

ORIGINAL ARTICLE

충격기류식 여과집진장치의 운전조건 변화에 따른 적정 탈진주기 및 탈진압력 설정

이덕기¹⁾ · 임우택²⁾ · 조재환³⁾ · 최금찬⁴⁾ · 신현무⁵⁾ · 장성호 · 서정민*

부산대학교 바이오환경에너지학과, ¹⁾LIG 넥스원 안전환경팀, ²⁾안동대학교 응용화학과,

³⁾부산대학교 식품자원경제학과, ⁴⁾동아대학교 환경공학과, ⁵⁾경성대학교 환경공학과

Prediction of Pulse Pressure and Pulse Interval of Change in Operation Conditions of a Pulse Air Jet Bag Filter

Deok-Gi Lee¹⁾, Woo-Taik Lim²⁾, Jae-Hwan Cho³⁾, Kum-Chan Choi⁴⁾, Hyun-Moo Shin⁵⁾, Seong-Ho Jang, Jeong-Min Suh*

Department of Bioenvironmental Energy, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

¹⁾Facilities Management Team, LIG Nex1 Co. Ltd., Gumi 39236, Korea

²⁾Department of Applied Chemistry, Andong National University, Andong, 36729, Korea

³⁾Department of Food and Resource Economics, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

⁴⁾Department of Environmental Engineering, Dong-A University, Busan 49315, Korea

⁵⁾Department of Environmental Engineering, Kyungsung University, Busan 48434, Korea

Abstract

In this study, using coke dust from ironwork, the pulse pressure on a pulse air jet bag filter was investigated considering the influence of the pressure loss due to filtration velocity and pressure intervals. The research on the optimal pulse pressure prediction of a pulse air jet type bag filter using coke dust showed the following results. Pressure loss volatility produced by the pulse pressure under low dust concentration ($0.5, 1 \text{ g/m}^3$) and low face velocity (1.25 m/min) was less than $10 \text{ mmH}_2\text{O}$. This suggests that the pulse pressure has a low impact on the pressure loss. In contrast, pressure loss volatility under high dust concentration (3 g/m^3) and high face velocity (1.75 m/min) was $25 \text{ mmH}_2\text{O}$. Therefore, pulse pressure with high dust concentration and high face velocity has a strong influence on the pressure loss volatility, compared to the condition of low dust concentration and low face velocity. The optimal pulse pressure of inlet dust concentration (0.5 g/m^3) was 6 kg/cm^2 under the same face velocity (1.75 m/min). As concentration increased from 1 to 2 g/m^3 , the pulse pressure gradually reached 5 kg/cm^2 thus indicating that the pulse pressure (5 kg/cm^2) is pertinent at a high concentration (3 g/m^3). The pulse intervals: 20, 25 and 30 sec, which are relatively longer than 10 and 15 sec, corresponded to high pressure loss volatility produced by the pulse pressure. Furthermore, low pressure loss volatility was noted at 5 kg/cm^2 of the overall pulse pressure.

Key words : Bag filter, Pulse air jet, Coke dust, Pulse pressure, Pressure loss

Received 20 January, 2017; Revised 6 March, 2018;

Accepted 27 April, 2018

*Corresponding author: Jeong-Min Suh, Department of Bioenvironmental Energy, Pusan National University, Miryang 50436, Korea
Phone: +82-55-350-5436
E-mail: suhjm@pusan.ac.kr

본 논문은 석사학위 논문 축약본입니다.

The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

최근 고도 경제성장으로 인한 공업화와 그에 따른 업종이 다양해짐에 따라 대기오염 물질이 증가하고 그 종류도 다양해지고 있으며 대기 중에 배출되는 먼지 등 부유하는 입자상 물질이 심각한 오염물질로 대두되고 있는 실정이다(Suh et al., 2010).

이에 따라 각 산업체에서는 대기오염방지시설의 교체 및 보안을 위한 저비용 고효율 집진장치의 개발이 절실히 요구되고 있으며, 현재 각종 배출가스에 포함된 입자상 오염물질과 SO_x, NO_x, 휘발성유기화합물(VOCs), 다이옥신 등의 기체상 오염물질을 규제치 이하로 낮추기 위한 많은 연구개발이 활발히 진행되고 있다(Park et al., 2004).

특히, 산업시설에서 배출되는 미세먼지로 인한 환경오염이 문제되면서, 미세먼지의 양을 최소한으로 배출하기 위한 방법들이 계속적으로 연구되어지고 있으며, 먼지배출 사업장에서는 미세먼지를 제어하기 위해 기존의 집진장치를 최대효율로 운전하거나, 보다 높은 효율을 나타내는 처리장치들로 교체하여 미세먼지 배출을 저감하기 위한 노력을 하고 있다(Kim et al., 1999).

미세먼지에 대한 환경법규의 강화도 이루어지고 있는데, 대기환경기준(ambient air quality standard)이 1983년에 TSP(Total Suspended Particulate)기준 일평균 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 제정된 이후 1993년에 PM10(particulate matter less than 10 μm as an aerodynamic diameter)은 연평균 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 일평균 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 추가되었고 2011년에는 PM2.5를 연평균 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 일평균 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 입법예고하여 2015년도부터 시행되고 있다. 이러한 대기환경기준을 달성하기 위한 배출허용기준도 계속해서 강화되고 있는 실정이다(Pang, 2013).

