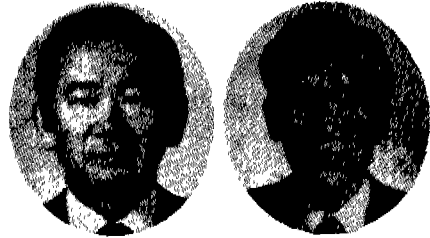


防爆構造 電氣機器에 대한 法的 形式檢定制度導入에 관한 研究

(2)



朴旻鎬 · 元鍾洙

서울대학교 工科大学 教授

2-2-2 방폭구조 등의 기호

전기기관의 방폭구조의 종류 및 기기를 사용할 수 있는 폭발가스의 등급과 발화도는 KS규격에 따르면 표4와 같다.

〈표 4〉 방폭구조의 기호

〈Table 4〉 Identification letters of explosionproof Construction

구분	기호	
방폭구조의 종류	내압 방폭 구조	d
	유입 방폭 구조	o
	내압 방폭 구조	f
	안전중 방폭 구조	e
	본질 안전 방폭 구조	i
	특수 방폭 구조	s
폭발등급	폭발 등급 1	1
	폭발 등급 2	2
	폭발 등급 3	3n { 3a 3b 3c ⋮ 3n
발화도	발화도 G 1	G 1
	발화도 G 2	G 2
	발화도 G 3	G 3
	발화도 G 4	G 4
	발화도 G 5	G 5

비고 : 폭발 등급 3에 있어서 3a는 수성가스 및 수소를, 3b는 이황화탄소를, 3c는 아세틸렌을 대상으로 하고, 3n은 폭발 등급 3의 모든 가스를 대상으로 하는 것을 나타낸 것이다.

그리고 발화도의 범위는 표5와 같으며, 전기기에 있어서 폭발성 가스에 접촉할 우려가 있는 부분의 온도상승한도는 표6과 같다.

주요 외국에서의 방폭구조의 기호는 표7과 같다.

〈표 5〉 발화도의 범위
〈Table 5〉 Ignition temperature marking

발화도	발화점의 범위
G 1	450°C 초과
G 2	300°C 초과 450°C 이하
G 3	200°C 초과 300°C 이하
G 4	135°C 초과 200°C 이하
G 5	100°C 초과 135°C 이하

〈표 6〉 온도 상승 한도
〈Table 6〉 Temperature rising limit

발 화 도	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5
온도 상승 한도	320	200	120	70	40

2-2-3 표준적 환경조건

2-2-1에서 다른 방폭구조의 방폭성능에 대해

〈표 7〉 주요 외국에서의 방폭구조의 기호
 <Table 7> Markings of explosionproof Construction in typical foreign contries.

국명 방폭구조	한국 일본	IEC	영국	서독	소련
내압 방폭형	d	Flame proofxl	(Ex)d	(Ex)d : 공장 (Ex)d : 탄광	B
안전증 방폭형	e	Type of protection "e"	(Ex)e	(Ex)e	H
내압 방폭형	f	Pressurized construction	(Ex)p	(Ex)f	TT
불꽃이 일어나지 않는 구조	—	—	(Ex)N	(Ex)N	—
유입 방부구조	o	oil Immersed	(Ex)O	(Ex)o	M
본질 안전 방폭 구조	i	Intrinsically safe	(Ex)i	(Ex)i	N

서는 원칙적으로 다음과 같은 표준적인 환경조건하에서 설치되는 것을 전제로 한다.

(A) 기기의 온도상승에 관계가 있다.…… 주 위온도-10~40℃

(B) 열방산과 관계가 있다.…… 1,000 m 이하

(C) 전기 절연성과 관계가 있다.…… 상대습도 45~80%

따라서 표준적 환경조건 이외의 상태에서 사용하는 방폭구조의 전기기기에 대해서는 당연히 특별고려가 충분히 된 방폭성능을 가진 전기기기이어야 한다. 특수한 환경 조건으로는 위에서 다른 표준적 환경조건에 들어가지 않는 것이 물론 그 대상이 되지만 다음과 같은 것을 예로 들 수가 있다.

