

1. 산업용 로봇의 정의

산업용 로봇이란 산업자동화 응용을 위한 자동제어와 프로그램이 가능한 3축 이상의 *매니플레이터를 구비하고 고정 또는 이동이 가능한 로봇을 말하며, 주요 구조부로는 매니플레이터와 전기, 유압 및 공압 동력 공급설비(power unit) 그리고 본체 회전용 구동부로 구성된다.

*매니플레이터(manipulator) : 여러 개의 관절과 링크로 구성된 기계적 팔 구조로 작업 대상 물체를 파지(把持)하고 운반하며, 조립 및 용접과 같은 정밀 작업도 수행할 수 있는 사람의 팔과 유사한 역할을 하는 구조부이다.

2. 안전인증 및 자율안전확인신고

2.1 안전인증(산업안전보건법 제84조)

○ 적용범위 : 충돌·협착 등의 위험 방지에 필요한 산업용 로봇의 방호장치

- ① 복합동작을 할 수 있는 산업용 로봇의 작업에 사용하는 압력감지형 안전매트
- ② 산업용 로봇의 위험 발생 시 기계를 급정지 시키거나 위험구역으로부터 신체를 보호할 수 있는 광전자식 방호장치

2.2 자율안전확인의 신고(산업안전보건법 제89조)

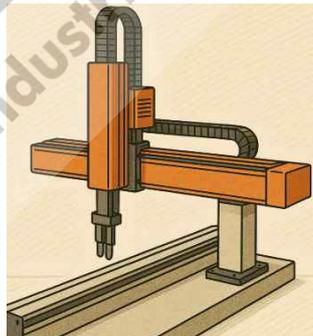
○ 적용범위 : 직교좌표로봇을 포함하여 3축 이상의 매니플레이터(액추에이터, 교시 펜던트를 포함한 제어기 및 통신 인터페이스를 포함한 다)를 구비하고 전용의 제어기를 이용하여 프로그램 및 자동제어가 가능한 고정식 로봇으로, 3축 이상의 일반적인 산업용 로봇 뿐만 아니라 근로자와 공동작업을 수행할 수 있도록 협동운전시스템이 설계된 로봇도 대상에 포함되며, 직교좌표로봇의 경우 물류창고에서 사용되는 자동화설비와 사출성형기 등에 설치되는 자동취출설비에 이르는 등 그 대상이 다양하여 사업장에 설치된 설비에 대한 자율안전확인신고 대상 여부를 꼼꼼하게 확인해야 한다.



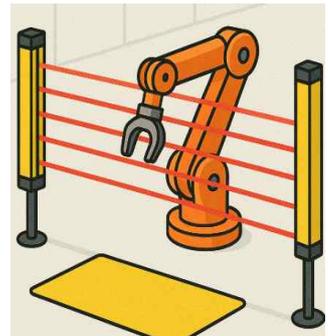
산업용 로봇
(협동운전시스템 포함)



창고자동화설비



자동취출설비



안전매트 및
광전자식 방호장치

2.3 안전인증 및 자율안전확인의 표시(산업안전보건법 제85조, 제90조)

○ 안전인증을 받은 유해·위험기계 및 자율안전확인대상기계 등이나 이를 담은 용기 또는 포장에 안전인증 및 자율안전확인의 표시를 한다.



산업안전보건법 시행규칙 [별표 14]

대상 기구·기계명 : 산업용로봇

형 식 (규 격) : KISA-R01

인증 및 확인번호 : 25-XXXX-XXXXX

제 조 자 : KISA

제 조 년 월 : 2025년 05월

(예) 안전인증 및 자율안전확인의 표시

3. 안전검사(산업안전보건법 제93조)

3.1 일반사항

○ 적용범위 : 3개 이상의 회전관절을 가지는 다관절 로봇이 포함된 *산업용 로봇 셀에 적용한다.

*산업용 로봇 셀 : 관련된 기계류·장비를 포함한 하나 또는 그 이상의 로봇 시스템과 그 보호영역을 말한다.

