

최신정보

(연재)

## 진보된 오염물질 처리 신기술 소개

미국 환경청(Environmental Protection Agency=EPA)에서는 여러기업체에서 요구되는 다양한 대기오염 처리를 위한 처리기술을 자체적으로 개발하고 있다. 여기서

소개하고자하는 것은 EPA의 R&D Program 중에서 여과집진과 전기집진의 개선 방안이다.

현재 우리나라의 경우 대기환경보전법의 개정으로 강화된 배출허용 기준을 만족시키기 위해서는 기존 방지시설의 개선 및 보완이 시급히 요구되는 시점에 와있으므로 소개하는 EPA의 진보된 오염물질 처리 신기술은 많은 참고가 되리라 생각된다.



박 용 / 환경보전협회

# 섬유 여과집진장치(Fabric Filtration)

## 가. 현재의 여과집진방식

### 1. 개요

여과집진기술은 섬유로 짠 여과재에 처리가스를 통과시켜 처리가스중에 함유된 분진을 여과재에 포집한후 이를 털어내고 집진을 반복시켜 집진과 탈진을 반복시킨다.

여과 집진기의 성능은 압력손실, 집진효율, 내구수명으로 평가되고 여과 집진기의 형식은 여포 모양에 의하여 원통형과 평탄형 봉투형이 있다.

Bag filter는 여과 집진기의 대표적인 시설로서 여과재(filter)는 제조방법에 따라서 NO MEX (Non woven fabric)등인 견직(Woven)과 양탄자등인 모전(Felt)등이 있으며 견직은 진동형 및 역기류식 처럼 저 에너지 탈진방법에 사용되며, 모전은 충격기류식과 같은 고 에너지 탈진방식 집진기에 많이 사용된다.

여과재로 많이 사용되는 섬유는 목면(Cotton), 양모(Wool), 자연섬유, 합성섬유(Nome X, PE, PP 등), 흑연, 유리섬유, 철섬유 등으로 사용목적에 따라 선정되고 있다.

그리고 보통 Bag House의 구성요소는 아래와 같다.

- 여과재 및 지지대(Filter medium & Support)
- 탈진기구(Filter Cleaning Device)
- 분진호퍼(Collection hopper)
- 셸(shell)
- 송풍기(Fan)

Bag House는 미국에서 많이 사용되는 것으로 여과 자루내부에 철골 지지물을 보강한 것과 주로 유럽에서 많이사용하는 여과재를 봉지처럼 넓고 깊게 만들어 이 여과봉지를 직접 여과집진기벽에 걸도록 한 것이 있다.

