

OMRON

로봇 안전 요구사항 및 위험감소조치 방안

ISO10218-1/2, ISO TS 15066

한국오므론제어기기

국내 산업용 로봇 제도

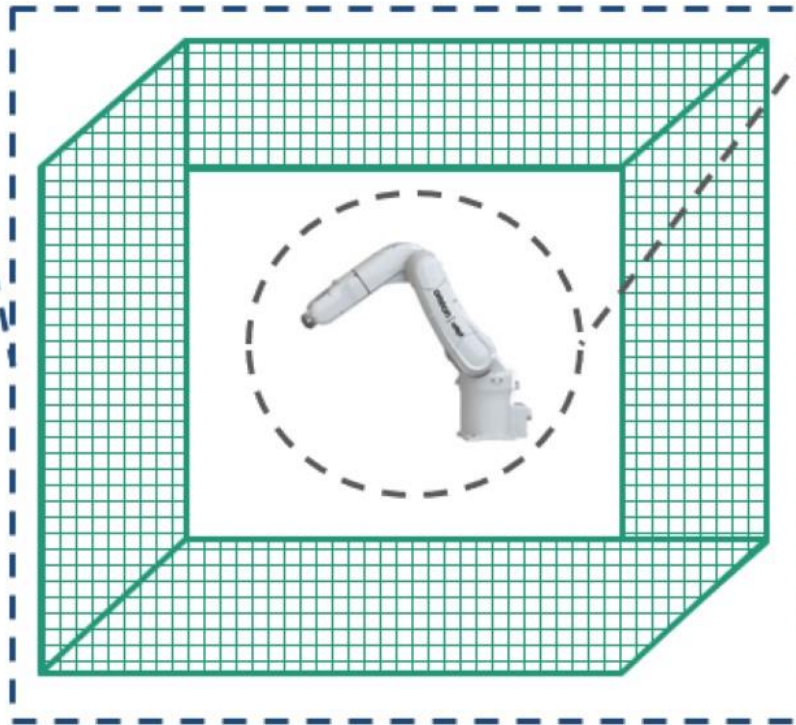
한국의 로봇 안전 인증 제도

한국에서 로봇을 사용하는 사업장 및 교육장에서는 다음의 두가지 안전 인증이 반드시 필요하다. (산업안전보건법 제28조 안전검사, 제35조 자율안전확인신고)

로봇안전검사

- ◆ 신청자
산업용 로봇을 사용하는 사업장
- ◆ 검사주관
지정된 검사 기관
- ◆ 검사를 통과하면?
안전 검사 후 필증 부착

안전검사합격증명서	
출처·신청기관명	안일물류robot
명칭	한국오일물류에이치지엔지회사
발급번호(기종)	ViperC
발급번호	18-80-02-0-54944
발급유효기간	2018/09/18 - 2020/09/17
발급처	공수기안전·자율안전확인심의회 김만우



자율안전확인신고

- ◆ 신청자
산업용 로봇을 제조 또는 수입하는 자
- ◆ 인증주관
산업안전보건공단
- ◆ 인증을 통과하려면?
KCs 자율안전확인 신고 또는 S-MARK 인증 취득



국내 산업용 로봇 안전검사란?

2017년 10월 29일 부터 시행된 제도로 **3개 이상의 회전관절을 가지는 다관절 로봇**이 포함된 산업용 로봇 셀에 대하여 안전검사가 필요하다.

2017년 10월 29일부터 컨베이어와 산업용 로봇 안전검사 제도가 시행됩니다



안전검사 대상	
<p>컨베이어</p>	<p>동력에 의하여 연속 또는 연속 운반하는 벨트, 체인, 롤러, 트롤리, 버킷이나 컨베이어가 포함된 컨베이어 시스템</p> <p>다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것은 제외 ※ 자세한 사항은 안전검사기관 홈페이지 참조</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 소형 컨베이어 2. 무방향 및 사방을 운송하는 것 3. 항공기 차량용 장비 4. 일반대중이 사용하는 것 5. 사립의 직용을 받는 구역에서 사용하는 것 6. 자율안전정지장치로 대응이 되는 것 또는 구간 7. 정지장치 및 서동이 없으며 불가능한 것 또는 구간 8. 최대 이동속도가 150mm/s 이하인 것 9. 동력에 의하여 스스로 이동이 가능한 것 또는 구간
<p>산업용 로봇</p>	<p>3개 이상의 회전관절을 가지는 다관절 로봇이 포함된 산업용 로봇 셀</p> <p>다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우는 제외 ※ 자세한 사항은 안전검사기관 홈페이지 참조</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 소형로봇으로만 구성한 셀 2. 셀에 내부에 설치되어 사람의 접근이 불가능한 셀 3. 상 하 측면이 모두 격벽으로 둘러싸인 셀 4. 도장공정 등 사람의 출입이 금지되는 장소에 설치한 셀 5. 가시부가 없는 1.8m 이상의 높적으로 둘러 쌓인 셀 6. 연속적으로 반복된 셀과 셀 사이에 인접한 셀

안전검사 기한 및 주기

① 2017. 10. 29까지 설치·사용 중인 설비 - 2018. 12. 31까지 최초 안전검사 실시 후 매 2년마다
 ② 2017. 10. 29이후 설치·사용하는 설비 - 사업장에 설치가 끝난 날부터 3년 내 최초 안전검사 실시 후 매 2년마다

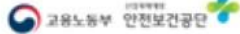
안전검사기관 및 홈페이지

한국산업안전보건공단	http://mis.kosha.or.kr (1544-3089)
대한산업안전협회	http://www.safety.or.kr (02-860-7180)
한국승강기안전공단	http://www.koetsa.or.kr (1566-1277)
한국안전기술협회	http://www.korsta.or.kr (1577-7514)

안전검사 업무처리 절차

안전검사 신청 → 안전검사 실시 → 안전검사 합격증명서 발급

방법근거: 산업안전보건법 제36조 및 같은법 시행령 제28조제6
 제도소개: 컨베이어와 산업용 로봇을 사용하는 사업주가 안전에 관한 성능이 안전검사 기준에 적합한지 여부에 대하여 안전검사기관으로부터 안전검사를 주기적으로 받도록 함으로써 사용 중 재해를 예방하기 위한 제도
 기대효과: 1,000만원 이하에 과태료 부과



A. 산업용 로봇 안전검사 주관

※ 안전보건공단 (1544-3089)
 공단에서는 안전검사에 대한 안내만 진행하고, 실제 검사는 민간업체에서 주관 (민간업체: 대한산업 안전협회, 한국안전기술협회, 한국승강기 안전공단)

B. 산업용 로봇 안전검사 프로세스 (신청일로 부터 최대 30일 소모가능, 토/일 공휴일 미 포함)

Step 1. 홈페이지 신청서 작성(희망날짜 기입)

Step 2. 대한산업 안전협회에서, FAX 발송 (담당자, 수수료, 검사일자 통보)

Step 3. 수수료 입금
 산업안전보건업무 수수료(고용노동부고시 제2017-53호)기준에 따라 산출됨
 - 수수료 : 66,000원(셀내 1대), 셀내 1대 초과시 대당 1만원 가산(최대 50만원)

Step 4. 일정 조정 후, 협회 담당자 검사 방문 (각 1일)
 - 신청 사 장비 관리자 참석 **必**
 - 신청서 접수일 기준 30일 내, 검사 진행 **必**
 - 산업용 로봇 안전검사 고시 내용을 토대로 검사 진행

Step 5. 검사일 1주일 후, 안전검사 합격 증명서 발급

* 불합격 시

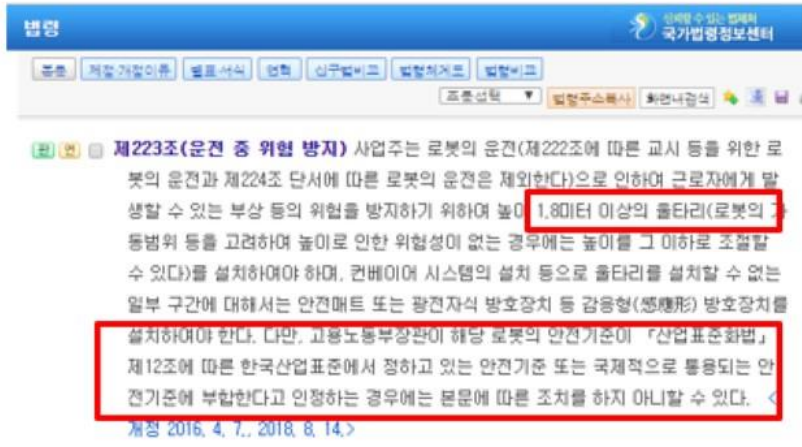
- Step 1. 사용중지 및 노동부 보고
 Step 2. 사용중지 공문 발송(노동부)
 Step 3. 15일 내 재검사 실시 **必** {합격 시까지, 지속적 조치 및 검사 실시(수수료는 동일 부과)}
 Step 4. 합격 후 합격 증명서 발급 및 사용중지 해제 공문 발송(노동부)

C. 관련 내용 정리, 및 의견

- ※ 정리. 각 신청사 준비사항
 - 신청서 작성 및 수수료 입금
 - 산업용로봇 안전검사 고시에 따른 사전 조치 시행

협동 로봇 운전의 국내 법적 기준

협동 로봇을 사용하기 위해서는 높이 1.8미터 이상의 안전 방호벽 대신, 국제 기준(ISO 10218-1, ISO 10218-2, ISO TS 15066)에 맞는 안전 방책이 필요



산업 안전 보건 기준에 관한 규칙 223조

10	협동운전 요구사항	가. 협동운전을 위해 설계된 로봇에는 협동운전 상태를 표시할 수 있는 시각 표시가 설치되어 있을 것 나. 작업자가 로봇과 직접적으로 접촉할 수 있는 협동운전 영역은 바닥표시 등으로 명확하게 표시되어 있을 것 다. 협동운전 로봇시스템의 로봇 팔, 부가 장치, 작업물 등으로부터 주변 건축물, 구조물, 방벽 등까지는 최소 0.5m이상의 여유공간이 있거나, 여유공간이 없을 경우 근로자가 간헐 또는 끼임 위험을 방지하기 위하여 로봇 동작을 중지시키는 부가 보호장치가 설치되어 있을 것 라. 협동운전 동안 작업자는 언제든지 단순 동작으로 로봇작동을 정지시킬 수 있거나 협동운전 영역에서 빠져 나오는데 방해 받지 않는 수단이 있을 것
11	협동운전	협동운전을 위해 설계된 로봇의 경우 <u>한국산업표준(KS B ISO 10218-1, 10218-2 및 KS B ISO TS 15066)</u> 에서 정하고 있는 안전 기준 또는 국제적(ISO 10218-1, 10218-2 및 ISO TS 15066)으로 통용되는 안전기준에 따라 설치해야 한다.

산업용 로봇 안전 검사 기준

자율 안전 확인 신고서 KCS 인증(안전보건공단)

협동 로봇에 관한 자율 안전 확인 신고서 (로봇 제조사가 진행)




로봇의 인증必

국내외 인증 기관의 인증


협동 운전 로봇 시스템 ISO10218-1,2 기준을 적용하여

- 인증이 가능한 인증기관
- 공단과 MOU체결한 국외기관



산업용 로봇 안전 검사 (안전보건공단 및 검사기관)

안전검사를 통해 협동로봇을 펜스없이 사용 가능



산업용 로봇 안전 규격(ISO 10218-1/2)

로봇의 안전 규격의 현황

로봇 안전의 국제 규격 현황



각 나라별 규격 현황과 국내법

지역	Risk assessment	Robots	Robot systems and integration	Collaborative robots
한국	KS B ISO 12100	KS B ISO 10218-1	KS B ISO 10218-2	KS B ISO TS 15066
유럽	EN ISO 12100	EN ISO 10218-1	EN ISO 10218-2	ISO TS 15066
미국	ANSI/ISO 12100, ANSI B11.0	ANSI/RIA R15.06 (1st Half)	ANSI/RIA R15.06 (2nd Half)	RIA TR R15.606
캐나다	CSA Z432, CAN/CSA-Z1002	CAN/CSA-Z434 (1st Half)	CAN/CSA-Z434 (2nd Half)	
일본	JIS B 9700	JIS B 8433-1	JIS B 8433-2	JIS TS B 0033
중국	GB/T 15706-2012	GB 11291.1-2011	GB 11291.2-2013	GB 11291.2-2013

* 기술 시방서 (TS: Technical specification)는 표준 합의를 아직 충분히 얻은 것은 아니지만, 향후 제정의 가능성이 있다고 판단되어 공표되는 것.

- **ISO 10218-1:2011** 산업용 로봇의 안전에 관한 요구사항 - 제1부: 로봇 Robots and robotic devices - Safety requirements for industrial robots - Part 1: Robots
산업용 로봇 자체의 본질 안전 설계 및 보호 방안, 사용상의 정보에 대한 안전 요구 사항 등에 대한 규정.
- **ISO 10218-2 : 2011** 산업용 로봇의 안전에 관한 요구사항 - 제2부 : 로봇 시스템 및 통합 Robots and robotic devices - Safety requirements for industrial robots - Part 2: Robot systems and integration
산업용 로봇 생산 라인에서 주변 기기와 결합되어 설치 될 때 로봇 시스템으로 안전 요구 사항 등에 대한 규정.
- **ISO TS 15066:2016** 로봇 및 로봇 장치 - 협동로봇 - 제2부 : 로봇 시스템 및 통합 Robots and robotic devices - Collaborative robots 협동 로봇을 위한 확인된 운전 기능에 대한 추가적인 안내를 제공

산업 안전 보건법 제 35 조 - 자율안전확인

- 자율 안전 신고 - 안전인증대상이 아닌 유해-위험한 기계-기구-설비
- 자율 안전 인증 대상 제품
- 기계-기구 및 설비(11종류), 방호장치(8종류), 보호구(4종류)
- 산업용 로봇, 컨베이어, 공작기, 로봇 안전 매트, 안전모, 보안경 등
(대상 제품의 자세한 내용은 산업안전보건법 시행령 제 28조의 5를 참조)
- 안전 인증을 취득한 제품 및 자율 안전 확인 신고가 확인된 제품은 KCs마크 표시



안전검사 제도

- 3개 이상의 회전 관절을 가지는 다관절 로봇이 포함된 산업용 로봇 셀
- 컨베이어와 산업용 로봇을 사용하는 사업주가 안전에 관한 성능이 안전검사 기준에 적합하지 여부에 대하여 안전 검사기관으로부터 안전검사를 주기적으로 받도록 함으로써 사용 중 재해를 예방하기 위한 제도

로봇 위험성평가 (ISO10218-1/2, ISO 12100)

ISO 10218-1 : 2011

Robot and robotic devices – Safety Requirements for Industrial Robot
– Part 1: **Robot**

Foreword

Introduction

1. Scope
2. Normative References
3. Terms & Definition
- ★ 4. Hazard identification and risk assessment
(위험원 인지와 위험성 평가 KS B ISO 10218-1)
5. Design requirements and protective measures(설계 요구사항 및 보호 수단)
6. Verification and validation of safety requirements and protective measures
7. Information for use

ISO 10218-2 : 2011

Robot and robotic devices – Safety Requirements for Industrial Robot
– Part 2: **Robot systems and integration**

Foreword

Introduction

1. Scope
2. Normative References
3. Terms & Definition
4. Hazard identification and risk assessment
(위험원 식별과 위험성 평가 KS B ISO 10218-2)
5. Safety requirements and protective measures
(안전 요구사항 및 보호 대책)
6. Verification and validation of safety requirements and protective measures
7. Information for use

Clause 4. Hazard identification and risk assessment

5절에 포함된 요구사항은 부속서 A에 명시된 위험원들에 대하여,
ISO 12100에서 설명하는 안전수단을 반복적으로 적용하여 얻은 것이다.

평가로부터 확인된 위험성을 5절의 요구사항을 적용하여 적절하게 감소시켜야 한다. 만일 위험성이 적절하게 감소되지 않았다면, 감소될 때까지 추가 위험성 감소 수단을 적용하여야 한다.



Refers to ISO 10218-1/2 Clause 4.

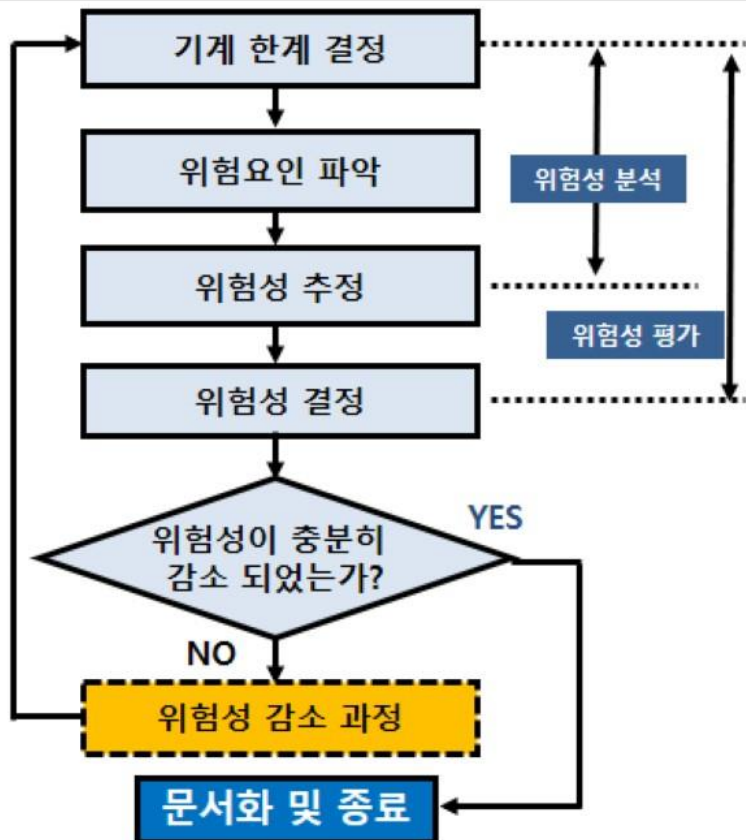
Refers to ISO 10218-2 Clause 4.

