

# 工場用防爆電氣設備 ①

## 1. 可燃性가스, 引火性 液体를 取扱하는 工場, 事業場은 많다.

工場이나 事業場 중에서 可燃性 가스나 引火性 液体를 취급하고 있는 곳은 의외로 많다. 可燃性 가스나 引火性 液体를 제조하고 있는 工場은 물론이고 이들을 原材料로 하여 다른 제품을 제조하거나 生産工程에서 여러 가지의 목적에 이들을 사용하는 工場은 그 규모의 大小를 불문하고 상당한 수에 달하고 있다.

또한 可燃性 가스나 引火性 液体의 종류도 많고 취급량도 넓은 범위에 걸쳐 있다.

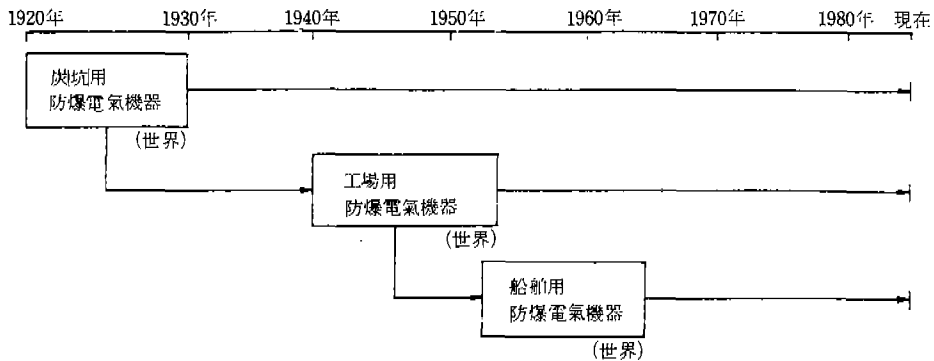
이상과 같은 工場에 해당하는 대표적인 것은 石油精製工場, 石油化學工場, 가스製造工場 등이 있는데 메탄가스가 발생하는 鑛山은 工場이라고는 하지 않아도 여기서 대상으로 하는 工場과 같은 취급

을 해야된다. 또한 오일탱커나 液化天然가스를 수송하는 船舶 등도 마찬가지이다. 이밖에 可燃性 가스 또는 引火性 液体를 취급하는 主要業種을 例示 하면 다음과 같은 것이 있다.

- 半導체製造業
- 化學纖維製造業
- 塗料製造業
- 植物油脂製造業
- 醫藥品製造業
- LPG 가스貯藏業
- 塗裝業
- 플라스틱製造業
- 고무製品製造業
- 電氣機械器具製造業
- 香料, 化粧品製造業
- 가솔린스텐드
- 드라이클리닝業
- 印刷業

## 2. 工場用 防爆電氣機器의 발달

可燃性 가스나 引火性 液体를 취급하는 工場, 事業場에서는 이들에 의한 引火爆發, 火災의 事故를 방지해야 된다. 왜냐하면 事故에 의하여 作業者나 종업원의 人命을 상실하거나 생산설비가 파괴될 뿐



〈그림 - 1〉 防爆電氣機器의 發達過程

만 아니라 때로는 부근의 住民들에게 까지도 피해를 가져오며 社會問題로 발달하는 수가 적지않기 때문이다.

工場, 事業場에서는 어디에서든지 電氣機器나 配線이 사용되고 있는데 이들 機器나 配線은 사용중에 불꽃을 발생하거나 溫度가 극히 높아진다. 可燃性 가스나 引火性 液体가 취급되는 장소에서는 電氣機器나 配線에서 발생하는 불꽃이나 熱이 點火源이 되어 爆發事故가 발생할 위험성이 있다. 그러나 電氣設備을 사용하지 않으면 工場으로서의 機能을 상실하게 되므로 點火源이 되지 않도록 특별히 연구하여 안전하게 사용하도록 한다. 이것이 防爆電氣機器라든지 防爆電氣配線이라고 하는 것으로 일반적인 것과는 다른 시방으로 되어 있다.

