



산업용로봇 방호장치 신규 대상품 선진기술 습득을 위한
안전인증분야[방호장치]
국외 위탁교육 결과 보고

2023. 8



산업안전보건인증원
방호장치인증부

목 차

I . 국외 위탁교육 개요

1. 교육목적	3
2. 교육기간	3
3. 교육기관	3
4. 교육인원	3
5. 교육일정	4
6. 주요 수행사항	4

II . 국외 위탁결과

1. 기관 현황	xx
2. 안전인증 대상품 시험 및 장비 운영 습득	xx

III . 종합의견

1. 시사점 및 소감	xx
2. 향후계획	xx

IV . 참조자료

1. 스마트 팩토리(산업용로봇 및 방호장치) 구성 예시	xx
2. 산업용 로봇 관련 방호장치 기능 및 현실태	xx

I. 국외 위탁교육 개요

1. 교육목적

- 4차 산업혁명에 따른 스마트공장화[참조1,2] 가속화로 산업용 로봇의 중요성이 부각되고 있으며, 산업용 로봇 설치에 따른 각종 센서 등 안전기기류(방호장치)의 신뢰성 확보를 위한 신규 안전인증 대상으로 비접촉식 인터록 스위치, 레이저 스캐너 추가 검토 중임.
- 교육 참가를 통해 산업용 로봇 방호장치의 설계·제작 및 검사 관련 기술을 습득하고, 해당 지식의 전파교육을 통해 산업용 로봇 방호장치 분야 직원의 전문기술력 향상을 도모하고자 함.

2. 교육기간 : 2023년 07월 17일 ~ 07월 21일 (4박 5일)

3. 교육기관 : *****, JAPAN

4. 교육인원 : 전문직 4급 2명

5. 교육일정

일 자	연수 내용
7. 18.(화)	<Safety Component 교육 - 비접촉식 인터록 스위치> ○ 비접촉식 인터록 스위치 ○ 제품 적용사례 및 사용법 교육 ○ IEC 60947-5-2에 따른 안전 요구 사항 규격 리뷰 <Safety Component 교육 - 레이저 스캐너> ○ 안전레이저스캐너 ○ 제품 적용사례 및 사용법 교육 ○ IEC 61496-3에 따른 안전 요구 사항 규격 리뷰
7. 19.(수)	<비접촉식 인터록 스위치 TEST Lab 방문> ○ IEC 60947-5-2 Test sequences 참관 ○ temperature-rise (9.3.3.3) ○ Mechanical properties of terminals (8.2.4 of IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014) ○ Dielectric properties (9.3.3.4) ○ visual inspection & 정리 미팅
7. 20.(목)	<비접촉식 인터록 스위치 TEST Lab 방문> ○ Test No. 1 - vibration (8.4.2) ○ Test No. 2 - shock (8.4.1) ○ Test No. 3 - degree of protection (Annex C of IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014) ○ Test No. 4 - frequency of operating cycles (9.5); ○ Test No. 5 - operating distances (9.4); ○ Test No. 6 - dielectric properties (9.3.3.4).

6. 주요 수행사항

가. 안전인증 심사기법 습득

- 비접촉식 인터록 스위치 및 레이저스캐너 제품 이해 및 습득
 - 제품 적용 사례 및 사용법 교육
- 비접촉식 인터록 스위치 및 레이저스캐너 규격 이해 및 습득
 - IEC 60947-5-2 : 저압 개폐장치 및 제어장치 - 제어회로장치 및 개폐소자 - 근접스위치)
 - IEC 61496-3 : 기계류의 안전성 - 전기감응 방호장치 - 확산반사반응 능동광전자 방호장비(AOPDDR)의 개별 요구 사항)
- 비접촉식 인터록 스위치 규격 시험의 이해 및 습득
 - IEC 60947-5-2 9.3.1 : Test Sequences (Sequence1 ~ 5)

나. 비접촉식 인터록스위치 인증 시험 시연 및 참관

- 비접촉식 인터록 스위치 시험 리뷰 및 시연
 - IEC 60947-5-2 Test sequences 참관 (Sequence 1~5: 8개 시험)
(온도상승시험, 기계적 특성 시험, 절연 시험, 진동 및 충격시험, 동작사이클 시험, 동작 거리 시험, 투입 및 차단시험, 단락시험)

다. 산업용로봇 방호장치류 완제품 시험실 및 시험설비 소개

- 주요 견학시설 : 공장 시험동

II. 연수 결과

1 기관 현황

○ 기관 개요

- 1933년 창립되었으며, 전자 부품(릴레이, 스위치, 센서 등), 공장 자동화(산업용로봇, 안전부품류, 전력공급장치 등), 자동차 전장 등의 사업을 바탕으로 첨단 기술로 산업자동화를 추진

○ 인 원 : 약 39,000명 (300개 지사 / 80개국)

○ 회사연혁

- 1933년 : 설립
- 1945년 : 교토로 본사 이전
- 1959년 : 회사 모토 상표 설립
- 1960년 : 일본 최초의 비접촉식 스위치 개발
- 1994년 : 중국 베이징에 지사 설립
- 2007년 : 기계류 안전(가드) 분야 사업 추진



2 안전인증 대상품 시험 및 장비 운영 습득

가. 산업용로봇 방호장치 관련 규격의 이해

○ 산업용로봇 방호장치와 관련된 국제 표준 현황

- ISO 14119 : 기계안전 - 가드와 관련된 연동장치 - 설계와 선택에 대한 원칙
- IEC 60947-5-1/2/8 : 저압개폐장치 및 제어장치 - 제어회로장치 및 개폐 소자 - 전기기계적 제어회로 소자 / 근접스위치 / 3단 스위치
- IEC 61496-1/2/3 : 기계류의 안전성 - 전기감응 방호장치 - 일반 요구사항 및 시험 / 능동 광전자 방호장치(AOPD)를 이용한 장비의 개별 요구 사항 / 확산반사반응 능동 광전자 방호장비(APODDR)의 개별 요구사항
- ISO 13856-1 : 기계안전 - 압력감지식 방호장치 - 압력감지매트와 압력감지바닥의 설계와 시험에 관한 일반 원칙

○ 주요국가별 산업용로봇 표준 제정 현황

방호장치 종류	국내·외 참고기준		
	한국(KS)	유럽(EN)	일본(JIS)
비상정지스위치	KS C IEC 60947-5-5 (24년 신규 제정 예정)	EN 60947-5-5	JIS C 8201-5-5
인터록스위치 (비접촉식)	KS C IEC 60947-5-2	EN 60947-5-2	-
인터록스위치 (전기기계식)	KS C IEC 60947-5-1	EN 60947-5-1	JIS C 8201-5-1
라이트커튼 (Light Curtain)	KS C IEC 61496-1	EN 61496-1	JIS B 9704-1
	KS C IEC 61496-2	EN 61496-2	JIS B 9704-2
안전매트 (Safety Mats)	KS B ISO 13856-1	EN ISO 13856-1	JIS B 9717-1
가동허가장치 (Enabling switch)	KS C IEC 60947-5-8	EN 60947-5-8	JIS C 8201-5-8
레이저 스캐너 (Laser Scanner)	KS C IEC 60947-3A	EN 61496-3	JIS B 9704-3

○ 주요 용어 해설 (방호장치 안전인증 고시 초안 발췌본)

- 비접촉식 인터록 스위치

가. “연동장치(Interlocking device)”란 규정된 조건(일반적으로 가드가 닫히지 않는 동안) 하에서 위험한 기계기능의 작동을 방지하는 것을 목적으로 하는 기계, 전기 또는 기타 유형의 장치를 말한다.

나. “유형 1 연동장치(Type 1 interlocking device)”란 비코드화 액추에이터를 이용한 기계 구동식 위치 스위치가 있는 연동장치를 말한다.

다. “유형 2 연동장치(Type 2 interlocking device)”란 코드화 액추에이터를 이용한 기계 구동식 위치 스위치가 있는 연동장치를 말한다.

라. “유형 3 연동장치(Type 3 interlocking device)”란 비코드화 액추에이터를 이용한 비접촉 구동식 위치 스위치가 있는 연동장치를 말한다.

마. “유형 4 연동장치(Type 4 interlocking device)”란 코드화 액추에이터를 이용한 비접촉 구동식 위치 스위치가 있는 연동장치를 말한다.

바. “액추에이터(Actuator)”란 구동시스템에 가드 상태(닫히거나 열린)를 전달하는 연동장치의 별도 부품을 말한다.

예시 : 키(Key), 혀(Tongue), 자석(Magnetic), RFID(Coded RFID Tag) 등
사. “코드화 액추에이터(Coded actuator)”란 특정 위치 스위치를 구동하도록 특별히 고안된(예를 들면, 형태) 액추에이터 말한다.

아. “구동시스템(actuating system)”이란 액추에이터 위치를 전달하고 출력시스템의 상태를 변경하는 연동장치의 부품을 말한다.

자. “출력시스템(output system)”이란 제어시스템에 가드의 상태를 표시하는 연동장치의 부품을 말한다.

- 레이저 스캐너

가. “전기 감응 방호 장치(electro-sensitive protective equipment : ESPE)”란 어떠한 대상이 있음을 감지하거나 또는 방호 차단을 위하여 최소한 다음의 목과 같은 부품으로 구성된 장치 및/또는 함께 작동하는 구성품의 집합체를 말한다.