○ 제외대상

- ① 공구중심점(TCP)의 최대 속도가 250mm/s 이하인 로봇으로만 구성된 산업용 로봇 셀
- ② 각 구동부 모터의 정격출력이 80W 이하인 로봇으로만 구성된 산업용 로봇 셀
- ③ 최대 동작영역(툴 장착면 또는 설치 플랜지 wrist plates 기준)이 로봇 중심축으로부터 0.5m 이하인 로봇으로만 구성된 산업용 로봇 셀
- ④ 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.
- ⑤ 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.
- ⑥ 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.
- ⑦ 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.
- ⑧ 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.

*격벽 : 근로자의 접근을 차단하는 물리적인 구조물을 말한다. 법에서 정의한 내용은 없으나, 일반적으로 파손 및 변형이 쉽게 일어나지 않는 견고한 구조로 설치함을 기준으로 한다.

○ 검사주기 및 안전검사합격증명서 발급

사업장에 산업용 로봇의 설치가 끝난 날로부터 3년 이내에 최초 안전검사를 실시한다. 그 이후부터 2년마다 정기적으로 안전검사를 실시하며, 안전검사 결과에 따라 발급받은 안전검사합격증명서는 대상설비에 붙여서 관리한다.

3.2 협동운전시스템이 설계된 로봇의 안전검사

안전검사 고시 [별표 12]에 따라 로봇 셀에는 높이 1,800mm 이상의 방책(防柵)을 설치하여야 한다. 다만, *협동운전이 필요한 산업용 로봇으로 방책의 설치가 불가능한 경우에는 한국산업표준에서 정한 안전기준 또는 국제적으로 통용되는 안전기준에 부합함이 인정되는 경우에 한하여, 협동운전시스템이 설계된 로봇으로 인정받아 방책 등의 방호장치를 설치하지 아니할 수 있다.

구분	내용
안전검사 고시 [별표 12] 산업용 로봇 검사기준	협동운전을 위해 설계된 로봇의 경우 한국산업표준에(KS B ISO 10218-1, 10218-2 및 KS B ISO TS 15066)서 정하고 있는 안전기준 또는 국제적(ISO 10218-1, 10218-2 및 ISO TS 15066)으로 통용되는 안전기준에 따라 설치해야 한다.
산업안전보건기준에 관한 규칙 제223조(운전 중 위험 방지)	① 높이 1.8m 이상의 울타리 등을 설치하여야 한다. ② 해당 로봇의 안전기준이 한국산업표준에서 정하고 있는 안전기준 또는 국제적으로 통용되는 안전기준에 부합한다고 인정하는 경우에는 울타리 설치 등의 조치를 하지 않을 수 있다.
한국산업표준 및 국제기준 (KS, ISO)	안전기준 부합여부 확인 및 검증 방법 ① 각 기준에 대해서 사업장 자체적으로 작성한 점검표를 안전검사에 확인자료로 활용한다. ② **공인인증기관에 확인 및 검증을 받아 취득한 인증결과를 안전검사에 확인자료로 활용한다.

*협동운전 : 사람과 공동작업을 수행할 수 있도록 설계된 로봇이 정해진 구역 내에서 작업하는 상태를 말한다.

**공인인증기관 : '협동로봇 설치 작업장 안전인증'에 대한 심사를 수행하는 대한산업안전협회 등의 관계 기관

4. 특별안전교육의 실시(산업안전보건법 제29조)

로봇작업에 신규로 채용되거나 작업내용이 변경되는 근로자를 대상으로 16시간 이상의 특별안전교육을 실시한다.

작업명	교육내용
로봇작업	① 로봇의 기본원리·구조 및 작업방법에 관한 사항 ② 이상 발생 시 응급조치에 관한 사항 ③ 안전시설 및 안전기준에 관한 사항 ④ 조작방법 및 작업순서에 관한 사항

산업안전보건법 시행규칙(별표 5) 안전보건교육 교육대상별 교육내용

5. 산업용 로봇의 안전사고

5.1 *교시(敎示) 작업

*교시(敎示) : 매니플레이터(manipulator)의 작동순서, 위치·속도의 설정·변경 또는 그 결과를 확인하는 것을 말한다.

