

## 국내 여과집진막 시장 및 기술현황

김 병 채

진도종합건설  
(1995년 3월 10일 접수)

### Markets and Status of Bag Filters in Korea

Byung Chae Kim

Jindo Construction Co., Ltd., Seoul, Korea  
(Received March 10, 1995)

#### 1. 서 론

대기오염 문제가 국가적인 사회문제로 대두되면서 대기오염 방지장치의 수요가 급증하고, 점차 강화되는 환경오염 규제에 의하여 고효율의 오염방지장치의 설치가 요구된다. 대기오염 방지장치에서 대표적인 집진장치 기술은 대기 및 실내오염 제어뿐만 아니라, 정확성이 높은 침단 클리룸 수요의 증가 등으로 인하여 산업체의 각 분야에서 필수적이면서도 기본적인 기술이다.

대기 중의 분진은 분자의 응축 및 핵생성 등에 의하여 발생되는 매우 미소한 입자( $0.05\mu\text{m}$ 단위)와 일 반공장 및 작업장 등에서 발생하는 분진( $0.1\sim 10\mu\text{m}$ ) 그리고 바람에 의한 지표면의 흙, 모래 등에 의한 비교적 큰 분진 등의 광범위한 조성과 입경분포를 가진다. 이 가운데, 특히 산업발달에 따라 불가피하게 생성되며, 대기오염의 주종을 이루면서 인체에 가장 유해한 분진입자는 산업체의 오일 및 석탄연소 보일러, 자동차, 제철/제강 및 시멘트 플랜트 등으로 배출되는 미세입자들이며, 앞으로 이들의 제어에 관한 연구가 지속적인 관심의 대상이 될 것이다.

한 예로, 석탄연소 화력발전소로부터  $1\mu\text{m}$  이하의 입자들의 배출량은 무게비로는 1% 이하이지만 입자

수의 비율에서는 99%를 차지하고 있다. 이들은 매우 높은 중금속 함유량을 지니고 있기 때문에 인체호흡 시 심각한 문제를 유발시킬 뿐만 아니라, 대기 중에 부유하고 있다가 비에 의하여 세정되어 수질오염을 유발시킨다. 따라서 이들 미세 배출분진의 농도 및 입자의 크기에 따라 각각 최적의 집진장치 선정을 달리하여 적용분야에 따라 초기 배출시에 효율적인 제거가 가능한 집진장치의 설치가 매우 중요하다. 이러한 집진장치에 대한 기본기술로는 싸이클론 집진장치, 전기집진장치, 여과포 집진장치 등이 있다.

1980년대 독일의 집진장치 시장을 살펴 보면, 여러 집진장치 중 여과집진장치의 시장점유율이 급성장하고 있음을 알 수 있다. Fig. 1을 보면 1984년 기준 시장점유율이 약 50% 정도에 이르고 있음을 알 수 있다. 이러한 성장배경에는 다음의 여러 가지 이유가 있다.

1. 규제강화 -  $150\text{mg}/\text{m}^3$ 이었던 배출허용기준이 배출가스의 독성에 따라 5, 2, 또는  $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 까지 낮아졌다.
2. 효율 개선
3. 싸이클론에 비해 월등한 분리효율
4. 확실한 투자효과와 낮은 유지비
5. 건식공정이므로 폐수 및 값비싼 폐수처리문제가

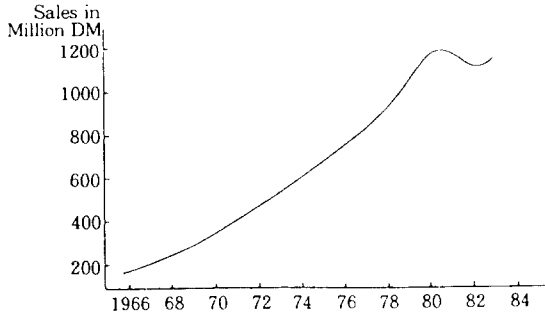


Fig. 1. Estimate of turnover for dust collectors manufactured in the GFR.

없음.

#### 6. 첨단소재의 개발로 인한 적용범위 확대

여과집진장치의 성공은 여재뿐만 아니라 플랜트 하드웨어 분야의 성공까지 이끌어 내고 있다. 독일 내에 있는 회사 중 적어도 40개의 회사에서 bag이나 pocket 형태의 필터공장을 건설하였다. 이때에 새로 만들어진 모델이 jet pulse cleaning 형태의 bag filter 이다.

80년대에 여과집진막은 전기나 습식 혹은 다른 기계적인 집진기를 훨씬 앞서가고 있었다. 그 중에서도 needlefelts의 수요량이 가장 컸다.

Needlefelts의 시장점유율은 다른 모든 여재의 85%를 차지하고 있었다. 이에 따라 needlefelts 제조회사도 40개 이상이 되었다. 원자재 가격과 가공비용은 높아지고 제품가격은 정채되거나 심지어는 떨어지기 까지 했다. 이러한 현상은 아래와 같은 품질기준을 만들게 하였다.

1. 낮은 배출허용치
2. 필터효율의 증가
3. 품질보증기간 연장
4. 높은 온도와 가스성상의 변화에도 견딜 수 있는 여재의 물리화학적 저항이 요구됨.

본 고에서는 현재 가장 많이 사용되는 여과집진막의 기술현황에 대하여 조사함으로써 여과집진막 기술의 발전을 모색하고자 하였다.

## 2. 여과집진기술

### 2.1. 여재의 종류

처리할 매연의 성상이나 채택되어질 dust층을 털어 내는 기구에 따라 내열성, 내산성, 내알칼리성, 비흡

Table 1. Percentage Fibre Contribution in Filter Media

Natural Fibres(Cotton, Wool)	12%
Polyester	45%
Acrylics	15%
Polypropylene	12%
Fibreglass	3%
Others(PTEE, Metal, Mineral, PVC, etc)	1%

습성, 기계적 강도, 비대전성 등의 특성이 여재에 대하여 요구된다. 여재로서는 천연섬유로서의 식물성섬유(면, 마 등), 동물성섬유(양모, 견), 광물성섬유(석면)는 오래 전부터 쓰였으나 인조섬유로서의 무기섬유(유리섬유, 금속섬유), 재생인조섬유(비스코스, 큐프라), 반합성섬유(아세테이트, 산화스포), 그리고 현재는 각종의 합성섬유가 많이 활용되고 있다. 즉 폴리아미드계(나일론), 폴리에스테르계(테트론, Dacron), 폴리염화비닐계(테빌론), 아크릴계(베스톤, 카네카론), 폴리비닐알콜계(비닐론), 폴리프로필렌계(과일렌), 테트라플루오로에틸렌계(테프론, 토포플론, 폴리프론)섬유 등이 각각의 특질을 살려 활용되고 있다. 괄호안의 표시는 상품명 예이다. 1950년대와 60년대에는 폴리아미드류와 아크릴계가 여과집진막의 대부분을 차지하고 있었지만 needlefelts의 개발 이후 폴리에스테르가 주목을 받기 시작했다. Table 1은 여재를 구성하고 있는 섬유의 무게퍼센트이다.

#### 2.1.1. 내열성 폴리아미드계 섬유 등

여과집진이 석탄보일러 등의 연소배기구에 적용되어 여재의 내열특성이 한 단계 더 요구되어 왔다. 벤젠핵과 hetero환으로 이루어지는 방향족 polymer가 뛰어난 내열성을 갖고 있음이 알려진 이래로 각종 내열성 Nylon(노멕스, 코넥스, 아피엘 등)이 합성되게 되었다. 이것들은 기존의 합성섬유보다도 200~500°C 정도 더 높은 온도에서 사용 가능하며, 용융되지도 않고 370°C 이상의 온도에서 분해된다고 하는 특징을 가지며, 화학적으로도 꽤 안정되어 있다. (사)일본분체공업기술협회가 실시한 앙케이트조사에 의하면 내열성 Nylon의 사용 예는 1985년의 시점에서 이미 8.5%나 되는데 앞으로 그 용도는 더욱 확대될 것으로 예상된다. 한편 페놀계(카이놀)섬유는 탄소섬유의 개발 도중에 쓰인 소재로 노블락수지를 방사하여 열처리에 의해 산화시킨 중합체이다. 그 특징

은 2,500°C의 고온 중에 폭로되어도 스스로 불꽃을 내면서 타지 않으며 용융도 되지 않고 탄화되지도 않는 점, 산에 대해 강한 안정성을 지니고 있다는 점이다. 또한 아주 최근에 개발된 폴리페닐렌술폰과이드계(라이톤) 섬유는 1982년부터 시장에 나와 있으나 사용한계가 190°C이며, 산과 알칼리의 어느 쪽에 대해서도 안정하다는 특징을 지니고 있다.

