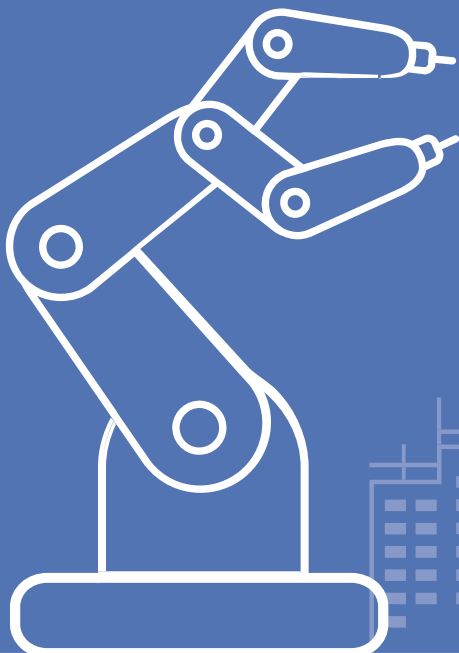


안전검사 매뉴얼

9. 산업용 로봇

- 산업용로봇 검사 시 주의사항 및 검사방법
- 산업용로봇 안전검사 매뉴얼

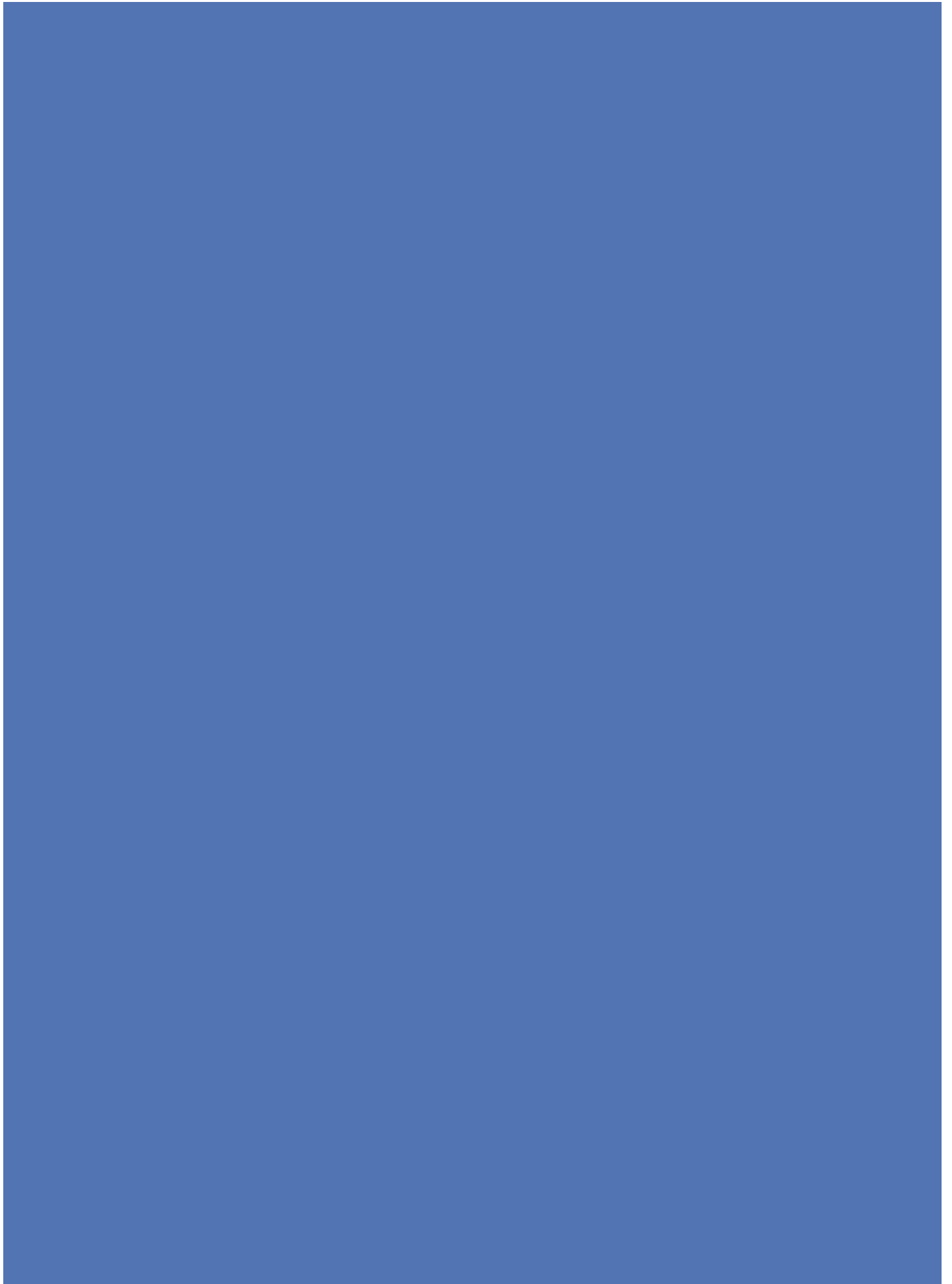


고용노동부

산업재해예방

안전보건공단





I

산업용 로봇 검사시 주의사항 및 검사 방법

I. 산업용 로봇 검사 시 주의사항 및 검사방법



1 검사 시 주의 사항

가. 주변의 작업자에게 검사 중임을 알리는 경고 표지 준비 요청
 예) “출입금지”, “작동(운전, 조작) 금지”, “검사중” 등



나. 측정 장비나 안전·방호장치를 완벽한 것이라고 과신하지 말 것(안전·방호장치의 고장이나 성능미흡 사례가 있음을 유의)이며 만일의 급박한 사태 발생 시 긴급대피 및 구조방법을 강구하여야 한다.

- 측정 및 검사장비는 반드시 사용 전에 이상 유무를 확인하고 성능이 검증된 것만 사용한다.

다. 운전을 정지하거나, 비상정지를 시험하는 경우 사업장 조업 상태를 확인하여, 조업에 방해가 최소화 되도록 한다.

라. 특별한 경우가 아니면 산업용 로봇의 방책 내부로 들어가지 않아야 한다. 다만, 방책 내부에 들어갈 필요가 있는 경우, 연동장치, 로봇 및 내부 기계의 정지 상태 등을 확인하고, 감시인을 배치하는 등 검사원의 안전을 확보한 후 들어가야 한다.

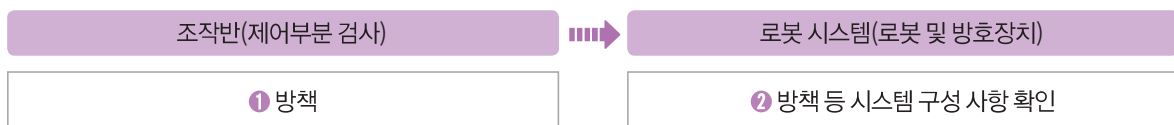
마. 제어반 내부 검사 시에는 반드시 전원을 차단하여 안전성에 이상이 없다고 판단될 경우 측정·시험 장비를 사용하여야 함

- 전압, 전류 측정은 전원 투입상태에서 차단기 2차 측에서 측정하고 절연저항 및 접지 저항의 측정 등은 반드시 전원차단 상태에서 측정

- 제어반 내부의 검사 시 반드시 제어회로와 실물의 설치 여부가 동일한지 확인하여 임의배치로 역방향으로 통전되어 감전, 화상, 아크 등의 사고가 발생하지 않도록 조치

2 검사 방법

보다 효율적인 검사를 위하여 산업용 로봇의 제어반 등 조작부분을 먼저 검사하고, 방책을 포함한 로봇 시스템을 확인하는 순서로 검사한다.



