

## 방폭 개요

### 1. 용어의 정의

- 1) 방폭전기설비 : 폭발성분위기 속에서 사용에 적합하도록 기술적 조치를 강구한 전기설비, 관련배선, 전선관 및 금구류를 총칭한다.
- 2) 폭발성가스(Explosive gas) : 인화성, 가연성가스 및 인화성, 가연성액체의 증기를 말한다.
- 3) 폭발성분위기(Flammable mixture) : 폭발성가스와 공기가 혼합되어 폭발한계 내에 있는 상태의 분위기를 말하며, 인화성혼합기 또는 위험분위기라고도 한다.
- 4) 점화원(Ignited source) : 폭발성분위기 속에서 폭발을 일으키는 에너지를 가진 전기불꽃(Ark, Spark) 또는 통전에 의한 고온부를 말한다.
- 5) 위험장소(Hazardous location) : 전기설비의 구조 및 사용에 있어서 특히 고려해야 할만큼의 폭발성분위기가 존재할 가능성이 있는 장소를 말하며, 방폭지역이라고도 한다.
- 6) 비위험장소(Nonhazardous location) : 전기설비의 구조 및 사용에 있어서 특히 고려해야 할 만큼의 폭발성분위기가 존재하지 않는 장소를 말한다.
- 7) 정상상태(Normal operating conditions) : 규격에 정해진 범위내에서 방폭전기설비가 사용되고 있는 상태를 말한다.
- 8) 이상상태(Abnormal operating conditions) : 정상상태의 범위를 벗어난 상태를 말한다.
- 9) 전기적 보호(Electrical operating) : 방폭전기설비에서 이상상태가 발생한 경우에 그것이 점화원이 되지 않도록 강구해야 할 기술적인 조치를 말한다.
- 10) 발화온도(Ignitable temperature) : 폭발성가스와 공기가 혼합된 혼합가스의 온도를 높인 경우에 연소 또는 폭발을 일으키는 최저온도로서 폭발성가스의 종류에 따라 다르다.
- 11) 화염일주한계 또는 최대 안전틈새 (Joint clearance to arrest flame 또는 Maximum safe clearance) : 폭발성분위기 내에 방치된 표준용기의 접합면 틈새를 통하여 폭발화염이 내부에서 외부로 전과되는 것을 방지할 수 있는 틈새의 최대 간격치를 말하며, 폭발성가스의 종류에 따라 다르다.
- 12) 최소점화전류(Minimum ignition current) : 폭발성분위기가 전기불꽃에 의하여 폭발을 일으킬 수 있는 최소의 회로전류로서, 폭발성가스의 종류에 따라서 다르다.

