

ORIGINAL ARTICLE

CFD 해석을 통한 충격기류식 여과집진설비의 탈진 공기공급량 최적화

이지호 · 김정권¹⁾ · 정용현²⁾ · 박정호³⁾ · 서정민*

부산대학교 바이오환경에너지학과, ¹⁾동일대학교 환경공학과, ²⁾부경대학교 생태공학과, ³⁾경상국립대학교 환경공학과

Optimization of Pulsing Air Supply in a Pulse Air Jet Bag Filter Using CFD

Ji-Ho Lee, Jung-Kwon Kim¹⁾, Yong-Hyun Chung²⁾, Jeong-Ho Park³⁾, Jeong-Min Suh*

Department of Bio Environmental Energy, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

¹⁾Department of Environmental Engineering, Dong-Eui University, Pusan 47340, Korea

²⁾Department of Ecological Engineering, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

³⁾Department of Environmental Engineering, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea

Abstract

Numerical analysis was conducted to optimize the cleaning performance and economic design of pulse air jet bag filter systems. Using the commercial computational fluid dynamics software ANSYS Fluent, flow behavior inside bag filter was simulated to investigate the effects of key design parameters, including filtration velocity, pulsing pressure, and air supply per unit area of the filter media. The results showed that under the same pulsing pressure, inlet dust concentration, and filtration velocity conditions, when the air supply per unit area was increased from 4 L to 8 L, the reach of compressed air within the filter bag increased by 13.6–31.6% at a low concentration (0.5 g/m³) and by 18.5–51.5% at a high concentration (2.0 g/m³). For every 0.25 m/min increase from 1 m/min in filtration velocity, the reach of compressed air within the filter bag decreased by 1.2–5.6% at low concentration (0.5 g/m³) and 2.4–8.1% at high concentration (2.0 g/m³). The reduction was more pronounced when the air supply per unit area was smaller and the pulsing pressure lower. For every 1 bar decrease in pulsing pressure from 7 bar, the reach of compressed air within the filter bag decreased by 1.8–11.4% at low concentration (0.5 g/m³) and 3–18.8% at high concentration (2.0 g/m³), with the difference increasing when the air supply per unit area was smaller and the filtration velocity higher. The results suggest that filtration velocity exerts a greater influence on compressed air when the air supply and pulsing pressure are low. Under low concentration (0.5 g/m³) conditions, it is recommended to design using a ϕ 10 nozzle with an air supply range of 5–7 L/m², where as under high concentration (2.0 g/m³) conditions, it is advisable to design using a ϕ 12 nozzle with an air supply range of 6–8 L/m².

Key words : Pulse air jet bag filter, Air supply, Dust concentration, Filtration velocity, Pulsing pressure

Received 8 September, 2025; Revised 22 October, 2025;

Accepted 29 October, 2025

*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

© 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. 서 론

급속한 공업의 발달과 생산 기술의 발전, 업종의 다각화 등으로 인해 다양한 대기오염물질들이 필연적으로 발생하고 있다. 그 결과로 산업현장에서 활동하는 종사자들의 인체에 해로운 영향을 끼치고 있을 뿐만 아니라 동, 식물 및 주변 자연환경에도 악영향을 미치고 있다. 한국환경연구원의 국민환경의식조사에 따르면 ‘환경문제에 관심이 있다’ 라고 응답한 비율은 매년 꾸준히 증가하여 약 70%대를 유지하고 있으며, 부문별 환경 상태 중 미세먼지와 오존 등과 같은 대기질에 대한 불만족 비율이 가장 높은 것으로 나타났다(Yeom, 2023). 정부에서는 2018년부터 초미세먼지에 대한 환경기준을 강화하였고(Ministry of Environment, 2018), 2019년부터 미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법을 제정하여 시행하고 있다(Ministry of Environment, 2019). 이처럼 환경에 대한 국민의 인식과 관심이 날로 높아짐에 따라 관련 정부 부처에서는 국민들의 건강증진 및 생활환경 개선을 위해 힘쓰고 있으며 산업체들은 강화된 환경기준과 엄격한 배출허용기준을 준수하기 위해 노력하고 있다.

산업 활동으로 인해 발생하는 오염물질 중에서 특히 입자상 오염물질은 석탄 및 석유와 같은 화석연료의 사용, 폐기물 소각 등의 연소로 인하여 발생하거나 가스상 오염물질의 승화 및 화학반응 과정에서 응축 시 생성되기도 하고 일부는 사람들에게 알레르기 반응을 유발하

기도 한다(Kim, 2017). 이들 중 대부분은 집진설비를 통해 제거되지만, 갈수록 미세해지는 먼지 입자들은 여전히 제거되지 않거나 일부분이 포집되지 않고 대기중으로 배출되고 있어 이를 처리하기 위한 기술 개발이 요구되고 있다.

