

## 충격기류식 여과집진장치에서 운전조건 변화로 인한 여과저항에 관한 연구[ I ]

류재용·서정민<sup>1</sup>·박정호<sup>2</sup>·전보경<sup>3</sup>·최금찬<sup>4</sup>·손영일<sup>5</sup>  
한국환경기술진흥원, <sup>1</sup>부산대학교 지역환경시스템전공,  
<sup>2</sup>진주산업대학교 환경공학과, <sup>3</sup>동아대학교 환경공학과, <sup>4</sup>동경공업대학 환경이공학창조전공  
(2006년 8월 7일 접수; 2007년 2월 13일 채택)

## Study on Filter Drag Due to the Change of Operation Conditions in a Pulse Air Jet-type Bag Filter[ I ]

Jae-Yong Ryu, Jeong-Min Suh<sup>1</sup>, Jeong-ho Park<sup>2</sup>,  
Bo-kyung Jeon<sup>3</sup> and Kum-chan Choi<sup>4</sup> and Yo-yng-il Son<sup>5</sup>

Korea Institute of Environmental Science and Technology 613-2, Bulgwang-Dong, Eunpyeong-Gu, Seoul 122-706, Korea

<sup>1</sup>Dept. of Regional environmental system engineering, Pusan National University, Miryang 627-702, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Environment engineering, Chinju National University, Chinju 660-758, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Environment engineering, Dong-a University, Busan 604-714, Korea

<sup>4</sup>Dept. of Environmental Science and Technology, Tokyo Institute of Technology, 4259

Nagatsuta, Midoi-ku, Yokohama 226-8502, Japan

(Manuscript received 7 August, 2006; accepted 13 February, 2007)

Research results for the pressure drop variance depending on operation conditions such as change of inlet concentration, pulse interval, and face velocity, etc., in a pulse air jet-type bag filter show that while at  $3\text{kg/cm}^2$  whose pulse pressure is low, it is good to make a pulse interval longer in order to form the first layer, it may not be applicable to industry because of a rapid increase in pressure. In addition, the change of inlet concentration contributes more to the increase of pressure drop than the pulse interval does. In order to reduce operation costs by minimizing filter drag of a filter bag at pulse pressure  $5\text{kg/cm}^2$ , the dust concentration should be minimized, and when the inlet dust loading is a lower concentration, the pulse interval in the operation should be less than 70 sec, but when inlet dust loading is a higher concentration, the pulse interval should be below 30 sec. In particular, in the case that inlet dust loading is a higher concentration, a high-pressure distribution is observed regardless of pulse pressure. This is because dust is accumulated continuously in the filter bag and makes it thicker as filtration time increases, and thus the pulse interval should be set to below 30 sec. If the equipment is operated at  $1\text{m/min}$  of face velocity, while pressure drop is low, the bag filter becomes larger and thus, its economics are very low due to a large initial investment. Therefore, a face velocity of around  $1.5\text{m/min}$  is considered to be the optimal operation condition. At  $1.5\text{m/min}$  considered to be the most economical face velocity, if the pulse interval increases, since the amount of variation in filter drag is large, depending on the amount of inlet dust loading, the operation may be possible at a lower concentration when the pulse interval is 70 sec. However, for a higher concentration, either face velocity or pulse interval should be reduced.

Key Words : Pressure drop, Face velocity, Pulse interval, Pulse pressure

Corresponding Author : Jeong-Min Suh, Dept. of Regional environmental system engineering, Pusan National University, Miryang 627-702, Korea  
Phone: +82-11-810-4778  
E-mail : suhjm@pusan.ac.kr

### 1. 서 론

국내의 환경문제는 이제 대다수 국민의 일상적인 관심사가 되었으며 최근 급속한 지구환경의 악화는 심각한 국제문제로 대두되고 있다.

고도 경제성장으로 인한 공업화와 그에 따른 업

종이 다양해짐에 따라 여기에 수반되어 발생하는 대기오염물질이 증가할 뿐만 아니라 종류도 여러가지로 다양해지고 있다.

특히, 대기오염 물질중에서 입자상물질이 다양한 산업활동으로 배출되는 물질로서 산업이 발전함에 따라 대기중으로 배출되는 먼지의 배출량이 증가하여 대기중에 부유하는 입자상 물질은 더욱더 증가할 것으로 예상되어 심각한 대기오염물질로 대두될 전망이다<sup>11</sup>.

산업발달에 따라 불가피하게 생성되며, 대기오염의 주종을 이루면서 인체에 가장 유해한 먼지입자는 산업체의 유류 및 화석연료 보일러, 자동차, 제철/제강 공정, 시멘트 제조 공정 및 폐기물소각 공정 등의 각종 연소, 생산 및 제조공정에서 발생되고 있다.

대부분 산업공정에서 배출되는 미세먼지 입자는 기존의 집진장치로 거의 포집 제거가 불가능하여 대부분이 대기중으로 방출되고 있는 실정이다. 분진중에서도 입경 1  $\mu\text{m}$ 이하의 분진들은 침강 속도가 작아 거의 gas와 동일한 거동을 하기 때문에 기관 또는 폐포에 침착하여 호흡기에 영향을 미치므로 그 발생량과 화학적 성상이 문제화되고 있는 추세이다<sup>23)</sup>.

따라서 공장이 밀집되어 있는 지역에서는 대기중에 미세먼지 입자가 고농도로 부유되어 있어 인근 지역의 주민과 생산 활동에 참여하는 종사자들의 호흡시 유입되어 침착되고 있다고 볼 수 있다. 입자크기의 범위가 0.1~10  $\mu\text{m}$ 사이의 부유먼지는 주로 산업의 생산 및 연소공정과 고체상 물질의 분쇄, 수송, 공정 등에서 주로 발생되고 있으며, 대기중에 부유된 먼지층에서 8  $\mu\text{m}$ 이하의 호흡시 호흡기로 유입되는 입자크기로써 입자크기가 6  $\mu\text{m}$ 이하인 것은 약 10%정도가 인체내의 폐(lung)내로 유입되고, 4  $\mu\text{m}$ 이하인 것은 30%, 2  $\mu\text{m}$ 이하인 것은 약 80%, 1  $\mu\text{m}$ 이하인 것은 약 99%가 폐에 유입되어 폐에 침착된다고 보고하였다. 앞으로 산업발전이 계속됨에 따라서 먼지의 배출량이 계속 증가할 것이며, 이로 인해 먼지에 의한 대기오염이 심각해질 뿐만 아니라 인간에 미치는 피해가 심해 질것으로 예측된다<sup>4-6)</sup>.