미세먼지 등과 같은 대기오염을 방지하기 위한 장치로 전기집진장치(electrostatic precipitator)와 여과집진장치(bag filter)가 산업분야에서 많이 적용되고 있다. 전기집진장치는 압력손실이 적으며 대용량의 연소가스를 처리할 수 있다는 장점이 있으나 분진의 특성에 따라 집진효율의 변동 폭이 크고 미세 분진의 제거에는 한계가 있는 반면 여과집진장치는 상대적으

로 압력손실은 전기집진장치 대비 많으나 초기투자 비용이 적고 입자상 물질의 전범위에 걸쳐서 집진효율이 높고, 운전이 편리하다는 장점이 있다(Hong et al., 2012; Hong, 2013).

일반적으로 산업분야에서 여과 집진장치가 훨씬 많이 적용되고 있는데, 이는 여과 집진 기술이 다른 집진방법에 비해 분진 부하 변동에 크게 영향을 받지 않고 운전 및 관리가 용이하며, 또한 미세입자에 대한 집진 효율이 매우 우수하기 때문이다(Lee et al., 2012).

그러나 여과집진장치는 여과포 표면에 부착되는 입자층에 의한 과도한 압력손실로 인해 동력비가 과다하게 소요되며, 여과포에 부착된 먼지층 제거를 위한 주기적인 탈진으로 인해 운전비 상승, 여과포의 교체 등으로 인한 유지·보수비 등 경제적 부담이 큰 단점을 가지고 있다(Painter, 1974; Mycock et al., 1995).

이러한 여과집진장치를 효율적으로 가동시키기 위해서는 적절히 탈진조작을 행해주어야 한다. 그동안 처리유량과 압력강하의 상관관계로부터 최적 탈진 조건을 도출하고자 많은 연구가 진행되어왔다. 그 가운데 집진효율이 높고, 안정적으로 연속운전이 가능하며, 처리 용량을 최대로 유지시킬 수 있는 충격기류(pulse-jet)방식이 가장 많이 적용되고 있다(Park and Cho, 2003).

따라서 본 연구는 여러 운전조건으로 제철소 Coke 분진을 이용한 충격기류식 여과집진장치(pulse air jet bag filter)의 적정 탈진압력을 설정하여 여과집진장치의 설계 기초자료로 활용하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험장치

산업현장의 운전조건을 모사하여 여과포의 성능특성을 연구하기 위한 pilot scale 실험장치의 공정도를 Fig. 1에 나타내었다(Lee, 2013). 일정량 분진을 여과집진장치 내로 주입하기 위해 소형 screw dust feeding 방식을 사용하였으며, DC motor(24 V)에 파워서플라이(power supply)를 사용하여 전압을 가변 시켰으며 일정한 전압을 고정시켜 피딩(feeding)하였고, 분진 공급률은 0.5~3 g/m^3 로 입구 분진농도를 조절하여

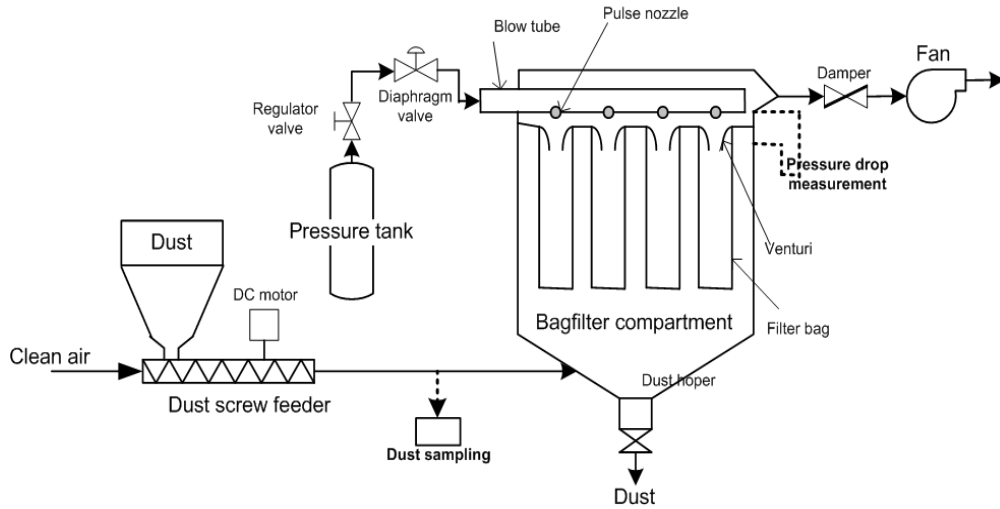


Fig. 1. Flow sheet of experimental apparatus.

주입하였다. 충격기류식 여과집진장치의 탈진장치는 blow tube가 여과포 1열마다 배열되어 있으며 블로우 튜브(blow tube)의 하단에는 여과포 중심이 되는 위치에 제트노즐(jet nozzle)을 설치하였다. 컴프레서(compressor)에서 생산된 압축공기는 에어탱크(air tank)에 저장하였다가 에어 레귤레이터(air regulator)로 압력(4~6 kg/cm²)을 조절하여 펄스 타이머(pulse

timer)에서 순간적인 전원을 받아 솔레노이드(solenoid)가 작동하며, 이 밸브의 작동으로 격막밸브(diaphragm valve)가 작동하여 압축공기가 블로우 튜브 파이프를 통해 노즐에서 순간적(약 0.1 sec)으로 압축공기가 분사되어 여과포를 탈진한다.

분진제거절차에 대한 세부사항을 Fig. 2에 나타내었다.



Fig. 2. Removal procedure of the coke dust.

