

컨베이어 안전검사대상 적용범위 해설

1. 안전검사 대상

재료·반제품·화물 등을 동력에 의하여 단속 또는 연속* 운반하는 벨트·체인·롤러·트롤리·버킷·나사 컨베이어가 포함된 컨베이어 시스템.

* 화물 운반의 흐름이 멈추지 않고 계속 이어지는 것뿐만 아니라 이동과 정지가 반복되는 경우도 포함됨

[해설]

1. 컨베이어는 시스템적 설비로 여러 개의 단위 컨베이어가 조합되거나, 여러 종류의 컨베이어가 조합되어 하나의 시스템을 구성하기도 하므로, 벨트·체인·롤러·트롤리·버킷·나사 컨베이어가 포함된 컨베이어 시스템을 안전검사 대상으로 적용한다. <참조기준 : KS T 2301 4>
2. 컨베이어 시스템이란 연결되어 있는 전체 컨베이어를 말하며, 보조 장비(스커트, 분기 장치 등)를 포함한다.
3. 단독으로 사용되는 단위 컨베이어도 하나의 시스템으로 적용한다.
4. 컨베이어 시스템은 여러 개의 단위 컨베이어를 조합하여 구성되는 경우가 많아, 프레스 등 단위 기계에 적합한 "대수" 개념을 적용할 수 없으므로 컨베이어의 안전검사의 단위(대수 개념)는 "구간" 개념으로 적용한다.
 - ☞ 검사의 단위구간은 컨베이어 시스템 내에서 제어구간단위(제어반 설치 단위)로 구분한다. 다만, 필요한 경우 공정구간단위로 구분할 수 있다.
 - ☞ 제어 구간 : 해당 제어반을 이용하여 제어(운전, 정지 등)하는 컨베이어 시스템 내의 일부 구간
 - ※ 제어반1, 제어반2, 제어반3이 각각 제어하는 구간을 검사 단위로 구분할 수 있으며, 기본적인 검사단위 구분 방법이다.
 - ☞ 공정 구간 : 컨베이어 시스템이 통과하는 단위 공정(해당 공정 내에는 여러 개의 제어반이 있을 수 있음)
 - ※ 해당 사업장에서 공정단위로 컨베이어를 관리하고 있거나 각 제어구간이 너무 짧아서 제어구간 단위로 구분하기 곤란한 경우 등 필요한 경우에는 상기 그림의 제어반2와 제어반3이 제어하는 구간을 포함한 공정구간단위로 검사 단위로 구분할 수 있다.
 - ※ 수수료 산정 시에는 컨베이어 이송거리에 따라 수수료가 차등 책정된다.
<참조 : 산업안전보건업무수수료고시>

2. 안전검사 제외항목

다만, 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것 또는 구간은 제외

가. 구동부 전동기 정격출력의 합이 1.2kW 이하인 것

나. 컨베이어 시스템 내에서 벨트·체인·롤러·트롤리·버킷·나사 컨베이어의 총 이송거리 합이 10미터 이하인 것. 이 경우 마목부터 파목까지에 해당되는 구간은 이송거리에 포함하지 않는다.

다. 무빙워크 등 사람을 운송하는 것

라. 항공기 지상지원 장비(항공기에 화물을 탑재하는 이동식 컨베이어)

마. 식당의 식판운송용 등 일반대중이 사용하는 것 또는 구간

바. 항만법, 광산안전법 및 공항시설법의 적용을 받는 구역에서 사용하는 것 또는 구간

사. 컨베이어 시스템 내에서 벨트·체인·롤러·트롤리·버킷·나사 컨베이어가 아닌 구간

아. 밀폐 구조의 것으로 운전 중 가동부에 사람의 접근이 불가능한 것 또는 구간. 이 경우 컨베이어 시스템이 투입구와 배출구를 제외한 상·하·측면이 모두 격벽으로 둘러싸인 경우도 포함되며, 격벽에 점검문이 있는 경우 다음 중 어느 하나의 조치로 운전 중 사람의 접근이 불가능한 것을 포함한다.

1) 점검문을 열면 컨베이어 시스템이 정지하는 경우

2) 점검문을 열어도 내부에 철망, 감응형 방호장치 등이 설치되어 있는 경우

자. 산업용 로봇 셀 내에 설치된 것으로 사람의 접근이 불가능한 것 또는 구간 이 경우 산업용 로봇 셀은 방책, 감응형 방호장치 등으로 보호되는 경우에 한한다.

차. 최대 이송속도가 150mm/s 이하인 것으로 구동부 등 위험부위가 노출되지 않아 사람에게 위험을 미칠 우려가 없는 것 또는 구간

카. 도장공정 등 생산 품질 등을 위하여 사람의 출입이 금지되는 장소에 사용되는 것으로 감응형 방호장치 등이 설치되어 사람이 접근할 우려가 없는 것 또는 구간

타. 스택커(stacker) 또는 이와 유사한 구조인 것으로 동력에 의하여 스스로 이동이 가능한 이동식 컨베이어(mobile equipment) 시스템 또는 구간

파. 개별 자력추진 오버헤드 컨베이어(self propelled overhead conveyor) 시스템 또는 구간

[해설]

가. 구동부 전동기 정격출력의 합이 1.2kW 이하인 것

1. 전동기의 정격출력의 합이 1.2kW 이하인 소형 컨베이어는 안전검사 대상에서 제외한다.

☞ (예시) 0.1kW 전동기가 5개 설치된 컨베이어의 경우, 구동부 전동기 정격출력의 합(0.1kW × 5 = 0.5kW)이 1.2kW 이하이므로 검사대상에서 제외한다.

※ 한 컨베이어 시스템 내의 구동부 전동기 출력의 합이 1.2kW를 초과하면 안전검사 대상에 해당된다.

나. 컨베이어 시스템 내에서 벨트·체인·롤러·트롤리·버킷·나사 컨베이어의 총 이송거리 합이 10미터 이하인 것. 이 경우 마목부터 파목까지에 해당되는 구간은 이송거리에 포함하지 않는다.

1. 컨베이어 시스템은 여러 종류의 컨베이어가 결합된 경우가 많으므로 해당 시스템 내에서 벨트·체인·롤러·트롤리·버킷·나사 컨베이어만의 이송거리 총합을 산정하여 10미터 이하인 것은 안전검사 대상에서 제외한다.

※ 이 경우, 안전검사 제외항목 마목부터 파목까지 항목에 해당되는 컨베이어 구간도 총 이송거리 합에서 제외한다.

☞ (예시) 단독으로 사용되는 컨베이어 시스템의 이송거리가 10미터 이하인 것

※ 단독으로 사용되는 벨트·체인·롤러·트롤리·버킷·나사 컨베이어 시스템의 경우, 이송거리가 10미터 이하일 때 안전검사 대상에서 제외한다.

☞ (예시) 여러 종류의 컨베이어가 결합된 컨베이어 시스템의 이송거리가 10미터 이하인 것



※ 안전검사 대상에서 제외되는 ③(안전검사 제외항목 아.), ⑤(안전검사 제외항목 차.) 구간의 이송거리를 제외하고 벨트·체인·롤러·트롤리·버킷·나사 컨베이어에 해당되는 ①, ②, ④ 구간만의 이송거리를 합산하여 대상 여부를 판단한다.

다. 무빙워크 등 사람을 운송하는 것

라. 항공기 지상지원 장비(항공기에 화물을 탑재하는 이동식 컨베이어)

1. 무빙워크 등 사람을 운송하는 컨베이어는 안전검사 대상에서 제외한다.

<참조기준 : ASME B20.1 1.>

2. 항공기에 화물을 탑재하는 이동식 컨베이어는 특수구조 컨베이어로 안전검사 대상에서 제외한다. <참조기준 : EN619 1.5>

마. 식당의 식판운송용 등 일반대중이 사용하는 것 또는 구간

1. 식당의 식판 운송용, 회전초밥용, 공항에서 승객이 이용하는 컨베이어, 마트 계산대 등 산업용이 아닌 일반 공공장소에서 대중이 이용하는 컨베이어는 안전검사 대상에서 제외한다.

<참조기준 : EN619 1.5>

바. 항만법, 광산안전법 및 공항시설법의 적용을 받는 구역에서 사용하는 것 또는 구간

1. 타 법의 적용을 받는 구역(지역)에서 사용되는 컨베이어는 관련법에서 검사 대상과 비대상을 구분하여 합리적으로 관리하고 있으므로, 해당 법의 검사 대상 여부와 관계없이 산업안전보건법 안전검사 대상에서 제외한다.

<참조기준 : ASME B20.1 1, EN 619 1.5, 광산안전법 시행령 제10조, 항만법 시행령 제23조>

사. 컨베이어 시스템 내에서 벨트·체인·롤러·트롤리·버킷·나사 컨베이어가 아닌 구간

1. 자율안전확인신고 대상에 해당되지 않는 컨베이어(예 : 진동 컨베이어, 승강 컨베이어, 에어젯 컨베이어 등)는 안전검사 대상에서 제외한다.

아. 밀폐 구조의 것으로 운전 중 가동부에 사람의 접근이 불가능한 것 또는 구간. 이 경우 컨베이어 시스템이 투입구와 배출구를 제외한 상·하측면이 모두 격벽으로 둘러싸인 경우도 포함되며, 격벽에 점검문이 있는 경우 다음 중 어느 하나의 조치로 운전 중 사람의 접근이 불가능한 것을 포함한다.

- 1) 점검문을 열면 컨베이어 시스템이 정지하는 경우
- 2) 점검문을 열어도 내부에 철망, 감응형 방호장치 등이 설치되어 있는 경우

1. 설비 내부에 설치되는 등 밀폐 구조의 것으로 운전 중 사람의 접근이 불가능한 컨베이어의 경우, 안전검사 대상에서 제외한다.
2. 재료 등의 운반을 위한 최소한의 크기인 투입구와 배출구를 제외한 상·하측면이 모두 격벽으로 둘러싸여 사람의 접근이 불가능한 컨베이어의 경우, 안전검사 대상에서 제외한다.
3. 점검문이 있는 격벽으로 둘러싸인 컨베이어의 경우, 점검문을 열면 연동장치로 인해 컨베이어 운전이 정지하거나 점검문을 열어도 내부에 철망이나 감응형 방호장치 등이 설치되어 있어 운전 중 사람 신체 일부와 가동부의 접촉이 불가능한 경우에 한하여 안전검사 대상에서 제외한다.

자. 산업용 로봇 셀 내에 설치된 것으로 사람의 접근이 불가능한 것 또는 구간 이 경우 산업용 로봇 셀은 방책, 감응형 방호장치 등으로 보호되는 경우에 한한다.

1. 산업용 로봇 셀 내에 설치된 컨베이어의 경우, 산업용 로봇 셀이 방책 및 감응형 방호장치 등으로 보호되어 운전 중 사람의 접근이 불가능한 경우에 한하여 안전검사 대상에서 제외한다.
※ 즉, 로봇 셀 내에 설치된 컨베이어라도 로봇 셀에 방책 및 감응형 방호장치 등이 설치되어 있지 않으면 안전검사 대상에 해당한다.

차. 최대 이송속도가 150mm/s 이하인 것으로 구동부 등 위험부위가 노출되지 않아 사람에게 위험을 미칠 우려가 없는 것 또는 구간

1. 컨베이어의 최대 이송속도(설계 사양)가 150mm/s 이하로 느리고, 구동부 등 위험부위가 노출되지 않는 경우에 한하여 안전검사 대상에서 제외한다. <참조기준 : EN 619 5.1.7.4>

카. 도장공정 등 생산 품질 등을 위하여 사람의 출입이 금지되는 장소에 사용되는 것으로 감응형 방호장치 등이 설치되어 사람이 접근할 우려가 없는 것 또는 구간

1. 컨베이어가 생산 품질 등에 민감하여 사람의 출입이 금지되는 장소에 설치되어 있는 경우에는, 해당 장소에 감응형 방호장치 등이 설치되어 사람이 접근할 우려가 없는 경우에 한하여 안전 검사 대상에서 제외한다.

타. 스택커(stacker) 또는 이와 유사한 구조인 것으로 동력에 의하여 스스로 이동이 가능한 이동식 컨베이어(mobile equipment) 시스템 또는 구간

1. 운전 중 스스로 이동이 가능한 특수구조의 이동식 컨베이어는 안전검사 대상에서 제외한다.
<참조기준 : EN 618 3.3>

파. 개별 자력추진 오버헤드 컨베이어(self propelled overhead conveyor) 시스템 또는 구간

1. 개별 동력에 의해 이동하는 특수구조의 오버헤드 컨베이어는 안전검사 대상에서 제외한다.
<참조기준 : EN 618 3.3>

컨베이어 안전검사기준 해설

1. 일반구조

가. 외면은 날카로운 모서리나 돌출부가 없을 것

[해설]

1. 설비 외면에 작업자에게 위험을 줄 수 있는 날카로운 모서리나 돌출부가 없어야 한다.
<참조기준 : KS T 2013 4.1.a).6)>

나. 프레임 등 구조물이나 풀리, 롤러 등 주요부품은 균열 또는 손상이 없을 것

[해설]

1. 설비를 지지하는 프레임 등의 구조물 및 설비를 구동하는 주요부품의 균열이나 손상이 없어야 한다.

다. 가동부분과 정지부분 또는 다른 물건과의 사이에 작업자에게 위험을 미칠 우려가 있는 틈이 없을 것

[해설]

1. 가동부분과 정지부분 사이 또는 가동부분과 다른 물건과의 사이에 작업자 신체 또는 신체의 일부분이 끼이거나 물릴 위험이 있는 틈이 없어야 한다.
<참조기준 : 자율안전확인기준 제12호, KS T 2013 4.2.i)>

2. 화물 이탈 방지 등

가. 컨베이어에서 화물이 이탈할 우려가 없을 것

[해설]

1. 컨베이어 주변 작업자가 이동하거나 작업하는 위치에 화물 낙하로 인한 위험이 없도록 컨베이어에 화물이탈방지 조치(화물이탈방지 가이드 난간, 플레이트 등)가 설치되어있어야 한다.

<참조기준 : KS T 2013 4.1.a).2), 자율안전확인기준 제3호>

나. 화물을 싣고 내리며 운반하는 곳에서 화물이 낙하할 우려가 없을 것

[해설]

1. 컨베이어 주변 작업자가 적재 및 하역 운반지점에서 화물 낙하로 인한 위험이 없도록 화물 이탈방지 조치(화물이탈방지 가이드 난간, 플레이트, 기계식 스톱퍼 등), 화물공급정지 연동장치, 경보장치 등이 설치되어 되어있어야 한다.

<참조기준 : KS T 2013 4.1.a).3), EN 619 5.1.5.2.1, 자율안전확인기준 제3호>

다. 작업구역 또는 통행구역의 위를 지나는 컨베이어에는 화물의 낙하를 방지하기 위한 장치가 있을 것

[해설]

1. 근로자가 작업하거나 이동하는 영역 위에 위치한 컨베이어에는, 이송 중인 화물 또는 구동부 등 주요부품의 낙하로 인한 위험을 방지할 수 있는 조치(로프 넷, 철망, 플레이트, 방호벽 같은 언더가드 또는 사이드 가드 등)가 설치되어 있어야 한다.

<참조기준 : KS T 2003 5.1.5.2, 자율안전확인기준 제3호>

라. 경사 컨베이어, 수직 컨베이어는 정전, 전압강하 등에 의한 화물 또는 운반구의 이탈 및 역주행을 방지하기 위한 장치가 설치되고, 정상적으로 작동될 것

[해설]

1. 경사 컨베이어, 수직 컨베이어에는 정전, 전압강하가 발생한 경우 화물 또는 운반구의 낙하 및 역주행을 방지할 수 있는 장치(기계식 방호장치 등)가 설치되고 정상적으로 작동되어야 한다.

<참조기준 : KS T 2013 4.1.d), 자율안전확인기준 제3호>

마. 동일선상에 구간별 설치된 컨베이어에 근로자가 출입하여 중량물을 운반하는 경우에는 중량물 충돌에 대비한 스톱퍼가 설치되어 있을 것

[해설]

1. 구간별 설치된 컨베이어 시스템 사이 근로자가 출입하여 하역 및 운반작업을 하는 지점에는 근로자와 화물(중량물)의 충돌을 방지할 수 있는 스톱퍼(기계식 스톱퍼, 화물 감지 장치 등)가 설치되어 있어야 한다.

<참조기준 : 안전보건규칙 제195조>

3. 고정장치

전동 또는 수동에 의해 작동하는 기복장치, 신축장치, 선회장치, 승강 장치를 갖는 컨베이어에는 유지보수, 부품교환 등의 작업 시 기계가 갑자기 가동되는 위험을 방지하기 위한 고정 장치가 설치되어 있을 것

[해설]

1. 컨베이어가 정비, 보수 등의 작업을 위해 운전이 정지되었을 때 원동기, 실린더 등 동력기기 장치의 예상치 못한 재기동이나 전원 차단 이후에 남아있는 저장된 에너지로 인한 구조물의 움직임을 방지할 수 있는 조치(고정장치)가 설치되어 있어야 한다.

<참조기준 : KS T 2013 4.1.e), ASME B20.1, 5.2, 자율안전확인기준 제4호>

4. 기복장치

가. 기복장치에는 붐이 불시에 낙하되는 것을 방지하기 위한 장치 및 크랭크의 반동을 방지하기 위한 장치가 설치되고, 정상적으로 작동될 것

[해설]

1. 기복장치에는 붐이 불시에 낙하되는 것을 방지하기 위한 장치나 크랭크의 반동을 방지하기 위한 장치(기계식 붐, 걸쇠, 스프링 또는 유압 평형추 장치 등)를 사용하여 우발적으로 설비가 낙하하는 것을 방지할 수 있도록 해야 한다.

<참조기준 : EN 619 5.1.5.1.2, 자율안전확인기준 제5호>

나. 붐의 위치를 조절하는 컨베이어에는 조절 가능한 범위를 제한하는 장치가 설치되고 정상적으로 작동될 것

[해설]

1. 붐의 위치를 조절하는 컨베이어에는 움직임 범위를 제한할 수 있는 장치(기계적 엔드 스톱퍼, 리미트 스위치 등)가 설치되고 정상적으로 작동되어야 한다.

<참조기준 : KS T 2003 5.1.2.2, KS T 2003 5.7.2.2, 자율안전확인기준 제5호>

5. 덮개 또는 울

가. 작업구역 및 통행구역에서 작업자에게 위험을 미칠 우려가 없도록 다음의 부위에는 덮개, 울, 물림보호물(nip guard), 감응형 방호장치(광전자식, 안전매트 등) 등이 설치되어 있을 것

- 1) 컨베이어의 동력전달 부분
- 2) 컨베이어의 벨트, 풀리, 롤러, 체인, 스프라켓, 스크류 등
- 3) 호퍼, 슈트의 개구부 및 장력 유지장치
- 4) 기타 가동부분과 정지부분 또는 다른 물건 사이 틈 등 작업자에게 위험을 미칠 우려가 있는 부분. 다만, 그 틈이 5mm 이내인 경우에는 예외로 할 수 있다.
- 5) 운반되는 재료 또는 컨베이어가 화상 등을 일으킬 수 있는 구간. 다만, 이 경우 덮개나 울이 설치되어 있을 것

[해설]

1. 작업 및 이동 영역의 휠, 롤러, 구동벨트, 풀리, 기어, 회전축, 커플링, 스프로켓, 체인 등 모든 동력 전달 부품에는 덮개, 울, 물림보호물, 감응형 방호장치 등이 설치되어 있어야 한다.
<참조기준 : 자율안전확인기준 제6호, KS T 2003 5.1.4.5, KS T 2003 5.1.4.6, KS T 2003 5.1.4.2>
2. 호퍼, 슈트, 개구부, 장력 유지 장치가 위치한 부위에는 덮개, 울, 물림보호물, 감응형 방호장치가 설치되어 있어야 한다.
<참조기준 : 자율안전확인기준 제6호, KS T 2003 5.1.4.5, KS T 2003 5.1.4.6, KS T 2003 5.1.4.2>
3. 수평 또는 수직 이동 장치, 공급 장치, 전환 장치 등 동력으로 작동되는 구성품과 고정된 구성품 사이의 틈이 5mm를 초과한 경우에는 덮개, 울, 물림 보호물, 감응형 방호장치가 설치되어 있어야 한다. <참조기준 : EN 619 5.1.1.1, KS T 2003 5.1.4.2>
4. 컨베이어 설비 또는 운반되는 화물이 화상 등을 일으킬 수 있는 경우에는 덮개, 울, 물림 보호물, 감응형 방호장치를 설치하여 작업자의 접촉을 방지할 수 있어야 한다.
<참조기준 : KS T 2003 5.3.1, KS T 2003 5.1.4.2>

나. 가목에도 불구하고 덮개나 울 등으로 인하여 컨베이어를 사용할 수 없게 되거나, 작업이 불가능하게 되는 경우에 한정하여 위험구역 또는 설비에 인지하기 쉬운 경고수단(경고표시 또는 경고등)을 부착하는 것으로 덮개, 울 등을 설치를 대신할 수 있다.

[해설]

1. 덮개나 울 등의 설치로 인하여 컨베이어를 사용할 수 없게 되거나, 작업이 불가능하게 되는 경우에는 경고수단(경고표시 또는 경고등)이 부착되어야 한다.
<참조기준 : ASME B20.1 5.9.1.3>

☞ 조립, 가공 등 작업 공정 상 덮개나 울 등으로 인하여 컨베이어를 사용할 수 없게 되거나, 작업이 불가능하게 되는 경우에 한하는 기준이므로, 단순히 덮개나 울 등을 설치하기 힘들다고 적용될 수 있는 것은 아님.

※ 안전검사 시 검사원이 덮개나 울 등으로 인하여 작업이 불가능한지 여부를 판단하여 적용하여야 함

다. 가목에도 불구하고 다음 중 어느 하나에 해당되는 경우 벨트 컨베이어의 운반 아이들러(벨트의 화물 운반 면을 지지하는 아이들러) 및 회귀 아이들러(벨트의 회귀 면을 지지하는 아이들러)에는 덮개, 울, 물림보호물(nip guard), 감응형 방호장치(광전자식, 안전매트 등) 등의 설치를 예외로 할 수 있다.

- 1) 운반 아이들러의 물림지점에 대해 KS B ISO 13857에 따른 안전거리가 확보되는 경우
- 2) 벨트가 물림지점으로 부터 50mm 이상 이격될 수 있어 작업자에게 있어 위험을 미칠 우려가 없는 경우
- 3) 풀코드 스위치가 설치되어 정상적으로 작동되는 경우

[해설]

1. 벨트 컨베이어의 운반 아이들러 및 회귀 아이들러에 덮개, 울, 물림보호물, 감응형 방호장치가 설치되어 있지 않으면, 운반 아이들러의 물림지점에 대해 KS B ISO 13857에 따른 안전거리가 확보되어 있거나, 벨트가 물림지점으로 부터 50mm 이상 이격될 수 있거나, 풀코드 스위치가 설치되어 정상적으로 작동되어야 한다.

<참조기준 : KS T 2003 5.1.4.3.1, KS T 2003 5.1.4.3.2>

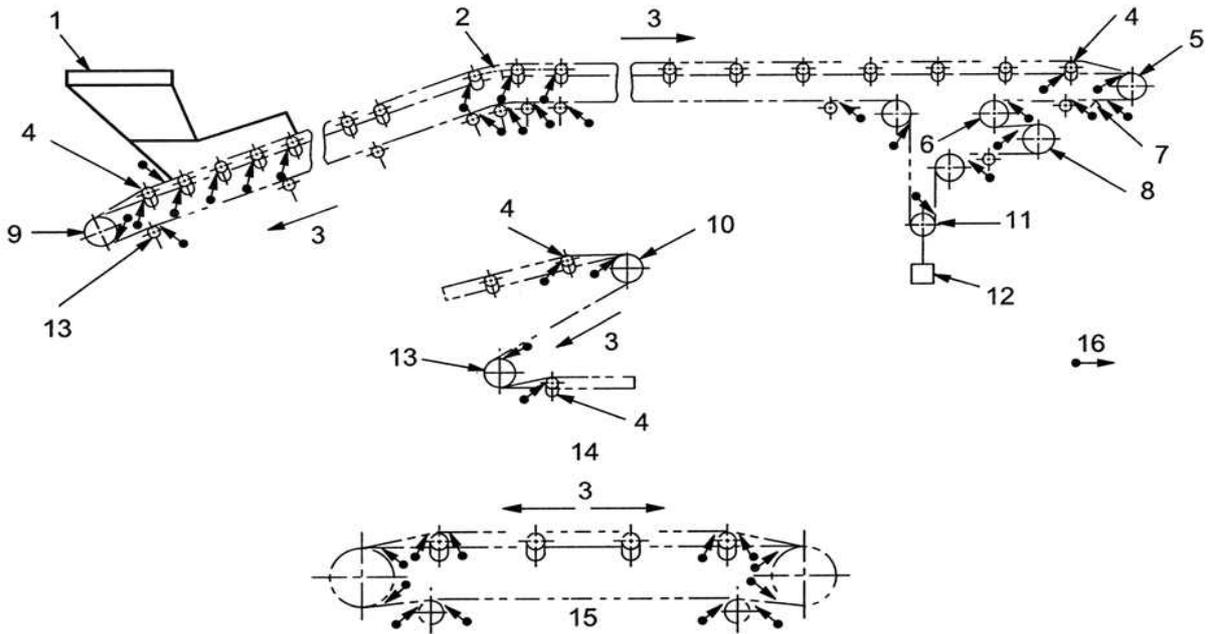
용어 해설

- ① **운반 아이들러** : 벨트의 화물 운반 면을 지지하는 유동 바퀴
 - ② **회귀 아이들러** : 벨트의 회귀 면을 지지하는 유동 바퀴
-

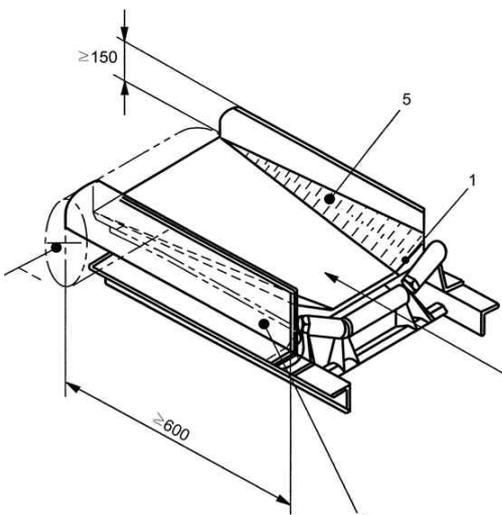
라. 가목에 따른 물림보호물은 다음과 같을 것

- 1) 벨트 등의 양쪽 가장자리를 최소 150mm 높이로 둘러쌀 것
- 2) 물림보호물과 풀리 면 사이 이격거리, 물림보호물 측면과 풀리 끝면 사이의 이격거리는 5mm를 초과하지 않을 것
- 3) 물림보호물은 풀리 중심선에서 최소 600mm 거리까지 설치될 것

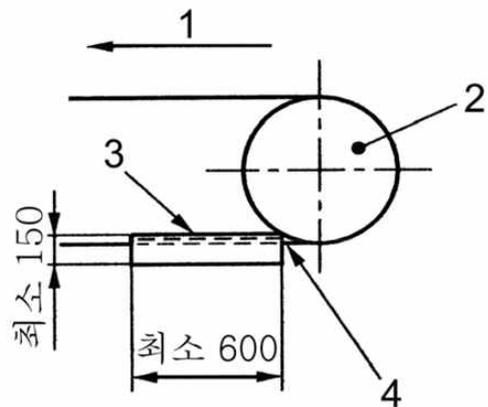
[해설]



벨트 컨베이어의 물림지점 예시(화살표 16 : 물림 지점)



벨트컨베이어 헤드 끝 물림 보호물 예시



벨트컨베이어 후부 끝 물림 보호물 예시

6. 급유장치

급유장치는 컨베이어의 위험구역 이외의 위치에 설치되어 있을 것

[해설]

1. 구동부의 오일 주입 장소는 설비의 위험구역(노출되어 있는 가동부위 등)에 위치해서는 안 된다.
<참조기준 : KS T 2013 4.1.c), 자율안전확인기준 제7호>
2. 구동부의 오일 주입이 자동으로 이루어지는 경우, 급유 장치의 오일 교환 등의 작업이 이루어지는 장소는 설비의 위험구역(노출되어 있는 가동부위 등)에 위치해서는 안 된다.
<참조기준 : 자율안전확인기준 제7호>

7. 조작장치

가. 컨베이어의 기동 또는 정지를 위한 스위치는 명확히 표시되어 있고 용이하게 조작 가능한 것으로 접촉.진동 등으로 인해 기계가 갑자기 가동될 우려가 없을 것

[해설]

1. 컨베이어 설비 운전 시작 또는 정지를 위한 스위치의 표시가 명확하고 조작하기 용이한 상태여야 한다. <참조기준 : KS T 2013 4.1.b), 자율안전확인기준 제8호>

나. 기복장치가 구비된 컨베이어는 기복장치의 하강에 따른 위험 예방을 위해 컨베이어 옆면에 조작장치가 설치되어 있을 것

[해설]

1. 기복컨베이어의 기복장치의 움직임에 따른 위험을 예방하기 위해 해당 설비 제어가 가능한 조작장치는 설비 옆면에 설치되어 있어야 한다. <참조기준 : 자율안전확인기준 제8호>

8. 통로

가. 작업구역 및 통행구역에서 컨베이어를 건너는 작업자가 이송화물에 의한 위험에 노출되지 않도록 화물의 속도, 빈도, 작업자 이용 빈도 등을 고려하여 다음 중 어느 하나 이상의 조치가 되어 있을 것

- 1) 인필 플레이트(infill plate, 롤러·체인 등 이송장치 사이의 막음판) 횡단
- 2) 건널다리
- 3) 감응형 방호장치(광전자식, 안전매트 등)
- 4) 연동 가드
- 5) 정지/시작 장치

[해설]

1. 컨베이어를 건너는 작업자가 이송되는 화물과 충돌할 위험이 없도록 화물의 속도, 빈도, 작업자 이용 빈도 등을 고려하여 통행로를 설치해야한다. <참조기준 : EN 619 5.1.4.1>
2. 컨베이어를 건너는 통행로는 인필 플레이트(infill plate, 롤러·체인 등 이송장치 사이의 막음판), 건널다리, 감응형 방호장치(광전자식, 안전매트 등), 연동 가드, 정지/시작 장치 중 어느 하나 이상의 조치가 설치되어 있어야 한다. <참조기준 : EN 619 5.1.4.1>

나. 컨베이어에 설치된 통로의 폭은 60cm 이상으로 하고 추락의 위험이 있을 때에는 안전난간이 설치되어 있을 것. 다만, 통로에 인접한 건설물의 기둥에 접하는 부분에 대하여는 그 폭을 40cm 이상으로 할 수 있다.