- 13) 폭발한계(Explosive limit) : 점화원에 의하여 폭발을 일으킬 수 있는 폭발성가스와 공기와의 혼합가스 농도범위의 한계치로서 그 하한치를 폭발하한계, 상한치를 폭발 상한계라 하며, 연소범위(Flammable limit)라고도 한다.
- 14) 인화점(Flash point) : 공기중에서 가연성액체의 액면 가까이에 생기는 증기가 작은 불꽃에 의하여 연소될 때의 당해 가연성액체의 최저온도를 말한다.
- 15) 증기밀도(Vapor density) : 가스 또는 증기밀도를 이와 동일한 압력 및 온도의 공기밀도를 1로 하여 비교한 수치이다. 증기밀도가 1보다 작은 것은 공기보다 가볍고 1보다 큰 것은 공기보다 무겁다.
- 16) 폭발등급(Group) : 폭발성가스의 폭발시험시 표준용기의 틈사이 깊이를 일정치(25 mm)로 유지하고, 이 용기 틈사이를 0에서부터 서서히 크게하여 틈사이가 몇 mm가 되었을 때 표준용기 내부의 화염이 외부로 전파되는 화염일주가 일어나는가를 조사하고, 그 때의 틈사이의 크기에 따라 폭발등급을 A, B, C, D의 4 등급으로 분류한다.
- 17) 발화도(Ignition temperature range 또는 Identification number) : 폭발성가스가 전기 기기의 고온부에 닿으면 발화하고, 폭발할 위험이 있으므로 폭발성가스의 발화온도를 기준으로 하여 기기의 온도상승을 일정한 한도내에 있도록 하여야 한다. 이렇게 폭발성가스를 발화온도별로 분류한 것을 발화도라 하며 G<sub>1</sub>-G<sub>5</sub>(국내 KS) 또는 T1-T6 (NFPA, IEC)로 분류한다.
- 18) 이동전선(Movable wire) : 고정된 전원과 이동 전기기기 또는 가반형 전기기기를 접속하는 전선으로 조영체에 고정하지 않고 사용하는 전선을 말한다.
- 19) 실링(Sealing) : 금속관공사를 한 경우 전선관로를 통해 가스 등이 이동하거나 또는 폭발시 화염이 전파되는 것 등을 방지하기 위해 전선관로를 밀봉하는 것을 말한다.
- 20) 자연발화온도(Autoignition temperature) : 고체, 액체, 가스가 자체적으로 가열되거나, 가열된 부분에 의해 연소를 계속 유지할 수 있거나, 발화되는데 필요한 최소 온도를 말한다.
- 21) 가연성액체(Combustible liquid) : 인화점이 37.8°C(100°F) 이상인 액체로서 다음과 같이 세분된다.
- CLASS II 액체 : 인화점이 37.8°C(100°F) 이상 60°C(140°F) 미만인 액체
  - CLASS IIIA 액체 : 인화점이 93.4°C(200°F) 미만인 액체
  - CLASS IIIB 액체 : 인화점이 93.4°C(200°F) 이상인 액체

- 
- 22) 인화성액체(Flammable liquid) : 인화점이 37.8℃(100°F) 이하이며, 증기압력이 40psi 를 넘지않는 액체로서 다음과 같이 세분된다.
- CLASS I A 액체 : 인화점이 22.8℃(73°F) 미만인 액체
  - CLASS I B 액체 : 인화점이 22.8℃(73°F) 이하이고 37.8℃(100°F)의 비등점을 가지는 액체
  - CLASS I C 액체 : 인화점이 22.8℃(73°F) 이상 37.8℃(100°F) 미만인 액체
- 23) CLASS I 위험장소 : 가스, 증기에 의한 위험장소
- 24) CLASS II 위험장소 : 분진에 의한 위험장소
- 25) CLASS III 위험장소 : 섬유 분진(섬유의 부스러기, 솜털 등)에 의한 위험장소
- 26) Division 1 장소 : 국내규정의 0 종 및 1 종장소에 해당하는 장소로서, 다음의 장소를 말한다.
- 정상상태에서 가연성가스나 증기가 점화될 수 있는 농도로 존재하는 장소
  - 수리나 유지관리, 누설 등으로 빈번히 가연성가스나 증기가 점화될 수 있는 농도로 존재하는 장소
  - 장비나 장치의 운전잘못이나 고장으로 점화될 수 있는 농도의 인화성가스나 증기가 방출되고, 동시에 전기설비의 고장이 발생될 우려가 있는 장소
- 27) Division 2 장소 : 국내 규정의 2 종장소에 해당하는 장소로서 인화성가스가 취급, 처리, 사용되고 있어도 액체, 가스, 증기가 밀폐된 용기나 설비 내부에만 있으므로 이러한 용기의 과열, 설비의 고장 또는 장비의 잘못 운전시에만 누설될 가능성이 있는 장소
- 점화될 수 있는 농도의 가스나 증기는 기압 및 퍼지되는 환기설비가 있어서 정상시에는 방지되나, 환기설비의 잘못된 운전이나 고장에 의해서 위험한 상태가 되는 장소
- 28) Group I : 탄광용의 전기설비를 말한다.
- 29) Group II : 공장 및 사업장용의 전기설비를 말한다.

## 2. 방폭구조의 종류(Type of explosion proof)

### 1) 내압방폭구조(Explosion proof 또는 Flame proof type)

가장 많이 사용되는 구조로서 전기기계기구에서 점화원이 될 우려가 있는 부분 즉 불꽃, 아아크 또는 과열이 생길 우려가 있는 부분을 전폐구조인 기구에 넣어 만일 외부의 폭발성가스가 내부로 침입해서 폭발하였을 때 용기가 그 압력에 견디어 파손 되지 않고, 폭발한 고열 및 가스가 용기의 접합부 틈으로부터 외부로 새는 일이 있어도 그 동안에 냉각되어 외부의 폭발성가스에 점화가 과급될 우려가 없도록 한 것.