1) 감지 장치 2) 제어/감시 장치 3) 출력 신호 개폐 장치

나. “감지 장치(sensing device)”란 전기 감응 방호 장치가 검출해야 하는 사건이나 상태를 전자 감응 수단을 이용하여 판별하는 전기 감응 방호 장치의 부품을 말한다. 그 예로, 검출 영역으로 들어오는 불투명한 물체를 검출 할 수 있는 감지 기능을 가진 광전자 장치가 있다.

다. “제어/감시 장치(controlling/monitoring device)”란 감지 장치로부터 정보를 수집하여 처리하고 출력 신호 개폐 장치에 신호 제공하고, 감지 장치 및 출력 신호 개폐 장치 모니터 하는 전기 감응 방호 장치의 일부를 말한다.

라. “출력 신호 개폐 장치(output signal switching device : OSSD)”란 기계의 정상 작동 중에, 감지 장치가 작동될 때 꺼진 상태로 되려고 응답하는 기계의 제어 시스템에 연결된 전기 감응 방호 장치의 구성품을 말한다.

마. “확산 반사 반응 능동광전자 방호장치(active opto-electronic protective device responsive to diffuse reflection : AOPDDR)”란 2차원으로 규정된 검출 영역에 존재하는 대상에 의해 장치 내에서 발생된 광 방사선의 확산반사를 검출하는 광전자 투광 및 수광 소자에 의해 감지 기능을 수행하는 장치를 말한다.

바. “확산 반사 반응 능동광전자 검출 성능 (APODDR detection capability)”이란 검출 영역 내에 규정된 시험편을 검출하는 능력을 말한다. 여기서 규정된 시험편이란 KS C IEC 61496-3A 4.2.13절을 참조 한다.

사. “검출 영역 (detection zone)”이란 최소 요구 검출 확률을 가진 AOPDDR 이 특정 시험편을 검출하는 영역을 말한다.

아. “허용오차 영역 (tolerance zone)”이란 검출 영역 내 요구 확률보다 낮은 검출 확률로 규정된 시험편을 감지하는 검출 영역에 인접한 외부 영역을 말한다.

나. 산업용로봇 방호장치 관련 인증시험의 이해 및 습득

○ IEC 60947-5-2 : 제어회로장치 및 개폐 소자 - 근접스위치

1) 시험절차

가. 다섯 개의 대표 시료에 대해 수행되어야 하는 시험들의 형식 및 시퀀스는 다음에 따른다.

1) 1번 시료

- 가) 1번 시험 - 온도상승
- 나) 2번 시험 - 단자의 기계적 특성
- 다) 3번 시험 - 절연 특성
- 라) 4번 시험 - 외관 검사

2) 2번 시료

- 가) 1번 시험 - 보호등급
- 나) 2번 시험 - 진동
- 다) 3번 시험 - 동작 사이클의 주파수
- 라) 4번 시험 - 동작 거리
- 마) 5번 시험 - 절연 특성

3) 3번 시료

- 가) 1번 시험 - 보호등급
- 나) 2번 시험 - 충격
- 다) 3번 시험 - 동작 사이클의 주파수
- 라) 4번 시험 - 동작 거리
- 마) 5번 시험 - 절연 특성

4) 4번 시료

- 가) 1번 시험 - 투입 및 차단 용량
- 나) 2번 시험 - 절연 특성
- 다) 3번 시험 - 동작 거리

5) 5번 시료

- 가) 1번 시험 - 전자기 적합성
- 나) 2번 시험 - 단락 조건 하에서의 성능
- 다) 3번 시험 - 절연 특성
- 라) 4번 시험 - 동작 거리

나. 상기 시험들 중 어느 것에 대해서도 불합격이 있어서는 안 된다.

2) 주요 시험 해설

• 근접스위치의 분류

첫 번째/ 한 자리	두 번째/ 한 자리	세 번째/ 세 자리	네 번째/ 한 자리	다섯 번째/ 한 자리	여섯 번째/ 한 자리
감지 수단	기계적 설치	구조 및 크기	스위칭 소자 기능(출력)	출력 유형	접속 수단
I=유도형 C=용량형 U=초음파형 D=확산 반사 광전형 M=비기계식 자기형 R=회귀 반사 광전형 T=투광 광전형	1=매입 가능형 2=매입 불가능형 3=두 가지 모두 가능	형태(1 대문자) A=원주형 나사식 원통 B=비나사식 원통 C=정사각 단면 각주형 D=직사각 단면 각주형 크기(2 숫자) 지름 또는 측면 길이	A=NO(투입) B=NF(차단) C=전환(투입-차단) P=사용자 프로그램명 S=기타	P=PNP-출력직 류 3/4선식 N=NPN-출력직 류 3/4선식 D=직류 2선식 F=교류 2선식 U=직/교류 2선식 S=기타	1=일체형 리드 2=플러그-인 3=나사 9=기타
근접 스위치 예					
U 초음파형	3 두가지 모두 가능	A30 원통형 나사산 Φ30mm	A NO(투입) 기능	D 직류 2선식	2 플러그 인

〈표1〉 근접 스위치의 분류

전류의 종류	범주	대표적 응용
교류	AC-12	광분리 저항 부하 또는 고체 부하의 제어
	AC-14 0	0.2A 이하의 (폐쇄) 전류를 유지하는 소형 전자기 부하의 제어 Ex) 접촉 계전기
직류	DC-12	광분리 저항 부하 또는 고체 부하의 제어
	DC-13	전자기 제어

〈표2〉 개폐소자의 사용범주

• 일반 요구 사항

- (1) 가. 공간거리 및 연면 거리는 KS S IEC 60947-5-1에 준한다.
- (2) 나. 연결 식별 및 표시는 표3에 준한다. 노란 및 초록색(초록색/노란색)의 2색상은 오진 보호용 도체의 식별을 위해서만 사용되어야 한다. 초록색은 접지 보호를 위해 계속 사용되어 온 색이므로, 보호용 접지 도체의 식별 이외의 다른 목적으로 사용해서는 안 된다.
- (3) 다. 공간거리와 연면거리는 표4, 표5의 최소값 이상이어야 한다.
- (4) 라. 통전부는 사용 목적에 맞는 기계적 강도 및 통전용량을 갖추어야 한다.

마. 접속 수단

- 1) 외부 도체에의 접속단자는 취부 시에 용이하게 접속할 수 있어야 한다.
- 2) 체결 나사 및 너트는 단자를 제 위치에 고정하거나 또는 회전을 방지하기 위해 사용할 수 있지만 다른 부품을 고정하기 위해 사용해서는 안 된다.
- 3) 근접 스위치는 일체형 연결 리드를 가질 수 수도 있다. 이 경우, 연결 리드 외피의 길이는 $2+0.1/0m$ 이어야 한다.

(5) 바. 보호 접지

- 1) 위험을 일으키지 않는 부분들을 제외한 다른 노출 도전부(예를 들면, 샤시, 열개, 금속 외함의 고정 부)는 전기적으로 상호 접속해야 하고, 접지전극이나 외부 보호도체의 접속을 위한 보호 접지단자에 접속해야 한다.
- 2) 이 요구사항은 충분한 전기적 연속성이 주어지는 정상적인 구조부품에 의해 충족될 수 있으며, 기기 가 그 자체로 사용되는 경우에도, 또한 조립품 내에 내장되는 경우에도 적용된다.

비고 필요하다면, 요구사항과 시험을 관련 제품 표준에서 규정할 수도 있다.

- 3) 노출 도전부가 넓은 면적상에서 접촉할 수 없거나 손으로 잡을 수 없는 경우, 또는 작은 크기(약 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm}$)이거나 충전부에 접촉할 수 없도록 배치되어 있는 경우, 노출 도전부는 위험을 유발 하지 않는 것으로 간주된다.
- 4) 이런 예로는 크기와 상관없이, 나사, 리벳, 명판, 변압기 철심, 개폐기기의 전자석 및 릴리스의 특수 부품 등이 있다.
- 5) 등급 II 절연을 가진 근접 스위치의 경우, 금속 외장이 보호용 접지 단자에 연결되어야 할 필요는 없다. 또한, 최대 정격 전압이 교류 50V 이하 또는 직류 120V 이하인 근접 스위치에는 보호용 접지에 대한 어떠한 규정도 필요하지 않다.