로봇 위험성평가 (ISO10218-1/2, ISO 12100)

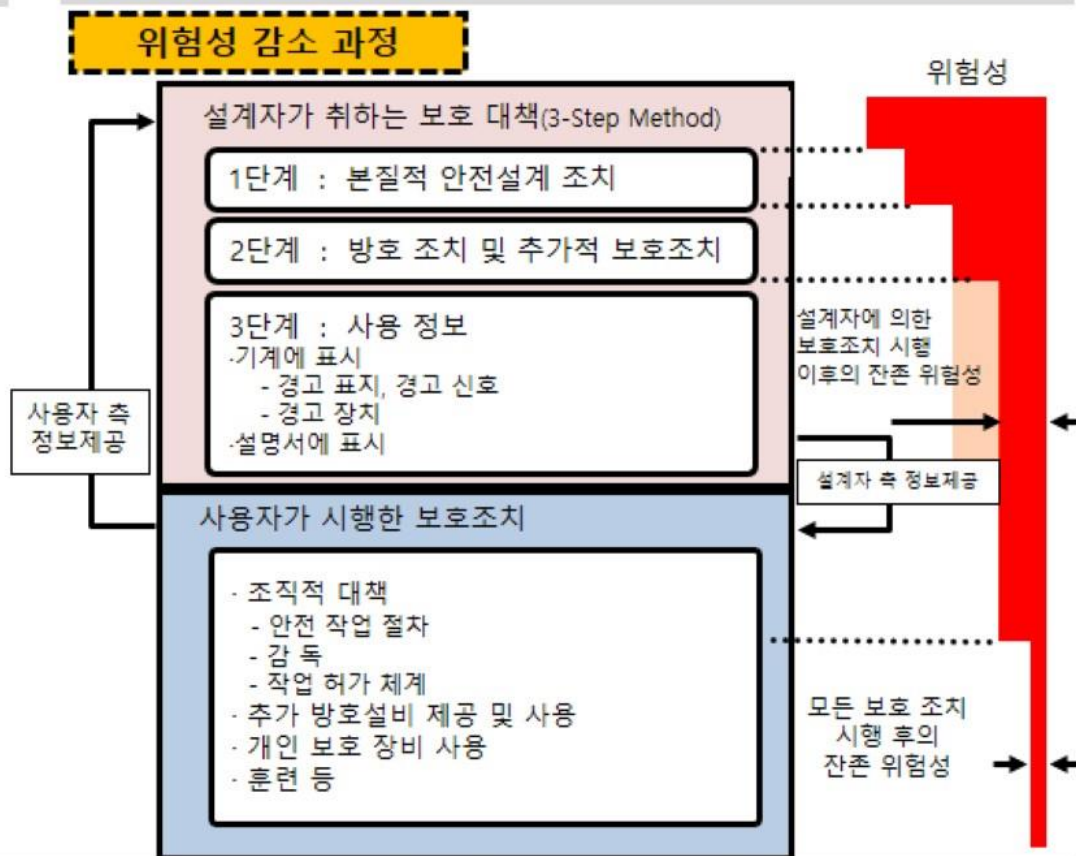
ISO 12100 : 2010

기계안전—설계 일반원칙 — 위험성 평가와 위험성 감소 (Risk assessment and risk reduction)

Clause 4. Hazard identification and risk assessment



Clause 5. Design & Safety requirements and protective measures



기본적으로 모든 기계류에는 ISO 12100을 통해, 위험성 평가와 감소를 적용하지만, **산업용로봇**의 경우는 **전문가들이 모여 사전 위험성을 예측하고, 적절한 감소조치와 요구사항을 규격에 기재함.**

ISO10218-1 5장 규격개요

5.4 Safety-related control system performance (hardware/software)

5.4.1 General

5.4.2 Performance requirement

- ISO 13849-1:2006 Cat.3, PLd 요건

5.4.3 Other control system performance criteria

- 리스크 판단의 결과에 따라서는 카테고리 3, PLd 이외(카테고리 2, PLc 또는 PLe)로 선택 할 수도 있으나, 근거자료 필요

5.5 Robot stopping functions

5.5.1 General

5.5.2 Emergency stop function

- 5.4에 따라 카테고리3, PLd
- 모든 위험요인의 중지
- 로봇의 동력을 제거

5.5.3 Protective stop

- 외부 기기와의 접속
- 5.4에 따라 카테고리3, PLd

5.6 Reduced speed control

- 250mm/sec 이하의 공구중심점(TCP)
- 속도 제한은 250mm/sec 이하
- TCP를 통한 속도 조절을 위한 오프셋 기능

5.7 Operational modes

5.7.1 Selection

- 키 스위치 등으로 보안 기능이 필요. (조작자를 제한)
- 모드 선택을 외부로 표시
- 출력은 5.4에 따라 카테고리3, PLd

5.7.2 Automatic

- 자동모드는 수동모드로 동작 되지 않음
- 안전 인터락 기능이 필요.
- 정지가 검출되면 자동운전을 중단하고 정지.
- 자동 모드에서 다른 모드로 전환할 때도 정지

5.8 Pendant controls

- 3 포지션의 이네이블 기기(가동허가장치)
- 좌우에 있는 경우의 규정
- 2대 이상의 이네이블 장치 (2인 이상에서의 작업)에서의 규정.
- 이네이블 출력신호가 있는 경우는 5.4에 따라 카테고리3, PLd
- 펜던트에 대한 비상정지 기능이 필요.
- 티칭 모드의 실행은 펜스 밖에서 확인이 필요.



ISO10218-2 5장 규격개요

5.2 Safety-related control system performance (hardware/software)

5.2.1 General

5.2.2 Performance requirement

- ISO 13849-1:2006 Cat.3, PLd 요건

5.2.3 Other control system performance criteria

- 리스크 판단의 결과에 따라서 카테고리 3, PLd 이외 (카테고리 2, PLc 또는 Ple)를 선택할 수 있음. 근거자료 필요

5.3 Design and installation

5.3.1 Environmental conditions

5.3.2 Location of controls

- 자동 운전시 사용되는 제어기 펜스외부 설치

5.3.3 Actuating controls

5.3.4 Power requirements

5.3.5 Equipotential bonding/grounding requirements

5.3.6 Isolating sources of energy

5.3.7 Control of stored energy

5.3.8 Robot stopping functions

5.3.8.1 General

5.3.8.2 Emergency stop function

- 5.4에 따라 카테고리3, PLd
- 모든 위험요인의 중지
- 로봇의 동력을 제거

5.3.8.3 Protective stop

- 외부 기기와의 접속
- 5.4에 따라 카테고리3, PLd

5.4 Limiting robot motion

- 위험요인으로부터 작업자를 보호할 영역을 지정하고 안전장치를 설치

5.5 Layout

5.6 Robot system operational mode application

5.6.2 Selection

- 키 스위치 등으로 보안 기능이 필요. (조작자를 제한)
- 모드 선택을 외부로 표시
- 출력은 5.4에 따라 카테고리3, PLd

5.6.2 Automatic

- 자동모드는 수동모드로 동작 되지 않음
- 안전 인터락 기능이 필요.
- 예기치 않은 기동 방지

5.6.3 Manual mode

- 감속 제어 - TCP의 속도가 250 mm/s이하
- 펜던트 사용 필요

5.7 Pendants

- 자동모드, 수동모드



산업용 로봇 안전규격 (ISO10218-1/2)

ISO 10218-1 : 2011

Robot and robotic devices – Safety Requirements for Industrial Robot
– Part 1: **Robot**

Foreword

Introduction

1. Scope
2. Normative References
3. Terms & Definition
4. Hazard identification and risk assessment
5. Design requirements and protective measures
6. **Verification and validation of safety requirements and protective measures**
(안전 요구사항 및 보호대책에 대한 확인 및 검증)
7. Information for use



Annex A. List of significant hazards
Annex B. Stopping time and distance metric
Annex C. Functional characteristics of three-position enabling device
Annex D. Optional features
Annex E. Labelling
Annex F. Means of verification of the safety requirements and measures



Corporation

ISO 10218-2 : 2011

Robot and robotic devices – Safety Requirements for Industrial Robot
– Part 2: **Robot systems and integration**

Foreword

Introduction

1. Scope
2. Normative References
3. Terms & Definition
4. Hazard identification and risk assessment
5. Safety requirements and protective measures
6. **Verification and validation of safety requirements and protective measures**
(안전 요구사항 및 보호대책에 대한 확인 및 검증)
7. Information for use



Annex A. List of significant hazards
Annex B. Relationship of standards related to protective devices
Annex C. Safeguarding material entry and exit points
Annex D. Operation of more than one enabling device
Annex E. Conceptual applications of collaborative robots
Annex F. Process observation
Annex G. Means of verification of the safety requirements and measures



ISO 10218-1에 따른 산업용로봇 안전 요구 사항 및 조치 확인 수단

KS B ISO 10218-1:2011

부속서 F
(규정)

안전 요구사항 및 대책의 확인 수단

표 F.1은 로봇의 안전에 필수적으로 파악되어 확인 또는 검증 또는 둘 다 되어야 하는 구체적 성능 요구사항을 나열한다.

이 표를 사용하면서, 6.3의 비교를 참조한다.

표 F.1 — 안전 요구사항 및 대책의 확인 수단

조항	해당 안전 요구사항 및/또는 대책	확인 및 검증 방법(6.2 참조)						
		A	B	C	D	E	F	G
5.2	일반 요구사항							
5.2.1	고정 혹은 이동형 안전망이 모퉁목, 기어, 무동 벨트(belt), 링크장치와 같은 위험원들에 노출을 막기 위해 설치되었다.	X			X			
5.2.1	정기적인 정비를 위하여 제거될 수 있는 고정 안전망들이 자체 고정 하드웨어를 가진다.		X					X
5.2.1	이동 안전망들이 위험원들에 도달하기 전에 위험한 동작들이 정지되도록 위험한 동작들과 연동된다.		X	X	X	X		
5.2.1	연동 시스템의 안전 관련 제어 시스템 성능은 5.4를 준수한다.					X		
5.2.2	전원의 손실이나 불안정이 위험원을 유발하지 않는다.		X		X	X		
5.2.2	전원의 재기동이 동작을 촉발하지 않는다.		X		X	X		
5.2.2	전기, 유압, 공압 또는 진공 동력의 손실이나 변화가 위험원을 유발하지 않는다.		X		X			
5.2.2	실제에 의해 보호되지 않는 위험원을 보호하기 위하여 추가 보호 대책이 있다.	X						X
5.2.2	예상된 사용에 대한 보호되지 않는 위험원들은 사용장표에 나타난다.						X	X
5.2.3	로봇 구성 요소는 파손, 풀림 또는 축적된 에너지 방출에 의한 위험원이 최소화되도록 설계, 제작, 고정 또는 내장되도록 한다.	X	X		X			
5.2.4	에너지가 소모된 위치에서 장기간이나 고정되도록 하는 기능으로 로봇에 위험한 에너지가 전달되지 않도록 한다.	X	X	X		X		
5.2.5	축적된 위험 에너지의 통제된 방출을 위한 수단 제공		X			X		X
5.2.5	축적된 에너지 위험원을 표시하기 위한 표시 부속	X						

표 F.1은 로봇의 안전에 필수적으로 파악되어 확인 또는 검증 또는 둘 다 되어야 하는 구체적 성능 요구사항을 나열한다.

- A : 육안 검사
- B : 실제 시험
- C : 측정
- D : 운전 중 관찰
- E : 응용 별 구성도 및(또는) 회로도 및 설계 재료에 대한 검토
- F : 작업기반 위험성 평가 검토
- G : 사양 및 사용 정보에 대한 검토

ISO 10218-2에 따른 산업용로봇 시스템 안전 요구 사항 및 조치 확인 수단

KS B ISO 10218-2:2012

부속서 G (규정)

안전 요구사항 및 대책의 확인 수단

표 G.1은 로봇의 안전에 필수적으로 파악되어 확인, 검증 또는 둘 다 되어야 하는 필수적 성능 요구 사항을 나열한다.

이 표를 사용하면서, 6.3의 비교를 참조한다.

표 G.1 - 안전 요구사항 및 대책의 확인 수단

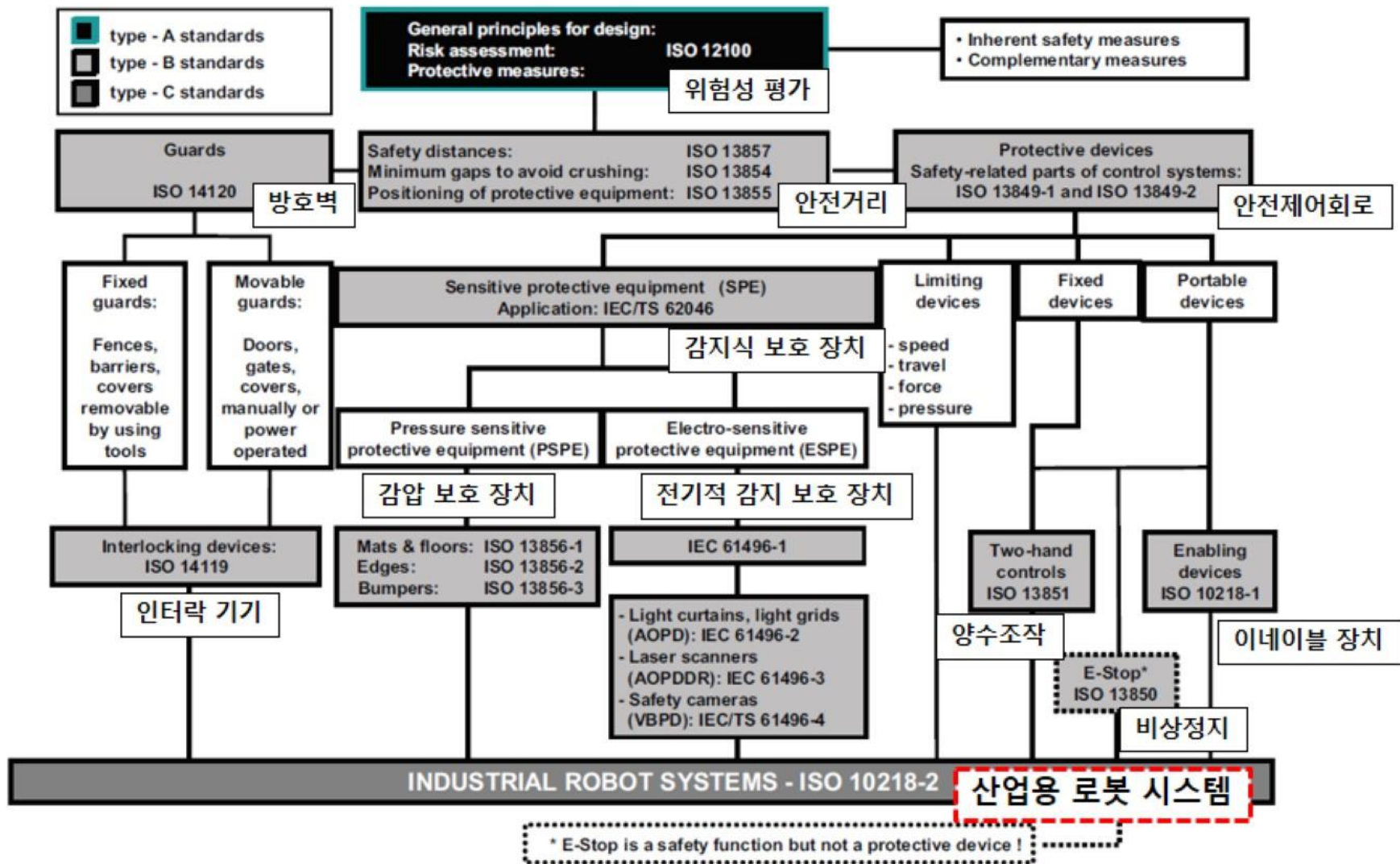
조항	안전 요구사항 및/또는 대책	확인 및 검증 방법								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
5.2	안전 정격 제어 시스템 성능(하드웨어/소프트웨어)									
5.2.1	사용 정격에 성능 수준 및 성능을 결정하기 위한 데이터 및 기준 제시	X								X
5.2.2	성능 수준(PL)이 제1분류 3을 가지는 "d"이다.					X	X			X
5.2.2	성능이 안전 통합 수준(SIL) 2, 하드웨어 고장 허용 1, 보충 시험 간격이 20년이다.					X	X			X
5.2.3	위험도 평가의 결과를 성능을 결정하는 것에 사용하였다.							X		X
5.3	설계 및 설치									
5.3.1	시스템 설계 및 선택은 조건들을 기반으로 한다.	X			X					X
5.3.2	자동 모드 선택은 보호 영역 밖에서만 해야 한다.	X	X			X				
5.3.3	구동 제어기들이 KS C IEC 60204-1의 조건들을 충족한다.	X								
5.3.3	로봇 시스템이 모든 외부 원격 명령이나 위험을 야기하는 조건에 응답하지 않는다.		X		X					
5.3.4	모든 동력원은 제조자의 요구사항을 충족시키고 있다.	X		X		X				X
5.3.4	전기적 문들은 완전히 열 수 있도록 고정시킬 수 있어야 한다. 닫을 경로는 항상 사용할 수 있어야 한다.	X	X	X	X					
5.3.5	보호 접지는 KS C IEC 60204-1의 요구사항을 충족시키고 있다.	X		X						
5.3.6	위험에너지의 분리 수단이 제공되었다.	X	X			X				
5.3.6	위험에너지 분리 수단을 명확하게 표시하였다.	X								
5.3.7	위험에너지의 제어된 방출을 위한 수단이 제공되어야 한다.	X	X			X				
5.3.7	위험에너지의 제어된 방출을 위한 수단을 명확하게 표시하였다.	X								
5.3.8.1	로봇 시스템이 보호절차와 함께 제공되었다.	X				X				

표 G.1은 로봇의 안전에 필수적으로 파악되어 확인, 검증 또는 둘 다 되어야 하는 필수적 성능 요구사항을 나열한다.

- A : 육안 검사
- B : 실제 시험
- C : 측정
- D : 운전 중 관찰
- E : 응용 별 구성도 및(또는) 회로도에 대한 검토
- F : 안전 관련 응용 소프트웨어 및(또는) 소프트웨어 문서 자료 검토
- G : 작업 기반 위험성 평가 검토
- H : 배치도 도면 및 서류 검토, 그리고
- I : 사양 및 문서에 대한 검토

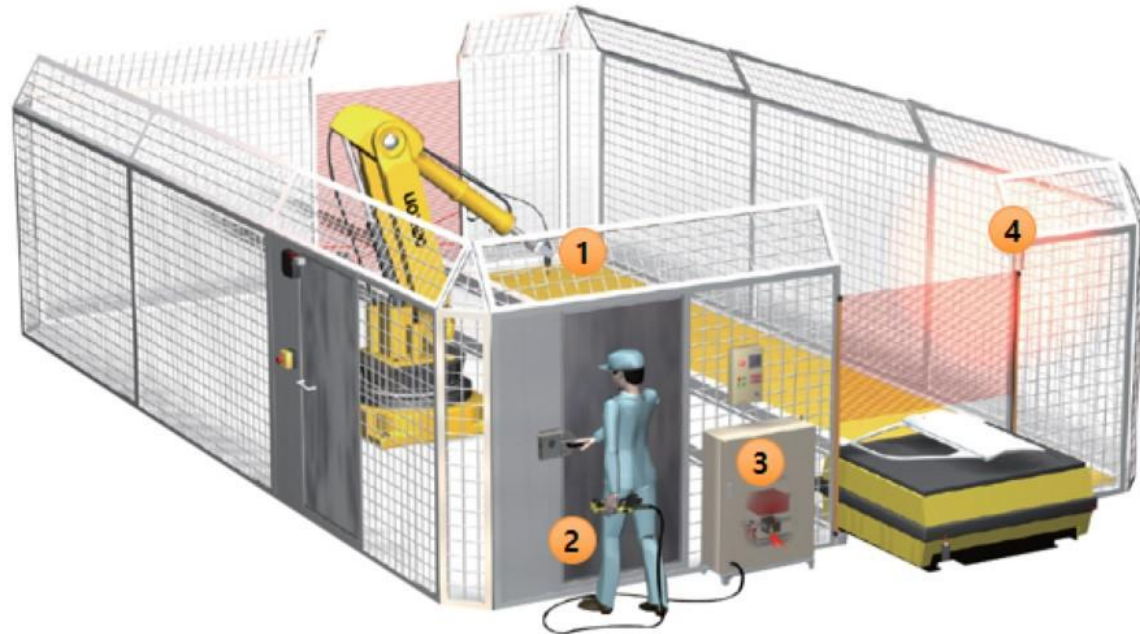
산업용 로봇 안전 방호 장치 및 관련 표준

로봇시스템 보호 장치와 관련된 표준 관계도



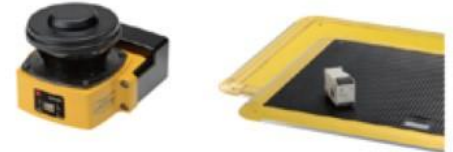
※ 대부분의 국제 표준 및 KS 표준은 e-나라 표준인증(<https://standard.go.kr/>)에서 무료 열람이 가능합니다.