### 2) 유입방폭구조(Oil immersed type)

유입방폭구조는 전기기기가 불꽃 또는 아아크 등을 발생해서 폭발성가스에 점화할 우려가 있는 부분을 기름안에 넣어 유면상의 폭발성가스에 인화될 우려가 없도록 한 것.

### 3) 압력방폭구조(Pressurized type)

압력방폭구조는 점화원이 될 우려가 있는 부분을 용기내에 넣고 신선한 공기 또는 불연성가스 등의 보호기체를 용기내부에 공급함으로써 내부압력을 유지하여 폭발성 가스가 침입하지 않도록 한 구조.

### 4) 안전증방폭구조(Increased safety type)

안전증방폭구조는 전기기기의 권선, 에어갭, 접점, 단자 등과 같이 정상적인 운전 중에는 불꽃, 아아크 또는 과열이 발생해서는 안될 부분에 이런 것의 발생을 방지하기 위해서 구조와 온도상승에 대해서 특히 안전도를 증가시킨 구조.

### 5) 본질안전방폭구조(Intrinsic safety type)

본질안전방폭구조는 폭발성가스 또는 증기 등의 혼합물이 점화되어 폭발을 일으키는 데는 전기불꽃에 의해 최소한도의 에너지가 주어질 필요가 있다는 개념을 기초로 전기 회로 중에서 전기불꽃이 생겨도 폭발성분위기에 점화하지 않는 구조.

### 6) 특수방폭구조(Special type)

특수방폭구조는 상기 이외의 방폭구조로서 폭발성가스의 인화를 방지할 수 있는 것이 시험, 기타의 방법에 의하여 확인된 구조.

### 3. 위험장소의 분류(Classification of locations)

폭발성분위기가 존재하는 시간과 빈도에 따라 0종, 1종, 2종 장소로 분류하고 있다. (NFPA 와 API 에서는 0, 1 종장소를 Division 1 장소로, 2 종장소를 Division 2 장소로 분류한다.) 위험장소를 3 등분으로 분류하는 목적은 적절한 방폭전기설비를 선정, 설치하기 위함이다. 이러한 분류방법의 기준은 폭발성농도에 따라 하는 것이 아니고, 농도가 폭발 한계에 달할 확률에 따라 하는 것이다. 따라서 그 확률을 수치로 표시하고, 그 수치에 따라 3 단계로 분류하는 것이 바람직 하지만 확률은 정량적으로 결정하는 것이 곤란하기 때문에 이를 개념적으로 표시하고 분류한 것이다.

#### 1) 0 종장소(Zone 0)

0 종장소란 폭발성분위기가 보통의 상태에서 계속해서 발생하거나 또는 발생할 염려가 있는 장소로서 폭발성농도가 연속적으로 또는 장시간 계속해서 폭발하한치 이상이 되는 인화성액체의 용기 또는 탱크내 액면상부 공간, 가연성가스의 용기내부, 가연성액체 내의 액중펌프 등과 같은 장소를 말한다.

#### 2) 1 종장소(Zone 1)

1 종장소란 보통상태에서 폭발성분위기를 발생할 통상태에서 집적해서 위험한 농도가 될 우려가 있는 장소와 수선, 보수 또는 누설 때문에 자주 폭발성가스가 집적해서 위험 농도로 될 우려가 있는 장소이다.

1 종장소로 판정되는 경우는 대상이 되는 장소에 대해서 폭발성분위기가 발하는 정도를 검토하여 보통상태에서 집적해서 위험이 될 염려가 있는 탱크로리, 드럼관 등이 인화성 액체를 충전하고 있는 경우의 개구부 부근, 릴리프밸브가 가끔 작동하여 가연성 가스 또는 증기를 방출하는 경우 그 부근, 탱크류 벤트의 개구부 주위, 수치작업에서 가연성가스 또는 증기가 방출되는 경우, 실내에서 가연성가스 또는 증기가 방출될 염려가 있는 경우, 위험한 장소에 노출할 우려가 있는 장소로서 피트와 같이 가스가 축적하는 장소, 플로팅 루프 탱크(Floating roof tank)상의 셸(Shell)의 내부 등의 장소이다.

