KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE
기술지원규정

방폭전기설비 설계, 선정, 설치 및 최초 검사에 관한 기술지원규정
B-E-21-2026

한국산업안전보건공단

기술지원규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을 이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 규정임

기술지원규정의 개요

○ 개정자: 한국산업안전보건공단 전문기술실

○ 제·개정 경과
- 2023년 7월 전기안전분야 산업안전·보건표준제정위원회 심의(제정)
- 2025년 11월 기계·전기안전분야 전문위원회 심의(개정)
- 2026년 1월 표준제정위원회 본위원회 심의(개정)

○ 관련규격 및 자료
- KS C IEC 60079-14 (폭발성 분위기 - 제14부: 전기설비 설계, 선정, 설치)
- KS C IEC 60079 시리즈 모든 부

○ 관련법규·규칙·고시 등
- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제3장(전기로 인한 위험방지) 제311조(폭발위험장소에서 사용하는 전기기계·기구의 선정 등)

○ 관련법규·규칙·고시 등
- 이 기술지원규정에 대한 의견 또는 문의는 산업안전포털 홈페이지(portal.kosha.or.kr)의 기술지원규정(KOSHA GUIDE) 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 규정 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2026년 1월 30일
개 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

목 차

1. 목 적 ····· 1
2. 적용 범위 ····· 1
3. 용어의 정의 ····· 1
4. 방폭전기설비 설계, 선정, 설치 및 최초검사 관련 법적 필수사항 ····· 1
5. 방폭전기설비 설계, 선정 및 설치 시 일반 요구사항 ····· 2
6. 방폭기기의 표기에 관한 사항 이해 ····· 4
7. 방폭기기의 선정에 관한 사항 이해 ····· 7
8. 전기가열(히터 등) 시스템 선정, 설치 및 사용에 대한 이해 ····· 23
9. 위험한(점화성) 스파크로부터의 보호에 대한 이해 ····· 27
10. 전기적 보호에 대한 이해 ····· 34
11. 전원 차단 및 전기 분리에 대한 이해 ····· 35
12. 케이블 및 배선시스템 ····· 35
13. 케이블 인입 시스템 및 블랭킹 엘리먼트 ····· 50
14. 내압방폭구조 “Ex d” 기기에 적용되는 추가 요구사항 ····· 57
15. 안전증방폭구조 “Ex e” 기기에 적용되는 추가 요구사항 ····· 59
16. 본질안전방폭구조 “Ex i” 기기에 적용되는 추가 요구사항 ····· 62
17. 압력방폭구조 “Ex p” 기기에 적용되는 추가 요구사항 ····· 68
18. 비점화방폭구조 “n” 기기에 적용되는 추가 요구사항 ····· 71
19. 유입방폭구조 “o” 기기에 적용되는 추가 요구사항 ····· 71
20. 충전방폭구조 “q” 기기에 적용되는 추가 요구사항 ····· 72
21. 몰드방폭구조 “m” 기기에 적용되는 추가 요구사항 ····· 72
22. 광학 방사 기기“op” 기기에 적용되는 추가 요구사항 ····· 72
23. 용기 “t”에 의한 분진방폭구조 기기에 적용되는 추가 요구사항 ····· 72

<부록 1> KS C IEC 60079-0과 산안법에 따른 안전인증서 표기에 관한 사항 ····· 74
<부록 2> 방폭기기 설치시 최초 검사 체크리스(방폭구조별 점검항목) ····· 76

방폭전기설비 설계, 선정, 설치 및 최초 검사에 관한 기술지원규정

1. 목 적

이 규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다.) 제2편 제3장(전기로 인한 위험방지)의 제3절(전기작업에 대한 위험 방지) 및 KS C IEC 60079-14에 따른 방폭전기설비 설계, 선정, 설치 및 최초 검사에 관한 기술적 사항 과 해설을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 규정은 사업장에서 방폭전기설비 설계, 선정, 설치 및 최초 검사작업에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 규정에서 사용하는 용어는 KS C IEC 60079-0 및 KS C IEC 60079-14의 3절 ‘용어의 정의’를 따른다.

(2) 그 밖에 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 이 규정에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 방폭전기설비 설계, 선정, 설치 및 최초검사 관련 법적 필수사항

(1) 다음은 산업안전보건법령에 관한 사항으로써 반드시 준수하여야 한다.

(2) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제230조(폭발위험이 있는 장소의 설정 및 관리)와 제311조(폭발위험장소에서 사용하는 전기 기계·기구의 선정 등)의 규정에 따라 필요한 안전조치를 하여야 한다.

제230조(폭발위험이 있는 장소의 설정 및 관리)
① 사업주는 다음 각 호의 장소에 대하여 폭발위험장소의 구분도를 작성하는 경우에는 한국산업표준으로 정하는 기준에 따라 가스폭발 위험장소 또는 분진폭발 위험장소로 설정하여 관리해야 한다.
1. 인화성 액체의 증기나 인화성 가스 등을 제조·취급 또는 사용하는 장소
2. 인화성 고체를 제조·사용하는 장소
② 사업주즌 제1항에 따른 폭발위험장소의 구분도를 작성·관리하여야 한다.
제311조(폭발위험장소에서 사용하는 전기 기계·기구의 선정 등)
① 사업주는 제230조제1항에 따른 가스폭발 위험장소 또는 분진폭발 위험장소에서 전기 기계·기구를 사용하는 경우에는 한국산업표준에서 정하는 기준으로 그 증기, 가스 또는 분진에 대하여 적합한 방폭성능을 가진 방폭구조 전기 기계·기구를 선정하여 사용하여야 한다.
② 사업주는 제1항의 방폭구조 전기 기계·기구에 대하여 그 성능이 항상 정상적으로 작동될 수 있는 상태로 유지·관리되도록 하여야 한다.

5. 방폭전기설비 설계, 선정 및 설치 시 일반 요구사항

사업주는 가스폭발 위험장소 또는 분진폭발 위험장소에서 전기기계 · 기구를 사용하는 경우에는 해당 위험장소에 적합한 방폭기기를 선정 및 설치하고 그 성능이 항상 정상적으로 작동될 수 있는 상태로 유지 · 관리하여야 한다. 또한 위험장소에서 방폭전기설비를 설계할 때에도 동일하게 적용한다.

방폭전기설비의 적절한 선정 및 설계를 위하여 가스, 증기에 의한 폭발위험장소는 KS C IEC 60079-10-1에 따라 0종, 1종 및 2종 장소로 분류되어야 하고, 분진의 경우 KS C IEC 60079-10-2에 따라 20종, 21종 및 22종 장소로 우선적으로 분류되어야 한다.

안전보건규칙에서도 사용자는 폭발위험장소 구분도를 작성, 관리하도록 의무를 부여하고 있다.

또한, 원칙적으로 전기기기는 최대한 비폭발위험장소에 설치하는 것이 바람직하고 부득이한 경우에 한하여 폭발성 분위기가 발생할 가능성이 가장 낮은 장소에 설치하여야 한다.

아울러, 폭발위험장소의 전기설비는 비폭발위험장소의 전기설비에서 요구하는 사항을 함께 준수하여야 하지만, 비폭발위험장소의 전기설비 요구사항을 가지고 폭발위험장소의 전기설비 요구사항으로 대체하는 것은 올바르지 않다. 즉 방폭기기는 일반전기설비보다 많은 기술적 검토가 요구된다.

물의 침투(IP 등급) 및 부식에 대한 보호가 요구되는 경우, 해당 추가 보호 조치 및 방법이 인증 받은 방폭기기 건전성에 악영향을 미치지 않아야 한다. 현장의 전기용량과 환경적 변수(해안가 염분을 포함한 해풍, 화학물질 노출 등)를 사전 검토하고 폭발위험장소에서 누출 물질의 자연발화 온도를 감안하여 방폭기기의 온도등급을 결정하여야 한다.

방폭기기로 인증 받은 제품은 IEC 60038에 따른 IEC 표준 전압으로 설계되어 있다. 만약 공급 전압이 이 표준 전압 범위를 벗어나는 경우에는 사용자는 세심한 사전검토 후 해당 전압에 적합토록 인증을 취득한 제품을 사용하여야 한다.

폭발위험장소에서 사용되는 기기는 KS C IEC 60079-14에서 요구하는 기본 요구사항과 방폭구조 구조별 추가 요구사항을 준수하여 선정 및 설치되어야 한다.

또한 방폭설비는 검사와 정비 시 접근이 쉽도록 설치 방식을 설계하고 적합한 기기 및 재료를 사용하여 설치하여야 하고 이에 관한 사항은 KS C IEC 60079-17를 참고한다.

연구개발 및 방폭기기를 사용할 수 없는 파일럿 플랜트(pilot plant)와 같이 예외적인 환경에서 사용되는 전기기기 및 설비는 관계 기관의 감독 하에 있고, 관계 기관의 안전요구사항을 만족하는 경우에 제한적으로 허용될 수 있으나, 이는 관계 기관의 사전 승인 여부 등이 필요하므로 KS C IEC 60079-14에서 허용하는 사항과 상이할 수 있다.

안전에 관한 조치 또는 조건, 제어 방법 등을 문서화하여 관리하여야 한다. 이 문서에는 폭발위험장소 구분부터 사용물질, 안전조치, 비상조치, 선정된 방폭기기와 그 선정 사유 및 폭발사고 시 외부 영향까지 폭발위험성에 영향을 미치는 모든 인자를 포함하여야 한다. 또한 관계 기관의 인·허가 요구사항에 따라 추가 서류가 요구될 수도 있다. 상세한 서류 요구사항은 인허가를 담당하는 관계 기관에 사전 확인, 검토가 필요하다.

방폭기기는 인증서 및 사용자 매뉴얼을 준수하여 설치하여야 한다. 교체 가능한 부품이 있는 경우는 해당 부품이 방폭구조와 정격에 적합한지를 확인해야 한다. 사용자는 기기 설치를 완료하고 처음 사용하기 전에 기기의 설치 상태를 확인하여야 하며 최초 검사는 KS C IEC 60079-17의 정밀 검사 등급으로 수행하여야 한다. 이에 관하여는 KS C IEC 60079-14 부속서 C에서 정하고 있다. 아울러 개정에 따라 부속서의 번호와 검사 세부항목이 상이할 수도 있으므로 항상 최신 규격에 따라 수행하여야 한다.

산업안전보건법에 따라 폭발위험장소에서는 반드시 인증을 취득한 기기만 설치, 사용이 허용되므로 KS C IEC 60079-14에서 명시하는 사항과 상이할 경우 법의 요구사항을 우선한다.
중고 제품 또는 수리한 제품을 사용하는 경우 반드시 제조사와 상의하여 최초 인증 당시와 동일한 방폭성능이 유지되고 있음이 확인되어야 하고, 만약 이를 확인할 수 없는 경우 안전인증기관에 문의하여 명확한 답변을 획득하여야 한다. 안전인증기관은 필요시 수리된 제품에 대하여 추가 시험을 요구할 수도 있다.
다만, IECEx 적합성 시스템에서는 서비스(검사, 수리)기관(Service Facilities)에 대한 스킴(Scheme)을 운영하고 있고, 서비스(수리)기관 인증을 취득한 기관은 IECEx Rule에 따라 승인받은 범위에 한하여 수리 작업을 수행할 수 있으며, KS C IEC 60079-19에 따른 표기법에

따라 수리된 제품임을 기기에 표시하여야 한다. 상세한 사항은 해당 표준을 참고하고 안전 인증기관의 확인이 필요하다.

6. 방폭기기의 표기에 관한 사항 이해

현장에서 종종 혼선을 일으키고, 지속적으로 문의하는 사항이 방폭기기 표기에 관한 사항이다. 국내에서는 고용노동부 고시에 따라 인증서가 발급되며, 고시는 2000년 초기 IEC 60079 시리즈를 기반으로 요구사항이 작성되어서 최근 국제방폭인증제도에서 사용하는 표기법과 차이가 있다.

국제방폭인증제도에서는 EPL(Equipment Protection Level, 기기보호등급)을 방폭구조 표기 맨 끝자리에 표기하여 다양한 방폭구조가 혼용되더라고 최종 기기보호등급이 0종, 1종, 2종 및 20종, 21종, 22종에 대응하여 쉽게 이해할 수 있도록 기재하고 있고, 최근 발행되는 인증서에는 고시에 따른 인증표기법도 KS C IEC 60079-0의 개정에 따라 EPL과 고시에 따른 표기법을 병기하고 있다.

가스에 의한 폭발위험지역에는 Ga, Gb, Gc로 0종, 1종, 2종에 대응하며 분진에 의한 폭발위험지역에는 Da, Db, Dc로 20종, 21종, 22종으로 대응한다.

아울러 IEC 61241 시리즈는 60079 시리즈의 각 방폭구조로 병합되고 폐지되었으며, 분진에 대한 방폭구조 tD는 용기에 의한 보호 개념으로 KS C IEC 60079-31에 따라 Ex t 구조로 표기하고 있다.

KS C IEC 60079-0에서 기기그룹의 분류는 I 그룹(광산), II그룹(가스·증기), III 그룹(분진)으로 분류되고 있으며 II 그룹은 IIA, IIB, IIC로 가스별로 세분되고, III 그룹은 IIIA(가연성 부유물), IIIB(비도전성 분진), IIIC(도전성 분진)으로 세분하고 있다.

기기 그룹별 세부 그룹을 정리하면 다음과 같다

기기 그룹	세부 그룹	대표가스·분진
I	-	메탄
II	IIA	프로판
	IIB	에틸렌
	IIC	수소
III	IIIA	가연성 부유물
	IIIB	비도전성 분진
	IIIC	도전성 분진

방폭구조별 세부 분류를 정리하면 아래와 같다.

방폭구조	세부 분류	허용 EPL	기존 표시
Ex d	Ex db IIA, IIB, IIC	Gb, Db	Ex d 1종용
	Ex dc IIA, IIB, IIC	Gc, Dc	Ex d 2종용
Ex e	Ex eb IIA, IIB, IIC	Gb, Db	Ex e
	Ex ec IIA, IIB, IIC	Gc, Dc	Ex nA
Ex i	Ex ia IIA, IIB, IIC	Ga	Ex ia
	Ex ib IIA, IIB, IIC	Gb	Ex ib
	Ex ic IIA, IIB, IIC	Gc	Ex nL
	Ex ia IIIA, IIIB, IIIC	Da	Ex iaD 20
	Ex ib IIIA, IIIB, IIIC	Db	Ex ibD 21
	Ex ic IIIA, IIIB, IIIC	Dc	Ex icD 22
Ex p	Ex pxb IIA, IIB, IIC	Gb	Ex px
	Ex pyb IIA, IIB, IIC	Gb	Ex py
	Ex pzc IIA, IIB, IIC	Gc	Ex pz
	Ex pxb/pyb/pzc IIA, IIB, IIC	Db, Dc	Ex pD
Ex n ※ IEC 개정으로 nA, nL은 ec, ic로 변경	Ex nC IIA, IIB, IIC	Gc	Ex nC
	Ex nR IIA, IIB, IIC	Gc	Ex nR
Ex t	Ex ta IIIA, IIIB, IIIC	Da	Ex tD A20
	Ex tb IIIA, IIIB, IIIC	Db	Ex tD A21
	Ex tc IIIA, IIIB, IIIC	Dc	Ex tD A22

방폭구조, 방폭기호, 근거 표준과 기기보호등급(EPL)을 정리하면 아래와 같다.

방폭구조	방폭기호	근거 표준	EPL
본질안전	“ia”	KS C IEC 60079-11	“Ga”
몰드	“ma”	KS C IEC 60079-18	
각기 EPL “Gb”에 맞는 2가지 독립된 보호구조		KS C IEC 60079-26	
광방사를 사용하는 기기와 송신시스템의 보호	“op is”	KS C IEC 60079-28	
특수 방폭구조	“sa”	IEC 60079-33	
내압용기	“d”	KS C IEC 60079-1	“Gb”
안전증	“e”	KS C IEC 60079-7	
본질안전	“ib”	KS C IEC 60079-11	
몰드	“m” “mb”	KS C IEC 60079-18	
유입	“o”	KS C IEC 60079-6	
압력	“p”, “px”, “py”, “pxb” 또는 “pyb”	KS C IEC 60079-2	

방폭구조	방폭기호	근거 표준	EPL
충전	“q”	KS C IEC 60079-5	
필드버스 본질안전 개념(FISCO)		KS C IEC 60079-27	
광방사를 사용하는 기기와 송신시스템의 보호	“op is”, “op sh” “op pr”	KS C IEC 60079-28	
특수 방폭구조	“sb”	IEC 60079-33	
본질안전	“ic”	KS C IEC 60079-11	“Gc”
몰드	“mc”	KS C IEC 60079-18	
비점화	“n” 또는 “nA”	KS C IEC 60079-15 또는 KS C IEC 60079-7	
통기제한	“nR”	KS C IEC 60079-15	
에너지 제한	“nL”	KS C IEC 60079-15	
스파크기기	“nC”	KS C IEC 60079-15	
압력	“pz” 또는 “pzc”	KS C IEC 60079-2	
광방사를 사용하는 기기와 송신시스템의 보호	“op is” “op sh” “op pr”	KS C IEC 60079-28	
특수 방폭구조	“sc”	IEC 60079-33	
몰드	“ma”	KS C IEC 60079-18	“Da”
분진방폭 (보호용기)	“ta”	KS C IEC 60079-31	
본질안전 (본질안전분진)	“ia” 또는 “iaD”	KS C IEC 60079-11 또는 KS C IEC 61241-11	
특수 방폭구조	“sa”	IEC 60079-33	
몰드	“mb”	KS C IEC 60079-18	“Db”
분진방폭 (보호용기)	“tb” 또는 “tD”	KS C IEC 60079-31 KS C IEC 60079-1 KS C IEC 61241-1	
압력분진방폭	“pD”	IEC 61241-4	
본질안전 (본질안전분진)	“ib” 또는 “ibD”	KS C IEC 60079-11 또는 KS C IEC 61241-11	
특수 방폭구조	“sb”	IEC 60079-33	
몰드	“mc”	KS C IEC 60079-18	“Dc”
분진방폭 (보호용기)	“tc” 또는 “tD”	KS C IEC 60079-31 KS C IEC 61241-1	
압력분진방폭	“pD”	IEC 61241-4	
본질안전 (본질안전분진)	“ic”	KS C IEC 60079-11 또는 KS C IEC 61241-11	
특수 방폭구조	“sc”	IEC 60079-33	
비고 새로운 방폭구조 기호와 그에 따른 기기보호등급은 KS C IEC 60079 관련 표준에 따라 추가하여 적용한다.			

7. 방폭기기의 선정에 관한 사항 이해

폭발위험장소에 방폭기기를 설치하여 설비를 구축하고자 할 때 아래와 같은 정보를 요구한다.

(1) 폭발위험장소 구분도(기기보호등급 요구사항 포함)

(2) 요구되는 전기기기 그룹 또는 세부 그룹에 적용되는 가스·증기 또는 분진 등급 구분
※ 그룹과 관련한 사항은 5절에서 명시하였으며, 기기의 그룹과 관련한 사항은 KS C IEC 60079-0, KS C IEC 60079-10-1(가스), KS C IEC 60079-10-2(분진)에서 상세히 다루고 있다.

(3) 가스나 증기의 온도등급 또는 최저발화온도
※ ISO/IEC 80079-20-1에서 각종 가스에 대한 특성을 다루고 있으며, 필요시 시험을 통하여 관련 특성을 분석해야 할 수도 있다.
※ 자연발화성 물질은 KS C IEC 60079-0에서 명시하는 바와 같이 방폭관련 표준의 범주에 해당하지 않음에 유의하여야 한다.

(4) 분진운의 최저발화온도, 분진 층의 최저발화온도
※ ISO/IEC 80079-20-2에서 각종 분진에 대한 특성을 다루고 있으며, 필요 시 시험을 통하여 관련 특성을 분석해야 할 수도 있다.

(5) 기기의 용도

(6) 외부 영향 및 주위온도

이외에도 피해 결과에 대한 위험성평가도 필요할 수 있다.

기기보호등급(EPL)과 허용 장소에 대하여는 아래의 표와 같다.

종별 장소	기기보호등급(EPL)
0	“Ga”
1	“Ga” 또는 “Gb”
2	“Ga”, “Gb” 또는 “Gc”
20	“Da”
21	“Da” 또는 “Db”
22	“Da”, “Db” 또는 “Dc”

상기의 표와 같이 Ga 기기는 Gb, Gc가 요구되는 장소에 사용할 수 있으나 Gc 기기는 보다

높은 EPL이 요구되는 장소에 사용할 수 없고, Da, Db 및 Dc에도 동일한 원칙이 적용된다.

또한, 기기 그룹과 가스, 증기 또는 분진 간의 허용 장소는 아래와 같다.

가스, 증기 또는 분진 분류 장소	허용 기기 그룹
IIA	II, IIA, IIB 또는 IIC
IIB	II, IIB 또는 IIC
IIC	II 또는 IIC
IIIA	IIIA, IIIB 또는 IIIC
IIIB	IIIB 또는 IIIC
IIIC	IIIC

그리고, 가스 또는 증기 발화온도와 기기 온도등급 간의 관계는 아래와 같다.

폭발위험장소 구분에 따라 요구되는 온도등급	가스 또는 증기의 발화온도(℃)	사용 가능한 기기 온도등급
T1	> 450	T1 - T6
T2	> 300	T2 - T6
T3	> 200	T3 - T6
T4	> 135	T4 - T6
T5	> 100	T5 - T6
T6	> 85	T6

KS C IEC 60079-0에서는 상기의 온도등급으로 우선적으로 구분하고 있으나, 사용자가 특정한 온도를 희망하는 경우 T500℃로 지정할 수도 있다. 다만, 국내에서는 흔하게 사용되는 표기법이 아님에 유의하여야 한다. 이러한 표기법을 사용할 때는 해당 지역의 가스 또는 증기 발화온도를 참고하여야 하고, 기기 온도등급 선정 시 오류는 폭발사고를 초래할 수 있는 위험성이 존재하게 되므로 각별한 주의가 필요하다. 따라서 물질의 자연발화온도가 명시된 ISO/IEC 80079-20-1를 사전 검토하여야 하며, 목록에 해당되지 않은 경우 해당 물질을 지정된 방법으로 자연발화온도를 측정하여야 한다.

가스지역에서 T6 ~ T1 표기법에 대하여 이해하기

방폭기기 사용자 그리고 방폭기기 제조자중 온도등급 결정시 혼선을 일으키는 경우가 많다.
상기 T6의 의미는 방폭기기의 최고표면온도가 절대 85℃를 넘지 않는다는 즉, 가장 낮은 에너지를 소비하여 발생되는 열이 낮으므로 T6는 물론, T5 ~ T1등급이 필요한 장소에도 모두 사용할 수 있다는 것을 의미한다.

NEC와 IEC 온도등급 비교표

Maximum Surface Temperature Codes

Maximum Surface Temperature °C (°F)	Identification Number NEC/CE T-Code	IEC T-Code
450°C (842°F)	T1	T1
300°C (572°F)	T2	T2
280°C (536°F)	T2A	
260°C (500°F)	T2B	
230°C (446°F)	T2C	
215°C (419°F)	T2D	
200°C (392°F)	T3	T3
180°C (356°F)	T3A	
165°C (329°F)	T3B	
160°C (320°F)	T3C	
135°C (275°F)	T4	T4
120°C (248°F)	T4A	
100°C (212°F)	T5	T5
85°C (185°F)	T6	T6

IEC에서는 T6~T1으로 온도등급을 구분하고 있지만, NEC T-Code는 좀 더 세분화 되어 있다.
IEC 표준에서도 중간에 해당하는 온도를 사용할 수 있다.
KS C IEC 60079-0:2017에서 5.3.2.2에서 그룹 II 기기(Group II electrical equipment)의 측정된 표면온도는 다음을 초과하지 않아야 한다.

- 부여된 온도등급(KS C IEC 60079-0:2017 표 2 참조), 또는
- **지정된 최고표면온도,** 또는
- 해당하는 경우, **의도된 특정 가스의 발화온도**

또한 방폭기기 표기와 관련된 KS C IEC 60079-0:2017 29.4 d)에서

d) 그룹 II 방폭기기의 경우, 온도등급을 나타내는 기호. 제조자가 두 온도 등급 사이의 최고표면온도를 표시하고자 하는 경우, **최고표면온도를 섭씨 온도로 단독 표시하거나 최고표면온도를 섭씨로 표시하고 괄호 안에 다음으로 높은 온도등급을 모두 표시할 수 있다.**
예를 들어, T1 또는 350 ℃ 또는 350 ℃(T1).

최고표면온도가 450 ℃보다 높은 그룹 II 방폭기기는 섭씨 온도로만 최고표면온도를 표시하여야 한다(예: 600 ℃).

그룹 II 방폭기기가 예로 여러 개의 주위온도 범위에 대하여 또는 외부 가열/냉각원(KS C IEC 60079-0:2017 5.1.2 참조) 등으로 모든 정보를 표시에 포함하기 어려운 경우, 다음과 같아야 한다.
모든 온도등급에 관한 정보를 인증서에 포함시키고 KS C IEC 60079-0:2017 29.3 e)에 따라 특정 사용조건을 나타내는 기호 “X”를 표시

즉, 온도등급을 지정하지 않고 특정한 온도와 상위 온도등급을 표기한다.
하지만 국내에서는 흔하지 않고 전 세계적으로 흔히 사용하는 표기법은 아니므로 주의가 필요하다.

아울러 방폭기기 설계 및 시험을 통한 인증 시에는 아래와 같이 적용됨을 참고하기 바란다.
[(설계 시) 사용 주위온도 + ΔT(최대표면온도-시험실온도)] < [T 등급 - 안전여유]
여기서 안전여유 (T6~ T3 : **5도**, T2, T1 : **10도**)을 적용.

분진 층의 경우, 아래와 같이 안전계수를 적용하여 선정하여야 한다.

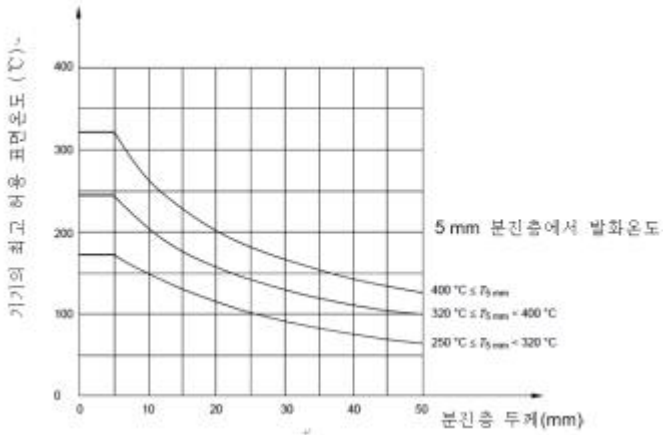
(1) 분진층 두께 ≤ 5 mm 인 경우

KS C IEC 60079-0에 따라 분진 층 없이 시험한 기기의 최고표면온도가 해당 분진의 5 mm 층 두께의 최저발화온도에서 75 ℃를 뺀 값 보다 작아야 한다.

$T_{max} \leq T_{5\ mm}$ - **75** ℃ (여기서 $T_{5\ mm}$는 두께 5 mm 분진층의 최저발화온도를 의미한다.)

(2) 5 mm < 분진층 두께 ≤ 50 mm 인 경우

최고 허용표면온도를 상기의 수식보다 낮추어야 하며, 아래를 참조한다.



좌측의 그림을 보면 T_{5mm}의 분진층 발화온도별로 분진층 두께가 증가함에 따라 기기의 허용 온도가 낮아진다. 이것은 분진층이 두꺼워 질수록 공기에 의한 냉각 효과가 감소하기 때문에 기기의 허용 표면온도를 낮추어야 함을 의미한다.

