

## 방폭 전동기 규격에서의 위험지역 분류에 대한 IEC와 NEC의 규격 비교

박정태\*, 김완기, 이종인, 김현철, 강경중, 김근웅  
현대중공업

### Comparison between IEC and NEC flame proof standards about hazardous Locations of flame proof standards

Jeong-Tae Park, Wan-Gi Kim, Jong-In Lee, Hyun-Chul Kim, Gyeong-Jung Kang, Keun-Woong Kim  
Hyundai Heavy Industries

**Abstract** - 여러 산업분야에서, 폭발이 발생할 경우 인명이나 장비에 심각한 피해를 입히게 되며, 폭발에 의한 피해를 최대한 줄이기 위하여 대부분의 국가는 나름대로의 법률이나 규칙, 규정 등의 적용을 강제하고 있으며, 그에 따른 인증 절차를 거치도록 하고 있다. 방폭형 전기기기에 대한 국제규격은 IEC와 북미의 NEC가 권위가 있다. 본 연구에서는 방폭형 전기기기에 대한 규격을 분석하기 전단계로 위험지역 분류에 대한 IEC, NEC 규격별 차이를 먼저 비교 분석하였으며, 또한 향후 대형 전동기의 방폭형 시장 확대가 예상되는 '압력'형 전동기에 대해 적용 규격을 분석하고 설계에 반영할 수 있도록 하였다.

#### 1. 서 론

전기에너지를 기계에너지로 변환시키는 전동기는 전기를 출력의 소스로 사용하기 때문에 잠재적인 점화원이 될 수 있으며 인화성 액체 또는 가연성 가스를 취급하는 지역에 설치되는 경우는 이를 고려한 특별한 구조의 설계가 요구된다. 이러한 설계요구 사항을 따르는 전기기기를 '방폭형 전기기기'라고 하며, 방폭형 기기 종류는 '내압', '압력', '안정성', 등으로 구분된다.

가연성 물질의 제조, 가공, 운송, 저장시 Gas, Vapor, Mist 또는 Dust가 대기 중에 방출되며, 이것은 공기 중에 있는 산소와 연계하여 폭발성 분위기를 형성하고 점화시 폭발이 발생하게 된다.

ABB, Siemens 등 세계 유명 전기기기 업체들이 독점하고 있는 세계 방폭형기기 시장에 진입하기 위해서는 국제전기위원회(IEC)와 미국(NEC)의 방폭형 기기 규격에 따른 전동기의 설계기술 확보가 필요하나, IEC와 NEC는 방폭 위험지역을 서로 상이한 개념으로 분류하고 있어 전기기기 설계자들이 제품 표준화에 어려움을 겪고 있으며, 개념을 정확히 할 필요가 있다.

따라서, 본 연구에서는 방폭형 전기기기에 대한 규격을 정의하기 전 단계로 위험지역 분류에 대한 IEC, NEC 규격별 차이를 먼저 비교분석하였다.

또한 향후 대형 전동기의 방폭형 시장 확대가 예상되는 '압력'형 전동기에 대해 적용규격을 분석하고 설계에 반영할 수 있도록 하였다.

#### 2. 방폭의 기본 개념

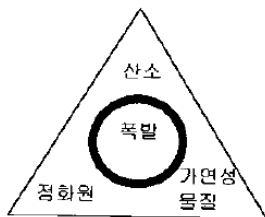
##### 2.1 방폭 일반

###### 2.1.1 폭발의 3요소

폭발이란 가연성 물질과 산소의 급속스런 화학적 반응 작용으로 높은 에너지를 방출한다. 폭발의 3요소는 다음과 같다.

- (1) 가연성 물질
- (2) 산소
- (3) 점화원

폭발은 폭발의 3요소가 동시에 있을 때만 발생하게 된다.(그림 1 참조)



<그림 1> 폭발의 3요소

###### 2.1.2 가연성 물질

가연성 물질은 가스, 증기, 먼지가 있다. 폭발은 가연성 물질이 공기 중의 밀도와도 밀접한 관련이 있으며, 특정의 밀도 영역에서만 폭발이 일어난다. 그러나 가연성 물질의 밀도가 너무 높거나 너무 낮아도 폭발은 발생하지 않는다. 물질 종류별 폭발의 하한계치(LEL) 및 상한계치(UEL)는 표 1과 같다.

<표 1> 물질의 폭발한계

물질명	폭발 하한계치 (Vol %)	폭발 상한계치 (Vol %)
프로판	1.7	10.9
도시 가스	4.0	30.0
수 소	4.0	77.0
메탄	4.0	16.5
천연 가스	4.0	13.0

###### 2.1.3 점화원

폭발의 3요소 중 하나인 점화원이 될 수 있는 것 중에서 전기기기에서 특히 중요한 것은 다음과 같이 3가지가 있다.

