

PA23) 2중 부직포필터의 간격에 따른 입자포집효율 연구

Study on the Particle Collection Efficiency of 2-layered Non-woven Filters with Different Gaps

김세영^{1,3)} · 권순박¹⁾ · 박덕신¹⁾ · 조영민¹⁾ · 남궁석²⁾ · 김태성³⁾

¹⁾한국철도기술연구원 철도환경연구실, ²⁾(주)성창에어텍, ³⁾성균관대학교 기계공학부

1. 서론

급격한 산업 발달로 인해 현대인들은 실내공간에서의 활동시간이 더욱 증가하여 하루의 80~90%를 실내공간에서 보내고 있다. Klemm and Mason(2000)의 연구에 의하면, 실내 오염물질들은 인체 건강에 여러 영향을 미치는 것을 알 수 있으며, 이에 실내 환경에 대한 중요성이 부각됨에 따라 객차 및 버스, 도시철도차량 등의 실내에 대한 공기질 관리가 시급해지고 있다. 최근 국토해양부 미래철도기술개발사업의 일환으로 개발된 철도차량용 미세먼지 분리장치(물필터)는 HVAC 시스템과 연계하여 냉·난방된 내부 공기를 실내에 원활하게 순환시키는 기능과 실외에서 유입된 미세먼지 및 실내에서 재비산된 미세먼지를 제거해주는 역할을 하며, 기존의 에어필터보다 성능과 유지보수면에서 좋은 것으로 나타났다(한국철도기술연구원, 2008). Benesse et al.(2006)는 부직포 필터를 one-layer와 two-layer 구분하여 입자 포집효율에 관한 연구를 하였는데, 그 결과 two-layer의 필터의 경우 one-layer보다 입자 포집효율이 20%정도 높다는 연구 내용을 발표하였다. 이에 본 연구에서는 철도차량용 미세먼지 분리장치의 입자포집 효율 향상을 위해 two-layer 부직포필터의 간격에 따른 입자 포집효율에 대한 성능을 평가하겠다.

2. 연구 방법

본 연구에서 사용된 필터는 PET재질의 부직포(Type A, B)를 180mm×180mm 규격으로 제작하여 실험하였고, 표준입자는 A2 fine test dust(ISO 12103-1)를 사용하였다. 필터시험장치는 그림 1에 나타냈으며, 그 구성요소는 입자를 공급해주는 입자발생장치(TOPAS, SAG 410), 입자계수를 측정하는 particle counter(Grimm, Dust spectrometer), 유량조절 및 측정항목을 제어하는 controller 등으로 구성되어 있다.

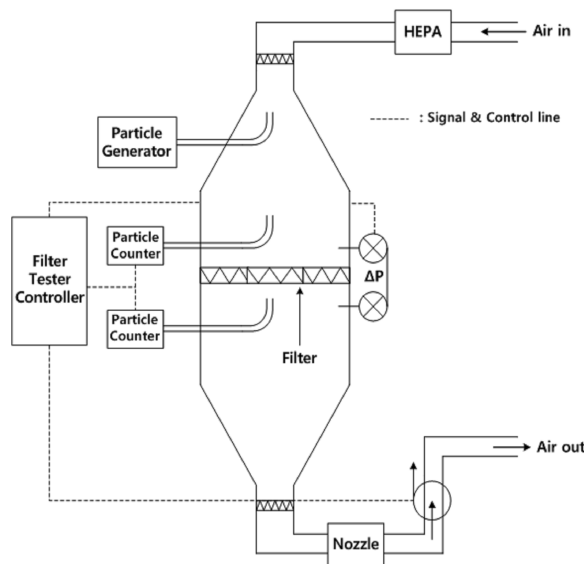


Fig. 1. Schematic diagram of experimental setup for filter test.