유형	기능	전선	전선 색상	단자 번호
교류 2선식 및 직류 2선식 무극성	NO(투입)		노란색, 초록색 또는 노란 및 초록색을 제외한 모든 색상	3 4
	NC(차단)			1 2
	NO/NC 프로그램 가능			1 4
직류 2선식 유극성	NO(투입)	+ -	갈색 파란색	1 4
	NC(차단)	+ -	갈색 파란색	1 2
직류 3선식 유극성	NO(투입)	+ - 출력	갈색 파란색 검정색	1 3 4
	NC(차단)	+ - 출력	갈색 파란색 검정색	1 3 2
직류 3선식 및 교류/직류 3선식 유극성	NO(투입)	L 출력	갈색 파란색 검정색	1 3 4
	NC(차단)	L 출력	갈색 파란색 검정색	1 3 2
직류 4선식 유극성	전환(투입/차단)	+ - NO 출력 NC 출력	갈색 파란색 검정색 하얀색	1 3 4 2
직류 유극성 8극 M12 커넥터	NO, NC 그 밖의 정의되지 않은 기능	+ - NO 출력 NC 출력 정의하지 않음 정의하지 않음 정의하지 않음 GND 스크린	갈색 파란색 검정색 하얀색 회색 분홍색 보라색 오렌지색 스크린	1 3 4 2 5 6 7 8 8

- a. 두 개의 전선 모두가 동일한 색상을 가질 것을 권장한다.
- b. 단자 번호는 내장된 연결 커넥터의 핀 번호와 같아야 한다.(다만, 교류 근접 스위치 및 3단자 8mm 연결기를 사용하는 근접 스위치의 경우는 제외)
- c. 특수 기능을 갖는 4단자 또는 8단자 직류 근접 스위치의 경우 출력 이회선의 기능에 단자 2 또는 4를 사용해도 된다. 이 경우에 제조자는 와이어 색상과 기능성을 명확하게 표기하여야 한다.
- d. 4단자 직류 근접 스위치의 경우, 이 표에 나타난 것 이외의 출력 조합에 단자 2 또는 4를 사용해도 된다. 이 경우에 제조자는 각 단자의 기능을 명확하게 표기하여야 한다.
- e. 스크린 연결이 없는 커넥터의 경우
- f. 스크린이 연결된 커넥터의 경우
- g. 권장하는 색상부호. 제조자는 실제 와이어 색상을 사용 설명서에 명시하여야 한다.

〈표3〉 연결 및 결선 식별

정격임펄스 내전압 $U_{imp}(kV)$	최소 공간거리 mm							
	A 불균일전계 조건				B 이상적 균일전계 조건			
	오손등급				오손등급			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0.33	0.01	0.2	0.8	1.6	0.01	0.2	0.8	1.6
0.5	0.04				0.04			
0.8	0.1				0.1			
1.5	0.5	0.5			0.3	0.3		
2.5	1.5	1.5	1.5		0.6	0.6		
4.0	3	3	3	3	1.2	1.2	1.2	
6.0	5.5	5.5	5.5	5.5	2	2	2	2
8.0	8	8	8	8	3	3	3	3
12	14	14	14	14	4.5	4.5	4.5	4.5

대기 중의 최소 공간 거리 값은 표고 2,000m에서의 통상의 대기압이 같은 80kPa의 기압에 있어서 1.2/50 μ s 임펄스 전압을 근거로 한다.

〈표4〉 대기 중의 최소 공간거리

가기의 정격 절 연전압 또는 작 도전압 교류 실 효치 또는 직류 V	장기간 스트레스를 받는 가기에 대한 연면거리														
	오손등급			오손등급				오손등급				오손등급			
	1 ^c	2 ^c	1	2				3				4			
	재료군			재료군				재료군				재료군			
	a	b	a	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb
10	0.025	0.04	0.08	0.4	0.4	0.4		1	1	1		1.6	1.6	1.6	
12.5	0.025	0.04	0.09	0.42	0.42	0.42		1.05	1.05	1.05		1.6	1.6	1.6	
16	0.025	0.04	0.1	0.45	0.45	0.45		1.1	1.1	1.1		1.6	1.6	1.6	
20	0.025	0.04	0.11	0.48	0.48	0.48		1.2	1.2	1.2		1.6	1.6	1.6	
25	0.025	0.04	0.125	0.5	0.5	0.5		1.25	1.25	1.25		1.7	1.7	1.7	
32	0.025	0.04	0.14	0.53	0.53	0.53		1.3	1.3	1.3		1.8	1.8	1.8	
40	0.025	0.04	0.16	0.56	0.8	1.1		1.4	1.6	1.8		1.9	2.4	3	
50	0.025	0.04	0.18	0.6	0.85	1.2		1.5	1.7	1.9		2	2.5	3.2	
63	0.04	0.063	0.2	0.63	0.9	1.25		1.6	1.8	2		2.1	2.6	3.4	
80	0.063	0.1	0.22	0.67	0.95	1.3		1.7	1.9	2.1		2.2	2.8	3.6	
100	0.1	0.16	0.25	0.71	1	1.4		1.8	2	2.2		2.4	3	3.8	
125	0.16	0.25	0.28	0.75	1.05	1.5		1.9	2.1	2.4		2.5	3.2	4	
160	0.25	0.4	0.32	0.8	1.1	1.6		2	2.2	2.5		3.2	4	5	
200	0.4	0.63	0.42	1	1.4	2		2.5	2.8	3.2		4	5	6.3	
250	0.56	1	0.56	1.25	1.8	2.5		3.2	3.6	4		5	6.3	8	
320	0.75	1.6	0.75	1.6	2.2	3.2		4	4.5	5		6.3	8	10	
400	1	2	1	2	2.8	4		5	5.6	6.3		8	10	12.5	
500	1.3	2.5	1.3	2.5	3.6	5		6.3	7.1	8		10	12.5	16	
630	1.8	3.2	1.8	3.2	4.5	6.3		8	9	10		12.5	16	20	
800	2.4	4	2.4	4	5.6	8		10	11	12.5	c	16	20	25	
1000	3.2	5	3.2	5	7.1	10		12.5	14	16		20	25	32	
1250			4.2	6.3	9	12.5		16	18	20		25	32	40	
1600			5.6	8	11	16		20	22	25		32	40	50	
2000			7.5	10	14	20		25	28	32		40	50	63	
2500			10	12.5	18	25		32	36	40		50	63	80	
3200			12.5	16	22	32		40	45	50		63	80	100	
4000			16	20	28	40		50	56	63		80	100	125	

5000			20	25	36	50	63	71	80		100	125	160	
6300			25	32	45	63	80	90	100		125	160	200	
8000			32	40	56	80	100	110	125		160	200	250	
10000			40	50	71	100	125	140	160		200	250	320	

a 재료군 I, II, IIIa, IIIb
b 재료군 I, II, IIIa
c 이 영역에서의 연면거리 값은 설정되어 있지 않다 . 재료군 IIIb 는 일반적으로 630 V 를 초과하는 오염도 3 및 오염도 4 에서는 적용하지 않는 것이 좋다 .
d 예외적으로 , 정격절연전압 127 V, 208 V, 415/440 V, 660/690 V 및 830 V 에 대해서는 , 각각 더 낮은 전압인 125 V, 200 V, 400 V, 630 V 및 800 V 에 상응하는 연면거리를 사용해도 좋다 .
e 이 두 열에 주어진 값은 인쇄회로재료 (printed circuit materials) 의 연면거리에 적용한다 .
f 250 V 에 대한 연면거리 값은 공칭전압 230 V(± 10 %) 로 사용할 수 있다 .

비고 1 32 V 이하의 작동전압이 걸리는 절연물에서는 트래킹이나 부식이 일어나지 않을 것으로 판단된다 . 그러나 전식의 가능성을 고려하지 않으면 안 되고 , 이러한 이유로 최소 연면거리를 규정하고 있다 .
비고 2 전압값은 R 10 시리즈에 따라 선택한다 .

〈표5〉 최소 연면거리

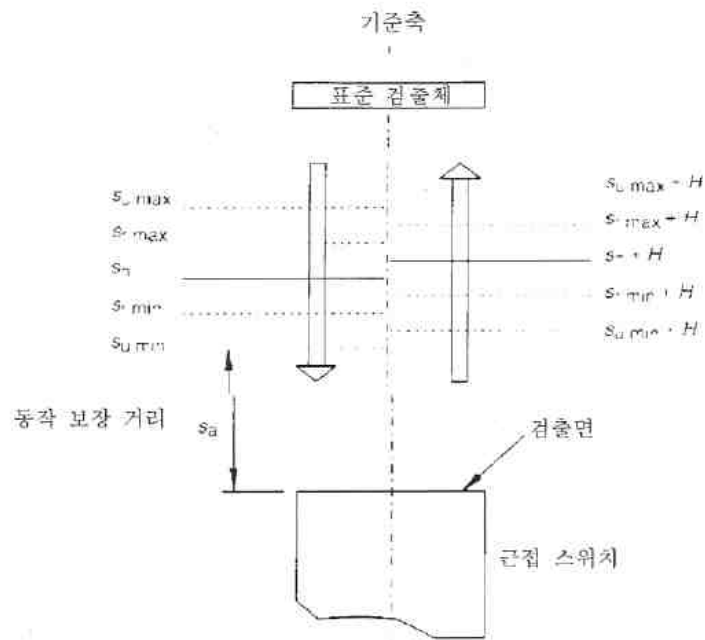
• 동작 조건

(6) 가. 근접 스위치의 동작 한계값은 아래 범위에서 충분히 작동되어야 한다.

- 1) U_e 의 85 %에서 110 % 사이, 또는
- 2) $U_{e \min}$ 의 85 %에서 $U_{e \max}$ 의 110 % 사이, 또는
- 3) U_B 전 범위

직류의 경우, 리플 전압(피크-피크 값)은 $0.1 U_e$ 를 초과하지 않아야 한다
나. 동작 거리

- 1) 유도형 및 용량형 근접 스위치의 동작 거리들 간의 관계는 그림 2를 참고하며, 초음파형 근접 스위치는 그림3을 참고한다. 광전형 근접 스위치의 동작 거리들 간의 관계는 그림 5를 참고한다.
- 2) 유효 동작 거리(S_r)는 정격 전압 및 $23 \pm 5^\circ \text{C}$ 의 주위 온도에서 측정한다.
- 3) 실용 동작 거리(S_u)는 주위온도 전 범위에 걸쳐, 정격 전원 전압의 85% 및 110%에서 측정한다.