II

산업용 로봇 안전검사 매뉴얼



안전모드 스위치

2 자동운전모드

- 1 자동운전모드에서는 안전장치 정상기능을 유지하고, 보호영역 안으로 사람이 들어가면 보호정지 기능 작동할 것



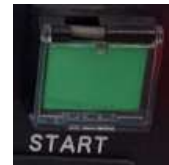
출입문 연동장치 및 잠금장치



감응형 방호장치(광전자식)

- 2 자동모드의 기동은 보호영역 외부의 별도의 기동조작에 의해서만 가능할 것

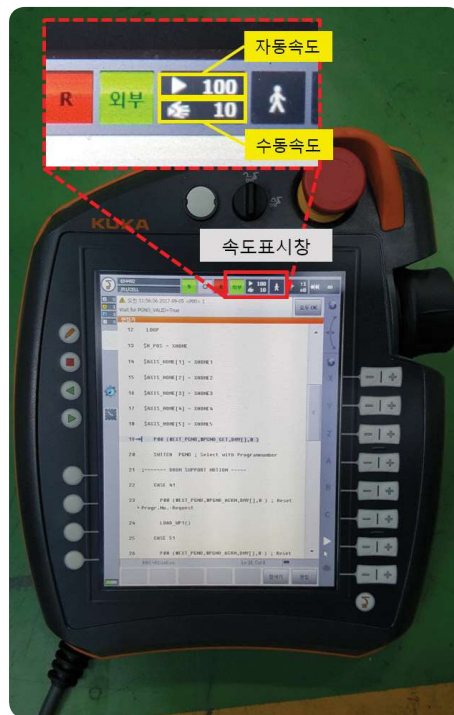
보호영역 외부의 기동장치



3 수동운전모드

- 1 수동감속모드에서는 로봇의 속도가 초당 250mm를 초과하지 않아야 하고, 조작자에 의해서만 작동되도록 하여야 하며, 자동운전이 되지 않을 것
- 2 수동고속모드에서는 초기 속도가 초당 250mm 이하로 설정되어 있고, 펜던트 제어장치는 속도조절 및 속도확인이 가능할 것

펜던트 스위치 속도조절 화면



4 펜던트 제어

- 1 모든 버튼과 장치는 가동유지방식일 것
- 2 동작허가장치는 활성화 위치에서 연속적으로 유지시키는 경우에만 로봇이 작동될 것
- 3 펜던트 또는 교시제어장치에는 비상정지 장치가 설치되어 있을 것



가동허가장치

3 로봇시스템(로봇 및 방호장치)

5	협동운전 요구사항	협동로봇에는 협동운전 상태를 표시하는 시각표시가 설치되어 있을 것 협동운전영역은 바닥표시 등으로 명확하게 표시되어 있을 것			W			10
6	로봇 시스템 배치 설계	로봇과 건물 기둥 등의 장애물 사이에 여유 공간이 있을 것 컨트롤러기와 방호장비(울트라제어기, 공압발브 등)는 브로잉존 외부에 설치할 것			W			15
7	로봇 시스템 중지 기능	로봇 로봇 시스템은 브로잉지 및 레드의 비상중지 기능을 가질 것 시스템의 모든 관련부분에 대하여 작동되는 단일 비상중지 기능을 가질 것 로봇 시스템의 외부 방호장치와 연결하기 위하여 하나 이상의 브로잉지 포트를 구비하고 있을 것			V/A			16
8	수동 리셋, 기동과 재기동	기동과 재기동은 모든 안전기능 및 브로 대력이 정상 작동시에만 가능할 것 기동과 재기동 제어는 브로잉존 밖에서 수동으로 조작되어야 하며, 브로잉존 안에서는 활성화가 불가능할 것			V/A			17
9	브로잉존 및 방벽	제한영역은 브로잉존 내에 설치하고, 브로잉존은 방벽에 의해 설정될 것 방벽은 견고하게 설치하고 트럭을 사용해서만 제거할 수 있는 구조일 것 방벽에 개구부가 있을 경우 작업자의 위험을 경고받지 못하게 되어 있을 것 방벽의 높이는 1,800mm이상일 것(KS B ISO 13857에 따를 경우 1,400mm이상) 가장성 방벽(출입문)에는 인증표시가 설치 될 것			V/E/A	방벽 높이 (mm)	자	18
10	광음향 방호장치	광음향 방호장치는 안전표시기능에 적합할 것			V/A			19
11	접지	접지저항은 400V 미만인 경우 100Ω이하, 400V 이상의 경우 10Ω이하일 것			V/E	(Ω)	접지저항 측정기	20
12	비상중지장치	비상중지장치는 각 제어반 및 그 밖에 비상중지장치가 필요한 곳에 설치하되, 접근이 용이하게 배치되어 정상적으로 작동될 것 비상중지장치는 작동 후 수동 복귀시작 때 까지 자동으로 복귀되지 않을 것			V/A			29
13	기타	개해 발생의 급박한 위험이 있는 경우						
* 판정결과: 해당란에 ○ 표시 ** 검사방법: ☑ 육안검사 ☒ 장비검사 ☓ 작동검사 ☑ 인증확인대상								

1 협동운전 요구사항

- ① 협동로봇에는 협동운전 상태임을 표시하는 시각표시가 설치되어 있을 것
- ② 협동운전영역은 바닥표시 등으로 명확하게 표시되어 있을 것



협동로봇 협동운전영역 바닥 표시



협동운전영역 내 작업자 인식 (우측 상단 붉은색)



협동운전영역 내 작업자 없음 (좌측 상단 초록색)

1. 공통사항 2. 곤돌라 3. 국소배기장치 4. 원심기 5. 블러기 6. 시출성형기 7. 고소작업대 8. 컨베이어 9. 산업용로봇 ※ 참고 전기장비 측정방법

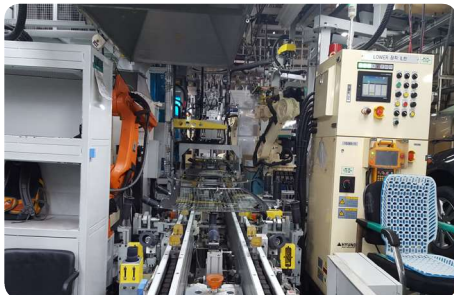
2 로봇 시스템 배치 설계

- 1 로봇과 건물 기둥 등의 장애물 사이에 여유공간이 있을 것
- 2 운전제어기와 보조장비(용접제어기, 공압밸브 등)는 보호영역 외부에 위치할 것

운전제어기의 배치(적합)

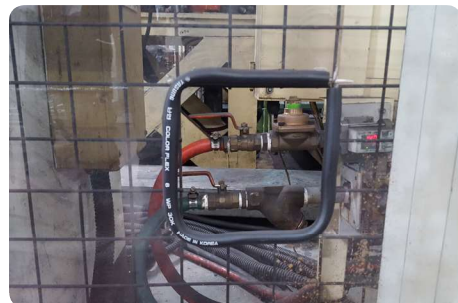


운전제어기의 배치(부적합)



운전제어기 셀 내부에 배치

보조장비의 배치(적합)



조작밸브가 보호영역 내부에 있으나 보호영역 외부에서 안전한 조작이 가능한 구조이므로 인정가능

보조장비의 배치(부적합)



용접제어장치 셀 내부에 배치



공압제어장치 셀 내부에 배치

3 로봇 시스템 정지 기능

- ① 모든 로봇 시스템은 보호정지 및 별도의 비상정지 기능을 가질 것
- ② 시스템의 모든 관련부분에 대하여 작동되는 단일 비상정지 기능을 가질 것
- ③ 로봇 시스템은 외부 보호장치와 연결하기 위하여 하나 이상의 보호정지 회로를 구비하고 있을 것

용어
해설

보호정지(protective stop) : 안전을 목적으로 정해진 순서에 따라 동작이 중단되는 운전중단 형태로, 재기동을 위하여 프로그램 논리를 유지하는 것을 말한다.