2. 1. 2. Tetrafluoroethylene계

Tetrafluoroethylene계 섬유의 소재는 미국 E. I. Du Pont사의 개발에 의한 상품명인 Teflon이란 이름으로 널리 알려져 화학적으로 극히 안정하며 산 및 알칼리에 대해서도 모두 강하며, 또한 발수성이 크며 흡습성이 극히 작다고 하는 독특한 특질을 지니고 있다. 더욱이 내열성도 뛰어나서 Teflon 자체는 200°C까지의 온도에서는 변색을 찾아볼 수 없으며 285°C의 온도에서는 0.0002%/h, 425°C에서 1.5%/h의 질량손실이 일어나는 점에서 260°C 정도를 사용한계로 본다.

비교적 최근에 동일한 소재의 polymer인 PTFE를 특수 가공하여 연속 다공질 막으로 한 것을 각종 기재에 laminate한 여과포(Gore-Tex, Micro-Tex)가 높은 집진효율과 낮은 압력손실 때문에 주목받고 있다. Laminate된 미세한 다공성의 특수한 막때문에 일차부착층을 필요로 하지 않고 표면여과가 효과적으로 이루어지며 불소수지의 특성 때문에 먼지(dust)를 떨어뜨리는 성능이 뛰어나므로 낮은 압력손실을 확보할 수 있다.

해외에서는 석탄연소 배기가스나 산업폐기물 소각로 배기가스 등 광범위한 분야에 사용되는 실적을 쌓고 있다.

Tetrafluoroethylene계 수지의 사용상의 크나 큰 결점은 비용(cost)이 높다는 것인데, 이것을 유리섬유와 혼합한 felt로 함으로써 후자의 내마모성과 굴곡특성을 크게 개선했으며 높은 집진효율을 유지할 수 있었다는 보고가 있다. 이미 유럽에서는 석탄연소 배기가스 등에 대한 적용 예를 알 수 있다. Tetrafluoroethylene계 수지의 소재로서의 우수성 때문인지 다양한 이용법으로 펼쳐지고 있음은 사뭇 놀랄 만하다.

2. 1. 3. 금속섬유

이제까지 금속섬유로 제작된 것은 線徑이 30μm

이상의 것으로 높은 성능의 여재로는 될 수 없었지만, 우주개발기술의 진전에 힘입어 20, 12, 8, 4μm 등으로 점차 미세한 섬유가 제작되었다.

Stainless steel은 내열특성으로 1,450°C가 용점이나 가는섬유는 425°C에서 강도가 10% 정도 떨어지는 점에서 400°C 이하의 배기가스 처리에 활용이 기대된다. 베키녹스화이버, 나스론, 사스믹화이버 등의 상품명으로 각각의 회사에서 개발되어 있는데, Verplancke는 stainless steel 316L, 내열강인 코넬 601, 티타늄, 탄탈륨, 니켈 등의 합금을 써서 직포 및 소결판을 제조하여 시멘트 제조의 Clinker Cooler배기가스(250~450°C)나 Ferro Alloy 제조용전기로 배기가스(350~500°C) 등에 적용되며 어느 쪽이나 99.9% 전후의 집진효율로 만족할 만한 결과를 얻는다. 또한 Zabolotny들도 금속제 부직포를 써서 시멘트 공장 배기가스(150~400°C)에 대해 여과속도 0.4~0.7cm/sec, 압력손실 50~250mmH<sub>2</sub>O의 조건으로 2μm 지름의 입자에 대해 99.9%의 집진효율을 얻었다. 또, 여재로서 제일 광범위하게 활용되는 합성섬유의 경우에는 정전기가 수만 volt에 달해 분진 폭발, 압력손실의 증대, 먼지를 떨구거나 떨어뜨리기가 곤란한 문제점의 원인이 되고 있다.

금속섬유는 합성섬유와 혼방하거나 비비어 꼬아 제작하는 것으로 정전기 대책이 될 수 있다.

2. 1. 4. 고온 Ceramic Filter

300°C를 넘는 고온 배기가스의 집진으로서 여태까지는 고저항 비산재(fly ash)의 전기저항율이 크게 감소하는 영역에서 처리하는 고온 EP(hot-side electrostatic precipitator)가 어느 정도 지나지 않았으나 장래의 고효율 발전방식의 확립을 목표로 한 석탄가스화 복합발전 system의 개발이 세계 각국에서 행하고 있어 고온·고압가스의 집진을 위해 새로이 ceramic filter가 주목받고 있다.

Ceramic filter로는 silica, alumina, zirconium, polier, magnesia, silicon carbide 등을 기초재료로 하고 있다. 그 모양은 직포제 및 부직포제 bag, 다공성의 원통형 filter(candle filter), 십자류 filter(cross flow filter) 등이 개발되었다.

Fig. 2에 원통형 filter, Fig. 3에 십자류 filter의 예를 나타내었다. 특히 후자는 비체적인 1~10m<sup>3</sup> 정도가 되어 극히 compact화 되는 이점이 있다.

이것들은 강도면과 포집율면에서도 특별한 문제는

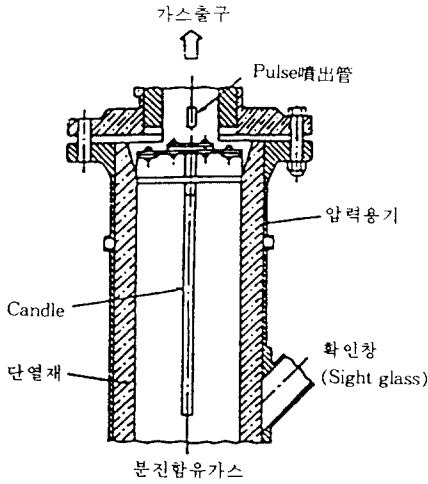


Fig. 2. Ceramic제 원통형 Filter(Candle Filter).

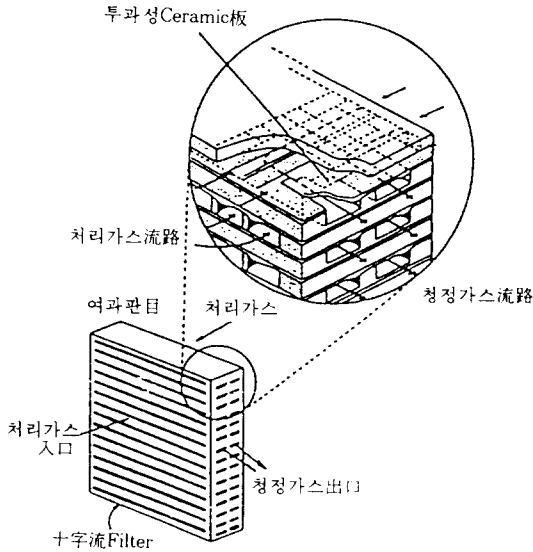


Fig. 3. Ceramic제 십자류 Filter.

없으나 압력손실이 커진다는 결점이 있으며 pulse jet 식으로 털어내기를 반복하는 과정에서 다공체 내부가 폐쇄되는 것이 문제가 될 수 있다.

### 2. 2. Bag Filter의 형식과 구조

모든 process기기와 같이 설비비와 운전비가 싸고 성능이 우수한 것이 바람직하므로써 compact하고 보수를 용이하게 하기 위한 bag의 배치, 구조상의 간단화 및 성능을 경제성과 결맞게 유지하기 위한 털어내기 형식 등에 따라서 다음과 같이 분류할 때가 많다.

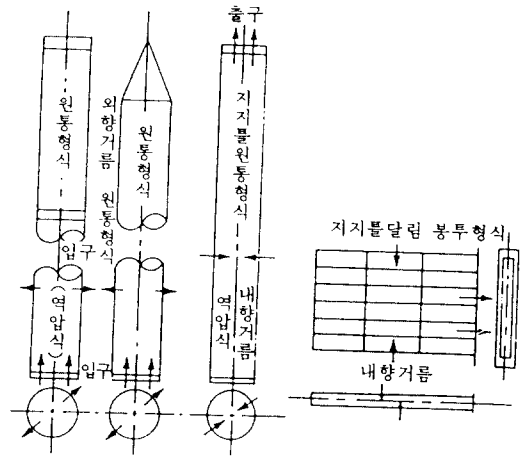


Fig. 4. Bag 형상과 여과방향.

#### 2. 2. 1. Bag 형상과 여과방향

여과천은 원통상이나 봉투상으로 봉제된다. 특수한 경우로서 2중상원통이나 연속원통형식도 있는데 거리가 보급되어 있지 않다. Fig. 4는 그것들의 형상을 표시하는 치수로 치수높이가 10m 정도이며 직경이 30cm 이상의 원통도 있다. 봉투상의 경우는 1m x 2m 정도이다.

