

靜電氣 除電 對策

□ 머리 말

공업기술의 발전에 따라 절연물질인 고분자재료가 많이 사용되고, 이에 따른 정전기의 대전에 기인한 장애나 재해(이하, “정전기 장애”로 한다)가 다발하고 있다. 특히 가연성의 가스 증기가 존재하는 장소(위험장소)에 있어서는 화재·폭발의 우려가 크다. 이 정전기 장애는 정전기의 방전작용과 역학작용에 의하여 발생한다. 이와같은 절연물질의 정전기를 제거하기 위하여서는 코로나방전에 의한 정·부 이온을 생성하는 제전기가 이용되고 있다. 위험장소에서 사용할 수 있는 제전기로는 自己放電式 除電器와 電壓印加式 除電器 등이 있으며, 본고에서는 이러한 제전기들을 사용한 제전 대책에 대하여 설명하기로 한다.

□ 자기방전식 제전기에 의한 제전

일반적인 자기방전식제전기의 구조를 그림 1에 나타내었다. 자기방전식제전기의 특징은 대전물체의 근처에 설치하여 전극을 접지측에 접속하여 쉽게 사용할 수 있고 소형 경량이기 때문에 설치가 용이한 점이다. 대전물체의 전계를 이용하여 코로나 방전을 발생하기 때문에 제전효과는 대전물체의 대전 전위 및 대전물체와 제전기 간의 거리(이하 “설치거리”라 한다)에 의존한다. 그렇기 때문에 대전물체의 거리가 떨어져 있으면 제전능력이 낮아지는 특성이 있다. 자기방전식 제전기는 플라스틱 슈트나 필름, 고무 등의 제조·가공공정과 인쇄, 제지공정 등에서 생산장해나 전격방지를 위하여 사용되고 있다.

□ 전압인가식 제전기에 의한 제전

전압인가식 제전기는 통상 고압의 전원과 제전 전극 및 고압케이블 등으로 구성되어있다. 제전 전극에 설치된 방전 전극은 코로나방전이 발생하기 쉽기 때문에 침상전극으로 되어있다. 제전 막대형 제전기의 한 예를 그림 2에 나타내었다. 전압인가식 제전기의 종류로는, 방전 전극에 인가하는 고전압에 따라 직류형, 교류형, 직류펄스형 등이 있다. 교류형은 안정된 코로나방전을 얻을 수 있을 뿐 아니라 방전전극으로부터의 전격이나 착화성 방전을 방지하기 때문에, 방전전극에 대전용량(이하 “결합용량”이라고 한다)을 개입시켜 교류전압이 인가되는 안전을 고려한 구조(이하 “용량결합방식”이라고 한다)로 되어있다. 주요 전압인가식 제전기의 특징과 용도는 다음과 같다.

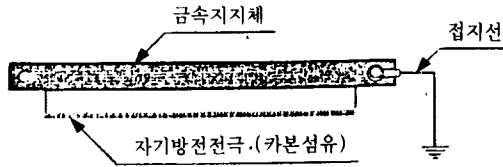
① 교류 제전막대형 제전기

가장 일반적인 제전기이다. 유효 제전 설치거리가 20~100mm 정도이기 때문에 필름, 슈트 등과 같은 평면적인 대전물체의 제전에 사용된다. 즉, 인쇄기, 필름·직물의 제조 및 가공공정에서 인쇄불량, 분진 등의 부착, 2매겹침 등의 생산 장해나 전격 방지에 사용되고 있다.

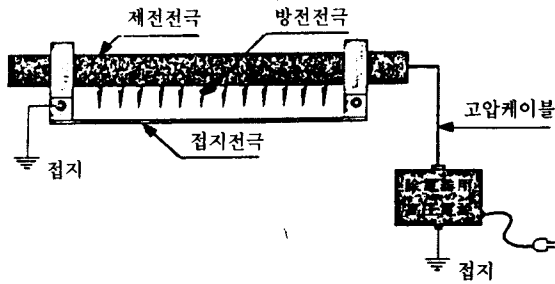
② 직류형 제전기

정극방전 전극과 부극방전 전극 간에서 코로나방전을 발생하고 각 전극에서 정이온과 부이온을 연속적으로 생성하는 제전기로써, 탁상형과 제전막대형이 있다. 이온 생성 능력이 높고, 분당 150m 이상의 고속으로써, 이동하는 대전물체의 제전이나 교류

