

# Clean Star

## 상부 인입식 봉투형 집진기

(TOP INLET-ENVELOPE TYPE BAG FILTER)

정재훈 | (주) K·E·M 대표이사

### 목 차

1. 봉투형 집진기 개발목적
  - 1.1 서론
2. 봉투형 집진기의 일반적 구조 및 원리
  - 2.1 봉투형 집진기의 구조
  - 2.2 집진장치의 원리 및 탈진방법
3. 집진기 성능 및 실험결과
  - 3.1 실험방법 및 실험결과
4. 결론

### 1. Clean Star(봉투형 집진기) 개발 목적

#### 1.1 서론

Bag Filter는 분진처리를 목적으로 하는 각종 집진기 중에서 최고의 성능을 지닌 집진장치이다.

그러나 250℃ 이상의 高温Gas 또는 부식성 Gas에 대해서는 사용이 용이하진 않지만, Filter Material의 개발, 분진탈락방법(De-dusting System)의 개선에 따라 앞으로 이러한 결점들도 차차 해소되고 있는 실정이다.

Bag Filter는 다른 집진기와 달리 여과속도(Filtration Velocity)가 느려 1~2m/min이다. 이 때문에 여과면적(Filtering Area)이 크지만, 여과포(Filter)를 원통형(Tube) 또는 봉투형(Envelope)으로 봉제하여 多數의 Filter를 근접시켜 배열함으로써 설치면적을 작게 할 수 있다.

종전엔 Boiler, Kiln, 소각로 등의 高温 Gas처리에는 전기

집진기가 사용되는 것이 보통이지만, 전기집진기의 오존발생 방전극 및 집진판(collecting cell)이 분진으로 코팅되어 성능저하 등의 이유로 최근 대부분의 Cement Kiln, 소각로, 저유황 석탄Boiler 배기 Gas 집진용으로써 전기집진기를 대신하여 Bag Filter가 사용되는 예가 증가하고 있다.

따라서 본 사업이 추진코자하는 상부인입형 봉투형집진기는 다양한 분진 발생원에서 공간 창조적이고 고효율적이며, filter bag의 교환등 정비가 용이하고 저렴한 운영비가 소요되는 집진기를 개발하는데 있다.

## 2. Clean Star(봉투형 집진기)의 구조 및 원리

### 2.1 봉투형 집진기의 일반적 구조

#### 2.1.1 top inlet chamber

집진기 상부에 설치되어 각 실별로 유입되는 유량을 분산시키며 filter층으로 유입되는 공기량을 골고루 분배하여 특정 부위의 filter에 부하 및 damage를 줄여주는데 있다.

#### 2.1.2 filtering & de-dusting chamber

집진이 일어나는 여과실로서 다실 구조이며 여과가 일어나는 여과실 및 흡입기류가 차단되어 탈진이 일어나는 탈진실로 구분하여 순차적으로 여과와 탈진이 진행되면서 기류가 차단된 상태에서 역세공기가 압력차에 의해 유입된 상태에서 의해의 탈진이 일어나므로 탈진의 효율이 우수하여 장기적으로 filter의 부하를 일정하게 낮춰줄 수 있다.

#### 2.1.3 pulse jet system & reverse air inlet system

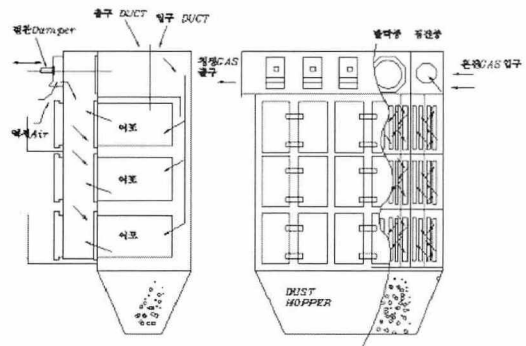
filter에 부착된 dust를 털어주는 pulse jet valve가 상부 측면에 부착 되어 있고 탈진을 진행하지 않는 여과실에서는 기류차단 damper가 닫히고 역세공기 유입 damper가 열려 탈진실의 압력평형을 유도한 후 pulse jet 방식으로 탈진하여 filter에 부착된 분진을 재 비산 없이 효율적으로 탈진한다.

