한다.

- (6) 전기장치가 있는 외함과 냉각제, 윤활유이나 수압용 액체, 기름 등의 액체나 먼지가 유입될 수 있는 곳에는 개구부가 없어야 한다. 단, 기름 속에서 작동하도록 특별히 설계된 전기장치(전자장클러치)나 냉각제가 쓰이는 전기장치는 예외로 한다.
- (7) 외함 부착을 위한 구멍이 있을 경우, 부착후 구멍으로 인하여 규정된 외함 보호등급이 저하되지 않도록 하여야 한다.
- (8) 기계는 정상운전 또는 비정상운전 상태에서 외함표면이 화재위험이나 해를 줄 수 있는 온도까지 상승할 수 있으므로 다음의 조치를 하여야 한다.
 - ① 화재발생이나 해로운 영향없이 상승온도에 견딜 수 있는 외함 내에 위치하도록 하거나
 - ② 열을 발산하는 장비로부터 충분히 이격시켜 설치하거나
 - ③ 화재나 해로운 효과 없이 장비의 열 방사에 견딜 수 있는 재질에 의해 스크린 될 수 있도록 하여야 한다.

제 4 장 배 선

14. 전선 및 케이블

14.1 일반 사항

- (1) 전선과 케이블은 주어진 운전조건(전압, 전류, 감전보호, 케이블군 등)과 외부 영향(대기온도, 물 또는 부식물질, 기계응력)에 적합하게 선택되어야 한다.
- (2) 가능하면, 절연전선과 케이블은 난연제가 함유된 것을 사용한다.
- (3) 이 사항은 부품, 및 기구가 집합된 배선이 국내 또는 관련 국제기준(EN 규정 등)에 따라 생산되고 시험되었을 경우에는 적용하지 않는다.

14.2 전선

- (1) 전선은 구리를 사용하되, 다른 재료의 전선은 동일한 전류를 전송하는 공칭 단면적을 가지며 도체의 최대 허용온도는 <표 4>의 값을 초과하지 않아야 한다. 알루미늄이 사용될 경우 단면적은 16 mm² 이상이어야 한다.

<표 4> 정상 및 단락회로 조건에서 최대허용 온도

절연 형식	허용 온도 (℃)	
	정상 상태	단락 상태 ^(주)
폴리비닐 클로라이드(PVC)	70	160
고 무	60	200
가교 폴리에틸렌 (XLPE)	90	250
실 리 콘 고 무 (SiR)	180	350

(주) 5초 이하의 단열상태로 가정하며, 주석도금 전선이나 나전선은 200℃ 이상에서 적당치 않기 때문에 200℃ 이상의 온도용의 동전선은 은도금이나 니켈도금을 하여야 한다.

- (2) 1급전선은 이동되지 않는 부품들 간에 우선적으로 사용되나, 단면적이 0.5 mm² 미만인 경우 미미한 힘이 발생하는 곳에서도 사용될 수 있다. 잦은 이동이 있는 전선(1회/시간 이상 이동하는 전선)은 5급 또는 6급의 유연성을 가져야 한다.(표 A5 참조)

14.3 절연

- (1) 절연재료의 종류는 다음과 같다. (단, 이 종류로 제한되는 것은 아님)

- ① 폴리비닐 클로라이드(PVC)
- ② 자연/합성 고무
- ③ 실리콘 고무(SiR)
- ④ 광물질(MINERAL)
- ⑤ 가교 폴리에틸렌(XLPE)
- ⑥ 에틸렌 프로필렌 컴파운드(EPR)

<표 5> PVC절연전선 또는 케이블의 설치방법에 따른 허용전류(Iz)

설치방법(A.1.2참조)	단면적 (mm ²)	허용 전류 용량 Iz (A)			
		B1	B2	C	E
전자기기용 (1쌍)	0.2	-	-	4.0	4.0
	0.3	-	-	5.0	5.0
	0.5	-	-	7.1	7.1
	0.75	-	-	9.1	9.1
단심 비외장 케이블 (3상계통)	0.75	7.6	9.6	11.7	11.5
	1.0	10.4	12.2	15.2	16.1
	2.5	13.5	16.5	21	22
	4	18.3	23	28	30
	6	25	29	36	37
	10	32	40	50	52
	16	44	53	66	70
	25	60	67	84	88
	35	77	83	104	114
	50	97	-	123	123
	70	-	-	155	155
	95	-	-	192	192
	120	-	-	221	221

(주) 1 주위 온도 +40℃ 기준, 그 이하 일 경우 표 A1에 따라 보정

2. 그룹화된 케이블/전선의 경우, 표 A2에 의거 보정

3. 10 mm² 이하의 다심 케이블의 경우, 표 A3에 의거 보정

4. 이 표는 드럼에 감긴 가요케이블에는 적용되지 않는다.

5. 다른 테이블의 허용전류용량은 IEC 364-5-523을 참조한다.

(2) 절연전선 및 케이블이 화재의 확산이나 독성 또는 부식성 연기(PVC 등)로 인한 위험성이 있을 경우 케이블 공급자로부터 방호대책에 대해 제공받아야 한다. 특히, 안전기능(비상정지)을 위한 회로는 이 조건에서 가능한 한 오랫동안 자기 기능을 유지하는 것이 아주 중요하다.

(3) 절연에 대한 절연내력이 시험전압에 견디어야 한다(제15.1.3항 참조). 이 경우 교류 50 V 또는 직류 120V 이상에서 사용하는 케이블에 대한 시험전압은 5분간 교류 2,000 V 이상이어야 하며, 분리된 PELV회로에 대한 시험전압은 5분간 교류 500 V이다.

(4) 기계적 강도나 절연 두께는 사용이나 설치시, 특히 케이블을 덕트에 포설할 때 손상되지 않을 정도이어야 한다.

14.4 허용전류

(1) 전선과 케이블의 허용전류는 다음 방법으로 결정된다.

- ① 정상상태에서 최대허용전류를 계속 통전시킬 때 발생하는 최대 허용 온도
 ② 단락상태에서 단시간 발생하는 최대 허용 온도
- (2) 전선 단면적은 일정상태 최대전류 또는 이에 상응하는 전선 온도가 표 5의 값을 초과하지 않도록 하는 면적이어야 한다.
- (3) 연속적인 사용조건에서의 외부배선 허용전류는 <표 6>과 같고, 간헐적인 사용 조건에서의 전선과 케이블 선택은 A.2를 참고한다. 구리 대신 알루미늄을 사용하는 케이블은 <표 5>의 값에 0.78의 감소계수를 적용하여야 한다.

<표 6> 구리전선의 최소 단면적

위 치	적용	종류				
		단심꼬임	단심솔리드	2중코아 외장	2중코아 비외장	3중 이상의 코어, 외장, 또는 비외장
		구리전선의 최소 단면적 (mm ²)				
외함 외부	정규 배선	1	1.5	0.75	0.75	0.75
	빈번히 이동하는 기계 접속	1	-	1	1	1
	소 전류회로에 접속 (<2A)	1	1.5	0.3	0.5	0.3
	데이터 통신배선	-	-	-	-	0.08
외함 내부	정규 배선	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	작은 전류회로에 접속(<2A)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	데이터 통신배선	-	-	-	-	0.08

14.5 전압 강하

전압강하는 공칭전압의 5 %를 초과할 수 없으며, 이 사항을 만족시키기 위하여, <표 5> 보다 더 큰 단면적을 가진 전선을 사용할 수 있다.

14.6 최소 단면적

적절한 기계적 강도를 확보하기 위해, 도체의 단면적을 <표 6>에서 나타난 값보다 큰 것으로 하여야 한다. 그러나, 적절한 기계적 길이가 다른 방법으로 취해지고 기능이 저하되지 않는다면 <표 6>보다 단면적이 작은 전선을 사용할 수도 있으며, 외함 내에 설치된 최대 전류 2A인 회로배선은 <표 6>의 요구조건과 일치시킬 필요는 없다.

14.7 가요케이블

14.7.1 일반사항

- (1) 가요케이블은 5급이나 6급의 전선이어야 한다.(표 A.4 참조)
- (2) 다음과 같은 가혹한 환경에서 사용되는 케이블의 보호를 위하여 적절히 설치되어야 한다.
 - ① 기계적인 취급 및 거친 표면 위로 미끄러짐에 의한 마찰
 - ② 가이드없이 운전됨에 따른 꼬임
 - ③ 케이블드럼에서 감김이나 풀림에 의한 가이드 롤러 및 강제가이드(FORCED GUIDING)에 의한 스트레스

14.7.2 기계적 등급

- (1) 기계를 운전하는 동안 케이블 취급계통은 전선의 장력을 가능한 한 작게 할 수 있도록 설계되어야 한다.
- (2) 구리선이 사용될 경우에는 장력이 15 N/mm²를 초과하지 않도록 하여야 한다.
- (3) 장력이 15 N/mm²로 초과하는 적용이 요구될 경우, 특수구조 케이블이 사용되며, 최대 허용 장력은 케이블 제조자와 합의되어야 한다.
- (4) 구리 이외의 재질로 제조된 가요케이블의 최대 허용응력은 케이블 제조업자에 의한다.

14.7.3 드럼케이블의 전류허용 용량

- (1) 케이블이 드럼에 완전히 감긴 정상운전 부하상태에서, 최대허용온도를 초과하지 않은 경우의 단면적을 가진 도체로 선택되어야 한다.
- (2) 드럼 내의 케이블 최소 단면적은 <표 7>의 환기상태에 따라 감소시킨다.
(주) 자연환기에서의 케이블 허용전류는 제조사 사양이나 각 국가의 관련기준에서 찾을 수 있다.