충격기류식 여과집진설비는 다양한 범위의 입자상 오염물질에 대해 처리효율이 우수하고 대형화와 운전이 용이하다는 장점으로 현재 대부분의 산업체에서 주로 채택하고 있으나, 산업현장에서는 집진설비 내부의 유체거동 변화와 탈진을 위해 분사되는 압축공기 등 여러 설계 인자들에 대한 이론적 해석이 제한되기 때문에 대부분의 방지시설 설계, 시공업체에서는 대부분 경험에 의존하여 집진설비를 설계하고 있으며 이로 인해 집진설비의 성능 저하, 여과포의 수명 단축 등에 대한 문제가 지속적으로 발생하고 있다(Dennis et al., 1977; Hong, 2013).

따라서 본 연구에서는 수치해석 기법을 통해 집진설비 내부유동 시뮬레이션을 수행하였으며, 여과속도, 탈진압력, 공기공급량, 분사거리, 입구분진농도 등과 같은 여러 설계 인자들에 따른 압축공기의 여과포 내 도달 거리를 예측하였다. 본 연구 결과를 활용하여 집진설비의 성능 향상과 추후 경제적 설계를 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

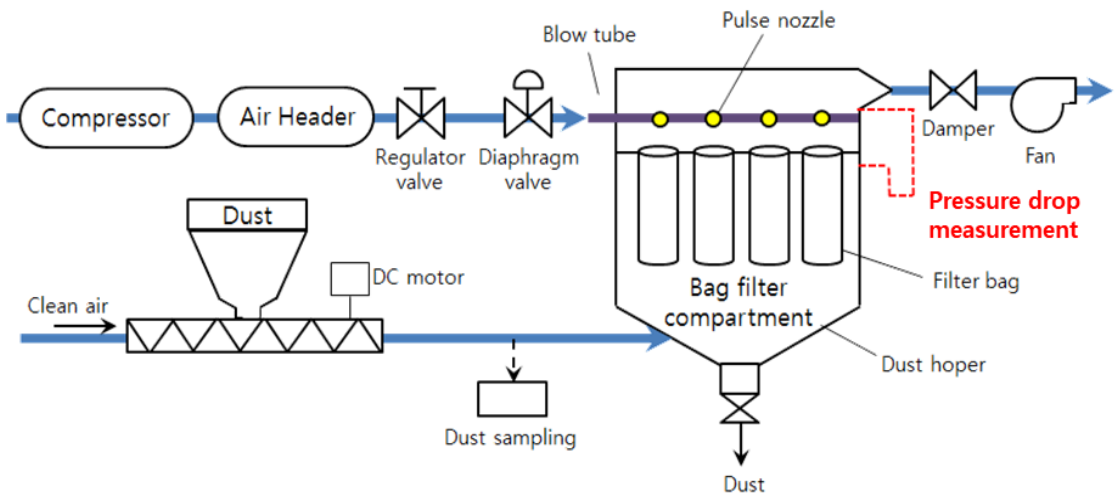


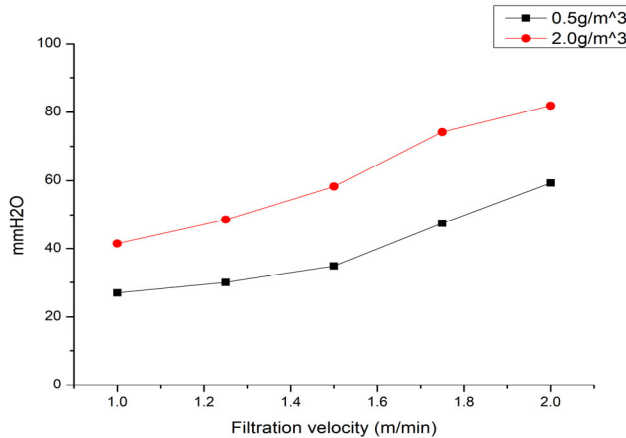
Fig. 1. Schematic diagram of the experimental filtration system.

Table 1. Chemical composition of coke dust

Chemical composition (%)							
C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	T-Fe	S	MgO	Others
78.6	6.56	2.74	1.45	0.95	0.84	0.32	8.54

Table 2. Characteristics of filter bag

Characteristics	Value
Material	Polyester
Type	Cylinder
Size (mm)	∅ 140 × 850 L
Dust concentration (g/m ³)	0.5 / 1 / 2
Filtration Velocity (m/min)	1 / 1.25 / 1.5 / 1.75 / 2

**Fig. 2.** Pressure drop of bag filter based on filtration velocity and dust concentration.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험 재료

본 실험에서는 pilot scale의 충격기류식 여과집진설비를 이용하여 여과속도, 입구농도 등의 조건에 따른 압력손실을 측정하였다. 실험에 사용된 분진은 국내 P제 철소의 coke 공장에서 포집된 분진을 이용하였으며, 평균 입경은 57.33 μm , 진비중은 1.78인 것으로 나타났다. 실험에 사용된 pilot scale 설비의 모식도를 Fig. 1에 나타내었으며 분진의 상세 성분분석을 Table 1에, 실험설비에 사용된 여과포의 특성을 Table 2에 나타내었다.