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

구분	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 모든작업에서 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

4 수동 리셋, 기동과 재기동

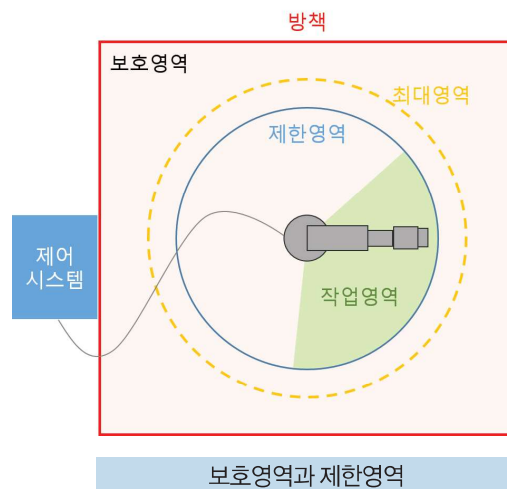
- 1 기동과 재기동은 모든 안전기능 및 보호대책이 정상 작동시에만 가능할 것
- 2 기동과 재기동 제어는 보호영역 밖에서 수동으로 조작되어야 하며, 보호영역 안에서는 활성화가 불가능할 것



기동과 재기동 제어장치의 위치

5 보호영역 및 방책 등

- 1 제한영역은 보호영역 내에 위치하고, 보호영역은 방책에 의해 설정될 것



보호영역과 제한영역

- ② 방책은 견고하게 설치하고 도구를 사용해서만 제거할 수 있는 구조일 것

방책 고정 방법



- ③ 방책에 개구부가 있을 경우 작업자의 위험점 접근방지조치가 되어 있을 것
- ④ 방책의 높이는 1,800mm 이상일 것(KS B ISO 13857에 따를 경우, 1,400mm 이상)
- ⑤ 가동식 방책(출입문)에는 연동장치가 설치될 것

출입문 연동장치 및 잠금장치



출입문 연동장치 및 잠금장치(적합)



출입문 연동장치(부적합)

문에 고정설치되지 않아 연동장치를 해제하지 않고 출입문 개방이 가능한 구조임

6 감응형 방호장치

- ① 감응형 방호장치는 안전검사기준에 적합할 것

감응형 방호장치



안전매트



광전자식 방호장치(라이트 커튼)

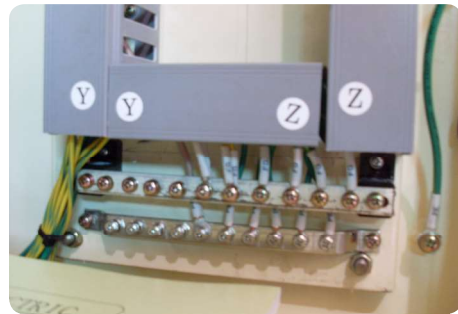


레이저 스캐너

7 접지

- ① 접지저항은 400V 미만인 경우 100Ω 이하, 400V이상인 경우 10Ω 이하일 것

산업용 로봇 시스템의 접지단자



8 비상정지장치

- ① 비상정지장치는 각 제어반 및 그 밖에 비상정지장치가 필요한 곳에 설치하되, 접근이 용이하게 배치되어 정상적으로 작동될 것
- ② 비상정지장치는 작동된 이후 수동 복귀시킬 때까지 자동으로 복귀되지 않을 것



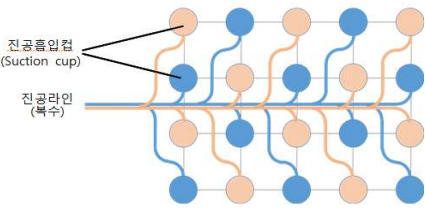
산업용 로봇 비상정지 버튼



9 기타

- ① 재해발생의 급박한 위험이 있는 경우



참고 1 산업용 로봇 검사기준

번호	구분	내용	사진
1	동력전달부품	<p>가. 전동기축, 기어, 구동벨트 또는 연결(link)장치 등의 동력전달부에는 고정식 또는 가동식 가드가 설치되어 있을 것</p> <p>나. 가동식 가드에는 신체의 일부가 위험점에 도달하기 전 로봇의 작동이 정지되도록 연동회로가 구성되어 정상적으로 작동될 것</p> <p>다. 연동시스템의 성능과 관계된 안전은 제4호의 요건을 만족할 것</p>	<div style="text-align: center;">  <p style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">기어</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">가드</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> • 산업안전보건법 제80조(유해하거나 위험한 기계·기구에 대한 방호조치) • 산업안전보건법 시행규칙 제98조(방호조치) • 산업안전보건기준에 관한 규칙 제87조(원동기·회전축 등의 위험 방지)
2	동력의 손실 또는 변동	<p>가. 로봇에 공급되는 동력이 차단되거나 변동되더라도 주행폭주 또는 불시정지 등의 위험이 초래되지 않고, 동력을 재공급하는 경우에도 로봇이 기동되지 않을 것</p> <p>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 안전방호 조치가 되어 있을 것</p>	<div style="text-align: center;">  <p style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">진공라인의복수구성 예</p> </div> <p>※ 하나의 진공라인이 진공을 상실하더라도 다른 진공라인이 정상적으로 작동되어 운반 물체의 떨어짐을 방지하는 구조</p>


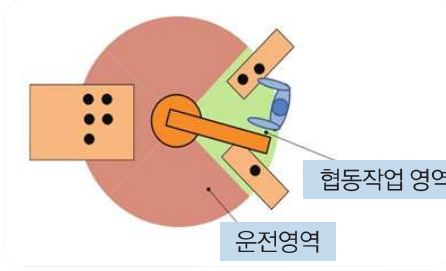
번호	구분	내용	사진
3	제어장치	<p>로봇에 설치되는 제어장치는 다음 각 목의 요건에 적합할 것</p> <p>가. 누름버튼은 오작동 방지를 위한 가드가 설치되어 있는 등 불시기동을 방지할 수 있는 구조일 것</p> <p>나. 전원공급램프, 자동운전, 결함검출 등 작동제어의 상태를 확인할 수 있는 표시장치가 설치되어 있을 것</p> <p>다. 조작버튼 및 선택스위치 등 제어장치에는 해당 기능을 명확하게 구분할 수 있도록 표시되어 있을 것</p>	 <p style="text-align: center;">오작동 방지 위한 가드 설치</p>  <p style="text-align: center;">제어장치의 표시장치 (재기동, 자동운전, 결함검출, 전원공급)</p>  <p style="text-align: center;">시스템 제어장치의 표시</p>





번호	구분	내용	사진
4	안전관련 제어시스템 성능요건	<p>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.</p> <p>가. 부품에 단일결함이 발생하더라도 안전기능의 상실로 이어지지 않을 것</p> <p>나. 로봇의 작동 중 단일결함은 다음 주기의 안전기능이 실행되기 이전에 검출될 것</p> <p>다. 단일결함이 발생한 경우에도 안전기능은 항상 유효한 상태를 유지해야 하고 검출된 결함이 수정되기 전까지 안전한 상태를 유지할 것</p>	<p>안전관련 제어시스템에는 전기시스템, 유압 시스템, 공압시스템, 소프트웨어 등이 있다. 안전관련 제어시스템은 SRP/CS (Safety-related parts of control systems)라고도 부른다.</p> <p>산업용로봇에 대한 자율안전확인신고 제도 시행(2013.3.1.) 이전에 생산·설치된 산업용로봇 시스템은 예외로 할 수 있다</p>
5	운전모드 선택	<p>가. 로봇 시스템에는 키 선택 스위치 등 운전모드 선택장치가 있을 것</p> <p>나. 운전모드 선택 위치는 명확하게 확인 가능하고, 하나의 운전모드만 선택 가능할 것</p> <p>다. 운전모드 선택 스위치는 운전스위치로 사용되어서는 아니되며, 별도 운전스위치 조작에 의해서만 로봇 시스템이 작동될 것</p> <p>라. 조작장치에는 운전모드를 구분할 수 있는 표시(문자표시 등)가 되어 있을 것</p>	<p>운전모드 선택장치에는 명확하게 확인이 가능하도록 각각의 선택위치에 대한 문자 또는 기호 표시 등이 되어 있어야 함</p>  <p style="text-align: center;">운전모드 선택 스위치</p>