여과방향으로는 내향과 외향이 있는데 원통형 bag에는 사용되고 내향흐름일 때는 retainer(지지틀)를 안쪽에 설치해야 한다. 봉투상 bag은 내향만이며 역시 내부지지기구가 필요하다.

외향흐름은 바깥쪽이 청정가스를 위해 여과천의 교환이나 점검이 편리하며 원통내 하부의 유속이 크므로 조립을 함유한 dust의 경우 여과천의 마모가 심하다.

#### 2. 2. 2. 흡인식과 압입식(밀폐식과 개방식)

Bag filter 뒤에 송풍기가 있는 것을 흡인식이라고 하고 bag filter내의 부압이 되며 밀폐구조로 해야 한다. 송풍기로는 청정가스가 흡인되므로 송풍기의 impeller 등의 dust에 의한 마모나 dust의 부착에 의한 진동 등의 사고는 적다. 또한 기밀구조이므로 고가이긴 하나 보온 등을 하기가 쉽고, 높은 온도의 응축성 가스에 적합하다.

한편 송풍기에서 대기로 가스를 직접 배출할 때에는 소음문제를 검토해야 하며 소음기나 방음실의 대책을 강구해야 할 때도 많다.

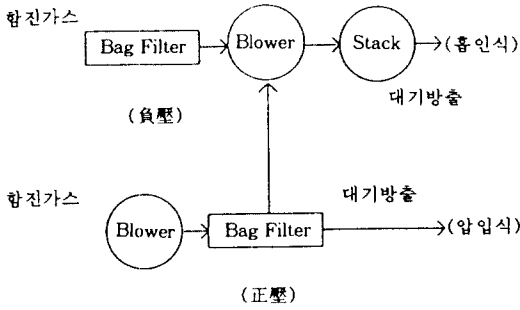


Fig. 5. 흡입식과 압입식의 Flow Sheet.

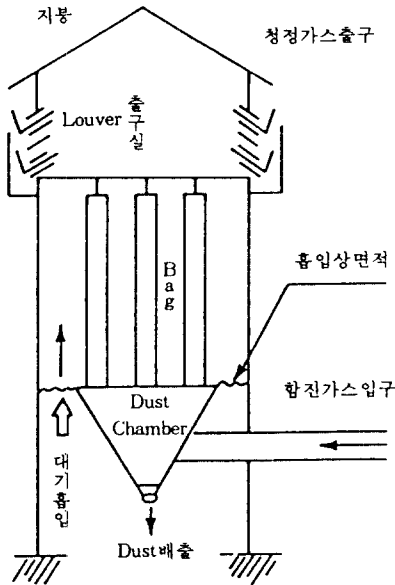


Fig. 6. 압입식 Bag Filter의 구조.

압입식은 bag filter 앞에 송풍기가 있는 형식인데 bag filter의 배기는 대기로 직접 개방할 수 있으므로 기밀구조로할 필요가 없고 간단하며 가격이 흡입식에 비해서 2~3할 정도 싸다. 그러나 송풍기로 합진배가스가 지나가므로 마모나 부착이 심한 dust의 경우는 좋지 않고 응축되기 쉬우며, 온도가 높은 가스의 경우도 외기의 영향을 받기 쉬우므로 주의해야 한다. 고온가스의 경우는 외기로 bag의 걸쪽을 생각할 수 있으므로 편리하다.

Fig. 5는 앞에서 기술한 흡입식과 압입식의 flow sheet이다. 또한 Fig. 6은 압입식 bag filter의 개략적인 구조도이다. 단, 압입식이라도 밀폐식으로 할 때가 있다.

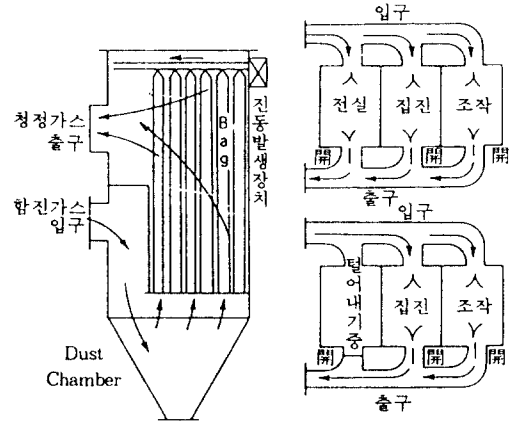


Fig. 7. 진동떨어내기방식 Bag Filter.

2.2.3. 탈리방식에 의한 분류

Bag filter의 중요한 분류방식은 떨어내기방식에 의한 것이며 이에 따라서 현저한 특징이나 구조의 차이가 있다.

2.2.3.1. 진동떨어내기형식(Shaking Type)

원통형 여과천에 대한 기류는 1실씩 damper로 멈추고 그 상단을 주로 가로 방향으로 매분당 수백회 진동시키는 방법이다. 여과천은 대부분 장력없이 현수되어 있다. 여과는 외향 retainer가 없는데 떨어내기 잔류율은 작고, 천에 대해서 유효한 방법이다. 경우에 따라서는 bag의 중앙부를 진동할 때도 있고 상단을 상하작동되는 것도 있다. 또한 역풍에 의해서 여과천을 진동시키는 방식도 있다.

Fig. 7은 그 일례를 표시하는데 진동발생기구를 필요로 하고 damper는 입구측이건 출구측이건 무방하나 기밀은 완벽해야 한다.

진동식의 경우 떨어내기 강도는 진동의 최대가속에 의해서 표현되며 진동수의 제곱과 진폭의 곱에 비례한다. 그러나 높은 진동수에서는 여과천 전체로의 전과가 불충분하므로 적당한 범위가 존재한다. 한편 미진동을 주는 형식도 있으며 대개는 다음의 역압과 병용된다.

2.2.3.2. 역압떨어내기형식(Repressure 또는 Collapse Type)

역풍형식(reverse air type)이라고도 하며 전향과 같이 기류는 1실씩 멈추고 외향여과의 원통에 수직초간의 역기류를 가하면 역압에 의해서 원통형 여과천을 성형단면으로 압제하는 방법이다. 역기류의 저

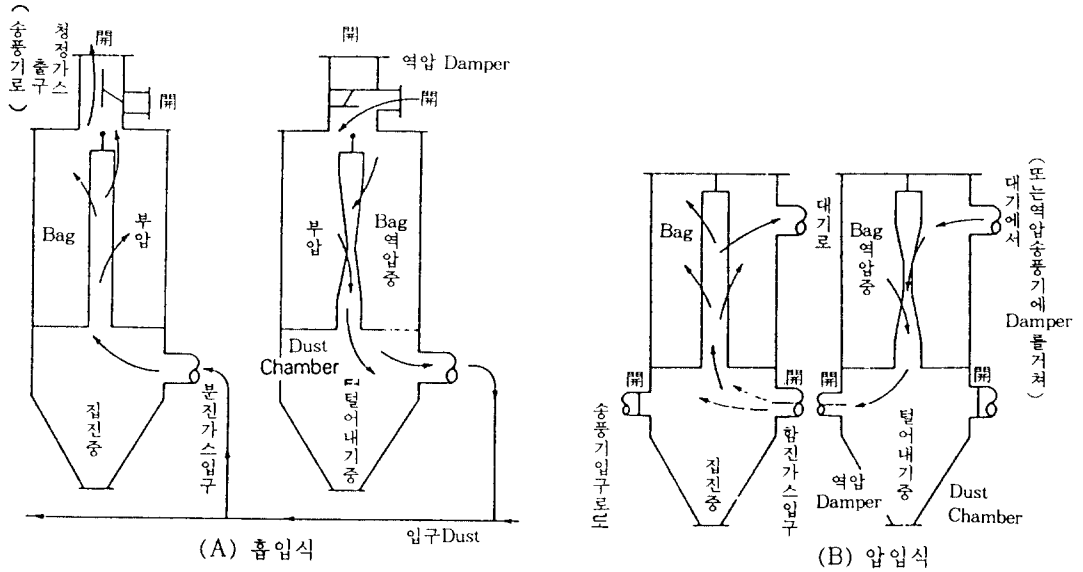


Fig. 8. 역압떨어내기 방식의 Bag Filter(흡입식과 압입식).

항에 의해서도 떨어내기는 일어나나 주로 여과천의 변형에 의한 퇴적분진층의 붕괴가 그 원인이다. 그러나 떨어내기는 국부적으로 생기기 쉬운 경우가 많다. 원통길이방향으로 약 2m간격(직경 약 30cm의 경우)으로 중간 ring을 넣어서 떨어내기효과가 전체에 골고루 미치게 한다.