○ 사고위험

- ① 로봇의 예기치 못한 움직임에 의한 사고
- ② 관계자 외 근로자의 오조작에 의한 사고
- ③ 로봇의 비상정지 지연에 의한 사고

○ 안전사고 예방대책

- ① 산업용 로봇의 교시(敎示) 작업 간, 작업자는 보호영역 밖에 위치함을 원칙으로 한다.
- ② 작업 특성상 필요에 의해 보호영역 안에 작업자가 위치해야 하는 경우에는 동력을 차단시키는 장치를 휴대한 상태로 출입한다.
- ③ 기동스위치 등에 작업 중임을 알리는 표시를 하여 관계자 외 근로자의 임의조작을 금지한다
- ④ 작업자 간에 신호체계를 명확하게 확립하여 오인에 의한 오조작 등을 방지한다.
- ⑤ 필요한 보호구(안전모, 안전대, 안전화 등)를 지급하고 착용한다.
- ⑥ 작업안전수칙 및 안전보건표지 등을 게시하고, 작업자에게 주지시킨다.

○ 관련법령

산업안전보건기준에 관한 규칙 제222조(교시 등)	사업주는 산업용 로봇(이하 “로봇”이라 한다)의 작동범위에서 해당 로봇에 대하여 교시(敎示) 등 [매니플레이터(manipulator)의 작동순서, 위치·속도의 설정·변경 또는 그 결과를 확인하는 것을 말한다. 이하 같다]의 작업을 하는 경우에는 해당 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오(誤)조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 다음 각 호의 조치를 하여야 한다. 다만, 로봇의 구동원을 차단하고 작업을 하는 경우에는 제2호와 제3호의 조치를 하지 아니할 수 있다. <ol style="list-style-type: none"> 1. 다음 각 목의 사항에 관한 지침을 정하고 그 지침에 따라 작업을 시킬 것 <ol style="list-style-type: none"> 가. 로봇의 조작방법 및 순서 나. 작업 중의 매니플레이터의 속도 다. 2명 이상의 근로자에게 작업을 시킬 경우의 신호방법 라. 이상을 발견한 경우의 조치 마. 이상을 발견하여 로봇의 운전을 정지시킨 후 이를 재가동시킬 경우의 조치 바. 그 밖에 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치 2. 작업에 종사하고 있는 근로자 또는 그 근로자를 감시하는 사람은 이상을 발견하면 즉시 로봇의 운전을 정지시키기 위한 조치를 할 것 3. 작업을 하고 있는 동안 로봇의 기동스위치 등에 작업 중이라는 표시를 하는 등 작업에 종사하고 있는 근로자가 아닌 사람이 그 스위치 등을 조작할 수 없도록 필요한 조치를 할 것
--------------------------------	--

5.2 운전 작업

○ 사고위험

- ① 로봇의 작업 반경 내 근로자 접근에 의한 사고
- ② 설치된 *방호장치의 기능상실로 **보호영역 내 근로자 출입에 의한 사고
*방호장치 : 방책(울타리), 출입문 연동장치(인터록장치), 안전매트, 광전자식 방호장치 등
**보호영역 : 방책 등 주변 안전장치에 의해 정의된 영역을 말한다.

○ 안전사고 예방대책

- ① 로봇의 운전을 시작하기 전에 보호영역 내에 작업자가 있는지 확인하고, 모든 작업자가 보호영역 밖으로 나온 뒤에 작업을 시작한다.
- ② 로봇의 운전을 시작하기 전에 설치된 방호장치(안전매트와 광전자식 방호장치)의 안전인증 여부를 확인한다.
- ③ 로봇의 운전을 시작하기 전에 설치된 방호장치(울타리, 인터록장치, 비상정지장치, 안전매트, 광전자식 방호장치 등)의 정상기능 여부를 확인하고 법에서 정하는 기능을 하지 못하는 경우 작업을 중지한다.