또한, 연속적으로 발생되는 입자는 등속흡입(Isokinetic condition)의 조건으로 흡입파이프를 필터 전·후단에 설치하여 계수농도를 측정하였고, 입자의 분포와 농도는 직경이 $0.3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 사이에서 particle counter(Grimm, Dust spectrometer)로 분석하였으며, 필터에 대한 통기저항은 필터 전·후단에 압력계를 설치하여 측정하였다. 실험은 필터시험장치에 $300\text{m}^3/\text{h}$ 유량으로 공기를 일정하게 흐르도록 유지한 후, 입자발생장치(TOPAS, SAG 410)에서 표준입자를 발생시켜 필터 전단에서 측정되는 입자의 계수농도가 안정화되는 시점부터 시작하였다. 부직포 필터에 대한 입자의 입경분포와 포집효율 측정은 총 4 case로 측정하였으며, case 1은 부직포 필터 1장(one-layer), case 2는 부직포 필터 2장을 겹친 형태(two-layer gap=0mm), case 3(two-layer gap=5mm)과 4(two-layer gap=10mm)는 부직포 필터 2장 사이를 각각 5mm, 10mm 간격으로 띄운 형태이다.

Table 1. Specification of Non-wovens(Type A and B).

ITEMS	Type A			Type B		
	UNIT	VALUE	METHOD	UNIT	VALUE	METHOD
Basis weight	g/m^2	30	KS K 0515	g/m^2	30	KS K 0515
Thickness	mm	0.21	KS K 0506	mm	0.14	KS K 0506
Tensile strength(MD)	$\text{Kg}/5\text{cm}$	9,4	KS K 0520	$\text{Kg}/5\text{cm}$	13,6	KS K 0520

3. 결과 및 고찰

필터시험장치를 이용하여 부직포 Type A의 경우 $20\text{mg}/\text{m}^2$, Type B의 경우 $14\text{mg}/\text{m}^2$ 의 농도로 one-layer와 two-layer(gap=0mm, 5mm, 10mm) 4가지 케이스에 대한 실험을 수행하였으며, 결과는 그림 2에 나타내었다. 전반적으로 입경별 포집효율을 보면 두 종류 필터 모두 one-layer보다 two-layer에서 포집효율이 높고, two-layer의 경우 간격에 따라 포집효율이 달라지는 것을 알 수 있다.

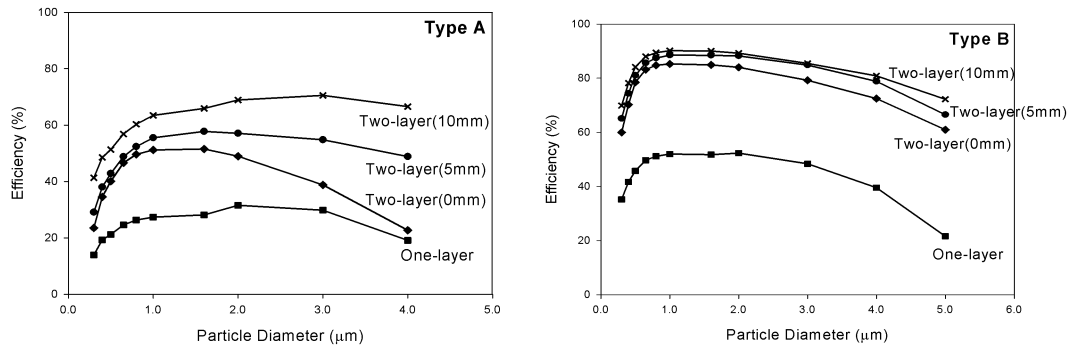


Fig. 2. Collection efficiency curves of one and two-layer.

또한, 입자 직경이 $2.5\mu\text{m}$ 를 기준으로 큰 입자의 경우 효율이 낮아지는 것을 알 수 있는데, 이는 실험 조건에서 $300\text{m}^3/\text{h}$ 기준의 필터 면속도(Face velocity)가 $2.57\text{m}/\text{s}$ 로 높아 포집된 먼지의 재비산 가능성이 높고 또한 조대입자의 발생 농도가 낮아 측정오차가 커졌기 때문인 것으로 사료된다.

참고 문헌

한국철도기술연구원 (2008) 차세대 객차용 청정시스템 개발 최종보고서.

Benesse, M., Le Coq, L., and Sollicie (2006) Collection efficiency of a woven filter made of multifiber

yarn: Experimental characterization during loading and clean filter modeling based on a two-tier single fiber approach, *Aerosol Science*, 37, 974-989.

Klemm, R.J. and R.M. Mason (2000) Aerosol research and inhalation epidemiological study(ARIES): Air quality and daily mortality statistical modeling-interim results. *Journal of Air and Waste Management Association*, 50, 1433-1439.