

電氣設備의 防爆對策(Ⅱ)

유 재 환*

4. 방폭구조의 종류와 방폭기기선정

가. 방폭구조의 종류

가스·증기위험장소에서 사용할 수 있는 전기기기의 방폭구조로서는 내압(耐壓)방폭구조, 내압(內壓)방폭구조, 유입(油入)방폭구조, 안전증(安全增)방폭구조, 본질(本質)안전 방폭구조, 특수방폭구조등 6종류가 있으나 그 중에서 내압(耐壓)방폭구조와 안전증방폭구조등 두종류가 많이 사용되고 있으며, 동력·조명관계 기기는 대부분이 구조를 적용하고 있다. 계장용기기의 경우에는 본질안전 방폭구조를 사용하며, 위험장소는 아니지만 일반기구의 사용이 우려되는 경우에는 밀폐형 전기기구를 사용하는 것이 좋다. 그러나 밀폐형 기구는 방폭능력이 떨어지므로 실제 사용시에는 충분한 검토가 필요하다.

(1) 내압(耐壓)방폭구조

전기기구 및 배선을 완전히 케이스 또는 전선관 속에 넣어 밀폐한다. 그러나 여하히 밀폐를 하여도 안팎의 온도차에 의하여 케이스 내부의 공기가 팽창과 수축이 일어나고 구조틈으로 부터의 호흡작용 때문에 외부의 폭발성 혼합가스의 침입을 방지하기는 쉬운 것이 아니다. 따라서, 전동기의 외함, 분전반, 조명등 등을 전폐 구조의 용기로 하여 그 내부의 불꽃으로 인한 가스폭발이 일어나도 용기는 이러한 압력(대략 $8\text{kg}/\text{cm}^2$)에 견딜 수 있게

되었다.

더우기 폭발성 가스는 용기의 틈으로 부터 밖으로 누출되는 중에 냉각되어 실내의 폭발성 혼합가스에 착화하지 않는 구조로 되어 있다. 이때에 용기의 접합부에 패킹을 사용하면 용기내에서의 가스폭발시 패킹은 내압으로 인해서 파괴되기 때문에 접합부는 모두 관용평행 나사로 한다.

폭발 생성 가스는 이 나사면의 틈을 통과하는 사이에 냉각되어 그 온도가 혼합가스의 발화점이 하로 저하하기 때문에 연기파의 전파가 저지된다. 따라서, 사용하는 폭발성가스의 폭발등급과 발화도에 따라 방폭구조의 필요한 형식을 선정해야만 한다.

현재 제작되고 있는 것에는 전동기, 개폐기, 변압기, 팬, 계기, 분전반, 제어반, 조명등, 투광기, 벨 등이 만들어지고 있다. 전기 배선상에내압(耐壓) 방폭구조로 할 필요가 있을 때에는 후강전선관 속에 전선을 넣고 나사는 5터 이상되도록 해서 관내에서 불꽃이 생겨 폭발이 일어나도 외부로 파급되지 않는다.

또한, 전선관의 내부를 통해서 폭발성 가스가 탄 기기 또는 조명등 내에 침입하는 것을 방지하기 위해서 실링피팅(Sealing Fitting)을 설치하여 이 사이에 실링 콤파운드(Sealing Compound)를 충전해서 관을 폐쇄시켜 놓을 필요가 있다. 그리고 흔히 사용하는 이동용 전기기구에 사용하는 코드류는 종종 절연이 파괴되어 사고를 일으키기 쉽기 때문에 캡타이어 케이블을 사용하는 것이 좋다.

* 세명대학교 산업안전공학과교수(工·博)

2) 내압(耐壓) 방폭구조

앞서와 같이 전기기구를 전폐 구조의 용기 또는 피(外被)중에 넣어서 그 내부에 위험한 가스가 쳐드는 것을 방지하기 위해 깨끗한 공기 또는 활성 가스를 주입하여 내부의 압력을 높인 것이 내압(耐壓)이 저하할 때는 외부가스가 스며들 힘이 있기때문에 내압(耐壓)이 저하되면 자동으로 경보를 발하고 운전이 정지되도록 잠시 장가 붙어 있는 것도 있다.