5mm 두께 분진층의 발화온도가 250℃ 미만이거나 상기 그래프를 적용함에 확정적 근거가 없다면, 실험을 통하여 발화온도를 검증하여야 한다.
시험방법은 ISO/IEC 80079-20-2에서 정한 방법에 따라 수행하여야 한다.

방폭기기 표기 방법에 따라 T_L로 하여 특정한 분진의 두께를 지정할 수도 있다. 이 경우에는 지정된 두께(L)에서 기기의 허용온도를 최소 75℃ 이상 낮게 제한하여야 한다.

기타 상세한 사항은 KS C IEC 60079-14를 참고한다.

7.1 방사에너지를 방출하는 기기의 선정 이해

방사에너지에 대하여는 KS C IEC 60079-0와 KS C IEC 60079-28에서 제한하고 있다. 인증 당시 검토된 범위를 초과하여 임의로 출력을 조정하여 사용하여서는 안 된다. 인증 제품은 최초 기술검토 단계에서 표준에서 요구하는 에너지 범위를 만족하는지 확인하고 있다.

	“Ga”, “Gb” 또는 “Da”, “Db”	“Gc” 또는 “Dc”
방사에너지	연속파 레이저 및 기타 연속파원인 경우 5 mW/mm^2 또는 35 mW	연속파 레이저 및 기타 연속파원인 경우 10 mW/mm^2 또는 35 mW
	최소 5초의 펄스 간격을 갖는 펄스 레이저 또는 펄스 광원인 경우 0.1 mJ/mm^2	펄스 레이저 또는 펄스 광원인 경우 0.5 mJ/mm^2
초음파에너지	연속파원의 경우 0.1 W/cm^2, 10 MHz	
	펄스파원의 경우 평균 출력 밀도 0.1 W/cm^2, 2 mJ/cm^2	

광, 파장 에너지가 점화원이 될 수 있을까?

KS C IEC 60079-0 및 KS C IEC 60079-28에서는 방사에너지에 대한 제한을 두고 있다. 점화원으로 동작하게 되는 요인은 아래와 같다

1. 방사에너지가 특정 지점으로 포커싱이 되는 경우, 에너지를 받은 물질은 가열되고 온도가 상승한다. 이로 인하여 점화원으로서 동작할 수 있다. 대표적으로 집속광원인 레이져를 예로 들 수도 있고, 여러 개의 광원이 상호 교차되는 지점 및 반사경에 의해 광원이 집속되는 경우가 해당될 수 있다.

2. 초음파에너지가 물질에 전달되면 물질은 진동을 하게 되는데, 해당 물질끼리 진동과정으로 인하여 마찰열이 발생할 수도 있다. 따라서 파동에너지로 인하여 점화원으로서 동작할 수 있게 된다.

7.2 방폭기기를 선정할 때 고려하여야 하는 외부요인

방폭기기 설계 시에는 아래의 조건을 감안하여야 하며, 해당 조건에서 시험을 실시하여 인증을 취득한다. 따라서 아래의 인자를 고려하여야 한다.

- 극저온 또는 고온 (용기 강성저하, 고온에서는 폭발 압력 증가)
- 태양 복사 (기후 변화에 따라 직사광을 받는 경우 용기의 사용온도가 증가)
- 압력 조건 (폭발 시 발생하는 압력은 가압상태에서 급격히 증가, 기타 용기 파열 등)
- 부식성 분위기 (재질에 따라 화학반응에 의해 재질이 연화, 부식에 의한 강도 감소)
- 진동, 기계적 충격, 마찰 또는 마모 (마찰열, 녹슨철과 산화알루미늄 충격 시 테르밋반응 발생, 마찰 또는 마모에 의한 구조 틈새 증가 등)
- 바람 (바람은 냉각효과를 가져오나 바람에 따라 특정지역에 분진이 많이 쌓일 수도 있음)

- 도장 공정 (방폭접합면에는 틈새 증가 요인이 되므로 도장재 부착금지)
- 화학물질 (접합면에는 부식성이 없는 구리스 도포만 허용)
- 물, 습기 (기기 오작동부터 다양한 고장 원인으로 작용)
- 분진 (회로 합선 등 영향을 미침, IP등급 관리 필요)
- 식물, 동물, 곤충 (회로 합선 등 영향을 미침, IP등급 관리 필요)

7.3 이동형, 휴대형 및 (개인) 착용형 기기 선정 관련 이해

방폭기기는 고정형, 이동형, 휴대형 및 (개인) 착용형 기기로 구분할 수 있다. 여기서 KS C IEC 60079-0 용어의 정의에 따른 각 기기 형태별 특징은 다음과 같다.

(1) 고정형(fixed) 기기 : 지지대에 고정된 기기 또는 통전 시 특정 위치에 고정된 기기
※ 대부분의 방폭기기가 고정형 기기에 해당

(2) 이동형(transportable) 기기 : 작동 중에 사람이 휴대하지 않거나 고정 설치를 의도하지 않은 기기
※ 휴대하기에는 무거워 이송바퀴가 있기도 한다.

(3) 휴대형(portable) 기기 : 작동 중에 사람이 휴대하는 기기, 핸드헬드(hand-held) 즉 손으로 쥐고 이동할 수 있는 기기
※ 스마트폰, 테블릿 및 각종 휴대할 수 있는 계측기

(4) (개인)착용형(personal) 기기 : 작동 중에 인체에 접촉하여 착용하는 기기
※ 스마트워치 등 인체에 접촉상태로 동작하는 기기
※ IEC TC31 Working Group2에서 EPL 표기를 PEP1, PEP2로 논의 중에 있다.

이동형, 휴대형, (개인)착용형 기기는 다양한 용도로 유연하게 사용할 수 있으므로 설계부터 사용 가능한 위험장소의 범위를 한정하고 있다. 별도의 보호 수단 없이 기기보호등급이 낮은 기기를 높은 기기보호등급(EPL)가 요구되는 장소에 반입할 수 없다. 예를 들어 2종 장소 용도로 지정되었다면 2종 장소에서만 사용되어야 하며, 1종 장소에는 반입할 수 없다. 또한, 배터리를 사용하는 기기는 대부분 배터리 교체 및 충전을 비위험지역에서 수행하도록 인증서에 명시되어 있는 경우가 많으므로 사용 시 주의가 필요하고 여분의 배터리는 적절한 보호조치 없이 폭발위험 장소로 반입해서도 안 된다.

배터리를 사용하는 기기는 대부분 본질안전 방폭구조에 적합하도록 설계된다. 본질안전 방폭구조는

KS C IEC 60079-11에서 상세한 요구사항을 명시하고 있으며, 배터리 사용에 대한 유의사항을 별도로 명시하고 있다. 배터리는 수소발생 가능성이 존재하여 적절한 배기조치가 요구됨을 유의하여야 한다.

> (개인)착용형 기기에 대한 기기보호등급(EPL) 표기 및 인증 요구사항
>
> 착용형 기기는 리튬 배터리 또는 대용량 커패시터를 동력으로 사용하고 있다. 다만, 개인의 손목, 몸에 직접 부착되어 고의로 해제하지 않는 한 신체와 접촉상태를 유지하게 되므로 IEC TC31 Working Group2에서는 별도의 요건을 정하여 인증없이 사용 가능여부에 대하여 논의하고 있다. 다만, 휴대폰 및 테블릿은 휴대용 기기로 분류되고 인증 요구사항은 본질안전 방폭구조의 요구사항이 적용되고 있으므로 현장에서 혼선하지 말아야 한다. 특히 휴대폰 등은 자유롭게 폭발위험장소를 2종에서 1종 지역으로 이동할 수 있는 위험성이 상존하므로 Working Group 2에서 최종안이 마련되기 전까지는 사용자 임의 해석 및 현장 적용은 점화원을 방치하게 되고 위험을 초래할 수 있으므로 각별한 주의가 필요하다.

7.4 회전 전기기기(전동기 등) 설비 설계 및 선정에 대한 이해

단독 기기로 가장 많이 현장에서 볼 수 있는 방폭기기 중 하나가 전동기에 해당된다. 방폭인증을 받은 전동기를 현장에 설치하고자 설계부터 시공까지 검토하여야 하는 다양한 인자 중 아래의 사항을 단계별로 확인하여야 한다.

(1) 기본 검토 사항

- 듀티 형식(duty type) (KS C IEC 60034-1 분류 기준 S1 ~ S10)
- 공급 전압 및 주파수 범위
- 외부 열전달(예를 들어 펌프로부터 전달되는 열)
- 베어링 및 윤활유 수명
- 절연 등급

> 전동기 듀티 형식별 특징(KS C IEC 60034-1 회전기기-제1부: 정격 및 성능에 따름)
>
> 본 해설에서 전동기 듀티 형식을 언급하는 이유는 현장에서 그 용도별 특징을 이해시키기 위함이다.
>
S1 : 연속 동작	S6 : 주기적 연속 운전
S2 : 단시간	S7 : 전기 제동을 포함한 주기적 연속 운전
S3 : 주기적 단속	S8 : 부하/속도 변화를 포함한 주기적 연속 운전
S4 : 기동을 포함한 주기적 단속	S9 : 비주기적인 부하/속도 변화를 갖는 운전
S5 : 전기 제동을 포함한 주기적 단속	S10 : 일정한 불연속 부하/속도를 갖는 운전
>
> ※ 추가적인 상세정보는 상기 KS C IEC 60034-1 표준을 참고하기 바란다.

전동기는 진동을 발생하므로 케이블 인입부는 진동으로부터 보호되어야 한다. 만약 전동기 인입부에 금속재 전선관을 직입으로 체결하면 진동에 의한 손상 및 방폭성능 저하를 초래할 수도 있다. 또한 전기 접속부의 불완전한 접촉에 의한 스파크 및 발열이 발생하지 않도록 확실하게 지정된 토크로 체결하여야 하고 체결상태가 잘 유지되는지 케이블 글랜드를 포함하여 정기적인 점검이 필요하다.

(2) 환경적 검토 사항

전동기 및 발전기는 냉각을 위하여 대량의 청정 공기를 필요로 하며, 냉각에 영향을 미치는 다음과 같은 환경 요인을 고려해야 한다. 또한 공기에 부식성(산 및 염기) 성분이 포함되지 않아야 한다. 부득이한 경우 재질 또는 특수한 도장재료를 선정할 필요가 있다.

KS C IEC 60034-5에서는 회전기기 외함의 보호등급 분류(IP 코드)를 정하고 있으며, KS C IEC 60529에 기반하여 작성되어 있다. NEMA(National Electrical Manufacturer's Association)에서는 아래와 같이 외함의 종류를 구분하고 있다.

NEMA(National Electrical Manufacturer's Association, 미국전기공업회)의 외함 종류 구분

TEFC(Totally Enclosed Fan Cooled Enclosures) : 팬에 의한 냉각과 가장 높은 수준의 밀폐
ODP(Open Drip-Proof Enclosures) : 팬에 의한 냉각, 다만 외부 환경에 영향이 없어야 함
TEFC/CACA : TEFC와 동일한 구조, 외부 공랭식 쿨러로 부터 차가운 공기를 내부로 유입
TEWAC : TEFC와 동일한 구조, 외부 수냉식 쿨러에서 차가운 공기를 내부로 유입
TEFV : TEFC와 동일한 구조, 강제로 외부 냉각 공기를 주입하는 방식으로 이물질 유입가능
TEAO(Totally Enclosed Air Over) : 자체 냉각팬을 부착하지 않고 배풍기, 송풍기 전동기와 같이 환기를 일으키는 공기가 전동기 외함을 흐르게 하여 냉각하는 구조
TENV(Totally Enclosed Non-Ventilated) : 냉각공기가 통하지 않는 구조로 전동기 자체 냉각방식

이외에도 Weather Protected Type I, II (**WP-I, WP-II**)로 공기의 오염도 수준과 눈과 비로부터 보호 여부에 따라 I, II로 구분하고 있다.
또한 NEMA(미국전기공업회)에서는 표준 전동기 정격을 정하고 있음 참고하기 바란다.

(3) 회전 전기기기 일반사항

현행 KS C IEC 60079-14에서는 공통사항이 5.11에 기재되어 있고, 일반사항은 11절에 기재되어 있다. 이것은 사용자로 하여금 혼선의 소지가 있어 향후 개정되는 IEC 60079-14는 회전 전기기기 관련 사항을 하나의 절로 통합하는 방식으로 변경될 예정이다. 본 해설서는 사용자의 이해 향상이 목적이므로 같은 장에 함께 서술한다.

(가) 과열(과전류)로부터 보호

전동기 및 발전기 등의 회전 전기기기는 제품의 특성상 발열이 존재한다. 특히 전동기는 기동할 때 높은 전류가 사용되고, 발전기는 단락 시 높은 단락전류가 흐르게 되어 적정한 과부하 보호조치가 없는 경우 점화원으로 동작할 수 있다. 과부하 보호조치는 다음중 하나를 만족시켜야 한다.

① 정격전류 이내, 3상 각각에 전류 의존형 시간지연 보호장치
(설정전류 1.2배에서 2시간 이내 작동, 1.05배에서 2 시간 이상 이내 작동하지 않을 것)

② 내장형 온도센서(RTD, Thermocouple, Thermistor 등)와 같은 직접적인 온도 제어장치

③ 기타 온도를 제어하는데 효과적인 장치

※ IEC 60079-14에는 효과적인 장치의 예시를 명확히 하지 않고 있다. 온도초과를 효과적으로 모니터링, 차단할 수 있는 명확한 근거를 가진 장치는 허용할 수 있다는 것으로 풀이할 수 있으나, 대부분 직접제어장치를 택한다.

(나) 내압방폭구조 “Ex d” 전동기를 컨버터(인버터)와 함께 사용하는 경우에는 다음 중 하나를 만족하여야 한다.

① 전동기와 컨버터를 하나의 일체품으로 처리하여 시험을 통하여 인증을 취득한 전동기로서, 사용가능한 컨버터에 관한 기술사항이 명확히 기재되어 있거나

② 컨버터와 일체로 하지 않고 단독으로 인증을 취득한 전동기의 경우, 전동기 기술문서에 명시된 내장 온도센서를 이용하여 전동기 내부온도를 직접 모니터링 및 제어 할 수 있거나, 온도등급을 초과하지 않도록 효과적인 제어장치가 있어야 하고 온도제어는 전력, 속도, 토크, 듀티 주파수 등을 고려하여 검증을 거쳐 문서로 기록, 보존하여야 한다. 보호장치 작동 시 전동기 전력은 차단되어야 한다.

베어링 및 윤활상태에 따라 전동기 축이 가장 높은 온도가 형성될 수도 있다. 일부 방폭전동기는 베어링 부위에 온도센서 및 진동센서를 부착하여 과열여부를 모니터링 한다.

EOCR 등과 같은 전류의존형 시간지연 보호장치만으로 과열방지를 위한 “효과적인 제어장치”로 간주하기 어려우므로 주의하여야 한다.

단자 박스가 안전증 “Ex e” 구조에 고주파 펄스의 출력을 가진 컨버터와 연결할 때, 고주파로 인하여 유도되는 전압, 전류에 의해 과전압 스파크 및 고온 발생에 유의하여야 한다.
즉, 사용 주파수, 전류를 사전 검토하여야 한다.

(다) 내압방폭구조 “Ex d” 전동기를 소프트 스타트[감압기동(soft starting)]와 함께 사용하는 경우에는 다음 중 하나를 만족하여야 한다.

① 소프트 스타트 장치 및 보호장치와 함께 일체품으로 처리하여 시험을 통하여 인증을 취득한 전동기이거나

② 일체품으로 시험을 통하여 인증을 취득한 전동기가 아닌 경우, 전동기 설명서에 명시된 내장 온도센서를 통해 직접 온도를 제어할 수 있는 수단(또는 기기)이 마련되어 있거나, 전동기의 외부 표면온도를 제한할 수 있는 그 밖의 효과적인 제어장치가 마련되어 있어야 한다. 그렇지 못한 경우 속도 제어장치를 통해 표면온도가 초과되지 않도록 제어할 수 있어야 한다. 온도 제어 또는 속도 제어의 효율성은 검증을 거쳐 문서화하여야 하고, 보호장치 작동 시 전동기 전력이 차단되어야 한다.

단자 박스가 안전증 “Ex e” 구조이며 고주파 펄스의 출력을 가진 컨버터와 연결할 때, 고주파로 인하여 유도되는 전압, 전류에 의해 과전압 스파이크 및 고온 발생에 유의하여야 한다.

(라) 안전증방폭구조 “Ex e” 전동기는 아래의 사항을 만족하여야 한다. 안전증 전동기는 구속시간 t_E 를 평가하여 인증을 취득하므로, 사용자는 제조자가 지정한 t_E 시간 이내에 전동기가 차단될 수 있도록 설치, 사용하여야 한다.

특히 기동 시 낮은 토크가 걸리는 델타결선 전동기의 경우 결상운전(1상 손실) 상태에서도 구동되므로 결상운전 상태를 쉽게 발견하지 못할 수 있고, 이때 전동기는 정상운전보다 높은 표면온도를 가질 수 있다. 따라서 상(phase) 불평형 보호장치를 설치하여야 한다.

전원의 자동 재투입(자동 재기동)은 재투입 동안 회전자 또는 절연 시스템에 스파크를 발생시킬 위험을 높일 수 있으므로 권장하지 않는다. 전동기가 반드시 자동으로 재 기동되어야 한다면 상(phase) 일치를 위한 시간 경과 후 재투입, 압력방폭구조 “Ex p” 및 과도전압 제한장치 등과 같은 추가적인 보호조치를 고려하여야 한다.

직입기동 중 전압강하가 발생하면 기동전류는 감소하고 기동시간(run-up time)은 증가한다. 비록 이러한 효과가 다소의 전압강하를 상쇄하겠지만, 만약 정격전압(Un) 대비 85 % 미만의 전압이 발생한다면 제조자는 기동 시 제한사항을 기술하여야 하고, 사용자는 이러한 상황이 초래되지 않도록 주의하여야 한다.

전류 의존형(전류형) 시간지연 보호장치, 내장형 온도센서 또는 온도를 제어하는데 효과적인 장치에 추가하여 보호 계전기는 아래의 사항을 만족하여야 한다.

- 각 상의 전류 모니터링
- 최대 부하 상태에서 과부하 발생 시 차단

기동이 쉽고 기동 횟수가 많지 않은 듀티 S1을 가진 전동기는 반한시 지연(inverse-time delay) 과부하 보호 계전기를 사용할 수 있다. 기동 듀티가 가혹하거나 빈번하게 기동하는 전동기에는 전동기 운전 파라미터에서 제한 온도가 초과되지 않도록 보호장치를 사용해야 한다. 기동시간이 t_E의 1.7배를 초과하면 기동 중에 반한시 계전기가 전동기를 차단시킬 수 있으므로 유의하여야 한다.

(마) 안전증방폭구조 “Ex e” 전동기의 권선 온도센서

권선에 내장된 온도센서는 전동기가 구속된 경우에도 과열을 방지할 수 있도록 기능이 정상적으로 동작되어야 한다. 내장 온도센서를 이용하여 온도를 제한 방식은 제조자 설명서에 명시된 경우로 한정한다.

(바) 안전증 회전 전기기기(안전증 전동기 등)의 전압이 1 kV를 초과하는 경우

KS C IEC 60079-14에 따르면 정격전압이 1 kV를 초과하는 회전 전기기기는 점화위험계수 표의 값을 반영하여 선정해야 한다. 점화위험계수의 총합이 6을 초과하는 경우에는 결로 방지용 스페이스 히터를 사용하여야 하며, 기동 시에 전동기내부에 폭발성 가스 분위기가 없도록 하기 위한 별도의 조치를 취해야 한다”라고 정의하고 있으나, 이 조건은 국내 고용노동부 고시(제2021-22호)의 안전증 구조요건과 상이함에 주의하여야 한다. 다만, 국내제조자는 제품성능을 위하여 고시에서 요구사항이 없더라도 정격 전압이 1 kV를 초과하는 안전증 방폭구조 전동기내부에 스페이스 히터를 부착하여 인증을 취득하고 있다. 따라서 점화위험계수 관련 사항은 제조자에게 문의하여 확인할 필요가 있다.

회전자의 점화위험계수

특성	값	인자
정격전압	> 11 kV	6
	> 6.6 kV에서 11 kV	4
	> 3.3 kV에서 6.6 kV	2
	> 1 kV에서 3.3 kV	0
사용 중 평균 기동 횟수	> 1회/시간	3
	> 1회/일	2

회전자의 점화위험계수(계속)

특성	값	인자
사용 중 평균 기동 횟수	> 1회/주	1
	≤ 1회/주	0
권선의 해체, 청소, 검사 사이의	> 10년	3

특성	값	인자
주기	> 5년에서 10년	2
	> 2년에서 5년	1
	< 2년	0
보호등급(IP)	< IP44 [a]	3
	IP44 및 IP54	2
	IP55	1
	> IP55	0
환경 조건	매우 더럽고 습함. [b]	4
	해변 실외 [c]	3
	실외	1
	청결 및 건조한 실내	0

[a] 청결한 환경에 한하며, 훈련된 인원에 의해 주기적으로 관리되어야 함.
[b] 살수소화설비(deluge system)가 설치된 구역이나 연안 지역의 개방형 갑판 등의 “매우 오염되고 습윤한” 장소
[c] 염분을 함유하는 분위기에 노출된 장소

💥1 kV를 초과하는 회전기기(전동기 등) KS C IEC 60079-7의 요구사항 정리

최신 KS C IEC 60079-7에는 1 kV를 초과하는 회전 전기기기의 점화 위험성에 대한 평가 요구사항이 추가되어 있다. 1 kV 초과 안전증 전동기는 결로 방지용 스페이스 히터가 필수로 장착되어야 하며, 1 kV 초과 및 점화위험계수의 총합 6 초과하는 경우, 기기보호등급 eb(1종 장소용)는 고정자 절연 시스템을 대상으로 임펄스 폭발시험과 정상상태에서 폭발시험 그리고 농형 회전자의 기동(또는 구속상태)에서의 폭발시험을 요구하고 있으며, 점화위험계수의 총합이 6 이하인 경우에도 고정자 절연 시스템을 대상으로 임펄스 폭발시험과 정상상태에서 폭발시험이 요구된다.

1 kV 초과하며 듀티 등급 S1, S2, S6, S9을 가진 ec구조(2종 장소용) 전동기의 경우는 점화위험계수와 관계없이 고정자 절연 시스템을 대상으로 정상상태에서 폭발시험을 요구하고 있으며,
1 kV 초과하고 100 kW 이상인 듀티 등급 S3, S4, S5, S7, S8, S10을 가진 ec구조(2종 장소용) 전동기의 점화위험계수 총합이 6을 초과하는 경우 기동 시 발생 가능한 폭발위험성을 감소시키기 위하여 농형 회전자를 대상으로 폭발시험이나 기동전 전동기 내부를 공기로 퍼징하여 폭발분위기를 제거 또는 정격의 300 % 미만에서 전류를 차단하는 안전조치를 취할 것을 요구하고 있다.

인증번호의 끝자리에 “X” 가 표기된 경우라면, 사용상의 특수조건(가스검지기의 설치 또는 전류차단 보호장치 설치)이 있으며, 제조자의 설명서에서 요구하는 설치사항을 충실히 이행하여야 한다.

※ 각 방폭구조는 설치지역에 따른 기기보호등급 EPL이 존재하며, 안전증 방폭구조는 eb(1종 장소용), ec(2종 장소용)로 세분되어 있다.

(사) 안전증방폭구조 “Ex e” 전동기가 컨버터로부터 전원을 공급받는 경우에는, 컨버터 및 보호장치와 함께 해당 듀티(duty)에 대해서 형식시험을 통하여 인증을 취득한 제품이어야 한다. 전동기는 정격 범위 내에서 사용해야 하며, 컨버터의 설정은 주파수 범위, 최소 반송 주파수, 기타 지정된 파라미터 등의 전동기 정격 정보에 부합하여야 하고 컨버터는

파라미터를 조정할 수 있는 구조이어야 한다.

영구자석을 이용하는 전동기의 경우 전원이 차단되면 관성력에 의하여 회전이 되면서 발전기 역할을 하게 된다. 이때 발생되는 전압이 전동기의 정격전압 범위를 초과하지 않도록 주의하여야 하고 해당 전압에 적합한 구조이어야 한다.

> 컨버터와 함께 인증을 취득한 제품에 정격에 관한 파라미터가 동일한 다른 컨버터를 사용할 수 있을까?.
>
> 이것에 관한 사항을 논하기 전에 컨버터의 기능과 종류를 파악하여야 한다.
> 컨버터는 전압과 전류를 변환하는 장치를 말하며, 컨버터는 AC→DC, DC→AC로, DC→DC, AC→AC로 전환하는 기기를 말하며 인버터는 DC를 AC로 전환하는 장치를 말한다. 즉 컨버터가 보다 포괄적인 용어에 해당한다.
>
> 상기와 같이 전환하는 대상이 다르며 적용되는 기술에 따라 PAM(Pulse Amplitude Modulation), PWM(Pulse Width Modulation, PPM(Pulse Position Modulation) 방식으로 구분한다. 따라서 인증취득 당시 사용된 컨버터와 동일 사양을 가진 형식이라면 호환성에 문제가 없으나, 안전증 방폭구조는 엄격한 온도제한이 중요하므로 타사의 컨버터를 사용하더라도 인증 시 검토된 온도 제한범위를 초과하지 않아야 한다.
>
> IEC에서는 제조자 설명서에 컨버터 파라미터를 명확히 기재토록 하여 타사 제품의 호환성을 언급하고 있으나, 국내고시에선 현장에서 오용, 남용을 차단하기 위하여 인증 당시와 동일한 컨버터만 인정하고 있음에 유의하여야 한다. 만약 기존 컨버터 고장으로 인하여 타사의 컨버터를 사용하고자 할 경우, 반드시 제조자가 기술검토를 수행하고 관련 자료를 첨부하여 인증기관 승인을 받아야 하는 사항임을 유의하여야 한다. 필요시 변경신고 절차를 통하여 인증서의 기재사항을 변경할 수도 있다.

(아) 안전증방폭구조 “Ex e” 전동기에 소프트 스타트[감압기동(soft starting)]를 사용하는 경우에는 다음 중 하나를 만족하여야 한다.

① 소프트 스타트 장치 및 보호장치와 함께 일체품으로 처리하여 시험을 통하여 인증을 취득한 전동기이거나

② 일체품으로 시험을 통하여 인증을 취득한 전동기가 아닌 경우(단 IEC 60079-7: 2015 또는 KS C IEC 60079-7:2015에 따라 관련 모든 시험을 실시한 전동기), 전동기 설명서에 명시된 내장 온도센서를 통해 직접 온도를 제어할 수 있는 수단(또는 기기)이 마련되어 있거나, 전동기의 외부 표면온도를 제한할 수 있는 그 밖의 효과적인 제어장치가 마련되어 있어야 한다. 그렇지 못한 경우 속도 제어장치를 통해 표면온도가 초과되지 않도록 제어할 수 있어야 한다.

온도 제어 또는 속도 제어의 효율성은 검증을 거쳐 문서화하여야 하고, 보호장치 작동 시 전동기 전력은 차단되어야 한다.

소프트 스타트는 짧은 시간 동안 전동기의 기동 시 사용되는 경우로 한정하며, 출력에 고주파 펄스가 발생하는 소프트 스타트 장치는 단자 박스에서 과전압으로 인한 스파크와 고열이 발생할 수 있음을 유의하여야 한다.

(자) 압력방폭구조 “Ex p”와 분진압력방폭구조 “pD”를 사용하는 전동기는 컨버터를 사용하는 경우와 소프트 스타트를 사용하는 경우로 구분한다.