여과천으로서 찢 천만이 아니라 근래에는 떨어내기가 용이한 경우 부직포(felt)가 많이 사용되고 있다. Fig. 8은 이 형식의 개념을 표시하는데 역압의 발생은 흡입식에서는 출구측 damper를 닫고 역압 damper를 열음으로써 대기 또는 송풍기출구의 기류를 흡입하는데 의하고, 압입식에서는 hopper부의 입구측 damper를 닫고 역압 damper를 열음으로써 송풍기입구에 외기를 흡입시키고 있다. 또한 특별히 역압용 소형송풍기를 설치할 때도 있다.

이 형식은 앞서 기술한 진동식(shaking type)보다도 여과천의 손상이 적으므로 유리여과천에 대해서는 거의 이 형식이 채택되고 있다.

2.2.3.3. 역압진동병용 떨어내기 방식

역압만으로는 충분히 떨어낼 수 없을 때에 약한 진동을 병용시킨다. 고온의 glass bag에서도 역압미진동형식이 실용화되었으며 다실형식이고 1실씩 떨어내는(탈리) 방식이다.

더스트층에 주는 떨어내기가 저에너지의 방식이다. 여과조건에 따라 찢 천을 사용할 때와 felt를 사용할 때가 있다. 개발초기에는 찢 천이 많이 사용되었는데 이윽고는 needlefelt를 주로 사용하게 되었다. 이유 중의 하나는 여과속도를 빨리 하는데 있었다. 이 방식에 사용되는 needlefelt는 극히 특수한 경우를 제외하고 무게 280~350g/m<sup>2</sup>, 두께 1.0~1.3mm의 가볍고도 통기성이 높은 품종이다. 두껍고도 무게가 무거운 Felt는 떨어내기 성능이 나쁘고 눈막힘을 일으키기 쉬우므로 압력손실상승의 원인이 될 때가 많다. 또 여과천의 붕괴 및 장차상 중요한 것은 여과천에 되도록 큰 장력을 걸어서 여과 중의 여과천의 치수신장을 방지하는 것이다. 장차시보다 2% 안팎으로 신장하면 더스트 떨어내기 성능이 나빠지므로 여과천원단의 제작시는 물론 신장방지의 설계제작조건의 설정에 배려해야 한다.

2.2.3.4. Pulse Jet 떨어내기 방식

Retainer가 있는 원통 bag의 외면(내향)여과에 의한 퇴적분진에 대해서 bag 내면 상부에서 순간적(0.1초 정도)인 pulse jet기류를 주어 그 충격력과 유지되는 역기류에 의해서 떨어내는 형식인데 청정기류가 bag내부 윗쪽으로 배출되는 것과 아래쪽 밑으로부터 배출되는 것이 있다.

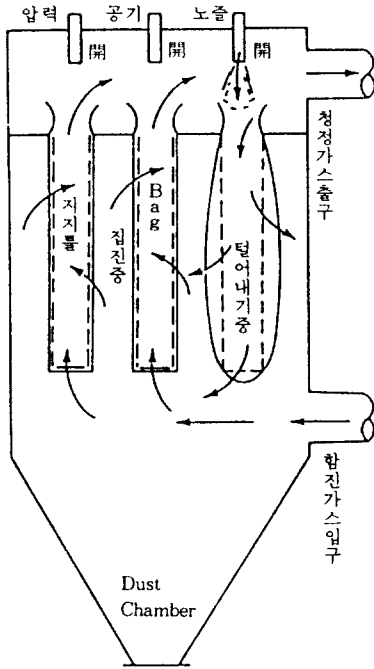


Fig. 9. Pulse Jet 털어내기 방식의 Bag Filter.

더스트층을 털어내는 강도가 가장 높은 방식이며 bag 내부에 retainer를 장착하고 외면 여과를 행하는 것이 대표적인 것이다. 이 방식은 털어내는 힘이 강하고 여과재내부에 남은 부차잔류 더스트도 비교적 적으며 여과천은 felt이고, 양모압축 felt가 적용되는 것도 이 방식이다. Needlefelt는 무게가 600g/m<sup>2</sup> 이상의 두꺼운 품종이 표준이다. 다만 아스팔트 플랜트 용에 사용될 때는 450~500g/m<sup>2</sup>의 내열나일론이다. 이것은 여과천이 비싸고 배출기준이 비교적 엄하지 않은 특별한 예일 것이다. 무게가 가벼운 felt의 경우에는 앞서 말한듯이 더스트를 털어내는 힘이 강하므로 털어낸 후에 더스트가 재비산되어 배출될 때가 있다.

Pulse jet air에 의해 여과천이 순간적으로 변형하여 큰 응력이 작용하므로 항장력이 강한 felt가 바람직하다. 통기도는 10~20cc/cm<sup>2</sup>/sec의 범위가 적당하며 felt의 걸보기밀도는 높은 편이 바람직하며 0.35~0.45g/cm<sup>3</sup> 정도를 선택의 기준으로 해야한다.

한편 이 방식의 여과천에서는 retainer와의 마찰에 의한 부분손상이 비교적 많으므로 felt의 표면마모강도에 유의해야 한다. 봉제면에서는 retainer 방법에

대해서 어느 정도 엄하게 되도록 정확한 규격치수로 패매는 것이 여과천의 수명을 연장하는데 중요하다.

2.2.3.5. Reverse Jet 털어내기 방식

이 더스트 털어내기 방식에 사용되는 여과천은 Felt로 한정된다. 털어내기 성능이 우수하므로 미세 더스트의 집진용으로 두껍고 고밀도의 양모압축 felt가 사용되는 예가 많았는데 최근에는 합성섬유의 내마모성을 살린 고밀도의 needlefelt로 사용하게 되었다. 즉 여과천에 요구되는 성능으로서는 특히 세공경이 작고 평균되게 분포하고 있는 것, 제트링과의 내마모성이 우수하다는 것, 강성이 풍부하다는 것, 제트링의 상하운동이 반복되어도 여과천이 변형하지 않는 것, 또 잔털이 적게 일어나는 것 등을 들 수 있다.

Needlefelt의 경우에는 적당한 수지가공도 잔털이서는 것을 방지하고 섬유의 서로의 얽힘을 강고하게 하므로 품질개선방법의 하나이다. 양모압축 felt도 needlefelt와 같이 적용범위는 600~800g/m<sup>2</sup>이다.

외향여과의 원통 bag의 겉쪽에 여과천면이 닿게 중공 slit붙이 ring을 고정시켜 ring에 낸 내향 slit nozzle로부터의 분류에 의해 내면에 퇴적된 dust 층을 볼 수 있고 bag을 1열씩 차례로 털어나가므로 반드시 다실구조는 필요가 없다.

이 털어내기방법은 강력하고 flet여과천에 유효하므로 이 형식의 개발과 더불어 felt bag이 보급되기 시작했다. Felt여과천은 미시적인 견지에서 전면이 여과에 유효하게 사용하므로 걸보기 여과속도는 잔천에 비해서 2~3배 크게 취할 수 있는 특징이 있다. Fig. 10은 reverse jet 털어내기 방식의 원리도이며 ring은 수개를 인접된 틀에 맞추어 guide를 따라 고정시키므로 구조적으로 복잡하게 된다. 원통형 bag의 직경은 보통의 것보다 크며 450mm 전후이다. 전향과 같이 국부적인 털어내기가 집진조작 중에 가능하므로 다실구조가 필요없다.

2.2.3.6. 컴파아트먼트 Pulse 털어내기 방식

플리이넘 pulse라고도 하며 1실마다 털어서 출구측으로 pulse기류를 집어넣어 그 충격에 의해 털어내는 방식인데 일반적으로 아직 보급되어 있지 않다. 그 개략도는 Fig. 11에 나타내었다. 이 방식은 적어도 출구측을 다실구조로 해야 하고, retainer가 있는 외면(내향) 여과를 해야한다.

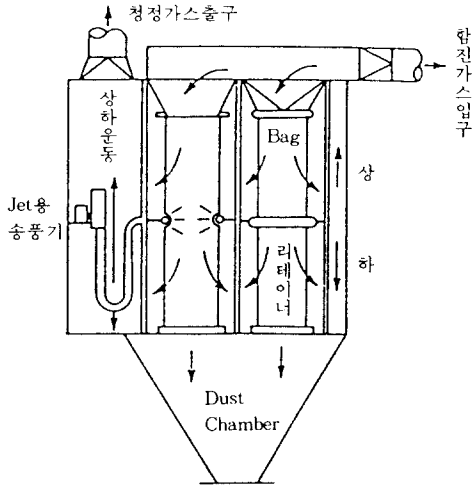


Fig. 10. Reverse Jet 탈어내기 방식의 Bag Filter.