[해설]

1. 컨베이어 측면에 설치된 통행로 혹은 건너는 통행로의 폭은 60cm 이상이어야 한다. 다만, 통행로에 건설물의 기둥이 위치하는 부분은 그 폭을 40cm 이상으로 할 수 있다. 사람이 통행로에서 이동 중 떨어질 위험이 있을 때에는 안전난간이 설치되어 있어야 한다.
<참조기준 : 자율안전확인기준 제9호>

다. 가설통로 및 사다리식 통로는 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에 적합할 것

[해설]

1. 가설통로 및 사다리식 통로는 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에 적합해야 한다.
<참조기준 : 자율안전확인기준 제9호>

산업안전보건기준에 관한 규칙 제23조(가설통로의 구조)

사업주는 가설통로를 설치하는 경우 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 견고한 구조로 할 것
2. 경사는 30도 이하로 할 것. 다만, 계단을 설치하거나 높이 2미터 미만의 가설통로로서 튼튼한 손잡이를 설치한 경우에는 그러하지 아니하다.
3. 경사가 15도를 초과하는 경우에는 미끄러지지 아니하는 구조로 할 것
4. 추락할 위험이 있는 장소에는 안전난간을 설치할 것. 다만, 작업상 부득이한 경우에는 필요한 부분만 임시로 해체할 수 있다.
5. 수직강에 가설된 통로의 길이가 15미터 이상인 경우에는 10미터 이내마다 계단참을 설치할 것
6. 건설공사에 사용하는 높이 8미터 이상인 비계다리에는 7미터 이내마다 계단참을 설치할 것

산업안전보건기준에 관한 규칙 제24조(사다리식 통로등의 구조)

① 사업주는 사다리식 통로 등을 설치하는 경우 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 견고한 구조로 할 것
2. 심한 손상·부식 등이 없는 재료를 사용할 것
3. 발판의 간격은 일정하게 할 것
4. 발판과 벽과의 사이는 15센티미터 이상의 간격을 유지할 것
5. 폭은 30센티미터 이상으로 할 것
6. 사다리가 넘어지거나 미끄러지는 것을 방지하기 위한 조치를 할 것
7. 사다리의 상단은 걸쳐놓은 지점으로부터 60센티미터 이상 올라가도록 할 것
8. 사다리식 통로의 길이가 10미터 이상인 경우에는 5미터 이내마다 계단참을 설치할 것
9. 사다리식 통로의 기울기는 75도 이하로 할 것. 다만, 고정식 사다리식 통로의 기울기는 90도 이하로 하고, 그 높이가 7미터 이상인 경우에는 바닥으로부터 높이가 2.5미터 되는 지점부터 등받이울을 설치할 것
10. 접이식 사다리 기둥은 사용 시 접혀지거나 펼쳐지지 않도록 철물 등을 사용하여 견고하게 조치할 것

② 잠함 내 사다리식 통로와 건조·수리 중인 선박의 구멍줄이 설치된 사다리식 통로(건조·수리작업을 위하여 임시로 설치한 사다리식 통로는 제외한다)에 대해서는 제1항제5호부터 제10호까지의 규정을 적용하지 아니한다.

라. 제어장치 조작실이 지상 또는 바닥으로부터 높이 1.5m를 초과하는 곳에 위치하는 경우에는 계단, 고정사다리 등을 설치하는 등 안전하게 접근할 수 있을 것

[해설]

1. 컨베이어 시스템에는 제어, 작업, 검사, 정비 장소에 안전한 접근 수단이 설치되어 있어야 한다. 조작실이 지상 또는 바닥으로부터 높이 1.5m를 초과하는 곳에 위치하는 경우에는 계단, 고정사다리 등이 설치되어 있어야 한다.
<참조기준 : 자율안전확인기준 제9호>

마. 통로 및 운전실 바닥은 발이 걸려 넘어지거나 미끄러지는 등의 위험이 없을 것

[해설]

1. 통로 바닥에는 발이 걸려 넘어질 수 있는 턱 및 장애물이 없어야 하며, 미끄러지는 등의 위험이 없도록 조치(바닥 미끄럼 방지 무늬 등)되어 있어야 한다.
<참조기준 : 자율안전확인기준 제9호>

바. 컨베이어의 건널다리에는 바닥에서 90cm 이상 120cm 이하에 상부난간대가 설치되어 있어야 하며, 바닥면과 중간에 중간난간대가 설치되어 있을 것

[해설]

1. 컨베이어의 건널다리에는 상부난간대(바닥에서 90cm 이상 120cm 이하), 중간난간대(바닥면과 중간)가 설치되어 있어야 한다. <참조기준 : 안전보건규칙 제13조>

사. 통로면에서 높이 2m 이내의 부위에는 장애물이 없고 구동부 인접부위 등에는 덮개 또는 울이 설치되어 있을 것. 다만, 부득이하게 통로면으로부터 높이 2m 이내에 장애물이 있는 경우 위험을 방지하기 위한 안전 조치가 되어 있을 것

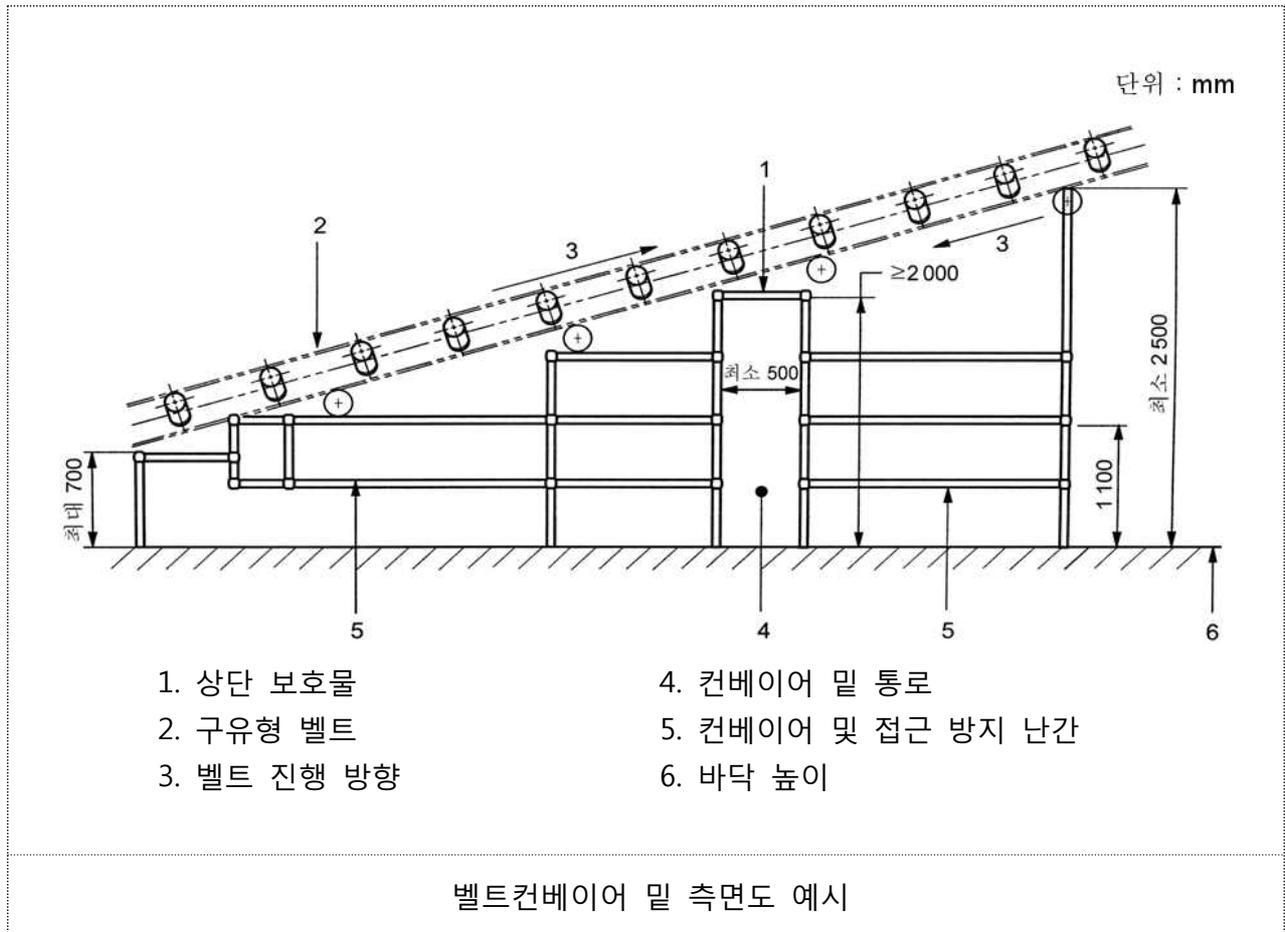
[해설]

1. 통로면으로부터 높이 2m 이내의 부위에는 장애물이 없어야 하며, 구동부 인접부위 등에는 덮개 또는 울이 설치되어 위험을 방지할 수 있어야 한다. 부득이하게 통로면으로부터 높이 2m 이내에 장애물이 있는 경우 위험을 방지하기 위한 안전 조치(경고 표지 등)가 되어 있어야 한다. <참조기준 : 자율안전확인기준 제9호>

아. 통행구역이 높이가 고정된 컨베이어의 밑에 있는 경우, 가동부 높이가 2.5m 미만인 구역은 울이 설치되어 있거나, 가동부에 덮개가 설치되어 있을 것

[해설]

1. 작업 구역 및 이동구역이 높이가 고정된 컨베이어의 밑에 있는 경우, 가동부 높이가 2.5m 미만인 구역에는 울이 설치되어 있거나, 가동부에는 덮개가 설치되어 있어야 한다.
<참조기준 : KS T 2003 5.1.6.2>



자. 통과 높이(최저 높이)가 0.7m~2.5m로 변하는 컨베이어의 밑에는 체인 커튼, 매달린 봉 등을 설치하는 등 작업자의 접근을 방지할 것

[해설]

1. 통과 높이(최저 높이)가 0.7m~2.5m로 변하는 컨베이어의 밑에는 작업자 접근을 방지할 수 있는 체인 커튼, 매달린 봉 등이 설치되어 있어야 한다. <참조기준 : KS T 2003 5.1.6.3>

9. 추락방지

컨베이어 피트, 바닥 등에 개구부가 있는 경우에는 안전난간, 울 또는 충분한 강도를 가진 덮개가 설치되어 있을 것

[해설]

1. 컨베이어 피트, 바닥 등에 개구부가 있는 경우 사람이 추락할 위험이 없도록 안전난간, 울 또는 충분한 강도의 덮개가 설치되어 있어야 한다.

<참조기준 : KS T 2013 4.2.l), 자율안전확인기준 제10호>

10. 이동용 바퀴

컨베이어의 이동용 바퀴는 불시 움직임을 방지하기 위해 이동 방지용 바퀴고정 잠금장치 (Stopper)를 설치되고, 정상적으로 작동될 것

[해설]

1. 자체 동력이 아닌 수동으로 이동이 가능한 컨베이어의 경우, 불시 움직임을 방지할 수 있는 이동 방지용 바퀴고정 잠금장치(스토퍼)가 설치되어 있고 정상적으로 작동되어야 한다.

<참조기준 : 자율안전확인기준 제11호>

11. 연동장치

운전이 정지되는 등 이상이 발생된 경우, 컨베이어로의 화물공급을 정지시키는 연동회로가 설치되고 정상적으로 작동될 것

[해설]

1. 컨베이어가 다른 컨베이어로 화물을 공급하도록 설치되어 있는 경우에는, 운전이 정지되는 등 이상이 발생되거나 이미 적하물이 가득 찬 컨베이어로 화물이 공급되는 것을 방지할 수 있는 적절한 연동 장치(화물 감지장치 등)가 설치되고, 정확한 순차 기동이 이루어져야 한다.

<참조기준 : KS T 2013 4.2.f), 자율안전확인기준 제13호>

12. 경보장치

조작자의 시야에서 벗어난 작업구역이나 통행구역이 있는 경우 컨베이어에는 기동을 예고하는 경보장치(경보음과 경보등이 동시에 작동)가 설치되고 정상적으로 작동될 것

[해설]

1. 조작자 시야를 벗어난 기계적 처리장비 또는 작업영역이나 통행영역에 있을 수 있는 사람에게 컨베이어가 시동되는 것을 경고할 수 있도록 경보음과 경보등이 동시에 작동되어야 한다.
<참조기준 : 자율안전확인기준 제14호, KS T 2003 5.7.2.6>

13. 벨트컨베이어 안전장치

가. 벨트컨베이어에는 경사부에서 역주행을 방지하기 위한 장치가 설치되어 있고, 정상적으로 작동될 것. 다만, 화물의 전체 적재량이 4,900N(500kg) 이하이며 1개의 단위 화물 중량이 294N(30kgf)를 초과하지 않는 경우로서 벨트의 과속 또는 후진으로 인하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 없는 경우에는 예외로 할 수 있다.

[해설]

1. 경사진 컨베이어의 경우 동력이 차단될 때 중력에 의해 역주행 되지 않도록 역주행방지장치, 기계식 제동 시스템 등이 설치되어 있어야 한다.
<참조기준 : KS T 2003 5.7.1, 자율안전확인기준 제16호>

나. 벨트 또는 풀리에 점착되기 쉬운 화물을 운반하는 벨트 컨베이어에는 벨트 클리너, 폴리스크레이퍼 등이 설치되고 정상적으로 작동될 것

[해설]

1. 재료가 벨트에 달라붙은 경우, 물림점에 재료가 들어가지 않도록 청소 장치(벨트 클리너, 폴리스크레이퍼 등)가 설치되어 있어야 한다.
<참조기준 : KS T 2003 5.1.5.2, 자율안전확인기준 제16호>

다. 대형의 호퍼 및 슈트에는 점검구가 설치되어 있을 것

[해설]

1. 대형의 호퍼 및 슈트 점검을 위해 지상이나 바닥에서 설비에 바로 접근하지 못할 때는 작업자가 위험에 빠지지 않게 정비 및 보수 작업을 할 수 있는 점검구가 설치되어 있어야 한다.
<참조기준 : 자율안전확인기준 제16호>

라. 중력식 장력유지장치(take-up)에는 사람의 접근을 방지하는 울을 설치하거나, 추를 매달고 있는 벨트 등의 파손으로 추의 낙하를 방지하기 위한 장치가 설치되어 있을 것

[해설]

1. 작업 및 이동 영역에 장력유지장치(take up device) 또는 균형추의 낙하로부터 사람을 보호하는 조치(접근 방지 울, 덮개 등)가 되어 있어야 한다.
<참조기준 : KS T 2003 5.1.2.3, 자율안전확인기준 제16호>

14. 트롤리 컨베이어 안전장치

가. 견인식 트롤리 컨베이어의 경우 주라인 및 분기라인 구동장치에는 과부하방지장치가 설치되고 허용되는 견인력을 초과하는 경우 구동장치가 정지되어야 하며, 복수구동 컨베이어에는 하나의 구동장치에서 과부하방지장치가 작동되는 경우 다른 구동장치 전부가 작동이 정지되도록 할 것

[해설]

1. 견인 트롤리 시스템의 주요 부분과 보조 부분에는 전기 회로의 과적 방지와 상관없이 허용 가능한 견인력이 초과될 때 작동되는 하중 제한 장치(과부하방지장치)를 설치해야 한다. 여러 구동 장치가 복수 작동할 경우, 구동 장치 중 하나의 하중 제한 장치가 작동되면 전체 구동 장치의 동력이 차단되어야 한다. <참조기준 : 자율안전확인기준 제17호, EN 619 5.7.5>
※ 제어반의 EOCR 등 확인

나. 체인, 행거 및 트롤리는 쉽게 분리되지 않도록 견고하게 접속될 것

[해설]

1. 체인, 행거 및 트롤리가 쉽게 분리되어 낙하하지 않도록 견고하게 조립되어 있어야 한다.
<참조기준 : 산업안전보건기준에 관한 규칙 제194조, 자율안전확인기준 제17호, EN 619 5.1.5.1.5>

용어 해설

- ① **푸셔도그** : 하물을 이동시키기 위하여 체인에 부착한 이(齒)
 - ② **트롤리** : 하물을 매달은 체인을 잡고 레일 위를 주행하는 브래킷을 가진 차륜
 - ③ **로드 바** : 2개 또는 몇 개의 트롤리에서 하물을 매달기 위한 바
 - ④ **행거** : 체인이나 로드 바 등에서 매달고 하물을 지지하는 용구
-

다. 경사부에는 역주행방지장치를 설치하는 등 화물 또는 행거의 과속 또는 후진을 방지하기 위한 조치가 되어 있을 것

[해설]

1. 경사진 컨베이어의 경우 동력이 차단될 때 중력에 의해 역주행 되지 않도록 역주행방지장치, 기계식 제동 시스템 등이 설치되어 있어야 한다.

<참조기준 : KS T 2003 5.7.1, 자율안전확인기준 제17호>

라. 복수 레일식의 트롤리 컨베이어에서는 푸셔도그(pusher dog)와 트롤리가 경사부에서도 원활하게 이동할 것

[해설]

1. 복수 레일식의 트롤리 컨베이어의 이송 요소(푸셔도그, 트롤리)는 경사부에서 이송되는 자재가 뒤로 미끄러지거나 갑자기 떨어지지 않도록 설치되어 작동되어야 한다.

<참조기준 : 자율안전확인기준 제17호>

마. 분기장치, 합류장치 등의 레일 단락부에는 트롤리의 낙하를 방지하기 위한 스톱퍼 등의 장치가 설치되어 있을 것

[해설]

1. 컨베이어의 합류, 분기, 전달 지점 등에는 트롤리 낙하를 방지하는 장치(전기 연동 시스템, 기계식 연동 시스템, 자동으로 작동되는 기계식 스톱퍼나 이것들의 조합)가 설치되어 있어야 한다. <참조기준 : EN 619 5.1.5.1.6, 자율안전확인기준 제17호>

15. 롤러 컨베이어 안전장치

분기롤러 또는 상승롤러는 롤러가 분기 또는 상승하기 직전에 화물의 이송이 정지되는 구조일 것

[해설]

1. 분기 또는 상승롤러가 분기 또는 상승 동작이 이루어지기 직전에 화물의 이송을 정지시킬 수 있는 장치(화물 감지 시스템 등)가 설치되어 있어야 한다.

<참조기준 : 자율안전확인기준 제18호>

16. 스크류 컨베이어 안전장치

화물의 공급구 및 배출구는 근로자가 스크류에 접촉될 위험이 없는 구조로 하거나 방호울 등이 설치되어 있을 것

[해설]

1. 작업 및 이동하는 사람의 신체 일부가 스크류와 접촉될 위험이 없는 구조의 공급구 및 배출구가 설치되어 있거나, 스크류 컨베이어의 화물 공급구 및 배출구 위치에 사람의 접근을 통제할 수 있는 방호울 등이 설치되어 있어야 한다.

<참조기준 : ASME B20.1 6.12, 자율안전확인기준 제19호>

17. 버킷 컨베이어 안전장치

가. 버킷 이동용 케이싱에는 다음 요건에 적합한 문이 설치되어 있을 것

- 1) 내부의 청소가 용이한 구조일 것
- 2) 불시에 개방되지 않을 것

[해설]

1. 버킷 이동용 케이싱에는 내부 청소가 용이할 수 있는 구조의 문이 설치되어 있어야 하며 불시에 개방할 수 없도록, 공구를 이용하여야만 열수 있게 하거나 잠금장치 또는 연동장치 등이 설치되어야 한다. <참조기준 : ASME B20.1 6.2, 자율안전확인기준 제20호>

나. 유해한 화물을 운반하는 경우 버킷컨베이어의 케이싱은 밀폐구조일 것

[해설]

1. 인체에 유해한 화물(분진, 유해가스 발생 등)을 운반하는 경우 버킷컨베이어의 케이싱은 밀폐 구조로 사용되어야 한다. <참조기준 : 자율안전확인기준 제20호>

다. 버킷컨베이어에는 역주행을 방지하기 위한 장치가 설치되어 있고 정상적으로 작동될 것. 다만, 화물의 전체 적재량이 2,940N(300kgf) 이하이고 스프로킷 또는 풀리의 수직 축간 거리가 5m 이하인 경우로서 버킷의 과속 또는 후진으로 인하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 없는 경우에는 예외로 할 수 있다.

[해설]

1. 경사진 컨베이어의 경우 동력이 차단될 때 중력에 의해 역주행 되지 않도록 역주행방지장치, 기계식 제동 시스템 등이 설치되어 있어야 한다. <참조기준 : 자율안전확인기준 제20호>

18. 명판 등의 표시

컨베이어에는 다음 각 목의 사항이 표시되어 있을 것. 다만, 자율안전확인신고제도 시행 이전 생산·설치된 제품은 가목, 나목의 제조번호 및 다목은 생략할 수 있으며, 마목의 경우 자율 안전확인신고 제도 시행 이후 생산된 제품에 한한다.

- 가. 제조자 또는 공급자의 주소 및 상호
- 나. 형식명(또는 관리번호) 및 제조번호
- 다. 제조연월
- 라. 최대적재하중 또는 단위시간당의 운반량
- 마. 자율안전확인 표시(KCs마크)

[해설]

1. 명판 등의 표시는 「산업안전보건법」 및 「안전인증·자율안전확인신고의 절차에 관한 고시 (고용노동부고시 제2017-24호)」에 적합해야 한다.
2. 컨베이어에는 최소한 형식명(또는 관리번호)과 최대적재하중 또는 단위시간당의 운반량이

표기되어 있어야 하며, 자율안전확인신고 제도 시행 이후(2013. 3. 1) 생산된 제품에는 제조자 또는 공급자의 주소 및 상호, 제조번호, 제조연월, 자율안전확인 표시(KCs마크)까지 표기된 명판이 부착되어 있어야 한다. <참조기준 : 자율안전확인기준 제21호>

19. 접지

가. 전기장치 외함접지는 접지단자를 이용하여 설치해야 하며, 다음 요건을 만족할 것

- 1) 400V 미만일 때 100Ω 이하일 것
- 2) 400V 이상일 때 10Ω 이하일 것

다만, 방폭지역의 저압 전기기계·기구의 외함은 전압에 관계없이 10Ω 이하일 것

나. 접지선은 충분한 기계적·전기적 강도를 가질 것

[해설]

1. “본딩회로”라 함은 접지(PE)단자와 전기설비 및 기계의 도전성구조부와 기계장치 내부의 보호도체로 구성되는 회로”를 말한다.
2. 입력전원의 인입 이후에 PELV(안전)전압을 초과하는 경우, 접지단자를 설치해야 한다.
3. 접지저항측정기를 사용하여 측정한 접지저항은 400V 미만일 때 100Ω 이하, 400V 이상일 때 10Ω 이하이어야 하며, 방폭지역의 저압 전기기계·기구의 외함은 전압에 관계없이 10Ω 이하이어야 한다.

다. 외함 접지선의 최소 단면적은 <표 13-1>에 표시된 것 이상일 것. 다만, 자율안전확인신고제도 시행 이전 생산·설치된 제품은 예외로 할 수 있다.

<표 13-1> 접지선의 최소 단면적

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

[해설]

1. 외함 접지선의 최소 단면적은 <표 13-1>에 표시된 것 이상이어야 한다. 다만, 자율안전확인신고제도 시행(2013.3.1.) 이전에 생산·설치된 제품은 예외로 할 수 있다.

2. 보호접지선은 구리를 사용해야 한다. 단 단위길이당 전기저항이 구리저항치를 초과하지 않고, 도체의 단면적이 16(mm²)이상일 경우 구리선 이외의 선을 사용할 수 있다.

라. 외함접지 단자에는 문자(PE)가 표기되어 이어야 하며, 기계부품 등의 본딩회로에 사용되는 그 밖의 단자에는 다음 중 하나의 방법으로 표기되어 있을 것

- 1) 기호로 표현하는 경우: 
- 2) 문자로 표기하는 경우: PE
- 3) 녹색 또는 녹색 및 황색 조합 접지선

[해설]

1. 보호접지선은 형태나 위치, 부호, 색을 통해 쉽게 구별할 수 있어야 하며, 색상만으로 식별해야 하는 경우, 녹색 또는 녹색 및 황색 조합 접지선을 전체에 사용해야 한다. 이 색상은 접지선에만 사용해야 한다.

20. 전원 차단장치

가. 전원차단장치는 다음과 같을 것

- 1) 기계의 전원 인입선마다 설치할 것
- 2) 작동표시로 "O"(개방) 및 "I"(투입) 표시를 할 것. 다만, 개방 및 투입의 표시가 다른 방법으로 식별이 명확한 경우에는 예외로 할 수 있다.
- 3) 전원회로의 모든 상을 차단할 수 있을 것
- 4) 부하전류 및 고장전류를 차단할 수 있는 충분한 용량을 가질 것

[해설]

1. 전원차단장치는 기계의 전원 인입선마다 설치해야 하며, 작동표시로 "O"(개방) 및 "I"(투입) 표시를 되어 있어야 한다. 다만, 다른 방법으로도 개방 및 투입 식별이 명확한 경우에는 예외로 할 수 있다.
2. 전원차단장치는 차단시 모든 상도체를 차단할 수 있도록 해야 하여야 하며, 부하전류 및 고장전류를 차단할 수 있는 충분한 용량을 가진 것이어야 한다.

나. 2개 이상의 전원이 공급되는 경우에는 전원차단장치가 상호 연동되어 있을 것

다. 전원차단장치의 조작손잡이는 쉽게 접근이 가능하도록 지면으로부터 0.6~1.9m 사이에 위치할 것. 다만, 자율안전확인신고제도 시행 이전 생산·설치된 제품은 예외로 할 수 있다.

[해설]

1. 시스템에 2개 이상의 전원이 공급될 경우에는 전원차단장치가 상호 연동이 되어야 한다.
2. 전원차단장치는 운전자의 조작이 편리하도록 지면으로부터 0.6~1.9m 높이에 위치하도록 설치 되어 있어야 한다.

21. 감전사고 방지

가. 전기장치는 직접접촉이나 간접접촉으로 인한 감전사고가 발생되지 않도록 설치되어 있을 것
나. 전기장치의 직접접촉에 대한 방호조치는 다음과 같을 것

- 1) 접근방지를 위하여 전용의 외함 내부에 내장시키거나 방호망을 설치하는 등 작업자와 충분히 이격시킬 것
- 2) 개방형 외함의 구조는 다음과 같을 것
 - 가) 고정식 덮개의 구조이거나 임의로 외함을 개방할 수 없도록 키 등을 부착되어 있을 것
 - 나) 외함 개방 시 충전부분이 차단되도록 하거나, 외함 개방 후 충전되어 있는 부분의 보호 등급은 IP 2X 이상의 직접 접촉방호가 되어 있을 것

[해설]

1. 충전부분은 외함 내에 설치되어야 하며 직접접촉을 방지할 수 있도록 보호등급이 IP2X 이상이어야 한다.
※ IP등급 관련 내용은 하기 첨부 참조
2. 외함 윗부분에 쉽게 접근 가능한 경우에는 윗 표면에서의 직접접촉을 방지하기 위하여 보호 등급은 IP4X 또는 IPXXD 이상이어야 한다.
3. 외함이 개방할 수 있는 구조인 경우는 다음 3가지 중 한 가지를 만족하여야 한다.
 - ① 숙련자만 취급할 수 있도록 키 등을 부착(내부 충전부는 직접접촉 방호조치)
 - ② 외함 개방시 내부 충전부 차단
 - 차단기와 문을 연동시킴으로서 문이 열릴 때 차단기가 차단되고 문이 닫힐 때만 차단기가 투입되는 방식이어야 하며,
 - 차단장치를 차단시킨 후에 충전되어 있는 모든 부분은 IP2X 또는 IPXXB 이상의 보호등급으로 직접접촉 방지할 수 있어야 하며, 전기경고표지 부착해야 한다.
 - ③ ①과 ② 이외의 경우는 모든 충전부분의 보호등급이 IP2X 또는 IPXXB 이상으로 직접접촉을 방지되는 경우에 한하며, 이 조치로 배리어가 사용되는 경우, 특수공구를 사용하여 배리어를 제거할 수 있도록 하거나 배리어가 제거될 때 방호대상 충전부가 자동으로 차단되어야 한다.

