



자동차 배출가스 저감을 위한 후처리 기술 동향

1. 후처리기술 동향

일반적으로 자동차 엔진의 배출가스를 줄이는 방법으로는 엔진개량 기술, 후처리기술, 연료계 개선(대체연료 포함)등이 있으나 최근에 하이브리드나 연료전지등 신종기술들이 개발되어 어느쪽에 속하는지 구분하기가 어렵다.

휘발유자동차의 배출가스 방지기술은 1975년대 미국의 캘리포니아주에서 산화촉매(CO 및 HC)가 적용되었고 본격적으로는 1980년에 삼원촉매(CO, HC 및 NOx)가 적용되어 왔다.

유럽이나 일본도 이때부터 점차 적용하였고 우리나라는 1987년 7월에 삼원촉매장치를 휘발유자동차에 처음 적용하였으며, 1988년 1월부터는 LPG택시에 동시적용하여 왔다.

배기관에 설치한 후처리장치인 삼원촉매장치를 부착하여 배출가스중 CO와 HC를 산화시켜 탄산가스(CO₂)와 물(H₂O)로 정화하고 NOx는 산화 또는 환원시켜 질소(N₂)나 이산화질소(NO₂)로 변화시킨다. 또한 NOx를 저감시키기 위하여 배출가스 재순환장치(EGR)를 사용하여 더욱 많은 양을 줄일 수 있다.



엄명도 소장

국립환경연구원 자동차공학연구소

경유자동차에 있어서는 공기가 대부분의 운전조건에서 충분한 상태로 연소되기 때문에 CO와 HC는 휘발유 자동차에 비하여 아주 적게 배출되나 NOx와 매연이 많이 배출된다.

그러므로 경유자동차의 배출가스

저감기술은 NOx와 입자상물질(매연 포함) 저감에 중점을 두고 있다.

외국에서는 경유차용으로 매연후처리장치(DPF: Diesel Particulate Filter)를 지금부터 약 20년 전부터 연구가 되어 왔으나 삼원촉매장치를 부착하면 입자상물질이 촉매표면을 덮어 정화기능을 떨어뜨리기 때문에 그동안 등한시되어 왔다.

그러나 유럽에서는 약 6년 전부터 소형경유차에 산화촉매장치(DOC: Diesel Oxidation Catalyst)를 적용하여 양산하고 있으며 대형에도 연구중이나 배출가스 온도상승에 따른 황산화물의 증가로 다소 지연되고 있다.

우리나라에서도 서울과 같은 대도시에 있어서는 자동차공해가 85%를 차지하고 매연의 주범인 시내버스를 대상으로 정부주관으로 운행중인 경유자동차에 매연후처리장치를 집중적으로 연구



개발하여왔다.

그 사이에 DPF장치의 내구성이 입증되지 않아 G7 프로젝트로 다년간 연구 끝에 일부 실용화되어 서울시 청소차등에 적용되고 있으며 일부 업체에서는 DPF장치의 수출도 하고 있는 것으로 알려지고 있다. 요즘은 대형 경유차에 고질적인 질소산화물의 저감을 위하여 외국과 우리나라에서도 DeNOx 촉매와 같은 후처리장치에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

2. 후처리 기술의 정화개념

경유차 후처리기술로는 매연여과장치(DPF) 및 산화촉매장치(DOC: Diesel Oxidation Catalyst)로 통칭한다.

DPF는 경유엔진에서 배출되는 입자상물질(PM)을 필터로 포집한 후 이것을 태우고(재생) 다시 입자상물질(PM)을 포집하여 계속적으로 사용하는 기술로서 PM을 70% 이상 저감할 수 있는 장치이다. DPF는 매연저감 효율 면에서는 아주 우수하나 가격이 높고 내구성이 부족한 것이 실용화에 장애요인이 되고 있다.

또한 필터에 PM이 다량 포집됨에 따라 엔진에

〈표 1〉 대표적인 후처리장치인 매연여과장치와 산화촉매장치의 장·단점

재생기술	장 치 그 림	장 점	단 점
경유 버너식		○ 큰 엔진에 적용이 용이함 ○ 재생이 용이함	○ 연료소비량 증대 ○ 설치 장소 문제
첨가제식		○ 장치가 간단	○ 배기매니폴드에 설치하므로 열적 충격과 기계적진동에 악함 ○ 설치장소 문제 ○ 이차오염문제
촉매식		○ 적은 전기 소요 ○ 열적충격에 의한 필터 파손 방지	○ Sulfate 생성 ○ 이차오염 문제
플라즈마식		○ 내부구조 비교적 간단 ○ NOx와 PM 동시 저감가능성	○ 2차공기와 전력추가 소모로 배터리와 발전기의 내구성 영향
산화촉매 장치		○ CO, HC등 가스상 물질 처리효율우수. ○ 장치간단, 가격저렴	○ 황산염의 생성으로 인한 촉매 피독으로 내구성 저하 우려

배압이 걸리며 이것에 의하여 엔진출력과 연료소비율이 다소 희생되며 이를 최소화하는 기술의 보완도 필요하다.

DPF 기술은 크게 PM 포집(Trapping) 기술과 재생(Regeneration)기술로 나누어지며 시스템은 기본적으로 필터, 재생장치, 전자제어장치의 3부분으로 구성되어 있다. 표 1은 대표적인 매연여과장치의 기본구조와 장·단점을 요약한 것이다.

또 다른 후처리장치인 산화촉매장치(DOC)는 가스상물질인 CO나 HC를 산화시켜 제거시키는 장치이며 필터가 벌집형이면서 관통형(Through pass type)으로 되어 있어 배출가스가 세라믹필

터를 지나갈 때 산화되므로써 60%~80%이 저감된다. 그러나 입자상물질 중 SOF 일부분만 제거되고 나머지는 제거되지 않고 그냥 배출해 버리는 단점이 있다.

이 장치는 처음에는 휘발유 자동차에서 출발하여 지금은 전차종에 부착되어 있으며 경유차에 대하여 최근 유럽에서 적용하고 있는 기술이다.

장치의 장점은 가격이 싸다는 것이다.

〈엄명도편집위원 : eomdo@hanmail.net〉