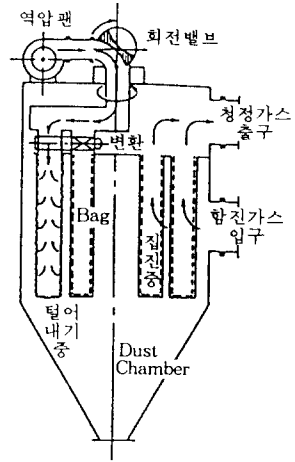


Fig. 12. 진동역압 탈어내기 방식의 Bag Filter.

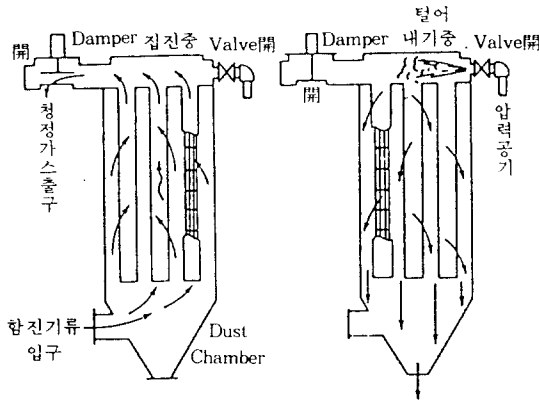


Fig. 11: 컴파아트먼트 Pulse 탈어내기 방식의 Bag Filter.

2. 2. 3. 7. 맥동역압 탈어내기 방식

앞에서 기술한 바와 같이 역압에 맥동을 거는 것으로 연속적인 Pulse기류방식이라고도 할 수 있다. 강력한 탈어내기 작용을 갖고 있는데 기계적으로 맥동을 주는 기구(개폐밸브 등)가 필요하다. 탈어내기가 강력하며 국부적인 탈어내기는 다실구조로 할 필요가 없다. Fig. 12는 그 일 예이다.

3. 여과집진막의 응용분야

3. 1. 석탄보일러에 대한 여과집진기술

석탄연소보일러의 분진량은 석유화력에 비해 크며 분진에 기인되는 여러 가지 문제점이 있다. 배연처리

계통에 집진기를 채택하는 경우에 다음과 같은 점에 특히 유의할 필요가 있다.

1. 배출허용 분진량
2. 분진의 특성(입경, 성분, 전기저항치 등)
3. System 구성(사용온도, 관련기기 영향)
4. 신뢰성, 운전보수성
5. 경제성(건설비, 운전비)

집진기술의 분류를 Table 2에 나타내었다. 이 가운데서 여과식 집진방식으로는 bag filter, granular bed filter, 다공질 filter 등이 있으며 bag filter는 그 재질에 따라 유기성섬유, 무기성섬유, ceramic 섬유, 금속섬유제 등으로 구분된다.

Table 3에 여과식 집진기술의 적용예와 Table 4에 여과식 집진기술을 적용한 경우의 배연처리 system의 예를 나타내었다. 여과식 집진기술은 사용온도에 따라 저온용과 고온용의 두 가지로 크게 구분된다.

3. 1. 1. 저온배기가스용 여과식 집진기술

100~150°C의 저온배기가스용으로는 일반적으로 섬유, 무기성섬유여포에 의한 bag house가 쓰이며 기적으로도 거의 확립되었다고 할 수 있다. 그 특징으로서,

첫째, 분진 성상의 영향을 받지 않고 집진이 가능하다.

둘째, 고성능 집진이 가능하다.

셋째, 미소입자의 포집효율이 비교적 높다. 등이며 문제점으로는,



Table 2. 집진기술의 분류

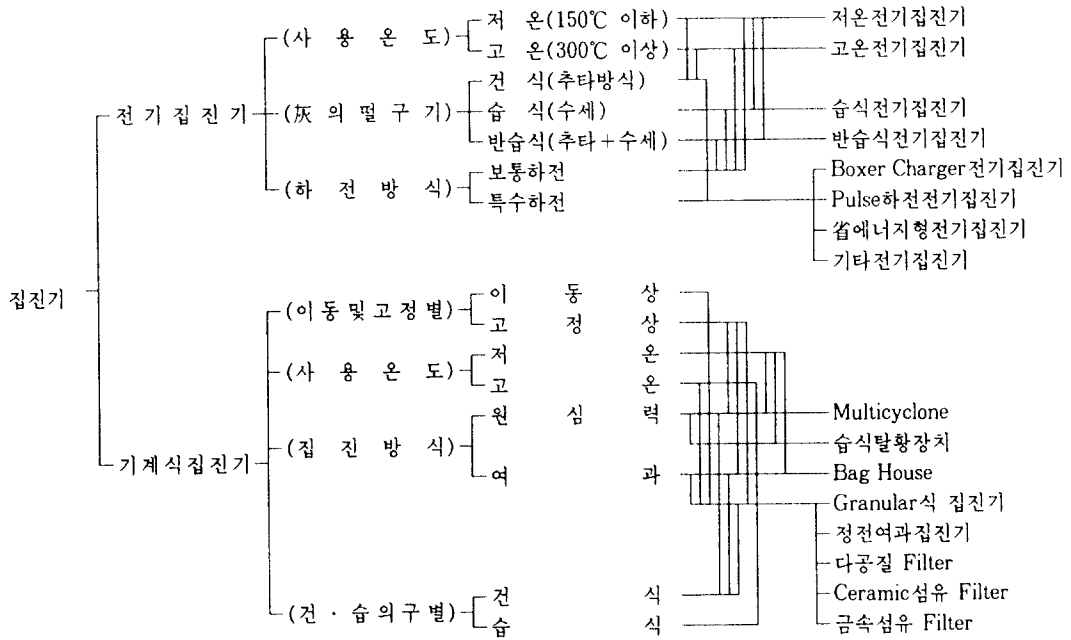


Table 3. 여과식 집진기의 적용예

연소방법	여과식집진방식	여과재질	사용온도(°C)
[1] 微粉炭焚 Boiler	Bag House 靜電Bag House	Glass섬유계 Polyamide계 Polyacryl계 四弗化에틸렌막	100~ 500
[2] 流動床 Boiler (1) 常壓流動床 (2) 加壓流動床	상 동 Granular Bed Filter 정전여과집진기 다공질Filter Ceramic섬유 Filter 금속섬유Filter	상 동 규 사 Ceramic 탄화규소, Alumina Silica, β 코지라이트 SUS等	상 동 400~ 800 400~1,000 ~400
[3] 석탄가스화	加壓流動床과 같음	加壓流動床과 같음	300~ 500

첫째, 압력손실이 많다.

둘째, 여포의 정기적인 교환이 필요하다.

셋째, 파손여포의 검출이 곤란하다.

넷째, 기동·정지시의 처치가 필요(기동적인 pre-coating, 산노점 방지대책) 등을 들 수 있다.

또한 형식적으로는 포집한 분진을 털어내는 방식에는 reverse jet, pulse shaking 방식이 있으며 여포재질로서는 glass fiber계, polyamide계, polyacryl계 등이 있다.

미국이나 호주에서는 분진배출 규제의 강화나 전유 황탄으로의 연료전환에 의해 지금까지의 저온전기식 집진기로는 집진성능의 유지가 곤란한 경우가 생겨 분진 성상의 영향을 받지 않고 고효율 집진이 가능한 bag house의 실적이 증가일로에 있다.

이에 대하여 일반적으로 일본에서는 이런 문제점들에 대해서 고온전기식 집진기 또는 습식탈황장치로서 대처해 왔다. Bag house에 대해서는 아직 실용화되어 있지 않으나 시험장치용으로서의 실적은 늘어나고 있으며 bag house의 형식으로는 reverse cleaning방식을 여포재질로는 표면처리된 glass섬유를 채택하는 일이 많다.

분진의 특성으로는 건식탈황장치의 경우 황성탄이 주성분으로 입경은 비교적 크다. 또한 유동상 boiler의 경우는 칼슘성분이 많은 분진으로 된다. 특히 유동상 boiler에서는 로내 탈황제로서 석회석을 사용하기 때문에 분진중의 칼슘 성분이 많아지며 전기저항치를 높이고, 전기식 집진기에서는 안정적인 성능유지가 곤란한 경우가 있으며 분진의 성상에 영향을 받

Table 4. 여과식 집진기 적용의 배연처리 System예

구 분	System Flow Sheet	System의 실용가능성
[1] 微粉炭焚 Boiler	DeNOx : 건식탈질 AH: 空氣予熱器 GGH: 가스-가스熱交換機 MC: Multicyclone EP: 전기집진기 FBC: 流動床 Boiler AC: 活性炭 GT: 가스터빈 G: 發電機	
(1) 通常 System		기 존
(2) 高性能 집진 System		기 존
(3) 건식탈황 System		1990
[2] 流動床 Boiler		
(1) 常壓流動床 System		1990년대 초기
		1990년대 초기
(2) 加壓流動床 System		1990년대 중기
		1990년대 후기
(3) 석탄가스화		2000년대

지 않는 bag house가 일반적으로 채택되고 있다.