번호	구분	내용	사진
6	자동 운전모드	<p>가. 자동운전모드에서는 방책 등 안전장치가 정상기능을 유지하고 있어야 하며, 보호영역 안으로 사람이 들어가면 보호정지 기능이 작동될 것</p> <p>나. 자동운전모드 선택으로 보호정지 또는 비상정지가 리셋 또는 무효화 되지 않을 것</p> <p>다. 정지신호가 부여되면 자동운전모드가 해제될 것</p> <p>라. 자동모드를 선택하는 경우 자동모드의 기동은 보호영역 외부에서 별도의 기동조작에 의해서만 가능할 것</p> <p>마. 자동운전모드에서 다른 운전모드로의 변환은 구동부가 정지된 상태에서만 가능할 것</p>	     <p>출입문 연동장치 및 잠금장치</p> <p>감응형 방호장치 (광전자식)</p> <p>보호영역 외부의 기동장치</p>
7	수동 운전모드	<p>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</p> <p>나. 초당 250mm 이상의 속도로 구동되는 수동운전모드(수동고속모드, T2 또는 고속프로그램 검증모드)는 다음 요건을 만족할 것</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 	  <p>수동운전모드 속도표시창</p> <p>수동운전모드 속도표시창</p>

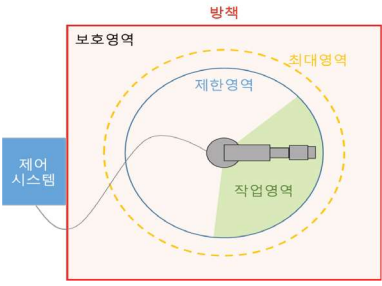

번호	구분	내용	사진
8	펜던트 제어	<p>가. 펜던트 또는 교시제어장치의 조작에 의한 로봇의 동작은 초당 250mm 이하에서 개시될 것</p> <p>나. 펜던트에 초당 250mm 이상의 속도 선택기능이 있는 경우에는 제7호 나목의 요건을 만족할 것</p> <p>다. 펜던트에 설치된 모든 버튼과 장치는 가동유지(hold-to-run) 방식일 것</p> <p>라. 펜던트 또는 교시제어장치에는 동작허가 장치(enabling Device, 그림 14-1)를 설치하고 이 장치가 중앙의 활성화 위치에서 연속적으로 유지시키는 경우에만 로봇이 작동될 것. 이 경우 동작허가 장치는 다음 사항을 만족할 것</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 	 

번호	구분	내용	사진
		<p>바. 자동운전은 펜던트 또는 교시제어장치의 조작만으로 자동운전모드로 전환되지 않고 보호영역 밖에 설치된 별도의 장치를 조작한 후에만 가능할 것</p> <p>사. 무선펜던트 또는 무선교시제어장치를 사용하는 경우에는 다음 요건에 적합할 것</p> <p>1) 펜던트의 활성화 상태가 펜던트 화면 등에 표시될 것</p> <p>2) 수동운전모드에서 통신장애 발생시 보호정지기능이 작동되고 통신 재개 후에도 별도의 조작에 의해서만 로봇의 동작이 재개될 것</p> <p>아. 펜던트에 줄이 달린 경우, 교시작업자가 안전하게 작업을 수행할 수 있도록 줄의 길이가 충분할 것</p> <div data-bbox="475 1167 890 1458" data-label="Diagram"> </div> <p>1: 위치 1 4: ON 7: 해제 2: 위치 2 5: OFF 8: 살짝 누름 3: 위치 3 6: 누름 9: 짝 누름</p> <p><그림 14-1> 동작허가 장치의 기능적 특성</p>	

번호	구분	내용	사진
9	동시동작 제어	<p>가. 한대 이상의 로봇 제어기를 연결하여 사용할 수 있는 교시펜던트는 각각의 로봇을 독립적 또는 동시에 동작시킬 수 있을 것</p> <p>나. 동시 작동을 위해 선정된 각각의 로봇은 동일한 운전모드에서만 작동되도록 해야 하고 작동상태가 조작장치에 표시될 것</p> <p>다. 선택된 로봇만이 활성화되고 보호영역 내에서 로봇이 활성화되었는지를 명확하게 확인할 수 있는 시각적으로 표시될 것</p> <p>라. 활성화되지 않은 로봇에 의한 불시기동이 발생되지 않아야 하고 제4호의 안전관련 제어시스템 성능요건을 만족할 것</p>	 <p>※ 동시동작제어란? 두 대 이상의 로봇의 동작으로, 단일 제어장치의 제어하에 동시에 공통적인 관계를 갖고 협조되거나 동기화하는 것</p> <p>※ 각 로봇은 동작되기 전에 개별적으로 선택되어야 하며, 선택된 로봇만이 활성화되어야 하고, 활성화된 모든 로봇의 상태표시가 보호영역 내에서 확실하게 표시되어야 한다.</p>
10	협동운전 요구사항	<p>가. 협동운전을 위해 설계된 로봇에는 협동운전 상태임을 표시할 수 있는 시각 표시가 설치되어 있을 것</p> <p>나. 작업자가 로봇과 직접적으로 접촉할 수 있는 협동운전 영역은 바닥표시 등으로 명확하게 표시되어 있을 것</p> <p>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</p> <p>라. 협동운전 동안 작업자는 언제든지 단순 동작으로 로봇작동을 정지시킬 수 있거나 협동운전 영역에서 빠져 나오는데 방해 받지 않는 수단이 있을 것</p>	 <p>작업자가 로봇과 직접적으로 접촉할 수 있는 협동운전 영역은 바닥표시, 사인 등으로 명확하게 표시되어 있어야 한다.</p> <p>참고 : KS B ISO 12018-2 5.11.3</p>

번호	구분	내용	사진
11	협동운전	<p>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.</p>	<p><1. 안전정격감시 - 안전감시 정지모드> 작업영역 내 사람 감지 시 로봇 정지 침입 여부는 외부장치(센서 등)에 의함</p>  <p><2. 핸드가이딩 - 수동작업모드> 동작허가장치를 통한 직접 조작, 안전정격 감시 속도 운전 핸드가이딩 전에는 안전정격감시 운전, 핸드가이딩 시에는 로봇 자체 동작허가장치와 속도모니터링 장치 작동</p>  <p><3. 속도 및 위치 감시 - 안전감시 감속모드> 지정된 속도 및 운전자와의 이격거리 유지 로봇과 사람의 이격거리 및 속도는 로봇 자체 내장형과 외부장치(센서 등)에 의한 것이 있음</p>  <p><4. 설계 또는 제어에 의한 파워 및 힘 제한 - 충격감지모드> 사람과 로봇 접촉 시 사람에게 상해를 가하지 않는 제한된 크기의 힘만 전달 사람과의 접촉 여부는 로봇 자체(각 구동부 별)에 내장된 감지장치(토크센서 등)에 의함</p>  <p>협동운전 4가지 기능 (ISO 10218-1 5.10 참조) 그림 출처 : Survey on human-robot collaboration in industrial settings : Safety, intuitive interface and applications, Valeria Villani, 2018</p>

번호	구분	내용	사진
12	축의 운동범위 제한	<p>가. 로봇의 구동축에는 운동범위를 제한하기 위하여 다음의 요건을 만족하는 제한장치가 설치되고 정상적으로 작동할 것</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 <p>나. 기계적 제한장치 이외의 경우 제어회로의 성능은 제4호의 안전관련 제어시스템 성능요건을 만족해야 하며 로봇 제어기 및 작업 프로그램으로 인하여 제한장치의 설정이 변경되지 않을 것</p>	<p>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.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p style="text-align: center;">기계적 멈춤장치</p>
13	전기 접속 기구	<p>전기 접속구 등 로봇에 연결되는 전기 접속장치는 임의로 분리되지 않는 방식일 것</p>	  <p>전기 접속장치는 분리되거나 끊어지는 경우 위험을 초래할 수 있으므로, 부주의에 의하여 분리되지 않도록 설계 제작된 것을 사용하여야 함</p> <p>참고 : KS B ISO 10218-1:5.15</p>