#### 3) 2 종장소(Zone 2)

2 종장소는 이상상태에서 폭발성분위기를 발생할 우려가 있는 부분을 말하며, 지진과 같이 이상상태의 발생확률이 희박할 때는 포함되지 않는다.

이상상태에 대한 예는 용기류가 부식, 열화로 파손하여 가스 또는 액체가 누설할 우려가 있는 경우, 장치운전원의 오조작으로 가스 또는 액체가 분출하거나 이상반응으로 고온, 고압이 되어 장치를 파손케 해서 가스나 액체가 분출할 우려가 있는 경우, 강제 환기설비의 불량으로 위험한 가스 또는 증기가 외부로부터 침입해서 폭발성분위기를 조성할 우려가 있는 경우 등이다.

---

#### 4. 방폭전기배선

##### 1) 내압방폭금속관배선

잠재적 점화원을 가진 절연전선과 그 접속부를 내장한 전선관로에 대하여 특별 성능으로 관로내부에서 발생하는 폭발을 주위의 폭발성분위기 내로 전파하지 않도록 하는 것.

##### 2) 안전증방폭금속관배선

잠재적 점화원을 가진 절연전선과 그 접속부에 대해서 절연체의 손상 또는 열화, 단선, 접속부의 풀림 등 현재적인 점화원을 발생시키는 고장이 일어나지 않도록 절연 전선의 선정, 접속부의 강화 등 기계적 및 전기적으로 안전도를 증가시키는 것.

##### 3) 케이블배선

이것은 잠재적인 점화원을 가진 케이블과 그 접속부에 대해서 절연체의 손상 또는 열화, 단선, 접속부의 풀림 등 현재적인 점화원을 발생시키는 고장이 일어나지 않도록 케이블의 선정, 외상보호, 접속부의 강화 등 기계적 및 전기적으로 안전도를 증가시키는 것.

##### 4) 본질안전방폭회로의 배선

정상상태뿐만 아니라 예상한 이상상태에서도 전기불꽃 또는 고온부가 폭발성 분위기에 대해 현재적 또는 잠재적인 점화원이 되지 않도록 전기회로내에서 소비 되는 전기에너지를 억제하는 것.

## 5. 방폭전기기기 및 폭발성가스의 분류

### 1) 방폭전기기기의 분류

- (1) 내압방폭구조 및 본질안전방폭구조의 전기기기는 그 방폭성능에 따라 1, 2, 3 등급(국내) 및 II A, II B, II C(IEC)의 3 개 Group 으로 분류하고 있다.
- (2) 방폭전기기기는 그 최고표면온도에 따라 온도등급이 T1 ~ T6 (IEC 6 등급)으로 분류한다.

### 2) 폭발성가스의 분류

폭발성가스는 그 위험특성에 따라 다음과 같이 분류된다.

- (1) 폭발성가스는 그 최대안전틈새에 따른 폭발성가스의 분류

<표 1 : 각국의 폭발등급 분류>

	폭발등급	I	II <sub>A</sub>	II <sub>B</sub>	II <sub>C</sub>
IEC	틈새의 폭 (mm)	탄광용	0.9 초과	0.5 초과 0.6 이하	0.5 미만
	해당가스	메탄	아세톤, 벤젠, 크실렌, 부탄	에틸렌	수소
	폭발등급	D	C	B	A
NFPA	틈새의 폭	해당 규정없음			
	해당가스	아세톤, 벤젠, 크실렌, 메탄	에틸렌	수소	아세틸렌
한국 KS 일본 JIS	폭발등급	1	2	3	
	틈새의 폭 (mm)	0.6 초과	0.4 초과 0.6 이하	0.4 이하	
	해당가스	아세톤, 크실렌, 벤젠, 부탄, 메탄	에탈렌	수소, 아세틸렌	

(2) 본질안전방폭구조에 있어서는 폭발등급을 최소점화전류비에 의해 나타내고 있다.