앞으로 유동상 boiler의 보급과 더불어 bag house의 실적도 증가해 갈 것으로 생각된다. 또한 최근의 bag filter에 관한 연구개발로는 정전 bag filter와 신소재 여포인 사불화에틸렌 여과막을 들 수가 있다. 정전 bag filter는 전단에서 입자를 하전시켜 그 하전 입자를 bag filter로 포집하는 것으로 bag filter의 결점인 압력손실의 감소를 도모하려는 것이다. 한편, 사불화에틸렌 여과막은 bag filter의 표면에 여과막을 laminate하여 표면여과기능을 가지게 한 것이며 분진의 일차 부착층을 필요로 하지 않는다. 따라서 precoating할 필요가 없으며 또 낮은 압력손실, 효과적인 털어내기 운전이 가능하다는 것이 특징이다.

현재 bag house의 가장 큰 문제점은 설비점유면적, 압력손실, 여포수명이며, 앞으로의 개발이나 검증이 바람직하다고 본다.

### 3. 1. 2. 고온배기가스용 여과식 집진기술

고온에서의 집진기에 대해서는 종래부터 cyclone이 사용되고 있는데 현재는 보다 고도의 집진기가 필

요하게 되었다. 특히 석탄가스와 복합발전 또는 가압 유동상 복합발전방식은 boiler의 배기가스에 의해 gas turbine발전을 하여 발전효율의 향상을 도모하려는 것으로 turbine blade의 보호로부터 고온가스의 clean up(탈황·탈질)가 큰 개발과제가 되었다.

석탄가스화의 경우 300~500℃, 가압유동상의 경우 400℃ 또는 800℃라고 하는 고온에서의 고성능집진이 필요하며 현재 여러 종류의 고성능여과식 집진기가 연구개발 중이다. Table 3에 적용예를 나타내었다. 주된 것으로는 granular bed filter, 다공질 filter, 정전여과집진기, ceramic섬유 또는 금속섬유 bag filter 등이 있다. 다음은 방법의 원리와 특징을 나타낸 것이다.

#### 3. 1. 2. 1. Granular Bed Filter

원리적으로는 규사 등의 입자상 여과재를 쓴 이동층진층에 의한 여과식 집진방식이며 여과재인 규사는 어떤 속도로 여과층을 이동하여 포집된 분진과 함께 系外로 배출되어 분진을 분리한 후 재이용된다.

집진효율은 여과재의 입경, 이동속도 및 여과층의

두께에 따라 결정된다. 일반적으로 다공질 filter에 비해 집진효율은 뒤떨어지나 압력손실은 작다. 또한 점착성이 강한 분진의 경우 압력손실의 상승이나 여과재의 분리가 문제이다.

3. 1. 2. 2. 다공질 Filter

소결시킨 ceramic을 통상 또는 원통상으로 가공한, ceramic filter를 쓰는 방식이며 일반적으로 털어내기(탈리)는 pulse방식이다. 집진성능은 대단히 우수하나 압력손실이 크고 분진의 털어내기 효과나 filter의 수명이 아직 과제로 남아있다.

3. 1. 2. 3. 점전여과집진기

원리적으로는 정전 bag filter와 동일하며 전단에서 입자를 하전한 후 granular bed filter로 포집하는 것으로 집진효율의 향상, 압력손실의 감소를 도모하려는 것이다.

3. 2. 도시쓰레기 연소배기가스에 대한 여과식 집진기 적용

여과식 집진기는 bag filter로 일반 산업계에서 널리 사용되고 있지만 도시쓰레기 소각로에 대해서는 소각로내 또는 집진기 청소기의 환기용 공기집진기로서 사용되는 정도였다. 한편, 근래에 들어서 배출규제대상 유해가스의 다양화, 배출규제의 강화로 각 규제대상물질에 대하여 개별적인 처리장치가 설치되어 있지만 하나의 처리장치에 많은 기능을 갖추도록 하여 종합적인 배기가스를 처리할 수 있으면 보다 더 효과적이다.

이와 같은 견지에서 도시쓰레기 소각로의 집진기를 생각하는 경우 여과식 집진기는 종합적인 배기가스의 처리를 위하여 크게 유효한 장치라고 말할 수 있다. 그 이유는 여과식 집진기가 오로지 집진기로서만이 아니라 집진기 구상 기체와 고체를 아주 효율이 높게 접촉시킬 수 있으므로 기체와 고체의 반응기로서도 유효하다는 점에 기초를 두고 있다.

즉, 여과식 집진기는 말 그대로 그 제거기구로서 가스를 dust층에 의해 여과하여 제거시키는 system인데 이 dust층에 유해물질의 흡수제거제를 혼입하여 유지시킴으로써 효율을 높게 하여 배기가스와 접촉시켜주어 고체-기체 반응을 일으켜 유해물질의 흡수제거를 할 수가 있기 때문이다.

이미 이 점에 착안하여 여과식 집진기를 적용함으

로써 집진기능만이 아니라 염화수소제거(탈염), 유황산화물제거(탈황), 더욱이 질소산화물제거(탈질) 기능을 하나의 process에서 행할 수 있는 system이 완성되어 있으며 실제 plant도 가동하고 있다. 또한 새로운 도시쓰레기 소각 plant의 건설에 있어서도 전기 집진기 대신에 여과식 집진기의 채택이 여러 가지 방면에서 검토되고 있다.

3. 2. 1. 여과식 집진기의 도시쓰레기 소각로에서의 적용상 유의할 점

여과식 집진기의 도시쓰레기 소각로에서의 적용에 있어서 그 배기가스의 성상으로부터 다음과 같은 점에 주의할 필요가 있다.

3. 2. 1. 1. 배기가스의 온도 및 배기가스의 성상과 여포의 재질

도시쓰레기 소각로에 있어서 소각로에서 배출된 가스는 수분사식 가스냉각장치 또는 폐열 Boiler에 의해 200~300℃의 온도에서 배기가스 처리시설비로 도입된다.

따라서 여포재질의 내열온도는 보통 200℃ 이상이 필요하며 일반산업용에 널리 사용되고 있는 천연계 섬유나 합성섬유에서는 이 온도 이상으로 사용할 수 없다. 또한 도시쓰레기 소각배기가스 중에는 그 연료가 쓰레기 등의 잡다한 것인 관계로 염화수소, 유황산화물 등의 부식성 가스가 포함되어 있다. 특히 유황산화물에 대해서는 배기가스 중에 100 $\mu$ m 전후의 농도를 함유하고 있으므로 황산로점에 의한 부식에 대해서는 충분한 주의를 할 필요가 있다.

도시쓰레기 소각배기가스의 황산로점 온도는 130~150℃정도이며 천연계 섬유나 합성섬유가 사용될 수 있는 온도까지 처리가스의 온도를 낮출 경우에는 황산로점에 대한 부식성을 만족시킬 필요성이 있다.

이와 같은 점에서 현재 상태로는 여포의 재질에서 250~280℃의 내열성이 있는 유리섬유계의 여포재질이 가장 적절하다고 생각된다.

3. 2. 1. 2. Dust의 통기성

여과식 집진기는 여과포 위에 서서히 dust층이 형성됨에 따라 압력손실이 상승한다. 이 때문에 일정한 간격마다 dust를 털어내서 제거시키고 압력손실을 일정한 값 이하로 유지되도록 제어한다. 이 털어내기의 빈도는 일반적으로 여포의 수명에 관계되며 가능한 한 적은 편이 여포에 대해서 좋다고 본다. 따라서, 포

집으로 형성된 dust층은 통기성이 좋고 압력손실의 상승이 느리며 빈번하게 털어내기를 하지 않는 편이 바람직하다.

한편 도시쓰레기 소각배기가스 중의 dust는 비교적 점착성이 있으며 압축밀폐되어 단시간에 압력손실의 상승을 초래할 염려가 있다. 이 때문에 dust층의 통기성을 좋게 하기 위하여 보조적으로 통기성이 풍부한 분체를 배기가스 중에 공급하는 등 압력손실의 상승을 방지함이 바람직하다.

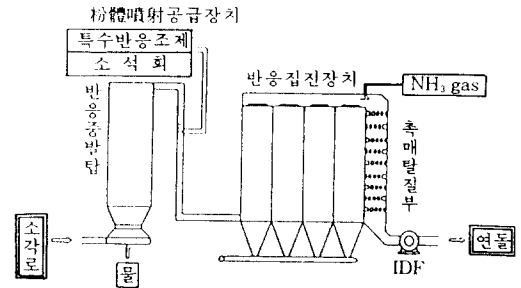


Fig. 13. Process의 Flow Sheet.

