

방폭형 제전기의 개발과 그 특성

최상원 · 이관형 · 김태수* · 허 용**

한국산업안전공단 산업안전보건연구원 · *신한기연(주) · **용진기업

1. 서 론

국내의 「사업장 방폭구조 전기기계·기구 배선 등의 선정·설치 및 보수 등에 관한 지침」 및 「정전기 재해예방을 위한 기술상의 지침」 등에서는 정전기가 발생하는 장소나 시설물 등에서 적절한 제전대책을 세우도록 되어 있어 사업장에서 여러 가지 제전기들이 널리 사용되고 있다. 그러나 이러한 제전기를 이용하여 방폭지역에서의 제전대책을 수립함에 있어서는 무엇보다도 제전기 자체의 방폭성능을 입증하는 것이 중요하다. 유사한 예로 이웃의 일본에서는 1991년에 “정전기 용품 구조기준-교류전압 인가식 제전기의 방폭구조, 성능 및 시험방법”을 마련하여 관련 제전기의 방폭화 개발 및 성능입증을 유도해 오고 있다.

본 논문에서는 방폭지역에 사용되어야할 제전기와 이를 평가·검정하기 위한 기준조차 국내에는 전무한 실정임을 고려하여, 우선은 선진외국에서 유통되는 방폭형 제전기의 장·단점을 비교·분석하여 국산화 보급을 목표로 성능이 한층 향상된 제전기를 개발하였다. 개발된 제전기의 실험을 통한 성능평가 결과, 제전효과를 유지하면서 각종 방폭성능이 충족되고 있음을 확인하였다.

2. 제전기의 방폭화 기술현황 및 적용

제전기의 개발모델을 결정하기 위하여 국내외적으로 적용되고 있는 방폭기술을 평가·분석한 결과 아래와 같은 사항을 도출하였다.

- (1) 비방폭형 제전기, 특히 코로나 방전을 이용한 상용 주파수의 제전기를 방폭화시킨 일본에서의 적용기술은 내압, 압력, 특수방폭구조만 실용화되어 있으며, 내압을 적용할 경우는 가격이 비싸고, 압력방폭구조를 적용하게 되면 이온의 도달거리는 길어지나 제전성능이 저하되고 또한 유지비가 비싸지기 때문에 이 두 가지를 혼용한 특수방폭구조를 적용하는 경우가 성능 및 경제성면에서 유리하다.
- (2) 아크 방전과 글로우 방전의 가장 큰 차이는 아크 방전시에는 전류가 급상승할 때 전압은 그와 반대로 급강하하지만 글로우 방전은 자속방전이므로 방전전압을 그대로 유지하고, 그 방전전압도 동일한 조건에서 아크 방전에 비해 상당히 낮다. 또한 점화에너지는 아크방전보다 글로우 방전시가 크게 되므로 이를 방폭형의 제전기에 적용하면 매우 유리하다.

- (3) 방전전극의 배치나 구조에 따른 제전능력의 특성은 아주 크게 달라지므로 이의 배치나 구조에 대하여 상당한 실험적 연구가 필요하다. 전극의 배치시에 전극사이를 가깝게 하면 제전효율은 증가하나 전극 및 접지간에 불꽃방전을 일으켜 점화위험성이 커지며, 전극사이를 멀게 하면 이와 반대현상이 나타나므로 두 변수의 최적값을 구하는 것이 중요하다. 또한 전극의 구조에서는 결합용량 및 결합저항이 점화위험성에 가장 큰 영향을 주게 된다. 결합용량을 크게 하면 제전효율은 증가되나 불꽃방전에 의한 점화위험성은 커지게 되며, 결합용량을 작게 하면 반대 현상이 나타나게 된다. 결합저항은 결합용량과는 반대의 현상이 나타난다.
- (4) 방폭형 제전기는 사용상 상당한 주의를 필요로 하는 장치이다. 특히, 방전전극은 사용중에 이물질의 흡착 등으로 이상시에는 코로나 방전이 아크방전으로 전이되어 화재·폭발을 일으키는 경우가 있다. 따라서 방폭형 제전기는 주기적인 점검과 관리, 방전전극의 교체 등 사용상 세심한 주의를 하여야 하며, 고압케이블의 임의 연장은 절대 불가하다.