<표 2 : 최소점화전류비에 의한 분류의 경우(IEC)>

폭발등급	A	B	C
최소점화전류	0.8 초과	0.45 이상 0.8 이하	0.45 미만
본질안전방폭구조의 전기기기의 분류	II <sub>A</sub>	II <sub>B</sub>	II <sub>C</sub>

※참고 : 최소점화전류는 메탄(CH<sub>4</sub>)에 대한 최소점화전류와 대상으로 하는 폭발성가스와의 비로 표시된다.

(3) 발화도 분류

<표 3 : 폭발가스의 발화도에 따른 분류>

IEC		NFPA			한국 KS 일본 JIS	
T <sub>1</sub>	450℃ 초과	T <sub>1</sub>	450℃ 초과		G <sub>1</sub>	450℃ 초과
T <sub>2</sub>	300℃ 초과	T <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> T <sub>2A</sub> T <sub>2B</sub> T <sub>2C</sub> T <sub>2D</sub>	300℃ 초과 280℃ 초과 260℃ 초과 230℃ 초과 215℃ 초과	G <sub>2</sub>	300℃ 초과
T <sub>3</sub>	200℃ 초과	T <sub>3</sub>	T <sub>3</sub> T <sub>3A</sub> T <sub>3B</sub> T <sub>3C</sub>	200℃ 초과 180℃ 초과 165℃ 초과 160℃ 초과	G <sub>3</sub>	200℃ 초과
T <sub>4</sub>	135℃ 초과	T <sub>4</sub>	T <sub>4</sub> T <sub>4A</sub>	135℃ 초과 120℃ 초과	G <sub>4</sub>	135℃ 초과
T <sub>5</sub>	100℃ 초과	T <sub>5</sub>		100℃ 초과	G <sub>5</sub>	100℃ 초과
T <sub>6</sub>	85℃ 초과	T <sub>6</sub>		85℃ 초과		



## 6. 방폭전기기기의 기호

### 1) 각국의 방폭구조 표시방법

<표 4 : 각국의 방폭구조 표시 방법>

방폭구조	내압	유입	압력	안전증	본질 안전	특수	사업
한국, 일본	d	o	p(f)	e	ia,ib	s	—
영국	FLP	—	—	—	FLP	—	—
독일	EXd	EXo	EXf	EXe	EXi	EXs	EXq
호주	EXd	EXo	—	EXe	EXi	EXs	EXq
IEC	EXd	EXo	EXp	EXe	EXia, ib	EXs	EXq
이태리	EXd	EXo	EXf	EXe	EXi	—	EXq
스위스	EXd	EXo	EXf	EXe	—	EXs	—
스웨덴	Xt	Xo	Xv	Xh	Xi	Xs	—

### 2) 위험장소 분류

<표 5 : 각국의 위험장소 분류>

분류 국가	지속적인 폭발 분위기	통상상태하에서의 간헐적인 폭발분위기	이상상태하에서의 폭발분위기
IEC	Zone 0	Zone 1	Zone 2
Europe CENELEC	Zone 0	Zone 1	Zone 2
독 일	Zone 0	Zone 1	Zone 2
영 국	Division 0	Division 1	Division 2
한국, 일본	0 종장소	1 종장소	2 종장소
프랑스	Zone E		Zone F
이태리	Zone E		Zone F
네델란드	Increased Hazard		Limited Hazard
북 미	Division 1		Division 2

3) 각국의 방폭구조 표시방법 예시

(1) IEC

※ EXdⅡBT3

- 내압방폭구조
- 공장, 사업장용으로서 폭발등급 B(국내의 2 등급)
- 발화온도 200~300℃

(2) NFPA 497A

※ CLASS I, Division 1 Group B location

- CLASS I, Division 1 위험장소
- 폭발등급 B 급

(3) 한국㉞, 일본

※ d<sub>2</sub>G<sub>4</sub>

- 내압방폭구조
- 폭발등급 2 등급
- 발화온도 135~200℃

※ e G<sub>3</sub>

- 안전증방폭구조
- 발화온도 200~300℃