- ① 물기 및 습기에 대한 조건
- ② 부식에 대한 조건
- ③ 열에 대한 조건
- ④ 진동에 대한 조건
- ⑤ 먼지에 대한 조건
- ⑥ 대기압을 초과한 상태에 대한 조건

2-3 가연 가스 및 증기의 분류

가연성 가스 및 증기로 인한 폭발성 가스는 공장 기타 사업장에 존재하는 모든 가연성 가스와 인화점 40℃이하의 가연성 액체의 증기를 말한다. 다만 인화점이 40℃를 초과하는 가연성 액

체는 그것이 인화점 이상의 온도의 장소에서 누출할 염려가 있는 경우에는 그 온도조건을 고려하여야 한다.

2-3-1 가연성 가스 또는 가연성액체의 증기

가연성 가스 또는 가연성 액체의 증기(폭발성 가스)는 그 위험성에 따라 발화도를 표 5와 같은 5 등급으로 나눈다.

2-3-2 폭발 등급

폭발성 가스의 폭발등급은 표준용기를 사용한 폭발시험에서 화염逸走를 일으키는 틈새의 최소치에 따라 표8과 같이 3등급으로 나누고 있다.

〈표 8〉 폭발 등급
 <Table 8> Esprosn classification

폭발 등급	틈새의 길이 25mm에서 화염逸走를 일으키는 틈새의 최소치
1	0.6mm를 초과하는 것
2	0.4 mm초과, 0.6 mm이하의 것
3	0.4mm이하의 것

여기서 표준 용기란 내용적 8,000cm³, 半球部의 프랜지 접합면의 깊이가 25mm의 球狀반구로서 그 틈새 값을 변화시켜 화염일주 한개를 측정하는 장치를 말한다.

2-3-3 폭발성 가스의 분류예

발화도 및 폭발 등급에 따라 대표적인 폭발성 가스의 분류를 일본에서 표9와 같이 하고 있다.

한편 IEC, 서독, 미국등에서의 가스 분류방법과 비교하면 표10과 같다.

2-4 가스 증기 위험장소

가스 증기 위험장소(이하 단지 위험장소라 함)란 일반공장 등에서 폭발 또는 연소를 일으키는데 충분한 양의 폭발성 가스가 공기와 혼합

해서 위험 분위기를 발생시킬 염려가 있는 장소를 지칭한다. 다음에 이에 대해 고찰한다.

2-4-1 위험장소의 분류

위험 분위기가 존재하는 시간과 빈도에 따라 충분하고도 안전한 방폭 전기기기 및 방폭 전기공사 방법을 선정하기 위해서 위험장소를 0종장소, 1종장소 및 2종장소로 분류하고 있다.

1. 0종장소

0종장소란 계속해서 위험 분위기를 발생하거나 또는 발생할 염려가 있는 장소로서, 폭발성 가스의 농도가 연속적으로, 또는 장시간 계속해서 폭발 下限界이상이 되는 장소이다.

2. 1종장소

1종장소란 보통장소에서 위험 분위기를 발생할 염려가 있는 장소로서 다음과 같은 장소를 말한다.

(A) 폭발성 가스가 보통상태에서 集積해서 위험한 농도가 될 염려가 있는 장소

(B) 수선, 보수 또는 누설 때문에 자주 폭발성 가스가 집적해서 위험 농도로 될 염려가 있는 장소

3. 2종장소

2종장소란 이상상태에서 위험 분위기를 발생할 염려가 있는 장소로서 다음과 같은 장소를 말한다.

〈표 9〉 폭발성 가스의 분류 예
〈Table 9〉 Classification of explosive gas

발화도 폭발등급	G1	G2	G3	G4	G5
1	아세톤 암모니아 일산화탄소 에탄 硝酸 토루엔 프로판 벤젠 메탄올 메탄	에탄올 초산 이소질 1-부탄올 부탄 無水醋酸	휘발유 헥산	아세트 알데히드 에칠 에테르	
2	석탄가스	에칠렌 에칠렌옥시드			
3	수성가스 수소	아세틸렌			2유화 탄소

