

# 무한대를 이용하는 여과평면 구성 및 하향여과 공기 거동조성과 최적집진에 관한 연구

글/정 동 백  
주식회사 공영엔지니어링 집진기술 연구실

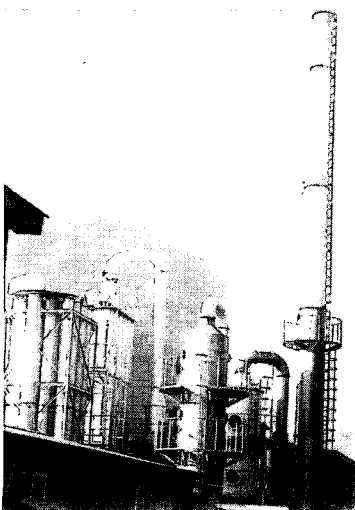
지난 12월 1일 환경부가 제정한 제회 환경기술상 시상식에서 우수상을 수상한 (주)공영엔지니어링의 『무한대를 이용하는 여과 평면구성 및 하향 여과공기 거동 조성과 최적 집진에 관한 연구(V.I.P집진기)』에 대한 기술 자료를 실는다. V.I.P는 기존의 MICRO PULSE AIR JET B/F를 크게 개량한 것으로 기존의 B/F는 PULSING시 탈진되어 떨어지는 분진과 인입되는 혼합GAS가 교차하면서 재비산의 역순리를 거듭하였으나 V.I.P는 PULSING시 탈진된 분진이 GAS의 흐름에 탑승되어 순리하강토록 하였다. 또한 FILTER의 배열방법은 전후좌우 단속식 배치방법을 탈피하여 좌우 연속으로 형성토록 했으며, 기존의 TYPE에서는 높이가 제한되어 설치 면적이 크게 요구되었으나 V.I.P는 높이에 제한없이 무한대로 이용할 수

있어 협소한 장소에서도 대용량 설비가 가능하며 매우 경제적인 설비이다. 또한 V.I.P는 초기압손이 10~30 mmAq 로 낮게 형성되도록 개발되었으므로 기존의 초기압손 60~70 mmAq보다 크게 낮추었다. 또한 집진기 내부의 안정적인 유체거동과 인입된 분진의 자연 침강속도를 최대로 형성되게 하고 부분적으로 관성력과 중력침강을 물리적으로 강제촉진케 하는 양면적 기능을 순리에 의하여 자연스럽게 행하도록 하여 고농도 분진을 처리가능토록 설계의 혁신을 이루었다.

## 1. 서 론

대기환경오염방지에 필수적인 집진기(Dust Collector)를 종래의 것 보다 대폭구조를 개선하여 과거 취약점을 최소화하고 성능을 향상시킨 것을 제시하고자 한다.

1. 오염된 공기를 여과시키는 여과 면적을 무한대를 이용하여 신 설계 안을 창출하고 설치면적을 절약 하였다.
2. 여과면적은 가로, 세로 규격 중 한쪽은 필요요구에 응하여도 공기를 여과하는데 성능상 취약점이 없도록 설계하고 부품을 규격화하여 경제성이 있게 하였다.
3. 종래의 것은 포집된 먼지(DUST)를 하향배출 하도록 하고 여과공기 거동은 상향으로 된것을 근본적으로 개선하여, 공기와 먼지의 거동교차가 없도록 하였다.
4. DUST침강법칙을 역행하고 있



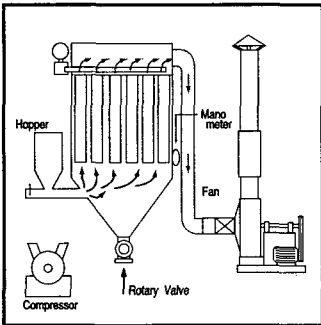
는 종래의 고안에서 벗어나 증력침강원리인 Stokes법칙과 Allen법칙, 또는 Newton법칙을 인용 순리(Scientific Principle)에 맞게 구조설계를 하였다.

5. 강화되는 대기 환경규제에 대처할수 있는 고성능 여과 집진기를 실용화 하였다.