- (1) 뜨거운 표면(Hot Surface)
- (2) 마찰 및 충격의 기계적 원인에 의한 스파크
- (3) 전기적 스파크와 아크

###### 2.1.4 방폭 방법

폭발을 방지하는 방법에는 다음의 3가지가 있는데, 전기기기는 제 2 방법을 적용하여 방폭화하고 있다.

- (1) 제 1 방법 : 폭발성 분위기의 형성을 방지하는 방법
  - 가연성 물질이 생기지 않도록 함
  - 질소나 이산화 탄소를 주입하여 불활성화
  - 가연성 물질의 밀도가 높아지는 것을 제한
  - 통풍을 향상시킴
- (2) 제 2 방법 : 점화원을 없애는 방법
- (3) 제 3 방법 : 폭발로 인한 영향을 무시할 수 있는 수준으로 제한하는 방법

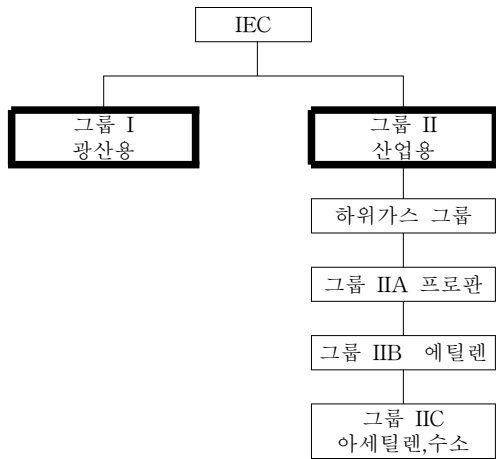
#### 3. IEC 와 NEC 방폭 규격 비교

IEC NEC 등 규격을 비교 및 분석하기 전에, 이해를 확실하게 하기 위해 각 규격의 분류체계를 설명하는 것이 필요하다. 두 규격은 모두 위험이란 무엇인가를 정의하고, 위험이 발생할 것 같은 가능성에 대해 정의한다.

우선, IEC 시스템은 일단 두개의 주요 그룹으로 구분하는데, 그룹 I은 광산용이고, 그룹 II는 근해를 포함한 산업용이다. 그룹 II는 다시 3가지 그룹 A, B, C 로 나뉘는데, 이 그룹은 위험한 최소 점화 에너지를 근거하여 발화 가스 또는 증기로 다른 카테고리를 나타낸다. "A"는 점화하기 가장 어렵다. "C"는 가장 점화하기 쉬운 것이다. 이러한 그룹을 나타내는 전형적인 가스분류는 그림 2의 내용과 같다.

IEC 시스템은 위험 영역에 대한 다른 레벨을 3개의 Zone으로 정의함으로써 위험이 존재할 것임을 나타낸다.

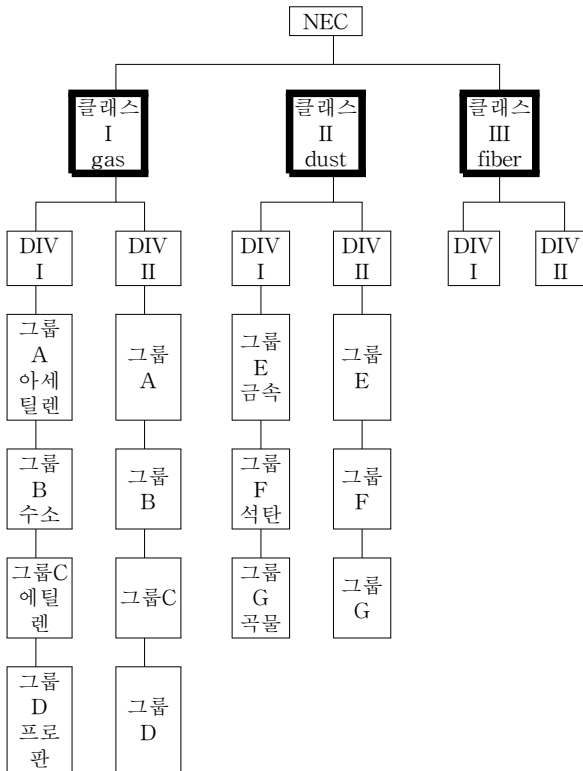
- Zone 0 : 위험분위기가 지속적으로 또는 장기간 존재하는 영역
- Zone 1 : 정상상태에서 위험분위기가 존재하기 쉬운 영역
- Zone 2 : 이상상태에서 위험분위기가 단시간동안 존재하는 영역



〈그림 2〉 IEC 위험영역 분류 체계

NEC에서도 위험에 대해, 그리고 위험 발생가능성에 대해 정의하고 있다. 이 시스템은 위험에 대해 클래스와 그룹을 사용한다. 클래스는 가스와 증기, 먼지 또는 섬유를 나타내는 데에 사용된다. 클래스 I은 폭발성 가스와 증기를 나타내고, 클래스 II는 폭발성 먼지를 나타내며, 그리고 클래스 III는 위험한 섬유와 보풀을 나타낸다. 가스는 다음과 같이 이러한 그룹으로 나뉜다. 그룹A : 아세틸렌. 그룹B : 수소. 그룹C : 에틸렌. 그룹D : 프로판.