〈그림1〉 유도형 및 용량형 근접 스위치의 동작 거리들 간의 관계

1. 유효 동작 거리(S_r) 범위

- 유도형 및 용량형 근접 스위치는 정격 동작 거리(S_n)의 9% 이상, 110%이하의 범위 내에 있어야 한다.
- 초음파형 근접 스위치의 경우, 최소/최대 동작 거리(S_n) 사이의 범위에 있어야 한다.

2. 실용 동작 거리(S_u)

- 유도형 및 초음파형 근접 스위치의 경우, 실용 동작 거리는 유효 동작 거리(S_r)의 90 % 이상, 110 % 이하의 범위 내에 있어야 한다.
- 용량형 근접 스위치의 경우, 실용 동작 거리는 유효 동작 거리(S_r)의 80 % 이상, 120 % 이하의 범위 내에 있어야 한다.

3. 동작 보장 거리(S_a)

- 유도형 근접 스위치의 경우, 동작 보장 거리는 정격 동작 거리(S_n)의 0% 이상, 81% 이하의 범위 내에 있어야 한다.
- 용량형 근접 스위치는 정격 동작 거리(S_n)의 0 % 이상, 72 % 이하의 범위 내에 있어야 한다.

• 일반 시험

가. 유도형 및 용량형 근접 스위치의 표준 검출체

1) 검출체는, 예를 들어 ISO 630에서 정의된 형식 Fe360과 같이 탄소강으로 제작된, 1mm 두께의 정사각형으로, 압연 처리된 것이어야 한다.

2) 정사각형의 변의 길이(a)는 다음과 같다.

- 검출면에 내접하는 원의 지름, 또는
- 정격 동작 거리 s_n 의 3배 중에서 큰 것(그림 11)

3) 용량형 근접 스위치의 경우, 검출체는 접지되어야 한다.

나. 초음파형 근접 스위치의 표준 검출체

- 압연 처리된 금속으로 제작된, 두께 1mm의 정사각형이다.

다. 광전형 근접 스위치의 표준 검출체

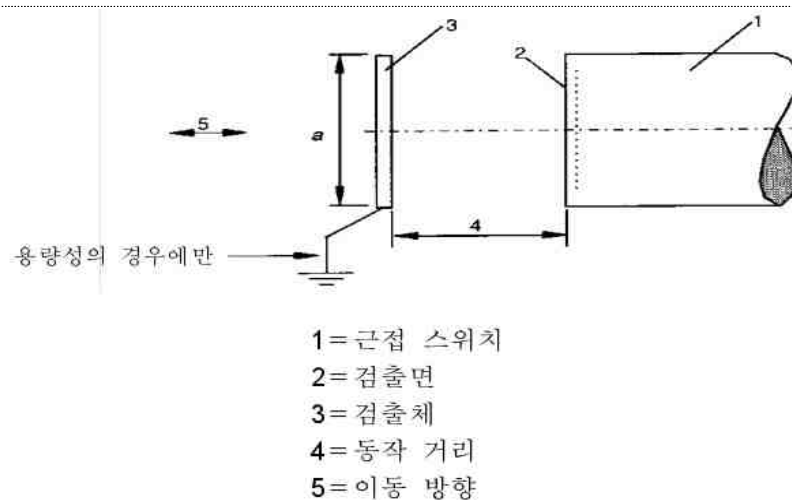
1) 형식 R 이 시험의 목적상, 표준 검출체는 제조자에 의해 공급 또는 지정되는 반사기(reflector)이다.

2) 형식 T 이 시험의 목적상, 표준 검출체는 제조자에 의해 공급 또는 지정되는 이미터이다.

3) 형식 D 90 % 반사율을 갖는 200 mm×200 mm 흰 종이

라. 비기계식 자기형 근접 스위치의 표준 검출체

- 해당 검출체는 제조자에 의해 규정되어야 한다.



<그림 2> 동작 거리 측정 방법

• 무부하, 정상부하 및 이상부하 조건 하에서의 성능 시험

가. 동작 시험은 투입용량 및 차단용량이 조작자의 숙련도에 따라 달라질 수 있는 직접수동동작 기기에 대해 정상적으로 동작하는가를 검증하기 위해 실시해야 한다.

나. 근접 스위치의 동작 제한은 다음 범위에서 충분히 작동되어야 한다.

(7) 1) U_e 의 85 %에서 110 % 사이, 또는

(8) 2) U_{emin} 의 85 %에서 U_{emax} 의 110 % 사이, 또는

(9) 3) UB 전 범위

(10) 4) 직류의 경우, 리플 전압(피크-피크 값)은 $0.1U_e$ 를 초과하지 않아야 한다.

다. 온도는 자유 대기에 설치된 근접 스위치에 열적 평형이 도달될 때까지 정격 사용 전압(U_e)(또는 전압 범위인 경우 최고 사용 전압)을 공급하고, 정격 사용 전류(I_e)에 상응하는 부하를 연결한다. 적용 가능한 경우, 단자와 외함의 임의의 지점에서 측정된 온도 상승은 50 K를 초과해서는 안 된다. 각 단자에 연결된 도체의 길이는 $2 + 0.1/0$ m이어야 한다.

라. 시험은 그림 6에 제시된 시험 회로에 연결된 근접 스위치로 수행된다. 검출체를 개폐소자가 온 상태에 있게 하는 위치에 놓는다. 정격 사용 전압 U_e 에 대하여 또는 만일 정격 사용 전압이 범위로 제공된 경우에는 그 최소값에 대하여, 사용 전류 I_m 이 얻어지도록 부하를 조정한다.

마. 최소 사용 전류(I_m), 오프 상태 전류(I_r), 전압 강하(U_d) 측정은 그림 18을 참고하여 검증한다.

바. 온도상승 측정은 자유 대기에 설치된 근접 스위치에 열적 평형이 도달될 때까지 정격 사용 전압(U_e)(또는 전압 범위인 경우 최고 사용 전압)을 공급하고, 정격 사용 전류(I_e)에 상응하는 부하를 연결한다.

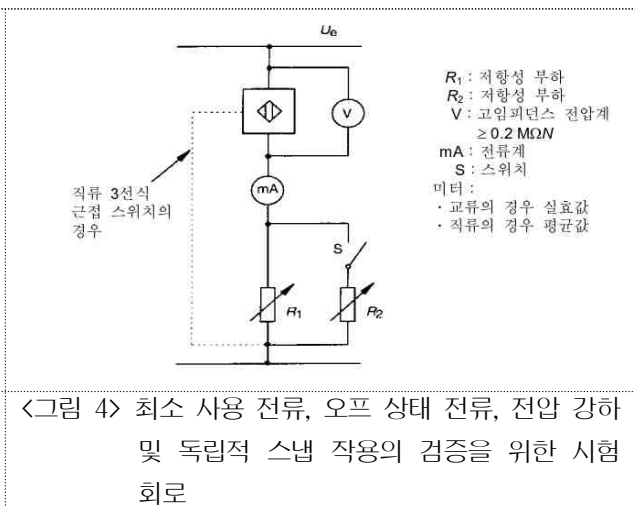
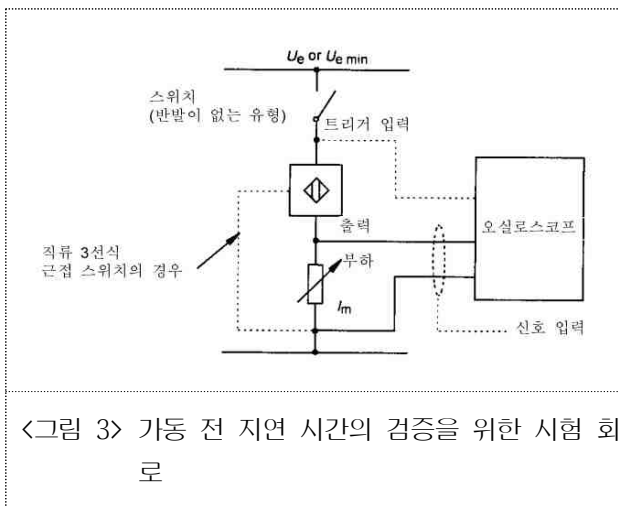
적용 가능한 경우, 단자와 외함의 임의의 지점에서 측정된 온도 상승은 50 K를 초과해서는 안 된다

사. 근접 스위치는 다음 조건에서, 형식시험의 경우에는 1 min동안, 그리고 검수시험에 대해서는 1s동안 시험 전압을 견딜 수 있어야 한다.

- 1) 개폐소자의 통전부와 근접 스위치에서 접지되어야 하는 부분 사이
 - 2) 개폐소자의 통전부와 전도성이거나 금속박에 의해 전도성으로 만들어진 사용 중 접촉되기 쉬운 근접 스위치 표면의 사이
 - 3)(존재하는 경우) 전기적으로 분리된 개폐소자들에 속한 통전부들 사이
- 아. 시험 전압값은 표 11에 따른다.