○ 관련법령

산업안전보건기준에 관한 규칙 제223조(운전 중 위험 방지)	사업주는 로봇의 운전(제222조에 따른 교시 등을 위한 로봇의 운전과 제224조 단서에 따른 로봇의 운전은 제외한다)으로 인하여 근로자에게 발생할 수 있는 부상 등의 위험을 방지하기 위하여 높이 1.8미터 이상의 울타리(로봇의 가동범위 등을 고려하여 높이로 인한 위험성이 없는 경우에는 높이를 그 이하로 조절할 수 있다)를 설치해야 하며, 컨베이어 시스템의 설치 등으로 울타리를 설치할 수 없는 일부 구간에 대해서는 안전매트 또는 광전자식 방호장치 등 감응형 방호장치를 설치해야 한다. 다만, 고용노동부장관이 해당 로봇의 안전기준이 한국산업표준에서 정하고 있는 안전기준 또는 국제적으로 통용되는 안전기준에 부합한다고 인정하는 경우에는 본문에 따른 조치를 하지 않을 수 있다.
-----------------------------------	---

5.3 비정형 작업

○ 사고위험

- ① 운전 중인 로봇의 보호영역 내 작업자의 임의출입에 의한 사고
- ② 관계자 외 근로자의 오조작에 의한 사고

○ 안전사고 예방대책

- ① 비정형작업을 위해 보호영역 안에 작업자가 출입해야 하는 경우 로봇의 동력을 차단하고, 보호영역 밖에 위치한 기동장치(조작부 등)에 잠금장치를 하고 그 열쇠를 별도로 관리하거나 작업 중임을 알리는 표지판을 부착하여 관계자 외 근로자의 오조작을 방지한다.
- ② 작업자 간에 신호체계를 명확하게 확립하여 오인에 의한 오조작 등을 방지한다.
- ③ 필요한 보호구(안전모, 안전대, 안전화 등)를 지급하고 착용한다.
- ④ 작업안전수칙 및 안전보건표지 등을 게시하고 작업자에게 주시시킨다.
- ⑤ 비정형작업을 위해 해제한 로봇의 방호장치(울타리, 인터록장치, 비상정지장치, 안전매트, 광전자식 방호장치 등) 기능은 작업 종료 후 정상적으로 기능하는지 여부를 확인하고 작업을 재개한다.

○ 관련법령

산업안전보건기준에 관한 규칙 제224조 (수리 등 작업 시의 조치 등)	사업주는 로봇의 작동범위에서 해당 로봇의 수리·검사·조정(교시 등에 해당하는 것을 제외한다)·청소·급유 또는 결과에 대한 확인작업을 하는 경우에는 해당 로봇의 운전을 정지함과 동시에 그 작업을 하고 있는 동안 로봇의 기동스위치를 열쇠로 잠근 후 열쇠를 별도 관리하거나 해당 로봇의 기동스위치에 작업 중이란 내용의 표지판을 부착하는 등 해당 작업에 종사하고 있는 근로자가 아닌 사람이 해당 기동스위치를 조작할 수 없도록 필요한 조치를 하여야 한다. 다만, 로봇의 운전 중에 작업을 하지 아니하면 안되는 경우로서 해당 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 제222조 각 호의 조치를 한 경우에는 그러하지 아니하다.
---	--

6. 관리감독자의 작업시작 전 점검사항(산업안전보건기준에 관한 규칙 제35조제2항)

작업의 종류	점검내용
로봇의 작동 범위에서 그 로봇에 관하여 교시 등(로봇의 동력원을 차단하고 하는 것은 제외한다)의 작업을 할 때(제2편제1장제13절)	① 외부 전선의 피복 또는 외장의 손상 유무 ② 매니퓰레이터(manipulator) 작동의 이상 유무 ③ 제동장치 및 비상정지장치의 기능

산업안전보건기준에 관한 규칙[별표 3] 작업시작 전 점검사항

7. 안전점검표(체크리스트)

산업용 로봇 안전점검표(예시)