다. 전원이 차단된 이후에도 60V 이상의 잔류전압이 있는 노출 충전부는 전원차단 후 5초 이내에 장비 기능에 영향을 미치지 않는 범위에서 60V 이하가 되도록 방전될 것. 단, 다음의 경우는 예외로 한다.

- 1) 충전전하가 60 μ C 이하인 경우
- 2) 장비기능상 급속한 방전이 어려운 경우 외함이 개방하기 전에 일정시간 대기할 수 있도록 주의 표시를 하는 경우

[해설]

1. 주전원이 차단된 후 60V이하의 전압으로 5초이내 방전되어야 하며, 플러그와 같이 접속을 해체시 충전도체가 노출되는 부분은 1초 이내에 60V이하의 전압으로 방전되어야한다. 다만, 충전 전하가 60 μ C 이하인 경우나, 제품의 특성상 급속한 방전이 어려운 부분은 외함이 개방 되기 전에 60V이하의 전압으로 방전될 수 있게 대기하라는 표시를 붙이거나 정전용량을 가진 제품 외함에 대기시간을 표시할 경우에는 예외로 인정할 수 있다.

용어 해설

- ① **충전부(live part)** : 절연되어 있지 않거나 노출되어 있어 감전위험이 있는 전선, 버스덕트, 단자 또는 부품으로 정상상태에서 전기가 인가되는 도체나 도전부를 말하며, 중성선은 포함되나 보호접지선은 포함되지 않는다. 즉, 송·배전 선로나 전기기계·기구의 단자 등에 절연 피복이나 테이핑 등을 하지 않아 접촉하면 감전 등의 재해를 일으킬 수 있는 부분을 말한다.
- ② **직접접촉** : 사람이 직접 전극에 접촉하는 것을 의미한다.
- ③ **간접접촉** : 전극과 전극근처에 존재하는 금속부분(즉, 일반적으로 전류가 통하기 쉬운 물질)사이에 절연고장이 발생했을 때, 그 금속부분에 사람이 접촉하는 것을 의미하며, 절연물은 반드시 성능저하를 수반한다라고 생각해야 한다.
- ④ **외함** : 외부에 덮개가 잘 갖추어져 내용물이 보이지 않도록 감싼 형태의 상자로서 접촉했을 경우 감전 등의 위험이 있는 기계나 설비에 덮개로 감사는 함을 만들어 작업자나 기타 설비 등을 보호하려는 목적으로 제작하는 것
- ⑤ **외함접지** : 전동기, 전기패널 등의 금속제 외함에 실시하는 접지

22. 배선

- 가. 배선은 부하의 용량과 특성에 적정한 굵기와 배선 종류일 것
- 나. 배선의 피복상태는 손상, 파손, 탄화부분이 없어야 하며, 제어반 등의 전선 인입구에는 배선피복이 손상되지 않도록 보호조치가 되어 있을 것
- 다. 배선의 단자체결 부분은 볼트 및 너트의 풀림 또는 탈락이 없을 것

[해설]

1. 절연전선은 장기간 사용함에 따라 발열현상, 습기 또는 분진 등에 의하여 열화되어 피복이 갈라지거나 탄화되어 절연능력이 급격히 저하되므로 검사시 절연 피복의 외상, 갈라짐 및 탄화등을 면밀히 점검하여야 한다. 특히 케이블 곡률반경이 심한 곳은 경년변화가 특히 심하므로 최소한 케이블 직경의 6배 이상이 되도록 배선하였는지 여부를 검사 시 주의하여 확인하여야 한다.
2. 제어반 내부에 배선이 되는 모든 전선은 사용장소의 주위온도조건 및 정격전류가 흐르는데 지장이 없도록 충분한 굵기로 선정된 절연전선(KIV, HIV 등)을 사용하여야 하며 차단기, 개폐기 및 계전기 등에 접속하기 위하여는 링 모양의 터미널 러그를 사용하여 견고히 고정되어야 한다. 절연피복을 벗긴 후 터미널 블록 또는 단자블록이 아닌 곳에 터미널 러그 없이 스크류 볼트 등으로 고정하여서는 아니된다.
3. 제어반 외함내로 케이블을 인입하는 경우 외함에 천공된 구멍으로 케이블을 바로 통과시켜서는 아니되며 사용장소의 보호등급에 따라 플라스틱, 알루미늄 또는 철합금제로 제작된 그로밋 또는 그랜드를 사용하여야 한다.
전선관공사에 의하여 배선이 되는 경우에는 외함을 통과할 때 전선관을 바로 통과시켜 로크너트로 고정하기보다는 HUB를 미리 설치하여 배선을 하고 접지전용 어스러그가 부착된 부싱을 사용하여야 한다.
특히, 분진지역 등에 설치되는 외함에 전선관공사를 하는 경우 외함 내·외에 로크너트로 고정하는 방법은 적합하지 않으며 외함 바깥쪽에는 필히 밀봉이 되도록 네오프렌 링 또는 가스켓을 이용하여 수분 또는 먼지가 침입하지 않도록 하여야 한다. 또한 케이블 또는 전선관의 통과 위치는 가능한 한 위쪽보다는 바닥쪽이나 옆면을 통과하여야 한다.
또한, 검사시에는 제어반 외함 통과시 또는 케이블 배선공사시에 케이블 외피부분이 손상을 입은 곳이 있는지 확인하고 손으로 흔들어서 견고히 고정되었는지 여부를 검사하여야 한다.

4. 전선 및 케이블의 허용전류는 아래의 표에 기재된 최고허용온도 이하이어야 하며, 아래 표는 절연피복전선에 대한 허용온도이다. 전선에 대한 전류용량의 고려는 특히 제어시스템의 안전 관련 부분만으로 한정되지 않으며, 모든 전기 관련부에 적용되어야 한다.

정상 및 단락조건하에서의 최고허용온도

절연피복의 종류	정상조건하에서의 최고온도(°C)	단락조건하에서의 최단시간 (건딜 수 있는 도체의 온도(°C))
폴리염화비닐(PVC)	70	160
고무	60	200
가교폴리에틸렌(XLPE)	90	250
에틸렌프로필렌 합성(EPR)	90	250
실리콘 고무(SiR)	180	350
※ 주석도금이나 나도체는 200°C이상에서 적당하지 않기 때문에 200°C이상의 최단시간용의 동도체는 은도금이나 니켈도금을 하여야 한다.		
※ 이들 값은 5초 미만의 단열작용의 가정에 기초한다.		

구리도체의 최소단면적

위 치	적 용	도체 및 케이블의 종류(mm ²)				
		단심 꼬임	단심 솔리드	2심 외장	2심 비외장	3심 이상의 외장 또는 비외장
외함외부	비유연전력배선	1	1.5	0.75	0.75	0.75
	비번하게 이동하는 기계접속	1	-	1	1	1
	제어회로에 접속	1	1.5	0.3	0.5	0.3
	데이터통신배선	-	-	-	-	0.08
외함내부	비유연전력배선	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	제어회로에 접속	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	데이터통신배선	-	-	-	-	0.08
※ 비고 : 모든 단면적은 제곱밀리미터이다.						

5. 배선 인입구는 케이블 글랜드, 부싱, 패킹 등으로 배선이 손상되지 않도록 되어 있어야 한다.

23. 과전류 보호

- 가. 과전류 보호를 위하여 각 부품의 정격전류 또는 도체의 허용전류 값 중에서 더 작은 값에 대하여 보호될 것
- 나. 퓨즈의 정격전류 또는 그 밖의 과전류보호장치의 전류 설정 값은 예상되는 과전류(전동기 기동 전류 등을 말한다)에 적절한 범위 내에서 가능한 한 낮을 것
- 다. 과전류 보호용으로 차단기 또는 퓨즈 설치 시 차단용량은 해당 전동기 등의 정격전류에 대하여 차단기는 250%, 퓨즈는 300% 이하일 것

[해설]

1. 과전류보호장치는 회로의 전류가 각 부품의 정격전류 및 전원선의 허용전류를 초과하는 경우 이 중 낮은 쪽에 대한 과전류를 보호해야 하며 다음과 같이 설정되어 있어야 한다.
 - 1) 과전류보호장치의 정격차단용량은 설치개소의 고장전류 이상으로 선정하여야 한다. 이때, 선로단락시에 전원측으로부터 고장전류가 발생하는 부분(전동기, 역률개선용 콘덴서 등)에 대해서도 고려하여야 한다.
 - 2) 충분한 차단용량을 가진 추가적인 과전류 보호장치가 전원측에 설치되는 경우 과전류 보호 장치의 정격차단 용량을 고장전류보다 낮게 설정할 수 있으나, 이 경우에는 두 장치의 보호 협조를 통해 두 장치의 통과에너지(I^2t)가 부하측 과전류 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.

- 라. 과전류차단장치는 분기회로마다 설치되어 있을 것

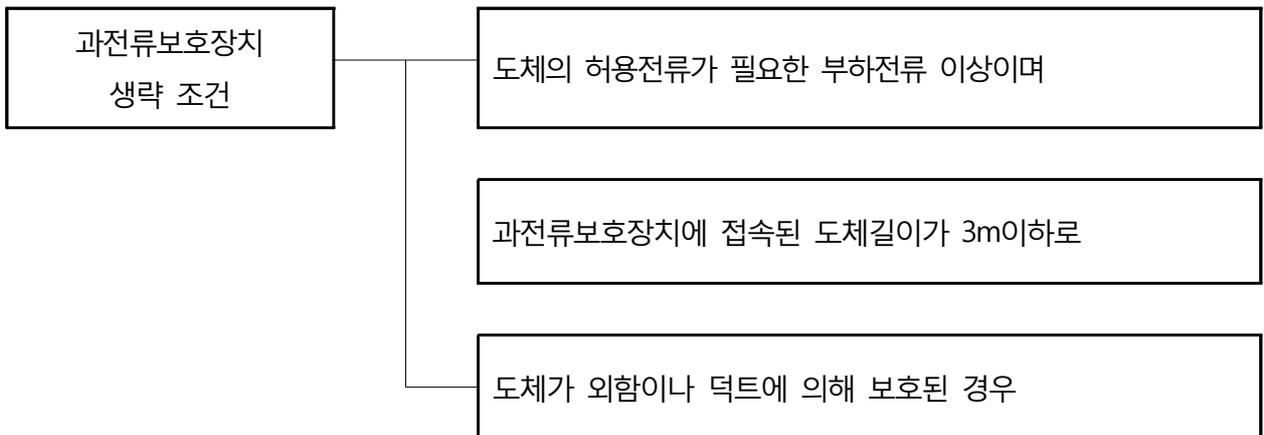
[해설]

1. 제어회로의 경우에는 1,2차 분리된 변압기의 1차측에는 모든 상을 차단할 수 있는 과전류보호 장치를 설치하고 2차측은 충전부 한 단에만 과전류보호장치가 설치되어 있어야 한다.

마. 전원전압에 직접 접속되는 제어회로 및 제어회로 변압기에는 과전류보호조치가 되어 있을 것

[해설]

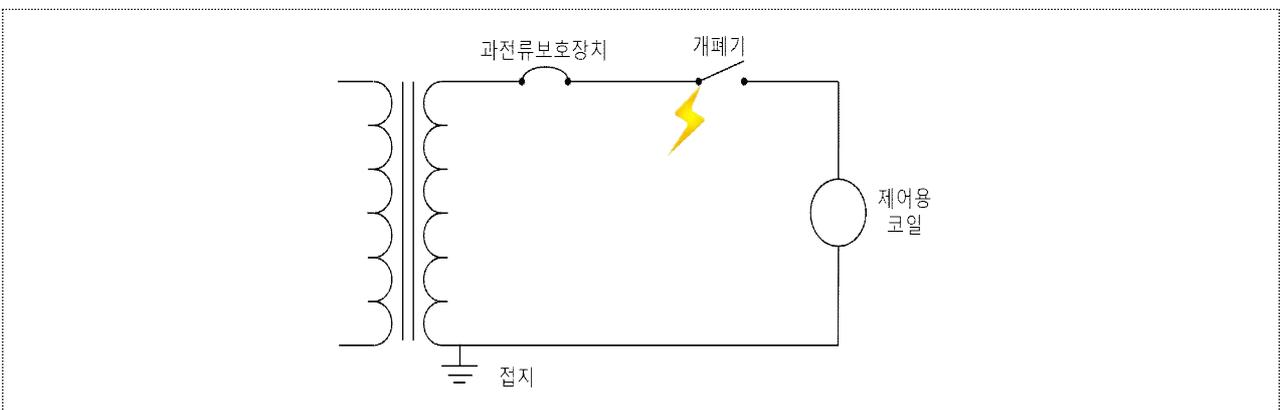
1. 과전류보호장치는 보호해야 할 배선이 전원과 연결되는 지점(즉 분기되는 지점)마다 설치되어 있어야 한다. 다만 단락의 가능성을 줄이고 배선용량이 충분하게 설계된 아래의 조건을 모두 만족시키는 경우 과전류보호장치를 생략할 수 있다.



바. 제어용 변압기 2차측 회로의 과전류보호장치는 접지회로가 아닌 다른 단에 설치되어 있을 것

[해설]

1. 제어회로용 변압기 2차측의 한 단에는 과전류보호장치를 다른 단에는 접지를 실시해야 하며, 이 때 제어용코일과 접지사이에는 접점이 존재하지 않도록 회로를 구성되어 있어야 한다.



제어용 변압기 2차측 회로의 과전류보호장치 바른 설치 예

24. 전동기의 과부하 보호

가. 정격출력 0.5kW 이상의 전동기에는 과부하보호장치가 설치되어 있을 것. 다만 구조적으로 전동기가 과부하가 되지 않도록 전기적·기계적 회로가 구성된 경우에는 예외로 한다.

[해설]

1. 정격출력이 0.5kW이상인 전동기에는 그림과 같이 상도체를 모두 차단할 수 있도록 과부하 보호장치가 설치되어 있어야 한다. 다만, 다음의 경우에는 예외로 할 수 있다.
 - 1) 소방펌프, 반응폭주 방지를 위한 냉각수펌프 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

나. 과부하감지장치는 중성선을 제외한 모든 상도체에 설치되어 있을 것. 다만, 결상보호장치 등이 설치되어 전동기의 과부하를 감지할 수 있는 경우 또는 자율안전확인신고제도 시행 이전 생산·설치된 제품의 경우에는 예외로 할 수 있다.

[해설]

1. 중성선을 제외한 각 상마다 과부하 감지장치(전동기 권선에 내장된 서미스터 등 내장형 또는 전류제한형 과열보호감지장치는 제외)가 설치되어 있어야 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

다. 과부하 보호로 전원이 차단되는 경우 개폐장치는 모든 상도체를 차단시킬 것

[해설]

1. 과부하의 감지는 모든 상도체에 각각 조치되어 있어야 한다. 실제로 현장에서는 예를 들면 상기의 그림과 같이 모든 상도체가 아닌 2상만 설치하는 경향이 있어 이에 대한 주의를 요한다. 다만 단상이나 직류전동기는 한 개의 접지되지 않은 상도체에서만 감지조치를 하는 것이 허용된다.

라. 전동기는 정전 등에 의해 전원이 차단된 후 재통전 되었을 때 불시기동 되지 않을 것

[해설]

1. 과부하보호장치가 작동된 후 복귀가 되었을 때 기계 또는 공정상의 손상이나 위험한 상황이 초래될 우려가 있는 경우에는 자동재기동이 되지 않도록 하여야 한다.

25. 이상온도 보호

비정상적인 온도상승으로 위험한 상황이 초래될 수 있는 저항가열회로 등에는 적절한 냉각 장치가 설치되어 있어야 하며, 필요 시 온도감시장치와 연동되어 있을 것

[해설]

1. 히터 등을 사용하는 회로에는 비정상적인 온도상승으로 위험을 초래할 수 있으므로 온도감시 장치를 설치하여 위험한 상황을 초래하기 전에 위험원의 전원을 차단하도록 해야 한다.

26. 절연저항

전원선과 보호본딩회로 사이에 직류전압 500V를 인가하여 측정한 절연저항 값은 1MΩ 이상일 것. 다만, 부스바, 컬렉터선, 컬렉터봉 설비 또는 슬립링 조립품 등 전기장비 일부의 최소 절연저항 값은 50kΩ 이상일 것

[해설]

1. 전원선과 보호본딩회로 사이에 직류전압 500V를 인가하여 측정한 절연저항 값이 1MΩ 이상이어야 한다.
2. 절연저항은 절연물에 일정 전압을 가하여 이때 절연물에서 흘러나온 미세한 누설전류를 측정하여 가한전압(V)/누설전류(I) 원리를 이용하여 절연저항값을 측정하는 것으로 절연물의 절연 성능을 확인하는 시험이다.
 - 1) 측정점 : 전원선으로 연결된 모든 부품
 - 2) 시험절차
 - ① 측정대상 기계의 주전원을 차단한다.

- ② 측정대상 기계의 주접지단자(PE단자)와 측정점에 각각 측정기 단자를 연결한다.
- ③ DC 500(V)를 인가하여 1분 동안 측정을 실시한다.
- ④ 측정된 절연저항 값이 제38호에서 제시한 기준에 적합한지 확인한다.

27. 방폭 전기 기계기구

방폭 전기기계·기구는 해당지역 방폭등급에 적합한 것으로서 법 제34조제2항에 따른 방호장치 안전인증을 받은 것일 것

[해설]

1. 방폭전기기계·기구라 함은 폭발을 일으킬 수 있는 정도로 가스 등이 대기중에 존재하거나 존재할 우려가 있는 장소로서 폭발방지조치를 필요로 하는 지역에 설치·사용하기에 적합한 구조의 전기기계·기구를 말하며 배선, 전선과 금구류를 포함한다.
2. 배선기구라 함은 전원공급용 또는 제어용으로 접속되는 전선 또는 케이블의 접속을 위하여 사용되는 전선과 케이블 그랜드, 실링핏팅, 정선박스, 니플, 유니온, 커플링 등을 총칭한다.
3. 방폭전기기계·기구는 다음 각호의 사항을 고려하여 선정되어야 한다.
 - 1) 방폭전기기가 설치될 지역의 방폭지역 등급 구분
 - 2) 가스 등의 발화온도
 - 3) 내압방폭구조의 경우 최대 안전틈새
 - 4) 본질안전방폭구조의 경우 최소점화 전류
 - 5) 압력방폭구조, 유입방폭구조, 안전증방폭구조의 경우 최고 표면온도
 - 6) 방폭전기기가 설치될 장소의 주변온도·표고 또는 상대습도·먼지·부식성 가스 또는 습기 등 환경조건
 - 7) 분진방폭구조의 경우 분진의 도전성 유무
4. 방폭전기기기의 선정은 위에 언급한 사항 이외에 공통적으로 다음 각 호의 규정을 만족하여야 한다.
 - 1) 모든 방폭전기기는 가스 등의 발화온도의 분류와 적절히 대응되는 온도등급의 것을 선정
 - 2) 사용장소에 가스 등이 2종류 이상 존재할 수 있는 경우에는 가장 위험도가 높은 물질의 위험특성과 적절히 대응되는 방폭전기기를 선정. 단, 가스 등이 2종 이상의 혼합물인 경우에는 혼합물의 위험특성에 적절히 대응되는 방폭전기기를 선정.

3) 사용 중에 전기적 이상상태에 의하여 방폭성능에 영향을 줄 우려가 있는 전기기기는 사전에 적절한 전기적 보호장치를 설치.

5. 가스방폭지역의 종별에 따른 전기기기의 선정방법은 다음 각호와 같다.

1) 0종 장소에는 다음 각목의 1의 방폭전기기기를 선정

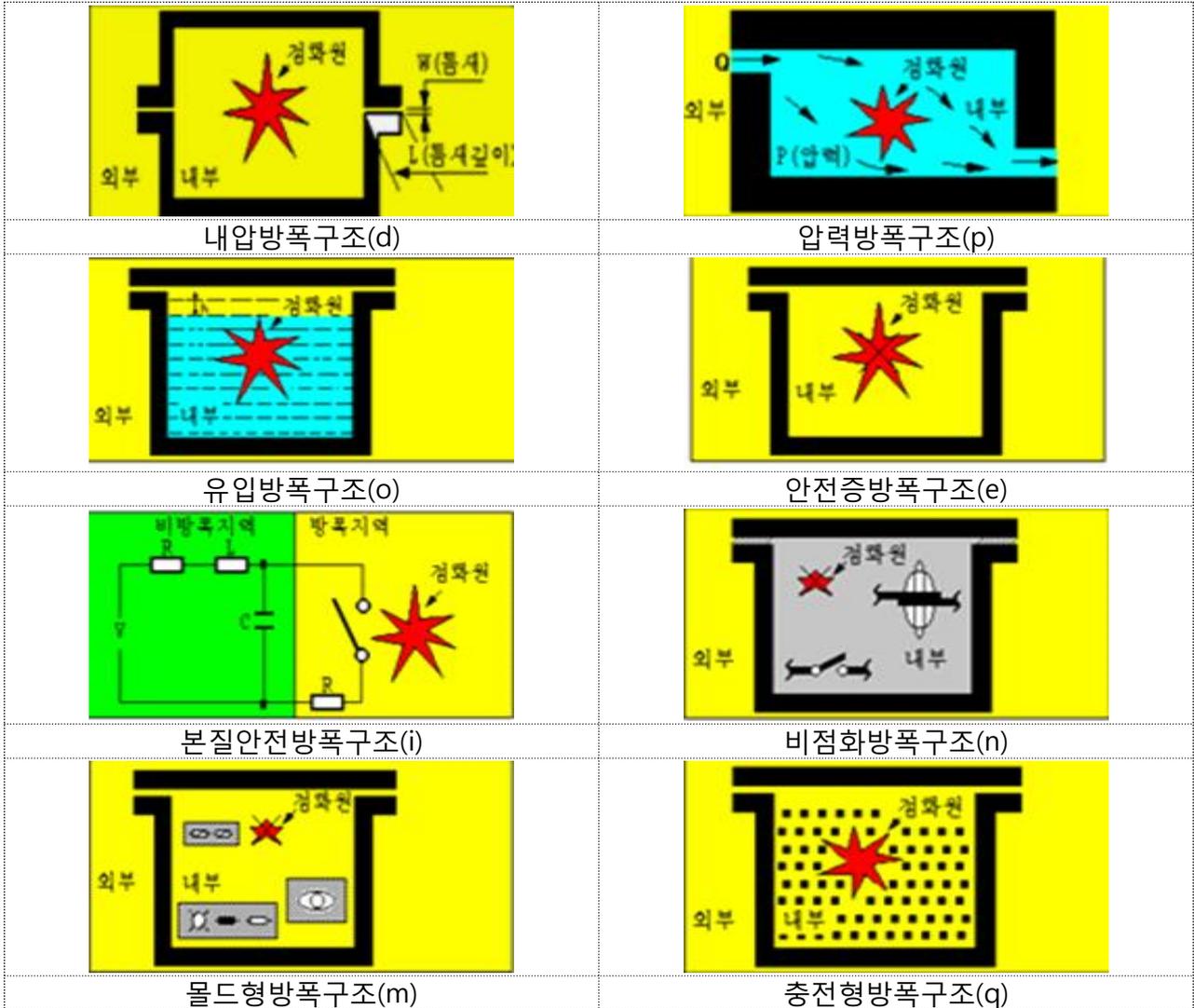
- ① 본질안전방폭구조(ia)
- ② 0종장소에서 사용토록 특별히 고안된 방폭구조

2) 1종 장소에서는 다음 각목의 1의 방폭전기기기를 선정

- ① 제1호에서 규정한 방폭전기기기
- ② 내압방폭구조(d)
- ③ 압력방폭구조(p)
- ④ 안정증 방폭구조(e)
- ⑤ 유입방폭구조(o)
- ⑥ 본질 안전 방폭구조(ia 또는 ib)
- ⑦ 사입방폭구조(q)
- ⑧ 캡슐형 방폭구조(m)
- ⑨ 1종 장소에서 사용토록 특별히 고안된 방폭구조

3) 2종 장소에는 다음 각목의 1의 전기기기를 선정

- ① 제1호 또는 제2호에서 규정한 방폭구조
- ② 비점화형 방폭구조(n)
- ③ 슬림링·정류자 등 스파크를 발생시키는 부분이 없는 회전기로서 정상운전시의 최고 표면 온도가 당해 물질 발화온도의 80%를 초과하지 않는 비방폭형 기기
- ④ 스타터 등 스파크를 발생시키는 스위치류가 없는 고정 설치된 조명 기구로써, 정상 사용시 최고 표면온도가 당해 물질 발화온도의 80%를 초과하지 않고 고온부분의 낙하방지를 위한 가드가 있는 비방폭형 기기, 단, 조명기구에 스위치류가 있으면, 그 부분은 제1호 또는 제 2호에 준하는 방폭구조일 것
- ⑤ 2종 장소에서 사용토록 특별히 고안된 방폭구조



6. 분진방폭지역의 종별에 따른 전기기기의 선정방법은 다음 각호와 같다.

- 1) 산소가 적은 분위기 또는 이산화탄소 중에서도 착화되고 부유상태에서 격심한 폭발·연소되는 알루미늄, 마그네슘, 알루미늄 브론즈 또는 이와 유사한 위험성을 가진 폭연성 분진이 위험 농도로 존재할 수 있는 장소에서는 다음 각목의 1에 의하여 선정. 단, 변압기 및 콘덴서는 설치를 금지한다.
 - ① 특수방진방폭구조(SDP) 또는 본질안전방폭구조(ia 또는 ib)
 - ② 슬립링, 정류자 등 스파크를 발생시키는 부분이 없는 회전기로서, 정상운전시의 최고 표면 온도가 당해 분진 발화온도의 80%를 초과하지 않는 전폐형 구조
 - ③ 당해 장소에서 사용토록 특별히 고안된 방폭구조
- 2) 비전도성 분진에 의한 21종 장소에는 제2호에 준하여 방폭전기기기를 선정
- 3) 비도전성 분진에 의한 22종 장소에는 다음 각호의 1에 의하여 선정
 - ① 제1호 또는 제2호에서 규정한 전기기기

- ② 퓨즈, 차단기 등 스위치류는 비방폭형 중 방진구조 이상인 것.
- ③ 청소 등의 작업을 쉽게 할 수 있는 위치에 설치된 슬립링, 정류자 등이 없는 회전기는 비방폭형기기(단, 슬립링, 정류자 등이 있는 회전기는 해당부분이 비방폭형 중 방진구조 이상의 것)
- ④ 스타터 등 스위치류가 없는 고정 설치된 조명기구(단, 스위치류가 있는 경우 그 부분은 방진구조 이상의 것)는 정상운전시 최고 표면온도가 당해 분진 발화온도의 80%를 초과하지 않을 경우 비방폭형구조(단, 스위치류가 있는 경우 그 부분은 방진구조 이상의 것)이어야 함)
- ⑤ 광유 절연변압기 및 콘덴서는 비방폭형기기
- ⑥ 당해 장소에서 사용토록 특별히 고안된 방폭구조

28. 제어회로 및 제어기능

가. 제어회로의 전원은 1, 2차측이 분리된 권선방식의 제어용 변압기로 사용할 것. 다만, 1대의 전동기와 최대 2대의 제어장치(예: 연동장치, 기동/정지 제어위치)를 갖춘 기계 또는 자율 안전확인신고제도 시행 이전 생산·설치된 제품에 대해서는 변압기를 생략할 수 있다.

[해설]

1. 제어회로라 함은 기계나 전기부품의 제어 및 감시와 관련된 회로를 의미한다.
2. 제어회로는 1·2차 절연 분리된 변압기를 통해서 전원을 공급 받아야 하며, 제어회로 전원으로 직류(DC)를 사용하는 경우에도 1·2차 절연 분리된 변압기가 내장된 직류전원공급장치(DC power supplier)를 통해 전원을 공급해야 한다.

나. 제어전압¹⁾(제어회로의 정격전압)은 변압기로부터 공급될 때 277V를 초과하지 않을 것. 다만, 자율안전확인신고제도 시행 이전 생산·설치된 제품은 예외로 할 수 있다.

다. 조작전압²⁾은 대지전압 교류 150V 이하 또는 직류 300V 이하일 것. 다만, 자율안전확인 신고 제도 시행 이전 생산·설치된 제품에 한하여 감전방지용 누전차단기를 설치한 경우에는 예외로 할 수 있다.

라. 전자 접촉기 등이 폐로될 위험이 있는 경우에는 다음 요건을 만족할 것. 다만, 계전기 접점(과부하계전기 등을 말한다)을 작동시키는 제어용 코일과 접점이 동일한 외함에 수납된 일체형으로서 상호 접속거리가 짧아 지락 가능성이 희박한 경우에는 예외로 한다.