Table 1. Characteristics of felt fabrics

Material	Polyester Felt
Area Weight(g/m ²)	564.4
Thickness(mm)	2.34
Breaking strength(kgf)	169.5
Air permeability(cc/cm ² /sec)	16.6

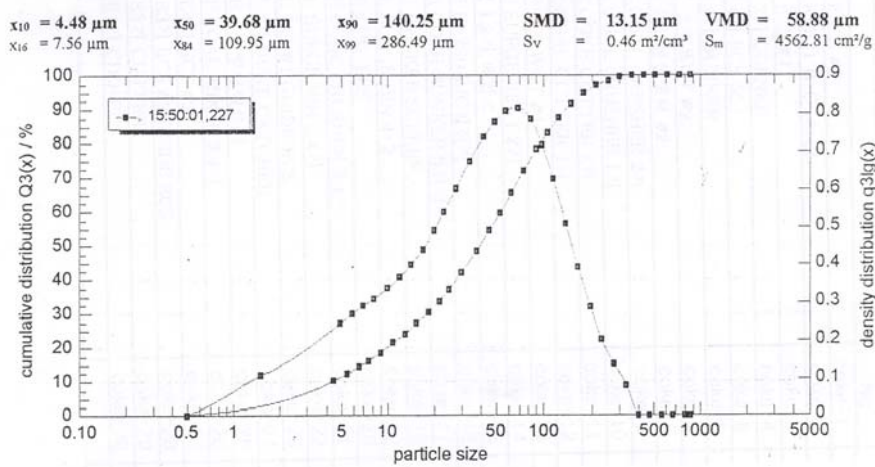


Fig. 3. Particle size distribution of test dusts.

2.2. 실험 방법

2.2.1. 실험 여과포

실험에 사용된 여과포는 실제 산업현장에서 가장 널리 사용되고 있는 폴리에스테르 여과포로서 크기는 Ø 140 × 850 ℓ, 16개를 사용하였다. Table 1은 여과포의 물리적 성질을 나타내었다.

2.2.2. 실험용 먼지

실험용 먼지는 P제철소 coke공장의 여과집진장치에서 포집된 것을 사용하였으며, 평균입경은 57.33 μm

이고, 진비중이 1.78이다. Fig. 3은 본 연구에서 사용한 실험용 먼지의 입자크기 분포도를 무게기준으로 누적분포곡선, 정규분포곡선으로 나타냈고, Table 2는 분진의 성분분석을 나타내었다.

2.2.3. 실험방법

실험용 먼지는 건조기(convecting oven)에서 110℃로 12시간 동안 가열건조 후 상온 건조기(desiccator)에서 실험실의 온도와 같도록 24시간 냉각하여 사용하였다. 먼지농도는 stack sampler(Model CE-22-ADS,

Table 2. Fly ash analysis of sample

C	SiO₂	Al₂O₃	CaO	T-Fe	S	MgO
78.6	6.56	2.74	1.45	0.95	0.84	0.32
TiO₂	Na₂O	K₂O	PbO	ZnO	Cr₂O₃	MnO
0.16	0.14	0.065	0.032	0.016	0.016	0.013

Table 3. Experimental conditions

Face Velocity	1.25 m/min, 1.5 m/min, 1.75 m/min
Inlet dust concentration	0.5 ~ 3 g/m ³
Gas temperature	20℃
Pulse pressure	4 kg/cm ² , 5 kg/cm ² , 6 kg/cm ²
Pulse interval	10, 15, 20, 25, 30 sec
Pulse duration	0.1 sec
Injection distance	110 mm
Pulse air nozzle diameter	10 mm

Ltd. USA)로 등속 흡인하여 농도를 측정하였다. 여과 집진장치 본체는 4개의 격막밸브가 설치되어 있으며, 1개의 D/V당 4개의 여과포가 설치되어 총 16개의 여과포로 구성되어 있다. 여과포는 한 조건의 실험이 끝날 때마다 새로운 여과포로 교체하였으며, 실험조건은 Table 3에 나타내었다.

2.2.4. 압력손실측정

여과집진장치의 압력손실 측정은 여과집진장치에 부착된 압력식에 수주 마노메타(Dwyer, USA)를 사용하여 동시에 측정함으로써 측정오차를 최소화하였다. 압력손실은 탈진 시 높은 공기압력의 영향으로 순간적으로 하강한 후 1초 이내에 안정된 측정값을 사용하였다.

압력손실은 운전초기에 여과포의 초층 형성으로 직선적으로 빠르게 증가하게 된다. 일정한 탈진주기($\Delta t/t$, Δt =탈진간격, t =운전시간)후에는 분진저항계수에 의해서 압력손실이 천천히 상승한다. 따라서 초층 형성 후에 측정된 압력손실값을 사용해야한다(Strangert, 1978). Hindy는 30~80 cycle에서 초층 형성이 완료되는 것을 확인하였다(Hindy et al., 1987). 본 연구에서는 210분(탈진주기 150~400 cycle)동안 운전후의 압력손실값을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 탈진압력이 압력손실에 미치는 영향

탈진압력이 3 kg/cm² 이하 일 때 여과포 외벽으로 미치는 공기압이 낮아 외벽에 포집되어진 Coke분진

제거가 비효율적 이었고 탈진압력을 7 kg/cm²이상 일 때는 컴프레셔의 압축 공기량 부족으로 분진탈진에 영향을 미치고 또한, 여과포 외벽에 강한 탈진압력이 분사되어 여과포 수명을 단축시키는 것으로 선행연구에서 조사되었다(Simon et al., 2007). 따라서 탈진압력의 범위는 4~6 kg/cm²의 조건으로 실험하였다.