본래 防爆電氣機器는 메탄가스가 존재하는 鑛山用으로서 고안된 것으로 20世紀의 초기에 美國, 유럽에서 탄생했다. 당시 坑内에서 사용한 電氣機器에서 발생한 불꽃이 메탄에 點火되어 폭발 사고가 발생하여 그 安全對策으로서 防爆電氣機器가 고안되었다. 물론 그 무렵에는 防爆電氣機器라고 해도 극히 한정된 것이었는데 炭坑用 防爆電氣機器로서 開閉器, 電動機 등의 安全化에 크게 기여했다고 하겠다.

따라서 防爆電氣機器라고 하면 일반적으로 炭坑用이라는 상식이 오래동안 보급되어 왔다. 그러나 第2次大戰 후에 石炭을 대신하는 에너지로서 石油가 등장하자 石油精製, 石油化學 등의 공장에서 사용하는 電氣設備의 防爆化가 세계적으로 요청되기에 이르러 갑자기 이를 위한 연구개발이 추진되었다. 炭坑과는 달리 이들 工場에서는 메탄 이외의 많은 위험한 可燃性 가스가 대상이 되는 외에 電氣機器의 종류와 수량도 많기 때문에 새로 工場用 防爆電氣機器의 개발과 사용이 필요해졌다. 또한 탱커에도 防爆電氣機器가 설치되게 되었다.

### 3. 爆發性 가스의 危險性和 防爆電氣機器와의 關係

防爆電氣機器의 設計製作 또는 사용에 있어서는 대상이 되는 可燃性 가스 또는 引火性 液体의 危險性을 충분히 알아둬야 한다.

### 1. 引火性 液体의 引火點과 蒸氣의 發生

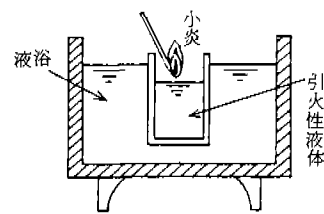
引火性 液体는 그 온도를 어느 한도 이하로 냉각하면 大氣中에 蒸氣로 되어 나오지 않으므로 液面 가까이에서 작은 불꽃(點火源)을 접근시켜도 연소되거나 爆發하지 않는다. 그러나 서서히 液体의 溫度를 올려보면 일정한 온도에서 증기를 발생하여 작은 불꽃에 의하여 點火된다. 이와 같이 空氣中에서 引火性 液体가 증기를 발생하여 點火源을 접근시켰을 때 點火될 때의 液体의 최저온도를 引火點이라고 한다. 그림 2는 引火點의 測定原理를 든 것이다.

引火點은 引火性 液体의 종류에 따라 다르며 일반적으로 引火點이 낮은 液体일수록 증기가 되기 때문에 위험성이 높다고 하겠다.

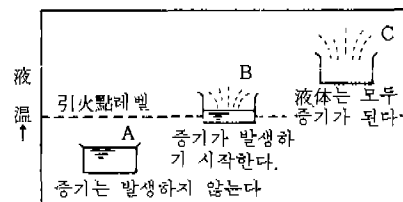
引火性 液体는 그 引火點 이하의 온도에서 취급되면 증기가 되지는 않으므로 안전하다고 생각되는데 液体가 引火點 이상의 온도의 大氣에 접촉하거나 床에 흘렀을 때에는 증기가 된다. 그림 3에 알기 쉽게 표시했다.

A는 液体가 引火點 이하의 상태가 되어 있고 또한 液面에 접촉되는 大氣의 온도도 引火點 이하이기 때문에 증기가 발생하지 않는다. B는 液体의 온도가 引火點에 도달하여 증기가 일부발생하기 시작하고 있다. C는 液体의 온도가 引火點보다도 충분히 높기 때문에 모든 液体가 시간이 경과함에 따라 증발하여 液이 완전히 없어진 것을 표시하고 있다.