1) 계전기 코일의 후단은 접지 시킬 것

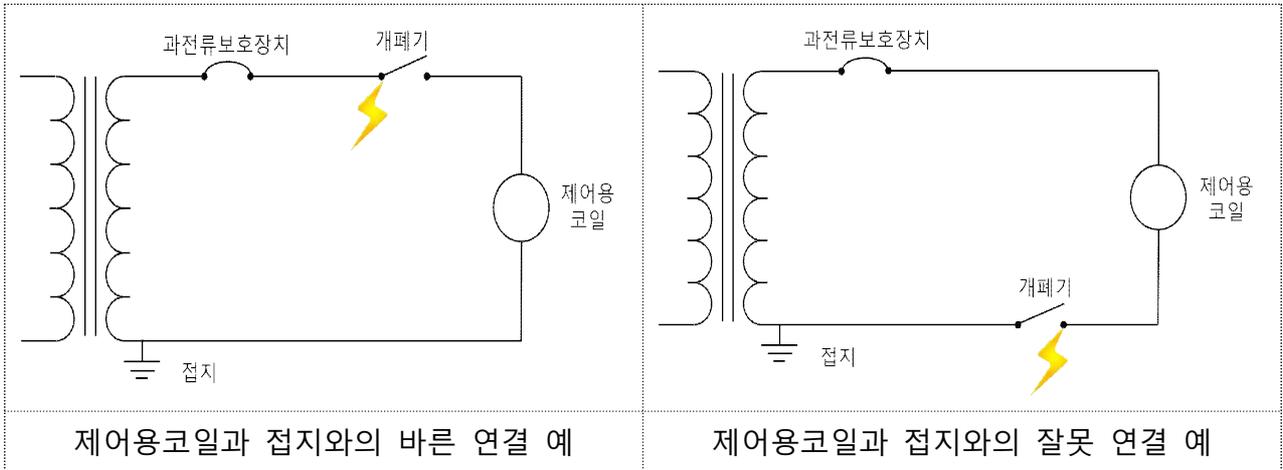
2) 계전기 코일의 후단과 접지회로 사이에는 개폐기, 접점 등이 없을 것

주1) 제어전압: 기계를 제어하기 위한 제어장치(릴레이 등)에 인가되는 전압

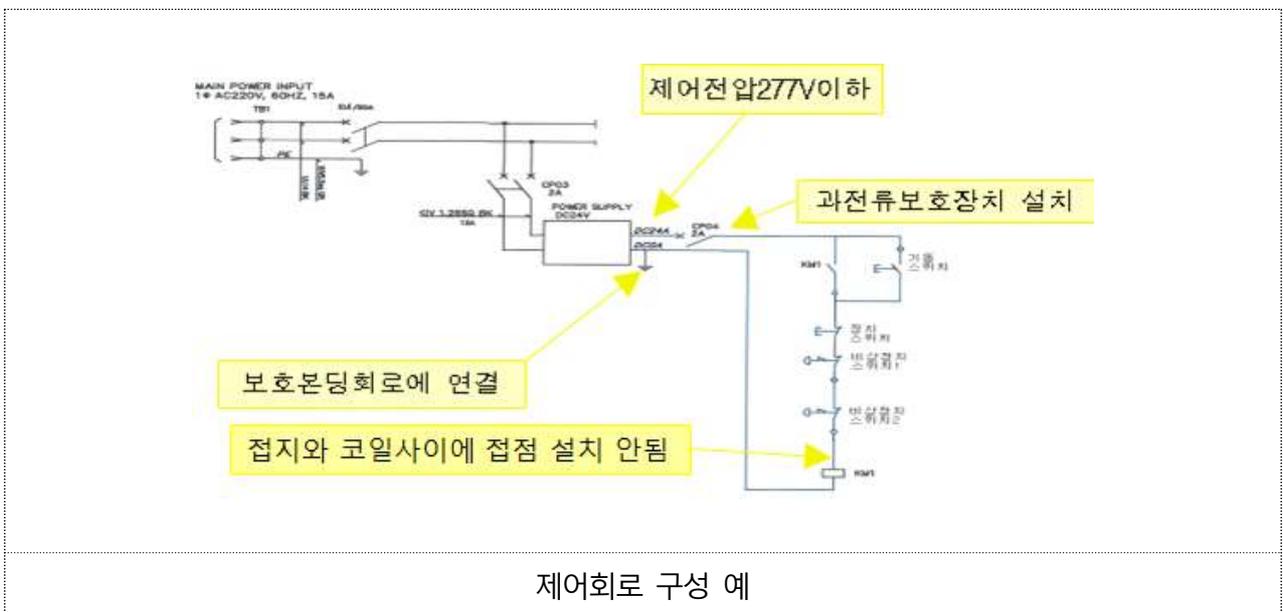
주2) 조작전압: 작업자가 직접 조작하는 누름버튼 스위치 등에 인가되는 전압

[해설]

1. 1·2차 절연 분리된 변압기를 통해 전원이 공급되는 제어회로(즉 변압기 2차측)는 277(V) 이하의 전압으로 구성되어 있어야 한다.
2. 제어회로용 변압기 2차측의 한 단에는 과전류보호장치를 다른 단에는 접지를 실시해야 하며, 이 때 제어용코일과 접지사이에는 접점이 존재하지 않도록 회로를 구성되어 있어야 한다.



3. 우리나라는 NPN형식의 제품을 많이 사용하는 관계로 그림과 같이 회로를 많이 구성하고 있다. 하지만 이는 제어용코일과 접지사이에 접점을 두지 않도록 규정하고 있는 국제기준(KS C IEC 60204-1)에 맞지 않으므로 제어회로 구성 시 주의가 요구된다.



4. 제어회로에 과전류보호장치를 설치할 때 접지단이 같이 차단되도록 주의를 요한다. 또한 상기 예와 같이 제어회로의 전원이 직류(DC)를 사용하는 경우 선의 색상은 "파란색"을 사용해야 한다.

29. 운전모드

- 가. 운전모드 전환 시 위험한 상황이 초래될 우려가 있는 경우에는 키 스위치, 비밀번호 입력 등의 방법이 사용될 것
- 나. 안전장치는 모든 운전모드에서 유효하게 작동될 것
- 다. 모드 선택스위치는 기계운전 스위치로 사용되어서는 아니되며 별도 운전스위치 조작에 의해서만 기계가 작동될 것
- 라. 조작장치에는 운전모드를 구분할 수 있는 표시(문자표시, 표시등을 말한다)가 되어 있을 것

[해설]

1. 몇 가지 제어 또는 운전모드를 통하여 운전이 가능하도록 기계류가 설계된 경우 이로 인한 위험이 발생할 수 있다. 기계류는 특별한 모드(예를 들면, 설정, 유지.보수 등을 위한 모드)를 갖도록 설계 되어질 수 있다.
※ 비상정지 기능을 제외하고 제어모드나 운전모드는 각각의 모드에 대해 독립성을 가져야 한다.
2. 모드 선택기의 각 위치가 각 제어 또는 운전모드와 일치해야 하며, 각각의 위치에서 모드 선택기를 잠글 수 있어야 한다. 또한 어떠한 제어 또는 운전모드가 선택되었는지를 운전자가 명확하게 알 수 있도록 기계에 표시계 등을 제공해야 한다. 여러 제어모드 기능이 필요한 경우에는 로터리식 선택스위치를 이용할 수도 있다. 다만, 안전상 모드 선택스위치의 조작이 통제되어야 하는 경우에는 어떤 모드가 선택되면 선택모드에서 시건이 되어야 하며 허가된 자 이외에는 조작할 수 없도록 하여야 한다.
3. 물리적으로 잠금 가능한 선택기에 대한 대안으로서, 특정 모드에 접근을 위해 비밀번호 기입과 같은 수단을 통하여 설정 또는 유지.보수 모드와 같은 제어 또는 운전모드의 선택이 교육을 받고 승인된 운전자만이 접근할 수 있도록 해야 한다.
4. 기계의 재설정, 유지보수 등을 위해 안전장치 기능의 일시 정지가 필요한 경우에는 다음 중에서 하나의 방식을 선택해야 한다.
 - 1) 가동유지장치(Hold to run device)방식
 - 2) 비상정지기구가 부착된 이동식 제어반(전체작동을 제어할 수 있는 구조)
 - 3) 가동속도, 동력, 가동범위의 제한

30. 비상정지장치

- 가. 비상정지장치는 각 제어반 및 그 밖의 비상정지장치가 필요한 곳에 설치하되, 접근이 용이하게 배치되어 정상적으로 작동될 것
- 나. 비상정지장치는 작동된 이후 수동으로 복귀시킬 때까지 회로가 자동으로 복귀되지 않을 것
- 다. 비상정지장치의 형태는 기계의 구조와 특성에 따라 위험상황을 해소할 수 있도록 다음과 같은 적절한 형태일 것
- 1) 버섯형(돌출) 누름버튼
 - 2) 로프작동형, 봉형
 - 3) 복부 또는 무릎 작동형
 - 4) 보호덮개가 없는 페달형 스위치
- 라. 누름버튼형 비상정지장치의 액추에이터는 적색이고 주변의 배경색은 황색일 것
- 마. 로프작동형 비상정지장치는 상시 로프의 적정 장력이 유지되어야 하며, 로프에 적색과 황색으로 식별이 가능할 것. 다만, 자율안전확인신고 제도 시행 이전 생산·설치된 제품은 식별이 가능한 범위 내에서 로프 색상을 달리할 수 있다.

[해설]

1. 비상정지장치는 운전자가 비상시에 빠르게 접근해서 조작이 가능해야 하기 때문에, 설치되어야 하는 비상정지장치의 수 및 위치는 로봇 셀의 크기와 구성, 운전자 수, 위험 지역의 위치, 작업대 및 관리 지점의 위치를 고려하여 결정해야 한다.
2. 비상정지장치의 누름버튼은 붉은색으로 손으로 작동하는 머리 부분이 돌출된 버섯 형태이어야 하며, 정상작동 되어야 한다.

바. 비상정지장치는 다음 조건을 만족해야 하며, 작동과 동시에 구동부 동력이 차단되는 0정지방식일 것. 다만, 관성 등에 의해 급정지 시 추가적인 위험을 초래할 수 있는 경우에는 1정지방식으로 할 수 있다.

1) 0정지방식의 경우에는 직접배선으로 정지회로를 구성[이하 “하드와이어드(Hard-wired)방식”이라 한다]해야 하며, 작동신호가 전자로직이나 통신회로망을 경유하는 신호전송 방식[이하 “소프트와이어드(Soft-wired)방식”이라 한다]으로 이루어지지 않을 것. 다만, 안전프로그램로직과 같이 안전성과 신뢰성이 입증된 부품을 사용하여 회로를 구성하는 경우에는 소프트와이어드 방식으로 구성할 수 있다.

2) 1정지방식을 채택하는 경우 기계 액추에이터 동력의 최종적인 제거를 위한 전기회로는 하드와이어드 방식으로 구성될 것

주1) 0정지방식: 액추에이터 전원의 즉각적인 차단에 의한 정지

주2) 1정지방식: 액추에이터에는 전원이 공급된 상태에서 기계가 정지한 후 전원이 차단되는 제어정지방식

사. 회로상에 여러 개의 비상정지장치가 설치된 경우, 작동된 모든 비상정지장치가 복귀되기 전에는 기계가 작동되지 않을 것

[해설]

1. 비상정지장치의 요건은 다음과 같다.

- 1) 다른 모든 기능과 작동보다 우선되도록 할 것
- 2) 위험한 상태를 야기 시킬 수 있는 기계의 액추에이터의 전원은 가능한 한 신속히 차단되도록 할 것
- 3) 비상정지 작동 후 복귀시켰을 경우에 재기동 되지 않을 것
- 4) 비상정지는 분류 “0” 또는 “1”정지 방식일 것

범주	정지상태의 설명	비고
0	기계액추에이터의 전원을 즉시 차단하는 정지	
1	기계액추에이터의 정지에 전력을 공급하고 정지 후 전원을 차단하는 정지	

5) “0”정지 방식을 채택한 경우에는 반드시 하드와이어드(Hardwired)회로로 구성되어 있어야 하며, 작동신호가 전자로직(하드웨어 또는 소프트웨어, PLC 또는 마이크로 프로세서)이나 통신회로망을 경유한 신호전송 방식으로 구성되지 않아야 한다.

6) 비상정지 분류의 선정은 위험성 평가에 따라 적절한 방식을 결정할 것

31. 조작버튼 및 전선색상

가. 조작버튼의 색상은 다음과 같을 것

- 1) 조작버튼은 <표 13-2>에 따라 색상 부호화되어 있을 것
- 2) 기동/투입 버튼의 색상은 흰색을 기본으로 하되 회색 또는 흑색도 사용할 수 있으며, 녹색 또한 허용되나 적색은 사용하지 말 것
- 3) 적색은 비상정지 및 비상전원차단 버튼에만 사용될 것
- 4) 정지/차단 버튼의 색상은 흑색을 기본으로 하되 회색 또는 흰색도 사용할 수 있으나 녹색을 사용해서는 아니되며 적색 또한 허용되나 비상정지장치에 근접한 곳에서 사용하지 말 것
- 5) 흰색, 회색 또는 흑색은 교대로 기동/투입 및 정지/차단되는 버튼 색상으로 사용할 수 있으나 적색, 황색 또는 녹색은 사용하지 말 것
- 6) 흰색, 회색 또는 흑색은 버튼은 누르고 있는 동안만 작동하고 누름을 멈추면 작동하지 않는 형식의 버튼에는 사용할 수 있으나 적색, 황색 또는 녹색은 사용하지 말 것
- 7) 복귀 기능 버튼은 청색, 흰색, 회색 또는 흑색일 것. 다만, 이것이 정지/차단 버튼의 역할을 하는 경우 흑색을 기본으로 하되 흰색 또는 회색도 사용할 수 있으나 녹색은 사용하지 말 것

<표 13-2> 조작버튼의 색상 구분 및 의미

색상	의미	설명	적용 예
적색	비상	위험한 상태 또는 비상시 작동	비상정지 스위치 비상기능의 초기화
황색	비정상	비정상 상태 발생 시 작동	비정상 상태를 해소하기 위한 간섭 차단된 자동 주기 재기동 간섭
녹색	정상	정상 상태에서 작동	
청색	의무	의무 작동이 필요한 상태의 작동	복귀 기능
흰색	지정된 의미 없음	비상 정지 이외의 일반적인 기능 개시(비고 참조)	기동/투입(선호됨), 정지/차단
회색			기동/투입, 정지/차단
흑색			기동/투입, 정지/차단(선호됨)

비고: 부호화의 부수적 수단(예: 모양, 위치, 구조)이 조작버튼 식별에 사용되는 경우 흰색, 회색 또는 흑색과 동일한 색상은 여러 기능용으로 사용될 수 있다(예: 기동/투입 및 정지/차단 버튼에 흰색 사용)

나. 표시등의 색상은 다음과 같을 것. 다만, 사업장 자체 기준에 의하여 지정된 색상이 사용된 경우에는 예외로 할 수 있다.

- 1) 작업자의 주의를 끌거나 지정된 절차를 준수하여야 하는 것을 나타내고자 할 경우 적색, 황색, 녹색 및 청색으로 표시할 것
- 2) 명령상태를 확인하거나 변경 또는 전환 시간 종료의 확인이 필요할 경우 청색과 흰색을 사용할 것(필요시 녹색도 사용 가능)
- 3) 표시등의 색상은 <표 13-3>에 따른 기계의 조건(상태)에 관하여 색상 부호화되어 있을 것

<표 13-3> 표시등의 색상 및 의미

색상	의미	설명	조작방법
적색	비상	위험한 상태	위험 상태에서 즉시 작동 (비상정지스위치 작동)
황색	비정상	비정상 상태, 긴급 상태	감시 및 조치(기능 재설정 등)
녹색	정상	정상 상태	선택 사양
청색	의무	조작자의 조치를 요하는 상태	의무 조치
흰색	중립	기타 상태(적색, 황색, 녹색, 청색 적용 모호시 사용)	감시

다. 전선의 색상은 다음과 같을 것. 다만, 부품에 부착된 전선 및 다심케이블(녹황색 조합전선은 제외한다)의 경우 또는 전선에 숫자, 알파벳, 색상 등으로 식별이 가능한 구분표시가 된 경우에는 예외로 할 수 있다.

- 1) 흑색-교류 및 직류 전원선로
- 2) 적색-교류제어회로
- 3) 청색-직류제어회로
- 4) 주황색-외부 전원에서 공급되는 연동장치 제어회로
- 5) 녹색 또는 녹색과 황색 조합-접지
- 6) 청색-중성선

[해설]

1. 31호의 기준에 따라 조작버튼 및 전선색상을 결정하여 작업자가 해당 버튼 및 전선의 올바른 인식이 가능해야 한다.

32. 표시

누름버튼에는 <표 13-4>와 같이 표시되어 있을 것. 다만, 누름버튼표시가 다른 방법으로도 식별이 명확한 경우에는 예외로 할 수 있다.

<표 13-4> 누름버튼 표시

기동	정지	기동과 정지를 교대로 작동하는 누름버튼	누르는 동안만 작동하고 놓았을 때 정지하는 버튼
	○	Ⓜ	Ⓜ

[해설]

1. 누름버튼 자체 또는 근접한 곳에 상기와 같은 표시를 하여 스위치의 정확한 기능을 작업자가 올바르게 인식토록 하여 오조작을 방지할 수 있어야 한다.

33. 경고 표시

전기장치로 인한 감전위험이 있는 곳에는 <그림 13-5>과 같은 경고표지가 부착되어 있을 것



<그림 13-5> 감전위험 경고 표시

[해설]

1. 전기설비에서는 내장된 에너지는 겉으로 봐서는 알 수가 없다. 따라서 마킹이나 경고표시는 중요하며 설치 후의 사용조건, 환경변화나 성능저하를 고려해야 한다.
2. 부착된 관련 경고표지는 쉽게 인식이 가능하고 사용 환경에서 견딜 수 있도록 부착되어 있어야 한다.

산업용 로봇 안전검사대상 적용범위 해설

1. 안전검사 대상

3개 이상의 회전관절을 가지는 다관절 로봇이 포함된 산업용 로봇 셀에 적용

[해설]

1. "다관절 로봇(articulated robot)"이란 팔(메니플레이터의 링크 및 관절이 결합된 것)이 3개 이상의 회전 관절을 가지는 로봇을 말한다.
※ 다관절 로봇이 아닌 로봇 : 직교좌표로봇, 회전관절이 2개 이하인 로봇 등
2. "산업용 로봇 셀"이란 관련된 기계류·장비를 포함한 하나 또는 그 이상의 로봇 시스템과 그 보호영역을 말한다.

▣ 용어 해설 ▣

- ① **산업용 로봇 시스템** : 산업용 로봇 + 말단장치(end effector) + 작업수행에 필요한 센서 등으로 구성된 시스템
- ② **산업용 로봇 셀** : 하나 이상의 산업용 로봇 시스템 + 보호영역

3. 안전검사 대상 "산업용 로봇"은 다관절 로봇이 포함된 산업용 로봇 셀이 적용범위이며, 검사 단위도 "셀"을 기본단위로 한다.

※ 수수료 산정시에는 셀 내부에 있는 산업용 로봇의 댓수에 따라 수수료가 차등 책정된다.
<참조 : 산업안전보건업무수수료고시>

2. 안전검사 제외항목

다만, 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우는 제외

가. 공구중심점(TCP)의 최대 속도가 250mm/s 이하인 로봇으로만 구성된 산업용 로봇 셀

나. 각 구동부 모터의 정격출력이 80W 이하인 로봇으로만 구성된 산업용 로봇 셀

다. 최대 동작영역(툴 장착면 또는 설치 플랜지 wrist plates 기준)이 로봇 중심축으로부터 0.5m 이하인 로봇으로만 구성된 산업용 로봇 셀

라. 설비 내부에 설치되어 사람의 접근이 불가능한 셀. 이 경우 설비는 밀폐되어 로봇과의 접촉이 불가능하며, 점검문 등에는 연동장치가 설치되어 있고 이를 개방할 경우 운전이 정지되는 경우에 한한다.

마. 재료 등의 투입구와 배출구를 제외한 상·하·측면이 모두 격벽으로 둘러싸인 셀. 이 경우 투입구와 배출구에는 감응형 방호장치가 설치되고, 격벽에 점검문이 있더라도 점검문을 열면 정지하는 경우에 한한다.

바. 도장공정 등 생산 품질 등을 위하여 정상운전 중 사람의 출입이 금지되는 장소에 설치된 셀. 이 경우 출입문에는 연동장치 및 잠금장치가 설치되고, 출입문 이외의 개구부에는 감응형 방호장치 등이 설치되어 사람이 접근할 우려가 없는 경우에 한한다.

사. 로봇 주위 전 둘레에 높이 1.8m 이상의 방책이 설치된 것으로 방책의 출입문을 열면 로봇이 정지되는 셀. 이 경우 출입문 이외의 개구부가 없고, 출입문 연동장치는 문을 닫아도 바로 재기동이 되지 않고 별도의 기동장치에 의해 재기동 되는 구조에 한한다.

아. 연속적으로 연결된 셀과 셀 사이에 인접한 셀로서, 셀 사이에는 방책, 감응형 방호장치 등이 설치되고, 셀 사이를 제외한 측면에 높이 1.8m 이상의 방책이 설치된 것으로 출입문을 열면 로봇이 정지되는 셀. 이 경우 방책이 설치된 구간에는 출입문 이외의 개구부가 없는 경우에 한정한다.

[해설]

가. 공구중심점(TCP)의 최대 속도가 250mm/s 이하인 로봇으로만 구성된 산업용 로봇 셀

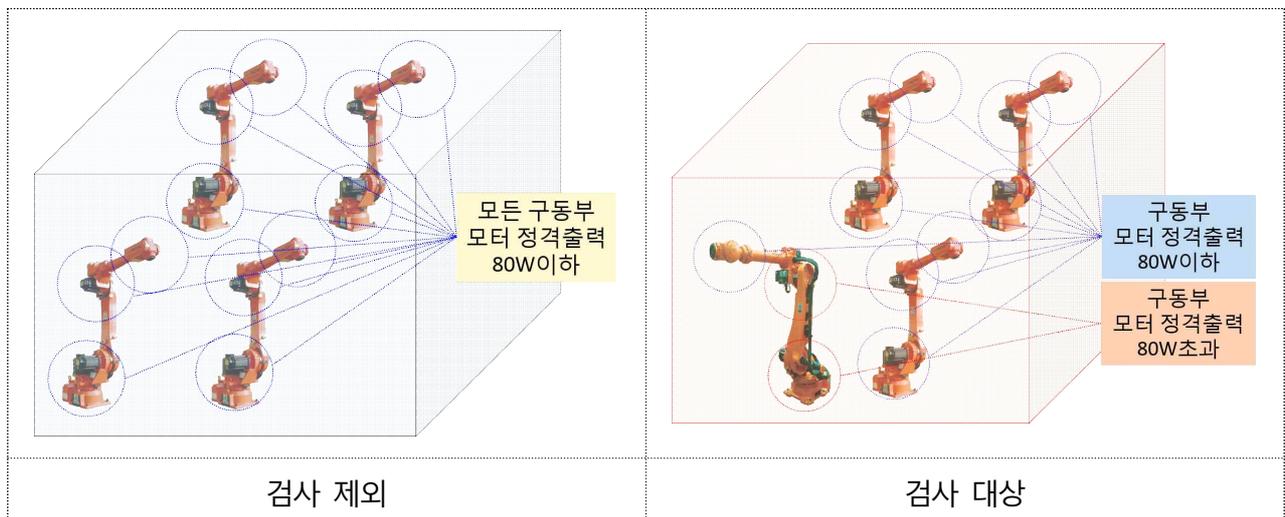
1. 산업용 로봇의 공구중심점(TCP)의 최대 속도가 250mm/s이하로 최대 속도가 낮은 로봇으로만 구성되어 있는 산업용 로봇 셀은 안전검사 대상에서 제외한다.
※ 250mm/s : 로봇의 교시 등에 사용되는 수동운전모드(수동감속모드, T1 또는 교시모드, 티칭 모드)에서 사용할 수 있는 최대 속도

용어 해설

- ① **공구중심점(TCP, Tool Centre Point)** : 산업용 로봇의 매니플레이터 끝단부의 말단장치가 부착되는 면에 설정된 기계접속 좌표계를 기준으로 설정된 점. 기계접속 좌표계는 말단 장치가 부착되는 매니플레이터 종단에 있는 면에 설정된 좌표계를 말한다.

나. 각 구동부 모터의 정격출력이 80W 이하인 로봇으로만 구성된 산업용 로봇 셀

1. 로봇 구동을 위한 각 구동부 모터의 정격출력이 모두 80W이하인 로봇으로만 구성된 산업용 로봇 셀은 안전검사 대상에서 제외한다.
※ 셀 내의 산업용 로봇 중 구동부 모터의 정격출력이 80W이상인 모터가 하나라도 포함되어 있는 로봇이 있다면 그 셀은 검사대상에서 제외되지 않는다.



다. 최대 동작영역(틀 장착면 또는 설치 플랜지 wrist plates 기준)이 로봇 중심축으로부터 0.5m 이하인 로봇으로만 구성된 산업용 로봇 셀

1. 최대 동작영역이 로봇 중심축으로부터 0.5m이하인 소형로봇으로만 구성된 산업용 로봇 셀은 안전검사 대상에서 제외한다.
2. 산업용 로봇의 제조사에서 제공하는 제원표 또는 매뉴얼, 카탈로그 또는 기계본체 표기 등을 확인하여 최대 동작영역을 확인할 수 있다. (참조 : 산업용 로봇 안전검사기준 해설 제15호 배치설계)

라. 설비 내부에 설치되어 사람의 접근이 불가능한 셀. 이 경우 설비는 밀폐되어 로봇과의 접촉이 불가능하며, 점검문 등에는 연동장치가 설치되어 있고 이를 개방할 경우 운전이 정지되는 경우에 한한다.

1. 산업용 로봇이 설비(예:반도체 노광장비 등)의 내부에 설치되어 있고, 설비는 밀폐되어 있어 운전자가 로봇과의 접촉이 불가능한 셀은 안전검사 대상에서 제외한다.
2. 이 경우 설비의 점검을 위한 점검문이 있다면 연동장치가 설치되어 있어, 점검문을 열면 해당 설비의 운전이 정지되는 구조에 한하여 안전검사 대상에서 제외한다.

마. 재료 등의 투입구와 배출구를 제외한 상·하·측면이 모두 격벽으로 둘러싸인 셀. 이 경우 투입구와 배출구에는 감응형 방호장치가 설치되고, 격벽에 점검문이 있더라도 점검문을 열면 정지하는 경우에 한한다.

1. 재료 등의 투입구와 배출구를 제외한 상·하·측면이 모두 격벽으로 둘러싸여 사람이 내부로 넘어 들어갈수 없는 셀로서, 투입구와 배출구는 감응형 방호장치(광전자식 방호장치 등)가 설치되어 있는 셀은 안전검사 대상에서 제외한다.
2. 이 경우, 격벽에 점검문이 있다면 연동장치가 설치되어 있어, 점검문을 열면 해당 설비의 운전이 정지되는 구조에 한하여 안전검사 대상에서 제외한다.

바. 도장공정 등 생산 품질 등을 위하여 정상운전 중 사람의 출입이 금지되는 장소에 설치된 셀. 이 경우 출입문에는 연동장치 및 잠금장치가 설치되고, 출입문 이외의 개구부에는 감응형 방호장치 등이 설치되어 사람이 접근할 우려가 없는 경우에 한한다.

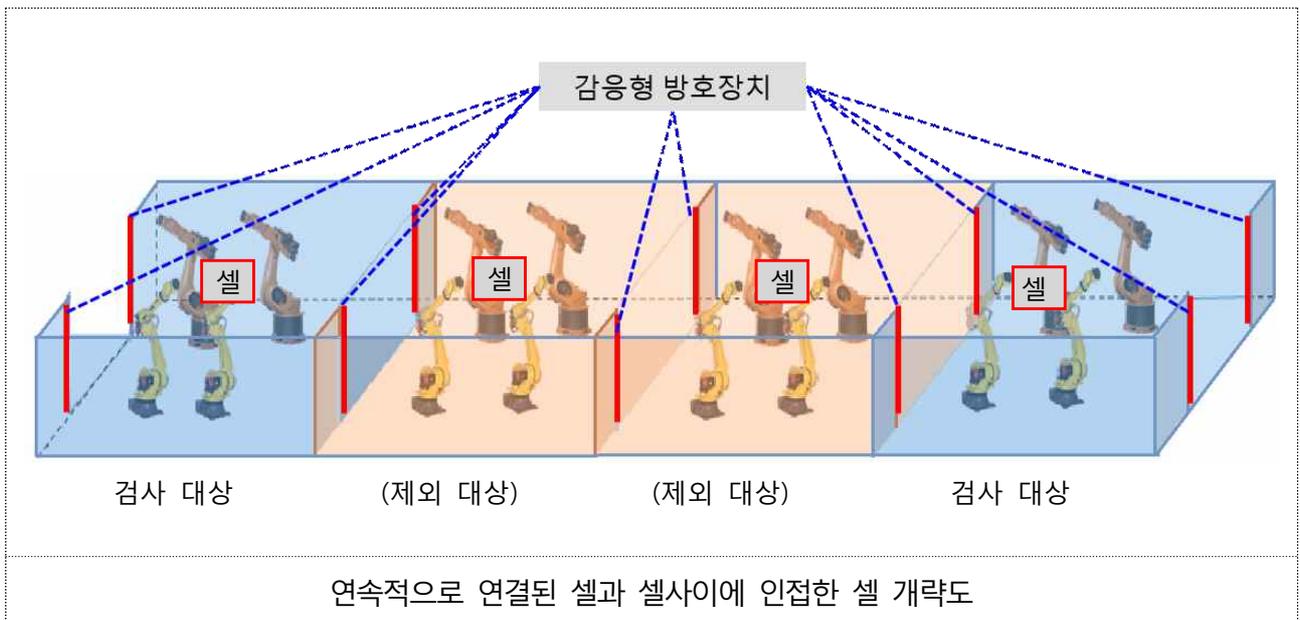
1. 도장공정 등 생산 품질에 민감하여 정상운전 중 사람의 출입이 금지되는 장소에 설치된 셀은 안전검사 대상에서 제외한다.
2. 이 경우, 출입문에는 연동장치 및 잠금장치가 설치되어 있어야 하며, 출입문 이외의 개구부에는 감응형 방호장치에 의해 사람의 접근이 감지되어 로봇이 정지되는 셀에 한하여 안전검사 대상에서 제외한다.