이에 따라 정부에서는 2005년 1월 1일부터 산업장별 배출허용기준을 대폭 강화하여 시행하고 있다<sup>7)</sup>. 이러한 법 시행의 강화로 인하여 고효율의 집진기로서의 전기집진기 및 여과집진기는 각종 산업분야에서 많이 채택되었다<sup>8)</sup>. 대기오염방지 설비로는 사이클론, 전기집진장치, 여과집진장치, 습식집진장치 등이 있는데, 사이클론의 경우 적용이 간단하고, 설치비가 적기 때문에 가장 많이 적용되고 있지만, 미세먼지에 대한 집진효율이 낮아 주로 전기집진장치 또는 여과집진장치의 전단에 설치되어 조대한 입자를 제거하는데 주로 사용되고 있다.

현재까지 최고의 집진성능을 나타내는 것은 전기 집진장치와 여과집진장치로 알려져 있다.

최근에는 전기집진기에 대해 연료의 성장과 분진의 전기저항 및 연소 조건의 변화에 따라 집진성능의 변동이 심하며, 특히 배출규제의 강화 및 유휴분이 많은 연료사용으로 고저항분진이 전기집진기에서 역전리 현상(back corona) 문제가 대두되었다<sup>9)</sup>. 따라서 분진의 전기적 특성에 의존하지 않고, 안정되며 높은 집진효율을 얻을 수 있는 여과집진기는 연소 및 폐기물 소각 공정에서 배출되는 입자상 오염물질을 처리 제거하는데 효과적이고 집진성능이 우수하여 국내 산업체에서 매년 설치율이 증가하는 경향이 보이고 있으며, 이러한 현상은 배출허용농도의 규제강화와 여과집진장치의 설치비가 다른 집진기에 비해 저렴하다는 특징이 부각되었다<sup>10,11)</sup>. 그러나, 여과집진장치는 여과포 표면에 부착되는 입자층에 의한 과도한 압력손실로 인해 동력비가 과도하게 소요되며, 여과포에 부착된 먼지층 제거를 위한 주기적인 탈진으로 인해 운전비 상승, 여과포의 교체 등으로 인한 유지·보수비 등 경제적 부담이 큰 단점을 가지고 있다.

국내에서는 여과집진장치의 설계 및 운전에서 가장 중요한 자료인 여과속도와 입구분진농도 관계, 탈진특성과의 관계, 분사거리 등이 이론적으로 확립된 것이 거의 없다. 대부분의 방지시설업체 및 사용업체는 경험에 의존하여 여과집진장치를 설계 및 운전하고 있어 여과집진장치의 고유의 성능인 고성능을 유지 못할 뿐만 아니라, 여과포의 수명이 단축되어 운전유지비의 과다 소요의 요인이 되고 있는 실정이다<sup>12,13)</sup>.

본 연구에서는 현재 산업장에 가장 많이 이용되고 있는 충격기류식 여과집진기(bag filter)를 이용하여 압력손실을 최소화하기 위해서 운전부하량에 따른 처리유속 및 분사간격 변화의 여과저항을 실험적으로 고찰하여 여과집진기의 설계 기초 자료로 활용하고자 한다.

## 2. 실험장치 및 방법

### 2.1. 실험장치

본 실험에 사용된 집진기는 충격기류식 여과집진기로서 분진발생장치, 탈진장치, 여과집진장치, 흡입식 송풍기로 구성되어 있으며 전체공정도를 Fig. 1에 나타내었다.

#### 2.1.1. 분진발생장치

산업체 현장의 운전조건을 모사하여 여과포의 성능특성을 연구하기 위한 pilot scale 실험장치는 일정량 분진을 여과집진기 내로 주입하기 위해 소형

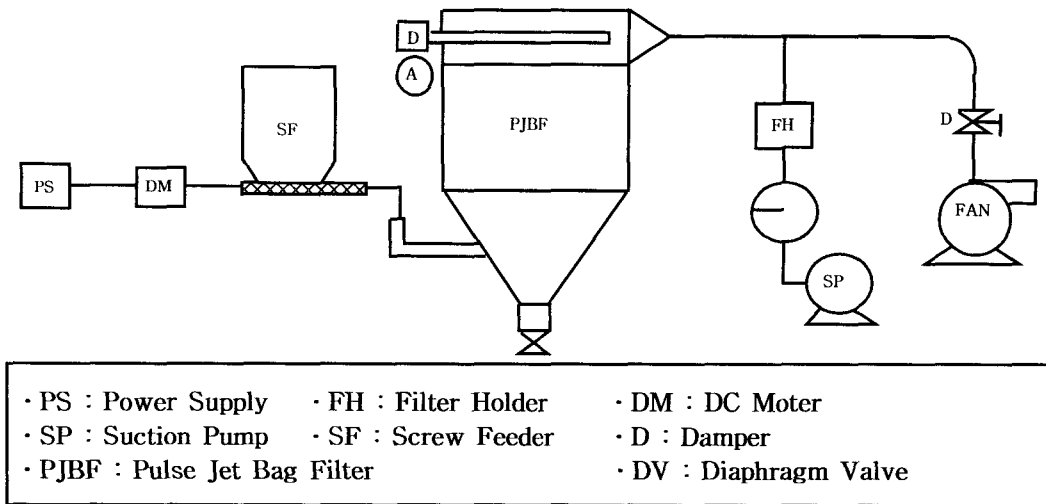


Fig. 1. Flow sheet of experimental apparatus.

Screw dust feeding 방식을 사용하였으며, DC moter(24V)를 사용하여 전압을 가변 시켰으며 일정한 전압을 고정시켜 공급하였고, 분진공급률은 0.5~3 g/m<sup>2</sup>로 입구 분진농도를 조절하여 주입하였다.

### 2.1.2. 탈진장치

충격기류식 여과집진기의 탈진장치는 blow tube가 여과포 1열마다 배열되어 있으며 blow tube의 하면에는 여과포 중심이 되는 위치에 jet 노즐이 있다. Compressor에서 저장된 공기가 air tank에 공급되어진 압축공기를 air regulator로 압력(5 kg/cm<sup>2</sup>)을 조절하여 pulse timer에서 순간적인 전원을 받아 solenoid가 작동하며, 이 밸브의 작동으로 diaphragm valve가 작동하여 압축공기를 blow tube pipe로 통해 분사구에서 순간적(약 0.1 sec)으로 압축공기가 분사되어 여과포를 탈진한다.

### 2.1.3. 여과포

실험에 사용된 여과포는 실제 산업현장에서 가장 널리 사용되고 있는 폴리에스테르 여과포로서 크기는 Ø140×850 l, 16개를 사용하였다. 여과집진장치 본체는 4개의 diaphragm valve가 설치되어 있으며, 1개의 D/V당 4개의 여과포가 설치되어 총 16개의 여과포로 구성되어 있다. Table 1에서 여과포의 물리적 성질을 나타내었다.