번호	구분	내용	사진
14	명판 등의 표시	<p>각 로봇에는 다음 각 목의 사항을 보기 쉬운 곳에 쉽게 지워지지 않는 방법으로 표시되어 있을 것</p> <p>가. 제조자의 이름, 모델명, 제조연월</p> <p>나. 전기 또는 유·공압 시스템에 대한 공급사양</p> <p>다. 부하 능력</p>	
15	로봇 시스템 배치설계	<p>작업영역, 접근 및 여유 공간을 위한 로봇 시스템의 배치는 다음 각 목에 적합할 것</p> <p>가. 로봇의 최대 영역을 확인하여 제한 영역 및 작업 영역을 설정하고, 로봇과 건물 기둥 등의 장애물 사이에 여유 공간이 있을 것</p> <p>나. 보행자 통로 등 안전한 통행을 위한 통로가 확보되어 있을 것</p> <p>다. 제어시스템 접근 및 경로가 안전할 것</p> <p>라. 점검, 청소, 수리, 유지보수 등을 위한 접근 시의 안전통로가 확보되어 있을 것</p> <p>마. 배선 또는 기타 위험원으로 인한 미끄러짐, 헛디딤, 넘어짐 위험이 없을 것</p> <p>바. 전선 선반(cable tray)등으로 인한 위험이 없을 것</p> <p>사. 자동운전 동안 접근이 필요한 운전 제어기와 보조장비(용접 제어기, 공압 밸브 등)는 보호영역 외부에 위치할 것</p>	 <p>① 최대영역(maximum space) 제조자에 의해서 정의되는 로봇의 가동 부분에 의해 도달 가능한 영역에 말단장치와 작업물에 의해 도달 가능한 영역을 합한 영역</p> <p>② 제한영역(restricted space) 최대영역의 일부로, 제한 장치(limiting devices)에 의해 산업용 로봇의 작동범위가 제한되는 영역</p> <p>③ 운전영역(operating space, operational space) 제한영역의 일부로 작업 프로그램에 의한 모든 동작을 수행하기 위하여 실제로 사용되는 영역</p> <p>④ 보호영역(safeguarded space) 방책 등 주변 안전장치에 의해 정의된 영역</p> <p>산업용로봇 시스템이 자동운전되는 동안 필요한 운전 제어기와 용접제어기 및 공압밸브 등 보조장비는 보호영역 외부에 설치되어 있어야 한다.</p> <p>참고:KS B ISO 10218-2 5.3.2</p> 

번호	구분	내용	사진
16	로봇 시스템 정지 기능	<p>모든 로봇 시스템은 보호정지 및 별도의 비상정지 기능을 가질 것</p> <p>가. 비상정지 기능</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 <p>나. 보호정지 기능</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 제어 되는 모든 위험원에 대한 제어가 가능할 것 3) 보호정지는 수동 또는 제어로직에 의해 기동될 것 4) 적어도 하나 이상의 보호정지 기능은 0정지방식 또는 1정지방식일 것 	<p><용어 해설></p> <p>보호정지 (protective stop)</p> <p>안전을 목적으로 정해진 순서에 따라 동작이 중단되는 운전 중단 형태로, 재기동을 위하여 프로그램 논리를 유지하는 것을 말한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 비상정지장치: 모든 위험원의 에너지원 제거 • 보호정지: 보호된 위험원을 안전 제어 • 2정지방식: 액추에이터에 전원이 인가된 상태에서 제어기능에 의해 동작만 정지되는 방식

번호	구분	내용	사진
		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	
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 나. 동력 공급이 중단되었다가 재개되는 경우 위험한 동작이 자동으로 시작되는 것을 방지하기 위하여 기동 연동 장치가 설치되어야 하며, 수동조작에 의해서만 리셋될 것 다. 기동과 재기동 제어는 보호영역 밖에서 수동으로 조작되어야 하며, 보호영역 안에서는 활성화가 불가능할 것 라. 기동과 재기동 제어장치의 위치는 보호영역을 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	가. ‘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. 기동 연동장치는 전원공급이 중단되었다가 재개되는 경우에 시스템의 운전이 자동으로 시작되어 작업자가 위험에 노출되는 것을 방지하기 위하여 설치되는 장치이다. 다. 운전자가 보호영역 내부에서 기동과 재기동 제어가 가능한 구조일 경우, 로봇과의 충돌에 의한 위험이 발생할수 있으므로 기동과 재기동 조작은 보호영역 밖에서만 수동으로 조작되어야 한다.



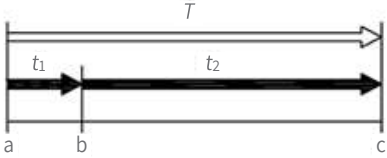
운전 스위치(기동 및 재기동 제어용)




라. 참고 사진




번호	구분	내용	사진
18	보호영역 및 방책 등	<p>보호영역 및 방책은 다음 각 목에 적합할 것. 다만, 협동로봇은 운전 방식에 따라 일부 적용을 제외할 수 있다.</p> <p>가. 제한영역은 보호영역 내에 위치 할 것</p> <p>나. 보호영역은 방책에 의하여 설정될 것. 다만, 재료나 부품의 투입 또는 인출을 위한 개구부의 경우에는 감응형 방호장치 등에 의하여 설정될 것</p> <p>다. 로봇 셀의 방책은 다음 각 목에 적합할 것</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 안전거리를 고려하여 높이로 인한 위험성이 없는 경우에는 방책의 높이를 1,400mm 이상으로 할 수 있다. 4) 가동식 방책(출입문)은 옆으로 열리거나 위험원로부터 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 상태에서에만 로봇의 기동이 가능하게 할 것 	<p>다. 1) 방책 고정 방법</p> 

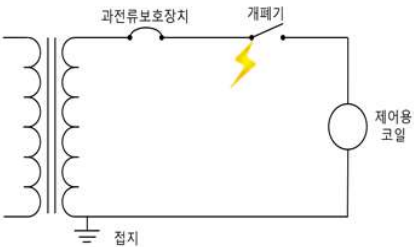
번호	구분	내용	사진
19	감응형 방호장치	<p>감응형 방호장치는 다음 각 목에 적합할 것. 다만, 협동로봇은 운전 방식에 따라 제외 할 수 있으며, 신기술을 적용하여 감응형 방호장치를 통하여 달성하고자 하는 안전기능을 구현한 경우에는 감응형 방호장치를 설치한 것으로 간주한다.</p> <p>가. 감응형 방호장치는 그 특성에 따라 단독으로 모든 위험원을 방호하지 못하는 경우에는 다른 방호장치와 함께 사용될 것</p> <p>나. 접근하는 작업자의 어떤 신체부위도 위험영역에 도달하기 전에 기계가 정지하거나 안전한 조건이 되도록 안전거리를 고려할 것</p> <p>다. 감응형 방호장치는 다음의 기능을 모두 만족할 것</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 방호장치가 위험을 감지하였을 때에는 보호정지를 유발할 것 2) 방호장치의 리셋만으로 기계가 재기동 되지 않도록 할 것 <p>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</p> <p>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</p>	<p>산업용로봇 시스템이 정상운전 중인 상태에서 작업자가 보호영역 내에 있을 가능성이 있는 경우, 감응형 방호장치(안전매트, 광전자식 방호장치, 레이저스캐너 등)가 보호영역 내에 설치되어야 한다.</p> <p>(참고 : KS B ISO 10218-2 5.10.5~5.10.11)</p> <div style="text-align: center;">  <p>안전매트</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>광전자식 방호장치(라이트 커튼)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>레이저 스캐너</p> </div>