3. 개발 모델

일반형 제전기도 각각의 특성에 따라 장·단점을 가지고 있기 때문에 이에 방폭화 구조를 적용할 경우에는 제전기의 본래의 특성을 가능한 한 유지하면서 경제성을 함께 도모하여야 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 공동연구에 참여한 국내기업의 일반형 제전기의 전극부는 일본제품에 비하여 제전능력은 떨어지나 점화위험성 면에서는 우수하다고 판단하여 1 Pin 방식으로 그 형태는 그대로 유지하면서 내압, 압력 및 특수방폭구조를 혼용한 방폭구조와 각각의 독립적인 방폭구조를 채택한 모델의 방폭형 제전기를 개발하는 것으로 하였다.

목표로 하는 개발모델은 그림 3.1, 그림 3.2 및 그림 3.3과 같은 3종으로 확정하였다.

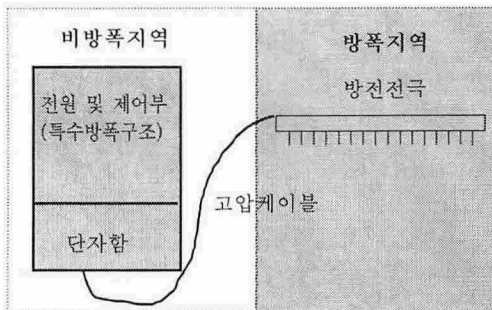


그림 3.1 개발모델-특수방폭구조

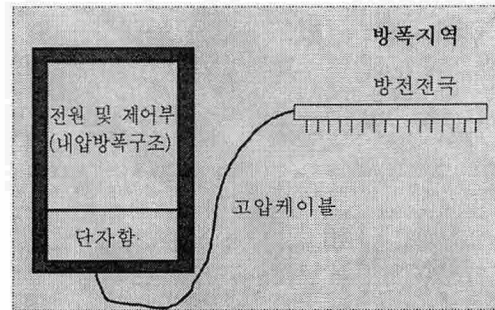


그림 3.2 개발모델-내압방폭구조

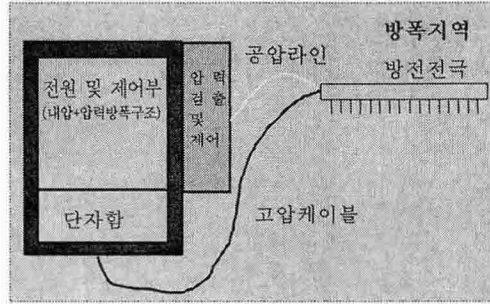


그림 3.3 개발모델-압력방폭구조

4. 개발품의 사양 및 특성

4.1 사양

개발한 시제품의 사양은 표 4.1에 나와 있는 바와 같으며, 그림 4.1 및 그림 4.2는 그 외형을 나타낸 것이다.

표 4.1 개발품의 사양

개발품의 종류		특수방폭구조용 (개발품 #1)	내압방폭구조용 (개발품 #2)
전원 장치	방폭 구조	Ex s IIB T4	Ex s d IIB T4
	사용 조건	비방폭지역에서만 사용	방폭지역에서 사용
	크기	350×270×150mm	350×270×150
	출력 전압	AC 7kV, 60Hz	AC 7kV, 60Hz
	출력 전류	0.1A Max.	0.1A Max.
전극 부	결합 방식	1pin 용량결합 방식	1pin 용량결합 방식
	유효 길이	88cm	88cm
	전극 수	36개	36개
	전극 간격	2.5cm	2.5cm
	케이블 길이	최소 6m, 최대 30m	최소 6m, 최대 30m
무게	무게	전원부: 11.5kg 전극부: 1kg	전원부: 32kg 전극부: 1kg