점검항목	점검결과			비고
	양호	미흡	해당 없음	
1. 산업용 로봇의 자율안전확인신고는 실시했는가?				
2. 산업용 로봇에 설치된 안전인증대상 방호장치(안전매트, 광전자식 방호장치)의 안전인증 여부를 확인했는가?				
3. 자율안전확인 및 안전인증의 표시는 적절한가?				
4. 산업용 로봇의 안전검사는 실시했는가?				
5. 안전검사합격증명서를 대상설비에 부착하였는가?				
6. 협동운전시스템이 설계된 산업용 로봇은 안전기준 및 성능을 충족하는가?				
7. 산업용 로봇 셀에 설치된 울타리(방책)의 높이는 1.8m 이상인가?				
8. 산업용 로봇 셀의 출입문에 설치된 연동장치(인터록장치)의 기능은 이상이 없는가?				
9. 그 외 방호장치(비상정지장치, 안전매트, 광전자식 방호장치 등)의 기능은 이상이 없는가?				
10. 산업용 로봇의 교시(敎示), 운전, 비정형 작업에 대한 위험성을 충분히 이해하고 그에 따른 예방대책을 준수하였는가?				
11. 해당 근로자를 대상으로 특별교육(16시간 이상)을 실시하였는가?				
12. 관리감독자는 작업시작 전 점검사항을 확인하였는가?				
13. 작업안전수칙 및 안전보건표지 등을 게시하고 주지시켰는가?				
14. 필요한 보호구(안전모, 안전대, 안전화 등)를 착용했는가?				

8. 주요 사고사례

8.1 사고사례 I

○ 사고경위

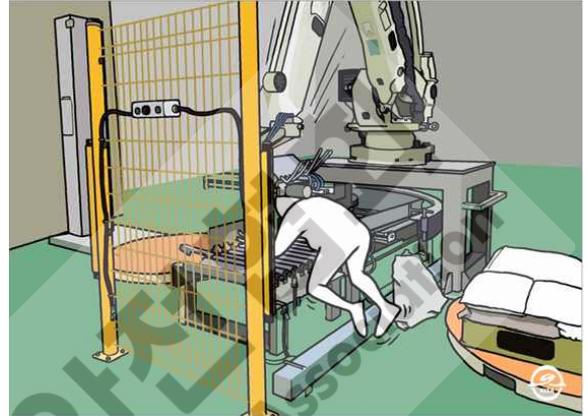
쌀 포대 적재과정 중 제품 교체를 위해 안전방책 내부에 진입하여 작업 중 다른 근로자가 로봇의 전원을 작동, 로봇이 가동되면서 재해자가 맞고 쓰러진 후 그리퍼 부위에 눌러 사망한 재해임

○ 사고원인

비정형 작업 간, 동력(전원)을 차단하지 않고, 보호영역 밖에 설치된 기동장치(조작부 등)에 잠금장치, 표지판 등을 사용하지 않음

○ 안전대책

비정형 작업 간, 동력(전원)을 차단하고 보호영역 밖에 설치된 기동장치(조작부 등)에 잠금장치를 하고 그 열쇠를 별도로 관리하거나 표지판을 부착하여 관계자 외 근로자의 오조작 방지



8.2 사고사례 II

○ 사고경위

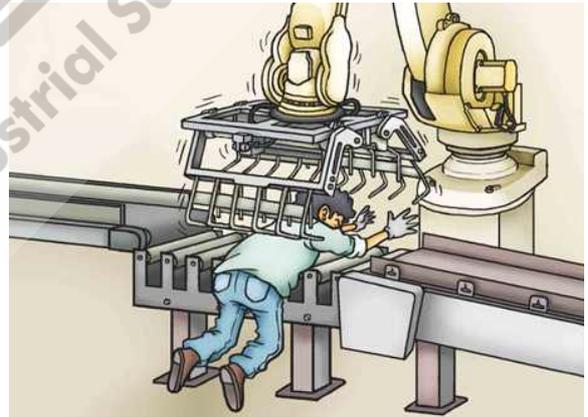
도정공장 포장적재 공정에서 자동적재기의 쌀포대 교체작업 중 로봇이 작동하여 자동적재기와 로봇사이에 끼여 사망한 재해임