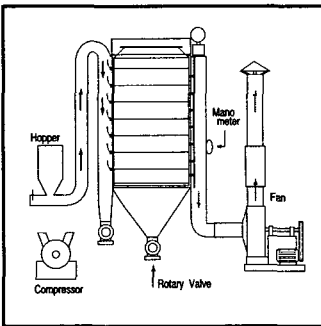
**II. 연구 내용 및 방법**

**1. 여과 기구 구성**

신개발 여과 기구는 평면 여과 기능을 만족시킬 수 있는 주머니형(Purse Type)으로 구성하고 내부에 4각 6면체 Retainer를 장착하였다. 종전형 여과기구와 본 연구에서 신개발



〈그림1〉 종전 집진기



〈그림2〉 개발집진기

한 여과기구는, 각각 실험을 통하여 여과면까지 유체를 접근시키는 과정을 입체로 분석하고 침강 입력속도, 침강 진입면적, 여과초기 진입속도, 여과초기 진입면적, 여과면적, 여과속도, 청정공기 토출속도, 청정공기 토출면적 등등을 합리적으로 평가를 하였으며 세로운 구조체로 조화 시킬수가 있었다.

〈표1〉 종전 집진장치 : 개발 집진장치별 실험 사양

| 구 분     | 종전 집진기              | 개발 집진기                                     |   |
|---------|---------------------|--|---|
| 처리 풍량   | Qa                  | 100 m <sup>3</sup> /min                    | 100 m <sup>3</sup> /min   |
| 여과 면적   | A                   | 72 m <sup>2</sup>                          | 72 m <sup>2</sup>   |
| 여과 속도   | Fv                  | 1,388 m/min                                | 1,388 m/min   |
| 주요 부품규격 | 여과포 형태              | 원통형  | 사각 주머니형   |
|         | 여과포 규격              | d x L = 0.13 x 3<br>〈그림7 참조〉               | Wm x Pmw x L<br>〈그림8 참조〉  |
|         | 여과포 길이              | 3 m  | 4 m   |
|         | 여과포 수량              | 59 ea 72/(0.13x3.14x3)                     | 5ea72/(1.8x2x4)   |
|         | 리테이너 (Retainer)     | 59 ea                                      | 14 ea * 5 = 70 ea<br>TL/(DL+SL1+SL2+SL3)*3*N<br>N=TL/(DL+SL1+SL2+SL3)*3 |
|         | 송풍기 1set            | Qa :100 m <sup>3</sup> /min<br>정압:200 mmAq | Qa :100 m <sup>3</sup> /min<br>정압:200 mmAq                              |
|         | 브로튜브                | 1 SET                                      | 1 SET   |
| 마노메타    | 1 SET               | 1 SET                                      |   |
| 컴 퓨 렛 사 |                     | 1 SET                                      | 1 SET   |
| 시 료     | 구조토 정제품             | 80 g                                       | 80 g  |
|         | 시멘트 규격품             | 80 g                                       | 80 g  |
|         | 화이트 카본              | 80 g                                       | 80 g  |
| 분진농도    | 공기1m <sup>3</sup> 당 | 30 g / 60 g / 240 g                        | 30 g / 60 g / 240 g   |

2. 여과기구의 단일체(Unit)별 비교

중전의 집진기와 대비 용량과 여과면적, 여과속도는 동일하게 하고 부품과 형태는 다르게하여 비교 평가하는 방식이다.

3. 시험방법

분진부하별 차압의 변화 상태 및 집진기 내부의 유체 거동, 분진 포집 상태, 분진 토출량 확인, 분진하강 상태, 분진의 관성력 형성 상태, 중력에 의한 Dust 입자군 상태, Stokes, Allen, Newton영역입자 군별 법칙별 거동을 확인하는 것으로 하였다.

Bag Filter식 여과집진기를 Purse Filter식 여과집진기로 개발하는 기법과 기본 정립

가, 개발 기본 문제

집진기에 의해 Dust를 포집하는 것은 장치를 수용하는 공간이 필수적이다. 제한된 부지내에 필요 요구 장치물을 장착하기 위하여 수평 배치 구조에서, 수직배치 구조로 설계변경하는 기술을 정립하면 수평 배치 장치물의 용적을 V1이라하고 수직배치 장치물 용적을 V2라 풀이하고  $V_1 = V_2 = V$  - [m<sup>3</sup>] - (1)