컨버터를 사용하는 경우는 (사)의 요구사항과 동일하며, 소프트 스타트를 사용하는 경우는 (아)에서 요구하는 사항과 동일하니 (사), (아)를 확인하기 바란다.

(차) 분진방폭구조 “Ex t”를 사용하는 전동기는 크게 컨버터를 사용하는 경우와 소프트 스타트를 사용하는 경우로 구분한다.

컨버터를 사용하는 경우는 (사)의 요구사항과 동일하며, 소프트 스타트를 사용하는 경우는 (아)에서 요구하는 사항과 동일하니 (사), (아)를 확인하기 바란다.

(카) 비점화방폭구조 “Ex nA”를 사용하는 전동기는 크게 컨버터를 사용하는 경우와 소프트 스타트를 사용하는 경우로 구분한다. 다만, 고시에서는 nA구조가 최신 KS 및 IEC 표준에서는 안전증 구조로 병합되어 “ec” 구조로 표기됨에 유의하여야 한다.

컨버터를 사용하는 경우는 (사)의 요구사항과 동일하며, 소프트 스타트를 사용하는 경우는 (아)에서 요구하는 사항과 동일하니 (사), (아)을 확인하기 바란다.

전압이 1 kV를 초과하는 전동기는 점화위험계수의 총합이 6을 초과하는 경우에는 결로 방지용 스페이스 히터를 사용하여야 하며, 기동 시에 전동기 내부에 폭발성 가스 분위기가 없도록 하기 위한 별도의 조치를 취하여야 한다.
사용자가 취하여야 하는 별도의 조치(안전한 사용을 위한 조건)에는 전동기 기동전 환기, 기계 내부에 고정식 가스 감지기 설치 등이 사용 설명서 및 인증서에 기재될 수 있으므로 이를 참고하기 바란다.

7.5 등기구 선정에 대한 이해

등기구는 빛과 함께 발열을 일으키게 된다. 특히 메탈할라이드 램프와 고압 나트륨등은 특히 높은 온도를 발생하고, 반사판의 유무 및 위치에 따라 온도분포가 변경될 수 있으므로 사용자는 임의적으로 반사판 설치, 각도 수정 등 일체의 변경을 금한다.

고효율 에너지 기기로의 전환 시대에 따라 LED 등기구를 많이 선택하고 있으며 다양한 제품이 인증을 취득하여 현장에 설치되는데, 사용자는 제조자의 설명서를 숙지하고 설치형태에 따라 정확히 시공하고, 케이블글랜드 등으로 올바르게 마감하여야 한다.
옥외에 설치되는 등기구의 경우 돌풍, 태풍으로 인하여 파손위험이 있으므로 필요시 별도의 지지대 또는 벽체에 올바르게 시공하여야 함을 유의하여야 한다.

등기구는 설치 각도에 따라 최고온도를 형성하는 표면위치가 달라 질 수 있으므로 지정된 각도로만 설치하여야 한다. 특히 밝기를 높이려는 의도로 SMPS(Switching Mode Power Supply) 등 전원장치와 고용량의 램프로 변경하는 사례가 있는데, 이것은 엄격히 금지되는 사항이다. 방폭기기는 온도시험을 통하여 최고표면온도를 측정하고 이것을 바탕으로 하여 온도등급을 결정하므로 전원장치, 램프 등을 인증당시 보다 높은 용량의 제품으로 변경하면 인증서와 동일한 조건에 해당하지 않게 되므로 인증 무효의 상황을 초래할 수 있음에 각별한 주의를 기하여야 한다.

또한 대부분의 내압방폭구조 등기구에 사용되는 유리는 열강화 또는 화학처리를 통한 강화유리로 제작되어 있다. 따라서 임의로 형태, 사이즈가 일치한다는 이유로 강화유리가 사용된 등기구의 투광부를 일반 유리로 교체하지 않아야 한다. 방폭기기 시험항목 중 충격시험과 열충격시험은 투광성 부품(유리 또는 투광성 플라스틱)에 대하여 실시하며 충격강도는 높음과 낮음으로 실시하고, 내압방폭구조는 폭발기준압력의 1.5배 또는 4배의 수압을 이용한 강도시험까지 실시하고 있다.

※ 일부 등기구는 일반 유리 또는 투광성이 높은 플라스틱 소재가 사용되기도 하며, KS C IEC 60079-0의 요구사항에 따라 가드의 유무와 충격강도에 따라 높음, 낮음으로 하여 충격시험에 적합할 수도 있다. 그럼에도 일반 유리는 충격을 받을 경우, 큰 조각으로 파손되어 낙하물 발생 시 작업장 근로자에게 큰 부상의 초래할 수 있어서 방폭용 등기구 용으로 제한적으로 사용된다.

일부 강화유리는 자파 현상이 발생할 수 있다. 이것은 강화유리 제작 중 발생한 응력이 잔류하다가 스스로 파괴되는 현상을 말하며, 사용자는 정기적인 점검을 통하여 유리 파손여부를 확인하여야 한다.

형광등 및 전자식 안정기가 사용된 방폭구조 “e” 또는 “nA” 형식의 등기구는 온도등급 T5 또는 T6이 요구되거나 주변 온도가 60 ℃를 초과하는 곳에서는 사용할 수 없다. 이것은 형광등의 수명을 다할 때(End of Life, EOL) 필라멘트 부위가 붉어지며 고온을 발생할 수 있고 점화원으로 동작할 수 있는 가능성을 최소화하기 위한 조치이다.

※ 고시에서 nA 구조는 최신 KS 및 IEC 표준에서 “ec”구조로 표기됨에 유의

방폭기기에 저압나트륨 램프는 허용되지 않는다.

나트륨등은 내부 압력에 따라 저압과 고압으로 구분한다. 저압나트륨등의 특징은 주황색 빛을 가져 먼지, 안개 등에 대한 투과율이 좋고, LED 등에 비하여 벌레 등이 모이지 않는 장점이 있어서 터널과 같은 장소에서 많이 활용된다. 하지만 저압나트륨등은 구조의 특징상 램프가 깨지면서 누출되는 나트륨이 공기와 만나며 산화과정 중 점화 위험성이 높아 방폭기기용 램프로 허용되지 않는다.

7.6 플러그 및 소켓 선정에 대한 이해

0종 장소, 20종 장소에는 플러그 및 소켓을 사용할 수 없다. 이러한 용도의 방폭기기는 내압방폭구조 또는 안전증 방폭구조가 적합하며, 미사용 시 먼지 등 이물질이 소켓 내부로 유입되어 접촉 불량에 따른 스파크 발생 가능성을 최소화하기 위하여 이탈방지용 스트립과 함께 마개가 장착되어 있으므로 사용 중에만 개방하고 미사용 시는 마개를 이용하여 소켓의 접점부를 보호하는 것이 올바르다. 만약 의도치 않게 마개가 열린 상태로 방치될 때 먼지 등의 유입을 차단하고자 수직 방향 대비 60° 이하로 개구부를 설치하고, 기기 제조자는 이 경우를 포함하여 최초 설계에 반영하는 것이 바람직하다.

7.7 2차 전지 및 배터리 충전에 대한 이해

충전을 통하여 재사용이 가능한 전지를 2차 전지라고 한다. 방폭기기 제조자 및 인증기관이 폭발위험장소 내에서 충전을 허용하는 경우를 제외하고는 원칙적으로 비폭발위험장소에서 충전을 실시하여야 한다. 또한 환기구를 가진 배터리라면 설치 작업 중 환기구가 막히지 않도록 유의하여야 한다.

7.8 RFID 태그 선정, 설치 및 사용에 대한 이해

수소 또는 산소를 만드는 고전류 전기분해 공장 등에서 1 A/m 또는 3 V/m의 실횻값(RMS)을 초과하여 높은 전자기장이 존재하는 환경에서는 RFID 태그를 사용할 수 없다. 인증을 취득한 RF 판독기를 통하여 전력을 공급받아 통신하는 수동형 RFID 태그는 본질안전 방폭구조에서 정하는 단순기기 요건을 만족하는 경우에 한하여 인증 없이 사용할 수 있으나, 0종 장소와 20종 장소에는 기기와 함께 인증 받은 RFID만 사용하여야 한다.

수동 RFID 태그는 제조자가 별도로 지정하지 않은 한 주위온도 $T_{amb} \leq 40$ ℃에서 온도등급은 T6, 주위온도 $T_{amb} \leq 60$ ℃에서 온도등급은 T5로 간주할 수 있고, 태그는 회로에 손상을 주지 않는 방법으로 부착하여야 하되 접착제를 사용할 경우 이탈을 방지할 수 있도록 접착제 및 태그의 사용온도를 감안하여야 한다.

7.9 가스 감지기 선정, 설치 및 사용에 대한 이해

가스 감지기 관련 성능에 대한 요구사항은 KS C IEC 60079-29-1에서 다루고, 선정 및 설치에 관한 사항은 KS C IEC 60079-29-2에서 자세히 다루고 있다. 아울러 기능안전과 관련된 사항은 IEC 60079-29-3 그리고 Open path 감지기에 관한 성능 요구사항은 IEC 60079-29-4에서 다루고 있다.

사용자는 완성된 기기로서 인증을 취득한 가스 감지기를 설치하여야 함을 유의하여야 한다. 국내 고시는 현재 방폭기기로서의 성능 관련 사항을 시험 및 평가하여 인증을 취득하도록 정하고 있으므로 IEC 및 KS에서 요구하는 감지기로서의 성능과 기능안전에 대한 사항은 IEC의 요구사항을 따른다.

8. 전기가열(히터 등) 시스템 선정, 설치 및 사용에 대한 이해

8.1 일반사항



일반적인 방폭히터는 좌측 그림과 같다. 다만, 발주사의 요청에 따라 자켓외함은 기존 설비를 이용하기도 한다.

(1) 온도컨트롤 : 히터의 발열온도를 제어하기 위한 부품으로 안전증 또는 내압방폭구조로 설계된다. 또한 온도컨트롤이 터미널박스에 내장되기도 하며, 일부 제품의 경우 사용자의 설치 옵션으로 방폭기기 제조자는 설치에 관한 정보만 제공될 수도 있다.

(2) 터미널박스 : 외부의 전력을 연결할 수 있는 터미널 단자를 내장한다. 터미널 단자는 트래킹(Tracking) 현상에 의한 누전으로 스파크 위험성이 존재할 수 있으므로 제조자는 설계부터 트래킹지수(Tracking Index)의 요구사항을 만족하는 부품을 채용하여야 하며, 발열히터 접속부에 직결 방식으로 설계된 기기는 전력케이블 체결 시 사용자 설명서를 준수하여 접속하고 케이블에 추가 장력이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

(3) 슬리브(튜브) : 발열히터에서 전달되는 열을 냉각시키고 플랜지와 터미널박스를 지지하기 위한 가이드 튜브에 해당한다.

(4) 발열히터 : 통상 발열히터는 스테인리스 튜브 내부의 니크롬선을 산화마그네슘(MgO)으로 충진하여 절연하는 구조를 택하고 있다. 또한 제품에 따라 고온부에 온도감지 센서를 부착하기도 한다.

(5) 히터외함 : 가열하고자 하는 유체가 외부로 누출되지 않도록 하기 위한 외함으로서 통상 Inlet과 Outlet을 가지고 있다.

이외에도 다양한 디자인을 가진 히터가 유체의 가열을 목적으로 설계, 인증을 취득한다.

8.2 누전차단기 설치

누전차단기 설치에 관한 사항은 안전보건규칙과 한국전기설비규정에서 상세하게 기재하고 있으며, 이를 따라야 한다.

전동기 결로방지 히터처럼 완성품이 아닌 별도로 인증을 취득한 구성품으로서 설치하는 경우 과전류 보호 외에, TT 또는 TN 시스템의 경우 누전차단기를, IT 시스템의 경우 절연 감시 장치를 설치하여야 한다. 대부분의 히터 제조자는 기기 내부에 과전류 보호 및 누전차단기를 내장하지 않고, 현장 구성하도록 설계되고 있다.

※ 누전차단기 : RCD(Residual Current Device), RCCB(Residual Current Circuit Breaker), ELCB(Earth Leakage Circuit Braker)로 영문으로 표현되며, RCD라는 용어는 주로 영국에서 사용되고 있다.

8.3 온도모니터링 및 온도제한

(1) 온도모니터링

인증 당시 온도 보호장치를 내장하지 않고 현장에서 추가 설치해야 하는 경우, 다른 운전온도 컨트롤러와 독립적이어야 하고, 직접 또는 간접적으로 전기 가열 시스템의 전원을 차단할 수 있어야 한다. 또한 보호장치 재설정은 수동으로만 가능해야 한다.
온도 모니터링 시스템에 적용되는 요구사항을 정리하면 아래와 같다.

온도 모니터링 시스템 요구사항

전기 기계식 고온 스위치	프로세서 제어 고온 스위치
도구를 사용해야 재설정 가능	사용자 코드가 있어야 재설정 가능
수동 재설정	제어장치 접근 권한이 있는 사람만 재설정 가능
정상 작동 조건에서만 재설정 가능	정상 작동 조건에서만 재설정 가능
설정 접근 제한	하드 와이어드 점퍼(hard wired jumper) 및 제조자 코드가 있어야 온도등급 설정 가능
다른 컨트롤러와는 독립적	다른 컨트롤러와 독립적
감지기 페일세이프(fail-safe) 기능 (예를 들면 모세관 튜브 파열)	100 % 센서 모니터링

(2) 온도제한

히터는 가동 중 온도등급을 절대 초과하지 않아야 한다.
히터는 다양한 인자에 의하여 설계온도를 초과할 수 있으므로 사용자는 아래 열거된 사항을 인지하고 사용 시 주의를 기하여야 한다.

- 주위온도 범위
- 매체의 입구 및 출구 온도 또는 가열 대상물(workpiece)의 온도
- 가열 매체 종류, 물리적 특성(열전도도, 비열 용량, 동점도, 프란틀 수, 상대밀도)
- 온도등급
- 열 출력
- 매체의 물리적 특성(유속, 공급 전압, 허용 표면온도에 따라 달라지는 열전파)
- 가열 유닛의 형상(개별 가열 요소의 배열, 입사각, 열전달)

8.4 안전장치 요구사항

현장에서 구성되는 안전장치는 아래의 사항을 감지하고 이상발생시 전원을 차단하여야 한다.

(1) 히터의 온도 또는 해당되는 경우 바로 인접한 주위의 온도, 또는

(2) 히터의 온도 또는 주변 온도 및 하나 이상의 다른 파라미터로 그 예시는 아래와 같다.

- 액체의 경우, 레벨을 모니터링하여 가열장치가 액면 아래 50 mm 이상 깊이를 유지 및 보장(액면 위로 노출되어 운전시 과열될 수 있다.)
- 가스 및 공기와 같은 유동 매체는 최소 유량을 모니터링, 최소 이상을 유지
- 가열장치를 고정하거나 필요시 열전도성 시멘트 등을 사용, 열전달을 보장

기기보호등급(EPL)에 따라 안전장치는 아래의 기능을 가져야 한다.

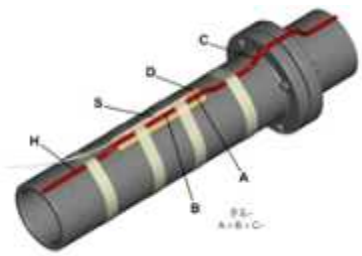
“Gb” 또는 “Db”가 요구되는 장소의 안전장치	“Gc” 또는 “Dc”가 요구되는 장소의 안전장치
저항가열장치 또는 유닛의 전원을 직접 또는 간접적으로 차단	저항가열장치 또는 유닛의 전원을 직접 또는 간접적으로 차단하거나, 항상 사람이 있는 장소에서 확인할 수 있는 경보 장치 제공

안전장치로부터의 정보가 지속적으로 모니터링이 되는 경우를 제외하고, 안전장치 재설정은 앞서 설정된 공정 조건으로 복귀된 이후 수작업으로만 가능해야 한다. 또한 센서 고장을 감지하여, 제한 온도에 도달하기 전에 가열장치의 전원이 차단되어야 한다.

안전장치의 조정(adjustment)은 잠금 및 밀봉되어야 하며 사용자가 임의로 변경할 수 없도록 조치되어야 한다.

써멀 퓨즈(thermal fuse)가 사용된 제품의 써멀 퓨즈를 교체할 때는 반드시 제조자가 지정한 부품만 사용해야 한다.

8.5 전기 트레이스 히터 시스템





동파방지를 목적으로 사용되는 트레이스 히터도 인증을 취득한다. 금속재(스테인리스 스틸 등)로 제작된 트레이스 히터의 경우 안전증 방폭구조로 주로 설계하였으나, 최근 실리콘 히터와 같은 유연성을 가진 히터의 경우 IEC 60079-30-1에 따른 개별 표준의 요구사항을 충족하는 제품으로 설계하며, 니크롬선의 저항에 의한 발열과 달리 고분자발열체 자체적으로 온도조절 상승을 제한하는 제품이 주류이다. 가열원리는 인터넷검색을 참고한다.

트레이스 히터 시스템은 각각 인증 받은 구성품을 가지고 최종 완성품 인증을 취득한다

안전인증 고시는 안전증 구조의 요구사항에 따라 평가하여 인증서를 발급하지만, KS C IEC 60079-30-1 및 최신 IEC 60079-30-1의 요구사항 또한 참고하고 있다.
트레이스 히터 시스템은 히팅 케이블, 각종 박스 및 부품류가 각각 인증을 우선 취득하여야 하고, 최종 완성품(시스템)으로 구성, 평가된 인증서가 발행되어야 한다. 일부 현장에서는 부품 인증서만을 가지고 현장에서 자의적으로 해석하여 히팅 시스템을 구성하는 오류를 범하기 쉬우니 각별히 주의하여야 한다.

트레이스 히터 시스템의 외부 금속 커버, 금속 브레이드 또는 기타 그와 동등한 도전성 물질은 효과적인 접지 경로를 제공하기 위하여 접지 시스템에 연결되어야 하고, 접지시스템의 경로 상 부식성 증기 또는 액체에 노출될 우려가 있는 경우, 재료의 내화학성을 고려해야 한다.

스테인리스강 형식의 브레이드 및 피복은 일반적으로 저항이 높으며 효과적인 접지 경로를 제공하지 못할 수 있다. 이런 경우 대체 접지 수단 또는 접지 보호를 위한 보완 수단을 고려해야 한다.

전기 트레이스 히터 시스템에 대한 추가요구사항은 KS C IEC 60079-14의 부속서 F에서 제공하고 있으며, 전기 트레이스 히터 시스템은 KS C IEC 60079-30-1에 따라 시험 및 인증

받은 제품이어야 하며, KS C IEC 60079-30-2 설계, 설치 및 유지관리를 만족하여야 한다.

9. 위험한(점화성) 스파크로부터의 보호에 대한 이해

9.1 경금속 사용에 따른 스파크 위험성

구매한 방폭기기를 현장에 설치할 때 케이블 트레이, 각종 브라켓, 전선 가요관 및 필요 시 추가 외함을 사용하게 된다. 이때 사용되는 자재가 금속으로 되어 있는 경우 다음과 같은 사항에 주의하여야 하며, KS C IEC 60079-0의 재료의 제한과 동일하다.

(1) 기기보호등급 “Ga(0종)”에 설치하는 경우

마그네슘, 티타늄 및 지르코늄의 합계가 7.5 %를 초과하지 않으면서 알루미늄, 마그네슘, 티타늄 및 지르코늄의 합계가 10 % 이하 이어야 한다.

(2) 기기보호등급 “Gb(1종)”에 설치하는 경우

마그네슘, 티타늄 및 지르코늄의 합계가 7.5 % 이하 이어야 한다.

(3) 기기보호등급 “Gc(2종)”에 설치하는 경우

특별한 금속재료 제한사항은 없음.

(4) 기기보호등급 “Da(20종) 및 Db(21종)”에 설치하는 경우

마그네슘, 티타늄 및 지르코늄의 합계가 7.5 % 이하 이어야 한다.

(5) 기기보호등급 “Dc(22종)”에 설치하는 경우

특별한 금속재료 제한사항은 없음.

상기 요구사항은 방폭기기 설계부터 적용되는 재료의 제한사항으로서, 방폭기기와 관련된 금속재료에 공통으로 적용되므로 주의하여야 한다. 금속간의 마찰 또는 진동에 의한 충돌 시 발생 가능한 테르밋 반응에 의한 스파크 위험성을 엄격히 통제하기 위함이다.

9.2 통전부에서 스파크 위험성

본질안전구조 또는 에너지제한 방폭구조(nL)는 전기에너지를 엄격히 제한하는 설계방식으로서 통전부에서 스파크를 발생하지 않지만, 그 외의 방폭구조에서는 나도체와 접촉 시 스파크를 발생할 수 있는 위험성이 있다. 아울러 터미널 단자의 부실한 체결도 스파크 또는 접촉저항 증가에 따른 고온 발열 위험성이 있음을 주의하여야 한다.

전기에너지를 제한하는 본질안전구조의 제품일지라도 두 개 이상의 회로를 병렬로 사용자가 임의적으로 배열할 경우 설계된 에너지 제한 값을 초과하여 스파크를 발생할 수도 있다. 설계 시 부터 병렬구성을 허용하는 제품이 아니라면, 임의적으로 병렬구성은 허용되지 않음을 주의하여야 한다.

9.3 노출 충전부 및 외부 도전부에서의 스파크 위험성

(1) 일반사항

본질안전, 에너지제한 방폭구조와 같이 접지 및 등전위 본딩을 제한(갈바닉 절연)하는 경우를 제외하고 방폭설비는 원칙적으로 접지와 등전위 본딩이 유지되어야 한다. 교류 1,000 V, 직류 1,500 V 이하의 저압전기설비는 다음의 기준을 따라야 하며, 기타 상세한 사항은 KS C IEC 60364 시리즈를 참고하길 바란다.

(2) TT, TN, IT 시스템 접지

저압전기설비의 시스템 접지에서 TT, TN(TN-C, TN-S), IT 의미는 아래와 같다.

제 1 문자	제 2 문자	제 3 문자
T	T	
T	N	C
		S
I	T	

- **제 1 문자**(전원계통과 대지 간의 관계)

T : 프랑스어로 Terra 대지를 의미하며, 대지의 1점에 접지하는 것을 말함

I : 절연(Insulation)을 의미하며, 대지와 완전히 절연하거나 임피던스(교류회로에서 저항)를 통하여 대지의 1점에 접지하는 것을 말한다.

- **제 2 문자**(노출도전부와 대지 간의 관계)

T : Terra를 의미하며, 도전성 노출 도전부를 대지에 직접 접지하는 것을 말함

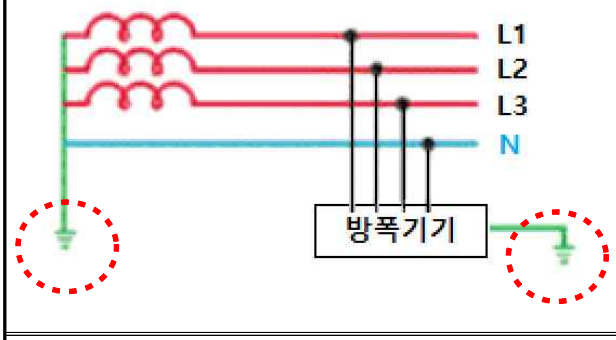
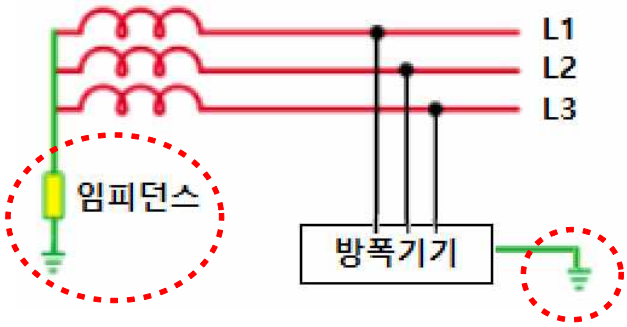
N : Neutral을 의미하며, 중성선에 접지하는 것을 말함

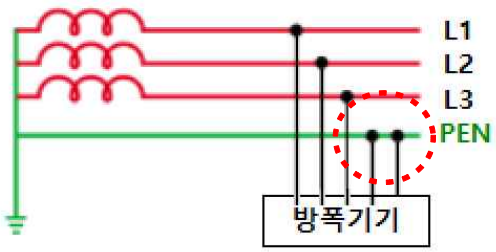
- **제 3 문자**(중성선과 보호도체 간의 관계)

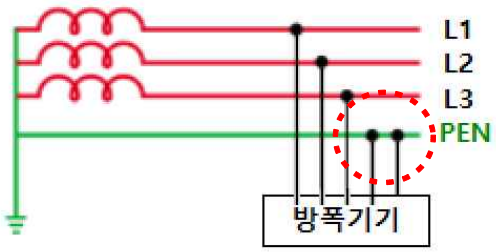
C : Combined를 의미하며, 중성선과 보호도체가 조합된 상태로 단일 도체에 연결하는 것을 말함

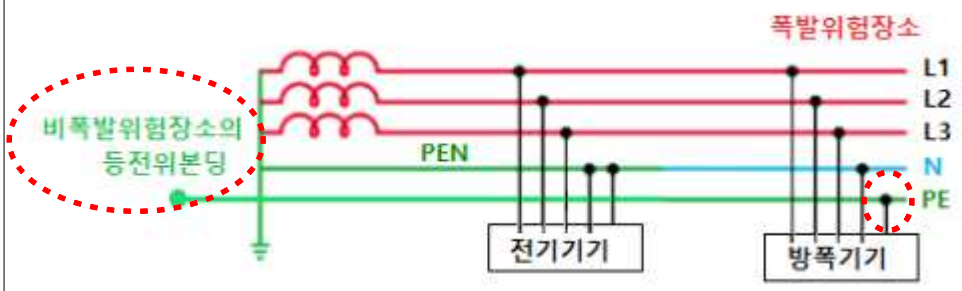
S : Separated를 의미하며, 중성선과 보호도체를 개별적으로 연결하는 것을 말함

PE : Protective Earthing으로 보호도체를 의미하며, PEN은 PE와 N을 조합한 것을 말한다.

	
TT 시스템 누전차단기로 보호	**IT** 시스템 1차 지락사고 감지용 알람 또는 전원차단 장치 설치

TNC 시스템	 TNC 시스템은 방폭기기에 **허용되지 않는다**

TNS 시스템	 방폭지역에서 접지는 **TNS 방식만 허용**된다

TNC + TNS 시스템	 TNC에서 TNS로 변경되는 지점에서 보호 도체를 비폭발위험 장소의 등전위 본딩 시스템과 접속하여야 한다. ※ 방폭지역에서는 TNC 시스템이 허용되지 않으므로 전기기기로 표현하였으며, **방폭기기는 TNS 시스템으로 구성**한다. **※ 향후 개정본에서는 현장의 혼선을 차단하고자 TN시스템을 사용하는 경우, TNS만 허용하는 것으로 개정될 예정이다**

(3) SELV 및 PELV 시스템

안전특별저전압(SELV) 시스템은 KS C IEC 60364-4-41 표준의 414 요구사항을 따라야 한다. SELV의 통전(활선)부는 접지하지 않거나, 타 통전부나 다른 회로를 구성하는 보호 도체 등에 접속하지 않아야 한다. 노출된 도전부를 전자파 적합성 등과 같은 이유로 접지를 하거나 하지 않을 수 있다. 제조자 설명서에 따라 설치하여야 한다.

보호특별저전압(PELV) 시스템도 KS C IEC 60364-4-41 표준의 414를 준수하여야 하며, 모든 노출 도전부는 공통 접지(및 등전위) 시스템과 연결하여야 한다.

