

오염물질 배출특성 및 입자상오염물질

| 연재 |

Ⅲ. 집진장치 설계 시 고려인자

3. 집진설비의 종류 및 장·단점 분석

3-5. 전기집진장치(Electrostatic Precipitator)

3-5-2. 효율관련 인자

전기집진장치에서 먼지 제거효율과 관련된 인자(factor)는 다음과 같다.

- ❶ 유전력과 쿨롱력(Coulomb force)에 의한 전기적 응집 및 집진 작용을 강하게 하기 위한 고압의 전압 발생장치와 제어장치 및 절연구조
- ❷ 먼지입자의 하전에 필요한 코로나 방전의 활성화를 위한 전극구조와 배치, 이온 풍에 의한 응집과 집진의 촉진
- ❸ 활발한 코로나 방전을 유지하기 위한 방전극의 먼지 퇴적방지설비와 집진극에서의 적절한 탈진장치
- ❹ 원활한 집진을 유지하기 위한 먼지배출장치
- ❺ 집진 장치 내에 가스를 균일하게 흐르게 하는 가스 분포 장치
- ❻ 이상 방전을 방지하여 집진 기능을 촉진하기 위해 필요한 가스 조정 조 또는 보조 장치.

전기집진에 있어서 단순히 먼지를 전극 면에 포집하는 일에 국한되지 않고, 장기간 안정되게 초기의 집진기능이 유지되도록 제반 요인을 고려해야 함.

이상에 의해서 집진기와 전기설비의 용량, 형식, 규모의 개요가 정해지게 되고, 제반 조건에 따라서 형식과 구조가 달라진다.

- ❶ 설치 장소, 전기 증기 용수 등의 공급 방법, 환경, 폐수처리, 포집물 처리, 장래 계획 등

3-5-3. 탈진방법에 따른 분류

(1) 건식집진

건식집진을 분체와 미스트(Mist)로 구분하여 설명하면 다음과 같다.

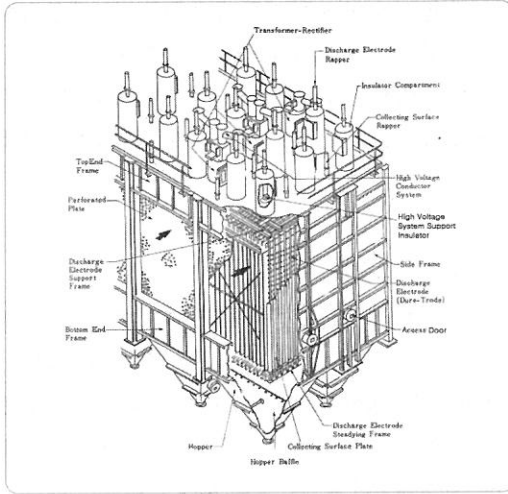
분체(粉體) 집진의 경우는 먼지의 성질이 아주 광범위하기 때문에 도약방전, 역방전과 공간 전하 현상을 함께 할 경우가 있다. 이러한 경우에는 쓸데없이 집진기를 크게 하는 것보다는 전극형식, 전처리장치와 후처리장치 보조 기계로서 제진기의 병용, 가스 상태의 조정, 조업 조건의 수정 등에 의해 설비의 합리화를 도모하는 일이 많다.

예를 들면, 도약 방전을 함께 하는 낮은 저항 먼지에 대해서는 반도체 전극을 채용하거나, 후처리 장치인 기계 제진기를 병용하는 방안이 좋다.

또는 역 코로나 방전을 동반한 높은 저항 먼지의 집진에 있어서는 가스 내 수분을 증가시키거나 후처리 장치인 기계제진기를 병용하는 일이 바람직하다. 이와 같은 조건에서는 전기집진의 특성을 살리는 연구가 아주 중요하다. 미스트(Mist) 집진은 먼지와 가스의 습윤이나 용해가 가능할 경우에는 가스 청정 장치를 전 처리한 후 먼지가 함유된 미스트(Mist) 상태로 해서 집진 물을 항상 시킨다.

분산상이 원래 미스트가 될 경우에는 문제없지만 미스트 양이 아주 적거나 아주 미세입자가 될 경우에는 역시 세정장치를 전처리로 설비해 두는 것이 유리하다.