<표 7> 드럼에 감긴 케이블의 감소 계수

환기의 종류	감긴 케이블 수				
	기타	1	2	3	4
원통형 환기	-	0.85	0.65	0.45	0.35
방사상 환기	0.85	-	-	-	-
비방사상 환기	0.75	-	-	-	-

15. 배선 작업

15.1 접속 및 포설

15.1.1 일반적 요구사항

- (1) 모든 접속, 특히 보호본딩 접지회로의 접속은 느슨해짐으로 인한 사고를 방지하기 위하여 확실하게 접속하여야 한다.
- (2) 접속은 전선의 성질 및 단면적 사용에 적합한 방법을 사용하여야 한다. 알루미늄이나 알루미늄 합금전선의 경우 전식을 특히 고려해야 한다.(14.2항 참조)
- (3) 두 개 이상의 전선을 하나의 단자에 연결하는 것은 당해 목적으로 설계된 경우에만 접속할 수 있으나, 보호본딩 접지 회로의 전선은 원칙적으로 한 선만을 하나의 단자 접속점에 접속하여야 한다.
- (4) 납땜 접속은 단자가 납땜에 견딜 수 있는 경우에만 허용된다.
- (5) 단자대의 단자들은 도면에 표시된 것에 따라 명확하게 구분되어야 한다.
- (6) 가요전선관 케이블은 피팅에서 물 등의 액체가 잘 빠져나갈 수 있도록 설치하여야 한다.
- (7) 지지선이 없는 기구나 터미널에 전선을 접속할 경우, 지지대를 별도로 장착 하되 이때 납땜은 사용할 수 없다.
- (8) 차폐전선을 접속할 때는 소선의 마모를 억제하고, 쉽게 분리할 수 있어야 한다.
- (9) 표시는 읽기 쉽도록 명료하고, 물리적인 환경에서도 견딜 수 있도록 하여야 한다.
- (10) 단자대는 내부 및 외부의 배선이 단자 위로 교차되지 않도록 설치한다.

15.1.2 전선 및 케이블 포설

- (1) 단자사이를 연결하는 전선/케이블은 꼬임이나 조인트가 없도록 접속하여야 한다. 단, 정선박스에 단자설치가 불가능한 경우에는 꼬임이나 조인트가 사용될 수 있다.
- (2) 케이블과 케이블 조립부품을 연결하거나 분리해야 할 필요가 있을 경우에는 충분한 길이의 케이블을 사용하도록 한다.
- (3) 다심 케이블을 접속할 때 전선과의 접속 부위가 기계적 응력이 작용하는 경우는 적절하게 지지되도록 하여야 한다.
- (4) 보호접지선은 가능하면 관련 상도체와 인접한 곳에 설치하여 루프의 임피

턴스가 감소 될 수 있도록 해야 한다.

15.1.3 다른 회로의 전선

- (1) 서로 다른 전선을 나란히 설치하거나 같은 덕트에 포설할 수 있고(전선관이나 케이블 간선 시스템 등), 각각의 회로가 제기능을 수행하는 데 서로 방해가 되지 않는다면 동일한 다심 케이블에 설치할 수도 있다. 선로의 전압이 서로 다를 경우, 적당한 장벽을 설치하여 전선을 분리시키거나 동일 덕트 내에 설치된 전선에 인가되는 전압 중 가장 높은 전압에 대해 모든 전선을 절연시켜야 한다.
- (2) 전원단로장치로 차단되지 않는 회로는 단로장치가 off 또는 개방위치에 있더라도 회로가 충전상태에 있다는 것을 인식할 수 있도록 색상으로 구별하던가 타 배선으로부터 물리적인 방법에 의하여 구별되도록 하여야 한다.(5.3.5항 참조)

15.2 전선의 식별

15.2.1 일반 사항

- (1) 각각의 전선은 기술자료와 일치하도록 식별되어야 한다(19절 참조).
- (2) 전선 식별을 위한 색상은 다음과 같다.
검정색(BLACK), 갈색(BROWN), 빨강(RED), 주황(ORANGE), 노란색(YELLOW), 녹색(GREEN), 파랑(밝은 파랑 포함, BLUE, including LIGHT BLUE), 보라(VIOLET), 회색(GREY), 흰색(WHITE), 분홍(PINK), 청록(TURQUOISE)
- (3) 전선을 구별하는 방법으로 색상을 사용할 때는 절연체에 색상이나 표시를 전선 전체에 입혀 주는 것이 바람직하다. 선택된 장소에 추가로 식별표시를 사용하는 것도 한 방법이다.
- (4) 안전상의 이유로 녹색과 노란색은 노란색-녹색 이중색상 배합으로 혼동할 우려가 있는 곳에서는 안전상 사용해서는 안된다.(15.2.2항 참조),
- (5) 녹색-노란색의 혼합색을 사용할 경우 녹색이나 노란색은 서로 혼동될 수 있으므로 안전상 사용하지 않아야 한다.
- (6) 녹색-노란색 조합선의 경우를 제외하고는 녹색이나 노란색을 사용하지 말고, 혼동 되지 않는다면 위의 색상을 전선 식별용으로 사용한다.

15.2.2 보호접지선의 식별

- (1) 보호 접지선은 형태나 위치, 부호, 색을 통해 쉽게 구별할 수 있어야 하며,

색상만으로 식별해야 하는 경우, 노란색-녹색 이중색상 배합을 전체에 사용해야 한다. 이 색상은 접지선에만 사용된다.

- (2) 절연도체에 노란색-녹색 이중색상 배합을 할 경우 한 색상의 길이는 최소 15 mm로 그 비율은 30~70 %이어야 하며, 그 나머지 부분은 다른 색으로 하여야 한다.
- (3) 형태나 위치, 구조(편조 도체, 전선 등)만으로도 보호접지선을 쉽게 식별할 수 있거나 절연전선에 쉽게 접속할 수 없는 경우, 전선 전체에 식별 목적으로 색을 표기하지 않을 수 있다. 단, 전선의 끝이나 접근 가능한 위치에 그래픽 기호 또는 노란색-녹색의 이중색상 배합을 사용해서 분명하게 다른 전선들과 식별되도록 해야 한다.

15.2.3 중성선의 식별

- (1) 색상에 의해 중성선을 식별해야 하는 경우, 색상은 밝은 파란색이어야 하며, 혼동을 피하기 위하여 밝은 파란색은 다른 용도의 전선에는 사용하지 않는다.
- (2) 색상에 의해 전선을 구별할 경우 중성선으로 사용된 나전선은 접근 가능한 위치나 필요 부위에 15~100 mm의 밝은 파란색 줄무늬를 입히거나 나전선 전체에 밝은 파란색을 입힌다.

15.2.4 다른 전선들의 식별

- (1) 다른 전선을 색(한 가지 색만 사용하거나 하나 이상의 줄무늬 사용)이나 숫자, 문자와 숫자의 조합, 색과 숫자 또는 문자와 숫자의 조합으로 구별되도록 한다. 숫자를 사용하는 경우, 아라비아 숫자이어야 하며, 문자를 사용할 경우 로마체를 사용하여야 한다.
- (2) 절연 단심 전선의 식별시 다음과 같은 색을 사용한다.
 - ① 검정 : 교류 및 직류 전원회로
 - ② 빨강 : 교류 제어 회로
 - ③ 파랑 : 직류 제어 회로
 - ④ 주황 : 외부 전원에서 공급되는 연동 제어 회로(15.1.3참조),
- (3) 다음의 경우 예외로 할 수 있다.
 - ① 배선이 마무리된 상태로 구매한 각각의 장치 내부 배선을 하는 경우
 - ② 필요한 색상의 절연재가 없을 경우
 - ③ 다심 케이블이면서도 노란색-녹색의 이중색상 배합이 사용되지 않은 경우

15.3 외함 내부 배선

- (1) 패널내부 전선은 제위치에 있도록 지지물에 설치되어야 하며, 비금속 덕트는 난연성 절연 소재인 전선일 경우에만 사용할 수 있다.
- (2) 외함내부에 설치한 전기장치는 외함 전면에서 배선을 변경할 수 있도록 설계, 시설 하는 것이 바람직하다.(12.2.1항 참조). 그러나, 이의 설계나 제작이 불가능하고 제어장치가 외함 뒷면으로부터 연결되어 있는 경우 점검문과 외부로 열리는 패널이 설치되어야 한다.
- (3) 문에 부착된 기구나 움직임이 있을 수 있는 부품은 14.2항에 따른 가요 전선을 사용하여 연결하고 빈번한 움직임에 무리가 없도록 하여야 한다. 전선은 전기적 연결부의 고정된 부분이나 가동성 부분에 각각 개별적으로 고정되어야 한다.(8.2.3항 및 13.2.항(1) 참조).
- (4) 덕트 안에 설치되지 않는 전선과 케이블은 적절한 방법으로 지지되어야 한다.
- (5) 제어배선이 외함의 외부에까지 연장되는 경우 단자 대나 접속 플러그/소켓 결선을 조합하여 사용하여야 한다.
- (6) 전력 케이블과 측정회로의 케이블은 접속할 장치의 단자에 직접 접속한다.

15.4 외함외부 배선

15.4.1 일반사항

개개의 글랜드(GLAND), 부싱 등을 장착한 케이블이나 덕트를 외함에 연결할 때는 외함의 보호 등급이 저하되지 않도록 해야 한다(13.3항 참조).