SELV 및 PELV용 안전 절연 변압기는 KS C IEC 61558-2-6 표준을 따라야 한다.

(4) 전기적 분리

방폭기기 한 개 품목에만 전원을 공급하기 위해서는 KS C IEC 60364-4-41 표준의 413에 따라 전기적 분리를 하여야 한다.

(5) 폭발위험장소 상부에 설치된 비방폭전기기기

점화원이 될 가능성이 있거나 고온 입자 또는 고온 표면을 생성할 수 있는 비방폭전기기기 및 전기회로 접속부가 폭발위험장소 상부에 존재하는 경우 특별한 주의가 필요하다. 이런 경우 해당 기기를 완전히 밀폐시키거나 적절한 보호 또는 차폐 조치를 통해 해당 기기 또는 고온 입자가 폭발위험장소로 낙하하지 않도록 해야 한다.

위험성 평가 시 기기 또는 전기회로 접속부를 포함하여 해당 부품의 손상 또는 고장으로 인하여 폭발위험장소로 낙하되고 점화원으로 동작될 수 있는 모든 가능성을 고려해야 한다.

이러한 위험성을 가진 제품은 아래와 같다.

- 아크, 스파크 또는 고온 입자를 생성할 수 있는 퓨즈, 스위치, 플러그 및 소켓
- 미끄럼 접촉 또는 브러시가 있는 전동기 또는 발전기
- 아크, 스파크 또는 고온 입자를 생성할 수 있는 히터, 발열체 또는 기타 기기
- 모든 형태의 방전 등기구용 안정기, 커패시터 및 시동 스위치와 같은 보조 기기
- 모든 노출된 램프
- 지지되지 않는 모든 케이블

등기구 관련에서 위험성을 언급한 저압 나트륨 방전 램프는 폭발위험장소 상부에 설치할 수 없으므로 각별한 주의가 필요하다.

9.4 등전위 관련 사항에 대한 이해

폭발위험장소에서 방폭기기는 등전위가 유지되어야 한다. 등전위가 유지되지 않을 경우 전위차가 발생한 부위에서 스파크가 발생될 수 있는 위험성이 높기 때문이다. 또한 등전위 결속부는 단단히 고정하여야 한다. 불량한 체결은 전위차에 의한 부식과 최악의 경우 스파크 발생을 초래할 수도 있다.

TN 시스템에서 비폭발위험장소의 케이블의 외장(Armored)과 스크린(Screen)에만 접지를 구성하면 반대편, 즉 폭발위험장소에 존재하는 케이블의 말단부에서 스파크가 발생할 수 있다. 따라서 케이블의 외장과 스크린은 하나의 도선으로 간주하여 미사용 심선의 처리 절차에 따라 접지하거나, 방폭구조에 적합한 단말처리 방식으로 절연 조치하여야 한다. 절연테이프 등으로 감는 것은 바람직한 조치방법이 아니므로 유의하여야 한다.

본질안전 또는 에너지 제한 기기의 금속 용기는 제조자 설명서에서 본딩을 요구하지 않는 한 별도의 등전위 본딩 시스템과 연결할 필요는 없으며, 음극방식(Cathodic protection)을 위해 특별히 설계된 등전위 본딩 시스템이 아닌 한, 음극방식이 되어 있는 기기를 본딩 시스템에 접속하지 않아야 한다.

현장에서는 드럼 취급, 이동용 차량 등의 등전위를 만들기 위하여 임시 본딩 조치를 할 수 있다. 이때 각 금속부 간의 저항은 1 MΩ 미만을 유지하여야 하고, 4 mm^2 이상의 단면적을 가진 전선을 사용하여야 한다.

또한 본딩이 잘 유지되는지를 모니터링하기 위한 방폭기기도 존재하므로 이러한 기기를 현장에서 적용할 수도 있다.

9.5 정전기로 인한 위험성에 대한 이해

인증 받은 기기에 추가하여 배선 및 보호 목적으로 외부에 플라스틱 덮개가 부착된 케이블 트레이, 플라스틱 설치판, 플라스틱 내환경 보호재 및 용기 등 비금속 재료를 설치하는 경우 정전기로 인한 스파크 위험에 주의하여야 한다. 또한 금속재로 제작된 기기에 도장, 페인트, 필름, 포일 등도 정전기 위험을 발생시킬 수 있다. 보통 유리에는 정전기가 쉽게 축적되지는 않는다.

(1) 기기보호등급 “Ga”, “Gb” 및 “Gc”가 요구되는 장소에서 정전기 방지

정전기 축적을 방지하기 위하여 표면저항이 낮은 재료를 선정하여야 한다. 비금속재질이 사용되는 경우, KS C IEC 60079-0(일반요구사항)의 시험방법으로 표면저항을 측정하여 아래의 값 이하 여부를 확인하여야 한다.

- (50 ± 5) % 상대습도에서 측정 시 1 GΩ 이하 ($\leq 10^9$ Ω)
- (30 ± 5) % 상대습도에서 측정 시 100 GΩ 이하 ($\leq 10^{11}$ Ω)

또한, 정전기 축적을 제한하기 위하여 아래 표에 따른 표면적 제한을 초과하지 않아야 한다.

설치 및 보호부의 표면적 제한(mm^2)			
기기보호등급	그룹 IIA	그룹 IIB	그룹 IIC
EPL Ga	5,000	2,500	400
EPL Gb	10,000	10,000	2,000
EPL Gc	10,000	10,000	2,000

여기서, 표면적을 산출할 때는
- 판재의 경우, 노출된(정전기 축적 가능한) 면적
- 곡면이 있는 경우, 면적을 최대로 하는 투영면적
- 개별 비금속부의 경우, 도전성 접지 프레임으로 분리된 경우 개별 평가

다만, 비금속 재료의 노출면이 접지된 도전성 프레임에 의해 둘러싸여 접촉되어 있는 경우 상기 표의 표면적 값이 4배 늘어날 수 있다. 튜브, 막대, 로프 등과 같이 비금속 표면이 있는 긴 부재의 경우, 그 지름 또는 너비는 아래 표의 기준치를 초과하지 않아야 한다. 다만, 외부 회로 연결용 케이블에는 이 요구사항이 적용되지 않는다.

설치 및 보호부 최대 지름 또는 너비(mm)			
기기보호등급	그룹 IIA	그룹 IIB	그룹 IIC
EPL Ga	3	3	1
EPL Gb	30	30	20
EPL Gc	30	30	20

도전성 표면에 페인트 등 비금속층의 두께는 아래의 기준 값을 초과하지 않아야 하며, 비금속층의 두께를 제한하여 정전기 축적 가능성을 감소시킨다.

설치 및 보호부의 비금속층 두께 제한(mm)			
기기보호등급	그룹 IIA	그룹 IIB	그룹 IIC
EPL Ga	2	2	0.2
EPL Gb	2	2	0.2
EPL Gc	2	2	0.2

만약, 비금속층의 표면저항이 상대습도에 따라 1 GΩ (50% RH) 이하 또는 100 GΩ 이하 (30% RH)인 경우 두께 제한을 적용하지 않는다.

(2) 기기보호등급 “Da”, “Db” 및 “Dc”가 요구되는 장소에서 정전기 방지



도색 또는 코팅된 금속 및 플라스틱 재질의 설치부 및 보호부는 정상 사용 조건에서 좌측의 그림과 같은 전파 브러시 방전(propagating brush discharge)으로 인한 점화 위험을 방지하도록 설계하여야 한다.

500 mm^2를 초과하는 표면적을 가진 플라스틱을 도전성 재료를 덮는 용도로 사용하는 경우, 다음 중 한 가지 이상의 특성을 가진 플라스틱을 사용해야 한다.

- 표면 저항이 KS C IEC 60079-0에 규정된 제한 기준 이하, 상대습도에 따라 **1 GΩ (50% RH)** 이하 또는 **100 GΩ (30% RH)** 이하의 재료
- 절연파괴 전압 ≤ 4 kV (KS C IEC 60243-1에 따라 절연재 두께에 걸쳐 측정)

9.6 낙뢰 보호에 대한 이해

전기설비 설치작업의 계획 수립 시 단계별로 낙뢰의 영향을 안전 수준 이하로 줄이기 위한 조치를 취해야 한다(KS C IEC 62305-3, 부속서 D “폭발성 위험이 있는 구조물의 피뢰시스템에 대한 추가자료”를 참조한다).

기기보호등급 “Ga”를 요구하는 0종 장소에 설치되는 Ex “ia” 기기의 낙뢰 보호에 관한 세부

사항은 본질안전방폭구조 “i”의 추가요구사항 중 기기보호등급(EPL) “Ga” 또는 “Da” 요구사항을 만족하는 설치에 관련한 사항을 따른다.

9.7 전자기 및 무선주파수에 의한 위험성 이해

폭발위험장소에 설치된 구조물과 안테나는 폭발위험장소 외부에서 들어오는 무선 주파수의 전송을 수신하는 수신기 역할을 할 수 있으며, 방폭기기 오작동 및 유도전류의 의한 스파크 발생 등의 위험성이 존재할 수 있다.

연속전송(continuous transmissions) 및 펄스 지속시간이 열 개시시간을 초과하는 펄스 전송(pulsed transmissions)에 대한 무선 주파수(9 kHz ~ 60 GHz)의 임계 출력은 KS C IEC 60079-0에서 정한 임계 출력을 초과하지 않아야 하며, 사용자가 설정할 수 있는 프로그램이나 소프트웨어에 의한 제어는 허용되지 않는다.

전자기 및 무선주파수 에너지 임계 출력과 에너지 제한 값에 관한 사항은 KS C IEC 60079-0 또는 KS C IEC 60079-14의 관련 절을 참고하기 바란다.
※ KS C IEC 60079-14는 KS C IEC 60079-0의 요구사항을 발췌하였다.

9.8 음극방식(Cathodic Protection)으로 보호되는 금속부 위험성 이해

음극방식에 관한 IEC 기준이 없기 때문에 국내 또는 기타 표준을 준수해야 한다.

폭발위험장소 내에 설치된 음극방식으로 보호되는 금속부는 통전 도전체로서 낮은 음(-) 전위[특히 외부전원에 의한 방식시스템(impressed current system)이 설치된 경우에도 불구하고 위험한 전위로 간주하여야 한다. 기기보호등급 “Ga” 또는 “Da”를 요구하는 장소에 설치되는 금속부는 음극방식을 목적으로 특수 설계가 되어 있지 않는 경우라면 음극방식을 적용해서는 안 된다.

파이프와 트랙의 절연부(insulating element)와 같이 음극방식에 필요한 곳은 가급적 폭발위험장소의 외부로 배치하여야 한다.

10. 전기적 보호에 대한 이해

본질안전(i) 방폭구조와 에너지제한(nL) 회로는 설계특성상 추가적인 전기적 보호가 필요하지 않다.

전기회로 및 기기는 단락, 과부하, 지락으로 초래되는 위험한 영향으로부터 보호되어야 하고,

보호장치는 고장 조건에서 자동으로 전원이 재투입되지 않아야 한다.

기기보호등급 “Ga”, “Gb” 또는 “Da”, “Db”가 요구되는 장소에서는 폭발위험을 감소시키기 위하여 KS C IEC 60364-4-41에서 규정하는 차단 시간보다 더 짧은 시간이 필요할 수 있다.

불가피하게 사용 중 기기에 과부하가 발생할 경우, 전기기기에는 과부하 보호조치가 필요하다.

한 개 이상이 결상된 상태로 운전 중 과열이 발생할 수 있는 3상 전기기기는, 결상 상태로 운전되지 않도록 결상 보호장치 등의 예방 조치를 취해야 한다.

전기기기의 자동 전원차단이 초래하는 위험이 점화로 인한 위험보다 큰 경우, 자동 차단장치를 대체하여 경보를 사용할 수 있다. 단 이러한 경우, 신속한 조치를 취할 수 있도록 경보는 즉각적이고 명확하게 전달될 수 있어야 한다.

11. 전원 차단 및 전기 분리에 대한 이해

본질안전(i) 방폭구조와 에너지제한(nL) 회로는 점화원으로서 동작할 수 없도록 설계되어 있으므로 추가적인 보호조치가 필요하지 않다.

전원 차단 및 전기 절연(분리) 관련한 사항은 전기설비기술기준을 충족하여야 하며 각 분리 장치마다 라벨을 부착하여 해당 분리 장치에 의해 분리되는 회로 또는 회로 그룹을 즉시 식별할 수 있도록 조치하여야 한다. 또한 보호되지 않은 통전부가 폭발성 분위기에 노출되어 있는 상태로 전기기기에 전원이 재공급되는 것을 방지하기 위한 효과적인 수단 또는 절차가 제공되어야 한다.

12. 케이블 및 배선시스템

국내외에서 가장 잦은 실수를 하는 것이 케이블 및 배선시스템 관련이다. 방폭기기 구매와 케이블 및 배선시스템 공사가 개별적으로 계약되고 수행되는 것에 따른 근본적인 오류에 기인한다고 볼 수 있다.

케이블 및 배선시스템은 크게 유럽형과 미국형으로 구분할 수 있다. 유럽에서는 케이블글랜드와 케이블트레이 등을 이용한 형태를 선호하며, 미국에서는 전선관을 이용한 배선시스템을 선호한다. 국내 배선시스템은 각종 설비가 국외에서 공급됨에 따라 유럽형, 미국형 배선시스템이 혼재하고 있다.

국내 방폭인증 고시는 IEC, 유럽형 방식을 기초로 하고 있다. 유럽형 방식은 시험 당시부터 케이블글랜드로 마감하는 전제조건을 취하는데, 유럽형 방식으로 시험을 실시하고 인증을 받은 방폭기기를 현장에 설치할 때 미국형 방식인 전선관을 이용한 배선시스템을 혼용하는 경우 다음과 같은 오류를 범하기 쉽다.

KS C IEC 60079-0에 따라 케이블글랜드와 같이 전선을 인입하기 위한 목적으로 설계 및 제작된 제품은 인증 취득 당시 멘드렐 또는 실제 전선을 이용하여 케이블 외피 및 심선의 미끄러짐 여부와 내압방폭구조의 케이블글랜드는 수압을 이용한 밀봉능력까지 확인하는 시험을 실시하며, 기기에 직결된다는 가정 하에 시험을 실시한 것이다. 또한 케이블에 작용하는 인장 또는 비틀림이 접속부로 전달되는 것을 방지하기 위한 클램핑 장치가 추가되기도 하며 이 경우에 한하여 케이블에 가해지는 인장력이 감소한 조건 상태가 인정된다. 다만 클램핑장치는 기계적으로 케이블 또는 심선의 인장력을 보강할 수 있어야 하며 단순히 심선을 묶음처리 하기 위한 조치는 비틀림을 방지하는 목적 이상의 기능을 수행하기 힘들다.

방폭기기에 전선관 밀봉장치를 이용하여 전선을 인입하는 경우, 기기에 직결되는 조건이 충족되도록 기기로부터 밀봉이 완성되는 밀봉재까지 거리가 최대한 짧도록 설치되어야 하고 KS C IEC 60079-14에서는 아래와 같은 요구사항이 있다.

- 내압방폭구조 방폭기기를 전선관 밀봉장치로 마감하는 경우, 기기로부터 밀봉재의 방폭기기를 향하는 표면(face of seal)의 거리는 전선관의 크기 또는 50 mm 중 더 작은 값을 초과할 수 없다.

내압방폭구조 방폭기기에 전선관 밀봉장치 설치 시 거리조건이 있는 이유

내압방폭구조는 용기 내부에서 폭발이 언제든 발생할 수 있다는 가정 하에 폭발압력을 견딜 수 있는 강도와 엄격한 틈새조건을 가지는 구조로 설계되며, 폭발시험을 통하여 폭발기준압력 측정, 화염전파여부 확인 후 기준압력의 1.5배 또는 4배의 수압을 용기 내부에 가하여 해당 압력에서 변형 및 파손 등 기계적 강도를 확인한다. 시험에 관한 상세 기준은 KS C IEC 60079-1의 형식시험을 참고하기 바란다.

폭발기준압력을 측정할 때 케이블 인입부가 돌출되는 경우가 대부분이므로 대부분 케이블글랜드를 체결하는 부위에 압력센서를 부착하고, 거리가 가장 멀거나 압력중첩 등 가장 높은 압력이 발생할 것으로 예측되는 부위 여러 곳을 선택하여 점화장치를 부착하여 반복시험을 실시한다.
이러한 기본 개념에서 폭발시험을 실시하며, 전선관 등이 용기 외부에 부착되는 경우 전선관의 밀봉재에 해당하는 위치에 압력센서를 부착하여 폭발시험을 수행하여야 한다.

실제 시험에서도 용기의 인입부에 폭발센서를 부착한 상태에서 폭발기준압력이 8 bar가 발생하였다면, 인입부에 50 cm 길이의 전선관과 끝단부에 폭발센서를 부착한 상태로 폭발기준압력 측정을 반복하였을 때 50 bar를 넘기는 경우도 발생하였다. 이것은 압력중첩이라는 현상에 기인한 것으로 배관의 길이가 길어질수록 더욱 높은 압력을 형성하게 된다.

따라서 대부분의 내압방폭구조로 설계된 기기는 용기에 직결되는 가정으로 폭발시험이 실시되었으므로, 직결 조건과 동등하도록 설치 시 거리조건이 제약이 있는 것이다.

북미 쪽에서는 전선관을 이용한 배선시스템을 기본 채택하므로 폭발시험조건이 전선관 체결 상태로 시험을 실시하여 국내보다 월등히 높은 폭발기준압력이 형성되고, 또한 폭발기준압력의 4배로 수압시험을 실시한다.

- 방폭구조별로 IP 요구사항이 상이하므로 방폭기기에서 요구되는 각각의 IP 보호등급을 충족
  ※ 방폭구조별로 최소 IP 등급 요구사항이 정해져 있다.

- 전선관 시스템에 사용되는 밀봉재는 경화 시 수축되지 않아야 하고 난연성을 가져야 한다. 이것은 제품인증 시 검토사항으로 KS C IEC 60079-0의 요구사항에 정의되어 있다.
  ※ 난연성이 부족하면 화재발생시 전선관 내부의 전선과 필러가 타며 화염전파의 경로가 될 수 있다.

상기와 같은 전제조건이 만족하도록 케이블 및 배선시스템을 구성하여야 하며, KS C IEC 60079-14의 요구사항을 항목별로 설명하면 아래와 같다.

12.1 케이블 및 배선시스템의 일반사항

'내부 또는 외부 피복(sheath)의 인장강도가 8.5 MPa (8.5 N/mm^2) 미만인 케이블을 사용하면 안 된다'라고 정의하고 있다. 상기의 8.5 MPa 미만인 경우를 쉽게 찢어지는 케이블 즉 easy tear 케이블이라고 하고 있는데, 일반 사용자가 이것을 인지하기 어렵다.

저압 케이블에는 '비닐 절연 비닐 시스 케이블(CVV 케이블)'과 '가교 폴리에틸렌 절연 비닐 시스 케이블(CV 케이블)' 등이 있다

KS C IEC 60227-4 정격 전압 450/750 V 이하 염화 비닐(PVC) 절연 케이블 - 제4부 배선용 비닐 시스 케이블 표준에서는 혼합물 종류가 PVC/D의 경우에도 최소 10.0 N/mm^2 이상을 요구하고 있으며

KS C IEC 60811-505에서 비금속 재료의 시험방법-제505부: 기계적 시험-절연체와 시스의 저온 신장 시험에서 시험방법을 정하고 있다.

상기의 표준을 참고할 때, 대부분의 전력 케이블은 8.5 MPa 요구사항을 만족한다고 볼 수 있으며 케이블 피복이 맨손으로 당겨서 벗겨지지 않는 수준이라고 생각하면 이해하기 쉬울 것이라 판단된다.

특히, '가교 폴리에틸렌절연 비닐 시스 케이블' 약칭 CV 케이블(Cross linked polyethylene cable)로 호칭되는 케이블이 국내 전기기기 및 방폭기기 설치에 보편적으로 사용되고 있으며, 이 케이블은 내화학성, 내수성 등 가성비가 높고 난연성까지 확보할 수 있는 장점이 있으나, 현장에서 콜드플로우(Coldflow)가 발생할 수도 있으므로 방폭기기 설치 후 사용 중 검사에서 각별한 유의가 필요하다.

콜드플로우(Coldflow)는 일종의 저온 소성변형으로서 탄성실링 링을 이용하는 밀봉방식을 사용하는 케이블글랜드에서 발생하는 것으로서, 케이블글랜드 설치작업 중 압착너트를 조임으로서 내부 탄성실링 링이 압착·변형되면서 케이블의 중심축으로 높은 압축력이 발생되어 케이블 외피와 밀착되고 밀봉이 유지되는 상태로 압축력이 장시간 경과될 때 탄성실링 링 전·후로 시스가 밀려나오며 직경이 감소하는 현상을 말한다. 기계분야 전공자라면 저온 크리이프 균열을 떠올리면 좀 더 쉽게 이해할 수 있으리라 생각된다.





상기 그림을 보면 탄성실링 링으로 압착된 부위의 케이블 직경이 감소한 것을 볼 수 있다. 높은 압축력으로 케이블을 압착하는 경우 약간의 변형이 발생할 수밖에 없으나, 만약 케이블글랜드 제조자가 지정한 토크 보다 높은 힘으로 조임 너트를 잠그면 케이블의 탄성복원범위를 초과하여 초기 설치부터 큰 변형이 발생될 수 있으며, 내부의 심선까지 압착되는 경우 절연성능까지 악영향을 미칠 수 있으므로 현장 설치 시 각별한 주의가 필요하다.

케이블글랜드로 내압방폭기기를 마감할 때는 토크렌치를 사용하여야 한다.

방폭기기 설치 시 가장 지켜지지 않는 것이 스패너 등으로 힘껏 조이는 문제이다. 현장 설치자는 습관적으로 스패너로 최대한 단단히 조이려는 경향이 많다. 모든 케이블글랜드에는 케이블 직경에 따라 제조자가 정한 적정 토크 값이 있으므로 현장에서는 이점을 특히 유의하여야 한다. 지정된 토크 값을 초과할 경우 상기와 같은 케이블 손상, 콜드플로우 등이 발생하기 쉽다. 콜드플로우가 발생되었는지 여부는 설치 후 일정기간 경과 이후 케이블을 손으로 잡아 당겨 보면 유격이 감지되는 경우가 있다. 이것은 콜드플로우가 발생되었음을 암시한다.

12.2 고정된 설비용 케이블(Cables for fixed installations)

IEC 원문을 보면 installation과 installations를 구분하기도 하고 그렇지 않고 혼용되는 사례가 많다. 엄격히 installations는 설치된 기기의 복수형으로 국내에서는 설비로 취급되는 것이 바람직한 용어 선정이라고 판단한다.

폭발위험장소에 고정된 설비에 사용되는 케이블은 사용 환경에 적합하여야 한다. 사용 환경에는 태양광에 의한 자외선 노출, 화학물질 접촉여부, 외부온도, 케이블 사용온도, 기기에서 전달될 수 있는 진동 등 여러 인자를 검토하여야 하고 아래와 같아야 한다.

(1) 열가소성, 열경화성 또는 탄성 재료로 시스 케이블. 원형이고 **치밀(compact)**하여야 한다. 베딩(bedding)이나 시스는 **압출**되어야 하고, 필러(filler)가 사용되는 경우 **비흡습성**이어야 한다.

(2) 무기질로 절연된 금속 시스 케이블

(3) 특수 케이블, 예를 들어 적절한 케이블글랜드가 사용된 평면 케이블로 **치밀**하여야 하며 베딩이나 시스는 **압출**되어야하고, 필러가 사용되는 경우 **비흡습성**이어야 한다.

※ 일반적인 전력 케이블은 원형이지만, 트레이스히터 케이블은 평면형으로 제작된 제품이 있으며, 이 경우 전용 케이블글랜드만 사용되어야 한다.

개별 심선 사이의 틈새를 통해 가스 또는 증기가 유입될 가능성이 있고, 케이블이 비폭발 위험장소로 연결되거나 서로 다른 종별 장소 사이를 연결하는 경우, 그에 맞는 구조 및 특성을 가진 케이블을 사용해야 한다. 또한 이런 문제를 완화시킬 수 있는 대책을 고려해야 한다(KS C IEC 60079-14 부속서 E 케이블의 통기제한시험 참조).

케이블의 각 심선 사이의 틈새를 통해 화염 전파가 발생할 가능성이 있는 경우, 이 문제도 함께 고려해야 한다.

케이블은 치밀(compact)하여야 한다.

케이블 종류를 모두 열거하는 것은 본 해설서의 범위를 벗어나는 영역이다.
케이블을 수직으로 잘라서 단면을 살펴보면, 케이블 구성형태를 확인할 수 있다. 케이블의 심선 사이에 공간이 있는 경우 가스 또는 증기가 통과 및 잔류할 수 있는 환경이 조성되며 하나의 도화선 역할을 할 수도 있다. 이러한 사유로 상기 제한 조건이 있으며 일부 케이블 단면 사진을 참고하여 현장 설치 시 유의하기 바란다.

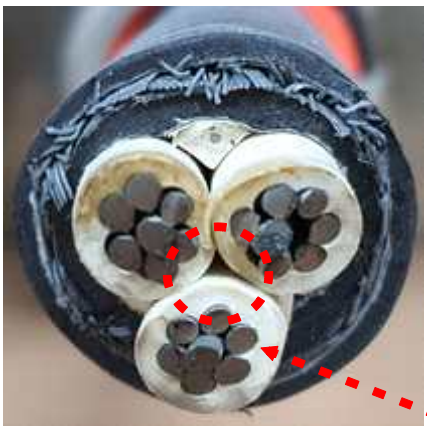
[사례] 케이블의 다양한 사진과 문제점 고민해보기

좌측의 사진은 외장형케이블(Armored Cable)의 단면이다. 치밀하게 필러로 채워진 것을 확인할 수 있다.





상기 케이블은 비외장형케이블(Non-Armored Cable)의 단면이다.



좌측의 사진을 가운데를 보면 상기 사진과는 다르게 같은 외장형케이블임에도 가운데 부분에 공간(적색의 점선 참조)이 존재하는 것을 확인할 수 있다. 케이블이 길이가 긴 경우 높은 흐름저항을 가지겠지만, 짧은 경우라면 가스, 증기 및 공기가 통하는 경로가 될 수 있으며 점화원에 의한 화염의 이동 경로가 될 수도 있다.





적색의 점선을 관찰하면 공간이 존재하여 가스, 증기 및 공기가 통하는 경로가 될 수 있다. 아울러 **좌측 케이블**의 경우 내부가 **치밀하지 않은 문제**로 탄성실링 링을 이용하는 일반적인 케이블글랜드를 이용할 때, 특히 내압방폭구조용으로 적합하지 않다.



케이블의 장력을 보완하고 원형으로 압출되기 쉽도록 내부 개재물(필러)를 대체하여 바인더 테이프 또는 코튼 로프를 넣은 경우도 있다. 사진에서 보듯이 큰 공간을 가지고 있음을 확인할 수 있으며, 면 재질 로프는 서서히 타들어 가며 도화선 역할이 될 수도 있다.