Fig. 2에는 실험을 통해 측정된 압력손실값을 여과

속도와 입구 분진농도에 따라 나타내었다. 선행 연구로부터 여과포에 초층이 형성되기까지는 30~80 cycle의 탈진이 필요한 것으로 보고되었으나(Hindy et al., 1987), 본 실험에서는 150~400 cycle에 해당하는 충분한 운전 이후의 안정된 압력손실값을 사용하였다.

유체가 여과포와 같은 필터 매체를 통과할 때 발생하는 압력손실은 크게 점성손실과 관성손실로 구분할 수 있다. 점성손실은 Darcy 법칙에 의해 투과율과 점성계수로부터 나타낼 수 있으며 관성손실은 Forchheimer 계수를 통해 고속 흐름에서의 비선형적 저항을 설명할 수 있다(KWENC, 2020). 이를 바탕으로 다공성 매질을 통과하는 유체 흐름에 대한 압력손실에 대해 다음과 같은 식(1)을 적용하였다.

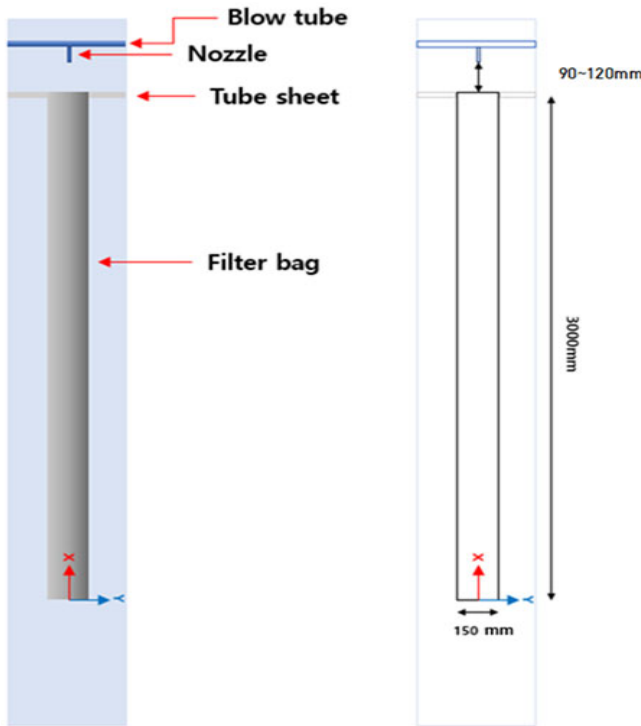


Fig. 3. Structure of filter bag with its surrounding geometry.

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{\varepsilon\mu}{K} V + \frac{\rho\varepsilon^2 C_F}{\sqrt{K}} V^2 \dots\dots\dots (1)$$

여기서, ΔP 는 압력손실

L 은 여과포 길이(Length)

ε 는 여과포 공극률(Porosity)

μ 는 점성(Viscosity)

K 는 여과포 투과성(Permeability)

V 는 여과속도(Filtration velocity)

ρ 는 가스 밀도(Density)

C_F 는 Forchheimer 계수(Coefficient)

2.2. 여과포의 형상 및 해석영역

충격기류식 여과집진설비에서 노즐로부터 분사되는 압축공기의 여과포 내 도달거리를 예측하기 위해 시뮬레이션에 사용된 여과포 형상과 주변 해석영역을 Fig.

3에 나타내었다.

2.3. 시뮬레이션 조건 및 방법

충격기류식 여과집진설비의 최적 탈진을 위한 압축공기의 분사 도달거리 예측을 위해 상용 CFD 프로그램인 Ansys Fluent 2024 R1 (Ansys Inc, USA)을 이용하였다. 본 연구에서는 효율적인 난류 해석을 위해 RANS 기법을 적용하였으며 고속 유동과 자유 유동 영역에서 적합한 $k-\varepsilon$ 모델과, 점성 특성 및 경계층 두께 계산과 박리, 재부착, 난류 전단력 예측이 우수한 $k-\omega$ 모델의 장점을 결합한 SST $k-\omega$ 모델을 적용하였다.

시뮬레이션에 사용된 여과포의 형상은 Fig. 3과 같으며, 함진가스의 여과속도, 탈진압력, 여과포의 단위면적당 공기공급량, 입구분진 부하량 등 여러 설계 인자들의 변화에 따른 압축공기의 여과포 내 도달거리를 예측하였다. 실험 조건과 여과포 조건을 각각 Table 3, Table 4에, 수치해석 시뮬레이션 조건을 Table 5에 나타내었다.