사. 로봇 주위 전 둘레에 높이 1.8m 이상의 방책이 설치된 것으로 방책의 출입문을 열면 로봇이 정지되는 셀. 이 경우 출입문 이외의 개구부가 없고, 출입문 연동장치는 문을 닫아도 바로 재기동이 되지 않고 별도의 기동장치에 의해 재기동 되는 구조에 한한다.

1. 셀의 전 둘레에 1.8m 이상의 방책이 설치된 것으로 방책의 출입문에는 연동장치가 설치되어 있고, 문을 닫아도 바로 재기동 되지 않고 별도의 기동장치에 의해 재기동되는 구조인 셀은 안전검사 대상에서 제외한다.
※ 셀 방책에는 가공물의 투입구 및 배출구를 포함하여 어떠한 개구부도 없는 구조에 한한다.
2. 이 경우 소재의 투입과 가공물의 배출은 지하 피트를 통한 설비 또는 갠트리 로더 등에 의해 방책 위로 투입·배출될 수 있다.

아. 연속적으로 연결된 셀과 셀 사이에 인접한 셀로서, 셀 사이에는 방책, 감응형 방호장치 등이 설치되고, 셀 사이를 제외한 측면에 높이 1.8m 이상의 방책이 설치된 것으로 출입문을 열면 로봇이 정지되는 셀. 이 경우 방책이 설치된 구간에는 출입문 이외의 개구부가 없는 경우에 한정한다.

1. 산업용 로봇 라인의 일부로 셀과 셀사이에 연이어 붙어있는 구조의 셀로서, 각각의 셀 사이에는 방책 및 감응형 방호장치가 설치되어 있어 근로자가 내부로 들어가 셀 사이를 이동하는 경우 이를 감지하여 로봇의 가동이 정지되는 구조의 셀은 안전검사 대상에서 제외한다.
2. 이 경우 셀과 셀사이에 인접한 셀의 방책이 설치된 구간에는 연동장치가 설치된 가동식 방책(출입문)만 있을 수 있으며, 개구부가 존재하지 않는 구조에 한한다.
3. 로봇라인의 처음과 끝에 위치하는 셀은 셀과 셀사이에 인접하는 구조가 아니어서 개구부를 통한 근로자의 접근이 가능하므로 검사대상에서 제외되지 않는다.



산업용 로봇 검사기준 해설

1. 동력전달 부품

가. 전동기 축, 기어, 구동벨트 또는 연결(link)장치 등의 동력전달부에는 고정식 또는 가동식 가드가 설치되어 있을 것

[해설]

1. 산업안전보건법 제33조(유해하거나 위험한 기계·기구 등의 방호조치 등) 제2항 및 시행규칙 제46조(방호조치)제2항제2호에 따라 동력전달부분 및 속도조절부분에는 덮개를 부착하거나 방호망을 설치하도록 규정하고 있다.

산업안전보건법 제33조(유해하거나 위험한 기계·기구등의 방호조치 등)

- ① 누구든지 유해하거나 위험한 작업을 필요로 하거나 동력(動力)으로 작동하는 기계·기구로서 대통령령으로 정하는 것은 고용노동부령으로 정하는 유해·위험 방지를 위한 방호조치를 하지 아니하고는 양도, 대여, 설치 또는 사용에 제공하거나, 양도·대여의 목적으로 진열하여서는 아니 된다.
- ② 누구든지 동력으로 작동하는 기계·기구로서 작동부분의 돌기부분, 동력전달부분이나 속도조절 부분 또는 회전기계의 물림점을 가진 것은 고용노동부령으로 정하는 방호조치를 하지 아니 하고는 양도, 대여, 설치 또는 사용에 제공하거나 양도·대여의 목적으로 진열하여서는 아니 된다.
- ③ 기계·기구·설비 및 건축물 등으로서 대통령령으로 정하는 것을 타인에게 대여하거나 대여받는 자는 고용노동부령으로 정하는 유해·위험 방지를 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.

산업안전보건법 시행규칙 제46조(방호조치)

- ① (생략)
- ② 법 제33조제2항에서 "고용노동부령으로 정하는 방호조치"란 다음 각 호의 방호조치를 말한다.
 1. 작동 부분의 돌기부분은 문힘형으로 하거나 덮개를 부착할 것
 2. 동력전달부분 및 속도조절부분에는 덮개를 부착하거나 방호망을 설치할 것
 3. 회전기계의 물림점(롤러·기어 등)에는 덮개 또는 울을 설치할 것
 4. 제1항 각 호에 따른 방호장치를 설치할 것
- ③ 제1항 및 제2항에 따른 방호조치에 필요한 사항은 고용노동부장관이 정하여 고시한다.

2. 산업안전보건기준에 관한 규칙 제87조(원동기·회전축 등의 위험 방지)에 따라 원동기·회전축 등에는 위험 방지조치를 하도록 규정하고 있다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제46조(원동기·회전축 등의 위험 방지)

- ① 사업주는 기계의 원동기·회전축·기어·풀리·플라이휠·벨트 및 체인 등 근로자가 위험에 처할 우려가 있는 부위에 덮개·울·슬리브 및 건널다리 등을 설치하여야 한다.

용어 해설

- ① **축(軸, shaft)** : 회전 운동에 의해서 동력 혹은 운동을 전하는 막대 모양의 기계요소
- ② **기어(gear)** : 한쌍의 원통 또는 원뿔에 이(齒)를 만들어 서로 맞물려 운동을 전달하는 기계요소. 치차(齒車)
- ③ **구동벨트** : 벨트와 풀리의 마찰에 의해 동력을 전달하는 기계요소
- ④ **연결(link) 장치** : 여러개의 강체를 회저이 자유로운 핀으로 결합하여 각부분의 움직임과 위치가 일정하게 정해진 운동, 즉 구속된 상대운동을 하도록 만든 기구. 로봇에서는 이웃하는 관절을 연결하여 주는 강체를 말한다.
- ⑤ **가드(guard)** : 기계·기구 및 설비의 안전을 확보하기 위한 기본적인 방호장치로서 기계 설비의 외부로 노출되는 회전체, 구동부 및 동력전달장치 등의 돌출부 등 위험요인을 제거하기 위하여 설치하는 울이나 덮개. 특히 기어, 벨트, 체인, 로프 등의 구동부분은 매우 위험하므로 작업자가 접촉하지 않도록 배치함은 물론 반드시 덮개 등을 설치하여야 한다.

나. 가동식 가드에는 신체의 일부가 위험점에 도달하기 전 로봇의 작동이 정지되도록 연동 회로가 구성되어 정상적으로 작동될 것

[해설]

1. 산업용 로봇의 동력전달부에는 고정식 또는 가동식 가드가 설치되어 있어야 하며, 가동식 가드가 설치되어 있는 경우에는 신체의 일부가 위험점에 도달하기 전에 로봇의 동작이 정지되도록 연동회로가 구성되어 정상적으로 작동되어야 한다.

▣ 용어 해설 ▣

- ① **연동회로** : 몇 개의 기계를 전기적 또는 기계적으로 연결하여 한 부분이 작동하면 연결된 다른 부분도 함께 작동되도록 구성된 회로

다. 연동시스템의 성능과 관계된 안전은 제4호의 요건을 만족할 것

[해설]

1. 연동회로 시스템은 제4호(안전관련 제어시스템 성능요건)를 만족하여야 한다.

2. 동력의 손실 또는 변동

가. 로봇에 공급되는 동력이 차단되거나 변동되더라도 주행폭주 또는 불시정지 등의 위험이 초래되지 않고, 동력을 재공급하는 경우에도 로봇이 기동되지 않을 것

[해설]

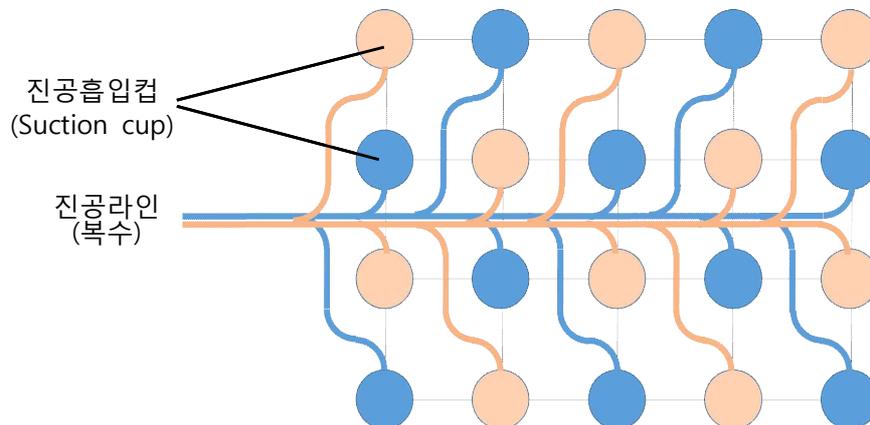
1. 산업용 로봇에 공급되는 동력의 손실 또는 변화로 인하여 위험원이 발생되지 않아야 한다. 또한, 동력을 차단 하였다가 동력을 재공급하는 경우 로봇이 바로 기동되지 않는 구조이어야 한다. (제17호 수동리셋, 기동과 재기동 참조) <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.2.2>

나. 말단장치는 전기, 유·공압, 또는 진공의 상실, 변동에 의한 위험이 초래되지 않을 것. 다만, 이러한 기능을 갖추도록 설계되지 않은 경우에는 근로자를 보호하기 위한 별도의 안전 방호 조치가 되어 있을 것

[해설]

1. 산업용 로봇 시스템에 설치된 말단장치는 에너지의 공급(전기, 유압, 공압, 진공)의 손실 또는 변화로 인하여 위험조건이 발생하지 않도록 설계되고 제작되어야 한다. 예를 들어, 진공 동력의 손실로 인하여 운반중인 물체가 떨어지지 않도록 흡입컵(suction cup)의 진공라인은 복수*로 구성하거나, 운반중인 물체의 낙하로 인한 근로자 부상을 방지하기 위한 조치가 필요하다. <참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.3.10>

※ 하나의 진공라인이 진공을 상실하더라도, 다른 진공라인이 정상적으로 작동되어 운반물체의 떨어짐을 방지하는 구조



진공라인의 복수구성 예

용어 해설

- ① **말단장치(end effector)** : 로봇이 작업을 할수 있도록 매니퓰레이터의 종단면에 부착할 수 있도록 특수하게 설계된 장치를 말하며, 산업용 로봇을 말단장치 종류에 따라 로봇명으로 분류하기도 한다.

제조업용 로봇의 종류 <참고기준 : 2015 로봇산업 실태조사 보고서(산업통상자원부) 부록4>

대 분류	소 분류
이적재용 로봇	팔레타이징 로봇, 자동차 부품 핸들링 로봇, 전기·전자부품 핸들링 로봇, 웨이퍼 반송 로봇(대기용/진공용), 솔라셀용 웨이퍼 반송 로봇, FPD 반송 로봇(대기용/진공용), 기타 이적재용 로봇
공작물 탈착용 로봇	금속가공부품 로딩·언로딩 로봇, 플라스틱 사출품 취출 로봇, 기타 공작물 탈착용 로봇
용접용 로봇	아크용접용 로봇, 스폿용접용 로봇, 선박용접용 로봇, 기타 용접용 로봇
조립 및 분해용 로봇	부품 조립용 및 분해용 로봇, 접착 및 씰링재도포용 로봇, 마킹용 및 라벨링용 로봇, SMD 마운터, 기타 조립분해용 로봇
가공용 및 표면처리 로봇	연마용 및 디버링 로봇, 절단용 로봇, 도장용 로봇, 기타 가공용 및 표면처리 로봇
바이오 공정용 로봇	세포 조작용 및 신약 합성용 로봇, 바이오 분석용 로봇, 기타 바이오 공정용 로봇
시험·검사용 로봇	성능평가용 및 수명시험용 로봇, 치수 및 외관 검사용 로봇, 기타 시험검사용 로봇
기타 제조업용 로봇	제조업 적용 교육 훈련용 로봇, 기타 구분되지 않은 제조업용 로봇

3. 제어장치

로봇에 설치되는 제어장치는 다음 각 목의 요건에 적합할 것
가. 누름버튼은 오작동 방지를 위한 가드가 설치되어 있는 등 불시기동을 방지할 수 있는 구조일 것

[해설]

1. 산업용 로봇의 제어장치에 설치되어 있는 누름버튼은 조작자의 실수로 눌러지지 않도록 가드가 설치되어 있는 등 불시기동을 방지할 수 있는 구조로 설치되어 있어야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.3.2>

나. 전원공급램프, 자동운전, 결함검출 등 작동제어의 상태를 확인할 수 있는 표시장치가 설치되어 있을 것

[해설]

1. 산업용 로봇의 제어장치에는 전원공급램프, 자동운전, 결함검출 등 제어상태를 확인할 수 있는 표시장치가 설치되어 있고 정상작동 되어야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.3.3>

다. 조작버튼 및 선택스위치 등 제어장치에는 해당 기능을 명확하게 구분할 수 있도록 표시되어 있을 것

[해설]

1. 조작버튼 및 선택스위치 등 제어장치에는 기능을 명확하게 구분할 수 있도록 문자 또는 기호로 표시가 되어 있어야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.3.4>

4. 안전관련 제어시스템 성능요건

안전관련 제어시스템에 설치되는 안전관련 부품은 다음 각 목의 요건을 만족할 것. 다만, 위험성평가 결과 별도의 평가기준에 적합한 경우, 해당 기준을 구체적으로 명시하고, 적절한 제한과 주의사항을 포함한 사용정보가 제공되어 있다면 안전관련 제어시스템으로서 적합한 성능을 갖춘 것으로 보며, 자율안전확인신고제도 시행 이전 생산·설치된 제품은 예외로 할 수 있다.

가. 부품에 단일결함이 발생하더라도 안전기능의 상실로 이어지지 않을 것

나. 로봇의 작동 중 단일결함은 다음 주기의 안전기능이 실행되기 이전에 검출될 것

다. 단일결함이 발생한 경우에도 안전기능은 항상 유효한 상태를 유지해야 하고 검출된 결함이 수정되기 전까지 안전한 상태를 유지할 것

[해설]

1. 안전관련 제어시스템에는 전기시스템, 유압시스템, 공압시스템, 소프트웨어 등이 있다.
2. 이러한 안전관련 제어시스템은 기본적으로 이중화 되어 있어 단일결함이 발생하여도 안전기능이 상실되지 않아야 한다. 또한, 단일결함은 다음 주기의 안전기능이 실행되기 이전에 검출되는 구조이어야 하며, 단일결함이 발생하여도 안전기능은 유효하게 유지되어야 하고 검출된 결함이 수정되기 전까지 안전한 상태를 유지하여야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.4.2>
3. 산업용 로봇 시스템에 대하여 포괄적인 위험성평가 결과 위의 2호에서 명시한 것 외에 다른 안전관련 제어시스템 성능이 필요하다고 결정할 수 있으며, 이 경우에는 해당 기준을 구체적으로 명시하고, 적절한 제한 및 주의사항을 사용정보에 포함하여 제공하여야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.4.1, 5.4.3>
4. 산업용 로봇에 대한 자율안전확인신고 제도시행 이전에 생산·설치된 산업용 로봇 시스템은 예외로 할 수 있다.

5. 운전모드 선택

가. 로봇 시스템에는 키 선택 스위치 등 운전모드 선택장치가 있을 것

[해설]

1. 산업용 로봇 시스템에는 키 선택 스위치 등 운전모드(자동모드, 수동모드)를 선택하기 위한 장치가 있어야 하며 정상작동이 가능하여야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.7.1>

나. 운전모드 선택 위치는 명확하게 확인 가능하고, 하나의 운전모드만 선택 가능할 것

[해설]

1. 운전모드 선택 위치는 명확하게 확인 가능하여야 하며, 운전모드는 하나만 선택이 가능하여야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.7.1>

다. 운전모드 선택 스위치는 운전스위치로 사용되어서는 아니되며, 별도 운전스위치 조작에 의해서만 로봇 시스템이 작동될 것

[해설]

1. 운전모드 선택스위치가 운전스위치로 사용되지 않아야 하며, 운전모드 선택 스위치외의 별도의 운전스위치에 의해서만 시스템이 작동되어야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.6.2>
☞ 운전모드 선택스위치 : 자동모드, 수동모드 선택 기능
☞ 운전스위치 : 기동, 중지 조작 기능

라. 조작장치에는 운전모드를 구분할 수 있는 표시(문자표시 등)가 되어 있을 것

[해설]

1. 운전모드 선택장치에는 명확하게 확인이 가능하도록 각각의 선택위치에 대한 문자 또는 기호 표시 등이 되어 있어야 한다.<참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.6.2>

6. 자동운전모드

가. 자동운전모드에서는 방책 등 안전장치가 정상기능을 유지하고 있어야 하며, 보호영역 안으로 사람이 들어가면 보호정지 기능이 작동될 것

[해설]

1. 자동운전모드에서 로봇은 작업프로그램을 실행하므로, 로봇이 정상운전속도로 운전되기 때문에 방책 및 가동식 방책(출입문)에 설치된 인터록 장치는 정상 기능이 유지되고 있어야 하며, 방책이 설치되지 않은 개구부에는 광전자식 방호장치 등 감응형 방호장치가 정상 작동되어 보호영역 안으로 사람이 들어갈 경우 보호정지 기능이 작동 되어야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.7.2, KS B ISO 10218-2 5.6.3.1>

나. 자동운전모드 선택으로 보호정지 또는 비상정지가 리셋 또는 무효화 되지 않을 것

[해설]

1. 운전모드 선택스위치에서 자동운전모드를 선택하였을 경우 보호정지 또는 비상정지가 리셋 되거나 무효화 되지 않아야 한다.<참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.6.3.2>

다. 정지신호가 부여되면 자동운전모드가 해제될 것

[해설]

1. 자동운전모드 상태에서 어떠한 정지(보호정지 또는 비상정지)신호가 부여되면 자동운전모드가 해제되어야 한다. (제16호 로봇 시스템 정지 기능 참조) <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.7.2, KS B ISO 10218-2 5.6.3.1>

라. 자동모드를 선택하는 경우 자동모드의 기동은 보호영역 외부에서 별도의 기동조작에 의해서만 가능할 것

[해설]

1. 자동운전모드를 선택하는 경우, 자동모드를 시작하게 하는 기동은 보호영역 외부에서 별도의 운전스위치 조작에 의해서만 가능하여야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.6.3.3>

다. 자동운전모드에서 다른 운전모드로의 변환은 구동부가 정지된 상태에서만 가능할 것

[해설]

1. 자동운전모드에서 다른 운전모드로 전환하고자 할 경우에는 일단 시스템을 정지시킨 후에 운전모드 전환이 가능하도록 하여야 한다.

7. 수동운전모드

가. 로봇의 미세조정(Jogging), 교시, 프로그램의 작성 및 검증 시 사용되는 수동운전모드(수동감속모드, T1 또는 교시모드, 티칭모드)에서는 로봇의 속도가 초당 250mm를 초과하지 않아야 하고 조작자에 의해서만 작동되도록 해야 하며, 자동운전이 되지 않을 것

[해설]

1. 수동운전모드 중 로봇의 미세조정, 교시, 프로그램의 작성 검증시 사용되는 모드(수동감속모드, T1 또는 교시모드, 티칭모드)에서는 로봇의 속도가 초당 250mm를 초과하지 않아야 하며, 자동운전은 불가능하여야 하고 조작자의 조작에 의해서만 로봇이 작동되어야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.6, 5.7.3~5.7.4, KS B ISO 10218-2 5.6.4>
 - ☞ 수동운전모드는 로봇 축 또는 말단장치에 전원이 가해진 상태에서 보호영역 내부에서 로봇을 제어하려는 모든 장치에 적용되며, 로봇의 수동제어장치 또는 교시제어장치를 사용하여, 전원이 가해진 상태에서 이끌기(lead-through) 교시 장치를 사용하는 경우를 포함한다.
 - ☞ 로봇의 속도는 TCP(공구중심점)의 속도를 말한다.
2. 수동운전모드는 로봇에 교시, 미세조정 등 동작의 셋업을 위하여 사용하는 모드로 대부분 사업장에서는 전담작업자가 지정되어 있으므로, 일반작업자는 수동모드 조작을 해서는 안된다.
 - ☞ FANUC사의 안전매뉴얼에는 **운전자(operator)**, **프로그래머(programmer or teaching programmer)**, **유지보수기술자(maintenance engineer)**의 역할과 조작권한을 분리하여 설명하고 있으며, 운전자는 운전모드 선택 및 펜던트 조작(수동운전모드 조작)이 불가능하고, 수동운전모드 조작은 프로그래머와 유지보수기술자만 가능한 것으로 설명되어 있다.
<참고기준 : FANUC Robot Safety handbook>

나. 초당 250mm 이상의 속도로 구동되는 수동운전모드(수동고속모드, T2 또는 고속프로그램 검증모드)는 다음 요건을 만족할 것

- 1) 프로그램 검증에만 사용될 것
- 2) 초기 속도는 초당 250mm 이하로 설정되어 있을 것
- 3) 펜던트 제어장치에는 속도조절 기능이 구비되어 있어야 하며, 조정된 속도를 확인할 수 있도록 펜던트 화면에 표시될 것

[해설]

1. 수동운전모드 중 프로그램 검증에만 사용하는 모드(수동고속모드, T2 또는 고속프로그램 검증 모드)에서 초기 속도는 초당 250mm 이하로 설정되어 있어야 한다.
 - ☞ 초당 250mm이상 속도로 구동되어 프로그램 검증에 사용하는 수동운전모드는 제조사에 따라 해당기능을 지원하거나 지원하지 않을 수 있다.
2. 만약 프로그램 검증에 사용하는 수동운전모드를 지원한다면, 펜던트 제어장치에는 속도조절 기능이 구비되어 있어야 하며, 조정된 속도를 확인할 수 있도록 펜던트 화면에 표시가 되어야 한다.

8. 펜던트 제어

가. 펜던트 또는 교시제어장치의 조작에 의한 로봇의 동작은 초당 250mm 이하에서 개시될 것

[해설]

1. 펜던트 또는 교시제어장치의 조작에 의한 로봇의 동작은 제7호 수동운전모드에 해당하며, 이 경우 로봇의 동작은 수동감속모드 또는 수동고속모드에 상관없이 초당 250mm미만에서 개시되어야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.8.2, KS B ISO 10218-2 5.7>

나. 펜던트에 초당 250mm 이상의 속도 선택기능이 있는 경우에는 제7호 나목의 요건을 만족할 것

[해설]

1. 펜던트에 초당 250mm이상의 속도 선택기능이 있는 경우, 이 기능을 사용하고자 한다면 제7호 나목의 수동고속모드 관련 사항을 만족하여야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.8.2>

다. 펜던트에 설치된 모든 버튼과 장치는 가동유지(hold-to-run) 방식일 것

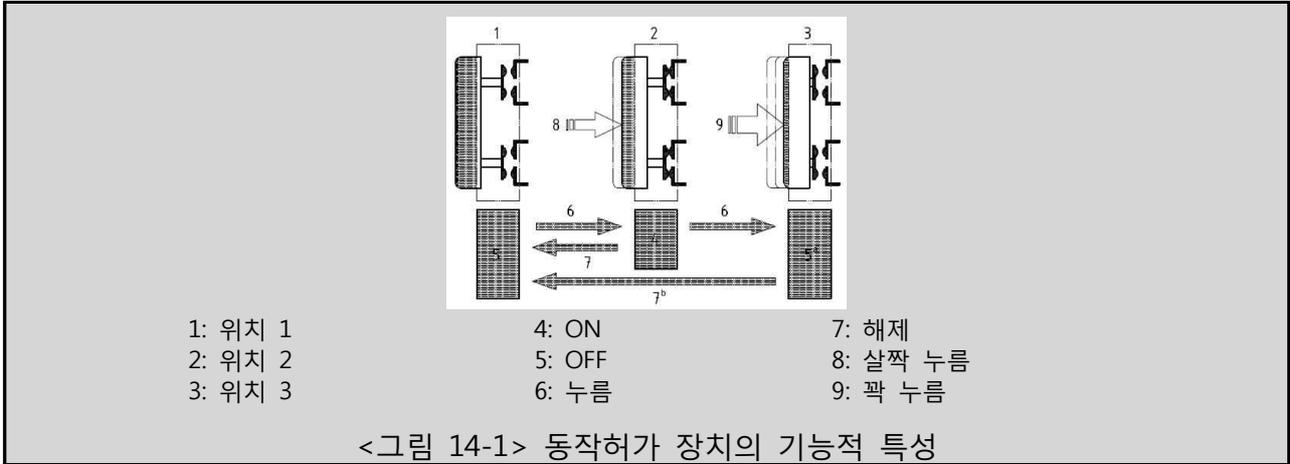
[해설]

1. 펜던트에 설치된 모든 버튼과 장치는 작동신호가 있을 때만 제어되는 방식인 가동유지방식(hold-to-run)이어야 한다.

※ **가동유지방식** : 버튼 등을 누르고 있는 동안만 작동되고, 손을 떼면 작동이 정지되는 방식

라. 펜던트 또는 교시제어장치에는 동작허가 장치(enabling Device, 그림 14-1)를 설치하고 이 장치가 중앙의 활성화 위치에서 연속적으로 유지시키는 경우에만 로봇이 작동될 것. 이 경우 동작허가 장치는 다음 사항을 만족할 것

- 1) 다른 작동제어장치와는 독립적으로 작동될 것
- 2) 중앙의 활성화 위치에서 더 깊이 눌러지거나 해제되는 경우 작동이 중지될 것
- 3) 하나 이상의 동작허가 장치를 이용하여 로봇의 동작을 제어하는 경우에는 모든 동작허가 장치가 중앙의 활성화 위치에 있는 경우에만 로봇의 작동이 가능할 것
- 4) 동작허가 장치를 떨어뜨린 경우에도 로봇의 작동이 개시되는 등의 고장이 발생되지 않을 것
- 5) 협동로봇 중 본질적인 안전설계 대책 및 안전정격 제한 기능에 의해 동작허가 장치를 대신하여 안전성이 확보된 경우에는 동작허가 장치가 없어도 되나, 안전정격 제한 기능을 사용할 경우 그 기능은 항상 활성화 되어 있을 것



[해설]

1. 펜던트에는 세 개의 제어위치를 갖는 동작허가장치가 있어야 하며, 중앙의 활성화 위치를 유지할 경우에만 로봇이 작동되어야 한다. 만약 동작허가장치가 여러개인 경우에는 모든 동작허가장치가 활성화 위치에 있는 경우에만 로봇의 작동이 가능하여야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.8.3, KS B ISO 10218-2 5.3.15, KS B ISO TS 15066 5.4.5>

※ **동작허가장치(enabling device 또는 3-position switch)** : 스위치 또는 버튼을 적절한 힘으로 누르고 있는 상태에서만 로봇의 동작이 가능하며, 비상시 조작자가 버튼을 세게 누르거나 놓으면 로봇의 동작이 멈추도록 구성된 안전장치

☞ 협동로봇 중 본질적인 안전설계 대책 또는 안전정격 제한 기능에 의해 동작허가장치의 이용으로 달성가능한 수준으로 위험성 감소가 가능한 경우 동작허가 장치가 없어도 됨. 다만, 안전정격 제한 기능에 의존하는 협동로봇 시스템은 항상 안전정격 제한 기능이 활성화 되어 있어야 함

※ 동작허가장치(enabling device 또는 deadman switch)는 로봇 제조사에 따라 부착 위치 및 수량이 다르며, 펜던트 후면에 좌우 2개의 동작허가장치가 있는 경우(오른손잡이와 왼손잡이를 고려한 구조임)는 장치간 제어연결이 병렬구조로 1개의 동작허가장치만 작동하여도 조작이 가능하다.