15.4.2 외부 덕트

- (1) 전기설비 외함 외부에서의 전선 및 연결부는 15.5항에 따라 적합한 덕트(덕트나 케이블 간선 시스템 등)에 내장되어야 한다. 단, 적절히 보호되는 케이블은 밀폐형 덕트에 수납되지 않아도 되며, 개방형 케이블 트레이나 다른 케이블을 지지하기 위한 장치는 사용하지 않을 수 있다.
- (2) 덕트나 다심 케이블에 사용되는 이음쇠는 물리적인 환경에 견딜 수 있어야 한다.
- (3) 매달림형 누름단추 스위치에 전선연결을 해야 하는 경우 가요 덕트나 가요 다심 케이블을 사용한다. 이때 가요 덕트나 가요 다심 케이블 이외의 방법으로 펜던트 스테이션의 중량을 지지 할 수 있어야 한다. 단, 전선관이나 케이블이

펜던트 스테이션을 받칠 수 있도록 설계된 경우는 예외로 한다.

- (4) 움직임이 작거나 빈번하지 않는 접속장치에는 가요전선관이나 가요 다심 케이블을 사용하되, 가요전선관이나 가요 다심 케이블은 고정된 전동기와 위치 스위치 및 기타 외부에 탑재한 장치에 접속할 수 있도록 해야 한다.

15.4.3 기계의 가동부에 대한 접속

- (1) 빈번하게 이동되는 부품을 접속할 때는 14.2항에 따라 이에 견딜 수 있는 접속장치를 사용하여야 하며, 가요 케이블 및 가요관은 특히 이음쇠 부위가 과도하게 굴곡, 변형되지 않도록 설치되어야 한다.
- (2) 움직임이 있는 케이블은 접속부위에 기계적인 힘이 가해지거나 심한 굴곡이 생기지 않도록 지지하여야 하며, 케이블의 굴곡 반지름은 최소한 외부 반지름의 열배 이상이 되도록 루프의 길이를 충분히 한다.
- (3) 기계의 가요케이블은 다음의 요소 등에 의하여 손상될 수 있는 외부 가능성을 최소화하기 위하여 방호되거나 설치되어야 한다.
 - ① 기계 자체의 이동에 의해 짓눌리는 것
 - ② 차량 또는 다른 기계에 의해 짓눌리는 것
 - ③ 이동 중에 기계구조물과의 접촉
 - ④ 케이블 바스켓에서 케이블의 인출·입 또는 케이블드럼에 감기거나 풀리는 경우
 - ⑤ 매달린 케이블에 가속력 또는 과도한 바람의 영향이 미칠 때
 - ⑥ 케이블 콜렉터에 의한 과도한 마찰
 - ⑦ 과도한 방사열에 노출
- (4) 케이블 차폐는 환경적 오염물질 및 이동에 의한 영향에 견디어야 한다.
- (5) 움직임이 있는 케이블이 가동 부품에 인접하여 설치되는 경우 가동부와 케이블 사이에 최소한 25mm의 공간이 유지되어야 하며, 이 공간을 확보하기 어려울 경우 케이블과 가동부 사이에 고정 장벽을 설치한다.
- (6) 다음의 경우에는 비틀림이 생기지 않도록 케이블 취급계통은 측면으로 5°를 넘지 않는 각도로 설계되어야 한다.
 - ① 케이블 드럼의 풀림과 감김
 - ② 케이블 가이드장치의 주행
- (7) 케이블 드럼은 최소한 2바퀴 이상의 케이블 여유분이 있도록 하여야 한다.

<표 8> 가요케이블의 강제 유인용 굽혀짐 최소 허용치

적 용	케이블 직경 또는 평면 케이블 두께 d (mm)		
	d ≤ 8	8 < d ≤ 20	d > 20
케이블 드럼	6d	6d	8d
가이드 롤러	6d	8d	8d
매달림 계통	6d	6d	8d
기 타	6d	6d	8d

- (8) 가요케이블을 이동하거나 가이드하기 위한 장치의 설치는 예상 피로수명 및 허용 응력을 고려하되, 케이블 제조자의 제안이 있지 않는 한 케이블의 굽어짐은 모든 점에서 <표 8>에 주어진 기준치 이상을 유지하도록 설계하여야 한다.
- (9) S자 모양의 2구간의 굽힘이나 또 다른 단계의 굽힘은 케이블 직경에 최소한 20배 이상 되어야 한다.
- (10) 가요전선관이 가동부품에 인접하여 설치되어 있는 경우 모든 운전조건에서 가요전선관이 손상되지 않도록 구조물 및 지지물에 설치되어야 한다. 단, 금속가요전선관은 빈번하고 급속히 이동하는 부위에는 사용할 수 없으나, 이와 같은 작동에 견디도록 설계된 경우는 예외로 한다.

15.4.4 기계에서의 장치간 연결

다수의 개폐기구 (위치 감지거나 누름단추 등)가 직렬 또는 병렬로 접속되어 있는 경우, 이들 장치 사이에 설치되는 전선은 중간에 시험점을 두고 단자로 복귀시키는 것이 바람직하다. 이들 단자는 작업에 편리한 곳에 설치되고 적절히 보호되어야 하며 도면에 표시되어야 한다.

15.4.5 플러그/소켓의 접속

- (1) 장치를 분리 이동시킬 수 있는 경우, 극성이 있는 플러그/소켓 조합이 허용된다.
- (2) 플러그/소켓 결선은 크기가 적당하고, 적절한 전기적 연속성을 보장할 수 있도록 접점압력이 충분하고, 접점간의 간격은 사용되는 전압에 적합하여야 하며, 접속기를 삽입하고 분리하는 동안에도 간격이 유지되어야 한다.
- (3) 플러그/소켓 조합은 쫓고 빼는 경우를 포함한 어떠한 경우에도 비의도적인 접속이나 접촉이 일어나지 않도록 설치되어야 한다. 단, PELV회로는 예외로 한다.
- (4) 플러그/소켓 결합시에는 플러그의 보호본딩회로 접속이 충전전선부 보다 먼저 이루어지고, 충전부가 분리되기 전에는 분리되지 않도록 설계되어야

한다.(6.2.4항 참조) 단, PELV회로 사용의 경우에는 예외로 할 수 있다.

- (5) 정격전류가 16A를 넘거나 정상운전 중 접촉되어 있어야 하는 플러그/소켓 조합은 분리방지가 유지되는 형식의 것을 사용하여야 하며, 63A이상의 플러그/소켓조합은 개폐기를 가진 연동 형식의 것을 사용하여 개폐기가 OFF에 있을 때에만 연결 및 접속이 가능하도록 한다.
- (6) 동일한 전기설비에 하나 이상의 플러그/소켓 결선이 사용되는 경우, 이 결선은 서로 확실하게 식별 될 수 있어야 하며, 오접속을 방지 할 수 있도록 기계적으로 구분이 되어야 한다.
- (7) 플러그/소켓 조합은 관련 기준에 적합하여야 하며, 가정용으로 사용되는 소켓은 제어회로에 사용할 수 없다.

15.4.6 이동을 위한 분해

단자함이나 부착용 플러그/소켓 조합은 장비의 이동이 필요한 경우에 분리점이 설치되어야 하며, 단자함이나 플러그/소켓은 물리적인 환경으로부터 본질적으로 방호되거나 적절하게 밀폐되어야 한다.

15.4.7 기타 전선

유지보수를 위하여 추가로 전선의 설치에 대한 고려가 필요하며, 예비 전선을 설치할 경우 충전부에 접촉되지 않도록 격리하거나 예비 터미널에 연결하여야 한다.

15.5 덕트 및 접속 박스 등

15.5.1 일반 사항

- (1) 덕트는 IP 33이상의 보호 등급으로 한다.
- (2) 덕트 및 피팅에는 전선의 절연을 손상시킬 우려가 있는 날카로운 모서리, 돌출물, 주름, 거친면 등이 없도록 한다.
- (3) 필요한 경우 전선의 절연을 보호하기 위하여 난연성, 방유성 절연 물질로 추가적인 조치를 강구한다.
- (4) 기름이나 습기 등이 축적될 우려가 있는 케이블 간선계통, 접속박스 및 폴박스에는 지름 6mm 이상의 배수용 구멍을 만든다.
- (5) 유관, 공기관, 수관 등은 전선관과의 혼동을 피하기 위하여 전선관을 물리적으로 분리시키거나 적절히 구분되도록 한다.

- (6) 덕트 및 케이블 트레이는 손상이나 마모 우려를 최소화하기 위해 가동부로 부터 충분한 거리 유지 및 견고히 지지되도록 하고, 작업자의 통행이 있는 곳에서는 통로에서 2 m 이상 이격시킬 것.
- (7) 덕트는 기계적으로 방호되도록 한다.(등전위 본딩을 위한 8.2.항(1)의 적절한 조치 참고)
- (8) 부분적으로 덮여진 케이블 트레이는 덕트 또는 케이블 간선계통(15.5.6항 참조)으로 고려하지 않아도 되나, 케이블 사용은 케이블 트레이(15.4.2항 참조) 설치목적에 적합하여야 한다.

15.5.2 덕트 수용율

- (1) 덕트 내부의 전선 수용율은 덕트의 길이 및 직진성, 배선의 가요성을 고려하여 결정 한다.
- (2) 덕트의 크기 및 배치는 전선 및 케이블의 삽입이 용이하도록 한다.