Table 3. Pulsing conditions for Computational Fluid Dynamics simulation

Parameters	Conditions
Filtration velocity (m/min)	1 / 1.25 / 1.5 / 1.75 / 2
Dust concentration (g/m ³)	0.5 / 2
Pulsing pressure (bar)	4 / 5 / 6 / 7
Injection distance (mm)	99
Nozzle diameter (mm)	10 / 12
Pulsing air supply (L/m ²)	4 / 5 / 6 / 7 / 8

Table 4. Filter conditions for Computational Fluid Dynamics simulation

Parameters	Conditions
Filter type	Cylinder
Filtration area	1.4137 m ²
Filter diameter (mm)	∅ 150
Filter length (mm)	3,000
Aspect ratio	20

Table 5. Numerical simulation conditions for the pulse air jet bag filter

Parameters	Conditions
Modeling type	2D Axisymmetric
Viscous model	SST k- ω
Inlet conditions	Velocity inlet
Outlet conditions	Pressure outlet
Pressure-density coupling method	Density based model
Convergence residual	< 1e-6
Grid quality	> 0.87

3. 결과 및 고찰

3.1. 입구부하량 및 공기공급량에 따른 압축공기의 도달거리 예측

최근에는 충격기류식 여과집진설비를 보다 효율적으로 운전하기 위한 연구들이 이루어지고 있으며, 다양한 실험 조건들을 통해 집진설비 본체 내부 유동을 분석하여 탈진 성능의 개선을 목표로 하고 있다(Hong et al., 2012; Jang et al., 2020). 충격기류식 여과집진설비에서 여과포의 탈진은 여과포 상부 75% 지점까지는 노즐에서 분사되는 압축공기에 의한 충격기류로 탈진

되고, 하부 25%는 충격기류로 인해 발생하는 여과포의 진동으로 탈진된다(Simon et al., 2007). 탈진압력, 여과속도, 여과포 직경비, 입구 먼지 부하량 등의 실험조건과 분사되는 압축공기가 도달하는 거리 간의 경향성은 여러 선행 연구들로부터 분석되었으나 주요한 설계인자 중의 하나인 압축공기 공급량에 대한 분석은 충분하게 이루어지지 않았다. 충격기류식 여과집진설비에서 여과포 탈진을 위해 공급되는 압축공기량은 격막 밸브 규격에 따라 달라지므로 설계 시 여과 면적당 압축공기 소요량을 산정하여 1열당 여과포 수량을 결정한 후, 그에 따른 적절한 격막 밸브의 용량을 결정하므로 여과포 단위면적당 필요 공기공급량을 산정하는 것은 매우 중요한 설계 인자라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 상용 CFD 소프트웨어인 Ansys Fluent 2024 R1 (Ansys Inc, USA)을 이용하여 탈진압력, 입구분진부하량, 여과속도, 공기공급량 등의 설계 인자들과 여과포 내 압축공기의 분사 도달거리 간의 관계를 분석하였다.

Fig. 4 (a) ~ (e)는 ∅ 10 노즐, 저농도(0.5 g/m³)에서 여과속도와 탈진압력에 따른 압축공기의 여과포 내 분사 도달거리를 나타내었다.

압축공기의 여과포 내 도달거리는 단위면적당 공기공급량을 4 L에서 8 L로 증가시켰을 때 최소 13.6, 최대 31.6% 증가하였고, 여과속도가 1 m/min에서 0.25 m/min 증가할 때 마다 1.2~5.6% 감소하였으며, 탈진압력이 7 bar에서 1 bar 감소할 때 마다 1.8~11.4% 감소하는 경향을 나타내었다.

탈진압력이 증가할수록 일반적으로 압축공기의 분사 도달거리는 증가하는 경향을 보였는데, 이는 탈진을 위해 분사되는 압축공기의 양이 증가하기 때문인 것으로 판단된다. 여과속도가 증가할수록 압축공기의 분사 도달거리는 감소하였는데, 이는 여과속도가 증가함에 따라 집진설비의 하부에서 상부로 이동하는 역기류의 세기가 증가하기 때문인 것으로 사료된다(Ryu et al., 2007). 저농도(0.5 g/m³) 조건에서 공기공급량이 8 L/m² 이면 여과속도 2 m/min이하 전 구간에서 압축공기는 여과포 하부 75%이상 도달하므로 공기공급량이 과다한 것으로 나타났다. 반면, 공기공급량이 4 L/m²이면 7 bar 전후의 높은 탈진압력으로도 원활한 탈진이 부분적으로 불가능할 것으로 예측되었다. 선행 연구에서는 유분 성분이 없는 일반 공업용 분진을 처리하는 충격기류식 여과집진설비에서는 1.5 m/min 전후의 여과속도를 설계 기준으로 제시하고 있어(Suh, 2022),