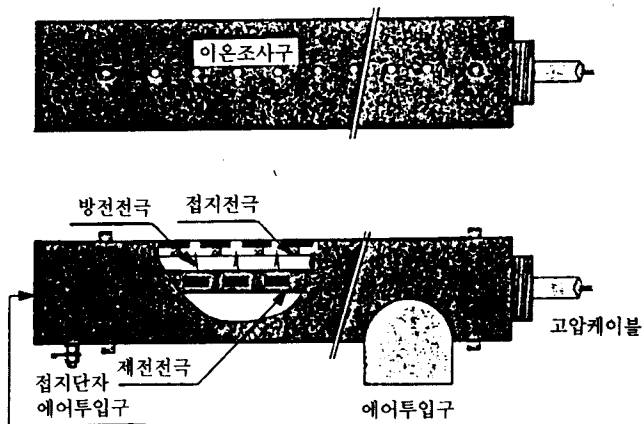
【그림 1】 자기방전식 제전기의 구조



【그림 2】 전압인가식 제전기의 구조



【그림 3】 내압방폭구조형 제전전극의 구조



방식에 비하여 먼거리의 제전이 가능하다. 또, 직류형 제전기는 저항(이하 “결합저항”이라고 한다)을 개입시켜 고전압이 방전전극에 인가되는 구조(이하 “저항결합방식”이라고 한다)이다. 직류형 제전기는 위 ㉠의 용도와 같으나 특히 고속으로 이동하는 것이나 탁상작업용의 제전에 사용되고 있다.

③ 송풍형 제전기

교류식과 직류식 2종류가 있다. 전극부에 송풍 Blower를 내장하고, 생성된 정, 부 이온을 원거리까지 보낼 수 있는 것으로서, 복잡한 형상의 대전물체를 떨어진 위치에서 제전할 수 있는 등 비교적 넓은 공간의 제전에 이용된다. 즉, 종이·필름 등의 감기 공정, 전자부품을 탁상하여 취급하는 작업, 플라스틱 성형품의 제전에 사용된다. 또한, 대전된 필름에서의 전격 방지, 반도체소자의 정전기 파괴, 필름이나 성형품의 먼지 부착 방지 등에도 사용된다.

④ 노즐형, 원형 제전기

상용주파와 고주파전압을 인가하는 타입이 있다. 대전물체에 부착된 먼지 등을 압축공기를 사용하여 불어내며 또한 제전에 이용된다. 이 타입의 제전기는 플라스틱 성형품, 정밀기계 등의 조립·마무리공정, 필름 등의 제진과 제전에 사용된다.

⑤ 방폭형 제전기

위험장소에서 사용하여도 방전전극으로부터 발생하는 방전이 착화원이 되기 어려운 방폭성능의 제전기이다. 코로나방전이 발생하는 방전전극과 접지전극 사이에 가연성가스 증기가 들어가지 않도록 제전전극을 Air Puzzy화 한 内壓防爆構造型 除電器와, 방전전극에 인가하는 교류전압과 결합용량의 크기를 제한하여 방전 전압에서 발생하는 방전불꽃으로 착화하지 않는 것이 확인된 特殊防爆構造型 除電器 등 2종류가 있다. 내압방폭구조형의 구조도를 그림 3에, 그 구성도를 그림 4에 나타내었다. 전원장치, 제전전극, 풍압제어부에는 내압방폭구조로서 보다 안전성을 높이기 위하여 보호장치가 부가되어 있고, 2차전

압의 이상 검출회로, 방전불꽃 검출회로가 있어서 이상이 검출되었을 때에는 2차전압 출력을 차단하고 경보를 발한다. 이 때 외부 제어접점 출력에 의하여 인터록이 가능하다.

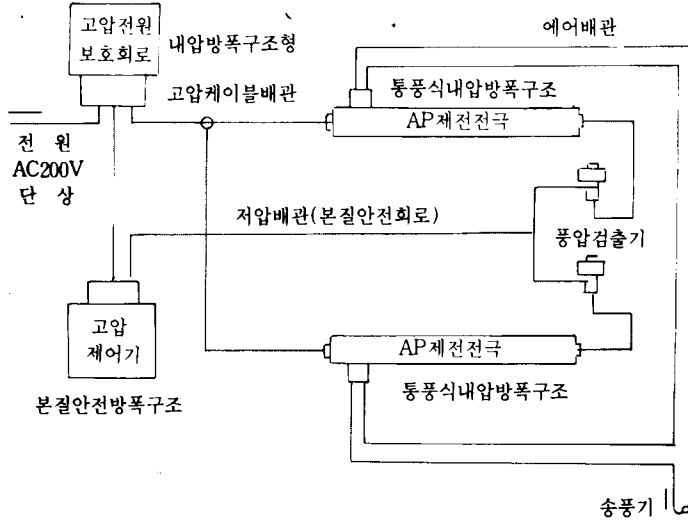
특수방폭구조형 제전기의 구성은 그림 5에 나타낸 바와 같이 제전전극, 고압케이블, 분기커넥터, 전원장치로 되어 있으며, 이 가운데 전원장치는 비위험장소에 설치한다. 전원장치에는 보호장치가 내장되어 있다. 이 제전기에는 그림 6의 (a)와 (b)에 나타낸 바와같이 비방폭구조형 제전기의 제전전극과 동일한 구조의 것과, 세라믹유전체를 사용한 결합용량으로써 종래의 용량결합방식과 달리 인접하는 방전전극 간에서의 전기 에너지를 차단하는 구조 등 2가지 타입이 있다. 전원장치의 고압트랜스는 정전압트랜스를 사용하여, 1차전압의 변동과 부하 변동에 의한 2차전압의 변동을 억제한다.