15.5.3 견고한 금속관 및 피팅

- (1) 견고한 금속관 및 피팅은 주의 환경에 녹슬지 않거나 아연도금재료로 하여야 하며 동전기의 원인이 되는 서로 다른 금속이 접촉되는 것을 피하여야 한다.
- (2) 전선관은 반드시 적절한 위치에 설치되고 견고하게 고정되도록 양끝 단이 지지되어야 한다.
- (3) 피팅은 전선관 소재와 마찰이 없어야 하고, 설치하는 기계에 적합한 것을 선택해야 한다. 구조적인 문제로 조립이 불가능 할 경우를 제외하고는 나사처리된 피팅을 사용하되, 나사를 사용하지 않는 경우는 전선관은 설비에 확실히 고정시켜야 한다.
- (4) 전선관을 굴곡시켜야 할 경우에는 전선관이 손상되지 않고, 관의 내부 직경이 현저하게 감소하지 않는 범위 내에서 하여야 한다.

15.5.4 금속 가요전선관 및 피팅

- (1) 가요 금속관은 가요 금속 튜브 및 직물형 금속 외피로 구성되어야 하며 예상되는 물리적 환경에 적합하여야 한다.
- (2) 피팅은 관에 맞는 것으로서 사용에 적절해야 한다.

15.5.5 비금속 가요전선관 및 피팅

- (1) 비금속 가요전선관은 비틀림에 견뎌야 하며 다심 케이블의 차폐선과 유사한 물리적 성질을 가지고 있어야 한다.
- (2) 전선관은 예상되는 물리적 환경에서의 사용에 적합하여야 한다.
- (3) 피팅은 전선관과 호환성이 있어야 하며 사용에 적합한 것이어야 한다.

15.5.6 케이블 간선

- (1) 외함 외부의 케이블 간선은 움직이지 않게 단단히 고정시키고, 오염을 일으키는 기계 부품과 가동 부품을 모두 제거해야 한다.
- (2) 덮개는 가스킷 등을 설치해 내부를 완전히 감싸고, 힌지나 체인을 사용해서 케이블 간선에 부착하고, 정체구조의 나사나 기타 적당한 기구로 고정시킨다.
- (3) 수평 케이블 간선 계통의 경우에 덮개를 바닥면에 설치할 수 없다.
- (4) 케이블 간선 계통에 구획이 나누어져 있는 경우, 각각의 구획을 연결하는 조인트는 단단히 고정해야 하지만, 가스킷을 설치할 필요는 없다.
- (5) 배선이나 배수를 위해 필요한 개구부를 제외한 어떠한 개구부도 있어서는 안되며 케이블 간선 계통에서는 사용하지 않는 점검구 등이 열려 있어서는 안된다.

15.5.7 기계 구성부품 및 케이블 간선

기계 구성부품이나 케이블 간선 계통이 냉각제 또는 기름저장기와 격리되고 완전히 밀폐되어 있는 경우, 기계의 버팀대나 토대에 케이블 간선 계통을 설치할 수 있다.

이때 전선은 밀폐된 구획의 내부를 가로지르도록 설치하고, 케이블 간선 계통은 물리적인 손상을 입지 않도록 설치하여 단단히 고정시킨다.

15.5.8 단자함, 접속함 등

- (1) 접속함은 유지관리를 위한 접근이 용이한 곳에 설치하도록 한다.
- (2) 접속함의 보호등급은 IP 44 이상일 것.
- (3) 접속함의 조인트나 가스킷은 사용중 예상되는 환경요인에 적합한 것일 것.
- (4) 접속함은 사용하지 않는 점검구나 개구부가 개방상태로 있어서는 아니되며, 먼지나 기름, 냉각제 같은 이물질로부터 격리되는 구조일 것.

15.5.9 전동기 단자함

전동기의 단자함에는 전원선 접속단자 및 전동기에 장착되는 장치(브레이크나

온도 감지기, 플러그형 개폐기, 타코미터 발전기 등)만이 내장되도록 한다.

제 5 장 기타 장치

16. 전동기 및 관련장치

16.1 일반사항

- (1) 전동기는 관련 기준의 요구사항에 적합하여야 한다.
- (2) 전동기와 관련 장치는 다음과 같은 보호 장치가 있어야 한다:
 - ① 7.2항에 의한 과전류 보호
 - ② 7.3항에 의한 과부하 보호
 - ③ 7.6항에 의한 과속 보호
- (3) 전동기가 정지해도 전기공급은 차단되지 않는 제어기가 많기 때문에 5.3항과 5.4항, 7.5항, 7.6항, 9.4항의 요구사항을 충족시키기 위해 특별한 조치가 필요하다. 전동기 제어기의 설치에 관한 사항은 13항에 기술하였다.

16.2 전동기 외함

모든 전동기의 보호 등급은 설치되는 형식과 주위 환경에 따라 결정되나, 최소한 IP 23 이상이어야 한다.(4.4항 참조) 기계와 일체형인 전동기는 기계적으로 적절하게 보호 받을 수 있도록 설치해야 한다.

16.3 전동기의 크기

전동기의 크기는 관련 기준(IEC 72-1 및 IEC 72-2 등)에 적합한 크기이어야 한다.

16.4 전동기 부착 및 구획장소

- (1) 전동기와 관련된 커플링, 벨트 및 풀리는 적절하게 보호되고, 검사 및 유지

보수, 조정, 위치 조정, 급유, 교체 등의 작업을 위해 접근이 용이하도록 설치해야 한다.

- (2) 전동기는 적절한 냉각이 이뤄지도록 설치하여 온도상승이 절연등급 범위를 초과하지 않도록 하여야 한다.(IEC 34-1)
- (3) 전동기 구획장소는 가능한 한 청결하고 건조하게 유지하여야 하며 필요한 경우 전동기 구획장소에서 직접 기계 외부로 통풍시킬 수 있도록 하여야 한다. 통풍은 금속가루나 먼지, 물 분무 등이 허용기준 이하로 유지되도록 설치한다.
- (4) 전동기 구획장소에 적용되는 요구 사항을 충족시키지 못하는 다른 구획장소 사이에는 어떠한 개구부도 설치해서는 안된다. 전선관이나 파이프가 전동기 구획장소에서 전동기 구획에 관한 요구사항을 충족시키지 못하는 타 구획장소로 연결될 경우 전선관이나 파이프 둘레의 있는 틈새는 모두 막아야 한다.
- (5) 전동기와 결합된 가동부품 가운데 위험 우려가 있는 것은 방호하거나 밀폐해서 위험을 최소화시켜야 한다.

16.5 전동기의 명판

- (1) 외부에서 전동기의 명판이 보이지 않게 설치된 경우 잘 보이는 곳에 또 하나의 명판을 별도로 부착하여야 한다.
- (2) 운전이나 환경 여건 상 전동기의 속도를 변경할 때에는 별도의 명판을 부착하여야 한다.
- (3) 회전방향을 전환함으로써 위험이 발생할 수 있을 경우, 전동기 위에 방향 표시가 눈에 잘 띄도록 표시하여야 한다.

16.6 전동기 선정기준

전동기와 관련 장치의 특성은 예상되는 운전 및 물리적 환경 여건에 맞게 선정되어야 한다(4.4항 참조). 이러한 관점에서 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

- (1) 전동기 형식
- (2) 정격 주파수의 형태
- (3) 고정 속도 또는 가변 속도(운전 및 수반되는 환기의 여러 영향)
- (4) 기계적 진동
- (5) 전동기속도 조절변환기 유형

- (6) 전압 또는 전동기에 공급되는 전류의 고조파 스펙트럼(정지형 변환 장치에서 전력 이 공급되는 경우)이 온도 상승에 미치는 영향
- (7) 기동 방식 및 돌입 전류가 다른 사용자의 운전에 미치는 영향, 이때 전력 공급자에 따라 조성되는 특수한 상황 고려
- (8) 시간과 속도에 따른 역 토크 변이
- (9) 관성이 큰 부하의 영향
- (10) 불변 토크나 일정 전력 운전의 영향
- (11) 전동기와 변환장치 사이의 유도성 리액터 필요성

6.7 기계 브레이크 보호장치

기계브레이크 액츄에이터용 과부하 및 과전류 보호장치는 액츄에이터의 전원차단과 동시에 하여야 한다.

17. 보조전원 및 국부조명

17.1 보조 전원

기계나 관련 장치에 보조전원(이동식 전동공구 또는 시험 장비용)을 사용할 수 있도록 수구(OUTLET)가 설치되어 있을 경우 다음 조건을 만족해야 한다.

- (1) 소켓은 관련기준(EN 60309-1 등)에 적합하여야 하며, 그렇지 않을 경우 정격전압과 전류를 명확하게 표시하여야 한다.
- (2) 소켓은 보호본딩회로의 연속성을 확보하여야 한다.(6.3항 및 6.4항 제외)
- (3) 소켓에 연결된 모든 비접지선은 과전류에 대하여 보호되어야 하며, 필요시 타 회로와는 별도로 과부하에 대하여 7.2항 및 7.3항에 적합하도록 설치하여야 한다.
- (4) 소켓의 전원이 입력전원차단에 의하여 차단되지 않는 경우 기계 또는 기계부분의 차단장치는 5.3.5항에 따라야 한다.

17.2 국부 조명

17.2.1 일반사항

- (1) 보호본딩 접지회로를 접속할 때는 8.2.2항에 규정된 내용에 따라야 한다.
- (2) 전등소켓이나 가요성 접속코드에는 스위치를 설치하여서는 안된다.
- (3) 조명은 스트로보 현상이 없는 것을 사용하여야 한다.
- (4) 고정조명이 밀폐공간 내에 설치되는 경우 4.4.1항에 따른 전자파 환경을 고려하여야 한다.