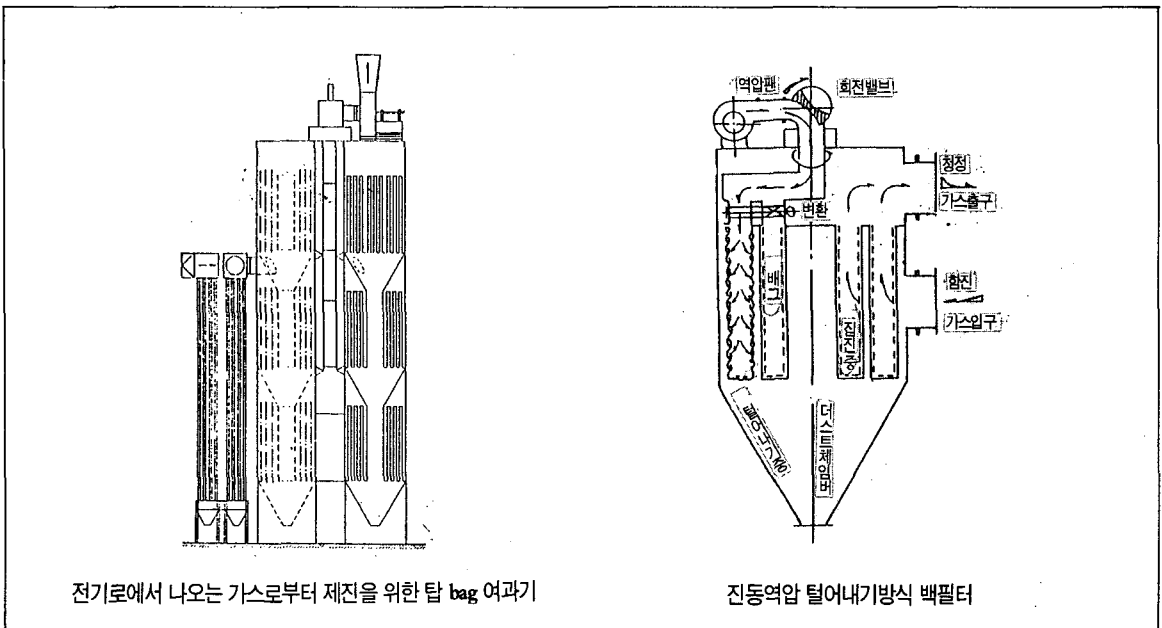
### 2. 탈진

여과 집진에서 탈진은 분진포집 만큼이나 중요한 요소이다.

탈진방식에 의해서 여과집진기의 특징이나 구조의 차이가 난다.

#### (1) 진동 털어내기 형식(Shaking Type)

원통 거름천에 대한 기류는 1실씩 댐퍼로 멈추고 그 상단을 주로 가로방향으로 매분 수백회 진동시키는 방법이다. 높은 진동수에서는 거름천 전체로의 전파가 불충분하여 적당한 범위가 요구된다. 한편 미진동을 주는 경우도 있으며, 대개는 다음의 역압방식과 병용된다.



(2) 역압 형식(Repressure or Collaps type)

역풍방식(Reverse air type)이라고도하며, 앞항과 같이 기류는 1실씩 멈추고 외향걸름의 원통에 수십초간 역기류를 주면 역압에 의해서 원통거름천을 성형 단면으로 압착하는 방법이다. 역기류의 저항에 의해서도 털어내기는 일어나나 주로 거름천의 변형에 의한 퇴적분진층의 붕괴가 원인이다.

(3) 역압진동 병용방식

역압만으로 충분히 털어낼 수 없을 때에는 약한 진동을 병용한다.

(4) 펄스제트 방식(Pulse jet type)

원통백의 외면(내향)걸름에 의한 퇴적 분진층에 대하여 백내면 상부에서 순간적인 펄스제트 기류를 주어 그 충격력과 유기되는 역기류에 의해서 털어내는 형식인데 청정기류가 백내부 위쪽에서 배출되는 것과 아랫쪽 밑으로부터의 것이 있다.

집진조작은 순간적으로 정지되는데 거의가 연속으로 불수가 있고 백을 1개씩 차례로 털어나가므로 반드시 다실구조가 될 필요는 없다.

(5) 리버스 제트 방식(Reverse jet type)

외향거름의 원통백의 걸름에 걸름천면에 닿게 중간 Slit부분이 링을 상하운동시켜 링에 낸 내향슬릿노즐로부터 분류에 의해서 내면에 퇴적한 분진층을 털어내는 방식이다. 하야시사의 특허로 20년전 널리 쓰

였으나 펄스제트 방식이 출현하고 부터는 그다지 사용하지 않게 되었다.

(6) 컴파아트먼트 펄스 방식

플리이넘 펄스라고도 하며, 1실마다 추려서 출구측으로 펄스기류를 주어 그 충격에 의해 털어내는 방식인데 일반적으로 아직 보급되지 않고 있다.

(7) 맥동 역압 방식

역압방식에 맥동을 준것으로 연속적인 펄스기류 방식이라고 할 수 있다.