폭발등급 3. 발화도 G₄ 또는 G₅의 가스에 대해서는 앞서 언급한 내압(耐壓) 방폭구조가 곤란하 때문에 이 경우에는 내압(耐壓) 방폭구조를 택여야 한다. 또한 전기계기, 전기식 자동제어장 등에서도 내압(耐壓) 방폭구조로 된 것이 있

(3) 유입(油入) 방폭구조

개폐기, 제동기, 변압기, 정류기 등의 본체를 절유속에 침적시킨 것으로서 유면에서 위험 부분지의 거리가 10mm이상으로 하여야 할 필요가 있다. 이러한 경우에 기름의 누설 등에 의한 유면저하는 상당히 위험하기 때문에 항상 유면계등로서 감시를 하여야 한다. 유입 개폐기에 있어는 개폐시에 일어나는 호광에 의해서 기름이 열해되어 수소를 주성분으로 하는 가연성 가스가 생하기 때문에 가스를 배출할 수 있는 구멍을 치할 필요가 있다. 종종 유입 개폐기의 폭발사가 잘 일어나는데 이것은 기름의 분해가스가 축에 의한 혼합가스 폭발이 주된 원인으로 되고

(4) 안정증(安全證)방폭구조

이 구조는 방폭구조라고 할 수는 없으나 차선책으로서 정상 운전중에 과열 또는 전기불꽃을 발생키기 쉬운 부분의 구조를 보통 기구보다도 절, 온도 상승 따위의 문제에 대해서 엄하게 한 것이다. 다시 말해 단자부, 접속부 등의 규정을 엄하게 해서 비교적 안전도를 좋게 하였으나 보수를 올리하면 곤란한 점이 많다. 현재 유도 전동기, 동기, 저항기, 변압기, 조명등, 형광등, 축전지 이 안전증 방폭구조로 제작되어 나오지만 과열,

소손 또는 절연 열화에 대한 충분한 계기가 꼭 필요하다.

(5) 특수 방폭구조

이것은 앞에서 언급한 이외의 구조로서 폭발성 가스의 인화를 확실히 방지할 수 있도록 한 것이 실험 결과로서 확인되는 구조를 말한다.

(6) 본질안전 방폭구조

화학공학에 있어서 각종 프로세스의 계측 또는 제어를 하는데 전자기기를 사용하는 경우에 앞서 말한 방폭구조를 그대로 적용시키는 것은 기술적으로나 경제적으로 곤란한 경우가 많다. 그러나 이러한 회로의 경우에는 사용 전압이나 전류가 미약해서 비록 작은 불꽃이나 아크가 발생해도 폭발성 가스의 발화원인 되지 못할 정도로 작게 할 수가 있다. 이러한 것이 점화시험, 기타의 방법에 따라서 확인된 구조를 말한다.

또한, 이러한 안전성을 시험하기 위한 불꽃 발생 장치가 영국, 독일, 소련 등에서 제작되고 있다.

(7) 분진방폭 특수방진구조

전폐구조로서 용기와 뚜껑의 접합면안길이를 일정치 이상으로 하거나 접합면에 일정치 이상의 안길이를 갖는 패킹을 사용하여 분진이 용기 내부에 침입하지 않도록 하고 또 분진이 용기에 닿아도 폭발이나 화재가 발생하지 않도록 온도상승을 낮게 설계한 구조이다.

(8) 분진방폭 보통방진구조

전폐구조로서 용기와 뚜껑과의 접합면의 안길이를 일정치 이상(특수방진구조보다 약간 작은 것)으로 하거나 접합면의 안길이를 일정치 이상(특수방진구조보다 약간 작은 것)으로 하거나 접합면에 패킹(안길이는 특별히 정하지 않는다)을 사용하여 분진이 용기 내부에 침입하기 어렵게 하고, 또 분진이 용기에 닿아도 폭발이나 화재가 발생하지 않도록 온도상승을 낮게 설계한 구조이다.

