

電氣設備의 防爆安全基準制定을 위한 調査 研究  
A Study on the Safety Standard for Explosion Protection of Electrical Equipment

김 상 렬\*    박 찬 성\*\*    김 찬 오\*\*\*    이 재 인\*\*\*\*  
Kim Sang-Ryull    Park Chan-Sung    Kim Chan-O    Lee Jae-In

ABSTRACT

This study is conducted for both examination of theory for electrical explosion protection and investigation of operation condition of selected 95 companies, to establish the safety standard of explosion protection for electrical equipments that explosion is possible.

제1장 서    론

최근에 들어와 석유화학산업이나 가스 혹은 분체원료를 사용하는 사업장에서 크고 작은 폭발사고들이 빈번히 발생하여 많은 인명과 재산손해를 초래하고 있다.

이러한 폭발사고를 일으키는 원인 중에서 큰 비중을 차지하는 것이 각종 전기설비인데 폭발성가스가 존재하거나 존재할 우려가 있는 위험장소에서 사용되는 전기설비는 적절한 방폭기준에 따라 설치되어야 하는 것이 기본원칙이다. 그러나 우리나라에서는 아직까지 정확한 전기방폭기준이 마련되어 있지 않아 산업현장에

서 전기 방폭을 시행하는데 있어 상당한 어려움을 겪고 있다. 최근에 들어와 노동부와 한국산업 안전공단에서 전기방폭기준을 마련하여 곧 고시가 있을 예정인데, 본 연구에서는 우리나라 각 사업장중 석유화학제품 사업장을 중심으로 방폭 전기기기의 사용 및 설치 실태를 파악하여, 이러한 방폭기준의 설정을 뒷받침하는 근거를 마련하고자 한다.

이때까지 국내에서 방폭구조의 전기기기를 제조하는데 사용되어 왔던 KS규격은 일본의 JIS규격을 준용하여 제정되었다. 그러나 실제 현장에서 많이 사용하고 있는 방폭 전기기기는 외국 제품이 많은데, 이는 국내 제조기술이 선진 외국에 비해 현저히 뒤떨어져

\* 正會員 : 서울산업대학 산업안전공학과

\*\* 正會員 : 한국산업안전공단

\*\*\* 正會員 : 서울산업대학 산업안전공학과

\*\*\*\* 正會員 : 한양대학교 전기공학과

있으며, 또 국내시장이 협소하고 각 사업장의 주문규격에 의한 생산으로 인해 사업장에서의 규격적용에 어려움이 있어, 사업장 나름대로 임의적으로 적용하고 있기 때문이다. 외국에서의 방폭 전기설비의 적용기준을 살펴보면, 미국에서는 각 사업장 특성에 맞는 UL, ANSI, NEPA 등의 규격을 적용 하고 있고, 영국, 독일, 프랑스등 유럽지역 대부분의 나라에서는 국제규격인 IEC규격을 적용하고 있다. 최근들어 일본에서도 JIS규격을 IEC규격을 기준으로 하여 개정해 나가고 있는 국제실정을 감안할 때, 우리나라에서도 각 사업장에서 적용해야 할 방폭전기설비에 대한 안전기준을 마련함에 있어 KS규격으로 부터 과감하게 탈피하여 IEC규격을 중심으로한 탄력적인 기준을 제정하여 방폭전기설비의 설치운용에 관한 지침이 될 수 있도록 하여야 한다.

본 연구에서는 이러한 전기설비의 방폭안전기준의 설정을 뒷받침 하기 위해, 국내에서 방폭 전기설비를 설치·운용하고 있는 95개의 사업장을 선정하여 설문 조사를 통해 방폭전기설비의 설치·운용 실태를 조사하였으며, 이 결과를 토대로 하여 현재 제정코자 하는 전기방폭 안전기준의 타당성을 검토코자 하였다.

## 제2장 전기방폭이론

### 2-1 기본원칙

전기설비가 원인이 되어 화재나 폭발이 일어나기 위해서는 위험분위기와 점화원이 동시에 존재해야만 한다.