로봇에 적용 할 수 있는 방호 장치 종류



1 존재 검지 센서

- 위험 영역의 사람의 존재를 검지하고, 사람이 존재하는 동안에는 로봇 및 위험요인을 계속 정지



2 비상정지 및 이네이블

- 기계의 위험 동작 감지 시 비상정지로 인한 중지
- 유지 보수 시 3 위치 동작 허가 장치로 작업 진행



4 라이트 커튼

- 광전자 식 보호장치로써 작업자의 존재 검지 및 안전 확보를 위한 안전 기기



3

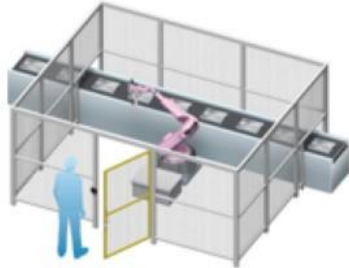
안전 PLC 또는 안전 컨트롤러

- 안전인터락 회로의 Cat3, PLd 등급을 만족하기 위한 안전 전용 컨트롤러



로봇에 적용 할 수 있는 방호 장치 종류

- ▣ 각 표준의 요구 사항을 충족하는 방호 장치를 선택하고 표준에 따라 적절하게 적용.



사람이 위험요인(로봇)에서 움직일 수 있는 이동식 가드에 의해 보호되는 경우 ISO 14119에 적합한 연동 장치를 선택하여 적절하게 사용



광 전자식 방호 장치가 보호 구역에 사람의 침입이나 존재를 감지하는 경우 IEC 61496-2 부합하는 라이트 커튼 또는 IEC 61496-3에 부합하는 레이저 스캐너를 선택



교시 작업을 위해 ISO 10218-1 (예 : 3-위치 동작 허가 장치)을 준수하는 펜던트를 선택하고, ISO 10218-2에 따라 적용

모든 안전 장치 기능의 성능 수준은 ISO 13849-1에 따라 평가

CE 인증서의 종류



제조사 적합성 선언(**DoC – declaration of conformity**)은 제조업체가 제품에 필요한 필수 표준을 준수하고 있음을 나타내는 문서.

제조업체가 선언한대로 제조업체는 제품 준수에 대한 책임을 함께 가지고 있다.



제 3자 적합성 선언 (**CoC- certification of conformity**)은 인증기관이 제조업체가 제안한 DoC를 기반으로 제품이 관련 표준을 충족시키는지 검증 후 제공하는 문서.

제3자 인증기관



...

방호 장치의 표준 요약

방호장치	그림	주요 규격번호	설명
Safety switch		IEC 60947-5-1	안전 스위치의 요건으로 직접 개방 메커니즘에 관한 내용을 기술
Emergency stop switch		ISO13850 IEC 60947-5-1	비상정지 장치의 설계 요구 사항을 기술 (색상, 모양 등)
Safety door switch		ISO14119 IEC 60947-5-1	연동식 가드의 설계 기준과 선정 방법에 관한 내용을 기술
Safety mat		ISO13856-1 ISO13849-1	존재 검지 장치로서 압력 검지식 방호장치에 관한 설계 지침을 기술
Safety light curtain		IEC61496-1/2 ISO13855 ISO13849-1	광 전자식 감응 보호장치(안전 라이트커튼)에 관한 설계와 설치 시 안전거리 고려 사항을 기술
Safety laser scanner		IEC61496-1/3 ISO13855 ISO13849-1	존재 검지 장치로서 레이저 스캐닝 방식으로 영역을 검지하는 설계에 관한 지침을 기술
Safety controller (or PLC)		IEC61508 ISO13849-1	안전회로에 대한 논리 회로 설계 및 기능안전의 요구사항을 기술
Safety relay		IEC61810-3	안전 출력기로서 강제가이드 접점 기구에 대한 설계 지침을 기술

스위치의 요구 사항

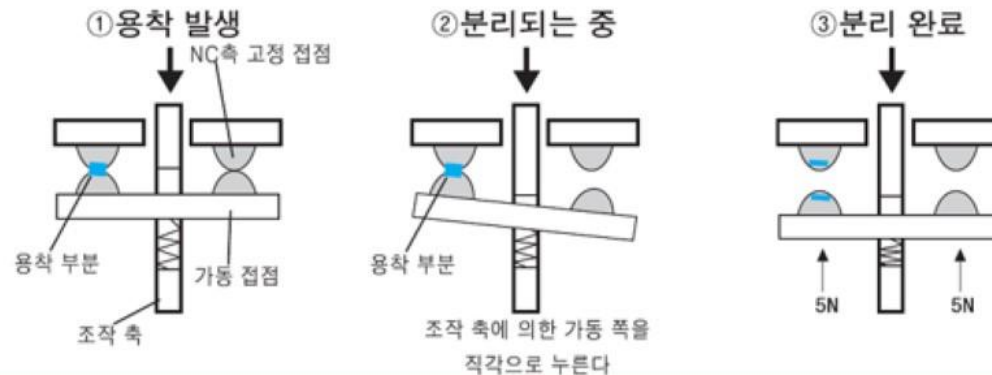
IEC 60947-5-1

Low-voltage switchgear and controlgear –

Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices

✓ Key points

스위치 접점의 용접을 방지하기 위해 접점을 힘으로 분리되게 하는 설계가 필요하다.



(인증 마크)

직접 개방 구조

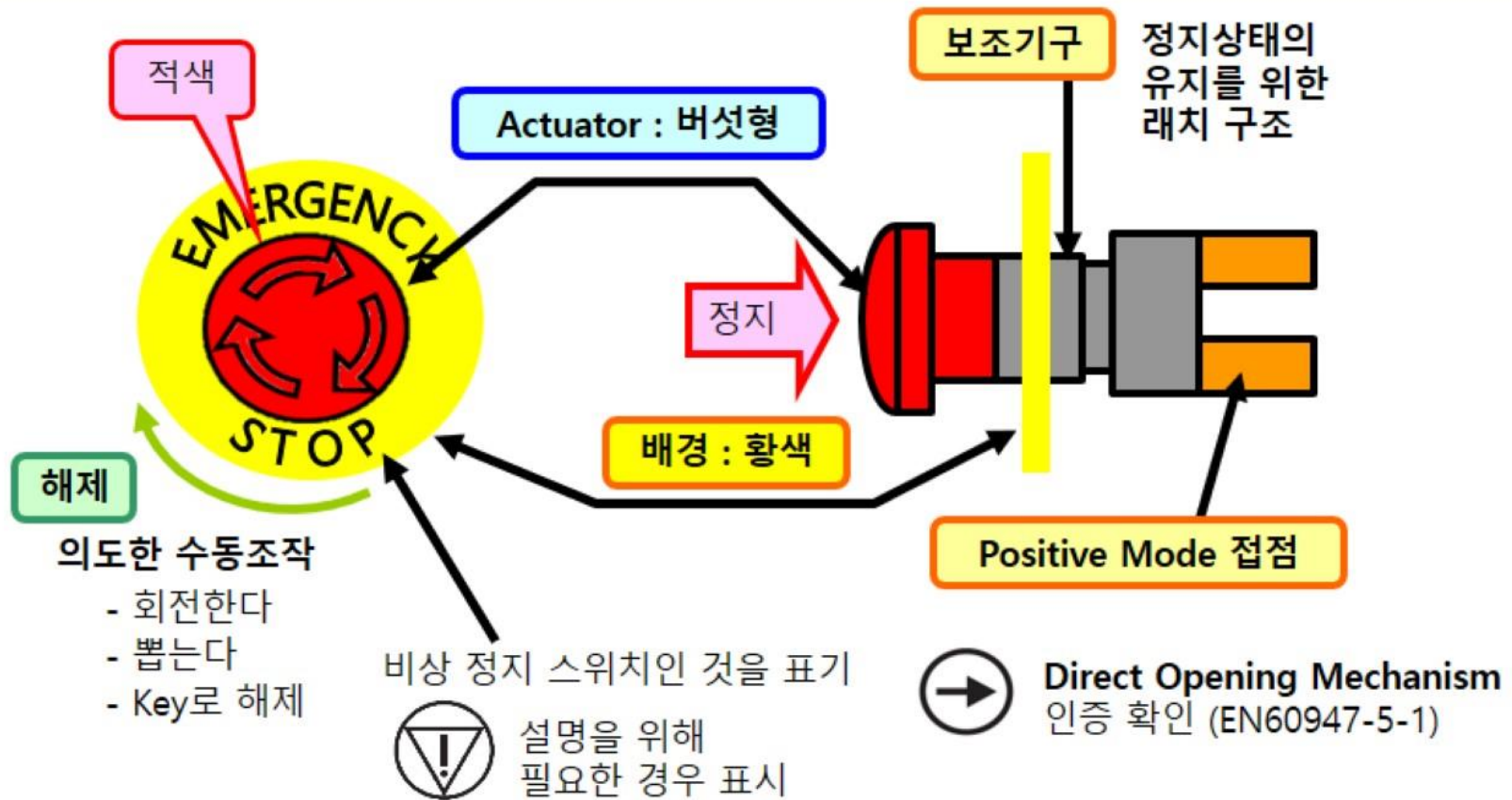
- NC접점을 가지는 스위치
- 비탄성 소재의 기계 부품에 연동되어 있으므로 접점이 용착 되어도 강제적으로 OFF시킬 수 있습니다.
- 안전 리미트 스위치, 안전 도어 스위치, 비상 정지 스위치 등의 내장 스위치에는 강제로 접점을 분리하는 구조가 장착되어 있습니다.

비상 정지 누름 버튼의 요구사항

ISO 13850

Safety of machinery - Emergency stop function - Principles for design

Key points



연동식 가드장치 스위치의 요구 사항

ISO 14119

Safety of machinery - Interlocking devices associated with guards - Principles for design and selection

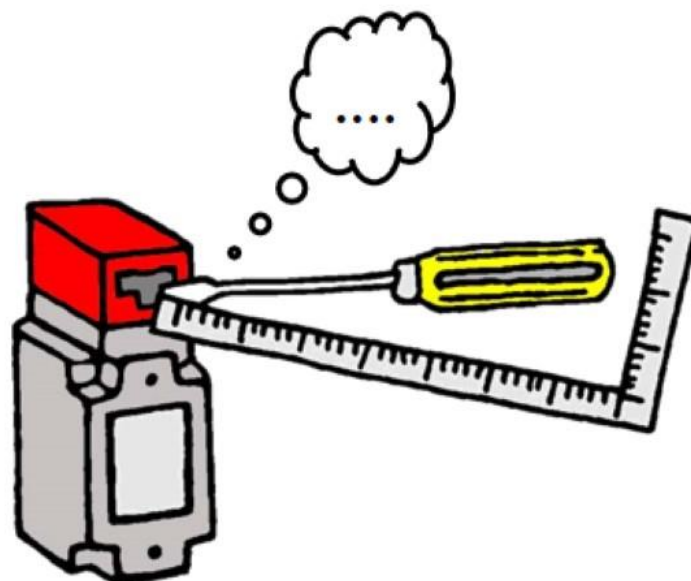
✓ Key points

전용 액추에이터 (키등) 이외의 일상에서 사용되는 키, 코인, 드라이버, 펜치, 나이프 등을 이용하여 간단한 방법으로 조작 할 수 없는 구조로 된 스위치

전용 액추에이터



인터락 스위치



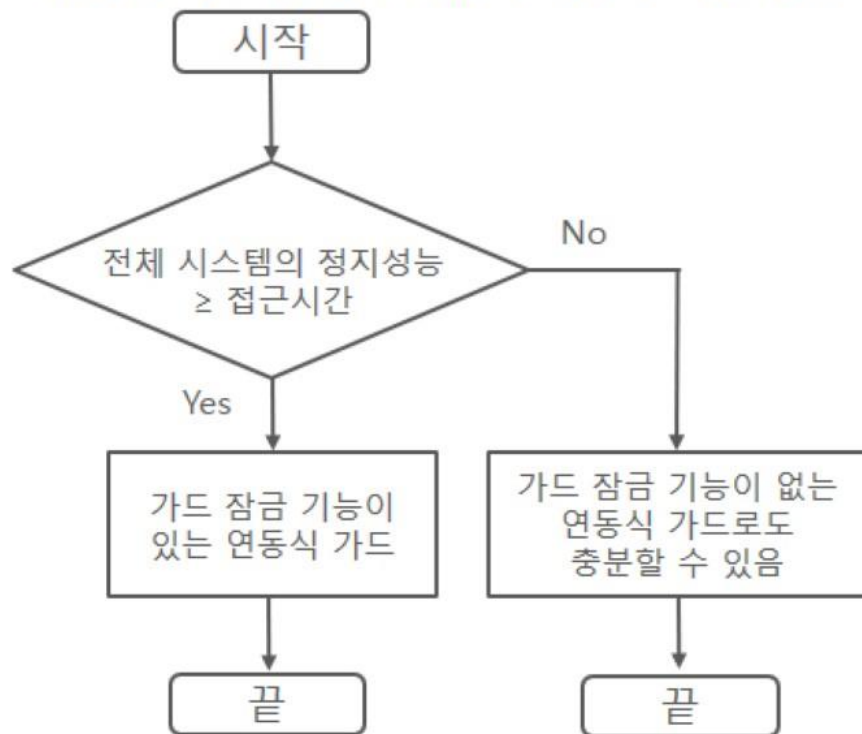
연동식 가드장치 스위치의 요구 사항

ISO 14119

Safety of machinery - Interlocking devices associated with guards - Principles for design and selection

✓ Key points

연동식 가드 설계의 표준과 적용에 따른 연동 가드 선택 방향이 제시.



* ISO14119 Figure 7

* 적절한 연동 가드를 선택하기 위해 위험성 평가를 수행해야 한다.

가드 잠금 기능이 있는 연동식 가드

기계가 멈출 때까지 가드를 잠그고 위험이 충분히 제거된 후 가드가 열릴 수 있도록 한다.



가드 잠금 기능이 없는 연동식 가드

가드를 개방한 후 위험요인이 접근되기 전에 충분히 제거되는 경우에는 잠금 기능을 요구하지 않음



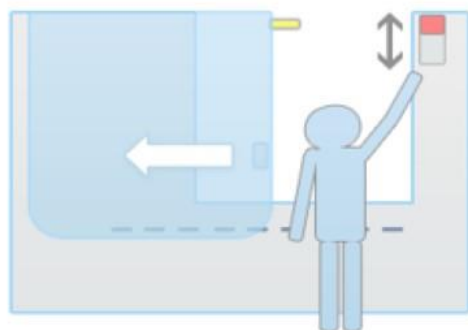
연동식 가드장치 스위치의 요구 사항

ISO 14119

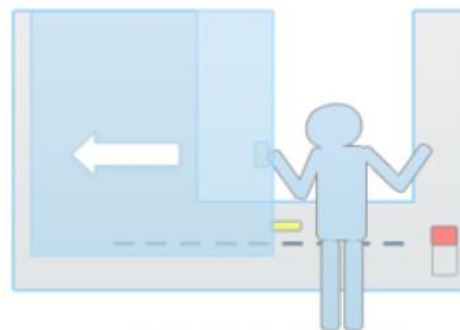
Safety of machinery - Interlocking devices associated with guards - Principles for design and selection

✓ Key points

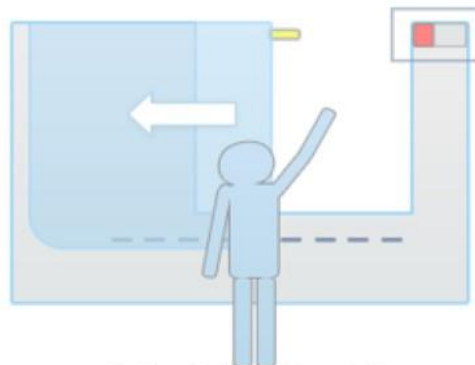
연동식 가드 설계의 무효화 가능성을 최소화 해야 한다.



손이 닿는 범위 밖에 설치



숨겨진 장소에 설치



덮개, 커버 등을 설치

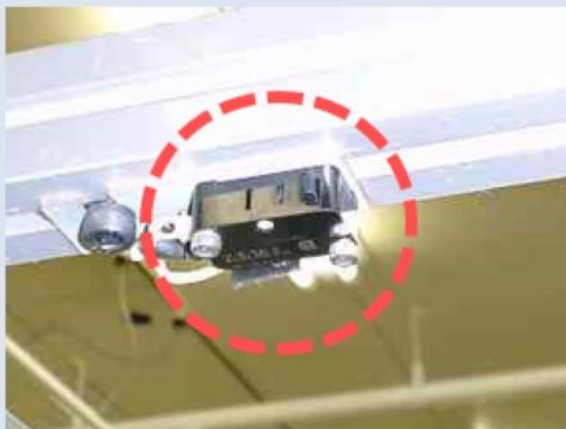


특수 나사 또는 리벳, 용접 등으로 액츄에이터를 고정

연동식 가드장치 스위치의 요구 사항

✓ 오용되는 사례

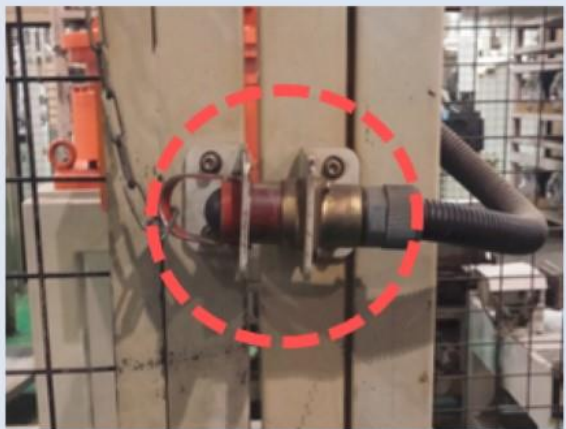
NG case



발생 가능한 위험 사건



마이크로 스위치는 너무 쉽게 손가락으로 누르기만해도 가드가 닫혀져 있는 상황과 동일하기 때문에 위험하다.



시중의 안전 플러그 타입 스위치는 주변의 전기선을 연결하기만 하면 가드를 쉽게 해제 할 수 있기 때문에 위험하다.

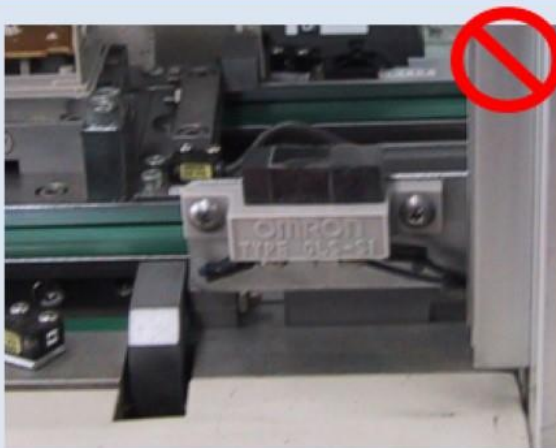
연동식 가드장치 스위치의 요구 사항

✓ 오용되는 사례

NG case



발생 가능한 위험 사건



일반적인 자석 센서는 단순히 주변에 있는 자석이나 자성체들을 배치하여 가드를 해제한 후 기계를 작동시키는 위험이 발생할 수 있다.



근접센서를 가드 감지에 사용할 경우 근접센서에 알루미늄 호일등을 부착하면 가드가 쉽게 해제되어 위험이 발생할 수 있다.

