

GDI 엔진의 메탈 타입 GPF 적용에 따른 PN 저감 특성에 대한 연구

이 상 호¹⁾ · 오 광 철¹⁾ · 원 장 혁¹⁾ · 정 병 규¹⁾ · 이 누 리¹⁾ · 이 세 영²⁾ · 이 춘 희³⁾

자동차부품연구원¹⁾ · 화이버텍²⁾ · 대지금속³⁾

Study of PN reduction characteristics of metal type GPF for GDI engine

Sangho Lee¹⁾ · Kwangchul Oh^{*1)} · Janghyeok Won¹⁾ · Byungkyu Jung¹⁾ · Nuri Lee¹⁾ · Seyoung Lee²⁾ · Choonhee Lee³⁾

Korea Automotive Technology Institute¹⁾, Fiber Tech^{*2)}, Daeji Metal³⁾

Key words : GPF(가솔린 입자상물질 저감장치), Exhaust emission(배출가스), PM(입자상 물질), PN(입자 개수), Metal fiber(금속 섬유), CVS(Constant Volume Sampler, 배출가스 측정장치)

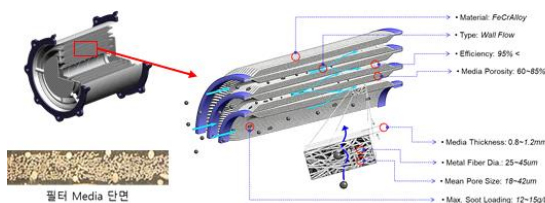
* Corresponding Author, E-mail: kcoh@katech.re.kr

친환경에 대한 관심이 높아짐에 따라 배기 규제는 해마다 강화되고 있다. 유럽의 배기 규제를 따르고 있는 국내 승용 디젤 차량의 경우 후처리 장치인 DPF (Diesel Particulate Filter)의 등장으로 입자상 물질을 획기적으로 저감시킬 수 있었고, 이 후 입자 수(PN)와 관련된 규제가 새롭게 대두되기 시작하였다. 국내 가솔린 차량의 배기 규제는 북미의 규제를 따르고 있으며, 특히 GDI 차량은 LEV II 규제부터 입자상 물질 (PM)에 대한 규제가 적용되어 왔다. DPF가 적용됨에 따라 승용 디젤 차량의 PM이 대폭 저감되면서 GDI (Gasoline Direct Injection) 차량의 입자상 물질 배출량이 DPF가 적용된 디젤 차량에 비해 많아지게 되었다.

연료와 공기가 충분히 혼합된 상태에서 연소시키는 MPI 방식과 달리, GDI 방식은 압축된 공기에 연료를 분사하여 연소시키는 방식으로 혼합 시간 및 공간이 제한되어 MPI 방식보다 입자상 물질의 배출이 필연적으로 커지게 된다. 이에 따라 자동차 제작사 및 관련 업체들은 GDI 차량에도 입자상 물질을 저감시킬 수 있는 GPF (Gasoline Particulate Filter)를 적용하여 강화되는 배기 규제를 만족하기 위한 연구를 진행하고 있다.

세라믹 wall flow 형식의 GPF는 금속 섬유 GPF에 비해 제작 단가가 낮은 장점이 있지만, 배압이 연비 변화에 미치는 영향이 큰 가솔린 엔진의 특성 상 담체의 기공도나 web 두께 변화에 제약이 있는 세라믹 필터로는 배압 조절에 어려움이 있다. 이에 반해 금속 섬유는 열전도율이 뛰어나 재생시간 및 워밍시간이 짧으며 선정 및 배열을 조절하여 배압 문제를 완화시킬 수 있다는 장점이 있다. 또한 세라믹 필터에 비해 crack 및 melting에 강한 특성을 가지고 있어 내구성 측면에서도 세라믹 섬유보다 우위에 있다.

본 연구에서는 금속 섬유 GPF의 정화 특성을 파악하기 위해 금속 섬유 GPF를 실차에 장착 후 입자 수를 측정하여 담체의 코팅 유무(Coated / Bare)에 따른 입자수 정화 특성 및 재생 특성을 비교 및 분석하였다.



Model	SF(Std.)	MDL*	MLP**	MPX***
Cross Section				
Formation of Fiber	45μm<	35μm<	45μm< >25μm 45μm<	45μm+25μm+45μm + 25μm+35μm+25μm + 45μm+25μm+45μm
Mean Pore Size(Bare)	42μm	32-36-36-42μm	22μm	18μm

Figure 1. Schematic of metal GPF filter and different metal fiber layer structures

본 연구에서는 대상 엔진인 1.6 T-GDI 엔진을 탑재한 아반떼 스포츠 차량을 대상 차량으로 선정하여 WLTC 주행 모드를 적용하였다. 실차의 입자수 배출 특성을 확인하기 위하여 배출가스 측정 시스템인 CVS를 이용하여 담체에 따른 배출 특성을 비교 및 분석하였으며 아래 그림과 같이 센서를 설치하여 온도 및 압력 데이터를 획득하였다.



Figure 2. Emission measurement system of dynamometer and location of pressure/temperature sensors

아래 그림과 같이 WLTC 모드 시험 중 fuel-cut이 발생하는 조건을 파악하였고 30km/h 이하의 저속 구간에서는 스로틀을 개방하더라도 fuel-cut이 발생하지 않고 lambda를 유지하는 것을 확인하였다.

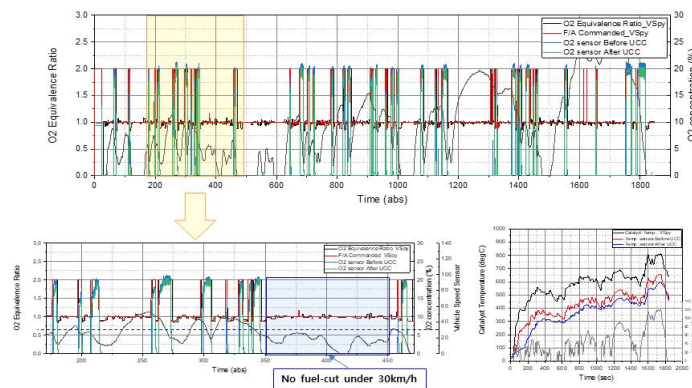


Figure 3. Equivalence ratio during WLTC mode test

Coated와 Bare 담체 장착 시 base 조건 대비 각각 약 40%와 50%의 정화율을 보임을 알 수 있다. WLTC 모드의 각 속도 구간 별 측정된 입자수를 비교한 결과 Phase 1과 Phase 4에서 가장 많은 입자수가 측정되었다.

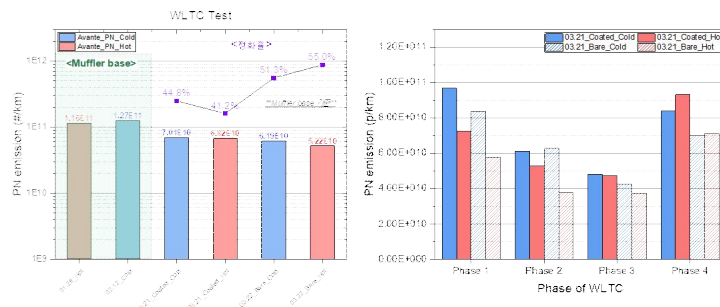


Figure 4. PN emission of different GPF conditions while driving WLTC mode

본 연구는 산업통상자원부의 산업기술혁신사업의 “1.6리터급 TGDI 엔진 적용 초미세먼지 저감을 위한 메탈 타입 GPF 개발” 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.