또한 표 1은 몇가지의 引火性 液体의 引火點을 참



〈그림-2〉 引火點의 測定原理



〈그림-3〉 引火性 液体의 液温과 蒸氣의 發生

〈표-1〉 引火點의 例

引火性 液体	引火點[℃]
塩化 에 킬	-50
아세탈레히드	-38
二 硫 化 炭 素	-30
가 솔 린	< -20
아 세 톤	-19
벤 젠	-11
石 油 나 프 타	- 6
토 루 엔	6
메 타 놀	11
클 로 로 벤 젠	28
케로신 (石油)	38
酢 酸	40
페 놀	75

고로 든 것이다. 引火點이 마이너스인 것은 겨울에 도 용이하게 증기가 된다는 것을 의미한다.

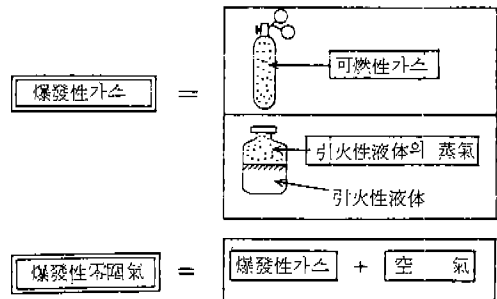
## 2. 爆發性 분위기의 生成과 爆發限界

可燃性 가스가 용기 또는 장치 등에서 누설되어 空氣와 혼합되면 電氣불꽃과 같은 點火源에 의하여 폭발한다. 아파트 등에서 가스가 누설되어 電燈이나 냉장고에서의 電氣불꽃에 의하여 爆發事故가 되는 것은 이같은 예이다. 또한 引火性 液体는 그 증발에 의하여 발생한 증기가 空氣와 혼합되면 같은 위험성이 있다. (이하 可燃性 가스와 引火性 液体의 증기를 총칭하여 爆發性 가스라 한다. 또한 爆發性

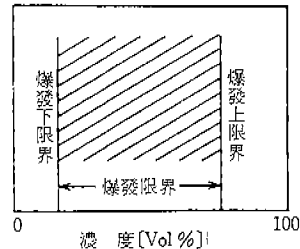
가스와 空氣가 혼합하여 點火源에 의하여 爆發이 발생하는 濃度로 되어 있는 상태를 爆發性 零圍氣라 한다).

爆發性 가스와 空氣가 혼합되어도 그 濃도가 너무 희박하거나 너무 진하면 點火源이 있어도 폭발은 발생하지 않는다. 어떤 일정한 濃度範圍의 것이 아니면 폭발하지 않는다.

爆發限界란 點火源에 의하여 폭발이 발생하는 폭발성 가스와 공기와의 혼합가스의 濃度의 限界值



〈그림-4〉 爆發性가스와 爆發性零圍氣의 차이



〈그림-5〉 爆發限界

爆發性가스	爆 發 限 界 [Vol %]										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
아세틸렌	1.3										100
水 素	4.0								75.6		
一酸化炭素			12.5							74	
二硫化炭素	1.0										60
에 킬 렌	2.7									34	
암모니아				15						28	
에 타 놀	3.3									19	
메 탄	5.0									15	
프로판	2.0									9.5	
가 솔 린	1.0										

〈그림-6〉 爆發限界의 크기의 예

(일반적으로 容積比 Vol. %로 표시된다)를 말하며 그 下限値를 爆發下限界, 上限値를 爆發上限界라고 한다. 따라서 爆發性 零圍氣란 爆發限界內的 混合 가스가 된다(그림 5).