방폭형 제전기는 가연성 잉크를 사용하는 그라비아 인쇄공장, 종이·필름 基材에 가연성 용제를 사용하여 粘着劑나 磁性 재료 등을 도포하는 공정에서 사용한다.

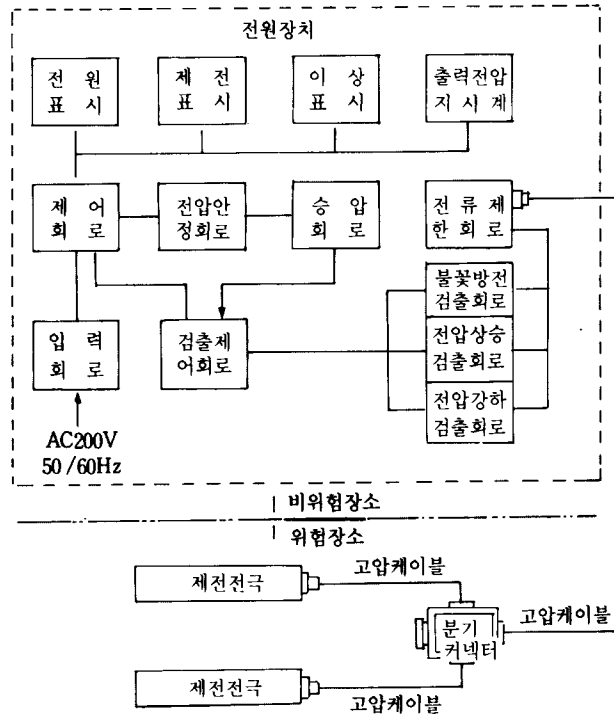
□ 제전기의 설치와 사용상의 주의사항

현장에서 제전기를 사용하여 대전물체의 제전을 유효하게 하려면 제전대책과 제전기 부착장소를 충분히 검토하고, 현장의 조건에 알맞는 제전기를 선정함과 동시에 부착위치나 각도, 설치 거리에 대하여서도 검토하여야 한다. 또 설치한 제전기가 유효하게 작동하는지의 여부를 제전후의 대전전위로 확인하는 것도 필요하다. 정전기에 의한 재해·장해를 방지하기 위한 제전의 목표치는 현장에 따라 다르기 때문에 일률적으로 정할 수는 없으나, 한가지 방법으로 현장에서의 정전기 대전이 문제가 되지 않는 통상의 대전상태를 검토하여 정해진 대전전위 이하로 억제하는 방법이 있다. 또 가연성 물질의 착화·폭발을 방지하기 위한 제전의 목표는 가연성물질의 최소 착화 에너지와 달리 0.1mJ 이상에서는 10kV 이하로 한다. 대전물체에서의 정전기 방전에 의한 전격방지를 목적으로 한 경우에는 10kV 이하로 한다.

