

비대칭 SDPF의 질소산화물 저감 특성에 관한 연구

이 경 복¹⁾ · 이 경 석¹⁾ · 오 광 철^{*1)} · 최 은 석²⁾ · 김 신 한²⁾

한국자동차연구원 그린카연구본부 하이브리드동력연구센터¹⁾ · 세라컴²⁾

A Study on the NOx Reduction Characteristics of Asymmetric SDPF

Kyoungbok Lee¹⁾ · Kyungseok Lee¹⁾ · Kwangchul Oh^{*1)} · Eunseok Choi²⁾ · Shinhan Kim²⁾

Advanced Powertrain R&D Center, Eco-friendly Vehicle R&D Division, Korea Automotive Technology Institute¹⁾

Ceracomb Industry Institute²⁾

Key words : SDPF(SCR-Catalyzed Diesel Particulate Filter), SCR(Selective Catalytic Reduction), DPF(Diesel Particulate Filter), DOC(Diesel Oxidation Catalyst), PM(Particulate Matter), NO_x(Nitrogen Oxides)

* 교신저자: 오광철, E-mail: kcoh@katech.re.kr

디젤자동차의 배기규제 대응 기술은 연소상태 최적화를 위한 전처리기술과 입자상물질 필터 및 질소산화물 저감 촉매를 이용한 배기후처리기술이 있으며, 전 세계적으로 점점 더 엄격한 배기가스 규제가 시행됨에 따라 후처리시스템의 연구 개발 및 성능 개선이 중요하다. 최근 실도로 배기규제 강화로 승용에서는 LNT (Lean NO_x Trap)와 SCR (Selective Catalytic Reduction)을 복합한 후처리시스템과 DPF (Diesel Particulate Filter), SCR을 일체화한 SDPF (SCR-Catalyzed Diesel Particulate Filter) 채용이 일반화되고 있다. 상용에서는 SCR과 AOC (Ammonia Oxidation Catalyst) 촉매의 성능 개선을 통한 배기규제 대응과 더불어 SDPF 및 dual 형태의 환원제 분사, 배출가스 heat-up 장치 등 복합 후처리시스템이 고려되고 있다.

SDPF 시스템은 SCR 촉매와 DPF를 하나의 시스템으로 일체화한 것으로 엔진 직후에 배치하면 촉매 반응을 위한 활성온도 확보가 유리하며, 콤팩트한 설계를 통해 장착성 개선 및 생산 비용을 절감할 수 있으므로 중장비, 비도로오염원 및 운행 경유차의 배기규제 대응 기술로 고려될 수 있다.

SDPF의 입자상물질과 질소산화물 동시 저감 및 허용 배압을 유지하기 위해서는 고다공성 DPF와 SCR 촉매 코팅 기술이 필요하다. SDPF 내 퇴적된 PM은 코팅된 SCR 촉매의 활성점을 차단하여 성능 저하를 유발할 수 있으므로 PM 퇴적량을 적정한 수준 미만으로 유지하면서 질소산화물 저감 성능을 확보하여야 한다. 또한 퇴적된 PM은 NO₂로 낮은 온도에서 자연 재생되므로 NH₃-SCR 반응과 자연재생의 상호작용도 고려되어야 한다.

이 연구의 목적은 12 L급 (Euro IV) 엔진 벤치 테스트 조건에서 DOC, Cu/zeolite가 코팅된 고다공성 SDPF(대칭/비대칭), SCR/AOC (zone-coated) 순으로 배치된 후처리시스템의 성능을 최적화하는 것이다. 요소수 환원제는 단일유체 분사방식으로 분사하여 엔진의 과도운전 모드에서 SDPF의 PM 퇴적량이 배압에 미치는 영향과 PM 및 NO_x 저감 성능에 미치는 영향에 대해 평가하였다. SDPF의 PM 재생은 강제재생방식의 HC-버너를 통해 이루어지며, 승온 로직을 적용하여 SDPF의 입구 온도가 상승시켜 NO_x 저감 성능이 향상되었다. SDPF 강제재생 과정에서 코팅된 SCR 촉매는 주기적인 열화 환경에 노출되므로 이에 따른 성능저감을 예상할 수 있다. 그러므로 SDPF의 열화로 인한 시스템을 성능 저하를 최소화하기 위한 방안으로 후단의 SCR/AOC 시스템의 체적 최적화를 수행하여 질소산화물 저감 성능 확보 및 미반응 암모니아 슬립을 억제하였다.