### 2.2. 실험재료

실험용 먼지는 P제철소 coke공장의 여과집진장치에서 포집된 것을 사용하였으며, 평균입경은 57.33 μm이고, 진비중이 1.78이다. Fig. 2은 본 연구에서 사

Table 1. Characteristics of felt fabrics

Material	Polyester felt
Area weight(g/m <sup>2</sup> )	564.4
Thickness(mm)	2.34
Breaking strength(kgf)	169.5
Air permeability(cc/cm <sup>2</sup> /sec)	16.6

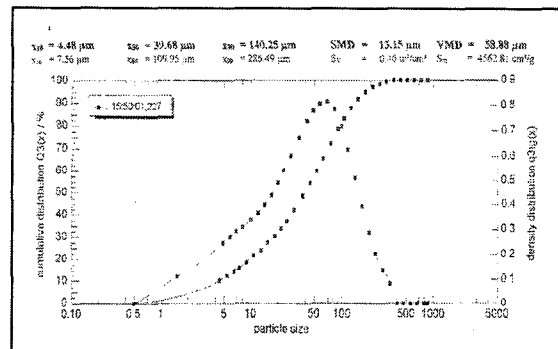


Fig. 2. Particle size distribution of test dusts.

용한 실험용 먼지의 입자크기 분포도를 무게기준으로 누적분포곡선, 정규분포곡선으로 나타냈고, Table 2에는 성분분석을 나타내었다.

### 2.3. 실험방법

본 실험에 측정된 항목은 Dust부하에 대한 압력손실, 탈진효율 및 포집효율을 측정하였으며 이에 대한 조건들은 다음과 같다.

Table 2. Fly ash analysis of sample

C	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	T-Fe	S	MgO
78.6	6.56	2.74	1.45	0.95	0.84	0.32
TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	PbO	ZnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO
0.16	0.14	0.065	0.032	0.016	0.016	0.013

2.3.1. 분진농도 측정

실험용 먼지는 건조기에서 110°C로 12시간 동안 가열건조 후 상온건조기(desiccator)에서 실험실의 온도와 같도록 24시간 냉각하여 사용하였다. 먼지농도는 stack sampler(Model CE-22-ADS, Ltd. USA)로 등속 흡입하여 농도를 측정하였다.

2.3.2. Pulse량

압축공기는 압력계를 사용하여 3 kg/cm<sup>2</sup>~6 kg/cm<sup>2</sup>으로 설정하고 pulse 분사시간은 전자식 Timer에 의해 on time(0.1 m/sec), off time(90 sec)으로 조절하여 사용했다. 그리고 이 시간들은 solenoid valve로 자동 조절하였다.

2.3.3. 압력손실 측정

여과 집진기 설계에서 매우 중요한 변수의 하나가 압력손실이다. 압력손실은 여과집진기에서 처리 가스를 유입 또는 배출시키는데 필요한 송풍기의 크기를 좌우하게 되며, 이에 따라 동력 사용량 등이 결정된다. 즉 압력손실이 큰 여과집진기의 경우 큰 송풍기와 동력을 많이 필요로 한다. 따라서 가능한 압력손실을 줄이는 것이 송풍기의 동력을 절약할 수 있어 경제적이 된다. 압력손실 측정은 여과집진기의 여과포 전후에 마노메타(Dwyer, USA)와 수주 마노미터를 동시에 사용하여 측정하였고, 여과집진기와 duct의 벽면에 수두압으로 정압측정을 행하여 압력손실을 측정하였다.

2.3.4. 탈진방법

충격기류식 여과집진장치에서 탈진압력은 여과포에 부착된 먼지층을 털어내기 위해 분사되는 압축공기의 압력을 말하며, 압력손실의 변화에 많은 영향을 미친다. 집진기간 중 여과포의 분진 퇴적에 의한 압력손실의 증가에 대해 집진공기 유량의 변동을 막기 위하여 by-pass valve를 수동 조절하였다. 압력손실이 소정의 값에 도달하면 분진의 공급을 중단하고 압력손실이 일정하게 되는 것을 확인한 후 pulse에 의한 탈진을 행하였다. 탈진성능의 실험을 마친 후 pulse 분사압을 3 kg/cm<sup>2</sup>~6 kg/cm<sup>2</sup>으로 수회 탈진을 행하고 이 상태를 여과포에 대한 분진 부하의 초기점으로 정의하였다.

여과포는 한 조건의 실험이 끝날 때마다 새로운 여과포로 교체하였으며, 실험조건은 Table 3에 나타

Table 3. Experimental conditions

Face velocity	1 m/min ~ 2.5 m/min
Inlet dust concentration	0.5~3 g/m <sup>3</sup>
Gas temperature	20°C
Cleaning conditions	
Pulse pressure	3kg/cm <sup>2</sup> , 5kg/cm <sup>2</sup> , 6kg/cm <sup>2</sup>
Pulse interval	30, 50, 70, 90 sec
Pulse duration	0.1 sec
Injection distance	110 mm
Pulse air nozzle diameter	10 mm

내었다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 탈진간격에 따른 압력손실변화

3.1.1. 탈진압력 3 kg/cm<sup>2</sup> 경우

탈진압력(pulse pressure) 3 kg/cm<sup>2</sup>에서 탈진주기(pulse interval) 변화에 의한 입구 부하량에 의한 여과포저항을 Fig. 3에 나타냈다.

탈진주기가 30초 및 50초에서는 압력손실이 150분에서 안정화 되었으며 탈진주기가 70초일 때는 100분, 탈진주기가 긴 90초일 경우는 30분에서 압력손실이 안정화되었다.

이는 입구 부하량이 여과포에 부착된 후 탈진작 시간이 길어짐에 따라 초층형성이 빨리 형성된 것으로 사료되며 탈진간격이 길어짐에 따라 여과포 저항 변화는 30초일 경우는 저농도인 0.5 g/m<sup>3</sup>에서는 40 mmH<sub>2</sub>O, 고농도인 3 g/m<sup>3</sup>에서는 65 mmH<sub>2</sub>O로 나타났고 50초 일때는 0.5 g/m<sup>3</sup>에서 50 mmH<sub>2</sub>O, 3 g/m<sup>3</sup>에서는 78 mmH<sub>2</sub>O, 70초에서는 농도에 따라 58 mmH<sub>2</sub>O~90 mmH<sub>2</sub>O, 90초 일 경우는 59 mmH<sub>2</sub>O~92 mmH<sub>2</sub>O로 증가하였다. 탈진주기가 30초에서 90초로 증가함에 따라 입구 부하량이 0.5 g/m<sup>3</sup>일 경우는 40 mmH<sub>2</sub>O~58 mmH<sub>2</sub>O, 고농도인 3 g/m<sup>3</sup>일 경우는 65 mmH<sub>2</sub>O~94 mmH<sub>2</sub>O로 압력손실 변화는 1.6배 증가하였다.