〈표 10〉 주요 국가에서의 가스의 분류
〈Table 10〉 Classification of gas in foreign Countries

한국·일본	IEC	서독	미국
〈폭발 등급1〉 메탄, 암모니아, 일산화탄소, 벤젠, 휘발유, 프로판	〈Group of Enclosure 1〉 메탄 〈Group of Enclosure II A〉 암모니아, 일산화탄소, 벤젠, 아세톤 에탄올 메탄올	〈Explosion Class 1〉 메탄, 암모니아, 일산화탄소, 벤젠, 휘발유, 프로판 〈Explosion Class 2〉 에칠렌 에칠렌 크로라이드 에칠렌 옥시드 도시가스	〈Group A〉 아세틸렌 〈Group B〉 브타디엔 에칠렌 옥시드 수소 프로피렌 옥시드
〈폭발 등급 2〉 석탄가스, 에칠렌, 에칠렌 옥시드 1·3 브타디엔	〈Group of Enclosure II B〉 1, 3 브타디엔, 에칠렌, 에칠렌 옥시드, 도시 가스		〈Group C〉 아세트 알레히드, 에칠렌, 이취프렌, 디엘 에텔 마이크로 프로판
〈폭발 등급3〉 수소가스, 수소, 아세틸렌 유화탄소	〈Group of Enclosure II C〉 수소	〈Explosion Class 3n〉 3a : 수소 3b : 유화 탄소 3c : 아세틸렌	〈Group D〉 메탄, 암모니아 벤젠, 휘발유 프로판, 토루엔

(A) 위험성 물질을 상시 취급하고 있으나 그러한 것이 밀폐된 용기 또는 설비내에 봉해져 있어 용기 또는 설비가 사고때문에 파손한 경우 또는 오조작인 경우에만 이러한 물질이 누출해서 위험한 농도가 될 염려가 있는 장소

(C) 1종장소의 주변 또는 인접한 실내에서 폭발성 가스가 경우에 따라 위험한 농도까지 침입할 염려가 있는 장소. 주요 외국에서는 위험장소의 분류를 표11과 같이하고 있다.

〈표 11〉 주요 국가에서의 위험 장소 분류표시
 〈Table 11〉 Classification of dangerous area in typical foreign countries

국 명	위험 장소		
한국·일본	0종 장소	1종 장소	2종 장소
IEC	Zone 0	Zone 1	Zone 2
영국	Division 0	Division 1	Division 2
서독	Zone 0	Zone 1	Zone 2
美國	Division 1		Division 2

2-4-2 위험장소의 예시

1. 0종장소로 판정하는 경우

(A) 인화성 액체의 용기 또는 탱크내의 액면상부의 공간부

(B) 가연성 가스의 용기·탱크·본메이등의 내부

(C) 가연성 액체내의 液中 펌프

2. 1종장소로 판정하는 경우

대상이 되는 장소에 대해서 위험 분위기가 발생하는 정도를 검토하여 보통상태에서 위험이 될 염려가 있는 경우 1종 장소로 한다. 다음에 1종 장소로 되기 쉬운 경우를 예시한다.

(A) 탱크 롤리, 드럼관 등이 인화성 액체를 충전하고 있는 경우의 개구부 부근

(B) 릴리프 발브(Relief valve)가 가끔 작동하여 가연성 가스 또는 증기를 방출하는 경우 그 부근

(C) 탱크류의 가스 밴드의 개구부 부근

(D) 점검 수리작업에서 가연성 가스 또는 증기를 방출하는 경우

(E) 실내(환기가 방해되는 장소)에서 가연성 가스 또는 증기가 방출할 염려가 있는 경우

(F) 플로로팅 루우프 탱크(Floating roof

tank)상의 셸(Shell)내의 부분

(G) 위험한 가스가 누출할 염려가 있는 장소로서 피트 류처럼 가스가 축적하는 장소

2-4-3 2종장소로 판정하는 경우

대상이 되는 장소에 대해서 위험 분위기가 발생하는 정도를 검토하여 보통상태에서는 위험하게 될 염려가 없고, 이상상태에서는 위험하게 될 염려가 있는 경우이면 2종장소로 한다. 다음에 2종장소로 되기 쉬운 경우를 예시한다.

(A) 가연성 가스 또는 인화성 액체의 용기류가 부식·열화 등으로 파손해서 가스 또는 액체가 누출할 염려가 있는 경우

(B) 장치 운전원의 오조작으로 가스 또는 액체가 분출하거나 이상반응으로 고온·고압이 되어 장치를 파손케해서 가스 또는 액체가 분출할 염려가 있는 경우

(C) 강제 환기장치의 고장으로 위험한 가스 또는 증기가 외부로부터 침입해서 위험 분위기를 발생할 염려가 있는 경우

2-4-4 배관, 용기류에 대한 위험원

표12, 표13은 배관 및 용기의 주변에 대한 위험장소를 어떻게 생각할 것인가를 표시한 것이다.