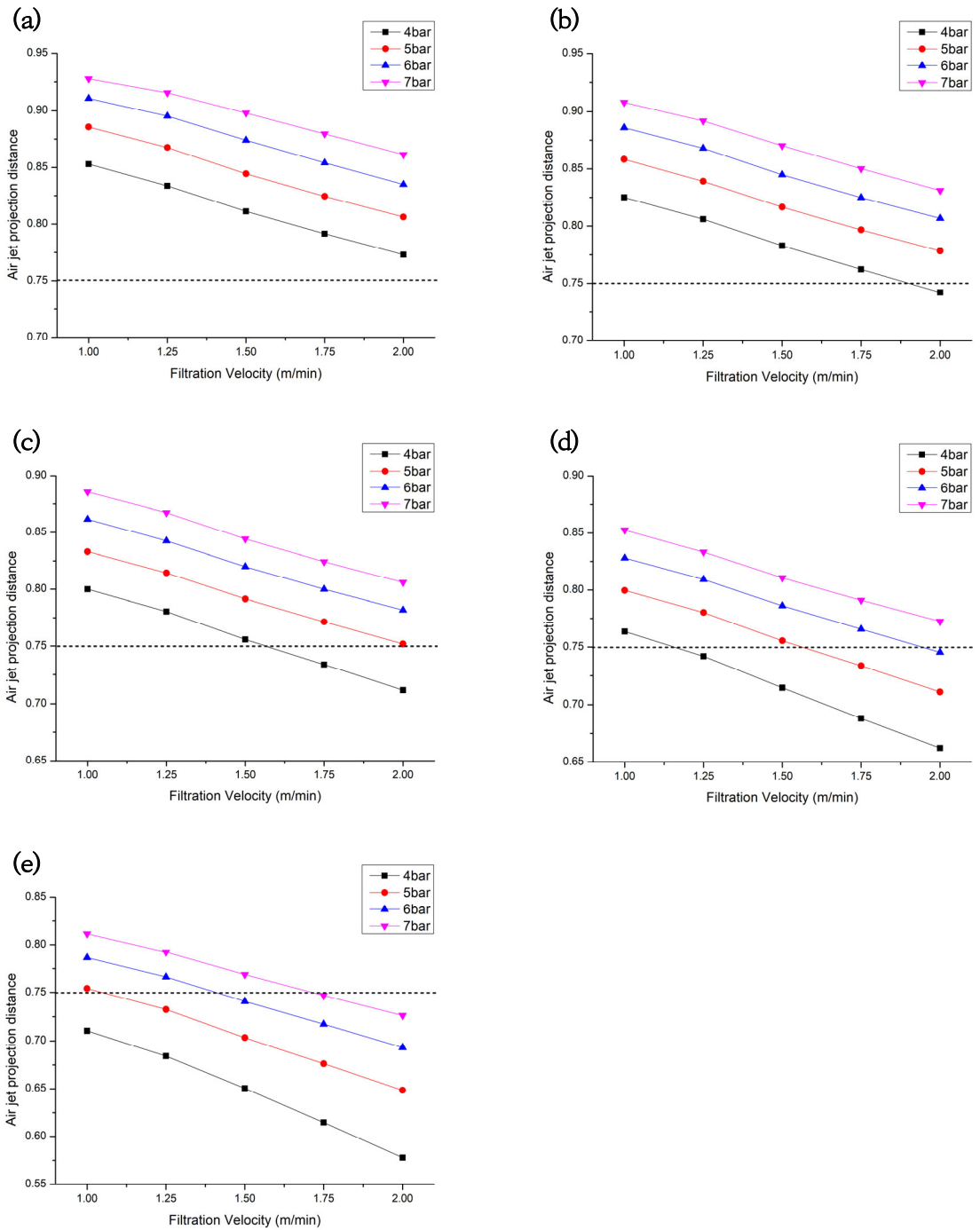


Fig. 4. Air jet projection distance in filter bag according to filtration velocity and pulsing pressure, ϕ 10 nozzle. Low concentration (0.5 g/m^3): (a) air supply rate of 8 L/m^2 ; (b) air supply rate of 7 L/m^2 ; (c) air supply rate of 6 L/m^2 ; (d) air supply rate of 5 L/m^2 ; (e) air supply rate of 4 L/m^2 .

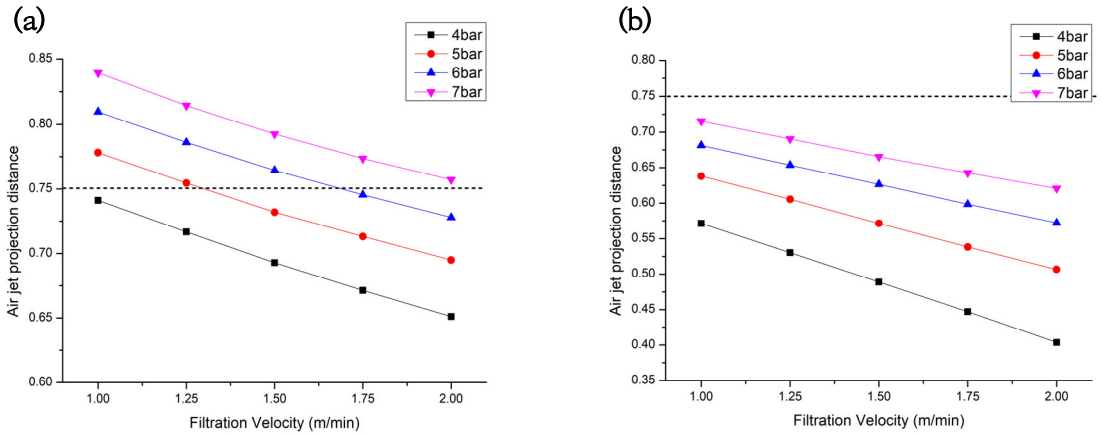


Fig. 5. Air jet projection distance in filter bag according to filtration velocity and pulsing pressure, ϕ 10 nozzle, High concentration (2.0 g/m^3): (a) air supply rate of 8 L/m^2 ; (b) air supply rate of 4 L/m^2 .