유재환

(9) 분진방폭 특수 구조

앞에서 서술한 (7)·(8)이외의 구조로서, 분진 방폭성을 갖는 것이 공인기관의 시험에 의해서 확인된 구조이다.

나. 방폭 전기기기의 선정

방폭구조를 위험장소에 적용하는 경우의 원인을 (표4.1)에 제시한다.

표 4.1 방폭구조선정원칙

위험장소	방폭구조
0종장소	본질안전 방폭구조
1종장소	내압방폭구조, 내압방폭구조, 유입 방폭구조
2종장소	안전증 방폭구조, 유입 방폭구조
폭발성 분진 위험장소	분진 방폭 특수 방진구조
가연성 분진 위험장소	분진 방폭 보통 방진구조

다. 방폭구조의 표시

전기기기의 방폭구조의 종류 및 기기를 사용할 수 있는 폭발가스의 등급과 발화도는 KS규격에 따르면(표 4.2, 4.3, 4.4)와 같다.

*○: 적합한 것.

△: 사용해도 지장은 없으나 가능하면 피하는 것이 좋은 것.

(주1) 1. 권선형전동기, 직류기, 교류정류자기, 콘덴서전동기, 분산시동형전동기, 반발시동형전동기 등

2. 3상농형유도전동기 등

3. 1, 2차 모두 교류 600V이하의 것

4. 차단기란, 단락전류를 자동적으로 차단하는 것을 말함.

5. 제어기란, 주간(主幹)제어기, 시동제어기, 속도제어기, 가역제어기, 스타델타스타터, 시동보상기, 반응시동기 등을 말함.

6. 시동저항기, 속도제어저항기, 계자저항기 등

(주2) 가. 전폐구조로 함.

나. 열동형 과부하계전기(3상 유도 전동기의 경우에는 단상운전을 방지할 수 있는것) 또는 이와 동등이상의 과부하 보호장치를

표 4.2 방폭구조의 기호

구분	기호
방폭구조	d
유입 방폭구조	o
내압 방폭구조	f
안전증 방폭구조	e
불질 안전 방폭구조	i
특수 방폭구조	s
폭발등급 1	1
폭발등급 2	2
폭발등급 3	3n
	3a: 수성가스, 수소
	3b: 이황화탄스
	3c: 아세틸렌
	⋮
	3n: 폭발등급전체
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

표 4.2 방진구조의 기호

구분	기호
보통 방진구조	D P
특수 방진구조	S D P
발화도 11	11
발화도 12	12
발화도 13	13

설치할것.

다. 슬립링 정류자 등은 내압(耐壓)방폭구조, 또는 내압(內壓)방폭구조로 함.

라. 과열보호장치, 또는 과부하 보호장치를 설치함. 다만, 50VA이하의것은 제외

마. 시동용 변압기 부분 또는 시동용 리액터 부분을 안전증 방폭구조로 한것을 포함

바. 개폐 접촉부가 없는것, 또는 개폐접촉부를 내압(耐壓)방폭구조로 한것

사. 2종 장소에서 사용하는 전선관용 부속품은 KS에 정하는 일반품으로 나사접속의 것을 사용할 수 있음.