자. 임펄스 내전압 시험은 KS C IEC 60947 - 1과 다음의 요구사항을 추가하여 실시한다.

- 1) 시험 중 근접 스위치에는 전력이 공급되지 않는다.
- 2) 임펄스 시험은 다음에 대해 인가되어야 한다.
 - a) 일괄 접속된 모든 단자들과 접지 사이
 - b) 전원 연결용 단자들 사이
 - c) 각각의 출력 단자와 각각의 전원 연결용 단자의 사이
- 3) 각각의 두 지점 간에 정극성 임펄스 3회와 부극성 임펄스 3회를 5s 이상의 간격으로 인가해야 한다.

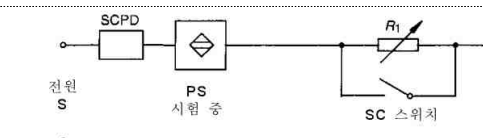


정격 절연 전압		절연 시험 전압
직류(V)	교류(V)	교류(실효값, V)
75	50	500
150	125	1250
300	250	1500

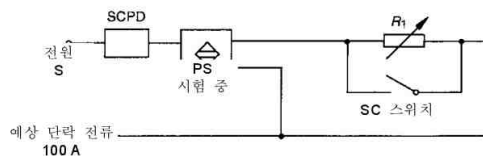
<표6> 시험 전압

• 단락 전류 조건 하에서의 성능 시험

- 가. 근접 스위치 “PS(Proximity Switch)”는 자유 대기에서, 사용 조건과 같은 상태로 설치되어야 하며, 스위치의 사용 조건에서 사용되는 것과 동일한 크기의 전선으로 시험 회로에 연결되어야 한다. 그림 19를 참조한다.
- 나. 단락 보호용 장치 “SCPD(Short-Circuit Protective Device)”는 제조자에 의해 지정된 형식 및 정격이어야 한다. “SCPD”는 근접 스위치가 내부적으로 단락에 대해 보호되는 경우에 제외시켜야 한다.
- 다. 해당 검출체는 개폐소자가 온 상태에 있는 위치에 놓으며, R1은 근접 스위치를 통해 흐르는 전류가 근접 스위치의 정격 사용 전류와 동일하게 되도록 선택한다. 전원 S는 100 A의 예상 단락 전류로 조정되어야 한다. R 1 부하와 병렬로 연결된 “SC” 스위치는 단락 회로를 생성하기 위한 것이다.
- 라. 개방 회로 전압은 정격 사용 전압의 1.1배 또는 전압 범위의 최대값의 1.1배이어야 한다.
- 마. 시험은 무작위로 “SC” 스위치를 닫는 방법으로 세 번 수행하여야 하며, 시험 전류는 SCPD 또는 근접 스위치 내부의 단락 보호가 작동될 때까지 유지된다.
- 바. 세 번의 시험들 사이 간격은 최소 3 min 이상이어야 한다. 시험들 간의 실제 시간 간격이 시험 성적서에 기록되어야 한다. 각각의 시험 후에 “SCPD”는 교체되거나 또는 리셋되어야 한다.



a) 2단자 교류 또는 2단자 직류



b) 3단자 직류

<그림 5> 단락 시험

• 투입 및 차단 용량 시험

사용범주	정상사용조건								
	투입			차단			개폐 동작의 횟수 및 빈도		
	I/Ie	U/Ue	CosΦ또는 T _{0.95}	I/Ie	U/Ue	CosΦ또는 T _{0.95}	동작횟수	횟수/분	온-시간(ms)
AC-12	1	1	0.9	1	1	0.9	6050	6	50
AC-140	6	1	0.3	1	1	0.3	6050	6	20
DC-12	1	1	1ms	1	1	1ms	6050	6	1
DC-13	1	1	6P _{ms}	1	1	6P _{ms}	6050	6	T _{0.95}
Ie=정격 사용 전류 Ue=정격 사용 전압 I=투입 및 차단 전류 U=투입 전 전압 P=UeIe=정상 상태 소비 전력 T _{0.95} =정상상태 전류의 90%에 도달하는 데 걸리는 시간(단위: ms)									
a. 첫 50회의 동작은 Ue로 부하를 설정하고, U/Ue=1.1로 실시해야 한다. b. “6×P” 값은 상한값 P=50W까지의 대부분의 직류 자기 부하에 보여진 실험에 근거한 관계로부터 얻어진 값									

〈표7〉사용범주에 상응하는 정상 조건 하에서의 개폐소자의 투입 및 차단 용량의 검증

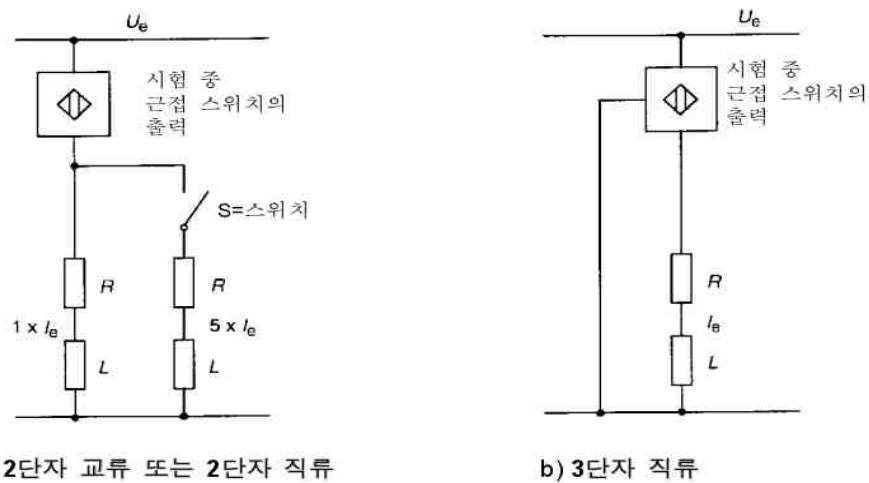
사용범주	이상사용조건					
	투입과 차단			개폐 동작의 횟수 및 빈도		
	I/Ie	U/Ue	CosΦ또는 T _{0.95}	동작횟수	횟수/분	온-시간(ms)
AC-12	해당사항 없음					
AC-140	6	1.1	0.7	10	6	20
DC-12	해당사항 없음					
DC-13	각주 c 참조					
Ie=정격 사용 전류 Ue=정격 사용 전압 I=투입 및 차단 전류 U=투입 전 전압						
a.이상 조건은 차단도니 개방 전자석을 시뮬레이션한 것이다. b.제조자에 의해 지정된 과부하 보호 장치를 이상 조건을 검증하는 데 사용해도 된다. c.이 시험은 표4의 각주 a에 따라 수행된 시험에 포함된다.						

〈표8〉사용범주에 상응하는 이상 조건 하에서의 개폐소자의 투입 및 차단 용량의 검증

부하 임피던스는 그림19에 제시된 것과 같이 장치의 부하 측에 놓여져야 한다. 시험 전류가 흐를 때 회로 전압은 U_e 보다 적지 않아야 한다.

가. 정상 조건 하에서의 투입 및 차단 용량은 <표 6>에 제시된 값들을 제공하도록 조정되어야 한다.

나. 이상 조건 하에서 투입 및 차단용량은 <표 7>에 제시된 값들을 제공하도록 조정되어야 한다.



<그림 6> 투입 및 차단 용량의 검증을 위한 시험 회로

• 충격 및 진동시험

가. 충격

서로 직교하는 세 축의 각 방향에서 여섯 번의 충격을 가한다.(6번의 개별 시험임)

- 펄스 형태 : 반-사인파
- 피크 가속도 : 30gn
- 펄스 지속 시간 : 11ms

나. 진동(KS C IEC 60068-2-6 참조)

- 주파수 범위 : 10Hz ~ 55Hz
- 진폭 : 유도형, 용량형, 비기계식 자기형 및 초음파형 근접 스위치는 1 mm, 광전형 근접 스위치는 0.5 mm
- 스위프 사이클 지속 시간 : 5 min
- 공진 주파수 또는 55 Hz에서 내구성 지속 시간 : 세 축 각각에 대해 30 min(총 90 min)

• 동작 사이클 주파수 시험

측정 방법

a) 유도형, 용량형 및 비기계식 자기형 근접 스위치

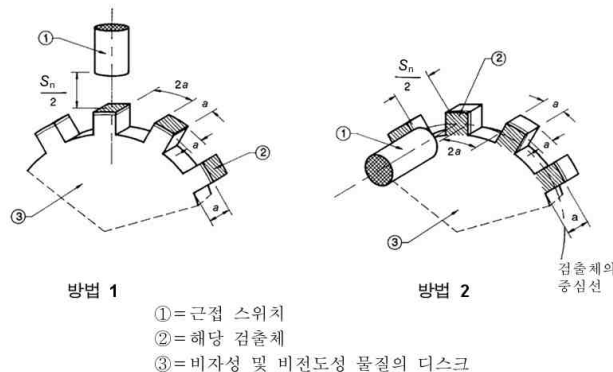
- 그림 20에 제시된 것과 같이, 톱니 사이 간격이 $2a$ 이며 정격 동작 거리의 $1/2$ 에 해당하는 거리에서 톱니들이 근접 스위치 검출면의 정면을 통과 할 수 있는 방식으로 회전하는 회전 디스크의 톱니들의 정면(방법1) 또는 측면들(방법2)에 해당 검출체를 고정된다.

