

3B3) 금속섬유 필터에 의한 미세 분진 포집 Fine Dust Filtration by Using Metal Fiber Bed

이경미 · 조영민¹⁾

경희대학교 대학원 환경학과, ¹⁾경희대 환경융용화학대학

1. 서론

디젤 엔진에서 발생하는 입자는 대기 오염의 주 오염원이 되고 있다. 따라서 이를 감소시키기 위해 필터(Diesel Particulate Filter :DPF)를 이용한 다양한 후처리 시스템이 개발되고 있다. DPF 시스템에서 가장 많이 사용하는 필터는 cordierite로 구성된 벌집 모양의 세라믹 필터이다. 그러나 이러한 타입의 필터는 여과시 압력강하가 높을 뿐 아니라 재생을 위한 고온 상태에서 낮은 열전도율로 crack이 일어나거나 melting이 있어 필터 자체의 파손의 위험이 있다. 반면 금속 섬유를 이용한 분진 여과는 유체가 무질서하게 배열되어 있는 섬유 사이로 통과하면서 고체 입자를 여과하는 내면 여과 형식이다. 섬유로 이루어진 필터는 공극율이 높아 필터에 대한 저항이 낮고 공극이 양쪽면에 연결되어 있어 분진 입자가 계속적으로 쌓여도 압력 손실도 낮은 장점이 있다. 또한 금속 재료로 구성되어 기계적 강도가 우수하고, 세라믹 필터와 비교하여 열충격에 의한 저항도 높아 고온 및 고압에서도 이용이 가능하다. 본 연구에서는 내열성과 내식성이 강한 Fecralloy 섬유를 이용하여 균일하게 충전된 필터 module 내에서 미세 분진 여과를 시킴으로써 농도 및 여과 속도에 따라 금속섬유필터의 여과 성능 특성을 알아보았다.

2. 연구 방법

본 연구에서 사용한 고온용 특수 필터인 Fecralloy는 Fe-Cr-Al 합금으로써 1400℃까지 견딜 수 있으며, 부식에도 강한 특징을 지니고 있다. 이러한 금속 섬유를 필터 module 장치에 일정한 양과 두께로 충전하여 공극율을 일정하게 유지하였다. 그림 1에 여과 실험을 위한 분진여과 장치 개략도를 도시하였다. 원심력 분급장치는 좀더 미세한 분진 여과 실험을 시행하기 위하여 설치하였으며, 얻어진 입자의 평균 직경은 약 3 μ m였다. 농도와 여과 속도에 따른 압력강하를 digital manometer를 이용하여 측정하였으며, 입도 분석기(Malvern Mastersizer S, version 2.19)를 이용하여 부분집진효율(grade efficiency)을 측정하였다. 금속 섬유 충전층을 통과한 미세입자는 HEPA filter를 이용하여 최종 포집하여 총괄 효율(overall efficiency)을 계산하였다.

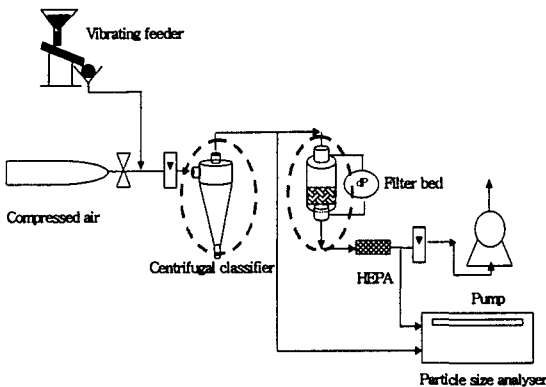


Fig. 1. Schematic of filtration apparatus.