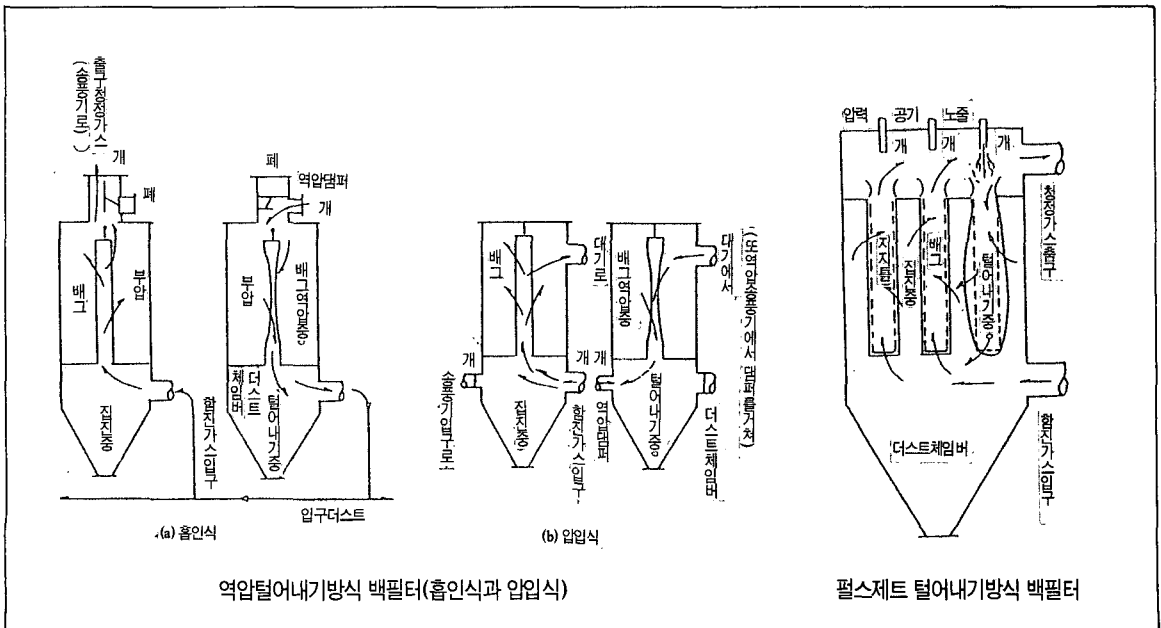
강력한 털어내기 작용을 갖는데 기계적으로 맥동을 주는 기구가 필요하다.

나. EPA의 여과집진 개선을 위한 신기술

현재 사용되는 여과집진은 높은 집진효율을 가지고 있는 반면 산업용 보일러에서 발생하는 다량의 비산재를 함유하고 낮은 저유황 검댕을 처리하는데는 효율이 떨어지는 단점을 가지고 있다.

이를 보완하기 위하여 EPA에서 개발한 것이 바로 기존 섬유여과집진에 전기력을 첨부시킨 전기력 섬유 여과(Electrostatically Augmented Fabric Fiteration =ESFF)법이라고 한다.

이 전기력섬유여과(Electrostatically Augmented Fabric Fiteration=ESFF)법이란 섬유 여과지에 gas를 통과



시켰을때 그냥 섬유여과지에 통과시키는 것보다 전기장이 형성된 여과지에 통과시켰을때 더 많은 입자의 선택적 제거가 이루어진다는 취지의 기술이다. 전기장은 gas중의 분진에 전기력을 가하여 분진만을 선택침전시키는 역할을 한다.

하전력과 전계(電界)가 강해질수록 ESFF의 효과는 커진다.

일반적으로 전계는 약 20cm 간격으로 떨어진 Bag의 길이만큼 설치된 전극 사이에서 나타난다.

이때 형성된 Bag 섬유여과지 표면의 전계의 힘은 약 2~8Kv/Cm이다.

Pulse jet 방식(Bag의 외부에 집진되는 방식)에서는 망(Cage)을 형성하는 wire가 전계를 형성하는데 이용된다 <그림1>.

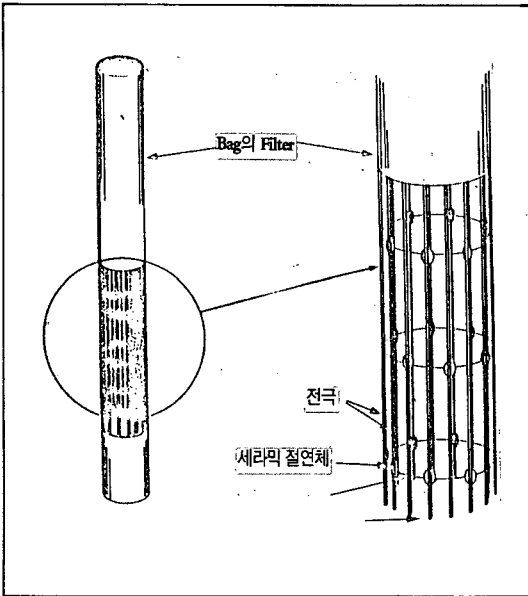


그림1. 펄스젯 ESFF의 사양

서로 인접한 wire는 서로 절연인 상태여서 Cage 자체가 전기장을 형성할 수 있다. Reverse-Air 방식(Bag의 내부에 집진이 된다)에서는 Cage를 쓰지 않고 섬유를 둘러싼 Stainless Steel로 엮어진 망사(yarn)를 사용한다 <그림 2>.