마. 펜던트 또는 교시제어장치에는 비상정지장치가 설치되어 있을 것

[해설]

1. 펜던트 또는 교시제어장치에는 비상정지장치가 설치되어 있고, 정상 작동되어야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.8.4>

바. 자동운전은 펜던트 또는 교시제어장치의 조작만으로 자동운전모드로 전환되지 않고 보호영역 밖에 설치된 별도의 장치를 조작한 후에만 가능할 것

[해설]

1. 펜던트 스위치의 버튼 조작만으로 자동운전모드 조작이 가능할 경우 셀 내부에서 조작자가 자동운전을 실행시켜 위험한 상황이 발생할 수 있으므로 로봇의 자동운전 모드 기동은 보호영역 외부에 설치된 별도의 기동 장치 조작에 의해서 기동되어야 한다. (제6호 자동운전모드 및 제 17호 수동리셋, 기동과 재기동 참조) <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.8.5>

사. 무선펜던트 또는 무선교시제어장치를 사용하는 경우에는 다음 요건에 적합할 것

- 1) 펜던트의 활성화 상태가 펜던트 화면 등에 표시될 것
- 2) 수동운전모드에서 통신장애 발생 시 보호정지기능이 작동되고 통신 재개 후에도 별도의 조작에 의해서만 로봇의 동작이 재개될 것

[해설]

1. 무선펜던트 또는 무선교시제어장치를 사용하는 경우 펜던트의 화면 등에 활성화 상태가 표시되어야 하며, 수동운전모드에서는 통신장애 발생시 보호정지기능이 작동되어야 하며, 통신이 재개된 후에는 자동으로 운전이 재개되어서는 안되며 별도의 기동조작에 의해 로봇의 동작이 재개되어야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.8.6, KS B ISO 10218-2 5.7.2>

아. 펜던트에 줄이 달린 경우, 교시작업자가 안전하게 작업을 수행할 수 있도록 줄의 길이가 충분할 것

[해설]

1. 펜던트에 줄이 달린 경우 교시자가 안전하게 작업을 수행할 수 있도록 줄의 길이가 충분하여야 한다. 예를 들어 줄의 길이가 짧아서 교시점까지 가기 위해서 장비를 넘어가는 등의 문제가 없도록 길이가 충분하여야 하며, 줄은 사용되는 환경조건에 견딜수 있어야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.7.1>
2. 펜던트는 손상 가능성이 없도록 안전하게 보관되어야 한다.
<참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.7.1>

9. 동시동작 제어

가. 한대 이상의 로봇 제어를 연결하여 사용할 수 있는 교시펜던트는 각각의 로봇을 독립적 또는 동시에 동작시킬 수 있을 것

[해설]

1. 하나의 펜던트에 여러 대의 로봇제어기가 연결될 수 있으며, 이 경우 펜던트는 하나 이상의 로봇을 독립적으로 동작시킬 수도 있고, 동시동작 시킬 수도 있다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.9, KS B ISO 10218-2 5.7.3>

나. 동시 작동을 위해 선정된 각각의 로봇은 동일한 운전모드에서만 작동되도록 해야 하고 작동상태가 조작장치에 표시될 것

[해설]

1. 동시 동작을 위해 설계된 로봇 시스템의 모든 로봇은 동일한 운전모드(수동 또는 자동, 전원이 켜져 있거나 꺼져 있는 등)에 있어야 한다.

다. 선택된 로봇만이 활성화되고 보호영역 내에서 로봇이 활성화되었는지를 명확하게 확인할 수 있는 시각적으로 표시될 것

[해설]

1. 로봇이 동시동작에 포함되기 위하여 각 로봇은 동작되기 전에 개별적으로 선택되어야 하며, 선택된 로봇만이 활성화되어야 하고, 활성화된 모든 로봇의 상태표시가 보호영역내에서 확실하게 표시되어야 한다.

라. 활성화되지 않은 로봇에 의한 불시기동이 발생되지 않아야 하고 제4호의 안전관련 제어시스템 성능요건을 만족할 것

[해설]

1. 동시동작 제어시 활성화되지 않은 로봇의 불시기동이 발생하지 않아야 한다.
2. 동시동작 제어 시스템은 제4호(안전관련 제어시스템 성능요건)을 만족하여야 한다.

10. 협동운전 요구사항

가. 협동운전을 위해 설계된 로봇에는 협동운전 상태임을 표시할 수 있는 시각 표시가 설치되어 있을 것

[해설]

1. 협동로봇 시스템의 운전특성은 전통적인 산업용 로봇의 설치, 운전방식과는 크게 다르다. 협동 운전에서는 운전자는 로봇 구동기에 전원이 들어가 있는 상태에서 로봇 시스템에 근접하여 작업할 수 있으며, 협동작업 영역 안에서 운전자와 로봇 시스템 사이에 물리적 충돌이 일어날수도 있다. 따라서, 모든 협동로봇 시스템의 설계시 협동로봇이 운전중일 때 운전자의 안전을 보장할 수 있는 보호수단이 요구된다.
2. 협동운전을 위해 설계된 로봇에는 협동운전 상태임을 표시할수 있는 시각적인 표시장치가 설치되어 있어야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.10.1>

나. 작업자가 로봇과 직접적으로 접촉할 수 있는 협동운전 영역은 바닥표시 등으로 명확하게 표시되어 있을 것

[해설]

1. 작업자가 로봇과 직접적으로 접촉할 수 있는 협동운전 영역은 바닥표시, 사인 등으로 명확하게 표시되어 있어야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.11.3>

다. 협동운전 로봇시스템의 로봇 팔, 부가 장치, 작업물 등으로부터 주변 건축물, 구조물, 방책 등까지는 최소 0.5m이상의 여유공간이 있거나, 여유공간이 없을 경우 근로자가 갇힘 또는 끼임 위험을 방지하기 위하여 로봇 동작을 중지시키는 부가 보호장치가 설치되어 있을 것

[해설]

1. 협동운전 로봇 시스템은 주변 건축물, 구조물, 방책 등까지 최소 0.5m 이상의 여유공간이 있거나 여유공간이 없을 경우 근로자가 갇힘 또는 끼임 위험원으로부터 0.5m 내에 있을 때는 로봇의 동작을 중지시키는 부가 보호장치를 설치하여야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.11.3>

라. 협동운전 동안 작업자는 언제든지 단순 동작으로 로봇작동을 정지시킬 수 있거나 협동운전 영역에서 빠져 나오는데 방해 받지 않는 수단이 있을 것

[해설]

1. 협동운전이 진행되는 동안 작업자는 언제든지 단순한 동작만으로 협동로봇을 정지시킬 수 있거나 협동운전 영역에서 빠져 나오는데 방해 받지 않는 수단이 설치되어 있어야 한다. <참고 기준 : KS B ISO TS 15066 5.4.3>

11. 협동운전

협동운전을 위해 설계된 로봇의 경우 한국산업표준(KS B ISO 10218-1, 10218-2 및 KS B ISO TS 15066)]에서 정하고 있는 안전 기준 또는 국제적(ISO 10218-1,10218-2 및 ISO TS 15066)으로 통용되는 안전기준에 따라 설치해야 한다.

[해설]

1. 협동운전 관련한 한국산업표준 및 국제기준은 다음과 같다. <참조기준 : KS B ISO 10218-1 5.10.2.~5.10.5, KS B ISO 10218-2 5.11.5, KS B ISO TS 15066 5.5>

협동운전 관련한 한국산업표준 및 국제기준

구 분	기 준	명 칭
한국산업표준	KS B ISO 10218-1:2011	로봇 및 로봇장치 - 산업용 로봇의 안전에 관한 요구사항 - 제1부 : 로봇
	KS B ISO 10218-2:2012	로봇 및 로봇장치 - 산업용 로봇의 안전에 관한 요구사항 - 제2부 : 로봇 시스템 및 통합
	KS B ISO TS 15066:2016	로봇 및 로봇장치 - 협동로봇
국제기준	ISO 10218-1	Robots and robotic devices - Safety requirements for industrial robots - Part 1 : Robots
	ISO 10218-2	Robots and robotic devices - Safety requirements for industrial robots - Part 1 : Robot systems and integration
	ISO TS 15066	Robots and robotic devices - Collaborative robots

※ 한국산업표준은 ISO기준 내용을 기초로 기술적인 내용 및 대응표준의 구성을 변경하지 않고 작성함.

2. "협동로봇(collaborative robot)"이란 정의된 협동영역 내에서 인간과 직접 상호작용하도록 설계된 로봇을 말한다.

3. KS B ISO 10218-1, KS B ISO 10218-2 및 KS B ISO TS 15066에 정의된 협동로봇 운전은 다음과 같다.

조항	협동운전 방법	위험저감 방법
5.10.2	안전정격 감시 정지 (Safety-rated monitored stop)	협동작업 영역에 사람이 있을 경우에는 로봇의 동작 정지
5.10.3	핸드가이딩 (Hand guiding)	동작허가장치를 통한 직접 조작시에만 로봇 동작
5.10.4	속도 및 위치 감시 (Speed and seperation monitoring)	로봇과 사람이 안전거리 이상인 경우에만 로봇 동작
5.10.5	동력 및 힘 제한 (power and force limiting by inherent design or control)	로봇과 사람의 접촉시 사람에게 상해를 가하지 않는 제한된 크기의 힘만 전달

12. 축의 운동범위 제한

가. 로봇의 구동축에는 운동범위를 제한하기 위하여 다음의 요건을 만족하는 제한장치가 설치되고 정상적으로 작동할 것

- 1) 주축에는 기계적 멈춤 장치가 있을 것
- 2) 2축 및 3축(두 번째와 세 번째로 이동거리가 큰 축)에는 기계적 또는 다른 방식의 제한장치가 있을 것
- 3) 기계적 멈춤 장치는 매니퓰레이터의 최대/최소 신장상태에서 정격 하중, 최대 속도 조건에서 로봇동작을 정지시킬 수 있는 충분한 강도일 것

[해설]

1. 로봇의 축제한 기능에는 기계적 축 제한장치와 소프트웨어에 의한 연성 축 제한장치가 있다.
<참조기준 : KS B ISO 10218-1 5.12.3, KS B ISO 10218-2 5.4.3~5.4.4>
2. 주축(가장 이동거리가 큰 축)의 동작을 제한하기 위해서는 기계적 멈춤장치가 있어야 하며, 2축 및 3축(두 번째와 세 번째로 이동거리가 큰 축)에는 기계적 또는 비기계적 제한장치가 있어야 한다.
3. 기계적 제한장치는 정격부하, 최대속도 조건, 최대 및 최소 신장된 상태에서 로봇을 정지할 수 있어야 한다.

나. 기계적 제한장치 이외의 경우 제어회로의 성능은 제4호의 안전관련 제어시스템 성능요건을 만족해야 하며 로봇 제어기 및 작업 프로그램으로 인하여 제한장치의 설정이 변경되지 않을 것

[해설]

1. 비기계적 제한장치는 전기, 공압 또는 유압에 의해 위치제어되는 정지장치 또는 로봇 동작을 제한하고 제한영역을 설정하기 위하여 사용되는 리미트스위치, 광전자식 방호장치, 레이저 스캐너 및 풀 코드 등을 말한다.
2. 축의 운동범위를 제한하는 방법으로 소프트웨어에서 정의한 값으로 로봇동작을 제한하는 연성제한(soft limit)도 사용가능하다. <참조기준 : KS B ISO 10218-1 5.12.3, KS B ISO 10218-2 5.4.3>
☞ 안전정격 연성제한(safety-rated soft limit)은 로봇이 최대 정격부하 및 속도에서 정지될 수 있다면 제한영역(restricted space)을 정의하고 축소하는데 사용될 수 있다. 이러한 제한범위

(restricted reach)는 정지시 이동되는 거리를 고려하여 실제 예상되는 정지위치로 정의하여야 한다.

- ☞ 수동운전모드는 로봇 축 또는 말단장치에 전원이 가해진 상태에서 보호영역 내부에서 로봇을 제어하려는 모든 장치에 적용되며, 로봇의 수동제어장치 또는 교시제어장치를 사용하여, 전원이 가해진 상태에서 이끌기(lead-through) 교시 장치를 사용하는 경우를 포함한다.

3. 비기계적 제한장치는 제4호(안전관련 제어시스템 성능요건)을 만족하여야 한다.

13. 전기 접속 기구

전기 접속구 등 로봇에 연결되는 전기 접속장치는 임의로 분리되지 않는 방식일 것

[해설]

1. 전기접속장치는 분리되거나 끊어지는 경우 위험을 초래할 수 있으므로, 부주의에 의하여 분리되지 않도록 설계·제작된 것을 사용하여야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.15>

14. 명판 등의 표시

각 로봇에는 다음 각 목의 사항을 보기 쉬운 곳에 쉽게 지워지지 않는 방법으로 표시되어 있을 것
가. 제조자의 이름, 모델명, 제조연월
나. 전기 또는 유·공압 시스템에 대한 공급사양
다. 부하 능력

[해설]

1. 산업용 로봇에는 최소한 제조자명, 모델명, 제조연월, 전기 또는 유공압 시스템 공급사양, 부하 능력 등이 표기된 명판이 부착되어 있어야 한다.
※ 산업용 로봇 셀에도 안전한 의사소통을 위하여 각 셀의 명칭을 표기한 명판을 부착하는 것이 바람직하다.

15. 로봇 시스템 배치설계

작업영역, 접근 및 여유 공간을 위한 로봇 시스템의 배치는 다음 각 목에 적합할 것

가. 로봇의 최대영역을 확인하여 제한영역 및 작업영역을 설정하고, 로봇과 건물 기둥 등의 장애물 사이에 여유 공간이 있을 것

나. 보행자 통로 등 안전한 통행을 위한 통로가 확보되어 있을 것

다. 제어시스템 접근 및 경로가 안전할 것

라. 점검, 청소, 수리, 유지보수 등을 위한 접근 시의 안전통로가 확보되어 있을 것

마. 배선 또는 기타 위험원으로 인한 미끄러짐, 헛디딤, 넘어짐 위험이 없을 것

바. 전선 선반(cable tray)등으로 인한 위험이 없을 것

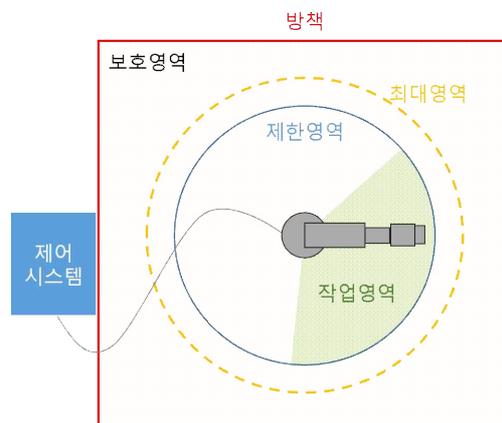
[해설]

1. 산업용 로봇 시스템을 배치할 경우 로봇이 갖는 최대영역을 확인하여 제한영역 및 작업영역(운전 영역)을 설정하여야 하며, 로봇과 건물기둥 등의 장애물 사이에 여유공간이 있어야 한다.

<참고기준 : KS B ISO 10218-2 4.2>

용어 해설

- ① **최대영역(maximum space)** : 제조자에 의해서 정의되는 로봇의 가동 부분에 의해 도달 가능한 영역에 말단장치와 작업물에 의해 도달 가능한 영역을 합한 영역
- ② **제한영역(restricted space)** : 최대영역의 일부로, 제한 장치(limiting devices)에 의해 산업용 로봇의 작동범위가 제한되는 영역
- ③ **작업영역(운전영역, operating space, operational space)** : 제한영역의 일부로 작업 프로그램에 의한 모든 동작을 수행하기 위하여 실제로 사용되는 영역
- ④ **보호영역(safeguarded space)** : 방책 등 주변 안전장치에 의해 정의된 영역



보호영역, 최대영역, 제한영역 및 작업영역

2. 산업용 로봇 시스템의 배치는 안전한 통로의 확보, 미끄러짐, 헛디딤, 넘어짐 위험이 없도록 배치되어야 하며, 전선 선반 등이 위험요인으로 작용하지 않도록 안전하게 배치되어 있어야 한다.
<참고기준 : KS B ISO 10218-2 4.2, 5.5.2>

사. 자동운전 동안 접근이 필요한 운전 제어기와 보조장비(용접 제어기, 공압 밸브 등)는 보호 영역 외부에 위치할 것

[해설]

1. 산업용 로봇 시스템이 자동운전되는 동안 필요한 운전제어기와 용접제어기 및 공압밸브 등 보조장비는 보호영역 외부에 설치되어 있어야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.3.2>
- ☞ 보조장비가 보호영역 내부에 있으나 보호영역 외부에서 안전한 조작성이 가능한 경우는 적절한 것으로 인정할 수 있다.

16. 로봇 시스템 정지 기능

모든 로봇 시스템은 보호정지 및 별도의 비상정지 기능을 가질 것

[해설]

1. 모든 로봇 시스템은 보호정지 및 별도의 비상정지 기능을 가져야 한다.

가. 비상정지 기능

- 1) 로봇 시스템은 시스템의 모든 관련부분에 대하여 작동되는 단일 비상정지 기능을 가질 것
- 2) 다중 로봇 또는 다중 셀의 경우 제어범위를 나눌 수 있으며, 제어범위는 비상정지 장치 근처에 문자 또는 기호로 명확하게 표시되어 있을 것
- 3) 제어위치가 2개 이상인 경우, 각 제어위치에 설치된 비상정지장치는 항상 그 기능을 유지할 것
- 4) 다른 모든 로봇 제어보다 우선권을 가지며, 비상정지 시 로봇 구동기로부터 구동동력을 제거하고, 초기화되기 전까지 정지상태를 유지할 것
- 5) 초기화는 수동으로만 이루어져야 하며, 초기화 후에 바로 재기동되는 것이 아니라 별도의 기동조작에 의해 기동될 것
- 6) 비상정지회로의 성능은 제4호 안전관련 제어시스템 성능요건을 만족할 것

[해설]

1. 로봇 시스템은 시스템의 모든 관련부분(로봇 본체, 말단장치, 작업수행에 필요한 센서 등)에 대하여 작동되는 단일 비상정지 기능을 가져야 한다.
2. 셀 내 로봇이 여러대인 경우 또는 셀이 여러개 연속되어 있는 경우에 비상정지장치의 제어범위를 나눌 수 있으며, 제어범위는 비상정지장치 근처에 문자 또는 기호로 명확하게 표시되어 있어야 한다.
3. 비상정지 제어위치가 2개 이상인 경우, 각 제어위치에 설치된 비상정지장치는 모두 비상정지 기능을 정상적으로 유지하고 있어야 한다.
4. 비상정지 기능은 다른 모든 로봇 제어보다 우선권을 가지며, 모든 위험원을 정지시키고, 로봇 구동기로부터 구동동력을 제거, 초기화 되기 전까지는 비상정지의 작동상태를 유지하여야 한다.
6. 비상정지 기능의 초기화는 수동으로만 이루어져야하며, 초기화 후에 바로 재기동 되는 것이 아니라 별도의 기동장치에 의해서만 기동되어야 한다.

나. 보호정지 기능

- 1) 로봇 시스템은 외부 보호장치와 연결하기 위한 하나 이상의 보호정지회로를 구비하고 있을 것
 - 2) 보호정지회로는 작동 시 로봇동작 정지, 액추에이터 동력 제거 및 로봇에 의해 제어되는 모든 위험원에 대한 제어가 가능할 것
 - 3) 보호정지는 수동 또는 제어로직에 의해 기동될 것
 - 4) 적어도 하나 이상의 보호정지 기능은 0정지방식 또는 1정지방식일 것
- 주1) 0정지방식: 액추에이터 전원의 즉각적인 차단에 의한 정지
주2) 1정지방식: 액추에이터에는 전원이 공급된 상태에서 기계가 정지한 후 전원이 차단되는 제어정지방식
- 5) 보호정지회로의 성능은 제4호 안전관련 제어시스템 성능요건을 만족할 것

[해설]

1. 로봇 시스템은 외부 보호장치(감응형 방호장치, 출입문 연동장치 등)들과의 연결을 위해 설계된 하나 이상의 보호정지 기능을 갖추어야 한다.
2. 보호정지 기능은 모든 로봇 동작정지, 구동기 동력제거 및 로봇에 의해 제어되는 모든 위험원에 대한 제어가 가능해야 하며, 수동 또는 제어로직에 의해 기동되어야 한다.
3. 적어도 하나 이상의 보호정지기능이 0정지방식 또는 1정지방식이어야 하며, 구동력은 제거되지 않지만 로봇이 멈춘 후 정지조건을 감시하는 2정지방식을 사용한 추가적인 정지기능을 가질 수 있다.
※ 2정지방식 : 액추에이터에 전원이 인가된 상태에서 제어기능에 의해 동작만 정지되는 방식
10. 비상정지회로 및 보호정지회로의 성능은 제4호(안전관련 제어시스템 성능요건)를 만족하여야 한다.

용어 해설

- ① **보호정지(protective stop)** : 안전을 목적으로 정해진 순서에 따라 동작이 중단되는 운전 중단 형태로, 재기동을 위하여 프로그램 논리를 유지하는 것을 말한다.
 - ② **2정지방식** : 액추에이터에 전원이 인가된 상태에서 제어기능에 의해 동작만 정지되는 방식
-

비상정지와 보호정지의 비교 <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.5, KS B ISO 10218-2 5.3.8>

구 분	비상정지	보호정지
기동수단의 위치	운전자가 신속하고, 방해없이 접근이 가능한 곳	보호장치의 위치는 KS B ISO 13855*에서 설명되어 있는 안전거리 계산식에 따라 결정됨
기동	수동	수동 또는 자동 또는 안전관련 기능에 의해 자동으로 기동
안전관련 제어시스템 성능	제4호 안전관련 제어시스템 성능요건을 만족하여야 함	제4호 안전관련 제어시스템 성능요건을 만족하여야 함
초기화	수동에 의해서만 초기화	수동 또는 자동
사용빈도	가끔	가변적이며, 드물게 발생하는 모든 작업에서 사용
목적	비상시	안전보호 또는 위험도 감소
영향	모든 위험원에 에너지원 제거	보호된 위험원을 안전 제어

※ KS B ISO 13855 기계안전-인체부위의 접근속도와 관련한 방호설비의 위치선정

17. 수동 리셋, 기동과 재기동

로봇 시스템은 예기치 않은 기동을 방지하기 위하여 다음 각 목에 적합할 것
가. 기동과 재기동은 모든 안전기능 및 보호 대책이 정상 작동 시에만 가능할 것

[해설]

1. 로봇 시스템은 예기치 않은 기동으로 인한 재해발생 위험을 예방하기 위하여 기동과 재기동은 모든 안전기능 및 보호대책이 정상작동시에만 가능하도록 설계되어 있어야 한다. <참조기준 : KS B ISO 10218-2 5.6.3.4>

☞ '모든 안전기능 및 보호대책'이라 함은 시스템에 설치된 로봇에 자체 내장된 안전과 관련된 기능과 시스템에 설치된 비상정지장치, 연동장치, 감응형 방호장치(안전매트, 라이트커튼, 레이저스캐너 등)을 말한다.

나. 동력 공급이 중단되었다가 재개되는 경우 위험한 동작이 자동으로 시작되는 것을 방지하기 위하여 기동 연동장치가 설치되어야 하며, 수동조작에 의해서만 리셋될 것

[해설]

1. 동력공급이 중단되었다가 재개되는 경우 자동으로 운전이 시작되는 것을 방지하기 위하여 기동 연동장치가 설치되어 있어야 하며, 수동조작에 의해서만 리셋 되어야 한다.

☞ 기동 연동장치는 전원공급이 중단되었다가 재개되는 경우에 시스템의 운전이 자동으로 시작 되어 작업자가 위험에 노출되는 것을 방지하기 위하여 설치되는 장치이다.

다. 기동과 재기동 제어는 보호영역 밖에서 수동으로 조작되어야 하며, 보호영역 안에서는 활성화가 불가능할 것

[해설]

1. 운전자가 보호영역 내부에서 기동과 재기동 제어가 가능한 구조일 경우, 로봇과의 충돌에 의한 위험이 발생할수 있으므로 기동과 재기동 조작은 보호영역 밖에서만 수동으로 조작되어야 한다.

라. 기동과 재기동 제어장치의 위치는 보호 영역을 확실하게 볼 수 있는 곳에 위치할 것. 다만, 보호 영역에 대한 시야 확보가 어려운 경우에는 다음 중 어느 하나에 따를 것.

- 1) 보호영역 안에 있는 작업자를 검출할 수 있는 감지장치 설치
- 2) 출입문을 열어 놓은 상태로 고정할 수 있는 수단 설치
- 3) 보호영역 내부에 추가적인 시간제한 리셋 장치 설치
- 4) 보호영역 내부에서 충분히 인지할 수 있는 청각·시각 경고신호 발생 및 충분한 탈출시간 제공

마. 라목의 4)에 따르는 경우에는 보호영역 안에 작업자가 쉽게 접근 가능한 위치에 충분한 수의 비상정지 장치를 설치할 것

[해설]

1. 기동과 재기동 제어장치의 위치는 보호영역을 확실하게 볼수 있는 곳에 위치하여야 한다.
2. 기동과 재기동 제어장치의 위치는 보호영역을 확실하게 볼수 있는 곳에 위치하여야 하나, 보호 영역에 대한 시야확보가 어려운 경우 다음 중 하나 이상의 조치를 하여야 한다.
 - 가. 보호영역 내부의 작업자를 검출할 수 있는 안전매트, 광전자식 방호장치, 레이저 스캐너 등 감지장치를 설치
 - 나. 출입문을 열어놓은 상태로 고정할수 있는 수단 설치
 - 다. 보호영역 내부에 추가적인 시간제한 리셋장치를 설치
 - 라. 보호영역 내부에서 충분히 인지할수 있는 청각 및 시각 경고신호 발생시키고 충분한 탈출 시간을 제공
3. 보호영역에 대한 시야확보가 어려워 보호영역 내부에서 충분히 인지할 수 있는 청각 및 시각 경고신호를 발생시키고 충분한 탈출시간을 제공하도록 시스템이 설치된 경우에는, 보호영역의 내부에 작업자가 인식하기 쉽고, 쉽게 접근할 수 있는 위치에 충분한 수의 비상정지장치를 설치하여 기동 전 지연시간 동안 운전시킬 수 있도록 하여야 한다.

18. 보호영역 및 방책 등

보호영역 및 방책은 다음 각 목에 적합할 것. 다만, 협동로봇은 운전 방식에 따라 일부 적용을 제외할 수 있다.

[해설]

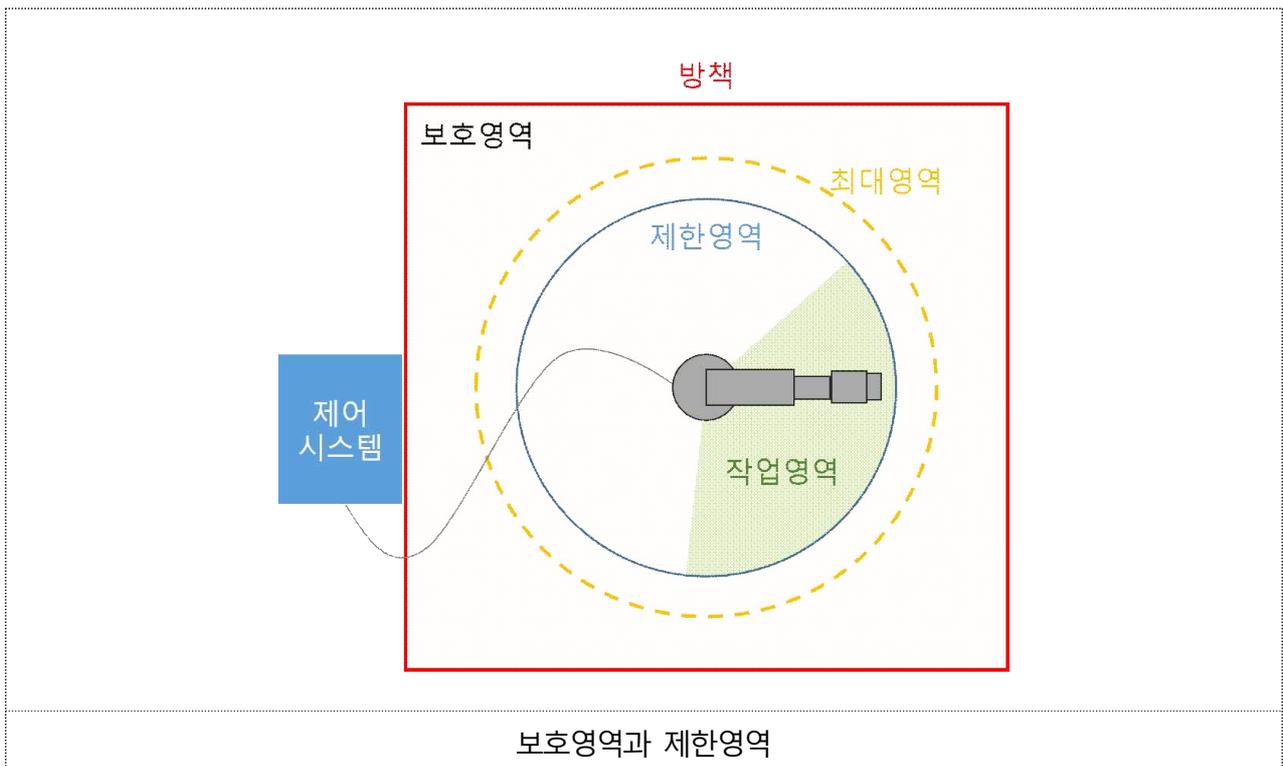
1. 협동로봇은 운전 방식의 특성에 따라 보호영역 및 방책의 개념이 필요없이 설치될 수 있으므로, 운전 방식에 따라 본 조항의 적용을 제외할 수 있다. (제10호 협동운전 요구사항 및 제 11호 협동운전 참조)

가. 제한영역은 보호영역 내에 위치 할 것

[해설]

1. 제한영역은 보호영역 내에 위치하여야 하며, 가급적 작업(운전)영역과 가깝게 설정하여야 한다.