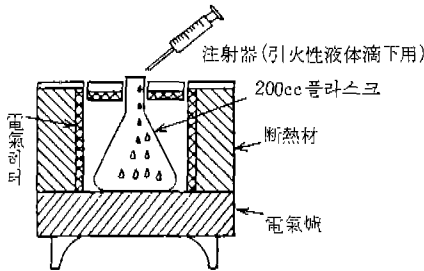
爆發限界도 爆發性 가스의 종류에 따라 다르며 일반적으로 그 범위가 넓은 것은 爆發性 零圍氣를 용이하게 生成한다. 또한 爆發下限界가 낮은 것은 少量의 누설에도 爆發性 零圍氣를 용이하게 生成한다. 그림 6에 비교적 주변에서 많이 볼 수 있는 爆發性 가스의 爆發限界를 들었다.

### 3. 發火溫度(또는 發火點)와 防爆電氣機器의 最高表面溫度와의 關係

發火溫度는 發火點이라고도 한다. 이것은 外部에서 電氣불꽃 등의 點火源을 부여하지 않고 爆發性 零圍氣 전체의 온도를 상승시켰을 때 자연히 연소 또는 폭발이 발생하는 最低溫度를 말한다.

發火溫度도 爆發性 가스의 종류에 따라 다르다. 또한 같은 종류의 爆發性 가스라도 測定裝置에 따라 어느 정도의 차이가 생긴다.

그림 7은 引火性 液體의 發火溫度의 測定原理를 든 것이다. 電氣爐 속에서 일정한 온도로 유지된 프라스코 속에서 주사기로 試料가 되는 引火性 液體



〈표 3〉 防爆電氣機器의 最高表面溫度와 爆發性 가스의 發火溫度와의 對應

最高表面溫度에 의한 防爆電氣機器의 分類	溫度等級	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	最高表面溫度의 범위		450~300℃	300~200℃	200~135℃	135~100℃	100~85℃
使用 가능한 對應關係		↙	↙	↙	↙	↙	↙
發火溫度에 의한 爆發性 가스의 分類	450℃超過	450~300℃	300~200℃	200~135℃	135~100℃	100~85℃	↖

를 떨어뜨려 發火의 有無를 조사한다. 發火하지 않으면 爐의 온도를 높여가며 發火가 발생하는 最低溫度를 發火溫度로 정한다. 표 2는 發火溫度의 測定例이다.

爆發性 가스의 發火溫度는 防爆電氣機器에 직접 관계된다. 그 이유는 電氣機器의 온도가 發火溫度보다 높으면 爆發性 零圍氣의 發火가 될 위험성이 있기 때문이다. 따라서 防爆電氣機器는 사용중에도 달하는 최고온도가 대상으로 하는 爆發性 가스의 發火溫度보다도 항상 낮아지도록 설계, 제작해야 된다.

이상과 같이 防爆電氣機器메이커는 상대가 대는 수요자가 취급하는 爆發性 가스의 여러 가지의 發火溫度를 고려하여 온도상승이 다른 몇종류의 防爆電氣機器를 제작해야 된다. 한편 수요자는 자기의 공장, 사업장에서 취급하는 爆發性 가스의 發火溫度에 적합한 防爆電氣機器를 선정해야 된다. 따라서 양쪽에 편리하도록 防爆電氣機器의 최고 온도를 6段階로 구분하여 설계, 제작하고 있다. 또한 最高溫度는 정확하게는 最高表面溫度라고도 하며 6段階의 區分을 溫度等級이라고 한다.

