



설계전용프로그램을 이용한 금속폼 필터 개발

이 정 민*¹

DEVELOPMENT OF METAL FOAM FILTER BY USING CUSTOMIZED DESIGN PROGRAM

J.M. Lee*¹

최근 개발된 니켈 초합금 금속폼은 기존의 매연저감장치 신소재로 여겨지고 있다. 금속폼은 세가지 두드러진 특징을 갖고 있다. 첫째, 금속폼은 큰 기공의 다공성 매질로써 매연을 포집하여 축적할 수 있는 용량이 기존 필터에 비해 상대적으로 크며 그로 인하여 재생 시 연소 안정성이 두드러진다. 둘째, 복잡하고 굴곡있는 기공 구조와 큰 비표면적은 물질전달 특성을 향상시켜 촉매 적용 시 촉매의 전환성능을 향상시키고 그로 인하여 귀금속 촉매량을 줄일 수 있는 장점이 있다. 셋째, 금속폼은 다양한 기공크기를 가지며, 다양한 조합의 금속폼을 개발할 수 있어 요구 성능에 따른 최적의 필터 설계를 가능케 한다. 이번 연구에서는, 금속폼의 필터 성능을 다양한 실험을 통하여 측정 평가하며, 이런 이해를 기반으로 필터로 제작하여 엔진실험벤치에서 그 성능을 검증하였다. 필터의 성능은 수트 포집효율과 그에 따른 필터의 압력강하와 촉매 활성 능력으로 평가되었다. 이러한 실험과 병행하여 금속폼에서의 수트 포집과정을 모델링하고 이를 상용 프로그램인 CFD-ACE+에 추가하여 설계전용 프로그램을 개발하였으며, 엔진실험결과와 비교 검증하였다. 본 논문에서는 금속폼의 높은 매연축적용량과 향상된 물질전달 특성이 어떻게 필터의 귀금속 촉매와 체적을 줄일 수 있는지 제시하고 있다.

Key Words : 매연저감장치(DPF), 전산유체역학(CFD), 포집모델(Filtration Efficiency), 수트(Soot)

Fig. 1은 금속폼의 기공구조를 나타내고 있다. 매우 균일한 기공구조를 가지며 기공을 감싸고 있는 지지체 (Strut)가 매연을 저감하는 주요 포집자 (Collector)로 사용된다. 금속폼은 기공율 (Porosity)이 90% 이상으로 크고, 단위체적당 비표면적도 다른 여타의 세라믹 필터에 비해 3배 정도 크다. 금속폼을 통과하는 유체는 굴곡이 심한 유로를 통하여 흐르게 되며 그에 따라 유체로부터 필터표면으로의 물질전달 특성이 우수하다. Fig. 2는 귀금속 백금촉매와 체적을 기존 벤치마크 필터에 비해 절반만 사용한 금속폼 필터의 동등한 유해가스, CO, HC의 저감성능을 나타내고 있음을 보여주고 있다. 금속폼 필터의 특성은 설계전용프로그램에 적용되어 Fig. 3에 보이는 바와 같이 필터의 비정상 성능을 예측 필터 설계에 사용될 수 있도록 하였다. Fig. 4는 설계전용프로그램으로 해석한 필터의 유동 성능 결과를 나타내고 있다.