<참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.4.2>



나. 보호영역은 방책에 의하여 설정될 것. 다만, 재료나 부품의 투입 또는 인출을 위한 개구부의 경우에는 감응형 방호장치 등에 의하여 설정될 것

[해설]

1. 보호영역은 기본적으로 방책에 의해서 설정되어야 하며, 재료나 부품의 투입 및 인출의 위한 개구부가 있을 경우에는 감응형 방호장치 등에 의해 설정되어야 한다. <참조기준 : KS B ISO 10218-2 부속서C>
2. 방책은 재료나 부품의 투입 및 인출의 위한 개구부 이외에 신체의 일부 또는 신체 전부가 보호영역 내로 들어갈 수 없도록 개구부가 존재하지 않도록 설치되고, 유지되어야 한다.

다. 로봇 셀의 방책은 다음 각목에 적합할 것

- 1) 방책은 외력에 의해 쉽게 파손되지 않도록 견고하게 설치하고, 도구를 사용해서만 제거할 수 있는 구조일 것
- 2) 방책에 재료나 부품의 투입 또는 인출을 위한 개구부가 있을 경우, 개구부의 아래, 옆 또는 개구부를 통한 작업자가 위험점에 접근하는 것을 물리적으로 방지하고, 이러한 조치가 불가능할 경우에는 감응형 방호장치 등 부가적인 조치를 할 것
- 3) 방책의 높이는 1,800mm 이상일 것. 다만, 로봇의 가동범위 및 KS B ISO 13857에 따른 안전 거리를 고려하여 높이로 인한 위험성이 없는 경우에는 방책의 높이를 1,400mm 이상으로 할 수 있다.
- 4) 가동식 방책(출입문)은 옆으로 열리거나 위험원으로부터 멀어지는 방향으로 열려야 하며, 보호영역 쪽으로 열리지 않는 구조일 것
- 5) 가동식 방책(출입문)에는 연동장치가 설치되어야 하며, 연동장치는 작업자가 위험원에 접근하기 전에 위험원을 안전한 상태로 만들 수 있을 것. 다만, 위험원이 제거되기 전에 위험지역에 접근할 가능성이 있는 경우 연동장치 외에 출입문 잠금장치가 있을 것
- 6) 가동식 방책(출입문) 잠금장치는 가동식 방책(출입문)이 닫혀 있고, 잠겨 있는 상태에서만 로봇의 기동이 가능하게 할 것

[해설]

1. 방책은 외력에 의해 쉽게 파손되지 않도록 견고하게 설치되어야 하며, 도구를 사용해서만 제거할 수 있는 구조로 설치되어야 한다.

2. 방책의 높이는 1,800mm 이상이어야 한다. 다만, KS B ISO 13857에 따른 안전거리를 고려하여 위험성이 없는 경우에 한하여 높이를 조절할 수 있으나, 최소한 방책의 높이는 1,400mm 이상이어야 한다. <참고기준 : 산업안전보건기준에 관한 규칙 제223조, KS B ISO 13857 4.2.2>
3. 방책에 가동식 방책(출입문)을 설치할 경우 옆으로 열리거나 보호영역 쪽으로 열리지 않는 구조이어야 한다.
4. 가동식 방책(출입문)에는 연동장치가 설치되어야 하며, 연동장치는 작업자가 위험원에 접근하기 전에 안전한 상태로 만들 수 있어야 한다. 다만, 위험원이 제거되기 전에 위험지역에 접근할 가능성이 있는 경우 연동장치 외에 출입문 잠금장치가 추가로 설치되어 있어야 한다.
5. 가동식 방책(출입문) 잠금장치는 가동식 방책(출입문)이 닫혀 있고, 잠겨있는 상태에서만 로봇의 기동이 가능하도록 설치되어야 한다.

19. 감응형 방호장치

작업자가 보호영역 내에 있을 가능성이 있는 경우, 광전자식 방호장치, 안전매트 등 감응형 방호장치가 보호영역 내에 설치되어 있어야 하며, 감응형 방호장치는 다음 각 목에 적합할 것. 다만, 협동로봇은 운전 방식에 따라 제외 할 수 있으며, 신기술을 적용하여 감응형 방호장치를 통하여 달성하고자 하는 안전기능을 구현한 경우에는 감응형 방호장치를 설치한 것으로 간주한다.

[해설]

1. 산업용 로봇 시스템이 정상운전 중인 상태에서 작업자가 보호영역 내에 있을 가능성이 있는 경우, 감응형 방호장치(안전매트, 광전자식 방호장치, 레이저 스캐너 등)가 보호영역 내에 설치되어야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.10.5~5.10.11>
2. 협동로봇은 운전 방식의 특성에 따라 보호영역의 개념이 필요없이 협동운전영역 내에서 로봇과 작업자가 동시에 작업이 가능하도록 설치될 수 있으므로, 운전 방식에 따라 본 조항의 적용을 제외할 수 있다. (제10호 협동운전 요구사항 및 제11호 협동운전 참조)

가. 감응형 방호장치는 그 특성에 따라 단독으로 모든 위험원을 방호하지 못하는 경우에는 다른 방호장치와 함께 사용될 것

[해설]

1. 산업안전보건기준에 관한 규칙 제223조에 따라 산업용 로봇의 운전 중 위험방지를 위하여 안전매트 및 방책을 설치하여야 한다. 따라서, 방책에 설치된 가동식 방책(출입문) 입구 등 근로자가 출입할수 있는 범위에는 안전매트를 설치하여 위험방지 조치를 하여야 한다.
다만, 대차의 출입, 컨베이어 설치 등으로 인하여 안전매트 설치가 불가능한 지역의 경우 비접촉식 감응형 방호장치(광전자식 방호장치, 레이저 스캐너 등)를 설치하여 위험방지 조치를 하여야 한다.

나. 접근하는 작업자의 어떤 신체부위도 위험영역에 도달하기 전에 기계가 정지하거나 안전한 조건이 되도록 안전거리를 고려할 것

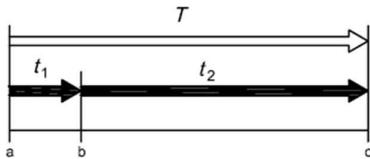
[해설]

1. 감응형 방호장치는 작업자의 어떤 신체 부위도 위험영역에 도달하기 전에 보호정지가 가동되도록 안전거리를 고려하여 설치하여야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.10.5.1~5.10.5.2, KS B ISO 13855>

위험영역까지의 최소거리(안전거리) 계산식

$$S = (K \times T) + C$$

$$T = t_1 + t_2$$



- a 방호설비의 구동
- b 방호설비의 작동(OFF 신호 발생)
- c 위험한 기계기능의 종료(안전한 조건)

S : 최소거리(mm)

K : 인체의 전부나 일부의 접근속도 데이터에서 얻어지는 파라미터(mm/s)

T : 전체 시스템의 정지성능(s)

t₁ : 방호설비가 구동된 시간과 출력신호가 off상태로 전환되는 시간사이의 최대시간

t₂ : 정지시간 즉, 방호설비의 출력신호가 off상태로 된 후 위험한 기계기능을 종료하는데 소요되는 최대시간. 제어시스템의 응답시간은 t₂에 포함되어야 한다.

C : 침범거리

다. 감응형 방호장치는 다음의 기능을 모두 만족할 것

- 1) 방호장치가 위험을 감지하였을 때에는 보호정지를 유발할 것
- 2) 방호장치의 리셋만으로 기계가 재기동 되지 않도록 할 것

[해설]

1. 감응형 방호장치는 위험을 감지하였을 때 보호정지를 유발하여야 하며, 방호장치의 리셋만으로 시스템이 재기동되지 않는 구조이어야 한다. (제17호 수동 리셋, 기동과 재기동 참조) <참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.10.5.2>

라. 재료나 부품의 투입 또는 인출을 위한 개구부를 방호하기 위해 감응식 방호장치가 사용되는 경우, 제4호의 성능 수준 이상을 가진 광전자식 방호장치의 일시중지(muting) 기능 또는 블랭킹(Blanking)기능을 사용할 것

[해설]

1. 재료나 부품의 투입 또는 인출을 위한 개구부를 방호하기 위하여 광전자식 방호장치를 설치할 경우 일시중지(muting)기능 또는 블랭킹(blanking) 기능을 사용하여 안전시스템을 구축하여야 한다. <참고기준 : KS B ISO 10218-2 5.10.7, 5.10.10>

마. 감응식 방호장치의 일시중지 기능은 다른 수단에 의하여 안전이 유지되거나 작업자가 위험원에 노출되지 않는 경우에만 사용될 수 있으며, 최소한 2개 이상의 적절한 센서에 의해 자동으로 기동되고 만료될 것

[해설]

1. 감응형 방호장치의 일시중지 기능의 경우 다른 수단에 의하여 안전이 유지되거나 작업자가 위험원에 노출되지 않는 경우에만 사용될 수 있으며, 최소한 2개 이상의 적절한 센서에 의해 재료나 부품의 이동 또는 작업자의 위험영역 접근을 선별하여 감지하도록 구성하여야 한다.

용어 해설

- ① **일시중지(muting)** : 로봇 시스템의 주기의 일부 중 안전보호 기능을 일시적으로 자동 제어하여 중지하는 기능을 말한다.
 - ② **블랭킹(blanking)** : 광전자식 방호장치(라이트 커튼)의 광축의 일부의 기능을 무효화해서 재료나 부품 등 미리 설정된 대상품의 이동은 허용하는 기능으로, 설정되지 않은 대상품(작업자 등)의 이동은 감지함으로써 로봇의 작동을 중단시키는 기능을 말한다.
-

20. 접지

가. 전기장치 외함접지는 접지단자를 이용하여 설치해야 하며, 다음 요건을 만족할 것

1) 400V 미만일 때 100Ω 이하일 것

2) 400V 이상일 때 10Ω 이하일 것

다만, 방폭지역의 저압 전기기계·기구의 외함은 전압에 관계없이 10Ω 이하일 것

나. 접지선은 충분한 기계적·전기적 강도를 가질 것

[해설]

1. "본딩회로"라 함은 접지(PE)단자와 전기설비 및 기계의 도전성구조부와 기계장치 내부의 보호도체로 구성되는 회로"를 말한다.
2. 입력전원의 인입 이후에 PELV(안전)전압을 초과하는 경우, 접지단자를 설치해야 한다.
3. 접지저항측정기를 사용하여 측정한 접지저항은 400V 미만일 때 100Ω 이하, 400V 이상일 때 10Ω 이하이어야 하며, 방폭지역의 저압 전기기계·기구의 외함은 전압에 관계없이 10Ω 이하이어야 한다.

다. 외함 접지선의 최소 단면적은 <표 14-1>에 표시된 것 이상일 것. 다만, 자율안전확인신고제도 시행 이전 생산·설치된 제품은 예외로 할 수 있다.

<표 14-1> 접지선의 최소 단면적

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

[해설]

1. 접지선은 충분한 기계적인 강도 및 전기적인 강도를 가져야 한다.
2. 외함 접지선의 최소 단면적은 <표 14-1>에 표시된 것 이상이어야 한다. 다만, 자율안전확인신고제도 시행(2013.3.1.) 이전에는 접지선 단면적 기준이 없으므로, 그 이전에 생산·설치된 제품은 예외로 할 수 있다.

3. 보호접지선은 구리를 사용해야 한다. 단 단위길이당 전기저항이 구리저항치를 초과하지 않고, 도체의 단면적이 16(mm²)이상일 경우 구리선 이외의 선을 사용할 수 있다.

라. 외함접지 단자에는 문자(PE)를 표기하여야 하며, 기계부품 등의 본딩회로에 사용되는 그 밖의 단자에는 다음중 하나의 방법으로 표기하여야 한다.

- 1) 기호로 표현하는 경우: 
- 2) 문자로 표기하는 경우: PE
- 3) 녹색 또는 녹색 및 황색 조합 접지선

[해설]

1. 보호접지선은 형태나 위치, 부호, 색을 통해 쉽게 구별할 수 있어야 하며, 색상만으로 식별해야 하는 경우, 녹색 또는 녹색 및 황색 조합 접지선을 전체에 사용해야 한다. 이 색상은 접지선에만 사용해야 한다.

21. 전원 차단장치

가. 전원차단장치는 다음과 같을 것

- 1) 기계의 전원 인입선마다 설치할 것
- 2) 작동표시로 "O"(개방) 및 "I"(투입) 표시를 할 것. 다만, 개방 및 투입의 표시가 다른 방법으로 식별이 명확한 경우에는 예외로 할 수 있다.
- 3) 전원회로의 모든 상을 차단 할 수 있을 것
- 4) 부하전류 및 고장전류를 차단할 수 있는 충분한 용량을 가질 것

[해설]

1. 전원차단장치는 기계의 전원 인입선마다 설치해야 하며, 작동표시로 "O"(개방) 및 "I"(투입) 표시를 되어 있어야 한다. 다만, 다른 방법으로도 개방 및 투입 식별이 명확한 경우에는 예외로 할 수 있다.
2. 전원차단장치는 차단시 모든 상도체를 차단할 수 있도록 해야 하여야 하며, 부하전류 및 고장전류를 차단할 수 있는 충분한 용량을 가진 것이어야 한다.

나. 2개 이상의 전원이 공급되는 경우에는 전원차단장치가 상호 연동되어 있을 것

다. 전원차단장치의 조작손잡이는 쉽게 접근이 가능하도록 지면으로부터 0.6~1.9m 사이에 위치할 것

[해설]

1. 시스템에 2개 이상의 전원이 공급될 경우에는 전원차단장치가 상호 연동이 되어야 한다.
2. 전원차단장치는 운전자의 조작이 편리하도록 지면으로부터 0.6~1.9m 높이에 위치하도록 설치 되어 있어야 한다.

22. 감전 사고 방지

가. 전기장치는 직접접촉이나 간접접촉으로 인한 감전사고가 발생되지 않도록 설치되어 있을 것
나. 전기장치의 직접접촉에 대한 방호조치는 다음과 같을 것

- 1) 접근방지를 위하여 전용의 외함 내부에 내장시키거나 방호망을 설치하는 등 작업자와 충분히 이격시킬 것
- 2) 개방형 외함의 구조는 다음과 같을 것
 - 가) 고정식 덮개의 구조이거나 임의로 외함을 개방할 수 없도록 키 등을 부착되어 있을 것
 - 나) 외함 개방 시 충전부분이 차단되도록 하거나, 외함 개방 후 충전되어 있는 부분의 보호 등급은 IP 2X 이상의 직접 접촉방호가 되어 있을 것

[해설]

1. 충전부분은 외함 내에 설치되어야 하며 직접접촉을 방지할 수 있도록 보호등급이 IP2X 이상이어야 한다.
 - ※ IP등급 관련 내용은 하기 첨부 참조
2. 외함 윗부분에 쉽게 접근 가능한 경우에는 윗 표면에서의 직접접촉을 방지하기 위하여 보호 등급은 IP4X 또는 IPXXD 이상이어야 한다.
3. 외함이 개방할 수 있는 구조인 경우는 다음 3가지 중 한 가지를 만족하여야 한다.
 - ① 숙련자만 취급할 수 있도록 키 등을 부착(내부 충전부는 직접접촉 방호조치)
 - ② 외함 개방시 내부 충전부 차단
 - 차단기와 문을 연동시킴으로서 문이 열릴 때 차단기가 차단되고 문이 닫힐 때만 차단기가 투입되는 방식이어야 하며,
 - 차단장치를 차단시킨 후에 충전되어 있는 모든 부분은 IP2X 또는 IPXXB 이상의 보호등급으로 직접접촉 방지할 수 있어야 하며, 전기경고표지 부착해야 한다.
 - ③ ①과 ② 이외의 경우는 모든 충전부분의 보호등급이 IP2X 또는 IPXXB 이상으로 직접접촉을 방지되는 경우에 한하며, 이 조치로 배리어가 사용되는 경우, 특수공구를 사용하여 배리어를 제거할 수 있도록 하거나 배리어가 제거될 때 방호대상 충전부가 자동으로 차단되어야 한다.

다. 전원이 차단된 이후에도 60V 이상의 잔류전압이 있는 노출 충전부는 전원 차단 후 5초 이내에 장비 기능에 영향을 미치지 않는 범위에서 60V 이하가 되도록 방전될 것. 단, 다음의 경우는 예외로 한다.

- 1) 충전 전하가 $60\mu\text{C}$ 이하인 경우
- 2) 장비기능상 급속한 방전이 어려운 경우 외함이 개방하기 전에 일정시간 대기할 수 있도록 주의 표시를 하는 경우

1. 주전원이 차단된 후 60V이하의 전압으로 5초이내 방전되어야 하며, 플러그와 같이 접속을 해체시 충전도체가 노출되는 부분은 1초 이내에 60V이하의 전압으로 방전되어야한다. 다만, 충전 전하가 $60\mu\text{C}$ 이하인 경우나, 제품의 특성상 급속한 방전이 어려운 부분은 외함이 개방되기 전에 60V이하의 전압으로 방전될 수 있게 대기하라는 표시를 붙이거나 정전용량을 가진 제품외함에 대기시간을 표시할 경우에는 예외로 인정할 수 있다.

▣ 용어 해설 ▣

- ① **충전부(live part)** : 절연되어 있지 않거나 노출되어 있어 감전위험이 있는 전선, 버스덕트, 단자 또는 부품으로 정상상태에서 전기가 인가되는 도체나 도전부를 말하며, 중성선은 포함되나 보호접지선은 포함되지 않는다. 즉, 송·배전 선로나 전기기계·기구의 단자 등에 절연 피복이나 테이핑 등을 하지 않아 접촉하면 감전 등의 재해를 일으킬 수 있는 부분을 말한다.
- ② **직접접촉** : 사람이 직접 전극에 접촉하는 것을 의미한다.
- ③ **간접접촉** : 전극과 전극근처에 존재하는 금속부분(즉, 일반적으로 전류가 통하기 쉬운 물질)사이에 절연고장이 발생했을 때, 그 금속부분에 사람이 접촉하는 것을 의미하며, 절연물은 반드시 성능저하를 수반한다라고 생각해야 한다.
- ④ **외함** : 외부에 덮개가 잘 갖추어져 내용물이 보이지 않도록 감싼 형태의 상자로서 접촉했을 경우 감전 등의 위험이 있는 기계나 설비에 덮개로 감사는 함을 만들어 작업자나 기타 설비 등을 보호하려는 목적으로 제작하는 것
- ⑤ **외함접지** : 전동기, 전기패널 등의 금속제 외함에 실시하는 접지

23. 배선

- 가. 배선은 부하의 용량과 특성에 적절한 굵기와 배선 종류일 것
- 나. 배선의 피복상태는 손상, 파손, 탄화부분이 없어야 하며, 제어반 등의 전선 인입구에는 배선 피복이 손상되지 않도록 보호조치가 되어 있을 것
- 다. 배선의 단자체결 부분은 볼트 및 너트의 풀림 또는 탈락이 없을 것

[해설]

1. 절연전선은 장기간 사용함에 따라 발열현상, 습기 또는 분진 등에 의하여 열화되어 피복이 갈라지거나 탄화되어 절연능력이 급격히 저하되므로 검사시 절연 피복의 외상, 갈라짐 및 탄화등을 면밀히 점검하여야 한다. 특히 케이블 곡률반경이 심한 곳은 경년변화가 특히 심하므로 최소한 케이블 직경의 6배 이상이 되도록 배선하였는지 여부를 검사시 주의하여 확인하여야 한다.
2. 제어반 내부에 배선이 되는 모든 전선은 사용장소의 주위온도조건 및 정격전류가 흐르는데 지장이 없도록 충분한 굵기로 선정된 절연전선(KIV, HIV 등)을 사용하여야 하며 차단기, 개폐기 및 계전기 등에 접속하기 위하여는 링 모양의 터미널 러그를 사용하여 견고히 고정되어야 한다. 절연피복을 벗긴 후 터미널 블록 또는 단자블록이 아닌 곳에 터미널 러그 없이 스크류볼트 등으로 고정하여서는 아니된다.
3. 제어반 외함내로 케이블을 인입하는 경우 외함에 천공된 구멍으로 케이블을 바로 통과시켜서는 아니되며 사용장소의 보호등급에 따라 플라스틱, 알루미늄 또는 철합금제로 제작된 그로밋 또는 그랜드를 사용하여야 한다. 전선관공사에 의하여 배선이 되는 경우에는 외함을 통과할 때 전선관을 바로 통과시켜 로크 너트로 고정하기보다는 HUB를 미리 설치하여 배선을 하고 접지전용 어스러그가 부착된 부싱을 사용하여야 한다. 특히, 분진지역 등에 설치되는 외함에 전선관공사를 하는 경우 외함 내·외에 로크너트로 고정하는 방법은 적합하지 않으며 외함 바깥쪽에는 필히 밀봉이 되도록 네오프렌 링 또는 가스켓을 이용하여 수분 또는 먼지가 침입하지 않도록 하여야 한다. 또한 케이블 또는 전선관의 통과위치는 가능한한 위쪽보다는 바닥쪽이나 옆면을 통과하여야 한다.
검사시에는 제어반 외함 통과시 또는 케이블 배선공사시에 케이블 외피부분이 손상을 입은 곳이 있는지 확인하고 손으로 흔들어서 견고히 고정되었는지 여부를 검사하여야 한다.
4. 전선 및 케이블의 허용전류는 아래의 표에 기재된 최고허용온도 이하이어야 하며, 아래 표는 절연피복전선에 대한 허용온도이다. 전선에 대한 전류용량의 고려는 특히 제어시스템의 안전관련 부분만으로 한정되지 않으며, 모든 전기 관련부에 적용되어야 한다.

정상 및 단락조건하에서의 최고허용온도

절연피복의 종류	정상조건하에서의 최고온도(°C)	단락조건하에서의 최단시간 (견딜 수 있는 도체의 온도(°C))
폴리염화비닐(PVC)	70	160
고무	60	200
가교폴리에틸렌(XLPE)	90	250
에틸렌프로필렌 합성(EPR)	90	250
실리콘 고무(SiR)	180	350
※ 주석도금이나 나도체는 200°C이상에서 적당하지 않기 때문에 200°C이상의 최단시간용의 동도체는 은도금이나 니켈도금을 하여야 한다.		
※ 이들 값은 5초 미만의 단열작용의 가정에 기초한다.		

구리도체의 최소단면적

위 치	적 용	도체 및 케이블의 종류(mm ²)				
		단심 꼬임	단심 슬리드	2심 외장	2심 비외장	3심 이상의 외장 또는 비외장
외함외부	비유연전력배선	1	1.5	0.75	0.75	0.75
	비변하게 이동하는 기계접속	1	-	1	1	1
	제어회로에 접속	1	1.5	0.3	0.5	0.3
	데이터통신배선	-	-	-	-	0.08
외함내부	비유연전력배선	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	제어회로에 접속	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	데이터통신배선	-	-	-	-	0.08
※ 비고 : 모든 단면적은 제곱밀리미터(mm ²)이다.						

5. 배선 인입구는 케이블 글랜드, 부싱, 패킹 등으로 배선이 손상되지 않도록 되어 있어야 한다.

24. 과전류보호

- 가. 과전류 보호를 위하여 각 부품의 정격전류 또는 도체의 허용전류 값 중에서 더 작은 값에 대하여 보호될 것
- 나. 퓨즈의 정격전류 또는 그 밖의 과전류보호장치의 전류 설정 값은 예상되는 과전류(전동기 기동 전류 등을 말한다)에 적절한 범위 내에서 가능한 한 낮을 것
- 다. 과전류 보호용으로 차단기 또는 퓨즈 설치 시 차단용량은 해당 전동기 등의 정격전류에 대하여 차단기는 250%, 퓨즈는 300% 이하일 것

[해설]

1. 과전류보호장치는 회로의 전류가 각 부품의 정격전류 및 전원선의 허용전류를 초과하는 경우에는 이 중 낮은 쪽에 대한 과전류를 보호해야 하며 다음과 같이 설정되어 있어야 한다.
 - 1) 과전류보호장치의 정격차단용량은 설치개소의 고장전류 이상으로 선정하여야 한다. 이때, 선로단락시에 전원측으로부터 고장전류가 발생하는 부분(전동기, 역률개선용 콘덴서 등)에 대해서도 고려하여야 한다.
 - 2) 충분한 차단용량을 가진 추가적인 과전류 보호장치가 전원측에 설치되는 경우 과전류 보호 장치의 정격차단 용량을 고장전류보다 낮게 설정할 수 있으나, 이 경우에는 두 장치의 보호 협조를 통해 두 장치의 통과에너지(I^2t)가 부하측 과전류 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.

- 라. 과전류차단장치는 분기회로마다 설치되어 있을 것

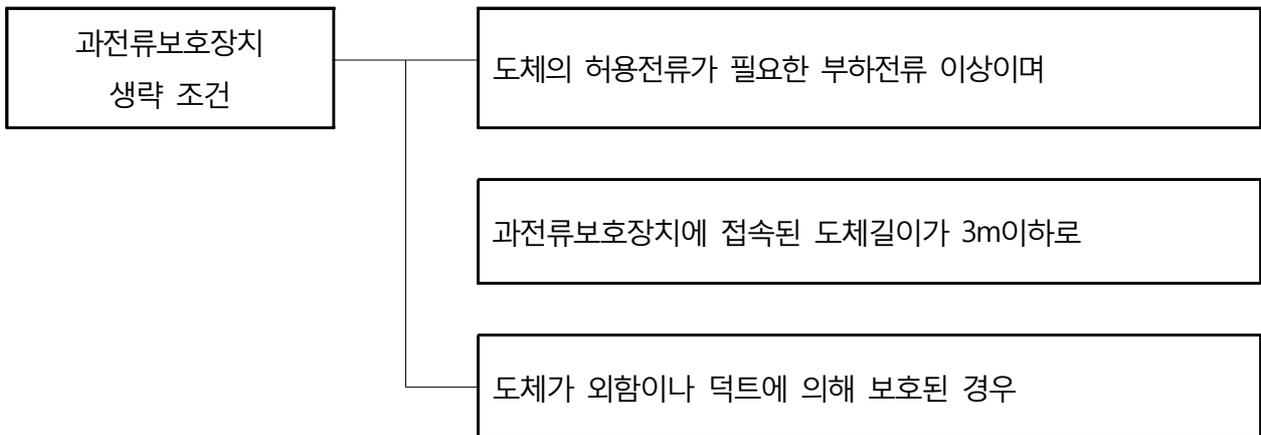
[해설]

1. 제어회로의 경우에는 1,2차 분리된 변압기의 1차측에는 모든 상을 차단할 수 있는 과전류보호 장치를 설치하고 2차측은 충전부 한 단에만 과전류보호장치가 설치되어 있어야 한다.

마. 전원전압에 직접 접속되는 제어회로 및 제어회로 변압기에는 과전류보호조치가 되어 있을 것

[해설]

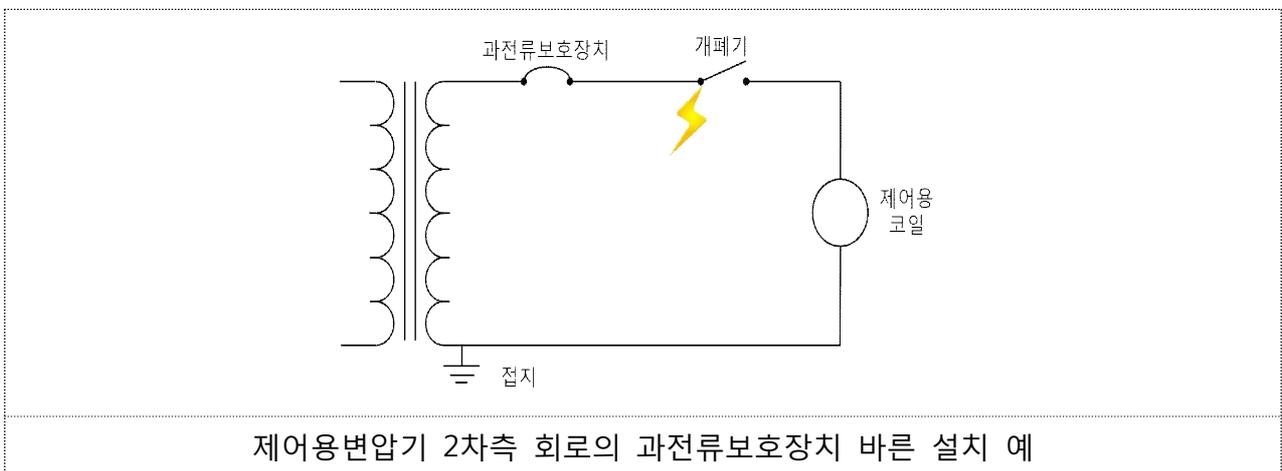
1. 과전류보호장치는 보호해야 할 배선이 전원과 연결되는 지점(즉 분기되는 지점)마다 설치되어 있어야 한다. 다만 단락의 가능성을 줄이고 배선용량이 충분하게 설계된 아래의 조건을 모두 만족시키는 경우 과전류보호장치를 생략할 수 있다.