3.1.1. Inlet dust concentration:0.5 g/m³, face velocity:1.25 m/min 일 경우

Fig. 4는 입구분진 농도(inlet dust concentration : C_i)를 0.5 g/m³으로 주입하였을 때 분사간격을 10 sec, 15 sec, 20 sec, 25 sec, 30 sec로 변화시키고 탈진압력을 4 kg/cm², 5 kg/cm², 6 kg/cm²로 변화시키면서 최종 탈진시간 210 min에서의 압력손실 변화를 나타낸 그림이다.

분사간격 20 sec, 탈진압력 4 kg/cm²의 측정된 압력손실이 21 mmH₂O, 탈진압력 5 kg/cm²의 측정된 압력손실은 17 mmH₂O로 탈진압력 4 kg/cm²과 탈진압력 5 kg/cm²의 압력손실 차이가 4 mmH₂O로 가장 높게 측정되었다. 따라서 저농도에서 느린 여과속도 일 때 탈진압력이 압력손실에 미치는 영향이 현저히 낮은 것으로 관찰되었다.

3.1.2. Inlet dust concentration :1 g/m³, face velocity :1.25 m/min 일 경우

Fig. 5은 입구분진 농도(C_i) 1 g/m³ 일 때 탈진압력에 따른 압력손실변화를 나타내었다.

분사간격이 짧은 10 sec에서는 탈진압력이 압력손실변화에 미미한 영향을 미치는 것으로 관찰되었고

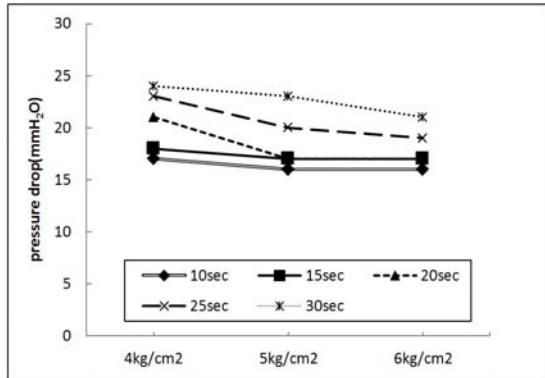


Fig. 4. Pressure drop variation affected by pulse pressure and pulse interval(Ci : 0.5 g/m³, Vf : 1.25 m/min).

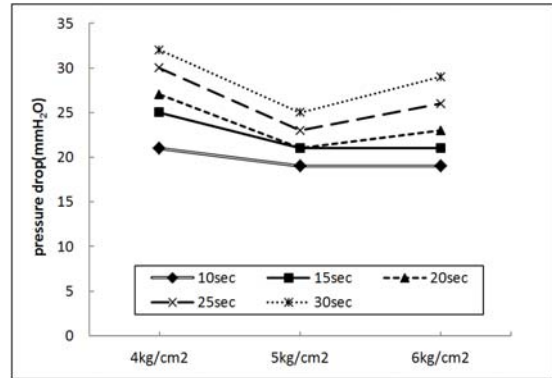


Fig. 5. Pressure drop variation affected by pulse pressure and pulse interval(Ci : 1 g/m³, Vf : 1.25 m/min).

분사간격이 15 sec까지는 5 kg/cm²와 6 kg/cm² 일 때의 압력손실 변화는 없었으며 분사간격이 20 sec 이상으로 증가 할 때는 적정 탈진압력이 5 kg/cm²임을 알 수 있었다.

3.1.3. Inlet dust concentration : 2 g/m³,
face velocity : 1.25 m/min 일 경우

Fig. 6은 입구 분진농도(Ci)가 2 g/m³일 때 분사간격에 대한 탈진압력에 따른 압력손실 변화를 나타내었다.

입구 분진농도 0.5 g/m³인 Fig. 4의 탈진압력은 압력손실에 미치는 영향이 적은 것으로 관찰되었고, 입구 분진농도가 1 g/m³이고 동일한 여과속도 Fig. 5은

탈진압력 5 kg/cm²이 적정한 것으로 판단된 반면 입구분진농도 2 g/m³, 여과속도 1.25 m/min의 Fig. 6에서는 탈진압력 6 kg/cm²에서 낮은 압력손실을 보였고 짧은 분사간격 10 sec에서 압력손실 22 mmH₂O로 가장 낮게 관찰되었다. 또한 고농도의 분진주입으로 Fig. 4와 Fig. 5에 비하여 압력손실이 최대 16 mmH₂O, 10 mmH₂O로 각각 증가되었다.

3.1.4. Inlet dust concentration : 3 g/m³,
face velocity : 1.25 m/min 일 경우

Fig. 7은 입구 분진농도(Ci)가 2 g/m³, 여과속도(Vf) 1.75 m/min일 때 분사간격에 대한 탈진압력에 따른 압력손실 변화를 나타내었다.

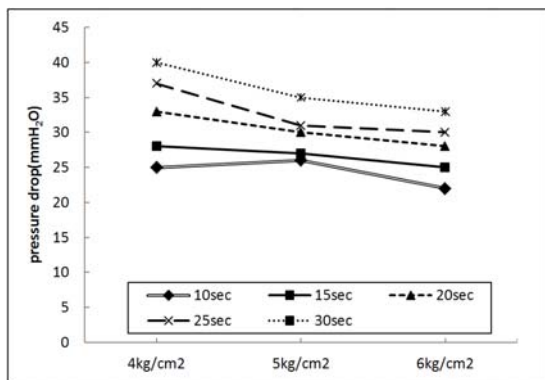


Fig. 6. Pressure drop variation affected by pulse pressure and pulse interval(Ci : 2 g/m³, Vf : 1.25 m/min).