따라서 이 두가지의 요소가 동시에 존재하지 못하도록 하여 화재나 폭발이 일어나지 않게 하는 것이 전기방폭의 기본적인 원리이다. 즉 가연성 물질과 조연성 물질이 혼합되지 못하도록 하여 위험분위기가 조성되는 것을 방지하거나 전기설비를 방폭화하여 점화원이 되지 않도록 하는 것이다.

그러나 이 원칙을 실현하는데 있어서도 먼저 위험분위기의 조성방지가 반드시 우선 되어야 하며 다음 단계로 전기설비의 방폭화를 고려하여야 한다.

### 2-2 전기설비 방폭화의 기본

전기설비의 방폭화에는 기본적으로 다음과 같은 사

항이 적용된다.

#### 2-2-1 점화원의 방폭적 격리

전기설비에서는 점화원으로 되는 부분을 주위의 가연성물질과 격리하여 서로 접촉하지 못하도록 하는 방법과 전기설비의 내부에서 발생한 폭발이 설비 주변에 존재하는 가연성물질로 파급되지 않도록 격리하는 방법으로 전자를 응용한 것에는 내압방폭구조가 있고, 후자를 응용한 것에는 압력 및 유입방폭구조가 있다.

#### 2-2-2 전기설비의 안전도 증강

정상상태에서 점화원으로 되는 전기불꽃의 발생부 및 고온부가 존재하지 않는 전기설비에 대하여 특히 안전도를 증가시켜 고장이 발생하지 못하도록 하는 방법으로 안전증방폭구조가 있다.

#### 2-2-3 점화능력의 본질적 억제

약전류회로의 전기설비와 같이 정상상태 뿐만 아니라 사고시에도 발생되는 전기불꽃 또는 고온부가 최소 착화에너지 이하의 값으로 되어 가연성물질에 착화할 위험이 없다는 것이 시험등의 방법에 의해 충분히 확인된 경우에는 본질적으로 점화능력이 억제된 것으로 볼 수 있는데 이 방폭구조를 본질안전 방폭구조라 한다.

### 2-3 폭발성가스의 분류

폭발성가스란 모든 가연성가스와 인화점이 40℃이 하인 가연성액체의 증기를 말하며 인화점이 40℃를 초과하는 가연성액체는 그것이 인화점 이상의 온도인 장소에서 누출할 우려가 있는 경우에는 그 온도조건을 고려하여 결정하여야 한다.

전기설비 사용장소의 폭발위험성은 그 장소에 있는 폭발성가스의 종류에 따라 다르기 때문에 이 경우에는 폭발성가스의 위험도를 발화도 및 발화등급으로 분류하여 각 종류에 따른 방폭구조 및 대책을 마련하여야 한다.

#### (1) 발화도

발화도는 폭발성 가스의 발화점에 따라 분류하는데 표 2-1에 국내의 KSC 0906에 의한 분류와 국제기준

표 2-1 폭발성가스의 발화도 및 전기설비의 표면온도

Table 2-1 Ignition Groups of Explosion Gases and Surface Temperature of Electric Equipment.

발화도 등급		가 스 발화점	설비의 허용 최대표면온도(℃)		발화도 등급		가 스 발화점	설비의 허용 최대표면온도(℃)	
KSC0906	IEC79-7		KSC	IEC	KSC0906	IEC79-7		KSC	IEC
G1	T1	450℃초과	320	450	G4	T4	135℃초과 200℃이하	70	135
G2	T2	300℃초과 450℃이하	200	300	G5	T5	100℃초과 135℃이하	40	100
G3	T3	200℃초과 300℃이하	120	200		T6	85℃초과 100℃이하	30	85

비고 : KSC의 설비의 최대허용표면온도는 기준주위온도를 40℃로 하여 측정된 값으로 한다.

표 2-2 폭발 등급

Table 2-2 Explosion Classes

KSC	폭발 등급	1	2	3	IEC	폭발 등급	IIA	IIB	IIC
	틈의 폭 (mm)	$W > 0.6$	$0.6 \geq W > 0.4$	$W \leq 0.4$		틈의 폭 (mm)	$W \geq 0.9$	$0.9 > W > 0.5$	$W \leq 0.5$

인 IEC 79-7에 의한 분류 및 각 등급에 따른 전기설비의 최대허용 표면온도를 나타내었다.

