2024-교육혁신실-851

산업안전보건기준에 관한 규칙

산업용 로봇

1 산업용 로봇

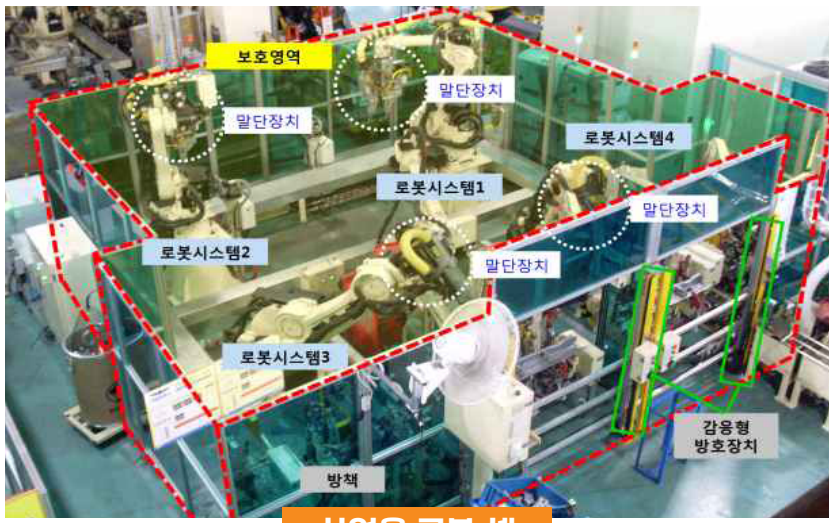
■ 산업자동화 응용을 위한 자동제어와 프로그램이 가능한 3축 이상 메니퓰레이터를 구비하고 고정 또는 이동이 가능한 로봇

수직다관절로봇 | 수평다관절로봇 (스카라로봇) | 병렬로봇 (델타로봇) | 협동로봇

■ 기계류·장비를 포함한 하나 또는 그 이상의 로봇 시스템과 그 보호영역 (방책 등 주변 안전장치에 의해 정의된 영역)

참고

- **산업용 로봇 시스템** : 산업용 로봇 + 말단장치(end dffector)* + 센서 등
  * 말단장치(end dffector): 메니퓰레이터의 종단면에 부착하는 작업장치
- **산업용 로봇 셀** : 하나 이상의 산업용 로봇 시스템 + 보호영역(방책, 울 등)



산업용 로봇 셀

2 산업용 로봇 법적 규제 현황

구분	제도명	대상 적용범위 (주요내용)
제조단계	자율안전 확인신고	• 직교좌표로봇을 포함하여 3축 이상의 매니퓰레이터*를 구비하고 전용의 제어기를 이용하여 프로그램 및 자동제어가 가능한 고정식 로봇 * 엑츄에이터, 교시 펜던터를 포함한 제어기 및 통신 인터페이스 포함
사용단계	안전검사	• 3개 이상의 회전관절을 가지는 다관절 로봇이 포함된 산업용 로봇 셀 ※ 공구중심점(TCP)의 최대 속도가 250mm/s 이하, 각 구동부 모터의 정격출력이 80W 이하인 로봇으로만 구성된산업용 로봇 셀 등 제외

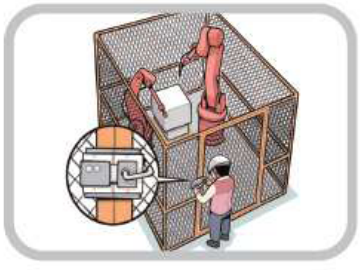
3 산업용 로봇 주요 사고사례

로봇 적재공정에서 불량 제품을 교체하던 중 동료작업자가 제어반에서 로봇을 가동시켜 그리퍼에 끼임

로봇 가동범위에 위치한 타 장비의 내부 청소작업을 하던 중 동료작업자에 의해 조작되는 로봇에 부딪힘

스폿용접 팁 교체를 위해 산업용 로봇 셀 출입 시 불시 작동된 로봇 암과 지그 사이에 끼임

4 산업용 로봇 주요 위험요인 및 안전대책



위험요인 01

산업용로봇 방호장치 무효화로 인한 보호영역 출입

안전대책

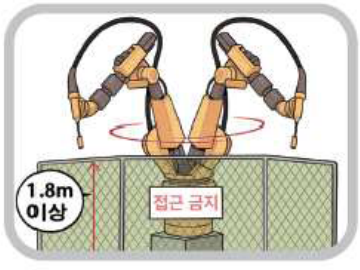
- 출입문 연동장치 설치
- 안전매트 또는 감응형 방호장치 설치 및 정상작동 유지