탈진압력이 낮은 3 kg/cm<sup>2</sup>에서는 초층형성을 위해서는 탈진간격을 길게 하는 것이 유리하지만,

급격한 압력증가로 산업현장에는 적용하기가 곤란 할 것으로 사료된다. 또한 탈진간격보다는 입구농도 변화가 압력손실 증가에 더 기여하는 것을 알

수 있었다.  
3.1.2. 탈진압력 5 kg/cm<sup>2</sup> 경우  
탈진압력 5 kg/cm<sup>2</sup>에서의 압력손실 변화를 Fig. 4

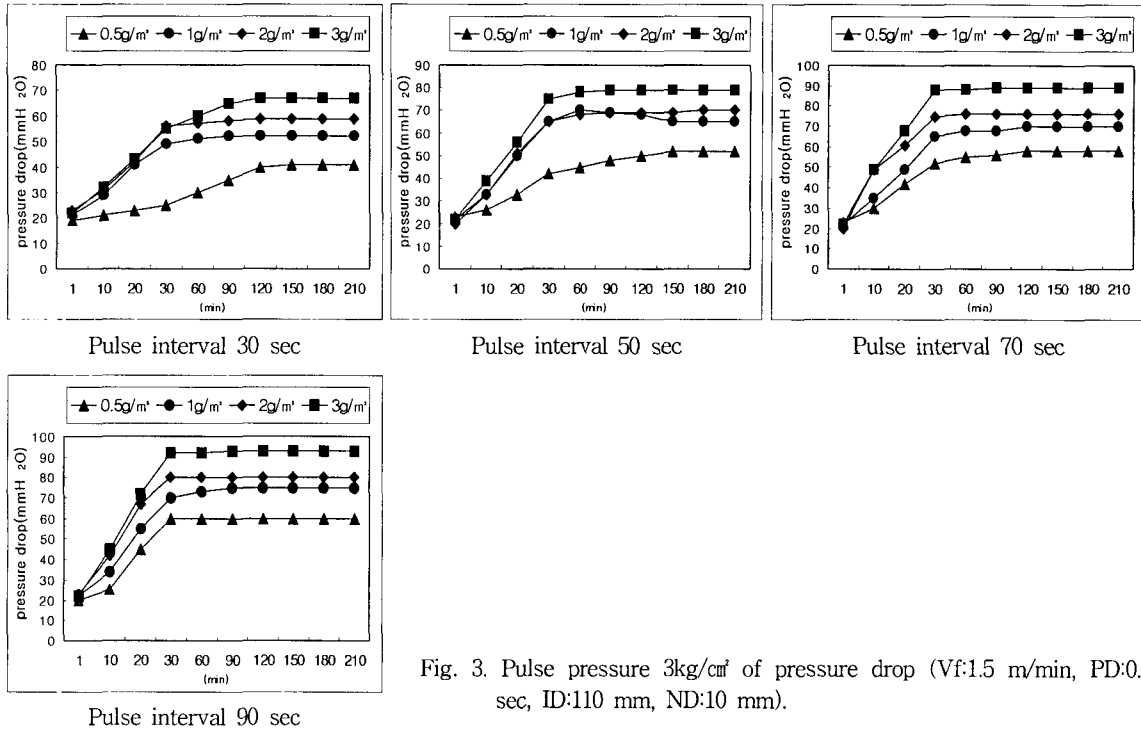


Fig. 3. Pulse pressure 3kg/cm<sup>2</sup> of pressure drop (Vf:1.5 m/min, PD:0.1 sec, ID:110 mm, ND:10 mm).

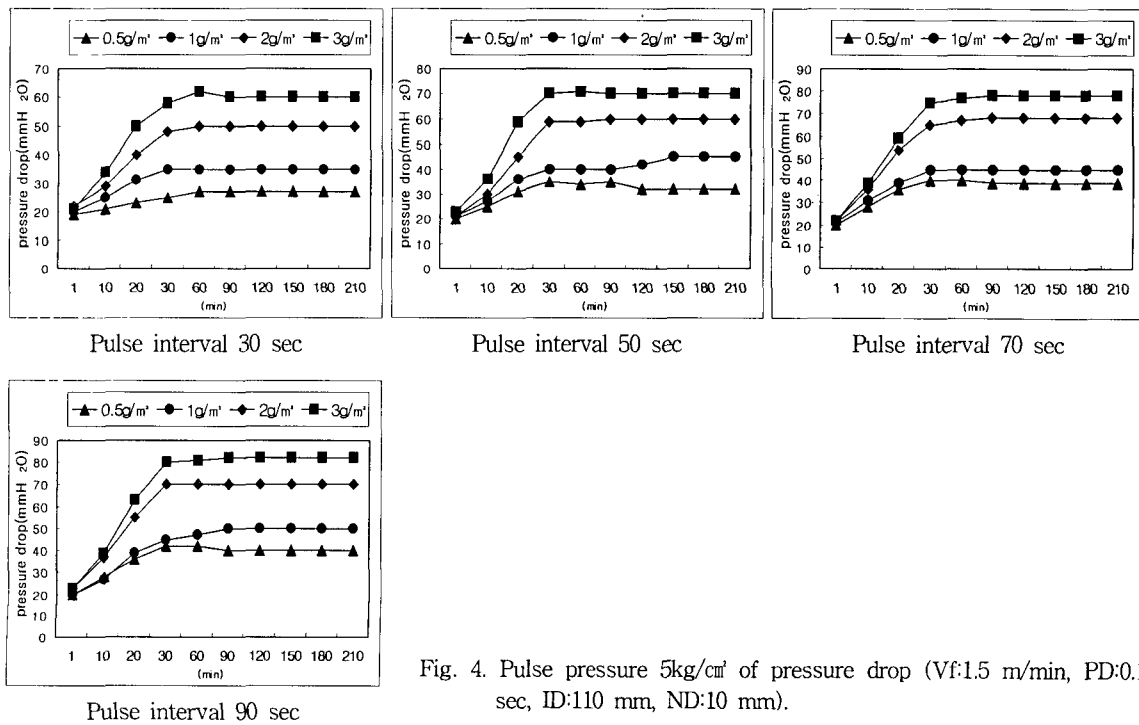


Fig. 4. Pulse pressure 5kg/cm<sup>2</sup> of pressure drop (Vf:1.5 m/min, PD:0.1 sec, ID:110 mm, ND:10 mm).

에 나타내었다.

탈진주기가 30초일 경우는 저농도(0.5 g/m<sup>3</sup>~1 g/m<sup>3</sup>)에서는 31 mmH<sub>2</sub>O, 고농도(2 g/m<sup>3</sup>~3 g/m<sup>3</sup>)는 55 mmH<sub>2</sub>O로 농도변화에 따라 2.8배 증가하였다.

탈진주기가 90초일 경우는 저농도는 42 mmH<sub>2</sub>O, 고농도일 때는 78 mmH<sub>2</sub>O로 1.86배 증가하여 큰 변화가 없었다. 이는 탈진주기가 길면 여과포에 부착된 분진의 탈진조각이 정상적으로 수행되지 않아 여과시간이 증가함에 따라 여과포 표면에 분진이 계속 퇴적되어 두께가 점점 두꺼워 지기 때문이다.