(2) 폭발등급

혼합가스 폭발에 의한 화염은 좁은 틈을 통과하면 냉각되어 소멸한다. 이것은 틈의 폭, 길이, 혼합가스의 성질에 따라 달라진다.

표준용기에 의해 외부가스가 폭발하지 않는 값인 화염일주한계(화염이 소멸하는 한계)값과 최소점화전류에 따라 폭발성가스를 분류하여 등급을 정한 것을 폭발등급이라 하며 표 2-2에 KSC기준과 IEC기준을 나타내었다.

2-4 위험장소의 구분

위험장소란 폭발성가스에 의해 위험분위기가 조성될 가능성이 있는 장소를 말하며 위험분위기가 존재하는 시간과 빈도에 따라 몇 가지로 구분된다.

1) 0중장소

지속적으로 위험분위기를 생성하거나 생성할 우려가 있는 장소로서, 폭발성가스의 농도가 연속적으로 또는 장시간 지속해서 존재하는 장소를 말한다.

2) 1중장소

일반상태에서 위험분위기를 생성할 우려가 있는 장소를 말한다. 일반상태란 플랜트, 장치, 기기등의 운전이 정상적으로 수행되고 있고 또 제품의 인출, 뚜껑의 개폐등과 같은 조작이 바르게 실시되고 있는 경우로서 운전이 계속 허용되는 상태를 말한다.

3) 2중장소

이상상태에서 위험분위기를 생성할 우려가 있는 장소를 말한다. 이상상태란 플랜트, 장치, 기기등의 운전이 이상이 있거나 작업자의 잘못으로 인하여 폭발성가스가 누출하여 위험분위기를 생성하는 경우로서 운전이 계속 허용되지 않는 상태를 말한다.

4) 준위험장소

이것은 일반적으로 사용하고 있는 명칭인데 발생빈도가 극히 적은 지진 기타 예상되는 사고시 폭발성이

스가 대량으로 누출되어 위험분위기가 되는 장소를 말한다.

5) 비위험장소

앞에서 설명한 4개의 위험장소에 해당되지 않는 보통장소를 말하며 비방폭형 전기기기 및 배선방법을 자유롭게 시설할 수 있는 장소를 말한다.

2-5 방폭구조의 선정

기기의 시방중에서 방폭구조의 선정문제는 특히 중요하므로 신중히 결정할 필요가 있다. 각 기기에 어떠한 방폭구조를 적용하면 좋은가는 위험장소의 종류, 기기의 종류, 형식, 크기, 가격등 여러가지 조건에 좌우되지만 현재 국제적으로 널리 통용되고 있는 선정기준을 살펴보면 표 2-3과 같다.

표 2-3 방폭구조 선정의 기본

Table 2-3 Explosion Protected Construction Selection

위험장소의 종류	방폭구조의 종류
0종 장소	본질안전방폭구조
1종 장소	본질안전방폭구조, 내압방폭구조, 압력방폭구조, 유입방폭구조
2종 장소	1종장소에서 사용할 수 있는 구조 및 안전중방폭구조 기타 2종장소에 적합한 구조

(단위 : 개소)

제3장 국내 전기방폭 사용실태의 설문조사

3-1 조사 대상사업장

최근 우리나라 각 사업장에서의 석유화합물이나 가연성가스등의 사용증가로 인하여 폭발사고의 위험성 증가 및 대형 폭발사고 발생원인이 대부분 전기기기에서 발생하는 Spark, Arc 및 전선의 단락, 지락, 누전등이 점화원이 되는 경우가 많아 폭발사고 위험성이 높은 국내 석유화학제품 제조업체를 주대상으로 하여 방폭전기기기 사용실태를 95개 사업장을 대상으로 설문조사를 실시하였다.