위험요인 02

비정형작업 시 산업용로봇 불시기동으로 인한 위험

안전대책

- 비정형작업 시 로봇 기동스위치는 열쇠로 잠근 후 표지판 부착하여 타 근로자의 불시기동 방지



위험요인 03

산업용로봇 작업 반경 내 접근으로 인한 위험

안전대책

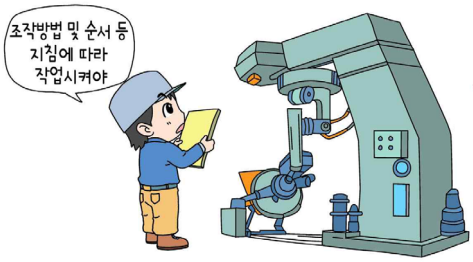
- 산업용 로봇 셀에는 높이 1.8미터 이상의 방책 설치

5 교시 등 (안전보건규칙 제222조)

■ 산업용 로봇 작동범위에서 교시* 작업을 하는 경우 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 다음사항 준수

* 매니퓰레이팅터의 작동순서, 위치·속도의 설정·변경 또는 그 결과 확인

❶ 지침 수립 및 지침에 의한 작업 이행



- 로봇의 조작방법 및 순서
- 작업 중의 매니퓰레이너의 속도
- 2명 이상의 근로자가 작업하는 경우 신호방법
- 이상을 발견한 경우의 조치
- 이상을 발견하여 로봇의 운전을 정지시킨 후 재가동시킬 경우의 조치
- 그 밖에 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치

❷ 작업에 종사하고 있는 근로자 또는 그 근로자를 감시하는 사람은 이상을 발견하면 즉시 로봇의 운전을 정지시키기 위한 조치 실시

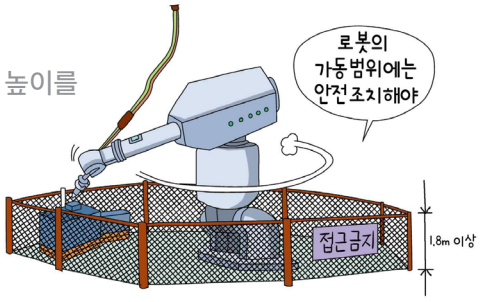
❸ 작업을 하고 있는 동안 로봇의 기동스위치 등에 작업 중이라는 표시를 하는 등 작업에 종사하고 있는 근로자가 아닌 사람이 그 스위치 등을 조작할 수 없도록 필요한 조치 실시

6 운전 중 위험 방지 (안전보건규칙 제223조)

■ 산업용 로봇의 운전*으로 인하여 근로자에게 발생할 수 있는 부상 등의 위험을 방지하기 위하여 높이 1.8m 이상의 울타리** 설치

* 교시 등을 위한 운전과 로봇 운전 중 작업을 하지 않으면 안되는 경우로서 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위한 조치한 경우 예외

** 로봇의 가동범위 등을 고려하여 높이로 인한 위험성이 없는 경우에는 높이를 그 이하로 조절 가능 (KS B ISO 13857에 따른 안전거리 확보 시 높이 1,400mm 이상 울타리 가능



■ 컨베이어 시스템의 설치 등으로 울타리를 설치할 수 없는 일부구간에 대해서는 안전매트 또는 광전자식 방호장치 등 감응형 방호장치 설치

※ 해당 로봇의 안전기준이 한국산업표준에서 정하고 있는 안전기준 또는 국제적 으로 통용되는 안전기준에 부합한다고 인정하는 경우에는 예외 가능

6 운전 중 위험 방지 (안전보건규칙 제223조)