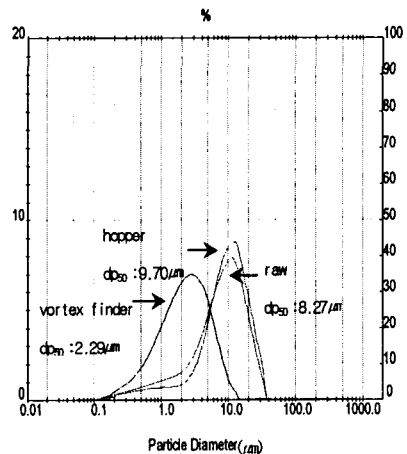
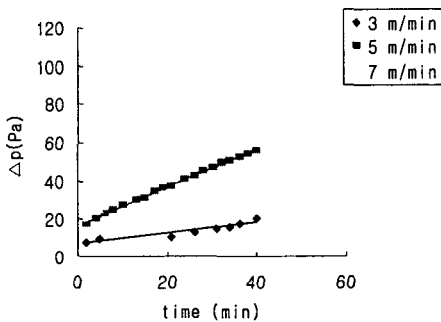


Fig. 2. Classified particle size distribution.

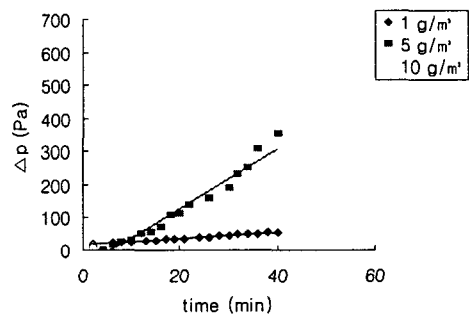
3. 결과 및 고찰

필터와 필터에 퇴적된 먼지층을 통과하는 전체 압력 손실은 여과 속도 및 농도와 관련하여 중요한 인자 중의 하나이다. 그림 3은 분진의 농도가 5g/m³인 일정한 조건에서 여과 속도에 따른 압력강하와 총괄효율을 나타낸 것이다. 여과 속도가 증가함에 따라 압력강하는 증가하였고, 총괄효율은 감소하였다. 이러한 현상은 여과 속도가 낮을 경우 미세한 입자들이 섬유를 통과하는 시간이 길어지고, 가교 형성이 용이하여 포집 효율을 증가시키는 반면 속도가 빠른 경우 미세 입자의 관성력에 의한 포집 메카니즘이 상대적으로 약해지므로 유체 흐름에 따라 빠져 나가기 때문이다. 또한 그림 4는 5m/min의 일정한 속도에서 분진농도에 따른 변화를 나타낸 것인데, 농도가 증가함에 따라 압력강하는 증가하였고, 총괄효율 역시 증가하는 것으로 나타났다. 이 역시 분진의 부하량이 증가하면 분진 입자의 응집에 의한 가교가 형성되기 때문에 압력강하가 급속히 증가하게 되고 필터 자체에 의한 포집보다는 필터에 형성되어 빠르게 성장한 분진층에 의한 포집으로 인해 총괄 효율 역시 증가하게 된다.



| | Overall efficiency (%) |
|--------|------------------------|
| 3m/min | 97.3 |
| 5m/min | 96.1 |
| 7m/min | 95.1 |

Fig. 3. Pressure drop and overall efficiency with face velocity.



| | Overall efficiency (%) |
|--------------------|------------------------|
| 1g/m ³ | 96.1 |
| 5g/m ³ | 97 |
| 10g/m ³ | 97.4 |

Fig. 4. Pressure drop and overall efficiency with dust loading.

사 사

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R02-2002-00164-0) 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- Syunsuke Ban, Tomohiko Ihara (1995) Development of porous metal for diesel particulate filter, SAE paper No. 950739, 700~706.
- Young-Ok Park, Sang-Do Kim (2001) Basic filtration characteristics of sintered metal fiber filter, Hwahak Konghak, Vol. 39(4), 446~455.
- Khalaf, Kefah; Rubow, Kenneth L (1998) Sintered porous metal in industrial gas filtration, Adv. Filtr. Sep. Technol., Vol. 12, 264~270.