3-1-1 지역 및 업종에 따른 분류

(1) 지역별 분류

(단위 : 개소)

계	서울·경기	경상남·북도	충청·전라도
95	36	34	25

(2) 업종별 분류

계	석유화학 제조업	기계·기구 제조업	전기·전자 제조업	기타
95	72	11	6	6

3-2 설문내용

본 연구에서는 정확한 전기방폭의 기준마련을 위해, 우리나라 각 사업장에서 현재 적용하고 있는 전기방폭의 실태에 대하여 설문조사를 실시하였으며, 설문조사내용의 요지는 다음과 같다.

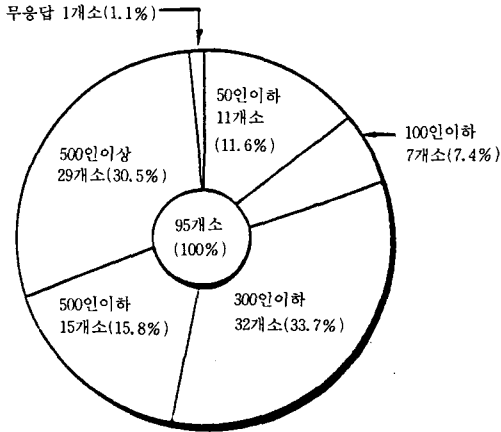
1. 사용근로자수
2. 위험분위기에 따른 위험장소의 구분
3. 위험장소 구분에 따른 방폭전기기기 사용
4. 방폭전기기기의 설치시기
5. 방폭전기기기 제조국 및 시공회사
6. 폭발성가스의 위험도에 따른 폭발등급 및 발화도 구분 사용 여부와 적용 기준
7. 위험분위기내에서 사용하고 있는 방폭전기기기의 종류
8. 방폭전기기기 점검항목 작성
9. 위험장소내의 압력실 설치
10. 위험장소내에서의 전기기기와 가스·증기의 관

리

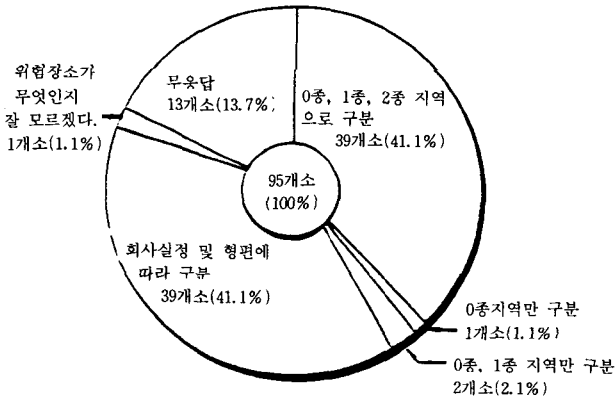
11. 방폭전기기의 노후화로 인한 교체시 원하는 나라의 제품 및 기준 적용