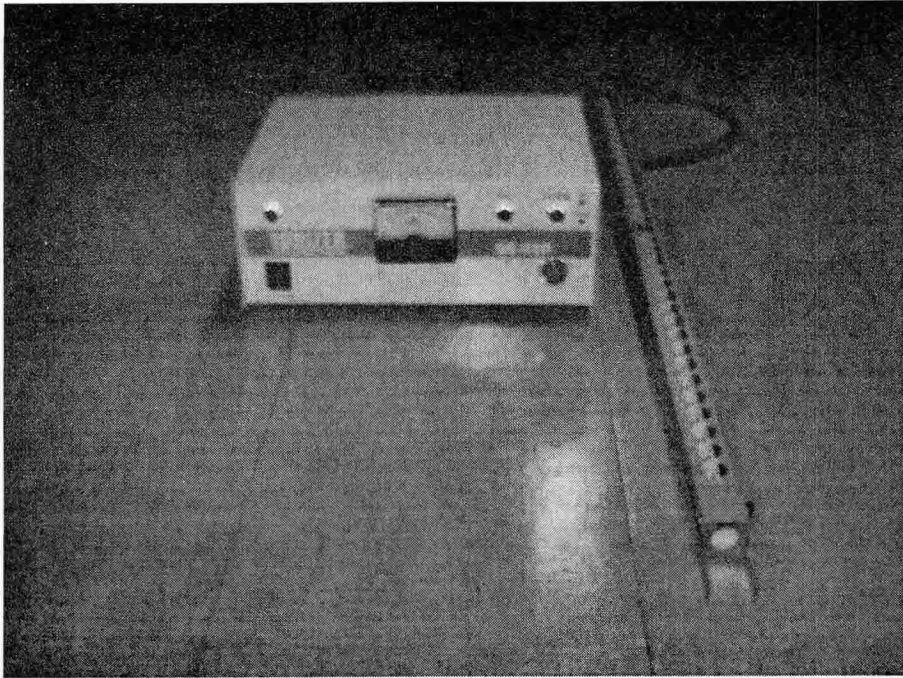


그림 4.1 개발품 #1의 외형 사진

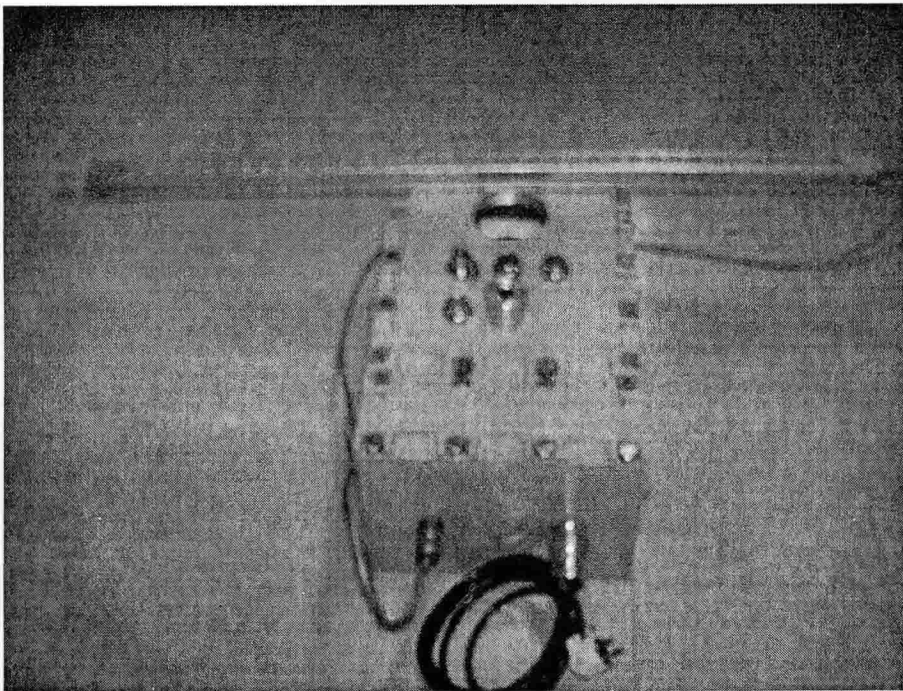


그림 4.2 개발품 #2의 외형 사진

4.2 특징

(1) 전원장치

- 고압 승압 변압기는 입력전압이 변동되어도 출력전압에 증감이 발생하지 않는 구조이다. 또한 제전전극의 방전 이상이나 고전압 라인의 이상방전을 검출하는 보호장치를 가지고 있다.
- 고압 승압 변압기의 철심트랜스 부분은 1차측과 2차측의 혼촉을 방지하기 위하여 혼촉방지판을 삽입한 구조이다.
- 고압 승압 변압기에서 노이즈와 이상 펄스가 제거된다.