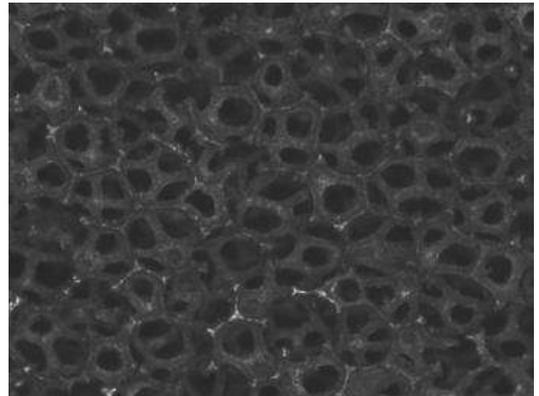


Fig. 1 Pore structure of alloy metal foam

1 (주)알란텀

* E-mail: jmlee@alantum.com

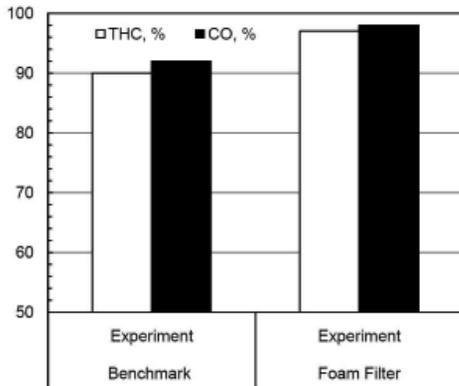


Fig. 2 Gas emission reduction rate comparison between benchmark and the metal foam filter

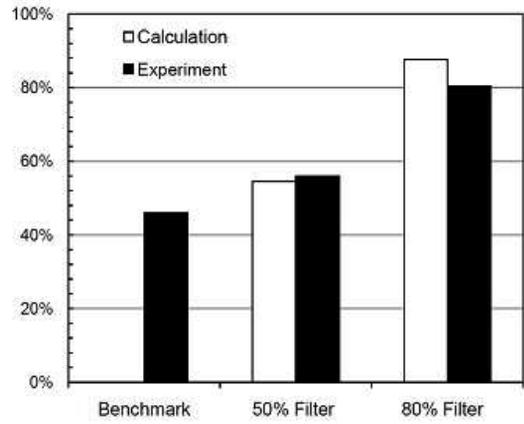


Fig. 3 Soot reduction rates of the benchmark and the metal foam filters (ESC mode)

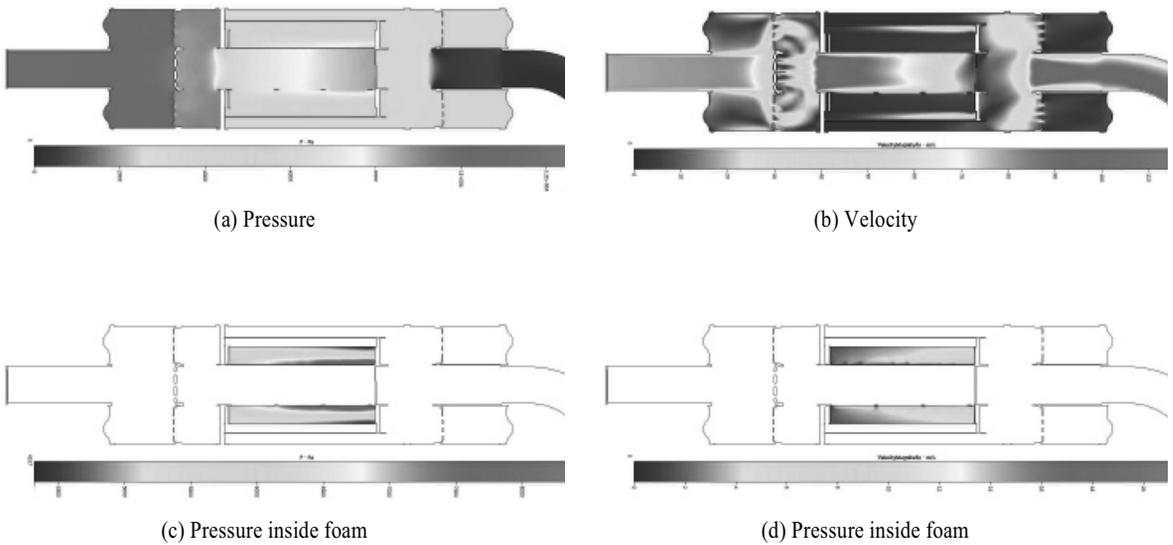


Fig. 4 Pressure and flow distributions of the metal foam filter (ESC 10 mode)