1 KS B ISO 13857에 따른 안전거리

KS B ISO 13857:2019

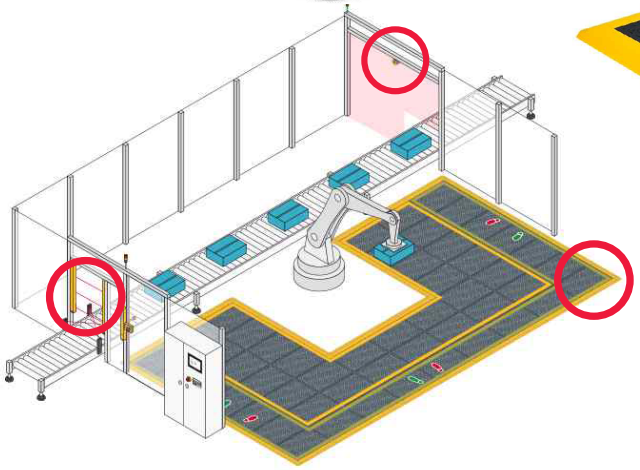
표 2 — 보호용 구조물 위로 도달

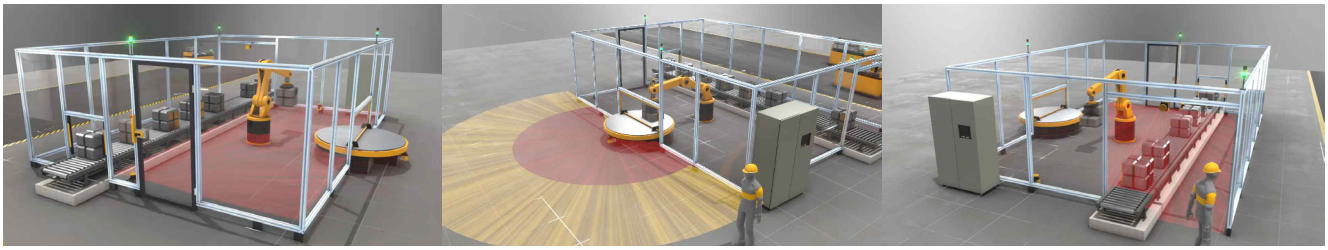
단위: mm

h_h, 상지 도달 구역에 가장 가까운 위험영역 지점의 높이 [a]	h_{ps}, 보호용 구조물의 높이 [b,c]									
	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400	2 500	2 700
	s_h, 상지 도달 구역에 가장 가까운 위험영역 지점의 수평안전거리									
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	0	0	0
1 600	1 500	1 400	1 100	900	800	500	0	0	0	0
1 400	1 500	1 400	1 100	900	800	0	0	0	0	0
1 200	1 500	1 400	1 100	900	700	0	0	0	0	0
1 000	1 500	1 400	1 000	800	0	0	0	0	0	0
800	1 500	1 300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1 400	1 300	800	0	0	0	0	0	0	0
400	1 400	1 200	400	0	0	0	0	0	0	0
200	1 200	900	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1 100	500	0	0	0	0	0	0	0	0

[a] 2 700 mm를 초과하는 위험영역에 대해서는 **4.2.1** 참조
[b] 높이가 1 000 mm 미만인 보호용 구조물은 신체의 움직임을 충분히 제한하지 않으므로 포함되지 않는다.
[c] 1 400 mm 미만인 보호용 구조물은 추가적인 보호조치 없이 사용하지 않아야 할 것이다.

2 컨베이어를 이용한 화물 투입구 등에 감응형 방호장치 설치 사례





7 수리 등의 작업 시의 조치 등 (안전보건규칙 제224조)

■ 산업용 로봇 작동범위에서 해당 로봇의 수리·검사·조정(교시 등은 제외)·청소·급유 또는 결과에 대한 확인작업을 하는 경우 해당 작업제 종사하고 있는 근로자가 아닌 사람이 기동스위치를 조작할 수 없도록 필요한 조치 실시

로봇 운전 정지 + **로봇의 기동스위치를 열쇠로 잠근 후 열쇠 별도 관리**
또는
로봇의 기동스위치에 작업 중이란 내용의 표지판 부착 등

* 로봇 운전 중 작업을 하지 않으면 안되는 경우로서 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위한 조치를 한 경우 예외

8 산업용 로봇 점검표

번호	점검항목	양호	불량	조치사항
1	자율안전확인신고 여부 확인 (*'13. 03. 01. 이후 제조·출고된 경우 해당)			
2	안전검사 수검 여부 확인			
3	로봇 방호장치 안전인증품 사용 여부 확인 (안전매트, 광전자식 방호장치에 한함)			
4	로봇 방호장치 설치 및 작동상태 확인 (작동 반경 주변 1.8m 이상 울타리 또는 안전매트, 광전자식 방호장치 등)			
5	비상정지장치 설치 및 작동상태 확인			
6	수리·점검 작업용 점검표지 등의 구비 여부 확인			
7	적절한 보호구 지급 및 착용여부 확인			
8	로봇 작업 시 아래 지침 작성 및 작업 준수 여부 확인			
	》 조작방법 및 순서			
	》 작업 중의 매니퓰레이터 속도			
	》 2명 이상 근로자 작업 시킬 경우 신호방법			
	》 작동 이상 등을 발견한 경우 조치 방법			
	》 로봇 정지 후 재가동 시킬 경우 조치방법			
	》 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험방지 조치방법			

[참고] 함께 볼만한 공단 개발 콘텐츠

- 자율안전체계 구축을 위한 산업용 로봇 재해예방 OPS(2023-산업안전보건인증원-538)
- 스마트팩토리 안전시스템 실무(2023-산업안전보건교육원-127)
- KS B ISO 13857:2019 기계안전-상지와 하지의 위험영역 도달을 방지하기 위한 안전거리