섬유는 테프론으로 마감처리된 유리섬유(fiberglass)이며 망사(yarn)는 직경 22m짜리 316L 스테인레스 90개로 이루어져 있다. 교차하는 망사(yarn)는 Pulse-jet 방식과 같이 망사 사이에 전계를 형성한다.

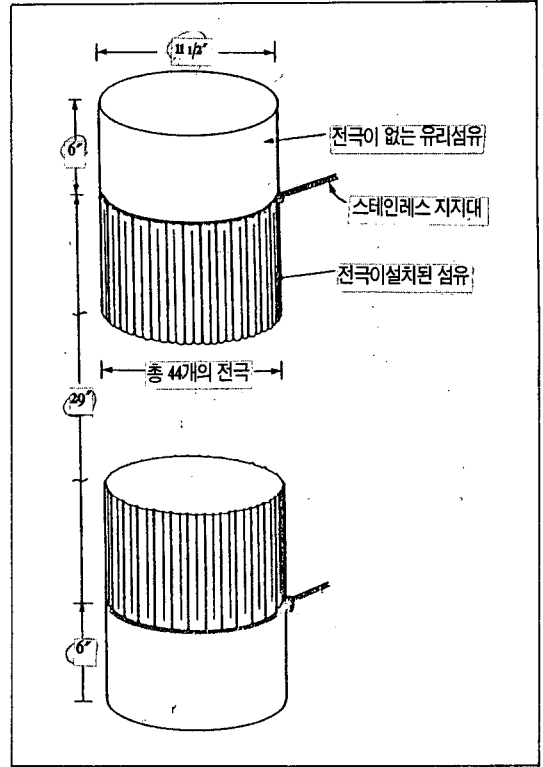


그림2. 리버스어 방식에서 ESFF의 사양

ESFF의 효과는 North Carolina의 Triangle Park 연구소에서 작은 EPA 방식의 Baghouse 실험에서 나타났다.

또한 Pulse-jet와 Reverse-Air 두가지 방법을 채용한 듀폰사의 Waynesboro에 있는 Virginia공장의 28 Am<sup>3</sup>/min 산업용 보일러 실험에서도 나타났다.

그리고 Texas 주 Amarillo 에 있는 140Am<sup>3</sup>/min South West Public Service Harrington 발전소에서의 14개월간의 운전결과에서도 나타났다.

비산재에 대한 ESFF의 압력손실은 일반 Baghouse에 비해서 50%정도 줄일 수 있다.

압력손실이 떨어진다는 것은 Fan의 용량과 Bag의 수 그리고 필요경비를 줄일 수 있다는 것을 의미한다.

EPA에서는 Spray-drying 방식의 SO<sub>2</sub>제거 장치에서 발생하는 재비산분진 제거를 위해 Pulse-jet와 Reverse-Air 두가지 방식을 채용한 EPA Baghouse의 실험이 행하여졌다. Spray-drying 공정에서 석회석 찌꺼기(Lime slurry)는 SO<sub>2</sub>를 제거하기 위해 뿌려진다.

이 반응의 결과로 나온 혼합물인 비산재는 반응한

것과 미반응 소석회를 함유한다.

Spray-drying의 부산물인 먼지는 4~6factor 정도에서 처리할때 압력손실이 일반 여과방식에 비교해서 ESFF system에서의 압력손실이 줄어든다.

〈그림 3〉은 압력과 시간간의 대비표로서 ESFF의 효과를 극명하게 보여준다.