저농도에서 $6\sim 7 \text{ L/m}^2$ 의 공기공급량으로 설계 시 4 bar의 탈진압력으로, 5 L/m^2 의 공기공급량으로 설계 시 5 bar의 탈진압력으로 압축공기를 분사하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

Fig. 5 (a)와 (b)는 ϕ 10 노즐, 고농도(2.0 g/m^3) 일 때 공기공급량 8 L/m^2 및 4 L/m^2 조건에서 여과속도와 탈진압력에 따른 압축공기의 여과포 내 분사 도달 거리를 나타내었다. Fig. 5(a)에서는 높은 탈진압력과 낮은 여과속도를 모두 충족해야 될 것으로 예측되었고, 원활한 탈진을 위해 공기공급량을 더욱 증가시킨다면 격막 밸브 규격 및 공기압축기 용량 증가로 경제적인 문제점이 발생할 것으로 사료되며, Fig. 5(b)에서는 7 bar 이상의 높은 탈진압력으로도 압축공기가 여과포 하부 75% 지점에 크게 미치지 못하는 것으로 나타났다. 선행 연구로부터 노즐 직경이 증가하면 압력 임펄스가 증가하는 것으로 보고되었으며(Lu and Tsai, 1996), 따라서 고농도(2.0 g/m^3) 조건에서는 노즐 직경을 ϕ 12로 증대시켜 압축공기의 분사 도달거리 증가를 유도하였다.

Fig. 6 (a) ~ (e)는 ϕ 12 노즐, 고농도(2.0 g/m^3)에서 여과속도와 탈진압력에 따른 압축공기의 여과포 내 분사 도달거리를 나타내었다.

압축공기의 여과포 내 도달거리는 단위면적당 공기공급량을 4 L에서 8 L로 증가시켰을 때 최소 18.5, 최대 51.5% 증가하였고, 여과속도가 1 m/min에서 0.25 m/min 증가할 때 마다 2.4~8.1% 감소하였으며, 탈진

압력이 7 bar에서 1 bar 감소할 때 마다 3~18.8% 감소하는 경향을 나타내었다.

노즐 직경이 증대되었으나 Fig. 4 (a) ~ (e)의 동일 공기공급량 조건 대비 압축공기의 여과포 내 도달거리는 감소한 것으로 나타났으며, 입구 분진 농도가 압축공기의 도달거리 감소에 주요한 영향을 미친 것으로 사료된다. 이는 함진가스 내 분진 농도가 증가하면 여과포 외면의 분진층이 더욱 빠르고 두껍게 형성되어 탈진 시 압축공기가 밀어내는 여과포 내부의 공기가 여과포 외부로 원활하게 통과하지 못하기 때문이다(Saleem and Krammer, 2007).

이때, 공기공급량 4 L/m^2 로 설계한다면 ϕ 12 노즐을 이용하였음에도 압축공기가 여과포 하부 75% 지점까지는 미치지 못하는 것으로 나타났으며, 5 L/m^2 로 설계한다면 7 bar 전후의 높은 탈진압력과 낮은 여과속도가 동시에 요구되어 탈진효율 및 설비의 경제성이 낮을 것으로 사료된다. 따라서 고농도에서는 $7\sim 8 \text{ L/m}^2$ 의 공기공급량으로 설계 시 5 bar의 탈진압력으로, 6 L/m^2 의 공기공급량으로 설계 시 6 bar의 탈진압력으로 압축공기를 분사하는 것이 적절할 것으로 판단되며, 여과포 상부에 벤츄리를 설치하는 방법이나 여과포 직경비를 감소시키는 방안으로 유효탈진거리 증대를 통해 추가적인 탈진능 향상을 검토해야 할 것으로 사료된다(Jang et al., 2022; Jung et al., 2023).