바. 제어용변압기 2차측 회로의 과전류보호장치는 접지회로가 아닌 다른 단에 설치되어 있을 것

[해설]

1. 제어회로용 변압기 2차측의 한 단에는 과전류보호장치를 다른 단에는 접지를 실시해야 하며, 이 때 제어용코일과 접지사이에는 접점이 존재하지 않도록 회로를 구성되어 있어야 한다.



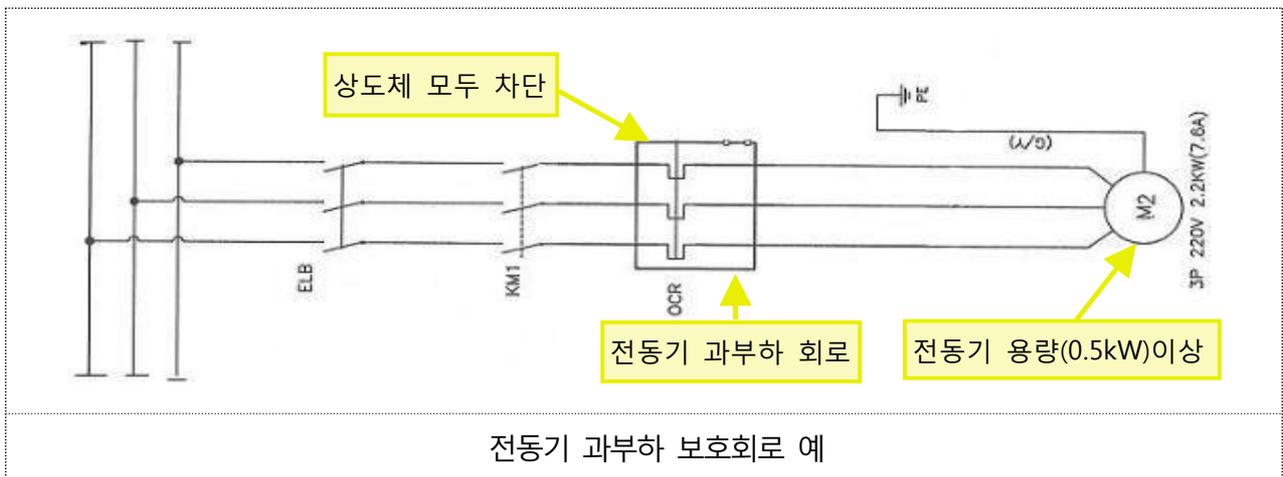
25. 전동기의 과부하 보호

가. 정격출력 0.5kW 이상의 전동기에는 과부하보호장치가 설치되어 있을 것. 다만 구조적으로 전동기가 과부하가 되지 않도록 전기적·기계적 회로가 구성된 경우에는 예외로 한다.

[해설]

1. 정격출력이 0.5kW이상인 전동기에는 그림과 같이 상도체를 모두 차단할 수 있도록 과부하 보호장치가 설치되어 있어야 한다. 다만, 다음의 경우에는 예외로 할 수 있다.

- 1) 소방펌프, 반응폭주 방지를 위한 냉각수펌프 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



나. 과부하감지장치는 중성선을 제외한 모든 상도체에 설치되어 있을 것. 다만, 결상보호장치 등이 설치되어 전동기의 과부하를 감지할 수 있는 경우 또는 자율안전확인신고제도 시행 이전 생산·설치된 제품의 경우에는 예외로 할 수 있다.

[해설]

1. 중성선을 제외한 각 상마다 과부하 감지장치(전동기 권선에 내장된 서미스터 등 내장형 또는 전류제한형 과열보호감지장치는 제외)가 설치되어 있어야 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

다. 과부하 보호로 전원이 차단되는 경우 개폐장치는 모든 상도체를 차단시킬 것

[해설]

1. 과부하의 감지는 모든 상도체에 각각 조치되어 있어야 한다. 실제로 현장에서는 예를 들면 상기의 그림과 같이 모든 상도체가 아닌 2상만 설치하는 경향이 있어 이에 대한 주의를 요한다. 다만 단상이나 직류전동기는 한 개의 접지되지 않은 상도체에서만 감지조치를 하는 것이 허용된다.

라. 전동기는 정전 등에 의해 전원이 차단된 후 재통전 되었을 때 불시기동 되지 않을 것

[해설]

1. 과부하보호장치가 작동된 후 복귀가 되었을 때 기계 또는 공정상의 손상이나 위험한 상황이 초래될 우려가 있는 경우에는 자동재기동이 되지 않도록 하여야 한다.

26. 절연저항

전원선과 보호본딩회로 사이에 직류전압 500V를 인가하여 측정한 절연저항 값은 $1M\Omega$ 이상일 것. 다만, 부스바, 컬렉터선, 컬렉터봉 설비 또는 슬립링 조립품 등 전기장비 일부의 최소 절연저항 값은 $50k\Omega$ 이상일 것

[해설]

1. 전원선과 보호본딩회로 사이에 직류전압 500V를 인가하여 측정한 절연저항 값이 $1M\Omega$ 이상이어야 한다.
2. 절연저항은 절연물에 일정 전압을 가하여 이때 절연물에서 흘러나온 미세한 누설전류를 측정하여 가한전압(V)/누설전류(I) 원리를 이용하여 절연저항값을 측정하는 것으로 절연물의 절연 성능을 확인하는 시험이다.
 - 1) 측정점 : 전원선으로 연결된 모든 부품
 - 2) 시험절차
 - ① 측정대상 기계의 주전원을 차단한다.
 - ② 측정대상 기계의 주접지단자(PE단자)와 측정점에 각각 측정기 단자를 연결한다.
 - ③ DC 500(V)를 인가하여 1분 동안 측정을 실시한다.
 - ④ 측정한 절연저항 값이 제38호에서 제시한 기준에 적합한지 확인한다.

27. 방폭 전기 기계·기구

방폭 전기기계·기구는 해당지역 방폭등급에 적합한 것으로서 법 제34조제2항에 따른 방호장치 안전인증을 받은 것일 것

[해설]

1. 방폭전기기계·기구라 함은 폭발을 일으킬 수 있는 정도로 가스 등이 대기중에 존재하거나 존재할 우려가 있는 장소로서 폭발방지조치를 필요로 하는 지역에 설치·사용하기에 적합한 구조의 전기기계·기구를 말하며 배선, 전선과 금구류를 포함한다.
2. 배선기구라 함은 전원공급용 또는 제어용으로 접속되는 전선 또는 케이블의 접속을 위하여 사용되는 전선과 케이블 그랜드, 실링핏팅, 정선박스, 니플, 유니온, 커플링 등을 총칭한다.
3. 방폭전기기계·기구는 다음 각호의 사항을 고려하여 선정되어야 한다.
 - 1) 방폭전기기가 설치될 지역의 방폭지역 등급 구분
 - 2) 가스 등의 발화온도
 - 3) 내압방폭구조의 경우 최대 안전틈새
 - 4) 본질안전방폭구조의 경우 최소점화 전류
 - 5) 압력방폭구조, 유입방폭구조, 안전증방폭구조의 경우 최고 표면온도
 - 6) 방폭전기기가 설치될 장소의 주변온도·표고 또는 상대습도·먼지·부식성 가스 또는 습기 등 환경조건
 - 7) 분진방폭구조의 경우 분진의 도전성 유무
4. 방폭전기기의 선정은 위에 언급한 사항 이외에 공통적으로 다음 각 호의 규정을 만족하여야 한다.
 - 1) 모든 방폭전기기는 가스 등의 발화온도의 분류와 적절히 대응되는 온도등급의 것을 선정
 - 2) 사용장소에 가스 등이 2종류 이상 존재할 수 있는 경우에는 가장 위험도가 높은 물질의 위험특성과 적절히 대응되는 방폭전기기를 선정. 단, 가스 등이 2종 이상의 혼합물인 경우에는 혼합물의 위험특성에 적절히 대응되는 방폭전기기를 선정.
 - 3) 사용 중에 전기적 이상상태에 의하여 방폭성능에 영향을 줄 우려가 있는 전기기기는 사전에 적절한 전기적 보호장치를 설치.

5. 가스방폭지역의 종별에 따른 전기기기의 선정방법은 다음 각호와 같다.

1) 0종 장소에는 다음 각목의 1의 방폭전기기기를 선정

- ① 본질안전방폭구조(ia)
- ② 0종장소에서 사용토록 특별히 고안된 방폭구조

2) 1종 장소에서는 다음 각목의 1의 방폭전기기기를 선정

- ① 제1호에서 규정한 방폭전기기기
- ② 내압방폭구조(d)
- ③ 압력방폭구조(p)
- ④ 안정증 방폭구조(e)
- ⑤ 유입방폭구조(o)
- ⑥ 본질 안전 방폭구조(ia 또는 ib)
- ⑦ 사입방폭구조(q)
- ⑧ 캡슐형 방폭구조(m)
- ⑨ 1종 장소에서 사용토록 특별히 고안된 방폭구조



내압방폭구조(d)



압력방폭구조(p)



유입방폭구조(o)



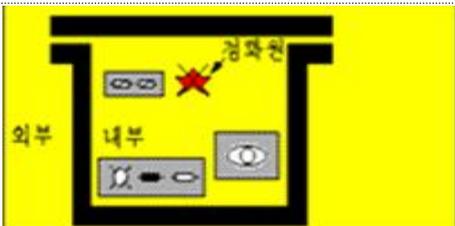
안전증방폭구조(e)



본질안전방폭구조(i)



비점화방폭구조(n)



몰드형방폭구조(m)



충전형방폭구조(q)

3) 2종 장소에는 다음 각목의 1의 전기기기를 선정

- ① 제1호 또는 제2호에서 규정한 방폭구조
- ② 비점화형 방폭구조(n)
- ③ 슬립링·정류자 등 스파크를 발생시키는 부분이 없는 회전기로서 정상운전시의 최고 표면 온도가 당해 물질 발화온도의 80%를 초과하지 않는 비방폭형 기기
- ④ 스타터 등 스파크를 발생시키는 스위치류가 없는 고정 설치된 조명 기구로써, 정상 사용시 최고 표면온도가 당해 물질 발화온도의 80%를 초과하지 않고 고온부분의 낙하방지를 위한 가드가 있는 비방폭형 기기, 단, 조명기구에 스위치류가 있으면, 그 부분은 제1호 또는 제 2호에 준하는 방폭구조일 것
- ⑤ 2종 장소에서 사용토록 특별히 고안된 방폭구조

6. 분진방폭지역의 종별에 따른 전기기기의 선정방법은 다음 각호와 같다.

1) 산소가 적은 분위기 또는 이산화탄소 중에서도 착화되고 부유상태에서 격심한 폭발·연소되는 알루미늄, 마그네슘, 알루미늄 브론즈 또는 이와 유사한 위험성을 가진 폭연성 분진이 위험 농도로 존재할 수 있는 장소에서는 다음 각목의 1에 의하여 선정. 단, 변압기 및 콘덴서는 설치를 금지한다.

- ① 특수방진방폭구조(SDP) 또는 본질안전방폭구조(ia 또는 ib)
- ② 슬립링, 정류자 등 스파크를 발생시키는 부분이 없는 회전기로서, 정상운전시의 최고 표면 온도가 당해 분진 발화온도의 80%를 초과하지 않는 전폐형 구조
- ③ 당해 장소에서 사용토록 특별히 고안된 방폭구조

2) 비전도성 분진에 의한 21종 장소에는 제2호에 준하여 방폭전기기기를 선정

3) 비도전성 분진에 의한 22종 장소에는 다음 각호의 1에 의하여 선정

- ① 제1호 또는 제2호에서 규정한 전기기기
- ② 퓨즈, 차단기 등 스위치류는 비방폭형 중 방진구조 이상인 것.
- ③ 청소 등의 작업을 쉽게 할 수 있는 위치에 설치된 슬립링, 정류자 등이 없는 회전기는 비 방폭형기기(단, 슬립링, 정류자 등이 있는 회전기는 해당부분이 비방폭형 중 방진구조 이상의 것)
- ④ 스타터 등 스위치류가 없는 고정 설치된 조명기구는 정상운전시 최고 표면온도가 당해 분진 발화온도의 80%를 초과하지 않을 경우 비방폭형구조(단, 스위치류가 있는 경우 그 부분은 방진구조 이상의 것이어야 함)
- ⑤ 광유 절연변압기 및 콘덴서는 비방폭형기기
- ⑥ 당해 장소에서 사용토록 특별히 고안된 방폭구조

28. 제어회로 및 제어기능

가. 제어회로의 전원은 1, 2차측이 분리된 권선방식의 제어용 변압기로 사용할 것. 다만, 1대의 전동기와 최대 2대의 제어장치(예: 연동장치, 기동/정지 제어위치)를 갖춘 기계에 대해서는 변압기를 생략할 수 있다.

[해설]

1. 제어회로라 함은 기계나 전기부품의 제어 및 감시와 관련된 회로를 의미한다.
2. 제어회로는 1·2차 절연 분리된 변압기를 통해서 전원을 공급 받아야 하며, 제어회로 전원으로 직류(DC)를 사용하는 경우에도 1·2차 절연 분리된 변압기가 내장된 직류전원공급장치(DC power supplier)를 통해 전원을 공급해야 한다.

나. 제어전압¹⁾(제어회로의 정격전압)은 변압기로부터 공급될 때 277V를 초과하지 않을 것. 다만, 자율안전확인신고제도 시행 이전 생산·설치된 제품은 예외로 할 수 있다.

다. 조작전압²⁾은 대지전압 교류 150V 이하 또는 직류 300V 이하일 것. 다만, 자율안전확인 신고 제도 시행 이전 생산·설치된 제품에 한하여 감전방지용 누전차단기를 설치한 경우에는 예외로 할 수 있다.

라. 전자 접촉기 등이 폐로될 위험이 있는 경우에는 다음 요건을 만족할 것. 다만, 계전기 접점(과부하계전기 등을 말한다)을 작동시키는 제어용 코일과 접점이 동일한 외함에 수납된 일체형으로서 상호 접속거리가 짧아 지락 가능성이 희박한 경우에는 예외로 한다.

1) 계전기 코일의 후단은 접지 시킬 것

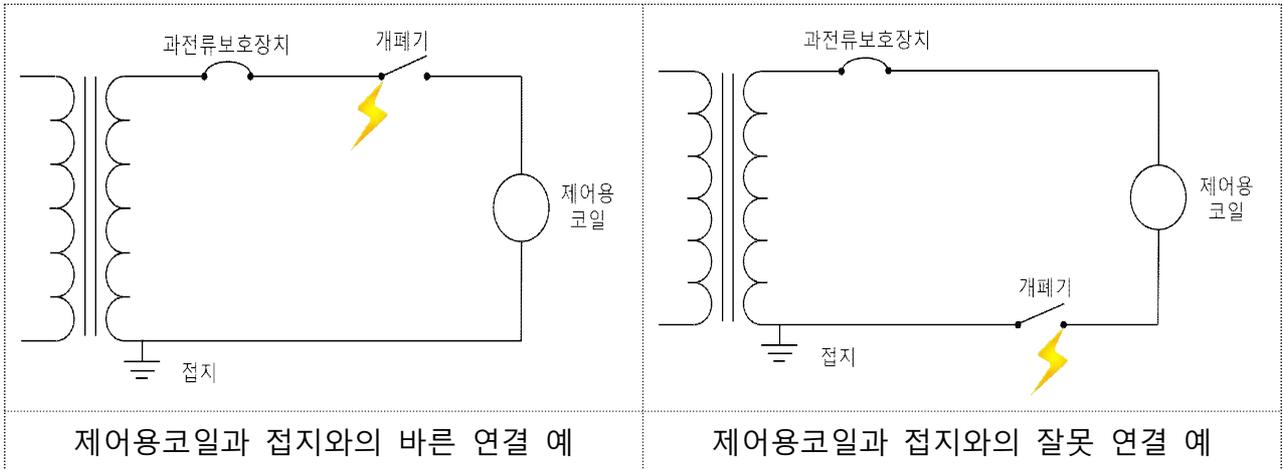
2) 계전기 코일의 후단과 접지회로 사이에는 개폐기, 접점 등이 없을 것

주1) 제어전압: 기계를 제어하기 위한 제어장치(릴레이 등)에 인가되는 전압

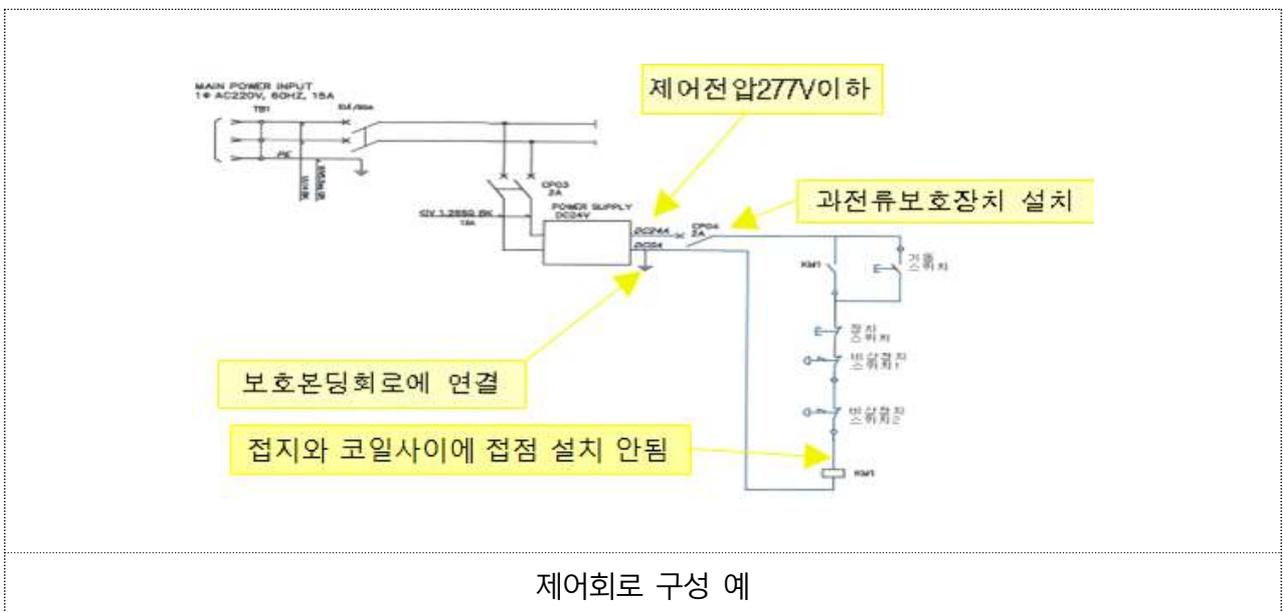
주2) 조작전압: 작업자가 직접 조작하는 누름버튼 스위치 등에 인가되는 전압

[해설]

1. 1·2차 절연 분리된 변압기를 통해 전원이 공급되는 제어회로(즉 변압기 2차측)는 277(V) 이하의 전압으로 구성되어 있어야 한다.
2. 제어회로용 변압기 2차측의 한 단에는 과전류보호장치를 다른 단에는 접지를 실시해야 하며, 이 때 제어용코일과 접지사이에 접점이 존재하지 않도록 회로를 구성되어 있어야 한다.



3. 우리나라는 NPN형식의 제품을 많이 사용하는 관계로 그림과 같이 회로를 많이 구성하고 있다. 하지만 이는 제어용코일과 접지사이에 접점을 두지 않도록 규정하고 있는 국제기준(KS C IEC 60204-1)에 맞지 않으므로 제어회로 구성 시 주의가 요구된다.



4. 제어회로에 과전류보호장치를 설치할 때 접지단이 같이 차단되도록 주의를 요한다. 또한 상기 예와 같이 제어회로의 전원이 직류(DC)를 사용하는 경우 선의 색상은 "파란색"을 사용해야 한다.

29. 비상정지장치

- 가. 비상정지장치는 각 제어반 및 그 밖에 비상정지장치가 필요한 곳에 설치하되, 접근이 용이하게 배치되어 정상적으로 작동될 것
- 나. 비상정지장치는 작동된 이후 수동으로 복귀시킬 때까지 회로가 자동으로 복귀되지 않고, 메니플레이터를 시동상태로 복귀한 후가 아니면 메니플레이터가 작동하지 않는 구조일 것
- 다. 비상정지장치의 형태는 기계의 구조와 특성에 따라 위험상황을 해소할 수 있도록 다음과 같은 적절한 형태일 것
- 1) 버섯형(돌출) 누름버튼
 - 2) 로프작동형, 봉형
 - 3) 복부 또는 무릎작동형
 - 4) 보호덮개가 없는 페달형 스위치
- 라. 누름버튼형 비상정지장치의 액추에이터는 적색이고 주변의 배경색은 황색일 것
- 마. 로프작동형 비상정지장치는 상시 로프의 적정 장력이 유지되어야 하며, 로프에 적색과 황색으로 식별이 가능할 것

[해설]

1. 비상정지장치는 운전자가 비상시에 빠르게 접근해서 조작이 가능해야 하기 때문에, 설치되어야 하는 비상정지장치의 수 및 위치는 로봇 셀의 크기와 구성, 운전자 수, 위험 지역의 위치, 작업대 및 관리 지점의 위치를 고려하여 결정해야 한다.
2. 비상정지장치의 누름버튼은 붉은색으로 손으로 작동하는 머리부분이 돌출된 버섯 형태이어야 하며, 정상작동 되어야 한다.

바. 비상정지장치는 다음 조건을 만족해야 하며, 작동과 동시에 구동부 동력이 차단되는 0정지 방식일 것. 다만, 관성 등에 의해 급정지 시 추가적인 위험을 초래할 수 있는 경우에는 1정지방식으로 할 수 있다.

- 1) 0정지방식의 경우에는 직접배선으로 정지회로를 구성[이하 “하드와이어드(Hard-wired)방식”이라 한다]해야 하며, 작동신호가 전자로직이나 통신회로망을 경유하는 신호전송방식[이하 “소프트와이어드(Soft-wired)방식”이라 한다]으로 이루어지지 않을 것. 다만, 안전프로그램로직과 같이 안전성과 신뢰성이 입증된 부품을 사용하여 회로를 구성하는 경우에는 소프트와이어드 방식으로 구성할 수 있다.
- 2) 1정지방식을 채택하는 경우 기계 액추에이터 동력의 최종적인 제거를 위한 전기회로는 하드와이어드 방식으로 구성될 것

주1) 0정지방식 : 액추에이터 전원의 즉각적인 차단에 의한 정지

주2) 1정지방식 : 액추에이터에는 전원이 공급된 상태에서 기계가 정지한 후 전원이 차단되는 제어정지방식

사. 회로상에 여러 개의 비상정지장치가 설치된 경우, 작동된 모든 비상정지장치가 복귀되기 전에는 기계가 작동되지 않을 것

[해설]

1. 비상정지장치의 요건은 다음과 같다.

- 1) 다른 모든 기능과 작동보다 우선되도록 할 것
- 2) 위험한 상태를 야기 시킬 수 있는 기계의 액추에이터의 전원은 가능한 한 신속히 차단되도록 할 것
- 3) 비상정지 작동 후 복귀시켰을 경우에 재기동 되지 않을 것
- 4) 비상정지는 분류 “0” 또는 “1”정지 방식일 것

범주	정지상태의 설명	비고
0	기계액추에이터의 전원을 즉시 차단하는 정지	
1	기계액추에이터의 정지에 전력을 공급하고 정지 후 전원을 차단하는 정지	

5) “0”정지 방식을 채택한 경우에는 반드시 하드와이어드(Hardwired)회로로 구성되어 있어야 하며, 작동신호가 전자로직(하드웨어 또는 소프트웨어, PLC 또는 마이크로 프로세서)이나 통신회로망을 경유한 신호전송 방식으로 구성되지 않아야 한다.

6) 비상정지 분류의 선정은 위험성 평가에 따라 적절한 방식을 결정할 것

30. 조작버튼 및 전선색상

가. 조작버튼의 색상은 다음과 같을 것

- 1) 조작버튼은 <표 14-2>에 따라 색상 부호화되어 있을 것
- 2) 기동/투입 버튼의 색상은 흰색을 기본으로 하되 회색 또는 흑색도 사용할 수 있으며, 녹색 또한 허용되나 적색은 사용하지 말 것
- 3) 적색은 비상정지 및 비상전원차단 버튼에만 사용될 것
- 4) 정지/차단 버튼의 색상은 흑색을 기본으로 하되 회색 또는 흰색도 사용할 수 있으나 녹색을 사용해서는 아니되며 적색 또한 허용되나 비상정지장치에 근접한 곳에서 사용하지 말 것
- 5) 흰색, 회색 또는 흑색은 교대로 기동/투입 및 정지/차단되는 버튼 색상으로 사용할 수 있으나 적색, 황색 또는 녹색은 사용하지 말 것
- 6) 흰색, 회색 또는 흑색은 버튼은 누르고 있는 동안만 작동하고 누름을 멈추면 작동하지 않는 형식의 버튼에는 사용할 수 있으나 적색, 황색 또는 녹색은 사용하지 말 것
- 7) 복귀 기능 버튼은 청색, 흰색, 회색 또는 흑색일 것. 다만, 이것이 정지/차단 버튼의 역할을 하는 경우 흑색을 기본으로 하되 흰색 또는 회색도 사용할 수 있으나 녹색은 사용하지 말 것

<표 14-2> 조작버튼의 색상 구분 및 의미

색상	의미	설명	적용 예
적색	비상	위험한 상태 또는 비상시 작동	비상정지 스위치 비상기능의 초기화
황색	비정상	비정상 상태 발생시 작동	비정상 상태를 해소하기 위한 간섭 차단된 자동 주기 재기동 간섭
녹색	정상	정상 상태에서 작동	
청색	의무	의무 작동이 필요한 상태의 작동	복귀 기능
흰색	지정된 의미 없음	비상 정지 이외의 일반적인 기능 개시(비고 참조)	기동/투입(선호됨), 정지/차단
회색			기동/투입, 정지/차단
흑색			기동/투입, 정지/차단(선호됨)
비고: 부호화의 부수적 수단(예: 모양, 위치, 구조)이 조작버튼 식별에 사용되는 경우 흰색, 회색 또는 흑색과 동일한 색상은 여러 기능용으로 사용될 수 있다(예: 기동/투입 및 정지/차단 버튼에 흰색 사용)			

나. 표시등의 색상은 다음과 같을 것. 다만, 사업장 자체 기준에 의하여 지정된 색상이 사용된 경우에는 예외로 할 수 있다.

- 1) 작업자의 주의를 끌거나 지정된 절차를 준수하여야 하는 것을 나타내고자 할 경우 적색, 황색, 녹색 및 청색으로 표시할 것
- 2) 명령상태를 확인하거나 변경 또는 전환 시간 종료의 확인이 필요할 경우 청색과 흰색을 사용할 것(필요시 녹색도 사용 가능)
- 3) 표시등의 색상은 <표 14-3>에 따른 기계의 조건(상태)에 관하여 색상 부호화 되어 있을 것

<표 14-3> 표시등의 색상 및 의미

색상	의미	설명	조작방법
적색	비상	위험한 상태	위험 상태에서 즉시 작동 (비상정지스위치 작동)
황색	비정상	비정상 상태, 긴급 상태	감시 및 조치(기능 재설정 등)
녹색	정상	정상 상태	선택 사양
청색	의무	조작자의 조치를 요하는 상태	의무 조치
흰색	중립	기타 상태(적색, 황색, 녹색, 청색 적용 모호시 사용)	감시

다. 전선의 색상은 다음과 같을 것. 다만, 부품에 부착된 전선 및 다심케이블(녹황색 조합전선은 제외한다)의 경우 또는 전선에 숫자, 알파벳, 색상 등으로 식별이 가능한 구분표시가 된 경우에는 예외로 할 수 있다.

- 1) 흑색-교류 및 직류 전원선로
- 2) 적색-교류제어회로
- 3) 청색-직류제어회로
- 4) 주황색-외부 전원에서 공급되는 연동장치 제어회로
- 5) 녹색 또는 녹색과 황색 조합-접지
- 6) 청색-중성선

31. 표시

누름버튼에는 <표14-4>와 같이 표시할 것. 다만, 다른 방법으로도 식별이 가능한 경우에는 예외로 할 수 있다.

<표14-4> 누름버튼 표시

기동	정지	기동과 정지를 교대로 작동하는 누름버튼	누르는 동안만 작동하고 놓았을 때 정지하는 버튼
	○	Ⓜ	Ⓧ

[해설]

1. 누름버튼 자체 또는 근접한 곳에 상기와 같은 표시를 하거나, 식별이 가능하도록 다른 방법으로 누름버튼에 표시를 하여 작업자가 누름버튼의 정확한 기능을 올바르게 인식토록 하여 오조작을 방지할 수 있도록 설치되어 있어야 한다.

32. 경고 표시

전기장치로 인한 감전위험이 있는 곳에는 <그림 14-2>와 같은 경고표지를 부착하여야 한다.



<그림 14-2> 감전위험 경고 표시

[해설]

1. 전기설비에서는 내장된 에너지는 겉으로 봐서는 알 수가 없다. 따라서 마킹이나 경고표시는 중요하며 설치 후의 사용조건, 환경변화나 성능저하를 고려해야 한다.
2. 부착된 관련 경고표지는 쉽게 인식이 가능하고 사용환경에서 견딜 수 있도록 부착되어 있어야 한다.