2-4-5 위험장소 범위의 결정

위험장소의 범위에 대해서는 개개의 조건, 예를 들면 대상이 되는 가스, 증기의 物性, 누설상황, 기상상황 등을 종합적으로 본 이론적 검토

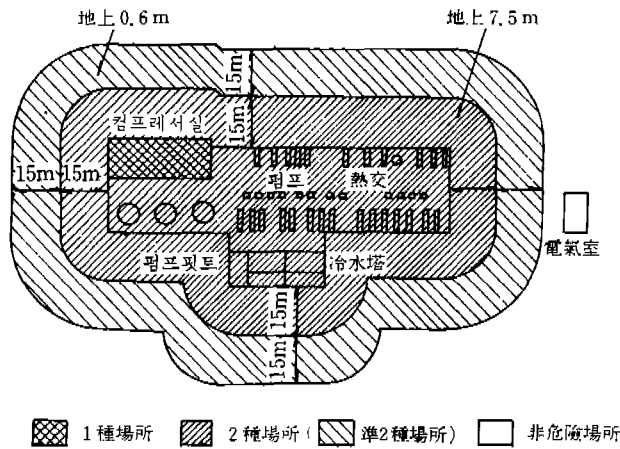
〈표 12〉 배관 주변에 대한 위험 장소의 종류
 〈Table 12〉 Kind of dangerous area around piping facilities

밸브, 나사꽂임 또는 프랜지 결합 계기류의 유무	없음	있			
		양 호		불 량	
통풍의 적부		양호	불량	양호	불량
보수의 양부		양호	불량	양호	불량
위험장소의 종류	비위험장소	비위험장소	2종장소	2종장소	1종장소

〈표 13〉 용기주변에 대한 위험 장소
 〈Table 13〉 Kinds of hazardous location neighbouring Container

용기의 형식 (A) 개방 또는 밀폐 불완전한 용기 (B) 완전 밀폐된 용기	(B)	(A)
통풍의 양부		양호 불량
위험 장소의 종류	비위험장소	2 1 종장소

와 경험을 토대로 한 기술적 판단에 입각해서 결정하여야 한다. 通氣가 자유스러운 프로세서 플랜트 전체의 위험장소 분류도를 예시하면 그림 1 과 같다.



〈그림 1〉 통기상태가 자유스러운 프로세서 플랜트의 위험장소 구분도
 〈Fig 1〉 Dangerous Zone of process plant under the free air flow atmosphere.

2-5 방폭 전기기기의 선정

2-1에서 방폭 전기기기를 선정할때 근거가 될 법규류 등에 대해 다루었지만 방폭구조를 위험 장소에 적용하는 경우의 원칙을 표14에 제시한다. 그리고 주요 외국에서의 위험장소에 따른 방폭구조의 적용을 예시하면 표15와 같다.

2-5-1 방폭 전기기기의 검정

위험장소에서 사용하는 방폭 전기기기는 국산품, 수입품에 관계없이 국가가 지정한 연구소 또는 검정 대행기관의 검정을 받도록해서 이에

2-4-6 위험장소 판정의 문제점

위험장소의 판정은 다음과 같은 이유 때문에 대단히 어려운 실정이다.

1. 폭발성 가스의 누설량에 대한 定量化가 어렵다.
2. 환기의 양부상태를 정량화할 수 없다.
3. 방폭구조의 전기기기에 기인한 폭발사고가 거의 없어 사고의 확률을 수치로 표시할 수가 없다. 그러므로 방재면을 고려할때 이러한 문제점은 금후 리스크, 어세스먼트(Assessment)등 안전성 평가의 수치화에 의한 수법이 개발되어야 할것이다.