중전의 집진기 대비 신개발 집진기는 우수한 설계 조건을 충족시킬수 있었다. 내용물이 간단하고 처리 능력에 대비 필요조건을 충족시키기 위하여 여과면적 수용은 무한대를 이용할수 있게 한다. 수평 배치 규격을 A, B 로 하면 수직 배치를 A1, B1로하여 높이를 각각 H0 과 H1으로 했을 때

$$A * B * H_0 = A_1 * B_1 * H_1 = V_1 = V_2 - [m^2] - (2)$$

$$A * B > A_1 * B_1, H_0 < H_1 \text{ 조건하에 } H_1 = V / (A_1 * B_1) - [m] - (3)$$

나, 중전 집진기 대비 신 개발 집진기에 여과면적을 수용 시키는 기법과 해 필요 요구의 처리량을 Qa[m<sup>3</sup>/min]라 하고 여과속도를 Vf[m/min]로 했을때 총 여과면적 AT[m<sup>2</sup>]은  $AT = Qa / Vf$  - [m<sup>2</sup>] - (4)로 한다. 이상은 집진기 설계의 기본이다. 신 개발 집진기 성능은 처리량, 여과속도, 여과면적에 따라 결정되고 집진기 압손실과 사용 수명에 미치는 영향을 구체적으로 해석하고 평가하여 최적 설계를 한다.

다. 압손 계산

$$\Delta P = \xi \frac{\mu Us}{gc} + \alpha_m \frac{\mu Us}{gc} = \Delta Pf_0 + \Delta Pd - [Kg/m^2] - (5)$$

집진에 있어서는 1), 2), 3), 4)Dust와 공기의 합성유체 거동 파악이

중요하고 물질 이동은 확산방정식 예5),6)의한다. 집진효율은 다음식을 인용한다.7),8),9),10)

라. 중전 집진기의 효율 계산

$$\eta_0 = \frac{6\gamma^{2/3}}{\nu^{1/6} * Df^{1/2} * Dp^{2/3} * U^{1/2}} + \frac{3Dp^2 * U^{1/2}}{\nu^{1/2} * Df^2} - [-] - (6)$$

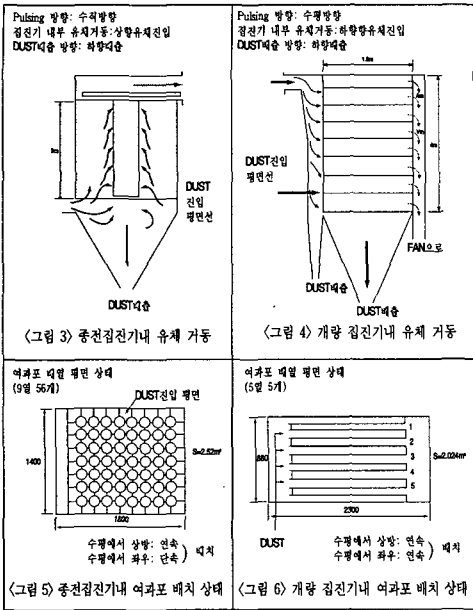
(6)식은 물질이동 확산 방정식에서 유도 된것으로 볼수 있으며 Us: 평균 여과 속도 [cm /sec]와 g:[m/sec<sup>2</sup>] gc:중력환산계수 \ [kg.m/kg.sec<sup>2</sup>]  $\nu$  :공기의 동점성 계수 [Cm<sup>2</sup>/sec] 에서 인용되어 있는 것을 파악하고 본 연구에서는 여과포 배치와 구성에 많은 조화를 시켰다. 여과속도를 외 평균 여과 속도 개념으로 보는 것인가에 주목을 하면서 연구의 내용을 풀이하고 실험장치를 통하여 검토 분석하였다.

$$Qa = Av - [m^3/min] - (7)$$

$$Vm = Qa / (Unb * Am) - [m/min] - (8)$$

마. 청정공기 토출속도 개선과 최적 설계여기에서 중전의 여과통 조직 구성을 원통형으로 하고 원통형 직경을 0.116~0.13 범위에서 최적으로 설계해온 원인을 분석하면 지정된 용적내에 최대의 여과면적 수용 한계를 고려한 것이다.