○ 사고원인

- ① 방호장치가 정상적으로 설치되지 않음
- ② 비정형 작업 간, 동력(전원)을 차단하지 않음

○ 안전대책

- ① 울타리(방책)는 높이 1.8m 이상으로 설치하고 출입문에는 연동장치(인터록장치) 설치
- ② 컨베이어 시스템의 설치 등으로 울타리를 설치할 수 없는 일부 구간에 대해서는 안전매트 또는 광전자식 방호장치 등 감응형 방호장치를 설치



8.3 사고사례 III

○ 사고경위

절삭날 교체 작업을 위해 로봇 셀 출입문 안전플러그를 무효화 시키고 내부로 들어가 NC선반 앞에 위치하는 순간 로봇 팔(Arm)이 작동하면서 로봇 팔과 선반사이에 신체가 끼여 사망한 재해임

○ 사고원인

- ① 방호장치(출입문 연동장치)가 설치되어 있었으나, 작업자가 임의로 방호기능을 해제함
- ② 비정형 작업 간, 동력(전원)을 차단하지 않음

○ 안전대책

- ① 로봇 셀에 설치된 방호장치(출입문 연동장치 등) 기능의 임의해제 금지
- ② 보호영역 안에서 작업하는 경우 작업자 위치에 안전매트 등을 추가 설치하여 로봇이 동작하지 않도록 관리

〈출처〉 한국산업안전보건공단 통합자료실(재해사례)

안전보건교육일지

결 재				

교육일시	년 월 일 : ~ : (시간)				
사업 내 안전보건교육 (산안법 시행 규칙 제26조 제1항 관련)	교육과정	교육대상			교육시간
	□ 정기교육	사무직 종사 근로자		- 매반기 6시간 이상	
		그 밖의 근로자	판매업무에 직접 종사하는 근로자	- 매반기 6시간 이상	
			판매업무에 직접 종사하는 근로자 외의 근로자	- 매반기 12시간 이상	
	□ 채용 시 교육	일용근로자 및 근로계약기간이 1주일 이하인 기간제근로자		- 1시간 이상	
		근로계약기간이 1주일 초과 1개월 이하인 기간제근로자		- 4시간 이상	
		그 밖의 근로자		- 8시간 이상	
	□ 작업내용 변경 시 교육	일용근로자 및 근로계약기간이 1주일 이하인 기간제근로자		- 1시간 이상	
		그 밖의 근로자		- 2시간 이상	
	□ 특별교육	일용근로자 및 근로계약기간이 1주일 이하인 기간제근로자 :별표5 제1호 라목(제39호는 제외한다)에 해당하는 작업에 종사하는 근로자에 한정한다.		- 2시간 이상	
일용근로자 및 근로계약기간이 1주일 이하인 기간제근로자 :별표5 제1호 라목제39호에 해당하는 작업에 종사하는 근로자에 한정한다.		- 8시간 이상			
일용근로자 및 근로계약기간이 1주일 이하인 기간제근로자 를 제외한 근로자 : 별표5 제1호 라목에 해당하는 작업에 종사 하는 근로자에 한정한다.		- 16시간 이상 (최초 작업에 종사하기 전 4시간 이상 실시하고 12시간은 3개월 이내에서 분할하여 실시 가능) - 단기간 또는 간헐적 작업인 경우에는 2시간 이상			
교육인원	구 분	계	남	여	비 고
	대 상 인 원				【교육 참석자 명단】 참조
	참 석 인 원				
교육제목	산업용 로봇 작업안전				
교육내용	1. 산업용 로봇의 정의 2. 안전인증 및 자율안전확인신고 3. 안전검사 4. 특별안전교육의 실시 5. 산업용 로봇의 안전사고 6. 관리감독자의 작업시작 전 점검사항 7. 안전점검표(체크리스트) 예시 8. 주요 사고사례				
교육장소 및 실시자	교육장소		직 명		성 명

〈 교육 참석자 명단 〉

연 번	소 속	성 명	서 명	연 번	소 속	성 명	서 명
1				26			
2				27			
3				28			
4				29			
5				30			
6				31			
7				32			
8				33			
9				34			
10				35			
11				36			
12				37			
13				38			
14				39			
15				40			
16				41			
17				42			
18				43			
19				44			
20				45			
21				46			
22				47			
23				48			
24				49			
25				50			