표 3은 防爆電氣機器의 最高表面溫度의 구분(T<sub>1</sub>에서 T<sub>6</sub>까지의 6段階)과 각각의 온도범위 및 爆發性 가스의 發火溫度의 분류를 든 것이다. 가령 溫

〈표 2〉 發火溫度의 예

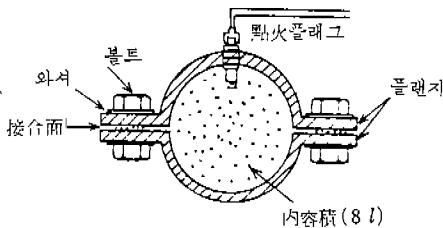
爆發性 가스	發火溫度(℃)
硝酸 에 틸	85
二 硫 化 炭 素	102
가 술 린	260
아 세 틸 벤	305
프 로 판	470
水 素	560

度等級이 T<sub>2</sub>의 防爆電氣機器는 最高表面溫度가 300~200℃의 범위이며 최고 300℃를 초과하지는 않는다. 이같은 機器는 發火溫度가 300℃ 이하의 爆發性 가스를 취급하는 工場에서는 點火源이 되므로 사용할 수 없다. 따라서 發火溫度가 300℃를 초과하는 爆發性 가스에 대해서만 안전하게 사용할 수가 있다.

#### 4. 火災逸走限界와 耐压防爆構造의 電氣機器와의 관계

爆發性 가스가 空氣와 混合하여 爆發性 零圍氣를 生成하여 이것이 點火源에 의하여 點火되면 격심한 爆發壓力를 발생한다.

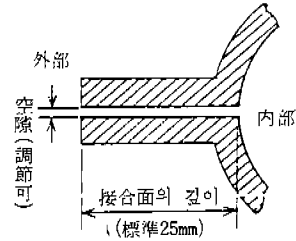
그림 8 과 같이 뚜껑의 接合面을 제외하고는 全閉로 되어 있는 金屬製의 球形容器에 爆發性 零圍氣를 넣고 點火플래그에 의하여 點火했다고 한다. 이 容器는 上下의 半球形의 용기가 플랜지部分에서 接合하여 볼트로 견고하게 結合시켰다. 點火플래그의 불꽃에 의하여 點火된 爆發性 零圍氣는 内部에서 폭발이 발생하는데 용기가 튼튼하고 또한 플랜지部分이 볼트에 의하여 충분히 죄어져 있으면 爆發이 발생했을 때의 火災이 플랜지의 接合面을 지나 용기의 外部에까지 나와도 容器 밖에 있는 爆發性 零圍氣에는 點火되지 않는다.



〈그림-8〉球形金屬容器

여러 가지의 爆發性 가스에 대하여 그림 8 과 같은 실험을 해보면 가스의 종류에 따라 火災이 용기의 外部의 폭발성 분위기에 點火되거나 안되거나 하는 것을 알 수 있다. 爆發이 심한 가스일수록 火災이 容器 밖으로 많이 나온다. 그러나 어떤 가스도 플랜지部分의 接合面의 치수를 적당히 설계하면 밖의 爆發性 零圍氣에 點火되지 않도록 할 수가 있다.

接合面의 치수는 그림 9 와 같이 接合面의 깊이와 空隙에 의하여 표시한다. 接合面의 깊이의 길이가



〈그림-9〉接合面의 치수의 表示方法

〈표-4〉火災逸走限界에 의한 爆發性가스의 分類와 耐压防爆構造의 電氣機器와의 對應

爆發性가스의 分類 (火災逸走限界의 값)	A (0.9mm 以上)	B (0.5mm를 초과 0.9mm未滿)	C (0.5mm 以下)
對應하는 耐压防爆構造의 電氣機器의 分類	II A	II B	II C

일정(가령 25mm) 하다면 空隙만을 조절하여 火災이 外部의 爆發性 零圍氣에 點火되지 않는 空隙을 폭발성 가스의 각각에 대하여 측정할 수가 있다. 이 값을 火災逸走限界라고 한다. 火災逸走限界가 작은 爆發性 가스일수록 위험성이 크다고 하겠다.

火災逸走限界는 耐压防爆構造의 電氣機器의 容器의 設計基本이 되는 값이다. 爆發性 가스는 火災逸走限界의 값에 의하여 표 4 와 같이 A, B 및 C의 3 가지로 分類된다. 耐压防爆構造의 電氣機器도 이들에 對應하여 II A, II B 및 II C로 分類된다.