예기치 않은 기동 방지

ISO 14118

Safety of machinery - Prevention of unexpected start-up



도어 폐쇄 잠금(솔레노이드 비통전)
슬라이드 핸들 클로즈



도어 폐쇄 해제(솔레노이드 통전)
슬라이드 핸들 닫힘

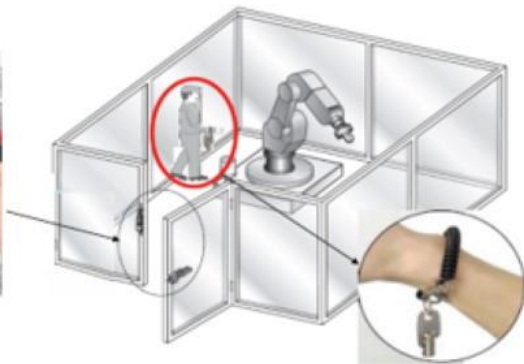


도어 개방 슬라이드 핸들 열림



슬라이드 핸들을 당길 수 있습니다.

슬라이드 핸들 열림 상태이면
솔레노이드 통전/비통전에 상관 없이
락 아웃 키를 뺄 수 있습니다.



도어 개방 슬라이드 핸들 열림



락 아웃 키를 설치하지 않으면 슬라이드
핸들은 움직이지 않고 도어는 닫히지
않습니다.

도어 개방 슬라이드 핸들 열림



슬라이드 핸들이 그림 위치에서 고정됩니다.
락 아웃 키를 갖고 안전 펜스 안에 들어가면 제3자에
의해 도어가 잠겨 갈하는 경우는 없습니다.

예기치 않은 기동 방지

✓ Application

Safe access application



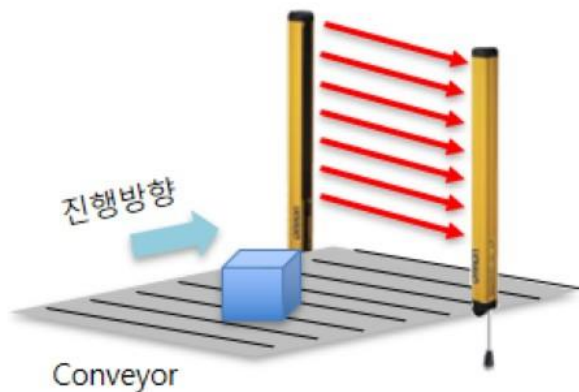
라이트 커튼의 요구 사항

IEC 61496-1/2

Safety of machinery - Electro-sensitive protective equipment - Part 1 & Part 2

✓ Key points

감응형 보호장치는 안전 라이트 커튼이 그 예로 운용 시 자가진단을 할 수 있는 Fail-Safe 기능을 가지고 있다. 에어리어 센서와는 다르며, 빔을 커튼처럼 펼쳐 인체의 침입을 감지한다.



Fail safe system

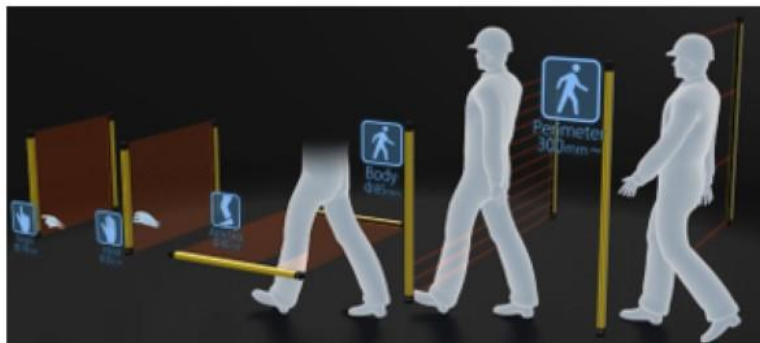
└ 자기진단 - "ON" 안전한 상황

- "OFF" 다음과 같은 상황

- 1) 고장
- 2) 오배선
- 3) 감지
- 4) 전원 미투입
- ...

※ 주의

에어리어 센서는 Fail-Safe 시스템을 지원하지 않으므로 고장 시 추가 위험을 초래할 수 있다.



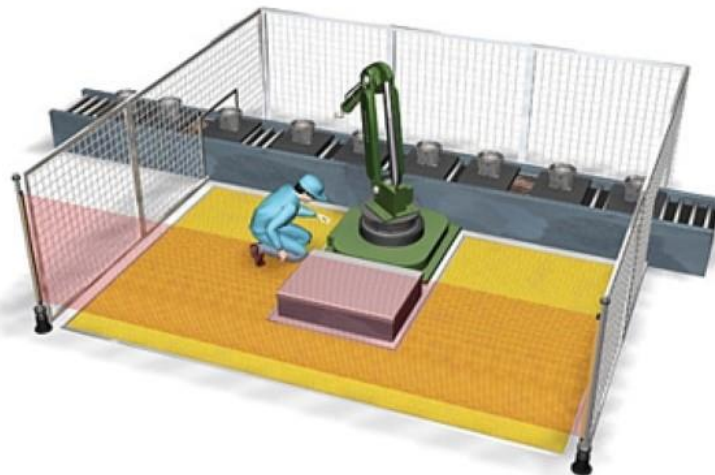
안전 매트와 요구 사항

ISO 13856-1

Safety of machinery - Pressure-sensitive protective devices - Part 1: General principles for design and testing of pressure-sensitive mats and pressure-sensitive floors

✓ Key points

안전 매트는 압력을 감지하는 존재 검지 장치



레이저 스캐너의 요구 사항

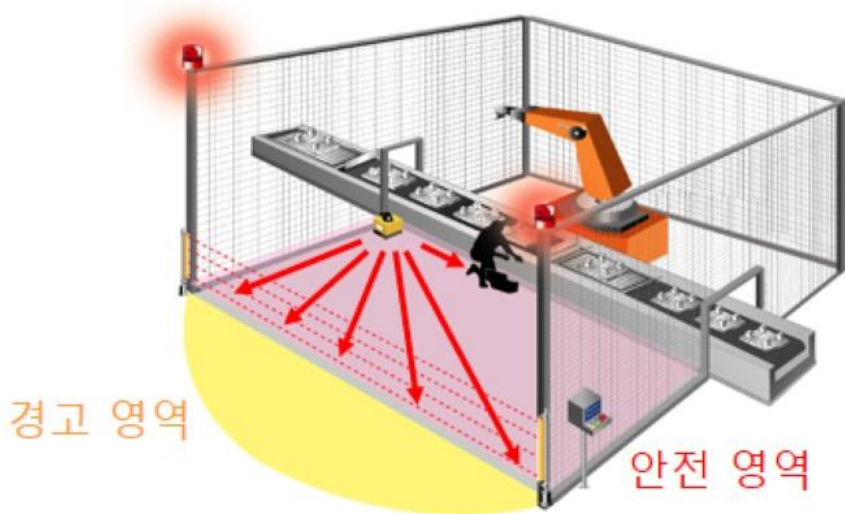
IEC 61496-1/3

Safety of machinery - Electro-sensitive protective equipment - Part 1 & Part 3

✓ Key points

레이저 스캐너는 설정된 영역 주위를 스캔하여 사람의 존재를 감지하는 전기 감응형 방호 장치이다. 안전라이트 커튼과는 달리 어떤 형태 든 2D 베이스에 안전구역과 경고구역을 설정할 수 있다. 고정 또는 움직이는 물체에 사용할 수 있어 유연한 설계를 할 수 있다.

레이저 스캐너도 안전 라이트 커튼처럼 **Fail-Safe** 기능이 있어 자체 진단으로 상태를 지속적으로 감지한다.

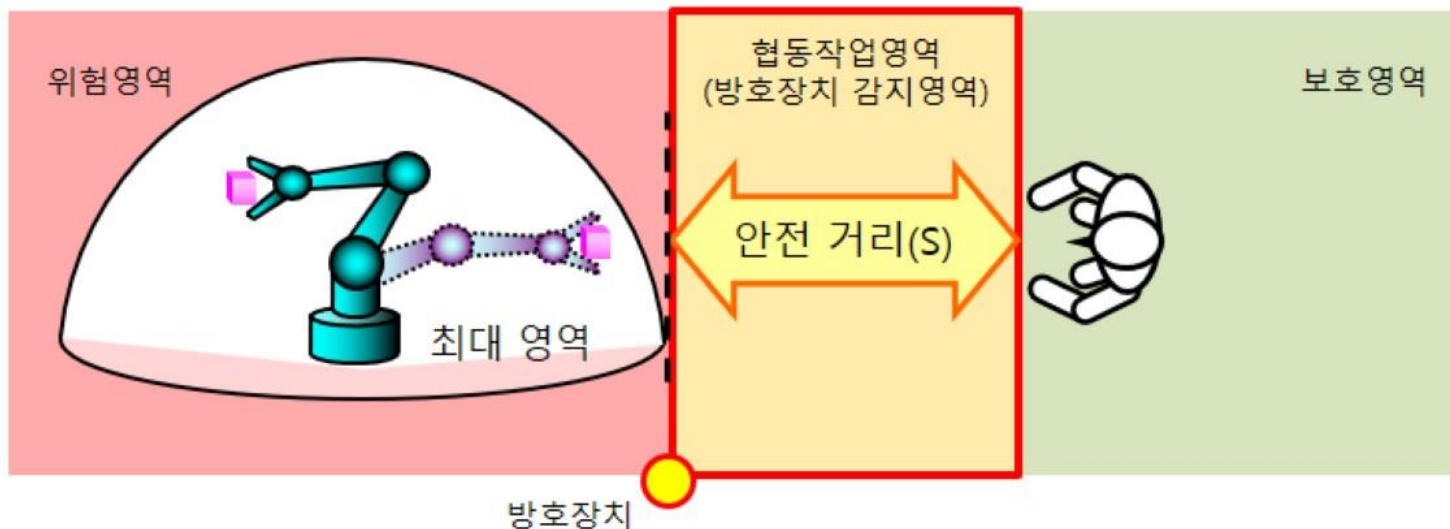


방호장치 설치에 따른 안전거리란?

ISO 13855

Safety of machinery - Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body

인체의 접근속도 값에 기초한 보호영역에서 위험영역까지 안전성이 확보된 최소의 거리



방호장치가 설치되어 있어도 충분한 안전 거리가 확보되지 않으면, 인체가 빠르게 또는 반복해서 접근시, 상해를 발생할 가능성이 있음.

방호장치 설치에 따른 안전거리를 계산하는 방법

안전 거리

방호장치와 위험위험영역 사이의
최소한의 이격거리

계산식

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

S 최대 동작 영역으로부터 방호장치의 검출 영역까지의 최소 안전 거리(mm)

K 신체의 접근 속도. ← 고정값 (ISO 13855 참고)

T 전체 시스템의 정지 동작시간

C 방호장치의 검출 능력에 따른 추가 거리(mm) ← 고정값(ISO 13855표준 참고)

방호장치 감지 이후 실제 정지 상황이 될 때까지의 시간을
실제 입증할 수 있는 기술 문서 또는 직접적인 측정이 필요함.

장비를 이용한 직접적인 측정 방법
STOP TIME MEASUREMENT

방호벽의 종류

ISO 14120

Safety of machinery -- Guards -- General requirements for the design and construction of fixed and movable guards

✓ Key points

Fixed Guard – 고정식 가드

공구를 이용 하거나 고정 기구를 파손함으로써 개방이나 제거가 가능한 방식으로 고정되어 있는 방호벽(스크류, 너트, 용접 등)

Movable Guard – 이동식 가드

공구 없이 개방할 수 있는 방호벽

Interlocking Guard – 연동식 가드

기계 제어 장치가 안전 기능을 수행하도록 인터락 기기와 연결되어 있는 방호벽
방호벽을 닫기 전에는 작동이 되지 않는다.
동작이 수행되는 동안 방호벽을 열면 정지 명령이 실행된다.






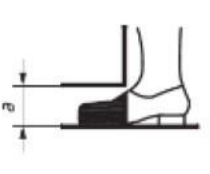



최소 회피 공간

ISO 13854

Safety of machinery - Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body

✓ Key points

방호벽 설치시에는 반드시 압착(crushing)을 방지하기 위해 최소 간격을 유지해야 한다.

신체부위	몸체	머리	다리	발	팔	손	손가락
그림							
최소틈새	500mm	300mm	180mm	120mm	120mm	100mm	25mm

방호벽의 설치

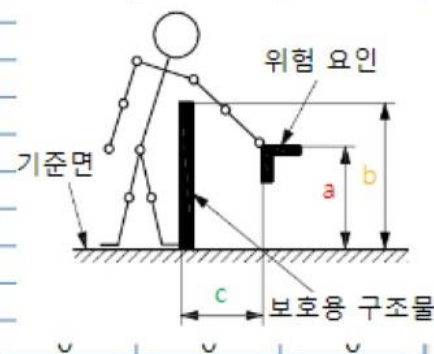
ISO 13857

Safety of machinery - Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs

Key points

기본적으로 국내법(안전 검사)에서는 1,800mm 이상을 요구하고 있으나, 안전 거리에 따라 1,400mm 이상으로 할 수 있음. 또한, 180mm를 초과하는 슬롯 개구부와 240mm를 초과하는 정사각형, 원형 개구부는 전체 몸이 들어갈 수 있으므로 유의한다.

Height of hazard zone ^{(3), a}	Height of protective structure ^{(1),(2), b}									
	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,500	2,700
	Horizontal safety distance to hazard zone, c									
2,700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	0
2,400	1,100	1,000	900	800	700	600	400	300	100	0
2,200	1,300	1,200	1,000	900	800	600	400	300	0	0
2,000	1,400	1,300	1,100	900	800	600	400	0	0	0
1,800	1,500	1,400	1,100	900	800	600	0			
1,600	1,500	1,400	1,100	900	800	500	0			
1,400	1,500	1,400	1,100	900	800	0	0			
1,200	1,500	1,400	1,100	900	700	0	0			
1,000	1,500	1,400	1,000	800	0	0	0			
800	1,500	1,300	900	600	0	0	0			
600	1,400	1,300	800	0	0	0	0			
400	1,400	1,200	400	0	0	0	0			
200	1,200	900	0	0	0	0	0			
0	1,100	500	0	0	0	0	0			

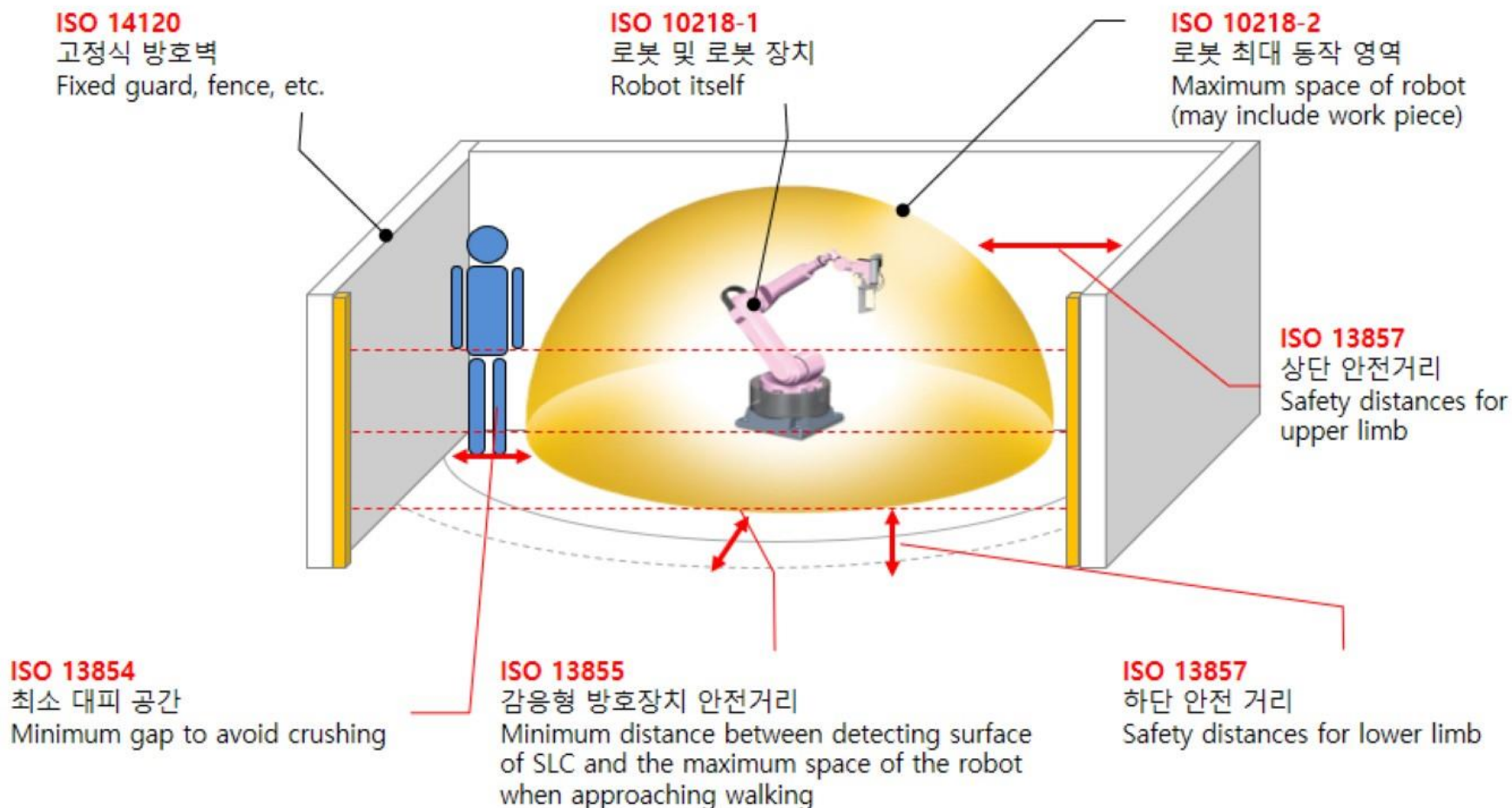


- (1) 높이가 1,000mm 미만인 보호용 구조물은 인체의 움직임을 충분히 제한하지 않으므로 포함되지 않음.
- (2) 1,400mm 미만의 보호용 구조물은 추가적인 안전 조치없이 사용해서는 안됨.
- (3) 2,700mm이상의 위험 요인 영역은 4.2.1를 참조한다.

로봇 방호 장치의 안전 거리 관련 규격

✓ Key points

▣ 로봇과 고정된 구조물에 의해 발생하는 위험 영역과 작업자 사이의 적절한 간격을 유지



동작허가 장치

ISO 10218-1 Annex C

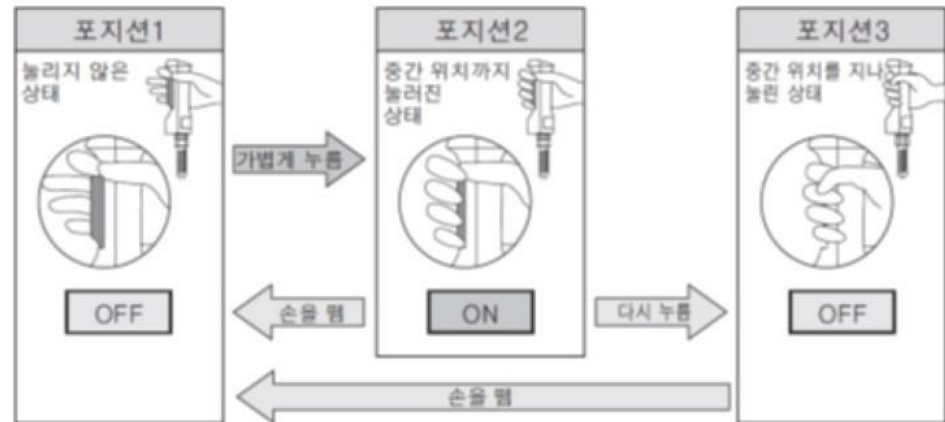
Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 1: Robots

✓ Key points



펜스 안의 위험 영역에서 작업자가 티칭 작업을 실시할 때 스위치를 잡고 있을 때만 기계가 동작하여 손을 떼거나 강하게 잡으면 로봇을 정지시켜 예기치 않은 로봇의 동작을 방지 할 수 있습니다.