여과면적을 최적방법으로 구성하고 수용 방법도 이론적 기술적 검토는 식 (8)을 구하며 Vm을 해석한 후 식(9)를 구한다. 여과포를 주머니형으로 구조를 변경하고 장착



배열을 무한대를 이용하여 Unite당  $V_m$  [m/sec]을 산출하고 종전 것과 대비식(9)를 구한다. 종전의 것을  $V_m$ , 신개발 집진기를  $V_{m2}$ 라고하면  $Q_a / B_{fn} / A_{m1} > Q_a / P_{fn} / A_{m2}$  - (9) 이것은 연속의(Continuity of Reason) 뜻과 단속의 뜻(Intermittence of Reason)을 증명하여 다수용 고 효율을 확정하는데 기본임을 정립한다. <그림 3, 4, 5, 6 참조> 자연침강속도를 최소의 간섭조건하에 최대의 침강 축진을 시키고 Dust 침강 순리(純理)에 따르도록 한다. 강제 이동되는 gas는 공기 + Dust이다. 여기에서 Dust를 분리하는 방법은 강제 이동속도에서 준 강제 이동속

도로 진행하는 과정이고 여과포 조직을 통과 시키는 수단이며 여과속도의 형성이다. 여과층을 통과한 유체 거동은 좌향이 우향보다 빠른 것을 식(9, 10)에서 증명한다.

$$V_{tn} = \left( \frac{g}{0.33} \cdot \frac{\gamma_s - \gamma_a}{\gamma_a} \cdot ds \right)^{0.5} \quad [m/sec] \quad (13)$$

$$A_t = A_1 \cdot B_1 \cdot (B_n + 1) \quad [m^2] \quad (14)$$

$$V_t = Q_a / A_t \quad [m/sec] \quad (15)$$

$Q_a / B_{fn} / (Bd^2 \cdot \pi / 4) > Q_a / P_{fn} / (0.08 \cdot$  나. 종래 집진기내 유체 거동에서 성능에 미치는 영향

Pmw) 조건하에

$$V_{m1} \cdot A_{m1} \cdot B_{fn} - V_{m2} \cdot A_{m2} \cdot P_{fn} = 0 \quad (10)$$

평균여과속도 U는  $V_{m1} : V_{m2}$ 의 관계 분석에서 단위 여과 면적당 여과 속도가 같을 경우 Unite당  $V_m$ 는 느릴수록 최대 집진 효율을 유지할수 있는 동시에 최적의 평균 여과속도를 조성하는 방법을 찾아 낼수 있고 그 실체는 Can Velocity이다. 압손실 감소 설계는 최종적으로 집진 효율을(7) 높게 할수록 유체 거동상으로 침강 순리가 확립된다.

4. Dust 침강 및 포집에 관한 결과  
가. Dust입자경별 침강속도(Stokes, Allen, Newton 영역별 침강속도)고찰

$$V_{ts} = \frac{\gamma_s - \gamma_a}{18\mu} ds^2 \quad [m/sec] \quad (11)$$

$$V_{tA} = \left( \frac{2}{15} \cdot \frac{9.8}{\mu^{0.5}} \cdot \frac{\gamma_s - \gamma_a}{\gamma_a} \right)^{2/3} ds \quad [m/sec] \quad (12)$$

나. 종래 집진기내 유체 거동에서 성능에 미치는 영향  
Stokes, Allen, Newton 영역별 Dust진입속도는 각 영역별 침강속도에서 공기 진입속도를 감안하면 공기 진입속도에 탑승하지 못하는 Dust만 침강 한다. 여기에서 결과가 (-)가 되면 침강 입자가 없다는 것이다.

$$V_{IS} = V_{ST} - V_{Ia} \quad [m/sec] \quad (16)$$

$$V_{IA} = V_{TA} - V_{Ia} \quad [m/sec] \quad (17)$$

$$V_{IN} = V_{TN} - V_{Ia} \quad [m/sec] \quad (18)$$

다. 신개발 집진기 내 유체 거동에서 성능에 미치는 영향  
Stokes, Allen, Newton 영역별 공기 진입 속도는 계산상 공기 진입속도와 Dust 침강속도를 감안하면 계산상의 공기 진입막을 저항하면서 Dust가 침강 할려면 결과가(-)가 될 때 성립된다. 결과가 정수가 되면 침강 입자가 없다는 것이다.