#### 5. 最小點火電流比와 本質安全 防爆構造의 電氣機器

爆發性 零圍氣는 불꽃에 의하여 點火되며 폭발이 발생한다. 그러나 불꽃의 에너지가 작아지면 點火가 곤란해진다. 즉 爆發性 零圍氣 속에서 실제의 電氣回路의 接點開閉불꽃을 발생시켰을 때 불꽃에 에너지가 작으면 가령 10회 발생시켜도 1 회도 點火되지 않는 수가 있다. 그러나 불꽃을 반복하여 계속 발생시키면 50회째에 點火되는 예가 있다. 또한 불꽃 에너지를 작게하여 발생시키면 이번에는 數100 회째가 되지 않으면 點火되지 않게 된다.

이와 같이 작은 불꽃에 의한 爆發性 零圍氣의 點

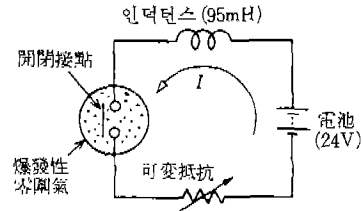
火에너지는 爆發性 가스의 종류에 따라서도 상당히 다르다. 따라서 어떤 일정한 發生回數에서 적어도 1회의 點火가 발생하는 불꽃 에너지를 여러가지의 爆發性 가스마다 구할 수가 있다면 불꽃에 의한 點火의 위험성을 비교할 수가 있다.

爆發性 零圍氣 속에서 반복하여 몇 100회 이상의 불꽃을 發生시켜 그 중에서 點火가 되었을 때의 불꽃 에너지만을 測定하는 것은 실제로는 극히 곤란하다. 여기서 불꽃 에너지 대신 回路電流를 사용한다. 그림 10과 같은 回路를 표준으로 하여 電壓을 일정하게 하고 回路電流만을 조절할 수 있도록 한다. 回路電流를 서서히 감소시키면 開閉接點에서 1000회의 불꽃을 발생시켰을 때 겨우 1회만 爆發性 零圍氣에 點火가 된다.

이와 같이 點火되었을 때의 回路電流의 크기를 여러 가지의 爆發性 가스에 대하여 求하는 것은 비교적 용이하다. 이들은 일반적으로 最小點火電流라는 명칭으로 호칭된다.

最小點火電流의 크기를 求하려면 電池의 電壓을 24V, 인덕턴스를 95mH, 거기에 開閉接點에는 특수한 機構와 接點材質의 것을 사용하여 시험한다.

最少點火電流는 本質安全防爆構造의 電氣機器(回路)의 設計上 참고가 되는 중요한 값이다. 爆發性 가스는 각각 最小點火電流의 크기에 따라 분류할 수 있는데 일반적으로는 메탄의 最小點火電流에 대한



〈그림-10〉 標準火花發生回路

〈표-5〉 最小點火電流比에 의한 爆發性가스의 分類와 本質安全 防爆構造의 電氣機器의 對應

爆發性가스의 分類 (最小點火電流比의 범위)	A (0.8 超過)	B (0.45以上 0.8以下)	C (0.45 未滿)
對應하는 本質安全 防爆構造의 電氣機器의 分類	II A	II B	II C

比率에 따라 분류된다. 이것을 最小點火電流比라고 한다.

표 5는 爆發性 가스를 最小點火電流比에 의하여 A, B 및 C의 3가지로 分類한 것이다. 本質安全防爆構造의 電氣機器(回路)도 이들에 對應하여 II A, II B 및 II C로 分類된다. \*

**\* 86, 88도약의 해, 북괴방해 책동 경계 합시다!**

○ 4 천만의 간첩 신고 86, 88 성공약속

○ 간첩책동 미리막아 86, 88 도약이룩