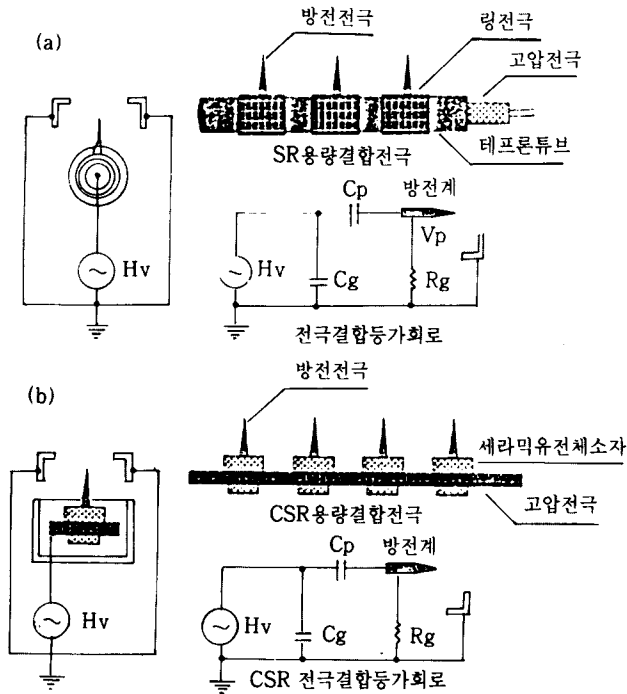
【그림 4】 내압방폭구조형 제전기의 구성도



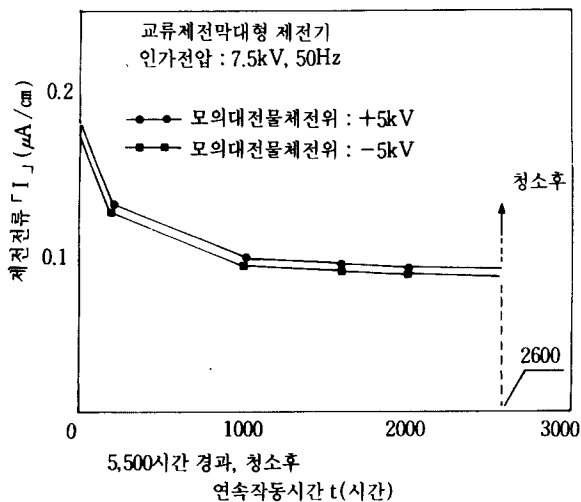
【그림 5】 특수방폭구조형 제전기의 구조



[그림 6] 특수방폭구조형 제전기의 전극 구조



[그림 7] 제전전극의 오염에 의한 제전전류의 변화



방폭구조형 제전기를 사용할 때 주의할 점은, 예컨대 코팅이나 라미네이팅 공정 등 위험장소에서의 제전대책의 경우, 필름의 대전전위가 상승하지 않도록 대전된 필름이 롤러에서 박리하는 전위에서의 제전을 실시한다. 대전전위가 상승하면 필름과 롤러 사이에서 정전기 방전이 발생하고, 이것이 가연성가스·증기의 착화원이 될 우려가 있기 때문이다.

제전기의 제전효과를 유지하기 위하여서는 제전기의 보수, 점검이 필요하게 된다. 가동 전의 보수·점검으로서의 제전기의 기계적 손상과 변형 및 오물의 부착 등을 점검한다. 예를들면 고압전원의 접지선 부착상태의 확인, 고압케이블의 손상과 오염 유무 확인, 제전전극의 부착상태(전극의 방향, 설치거리, 접지선) 확인, 전극의 파손과 오염 유무 확인 등이 있다.

가동중의 보수·점검으로서의 제전기의 작동상태와 제전효과 등을 점검한다. 예를들면 고전압충전부에서의 이상방전 유무, 방전전극의 안정된 코로나방전 발생 확인, 제전효과의 확인 등이 있다.

제전전극에 오물이 부착되면 제전효과에 영향을 미칠 수 있다. 그림 7은 제전전극에 오물이 부착되어 제전효과가 변화하는 현상을 조사한 예로써, 교류형 제전기를 일반 환경 조건에서 5,500시간 연속 작동한 후 제전전극의 방전전극 부분을 청소하고 다시 600시간 연속 작동시켰을 때의 제전전류의 시간변화를 나타낸 것이다. 이와같이 제전성능은 제전전극에 부착된 오물에 의하여 감소하는 경향이다. 작동 개시

로부터 약 1,000시간 연속 작동시키면 제전전류는 초기 값의 1/2 정도까지 감소하고, 2,600시간 연속 작동시킨 시점에서 다시 방전전극과 접지전극을 청소하면 제전전류는 초기의 약 80%까지 회복한다. 따라서 제전기는 정기적으로 청소하여 사용하는 것이 이를 유효하게 사용하는데 꼭 필요하다. 제전전극을 청소하여도 100%까지 회복하지 않는 이유는 방전전극이 코로나방전에 의하여 열화되었기 때문으로, 청소를 하여도 충분한 제전효과를 얻을 수 없는 경우는 제전전극을 새로운 것으로 교환하여야 한다. 이와같은 오염에 의한 제전성능의 저하는 전압인가식 제전기에만 있는 것이 아니라 자기방전식 제전기에서도 마찬가지로써, 제전효과가 저하하였을 때에는 역시 청소해 주어야 한다.

오염에 의한 제전성능의 저하는 제전기의 사용 환경에 크게 의존하는 것으로써, 오염이 심한 공정에서는 보다 빨리 성능이 저하된다.

□ 맺는말

이상과 같이 제전기를 사용한 정전기의 제전대책에 대하여 살펴보았다. 개전환경의 변화에 따른 제전기의 종류도 다종다양화 하고있다. 정전기 장해의 방지에 있어, 각각의 제전 대상에 적합한 기기의 선정과 보수가 중요하다고 하겠다.

(Safety Engineering, 1995-89호 참조)