$$V_{AS} = V_b - V_{TS} \quad [m/sec] \quad (19)$$

| 구 분                               | 개발 집진기 내 물질의<br>자연 침강속도 거동 |                      |                    |                      | 종전 집진기 내 물질의<br>자연침강 속도 거동 |                      |                    |                      |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------------------|
|                                   | 1g/Cm <sup>3</sup>         | 1.5g/Cm <sup>3</sup> | 2g/Cm <sup>3</sup> | 2.5g/Cm <sup>3</sup> | 1g/Cm <sup>3</sup>         | 1.5g/Cm <sup>3</sup> | 2g/Cm <sup>3</sup> | 2.5g/Cm <sup>3</sup> |                                  |
| ~100 micron<br>Stokes 영역          | 0.000276                   | 0.000414             | 0.000552           | 0.000691             | 0.000276                   | 0.000414             | 0.000552           | 0.000691             |                                  |
| 100~1000 micron<br>Allen 영역       | 0.443                      | 0.580                | 0.703              | 0.816                | 0.443                      | 0.580                | 0.703              | 0.816                |                                  |
| 1000 < micron<br>Newton영역         | 4.964                      | 9.081                | 7.022              | 7.851                | 4.964                      | 6.081                | 7.022              | 7.851                |                                  |
|                                   | V <sub>IA</sub> = 0.99     |                      |                    |                      | V <sub>IA</sub> = 0.868    |                      |                    |                      |                                  |
| V <sub>TN</sub> - V <sub>I</sub>  | 3.974                      | 5.091                | 6.032              | 6.861                | 0.867                      | 0.867                | 0.867              | 0.867                | V <sub>I</sub> - V <sub>TS</sub> |
| V <sub>TA</sub> - V <sub>I</sub>  | -0.547                     | -0.44                | -0.287             | -0.174               | -0.425                     | -0.288               | -0.165             | -0.0512              | V <sub>I</sub> - V <sub>TA</sub> |
| V <sub>TS</sub> - V <sub>I</sub>  | -0.989                     | -0.989               | -0.989             | -0.989               | -4.096                     | -5.213               | -6.154             | -6.983               | V <sub>I</sub> - V <sub>TN</sub> |
| V <sub>IA</sub> - V <sub>IN</sub> | -3.974                     | -5.091               | -6.032             | -6.861               | -0.867                     | -0.867               | -0.867             | -0.867               | V <sub>TS</sub> - V <sub>I</sub> |
| V <sub>TA</sub> - V <sub>IA</sub> | 0.547                      | 0.44                 | 0.287              | 0.174                | 0.425                      | 0.288                | 0.165              | 0.0512               | V <sub>I</sub> - V <sub>TA</sub> |
| V <sub>IA</sub> - V <sub>IS</sub> | 0.989                      | 0.989                | 0.989              | 0.989                | 4.096                      | 5.213                | 6.154              | 6.983                | V <sub>TN</sub> - V <sub>I</sub> |

$$V_{AA} = V_b \text{ ----- } V_{TA} \text{ ----- } [m/sec] \text{ ----- } (20)$$

$$V_{AN} = V_b \text{ ----- } V_{TN} \text{ ----- } [m/sec] \text{ ----- } (21)$$

<표 2> 집진기내의 DUST침강 거동 분석결과 (좌:종전식, 우:신개발식)  
다음은 식(22)와 (23)에 이어 고찰한다.

$$\eta = 1 - \exp \left\{ \frac{-4(1-\epsilon) L \eta \epsilon}{\pi \epsilon D_f} \right\} \text{ ----- } [-] \text{ ----- } (22)$$

$\epsilon$  : 섬유층 전층 공간을 [-]

$$\eta \epsilon : \eta(1+\beta(1-\epsilon)) \text{ ----- } [-] \text{ ----- } (23)$$

$\beta$  : 지배적인 효율 Parameter수 (Number) 5~20평균 12.5이다. ----- [-]

(합계 $\eta$ )는 gas속도 1Cm/sec ~100 Cm/sec에서 0.0052~0.0072 ----- [-]

$D_f$  : 섬유직경 (고성능 여과지의 경우 1 $\mu$ m이다) ----- [-]

$\eta \epsilon$  : 층전층 중의 단일 섬유 포집율 ----- [-]

평균여과 속도는 계산상의 속도로서 이상적이나, 물리적 구성체, 즉 여과집진 방법에서 계산된 여과 면적당 계산된 공기량을 여과시킬 수 있는가 할 때는 평균이라는수치에 걸 맞게 처리되지 못하는데서, 문제가 발생하기 때문에 물리적으로 평균여과 속도가 유지 될수있게 한 것이다. 불균등한 Dust부하로 인하여 여과포가 부분적으로 여과기능이 마비되어 압손실이 점차 가증되는 것이다. 압손실이 정상적

로 가증되는 것은 평균 여과속도가 유지되면서 미세 Dust가 여과기공내 침입되는 영향을 받는 것이다.