#### 2.1.4 dust discharge system

hopper에 집진된 분진을 배출하는 시스템으로 집진기의

규모 및 구조에 따라 screw conveyor 또는 flow chain conveyor 이송하고 rotary valve를 통해 집진기 외부로 분진을 배출한다.

### 2.1.5 봉투형 집진기의 일반적 구조



〈그림 1. 봉투형 집진기의 일반적 구조〉

## 2.2 집진장치의 원리 및 탈진방법

### 2.2.1 여과집진의 원리

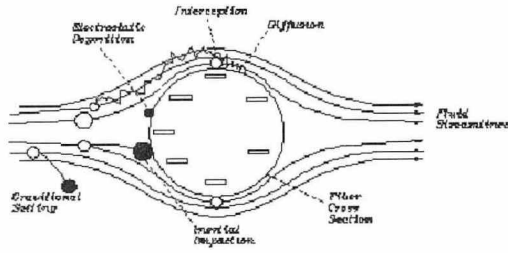
#### 1) 관성충돌(Inertial Impaction)

단일섬유 주위를 통과하는 먼지입자의 크기가 상대적으로 커 충분한 관성력을 지니고 있어 섬유 주위를 따라 진행하자 못하고 섬유 표면에 충돌 부착되는 현상이다.

#### 2) 직접차단(Interception)

먼지입자의 크기가 작고 가벼우면 관성력도 상대적으로 작아져 먼지입자는 기체의 흐름을 따라가면서 단일섬유 주위에 접근하게 된다.

이때 먼지입자직경의 중심과 섬유표면과의 거리가 먼지입자의 반지름보다 작으면 먼지입자는 섬유표면에 접촉하여 부착된다.



〈그림 2. Fiber주변의 Gas의 흐름〉

### 3) 확산(Diffusion)

함진Gas의 Dust농도에 차이가 있으면 고농도 영역으로부터 저농도 영역으로 Dust가 이동하여 농도를 균일화하려고 하는 성질이 있다. 또한, 농도에 차가 없어도 Dust는 일반적으로 브라운 운동(Brown Motion)을 한다. 먼지입자는 처리기체의 흐름에 따라 이동하지 않고 브라운 운동을 하게 되며, 이들 미세한 먼지입자들은 처리기체의 이동속도와 다른 자체로 이동하다가 여과포의 세공을 구성하는 단일섬유에 접촉 포집된다.

확산작용에 따른 Dust포집은 Dust Size, Gas 점도가 적을 수록 효과가 있다.

### 4) 중력침강(Gravitational Settling)

함진 기류의 유속은 Duct내에서는 18~22 m/sec이지만 Bag Filter의 Filter를 통과할 때는 2m/min (0.033m/sec) 이하의 저속이 된다.

이 때문에 입자경이 크고 비중이 큰 Dust의 대부분은 분리되어 하락한다. 중력에 의한 Dust의 분리는 Dust Size, Dust밀도가 클수록 또는 유속이 작을 수록 효과가 있다.

### 5) 가교현상(Bridge Effect)

Filter의 PORE는 직포(Woven Filter)에서는 약 10 $\mu$ , 부직포(Felt)에서는 약 5 $\mu$  정도이다. 이것은 미세한 Dust 입경이 0.1 $\mu$ ~1 $\mu$ 이

로 생각해 보면, 극히 크다고 할 수 있다.

Bag Filter에서 실제의 Dust포집은 Filter의 실 또는 섬유에 부착한 Dust에 의해 Dust를 여과하는 상태가 되는 것이다. 가교현상에 따라 구성된 Dust층은 다수의 구멍을 지나며, Gas는 통과하지만 미분은 통과할 수 없으며 Dust층상에 포집 된다.