17.2.2 전원공급

- (1) 국부조명회로의 정격전압은 선간전압으로 50 V를 초과하지 않는 것이 바람직하며, 고 전압이 사용되는 경우 선간접압이 250 V를 초과해서는 안된다.
- (2) 조명 회로는 다음과 같은 전원중 하나를 사용하여야 한다.
 - ① 분리된 절연변압기는 전원차단기구의 부하측에 연결되어야 하며, 과전류 보호장치는 2차측에 설치되어야 한다.
 - ② 분리된 절연변압기는 전원차단장치의 선로 상에 접속되며, 이 전원은 제어외함 조명회로를 유지보수용으로만 사용된다. 과전류 보호장치는 2차측에 설치되어야 한다.(5.3.5항 및 15.1.3항 참조)
 - ③ 별도의 과전류 보호가 있는 기계회로
 - ④ 별도의 주 차단 장치와 2차 과전류 보호장치가 전원 차단장치에 인접한 제어 외함에 장착되어 있는 경우 전원 차단장치의 1차측에 접속된 절연 변압기(5.3.5항 및 15.1.3항 참조)
 - ⑤ 외부에 부착된 조명 회로(공장조명용 공급전원). 이러한 조명회로는 전체 기계부하가 3 kW를 넘지 않을 경우 기계작업 조명용으로 사용될 수 있고 제어외함에 설치될 수 있다.
 - ⑥ 정상 작동중 고정조명장치가 조작자의 손이 닿지 않는 곳에 설치된 경우 이 조항을 적용하지 않는다.

17.2.3 보호장치

국부 조명회로의 보호장치는 7.2.5항에 따라 설치한다.

17.2.4 피팅

- (1) 물리적 환경에 따라 조절 가능한 조명피팅이 적합하다.
- (2) 전등 소켓(홀더)은

- ① 해당 지침에 적합한 것이어야 하며
- ② 실수로 램프 캡에 접촉되지 않도록 절연물질로 제작되어야 한다.
- (3) 반사갓은 전등홀더가 아닌 브래킷을 사용하여 지지되어야 한다.
- (4) 정상작동 중 고정 조명장치가 운전자의 손이 닿지 않는 곳에 설치된 경우 이 조항을 적용하지 않는다.

제 6 장 표지 및 시험

18. 경고 표시 및 품목지정

18.1 일반사항

- (1) 전기설비에는 공급자의 이름과 상표, 기타 특징이 되는 기호를 표시해야 한다.
- (2) 경우에 따라서는 인증 마크를 부착할 수 있다.
- (3) 전동기 명판은 16.5항에 따라 부착되어야 한다.
- (4) 명판과 표지, 식별표찰은 부착되는 물리적 환경에 견딜 수 있도록 견고하게 제작되어야 한다.

18.2 경고 표시

- (1) 전기장치를 포함하고 있다는 것을 확실하게 알 수 없는 외함에는 노란색 바탕, 검정색 삼각형 안에 검정색 번개 그림으로 표시한다.



<그림 4> 전기에너지의 경고 표시

- (2) 이 경고 표시는 견고하게 만들어 기계장치 제어 외함 등에 부착한다:
- (3) 다음의 경우 경고표지는 생략할 수 있다.
 - ① 전원차단장치가 부착된 외함

- ② 조작자-기계인터페이스 또는 조작반
- ③ 장치자체가 외함 내에 설치된 경우 (위치센서)

18.3 기능표시

기계와 조작자간 인터페이스에 사용되는 제어장치, 영상 표시기 및 화면(특히 안전기능과 관련된 것)은 각 기능에 관해 분명하고, 견고한 표시를 장비 위나 장비 근처에 하여야 한다.

이와 같은 표시는 장비의 사용자와 공급자간의 동의에 따라 하되, 제시된 표준 기호를 사용하도록 하는 것이 바람직하다.

18.4 제어 장비의 표시

- (1) 제어장비는 설치된 곳에서 조작자가 이를 알아 볼 수 있도록 쉽고, 견고하게 표시되어야 한다. 가능한 한 다음과 같은 정보를 담은 명판을 외함에 부착하여야 한다.
 - ① 공급자의 이름이나 상표
 - ② 필요한 경우 인증마크
 - ③ 일련 번호
 - ④ 정격 전압, 위상 및 주파수(교류의 경우), 전부하 전류(하나 이상의 전원이 공급 될 때는 각 경우의 모두 표기)
 - ⑤ 기계와 일체형으로 설치된 경우, 과전류 보호장치의 차단 용량
 - ⑥ 전기도면 번호 또는 전기도면의 색인 번호
- (2) 명판에 표시된 전부하 전류는 정상운전 가동 여건 하에서 동시에 가동 될 수 있는 모든 전동기나 기타 장치의 전부하 전류를 합한 것보다 작아서는 안된다. 특수한 부하나 사용율로 인해 큰 용량의 전선을 사용할 필요가 있을 경우, 필요한 용량이 명판에 규정된 전 부하 전류에 포함되어야 한다.

18.5 품목 지정

- (1) 모든 제어기구와 부품은 기술사양에 제시된 것과 동일한 구분을 사용하여 쉽게 식별할 수 있도록 한다.
- (2) 크기, 위치 등으로 개별적으로 구분하기 어려운 경우 그룹 구분을 할 수 있다.

- (3) 품목 구분은 단일의 전동기, 전동기 제어기, 누름 버튼대, 및 가동표시 등으로 구성된 장비에는 적용하지 않을 수 있다.

19. 기술자료

19.1 일반 사항

- (1) 기계의 전기장치를 설치, 운전, 보수할 때 필요한 정보는 도면, 회로도, 차트, 표, 사용 설명서 등의 형태로 제공되어야 한다. 이러한 정보는 주문을 받기 전에 사용자와 공급자간에 이루어진 동의에 따른 정보 매체(문서나 필름, 디스켓 등)에 언어를 사용하여 제공하여야 한다.
- (2) 제공되는 정보는 전기장치의 복잡한 정도에 따라 다양하므로, 아주 단순한 장비의 경우 해당 정보를 하나의 문서에 모두 담을 수도 있으나, 이 자료를 통해 전기장치에 장착된 모든 장치를 알 수 있고 전원공급망에 접속할 수 있어야 한다.
- (3) 공급자는 이 항에 지정된 기술자료에 각각의 기계가 빠짐없이 포함되었는지 확인해야 한다.

19.2 제공되어야 할 정보

전기 장치와 함께 제공되어야 할 정보는 다음과 같다.

- (1) 장비의 설치, 부착, 전기공급을 위한 접속 등에 관한 명확하고 자세한 설명
- (2) 공급전원의 요구사항
- (3) 물리적 환경 정보(조명, 진동, 소음 기준, 주위의 오염물질 등)에 관한 정보
- (4) 시스템(블록)선도
- (5) 회로도
- (6) 다음과 같은 정보도 포함된다.
 - ① 프로그래밍
 - ② 조작순서
 - ③ 검사주기
 - ④ 기능 검사의 주기 및 방법
 - ⑤ 조절, 유지 및 보수에 대한 지침, 특히 방호 기구 및 회로에서의 경우

- ⑥ 부품목록 및 예비 부품 목록
- (7) 방호장치 및 상호작용 기능, 위험한 움직임과 가드의 연동기능, 특히 상호 작용 설치에 관한 설명(결선도 포함)
- (8) 1차 방호 장치가 정지되는 경우의 보호방법 등에 관한 설명(수동 프로그래밍, 프로그램 검증 등)

19.3 모든 문서에 적용되는 사항

- (1) 각 항목 구분체계는 관련기준(IEC 750 등)의 요구사항에 따라 작성하도록 한다.
- (2) 타 문서를 참고로 하는 경우 공급자는 다음의 방법 중 하나를 택해야 한다.
 - ① 각각의 문서에는 상호 참조가 가능하도록 전기 장치에 속하는 다른 모든 문서의 문서번호를 기입한다.
 - ② 모든 문서의 문서 번호와 제목은 그림이나 문서 목록에 기입한다.
- (3) 위 중 ①의 방법은 문서의 수가 5가지 이내로 많지 않을 경우에 적용한다.

19.4 기본 정보

- (1) 기술 문서에는 최소한 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다.
 - ① 전기기기의 정상운전 조건, 전선의 예상 조건 및 이용시 물리적환경 등 포함
 - ② 취급, 운송, 저장
 - ③ 장비의 부적절한 사용 및 조치사항
- (2) 위의 정보는 각각 별도의 서류에 수록할 수도 있고, 설치 및 조작에 관한 문서의 일부로 제공될 수도 있다.
- (3) 문서에는 침두부하 및 기동 전류, 허용전압강하에 관한 정보도 포함되어야 한다. 이러한 정보에는 관련 도면이나 회로도도 포함되어야 한다.

19.5 설치 도면(INSTALLATION DIAGRAM)

- (1) 설치도면은 기계를 설치하기 위한 예비작업에 필요한 모든 정보를 담고 있어야 하며, 설치 과정이 까다로운 경우 상세한 조립도면을 필요하다.
- (2) 현장에 설치되는 전력용 케이블의 접합한 설치 위치와 유형, 단면도 등을

명확하게 지정하여야 한다.

- (3) 전력용 케이블의 인입점에 설치할 과전류 보호장치의 형식과 특징, 정격 전류 등의 선정을 위해 필요한 데이터들이 언급되어야 한다.(7.2.2항 참조)
- (4) 필요한 경우, 사용자는 설치할 덕트의 크기와 목적, 위치 등에 관한 자세한 자료가 제공되어야 한다(부록 B 참조).
- (5) 사용자가 공급하는 기계와 관련장치 사이에 설치되는 덕트나 케이블 트레이, 케이블 지지대의 크기, 유형, 목적에 관한 자세한 자료가 제공되어야 한다. (부록 8 참조).
- (6) 필요한 경우, 도면을 통해 설비를 교체하거나 보수에 필요한 작업공간을 표시한다.
- (7) 추가로 상호 접속도면이나 도표가 제공되어야 하며, 이 도면 및 도표에는 모든 외부 접속에 관한 모든 정보가 포함되어야 한다. 대체 전력공급장치(예비 전력)를 운전하기 위해 필요한 변경이나 상호접속에 관한 정보를 제공한다.