(주3) 0종 장소에는 원칙적으로 본질 안전방폭구

표 4.4 중요한 저압전기기구의 방폭구조 선정기준도

가구의 종류		방폭구조의 종류	1종 장소				2종 장소			
			내압 (耐壓)	내압 (內壓)	유입	안정증	내압 (耐壓)	내압 (內壓)	유입	안정증
회 전 기	슬립링, 정류자	있는것 1 시동용 콘덴서 시동용 스위치등이 없는것 2	○	○			○	○		○
			○	○		△	○	○		○ ○ ○
변 압 기 ③	유입 변압기								○ ○	
	전식 변압기		○				○			○ ○
개 폐 기	유 자동 개로 하는 것	정격개폐용량 3KVA(최대개 폐용량)이하의 것 [용기내압 기타 [기 타		○			○			
	입 자동 개로하지 않은 것		△	○		○		○		
기 기	기중(氣中)차단기 ④		△			○			○ ○	
	기중(氣中)개폐기	자동개로하는 것 자동개로하지 않는 것	△			○			○ ○	
제 어 기 ⑤	유입제어기	최대개폐용량10KVA 이하인것 기타			△				○ ○	
	기중제어기	주간(主幹)제어기 기타	○			○			○ ○	
퓨우즈	기중형(氣中形)퓨우즈		○ ○							
계측기류	신호, 경보, 통신장치		○	○			○	○		○ ○
	저항기 ⑥, 리액터		○				○		○	○
	액체저항기									○
	반도체 정류기		○	○			○	○	○	△
	축전지									○
백열전동	고정동		○				○			○
	이동동		△				○			
형광등			○				○			○
고압수은등			○				○			○
전지 내장형 전등			○				○			
표시등류			○				○			
코센트형-인터록을 확인할 수 있는것			○				○			
접속기-외부에서 확인할 수 없는것							○			
전선관용 부속품			○				○ ○			○ ○

주의 것을 사용

(경과조치): 이 고시 시행전에 설치한 전기설비에 대하여는 이 기준을 적용치 아니한다.

* 본 내용은 1985. 10. 12 동력자원부 고시 제 85-180호

5. 방폭대책

제6종 위험장소에 있어서는 될 수 있으면 전기기구의 사용을 피하는 것이 근본대책이나 만약, 전기기구를 설치시 될 수 있는 대로 위험장소 외부에 설치할 수 있도록 계획한다. 위험장소의 내

유재환

부에 설치하는 경우에는 전동기, 개폐기, 전등 등의 설치수를 될 수 있는 한 최소한도로 줄이고 가스의 위험성에 따라 방폭구조를 선택하도록 한다. 또한 위험성이 서로 다른 2종류 이상의 가스가 존재할 때는 위험성이 높은 쪽에 적합한 것을 선택하도록 한다. 이 경우 방폭구조는 일반적으로 내압(耐壓) 혹은 내압(內壓) 방폭구조의 것으로 한다.

유입방폭구조의 것은 제1종 위험 장소에서는 사용하지 않는다. 또한 안전증 방폭 구조도의 것은 위험성이 높은 장소에서는 사용을 피하고 기기의 성질, 주위의 조건등을 고려하여 꼭 사용하여야 할 소수의 장소에만 사용하도록 해야 한다. 만약, 전기기구가 방폭구조로 되어 있어도 누전상태가 되면 외피에 접속된 유전체와의 사이에 전기 불꽃을 일으켜 착화원이 되기 때문에 전체 금속제 외함 후레임, 캐비닛, 전선관등은 수도관 등을 이용해서 확실히 접지해서 접지저항을 $1-3\Omega$ 이하로 유지하도록 하여야 한다.

제1종 위험장소에서는 위험한 가스가 정체하지

않도록 충분한 능력을 가지는 환기설비를 설치하고 또한 전기기구의 설치장소는 공기보다 비중이 무거운 가연성 증기가 있는 장소에서는 될 수 있는 대로 실내의 높은 곳에 설치하고 반대로 공기보다 가벼운 가연성 가스가 있는 장소에서는 될 수 있는 대로 낮은 곳을 선택하도록 한다. 제1종 위험장소에서는 방폭구조를 가지지 않은 선풍기, 전화기, 라디오, 전기시계, 벨, 전기 내장고, 자동 제어 접점, 축전지 등을 비치하지 않도록 한다.

그렇지 않으면 작업실 내에 적절한 방폭구조를 시설하였어도 여름철, 선풍기 한대를 책상위에 가설했기 때문에 모든 설비가 수포로 돌아가 버리는 때가 왕왕 있을 수 있다. 또한, 공기소제기도 위험 가스가 발생되지 않는다고 확인되었을 때만 사용하도록 해야 한다.

여기에 대해서 제2종 위험장소에서는 운전중에 전기 불꽃을 발생할 우려가 없는 전기기구는 전폐구조로 하거나 안전증 방폭구조의 것으로 사용해도 지장은 없다. 또한, 배선은 얇은 금속 전선관을 사용해도 좋다.