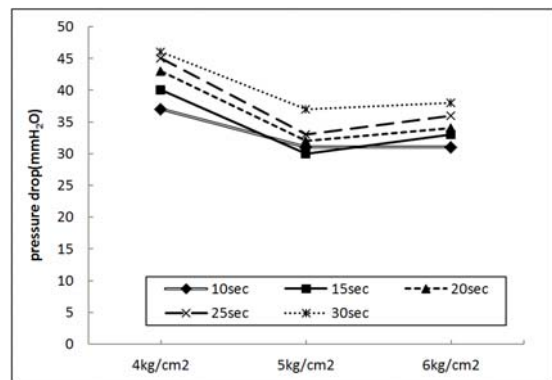


Fig. 7. Pressure drop variation affected by pulse pressure and pulse interval(Ci : 3 g/m³, Face Velocity : 1.25 m/min).

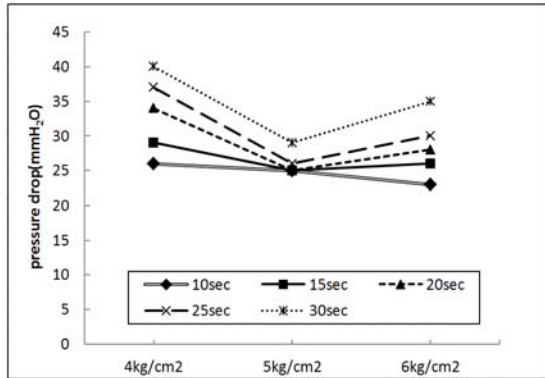


Fig. 8. Pressure drop variation affected by pulse pressure and pulse interval(C_i : 0.5 g/m^3 , V_f : 1.5 m/min).

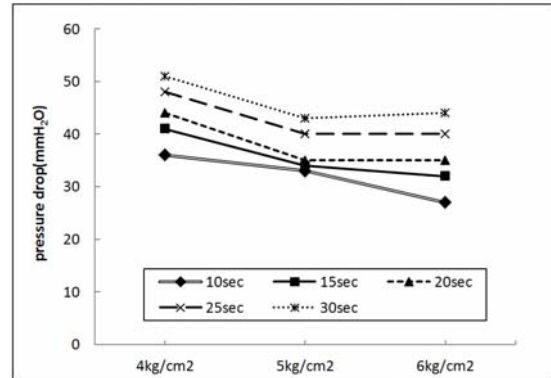


Fig. 9. Pressure drop variation affected by pulse pressure and pulse interval(C_i : 1 g/m^3 , V_f : 1.5 m/min).

저농도인 Fig. 4에서는 탈진압력이 압력손실에 미치는 영향이 낮은 것으로 판단된 반면 같은 여과속도 1.25 m/min 일 때 고농도인 Fig. 7에서는 탈진압력 5 kg/cm^2 에서 낮은 압력손실이 측정되어 적정탈진압력으로 사료된다. 또한 고농도의 분진 주입으로 같은 여과속도인 Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6에 비해 압력손실이 최대 $22 \text{ mmH}_2\text{O}$, $16 \text{ mmH}_2\text{O}$, $12 \text{ mmH}_2\text{O}$ 로 높게 측정되었다.

이는 입구농도가 증가하면 여과포 단위 면적당 부착된 분진량이 많아져 일정한 강도의 충격파형을 가하게 되면 두꺼운 분진층은 얇은 분진층에 비해 작용하는 강도가 상대적으로 약하다. 따라서 한 번의 탈진 조작으로 여과포에 부착된 분진층의 일부분만 탈진되고 나머지는 여과포 표면에 잔류하게 된다. 이와 같은 현상이 반복되면 여과시간의 경과에 따라 여과포 표면의 분진층 두께는 점점 두꺼워져 통과기체에 대한 저항이 증가하여 압력손실이 증가하게 된다. 분진농도가 높아질수록 압력손실의 증가폭도 상승하는 것을 알 수 있었다.

3.1.5. Inlet dust concentration : 0.5 g/m^3 ,
face velocity : 1.5 m/min 일 경우

Fig. 8은 입구 분진농도(C_i)가 0.5 g/m^3 , 여과속도 (V_f) 1.5 m/min 일 때 분사간격에 대한 탈진압력에 따른 압력손실 변화를 나타내었다. 분사간격 10 sec를 제외 한 나머지 분사간격에서 적정 탈진압력 5 kg/cm^2 일 때 낮은 압력손실이 관찰되었다. 또한, 탈진간격 25

sec에서 탈진압력 4 kg/cm^2 일 때의 압력손실이 $37 \text{ mmH}_2\text{O}$, 탈진압력 5 kg/cm^2 일 때의 압력손실이 $25 \text{ mmH}_2\text{O}$ 로 측정되어 압력손실 차가 $11 \text{ mmH}_2\text{O}$ 로 가장 높게 측정되었다.

분사간격 10 sec에서는 압력손실의 차가 거의 없는 것으로 관찰 되었다. 이는 여과포 외벽에 부착된 분진을 짧은 분사간격으로 탈진 하여 분진층의 두께가 두꺼워지지 않아 압력손실의 변화가 적기 때문으로 판단된다.

3.1.6. Inlet dust concentration : 1 g/m^3 ,
face velocity : 1.5 m/min 일 경우

Fig. 9는 입구 분진농도(C_i)가 1 g/m^3 일 때 분사간격에 대한 탈진압력에 따른 압력손실 변화를 나타내었다.

