

## PD7) 다공성 금속 섬유층의 DPF 적용성에 관한 연구

### Application of Porous Metal Fiber Bed to the DPF Process

이영섭·조영민<sup>1)</sup>

경희대학교 대학원 환경학과, <sup>1)</sup>경희대 환경응용화학대학

#### 1. 서론

디젤엔진은 자동차 뿐만 아니라 건설기계, 선박, 철도차량 등 여러 분야에서 널리 사용하고 있다. 이는 일산화탄소(CO)나 탄화수소(HC)가 적게 배출되는 반면 입자상물질(PM)과 질소산화물(NOx) 등이 상당량 배출된다. 특히 미세입자상 물질들은 대도시의 시정을 악화시키며, 1998년 세계보건기구(WHO) 및 미국캘리포니아 대기보전국(CARB)에서 발암물질로 규정함에 따라 인체위해성과 관련하여 중요성이 더욱 증대되고 있다 (Kittelson, 1998). 이에 따라 디젤 자동차에서 배출되는 입자상 물질을 저감하기 위한 방안들이 오랫동안 연구되어 왔으며, 매연여과장치(DPF: Diesel Particulate Filter)는 현재 매연을 가장 효율적으로 저감할 수 있는 방법 중의 하나로 알려져 있다 (정용일, 1998). 일반적으로 많이 사용되고 있는 DPF는 표면여과 방식인 SiC monolith filter이다. 장점으로는 열충격에 강하며, 여과 효율 또한 우수하다. 그러나 입자상물질이 필터에 포집되면서 높은 압력강화로 인한 엔진의 성능 저하 및 연비에도 영향을 미치는 등의 문제점이 있으며, 경제적인 측면에서도 가격이 비싸다는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 열전달이 우수하여 열충격에도 강하며, 또한 기공이 3차원으로 연결되어 있어 압력강하가 크게 증가하지 않는 장점을 가지고 있는 금속섬유 필터층을 이용하여 여과실험을 실시하였다.

#### 2. 연구 방법

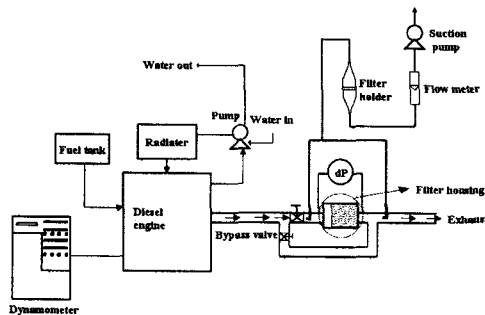


Fig. 1. Schematic diagram of experimental set-up for diesel engine exhaust filtration.

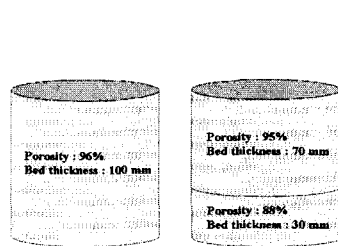


Fig. 2. Two type of Metal fiber filter bed.

본 연구에서 사용한 실험 장치는 그림 1과 같다. 필터로는 강도가 우수하며 내열성이 매우 좋은 Fe-Cr-Al로 구성된 Fecralloy fiber를 이용하였다. 본 연구에서는 최적의 여과 효율조건을 파악하기 위하여 금속섬유 필터층의 단층 및 다단층으로 구성하여 filter module에 장착하여 실험을 실시하였으며, 또한 현재 상용화 되고 있는 SiC monolith filter와 비교실험을 실시하여 금속섬유 필터층의 성능을 파악하고자 하였다. 필터층 구성은 그림 2와 같다. 실험용 엔진은 국내제작 diesel 차량엔진(배기량 : 2500 cc)을 선정하였다. 엔진제어 장치는 dynamometer를 on-line 장착하여 운전조건을 설정해 주었으며, 압력강하는 필터층 전·후에 수은 manometer를 연결 측정하였다. 정량적인 여과효율 분석을 위해 filter

module 전·후 배기관에 튜브를 연결하여 여과 전·후의 입자상물질을 등속으로 흡입하여 filter holder 에 불소수지가 코팅된 유리섬유지를 장착하여 분진을 포집하였다. 또한 실시간으로 Laser particle counter (Met one, A2408)를 이용하여 분진의 입자크기 별 개수농도로 산출하였다.