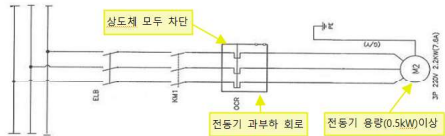
번호	구분	내용	사진
			<p>위험영역까지의 최소거리(안전거리) 계산식</p> $S = (K \times T) + C$ $T = t_1 + t_2$  <p>a 방호설비의 구동 b 방호설비의 작동(OFF 신호 발생) c 위험한 기계기능의 종료(안전한 조건)</p> <hr/> <p>S: 최소거리(mm) K: 인체의 전부나 일부의 접근속도 데이터에서 얻어지는 파라미터(mm/s) T: 전체 시스템의 정지성능(s) t1: 방호설비가 구동된 시간과 출력신호가 off상태로 전환되는 시간사이의 최대시간 t2: 정지시간 즉, 방호설비의 출력신호가 off상태로 된 후 위험한 기계기능을 종료하는데 소요되는 최대시간. 제어시스템의 응답시간은 t2에 포함되어야 한다. C: 침범거리</p> <p><용어해설> 일시중지(muting) 로봇 시스템의 주기의 일부 중 안전보호 기능을 일시적으로 자동제어하여 중지하는 기능 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 기능</p>

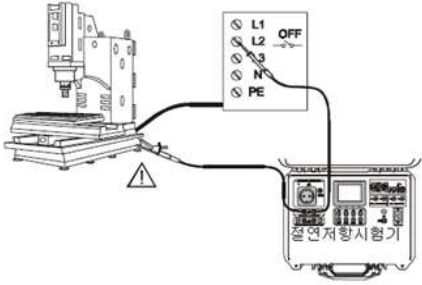
번호	구분	내용	사진								
전기안전요건											
20	접지	<p>가. 전기장치 외함접지는 접지단자를 이용하여 설치해야 하며, 다음 요건을 만족할 것</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 400V 미만일 때 100Ω 이하일 것 2) 400V 이상일 때 10Ω 이하일 것 <p>다만, 방폭지역의 저압 전기기계·기구의 외함은 전압에 관계없이 10Ω 이하일 것</p> <p>나. 접지선은 충분한 기계적·전기적 강도를 가질 것</p> <p>다. 외함 접지선의 최소 단면적은 <표 14-1>에 표시된 것 이상일 것. 다만, 자율안전확인신고제도 시행 이전 생산·설치된 제품은 예외로 할 수 있다.</p> <p style="text-align: center;"><표 14-1> 접지선의 최소 단면적</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>전원 공급용 전선의 단면적 [S(mm²)]</th> <th>접지선의 최소 단면적 [S(mm²)]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S ≤ 16</td> <td>S</td> </tr> <tr> <td>16 < S ≤ 35</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>S > 35</td> <td>S/2</td> </tr> </tbody> </table> <p>라. 외함접지 단자에는 문자(PE)를 표기해야 하며, 기계부품 등의 분당회로에 사용되는 그 밖의 단자에는 다음 중 하나의 방법으로 표기되어 있을 것</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 기호로 표현하는 경우: ⊕ 2) 문자로 표기하는 경우: PE 3) 녹색 또는 녹색 및 황색 조합 접지선 	전원 공급용 전선의 단면적 [S(mm ²)]	접지선의 최소 단면적 [S(mm ²)]	S ≤ 16	S	16 < S ≤ 35	16	S > 35	S/2	 <p style="text-align: center;">산업용로봇 시스템의 접지 단자</p>  <p style="text-align: center;">접지저항 측정 예</p>  <p style="text-align: center;">접지단자 기호 표기</p>
전원 공급용 전선의 단면적 [S(mm ²)]	접지선의 최소 단면적 [S(mm ²)]										
S ≤ 16	S										
16 < S ≤ 35	16										
S > 35	S/2										


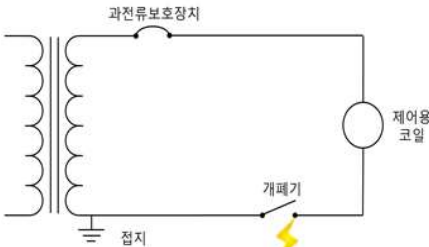
번호	구분	내용	사진
21	전원 차단장치	<p>가. 전원차단장치는 다음과 같을 것</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 기계의 전원 인입선마다 설치할 것 2) 작동표시로 “0”(개방) 및 “1”(투입) 표시를 할 것. 다만, 개방 및 투입의 표시가 다른 방법으로도 식별이 명확한 경우에는 예외로 할 수 있다. 3) 전원회로의 모든 상을 차단 할 수 있을 것 4) 부하전류 및 고장전류를 차단할 수 있는 충분한 용량을 가질 것 <p>나. 2개 이상의 전원이 공급되는 경우에는 전원차단장치가 상호 연동되어 있을 것</p> <p>다. 전원차단장치의 조작손잡이는 쉽게 접근이 가능하도록 지면으로부터 0.6~1.9m 사이에 위치할 것</p>	 <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">전원차단장치</p>
22	감전사고 방지	<p>가. 전기장치는 직접접촉이나 간접접촉으로 인한 감전 사고가 발생되지 않도록 설치되어 있을 것</p> <p>나. 전기장치의 직접접촉에 대한 방호조치는 다음과 같을 것</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 접근방지를 위하여 전용의 외함 내부에 내장시키거나 방호망을 설치하는 등 작업자와 충분히 이격시킬 것 2) 개방형 외함의 구조는 다음과 같을 것 <ol style="list-style-type: none"> 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 보호등급은 IP 2X 이상의 직접 접촉방호가 되어 있을 것 	<p><IP Code : IEC 60529 참조></p> <ul style="list-style-type: none"> • IP ◇ ◆ <ul style="list-style-type: none"> ◇ 제1특성숫자: 외래 고형물의 침입 <ol style="list-style-type: none"> 2: 직경 12.5mm 이상의 이물질 (손가락 접근 보호) ◆ 제2특성숫자: 기능 이상을 초래하는 물 침투 <ul style="list-style-type: none"> X: 문자부호의 생략 의미 예) 0: 무보호(특별한 조치 없음) 8: 계속적 수물 <p>외함이 개방할 수 있는 구조의 경우, 다음 3가지 중 한 가지를 만족하여야 한다.</p> <p>① 숙련자만 취급할 수 있도록 키 등을 부착(내부 충전부는 직접접촉 방호조치)</p>



번호	구분	내용	사진
		<p>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.</p> <p>1) 충전 전하가 60μC 이하인 경우</p> <p>2) 장비기능상 급속한 방전이 어려운 경우 외함이 개방하기 전에 일정시간 대기할 수 있도록 주의 표시를 하는 경우</p>	<p>② 외함 개방시 내부 충전부 차단</p> <ul style="list-style-type: none"> · 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. <p>③ ①과 ② 이외의 경우는 모든 충전부분의 보호등급이 IP2X 또는 IPXXB 이상으로 직접접촉을 방지되는 경우에 한하며, 이 조치로 배리어가 사용되는 경우, 특수 공구를 사용하여 배리어를 제거할 수 있도록 하거나 배리어가 제거될 때 방호 대상 충전부가 자동으로 차단되어야 한다.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>키 설치</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>외함 개방시 전원 차단</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  <p>배리어</p> </div>
23	배선	<p>가. 배선은 부하의 용량과 특성에 적절한 굵기와 배선 종류일 것</p> <p>나. 배선의 피복상태는 손상, 파손, 탄화부분이 없어야 하며, 제어반 등의 전선 인입구에는 배선 피복이 손상되지 않도록 보호조치가 되어 있을 것</p> <p>다. 배선의 단자체결 부분은 볼트 및 너트의 풀림 또는 탈락이 없을 것</p>	<p>배선 인입구에는 케이블 글랜드, 부상, 패킹 등으로 배선이 손상되지 않도록 되어 있어야 한다.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>케이블 글랜드 사용 예</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>부상 사용 예</p> </div> </div>