OFF-ON-OFF의 3포지션



양수 제어 장치

ISO 13851

Safety of machinery — Two-hand control devices — Principles for design and selection

✓ Key points

ISO 13851 8.6절

한쪽 제어 작동 장치 억제를 통한 해제 방지
→ 두 버튼의 동시 작동은 0.5초 이내에서 동작

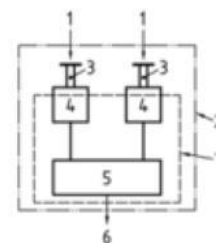
ISO 13851 8.2~8.3절

같은 팔과 손을 이용한 해제 방지
→ 550mm < 제어작동 장치간거리 < 600mm



ISO 13851 8.4절

팔뚝과 팔꿈치를 이용한 해제방지
→ 제어작동 장치 조작이 불가하도록 덮개 설치



- 1. 입력신호
- 2. 양수 제어 장치
- 3. 제어 작동 장치
- 4. 신호 전환기
- 5. 신호처리
- 6. 출력 신호
- 7. 논리 장치

ISO 13851 8.5절

한 손과 신체의 일부(무릎, 엉덩이 등)을 이용한 해제 방지
→ 제어 작동 장치를 바닥면에서 최소 1,100mm 높이 설치



ISO 13849-1

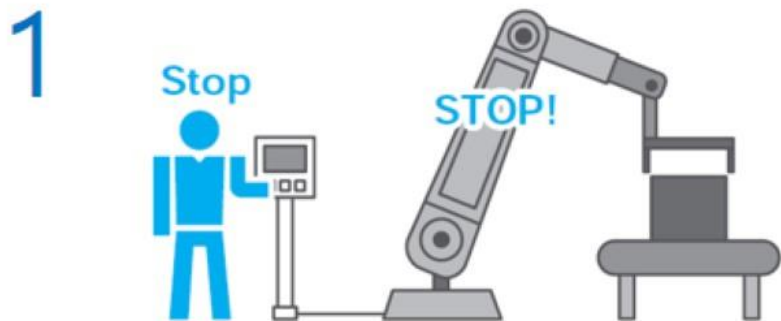
단일결함으로 인한 무효화 방지
→ 입력당 1NC/1NO 접점을 통한 단일결함 방지
→ 안전카테고리 3이상 검증된 안전 컨트롤러 사용

산업용 로봇의 안전 제어 시스템

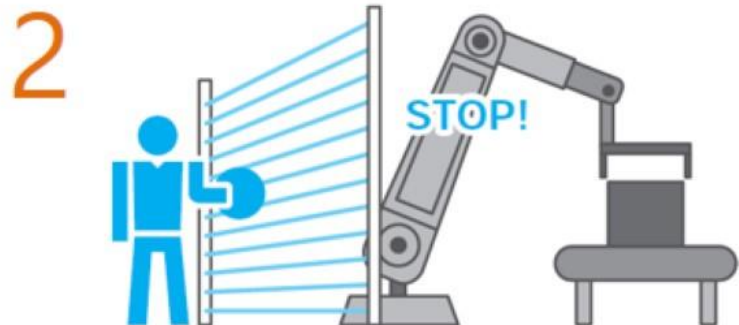
안전 제어 시스템의 요구 사항

✓ Key points

안전 장치 조작 후 기계의 위험 요소를 제거할 수 있도록 구성된 시스템
안전 제어의 기본 구조는 대부분 기계의 공급 에너지를 차단 하는 원칙으로 한다.



Emergency stop ensures termination of the power source.



The machine stops safely even if a failure occurs on light curtains.



Unauthorized personnel intrusion disables the restart.



A door will not open until a machine stops.

안전 제어 시스템의 요구 사항

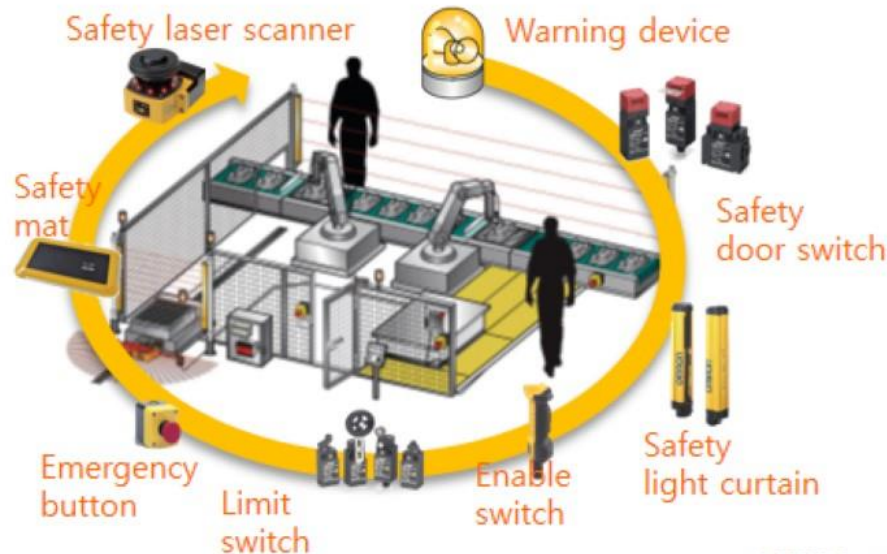
IEC 61508 & ISO13849-1 & IEC62061

Safety of machinery – Functional safety requirements

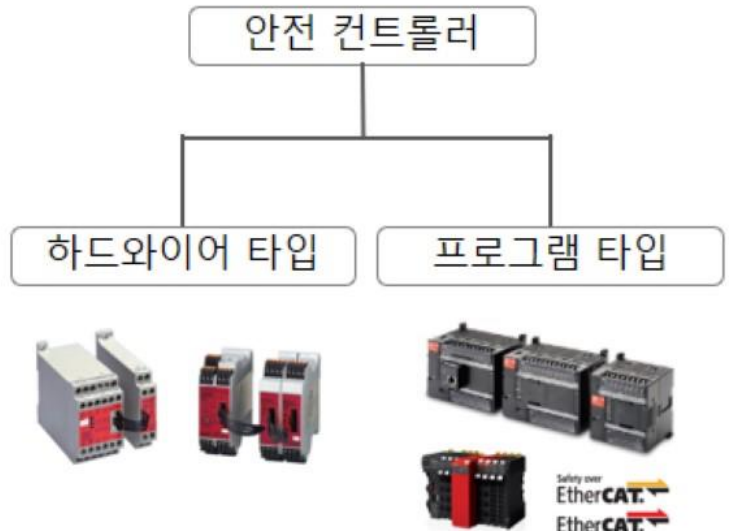
✓ Key points

제어 시스템의 안전 정격 부품은 **Cat. 3를 갖는 성능 수준(PL) d를 충족**하거나,
안전 통합 수준(SIL) 2와 하드웨어 고장 허용 1, 그리고 보증 시험 간격 20년(y)을 충족하도록 설계
→ **요구 사항에 맞는 제어 시스템을 제작 구성하거나, 이미 검증된 안전 컨트롤러를 이용하여 설계**

안전 컨트롤러는 안전 장치를 통합하여 안전 회로 또는 시스템을 만들 수 있다. 관련 안전기준을 요구하는 기능안전에 기반한 안전회로를 구현할 수 있어 신뢰성이 높음.



© OMRON Corporation



Performance Level의 정의 (ISO 13849-1:2015)

ISO13849-1:2015

S : 상해의 중대도

(Severity of Injury)

- S1 : 경상
- S2 : 중증(후유증, 사망 등)

F : 위험에 처해지는 빈도

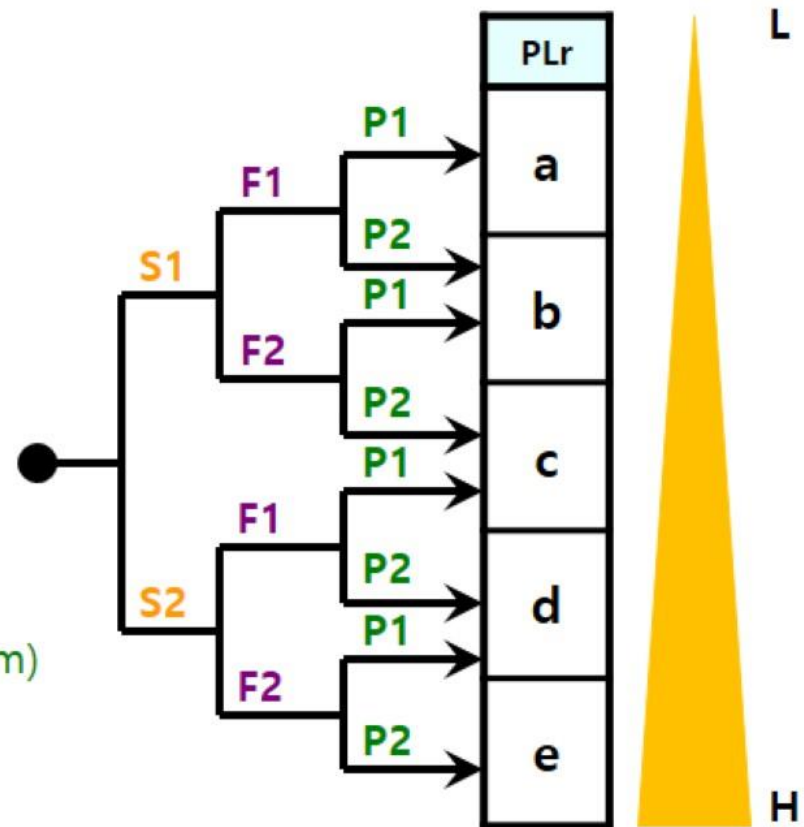
(Frequency and/or Exposure to Hazard)

- F1 : 보기 드물게 발생하거나 단시간
- F2 : 빈번히 발생하거나 장시간

P : 위험을 피하거나 손해를 제한할 가능성

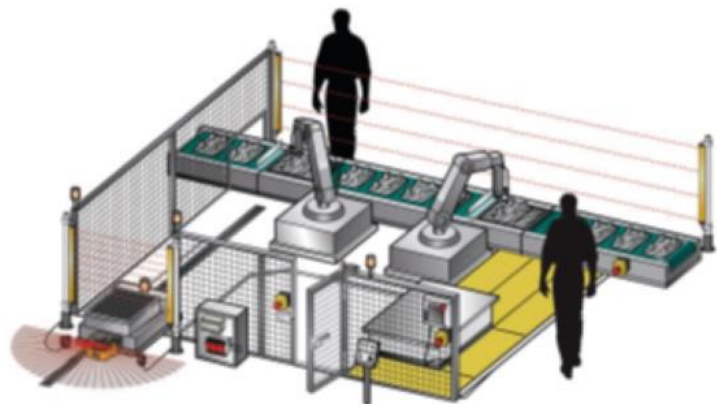
(Possibility of Avoiding Hazard or Limiting Harm)

- P1 : 특정의 조건하에서 가능
- P2 : 불가능



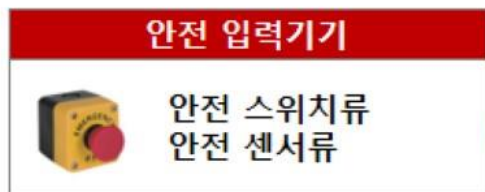
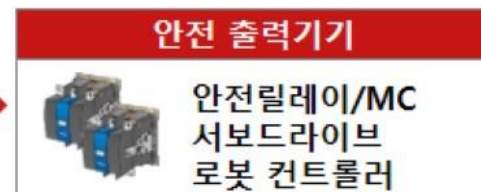
Performance Level의 정의 (ISO 13849-1:2015)

안전 I, L, O를 채널(또는 시스템)과 같이 평가하여 얼마나 안전하고 안정적으로 수행할 수 있는지 확인하는 것이 중요



모니터링 / 알람 신호

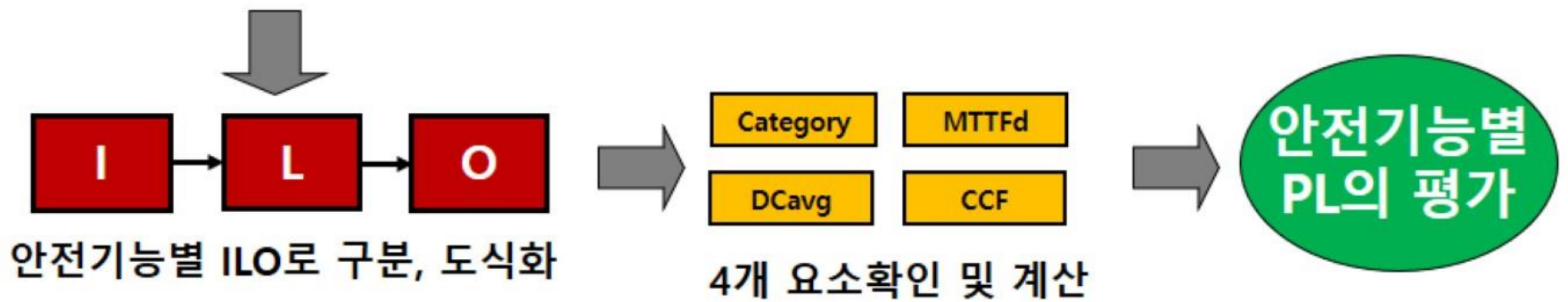
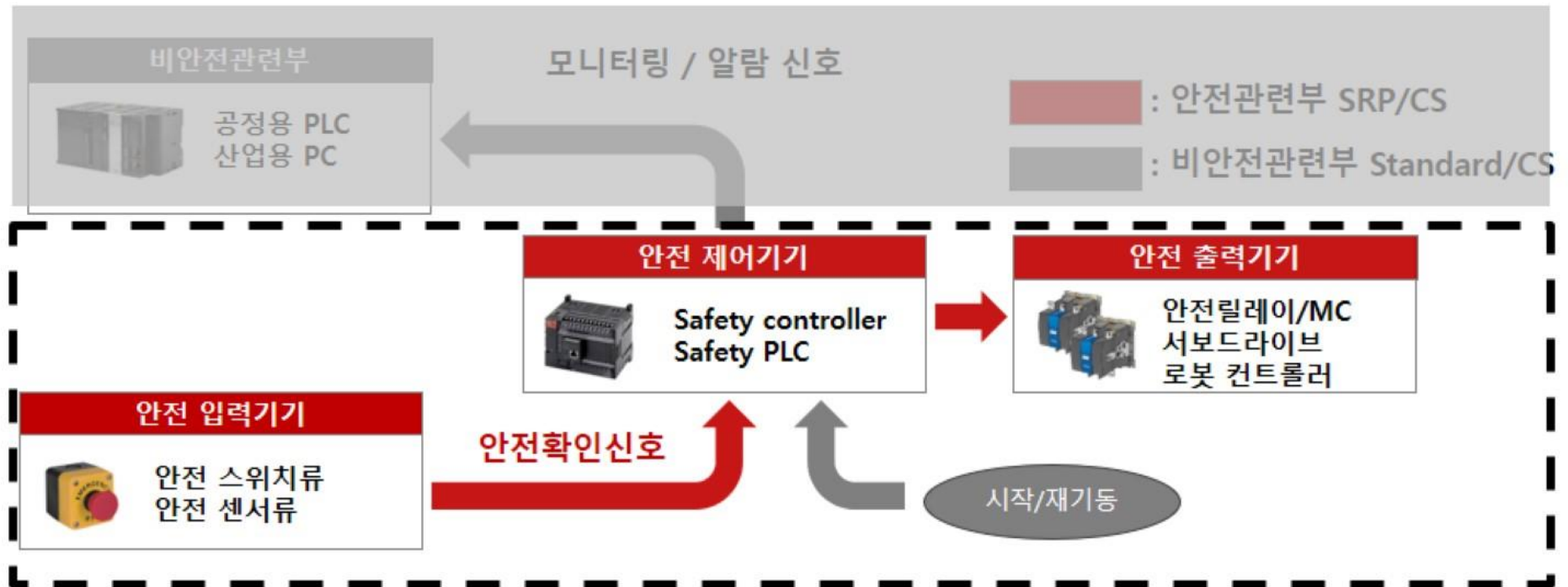
■ : 안전관련부 SRP/CS
■ : 비안전관련부 Standard/CS



안전확인신호

시작/재기동

Performance Level의 평가 (ISO 13849-1:2015)



안전 카테고리의 블럭도 (ISO 13849-1:2015)

카테고리는 안전시스템 구조를 결정하는 첫 번째 매개변수다. 기본적으로 카테고리의 결과가 높으면 높은 성능 수준을 달성하는 것이 유리하다. 따라서 안전시스템을 설계하는 중요한 단계이다.

Category B, 1

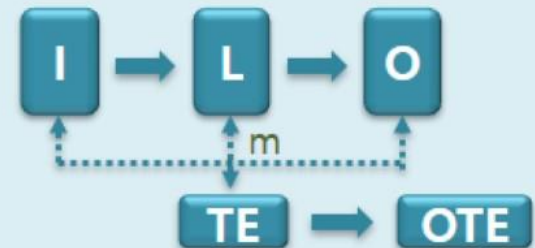
카테고리 B는 기본 카테고리. 고장이 발생하면 안전기능이 상실될 수 있다. 카테고리 1에서 고장에 대한 저항은 주로 구성 요소의 선택과 적용에 의해 개선된다.



Category 2

카테고리 2의 SRP/CS는 그들의 기능이 기계제어시스템에 의하여 적절한 간격마다 점검되도록 설계되어야 한다.

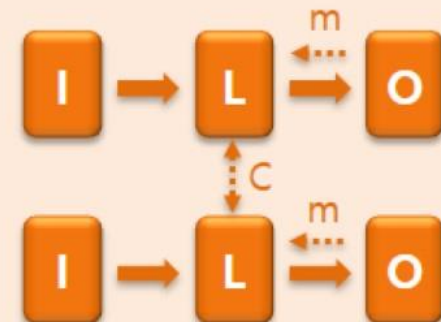
TE: Test equipment
OTE: Output of test equipment



Category 3, 4

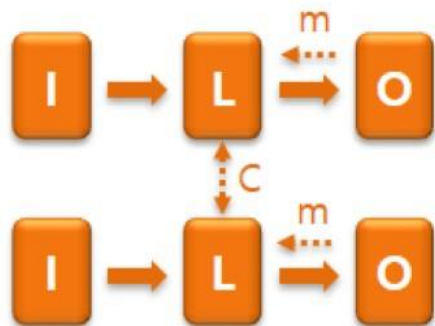
카테고리 3의 SRP/CS는 이 부품들 중 어느 한 개에 발생한 단일결함도 안전기능의 상실을 유발하지 않도록 설계되어야 한다. 합리적으로 실현 가능한 모든 경우, 단일결함은 안전기능에 대한 다음 사용요구 시 또는 그 이전에 감지되어야 한다.

카테고리 3과 카테고리 4의 차이는 카테고리 4에서 D_{cavg} 가 더 높고, 각 채널에 요구되는 MTTFd에는 '높음'만 있다.