제4장 조사결과

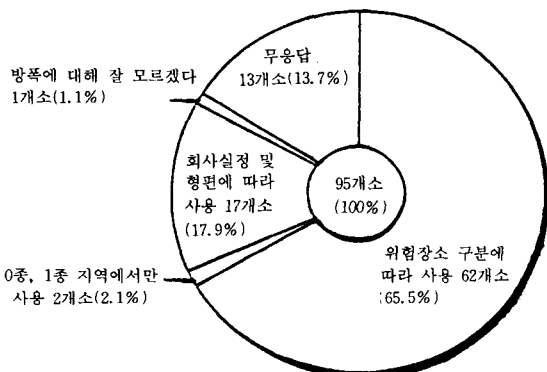
(1) 사용 근로자수



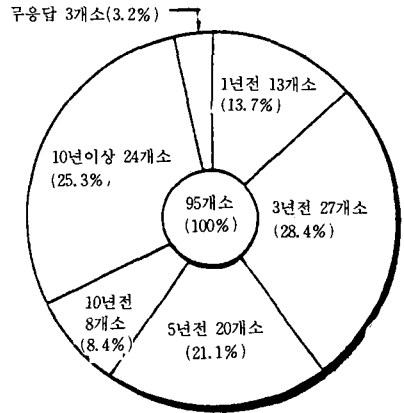
(2) 위험장소의 구분



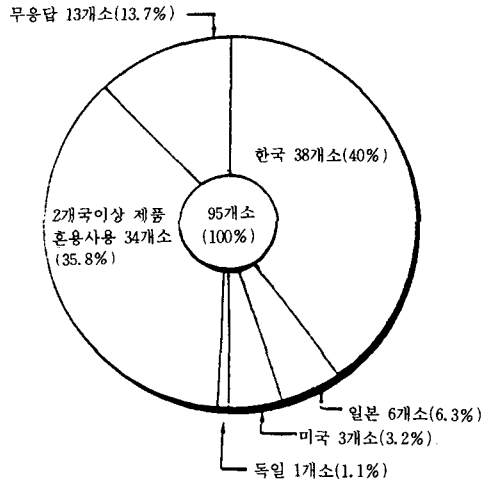
(3) 위험장소 구분에 따른 방폭전기기 사용



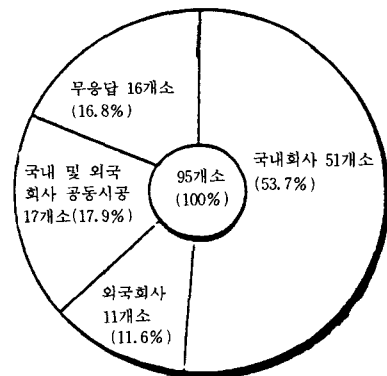
(4) 방폭전기기의 설치년도



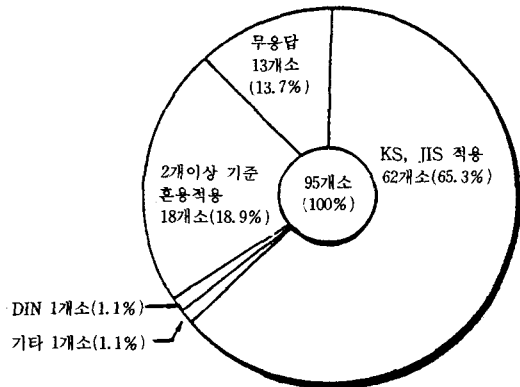
(5) 방폭전기기 사용실태



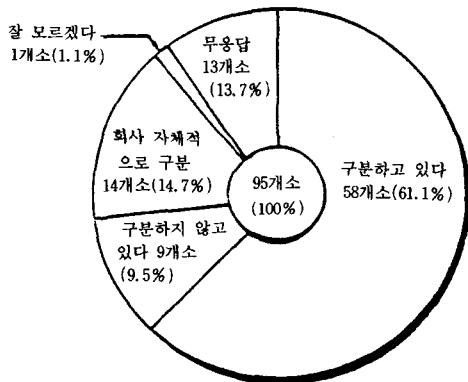
(6) 방폭전기기 시공회사



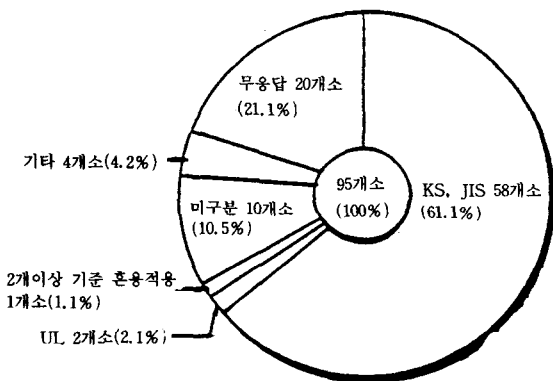
(7) 사용중인 방폭전기기기 적용기준



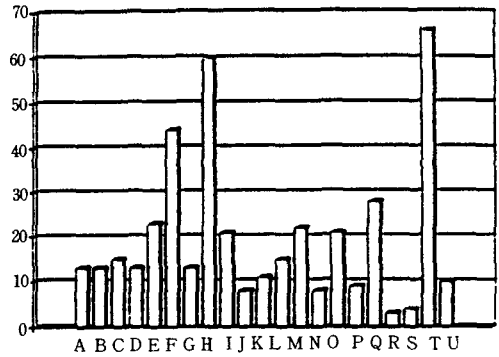
(8) 폭발성 가스의 위험도(폭발등급 및 발화도) 구분