번호	구분	내용	사진
24	과전류 보호	<p>가. 과전류보호를 위하여 각 부품의 정격전류 또는 도체의 허용전류 값 중에서 더 작은 값에 대하여 보호될 것</p> <p>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</p> <p>다. 과전류 보호용으로 차단기 또는 퓨즈 설치 시 차단용량은 해당 전동기 등의 정격전류에 대하여 차단기는 250%, 퓨즈는 300% 이하일 것</p> <p>라. 과전류차단장치는 분기회로마다 설치할 것</p> <p>마. 전원전압에 직접 접속되는 제어회로 및 제어회로 변압기에는 과전류보호조치가 되어 있을 것</p> <p>바. 제어용변압기 2차측 회로의 과전류보호장치는 접지회로가 아닌 다른 단에 설치되어 있을 것</p>	<p>라. 과전류 보호장치는 보호해야 할 배선이 전원과 연결되는 지점(분기지점)마다 설치되어야 한다. 다만, 단락의 가능성을 줄이고 배선용량이 충분하게 설계된 아래의 조건을 모두 만족시키는 경우 과전류보호장치를 생략할 수 있다.</p> <p>[과전류 보호장치 생략 조건]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 도체의 허용 전류가 필요한 부하전류 이상 2. 과전류보호장치에 접속된 도체길이가 3m 이하 3. 도체가 외함이나 덕트에 의해 보호된 경우 <p>바. 제어회로용 변압기 2차측의 한 단에는 과전류보호장치를 다른 단에는 접지를 실시해야 하며, 이 때 제어용 코일과 접지 사이에는 접점이 존재하지 않도록 회로를 구성하여야 한다.</p>  <p>제어용 변압기 2차측 회로의 과전류 보호장치 바른 설치 예</p>
25	전동기의 과부하 보호	<p>가. 정격출력이 0.5kW 이상의 전동기에는 과부하보호장치가 설치되어 있을 것. 다만, 구조적으로 전동기가 과부하가 되지 않도록 전기적·기계적 회로가 구성된 경우에는 예외로 한다.</p> <p>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 제품은 예외로 할 수 있다.</p>	<p>가. 정격출력이 0.5kW 이상인 전동기에는 그림과 같이 상도체를 모두 차단할 수 있도록 과부하 보호장치가 설치되어 있어야 한다. 다만, 다음의 경우에는 예외로 할 수 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 소방펌프, 반응폭주 방지를 위한 냉각수펌프 등과 같이 전동기 작동이 자동 정지되는 것이 불합리한 경우로서 과부하시 조작자가 인지할 수 있는 경고신호 방식을 채택한 때 2) 과부하가 될 수 없는 전동기, 토크 전동기, 기계적 과부하보호장치로 보호되거나 적절한 규격으로 제한된 운동만 수행하는 경우의 전동기 등



번호	구분	내용	사진
		<p>다. 과부하 보호로 전원이 차단되는 경우 개폐장치는 모든 상도체를 차단시킬 것</p> <p>라. 전동기는 정전 등에 의해 전원이 차단된 후 재통전 되었을 때 불시기동 되지 않을 것</p>	 <p>전동기 과부하 보호회로 예</p> <p>나. 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.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 사용자의 요청에 의해 과부하감지장치의 개수를 줄이는 경우 2) 단상 또는 직류 전동기회로에서 접지되지 않은 선로에만 감지장치를 설치하는 경우 <p>다. 과부하의 감지는 모든 상도체에 각각 조치되어 있어야 한다. 실제로 현장에서는 모든 상도체가 아닌 2상만 설치하는 경향이 있어 이에 대한 주의를 요한다. 다만 단상이나 직류전동기는 한 개의 접지되지 않은 상도체에서만 감지조치를 하는 것이 허용된다.</p>

번호	구분	내용	사진
26	절연저항	<p>전원선과 보호분당회로 사이에 직류전압 500V를 인가하여 측정된 절연저항 값은 1MΩ 이상일 것. 다만, 부스바, 컬렉터선, 컬렉터봉 설비 또는 슬립링 조립품 등 전기장비 일부의 최소 절연저항 값은 50kΩ 이상일 것</p>	<p>• 절연저항</p> <p>절연물에 일정 전압을 가하여 이때 절연물에서 흘러나온 미세한 누설 전류를 측정하여 가한전압(V)/누설전류(I) 원리를 이용하여 절연저항값을 측정하는 것으로 절연물의 절연성능을 확인하는 시험</p> <p>1) 측정점: 전원선으로 연결된 모든 부품 2) 시험 절차</p> <p>① 측정대상 기계의 주전원을 차단한다 ② 측정대상 기계의 주접지(PE)단자와 측정점에 각각 측정기 단자를 연결한다 ③ DC 500(V)를 인가하여 1분 동안 측정을 실시한다 ④ 측정된 절연저항 값이 제26호에서 제시한 기준에 적합한지 확인한다.</p>  <p>절연저항 시험 연결 예</p>
27	방폭전기 기계·기구	<p>방폭 전기기계·기구는 해당지역 방폭등급에 적합한 것으로서 법 제34조제2항에 따른 방호장치 안전인증을 받은 것일 것</p>	<p>• 방폭전기기계·기구</p> <p>폭발을 일으킬 수 있는 정도로 가스 등이 대기 중에 존재하거나 존재할 우려가 있는 장소로서 폭발 방지조치를 필요로 하는 지역에 설치·사용하기에 적합한 구조의 전기기계·기구를 말하며, 배선, 전선과 금구류를 포함한다.</p> <p>• 배선기구</p> <p>전원공급용 또는 제어용으로 접속되는 전선 또는 케이블의 접속을 위하여 사용되는 전선과 케이블 글랜드, 실링 핏팅, 정선 박스, 니플, 유니온, 커플링 등을 총칭한다.</p>



번호	구분	내용	사진
28	제어회로 및 제어기능	<p>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.</p> <p>나. 제어전압1(제어회로의 정격전압)은 변압기로부터 공급될 때 277V를 초과하지 않을 것</p> <p>다. 조작전압2)은 대지전압 교류 150V 이하 또는 직류 300V 이하일 것</p> <p>라. 전자접촉기 등이 폐로 될 위험이 있는 경우에는 다음 요건을 만족할 것. 다만, 계전기 접점(과부하계전기 등을 말한다)을 작동시키는 제어용코일과 접점이 동일한 외함에 수납된 일체형으로서 상호 접속거리가 짧아 지락 가능성이 희박한 경우에는 예외로 한다.</p> <p>1) 계전기 코일의 후단은 접지 시킬 것</p> <p>2) 계전기 코일의 후단과 접지회로 사이에는 개폐기, 접점 등이 없을 것</p> <p>주1) 제어전압 : 기계를 제어하기 위한 제어장치(릴레이 등)에 인가되는 전압</p> <p>주2) 조작전압 : 작업자가 직접 조작하는 누름버튼 스위치 등에 인가되는 전압</p>	<p>• 제어회로 기계나 전기부품의 제어 및 감시와 관련된 회로</p> <p>• 제어회로는 1·2차 절연 분리된 변압기를 통해서 전원을 공급받아야 하며, 제어회로 전원으로 직류(DC)를 사용하는 경우에도 1·2차 절연 분리된 변압기가 내장된 직류전원공급장치(DC power supplier)를 통해 전원을 공급해야 한다.</p> <p>• 제어회로용 변압기 2차측의 한 단에는 과전류보호장치를 다른 단에는 접지를 실시해야 하며, 이 때 제어용 코일과 접지 사이에는 접점이 존재하지 않도록 회로를 구성해야 한다.</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">  <p>제어용코일과 접지와의 바른 연결 예</p>  <p>제어용코일과 접지와의 잘못된 연결 예</p> </div>