즉, 집진장치의 기계적 성능과 여과효율이 높은 상태에서 장기적으로 운전을 유지 할수있는 설계 기법을 찾아 낼수가 있었다.

5. Bag Filter 와 Purse Filter의 고찰  
가. 종전 집진기에서 여과기구는 여과포로 구성된 Bag Filter 3면체중 1면은 청정공기 토출면이며 여과면을 넓히기 위하여 길이(Length)를 변수로 조 정하는데 청정공기의 토출속도가 빠르게 변하기 때문에 제한을 받을수 밖에 없다. 내면여과 방식에서는 6m이하 이다.

나. 신 개발 집진기는 여과포로 구성된 Purse Type Filter 6면체중 1면은 청정공기 토출면이며 여과면

을 넓히기 위하여 주머니(Purse) 입(Mouth)의 폭(Width)을 조정하여도 청정 공기의 속도는 변하지 않기 때문에 제한을 받지 아니한다.

다. 여과기구 중 Filter 배치(Arrangement)방법에 따라 유체 거동 거리상 원근(Far and near)에 관계하기 때문에 여과속도 평균유지가 어렵게 되지만, Purse Type Filter는 Bag Type Filter보다 연속성이 우위에 있음을 확인할 수가 있었다.

라. 종전 집진기에서 내부의 유체 거동 속도 구분을 확인하는 바에 따르면 (1)혼합gas 진입속도, (2)초기상승속도, (3)초기여과진입속도(Can Velocity) (4)여과진입속도, (5)여과속도, (6)청정공기 토출속도가 형성된다. 초기여과 진입속도, 소위 Can Velocity를 낮게 설계할 때는 (2)초기상승 속도를 낮게하기 위하여 집진기 Box를 크게 할수 밖에 없으나 이것은 설치부지 문제에 대한 큰 제약을 받는다. 그리고 청정공기의 토출속도 역시 낮게 하므로써 압손실은 물론 Pulsing 효과도 향상 되는데 Bag Filter의 길이 (Length)를 짧게하면 역시 설치부지 문제에 제약을 받는다.

부지에 맞게 설계하면 청정공기 토출속도에 제한을 받고, 청정공기 속도에 맞게 설계하면 설치부지에 제약을 받는 진퇴양난에 처하는 불합리점을 갖고 있다. (4)여과 진입속도에 대해서도 문제가 있다.

위의 진퇴양난점 때문에 (4)여과 진입속도 역시 부득이하게 빠르게 설계 된다. 이것 때문에 특히 미분 Dust의 침강속도를 크게 어렵게하는 분위기가 조성된다. 따라서 집진기 내부의 압손실은 크게 나타나며 여과 집진기능을 저하시키는 원인이 되고 있다.

(1) 혼합 gas의 진입속도 역시 15m/sec 이상이 되면 내부의 와류형성때문에 치명상을 입게 된다는 사실도 고찰에서 알게 되었다.

마. 신 개발 집진기에서도 집진기 내부 유체 거동상의 속도 구분 역시 형성되며 (1)혼합gas 입력속도 (2)침강실 진입속도, (3)여과영역 진입속도 일명:Can Velocity) (4)여과 진입속도 (5)여과속도 (6)청정공기 토출 속도로 나타난다. 여기에서는,

(1)혼합gas 입력속도가 15m/sec 이상이 되어도 무방하고, (2)침강실 진입속도는 최소가 15m/sec로서 그 이상도 20m/sec까지 허용이 되며 관성 매개변수(Parameter)를 높게 얻기 위해 유익한 수단이 된다.

(3) 여과영역 진입속도는 소위 Can Velocity라고 부르는 속도로서 통상 1)로하며 1보다 많이 낮게 취할수록 유익하며, 주머니형 (Purse Type)Filter에서는 집진기 설치 부지에 관계없이 경제성에 맞게 낮은 속도 설계를 편하게 할수 있는 것이 장점이다.

(4) 여과진입속도 방향은 수평방향으로 형성되며 0을 향하여 점진적으로 낮아지면서 Allen 법칙 영역 입자경 일부와 Newton법칙영역 Dust전량을 Filter표면과 통과 가부결정 없이 침강 하강 토록한다.