각 검출체는 규정된 동일한 치수를 가져야 한다. 근접 스위치의 출력 신호는 영(0)에서부터 디스크의 회전 속도를 증가하며 측정한다.

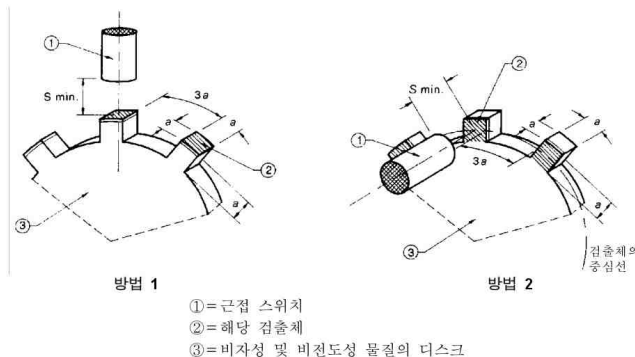
- 용량형 근접 스위치를 시험할 때, 회전 디스크의 검출체는 접지에 연결되어야 한다.

b) 초음파형 근접 스위치 그림 21에 제시된 것과 같이 회전 디스크의 톱니들이 정면(방법1) 또는 측면들(방법2)에 검출체가 고정된다.

톱니 사이 간격이 $3a$ 이며 최소 동작 거리에서 톱니들이 근접 스위치 검출면의 정면을 통과할 수 있는 방식으로, 근접 스위치는 이 동작 거리에 맞게 조정되어야 한다.



<그림 7> 유도형, 용량형 및 비기계식 자기형 근접 스위치의 동작 주파수 측정 방법



<그림 8> 초음파형 근접 스위치의 동작 주파수 측정 방법

• 방수방진(IP) 시험

제조자의 지시 사항에 따라 설치되는 근접 스위치는, 최소 IP 54 보호 등급을 가져야 하는 광전형 스위치의 경우를 제외하고는, 최소 IP 65의 보호 등급을 가져야 한다

KS C IEC 60947-1:2014

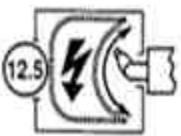
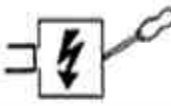
C.1a - 제1숫자			
고형 물질의 침입에 대한 보호			위험 개소에의 접근에 대한 사람의 보호방법
IP	요구사항	예	
0	보호 없음.		비보호
1	직경 50 mm의 구가 완전히 통과해서는 안 됨. 위험 개소에의 접근은 허용되지 않음.		손등
2	직경 12.5 mm의 구가 완전히 통과해서는 안 됨. 관절분이 테스트봉거가 위험 개소로부터 적당한 공간거리를 가질 것.		손가락
3	직경 2.5 mm의 접근도 검사용 프로브가 통과해서는 안 됨.		공구
4	직경 1.0 mm의 접근도 검사용 프로브가 통과해서는 안 됨.		전선
5	한정된 먼지의 침입은 허용 (유해한 부작이 없어야 함.)		전선
6	먼지의 침입에 대한 완전한 보호		전선

그림 C.1 - IP 코드

<그림 9> 물질의 침입에 대한 보호

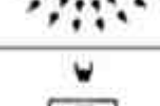
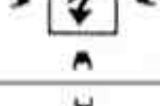
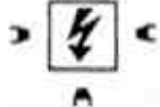
C.1b-제2숫자			
물의 침입에 대한 보호			물로부터의 보호
IP	요구사항	예	
0	보호 없음.		비보호
1	수직으로 떨어지는 물방울에 대해 보호. 한정된 침입은 허용		물방울의 수직 낙하
2	위험이 수직으로부터 15° 기울어진 상태에서 수직으로 떨어지는 물방울에 대해 보호. 한정된 침입은 허용		수직으로부터 15° 까지 기울어진 상태에서의 물방울 낙하
3	수직으로부터 60°까지의 분무에 대해 보호. 한정된 침입은 허용		한정된 분무
4	모든 방향에서의 물의 비산에 대해 보호. 한정된 침입은 허용		모든 방향으로부터의 물의 비산
5	물의 분사에 대해 보호. 한정된 침입은 허용		모든 방향으로부터의 호스 분사
6	물의 강한 분사에 대해 보호. 한정된 침입은 허용		모든 방향으로부터의 강한 호스 분사
7	15 cm에서 1 m 사이의 침수 상황에 대해 보호		일시적인 침수
8	수압 상태에서의 장기간의 침수에 대해 보호		연속적인 침수

그림 C.1 - IP 코드(계속)

<그림 10> 물의 침입에 대한 보호

• 전자기 적합성(EMC) 시험

1. 제조자가 규정한 최대 수준값의 모든 전자파 장애(EMI) 수준에서 근접 스위치의 동작 특성이 유지 되어야 한다. 시험할 근접 장치는 대표적인 유형의 필수 설계 세부사항을 모두 갖추어야 하며 깨끗하고 새로운 상태에 있어야 한다.
2. 정격 사용 전압이 일정한 범위로 주어진다면 EMC 시험은 Ue 또는 Ue max에서 실시하여야 한다.
3. 내성의 경우 표8의 판정기준과 표9의 내성시험을 따른다.

항목	판정기준(시험 중 성능 기준)		
	A	B	C
전체 성능	동작 특성의 현저한 변화가 없음. 의도된 대로 동작 ^a	시험 중 개폐소자의 상태는 직류 장치의 경우에는 1 ms 이상 동안, 교류 장치의 경우에는 전원 주파수의 1.5주기 동안 변하지 않아야 한다.	조작자의 조정이나 시스템 리셋을 필요로 하는 정도의 일시적인 성능의 저하나 상실
표시 및 제어 패널의 동작	정보 표시에 변화가 없음. LED 빛 세기의 약간의 변동, 또는 문자의 약간의 움직임	정보의 눈에 보일 만한 일시적인 변화 또는 일시적인 상실 불필요한 LED 불빛	중지, 영구적인 손실 또는 잘못된 정보의 표시 허용되지 않은 동작 모드 자기 회복 불가능
정보처리 및 감지 기능	외부장치와의 통신 및 데이터 교환이 방해 받지 않음.	통신이 일시적으로 장애를 일으킴, 검출되며 자체 복구 가능함.	정보의 잘못된 처리 데이터 및/또는 정보의 검출되지 않는 손실 통신에러 자기 회복 불가능
^a 제조자는 전도성 무선 주파수가 오동작을 일으킬 수 있는 동작 주파수와 대역폭을 문서에 명시 하여야 한다			

〈표9〉 판정기준

시험유형	요구되는 시험 레벨		판정기준
정전기 방전 내성 시험 KS C IEC 6100-4-2	8 kV / 대기 방전 또는 4 kV / 접촉 방전		B
복사성 무선주파수 전자계 내성 시험 (80 MHz~1 GHz와 1.4 GHz~2 GHz) KS C IEC 61000-4-3	3 V/m f		A
전기적 급과도현상/버스트 내성 시험 KS C IEC 61000-4-4	용량형 결합장치를 사용하여 2 kV / 5 kHz		B
무선 주파수계에 의한 전도성 방해 내성 시험 (150 kHz~80 MHz) KS C IEC 61000-4-6	3 V f		A
상용주파 자계 내성 시험 a KS C IEC 61000-4-8	30 A/m		A
순간 전압강하 내성 시험 g KS C IEC 61000-4-11	2급 b, c 0.5사이클 동안에 0 %	3급 b, c 0.5사이클 동안에 0 %	B
	2급 b, c, d 1사이클 동안에 0 % 25/30사이클 동안에 70 %	3급 b, c, d 1사이클 동안에 0 % 10/12사이클 동안에 40 % 25/30사이클 동안에 70 % 250/300사이클 동안에 80 %	C
전압 정전 내성 시험 g KS C IEC 61000-4-11	2급 b, c, d 250/300사이클 동안에 0 %	3급 b, c, d 250/300사이클 동안에 0 %	C
전원 고조파 내성 시험 KS C IEC 61000-4-13	요구사항 없음.e		
a 상용 주파수 자계에 민감한 장치를 내장한 근접 스위치에만 적용 가능 b 2급은 일반적으로 산업 환경에서 공통 결합점과 공장 내의 공통 결합점에 적용한다. 3급은 산업 환경의 공장 내의 결합에만 적용한다. 이 등급은 용접기가 존재하거나, 대형 전동기가 빈번하게 기동되거나 또는 부하가 급격하게 변할 때와 같이 부하의 주요 부분이 변환기를 통해 공급 될 때 고려해야 한다. 제조자는 적용 가능한 등급을 명시하여야 한다. c 제시된 백분율은 정격 사용 전압의 백분율을 의미한다. 예를 들면 0 %는 0 V를 의미한다. d 사선(/) 앞의 값은 50 Hz에 대한 것이고, 뒤의 값은 60 Hz 시험에 대한 것이다. e 시험 레벨은 현재 연구 중이다. f 이 레벨은 KS C IEC 60947-1과 다르다. 근접 스위치 설치 환경은 주로 자동화 기계류 내부이고 수년 간의 경험을 통해 방해 레벨이 매우 낮아서 이 표준의 내성 요구사항이면 충분하다는 것을 알고 있기 때문이다. g 교류 스위치에만 적용 가능			