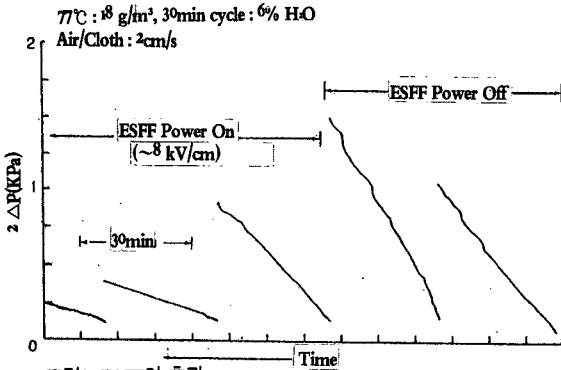


그림3. ESFF의 효과

전원을 넣지 않는채 일반 여과방식으로 단지 filtration 했을때 압력손실은 계속 올라간다. 계속한다면 아마도 이 Chart를 넘어설 것이다.

압력손실은 ESFF의 전원을 넣어서 전계가 형성되기 시작하자 바로 그 효과가 나타나기 시작한다.

ESFF 효과는 먼지 입자 자체가 가지는 자연적 전하(電荷)에 대한 전계의 역할을 기초로 논의되어 왔다. 이 먼지의 자연 전하가 없다면 Corona가 발생되지 않을 것이고 전기력에 의한 집진현상도 없을 것이다.

일반적 비산재의 자연전하는 0.1~0.2C/g이고, Spray-drying 부산물의 전하는 최고 1.68C/g으로 측정되었다. Spray-drying 반응의 잉여물은 저온가동과 고습도 유지에서 더 높은 전계를 형성할 수 있다.

전계가 강해지면 물론 압력손실도 줄어 들수 있을 것이다.

ESFF 효과는 바로 압력손실을 낮추고 전계를 높게 하는데서 비롯된다.

전계를 더 높게 하고 먼지전하를 더 크게 하는 기술은 지금 연구중에 있다.

이 Spray-drying 공정에서의 이러한 연구가 성공하면 다른 모든 공정에서 발생하는 먼지에 대해서도 적용될 수 있을 것이다.

먼지함유 gas에 코로나 전류가 발생하면 먼지에 전하가 걸리게 된다.

일반 ESFF(섬유여과지 외부에 평행판으로 전극이 형성되어 전계를 만드는)로는 코로나 방전의 발생에 대한 전도도가 없거나, 있다해도 형성된 강전계에 견디는 힘이 없다.

코로나가 섬유표면에 형성된다면 섬유는 찢어지고 말 것이다. 그래서 먼지전하 부하와 전계를 더 크게 하기 위해서는 차세대 ESFF, 즉 "Advanced ESFF"가 필요하다.

진보된 ESFF(Advanced ESFF)는 평행판 방식(parallel)보다 수직방식(perpendicular)을 쓰며 코로나 방전을 가진 강전계(強電界)를 형성케 한다.

진보된 ESFF는 Pulse-jet와 Reverse-Air 두가지 방식 모두에 적용될 수 있다.

Reverse-Air 방식의 진보된 ESFF의 전계는 Bag의 길이 만큼 늘어지고 섬유여과지가 둘레를싼 wire 사이에서 형성되며 섬유여과 Bag은 전도성이 있도록 여러가지 방식으로 만들어졌다 〈그림 4〉.

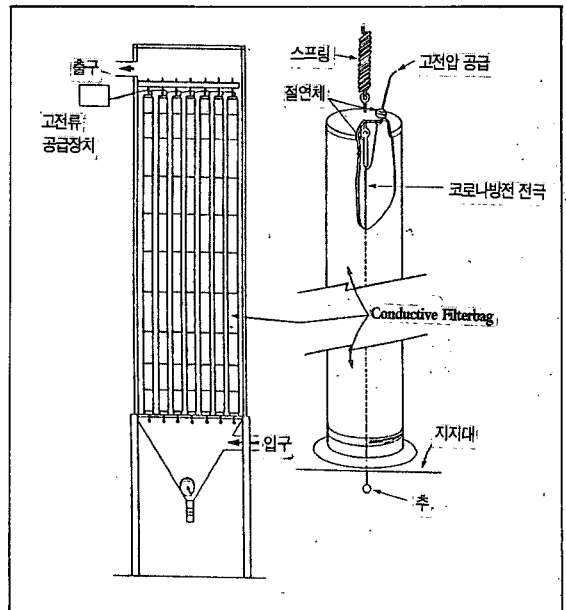


그림 4. 진보된 ESFF 리버스에어 사양

〈다음호에 계속〉