0.5 g/m<sup>3</sup>에서 탈진간격이 증가함에 따라 24 mmH<sub>2</sub>O~35 mmH<sub>2</sub>O, 3 g/m<sup>3</sup>에서는 60 mmH<sub>2</sub>O~85 mmH<sub>2</sub>O로 분진농도 및 탈진간격 증가로 2.4~2.5배의 압력손실 변화를 보였다.

이는 여과포의 여과저항을 최소화 하여 운전비를 줄이려면 분진농도를 최소화하여야 함을 알 수 있었고, 입구부하량이 저농도일 경우 탈진주기는 70초 이하로 운전함이 좋을 것으로 사료된다.

### 3.1.3. 탈진압력 6 kg/cm<sup>2</sup> 경우

탈진압력 6 kg/cm<sup>2</sup>에서의 압력손실 변화를 Fig. 5에 나타내었다.

탈진간격이 30초 일 경우 저농도에서 22 mmH<sub>2</sub>O로 안정된 압력손실 변화를 보였으며 고농도에서는 30분까지 급격한 압력손실 상승을 보였다. 탈진간격

이 90초일 경우는 저농도는 38 mmH<sub>2</sub>O, 고농도는 75 mmH<sub>2</sub>O의 압력손실을 나타내었다.

탈진주기가 90초에서 입구농도가 저농도(0.5~1 g/m<sup>3</sup>)인 경우 탈진압력 3 kg/cm<sup>2</sup>의 압력분포는 60~75 mmH<sub>2</sub>O범위, pulse pressure 5 kg/cm<sup>2</sup>에서 38~48 mmH<sub>2</sub>O 범위, pulse pressure 6 kg/cm<sup>2</sup>에서 40~50 mmH<sub>2</sub>O 범위로 나타났다. Pulse pressure 5, 6 kg/cm<sup>2</sup>은 pulse pressure 3 kg/cm<sup>2</sup>보다는 약 1.5배 낮게 나타났고, pulse pressure 5, 6 kg/cm<sup>2</sup>는 거의 비슷한 압력분포로 나타났다. 이와 같은 현상은 충격기류 분사압력이 낮으면 높은 조건에 비해 충격기류 분사유량이 적고, 강도가 낮아 탈진 조작 후 여과포에 잔류된 분진량이 많아진다. 이로 인해 분진층을 통과하는 기체의 통과저항이 커져 압력손실이 높아진다. 고농도 2, 3 g/m<sup>3</sup>인 경우는 pulse pressure 3, 5, 6 kg/cm<sup>2</sup> 거의 비슷한 압력분포로 나타났다.

그러나 입구농도가 고농도 3 g/m<sup>3</sup>은 pulse pressure 3, 5, 6 kg/cm<sup>2</sup>에 상관없이 높은 압력분포로 나타났다. 이러한 현상은 탈진조각이 정상적으로 수행되지 않아 여과시간이 경과함에 따라 여과포 표면에 분진이 계속 퇴적되어 분진층의 두께가 점점 두꺼워지기 때문인 것으로 사료되며, 고농도 경우는 탈진간격을 30초 이하로 설정해야 함을 알 수 있었다.

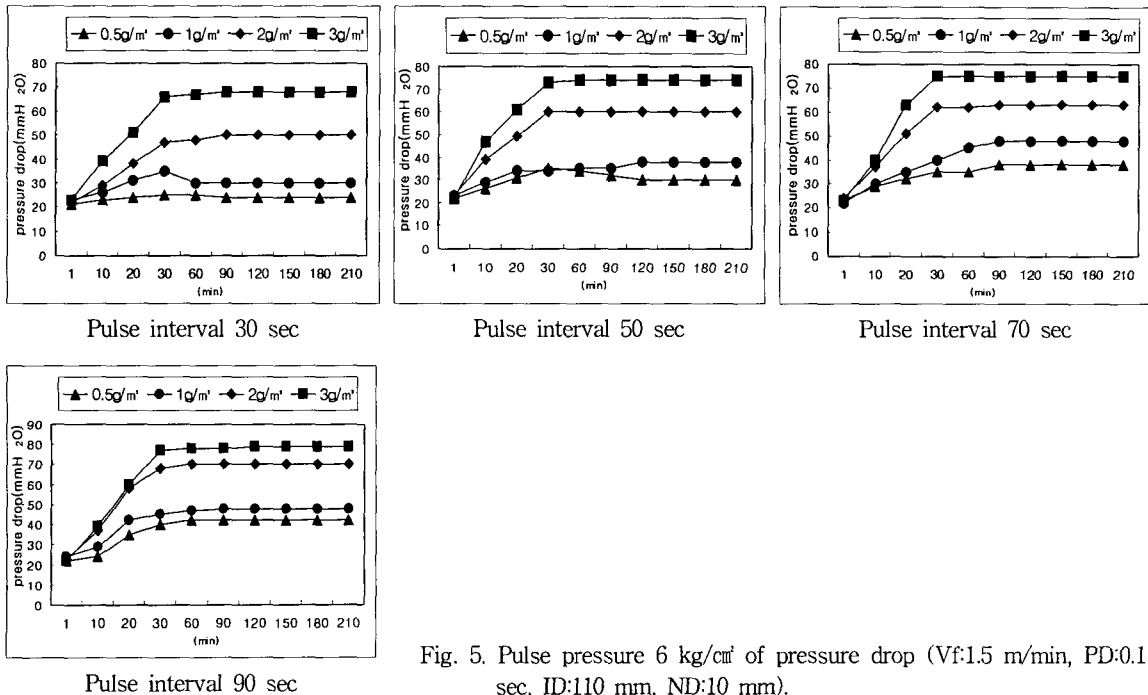


Fig. 5. Pulse pressure 6 kg/cm<sup>2</sup> of pressure drop (Vf:1.5 m/min, PD:0.1 sec, ID:110 mm, ND:10 mm).