Fig. 5에 비해 상승된 여과속도 1.5 m/min 을 조건으로 하는 Fig. 9의 압력손실은 분사간격 20 sec, 탈진압력 4 kg/cm^2 에서 최대 $20 \text{ mmH}_2\text{O}$ 까지 상승하였다. 이를 통하여 여과속도가 압력손실에 많은 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

또한, 낮은 농도인 Fig. 8과 비교 했을 때 압력손실이 최대 $18 \text{ mmH}_2\text{O}$ 까지 상승하여 농도 역시 압력손실에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 짧은 분사간격 10 sec에서의 적정 탈진압력은 6 kg/cm^2 가 적절한 것으로 판단되고 압력손실은 $27 \text{ mmH}_2\text{O}$ 로 낮게 관찰되었다.

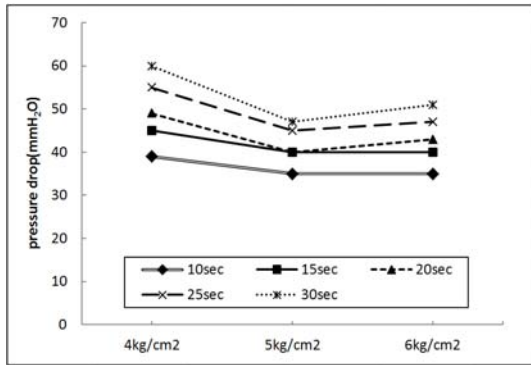


Fig. 10. Pressure drop variation affected by pulse pressure and pulse interval(Ci : 2 g/m³, Vf : 1.5 m/min).

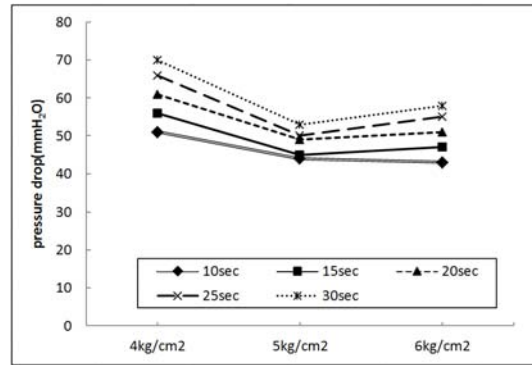


Fig. 11. Pressure drop variation affected by pulse pressure and pulse interval(Ci : 3 g/m³, Vf : 1.5 m/min).

3.1.7. Inlet dust concentration : 2 g/m³,
face velocity : 1.5 m/min 일 경우

Fig. 10은 입구 분진농도(C_i)가 2 g/m³, 여과속도(V_f) 1.5 m/min일 때 분사간격에 대한 탈진압력에 따른 압력손실 변화를 나타내었다.

빠른 여과속도의 분진주입으로 여과포 외벽을 통과하는 분진량이 증가하여 Fig. 6의 분사간격 30 sec, 탈진압력 4 kg/cm²과 같은 조건인 Fig. 10을 비교분석한 결과 최대 20 mmH₂O의 압력손실이 증가 하였다. 또한 탈진압력이 압력손실변화에 미치는 영향은 분사간격이 짧을 때 보다 분사간격이 길 때 더 많은 영향을 미치는 것으로 사료된다.

3.1.8. Inlet dust concentration : 3 g/m³,
face velocity : 1.5 m/min 일 경우

Fig. 11은 입구 분진농도(C_i)가 3 g/m³, 여과속도(V_f) 1.5 m/min일 때 분사간격에 대한 탈진압력에 따른 압력손실 변화를 나타내었다.

Fig. 7과 비교해 볼 때 빠른 여과속도의 분진주입으로 분사간격 30 sec, 탈진압력 4 kg/cm²에서 압력손실이 최대 24 mmH₂O로 증가하였고 적정 탈진압력은 5 kg/cm로 판단된다. 또한 고농도의 분진 주입으로 같은 여과속도인 Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10에 비해 압력손실이 최대 30 mmH₂O, 19 mmH₂O, 12 mmH₂O로 높게 측정 되었다.

3.1.9. Inlet dust concentration : 0.5 g/m³,
face velocity : 1.75 m/min 일 경우

Fig. 12는 입구분진 농도(C_i) 0.5 g/m³, 여과속도

(V_f)를 1.75 m/min으로 하였을 때 분사간격을 10 sec, 15 sec, 20 sec, 25 sec, 30 sec로 변화시키고 탈진압력을 4 kg/cm², 5 kg/cm², 6 kg/cm²로 하였을 때의 최종 탈진시간 210 min일 때의 압력손실 변화를 나타낸 그림이다.

동일한 농도 Fig. 8에서 여과속도를 1.75 m/min로 상승 시켰을 때 Fig. 12는 압력손실이 10~24 mmH₂O로 상승되었다. 이는 여과속도가 압력손실변화에 미치는 영향이 크게 있는 것을 알 수 있었다.

Fig. 4(C_i가 0.5 g/m³, V_f가 1.25 m/min)에서는 탈진압력이 압력손실에 미치는 영향이 크지 않은 것으로 나타났고, Fig. 8(C_i가 0.5 g/m³, V_f가 1.5 m/min)에서는 탈진압력 5 kg/cm²일 때가 적정 탈진압력으로 판단되었다. 반면, C_i가 0.5 g/m³, V_f가 1.75 m/min인 Fig. 12에서는 탈진압력 6 kg/cm²일 때가 압력손실이 가장 낮은 것으로 관찰되었다. 따라서 운전 조건변화에 따라서 적정 탈진압력을 설정하여야 할 것으로 사료된다.