Safety Category 3 (ISO 13849-1:2015)

Architecture

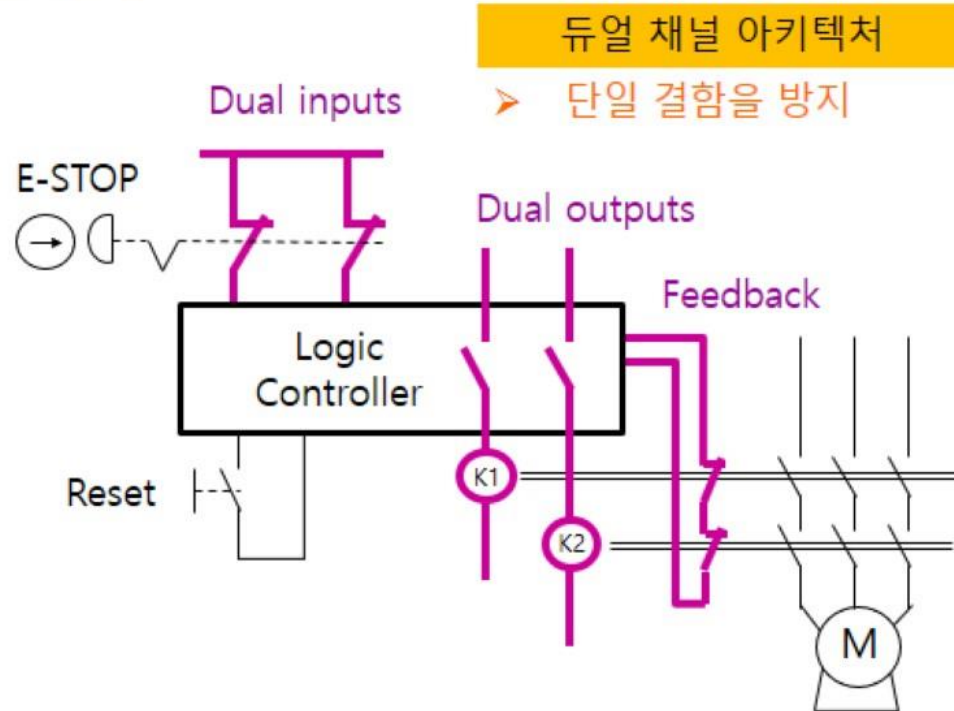


카테고리 3의 SRP/CS는 이 부품들 중 어느 한 개에 발생한 단일결함도 안전기능의 상실을 유발하지 않도록 설계되어야 한다. 합리적으로 실현 가능한 모든 경우, 단일결함은 안전기능에 대한 다음 사용요구 시 또는 그 이전에 감지되어야 한다.

※ 카테고리 3 등급의 특성

- ✓ DCavg = Low, Medium
- ✓ MTTFD of each channel = Low - High
- ✓ Maximum PL = PLe
- ✓ Dual channel & Feedback check

Examples)

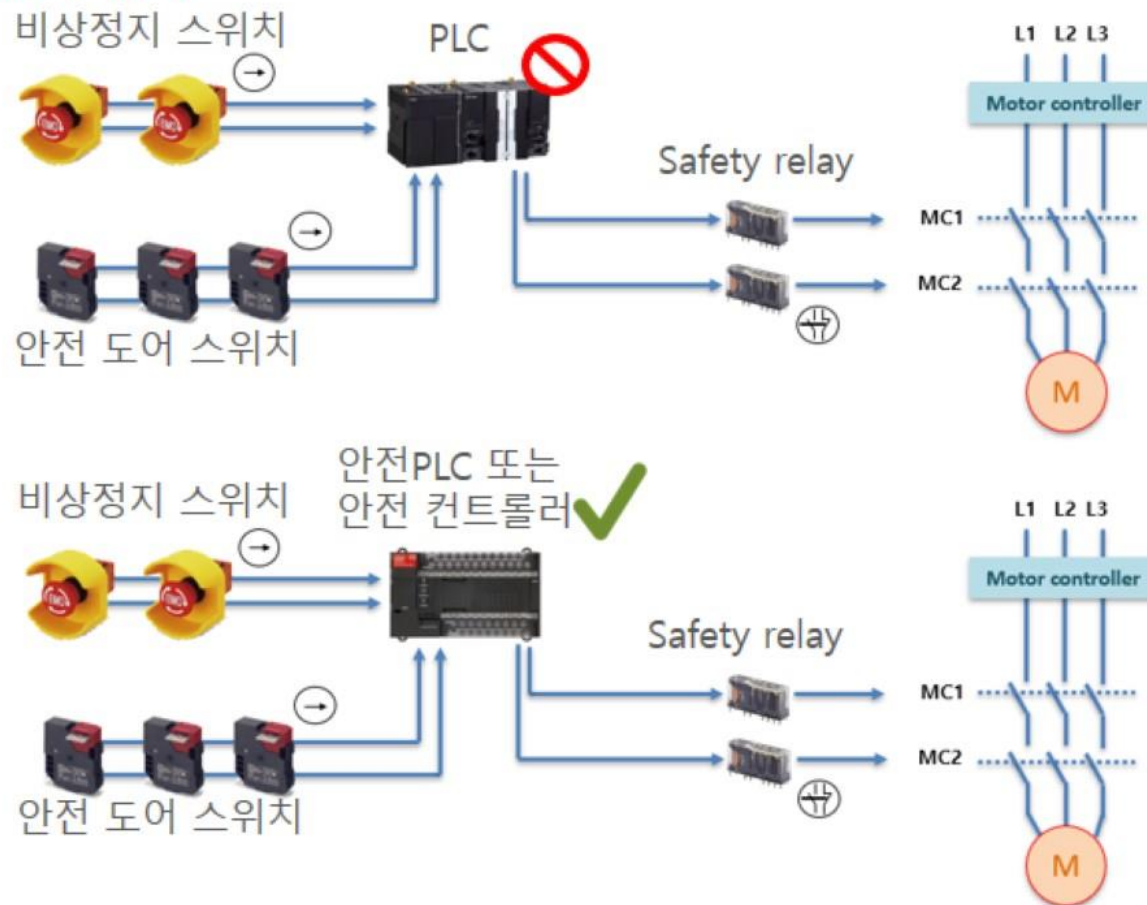


카테고리 B, 1, 2에서는 단일 채널 아키텍처로 인해 단일 고장을 방지할 수 없다. 카테고리 3은 동일한 고장 상황을 방지하고 이중 채널 구조로 인해 기계를 안전하게 정지시킨다. 피드백 확인을 통해 출력 작동 상태를 모니터링할 수 있다. 출력에 결함이 있으면 시스템 기동이 허용되지 않는다.

Performance Level의 정의 (ISO 13849-1:2015)

✓ 오용되는 사례

안전회로는 표준 제어 장치와 독립되어 있음. 표준제어(예: PLC)는 안전회로의 성능을 보장할 수 없으며, 오용 및 오작동으로 인해 위험을 초래할 수 있다. 안전 시스템을 이중화로 구성 해도 신뢰성 있는 부품이 아니라면 PL 등급을 만족할 수 없다.



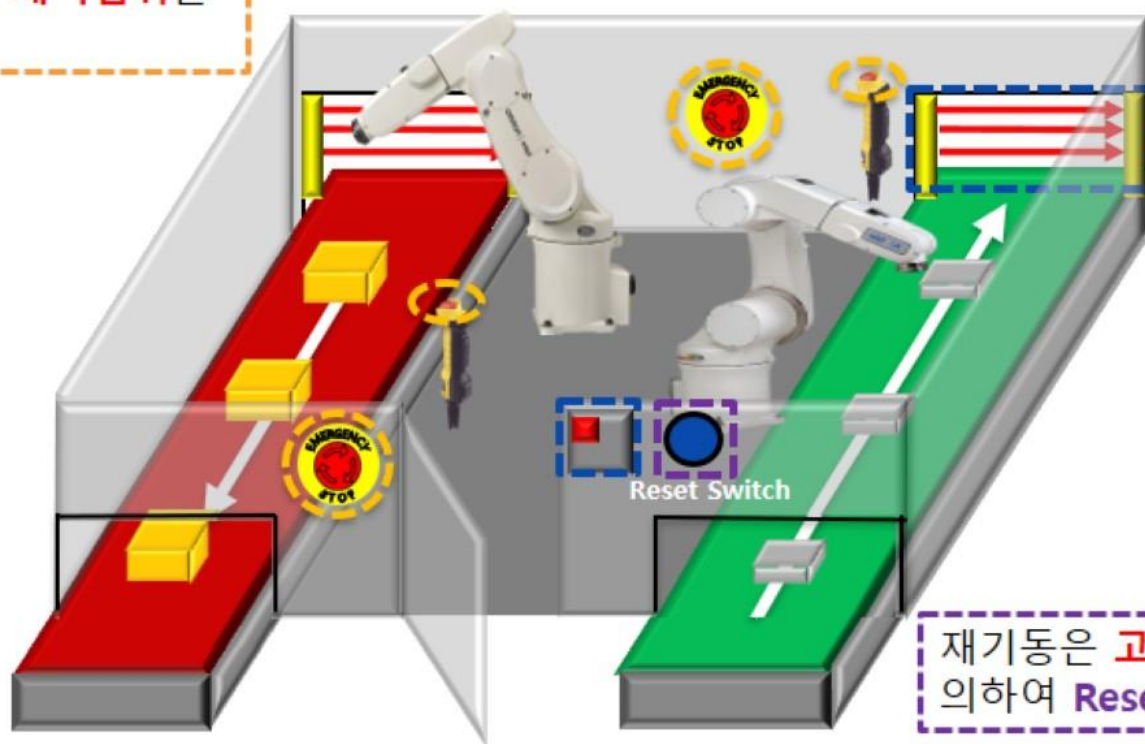
규격에 따른 로봇시스템 안전 요구사항(ISO 10218-1/2)

국제 규격 ISO 10218-2에 따른 안전 요구사항

로봇 시스템의 정지기능(Robot System Stopping Functions)

공동 보호영역 內 비상정지 스위치는 **동일한 제어범위**를 가져야 한다

모든 로봇 시스템은 보호정지 및 별도의 비상정지 기능을 가져야 한다



재기동은 **고의적인** 사람 동작에 의하여 **Reset**되어야 한다

국제 규격 ISO 10218-2에 따른 안전 요구사항

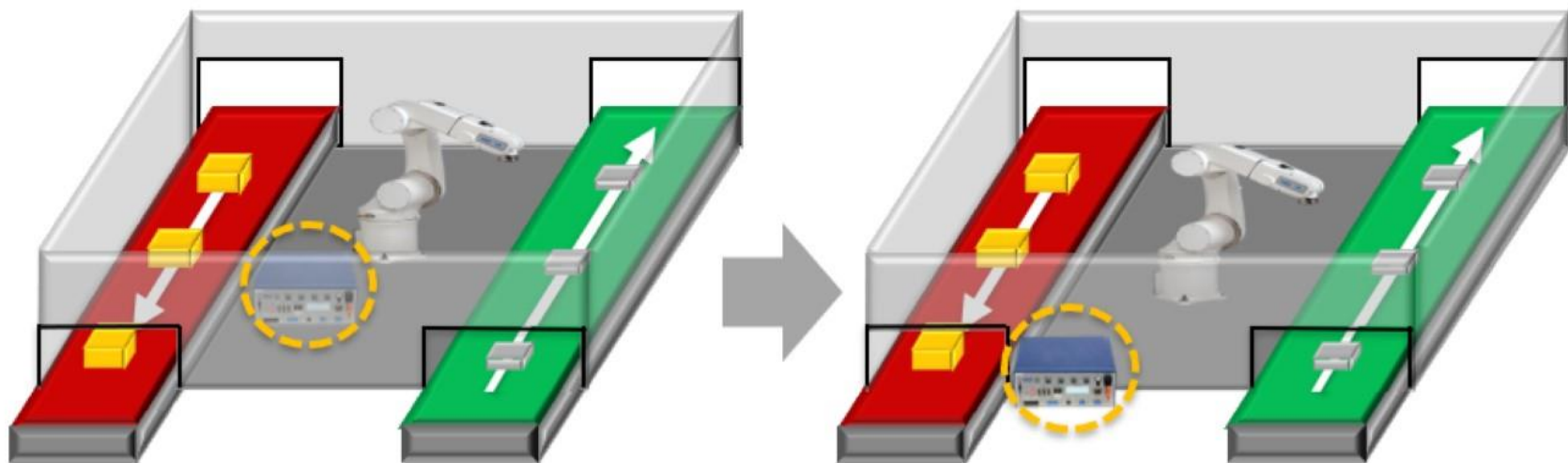
로봇 시스템의 정지기능(Robot System Stopping Functions)



국제 규격 ISO 10218-2에 따른 안전 요구사항

▣ 로봇 시스템의 제어기의 위치(location of controls)

자동 운전 동안 접근이 요구되는 **운전 제어기와 장비(즉, 용접 제어기, 공압 밸브 등)**는 **보호 영역 외부에** 위치하도록 하여서 제어 구동기를 사용하는 사람이 보호 영역 외부에 있도록 하여야 한다.



교시상자(Pendants)의 보관은 위험요인이 될 수 있는 **손상 가능성을 최소화** 하도록 준비되어야 한다.

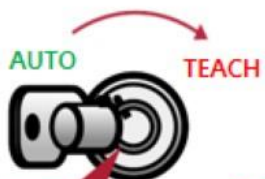
국제 규격 ISO 10218-2에 따른 안전 요구사항

▣ 로봇 시스템 운전 모드 응용(robot system operational mode application)



모드의 전환은 **보호정지 또는 비상정지**가 발생해야 한다.

자동운전모드에서 다른 운전모드로의 변환은 구동부가 정지된 상태에서만 가능할 것
(산업용로봇 검사기준 6항. 자동운전모드)



Key 타입

OR



자동 모드의 선택은 보호영역 외부에서 수행되고, 자동 운전의 기동을 위한 **별도의 의도된 동작**이 필요하다.

로봇 시스템에는 키 선택 스위치 등 운전모드 선택장치가 있을 것 (산업용로봇 검사기준 5항. 운전모드 선택)

국제 규격 ISO 10218-2에 따른 안전 요구사항

■ 안전 관련 제어 시스템 성능 (safety-related control system performance)

▷ 산업용로봇 안전검사 참조

4항. 안전관련 제어시스템 성능요건

- 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

ISO 14119
IEC 60947-5-1



ISO 13850



IEC 61496-1/2
ISO 13849-1



▶ 국제기준(ISO10218-2) 참조

5.2 안전관련 제어 시스템 성능

제어 시스템의 안전 정격 부품은 KS B ISO 13849 - 1에 설명하는 **체계 분류 3을 갖는 성능 수준(PL) "d"**를 충족해야 한다.

- a) 이러한 부품들의 단일 고장이 안전 기능의 손상으로 이어지지 않도록 할 것.
- b) 가능한 모든 경우, 단일 고장이 안전 기능의 다음 순서 또는 그 전에 검출되도록 할 것.
- c) 단일 고장이 발생한 경우, 안전 기능이 항상 수행되고 검출된 고장이 교정되기까지 안전 상태가 유지되도록 할 것.
- d) 모든 합리적으로 예측 가능한 고장이 검출되도록 할 것.



- 안전회로와 제어회로는 별도로 구분하여, Cat3, PLd 만족 (ISO13849-1)
- 별도의 안전회로를 적용하여 단, 로봇 자체에서 규격을 지원할 경우, 별도의 제어기기를 거치지 않고 입력 장치를 바로 입력해도 가능

협동로봇 안전 대책(ISO 10218-2, TS 15066)

ISO 10218-2, ISO/TS 15066에 따른 협동 작업 모드

▣ 4가지 시스템을 개별적 또는 함께 사용하여 안전 대책

안전 정격 감시 정지 시스템 (Safety-rated monitored stop)



협동 작업 공간에서 작업자가 위험에 접근하거나 노출되기 전에 로봇 시스템이 정지

- 부품의 로딩 또는 언로딩 장비, 검사 장비

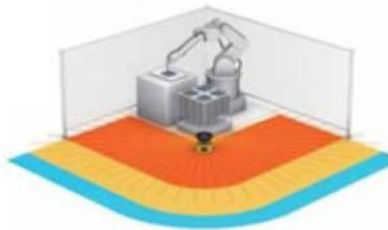
핸드 가이딩 (Hand guiding)



작업자가 도착하면 로봇이 정지. 작업자가 직접 인터페이스를 통해 로봇 이동을 유도. 작업자의 동작 명령에 따라 움직임.

- 로봇틱 리프트 어시스트, 제한된 또는 소량 생산

속도 및 분리 모니터링 (Speed and separation monitoring)



장애물이 감지될 때 로봇 속도가 감소하는 경우 거리 별 분리 모니터링. 로봇 속도는 분리된 거리에 따라 구역별 속도 설정.