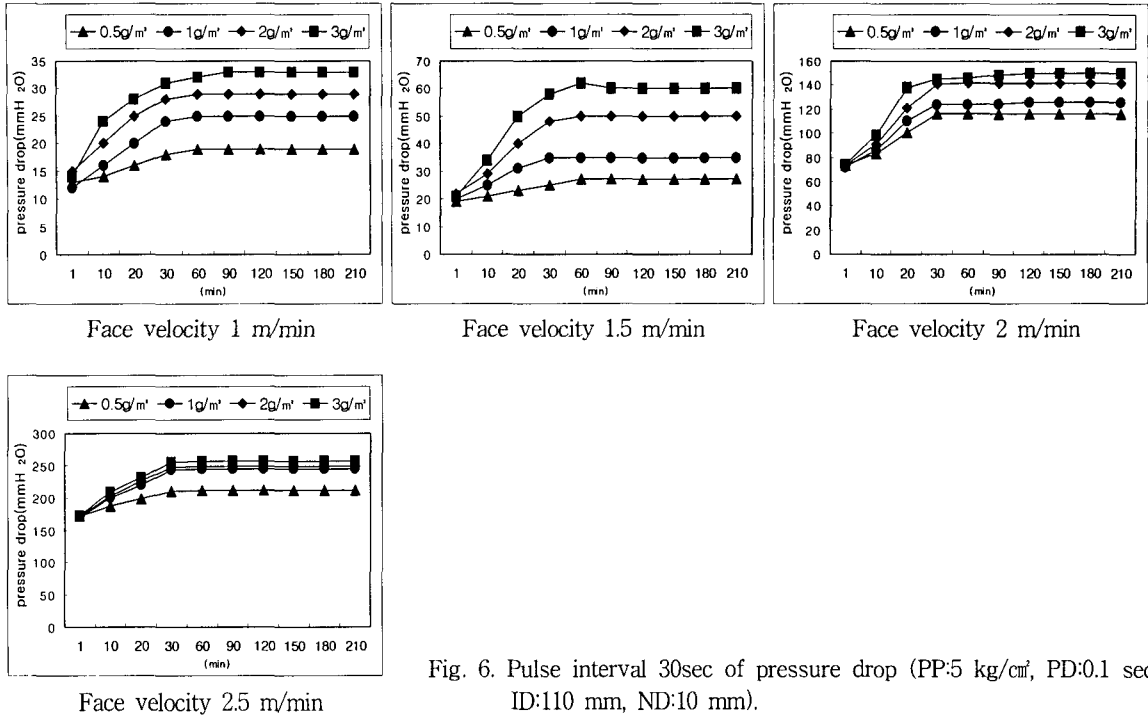


Fig. 6. Pulse interval 30sec of pressure drop (PP:5 kg/cm<sup>2</sup>, PD:0.1 sec, ID:110 mm, ND:10 mm).

3.2. 여과속도 변화에 따른 압력손실

3.2.1. 탈진간격이 30초일 경우

탈진간격이 30초에서 여과속도 변화에 따른 여과포 저항을 Fig. 6에 나타냈다.

여과속도가 1 m/min에서 입구부하량이 증가함에 따라 압력손실은 16 mmH<sub>2</sub>O~32 mmH<sub>2</sub>O, 여과속도가 1.5m/min에서는 28 mmH<sub>2</sub>O~58 mmH<sub>2</sub>O의 압력분포를 나타내었다.

여과속도가 2 m/min에서는 115 mmH<sub>2</sub>O~150 mmH<sub>2</sub>O, 2.5 m/min에서는 200 mmH<sub>2</sub>O~260 mmH<sub>2</sub>O의 높은 압력손실을 나타내었다.

여과속도를 2 m/min이상으로 운전하면 입구부하량에 관계없이 초기압력손실이 너무 높아 빈번한 여과포 교체로 운전비가 증가 할 것으로 판단되어 2 m/min이상으로 운전하는 것은 적절치 못한 것으로 사료된다.

1 m/min에서 운전하면 압력손실은 낮지만 집진장치가 커져 초기투자비가 많아 경제성이 없으므로, 1.5 m/min전후에서 운전하는 것이 최적의 운전조건으로 사료된다.

3.2.2. 탈진간격이 50초일 경우

탈진간격이 50초에서 여과속도 변화에 따른 여과포 저항을 Fig. 7에 나타내었다.

여과속도 1 m/min에서 입구부하량에 따라 압력손실이 22 mmH<sub>2</sub>O~40 mmH<sub>2</sub>O, 여과속도 1.5 m/

min에서는 30 mmH<sub>2</sub>O~68 mmH<sub>2</sub>O로 나타났다. 탈진간격이 30초 일 때와 큰 변화가 없었으며, 이 조건에서는 여과포에 부착된 분진층을 털어내는 조작이 정상적으로 수행되어 여과시간이 경과함에 따라 압력손실은 거의 변화 없이 일정하게 유지되었다.

여과속도가 2 m/min 이상일 때는 저농도는 120 mmH<sub>2</sub>O, 고농도는 250 mmH<sub>2</sub>O로 높게 나타났다. 입구 부하량이 증가하면 여과포 단위 면적당 부착된 분진량이 많아진다. 그러므로 일정한 강도의 충격과형을 가하게 되면 두꺼운 분진층은 얇은 분진층에 비해 작용하는 강도가 상대적으로 약하다. 이로 인해 한번의 탈진 조작으로 여과포에 부착된 분진층의 일부분만 탈진되고 나머지는 여과포 표면에 잔류하게 된다. 이와 같은 현상이 반복되면 여과시간의 경과에 따라 여과포 표면의 분진층의 두께는 점점 두꺼워져 통과기체에 대한 저항이 증가하여 압력손실이 증가하게 된다. 따라서 입구농도가 높을수록 탈진간격 선택을 신중하게 고려하여야 할 영향인자임을 알 수 있었다.

탈진간격이 50초는 30초와 같이 여과속도를 1.5 m/min 전후에서 운전하는 것이 경제적인 것으로 사료된다.