(1)~(4)항 까지 모든 속도는 (5)여과속도를 편하게 하는주변 유체 거동 속도 역할을 한다. 따라서, 여과속도에 의한 여과 기능은 평균 여과속도 유지가 크게 안정적 상태로 된다.

(6)청정공기 토출속도는 여과기구 대비 설명에서 언급한 바와 같이 주머니형(Purse Type) Filter는 여과면적과 청정공기 토출속도 면적은 일정 비율로 설계되기 때문에 설치 부지와 관계없이 적정 회망 속도로 안정적 확정을 할수 있는 사실도 고찰에서 확인 된다.

### III. 결론

종래의 Bag Filter식 여과집진기를 2000년대의 환경보전에 기여 할수 있도록 하는데 목적을 두고 지난날의 사례(Instance)에서 얻은 Data를 정리하여 신개발에 대폭 인용하였다.

1. 여과 면적을 구성하는 여과 기구 단위체(Unite)를 종전식 원통형에서 주머니형으로 개량하고 무한대를 이용하여 수용함으로써 지표면적을 절약 하도록 하였다.
2. Dust와 공기가 집진기 내부에 들어와서 여과면적을 향해 접촉하는 진입속도(Entry Velocity일명 Can Velocity)를 종전속도 1~1.2[m/sec]보다 대폭 낮게 1이하 0.868까지 하면서도 여과기구 단위(Unite)당 최대 여과 공기량 118.8 m<sup>3</sup>/min에서 그 이하로는 임의 대로 필요 요구에 응할수 있게 하였다.
3. 여과 평균 속도 유지에 최적설계를 할수 있게 하여 Dust와 공기의 진입속도(Entry Velocity일명 Can Velocity)의 빠른 영향과 Dust성상에 따라 Filter Can쪽과 여과면의 조기 손상을 예방하는데 획기적 성공을 하였다.
4. 주머니형으로 여과포 내에 Retainer 입(Mouth)쪽 면적이 크게 형성하면서 여과 면적도 무한대를 이용하여 필요 요구에 응할수 있어서 청정공기 배출 속도가 저속화하고 내부 압손이 크게 떨어지도록 하였다.
5. 포집된 Dust배출기능은 크게 개선 되었으며 여과포를 집진실 내부에 배열 시키는 방법을 수평에서 상하방향 : 연속이론(Continuity of Reason) 수평에서 좌우방향 : 연속의 이론 (Continuity of Reason)을 완벽하게 적용하여 종전식 수평에서 상방향 : 연속의이론(Continuity of Reason)과 수평에서 좌우방향 : 단속의 이론(Intermittence of Reason)으로 된 것 보다 여과면적을 다수용 하면서 진입속도(EntryVelocity 일명 Can Velocity)가 대폭 유리한 쪽으로 유도되었다.

- H<sub>0</sub> : 종전식 여과포 통 높이 [m]
- H<sub>1</sub> : 신개발 여과포 통 높이 [m]
- A<sub>1</sub> : 신개발 배치시의 가로 규격 [m]
- B<sub>1</sub> : 신개발 배치시의 세로 규격 [m]
- Q<sub>a</sub> : 처리공기량 [m<sup>3</sup>/min]
- V<sub>f</sub> : 여과속도 [m/min]
- A<sub>r</sub> : 여과포 총 면적 [cm<sup>2</sup>]
- ξ<sub>0</sub> : 여과포 저항 [1/m]
- U<sub>s</sub> : 평균여과 속도 [m/sec]
- g<sub>c</sub> : 중력환산 계수 [kgm.m/kgf.sec<sup>2</sup>]
- α : 퇴적 Dust층의 비저항 [m/kgm]
- m : 분진 부하 [kg/m<sup>2</sup>]
- μ : 점도 [ kgm/m.s]
- ΔP<sub>0</sub> : 무부하 압손 [kg/m<sup>2</sup>]
- ΔP<sub>d</sub> : 부하 압손 [kg/m<sup>2</sup>]
- η<sub>0</sub> : 집진기 포집 효율 [-]
- γ : Dust 입자 반지름 [m]
- ν : 공기 동점성 계수 [cm<sup>2</sup>/sec]
- D<sub>f</sub> : 섬유의 직경 [Cm]
- D<sub>p</sub> : Dust 입자경 [Cm]
- U<sub>s</sub> : 여과속도 [Cm/sec]