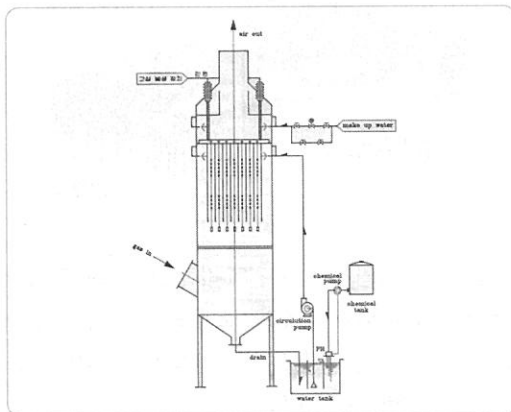
< 그림 26. 건식 전기집진기의 구조도 >



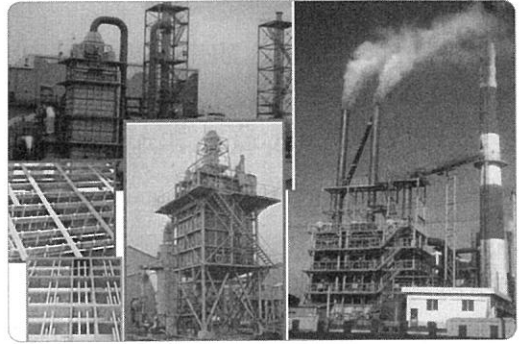
(2) 습식집진

습식집진은 집진 전극 면에 유하 액 막을 형성하는 형태로서 먼지가 아주 미세할 경우나 응집 용량 밀도가 너무 작을 때, 전기 저항이 이상하게 낮거나 높을 경우, 또는 습윤한 경우와 끈적거리는 미스트를 함유할 경우에 포집 물을 전극으로부터 쉽게 소제 및 회수해 코로나 방전을 안정하게 한다. 이 경우는 폐수에 함유된 먼지를 회수하여 제거함으로써 이상 방전 현상 및 입자의 재 비산을 방지하게 되어 처리 가스 유속을 수 m/sec으로 높일 수가 있다. 습식집진에 있어서도, 예를 들면 산화아연훈(ZnO fume)처럼 먼지의 전기저항이 이상하게 크거나 함진량이 과대할 경우에는 역전리(Back corona) 현상 방지를 고려해야 한다.

< 그림 27. 습식 전기집진기의 구조도 >



< 사진 5. 습식 전기집진기 가동 모습 >



3-5-4. 전기집진장치에 영향을 주는 인자

(1) 함진 농도

함진 농도가 높게 되면 인가전압이 일정한 경우 코로나 전류는 감소한다. 따라서 일정한 코로나 전류를 흐르게 하기 위해서는 인가전압을 높게 해야 한다. 또한 전기 집진기에서는 입구 쪽에 가까울수록 처리 가스 내의 분진 농도가 높아서 코로나 전류가 상대적으로 감소하기 때문에 입구에서는 제거해야 할 분진의 대전이 어렵다. 제거 분진의 대전은 집진에 충분한 정도가 되도록 하기 위하여 즉 분진 최적 충전에 필요한 충분한 코로나 전류를 공급하기 위하여 이 부위의 전압을 올려 주어야 한다. 반대로 전기집진기 출구 쪽은 처리가스 분진농도가 점차적으로 적어지므로 비교적 자유스럽고 많은 코로나 전류가 흐르게 된다. 따라서 입구 쪽에 비해서 출구 쪽의 방전 횟수가 많아지고, 이로 인한 순간적 전계 손실이 발생되어 분진 대전에 장애가 심해진다. 입자경이 작은 분진은 대개 출구 쪽에서 포집되는데 이들 분진이 고비 저항일 때는 출구 쪽의 전압을 고전압으로 해야만 이들을 집진할 수 있다. 따라서 전기집진기는 집진 효율을 증가시키기 위해서 처리상 흐름과 분진 농도에 따라 집진기를 전기적 특성에 따라 몇 개의 단위 집진실로 구획하여 제작하는 것이 효율 면에서 유리하다.

(2) 입자경과 물리적 성질의 영향

입자경이 작으면 대전 전하량은 작아지며 집진속도로의 이동 속도가 느리게 되므로 집진효율이 감소한다. 입자경이 작으면 기계적 부착력과 전기적 부착력이 모두 강해진다.