번호	구분	내용	사진
29	비상정지 장치	<p>가. 비상정지장치는 각 제어반 및 그 밖에 비상 정지장치가 필요한 곳에 설치하되, 접근이 용이하게 배치되어 정상적으로 작동될 것</p> <p>나. 비상정지장치는 작동된 이후 수동으로 복귀시킬 때까지 회로가 자동으로 복귀되지 않고, 매니퓰레이터를 시동상태로 복귀한 후가 아니면 매니퓰레이터가 작동하지 않는 구조일 것</p> <p>다. 비상정지장치의 형태는 기계의 구조와 특성에 따라 위험상황을 해소할 수 있도록 다음과 같은 적절한 형태일 것</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 버섯형(돌출) 누름버튼 2) 로프작동형, 봉형 3) 복부 또는 무릎작동형 4) 보호덮개가 없는 페달형 스위치 <p>라. 누름버튼형 비상정지장치의 엑추에이터는 적색이고 주변의 배경색은 황색일 것</p> <p>마. 로프작동형 비상정지장치는 상시 로프의 적정 장력이 유지되어야 하며, 로프에 적색과 황색으로 식별이 가능할 것</p> <p>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.</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. <p>다만, 안전프로그램로직과 같이 안전성과 신뢰성이 입증된 부품을 사용하여 회로를 구성하는 경우에는 소프트와이어드 방식으로 구성할 수 있다.</p>	 <p data-bbox="938 1200 1331 1234">펜던트 스위치의 비상정지스위치</p>  <p data-bbox="938 1514 1331 1547">외부 제어기의 비상정지스위치</p>

번호	구분	내용	사진
		<p>2) 1정지방식을 채택하는 경우 기계 액추에이터 동력의 최종적인 제거를 위한 전기 회로는 하드와이어드 방식으로 구성될 것</p> <p>주1) 0정지방식: 액추에이터 전원의 즉각적인 차단에 의한 정지</p> <p>주2) 1정지방식: 액추에이터에는 전원이 공급된 상태에서 기계가 정지한 후 전원이 차단되는 제어정지방식</p> <p>사. 회로상에 여러 개의 비상정지장치가 설치된 경우, 작동된 모든 비상정지장치가 복귀되기 전에는 기계가 작동되지 않을 것</p>	
30	조작버튼 및 전선색상	<p>가. 조작버튼의 색상은 다음과 같을 것</p> <p>1) 조작버튼은 <표 14-2>에 따라 색상 부호화되어 있을 것</p> <p>2) 기동/투입 버튼의 색상은 흰색을 기본으로 하되 회색 또는 흑색도 사용할 수 있으며, 녹색 또한 허용되나 적색은 사용하지 말 것</p> <p>3) 적색은 비상정지 및 비상전원차단 버튼에만 사용될 것</p> <p>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</p> <p>5) 흰색, 회색 또는 흑색은 교대로 기동/투입 및 정지/차단되는 버튼 색상으로 사용할 수 있으나 적색, 황색 또는 녹색은 사용하지 말 것</p> <p>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</p>	 <p>녹색 : 정상운전 / 청색 : 복귀 기능</p>  <p>적색 : 위험한 상태 / 비상정지</p>

번호	구분	내용	사진																												
		<p>7) 복귀 기능 버튼은 청색, 흰색, 회색 또는 흑색일 것. 다만, 이것이 정지/차단 버튼의 역할을 하는 경우 흑색을 기본으로 하되 흰색 또는 회색도 사용 할 수 있으나 녹색은 사용하지 말 것</p> <p><표 14-2> 조작버튼의 색상 구분 및 의미</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #e0e0e0;">색상</th> <th style="background-color: #e0e0e0;">의미</th> <th style="background-color: #e0e0e0;">설명</th> <th style="background-color: #e0e0e0;">적용 예</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">적색</td> <td style="text-align: center;">비상</td> <td>위험한 상태 또는 비상시 작동</td> <td>비상정지 스위치 비상기능의 초기화</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">황색</td> <td style="text-align: center;">비정상</td> <td>비정상 상태 발생시 작동</td> <td>비정상 상태를 해소하기 위한 간섭 차단된 자동 주기 재기동 간섭</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">녹색</td> <td style="text-align: center;">정상</td> <td>정상 상태에서 작동</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">청색</td> <td style="text-align: center;">의무</td> <td>의무 작동이 필요한 상태의 작동</td> <td>복귀 기능</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">흰색</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">지정된 의미 없음</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">비상 정지 이외의 일반적인 기능 개시 (비고 참조)</td> <td style="text-align: center;">기동/투입(선호됨), 정지/차단</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">회색</td> <td style="text-align: center;">기동/투입, 정지/차단</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">흑색</td> <td style="text-align: center;">기동/투입, 정지/차단(선호됨)</td> </tr> </tbody> </table> <p>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)</p> <p>나. 표시등의 색상은 다음과 같을 것. 다만, 사업장 자체 기준에 의하여 지정된 색상이 사용된 경우에는 예외로 할 수 있다.</p> <p>1) 작업자의 주의를 끌거나 지정된 절차를 준수하여야 하는 것을 나타내고자 할 경우 적색, 황색, 녹색 및 청색으로 표시할 것</p>	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)	 <div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">표시등 색상</div>  <div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">전선 색상</div>
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)																												

번호	구분	내용	사진																								
		<p>2) 명령상태를 확인하거나 변경 또는 전환 시간 종료의 확인이 필요할 경우 청색과 흰색을 사용할 것(필요시 녹색도 사용 가능)</p> <p>3) 표시등의 색상은 <표 14-3>에 따른 기계의 조건(상태)에 관하여 색상 부호화 되어 있을 것</p> <p style="text-align: center;"><표 14-3> 표시등의 색상 및 의미</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">색상</th> <th style="width: 10%;">의미</th> <th style="width: 30%;">설명</th> <th style="width: 50%;">적용 예</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">적색</td> <td style="text-align: center;">비상</td> <td style="text-align: center;">위험한 상태</td> <td>위험 상태에서 즉시 작동 (비상정지 스위치 작동)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">황색</td> <td style="text-align: center;">비정상</td> <td style="text-align: center;">비정상 상태 발생시 작동</td> <td>감시 및 조치(기능 재설정 등)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">녹색</td> <td style="text-align: center;">정상</td> <td style="text-align: center;">정상 상태</td> <td>선택 사양</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">청색</td> <td style="text-align: center;">의무</td> <td style="text-align: center;">조작자의 조치를 요하는 상태</td> <td>의무 조치</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">흰색</td> <td style="text-align: center;">중립</td> <td style="text-align: center;">기타 상태(적색, 황색, 녹색, 청색 적용 모호시 사용)</td> <td>감시</td> </tr> </tbody> </table> <p>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.</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 	색상	의미	설명	적용 예	적색	비상	위험한 상태	위험 상태에서 즉시 작동 (비상정지 스위치 작동)	황색	비정상	비정상 상태 발생시 작동	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	
색상	의미	설명	적용 예																								
적색	비상	위험한 상태	위험 상태에서 즉시 작동 (비상정지 스위치 작동)																								
황색	비정상	비정상 상태 발생시 작동	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																								

번호	구분	내용	사진								
31	표시	<p>누름버튼에는 <표14-4>와 같이 표시할 것. 다만, 다른 방법으로도 식별이 가능한 경우에는 예외로 할 수 있다.</p> <p style="text-align: center;"><표14-4> 누름버튼 표시</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>기동</th> <th>정지</th> <th>기동과 정지를 교대로 작동하는 누름버튼</th> <th>누르는 동안만 작동하고 놓았을 때 정지되는 버튼</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>○</td> <td>⓪</td> <td>Ⓧ</td> </tr> </tbody> </table>	기동	정지	기동과 정지를 교대로 작동하는 누름버튼	누르는 동안만 작동하고 놓았을 때 정지되는 버튼	I	○	⓪	Ⓧ	<p>누름버튼 자체 또는 근접한 곳에 제31호에 따른 표시를 하거나, 식별이 가능하도록 다른 방법으로 누름버튼에 표시를 하여 작업자가 누름버튼의 정확한 기능을 올바르게 인식하도록 하여 오조작을 방지할 수 있도록 설치되어 있어야 한다.</p>
기동	정지	기동과 정지를 교대로 작동하는 누름버튼	누르는 동안만 작동하고 놓았을 때 정지되는 버튼								
I	○	⓪	Ⓧ								
32	경고 표시	<p>전기장치로 인한 감전위험이 있는 곳에는 <그림 14-2>와 같은 경고표시가 부착되어 있을 것</p> <div style="text-align: center;">  <p><그림 14-2> 감전위험 경고 표시</p> </div>	<div style="text-align: center;">  <p>전기경고표지 사용 예</p> </div>								