【기호설명】

- V<sub>1</sub> : 수평 배치시의 집진기 용적 (Volume) [m<sup>3</sup>]
- V<sub>2</sub> : 수직 (무한대를 이용하는)으로 높이는 배치시의 집진기 용적 (Volume) [m<sup>3</sup>]
- V : 수평 수직을 균형 있게 배치시의 집진기 용적 (Volume) [m<sup>3</sup>]

- A : 면적 [m<sup>2</sup>]
- V : 속도 [m]
- V<sub>m</sub> : 청정공기 배출 속도 [m/sec]
- Unb : Bag Filter Unite수 [ea]
- A<sub>m</sub> : 배기 입(Mouth) 면적 [m<sup>2</sup>]
- A : Dust 진입 면적 [m<sup>2</sup>]
- B<sub>d</sub> : Bag Filter 직경 [m]
- B<sub>n</sub> = Unb

Bfn : Bag Filter 의 Unite Number

Pfn : Purse Filter의 Unite Number

Am1 : 종전의 여과포통

배기구 면적 [m<sup>2</sup>]

Am2 : 신 개발의 여과포 주머니 배기구

면적 [m<sup>2</sup>]

Vm1 : 종전 집진기의 청정공기

토출속도 [m/sec]

Vm2 : 신 개발 집진기의 청정공기

토출속도 [m/sec]

$\eta$  : 집진기의 전체 효율[-]

$\pi$  : 3.14 [-]

$\epsilon$  : 공간율 [-]

Pmw : Purse Filter의

입 부위 가로 [m]

Wm : Purse Filter의 입

부위 세로 [m]

$\gamma_s$  : Dust 비중량 [kg/m<sup>3</sup>]

$\gamma_a$  : 공기 비중량 [kg/m<sup>3</sup>]

$\mu$  : 공기 점성 계수[kg.s/m<sup>2</sup>]

ds : Dust 입자경 [m]

g : 중력가속도 [m/sec<sup>2</sup>]

Vi : Dust진입속도 [m/sec]

Via : 공기 진입 속도 [m/sec]

Vs : Stokes법칙 상황에서 Dust

진입속도 [m/sec]

V<sub>A</sub> : Allen법칙 상황에서 Dust

진입속도 [m/sec]

V<sub>N</sub> : Newton법칙 상황에서 Dust

진입속도 [m/sec]

V<sub>S</sub> : Stokes법칙 상황에서 Dust

침강속도 [m/sec]

V<sub>T</sub> : Allen법칙 상황에서 Dust 침강속

도 [m/sec]

V<sub>N</sub> : Newton법칙 상황에서 Dust

침강속도 [m/sec]

V<sub>S</sub> : Stokes법칙 상황에서 공기의

진입속도 [m/sec]

V<sub>A</sub> : Allen법칙 상황에서 공기의

진입속도 [m/sec]

V<sub>N</sub> : Newton법칙 상황에서 공기의

진입속도 [m/sec]

$\eta$  : 여과 집진 포집율 [-]

L : 집진 층의 두께 [m]

$\eta_e$  : 여과포 압착층(충전층) 중의

단일 섬유 포집율 [-]

Df : 섬유 직경[m]

$$-4(1-\epsilon)L\eta_e$$

$$\eta = 1 - \exp \left\{ \frac{-4(1-\epsilon)L\eta_e}{\pi \epsilon D_f} \right\}$$

$$\pi \epsilon D_f$$

【참고문헌】

1. W. Strauss, "Industrial Gas Cleaning", Pergamon (1976)
2. A.C.Stern, "Air Pollution", Vol II, & IV, Academic (1977)
3. R.G.Dorman, "Dust Control and Air Cleaning", Pergamon (1974)
4. 井伊谷鋼一, "集塵裝置", 日刊工業(1963)
5. 粉體工學會編 "粉體工學便覽" 日刊工業新聞社 P.276~420 (昭和 61年)
6. 日本粉體工業協會, "Bag Filter Hand book" (1977)
7. 丸善株式會社, "粉體理論と應用" P581~P590 (1979)
8. Pasceri R.E. & S.K. Friedlander : Can. Jchem. Eng., 33, 12(1960-12) P.212 (충전층 포집 효율)
9. 井伊谷, 木材 : Plant 設計 2.12 (1962-12) P.33 (털어내기)
10. 井伊谷鋼一(譯) 金弘在 : 集塵裝置 (1979-11) P. 203~209