입자의 응집은 전기집진기의 성능 향상 역할을 하나, 미세한 입자는 부착력이 강하므로 집진극에서의 고착 등의 문제 발생 우려가 있어 집진기의 성능 저하 원인이 되므로 주의가 필요하다.

또한 먼지의 부착은 고온이 됨에 따라 저하되어 먼지의 유동이 증가하는 것으로 알려져 있다.

(3) 가스 온도

처리가스 온도가 150~160℃ 이하이거나 약 250℃ 이상에서는 분진 입자의 전기비저항이 $10^{11}\Omega\text{-cm}$ 이하가 된다. 150~160℃ 이하의 경우는 온도가 낮아질수록 가스의 상대 습도가 높아져 분진 입자 표면에 수분이 응축으로 인해 전하의 전도도가 증가되어 전기비저항이 낮아지며, 250℃ 이상은 분진 입자 내의 분자가 반도체적 물성을 띄게 되어 전기 전도도가 증가(체적 전도의 증가)한다.

따라서 집진기 처리가스 온도는 150℃ 정도 이하이거나 250℃ 정도 이상이 집진작용에 유리함을 알 수 있다.

(4) 분진의 걸보기 고유전기저항

집진극에 포집된 먼지는 가스 중으로 다시 날아가는 것을 방지하기 위하여 충분한 접착력, 응집력, 그리고 전기력이 존재해야 한다.

각종 산업 현장에서 발생하는 분진의 특성에 따라 전기 저항치는 $10^{-3}\sim 10^{14}\Omega\text{-cm}$ 의 범위인데 입자의 걸보기 고유전기저항은 입자의 하전 능력을 좌우한다. 산업 공정에서 발생하는 먼지들의 비저항은 집진 가능한 범위에 있어야 한다. 보통은 $10^4\sim 10^{10}\Omega\text{-cm}$ 범위에 있으며, 이 범위를 벗어나면 집진효율은 저감된다.

전기집진기의 저항범위에 따른 특성은 다음과 같다.

① $10^4\Omega\text{-cm}$ 이하

전기비저항이 낮아 집진극에 집진된 입자가 전자를 쉽게 흘려보내기 때문에 부착력을 잃어 입자가 집진극으로부터 재비산이 일어난다.

② $10^4\sim 10^{10}\Omega\text{-cm}$

포집입자가 적당한 전하를 가지고 일정 속도로 집진이 이루어지므로 이상적인 집진이 일어난다.

③ $10^{11}\Omega\text{-cm}$ 이상

전기비저항이 높아 포집 분진 층의 양끝 사이에 전위차가 높아지게 되고 이 부분에서 절연 파괴를 일으킨다. 여기에서 역전리(Back corona)가 일어나고, 이로 인해 스파크(Spark)를 자주 일으켜 집진율의 저하를 초래한다.

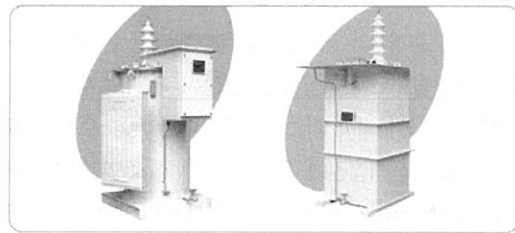
3-5-5. 전기집진장치의 구조

전기집진장치의 구조를 전기부품과 기계부품으로 대별할 수가 있고, 전기부품의 주요 부분은 고전압의 발생기, 감시제어기와 송전계로 구성되어 기계부품의 주요 부분은 방전전극과 집진전극, 전극 탈진기구, 포집물 배출기구, 가스 분포기 등으로 구성된다.

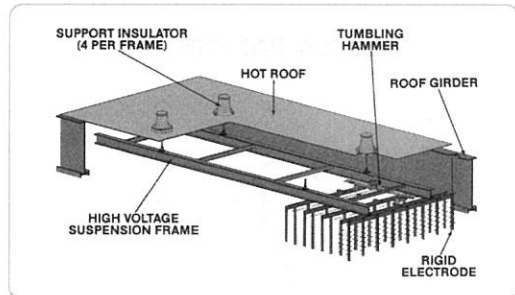
(1) 고전압 발생기

전기집진에 있어서는 정전 응집을 주요 작용으로서 이용할 경우에는 교류전압도 사용되지만 일반적으로 직류 전압 특히, 음극 코로나 방전이 사용된다.