[KS C IEC 60079-14 부속서 E, 케이블의 통기제한시험 살펴보기]

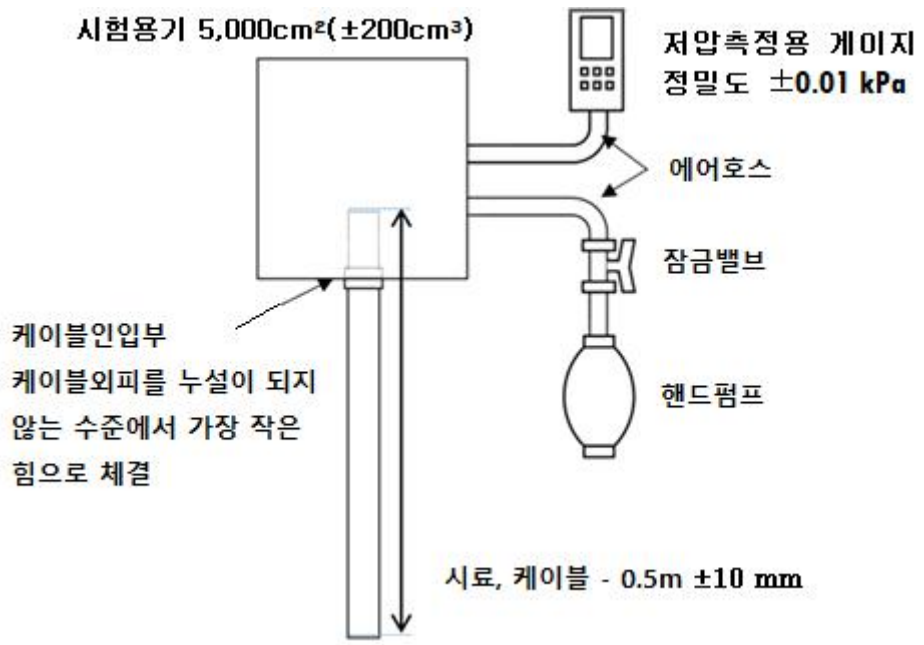
부속서 E의 케이블 통기제한시험은 아래와 같이 정의되어 있다.

‘5 L (± 0.2 L)의 밀폐된 용기에 설치하여 길이 **0.5 m의 케이블**을 일정한 온도 조건에서 시험해야 한다. 최소 0.3 kPa(30 mm 수주압력계)의 내부 양압이 **0.15 kPa**(15 mm 수주압력계)까지 **떨어지는** 데 필요한 시간이 **5초 이상**이면 케이블은 허용 가능한 것으로 간주한다.

용기의 틈새를 통해 압력 손실이 발생할 수도 있으므로 용기는 완전하게 조여야 한다.’

시험용기 내부 압력이 케이블을 통하여 0.3 kPa (3 mbar) → 0.15 kPa (1.5 mbar)로 감소하는데 까지 소요되는 시간이 5초 이상이면 합격에 해당한다.

상기 부속서에는 **부속서 E 참고(Informative)**로 현 KS 표준인 Ed 5.0에서 부속서 E에 기재되어 있었으나, 개정되는 Ed6.0에서는 **부속서 C 규정(Normative)**로 변경될 예정이며 아래와 같은 시험 방법의 예시를 포함할 예정이다.



상기와 같이 시험방법 예시까지 포함하게 된 배경에는 케이블 제조사로부터 통기제한 여부를 확인받기 곤란하고, 현장에서는 용이하게 시험을 실시할 수 있는 방법에 대한 기술적 방안이 요구되어 IEC TC31에서 논의 끝에 Ed6.0에 포함시켰으며, 규정(Normative)으로 변경되어 방폭기기 설치 시 의무사항이 될 예정이다.

만약 케이블을 절단하여 단면을 관찰하였을 때 치밀하게 필러가 충진되어 있다면 상기 시험을 수행해도 문제가 없음을 암시하지만, 최초 검증작업은 필요하다고 사료된다.

12.3 고정된 설비용 유연성 케이블(본질안전회로는 제외)

폭발위험장소에서 사용되는 유연성 케이블은 다음 중에서 선정해야 한다.

※ KS C IEC 60079-14에서 사용된 케이블 용어는 KS C IEC 60245 시리즈 케이블 관련 용어로 대체하였으며, 향후 개정판 작업 시 반영할 예정이므로 참고하기 바란다.

(1) 범용 고무 시스 유연성 케이블(ordinary tough rubber sheathed flexible cables)

(2) 범용 폴리클로로프렌 시스 유연성 케이블(ordinary polychloroprene sheathed flexible cables)

(3) 경질 고무 시스 유연성 케이블(heavy tough rubber sheathed flexible cables)

(4) 경질 폴리클로로프렌 시스 유연성 케이블(heavy polychloroprene sheath flexible cables)

(5) 경질 고무 시스 유연성 케이블과 동등 이상의 강도를 가진 플라스틱 절연 케이블(plastic insulated cables)

KS C IEC 60245-1에서 가교 고무 외피의 비전기적 시험 요건을 보면 고무 화합물(SE3형)은 강도가 7.0 N/mm^2 이상, 폴리클로로프렌 혼합물 또는 이와 동등한 합성 탄성체의 경우(SE4형)는 강도가 10.0 N/mm^2 이상을 요구하고 있으며, KS C IEC 60227-4 정격전압 450/750 V 이하 염화 비닐(PVC) 절연 케이블 - 제4부 배선용 비닐 시스 케이블 표준에서는 혼합물 종류가 PVC/D의 경우에도 최소 10.0 N/mm^2 이상을 요구하고 있다.

일반사항에서 '내부 또는 외부 피복(sheath)의 인장강도가 8.5 MPa (**8.5 N/mm^2**) 미만인 케이블을 사용하면 안 된다'라고 정의하고 있으므로 고무 시스 유연성 케이블은 저온에서도 유연성이 확보되는 장점이 있으나 인장강도를 확인하여 8.5 N/mm^2 미만 여부를 확인할 필요가 있다.

12.4 이동형 및 휴대형 기기용 유연성 케이블(본질안전회로는 제외)

폭발위험장소에서 이동형 및 휴대형 기기용으로 사용되는 유연성 케이블은 다음 중에서 선정해야 한다.

(1) 경질 폴리클로로프렌 케이블 또는 그와 동등한 합성고무 시스 케이블

(2) 경질 고무 시스 케이블 또는 그에 상응하는 강도를 가진 케이블

심선의 굵기는 최소 1.0 mm^2 이상, 연선(stranded cable) 케이블을 사용하여야 하고 보호 접지선이 필요할 경우에는 다른 도체와 같이 분리 절연되어 전원 공급 케이블 내부에 포함되어야 한다. 금속 유연성 외장(armored) 또는 스크린(screen)이 사용된 경우, 해당 금속 유연성 외장 또는 스크린이 유일한 보호 도체여서는 안 되며, 접지 모니터링이 사용되는 경우 접지 모니터링에 필요한 도체의 수량을 포함해야 한다. 기기를 접지할 필요가 있는 경우, 케이블의 보호접지(PE) 도체에 추가하여 접지된 유연성 금속 스크린(earthed flexible metallic screen)을 포함할 수도 있다.

정격전류 6 A, 대지전압 250 V 이하의 이동형 및 휴대형 전기기기는 아래 케이블을 사용할 수 있다.

(1) 범용 폴리클로로프렌 또는 그와 동등한 합성고무 시스 케이블

(2) 범용 경질고무 시스(ordinary tough rubber sheath) 케이블

(3) 위와 동등한 강도를 가진 케이블

다만, 상기의 케이블은 손전등, 발판 스위치, 배럴 펌프 등과 같이 큰 기계적 응력이 가해질 수는 이동형 및 휴대형 전기기기에는 사용할 수 없다

※ 상기 케이블은 인장강도가 낮은 편에 속하여, 사용 중 수시로 인장력을 받을 수 있는 이동형 및 휴대용 기기에 사용을 제한한다.

12.5 단일 절연 전선(본질안전회로 제외)

단일 절연 전선(wire)은 배전반, 용기 또는 전선관 시스템 내부에 설치된 경우가 아니라면 통전 도체로 사용할 수 없다.

※ 단일 절연 전선을 통전 도체로 사용하기 위하여 보호조치가 필요하며 용기내부에서 배선 목적으로 사용되거나 전선관 시스템을 이용하여 전원 공급용으로 사용할 수 있다.

12.6 가공 선로

전력 또는 통신 서비스 목적으로 비절연 도체를 사용하여 폭발위험장소로 가공 배선을 하는 경우, 배선은 비폭발위험장소에서 1차 마감하고, 폭발위험장소로는 케이블 또는 전선관을 이용하여 배선이 연속되도록 하여야 한다.

※ 폭발위험장소에서 비폭발위험장소로 인화성 가스 또는 증기가 전파되지 않도록 적절한 조치가 필요하며, 전선관 시스템의 요구사항을 참조한다.

또한 절연되지 않은 도체(부분절연 포함)를 폭발위험장소 상부에 설치해서는 안 된다.

12.7 케이블 및 배선시스템 손상 방지

케이블 시스템과 부속품은 가능한 한 기계적 손상, 부식, (용매 등으로 인한) 화학적 작용, 열, 자외선 등의 영향을 받지 않는 위치에 설치해야한다

※ 본질안전회로에 대한 요구사항은 별도로 지정되어 있으니 참고하기 바란다.

노출을 피하기 어렵다면 보호 전선관 내부에 설치 등과 같은 보호 조치 또는 해당 조건에 적합한 케이블을 선택한다[예를 들어 기계적 손상을 최소화하기 위해 외장, 스크린, 이음매 없는 알루미늄 외장, 무기질 절연 금속 시스 또는 반-강체 외장(semi-rigid sheathed) 케이블 사용].

진동 또는 지속적인 휨과 같은 외부 조건에 영향을 받는 경우, 손상을 예방할 수 있도록 설계된 케이블을 사용하여야 한다.

영하 5 ℃ 이하인 곳에 케이블을 설치하는 경우, 시스나 절연재에 발생할 수 있는 손상을 방지하기 위한 조치를 취해야 한다.

※ 케이블의 사용온도 범위를 확인한다.

케이블을 기기 또는 케이블 트레이에 고정하는 경우, 케이블 손상을 방지하기 위해 제조자의 사양을 따르거나 케이블 지름의 최소 8배 이상인 곡률반지름을 유지해야 한다. 케이블의 굴곡은 케이블글랜드 말단으로부터 최소 25 mm 이상 떨어진 곳에서부터 시작되어야 한다.

12.8 케이블 표면 온도

방폭기기는 온도등급을 가지고 있으며, 케이블의 표면온도는 방폭기기의 표면온도를 초과하지 않아야 한다. 여기서 심선(구리)의 온도가 아닌 외부 시스나 표피의 온도를 의미한다.

12.9 화염(불꽃) 전파에 대한 내성

고정 설비용 케이블은 다음 중 하나에 해당하여야 한다.

(1) KS C IEC 60332-1-2 또는 KS C IEC 60332-3-22에 따른 불꽃 전파 시험에 대한 특성

(2) 화염 전파에 대한 그 밖의 보호 수단(예를 들어 모래가 채워진 트렌치에 매설)

(3) 폭발위험장소에 진입하는 케이블에는 비폭발위험장소에서 폭발위험장소로의 화염 전파를 차단하기 위한 베리어(Barrier) 설치

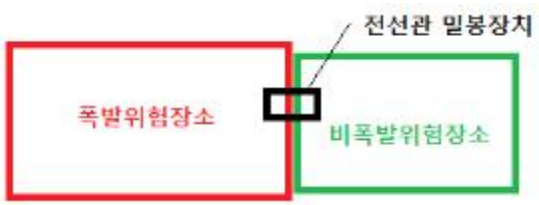
화염 전파를 지연시키며 KS C IEC 60332-1-2의 권장 요구사항을 준수하는 절연 도체 또는 케이블을 사용하는 것만으로는 모든 설치 조건하에서 화염 전파를 방지하기에 충분하지 않을 수 있으므로 수직 방향으로 긴 케이블 다발을 설치해야 하는 경우와 같이 화염 전파 위험이 높은 경우에는 케이블 설치 시 특별한 예방 조치를 취해야 한다.

케이블 시료가 KS C IEC 60332-1-2에서 권장하는 성능 요구사항을 준수한다고 해서 케이블 다발도 비슷한 성능을 가질 것이라고 가정해서는 안 된다. 이런 경우 KS C IEC 60332-3에 따라 수직으로 장착된 배선 또는 케이블 다발에 대한 수직 화염 전파 시험을 통해 성능을 검증할 수 있다.

12.10 전선관 시스템

※ **'배선시스템'**은 전기를 공급하기 위하여 케이블 또는 비절연도체의 설치 및 구성 상태 등을 의미하며 **'전선관 시스템'**은 전선관 내부에 절연도체 또는 케이블을 삽입하여 전선관의 설치 및 구성 상태를 의미하므로 **혼동하지 않도록 유의하기 바란다.**

폭발위험장소에서 비폭발위험장소로 가스 또는 액체가 유입되는 것을 방지하기 위해 전선관이 폭발위험장소로 진입하는 또는 나오는 부분에는 전선관 밀봉장치를 설치해야 한다. 밀봉장치와 **폭발위험장소의 경계 사이**에는 유니언, 커플링 또는 그 밖의 접속부품이 없어야 한다.



상기 요구사항을 도식화하면 좌측 그림과 같다. 아울러 유니언, 커플링의 사용을 제한하는 것은 누설 가능성을 최소화하기 위함이다.

이러한 목적의 전선관 밀봉장치는 외부 시스를 밀봉하거나 개별 심선 단위로 밀봉하여야 한다. 자세한 시공법은 전선관 밀봉장치 제조자의 매뉴얼을 숙지하여 작업하여야 한다. 일부 현장에서 보면, 전선관 밀봉장치를 시공했으나, 내부에 컴파운드나 에폭시 작업을 누락하여 오히려 폭발위험장소가 비폭발위험장소로 확대되는 경로가 될 수 있으므로 작업 후 최초 검사 시 꼼꼼한 확인이 필요하다.

방폭구조 별로 요구되는 IP요구사항이 있다. 특히 단독으로 설치되는 안전증, 비점화방폭구조는 인증요건부터 IP54 이상을 요구하므로 전선관 밀봉장치는 해당 요구사항을 만족하여야 한다.

전선관 시스템을 보호접지 도체로 사용하는 경우, 나사산 접합부는 보호 퓨즈나 회로 차단기의 고장전류에 적합하여야 한다.

※ 나사산 접합부에 테프론 테이프를 사용하면 절연저항이 발생되어 전선관 시스템의 고장 전류에 적합한 보호접지 기능 저하 또는 불가능을 초래하는 경우가 발생할 수 있다.

전선관 시스템은 사용 환경에 따라 부식에 저항성이 있는 소재를 채택할 필요가 있으며, 등전위가 유지되지 못하는 경우 위치에 따라 전자이동에 따른 갈바닉 부식이 진행될 수도 있으므로 주의가 필요하다.

보호 시스가 없는 절연된 단심 또는 다심 케이블은 전선관 내부에 사용될 수 있다. 단, 전선관에 3개 이상의 케이블이 들어가는 경우, 절연재를 포함한 케이블 전체의 총 단면적이 전선관 단면적의 40 %를 초과해서는 안 된다.

적용 표준에 따라 전선관 단면적 제한이 상이하다.

KS C IEC/TR 61200-52:2013의 521.6에서 “d) 케이블 또는 절연도체의 내부 단면적이 전선관 단면적의 1/3을 초과할 수 없다”라고 정의하고 있으며,
한국전기설비규정 232 배선설비, 232.10 전선관시스템에서 KS C IEC 60365-5-52 전기기기의 선정 및 시공-배선설비를 인용하고 있다.
또한, NEC Chapter 9 Tables에서는 3개 이상의 도체가 사용될 때는 40 %를 초과할 수 없고, 2개의 도체가 사용되는 경우 31 %을 초과할 수 없으며, 1개의 도체가 전선관에 삽입되는 경우 단면적의 53 %로 제한하고 있다.

전선관의 길이가 긴 경우에는 기온 차이에 의해 발생하는 응축수를 배출하기 위한 적절한 배수장치(Drain Device)를 설치해야 하며, 추가적으로 케이블은 적절한 내수성을 가져야 한다.
※ KS C IEC 60079-1에서 Drain Device에 대한 요구사항을 정의하고 있다.

보호 시스가 없는 절연된 단심 케이블과 절연 전선의 차이는?

KS C IEC 60079-14 9.3.5 단일 절연 **전선**(본질안전회로 제외)의 영문명은 Single insulated **wires**(excluding intrinsically safe circuits)로 되어 있으며, 이 표준의 9.4 전선관 시스템에 대한 요구사항 중 **보호 시스가 없는 절연된 단심 또는 다심 케이블**(Non-sheathed insulated **single** or multicore **cables**)로 표현하고 있다. KS C IEC 60079 시리즈에서 보면 wire와 cable의 용어가 혼재하고 있다. 본 표준의 사용자를 위하여 **보호 시스가 없는 절연된 단심 또는 다심 케이블**과 **절연 전선**의 차이를 구체적으로 정의할 필요가 있다.

Wire : 본 표준에서 **전선**으로 표현하고 있다. Wire란 단일 도체를 의미한다.
일반적으로 전선은 노출되어 있지만, 일부 와이어는 얇은 PVC 층으로 절연되어 있다.

Cable : 본 표준에서 **케이블**로 표현하고 있다. Cable이란 도체의 그룹을 의미한다.
케이블은 단심 케이블과 다심 케이블로 IEC 표준에서 구분하고 있으며, 시스의 여부에 따라 보호 시스가 있는 것과 없는 것으로 구분된다. 보호 시스가 있는 경우 외부 손상으로부터 보호되므로 이동형, 고정형에 많이 사용되며, 보호 시스가 없는 경우는 전선관으로 보호하여야 한다.

보호 시스가 없는 단심 케이블 : 주로 외함 내부에서 배선작업용으로 사용되는 것을 말한다. 우측과 같이 다심 와이어에 절연 피복을 감싼 형태로 절연 전선과 동일하다.



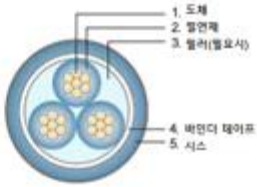
보호 시스가 없는 다심 케이블 : 단심 케이블을 여러 개 묶음한 것으로서 시스가 아닌 외피가 있는 경우와 여러 개의 단심 케이블의 묶음 형태도 있다.





시스 케이블 : 우측의 그림과 같이 완성된 형태로서 높은 인장력 가지며 시스로 보호되어 있다





필요한 경우 용기의 보호등급을 준수하기 위하여 전선관 밀봉장치 외에 **전선관과 용기 사이**에 밀봉 와셔 또는 비경화성 그리스와 같이 추가 조치가 필요할 수도 있다. 다만, 이러한 조치로 전선관이 접지의 기능을 수행함에 영향을 미치지 않아야 한다.

단순히 배선시스템을 기계적으로 보호하기 위하여 전선관의 한쪽 또는 양쪽이 개방형으로 된 전선관 시스템을 구성하는 경우 본 절의 전선관 시스템 요구사항을 만족할 필요는 없으나, 폭발위험장소에서 나가거나 들어오는 구간에는 전선관 밀봉장치를 설치하여 폭발성가스 및 증기의 이동을 차단하여야 한다.

또한, KS 또는 한국전기설비규정의 요구사항을 준수하여야 한다.

12.11 케이블 및 배선시스템의 설치 시 요구사항

(1) 폭발위험장소를 지나는 회로

비폭발위험장소에서 시작되고 끝나는 회로가 중간에 폭발위험장소를 지나는 경우, 폭발위험장소를 지나는 배선 시스템은 기기보호등급(EPL)의 요구사항을 준수해야 한다.

※ 폭발위험장소를 지나는 회로가 점화원이 될 수 있으므로 적절한 기기보호등급(EPL)을 가져야 한다. KS C IEC 60079-0의 표기법에 따라 방폭구조 맨 끝자리에 Ga, Gb, Gc, Da, Db, Dc 중 위험장소에 적합한 EPL을 가져야 한다.

(2) 접속부

접속부는 해당 방폭구조에서 요구하는 연면거리 및 공간거리 요건을 만족하여야 하며, 제조자가 방폭인증을 취득 당시 제출한 사용설명서에 따라 설치하여야 한다. 케이블 러그, 압착식 엔드 슬리브 등을 사용하여 연선이 사용된 경우 끝단이 벌어지지 않게 조치하여야 하며 납땜의 방법으로는 불충분하므로 유의한다.

(3) 미사용 심선

폭발위험장소에서 **다심 케이블의 미사용 심선**은 접지시키거나, 방폭구조에 적합한 단말처리 방식으로 절연시켜야 한다. **절연 테이프로만 조치하는 방법은 사용할 수 없다.**

※ 본질안전 및 에너지제한 회로는 요구사항이 상이하므로 관련 절을 참고하기 바란다.

(4) 벽 개구부

서로 다른 폭발위험장소 사이 또는 폭발위험장소와 비폭발위험장소 사이를 연결하는 케이블이나 전선관을 위한 벽의 개구부는 모래 밀봉 또는 몰타르 밀봉과 같은 방식으로 충분히 밀봉하여 종별 장소 구분을 유지해야 한다.

(5) 인화성 물질 통과 및 축적

케이블 배선을 위해 트렁킹, 덕트, 파이프 또는 트렌치를 통하여 인화성 가스, 증기 또는 액체가 다른 장소로 이동하는 것을 방지하고 내부에 축적되는 것을 방지하기 위하여 트렁킹, 덕트 또는 파이프는 밀봉하고, 트렌치의 경우에는 배기 또는 모래 충진을 사용할 수 있다. 전선관의 경우 액체 또는 가스의 이동을 방지하기 위해 전선관 그리고 필요한 경우(예를 들어 차압이 존재하는 경우)에는 케이블을 반드시 밀봉해야 한다. '**고정된 설비용 케이블**' 관련 조항을 참조할 수 있다.

※ '**케이블의 통기시험**'을 통하여 확인하거나 컴파운드로 케이블 내 공간을 차단 할 수도 있다.

(6) 분진 축적

케이블 배선을 배치할 때는 케이블에 분진층이 최소한으로 축적되도록 하면서도 청소를 위한 접근 공간을 확보할 수 있도록 배치해야 한다. 트렁킹, 덕트 또는 파이프 또는 트렌치를 사용하는 경우, 해당 장소가 분진이 이동하는 경로나 축적되는 장소가 되지 않도록 예방 조치를 취해야 한다. 케이블에 분진층이 형성되어 자유로운 공기 순환을 방해할 우려가 있는 경우, 특히 최저발화온도가 낮은 분진이 존재하는 경우, 케이블의 전류 용량을 낮출 것을 검토해야 한다.

※ 케이블의 온도를 확인하여 '분진층으로 인한 온도 제한 사항'을 만족하는지를 확인하는 것도 방법이 될 수 있다.

13. 케이블 인입 시스템 및 블랭킹 엘리먼트

13.1 일반사항

케이블글랜드가 주위온도 -20 ℃ ~ 40 ℃ 범위에서 벗어나거나 또는 사용온도가 80 ℃를 초과하는 조건에서 사용되는 경우, 이 정보가 인증 문서에 해당 내용이 포함되어 있어야 한다.

주위온도 -20 ℃ ~ 40 ℃ 및 사용온도 표기에 관하여

KS C IEC 60079-0의 표기에 따라 주위온도가 -20 ℃ ~ 40 ℃ 인 경우, 인증서에 기재 의무가 부과되어 있지 않다. 반대로 생각한다면, 인증서에 주위온도가 표기되어 있지 않은 경우는 -20 ℃ ~ 40 ℃에 해당한다고 판단하면 된다. 하지만 최근의 지구온난화는 깊은 고려가 필요하며 국외 대다수 방폭기기 제조업체는 주위온도를 -20 ℃ ~ 50 ℃로 기본 평가하거나 또는 보다 넓은 범위의 주위온도를 표기하고자 인증 취득 당시 주위온도를 감안하여 시험 및 평가 후 인증서를 취득하고 있다. TC31에서는 지구온난화를 감안하여 주위온도의 기본값을 -20 ℃ ~ 50 ℃로 정하자는 의견이 있었으나, 기존에 -20 ℃ ~ 40 ℃ 주위온도로 인증 취득한 제품과 혼선이 발생할 수 있으므로 모든 인증서에 주위온도를 표기하자는 의견 또한 논의 중 임을 양지하기 바란다.
아울러, 케이블글랜드에는 컴파운드 또는 탄성실링 링이 사용되는데 사용 시 기기로부터 또는 케이블로부터 전달된 열이 그 성능에 영향을 미치지 않아야 하므로 80 ℃를 초과하는 장소에서 사용될 수 있음을 명시하기 위하여 인증 문서에 주위온도 및 사용온도가 기재되어 있어야 한다.

13.2 케이블글랜드 선정하기(전선의 외경과 케이블글랜드 전선 허용범위 확인)

탄성실링 링을 사용하는 케이블글랜드는 각 상세 모델별로 허용되는 케이블의 지름이 기재되어 있다. 따라서 케이블 지름에 적합한 탄성실링 링을 가진 케이블글랜드를 선정하여야 하며, 케이블의 지름이 작은 경우 케이블글랜드링의 사용범위를 맞추기 위해 밀봉 테이프, 열수축튜브, 기타 재료를 사용해서는 안 된다.

케이블글랜드가 설치된 현장을 확인해보면 열수축튜브가 시공된 사례를 확인할 수 있다.

이것은 올바른 설치가 아니며, 케이블 제조자가 특별히 설계한 전용 열수축튜브가 아닌 이상 사용할 수 없다.

※ TC31에서 열수축튜브를 이용한 케이블의 보수 등에 대하여 논의하였다. 해양플랜트 등에서 사용되는 대용량 케이블 등 보통의 케이블이 아닌 특수 케이블 제조자는 케이블 손상 시 보수할 수 있는 전용 제품을 가지고 있으며, 이것을 통하여 수리가 된 경우 최초 케이블 시스와 동등한 수준을 보증하는 경우에만 허용하자는 논의가 있었다. 전용 열수축튜브는 내부에 접착제 등 용재가 도포되어 완전한 밀착을 보증하므로 허용하자는 취지였으며, 일반적인 열수축튜브는 해당되지 않음에 유의하여야 한다.

케이블의 “콜드플로우(coldflow) 특성”으로 인한 영향을 감소시킬 수 있는 케이블과 케이블 글랜드를 선정해야 한다. 콜드플로우에 대하여는 배선시스템 설명 중 이미 설명하였으므로 관련 절을 참조하여 현장 설치 시 유의하여야 한다.

방폭구조별 사용할 수 있는 케이블글랜드, 어댑터, 블랭킹 엘리먼트가 KS C IEC 60079-14에서 표 10에서 정의하고 있다. 이 해설서는 KS 표준의 완전한 대체가 아니므로 동일한 표를 이 해설서에 기재하지 않으니 KS C IEC 60079-14를 확인하기 바란다. 다만, 사용자의 이해를 도모하기 위한 부가 설명을 아래와 같이 기재한다.

케이블글랜드, 어댑터, 블랭킹 엘리먼트 등은 KS C IEC 60079-0의 요구사항과 각 방폭구조의 요구사항을 평가하여 인증서가 발행된다. 케이블글랜드, 어댑터, 블랭킹 엘리먼트 등은 자체 열원을 가지고 있지 않고 기계적인 강성, 밀봉능력 등을 평가하므로 플라스틱 등의 금속재가 아닌 경우 대부분 Ex d, Ex e, Ex n Ex t의 요구사항을 만족하게 된다. 따라서 사용 전 반드시 인증서의 기재사항을 확인하여야 한다. 일부 제품은 특정 방폭구조 용도로만 사용할 수 있다.

IEC 60079-14의 내압방폭구조 케이블글랜드 요구사항에 대한 기술적 배경

KS C IEC 60079-14에서 내압방폭구조에 사용되는 케이블글랜드에 관한 요구사항을 구체적으로 이해하기 유용한 문서가 IEC에 등록되었다.



상기 문서의 모든 내용을 본 해설서에서 다루는 것은 올바른 절차가 아니므로 요약사항만 아래와 같이 정리하여 안내한다.