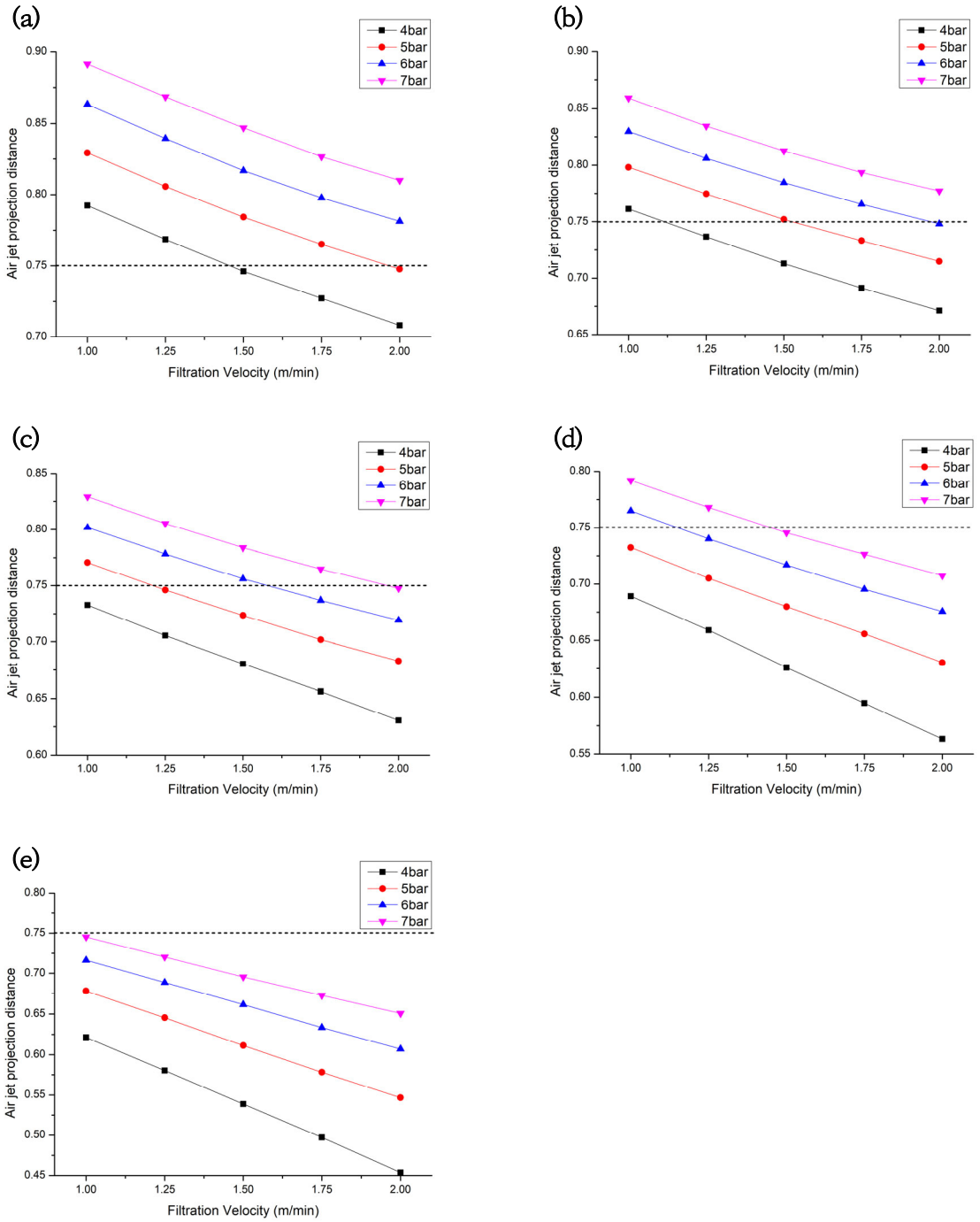


Fig. 6. Air jet projection distance in filter bag according to filtration velocity and pulsing pressure, Φ 12 nozzle, High concentration (2.0 g/m^3): (a) air supply rate of 8 L/m^2 ; (b) air supply rate of 7 L/m^2 ; (c) air supply rate of 6 L/m^2 ; (d) air supply rate of 5 L/m^2 ; (e) air supply rate of 4 L/m^2 .

4. 결 론

충격기류식 여과집진설비의 경제적인 설계와 효율적인 운전을 위해서는 적절한 여과포 탈진으로 압력손실을 낮추어 운전비와 여과포 교체비를 절감하는 것이 가장 중요하다. 본 연구에서는 P제철소의 coke 분진과 pilot 설비를 사용해 실험한 data를 기반으로 여과포의 투과 및 저항 계수를 산정하였으며, 이를 바탕으로 상용 CFD 소프트웨어인 Ansys Fluent 2024 R1 (Ansys Inc, USA)을 이용하여 수치해석 기법의 모의 실험 결과로, 함진가스의 여과속도, 탈진압력, 입구분진부하량, 공기공급량 등의 설계 인자에 따른 압축공기의 여과포 내 도달거리를 예측하였다.