3. 2. 1. 3. Dust의 흡습성에 대한 배려

도시쓰레기 소각배기가스의 dust성상은 흡습하기 쉽고 냉각되어지면 습기를 빨아들여 고착되기 쉽다. 더욱이 배기가스 중의 염화수소[HCl]를 제거하기 위한 가스 중에 중화제로서 소석회[Ca(OH<sub>2</sub>)]를 공급하는 일이 허다하나 그때 반응물로서 생성되는 염화칼슘[CaCl<sub>2</sub>]도 대단히 흡습성이 높은 물질이다.

한편 여포재는 일단 습하게 되면 눈막힘을 일으켜 이 경우 거의 재생시키는 일이 불가능하다. 따라서 집진기의 내부가 저온으로 되므로 소각로의 가동이 중지되거나 멈출 때를 고려하여 가열장치(heating system)를 설치 가온함과 동시에 장치 내의 dust를 털 수 있으면 남기지 않는 구조로 함으로써 절대로 흡습현상이 발생되지 않도록 하는 것이 필요하다.

3. 2. 2. 여과식 집진기를 사용한 배기가스처리 System

여과식 집진기를 사용한 종합적인 배기가스처리 system이 개발되어 이미 실제 plant에서 가동 중이다. 다음은 그 배기가스처리 system에 대한 장치의 개요를 소개한다.

3. 2. 2. 1. 처리 Process

Fig. 13에 나타난 장치와 같이 반응중발탐, 분체분사장치 및 여과식 집진기를 사용한 반응집진장치의 3가지 장치로 구성되어 있으며 그외 염화수소, 유황산화물의 흡수약품으로서 소석회, 뒤에 언급할 특수한 반응조제 등의 약품류를 저장할 공급설비가 뒤따른다.

도시쓰레기 소각배기가스는 우선 반응중발탐으로 도입시켜 반응집진장치에 딸린 여포를 온도에 의한 손상으로부터 보호하기 위해 소정의 온도까지 냉각시킨다. 배기가스의 냉각은 물 또는 입구의 염화수소 농도가 높을 경우에는 소석회 slurry를 분무시킨다.

반응중발탐에서 소정의 온도까지 냉각시킨 배기가스 중에는 분체분사장치에서 분체상의 소석회와 특수한 반응조제가 고속으로 분사된다. 이 약품들은 다음의 반응집진장치에서 염화수소, 유황산화물의 제거와 통기성을 좋게하고 양호한 집진을 하기 위한 것이다.

소석회와 특수한 반응조제를 공급받은 배기가스는 반응집진장치 내로 도입된다. 반응집진장치에는 여과식 집진기가 사용되고 있으며 질소산화물의 배출규제가 엄격한 경우에는 촉매탈질장치도 곁들일 수 있는 구조로 되어 있다.

반응집진장치에 도입된 배기가스는 효율이 좋도록 분진, 염화수소, 유황산화물, 더욱이 탈질장치가 설치된 경우에는 질소산화물까지도 제거시키며 유해물질로 규제받고 있는 물질들까지도 거의 청정화된 상태로 대기 중으로 방출시킨다. 이 system은 반응집진장치로서 여과식 집진기를 사용하고 있으나 종래의 집진기능만을 지니고 있었고 여과식 집진기에 대해서 새로운 탈염, 탈질, 탈황기능을 추가함으로써 하나의 장치로 네 가지의 기능을 갖게 되는 종합적인 배기가스 처리장치로 되어 있다.

3. 2. 2. 2. 특수한 반응조제

이 System의 하나의 특징은 처리약품으로서 산성 가스의 중화용 제거제 이외에 특수한 반응조제라고 일컫는 약품을 사용하는 것을 들 수가 있겠다. 특수한 반응조제의 목적은 압력손실의 상승이나 여포의 눈막힘을 일으키기 쉬운 흡습성이 많은 도시쓰레기 소각배기가스 중의 dust의 성상을 여과식 집진기에 적합한 성상으로 개선시키는 데에 있다.

따라서 이 반응조제는 system의 중요한 point의 한가지이며 ① 용적밀도가 작고 양호한 통기성을 지닐 것, ② 흡습현상을 일으키지 않을 것, ③ 여포상

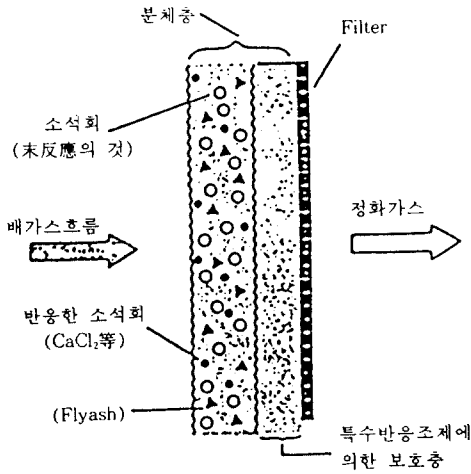


Fig. 14. 탈염·탈황·집진기구도.

에 잘 부착되어 유지될 것 등이다.

한편 털어내기 할 때는 잘 떨어지는 것 등의 점을 고려하여 선정되어야 한다.

3. 2. 2. 3. 반응집진장치의 탈염·탈황 및 집진기구

반응집진장치에서의 탈염, 탈황, 집진의 개념을 Fig. 14에 나타내었다. 배기가스 중에는 분진 성분으로서 도시쓰레기의 소각으로 발생되는 비산재 이외에 이 system에 공급되어진 소석회와 특수한 반응조제가 포함된다.

이런 성분들을 함유한 배기가스가 여포면을 통과할 때 집진되어지고 여포의 표면상에는 이런 성분들로 형성되어진 고형물층이 생기게 된다. 이 분체층을 배기가스가 통과할 때 분체층 중에 함유된 소석회와 가스 중에 유해가스 성분인 염화수소, 유황산화물들이 상당히 효율이 좋도록 접촉한다. 이 system은 집진기에 전기집진기를 사용한 통상의 건식 유해가스처리장치에 비해서 대단히 높은 효율로서 염화수소, 유황산화물의 제거가 가능하도록 되어 있으며 그 차이는 접촉효율의 차이에 의한 것이라고 생각된다.

즉 전기집진기를 사용한 system에서는 배기가스가 흐르는 중에만 공급되어진 소석회와 산성가스의 반응이 일어나지 않는 것에 반해 여과식 집진기를 사용한 이 system에서는 분체층을 통과할 때 소석회와 산성가스가 상대적적인 속도를 지닌 채 효율이 좋게 접촉할 수 있다.

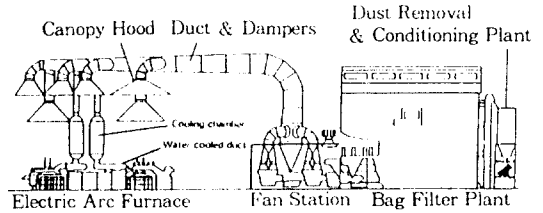


Fig. 15. 집진장치 계통도.

3. 3. 제강공장 전기로용 여과집진장치

제강공장 전기로의 먼지 배출허용기준은 제1단계 (1994년 12월 31일까지) 30mg/Sm<sup>2</sup> 이하, 2단계 (1995년 1월 1일~1998년 12월 31일) 20mg/Sm<sup>3</sup> 이하, 3단계(1999년 1월 1일 이후) 10mg/Sm<sup>3</sup> 이하로 규정되어 있으며 1999년 1월 1일 이후에는 선진국 수준이 될 것이다. 따라서 국내 대부분의 철강회사들은 이제 환경문제를 경영과 분리할 수 없는 중요한 과제로 인식하고 있으며 이러한 상황에서 정부의 정책에 적극 호응하고 환경문제를 적극 해결함으로써 소비자에 대한 기업의 역할을 다하고자 사내에 환경문제 전담부서를 두고 장기적인 환경대책을 수립하여 시행하는 등 환경문제에 많은 노력을 기울이고 있다.

제강공장 전기로용 집진장치기는 다음과 같이 THE 45C'S로 분류된다.

1. 비산분진 발생량 억제(containment)
2. 함진가스 성상조절(conditioning)
3. 함진가스의 이송(conveying)
4. 함진가스의 집진(collecting)

Fig. 15는 전기로 집진장치의 일반적인 계통도를 나타낸 것이다.

여기에서는 4가지의 집진장치기 중 여과집진장치와 직접적 관련이 있는 함진가스의 집진에 대하여 살펴 보았다.

제강전기로용 집진기는 여과집진기, 전기집진기 및 정전식 여과집진기로 구분한다.

전기집진기의 경우 일반적으로 함진가스의 전기저항치 변화가 심하여 적용이 매우 어렵다. Fig. 16은 전기로에서 발생하는 함진가스의 일반적인 전기저항치이다.