1970년대부터 케이블을 통한 화염전파에 대한 연구를 진행하였으며, 화염의 전파 경로는 케이블과 접촉하는 케이블글랜드의 실(seal)과 케이블을 구성하는 내부의 도체 및 필러를 통한 경로였으며, 내압방폭용기 내부에서 폭발이 발생할 때, 용기에 설치된 케이블은 폭발압력에 의한 팽창·수축 및 연소열에 의한 손상이 발생할 수 있다.

영국에서 0.5 m 길이의 케이블을 특정 크기(2 리터 내용적)의 내압방폭구조 용기에 설치하여 폭발시험을 실시하고, 케이블의 손상 및 화염전파 여부를 연구하였다. 일부 케이블에서는 화염전파가 발생하였고, 일부는 그러하지 않았다. 문제는 세계적으로 많은 케이블 구조가 존재하여 전체를 대표하기에는 기술적 한계가 존재하였으며, IEC 60079-14:2013 개정이후 몇몇 인증 기관에서 대표적인 케이블을 내압방폭용기에 설치하여 화염전파 여부를 확인하였으며, 일부 케이블에서 화염전파가 발생되었다.

IEC 60079-14 Ed1.0(1984)에서는 stopping box를 사용하도록 요구하였으며, Ed2.0(1996)에서 compound seal cable gland의 요구사항으로 '내압케이블글랜드로 컴파운드 사용 또는 각 코어를 탄성압축 또는 기타 동등한 밀봉 방법'으로 정의하였다. 문제는 '기타 동등한 밀봉 방법'이 구체적이지 못하였다.
IEC 60079-14의 기본 철학은 용기에 직결하여 stopping box(compounding)로 마감하는 것이었고, 이후 개정과정을 통하여 compound seal cable gland로 확대되고 순차적으로 탄성실링 링 방식까지 확대되었다. 여기서 공통적인 원칙은 케이블을 통한 화염전파가 없어야 한다는 것이었다.
케이블 인입부와 용기의 거리와 관련하여
Ed3.0(2002)에서는 stopping box를 사용하여 직결 또는 50mm 이내로 제한하였고,
Ed4.0(2007)에서는 직결하거나 피팅을 최소화하여 가능한 짧게 하도록 모호하였으며,
Ed5.0(2013)에서는 베리어 케이블글랜드이거나 탄성실링 링 케이블글랜드(케이블 길이가 3 미터 초과, 케이블 통기여부 확인) 또는 밀봉장치를 직결하되 conduit의 직경 또는 50mm 중 작은 값 이내로 제한하였다.
Ed6.0(예정)에서는 케이블의 통기시험이 의무화 되었으며, 또는 폭발시험을 통하여 화염전파가 발생하지 않는 것으로 확인된 케이블만 사용하는 것으로 확대될 예정이다.

13.3 방폭기기와 케이블 연결하기

케이블글랜드는 토크렌치를 포함하여 적절한 공구를 사용하여 지정된 토크 값으로 단단히

고정하고 손으로 쉽게 풀리지 않아야 한다.

케이블 장력을 완화시키기 위하여 추가로 클램프를 설치하려면 케이블글랜드의 끝단부로부터 300 mm 이내의 거리에서 설치하여야 한다. 아울러 탄성실링 링이 사용된 케이블글랜드에 설치되는 케이블은 직선이 되도록 배치하여 추가적인 응력이 탄성실링 링에 부과되지 않아야 한다. 그렇지 않은 경우 밀봉능력이 감소하거나 최악의 경우 밀봉능력을 상실할 수도 있고, 부분적으로 콜드플로우가 발생할 수도 있다.

만약 방폭기기의 케이블 인입부에 나사산의 크기 차이로 나사어댑터 등을 사용하는 경우, 나사어댑터 사용으로 인하여 방폭구조의 건전성 영향을 받지 않도록 적절한 제품을 선정하여야 하며 KS C IEC 60079-14의 선정표의 요구사항을 만족하여야 한다. 특히 내압방폭구조의 경우 나사어댑터 사용으로 인하여 50 mm를 초과할 수도 있으므로 각별한 주의가 필요하다.

나사어댑터를 포함하여 인증을 취득한 제품도 존재한다.

IEC TC31에서 다양한 나사규격을 포용하기 위하여 AHG53을 구성하여 1년간 활동한 사례가 있다. 주요 논의 사항이 국내에서 사용하는 PF나사, 즉 ISO G 타입 나사의 허용여부를 검토하기 위하여 한시적으로 Ad-Hoc Group 53을 결성하여 논의하였다. 본 저자도 해당 그룹에 참여하여 PF 나사의 공차 및 방폭기기에서 사용 가능성을 적극 개진하였다. IEC 60079-1:2014에서는 Metric 또는 NPT 나사산 규격만 허용하였으나, 이는 국내 및 일부 국가에서 문제가 발생하였고 AHG53의 활동을 통하여 수용하기로 결정하였지만 아래와 같은 제약을 주었다.

- IEC의 기본 원칙은 Metric, NPT로 통일하고자 하므로 다른 나사규격의 케이블 인입부를 허용하기 위해서는 용기는 Metric 또는 NPT로 하고 나사어댑터를 포함하여 시험하고, 나사어댑터는 양각 또는 음각으로 사용 나사규격을 표시하여 사용자가 쉽게 인지하도록 하여야 한다.

위의 제약사항에 따라 일부 방폭기기 제조자는 선제적으로 나사어댑터를 포함하여 폭발시험을 실시하고 인증서를 취득하기도 한다. 이 경우 50 mm를 초과하는 나사어댑터가 용기와 함께 제공될 수도 있다. 다만, 나사어댑터는 반드시 방폭기기 인증서를 보유한 제조자가 제공하는 나사어댑터를 사용하여야 하며, 현장에서 임의적으로 다른 제품을 사용하는 것은 원칙에 위배되므로 유의하기 바란다. 또한 나사어댑터를 포함하여 인증 취득 여부는 제조자가 보유한 인증도면 또는 관련 서류를 통하여 검증할 수 있음을 참고하기 바란다.

※ 제조자로부터 나사어댑터 포함여부를 확인하기 곤란할 경우 인증기관을 통하여 검토 받을 수 있다.

13.4 내압방폭(Ex d), 분진방폭(Ex t), 비점화방폭 통기제한(Ex nR)의 추가 요구사항

상기 3가지 방폭구조의 공통 특성은 엄격한 인입구 치수 및 공차 관리이다.

인입구의 면적, 크기, 개수는 인증서와 동일하여야 하고 공차 관리에 각별한 주의를 기울여야

한다. 만약 플라스틱 용기처럼 재질이 약한 경우 인입부 가공 시 용기 표면과 직각으로 가공되지 못하거나, 플라스틱 사출 과정 중 표면이 매끈하게 완성되지 않을 수도 있다. 인입부가 표면의 경사각 또는 돌출부에 의하여 완전한 밀착을 유지하지 못하면 틈새가 발생하여 누설의 원인 및 화염의 전파 경로가 될 수 있다.

아울러 플라스틱 재질의 용기에 NPT와 같은 테이퍼 암나사로 가공하는 경우 나사를 체결할 때 높은 응력이 가공부에 발생하여 균열의 원인이 될 수 있으므로 테이퍼 나사는 플라스틱 용기에 권장되지 않는다.

※ 본 해설서가 참조하는 Ed5.0에서는 내압방폭구조 용기의 케이블인입부에 Sealing tape의 허용 여부가 불명확하였으나, Ed6.0에서는 내압방폭구조 용기의 케이블인입부에 Sealing tape (예, 테프론 테이프) 사용을 금지하도록 개정될 예정이다.

13.5 미사용 개구부의 조치

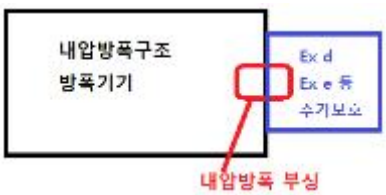
용기의 미사용 개구부는 KS C IEC 60079-14의 선정표의 요구사항을 만족하는 블랭킹 엘리먼트로 밀봉시켜야 하고 기기가 요구하는 최소 IP 등급 이상을 만족하여야 한다. 사용된 블랭킹 엘리먼트는 공구를 사용하여 제거할 수 있는 구조이어야 하며 KS C IEC 60079-0 및 각 방폭구조에 적합토록 인증을 취득한 제품을 사용하여야 한다.

내압방폭구조의 기기에서 나사규격이 상이하다는 이유로 나사아답터를 이용하여 블랭킹 엘리먼트를 체결하면 나사부위에서 누설 가능성이 증가되어 금하고 있으므로 현장 사용 시 유의하여야 한다.

※ 블랭킹 엘리먼트는 용기에 직결하는 것이 원칙이다

13.6 케이블 인입 시스템의 방폭구조별 추가 요구사항

(1) 내압방폭구조 “Ex d”에 적용되는 추가 요구사항



케이블이 내압방폭기기의 용기 벽을 통과하는 내압방폭 부싱을 거쳐 기기로 인입되는 경우(간접 인입), 부싱의 내압방폭용기 외부에 노출되어 있는 부분은 KS C IEC 60079-0에 따른 방폭구조 중 하나를 사용하여 보호(예를 들어, 부싱의 노출된 부분을 다른 내압방폭구조 용기 또는 안전증방폭구조 “e”의 단자 설치부 내에 위치)

※ 내압방폭 부싱은 KS C IEC 60079-0 및 -1의 요구사항에 따라 용기와 함께 시험을 실시하거나 부품인증을 취득한 제품을 설치하여야 한다.(열안정성, 화염침식시험, IP 시험 등을 검증)

편조 케이블(braided cable) 또는 외장 케이블(armoured cable)에 밀봉 링(압착식) 형식의 Ex “d” 글랜드를 사용하는 경우, 편조 또는 외장이 케이블글랜드 내부에서 단말처리 되도록 하고, 압착은 내부 케이블 시스에 가해지는 형식이어야 한다. 미세편조 케이블(편조에 사용된 와이어의 직경이 0.15mm 미만이고 케이블 둘레의 70% 이상이 편조)의 경우에는, 시스 외부만 압착하는 것이 가능하다.

※ 편조(braided) 또는 외장(armoured) 철심의 지름이 크고 편조 또는 외장이 차지한 범위가 작아 틈새가 커진 케이블의 외피를 탄성실링 링으로 압착하는 경우, 편조 또는 외장을 통하여 화염전파의 경로가 생성될 수 있으므로 상기의 요구사항이 정의된 것이다.

평행 나사산으로 체결되는 케이블글랜드, 어댑터 또는 블랭킹 엘리먼트의 경우, 인입장치와 내압방폭용기 사이에 밀봉 와셔(sealing washer)를 설치할 수 있으나 와셔를 설치하는 경우 나사의 맞물림 개수가 감소될 수 있으므로 5산 이상 체결여부를 확인하여야 하고, 접지가 유지되는 경우에 한정하여 비경화성, 비금속성, 비연소성을 가진 적합한 그리스를 사용할 수 있다.

용기에 인입구를 추가하거나 기존의 나사산 형태를 변경하고자 하는 경우 인증문서를 준수해야 하며, 제조자를 통하거나 인증된 작업장에서 작업을 수행해야 한다.

※ 안전인증제도에는 변경신고 절차가 있으며, 현장에서 임의적인 수정작업을 불허하고 있으며 반드시 제조자를 통해서만 수행하여야 한다. IECEx 제도에는 Service facility라는 스킴을 운영하고 있으나, 국내법에서 강제 조항이 아니며 제조자를 통한 변경만을 허용하고 있으므로 유의하기 바란다.

(2) 내압방폭구조 Ex d의 기기에서 케이블글랜드의 선정

내압방폭구조 기기의 케이블 인입 시스템은 다음 중 하나의 방법을 따라야 한다.

(가) KS C IEC 60079-1에 따라 경화성 컴파운드로 밀봉되고(배리어 케이블글랜드) 별도의 기기로서 인증을 받은 케이블글랜드이거나

(나) 다음의 모든 기준을 준수하는 케이블과 케이블글랜드, 또는
- KS C IEC 60079-1의 기준에 따라 별도 기기로서 인증 받은 케이블글랜드
- 사용된 케이블은 ‘고정 설비용 케이블의 요구사항’을 만족하여야 함
- 연결된 케이블의 길이가 최소 3 m 이상

(다) 부싱이 사용된 내압방폭구조 용기와 안전증방폭구조 단자 박스가 함께 사용된 간접 케이블 인입부, 또는

(라) KS C IEC 60079-1에 따른 내압방폭구조의 케이블글랜드와 함께 사용되는 무기질 절연 금속 시스 케이블(플라스틱 외부 커버 존재 여부는 무관), 또는

(마) 기기의 기술문서 또는 KS C IEC 60079-1에 따라 제작되고, 사용 케이블에 적합한 케이블글랜드가 부착되어 있는 내압방폭 밀봉장치(예: 밀봉 챔버). 밀봉장치는 개별 심선 주변를 밀봉할 수 있는 컴파운드나 밀봉재를 포함하여야 한다. 밀봉장치는 기기의 케이블 인입 지점에 설치.

내압방폭기기와 함께 케이블글랜드 일체를 포함하여 인증을 취득한 경우에는

KS C 60079-14의 비고에는 '케이블글랜드 및 사용된 케이블이 기기(용기)의 일부로 함께 인증받은 경우 케이블글랜드의 선정 시 요구사항을 준수할 필요가 없다'라고 정의하고 있다. 국내 방폭기기 시험 및 인증 취득 시 케이블글랜드 등 일체를 포함하여 인증 취득하는 사례도 존재하고 있다. 다만, 케이블글랜드 및 케이블을 포함하지 않고 인증을 취득한 사례가 월등히 많으므로 사용자는 제조자의 설명서 및 인증서의 기재사항을 확인하여야 한다.
아울러 제조자가 케이블과 케이블글랜드 일체를 조립된 상태로 제공하였다면, 인증 취득 당시부터 포함되었을 가능성이 높다.

(3) 분진방폭구조 Ex t의 기기에서 케이블글랜드의 선정

분진방폭구조 기기의 케이블 인입 시스템은 **다음 중 하나의 방법**을 따라야 한다.

보호등급 (EPL)	IIIC 그룹	IIIB 그룹	IIIA 그룹
"ta", 20종	IP6X	IP6X	IP6X
"tb", 21종	IP6X	IP6X	IP5X
"tc", 22종	IP6X	IP5X	IP5X

참고로, KS C IEC 60079-0 4.4 그룹 Ⅲ에는 아래와 같이 정의되어 있다.

- IIIA: 가연성 부유물
- IIIB: 비도전성 분진
- IIIC: 도전성 분진

평행 나사산이 있는 Ex "t" 글랜드, 어댑터 또는 블랭킹 엘리먼트는 인입장치와 "t" 용기 사이에 설치되는 밀봉 와셔와 함께 사용할 수 있다. 와셔를 사용하지 않는 경우 최소 5산 이상의 나사산 결합이 이뤄져야 하며, 추가적인 밀봉이나 개스킷 없이 테이퍼 나사 결합을 사용할 경우 3 $^{1}/_{2}$산 이상의 나사산 결합이 이뤄져야 한다.

(4) 통기 제한 방폭구조 Ex nR의 기기에서 케이블글랜드의 선정

통기 제한 “nR” 용기는 밀봉이 제일 중요한 방폭구조로서 현장 설치 시 통기 제한 특성이 유지되도록 각별한 주의를 기하여야 한다.

인증서 및 사용설명서에 명시하지 않은 케이블을 사용하고 해당 케이블이 효과적으로 밀봉처리 되지 않은 경우에는, 용기로부터의 누설을 방지하기 위해서 개별 도체를 밀봉하는 케이블글랜드 또는 그 밖의 수단(예: 에폭시 조인트, 수축 튜브)을 사용할 수도 있다.

※ 설치 후 통기 제한 여부를 확인해야 할 수도 있으므로 인증서의 ‘안전한 사용을 위한 조건’을 확인하고 필요시 현장 시험을 하여야 한다.

케이블글랜드와 용기 사이에 적절한 밀봉 와셔를 사용해야 한다. 전선관 또는 테이퍼 나사를 사용하는 경우에는 나사산 밀봉재(thread sealant)를 함께 사용할 수도 있다.

14. 내압방폭구조 “Ex d” 기기에 적용되는 추가 요구사항

본 절에서부터 마지막 절까지는 각각의 방폭기기별 구조에 따른 추가 요구사항을 정의한 것이다. 현장에서는 다양한 방폭구조로 설계된 기기를 선정, 선택하여 설치하고 있으므로 해당 기기에 따른 일반 고려사항, 케이블 및 배선시스템과 인입시스템의 요구사항을 만족하여야 하고, 각 방폭구조가 가지는 고유한 방폭특성을 저해하지 않도록 다음의 요구사항을 각각의 구조에 맞추어 만족하여야 한다.

14.1 일반사항

내압방폭구조 Ex d로 완전한 제품으로 인증 받은 기기만 설치할 수 있다. 현장에서 종종 발견되는 오류로서 부품 인증(안전인증서의 인증번호 맨 뒷자리에 “U”가 표시)을 가지고 임의로 구성하여 설치하는 것이다. 부품 인증은 완성품으로서 평가할 때 동일한 시험을 생략하고자 특정한 시험만을 실시하고 방폭부품으로서 인증서를 취득한 사례로서 원칙적으로 부품인증의 경우 인증표시를 외부에 식별되지 않도록 내부에 부착한다. 이 또한 현장의 혼선을 방지하기 위한 하나의 조치이다.

내압방폭구조 외함의 내부 부품 배열에 따라 압력중첩에 따른 높은 압력이 생성될 수 있다. KS C IEC 60079-1에 따라 빈 용기로서 부품인증을 위한 시험을 실시하는 경우 고의적으로 압력중첩이 발생할 수 있는 환경을 조성하도록 요구사항을 정의하고 있다. 따라서 일반적인 내압방폭구조로 완성된 방폭기기는 임의적으로 내용적이나, 내부부품의 변경을 금하며, 인증기관을 통하여 변경신고 절차를 통해 검토 후 변경사항이 반영되어야 한다.

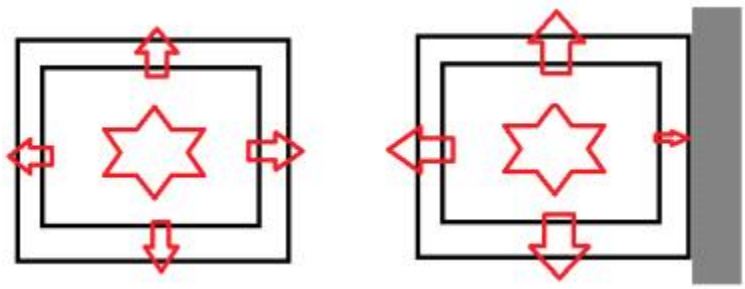
14.2 내압방폭기기 주변의 고체 장애물

전기기기의 설치 시에는 철재, 벽, 환경 보호 가드, 설치 브라켓, 파이프 및 다른 전기기기 등 해당 기기의 일부가 아닌 고체 장애물과 플랜지(평면) 접합면의 거리가 아래 표에 규정된 값 이내로 접근하지 않도록 유의하여야 하며, 인증 취득 시부터 시험을 통해 이 값보다 짧은 거리에서 안전성이 평가된 경우에 한하여 예외로 처리한다.

가스 그룹	최소 거리(mm)
IIA	10
IIB	30
IIC	40

플랜지(평면) 접합구조의 내압방폭기기 주변의 고체장애물 거리를 제한하는 이유

플랜지(평면) 접합이란, 평평한 면끼리 접합면을 구성하는 형태로서 Junction Box 등 박스류에서 가장 많이 활용되는 접합면이다. 이러한 구조는 내부 부품을 조립하기 용이하여 현장에서 많이 선호하는 형태이다. 내부의 폭발이 발생하는 경우 커버와 본체(외함)의 접합면 사이의 틈새로 화염이 전파되며, 열을 빼앗기고 고속의 제트만 용기 밖으로 배출되어야 하는데, 만약 한쪽 면 또는 임의의 면에 장애물이 있을 경우 내부의 폭발 화염이 밖으로 배출되는 과정이 폭발인화 시험과 상이하게 되므로 완전한 소염 상태를 만들기 위하여 기존 접합면 길이보다 증가한 접합면이 필요할 수 있다. 이러한 이유로 고체장애물의 거리제한을 두고 있다.



상기의 그림과 같이 4면으로 분포되어야 하는 폭발압력 및 화염이 3면으로 할당되며 완전히 불꽃이 소염되지 못하고 외부로 분출될 수도 있으므로 고체장애물의 거리를 제한하는 것이다.

14.3 내압방폭 접합면의 보호

제조자 기술문서에 따라 내압 접합면의 부식 방지를 유지해야 한다. 개스킷의 사용은 제조자 기술문서에 명시된 경우에만 허용된다. 이는 충분한 소염거리 즉 접합면 거리를 상시 유지하기 위함이다. 또한 **내압 접합면에 페인트로 도장하는 것은 허용되지 않는다. 현장 보수작업 중 접합면에 도장이 도포되었는지를 조립 전 반드시 확인**하여야 한다. 이것은 접합틈새를 부분적으로 크게 만드는 원인을 제공하기 때문이다. 접합면의 부식을 방지하기 위하여 그리스를

도포하는 것은 허용되지만 사용 가능한 그리스의 종류를 제한하고 있다. 제조자가 특정 제품을 지정하지 않은 경우 조립 전에 부식을 발생시키지 않는 그리스(corrosion inhibiting grease)만을 접합면에 도포할 수 있다. 그리스를 도포할 경우, 시간이 지나도 경화되지 않고 휘발성 용제를 함유하고 있지 않으며, 접합면을 부식시키지 않는 종류를 사용해야 한다. 또한 비고착 특성(non-setting characteristic)이 유지되어 추후 접합면을 분리하기 용이하여야 한다.

※ 그리스 도포로 틈새가 확대되지 않도록 각별한 주의를 기하여야 하며 평면 접합부에서 틈새 둘레로 비경화성 그리스를 함유하는 섬유 테이프 사용에 관한 사항은 KS C IEC 60079-14의 요구사항을 확인한다. (한 겹으로, 0.1mm 초과 금지)

14.4 내압방폭구조의 기기에 전선관 시스템 사용

내압방폭구조로 설계된 기기의 인입시스템으로 전선관을 사용할 때, 사용되는 전선관 밀봉장치는 다음 중 하나를 만족시켜야 한다.

- 기기와 함께 제공되고 기기의 기술문서에 세부적으로 명시된 밀봉장치
- 기기의 기술문서에 상세하게 명시된 밀봉장치
- KS C IEC 60079-1을 만족하는 밀봉장치

평행나사를 가진 전선관 밀봉장치와 내압방폭구조의 용기 사이에 밀봉 와셔를 장착할 수 있다. 이 경우 와셔를 설치한 후에도 맞물린 나사의 개수는 적어도 5산 이상이어야 한다. 필요 시 접지가 유지되며 물성이 비경화성인 그리스를 밀봉장치와 내압방폭구조 용기 사이에 적용할 수 있다.

전선관 밀봉장치를 용기에 직접 설치(직결)하거나 제조자의 지침에 따른 접속부품을 사용하여 설치하는 경우 그 위치는 내압방폭용기의 인입부에 인접한다고 볼 수 있다. 용기에 가장 근접한 밀봉재의 면(face of seal)과 용기의 외부 벽 사이의 거리는 가능한 한 가까워야 하며, 전선관의 크기 또는 50 mm 중 더 작은 값을 초과할 수 없다.

상기의 거리 조건이 존재하는 사유에 대하여 11절에서 설명하였으니, 참조하기 바란다.

15. 안전증방폭구조 “Ex e” 기기에 적용되는 추가 요구사항

15.1 일반사항

안전증방폭구조 Ex e로 완전한 제품으로 인증 받은 기기만 설치할 수 있다. 내압방폭구조의 기기처럼 현장에서 간간히 발견되는 오류는 부품 인증(안전인증서의 인증번호 맨 뒷자리에

“U”가 표시)을 가지고 임의로 구성하여 설치하는 것이다. 부품인증만 보유한 제품의 특징은 온도등급이 지정되어 있지 않다는 것이다. 기기로서 최종 조립한 상태로 온도평가를 실시하고 최종 온도등급까지 표시된, 즉 완전한 인증품으로서 인증서를 보유한 기기를 현장에 설치하여야 한다.

안전증방폭구조의 기본 개념은 엄격한 온도제한이다. 이를 역으로 해석하면 각 방폭 부품, 재질 등 성능이 사용되는 온도범위 보다 높은 등급의 소재를 사용하며 트래킹, 연면거리, 공간거리 등을 제한하고 있다.

15.2 안전증 단자 박스의 최대 소비전력

안전증 단자 박스 내부 배선에서 전력 손실에 따른 발산 열로 온도등급을 초과하지 않아야 한다. 이 요구사항을 만족하기 위하여 아래 사항을 준수하여야 한다.

(1) 허용 단자 수, 도체 크기 및 최대전류에 대하여 제조자의 사양을 엄격히 준수

(2) 제조자가 지정한 파라미터를 참고하여 계산된 손실전력이 정격 최대 정격소비 전력보다 작은지를 확인

안전증 단자 박스의 형식시험은 박스내부 대각길이의 전선을 배치하여 최대 정격의 110%의 전력을 투입하여 온도평가를 실시한다. 설치과정에서는 대각길이의 1/2보다 짧게 설치하여야 하며, 도체를 짧게 하면 온도 평가시 조건보다 발열요인이 작아지지만 용기 내부의 도체 길이를 길게 하는 경우 온도등급을 초과할 수도 있으므로 설치 시 유의하기 바란다.

6개 이상의 도체를 하나의 묶음으로 처리하는 경우 T6(85℃)를 초과하는 고온이 발생하여 배선의 절연 손상을 초래할 수 있으므로 6개 이상의 도체를 묶는 것을 피하여야 한다. 또한 이 요구사항은 비점화방폭구조에도 동일하게 적용된다.



상기의 요구사항을 그림으로 표현하면 좌측과 같다. 각 배선은 전류가 흐르며 저항값에 따른 발열을 하게 되는데, 가운데 배치된 배선은 열을 방출하기 어려운 환경이 조성되어 상대적으로 온도가 높아질 수 있다.

제조자의 기술문서에는 개별 단자의 크기, 허용되는 단자 수, 도체 크기, 최대전류가 명시되어 있어야 한다.

※ 인증서의 “안전한 사용을 위한 조건”에 제한사항에 관한 정보가 기재된다.

단자 박스 용기에는 Ex e 구조의 단자만 사용해야 한다. 일부 복합구조의 제품의 경우

Ex e 및 Ex i 단자가 이격거리 요건 50 mm 간격을 유지하여 인증을 취득하기도 하며, 인증서와 상이하게 임의적으로 다른 부품의 사용을 허용하지 않는다. 아울러 기본적으로 연결점당 하나의 도체만 허용된다.

15.3 도체의 단말처리

단자(터미널)의 설계 및 인증 당시부터 슬롯 형식으로 하여 둘 이상의 도체를 인입할 수 있도록 제작되는 제품도 존재한다. 다만, 하나의 단자에 두 개 이상의 도체를 연결하는 경우, 각각의 도체가 충분히 클램핑 되도록 설치작업 시 유의하여야 한다. 부적절한 체결은 발열의 요인이 될 수 있다.

단면이 상이한 도체를 하나의 단자에 연결할 수 있도록 전용 페룰(ferrule) 또는 제조자가 지정하는 방법이 있는 경우, 작업자는 설치 시 관련 사항을 준수하여야 한다.

또한, 설치 이후에도 도체의 노출부가 연면거리 및 공간거리 제한사항을 만족하여야 하므로 제조자가 허용하지 않는 한 단자에 연결된 도체의 추가적인 노출은 허용되지 않으므로 설치 시 유의하여야 한다.

