

무한대를 이용하는 여과평면 구성 및 하향 여과공기 거동조성과 최적집진에 관한 연구

A Study on the Downward Filtration Movement, the Dust Collection and Filtration Plane Constitution by the use of Infinity

정 동 백

주식회사 공영엔지니어링 집진 기술 연구실

Dong Baik Chung

Dust Collection Institute of Gong Young Engineering Co., Ltd.

Abstract

In order to turn the Bag Filter to the Purse Filter, the past system that the adverse reason is removed, the input of synthetic materiality of dust and air is placed down, and the output is placed up has been improved so that any adverse effect shall not be raised. The form of filtration mechanism is changed from a cylinder from, and the dust and air is mixed to make the entry velocity and one person can velocity of the mixed materiality become lower by the use of infinity, and the reception of filtration mechanism has been made reasonably.

The dust separated from the filtration mechanism is descended down, and the mixed materiality is ascended up. So, a cross point is formed, and a collision and a friction is occurred from its process, and at its result, dust is scattered to stick to a filter cloth, therefore, the loss of pressure shall ont be appeared by cause of the increase of dust-loading.

서 론

대기 환경오염방지에 필수적인 집진기를 종래의 것에 비하여 성능이 우수하게 발명을 하였으며 그 내용은 다음과 같다.

1) 무한대(Infinity)를 이용하고 여과면적을 다 수용할 수 있게하여 대용량 설비에서 설치공간을 대폭 축소되므로 공간 활용도를 향상 시켰다.

2) Filter의 외모(Appearance)를 원통 자루형과 봉투 4각형과는 다르게 주머니(Purse)형 6면체 4각형 단 일체(Unit)로 20m까지 또는 필요하다면 더 이상 길게 구성하여도 기능과 성능상에 지장이 없도록 했다.

3) Dust여과 진행 방향을 상향 진입 방식에서 하향 진입 방식으로 혁신했다.

4) Dust의 침강 방식(Stokes, Allen, Newton)을 역행하는 집진기 내부의 유체 거동을 완전하게 제거 하도록 하는 집진 기구 발명과 설계를 확립했다.

5) 앞으로 필요 요구에 응할 수 있는 배출농도를 극한치까지 대응할 수 있는 실용 설계 기준도 확보했다.

시험장치 및 방법

오염된 공기 100[m³/min]을 처리할 수 있는 실용실물 집진설비 1set에 여과면적 72m² 수용과 여과속도 1.388[m/min]설계하에 다양한 실험을 하는 방법이다.

Purse Filter Type

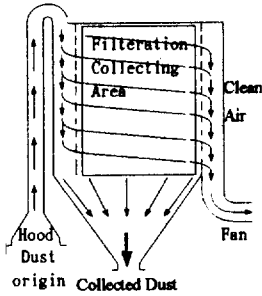


Fig. 1. Improved Reasonable Design.

- 1) Hood를 통과한 분진이 집진실에 진입하기 전에 중력, 관성력 실을 경유하며 위에서 아래로 흐르면서 여과면에 접촉 한후 Pulsing기능에 의하여 순리로 하향 배출한다.
- 2) 분진 재비산이 없다.
- 3) 청정 공기의 거동 역시 위에서 아래로 이동하며, Fan을 경유 한 후 대기로 흐르게 한 장치이다.

Bag Filter Type

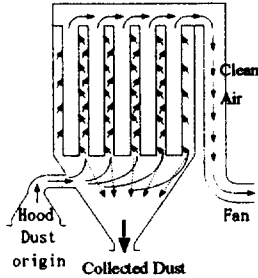


Fig. 2. Exist Adverse Design.

- 1) Hood를 통과한 분진이 집진실에 진입하기 위하여 Dust 배출 Hopper에 설정된 입구를 통과하여 확산되면서 상향 진입한다.
- 2) Dust가 상향 진입한 후 다시 하향하여 Hopper내에 포집되어야하므로 집진실 내에서는 왕복이 일어나는 거동이 서로가 역순리를 답습한다.
- 3) 그림과 같이 →와 ←방향이 서로 교차될때 충돌과 분열이 발생하고 미세분진은 재비산이 일어나며 →에 답습한 미 분진은 다시 집진실 Bag filter에 부착 되어 이중, 삼중으로 여과 작업이 일어난다.

1. 시험 장치에 실험할 대상 물질은 규조토 정제품, 시멘트 규격품, 화이트 카본 규격품, 유리공장 Dust, 제철소 Dust각종을 적게는 농도 40g/Am³에서 많게는 1000g/Am³까지 집진 실험을 하였다.

2. 시험장치에 사용된 Fan은 [Am³/min]과 정압 200mmAq이다.

3. 방 법

분진 부하별 차압의 변화와 상태 및 집진기 내부의 유체거동, 분진 포집상태, 집진 토출량 확인, 분진 하강 상태, 분진의 관성력 형성상태, 집진기 내에서의 Dust 입자군 형성상태, Stokes, Allen, Newton 영역별 입자군별 거동을 확인하고 최적설계치에 접근 시킨다.

신기술에 의한 설계 해석

중전의 Bag Filter Type 집진기는 순리에 의한 기능과 성능이 조성되는데 역행하는 조건이 부여된 설계였으나 본 연구에서 확립한 것은 순리에 의한 기능과 성능에 역행하는 조건을 제거(Removal)하였다.