(2) 제어회로

- 고압 케이블의 정수 값이 규정값 이상 또는 이하로 접속될 때 입력전압의 변동을 검출하여 출력부를 차단시킨다.
- 전원장치와 제전바가 접속되지 않은 경우에는 일정시간 후에 전원을 차단시킨다.
- 제전전류가 규정값 이상으로 되면 전원을 차단시킨다.
- 고압부의 출력전압이 규정값 이하가 되면 이온전류가 증가하기 때문에 전원을 차단시킨다.
- 전극부에서 스파크가 발생시에는 전원을 차단시킨다.

(3) 고압 케이블

- 고압 케이블의 파라미터 중 용량성은 100 pF/m 이하이다.
- 고압 케이블의 내전압은 AC 25 kV에서 1분간 견디는 것이다.
- 절연저항은 1 MΩ 이상이다.

(4) 제전 전극

- 제전 전극부의 방전전극은 하나 하나씩 용량결합 방식을 채택하여 결합용량과 인가전압에 의해 방전전류를 억제하는 구조로 안전성을 확보한 것이다.

5. 평 가

이번에 제작한 2종의 시제품에 대한 제전기 자체의 성능과 방폭성능을 평가한 결과는 다음과 같다.

- 제전기의 제전성능, 이온전류 등의 일반적인 성능은 일본의 제품에 비하여 다소 떨어지고 있으나, 전극 간격, 배치구조를 최적으로 개선할 경우에는 시제품의 제전성능도 크게 향상될 것으로 판단된다.
- 방폭성능의 구조적인 여건은 이번에 제시하는 평가기준^{[1], [3]}에 적합한 것으로 나타났다.
- 방폭성능의 점화시험은 방전불꽃의 크기 등을 일본의 제품과 비교한 결과로는 이번에 개발한 시제품도 점화성은 없다고 판단된다^[2].

6. 결 론

본 논문에서는 방폭지역에 사용되어야 할 제전기와 이를 평가·검정하기 위한 기준조차 국내에는 전무한 실정임을 고려하여, 우선은 선진외국에서 유통되고 있는 방폭형 제전기의 장·단점을 비교·분석하여 국산화 보급을 목표로 성능이 한층 개선된 제전기를 개발코자 하였다. 또한 경제성을 갖는 방폭형 제전기를 생산하여 사업장에 보급함으로써 궁극적으로는 전기에너지에 의한 화재·폭발의 재해예방에 기여코자 하였다. 이를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 국내의 제품과 외국의 제품에 대한 제전기의 성능은 동일한 조건의 제품은 아니지만 다소 제전성능이 떨어진다고 판단된다.
- (2) 일반형 제전기를 방폭화시킬 수 있는 기술은 여러 가지 방법이 있으나 경제성과 제전성능을 고려하여 복합구조의 방폭구조를 채택하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.
- (3) 개발된 방폭형 제전기의 가장 큰 특징은 다음과 같은 두 가지를 들 수 있다.
 - 방전전극 사이에서 이상 방전시 방전전류를 제한시키고 또한, 방전회로를 차단시킨다.
 - 경제성을 고려하여 제전기의 전원장치를 방폭지역용과 비방폭지역용으로 선택적으로 사용할 수 있다.
- (4) 내압 및 특수방폭구조의 시제품을 제작하여 평가한 결과 방폭성능에 큰 지장을 주는 것은 없는 것으로 나타났으나, 제전기 자체의 성능을 개선하는 것과 향후 실용화 과정과 성능검정을 수행하는 과정에서 나타나는 성능 및 구조상의 문제점이 보완되어야 할 것이다.
- (5) 제전성능에 크게 영향을 미치는 제전전극의 재료, 배치구조 및 전기적인 파라미터의 선정에 대해서는 추가적인 연구가 수행되어야 할 것이다.
- (6) 그림 4.3의 개발 모델은 개념설계로서만 제시하였으며, 향후 본 연구결과의 실용화 과정에서 추가적으로 제작·평가할 계획이다.

참고문헌

- [1] 최상원, 방폭형 제전기의 개발 및 평가기준, 산업안전보건연구원, 연구보고서 연구원2003-83-590, 2003.
- [2] 鈴木輝夫 外, “抵抗·容量結合方式の針-針型除電器のコロナ放電特性”, 靜電氣學會講演論文集, pp.429-432, 1990. 10.
- [3] 産業安全研究所技術指針, 靜電氣用品構造基準(交流電壓印加式除電器の防爆構造, 性能試驗方法), 1991. 7.