정전식 여과집진기 Fig. 17은 10여 년 전부터 각국에서 개발에 많은 투자를 하고 있는 집진기이다. 전기로에서 발생하는 분진은 입경이 미세하여 응집성이 매우 작은 특성을 지니고 있다. 이러한 특성으로 인

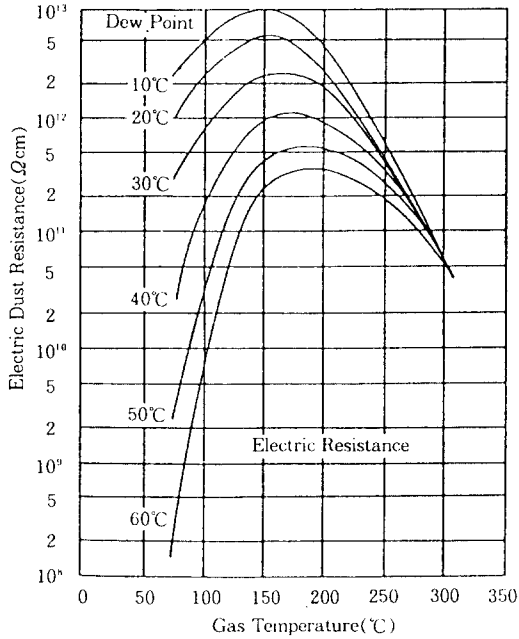


Fig. 16. 전기로에서 발생되는 함진가스.

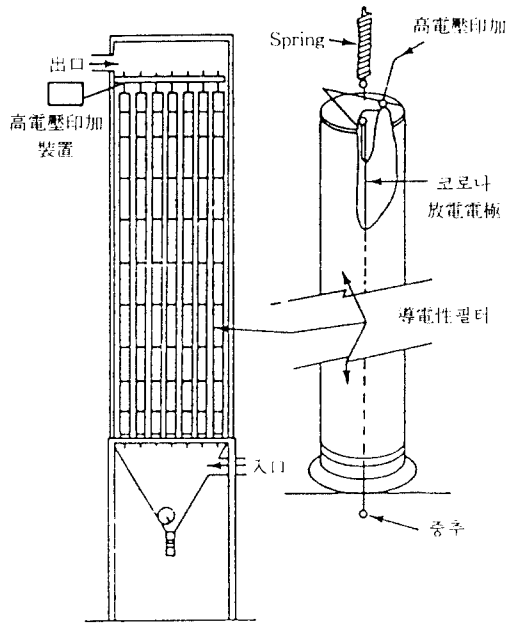


Fig. 17. 정전식 여과장치.

하여 고효율의 여과포를 사용한다 할지라도 극히 미세한 분진의 일부는 여과포를 통과하여 대기 중에 방출된다.

이러한 문제점 해결을 위하여 개발된 정전식 여과 집진기는 미세분진을 1차 응집시켜 입자경을 크게하여 집진하므로 집진효율을 증대시킬 수 있다. 정전응집방식은 집진효율을 증대시켜줄 뿐만 아니라 여과포의 압력손실을 일정하게 유지시킴으로써 동력소모를 줄이고 여과면적을 감소시켜 줄 수 있다. 따라서 운전비용을 절감시켜 줄 수 있는 장점이 있다.

그러나 이러한 장점에도 불구하고 설비비용이 고가이고 고전압 전기를 사용함으로써 인한 위험성을 포함한 기술적인 문제점 등이 아직은 완벽하게 해결되지 않고 있는 실정이라서 현재 소용량 집진장치에서는 실용화되어 있으나 대용량 집진장치에서는 아직 실험 단계에 있다.

여과집진기는 전기로용 집진기로서 가장 실용화되어 있다. 여과집진기는 탈진방식에 따라 진동식, reverse air방식, pulse air방식으로 구분된다. 일반적으로 전기로 집진장치의 경우 직인 및 건욕겸용집진방식을 사용하며 이러한 경우 대용량 집진에 적합한 reverse air방식의 여과집진기가 사용된다. 직인집막 단독으로 하는 경우에는 pulse air방식이 많이 사용되고 있다.

Reverse air방식의 경우에는 여과포로서 직포(woven cloth)를 사용하며 부직포(felt)를 사용하는 pulse air방식의 여과집진기와 비교하여 일반적으로 집진효율이 낮은 단점이 있다. Reverse air방식에 부직포(felt)를 사용하는 경우도 간혹 있으나 reverse cleaning시 여과포의 굴곡각이 커지므로 인하여 기공이 확대되고 미세분진의 일부가 여과포를 통과하여 대기중으로 방출되고 여과포의 수명이 단축되는 단점이 있다.

제강전기로의 배출허용기준이 점차 강화됨에 따라 국내 일부 방지시설업체들이 고효율 대용량의 pulse air방식의 여과집진기 개발에 성공하고 있다. 종전까지는 pulse air방식의 여과집진기 경우 여과포 개당 여과면적이 최고 1.5m<sup>2</sup>로 reverse air방식 9.17m<sup>2</sup>과 비교하여 극히 작으므로 초기 투자비가 많이 들고, 여과포 교체 및 집진기 운전, 보수비용 과다 등의 문제로 대용량 집진에서의 pulse air방식 적용이 비경제적인 것으로 판단되어 왔으나, 최근 pulse air방식의 여과집진기의 여과포 길이를 최대 7m까지로 하여 여과포 개당 여과면적을 최대 3.3m<sup>2</sup>까지 늘려줌으로써 보다 경제적인 집진기 개발이 성공하고 있다.

이러한 집진기의 기본원리는 미세분진 집진에 있어

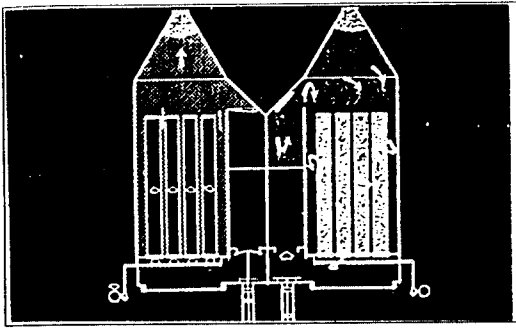


Fig. 18. 집진기 내부의 가스 흐름도.

서의 최대문제인 탈진된 분진의 재비산을 효과적으로 해결하는데 있다. 가이드 베인을 사용하여 집진기 내부의 함진가스 공기흐름방향을 하향으로 조절하여 주고, 탈진시의 가스흐름을 멈추어 탈진된 미세분진이 호퍼로 침강할 수 있도록 조절하며 Fig. 18, 여과포의 차압을 감지하여 pulse air량 및 pulse 횟수를 자동조절하여 주는 집진기 등이 꾸준히 개발되고 있다.

#### 4. 결 론

현재 각종 집진방식 중에서 여과집진방식이 가장 많이 보급되었다. 여과집진시설의 설치대수는 1970년부터 1985년까지 15년 동안 놀랍게도 10만대를 증가하여 분진농도를 저감시켜 대기오염의 대책에 크나큰 역할을 해왔다.

최근에 여과집진기의 개발이 급진보하고 있으며 이러한 배경 속에 여과집진기가 새로운 용도로 적용할 수 있게 되었다. 실제로 여과집진시설의 설치대수는 1985, 1986년의 2년 동안 무려 26,456기에 달했다.

이와 같이 여과집진방식의 적용범위가 넓어지게 된 원인은 중소규모의 분진발생원으로 좁혀서 보는 견해가 불식되고 화력발전소의 석탄 보일러와 같은 대규모의 분진발생시설에도 도입 가능하도록 온도조건이 개선된 때문이라고 생각된다. 그리고 여과집진방식의 보급으로 인해 적절한 운전, 에너지 절약화가 도모되었으며, 항상 시설의 성능을 최적으로 유지하기 위한 중요성 및 필요성도 더욱 더 높아지고 있다.

최근에는 연소과정에서 발생하는 매연의 제거뿐만 아니라 염화수소[HCl], 불화수소[HF], Dioxin 등의 유해화학물질 제거기능도 여과집진방식에 요구되고 있는 형편이다.

이같은 다목적적인 요청에 부응하여 새로운 여포재질을 개발하고 요소집진기, Spray, 약제분무라고 하는 주변기를 여과집진방식에 도입함으로써 전체적인 System기로서의 기능면을 나타내고 있다. 이러한 경향은 여과집진방식이 대기오염방지, 미립자처리라는 영역에 그치지 않고 새로운 산업 용도로 개발되고 있음을 시사하는 것이다.

앞으로 반도체공업, 생명공학 등의 high-tech영역의 특정한 공간, 좁은 공간 등에서 요구되는 청정공기(clean air)제조에도 크게 기여하리라 기대된다.