19.6 계통(블록) 도면(SYSTEM DIAGRAM)

- (1) 필요할 경우, 조작 원리에 관한 이해를 돕기 위한 계통도가 제공되어야 한다. 계통도는 모든 세부사항을 보여주지 않고 전기적인 장비와 기능적인 내부 관계를 일목요연하게 잘 나타내 줄 수 있다.
- (2) 기능도(FUNCTION DIAGRAM)는 블록 선도의 일부 또는 그 부록으로 사용할 수 있다.

19.7 회로도(CIRCUIT DIAGRAMS)

- (1) 계통도가 전기장치의 세부적인 요소를 포괄하지 못할 경우, 회로도가 제공되어야 하며, 이 회로도는 기계에서의 전기회로 및 관련 전기장치를 나타내어야 한다. 특수한 그래픽 기호에 관해서는 별도로 구분하고 도면이나 추가 자료를 통하여 설명되어야 한다. 부품 및 기구들의 심벌 및 구분 등은 기계상 또는 문서 전체에 걸쳐 일관성 있게 사용되어야 한다.
- (2) 도면은 관련기준(IEC 1082-1등)을 만족하도록 한다.
- (3) 적절한 곳에 인터페이스 접속용 단자 및 제어 시스템의 기능을 보여주는 단자기능 도면이 제공되어야 한다. 이 도면을 회로 도면과 같이 작성하여 서류를 간소화 할 수도 있다.

- (4) 단자 기능 도면은 각 유닛의 상세회로에 대한 참고문헌을 제시하여야 한다.
- (5) 개폐기 부호는 모든 유틸리티(전원, 공기, 물, 급유 등)를 OFF하고 기계 및 해당 전기장치를 정상 기동조건으로 한 상태에서 전자기계도면에 표시되어야 한다.
- (6) 전선은 15.2항에 따라 구분되어야 한다.
- (7) 회로는 회로의 기능 및 유지, 고장 위치를 이해할 수 있도록 작성되어야 한다.
- (8) 제어기기 및 부품의 기능과 관련한 특성이 기호 설명에서 알 수 없을 경우 이들 특성은 기호 주위의 도면에 표시하거나 주석을 달아야 한다.

19.8 운전설명서(OPERATING MANUAL)

- (1) 기술 자료에는 장치를 설치, 사용하는 적합한 절차에 관한 운전설명서가 포함되어야 한다. 장치에 부착된 안전조치와 예상되는 오작동에 대해 특별히 유의하여야 한다.
- (2) 기기의 운전방식을 프로그램할 수 있는 경우, 프로그래밍 방법과 필요한 장치, 프로그램 확인, 부가적인 안전절차에 관한 자세한 설명이 포함되어야 한다.

19.9 보수 설명서(MAINTENANCE MANUAL)

- (1) 기술자료에는 장치를 조정, 검사, 예방 보수, 수리하는 절차에 관해 설명하는 보수 설명서가 포함되어야 한다.
- (2) 보수에 관한 권장사항도 이 문서의 일부에 포함되어야 한다.
- (3) 올바른 운전방법에 대한 확인 방법(소프트웨어 검사 프로그램)이 제공될 경우 이러한 사용법에 관해서도 설명되어야 한다.

19.10 부품 목록(PARTS LIST)

- (1) 부품목록에 포함되어야 하는 최소한의 내용에는 기계 사용자가 만일을 대비해 보유할 필요성이 있는 것을 포함한 예방 및 보수관리에 필요한 예비 및 대체 부품 (부품, 소프트웨어, 시험장비, 기술문서)주문에 필요한 정보가 포함되어야 한다.
- (2) 이 부품목록에는 각각의 품목에 대해 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다.
 - ① 문서에 사용된 품목 명칭
 - ② 이에 대한 형식 지정

- ③ 공급자 및 사용 가능한 다른 공급자
- ④ 일반적인 특징
- ⑤ 동일한 품목 명칭에 대한 수량

20. 시험

20.1 일반 사항

- (1) 전기장치가 기계에 완전히 접속되었을 때, 수행하여야 할 시험은 다음과 같다.
 - ① 전기장비의 검증은 기술문서에 적합하여야 한다.
 - ② 보호본딩 접지 회로의 연속성(20.2항 참조)
 - ③ 절연 저항 시험(20.3항 참조)
 - ④ 내전압 시험(20.4항 참조)
 - ⑤ 잔류 전압에 대한 보호(20.5항 참조)
 - ⑥ 전자파 시험(20.6항 참조)
 - ⑦ 기능 시험(20.7항 참조)
- (2) 시험이 수행될 경우에는 결과목록이 첨부되어야 한다.
- (3) 전기장치를 개조되었을 경우에는 20.8항의 사항을 적용하여야 한다.

20.2 보호본딩 접지 회로의 연속성

- (1) 기계가 설치되고 전원공급을 포함한 전기접속이 완료되었을 때, 루프 임피던스 시험에 의하여 보호본딩회로의 연속성을 검사하여야 한다.
- (2) 기계 부품과 같은 작은 기계의 보호본딩 루프는 30m를 넘지 않도록 하여야 하며, 기계가 루프 임피던스 시험을 위해 전원공급장치와 연결시킬 수 없는 경우에는 다음에 의한다.

<표 8> 보호본딩 접지 회로의 연속성 확인

시험전선의 최소 유효 단면적 (mm ²)	최고 전압 강하 (V)
1.0	3.3
1.5	2.6
2.5	1.9
4.0	1.4
>6.0	1.0

- ① 보호본딩회로의 연속성의 검증은 PELV전원(50/60 Hz)에서 최소 10 A 이상의 전류를 10초 이상의 인가에 의한다. 시험은 PE단자(5.2절)와 보호본딩 회로의 여러 지점 사이에서 이루어진다.
- ② PE단자와 시험 지점 사이에서 측정된 전압은 <표 8>의 값을 초과해서는 아니된다.

20.3 절연저항 시험

전원선과 보호본딩선 사이를 직류 500 V로 측정한 절연저항 값은 1 MΩ 이상이어야 한다. 단, 부스바, 집전선 슬립링 등의 전기설비 부품의 절연저항 하한 값은 50 kΩ으로 한다. 이 시험은 전기절연이 완전히 개별 분할된 면에서 이루어져야 한다.

20.4 전압시험

- (1) PELV전압에서 작동되도록 설계된 전기장치의 회로를 제외한 모든 회로와 보호본딩회로의 전선 사이에 1초이상 지속되는 다음의 시험전압에 견딜 수 있어야 한다.
 - ① 장치의 정격 전압의 두배 또는 1,000 V 중 큰 값의 전압
 - ② 50/60 Hz의 주파수
 - ③ 시험용 변압기의 정격용량은 500 VA 이상
- (2) 이 시험을 견딜 수 없도록 설계된 부품은 시험이 진행되기 전에 차단하여야 한다.

20.5 잔류 전압에 대한 보호

이 시험은 6.2.4항의 내용을 충족하는지 확인하기 위해 실시한다.

20.6 전자파 적합성 시험

KOSHA GUIDE
E - 94 - 2011

기계에서 발생하는 전자파 장애 환경에 대해 관련기준(IEC 801 등)에 따라 적합한 시험을 수행하여야 한다.

20.7 기능 시험

전기장치의 기능, 특히 안전과 방호장치에 관한 기능에 대한 시험을 실시해야 한다.

20.8 재시험

기계 및 관련 장치의 상당 부분이 변경 또는 개조된 경우 20.2항~20.7항에 따라 변경 부분에 대한 재시험을 실시하여야 한다.

부록 A. 기계장치의 전선 및 케이블의 허용전류와 과전류 보호

<표 5> (14항)에서 주어진 조건과 일치하지 않는 환경에 설치할 전선의 크기를 선정할 때 추가적인 정보를 주기 위한 것임.(<표 5>의 주 참조).

A.1 일반 운전조건

A.1.1 주위 온도

주위 온도가 +40 ℃일 때 PVC 절연전선의 전류용량이 <표 5>에 제시되어 있으며, 주변 온도가 다를 경우 설치자는 <표 A.1>에 주어진 값에 의하여 값을 보정한다.

<표 A.1> 보정 계수

주위 온도 (℃)	보정 계수
30	1.15
35	1.03
40	1.00
45	0.91
50	0.82
55	0.71
60	0.58

(주) 보정계수는 IEC 364-5-523의 표 52-D1을 근거로 함

A.1.2 설치 방법

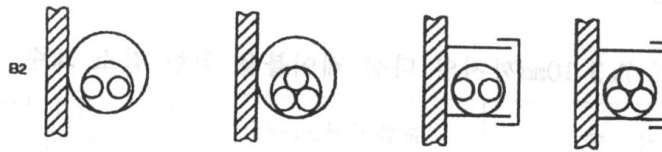
다음은 장치의 외함과 개별 품목간 설치방법의 전형적인 방법이며, 사용된 문자는 IEC364-5-523에 따른 것이다(<그림 6> 참조).