NEC 시스템은 위험 발생가능성을 Division 1, Division 2를 사용하여 장소를 분류한다. division은 위험이 일반적으로 존재(Division 1) 하거나 또는 이상상태에서 존재(Division 2)하는 것을 나타낸다. 그림3은 NEC의 위험영역 분류 체계이다.



〈그림 3〉 NEC 위험영역 분류 체계

가스에 대한 이 두 시스템의 차이를 비교하여 표 2에 나타내었다.

〈표 2〉 가스에 대한 IEC NEC 위험영역 비교

폭발이 쉬움 ↑	가스	IEC그룹	NEC 그룹
	아세틸렌	IIC	A
	수소		B
	에틸렌	IIB	C
	프로판	IIA	D

또한 두 시스템의 위험에 대한 발생가능성 비교는 표 3에 나타내었다.

〈표 3〉 NEC와 IEC의 위험 발생가능성 비교

IEC Zone	0	1	2
NEC division		1	2

#### 4. 압력 방폭형 전동기의 IEC와 NEC 방폭 규격 비교

압력 방폭형 전동기는 전동기 내에 보호가스를 압입시켜 폭발성 가스나 증기가 용기 내부에 유입되지 않도록 한 구조이며, 북미의 압력 방폭 규격은 NFPA 496이고, IEC의 압력 방폭 규격은 IEC 60079-2이다.

##### 4.1 IEC 60079-2 압력 방폭 전동기 설계 요구사항

###### 4.1.1 압력 용기의 구조적 요구 사항

(1) 압력 밀폐함은 최소 보호등급 IP4X 이상이어야 한다. (2) px 구조의 압력 방폭 구조의 경우, 냉각이 필요한 고온 부분이 있는 압력 밀폐함은 공구나 열쇠 없이는 쉽게 열수 없어야 한다. (3) 압력 밀폐함 덕트와 그 연결 부품(만약 있다면)은 모든 배출구가 닫힌 상태의 정상 사용 조건에서 제조자가 규정한 최대 양압의 1.5배의 압력(최소 200 Pa의 압력)을 견뎌야 한다.

###### 4.1.2 px 가압 시스템에 대한 설계 요구사항

(1) 퍼지가 완료될 때까지 압력 밀폐함 내의 전기 기기에 전기가 투입되지 않도록 보호하기 위한 안전 장치를 설치하여야 한다.

##### 4.2 NFPA 496 압력 방폭 전동기 설계 요구 사항

###### 4.2.1 압력 용기에 대한 일반적인 요구 사항

창을 포함한 보호 용기는 주변 조건에 대해 손상을 입지 않는 물질로 구성되어야 하며, 예방 조치가 보호가스 공급의 과압으로부터 용기를 보호해야 된다.

##### 4.3 IEC, NEC 압력 방폭 전동기 규격 비교

압력 방폭 전동기의 국제규격 IEC 60079-2와 북미 규격 NFPA 496을 비교하면 표 4와 같다. 누출이 발생할 수 있는 압력 밀폐함의 압력은 외부 압력보다 높게 유지되어야 하며 최소가압에서 서로 차이가 나며, 최소 퍼징은 NEC 쪽이 보다 충분한 편이다.

〈표 4〉 IEC와 NEC 압력 방폭 전동기 규격 비교

항목	IEC 60079-2	NEC/NFPA496
최소 가압	50 Pa	25 Pa
최소 퍼징	5× 전동기 체적	10× 전동기 체적

## 5. 결 론

방폭 규격 분석하기 전에 우선 방폭 전기기기의 기본원리를 파악, 방폭원리 이해하고, 위험지역에 대한 NEC IEC 규격을 비교하였다. 특히 '압력' 방폭형 전동기의 미국 규격인 NFPA 496과 유럽규격인 IEC 60079-2를 비교, 분석하였다.

본 논문은 방폭 전동기의 위험지역에 대한 NEC IEC 국제규격 및 특히 압력 방폭형 규격 분석결과이며, 전기기기 설계자들의 요구에 대응한 요구 조건에 대하여 해당나라의 규격은 물론 국제규격 인증 획득을 통한 회전기 시장 확대에 커다란 역할을 할 것으로 기대된다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 박정태 외 8명, "방폭 전동기의 국제규격 분석", 기술현대중공업 분호, Vol 28, No.1, pp61-69, 2008.
- [2] IEC 60079-0 International standard, "Electrical apparatus for explosive gas atmospheres", 2003.
- [3] IEC 60079-2 International standard, "Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-part2 : Pressurized enclosures 'p'", 2001.
- [4] NFPA 496 standard for purged and pressurized enclosures for electrical equipment, NFPA, 2001.
- [5] UL 2279 Underwriters Laboratories Inc. standard for safety "electrical equipment for use in class I, Zone0, 1, and 2 locations, 2001