〈표 14〉 방폭 구조 선정원칙
 〈Table 14〉 Selection of explosionproof Construction

위험 장소	방폭 구조
0종 장소	본질 안전 방폭 구조
1종 장소	耐壓 방폭 구조, 內壓 방폭 구조 유입 방폭 구조
2종 장소	안전 증가 방폭 구조, 유입 방폭 구조
폭발성 분진 위험 장소	분진 방폭 특수 방진 구조
가연성 분진 위험 장소	분진 방폭 보통 분진 구조

〈표 15〉 주요 국가에서의 위험 장소에 따른 방폭 구조의 적용

〈Table 15〉 Scope of explosionproof construction for hazardous location in foreign countries

국명 \ 위험장소	1종 장소	2종 장소
한국·일본	耐壓 방폭형 內壓 방폭형	耐壓 방폭형 內壓 방폭형 안전증 방폭형
호 주	耐壓 방폭형 內壓 방폭형	耐壓 방폭형 內壓 방폭형 안전증 방폭형 불꽃이 없는 구조
영 국	耐壓 방폭형	耐壓 방폭형 內壓 방폭형 불꽃이 없는 구조
미 국	耐壓 방폭형 內壓 방폭형	耐壓 방폭형 內壓 방폭형 불꽃이 없는 구조
서 독	耐壓 방폭형 內壓 방폭형	耐壓 방폭형 內壓 방폭형 안전증 방폭형

(주) 모우터를 0종 장소에 적용하는 것은 구조상 불가능하다.

합격한 것에는 검정합격 마크를 취부토록 조치한다면 실수요자는 구입할 때 검정합격 마크만 확인하고 구입하게 될 것이다. 우리나라는 이에 대한 검정제도가 아직은 확립되어 있지 않은 상태에 있다. 따라서 방폭 전기기기에 대한 검정기관의 지정 또는 육성이 필요하다.

2-5-2 방폭 전기기기 선정상의 주의사항

1. 분위기의 위험도에의 적용

방폭 전기기기는 위험장소의 폭발성 가스의 폭발 등급 및 발화도에 적합한 방폭구조를 선정하여야 한다. 그리고 동일 장소에 2종 이상의 폭발성 가스가 존재하는 경우에는 가장 위험도가 높은 폭발 등급 및 발화도에 맞는 방폭구조를 선정하여야 한다.

2. 방폭구조 특질의 고려

방폭기기는 위험장소에서의 사용에 적합토록 고려된 구조이지만 그 방폭성은 구조에 따라 특질이 있으므로 대상 가스의 종류, 기기의 종류, 설치장소의 위험도 등에 적합한 방폭구조의 전기기기를 선정하여야 한다.

3. 환경조건에의 적응성

전기기기가 설치되는 환경조건, 예를 들면 부

식성 가스가 존재하는 장소, 외기온도가 특히 높거나 낮은 장소, 습기가 특히 많은 장소 등에서 사용하는 경우에는 그러한 조건에 적응할 수 있는 재질, 구조, 塗裝 등이 특별히 배려된 것을 선정한다.

4. 보수의 난이

방폭 전기기기는 설치후의 보수관리가 특히 중요하므로 점검, 보수작업의 필요정도 및 난이성, 예비품 및 보수부품의 상비, 보수작업시의 정전범위 등을 충분히 검토한후 선정한다.

5. 경제성

최소의 설비비 뿐 아니라 전기기기의 수명, 운전비, 보수비 등에 대해서도 검토하여 종합적으로 판단해서 선정한다.

2-5-3 방폭구조의 특질에 의한 선정상의 주의사항

1. 耐壓 방폭구조

(A) 용기내부에 침입한 가스가 폭발하였기 때문에 내부기기가 손상하는 수가 있으나, 그 손상으로 장치가 중대한 영향을 받는 경우는 적당치 못하다.

(B) 폭발 등급3의 가스에 대한 耐壓 방폭구조는 전기기기의 종류 또는 크기에 따라서는 구조가 복잡해져서 제작이 곤란한 경우가 있다.

(C) 미끄럼 축수를 사용하는 대형 회전기의 耐壓 방폭구조는 폭발 등급2 및 3의 가스에는 사용할 수 없다.

2. 유입 방폭구조

(A) 개폐기, 제어기 등은 기름의 열화, 누설 등 보수상의 난점이 있다.

(B) 폭발 등급에 관계없이 선정할 수 있어 조 작 개폐기 등의 소형 개폐기에 적용된다.

(다음호에 계속)