1. 동일한 탈진압력, 입구 분진농도, 여과속도 조건에서 단위면적당 공기공급량을 4 L에서 8 L로 증가시키면 압축공기의 여과포 내 도달거리는 저농도(0.5 g/m^3)에서 13.6~31.6%, 고농도(2.0 g/m^3)에서 18.5~51.5% 증가하는 것으로 나타났다.
2. 여과속도가 1 m/min에서 0.25 m/min 증가할 때 마다 압축공기의 여과포 내 도달거리는 저농도(0.5 g/m^3)에서 1.2~5.6%, 고농도(2.0 g/m^3)에서 2.4~8.1% 감소하였으며, 단위면적당 공기공급량이 적을수록, 탈진압력이 낮을수록 그 차이가 증가하는 것으로 나타났다.
3. 탈진압력이 7 bar에서 1 bar 감소할 때 마다 압축공기의 여과포 내 도달거리는 저농도(0.5 g/m^3)에서 1.8~11.4%, 고농도(2.0 g/m^3)에서 3~18.8% 감소하였으며, 단위면적당 공기공급량이 적을수록, 여과속도가 빠를수록 그 차이가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 공기공급량과 탈진압력이 낮은 경우 압축공기가 여과속도에 의해 받는 영향이 더 크기 때문인 것으로 판단된다.
4. 저농도(0.5 g/m^3)에서 ϕ 10 노즐을 사용하면 5~7 L/m² 범위의 공기공급량이 적절한 것으로 나타났고, 고농도(2.0 g/m^3)에서 ϕ 12 노즐을 사용하면 6~8 L/m² 범위의 공기공급량이 적절한 것을 알 수 있었다.

본 연구는 선행 연구에서 이루어지지 않은 공기 공급량 등의 설계 인자와 압축공기의 여과포 내 도달거리 간의 경향성을 분석하여 이를 통해 최적의 설계 조건을 확인하였으며, 향후 여러 설계 인자들을 고려한 지속적인

연구가 수행된다면 충격기류식 여과집진설비의 성능이 개선될 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Yeom, J. Y., 2023, Integrated assessment to environmental valuation via impact pathway analysis: Public attitudes towards the environment: 2023 survey, Report, KEI, Sejong, Korea.
- Ministry of Environment, 2018, Clean air conservation act, Korea.
- Ministry of Environment, 2019, Special act on the reduction and management of fine dust, Korea.
- Kim, J. H., 2017, A Study on the fine particulate matter filtration of bag house using ptfе membrane-coated filter bag, Ph. D. Dissertation, Suncheon National University, Suncheon, Korea.
- 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.
- Dennis, R., Cass, R. W., Cooper, D. W., Hall, R. R., Hampl, V., Klemm, H. A., Langley, J. E., Stern, R. W., 1977, Filtration model for coal fly ash with glass fabrics, GCA Report, EPA-600/7-77-084, Industrial Environmental Research Laboratory, North Carolina, USA.
- Hindy, K. T., Sievert, J., Loffler, F., 1987, Influence of cloth structure on operational characteristics of pulse-jet cleaned filter bags, Environ. Int., 13, 175-181.
- KWENC CAE solution provider, 2020, Porous media approach, <http://www.kwenc.kr>
- 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. Korea Acad.-Ind. coop. Soc., 13, 3792-3799.
- Jang, K. M., Jung, E. S., Suh, J. M., 2020, Prediction of pressure drop using the internal flow simulation of pulse air jet bag filters, J. Environ. Sci. Int., 29, 457-468.
- Simon, X., Chazelet, S., Thomas, D., Bemer, D., Regnier, R., 2007, Experimental study of pulse-jet cleaning of bag filters supported by rigid rings, Powder Technol., 172, 67-81.
- Ryu, J. Y., Suh, J. M., Park, J. H., Jeon, B. K., Choi, K. C., Son, Y. I., 2007, Study on filter drag due to the

- change of operation conditions in a pulse air jet-type bag filter, *J. Environ. Sci. Int.*, 16, 449-458.
- Suh, J. M., 2022, The latest air pollution prevention facility design, 1st ed., Arest, Korea, 372-374.
- Lu, H. C., Tsai, C. J., 1996, Numerical and experimental study of cleaning process of a pulse-jet fabric filtration system, *Environ. Sci. Technol.*, 30, 3243-3249.
- Saleem, M., Krammer, G., 2007, Effect of filtration velocity and dust concentration on cake formation and filter operation in a pilot scale jet pulsed bag filter, *J. Hazard. Mater.*, 144, 677-681.
- Jung, M. S., Kim, J. K., Chung, Y. H., Suh, J. M., 2023, Prediction of venturi effect on pressure drop in pulse air jet bag filter, *J. Environ. Sci. Int.*, 32, 659-669.
- Jang, K. M., Jung, E. S., Suh, J. M., 2022, Numerical simulation study of pulse air jet bag filter pulsing performance optimization by filter bag aspect ratio, *J. Korean Soc. Urban Environ.*, 22, 81-90.
-
- Master's degree. Ji-Ho Lee
Department of Bio Environmental Energy, Pusan National University
hozi97@naver.com
 - Professor. Jung-Kwon Kim
Department of Environmental Engineering, Dong-Eui University
jungkkim@deu.ac.kr
 - Professor. Yong-Hyun Chung
Department of Ecological Engineering, Pukyong National University
chungyh@pknu.ac.kr
 - Professor. Jeong-Ho Park
Department of Environmental Engineering, Gyeongsang National University
pjh3345@gnu.ac.kr
 - Professor. Jeong-Min Suh
Department of Bio Environmental Energy, Pusan National University
suhjm@pusan.ac.kr