15.4 단면적 및 연속 허용전류에 따른 최대 도체(wire)의 개수

단면적이 상이한 여러 도체의 조합이 허용 가능하도록 제조자가 설계 및 인증을 취득하는 경우가 있다. 이 경우에는 해당 정보를 제조자가 아래의 표와 같이 제공하여야 하며 부하율을 계산하여 최댓값을 초과하지 않아야 한다.

전류(A)	단면적(mm²)에 따른 도체 수			
	1.5	2.5	4	6
10	40			
16	13	26		
20	5	15	30	
25		7	17	33
35			3	12

단면적 (mm²)	전류 (A)	사용수량	=	사용률
1.5	10	20개(40개 중)	=	50 %
2.5	20	5개(15개 중)	=	33.3 %
4	25	2개(17개 중)	=	11.7 %
		합계 < 100 %	=	95.0 %

상기의 계산 예제가 단면적이 상이한 여러 도체를 조합할 때, 최대 100%를 초과하지 않음을 확인한 것이다.

단면적 1.5 mm^2만 단독으로 사용하는 경우 10 A로 최대 40개를 사용할 수 있으나 위 예제에서는 20개만을 사용하므로 50%가 적용되고 나머지도 같은 절차로 비율을 계산하여 합산하였을 때 100%를 초과하지 않았음을 확인한 것이다. 이러한 절차로 허용되는 단면적 당 최대 개수를 산출할 수 있지만, 터미널이 밀집되게 배치된 경우 열 방출이 어려워짐에 따라 고온이 발생하므로 계산된 값 보다 적은 개수의 도체를 사용하도록 제조자가 관련 정보를 제공하여야 하고, 설치 시 이 사항을 준수하여야 한다.

16. 본질안전방폭구조 “Ex i” 기기에 적용되는 추가 요구사항

16.1 일반사항

0종에 설치 가능하도록 입·출력 에너지를 엄격히 제한하는 본질안전회로를 설치 할 때는 근본적으로 다른 보호 원칙을 적용하여야 한다. 회로 차단・단락 또는 지락이 발생하더라도 다른 전원으로부터 에너지가 유입되지 않도록 하여, 본질안전회로에서 정해진 에너지 제한 값을 초과하지 않으며 그 기능이 온전하게 유지되어야 한다.

이러한 원칙은 달리 명시하지 않는 한 그룹 I, 그룹 III에서 사용되는 본질안전방폭기기 및 관련기기의 본질안전회로에도 동일하게 적용한다.

KS C IEC 60079-11의 정의에 따라 “관련기기”란 기기내부에 본질안전회로와 비본질안전회로를 모두 포함하고 비본질안전회로가 본질안전회로에 악영향을 미치지 않도록 구성된 전기기기를 말하며, 관련기기는 폭발위험장소 외부에 위치하는 것이 바람직하고 폭발위험장소에 설치하는 경우에는 본 해설서 6절(KS C IEC 60079-14에서는 5절에 해당)에 따른 적절한 방폭구조로 보호하여야 한다.

본질안전기기의 IP 최소 요구사항은 IP20이므로, 설치현장에서의 습기 또는 먼지의 유입이나 도전부로의 접근으로부터 회로의 본질안전 특성이 손상되는 것을 방지하고 허용되지 않은 간섭 및 손상으로부터 회로를 보호하고자 본질안전기기 및 관련기기(예를 들면 배리어)의 부품 및 내부 배선을 설치환경에 적합한 용기 내부에 설치해야 한다. 간섭 및 손상에 대해 동등한 수준의 건전성을 보장할 수 있는 대체 설치 방법을 사용할 수 있다. 외력에 영향을 받지 않는다면 IP54를 가진 일반적인 플라스틱 외함도 사용 가능하지만, 정전기 발생 위험으로 인하여 안전증 구조의 외함 내부에 설치하는 것이 바람직하다.

※ 외함은 안전증방폭구조 요구사항에 따라 정전기 위험성이 평가되어야 한다.

본질안전회로 설치 시 요구사항의 목적은 보호 대상 본질안전회로를 다른 회로로부터 격리시키고 그 상태를 유지하는 것이다. 달리 규정되어 있지 않은 한 본질안전회로에 적용되는

요구사항은 모든 보호등급(“ia”, “ib”, “ic”)에 동일하게 적용한다.

에너지제한회로 “nL” 은 본질안전회로 “ic”에 해당되므로 “ic”에 적용되는 모든 요구사항을 준수해야 한다.

16.2 기기보호등급(EPL) “Gb”, “Gc” 및 “Db”, “Dc”의 요구사항에 따른 설치

(1) 방폭기기 설치 요구사항

설치 시 요구되는 기기보호 등급(EPL)	본질안전기기와 관련기기의 본질안전 부품의 최소 보호등급
Gb	ib 또는 ia로서 KS C IEC 60079-11을 준수
Gc	ic 또는 ib 또는 ia로서 KS C IEC 60079-11을 준수
Db	ib 또는 ia로서 KS C IEC 60079-11을 준수
Dc	ic 또는 ib 또는 ia로서 KS C IEC 60079-11을 준수

관련기기의 비본질안전 단자에 접속된 전기기기에는 해당 관련기기의 라벨에 표시된 Um을 초과하는 전압을 공급할 수 없으며, 예상단락전류 값이 1,500 A를 넘을 수 없다. 이보다 높은 수준의 고장이 존재할 경우, 공급 측에 적절한 퓨즈 또는 보호조치를 통하여 예상단락전류를 제한할 수 있다.

관련기기의 라벨에 표기된 최대전압(Um)이 250 V보다 낮을 경우 다음 중 한 가지 방법으로 설치해야 한다.

① Um이 50 V a.c.나 120 V d.c.를 초과하지 않는 경우, SELV 시스템 또는 PELV 시스템에 설치

② KS C IEC 61558-2-6(안전 절연 변압기 및 전원 공급 장치) 또는 그 밖에 기술적으로 동등한 표준에 만족하는 안전 절연 변압기를 통해 설치

③ KS C IEC 60950(정보 기기), KS C IEC 61010-1(측정, 제어 및 실험실용 전기 장비) 또는 그와 기술적으로 동등한 표준을 따르는 기기에 직접 연결

④ 전지 또는 배터리로부터 직접 전원공급

본질안전 시스템의 일부를 구성하는 모든 기기에 대해, 합리적으로 실행 가능한 범위 내에서 본질안전 시스템의 일부라는 사실을 식별할 수 있도록 케이블에 밝은 청색 또는 라벨 등 표시를 하여야 하며 상세한 사항은 다음 절의 내용 중 케이블의 표시를 참조한다.

(2) 설치 시 케이블의 요구사항

① 일반사항

본질안전회로 동작 전압의 두 배 또는 500 V r.m.s.(750 V d.c.) 중 큰 값에 해당하는 전압을 견딜 수 있는 절연성능을 가진 케이블만 본질안전회로에 사용하여야 한다. 절연성능은 시험을 통하여 확인하거나 케이블 제조자의 데이터를 참조할 수 있다.

※ IEC 60079-14 corrigendum 1에서 상기 사항으로 정정되었으므로 유의하기 바라며, Ed6.0에서 750 V d.c.가 700 V d.c.로 수정될 예정이다.

② 케이블의 전기 파라미터

본질안전회로에 사용되는 모든 케이블의 전기 파라미터(C_c와 L_c 또는 C_c와 L_c/R_c)는 다음 중 하나의 방법에 따라 결정된다.

㉮ 케이블 제조자가 제공한 가장 가혹한 경우를 가정한 전기 파라미터

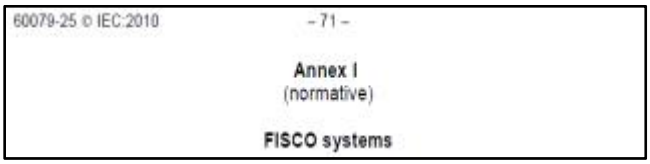
㉯ 표본 측정에 의해 결정된 전기 파라미터

관련 파라미터를 결정하는 세부적인 방법에 대해서는 KS C IEC 60079-14 부속서 H를 확인하여야 한다.

㉰ (스크린 유무와 관계없이) 일반 구조의 케이블의 2개의 심 또는 3개의 심이 상호 접속된 경우, 200 pF/m 그리고 1 µH/m 또는 30 µH/Ω

FISCO 또는 FNICO 시스템이 사용된 경우, 케이블 파라미터 요구사항은 KS C IEC 60079-25를 준수하여야 한다.

※ KS C IEC 60079-25는 IEC 60079-25를 기초로 하여 작성되었으며, KS C IEC 60079-14에 대응하는 IEC 60079-25의 연판은 Ed2.0에 해당하므로 IEC 60079-25:2010의 부속서 I를 따르는 것을 권고한다.


60079-25 © IEC:2010 – 71 –

Annex I
(normative)

FISCO systems

③ 도전성 스크린의 접지

자기장 차폐 등 목적으로 케이블에 스크린이 사용되는 경우, 다음 페이지에서 설명하는 **'특수한 경우'를 제외하고**, 등전위를 보장하기 위하여 주로 비폭발위험장소에 위치한 스크린의 끝단 부를 접지, 대지와 전위차로 인해 스크린에 점화를 일으킬 수 있는 순환 전류가 흐르는 것을 방지한다.

접지된 본질안전회로가 케이블의 스크린 내부에 있는 경우, 해당 회로의 스크린은 그 스크린이 차폐하는 본질안전회로와 동일한 지점에서 접지하여 전위차가 발생하지 않도록 한다.

접지되지 않은 본질안전회로 또는 부속회로가 케이블의 스크린 내부에 있는 경우, 스크린의 한 지점을 등전위 본딩 시스템에 접속한다.

도전성 스크린의 접지에서 **특수한 경우**는 아래와 같다.

㉮ 특수한 이유(스크린의 저항이 높거나 유도간섭을 방지하기 위한 추가 스크린 필요 등)로 인해 스크린의 여러 지점에 접지 접속점이 있는 경우, 아래 조건하에서 KS C IEC 60079-14 그림 2와 같이 배치될 수 있다.

- 견고한 구조의 절연 접지도체
  (일반적으로 최소 굵기 4 mm^2 이상. 클램프 방식의 접속 시 16 mm^2가 더 적합.)
- 500 V a.c. 또는 700 V d.c. 절연 성능(스크린의 절연 성능 포함)
- 절연 접지도체와 스크린이 동일한 지점(보통 비폭발위험장소 쪽 케이블 끝단)에서 접지
- 케이블의 손상방지 요구사항에 적합한 절연 접지도체
- 절연 접지도체와 함께 설치된 케이블의 인덕턴스 대 저항의 비(L/R)가 확정되고 본 절의 케이블 및 전선 설치 요구사항에 적합

㉯ 기기의 회로 양 끝단 사이(즉 폭발위험장소와 비폭발위험장소 사이)의 등전위가 보장되도록 효과적으로 설치 및 유지 관리되고 있다면, 접지가 요구되는 경우 케이블의 양 끝단 모두를 접지 가능, 필요 시 임의의 중간 지점도 접지 가능.

㉰ 작은 용량의 커패시터(예를 들어 1 nF, 1 500 V 세라믹)를 사용한 다중 접지 시 전체 정전용량이 10 nF 미만이어야 한다.

④ 케이블 외장(armoured)을 본딩

케이블 외장은 케이블 인입장치 또는 그와 동등한 장치를 통과하고 케이블의 양쪽 끝단을 등전위 본딩시스템에 본딩한다. 중간에 정션박스(interposing junction box) 또는 다른 기기가 있는 경우에도 동일한 방법으로 본딩한다. 케이블 외장의 중간 지점에서 등전위 본딩을 금지하는 케이블은 전 구간에서 외장의 전기적 연속성이 유지되도록 주의하여야 한다.

케이블 인입점에서 외장을 본딩하는 것이 현실적으로 어렵거나 설계상 불가능할 경우, 외장과 등전위 본딩시스템 사이에서 발생하는 전위차로 인해 점화성 스파크가 발생하지 않도록 주의해야 한다. 어떤 경우에도 등전위 본딩시스템과 외장 사이에 최소 한 곳 이상에

전기적인 본딩을 실시한다. 케이블 외장을 접지와 분리하기 위한 케이블 인입장치는 비폭발 위험장소 또는 기기보호등급 “Gc” 또는 “Dc”를 요구하는 장소에 설치하여야 한다.

⑤ 본질안전 케이블 및 배선 설치

본질안전 회로에 영향을 미치지 않도록 높은 자장을 형성할 수 있는 단심 케이블로 부터 거리를 유지하거나, 스크린 또는 심선들을 꼬임 처리하여 자기장의 영향을 적게 받도록 하여야 한다.

부주의로 본질안전회로 케이블과 비본질안전회로의 케이블을 서로 연결하지 않아야 하며 아래의 조치로 예방할 수 있다.

㉮ 본질안전회로와 비본질안전회로 간의 케이블 분리

㉯ 케이블의 손상방지 요구사항에 적합

㉰ 최소 하나의 회로는 외장, 금속 시스 또는 스크린을 사용한 케이블을 사용한다.
(모든 비본질안전회로에 외장 케이블 사용 또는 모든 본질안전회로에 외장 케이블을 사용).

케이블이 다중 심선을 가졌다는 이유로 본질안전회로와 비본질안전회로를 하나의 케이블만 사용하여 구성할 수 없다. 기타 세부 사항은 KS C IEC 60079-14의 본질안전 관련 절을 참조한다.

(3) 단순 기기(simple apparatus)

단순 기기에는 기기보호등급 EPL을 적용하지 않으며, 단순 기기임을 식별할 수 있도록 손상방지가 가능한 라벨을 제조자 또는 설치자가 부착하여야 한다. 단순 기기의 정의는 KS C IEC 60079-11를 따르며, 아래와 같은 기기가 단순기기로 분류할 수 있다.

① 스위치, 정션 박스 내부의 터미널, 저항 및 단순 반도체 부품 등 수동 부품
※ 에너지를 증폭할 수 있는 회로가 존재하는 경우 단순기기에 해당되지 않는다.
※ Ed6.0에서 정션 박스 내부의 터미널로 대상을 명확히 하였고, 단순 반도체 부품에는 다이오드, 트랜지스터와 메탈 옥사이드 바리스터 등이며, 추가 회로를 가지지 않아야 한다.

② 커패시터 또는 인덕터와 같은 (시스템의 전반적인 안전을 결정할 때 고려해야 하는) 파라미터가 명확하고, 회로가 단순하며, 단일 부품으로 구성되어 있는 에너지 저장원

③ 열전대, 광전지 등과 같이 1.5 V, 100 mA, 25 mW 이상을 발생시키지 않는 에너지 발생원

상기의 단수기기의 온도등급을 정할 때는 전원 최대출력전력(P_o)으로부터 계산을 통하여 최고표면온도를 산출할 수 있다.

$$T = P_o \, R_{th} + T_{amb}$$

여기에서

T : 표면온도

P_o : 관련기기에 표시된 최대출력전력

R_{th} : 소비전력 당 표면온도상승(K/W) (설치 조건에 따라 제조자에 의해 지정)

※ 제조자의 데이터 시트를 참조하여야 한다.

T_{amb} : 단순기기가 설치되는 지점에서의 주위온도(가령 온도센서)

총 표면적이 20 mm^2 이상인 단순기기는 아래의 표에 따라 주위온도에 따른 최대 소비전력을 확인하고, 이 값을 초과하지 않는 경우에 한하여 T4로 지정할 수 있다.

기기그룹 II의 주위온도에 따른 최대 소비 전력

최대 주위 온도	℃	40	50	60	70	80
최대 소비 전력	W	1.3	1.25	1.2	1.1	1.0

RTD 소자와 같은 소형 부품은 리드선을 제외한 표면적과 표면온도로 온도등급을 아래와 같이 결정할 수 있다.

㉮ 소형부품 표면적 < 20 mm^2 , 표면온도 < 275℃ : T4

㉯ 20 mm^2 ≤ 소형부품 표면적 < 1,000 mm^2 , 표면온도 < 200℃ : T4

㉰ 소형부품 표면적 < 1,000 mm^2 , 표면온도 < 150℃ : T5

위 사항은 개정되는 Ed6.0에서 부속서 Q로 이동되었다.

단순기기가 본질안전회로 접지와의 절연을 유지할 필요가 있는 경우, 500 V a.c. r.m.s. 또는 700 V d.c. 또는 본질안전회로의 전압의 두 배 중 가장 큰 값의 시험전압에 견딜 수 있어야 한다.

비본질안전 터미널 또는 접속부와 본질안전 터미널은 최소 50 mm 이격되거나 또는 KS C IEC 60079-11에 따른 절연공간거리 요건을 만족하여야 한다.

단순기기는 기술문서에서 특별히 허용함을 명시하지 않는 한 본질안전회로에 연결할 수 없다.

④ 터미널 박스

이물질의 침입으로부터 본질안전회로를 보호하기 위하여 터미널 박스가 사용되는 경우 최소 IP54의 보호등급이 유지되어야 하고, 본질안전 배선에 사용되는 터미널은 접지부품과 최소 3 mm 이상 이격되어야 한다.

터미널 박스에 하나 이상의 본질안전회로가 설치될 때, 접속설비의 나도체 사이의 절연공간거리는 각각의 본질안전회로 간 최소 6 mm 이상이어야 한다.

비본질안전 터미널과 본질안전 터미널은 최소 50 mm 이상 이격되거나 또는 KS C IEC 60079-11에 따른 절연공간거리 요건을 만족하여야 한다.

17. 압력방폭용기 “Ex p” 기기에 적용되는 추가 요구사항

압력방폭구조의 기기는 내부 누출원의 존재유무, 요구되는 최고 기기보호등급과 용기 내부 점화원 유무에 따라 필요한 보호등급을 pxb, pyb 및 pzc중 선택하고 해당 구조 요구사항에 맞도록 설계, 제작, 시험 및 인증을 취득한다.

pxb : 기기보호등급(Equipment Protection Level) Mb, Gb 또는 Db를 제공하는 가압용기
(안전장치를 제외한 보호되지 않는 기기를 가압용기 내부에 설치하는 것을 허용)
※ 1종 지역에 설치하고 용기내부는 비위험등급으로 낮춤

pyb : 가압용기 내부의 기기보호등급을 Gc 또는 Dc로 하면서 기기보호등급 Gb 또는 Db를 제공하는 가압용기
(안전장치를 제외하고 기기보호등급 Gc 또는 Dc 기기가 가압용기 내부에 설치되는 것을 허용)
※ 1종 지역에 설치할 수 있지만, 용기내부는 2종 지역에 해당

pzc : 기기보호등급 Gc 또는 Dc를 제공하는 가압용기
(안전장치를 제외한 보호되지 않는 기기를 가압용기 내부에 설치하는 것을 허용)
※ 2종 지역에 설치하고 용기내부는 비위험등급으로 낮춤

다른 방폭기기와 동일하게 완전한 기기로서 인증 받은 상태에서만 현장에 설치할 수 있으며, 임의로 수정하는 것은 허용되지 않는다. 압력방폭구조는 폭발성분위기로부터 점화원을 격리시키는 원리를 사용하므로, 용기의 보호등급을 유지하고 퍼징유체가 일정하게 공급되어야 한다.

17.1 일반사항

압력방폭용기에 취부되는 모든 덕트 및 덕트의 연결부는 아래의 기준에 따른 압력 또는

200 Pa(2 mbar)을 견딜 수 있어야 한다.

- 제조자가 정한 정상 작동 중 최대 양압의 1.5배
- 제조자가 가압기기를 지정한 경우, 모든 배출구를 차단 상태에서 도달 할 수 있는 최대 양압

※ 압력방폭구조 용기의 기계적 강도 최소 요구사항은 200 Pa로 정의하고 있다. 따라서 200 Pa는 최소 강도를 의미하며, 제조사별로 더 높은 압력을 선정할 수도 있으므로 주의가 필요하다.

덕트 등의 재질은 사용되는 보호가스, 인화성 가스 또는 증기와 화학적으로 반응하지 않아야 한다. 아울러 보호가스가 공급되는 덕트의 입구는 비폭발위험장소에서 시작하여야 한다.

만약 보호가스의 압력이 대기압보다 낮은 경우에는 덕트에 누설이 없어야 한다.

또한 보호가스가 배출되는 덕트의 출구는 비폭발위험장소에 위치하는 것이 바람직하며, 부득이 폭발위험장소에 위치되는 경우 배출가스에 포함될 수 있는 불꽃 및 입자 등이 점화원으로 동작하지 않도록 배리어를 설치하여야 한다.

불꽃 및 입자 배리어의 요구사항이 KS C IEC 60079-14 표로 배기 덕트 출구에 위치에 따른 기기보호등급 요구사항을 Gb와 Gc로 구분하여 스파크나 입자 발생여부에 따라 필요, 불필요를 구분하고 있으니 참고하기 바란다.

아울러 퍼징 등에 사용되는 보호가스로 불활성 가스를 사용하는 경우 질식사고의 위험이 있음을 작업자에게 충분히 인지시켜야 하고, 대기 중의 공기를 보호가스로 사용하는 경우 인화성 물질이 포함되지 않아야 하며 일정한 유량이 공급될 수 있도록 흐름에 방해요인이 없어야 한다. 또한 산소농도는 대기의 농도를 기준하므로 계통을 통하여 대기보다 높은 농도의 산소가 유입되지 않아야 한다.

17.2 보호가스 유량 부족 등으로 인한 가압 실패 시의 조치사항

압력방폭구조의 용기 내부에 정비 등의 목적으로 오버라이드 장치(override device) 또는 정비 스위치가 내장된 경우가 있다. 이 장치는 폭발성분위기가 조성되어 있지 않음을 확인한 상태에서만 조작하여야 하며 인화성 가스가 감지되는 경우 즉시 전원이 차단되어야 하고, 다시 작동하기 전에 퍼징 절차를 다시 수행하여야 한다.

1종 장소에 설치되는 기기의 경우 경보와 함께 자동으로 전원이 차단되어야 하고 2종 장소에 설치되는 기기의 경우 경보만 발생하므로 내부 누출원이 없는 압력방폭용기는 가압 실패 시 24시간 이내에 빠른 조치를 완료하여야 하고, 정적가압 방식의 경우 비폭발위험장소에서

재가압하여야 한다. 다만 자동 전원차단 기능으로 인하여 더 큰 위험을 초래할 가능성이 있는 경우라면 별도의 안전조치를 강구하여야 한다. 경보 장치에는 시각적 기능도 포함되어 소리가 발생하지 않는 기기도 존재 할 수 있으므로, 사용자는 해당 기기 사용 지침서를 숙지하고 주의하여야 한다.

농도, 습도, 성분 등을 분석하기 위하여 압력방폭구조로 설계된 가스 분석기는 용기 내부로 소량의 가연성 가스가 전달되고 피팅 등의 체결방식이 사용될 경우 내부 누출원이 있는 기기로 간주되며 누출될 수 있는 물질의 인화상한 및 누출등급에 따라 퍼지방식이 결정된다. 가연성 물질은 유량 제한 장치, 압력조절기 또는 화염방지기 등이 필요함에도 불구하고 사용자의 설치 범위로 지정하는 기기도 존재할 수 있으므로 사용자는 제조자 지침서를 반드시 확인하고 기기를 가동시켜야 한다.

산화에틸렌(EO)과 공기가 없는 경우에도 발열반응이 일어날 수 있는 가스환경에는 누설보상식 압력방폭구조를 사용할 수 없다. 공기나 불활성 가스를 사용하여 연속흐름식을 사용하여야 한다. 각 상황에 적절한 방폭구조의 요구사항은 KS C IEC 60079-2를 확인하여야 한다.

17.3 공통으로 사용되는 안전장치를 가지는 압력방폭용기

압력방폭용기의 문이 개방되는 경우 자동으로 전원을 차단하는 기능을 가지며 기기가 연결된 모든 다른 압력방폭용기의 압력을 지속적으로 모니터링 하는 경우, 하나의 보호가스 공급원을 복수의 용기에 사용하고자 할 때 전체 압력방폭용기의 가장 불리한 조건을 검토하였다면 공통으로 사용되는 안전장치를 사용할 수 있다.

17.4 분진압력방폭구조 “pD”

분진에 의한 폭발위험지역에 분진압력방폭용기를 설치할 수 있다. 용기 내부에 폭발성 분진 분위기에 적합하지 않은 기기가 있는 경우, 압력이 상실되면 용기 외부의 분진이 유입되어 폭발성 분위기를 조성할 수 있으므로 다음과 같은 요구사항을 만족하여야 한다.

21종(EPL Db) 장소에 설치되는 기기의 경우 정상 작동 시 용기내부에 점화원이 있는 경우 자동으로 전원이 차단되어야 하고, 점화원이 없는 경우 경보만 동작하여도 되며, 22종(EPL Dc) 장소에 설치되는 기기의 경우 정상 작동시 용기내부에 점화원이 있는 경우 경보가 동작되어야 한다.

분진압력방폭구조의 용기는 압력을 공급하기 전에 반드시 분진제거 작업을 하여야 하며 퍼지는 허용되지 않으므로 전원 투입 전 상당한 시간을 두어 부유된 분진이 바닥으로 이동될

수 있도록 일정 시간이 필요하고, 가압에 사용되는 공기에 폭발성 분진의 농도가 조성될 수 있는지를 검토하여야 한다.

17.5 폭발성 가스 분위기를 위한 룸(가압실 “p” 및 강제 환기실 “v”)

쉽게 이해하는 방법으로 사람이 출입할 수 있는 거대한 압력방폭용기로 생각하면 된다. KS C IEC 60079-13이 제정되어 있으므로 상세한 요구사항은 해당 표준을 참고하기 바라며, KS C IEC 60079-13 표준과 안전보건규칙의 양압실 요구사항이 상충할 경우 안전보건규칙을 우선한다.

18. 비점화방폭구조 “n” 기기에 적용되는 추가 요구사항

다른 방폭구조의 기기와 동일하게 완전하게 기기로서 인증을 취득한 경우에 한하여 사용할 수 있다. 비점화 방폭구조는 IEC 표준에서 아래와 같이 변경 사항이 있으며 국내고시의 표기법과 상이점이 있으므로 유의하기 바란다.

nA : 스파크를 발생하지 않는 기기로서 KS C IEC 60079-7로 편입되고 “ec” 구조에 해당
nL : 에너지 제한 기기로서 KS C IEC 60079-11로 편입되고 “ic” 구조에 해당
nC : 스파크를 발생하는 기기 내부의 접점이 통기제한용기 또는 에너지 제한 이외의 방법으로 적절히 보호하는 구조
nR : 외부의 폭발성가스·증기 등이 용기내부로 침입될 수없도록 통기를 제한하는 구조

현행 KS C IEC 60079-15 비점화방폭기기에는 nC와 nR만 다루고 있다.

nR 방폭구조의 핵심은 밀봉과 관계한다. 밀봉상태가 유지되는지 여부를 확인하기 위한 시험포트의 존재 유무에 따라 구조가 상이하고, 시험포트가 있는 경우 쉬운 접근이 가능한지 여부를 확인하여 설치되어야 한다. 제조자 지침서를 참고하여 주기적으로 시험 포트를 통하여 확인시험이 요구되기도 하므로 사용자는 이를 숙지하여야 한다.

밀봉상태가 잘 유지되더라도 내부의 발열이 시험조건과 상이할 경우 온도상승에 따른 압력증가, 냉각 시 외부공기 유입 등의 기기내부로 폭발분위기가 조성될 수 있으므로 정격의 요구사항과 내부 배선에 사용되는 도체의 길이 등을 엄격히 준수하여야 한다.

19. 유입방폭구조 “o” 기기에 적용되는 추가 요구사항

다른 방폭구조의 기기와 동일하게 완전하게 기기로서 인증을 취득한 경우에 한하여 사용할 수 있다. 기기의 상세 요구사항은 KS C IEC 60079-6에서 다룬다.