3.2.3. 탈진간격이 70초일 경우

탈진간격이 70초에서 여과속도 변화에 따른 여과

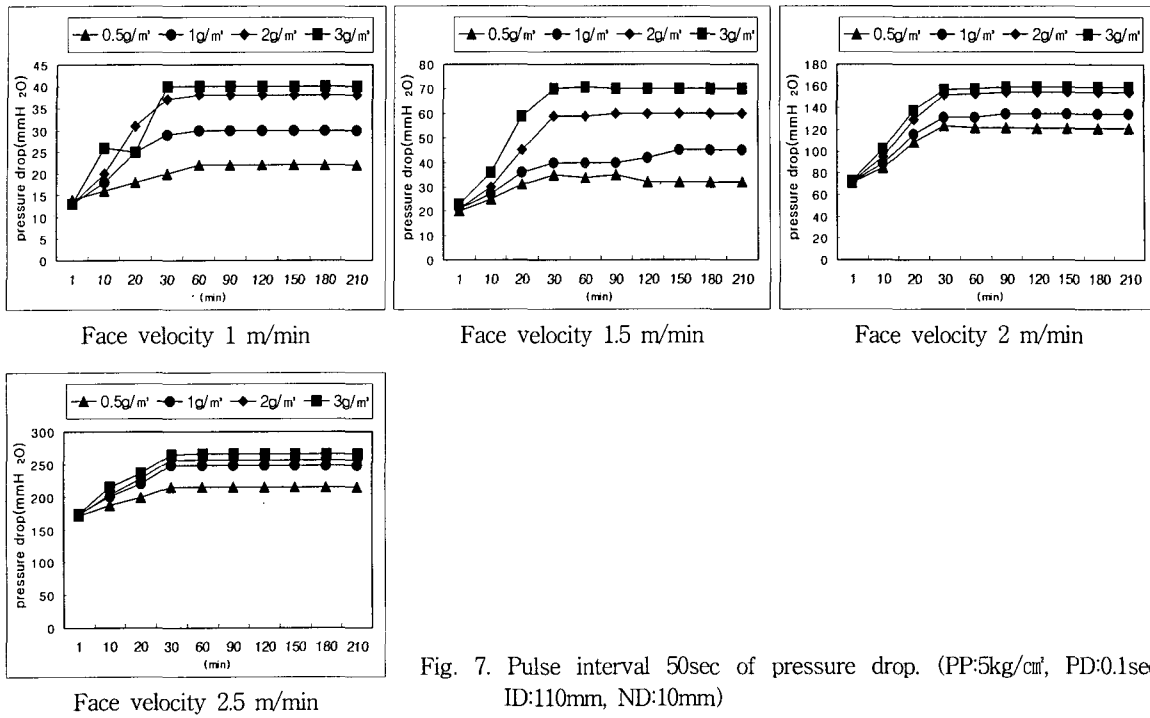


Fig. 7. Pulse interval 50sec of pressure drop. (PP:5kg/cm<sup>2</sup>, PD:0.1sec, ID:110mm, ND:10mm)

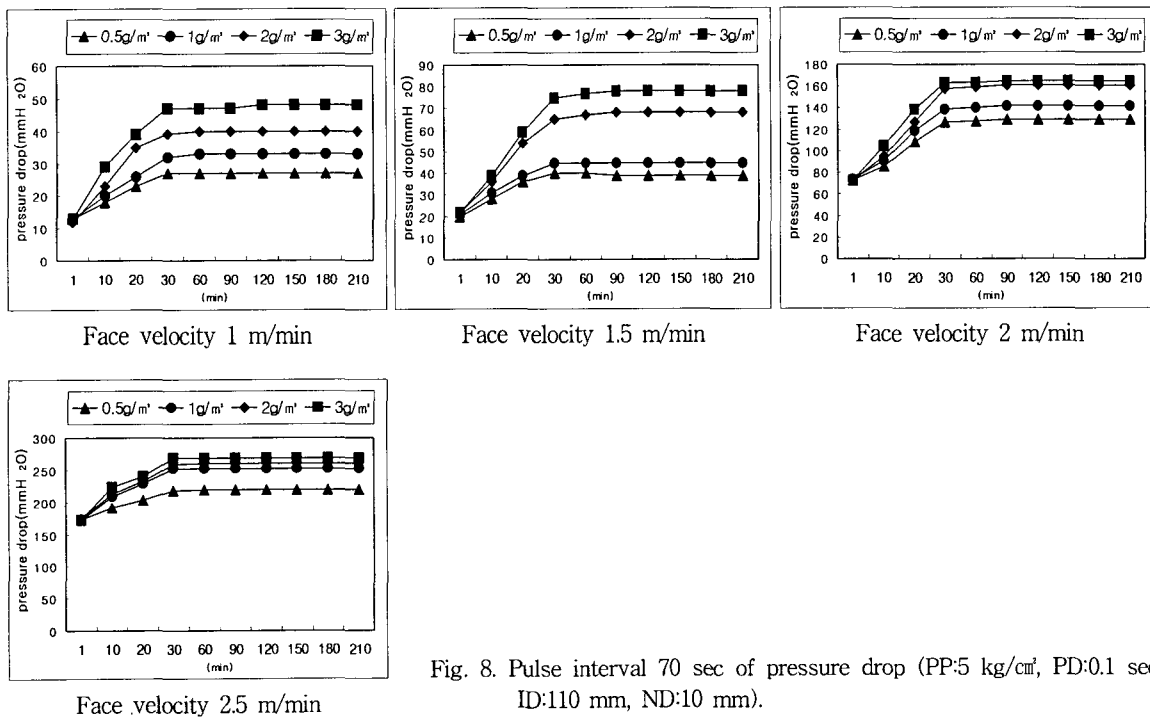


Fig. 8. Pulse interval 70 sec of pressure drop (PP:5 kg/cm<sup>2</sup>, PD:0.1 sec, ID:110 mm, ND:10 mm).



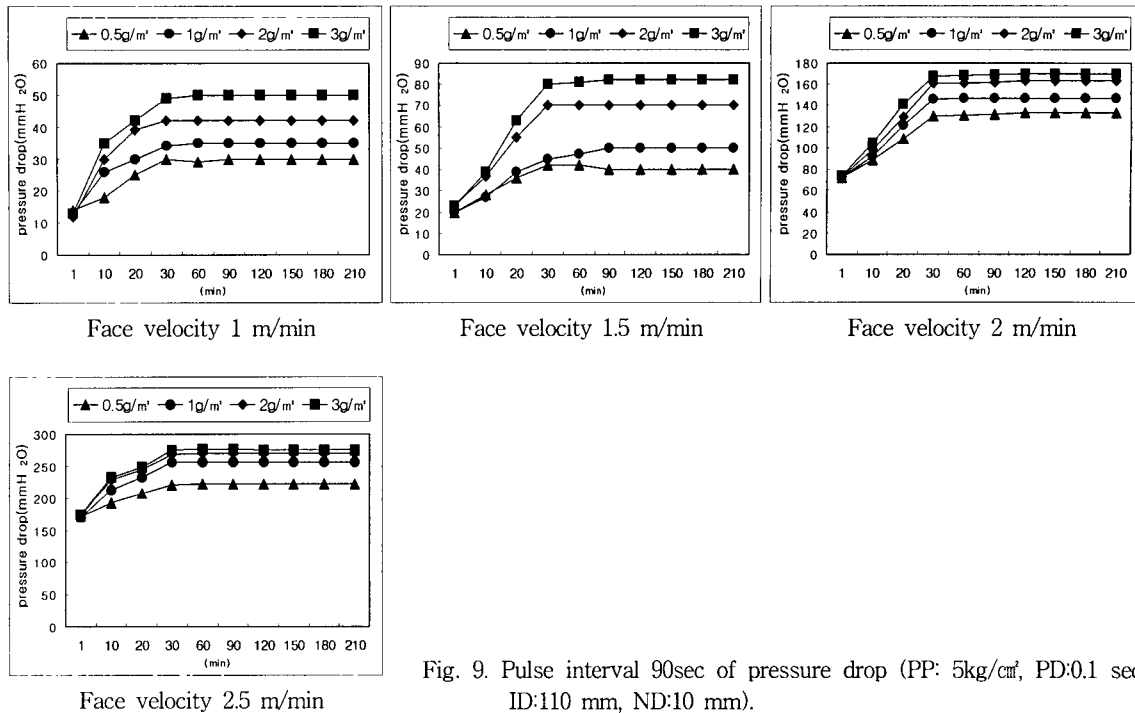


Fig. 9. Pulse interval 90sec of pressure drop (PP: 5kg/cm<sup>2</sup>, PD:0.1 sec, ID:110 mm, ND:10 mm).