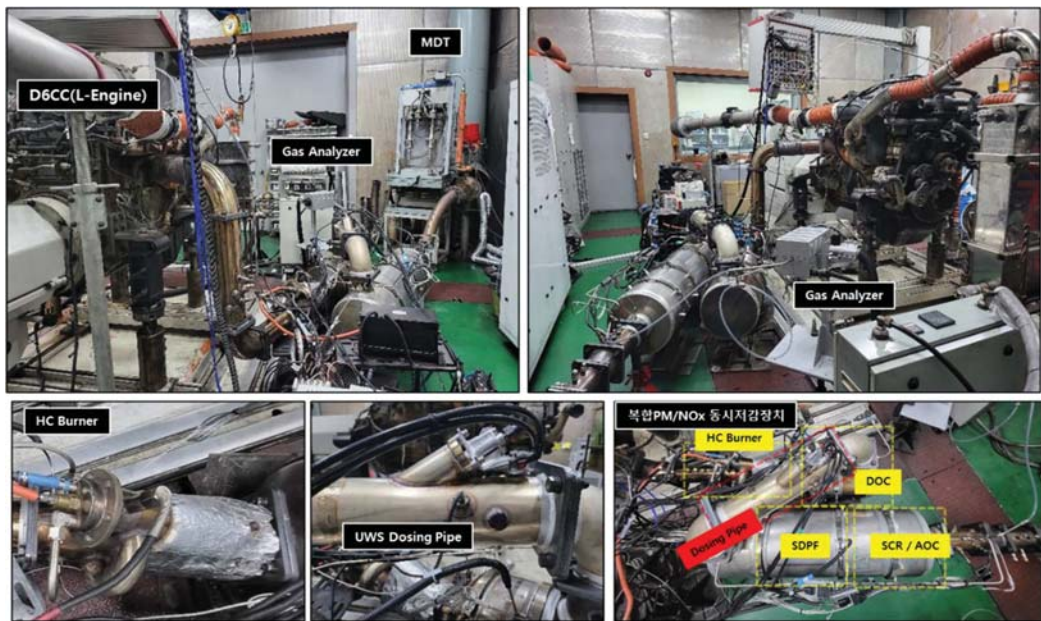


Fig.1 Experimental setup for integrated NOx and PM reduction aftertreatment system

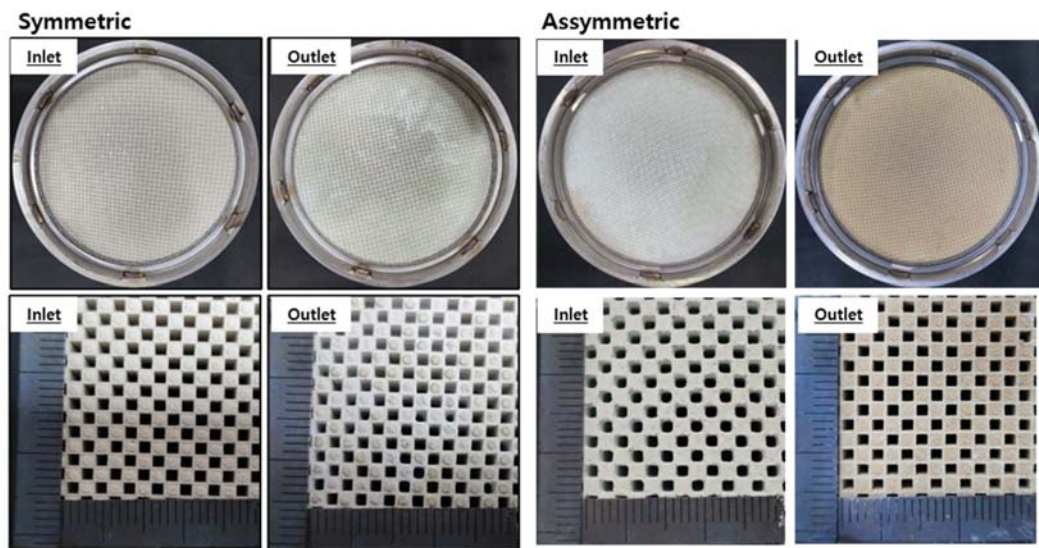


Fig.2 Symmetrical/Asymmetric SDPF samples Applied to the experiment

[Acknowledgement]

이 연구는 환경부 대기환경 관리기술 사업화 연계 기술개발사업의 “운행 대형차용 비대칭 S-DPF 시스템 기반 PM/NOx 동시저감장치 실증 기술개발” 과제의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.