### 3. 결과 및 고찰

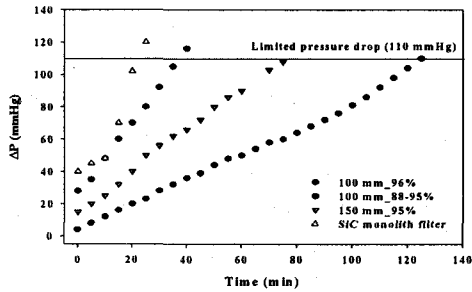


Fig. 3. Pressure drop of metal fiber bed and SiC monolith filter.

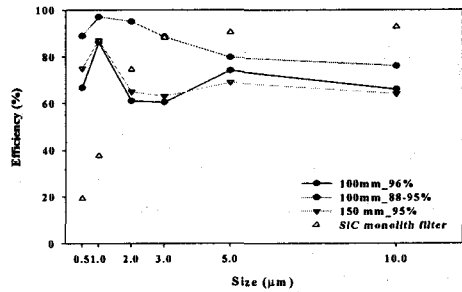


Fig. 4. Grade efficiency with filter conditions.

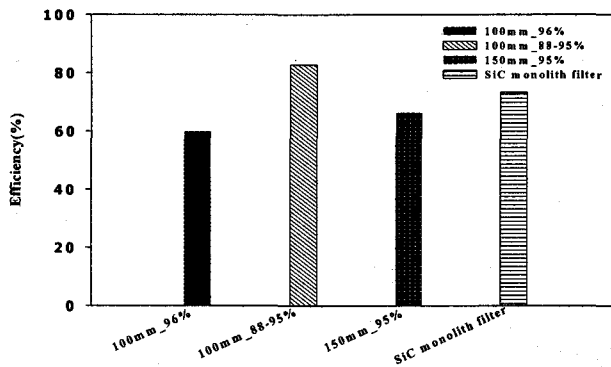


Fig. 5. Overall filtration efficiency for each filter.

본 연구에서는 디젤엔진의 배가스 여과 시 압력강하와 질량효율 및 입자의 개수효율을 다양한 구성의 금속섬유 필터층과 SiC monolith filter를 이용하여 비교하였고, 그에 따른 금속 섬유 필터층의 특성을 관찰하였다. 엔진허용 차압이 110 mmHg가 될 때까지의 여과시간을 그림 3에 도시 하였다. 여과시간이 제일 짧은 SiC monolith filter는 표면여과 방식으로 분진이 필터표면세공을 차단함으로써 여과시간이 짧았지만, 금속섬유 필터층은 내부여과방식으로 통기도가 우수함에 따라 여과시간이 상대적으로 증가한 것으로 사료된다. 그림 4의 입자 크기별 개수 효율을 살펴보면 SiC monolith filter는 입자크기가 작은 부분에서는 효율이 떨어지는 반면, 금속섬유 필터층은 전반적으로 고른 효율을 나타내었다. Mizrah 등 (1989)은 내부여과방식의 필터가 표면여과방식보다 더 나은 미세입자의 제거가능성을 제시하였다. 미세 입자의 크기가 인체의 위해성에 큰 영향을 미치는 것으로 보고되고 있는 바 (Dockery, 1993), 본 연구에서는 금속섬유 필터층의 DPF 공정의 한 부분으로서의 적용 가능성을 확인할 수 있었다.

### 사 사

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2002-000-00164-0(2004)) 지원으로 수행되었다.

#### 참 고 문 헌

- Kittelson, D.B. (1998) Engine and nanoparticles, *J. Aerosol Sci.*, 29, 575-585.
- 정용일 (1998) 경유 자동차와 입자상 물질 저감기술, *기계저널*, 38, 4, 59~64.
- Mizrah, T., A. Maurer, L. Gauckler, and J.P. Gabathuler (1989) Open-pore ceramic foam as diesel particulate filter, *SAE*, 890172, 19~27.
- Dockery, D., C. Pope, and X. Xu (1993) An association between air pollution and mortality in six US cities New England, *J. Med*, 329, 24, 1753~1759.