3.1.10. Inlet dust concentration : 1 g/m³,
face velocity : 1.75 m/min 일 경우

Fig. 13은 입구분진 농도(C_i) 1 g/m³, 여과속도(V_f)를 1.75 m/min으로 하였을 때 분사간격을 10 sec, 15 sec, 20 sec, 25 sec, 30 sec로 변화시키고 탈진압력을 4 kg/cm², 5 kg/cm², 6 kg/cm²로 변화시키면서 최종 탈진시간 210 min에서의 압력손실 변화를 나타낸 그림이다.

상승된 여과속도로 Fig. 9와 비교해 볼 때 분사간격

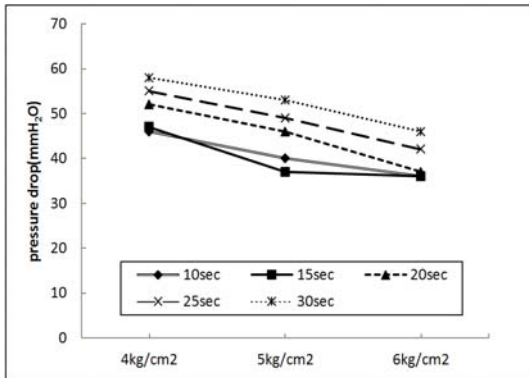


Fig. 12. Pressure drop variation affected by pulse pressure and pulse interval(C_i : 0.5 g/m^3 , V_f : 1.75 m/min).

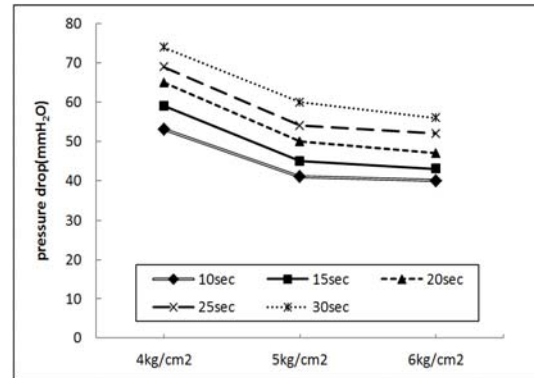


Fig. 13. Pressure drop variation affected by pulse pressure and pulse interval(C_i : 1 g/m^3 , V_f : 1.75 m/min).

30 sec에 대한 탈진압력 4 kg/cm^2 일 때 압력손실 차이가 최대 $23 \text{ mmH}_2\text{O}$ 까지 상승 되었다.

Fig. 12에서 C_i 가 0.5 g/m^3 , V_f 가 1.75 m/min 일 때 탈진압력이 6 kg/cm^2 가 적정한 것으로 알 수 있었다. Fig. 13도 탈진압력 6 kg/cm^2 가 적정한 것으로 판단되나 Fig. 12에서의 최대 압력손실 차이가 $9 \text{ mmH}_2\text{O}$ 에 비해 Fig. 13에서는 5 kg/cm^2 과의 최대 압력손실차가 $4 \text{ mmH}_2\text{O}$ 로 낮게 관찰되었다.

3.1.11. Inlet dust concentration : 2 g/m^3 ,
face velocity : 1.75 m/min 일 경우

Fig. 14는 입구 분진농도(C_i)가 2 g/m^3 , 여과속도(V_f) 1.75 m/min 일 때 분사간격에 대한 탈진압력에 따른 압력손실 변화를 나타내었다.

C_i 가 2 g/m^3 이고 상대적으로 느린 여과속도 Fig. 6과 Fig. 10에 대해 비교해 볼 때 각각 최대 압력손실차가 $43 \text{ mmH}_2\text{O}$, $26 \text{ mmH}_2\text{O}$ 로 높게 나타났다. 여과속도 1.25 m/min 에서 운전하면 압력손실은 낮지만 집진장치가 커져 초기투자비가 증가하여 경제성이 떨어지고 여과속도가 1.75 m/min 이상으로 높으면 초기 압력손실이 높아 빈번한 여과포 교체로 운전비가 증가하기 때문에 여과속도 1.5 m/min 에서 운전하는 것이 적절한 것으로 사료된다.

또한, 저농도 0.5 g/m^3 , 1 g/m^3 , 여과속도 1.75 m/min 에서의 적정 탈진압력이 6 kg/cm^2 인 반면 입구 분진농도 2 g/m^3 에서의 적정탈진압력은 5 kg/cm^2 으로 판단되고 분사간격 20 sec에서의 탈진압력 4 kg/cm^2 와

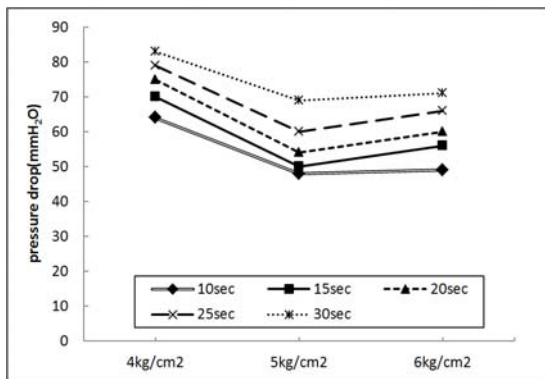


Fig. 14. Pressure drop variation affected by pulse pressure and pulse interval(C_i : 2 g/m^3 , V_f : 1.75 m/min).