〈 사진 6. 고전압 발생기의 유형 〉

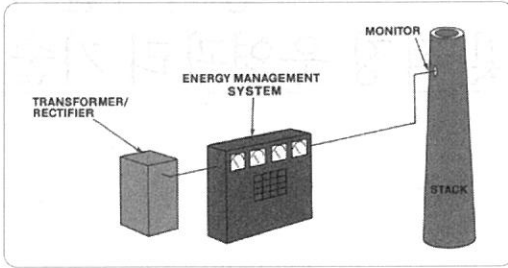


〈 그림 28. 고전압 발생기 〉



〈그림 29〉는 유입가스의 조건에 따라 전력 소모(Power Consumption)가 자동으로 조정되는 시스템을 소개하고 있는데, 특성상 정류변압기(T/R)의 수명을 다소 연장시키는 역할을 하고 있다.

< 그림 29. 에너지(Kw) 절약 시스템 >



(2) 집진판(Collecting Plate)

본 장치의 주체는 코로나 방전이 활발하게 일어나는 불평등 전계를 구성하는 전극의 구조와 배치가 되는데, 종래의 전극 배치는 평판 또는 원통형의 집진전극 중앙에 코로나 방전극을 보유하고 있었으나, 방전극을 설치하는 것으로서 평균 전계 강도가 높아짐으로 경제적이라 할 수 있다.

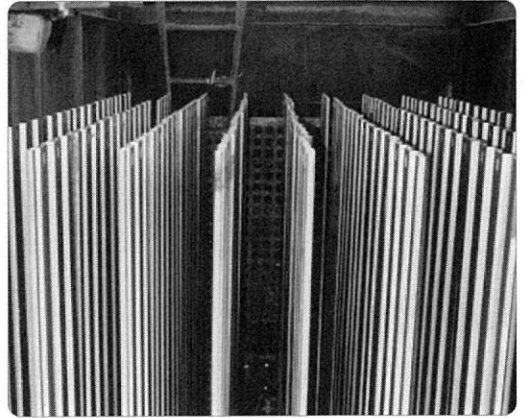
공업장치로서 실용적 방전방법이 60~100kV 정도이기 때문에 상온~450℃, 상압~30atm인 가스 상태를 대상으로 하는 집진전극 거리 2S는 약 15~40cm, 수직 방향의 전극 높이 H는 전극의 진동이나 매연의 재비산 방지를 위해 H≤600cm 정도로 제한된다. 즉, (25~40)×600cm² 이내의 단면에서 단위 가스 통로(Duct)가 구성된다.

따라서 대용량 가스 처리에 있어서는 이러한 닥트를 소수 수만큼 병렬로 설치한다. 이들 1군을 수용하는 집진실(Chamber)의 경제적인 설계 사양과 집진 전극의 유효 탈진 기구로서는 실 당 28ducts 이내가 보통이고, 이외의 대용량 가스 처리에 있어서는 집진실을 병렬로 설치한다.

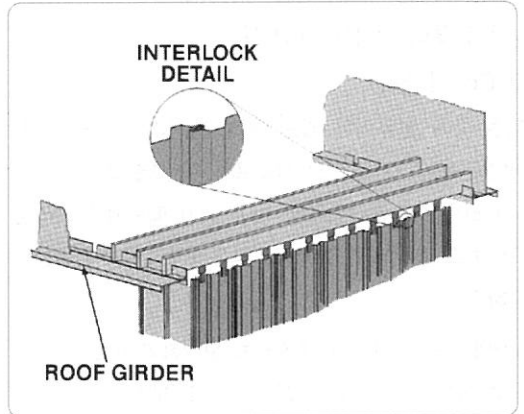
< 사진 7. 크레인을 이용한 집진판 설치 모습 >



< 사진 8. 집진판(Collecting plate) 설치 모습 >



< 그림 30. 집진판 지지대 >



자료제공 : 환경보전협회 환경연수처
다음호에 계속 ...