- (1) 방법 B1 : 도체를 고정, 지지하기 위해 전선관(3.8항)과 케이블 내장기(3.5항) 사용(단심 케이블)
- (2) 방법 B2 : B1과 동일. 단, 다심 케이블에 사용된다.
- (3) 방법 C : 덕트 또는 전선관 없이 벽에 설치된 케이블

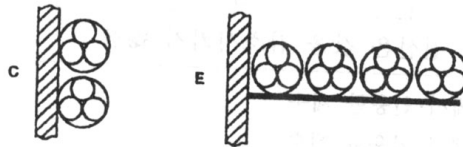
(4) 방법 C : 수평 또는 수직 개방형 케이블 트레이에 설치된 케이블(3.4항 참조)



(a) 전선관과 케이블 내장기구에 설치된 전선



(b) 전선관과 케이블 내장기구에 설치된 케이블



(c) 벽과 개방형 케이블 트레이에 설치된 케이블

<그림 A.1> 전선관과 케이블 설치 방법

A.1.3 그룹핑(GROUPING)

A.1.3.1 <표 5>에 제시된 전류 용량은 다음을 근거로 한 것이다.

- (1) 단면적이 0.75 mm^2 이상인 삼상 케이블 계통
- (2) 단면적이 $0.2 \sim 0.75 \text{ mm}^2$ 인 직류 제어회로 전선(두 도체의 쌍)

A.1.3.2 위 이상의 케이블/쌍을 이룬 전선이 설치되는 경우 <표 5>의 값에 <표 A.2> 또는 <표 A.3>에 따라 감소시킨다.

<표 A.2> 그룹핑에 따른 감소 계수

설치 방법(그림 A.1 참조)		케이블/쌍을 이룬 전선의 수			
		2	4	6	9
삼상케이블 ^{주1}	B1 및 B2	0.80	0.65	0.57	0.50
	C	0.85	0.75	0.72	0.70
	E - 단층	0.87	0.78	0.75	0.73
	E - 다층	0.86	0.76	0.72	0.68
직류전선(쌍) ^{주2}		1.0	0.76	0.64	0.43

- (주) 1. IEC 364-5-523 및 IEC 287에서 인용한 계수
2. DIN-VDE 0892에서 인용한 계수

<표 A.3> 10 mm²까지의 다심 케이블을 위한 감소 계수

가닥수	교류전선 > 1mm ² ^{주1}	직류전선(쌍, 0.2 ... 0.75mm ²) ^{주2}
5	0.75	0.52
7	0.65	0.45
10	0.55	0.39
24	0.40	0.27
일반적으로 제어회로의 전선은 값을 감소시키지 않음		

- (주) 1. IEC 364-5-523에서 인용한 계수
2. DIN-VDE 0891에서 인용한 계수

A.1.4 절연재료의 교정

케이블의 절연재료를 PVC 이외의 것으로 사용할 경우 <표 5>의 값에서 <표 A.4>로 보정

<표 A.4> 절연 재질에 따른 교정 계수

절연 소재	최고 운전 온도	계수
PVC	70	1.0
NR, SR	60	0.92
XLPE/EPR	90	1.013
SiR	180	1.60

- (주) IEC 724에서 인용

A.1.5 전선의 분류

〈표 A.5〉 전선의 종류

등급	설명	용도 및 응용
1	구리/알루미늄 단선으로 원형 횡단면이 1mm ² 이하	진동이 없는 곳에서 고정설치 할 경우
2	최소한의 소선을 가진 구리나 알루미늄 전선으로 통상 25mm ² 미만	
5	가느다란 구리로 된 소선이 많은 전선	진동이 있는 곳에 기계를 설치하거나 가동부품에 접속할 경우
6	매우 가느다란 구리로 구성된 전선	작은 움직임이 있는 경우

(주) IEC 228 및 IEC 228A에서 인용(1982)

A.2 단속 사용정격

전동기가 빈번하게 기동되는 단속 사용의 경우 열당량 실효값(r.m.s)전류 I_q 를 계산함으로써, 정상 전부하 전류 I_b 를 초과하는지 알아볼 필요가 있다. $I_q > I_b$ 인 경우 케이블 선택과 과전류 보호장치와의 조정에 I_b 대신 I_q 를 사용하며, I_q 는 다음과 같이 계산한다.

$$I_q = \sqrt{\frac{I^2 \times t_i + I_b^2 \times t_b}{t_s}}$$

여기서

$$I_q : \text{열당량 전류}(A), \quad I : \text{돌입전류}(A), \quad I_b : \text{정상 전부하 전류}(A),$$
$$t_i : \text{돌입시간(초)} \quad t_b : \text{부하 시간(초)}, \quad t_s : \text{사용율 시간(초)}$$

A.3 전선과 보호장치간의 협조

A.3.1 어떠한 경우에도 다음의 관계가 성립되어야만 한다.

$$I_b \leq I_n \text{ 및 } I_b \leq I_z$$

여기서 I_n 은 과전류 보호장치의 정격전류 또는 설정치를 암페어로 표시한 것이고,
 I_z 는 특정한 설치 조건하에 계속적인 작동을 위해 설치된 케이블의 실효
 전류 용량을 암페어로 표시한 것이다.

A.3.2 과부하 보호용으로 과전류 보호장치를 설치한 경우

$$I_b \leq I_n \leq I_z \text{ 및 } I_2 \leq 1.45 I_z$$

여기서, I_z 는 한시간 동안 지속될 경우 보호장치가 작동되는 최소전류를 암페어
 로 표시한 것

A.3.3 단락보호용으로 과전류 보호 장치를 설치한 경우

I_n 은 I_z 보다 크고, I_2 는 $1.45 I_z$ 보다 크다.

그러나 I_z 와 비교하여 I_n 이 더 크면 클수록 단락사고시 단락선로의 전선의 최고
 온도를 넘을 가능성도 커진다는 점을 명심해야 한다. 특히 전선의 크기가 16 mm^2
 이하일 때 그 영향은 더욱 크다. (계산은 A.4를 참조)

A.4 전선의 과전류 보호 장치

모든 전선의 상도체에 보호장치를 부착함으로써, 전선이 최대 허용온도에 이르
 기 전에 전류를 차단하여 과전류로부터 보호할 수 있다(7.2항 및 <표 4> 참조).
 실험에 의하면 운전온도가 $+70^\circ\text{C}$ 인 PVC 절연전선에 단락전류를 5초 정도 흘
 렸을 경우에 전선의 온도가 $+70^\circ\text{C}$ 에서 $+160^\circ\text{C}$ 로 상승된다.

(주) 중성선의 경우 7.2.2(2)항 참조

만약, 전류 I 에서 보호장치를 이용해 시간 t 를 넘지 않는 완전 차단시간 내에
 회로를 차단하면 7.2항의 요구사항을 충족시킬 수 있다.

여기에서, 시간 t 는 다음 식을 이용하여 구할 수 있다.

$$t = \frac{(k-s)^2}{I^2}$$

KOSHA GUIDE
E - 94 - 2011

여기서, s 는 전선의 굵기를 mm로 나타낸 것이고, I 는 단락전류를 교류 대신 r.m.s(실효값)으로서 암페어 단위로 나타낸 것이다.

k 는 다음과 같은 소재로 절연처리된 구리선에 대한 계수이다.

PVC = 115, 고무 = 141, SiR = 132, XLPE = 143, PER = 143

이식은 $I_n \leq I_z$ 인 <표 5>에 따라 정격전류 I_n 를 선택할 때 적용된다.(14.4항 참조).

부록 B. 외함의 보호등급(IP code)

B.1 이 IP code는 전기장비의 외함에 의한 보호등급 분류에 대한 설명이다.

B.2 이 IP code는 72.5 kV 이하의 전기장비에 적용된다.

B.3 전기장비의 외함에 의한 보호등급은 다음과 같다.

B.3.1 외함내부의 위험한 부품에 접근하는 인체에 대한 보호

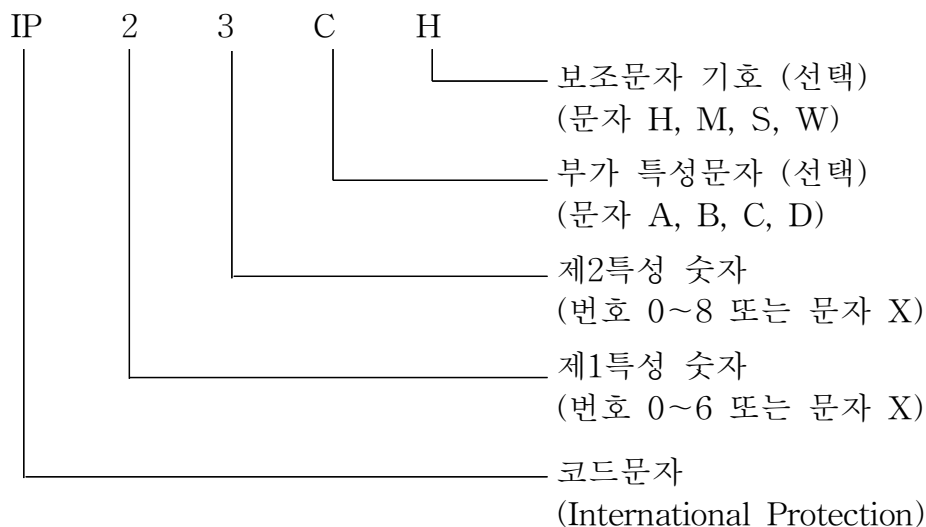
B.3.2 외함내부에 외부의 고체물질 유입에 대한 보호

B.3.3 외함내부에 물의 유입에 의한 유해영향에 대한 보호

B.4 외함의 내부 및 외부에 대한 보호조치는 다음과 같은 외부영향 및 조건을 고려하여야 한다.