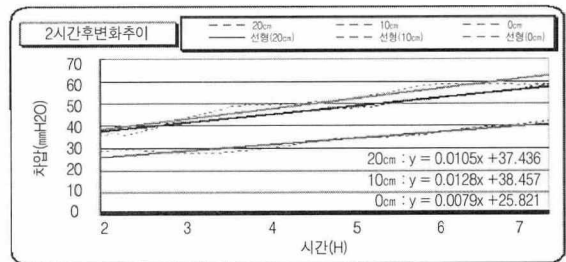
이와 같이 하여 포집된 Dust는 Shaking 또는 Air Pulsing 등의 De-dusting 조작에 의하여 전부 분리하는 것이 아니라, 반드시 어느 정도의 Dust가 Filter에 남는다.

## 3. Clean Star 성능 개선을 위한 실험 및 결과

### 3.1 실험방법 및 결과

#### 3.1.1 분사 nozzle거리와 filter차압의 영향

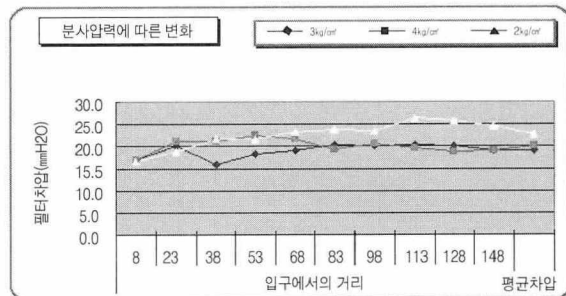
분사 nozzle거리를 조절하면서 filter에 미치는 차압의 영향을 분석하여 그림과 같은 결론을 얻었다.



〈그림3. 분사 거리에 따른 filter 차압변화〉

#### 3.1.2 분사 압력변화에 따른 filter차압의 영향

Pulse Jet의 압력을 변화시키면서 최적의 탈진효과를 얻을 수 있는 압력 범위를 찾아 효율적 운전에 반영한다.



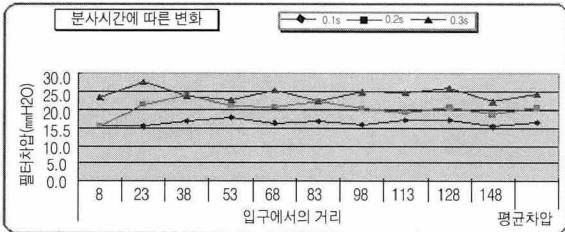
〈그림4. 분사압력변화에 따른 filter 차압의 변화〉

### 3.1.3 분사 시간변화에 따른 filter차압의 영향

Pulse에서 분사 시간의 변화에 따른 filter에서의 차압 변화 추이를 찾고 이를 운전에 반영한다.

※ 기술문의

TEL : 055-284-6838



<그림 5. 분사 시간에 따른 filter의 차압 변화>

## 4. 결론

### 4.1. 집진기의 설치 면적

구조적으로 상부 인입형 봉투형 집진기는 통상 duct가 상부에서 유입되므로 원형집진기에서의 하방 유입으로 2번의 elbow가 차지하는 공간을 없앨 수 있다. 또한 하방으로 처리 가스가 배출되므로 송풍기로 연결시 발생하는 elbow에 의한 공간 손실이 없어 공간 창조적이다. 또한 block화된 집진기로 공간이 허용하는 데로 수평적 및 수직적으로 설치가 가능하므로 공간 활용율이 매우 높다.

### 4.2. 운전 중 filter 교환가능

다실 구조로 된 봉투형 집진기는 문제가 있는 여과실의 filter를 수동으로 흡입기류 차단 후 여과포의 교환이 가능하다.

### 4.3. 안정적 filter 차압으로 filter 수명 연장

상기 여러 실험을 통하여 filter의 차압에 가장 영향을 적게 미치는 인자를 찾아 설계, 제작하여 시공하므로 filter에서 안정적인 차압이 형성되어 filter의 수명을 연장하여 운전비의 절감 및 작업 환경 개선에 기여하는 고효율 집진기이다. (K)