(9) 폭발성가스의 위험도 구분에 따른 적용기준

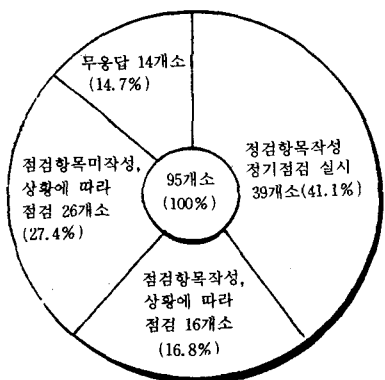


(10) 위험 분위기 내에서의 사용되고 있는 전기기기의 종류

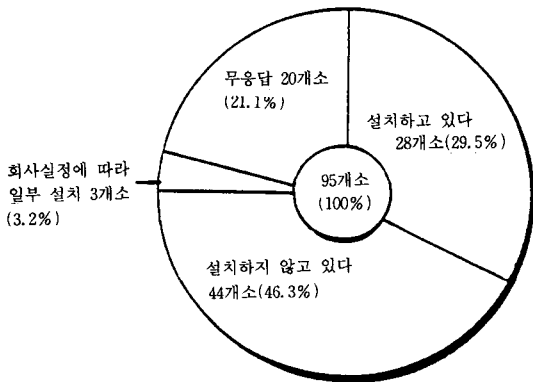


- A : 발전기 13개소
- B : 정류기 13개소
- C : 계기용 변성기 15개소
- D : 축전지 13개소
- E : 제어기 23개소
- F : 차단기 및 개폐기 44개소
- G : 접속기 13개소
- H : 전동기 60개소
- I : 변압기 21개소
- J : 정전축전지 8개소
- K : 기동기 11개소
- L : 저항기 15개소
- M : 전열기 22개소
- N : 보안기 8개소
- O : 계전기 21개소
- P : 신호기 9개소
- Q : 전기계기 28개소
- R : 전동식콜카타 3개소
- S : 전기천공기 4개소
- T : 조명기구 66개소
- U : 불꽃 또는 높은열을 수반하는 전기공작물 10개소