〈표10〉 내성 시험

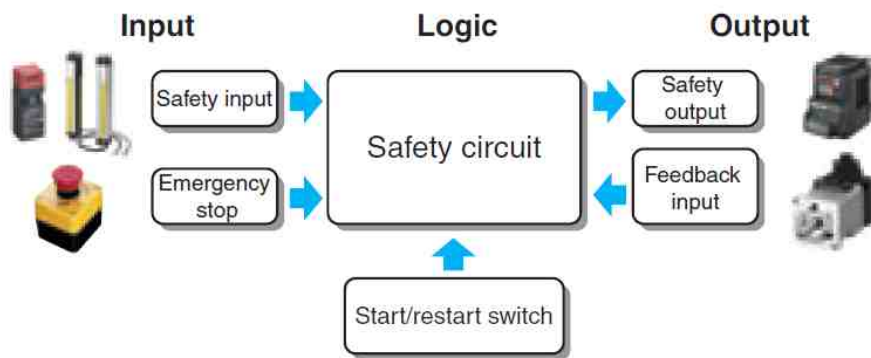
다. 안전 부품류

○ “안전부품류” 란?

- 안전 구성 요소는 기계의 안전을 보장하는 안전 관련 제어 시스템을 구성하는 데 사용됨
- 유럽 기계류 지침(machinery directive 2006/42/ec)에서의 정의
 - (1) 안전 기능을 보장하기 위해 제공된 부품
 - (2) 시장 내에서 독립적으로 배포되는 부품
 - (3) 손상되거나 기능적으로 불완전한 경우 작업자의 안전에 위협이 되는 부분
 - (4) 기계가 작동하는 데 불필요한 부품 또는 그 부품
- 유럽 기계류 지침에 따른 안전부품류
다음 항목은 부록 V에 지정된 안전 구성 요소입니다. 자세한 내용은 기계류 지침을 참고
 - 작업자 감지를 위한 보호 장치
 - 부속서 IV 9, 10, 11 관련 전원 인터록 가드
 - 안전 기능을 보장하는 논리 장치
 - 비상 정지 장치
 - 양수 조작 장치
- 안전 구성 요소에 대한 관점
일반적으로 안전 구성 요소를 앞에서 언급한 가장 넓은 의미의 부품 및 안전에 사용하기 위해 규정된 안전 관련 부품으로 정의합니다.
- 안전 구성 요소의 기능
안전에 영향을 미치는 제어 시스템은 연동 장치에 고장이 발생하더라도 위험이 발생할 가능성을 최소화하도록 설계해야 합니다. 안전 장치에는 표준에 따라 스위치에 대한 직접 개방 동작 및 릴레이에 대

한 강제 유도 메커니즘과 같은 기능이 장착되어 있습니다. 이러한 기능은 사용되는 제어 시스템 내에서 올바르게 작동하도록 설계되었습니다.

다음은 안전 기능을 개발하는 데 일반적으로 사용되는 안전 구성 요소에 대한 설명입니다.



<안전부품류 구성 예시>



<교육 업체의 안전관련 부품류>

○ 안전 컨트롤러 (Safety Controller)

- 안전 컨트롤러는 안전 입력 장치로부터 신호를 수신하고 기계의 작동 여부를 제어하며 각 장치에 결정 사항을 알리며, 크게 다음 4가지 유형으로 분류될 수 있다.

1) 안전 릴레이 유닛(Safety Relay Unit)

기계 및 장비의 작동 제어를 위한 일반적인 구성이 그림 1에 나와 있습니다. 이 장치는 안전 릴레이 기반 제어 장치이며 단일 입력 / 단일 출력 응용 제품에 적합합니다.

• 비 안전 관련 부품

- 비 안전 관련 부품의 역할은 자동 제어 시스템에서 작동 명령 신호를 수신하면 장치 작동을 시작하고 계속하는 것임

• 안전 관련 부품

- 안전 관련 부품의 역할은 기계 및 장비의 안전이 확인 된 경우에만 작동 할 수 있도록함

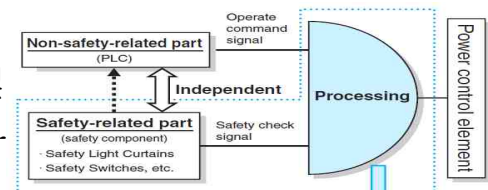


Fig. 1

[Processing Circuit Configuration Example]

When configuring a processing circuit, it is necessary to consider mainly the following circuit configuration measures for minimizing risks caused by a failure in the system.

- (1) The use of proven circuit technology and components
- (2) Periodical implementation of functional tests
- (3) Redundancy
- (4) Single fault detection
- (5) Short-circuit protection detection

[Relay with Forcibly Guided Contacts]

It is possible to configure a safety-verified circuit by combining safety relays with circuit elements in consideration of the above circuit configuration measures. However, the following conditions must be satisfied.

- (1) A certain level of know-how is required for creating a judging function circuit.
- (2) There are expenses involved in obtaining circuit certification.

[Safety Relay Units]

The above problem can be easily solved by using Safety Relay Units because they already have the following.

- (1) A safety-verified circuit with built-in safety relays
- (2) Circuit certification



G9SA Safety Relay Unit

• 프로세싱

- 프로세싱은 비 안전 관련 부분으로부터 전송된 상기 언급된 동작 명령 신호와 안전 관련 부분으로부터의 안전 점검 신호 둘 다를 처리 한 경우에만 동작 신호를 전력 제어 요소에 전송하여, 기계 장치, 가동을 허용함

- 가공 요소

- 단순히 여러 요소를 결합하여 처리 요소를 작성할 수 없음
- 회로에는 기계 또는 장비의 고장으로 인한 위험을 최소화하는 요소가 포함되어야 하며, 이들 회로 구성 요소는 일반적으로 아래에 도시된 항목 (1) 내지 (5)를 포함함

- 안전 릴레이 장치의 필요성

- 안전 유도 회로를 강제 유도 접점과 통합하여 안전 검증 회로를 구성할 수 있음.
- 그러나 회로를 구성하려면 특정 수준의 기술과 인증 비용이 필요함. 그 결과, 안전 릴레이를 통합하여 전문 제조업체가 개발한 표준 장치를 사용하는 것이 일반적인 관행이 되었음
- 이는 기능 안전이 입증된 일련의 안전 릴레이 장치로 제공됨

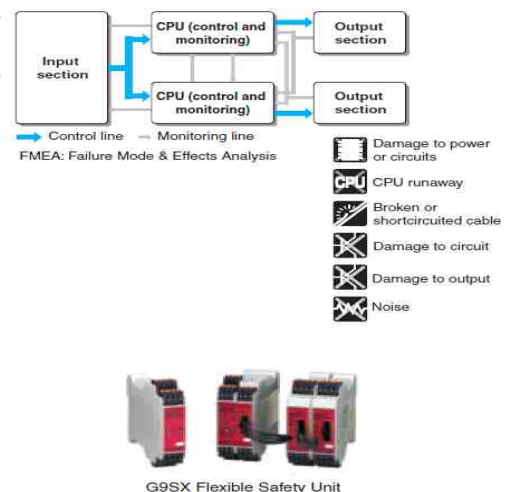
2) 플렉시블 안전 유닛

전자 장치는 단일 입력/단일 출력 응용 제품을 위한 간단한 릴레이 시퀀스 구성에 적합함.

또한 간단한 릴레이 시퀀스로는 어려운 복잡한 애플리케이션 (여러 입력 및 출력)을 처리하는 데 다음 기술이 사용되었음

- 듀얼 CPU

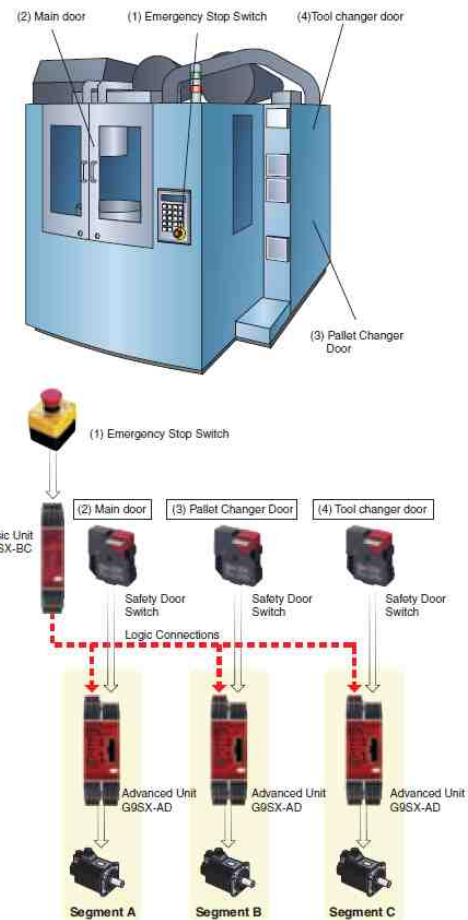
- 최고 수준의 안전 설계와 FMEA가 뒷받침하는 안전과 신뢰성을 제공하기 위해 안전을 최대한 추구함
- 두 개의 CPU 장치가 각 I/O 섹션의 상호 검사 및 진단 모니터링을 수행하며 FMEA와 프로세스 제어 설계 및 생산을 통해 작동 안전성을 더욱 검증함