포 저항을 Fig. 8에 나타내었다.

여과속도가 1 m/min에서는 25 mmH<sub>2</sub>O~38 mmH<sub>2</sub>O, 1.5 m/min에서는 저농도에서는 40 mmH<sub>2</sub>O 전후 고농도에서는 75 mmH<sub>2</sub>O 전후로 나타났다.

가장 경제적인 여과속도 1.5 m/min에서 탈진간격이 증가하면 입구부하량에 따라 여과저항의 변동폭이 크므로 탈진 간격 70초에서는 저농도에서 운전이 가능하나, 고농도에서는 탈진간격을 줄여야 함을 알 수 있었다.

또한 여과속도 2 m/min 이상에서 탈진간격 30초, 50초에서와 같이 높은 압력 저항을 나타냈었다.

### 3.2.4. 탈진간격이 90초일 경우

탈진간격이 90초에서 여과속도 변화에 따른 여과포 저항을 Fig. 9에 나타냈다.

여과속도가 1 m/min에서는 28 mmH<sub>2</sub>O~52 mmH<sub>2</sub>O, 여과속도가 1.5 m/min에서 저농도는 43 mmH<sub>2</sub>O 전후 고농도에서는 78 mmH<sub>2</sub>O 전후로 나타났으며, 2.5 m/min에서 220 mmH<sub>2</sub>O~280 mmH<sub>2</sub>O로 매우 높게 나타났다. 이는 탈진 조작이 정상적으로 수행되지 않아 여과시간이 증가함에 따라 여과포 표면에 분진이 계속 퇴적되어 두께가 점점 두꺼워 압력분포가 점점 증가하기 때문이다. 따라서 입구농도가 높을수록 탈진간격 변화가 압력손실변화에 큰 영향을 미치므로 고농도 일 경우는 탈진간격을 짧

리 해야 할 것으로 사료된다.

Fig. 6~Fig. 9의 결과에서 알 수 있듯이 여과속도를 1.5 m/min 전후로 운전하는 것이 가장 경제적인 것으로 사료되며 여과속도 1.5 m/min에서 탈진간격을 50초까지 운전이 가능하며, 탈진간격이 70초에서는 저농도 일 때는 운전이 가능한 것으로 사료된다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 충격기류식 여과집진장치의 입구농도 변화와 펄스간격 및 유속 등의 운전조건에 따른 압력손실변화에 대한 결과를 다음과 같이 요약하였다.

- 1) 탈진압력이 낮은 3 kg/cm<sup>2</sup>에서는 초충형성을 위해서는 탈진간격을 길게 하는 것이 유리하지만, 급격한 압력증가로 산업현장에는 적용하기가 곤란할 것으로 사료된다. 또한 탈진간격보다는 입구농도변화가 압력손실 증가에 더 기여하는 것을 알 수 있었다.
- 2) 탈진압력 5 kg/cm<sup>2</sup>에서 여과포의 여과저항을 최소화 하여 운전비를 줄이려면 분진농도를 최소화하여야 함을 알 수 있었고, 입구 부하량이 저농도 일 경우 탈진주기는 70초 이하로, 고농도일 경우는 탈진주기를 30초 이하로 운전해야함을 알 수 있었다.

3) 입구부하량이 고농도일 경우는 탈진압력에 상관없이 높은 압력 분포가 나타났는데 이는 탈진작이 여과시간의 경과에 따라 여과포에 분진이 계속 퇴적되어 두꺼워 지기 때문이므로 탈진간격을 30초 이하로 설정해야 함을 알 수 있었다.

4) 여과속도 1 m/min에서 운전하면 압력손실은 낮지만 집진장치가 커져 초기투자비가 많아 경제성이 없으므로, 1.5 m/min전후에서 운전하는 것이 최적의 운전조건으로 사료된다.

5) 가장 경제적인 여과속도로 생각되는 1.5 m/min에서 탈진간격이 증가하면 입구부하량에 따라 여과저항의 변동 폭이 크므로 탈진 간격 70초는 저농도에서 운전이 가능하나, 고농도에서는 여과속도나 탈진간격을 줄여야 함을 알 수 있었다.

6) 높은 여과속도인 2m/min이상에서는 분진부하량, 탈진간격 등의 제반 설계조건이 고려되어야 운전이 가능할 것으로 사료되어, 계속적인 후속연구가 진행되어야 할 것으로 생각 된다.

#### 감사의 글

본 연구는 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었습니다.

#### Nomenclature

- C<sub>i</sub> : Inlet dust concentration
- ND: Pulse air nozzle diameter
- PD: Pulse duration
- PI : Pulse interval
- PP : Pulse pressure
- V<sub>f</sub> : Face velocity
- ID : Injection distance

#### 참고 문헌

1) 임정환, 김홍용, 구철오, 박용오, 양승목, 박영성, 1998, 여과포 의한 coke 먼지 및 폐기물 유동층 소각먼지의 포집특성, 대기환경공학회, 20(5), 711-722.

2) Helstrom R., 1992, A Method for investigating the behaviour of mechanically shaken filter bags; *Filtration & Separation*, September/October. 11-12.

3) Li X., Chambers A. J., Helstrom R., 1993, Analysis of the motion of mechanically shaken filter bags; *Filtration & Separation*, March/April. 17-18.

4) Hinds W. C., 1982, *Aerosol Technology, Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles*; John Wiley & Sons, New York, 211-232.

5) Dennis R., 1977, Collection efficiency as a function of particle size, shape, and density, *JAPCA*, 24(12), 1156-1163.

6) Leith D., First M., 1975, Particle Collection by a Pulse-jet Fabric Filter, 68th Annual Meeting of APCA, 1-14.

7) 서정민, 김찬훈, 박출재, 2001, 충격기류식 여과 집진설비에서 여과저항에 관한 연구, 한국 폐기물학회지, 18(6), 503-509.

8) 최금찬, 김신도, 1995, 전기력 이용한 배가스 처리기술의 동향, 한국대기보전학회지, 11(3), 232-245.

9) 김용진, 정상현, 1995, 새로운 집진기술 동향, 한국대기보전학회, 11(3), 221- 321.

10) Jaime B., 1993, Process engineering and design for air pollution control, PTR prentice Hall, 331-369, 414-449pp.

11) Ikuo T., 1993, 여과 집진장치 기술의 최근동향, *첨단환경기술*, 1(2), 2-9.

12) 박용옥, 구철오, 임정환, 손재익, 1990, Pulse-Jet 식 여과포집진장치의 여과포 성능시험 연구 (II), 연구보고서, 과학기술처, 201pp.

13) 손재익, 김영성, 박영옥, 최정후, 박영철, 구철오, 임정환, 1990, 유연탄 활용과 환경 공해방지대책 연구(III), 한국동력자원연구소, KE-87-18, 56pp.