(1) 기계적 충격, (2) 부식, (3) 부식성 용제(절삭용액 등), (4) 곰팡이, (5) 해충, (6) 태양열 복사, (7) 빙결, (8) 습기(응축에 의하여 생성되는 것), (9) 폭발성 분위기 (10) 선풍기와 같이 외부에 움직이는 위험한 부분의 접촉에 대해 보호하여야 한다.

B.5 IP code 표기 방법



(주) 1. 문자번호가 구체적으로 요구되지 않을 경우 문자 X로 대체하여 사용

2. 부가 문자 및 추가 문자는 생략 가능

B.6.1 IP code 사용문자의 예

- (1) IP44 문자가 없으므로 사양이 없음.
- (2) IPX5 첫 번째 문자번호가 생략됨.
- (3) IP2X 두 번째 문자번호가 생략됨.
- (3) IP20C 부가문자가 사용됨.
- (4) IPXXC 첫 번째 두 번째 문자번호가 생략되고 부가문자가 사용됨.
- (5) IPX1C 첫 번째 문자번호가 생략되고 부가문자가 사용됨.
- (6) IP3XD 두 번째 문자번호가 생략되고 부가문자가 사용됨.
- (7) IP23S 추가문자 사용됨.
- (8) IP21CM 부가문자와 추가문자가 사용됨.
- (9) IPX5/IPX7 여러 적용을 위하여 물 분사와 일시적인 침수 모두에 대한 외함의 서로 다른 보호등급

B.6.2 시험을 위한 일반 사항

B.6.2.1 물 또는 분진 시험을 위한 환경조건은 다음과 같다.

- (1) 온도범위 : 15 °C ~ 35 °C
- (2) 상대습도 : 25 % ~ 75 %
- (3) 기압 : 86 kPa ~ 106 kPa(860 mbar ~ 1,060 mbar)

B.6.2.2 제1 특성숫자가 의미하는 보호등급의 시험조건은 <표 B>와 같다.

<표 B2> 제1특성 숫자가 의미하는 보호등급의 시험조건

제1특성 숫자	보호 시험	
	위험부품 접근 시	고형 물질
0	시험이 요구되지 않음	시험이 요구되지 않음
1	지름 50 mm의 탐침이 관통하지 않도록 적절한	틈새가 유지되어야 함
2	관절이 있는 시험용 손가락이 80 mm 깊이까 지 관통하지만 적절한 틈새가 유지되어야 함	지름 12.5 mm의 탐침이 관통하여서는 안됨
3	지름 2.5 mm의 시험용 막대가 관통하지 않도록	적절한 틈새가 유지되어야 함
4	지름 1.0 mm의 시험용 전선이 관통하지 않도록	적절한 틈새가 유지되어야 함
5	지름 1.0 mm의 시험용 전선이 관통하지 않도 록 적절한 틈새가 유지되어야 함	먼지의 침입은 허용되나, 그 양이 장 비의 기능에 영향이 없어야 함.
6	지름 1.0 mm의 시험용 전선이 관통하지 않도 록 적절한 틈새가 유지되어야 함	먼지 침입금지

B.7 IP code 요소와 의미

요소	숫자(문자)	장비 보호내용	인체보호의 내용
코드 문자	IP	-	-
제1특성숫자	0 1 2 3 4 5 6	외래 고형물의 침입 무보호(특별한 조치 없음) 직경 50 mm 이상의 이물질 직경 12.5 mm 이상의 이물질 직경 2.5 mm 이상의 이물질 직경 1.0 mm 이상의 이물질 분진 방호 (방진형) 먼지의 완전 방호(내진형)	위험부분에 대한 접근 무보호(특별한 조치 없음) ○손등에 의함 ○손가락에 의함 ○공구에 의함 ○철사에 의함 ○철사에 의함 ○철사에 의함
제2특성숫자	0 1 2 3 4 5 6 7 8	기능 이상을 초래하는 물침 투 무보호(특별한 조치 없음) 수직낙하 낙하(15° 편향) 살수(SPRAYING) 비말(SPLASHING) 분류(JETTING) 폭분류(POWERFUL JET) 일시적 수물 계속적 수물	-
부가특성문자 (선택)	A B C D	-	위험부품에 접근 ○손등에 의함 ○손가락에 의함 ○공구에 의함 ○철사에 의함
보조문자기호 (선택)	H M S W	보충표시 고전압 기구 방수시험 중 움직이는 기구 방수시험중 고정 기구 ○기상 조건	-

B.8 제1특성숫자가 의미하는 위험부품의 접근에 대한 보호등급

제1특성 숫자	보호 등급	
	설명	정의
0	특별한 조치 없음	
1	손등으로 위험한 부품에 접근하는 것에 대한 보호	지름 50 mm의 구형 탐침으로 위험부품에 접근할 수 있는 적절한 틈새가 있음.
2	손가락으로 위험한 부품에 접근하는 것에 대한 보호	지름 12 mm, 길이 80 mm의 관절을 가진 시험용 손가락으로 위험 부품에 접근 할 수 있는 적절한 틈새가 있음.
3	공구로 위험한 부품에 접근하는 것에 대한 보호	지름 2.5 mm의 탐침이 통과하여서는 안됨
4	전선이 위험한 부품에 접근하는 것에 대한 보호	지름 1.0 mm의 탐침이 통과하여서는 안됨
5	철사가 위험한 부품에 접근하는 것에 대한 보호	지름 1.0 mm의 탐침이 통과하여서는 안됨
6	철사가 위험한 부품에 접근하는 것에 대한 보호	지름 1.0 mm의 탐침이 통과하여서는 안됨

B.9 제1특성 숫자가 의미하는 외부고체 침투물질에 대한 보호등급

제1특성 숫자	보호 등급	
	설명	정의
0	특별한 조치 없음	-
1	지름 50 mm 이상의 고체 침투물질에 대한 보호	지름 50mm의 구형 탐침이 통과하여서는 안됨
2	지름 12.5 mm 이상의 고체 침투물질에 대한 보호	지름 12.5 mm의 구형탐침이 통과하여서는 안됨
3	지름 2.5 mm 이상의 고체 침투물질에 대한 보호	지름 2.5 mm의 탐침이 통과하여서는 안됨
4	지름 1.0 mm 이상의 고체 침투물질에 대한 보호	지름 1.0 mm의 탐침이 통과하여서는 안됨
5	분진 방호(방진형)	분진의 침입은 허용되나, 그 양이 장비의 기능에 영향이 없어야 함
6	분진의 완전한 방호(내진형)	분진의 침입 금지

B.10 제2특성 숫자가 의미하는 물에 대한 보호등급

제2특성 숫자	보호 등급	
	설명	정의
0	특별한 조치 없음	
1	물방울이 수직으로 떨어지는 것에 대한 보호	수직으로 떨어지는 물방울이 악영향을 미치지 않음
2	물방울이 수직으로부터 15° 각도로 떨어짐	물방울이 수직에서 15°이 내의 어떠한 방향으로 떨어져도 외함에 영향을 미치지 않음
3	살수(물보라)에 대한 보호	수직으로부터 60° 방향까지 스프레이 물방울이 떨어짐
4	물의 비말(튀는 물방울)에 대한 보호	물방울이 모든 방향에서 분산되어 떨어져도 외함에 영향을 미치지 않음
5	분류(물 분사)에 대한 보호	물 분사가 어떠한 방향에서 분사되어도 외함에 영향을 미치지 않음
6	폭분류(강력한 물 분사)에 대한 보호	강력한 물 분사가 어떠한 방향에서 분사되어도 외함에 영향을 미치지 않음
7	물 속의 일시적인 잠수	기준 시간 및 압력 하에서 일시적인 침수에 의하여도 외함에 영향을 미치지 않음
8	물 속의 연속적인 잠수	제조자와 사용자간의 협의하에 7보다 엄한 조건하에 실시

B.11 부가특성문자가 의미하는 위험부품의 접근에 대한 보호등급

부가 특성 문자	보호 등급	
	설명	정의
A	손등이 위험한 부품에 접근 하는 것에 대한 보호	지름 50 mm의 구형 탐침으로 위험부품에 접근 할 수 있는 적절한 틈새가 있음.
B	손가락이 위험한 부품에 접근하는 것에 대한 보호	지름 12 mm, 길이 80 mm의 관절을 가진 시험용 손가락으로 위험부품에 접근할 수 있는 적절한 틈새가 있음.
C	공구가 위험한 부품에 접근하는 것에 대한 보호	지름 2.5 mm의 탐침이 통과하여서는 안됨
D	철사가 위험한 부품에 접근하는 것에 대한 보호	지름 1.0 mm의 탐침이 통과하여서는 안됨

B.12 추가보조문자 기호

추가보조문자	설명
H	고전압 기기
M	장비의 가동부분을 작동시킨 상태에서 물의 침입에 의한 유해한 영향이 시험된 경우 (회전기계의 회전자 부분)
S	장비의 가동부분을 정지시킨 상태에서 물의 침입에 의한 유해한 영향이 시험된 경우 (회전기계의 회전자 부분)
W	특수한 기상조건에서 사용하기 위한 목적에 적합한 것과 특징이나 진행과정에서의 가적인 보호를 제공하는 것

B.14 위험부품 접근함에 대한 인체보호를 위한 시험용 접근 탐침

첫 번째 숫자	시험 강도	시험 강도	시험 강도
1	A	<p>지름 50mm의 구체</p> <p>50 N ± 10%</p>	
2	B	<p>관절이 있는 시험용 손가락</p> <p>10 N ± 10%</p>	
3	C	<p>지름 2.5mm, 길이 100mm의 시험용 막대</p> <p>3 N ± 10%</p>	
4, 5, 6	D	<p>지름 1.0mm, 길이 100mm의 시험용 전선</p> <p>1 N ± 10%</p>	