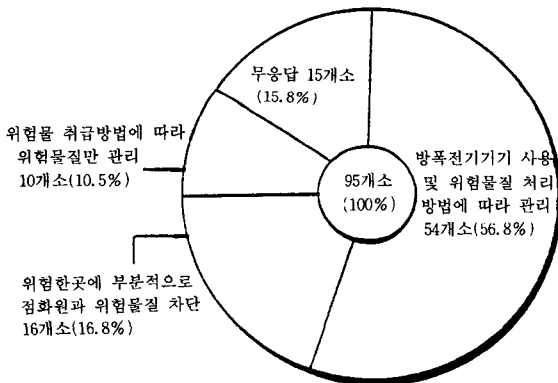
(11) 방폭전기기기의 점검항목작성에 따른 점검 실시



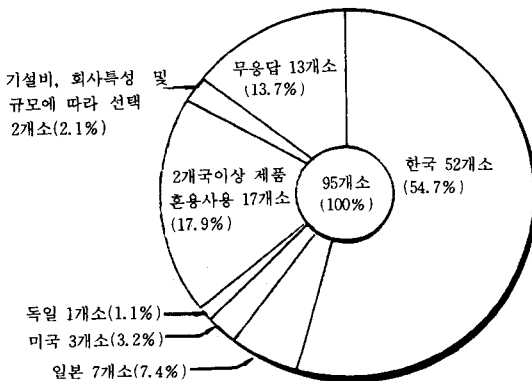
(12) 위험장소내의 압력실 설치 유무



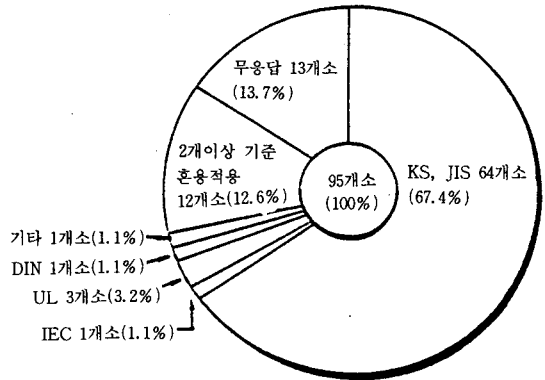
(13) 위험분위기 내에서 사용하는 방폭전기기기 와 가스·증기의 관리



(14) 방폭전기기기의 노후화로 인한 교체시의 제품 선택



(15) 방폭전기기기 교체후 적용기준



## 제5장 결 론

본 연구에서는 폭발위험성을 안고 있는 사업장에서 각종 전기설비를 사용하는데 있어 필요한 방폭안전기준의 타당성을 검토하기 위해, 국내의 95개 사업장을 선정하여 방폭전기설비의 운용실태를 조사하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 폭발성가스의 발화도 구분은 KS(혹은 JIS) 규격이나 IEC규격이 동일하기 때문에 표시 기호만을 조정하면 사업장의 실정에 부합되는 기준이 될 수 있다.

(2) 폭발성가스의 폭발등급은 대부분의 사업장에서 KS(혹은 JIS) 규격을 적용하고 있지만, 이 규격에서 제시한 물성치는 국제적으로 공인받지 못하고 있으며, 또한 언급하고 있는 대상물질도 그 숫자가 많지 않기 때문에, 약간의 혼란을 감수하더라도 국제표준 규격인 IEC를 적용하는 것이 타당하다.

(3) 위험장소의 구분은 현재 적용하고 있는 기준이나 국제표준 규격이 크게 차이가 없다

(4) 방폭구조의 종류는 표시기호상의 약간의 변동이 있을 뿐이므로, IEC기준에 따라도 무관하다.

(5) 방폭구조 선정에 있어서는 1종 장소에서는 안전증방폭구조를 사용하지 못하도록 하는 것이 중요하다.

(6) 전반적으로 국내의 사업장에서 적용해야 할 전기설비에 대한 방폭안전기준이 현재 국내에서 전기기기를 제조하는 기준인 KS 규격으로 부터 탈피하여, 국제 공인 규격인 IEC 규격을 근거로 하여 새롭게 제

정 된다는 것은 매우 바람직하다고 본다.

이상의 결론은 전기방폭에 있어서 중요한 문제인 폭발성가스의 구분과 위험장소 및 방폭구조의 종류, 선정에 대해서만 중점적으로 검토한 결과이며, 이외에도 구조규격에 대한 세부사항 등에 대해서는 보다 더 자세한 연구가 필요하다고 사료된다.

### 參考文獻

- 1) 韓國機械研究所 附設 海士技術研究所, “防爆試驗評價 方案에 관한 研究”, 1990.
- 2) 勞動部 國立勞動科學研究所, “事業場內 電氣設備防爆安全對策 研究報告書”, 1988.
- 3) 日本 勞動部 産業安全研究所, “新 工場電氣設備

防爆指針”, 1985.

- 4) 勞動部 國立勞動科學研究所, “電氣設備防爆 安全對策調查研究”, 1987.
- 5) 勞動部 國立勞動科學研究所, “電氣設備 防爆指針(案)”, 1988.
- 6) W. Fordham Cooper, “Electrical Equipment for Area, Classification of Risk and Certification of Equipment”, IEE Conference Paper, 1971.
- 7) W. Fordham Cooper, “Electrical Safety Engineering”, Newnes Butterworths, 1978.
- 8) 李載仁, “電氣設備設計, 施工上の 安全對策”, 電氣安全豫防 Seminar 資料, 韓國産業安全公團, 1989.
- 9) 金燐五, “電氣安全基準의 改善에 관한 研究”, 서울産業大學 論文集 第31輯, 1990.