- 간단한 작업, 직접 작업 인터페이스

동력 및 힘 제한 (Power and force limiting by inherent design or control)



로봇에 의해 시작된 부수적인 접촉이 운전자에게 해가 되지 않도록 에너지를 제한

- 작거나 가변적인 어플리케이션, 작업자의 작업 빈도가 매우 높은 조건

ISO 10218-2, ISO/TS 15066에 따른 협동 작업 모드

■ 안전 정격 감시 정지 시스템 - 어플리케이션

위험영역(협동 작업 영역)에
작업자와 로봇이 동시 감지되면
로봇은 보호정지



- 안전 기기 사용으로 오동작 방지
- 로봇이 정위치(정지) 되면 작업자가 협동작업 영역에서 작업 가능
- 드라이브 전원은 켜놓은 상태.
- 장애물이 사라지면 동작을 재개함
- 정지 조건 위반(로봇 동작중 작업자가 접근)시 보호 정지 동작

● 어플리케이션에 따른 방호 대책



광전자식 보호 장치
(안전 라이트 커튼)



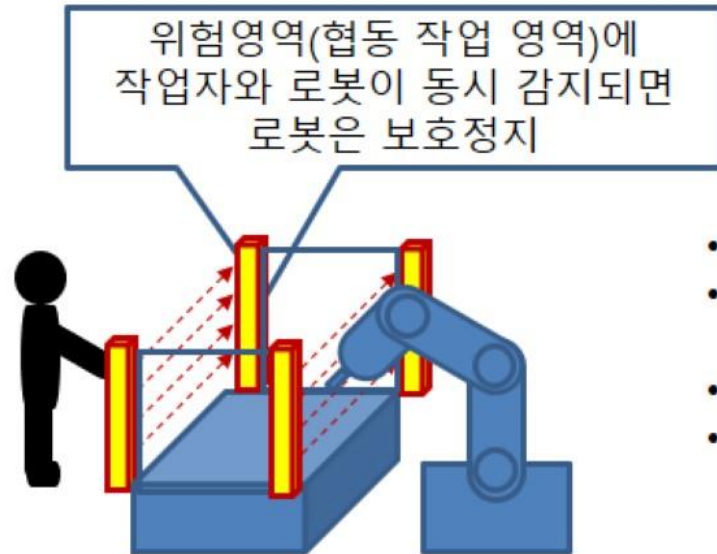
레이저 스캐너



안전매트

ISO 10218-2, ISO/TS 15066에 따른 협동 작업 모드

■ 안전 정격 감시 정지 시스템 - 어플리케이션



- 안전 기기 사용으로 오동작 방지
- 로봇이 협동작업 영역에 없으면(정상운전) 작업자가 협동작업 영역에서 작업 가능
- 드라이브 전원은 켜놓은 상태.
- 정지 조건 위반(로봇 동작중 작업자가 접근 또는 작업자 작업시 협동 작업영역으로 로봇의 접근)시 보호 정지 동작

● 어플리케이션에 따른 방호 대책



광전자식 보호 장치
(안전 라이트 커튼)



레이저 스캐너

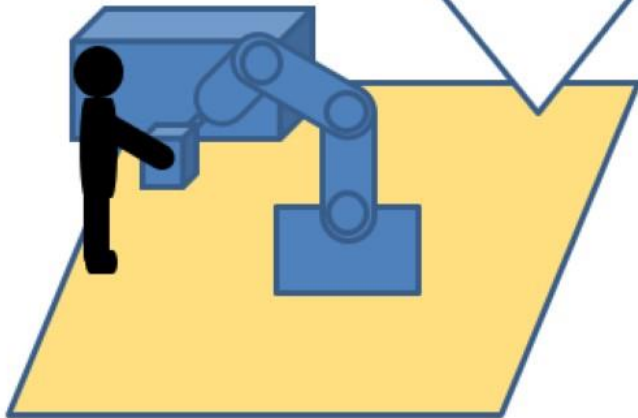


안전컨트롤러

ISO 10218-2, ISO/TS 15066에 따른 협동 작업 모드

■ 핸드가이딩 - 어플리케이션

작업자가 협동영역에 접근시 자동운전 정지
위험영역(협동 작업 영역)에 작업자가 없을 때만 자동운전
협동작업시 사람의 동작으로만 로봇이 운전



- 안전 기기 사용으로 오동작 방지
- 로봇이 협동작업 영역에 없으면(정상운전) 작업자가 협동작업 영역에서 작업 가능
- 드라이브 전원은 켜놓은 상태.
- 로봇의 비협동 동작중 작업자가 접근시 보호 정지 동작

● 어플리케이션에 따른 방호 대책



안전매트



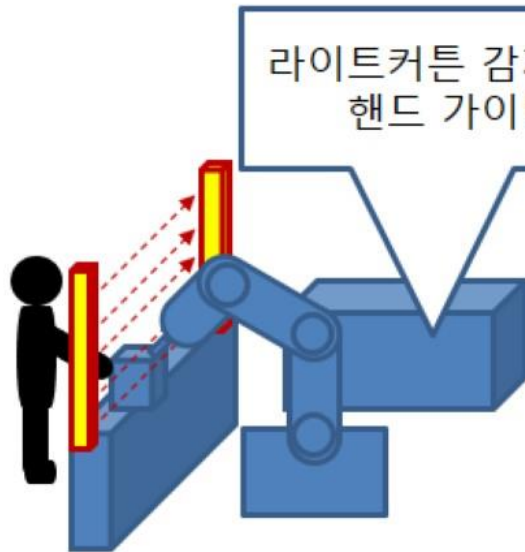
레이저 스캐너



안전 컨트롤러

ISO 10218-2, ISO/TS 15066에 따른 협동 작업 모드

■ 핸드가이딩 - 어플리케이션



라이트커튼 감지시 자동운전 정지
핸드 가이딩은 사용 가능

- 안전 기기 사용으로 오동작 방지
- 로봇과 협동작업 시
로봇암 부분 뮤팅 또는 블랭킹
- 로봇암 미감지시에만 비협동 작업 가능
- 정지 조건 위반(로봇 동작중 작업자가 접근
또는 작업자 작업시 협동 작업영역으로
로봇의 접근)시 보호 정지 동작

● 어플리케이션에 따른 방호 대책



광전자식 보호 장치
(안전 라이트 커튼)



안전 컨트롤러

ISO 10218-2, ISO/TS 15066에 따른 협동 작업 모드

▣ 속도 및 이격 감시 - 어플리케이션

위험영역(협동 작업 영역)에 작업자가 감지되면 영역에 따라 로봇의 속도를 제어



- 안전 기기 사용으로 오동작 방지
- 로봇 운전 중에 사람의 위치에 따라 로봇의 속도를 제어
- 드라이브 전원은 켜놓은 상태.
- 장애물이 사라지면 동작을 정상 운전
- 일정 영역 이상 접근시 보호 정지 동작
- 거리에 따른 적정 속도는 ISO TS 15066에 근거하여 설정한다.

● 어플리케이션에 따른 방호 대책

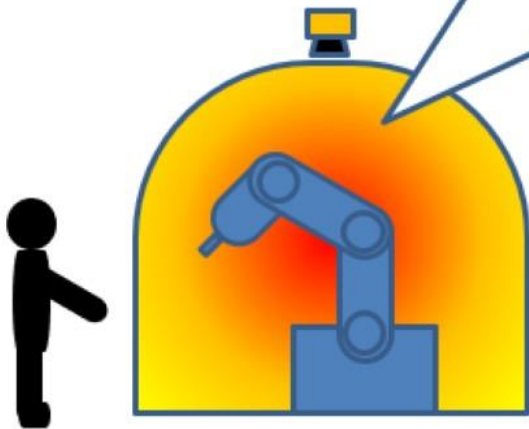


레이저 스캐너

ISO 10218-2, ISO/TS 15066에 따른 협동 작업 모드

▣ 속도 및 이격 감시 - 어플리케이션

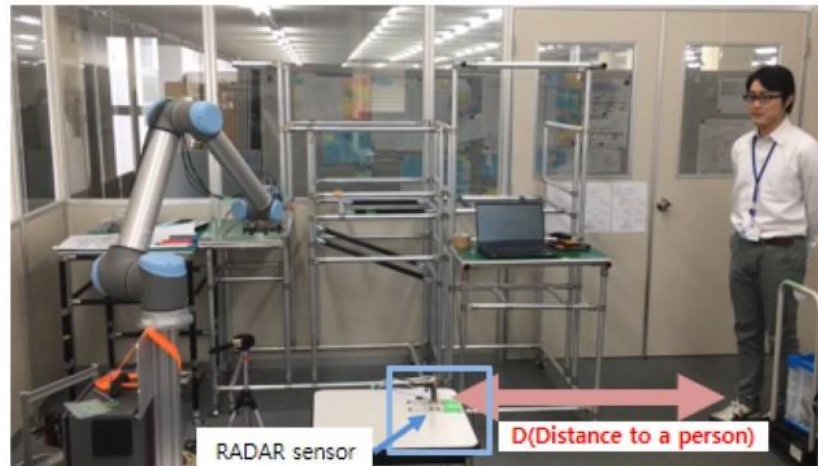
위험영역(협동 작업 영역)에 작업자가 감지되면 영역에 따라 로봇의 속도를 제어



- 안전 기기 사용으로 오동작 방지
- 로봇 운전중에 사람의 위치에 따라 로봇의 속도를 제어
- 드라이브 전원은 켜놓은 상태.
- 장애물이 사라지면 동작을 정상 운전
- 일정 영역 이상 접근시 보호 정지 동작

● 어플리케이션에 따른 방호 대책

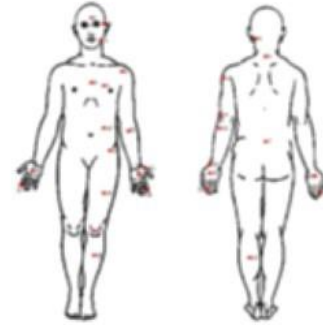
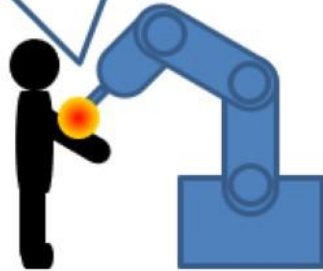
향후 미래 개발 상품(신기능 센서)



ISO 10218-2, ISO/TS 15066에 따른 협동 작업 모드

▣ 동력 및 힘 제한 - 어플리케이션

작업자와 접촉하더라도
작업자가 다치지 않게 한계 값을 조절



- 두가지 상황에 대해 고려
 - 준정적 접촉: 로봇 시스템의 움직이는 부분과 로봇 작업 셀 내의 고정되거나, 움직이는 부품 사이에 사람의 신체 일부가 끼이는 경우
 - 동적 접촉: "동적 충격"이라고도 하며, 사람의 신체 일부가 로봇 시스템의 움직이는 부품에 의해 충격을 받아 접촉된 부분이 죄이거나 끼지 않고, 몸을 움츠리거나 로봇으로부터 멀어지도록 움직임

● 어플리케이션에 따른 방호 대책



로봇의 자체
안전 기능

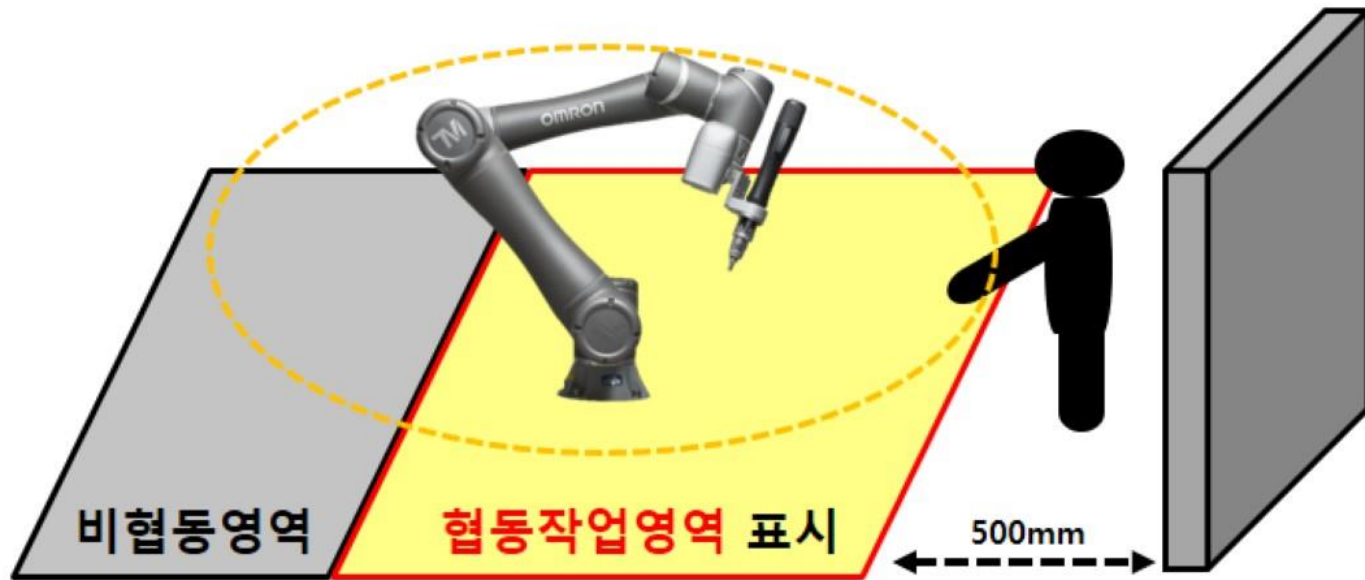


리포트

로봇 자체에서 지원하는 안전 기능을 사용,
또는, 이를 입증 할 수 있는 **검사리포트**가 필요.
단, 반드시 **로봇의 End-Effector까지 고려**

ISO 10218-2에 따른 협동운전 요구사항

▣ 협동로봇 운전에 대한 요구사항 (requirements for collaborative robots)



운전자가 로봇과 직접적으로 접촉할 수 있는 협동 영역은 명확하게 정의되어야 한다(예 : 바닥표시, 사인 등).
(ISO10218-2 5.11.2)

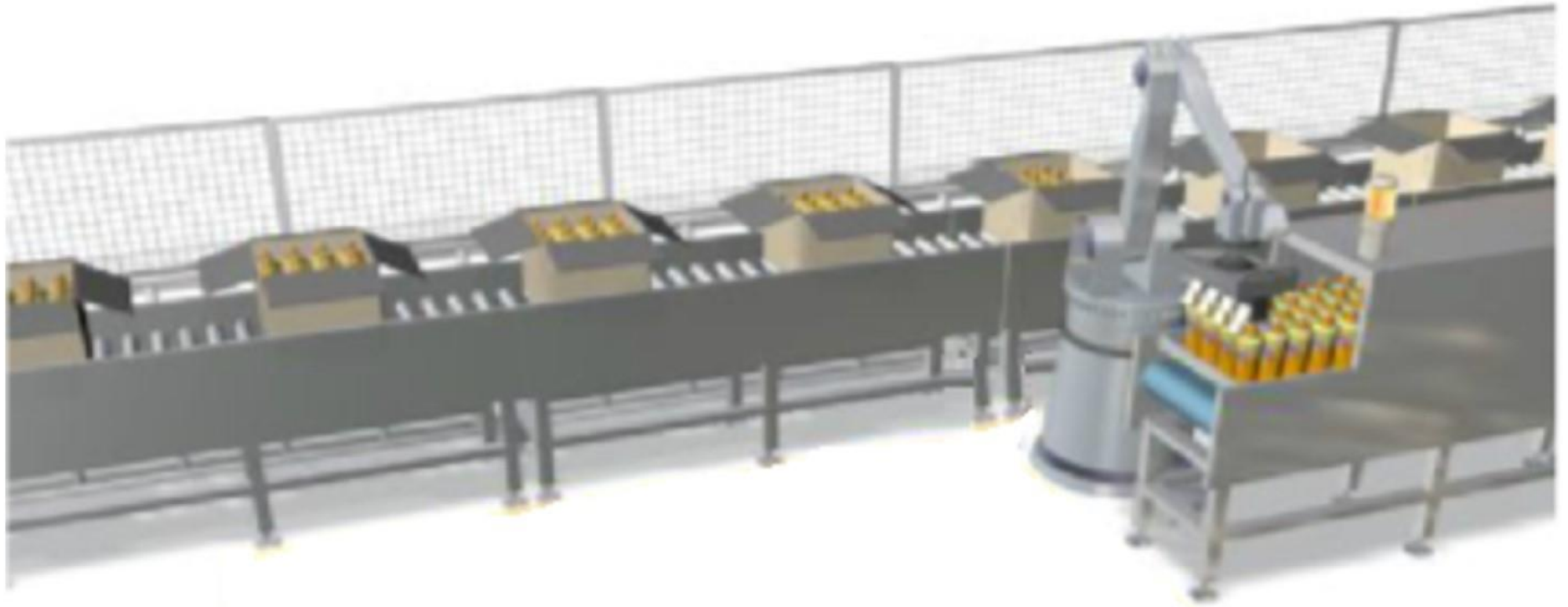
최소 **0.5m**이상의 여유공간이 있거나, 여유공간이 없을 경우 근로자가 간힘 또는 끼임 위험을 방지하기 위하여 로봇 동작을 중지시키는 부가 보호장치가 설치되어 있을 것(산업용로봇 검사기준 10항. 협동운전 요구사항)

안전 보호 장치는 협동 영역을 지나서 셀 내부로(비협동영역) 더 들어가는 것을 방지하거나 검출하도록 설계 되어야 한다.
(ISO10218-2 5.11.2)

로봇 방호대책의 예시

10218-2를 만족하기 위한 협동 로봇의 방호대책

✓ P&P 작업을 위한 협동 로봇의 도입



10218-2를 만족하기 위한 협동 로봇의 방호대책



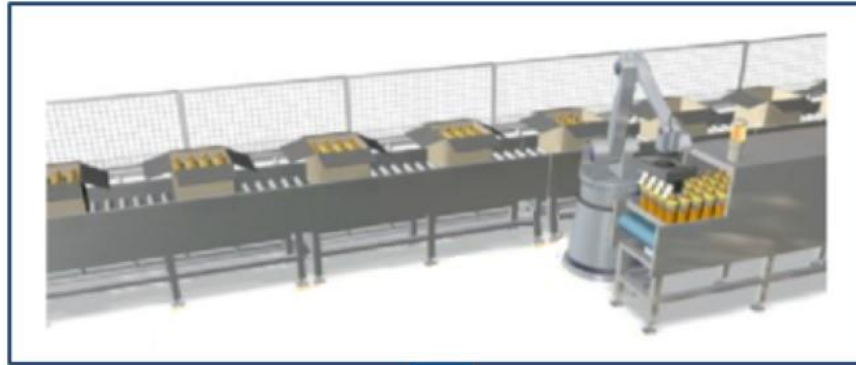
로봇 자체의 인증서 확인
국제 표준 : ISO 10218-1, ISO TS 15066, ISO 13849-1 <- 제3자인증기관
자율안전확인 신고 증명서 <- 안전보건공단

제3자 인증기관으로
인증 받은 인증서

자율안전확인신고



10218-2를 만족하기 위한 협동 로봇의 방호대책



안전검사

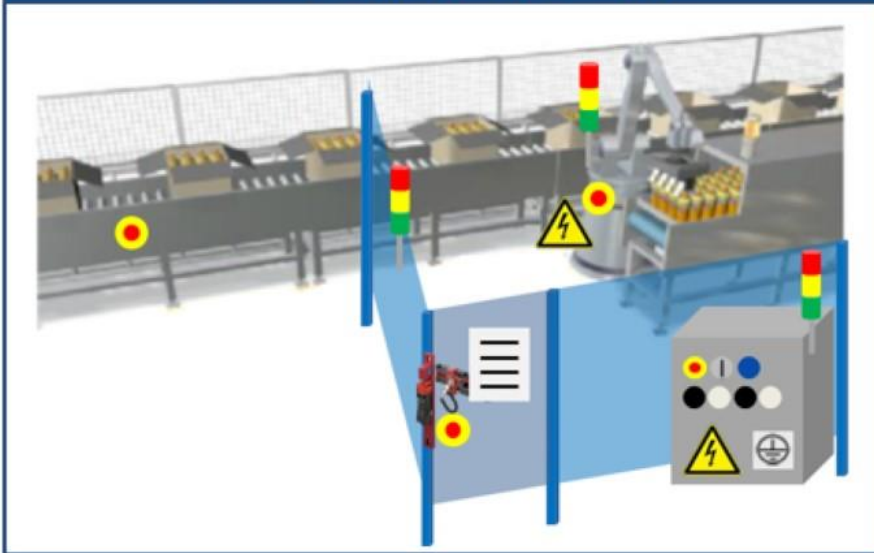


협동로봇
설치작업장

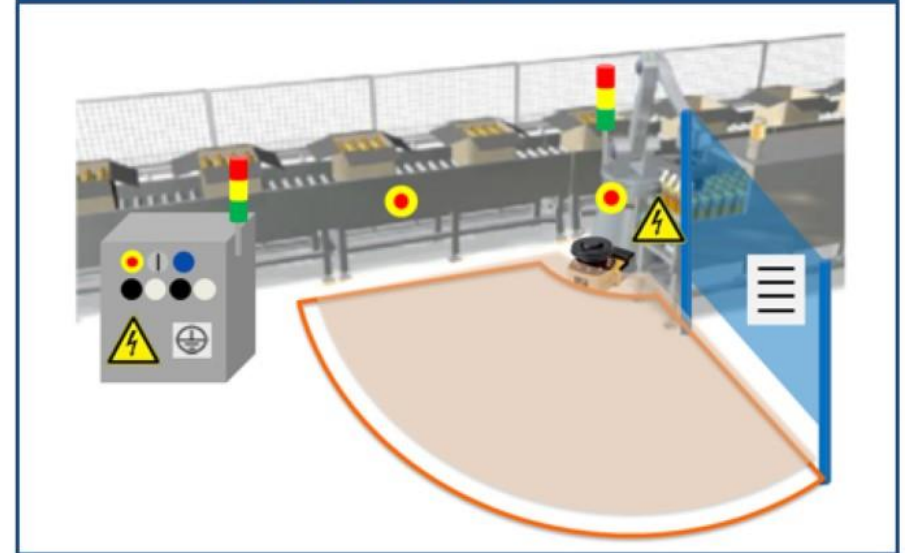


안전검사

방호벽(방책) 위주의 방호 대책



협동운전을 위한 방호 대책



10218-2를 만족하기 위한 협동 로봇의 방호대책

✓ 방호벽(방책) 위주의 방호 대책



색상	설명
흑색	교류 및 직류 전원선로
적색	교류제어회로
청색	직류제어회로
주황색	외부전원에서 공급되는 연동장치 제어 회로
녹색/황색	접지
청색	중성선