제조자 지침서를 준수하여 설치 및 사용하여야 하며 절연유가 사용되는 기기의 오일을 교체할 때는, 반드시 방폭구조에 영향을 미칠 수 있는 성능이 동등 이상임이 검증된 제품으로만 교체하여야 한다.

20. 충전방폭구조 “q” 기기에 적용되는 추가 요구사항

다른 방폭구조의 기기와 동일하게 완전하게 기기로서 인증을 취득한 경우에 한하여 사용할 수 있다. 국내에서 가장 찾아보기 드문 구조에 해당하며 기기의 상세 요구사항은 KS C IEC 60079-5에서 다루며, 제조자 지침서를 준수하여 설치 및 사용한다.

21. 몰드방폭구조 “m” 기기에 적용되는 추가 요구사항

다른 방폭구조의 기기와 동일하게 완전하게 기기로서 인증을 취득한 경우에 한하여 사용할 수 있다. 기기의 상세 요구사항은 KS C IEC 60079-18에서 다루며, 제조자 지침서를 준수하여 설치 및 사용한다.

22. 광학 방사 기기 “op” 기기에 적용되는 추가 요구사항

다른 방폭구조의 기기와 동일하게 완전하게 기기로서 인증을 취득한 경우에 한하여 사용할 수 있다. 기기의 상세 요구사항은 KS C IEC 60079-28에서 다루며, 제조자 지침서를 준수하여 설치 및 사용한다.

참고 사항으로 KS C IEC 60079-28은 IEC 60079-28 Ed1.0과 동일하고 현재 IEC에서는 Ed3.0의 개정작업이 활발하게 추진되고 있다.

23. 용기 “t” 에 의한 분진방폭구조 기기에 적용되는 추가 요구사항

다른 방폭구조의 기기와 동일하게 완전하게 기기로서 인증을 취득한 경우에 한하여 사용할 수 있다. 국내 고시의 방폭구조와 비교하면 tD에 해당하고 기기의 상세 요구사항은 KS C IEC 60079-31에서 다루며, 제조자 지침서를 준수하여 설치 및 사용한다.

이하 부속서에 관한 해설을 생략하고 KS C IEC 60079-14를 참조하기 바라며, 광학 방사를 사용하는 기기를 폭발위험분위기에 설치하는 경우에는 규정(Normative)으로 정의된 부속서 K에

따라 KS C IEC 60079-28의 요구사항을 만족하는 기기를 설치하여야 한다.

KS C IEC 60079-28에 따른 광학 방사를 사용하는 기기는 아래와 같이 세부 분류된다.

op is : 본질안전방폭구조의 개념을 적용하여 광학방사에너지를 KS C IEC 60079-28에서 요구하는 값 이하로 설계, 제작하여 정상 상태 또는 명시된 고장 조건에서 특정 폭발분위기를 점화시킬 수 없는 에너지 범위를 가진 가시광선 또는 적외선을 사용하는 기기를 말하며 사용자는 임의로 증폭회로를 추가할 수 없다. 광케이블의 단면적이 감소하면 에너지 집속현상이 발생할 수 있으므로 사용되는 광케이블의 단면적 변화는 허용되지 않는다.

op pr : 광 누출이 발생하지 않는다는 가정하에 광섬유 또는 기타 전송매체 내에 광을 격리·보호하도록 설계된 구조를 말한다. 통상 외부의 힘에 의해 손상이 발생하지 않도록 금속재 가요관 또는 금속재 튜브를 이용하여 광섬유 등을 보호한다. 아울러 용기 내부로 광 방사에너지가 전달되는 경우 내압방폭, 압력방폭, 통기제한 용기 등을 이용하여 광 에너지의 외부전달을 차단함으로서 용기 외부 폭발분위기가 점화되지 않도록 보호하여야 한다.

op sh : 광학 방사 에너지가 외부로 전달될 때 이것을 감지하는 인터록 장치를 연동하여 점화 지연 시간보다 짧은 시간 안에 광학 방사를 차단함으로서 외부 폭발분위기가 점화되지 않도록 보호하는 구조를 말한다.

<부록 1>

KS C IEC 60079-0의 표기법과 산업안전보건법에 따른 안전인증서 표기에 관한 사항

방폭기기에 인증번호 표기법과 관련하여 KS C IEC 60079-0에 따른 표기 방법과 방호장치 안전인증 고시에 따른 표기법은 동일하다.

방폭기기는 인증 취득 시 채용된 방폭구조 등에 대한 사항을 제품의 명판에 표기하여야 하며, IECEx Certificate of Conformity 또는 안전인증서에도 관련 정보가 기재된다.

방폭기기는 기기인증과 부품인증으로 크게 분류되며,

기기인증을 취득한 제품 중 사용자가 특별한 추가 조치 등 안전한 사용을 위한 조건이 있는 경우, 또는 제조자가 반드시 출고 전 확인사항이 있는 경우 인증번호 맨 뒷자리에 “X” 가 추가되거나, 특별한 조치사항이 없는 경우 인증번호로만 구성된다.

그리고 **부품인증**을 취득한 제품은 맨 뒷자리에 “U”를 가진다.

부품인증의 목적은 부품 상태로 유통을 허용하되 완성품 기기에 함께 결합하여 방폭기기로서 최종 인증을 취득하고자 할 때 반복시험을 생략하기 위함이다. 그럼에도 불구하고 현장에서는 부품인증(인증번호 맨 뒷자리에 “U” 표시) 제품은 완성품으로 오인하여 임의적으로 설치하는 경우가 종종 발생하고 있으며, 본 해설서에도 이러한 주의사항에 대하여 반복적으로 설명하였다.

고용노동부 고시에 따른 방폭기기 인증서 예시, 여기서 AV는 기관 코드를 말한다.

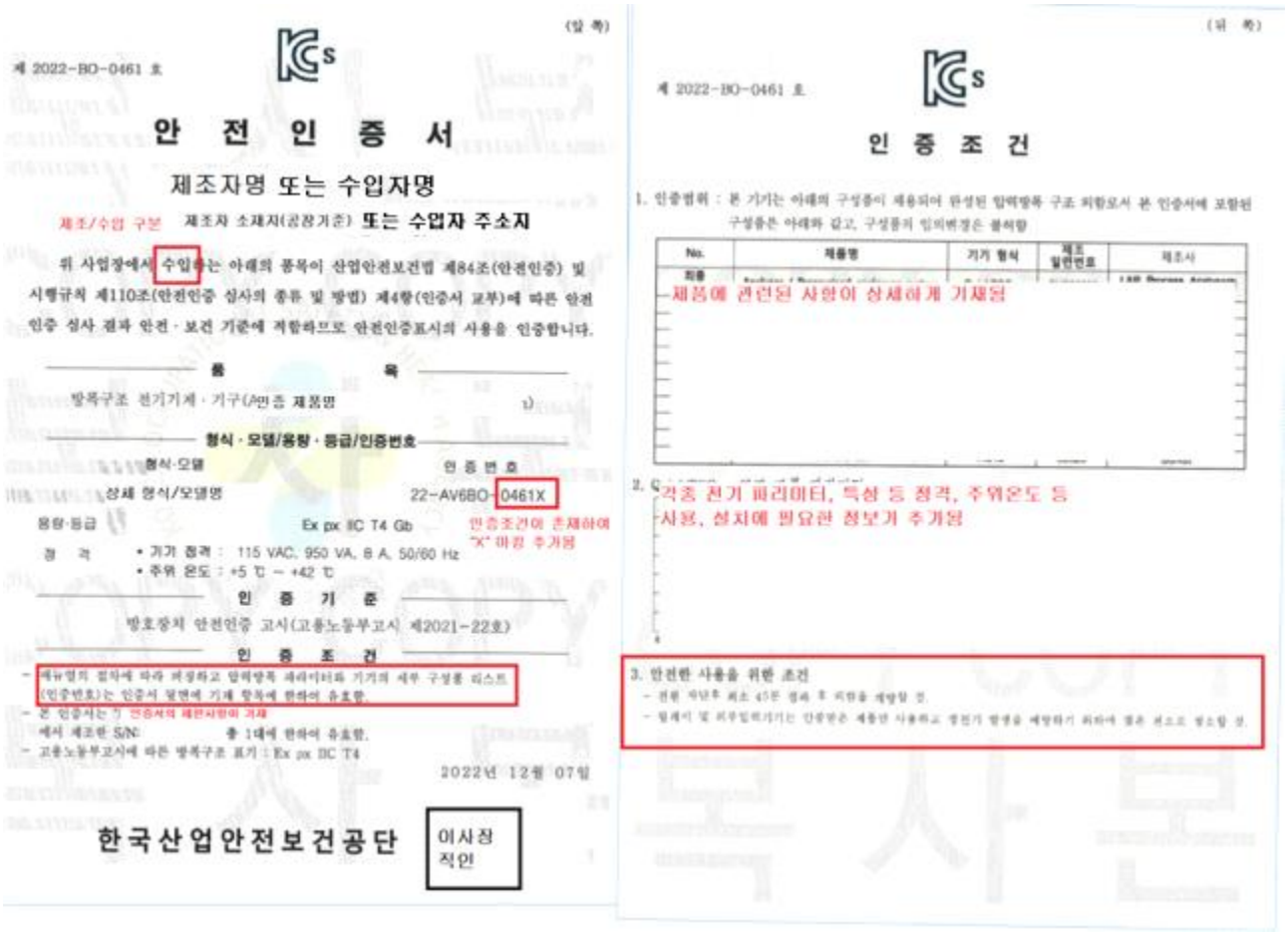
■ 방폭기기 인증서

방폭기기로 인증 받은 제품의 인증번호 : 00-AV0BO-0000
사용, 설치 등 조건이 존재하는 경우 인증번호 : 00-AV0BO-0000**X**
※ 상기와 같이 “**X**” 표시가 존재하는 경우 인증서에 관련 사항이 추가 기재된다.

■ 방폭부품 인증서

방폭부품으로 인증 받은 제품의 인증번호 : 00-AV0-BO-0000**U**
※ 상기와 같이 “**U**” 표시가 존재하는 경우 인증서에 관련 사항이 추가 기재된다.
※ “X”와 “U”는 병기하지 않는다. 따라서 “X”를 가진 방폭부품도 존재할 수 있음에 주의하여야 하며, 사용자 및 설치자는 인증서 기재사항을 면밀하게 확인하여야 한다.

[방폭기기 인증서 예시]



(앞 쪽)

제 2022-BO-0461 호

안 전 인 증 서

제조자명 또는 수입자명

제조/수입 구분 제조자 소재지(공장기준) **또는 수입자 주소지**

위 사업장에서 수입하는 아래의 품목이 산업안전보건법 제84조(안전인증) 및 시행규칙 제110조(안전인증 심사의 종류 및 방법) 제4항(인증서 교부)에 따른 안전인증 심사 결과 안전·보건 기준에 적합하므로 안전인증표시의 사용을 인증합니다.

품 목

방폭구조 전기기계·기구(A인증 제품명 1)

형식·모델/용량·등급/인증번호

형식·모델 인 증 번 호

상세 형식/모델명 22-AV6BO-0461X

용량·등급 Ex px IIC T4 Gb

인증조건이 존재하여 "X" 마킹 추가됨

정 격 • 기기 정격 : 115 VAC, 950 VA, 8 A, 50/60 Hz
• 주위 온도 : +5 ℃ ~ +42 ℃

인 증 기 준

방호장치 안전인증 고시(고용노동부고시 제2021-22호)

인 증 조 건

- 제품명의 표시에 따라 표명하고 압력방폭 래러티피와 기기의 세부 구성품 리스트(인증번호)는 인증서 말면에 기재 항목에 한하여 유효함.
- 본 인증서는 기 인증서의 제한사항이 기재
에서 제조된 S/N: 총 1대에 한하여 유효함.
- 고용노동부고시에 따른 방폭구조 표기 : Ex px IIC T4

2022년 12월 07일

한국산업안전보건공단 이사장 직인

(뒤 쪽)

제 2022-BO-0461 호

인 증 조 건

1. 인증범위 : 본 기기는 아래의 구성품이 제품되어 완성된 압력방폭 구조 외함으로서 본 인증서에 포함된 구성품은 아래와 같고, 구성품의 임의변경은 불허함

No.	제품명	기기 형식	제조 일련번호	제조사
최종				

제품에 관련된 사항이 상세하게 기재됨

2. C

각종 전기 파라미터, 특성 등 정격, 주위온도 등 사용, 설치에 필요한 정보가 추가됨

3. 안전한 사용을 위한 조건

상기 예시는 대표적인 앞/뒷면을 가지는 인증서이며, 단순한 기기의 경우 단면으로 발행되기도 한다.

부품인증서의 경우 방폭 부품임을 의미하는 "U" 표시가 상기 인증번호 맨 뒷자리에 기재된다.

<부록 2>

방폭기기 설치시 최초 검사 체크리스트
(방폭구조별 점검항목)

본 체크리스트는 KS C IEC 60079-14를 근거로 작성하였으며 방폭기기 최초설치 후 실시하여야 하는 방폭구조별 체크 리스트이다.

본 체크리스트는 표 1, 2, 3으로 구성되었으며 방폭구조별로 작성되었다.

※ 체크리스트에 따른 각 구조별 점검을 실시하기 위하여 인증서, 제품 매뉴얼 및 인증도면이 필요하며, 일부 도면은 제조자의 협조가 필수적이다.

표 1 – 방폭구조 Ex d, Ex e, Ex n, Ex t 방폭구조별 체크리스트

Ex d, Ex e, Ex n, Ex t 구조별 기기 점검사항		Ex d	Ex e	Ex n Ex t
		검사 등급: 상세한 체크수준		
A	일반사항(모든 기기에 해당)			
1	방폭기기는 해당 위치의 기기보호등급(EPL)/종별 장소 요구사항에 적합한가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
2	기기 그룹이 적정한가? ※인증서의 마킹와 기기의 명판을 대조하고 지역구분에 적절한지를 확인하여야 한다.	상세 체크	상세 체크	상세 체크
3	기기 온도등급이 적정한가? (가스만 해당)	상세 체크	상세 체크	Ex n만 상세 체크
4	기기 최고표면온도가 맞는가?			Ex t만 상세 체크
5	방폭기기의 용기 보호등급(IP 등급)은 보호/그룹/도전성 수준에 적합한가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
6	방폭기기 회로 식별이 올바른가? ※ 올바른 전원 연결을 위한 색상 등 확인	상세 체크	상세 체크	상세 체크
7	방폭기기 회로 식별이 가능한가? ※ 기기에 부착된 회로/배선도, 필요시 매뉴얼 등 확인	상세 체크	상세 체크	상세 체크
8	용기, 유리 부품 및 유리 대 금속 실링 개스킷 및/또는 컴파운드의 경화상태가 만족스러운가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
9	손상이나 허가받지 않은 수정은 없는가? ※인증기관의 승인없는 임의 변경 불허	상세 체크	상세 체크	상세 체크

Ex d, Ex e, Ex n, Ex t 구조별 기기 점검사항		Ex d	Ex e	Ex n Ex t
		검사 등급: 상세한 체크수준		
10	허가받지 않은 수정의 증거는 없는가?			
11	볼트, 케이블 인입장치(직접 및 간접) 및 블랭킹 엘리먼트는 적합한 형식이며 완전하고 견고하게 고정되었는가?			
	– 물리적 검사 ※체결상태와 인증품 사용여부 확인	상세 체크	상세 체크	상세 체크
12	용기의 나사산 커버는 적합한 형식이며 풀림이 없고 견고하게 고정되어 있는가?			
	– 물리적 검사 ※체결 및 고정 상태 확인	상세 체크		
13	접합면이 깨끗하고 손상되지 않았으며, 개스킷이 있다면 만족스럽고 올바르게 위치되었는가?	상세 체크		
14	용기 개스킷의 상태는 만족스러운가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
15	IP 등급에 따라 용기에 물이나 분진이 침입한 흔적이 없는가? ※ 동일 규격의 암나사, 숫나사를 체결되지 않은 경우 IP 등급을 보증할 수 없음	상세 체크	상세 체크	상세 체크
16	평면 접합면의 틈새 치수는 다음 어느 하나와 같은가? – 제조자의 문서에 따른 범위 내에 있는가? – 설치 시점에서 관련 설계 표준에서 허용하는 최댓값 이내에 있는가? – 현장 문서에서 허용하는 최댓값 이내에 있는가?	상세 체크		
17	전기 접속이 견고한가?		상세 체크	상세 체크
18	사용되지 않는 단자는 조여져 있는가?		상세 체크	**Ex n**만 상세 체크
19	내압차단 장치 및 용융밀봉 장치는 손상되지 않았는가?			**Ex n**만 상세 체크
20	몰드 부품은 손상되지 않았는가?		상세 체크	**Ex n**만 상세 체크
21	내압방폭구조 부품이 손상되지 않았는가?		상세 체크	**Ex n**만 상세 체크

Ex d, Ex e, Ex n, Ex t 구조별 기기 점검사항		Ex d	Ex e	Ex n Ex t
		검사 등급: 상세한 체크수준		
22	통기제한 용기가 만족스러운가? (“nR” 형식만 해당)			Ex n만 상세 체크
23	시험 포트가 장착된 경우 작동하는가? (“nR” 형식만 해당)			Ex n만 상세 체크
24	통기 작동이 만족스러운가? (“nR” 형식만 해당)	상세 체크	상세 체크	Ex n만 상세 체크
25	통기 및 배수 장치가 만족스러운가?	상세 체크	상세 체크	Ex n만 상세 체크
	특정 기기(조명기기에 해당)에 관한 점검사항			
26	형광등이 EOL 효과를 나타내지 않는가?		상세 체크	상세 체크
27	HID 램프가 EOL 효과를 나타내지 않는가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
28	램프 형식, 정격, 핀 구성 및 위치가 맞는가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
	특정 기기(전동기에 해당)에 관한 점검사항			
29	전동기 팬은 용기 및/또는 커버와 충분한 틈새가 있으며, 냉각 시스템은 손상되지 않았으며, 전동기 기반은 패인 곳이나 균열이 없는가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
30	환기를 위한 공기 흐름이 방해받지 않는가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
31	전동기 권선의 절연저항(IR)은 만족스러운가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
B	설치 시 점검사항 – 일반사항			
1	케이블 형식이 적절한가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
2	케이블에 명백한 손상이 없는가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
3	트렁킹, 덕트, 파이프 및/또는 전선관의 밀봉은 만족스러운가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크

Ex d, Ex e, Ex n, Ex t 구조별 기기 점검사항		Ex d	Ex e	Ex n Ex t
		검사 등급: 상세한 체크수준		
4	스톱핑 박스 및 케이블 박스가 올바르게 채워져 있는가?	상세 체크		
5	전선관 시스템의 건전성 및 복합 시스템과의 인터페이스는 유지되고 있는가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
6	보조 접지 본딩을 포함하여 모든 접지 연결이 만족스러운가? (예: 체결이 견고하고 도체가 충분한 단면적을 가지고 있음.)			
	– 물리적 검사	상세 체크	상세 체크	상세 체크
7	고장 루프 임피던스(TN 시스템) 또는 접지 저항(IT 시스템)이 만족스러운가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
8	자동 전기 보호장치가 올바르게 설정되었는가? (자동 재설정 불가)	상세 체크	상세 체크	상세 체크
9	자동 전기 보호장치가 허용 범위 내에서 작동하는가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
10	특정사용조건(해당되는 경우)은 준수하고 있는가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
11	사용하지 않는 케이블은 올바르게 말단되었는가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
12	내압방폭구조의 평면 접합면에 인접한 고체 장애물은 KS C IEC 60079-14에 따른 이격거리를 만족하는가?	상세 체크		
13	가변 전압/주파수 설치는 문서를 준수하는가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
	설치 시 점검사항 – 히팅 시스템			
14	온도센서는 제조자의 문서에 따라 작동하는가?	상세 체크	상세 체크	**Ex t**만 상세 체크
15	안전 차단장치는 제조자의 문서에 따라 작동하는가?	상세 체크	상세 체크	**Ex t**만 상세 체크
16	안전 차단 설정이 봉인되었는가?	상세 체크	상세 체크	
17	도구를 사용해야만 가열 시스템의 안전 차단 재설정이 가능한가?	상세 체크	상세 체크	

Ex d, Ex e, Ex n, Ex t 구조별 기기 점검사항		Ex d	Ex e	Ex n Ex t
		검사 등급: 상세한 체크수준		
18	자동 재설정은 불가능한가?	상세 체크	상세 체크	
19	고장 조건에서 안전 차단장치의 재설정이 방지되어 있는가?	상세 체크	상세 체크	
20	안전 차단장치는 제어 시스템과 독립적인가?	상세 체크	상세 체크	
21	필요한 경우 레벨 스위치가 설치되고 올바르게 설정되었는가?	상세 체크	상세 체크	
22	필요한 경우 유량 스위치가 설치되고 올바르게 설정되었는가?	상세 체크	상세 체크	
	설치 시 점검사항 – 전동기			
23	전동기 보호장치가 허용되는 t_E 또는 t_A 시간 내에 작동하는가?		상세 체크	
C	**환경에 관한 점검사항**			
1	기기는 부식, 환경, 진동 및 기타 가혹한 조건으로부터 적절하게 보호되는가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
2	분진과 먼지의 과도한 축적은 없는가?	상세 체크	상세 체크	상세 체크
3	전기 절연은 깨끗하고 건조한가?		상세 체크	상세 체크

표 2 – Ex i 방폭구조 체크리스트

점검사항		검사 등급: 상세한 체크수준
A	본질안전 Ex i 구조 – 일반사항	
1	회로 및/또는 기기 문서는 기기보호등급(EPL)/종별 장소에 적합한가?	상세 체크
2	설치된 기기는 문서에 명시된 기기인가?	상세 체크
3	회로 및/또는 기기의 범주 및 그룹은 맞는가?	상세 체크
4	기기의 IP 등급은 현재 존재하는 그룹 III 물질에 적합한가?	상세 체크
5	기기의 온도등급은 맞는가?	상세 체크
6	기기의 주위온도 범위가 설치에 적합한가?	상세 체크
7	기기의 서비스온도 범위가 설치에 적합한가?	상세 체크
8	설치가 명확하게 표식되어 있는가?	상세 체크
9	용기, 유리 부품 및 유리 대 금속 실링 개스킷 및/또는 컴파운드가 만족스러운가?	상세 체크
10	케이블글랜드와 블랭킹 엘리먼트는 적합한 형식이며 완전하고 견고하게 고정되었는가? – 물리적 검사	상세 체크
11	허가받지 않은 수정은 없는가?	상세 체크
12	허가받지 않은 수정의 증거는 없는가?	상세 체크
13	다이오드 안전 배리어, 갈바닉 아이솔레이터, 릴레이 및 기타 에너지 제한 기기는 승인된 형식으로 인증 요구사항에 따라 설치되고 필요한 경우 안전하게 접지되는가?	상세 체크
14	용기 개스킷의 상태는 만족스러운가?	상세 체크
15	전기 접속은 견고한가?	상세 체크
16	인쇄회로기판은 깨끗하고 손상되지 않았는가?	상세 체크
17	관련기기의 최대 전압 U_m이 초과되지 않았는가?	상세 체크

B	설치 시 점검사항	
1	케이블은 문서에 따라 설치되었는가?	상세 체크
2	케이블 스크린은 문서에 따라 접지되어 있는가?	상세 체크
3	케이블에 명백한 손상이 없는가?	상세 체크
4	트렁킹, 덕트, 파이프 및/또는 전선관의 밀봉은 만족스러운가?	상세 체크
5	포인트 투 포인트 연결(point-to-point connection)이 모두 맞는가?	상세 체크
6	갈바닉 절연되지 않은 회로에 대해서는 접지 연속성이 만족스러운가? (예: 체결이 견고하고 도체가 충분한 단면적을 가짐.)	상세 체크
7	접지 연결은 방폭구조의 건전성을 유지하는가?	상세 체크
8	본질안전회로의 접지가 만족스러운가?	상세 체크
9	절연저항이 만족스러운가?	상세 체크
10	공통 배전함 또는 계전기 큐비클(relay cubicle)에서 본질안전 및 비본질안전회로 간의 분리가 유지되는가?	상세 체크
11	전원 공급 장치의 단락 회로 보호는 문서와 일치하는가?	상세 체크
12	특정사용조건(해당되는 경우)은 준수하고 있는가?	상세 체크
13	사용하지 않는 케이블은 올바르게 말단되었는가?	상세 체크
C	환경에 관한 점검사항	
1	기기는 부식, 환경, 진동 및 기타 가혹한 조건으로부터 적절하게 보호되는가?	상세 체크
2	분진 및 먼지의 과도한 외부 축적은 없는가?	상세 체크

표 3 – Ex p, pD 방폭구조 체크리스트

점검사항		검사 등급: 상세한 체크수준
A	압력방폭 Ex p, pD 구조 – 일반사항	
1	기기는 해당 위치의 기기보호등급(EPL)/종별 장소 요구사항에 적합한가?	상세 체크
2	기기 그룹이 맞는가?	상세 체크
3	기기 온도등급 또는 표면온도가 맞는가?	상세 체크
4	기기 회로 식별이 맞는가?	상세 체크
5	기기 회로 식별이 가능한가?	상세 체크
6	용기, 유리 및 유리-금속 밀봉 개스킷 및/또는 컴파운드가 만족스러운가?	상세 체크
7	허가받지 않은 수정이 없는가?	상세 체크
8	허가받지 않은 수정의 증거는 없는가?	상세 체크
9	램프 형식, 정격 및 위치가 맞는가?	상세 체크
B	설치 시 점검사항	
1	케이블 형식이 적절한가?	상세 체크
2	케이블에 명백한 손상이 없는가?	상세 체크
3	보조 접지 본딩을 포함한 접지 연결은 만족스러운가? 예를 들어 체결이 견고하고 도체의 단면적은 충분한가? – 물리적 검사	상세 체크
4	고장 루프 임피던스(TN 시스템) 또는 접지 저항(IT 시스템)이 만족스러운가?	상세 체크
5	자동 전기 보호장치는 허용 범위 내에서 작동하는가?	상세 체크
6	자동 전기 보호장치는 올바르게 설정되었는가?	상세 체크
7	보호가스의 유입구 온도가 지정된 최대 온도보다 낮은가?	상세 체크
8	덕트, 파이프 및 용기는 양호한 상태인가?	상세 체크

9	보호가스에는 오염 물질이 실질적으로 없는가?	상세 체크
10	보호가스 압력 및/또는 유량이 적당한가?	상세 체크
11	압력 및/또는 유량 표시기, 경보 및 인터록 장치가 올바르게 작동하는가?	상세 체크
12	폭발위험장소에서 보호가스를 배출하기 위한 덕트의 불꽃 및 입자 배리어 조건은 만족스러운가?	상세 체크
13	특정사용조건(해당되는 경우)을 준수하고 있는가?	상세 체크
C	**환경에 관한 점검사항**	
1	기기는 부식, 환경, 진동 및 기타 가혹한 조건으로부터 적절하게 보호되는가?	상세 체크
2	분진 및 먼지의 과도한 축적은 없는가?	상세 체크

기술지원규정 개정 이력

□ 개정일 : 2026. 1. 30.

○ 개정자: 한국산업안전보건공단 전문기술실

○ 개정사유: 체계정비를 통한 기술지원규정 현행화

○ 주요 개정내용

- 4번 항목 법적 필수사항 추가
- 자구수정(입입장치 ≫ 인입장치, 살수시스템 ≫ 살수소화설비 등)

KOSHA GUIDE
기술지원규정

·규정번호 : B-E-21-2026
·심　　의 : 산업안전보건표준제정위원회
·공 표 일 : 2026. 1. 30.