1. Dust 입장경별 침강속도는 Stokes, Allen, Newton법칙별 고찰과 증명을 한다.

$$Vts = \frac{\gamma s - \gamma a}{18\mu} ds^2 [m/sec] \dots\dots\dots(1)$$

$$VtA = \left(\frac{2}{15} \times \frac{9.8}{\nu} \times \frac{\gamma s - \gamma a}{\gamma a} \right)^{2/3} \times ds [m/sec] \dots\dots(2)$$

$$VtN = \left(\frac{9.8}{0.33} \times \frac{\gamma s - \gamma a}{\gamma a} \times ds \right)^{0.5} [m/sec] \dots\dots(3)$$

Table 1.

Division	Formal	Improved Reasonable Design				Exist Advers Design			
~100 micron Stokes Sphere	[m/sec] Vts-VI	-0.867	-0.867	-0.86	0.867	-0.989	-0.989	-0.989	-0.989
100~1000 micron Allen Sphere	[m/sec] VtA-VI	-0.425	-0.288	-0.165	-0.0512	-0.547	-0.44	-0.288	-0.174
1000< micron Newton Sphere	[m/sec] VtN-VI	4.096	5.213	6.154	6.983	3.974	5.091	6.032	6.861
Specificgravity		1g/cm ³	1.5g/cm ³	2g/cm ³	2.5g/cm ³	1g/cm ³	1.5g/cm ³	2g/cm ³	2.5g/cm ³

Dust입자경 $3\mu\text{m}$, $103\mu\text{m}$, $1003\mu\text{m}$ 비중 $1\text{g}/\text{cm}^3 \sim 2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 에 해당하는 것을 각각 분석한 결과는 다음과 같다.

표 1은 개량 집진기 내 물질의 여과부착 거동과 종전 집진기내 물질의 여과 부착 거동을 비교한 것이다.

2. 평 가

Dust침강속도-여과편 진입속도=하면(-)량이 적거나 남은량이 클수록 우수한 기종(機種)임을 증명한다.

효율 평가

종전의 기종에서는

$$\eta^{\text{id}} = \frac{6\gamma^{2/3}}{v^{1/6} \times Df^{1/2} \times Dp^{2/3} \times U^{1/2}} + \frac{3Dp^2 \times U^{1/2}}{v^{1/2} \times Df^{1/2}} [-] \quad (4)$$

을 인용하였으나 개량된 신기종에서는

$$\eta = 1 - \exp\left\{ \frac{-4(1-\epsilon) \times L \times \eta\epsilon}{\pi \times \epsilon \times Df} \right\} [-] \quad (5)$$

을 인용한다.

$$\eta_s = \eta_0 \times (1 + \beta(1 - \epsilon)) [-] \quad (6)$$

결 론

종래의 Bag Filter식 집진기를 Pulse Filter식으로 발명하여 2000년대의 대기환경 보전에 기여할 수 있게 하였다.

1. 기능면에서 초대형 구성이 용이하고 부품의 규격 생산이 가능하고 성능은 식(5)의 인자와 같이 초고성능 설계가 가능하게 되었다.

2. 집진기 운용 압력손실을 20mmAq~40mmAq 낮게 할 수 있어 동력은 10% 정도 절감된다.

3. 집진기 내부의 유체 거동상 부작용이 없도록 불합리한 과거의 역순리 조건을 완전 제거하여 여과포수명을 6개월 이상 연장 시킬 수 있게 하였다.

4. 집진기내에서 여과 초기 과정 형성시의 혼성 gas 진입속도를 0.9m/sec보다 낮게 설계하여도 종래의 것보다 순리로 유체 거동 유지가 됨으로 압력 손실이 크게 감소되고 무한대를 충분히 이용할 수 있는 Purse형 여과 구성체의 발명은 앞으로 크게 기여 될수 있음이 확인되었다.

5. 특수한 여과 기구와 규격생산으로 생산 원가 절감

과 정비 유지보수가 편하여 노동력도 절약할 수 있어 경제성이 있는 것으로 확인되었다.

VTS : Stokes법칙 상황에서 Dust 침강속도[m/sec]

VTA : Allen법칙 상황에서 Dust 침강속도[m/sec]

VTN : Newton법칙 상황에서 Dust 침강속도 [m/sec]

γ_s : 고체(Dust)비중량[kg/m³]

γ_a : 공기(Air)비중량[kg/m³]

μ : 점도[kg.s/m²]

ds : 고체(Dust) 입자경[m]

v : 공기 동점성 계수[m²/sec]

Df : 여과포 제조에 사용된 섬유외 직경[m]

γ : Dust입자의 반경[m]

U : 여과속도[m/sec]

Dp : 분체(Dust)입자경[m]

ϵ : 공극율[-]

L : 집진 층의 두께[m]

$\eta\epsilon$: 여과포 압착층(충전층)중의 단일섬유 포집율[-]

π : 3.14[-]

η_0 : 0.006[-]

β : 12.5[-]

참 고 문 헌

W. Strauss, "Industrial Gas Cleaning", Pergamon (1976)

A.C. Stern, "Air Pollution", Vol III, & IV, Academic(1977)

R.G. Dorman, "Dust Control and Air Cleaning", Pergamon(1974)

井伊谷綱一, "集塵裝置", 日刊工業(1963)

井伊谷綱一編, "集塵裝置の性能", 産業技術(1976)

日本粉體工業協會, "Bag Filter Handbook"(1977)

丸善株式會社, "粉體理論と應用" p.581~590(1979)

Pasceri R.E. & S.K. Friedlander : Can, Jchem. Eng., 33, 12(1960-12)

THIRD EDITION, Volume IV, Engineering Control of Air pollution p.165(1977)

井伊谷, 木材 : Plant 設計 2. 12(1962-12) p.33

Pasceri R.E. & S.K. Friedlander : Can, Jchem. Eng., 33, 12(1960-12) p.212

井伊谷綱一(譯) 金弘在 : 集塵裝置(1979-11) p.203~209