※ 전선 색상 기준

ISO10218-2 표준에 따른 보호영역 외부에 제어반 위치 확인

IEC60204 표준에 따른 전기 보호 설계

10218-2를 만족하기 위한 협동 로봇의 방호대책

☑ 방호벽(방책) 위주의 방호 대책



ISO13850 표준에 따른 비상정지 설치

ISO13849 표준에 따라
안전 회로를 Cat.3 PLd등급이상으로 구성

색상	의미	설명
적색	비상	위험한 상태 또는 비상시 작동
황색	비정상	비정상 상태 발생시 작동
녹색	정상	정상 상태에서 작동
청색	의무	의무 작동이 필요한 상태에서 작동
흰색	지정된 의미 없음	일반적인 기능
회색	지정된 의미 없음	일반적인 기능
흑색	지정된 의미 없음	일반적인 기능

※ 버튼 색상 기준



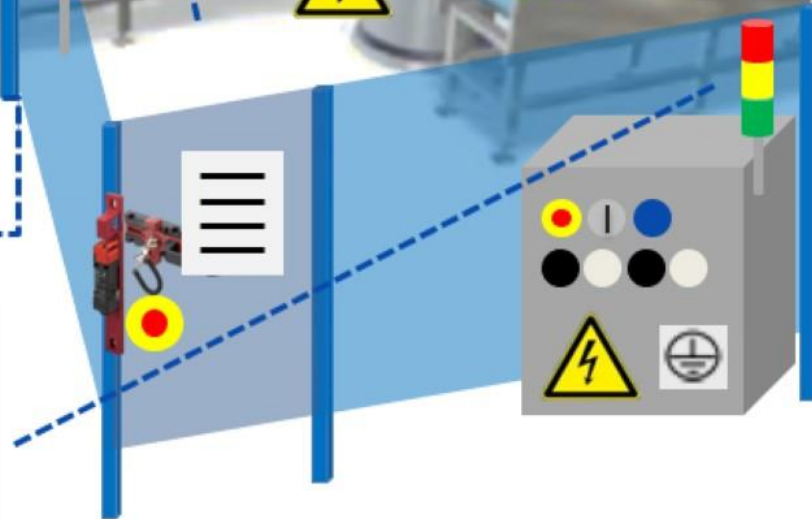
IEC60204 및 안전검사 기준에 따른
버튼색상과 조작키, 모드키 사용

10218-2를 만족하기 위한 협동 로봇의 방호대책

☑ 방호벽(방책) 위주의 방호 대책



ISO10218-2 및 안전검사 기준에 따른 경고라벨, 경고램프, 경고음, 운용매뉴얼 제작 및 비치



색상	의미	설명
적색	비상	위험한 상태
황색	비정상	비정상 상태 긴급 상태
녹색	정상	정상 상태
청색	의무	조작자의 조치를 요하는 상태
흰색	중립	기타 상태

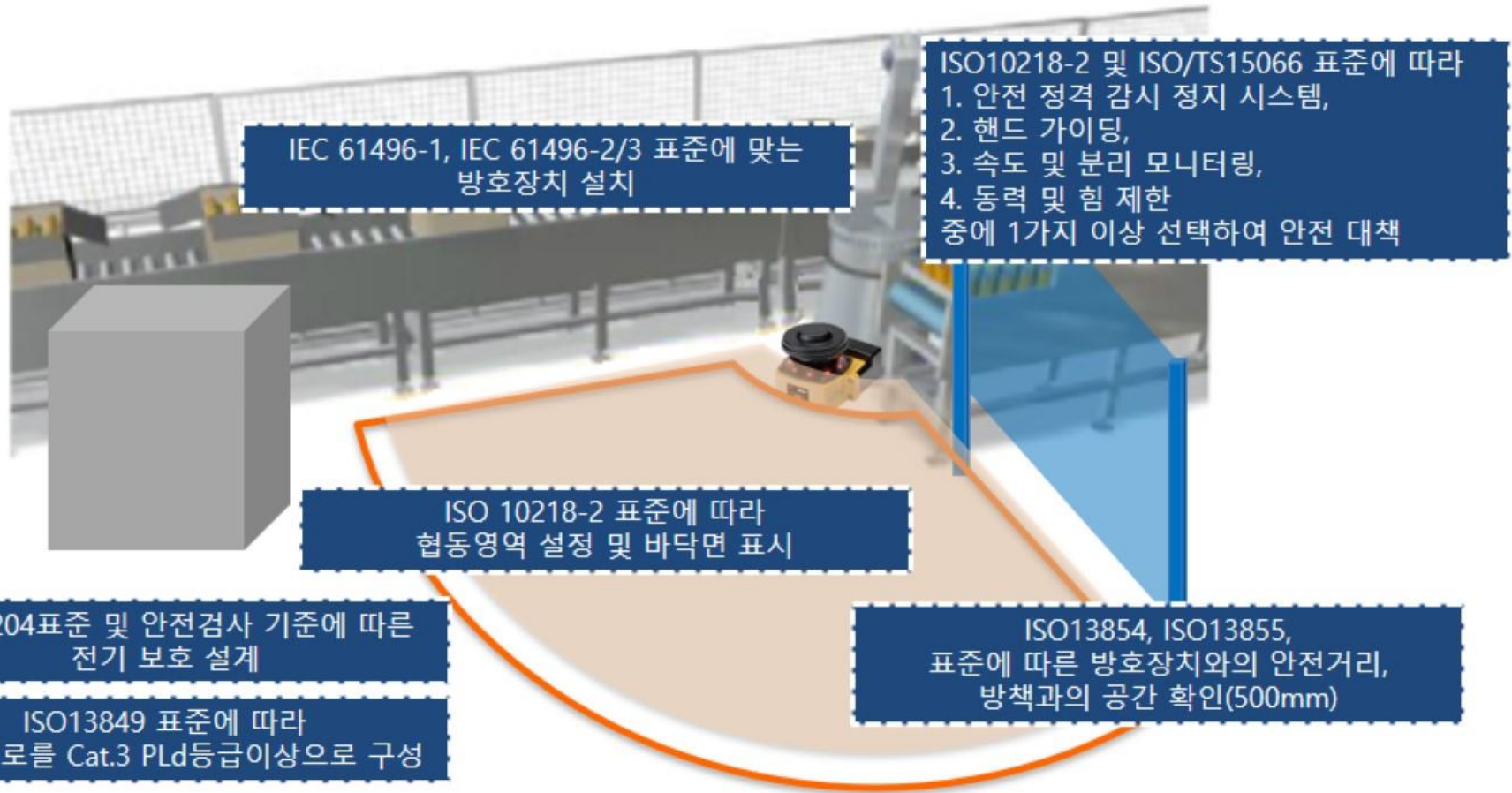
※ 경고 램프 색상 기준

ISO12100 표준에 따른 위험성평가 실시



10218-2를 만족하기 위한 협동 로봇의 방호대책

✓ 협동운전을 위한 방호 대책



10218-2를 만족하기 위한 협동 로봇의 방호대책

✓ 협동운전을 위한 방호 대책



ISO13850 표준에 따른 비상정지 설치

ISO13854, ISO13855, 표준에 따른 방호장치와의 안전거리, 방책과의 공간 확인(500mm)

IEC60204표준 및 안전검사 기준에 따른 버튼색상과 조작키, 모드키 사용

ISO10218-2 표준에 따른 보호영역 외부에 제어반 위치 확인

ISO10218-2 및 안전검사 기준에 따른 경고라벨, 경고램프, 경고음, 운용매뉴얼 제작 및 비치

- 필요에 따라 추가기술문서 제작
- 전자적합성 시험 리포트(EMC)
- 전기시험 리포트(LVD)
- Power and force limiting 리포트
- Performance Level 검증 리포트
- Safety Distance 적합 리포트(STM)



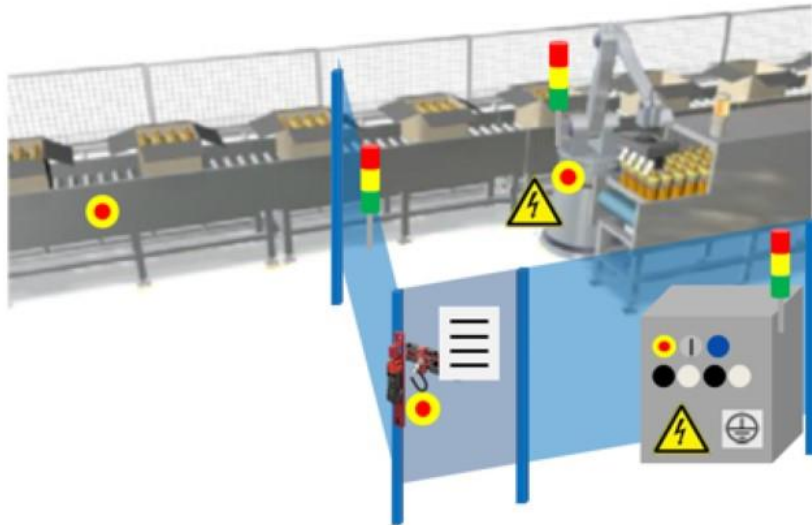
ISO12100 표준에 따른 위험성평가 실시



안전거리 확보의 중요성(ISO 13855)

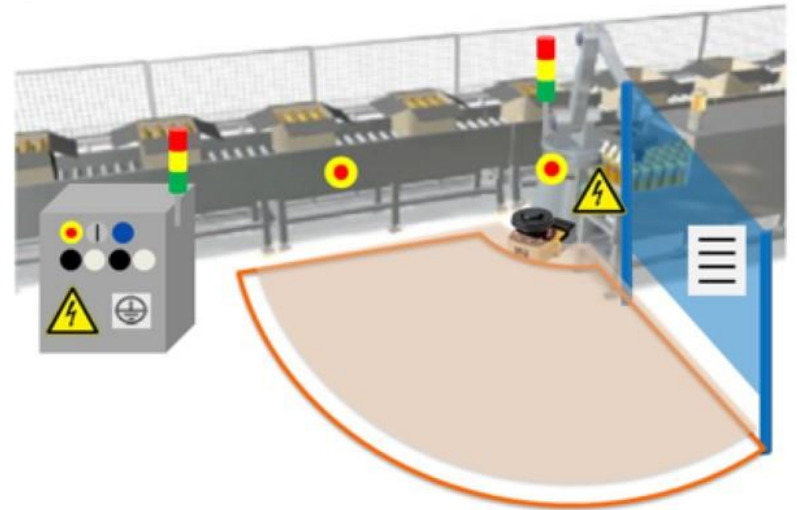
협동 운전의 경우 안전거리 확보가 중요한 이유

설비 A



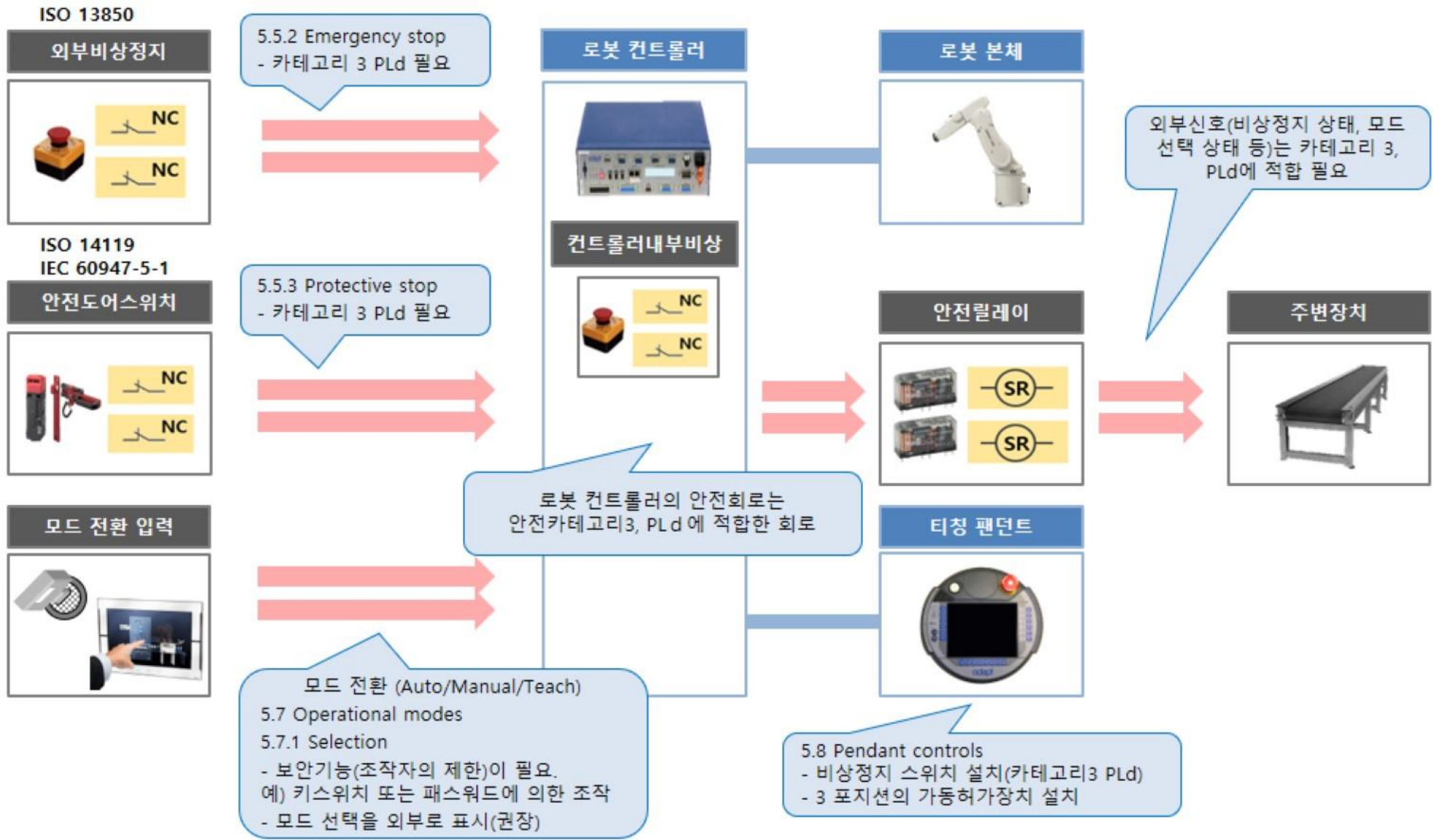
1. 생산을 위해 사람과의 **협동 작업 없음**
2. 위험 영역내 사람 접근이 **거의 없음**
3. **제한된 사람만** 위험 영역내 접근
4. 위험영역은 **펜스**를 주 방호대책으로 사용
5. **특별한 작업**으로
사람들이 위험성을 인지 하고 있음

설비 B

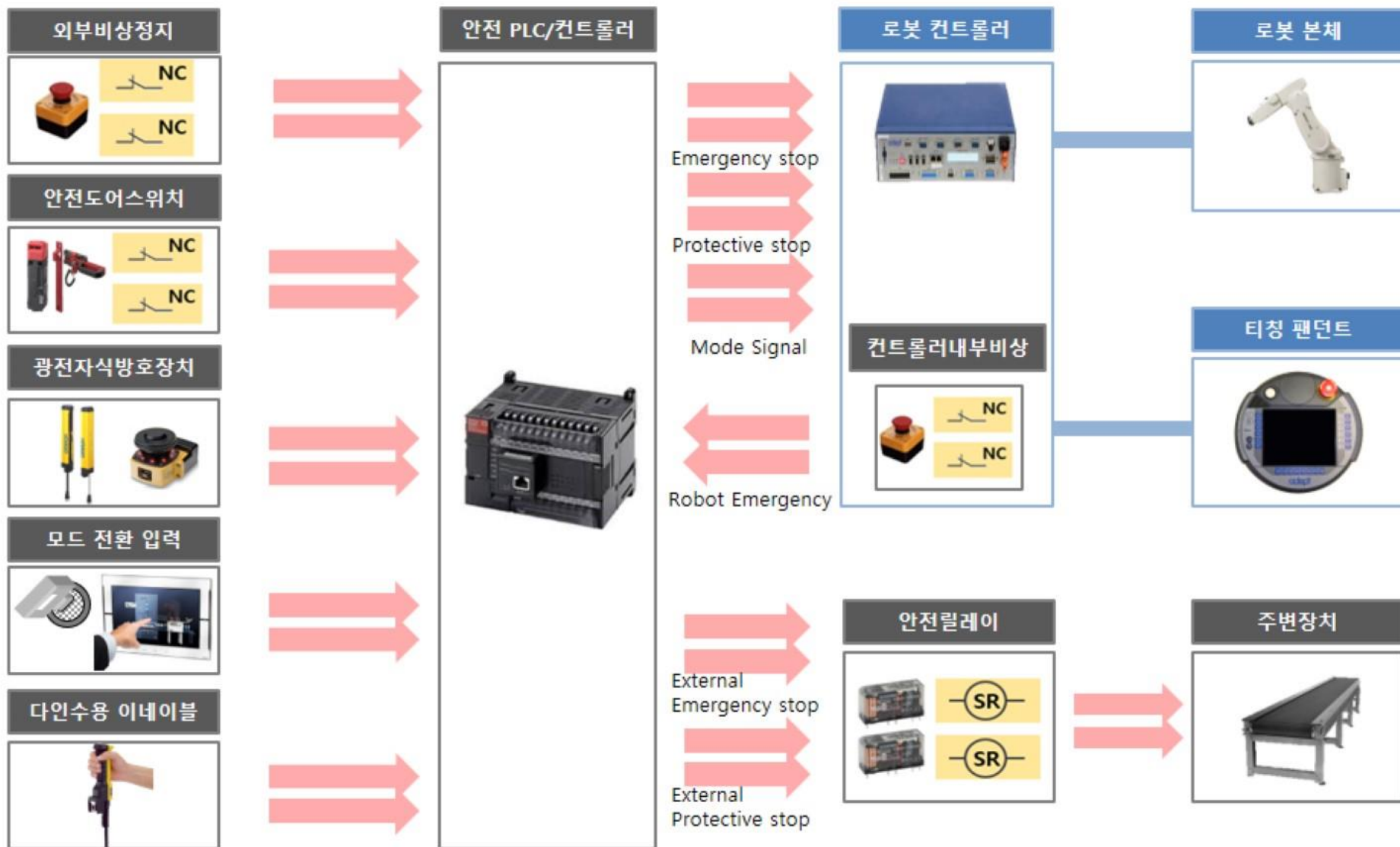


1. 생산을 위해 사람과의 **협동 작업 있음**
2. 위험 영역내 사람 접근이 **빈번함**
3. **일반적인 작업자**가 위험 영역내 접근
4. **방호장치**를 주 방호대책으로 사용
5. **일상적인 반복된 작업**으로
사람들이 위험성을 인지 하기 어려움

10218-2를 만족하기 위한 협동 로봇의 방호대책 - 로봇제어기



10218-2를 만족하기 위한 협동 로봇의 방호대책 - 로봇제어기



감사합니다.