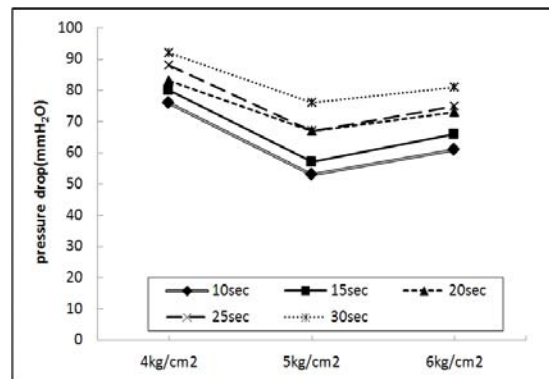


Fig. 15. Pressure drop variation affected by pulse pressure and pulse interval(C_i : 3 g/m^3 , V_f : 1.75 m/min).

5 kg/cm²에 대한 압력손실차가 21 mmH₂O로 가장 높게 나타났다.

3.1.12. Inlet dust concentration : 3 g/m³,
face velocity : 1.75 m/min 일 경우

Fig. 15는 입구 분진농도(C_i)가 2 g/m³, 여과속도 (V_f) 1.5 m/min일 때 분사간격에 대한 탈진압력에 따른 압력손실 변화를 나타내었다.

고농도의 분진 주입으로 같은 여과속도인 Fig. 6, Fig. 9, Fig. 12에 비해 압력손실이 최대 36 mmH₂O, 26 mmH₂O, 13 mmH₂O로 높게 측정되었다.

또한 빠른 여과속도 1.75 m/min의 Fig. 6, Fig. 9, Fig. 12, Fig. 15에서 저농도인 Fig. 6에서의 적정 탈진압력은 6 kg/cm²인 반면 고농도로 변할 때 적정 탈진압력이 5 kg/cm²로 변화하는 것을 관찰할 수 있었다.

4. 결론

Coke분진을 이용한 충격기류식 여과집진장치(pulse air jet type)의 운전조건 변화에 따른 적정탈진압력은 저농도(0.5, 1 g/m³), 느린 여과속도(1.25 m/min)에서는 탈진압력에 의한 압력손실의 변화의 폭이 10 mmH₂O이하로 관찰되어 탈진압력이 압력손실에 미치는 영향이 낮은 것으로 관찰되었다. 또한 고농도(3 g/m³) 빠른 여과속도(1.75 m/min)에서의 압력손실변화는 최대 25 mmH₂O로 높게 측정되어 저농도, 느린 여과속도 보다 고농도, 빠른 여과속도 일 때가 탈진압력이 압력손실의 변화에 미치는 영향이 높은 것을 알 수 있었다. 또한 동일한 여과속도 1.75 m/min일 때, 입구분진 농도 0.5 g/m³의 적정 탈진압력은 6 kg/cm²이었고, 농도가 1 g/m³, 2 g/m³으로 증가할수록 탈진압력은 5 kg/cm²가 적정함을 알 수 있었다. 분사간격이 짧은 10 sec, 15 sec보다 상대적으로 간격이 긴 20 sec, 25 sec, 30 sec에서는 탈진압력별 압력손실변화 폭이 큰 것을 알 수 있었고, 탈진압력 5 kg/cm²에서 낮은 압력손실분포를 나타냈다. 따라서 운전조건에 따라 탈진압력은 적정하게 설정하여야 할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Hindy, K. T., Sievert, J., Loeffler, F., 1987, Influence of cloth structure on operational characteristics of pulse-jet cleaned filter bags, *Environ. Int.*, 13(2), 175-181.
- Hong, S. G., 2013, A Study on development of high efficient multi-precipitator combined with the principle of cyclone, baffle and bag filter, Ph. D. Dissertation, Hanseo University, Seosan, Korea.
- Hong, S. G., Jung, Y. J., Park, K. W., Jeong, M. H., Lim, K. H., Suh, H. M., Shon, B. H., 2012, A Study on the optimization design of pulse air jet system to improve bag-filter performance, *J. KAIS*, 13(8), 3792-3799.
- Kim, J. H., 1999, A Basic study on developing an electrocharged Scrubber, *J. KOSAE*, 15(1), 33-39.
- Lee, D. G., 2013, The influence on pressure drop of pulse pressure from pulse air jet type bag filter by using coke dust, Master's Dissertation, Pusan University, Miryang, Korea.
- Lee, K. W., Lee, J. J., Kim, M. C., Sung, D. J., Son, B. H., 2012, Complex disposal device for exhaust gas, Kor. patent 10-1197091.
- Mycopck, J. C., Mckenna, J. D., Theodore, L., 1995, Handbook of air Pollution control Engineering and Technology, CRC press.
- Painter, D. E., 1974, Air Pollution Technology, Reston Publishing Company.
- Pang, S. H., 2013, A Comparison of electrical characteristics and collection efficiency of wet and dry ESP, Master's Dissertation, Hanseo University, Seosan, Korea.
- Park, B. H., 2004, Effect of jet nozzle on the reverse pulse jet cleaning in bag-filter system, Master's Dissertation, Kyunghee University, Seoul, Korea.
- Park, B. H., Jo, Y. M., 2003, Dedust of bag filter by reverse pulse jet, *Kyung Hee Journal of Natural Sciences*, 9(1), 7-13.
- Simon, X., Chazelet, S., Tomas, D., Bemer, D., Regnier, R., 2007, Experimental study of pulse-jet cleaning of bag filters supported by rings, *Powder Technol.*, 172(2), 67-81.
- Strangert, S., 1978, Predicting performance of bag filters. *Filter. Sep.*, 15(1), 42-48.
- Suh, J. M., Ryu, J. Y., Lim, W. T., Jung, M. S., Park, J. H., Shin, C. H., 2010, Prediction of the efficiency of factors affecting pressure drop in a pulse air, *J. Env. sci.*, 19(4), 437-446.