

PE15) 단분산 입자에 의한 필터 막힘 현상 연구

Experimental Study of Filter Clogging with Monodisperse PSL Particles

송창병·박현설

한국에너지기술연구원 청정시스템연구센터

1. 서론

섬유상 필터는 대기 오염 물질을 제거하는 환경 산업 뿐만 아니라 원자력, 음식, 반도체 산업에 널리 사용되고 있다. 필터에서의 주요한 특성은 압력 강하와 효율 특성 변화이며, 압력과 효율에 영향을 미치는 주요한 인자는 필터의 구조 (packing density, 섬유 지름, 필터 두께), 운전 조건 (여과 속도, 온도)과 입자의 특성 (밀도, 크기와 분포) 등이다. 본 연구의 목적은 입자의 부하에 따른 압력 강하 특성과 효율을 보다 정확하게 파악하고 입자와의 관계를 고찰하고자 하였다.

2. 연구 방법

그림 1은 실험 장치 개략도를 나타낸 것이며, Atomizer에서 발생한 입자는 수분을 제거한 후 모두 필터에 포집되게 고안 되었다. 입자가 부하됨에 따라 필터의 압력을 측정하기 위하여 차압 센서를 사용하여 실시간을 측정하였으며, 효율을 측정하기 위하여 필터 전후의 upstream과 downstream에서 isokinetic sampling tube를 사용하여 입자의 개수 농도를 Particle Size Distribution Analyzer (PSD 3603; TSI Inc.)와 SMPS (Model 3080; TSI Inc.)로 측정하여 계산하였다.

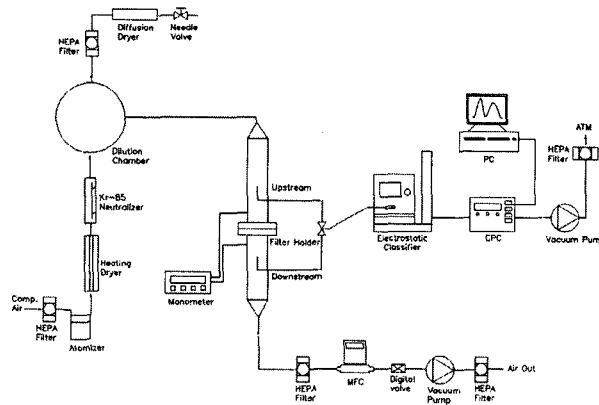


Fig. 1. Schematic diagram of experimental set-up.

3. 연구 결과

운전 조건에 따른 압력 강하 특성을 알아보기 위하여 동일한 입자의 크기에서 입자의 농도와 여과 속도를 변화 시켰다. 여과 속도가 커짐에 따라 먼지 부하량 (mass loading)에 따른 압력은 증가하였으나, 입자 농도의 경우에는 먼지 부하량 (mass loading)에 따른 압력은 변화가 없었다. 그림 2는 입자의 부하에 의한 필터 막힘 현상의 압력 강하 특성과 효율 변화를 나타낸 그래프이다. 입자의 부하량이 증가함에 따라 압력과 동시에 필터의 효율이 증가함을 나타내고 있다. 효율은 필터의 내부에 입자가 포집되는

depth filtration에서 매우 급격하게 증가하였으며, 필터에 먼지층이 형성되는 시점에서는 거의 효율이 100%에 이르렀다. 그림 3은 동일한 여과 속도에서의 입자의 크기에 따른 압력 특성을 나타낸 그래프이다. 입자의 크기가 작을수록 적은 입자 부하량에서도 높은 압력 증가를 보였으며, 이러한 이유는 같은 질량 부하량에서는 작은 입자일수록 훨씬 큰 비표면적을 가지기 때문이다.

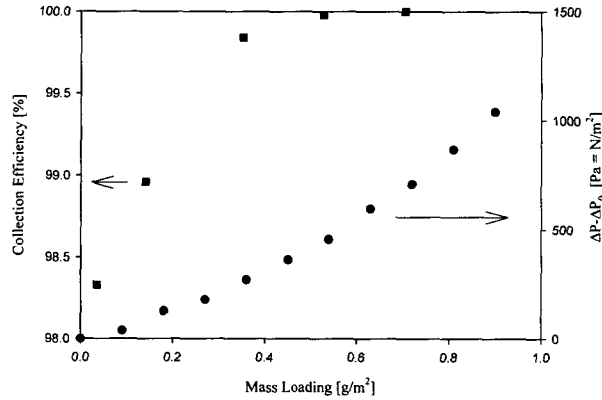


Fig. 2. Evolution of filter efficiency during clogging by PSL particles ($d_0 = 0.698 \mu\text{m}$, $\sigma_0 = 1.24$, $V_0 = 0.36 \text{ m/s}$).

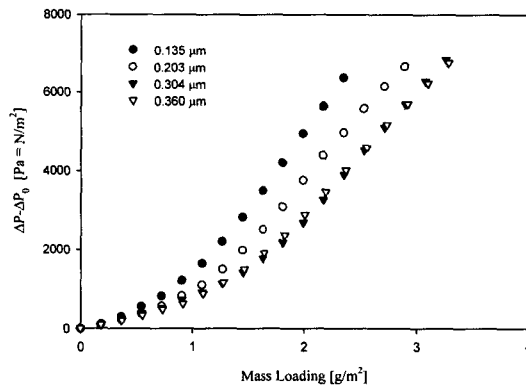


Fig. 3. Influence of particle size on the evolution of pressure drop ($V_0 = 0.36 \text{ m/s}$).

참고 문헌

- Japuntich, D. A., J. I. T. Stenhouse, and B. Y. H. Liu (1994) Experimental Results of Solid Monodisperse Particle Clogging of Fibrous Filters, *Journal of Aerosol Sci.* 25 (1994), pp.385-393.
- Novick, V. J., P. R. Monson, P. E. Ellison (1992) The Effect of Solid Particle Mass Loading on the Pressure Drop of HEPA Filters, *J. of Aerosol Sci.* 23, pp. 657-665.
- Tomas, D., P. Penicot, P. Contal, D. Leclerc, and J. Vendel (2001) Clogging of Fibrous Filters by Solid Aerosol Particles Experimental and Modelling Study, *Chemical Eng. Sci.* 56, pp. 3549-3561 .