- 효과적인 기능

- (1) 논리 연결

- 예를 들어, 장치의 각 모듈을 부분적으로 중지하고 전체 장치를 중지해야 하는 경우 AND 논리를 기능으로 만들어서 달성 할 수 있음
 - 논리 연결 기능을 사용하면 쉽게 달성할 수 있으며 응용 프로그램에 유연하게 대응할 수 있음
 - 비상 정지 스위치를 누르면 전체 기계가 정지
 - 문이 열리면 해당 부품이 활성화되지 않음



3) 안전 컨트롤러(Safety Controller)

설계자는 안전 프로그램을 작성함으로써 복잡한 애플리케이션을 보다 유연하게 처리 할 수 있음

그러나 안전 회로 프로그래밍시 안전에 대한 일부 요구사항이 있음

- (1) 사용자 프로그래밍 오류 방지

- 안전 기능 (예 : 비상 정지 버튼 및 양손)
 - 작동 버튼)은 기능 블록 레벨에서 안전을 보장하기 위해 검증 된 기능 블록으로 제공됨
 - 기계 제어 시스템으로서 최종 안전성을 입증하기 위해 기능 블록 조합의 안전성을 확인하는 것 외에 검증 및 검증이 필요함

(2) 의도하지 않은 조작으로 잘못된 배선 방지

- 잘못된 배선, 접지 결함, 단락 및 분리를 포함하여 외부 배선 결함이 감지되며 내부 회로 결함도 감지됨

(3) 의도하지 않은 설정 방지

- 자동으로 시작하기 전에 사용자가 입력한 매개 변수가 장치로 올바르게 전송되고 설정되었는지 확인함

(4) 관리자를 제외한 시스템 액세스 방지

- 장치의 암호는 관리자 만 매개 변수, 작동 모드 또는 기타 작동 측면을 변경할 수 있도록 설정됨
- 프로그램 가능한 안전 장치로 장비 및 장치와 같은 안전 관련 부품을 설계 할 때 소프트웨어의 안전 유효성도 검사해야 함



[safety controller]

Ⅲ. 종합 의견

1 시사점 및 소감

- 2023년 창립 90주년을 맞이하는 자동화기기 선두주자 제조업체로서, 전 세계 80개국에 300여 개의 지사를 두고 있으며, 직원은 39,000여명을 두고 있음. 공장 자동화 분야(산업용로봇, 안전부품류, 전력공급장치 등)에서 Global Top Tier로 자리잡고 있으며, 일본 최초로 비접촉식 스위치를 개발할 만큼 신기술 개발에 연구 인력과 예산을 투자하고 있음.

산업용로봇, 레이저스캐너 등 신규 분야에도 사업 영역을 확장하고 있으며 공단과도 지속적인 업무협력을 유지해 왔음. 방호장치에 특화된 선진 기술을 파악하여 오랜 기간 그들이 쌓아온 안전분야에서의 기술 및 노하우를 공유하여 공단의 안전 인증 신규 대상품 도입 시 국내 안정화 기간을 단축시키는데 활용할 수 있으면 좋을 것으로 사료됨.

- 전 세계적으로 4차 산업혁명에 따른 산업 현장의 자동화 및 고도화로 인해 첨단 산업 기계·설비의 수요가 증가하고 시장이 확장되고 있음. 그 중 산업용 로봇은 핵심 부품이며 관련 기술도 빠르게 발전하여, 더 쉽고 편리하게 사용하고 제어할 수 있게 되었지만, 새로운 형식의 문제 및 상황이 발생되었고 이를 해결할 안전 대책의 필요성이 요구되고 있음. 이번 교육과정에서는 산업용로봇 방호장치 신규 대상품의 국제표준 요구사항에 대한 이해도를 향상시켰으며 이를 바탕으로 4차 산업혁명에 따른 공장 자동화의 필수요소인 로봇 및 방호장치의 인증 시험 기법 습득과 장비 운영 방안에 많은 도움이 되었음

우리 공단에서도 변화하는 산업현장에 따라 발전하는 첨단 방호장치 제품의 안전성에 대한 인증기준을 마련하고 해당 분야의 전문성을 가진 심사원을 양성함으로써, 산업현장 패러다임의 변화에 대해 선제적으로 대응하고, 공단 방호장치 인증분야를 보다 더 발전시킬 수 있을 것으로 사료됨.

2 향후계획

- 산업용로봇 방호장치 신규 대상품 (비접촉식 인터록 스위치, 레이저 스캐너) 관련 고시 고도화
- 산업용로봇 방호장치 신규 인증 시험 장비 사양서 작성 및 상세화
- 산업용로봇 방호장치 신규 인증 시험 장비 제작
- 산업용로봇 방호장치 신규 인증 시험 장비 매뉴얼 및 지침서 제작
- 자동화기기 Top Tier 업체와 지속적인 교류를 통한 최신 기술 및 제조 업계 동향 파악

IV. 참조자료

별첨1

스마트 팩토리(산업용 로봇 및 방호장치) 구성 예시 및 국내외 참고기준



방호장치 종류	국내·외 참고기준		
	한국(KS)	유럽(EN)	일본(JIS)
비상정지스위치	KS C IEC 60947-5-5 (24년 신규 제정 예정)	EN 60947-5-5	JIS C 8201-5-5
인터록스위치 (비접촉식)	KS C IEC 60947-5-2	EN 60947-5-2	-
인터록스위치 (전기기계식)	KS C IEC 60947-5-1	EN 60947-5-1	JIS C 8201-5-1
라이트커튼 (Light Curtain)	KS C IEC 61496-1	EN 61496-1	JIS B 9704-1
	KS C IEC 61496-2A	EN 61496-2	JIS B 9704-2
안전매트 (Safety Mats)	KS B ISO 13856-1	EN ISO 13856-1	JIS B 9717-1
가동허가장치 (Enabling switch)	KS C IEC 60947-5-8	EN 60947-5-8	JIS C 8201-5-8
레이저 스캐너 (Laser Scanner)	KS C IEC 60947-3A	EN 61496-3	JIS B 9704-3

별첨2

산업용 로봇 관련 방호장치 기능 및 현실태

방호장치 종류	기 능	현 실태
라이트커튼 (Light Curtain) 	- 광전자 빔을 이용하여 위험 구역으로의 사람이나 신체 일부의 접근을 방지하기 위한 방호장치	- 특정기계(프레스, 전단기)에 사용되는 경우로 한정되어 있음 - 산업용 로봇에 사용되는 라이트커튼은 자동화로 인하여 뮤팅¹⁾ 및 블랭킹²⁾ 기능이 필수적이나 현재 프레스, 전단기용으로 인증 받은 라이트커튼은 해당 기능이 없음
레이저 스캐너 (Laser Scanner) 	- 레이저빔을 이용한 3차원적인 스캔을 통하여 위험영역으로의 사람 및 물체의 접근을 감지하여 로봇 등의 위험 구동부를 정지	- 협동로봇 등 위험성이 매우 높은 장소에 사용되고 있으나 안전성 및 신뢰성 확인을 위한 안전인증이 없는 상태임
안전매트 (Safety Mats) 	- 로봇 등 위험작업장의 접근 금지구역에 설치하여 사람의 접근에 따른 압력을 감지하여 기계의 동작을 정지	- 현재 안전대상품으로 사용환경 및 산업 활용도가 한정적임
비상정지스위치 (Emergency Switch) 	- 긴급 상황에서 기계나 설비를 비상정지 시키기 위한 스위치	- 비정상적인 급박한 위험상황에서 사용되는 최종 안전장치이나 안전성 및 신뢰성 확인을 위한 안전 인증이 없는 상태임 - 스위치 래치(latch) 기능의 신뢰성, 내구성, 진동, 충격에의 내성 등이 필요하나, 비인증품 사용으로 쉽게 파손되거나 기능이 상실된 것을 사용하고 있음
인터록스위치 (Safety Door Switch) (비접촉식, 전기기계식) 	- 위험 구동부 방호를 위해 방호커버 또는 가드에 부착하는 스위치로서 기계적인 물리력에 의해(전기기계식) 또는 물리적인 접촉 없이 (비접촉식) 스위칭	- 현재 로봇 방책에 주로 사용되는 인터록스위치는 레버식 또는 버튼식 리미트스위치로 무효화가 용이함 - 안전용이 아닌 일반용을 사용함으로 인하여 안전성 및 신뢰성이 낮음
가동허가장치 (Enabling switch) 	- 스위치를 중앙의 활성화 위치에서 연속적으로 유지시키는 경우에만 작동되는 안전장치로서 위험영역에서 기계의 작동을 허용하는 가동허가 장치로 이용	- 교시 작업 등 로봇의 가동 범위 내 위험구역에서 로봇의 동작을 허가하는 장치로서 매우 높은 안전성 및 신뢰성이 필요하나 확인을 위한 안전 인증이 없는 상태임