

미국 자동차기술동향

한 상 명 박사 · 대우자동차(주)

북미 SAE 2000 World Congress에서 발표된 연구 결과 중에서 많은 관심을 끌었던 것은 가솔린 SULEV(LEV II) 규제를 만족하기 위한 기술동향과 디젤엔진의 배출 가스 저감 기술이다.

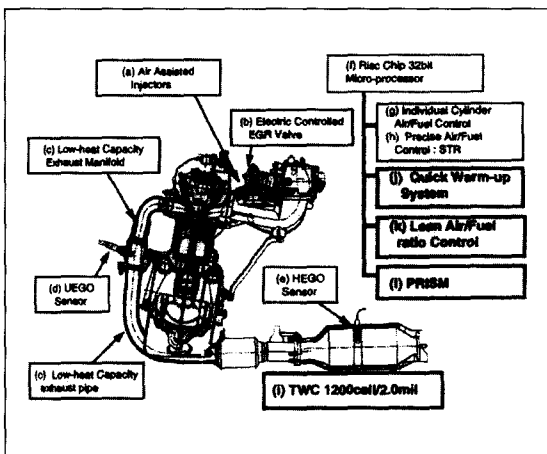
북미는 전통적으로 디젤 차량에 대한 소비자의 거부감이 강하고 디젤엔진의 배출 가스 기술 개발에 있어서도 유럽에 비하여 뒤떨어진 것으로 평가 받고 있으며, 현재 알려진 기술로는 달성하기 불가능한 더욱 강화된 NOx 및 PM규제를 도입하고 있다. 대형 디젤 차량의 배출 가스 규제 대응 필

요성과 연비의 획기적인 개선을 위해서는 선택이 불가피한 것으로 인식되는 디젤엔진/승용차와 이를 위해 요구되는 배출 가스 저감 기술, 특히 후처리 기술에 대한 관심과 관련 연구가 점차 증가하고 있는 추세이다.

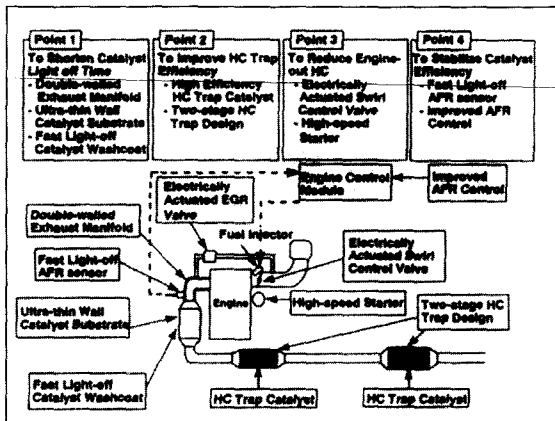
SULEV규제치는 LEV 규제 레벨을 70 ~ 90% 정도를 감축해야 달성 가능한 수치로 자동차 업계가 당분간 불가능할 것으로 주장해왔으나, 이번에 혼다와 닛산은 SULEV 규제를 만족할 수 있는 양산 가능 기술을 발표함으로써 다시 한번 배출 가스 저감 기술의 선두임을 과시하고 있다.

주요 기술을 적용 내용면으로 분류해 보면 High Cell Density를 이용한 Quick Warm-up Catalyst System, Low Engine-out HC 및 A/F ratio Control 향상 등으로 구분할 수 있으며 상세 내용은 그림에 나타난 바와 같다.

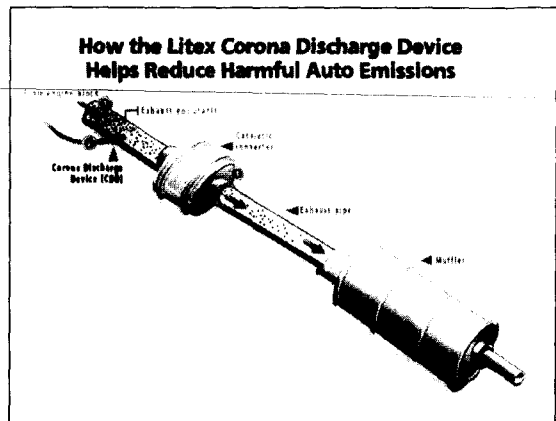
전체적으로 보면 획기적인 시스템을 도입하여 배출 가스를 저감했다기보다는 현재 양산 가능한 관련 부품을 최적화하여 SULEV 규제를 만족한 것으로 평가된다. 현재 업계가 안고 있는 2003년부터 판매 대수의 10%를 ZEV차량으로 대체해야 하는 ZEV 대응책으로 전기 자동차나 하이브리드 자동차로 얻을 수 있는 Partial ZEV Credit보다 가격 경쟁력에서 유리할 수 있는



혼다 SULEV 시스템 구성도



닛산 SULEV 시스템 구성도



SULEV 양산 차량으로 ZEV Credit를 얻으려는 노력이 자동차 업계에 더욱 확대될 것으로 예측된다.

최근 북미에서 발표된 자동차 관련 배기 정화 기술 중에서 비교적 새로운 접근으로 평가되는 기술을 소개한다.

코로나 방전을 이용한 배기 후처리 시스템 기술

Litex사는 배출 가스 정화를 위하여 작은 촉매 배기 정화기로 큰 용량의 성능을 얻을 수 있는 장치의 개발을 발표했다. 이 장치는 배기 매니폴드와 배기 정화기 사이의 배기 파이프에 장착되는 플러그 형상으로 코로나 방전을 이용하여 푸른색의 플라즈마를 발생시킨다. 이 장치가 배출 가스 저감에 유리하게 작용할 수 있는 원리로는 배출 가스 구성원자 성분이 플러그를 통과할 때 플라즈마의 Nonthermal Magnetic Fields에 의해 전자를 잃게 되고 정화 반응에 유리한 형태로 바뀐 배출 가스 Radical들이 정화기속으로 흘러 들어가서 무해 가스 성분으로 정화됨으로써 일반적인 배기 정화기보다 촉매의 정화력이 더욱 강화되는 효과를 보이는 것으로 설명된다. 이러한 효과로 인하여 낮은 온도에서 정화기 반응을 강화시켜 저온 정화 능력(Catalyst Light-off Time 축소)을 높

일 수 있으며, 특히 황 성분이 정화기에 미치는 악영향을 감소시킬 수 있어 현재의 고 황 성분의 연료에서도 정화 효율을 유지하는 배기 정화시스템을 구성할 수 있는 장점을 가지고 있다.

이 코로나 방전 장치의 적용으로 약 300 PPM의 황 성분을 함유한 가솔린에서도 26%의 HC, 40%의 CO, 22%의 NOx 정화율을 얻을 수 있으며, 황 성분이 이보다 낮을 때 그 효과는 더욱 크다고 이 회사의 시험 결과는 설명하고 있다.

현재 개발용 시제품의 경우는 개당 약 \$5,000이나 양산으로 개당 약 \$70로 낮출 수 있을 것으로 기대하고 있으나, 이 장치를 이용하여 얻을 수 있는 잇점으로 알려진 배기 정화기의 사이즈를 줄이는 비용 효과는 알려져 있지 않다. 특히 차량의 브레이크 등을 켜는 데 소요되는 에너지 보다 적은 약 25Watts의 낮은 에너지 소모와 적은 귀금속으로 높은 정화 효능을 기대할 수 있어 배출 가스 정화 시스템에의 적용 가능성은 높은 것으로 주목받고 있다.

이러한 원리를 이용한 배기 후처리 장치들은 지금까지는 주로 장치의 내구성, 전원 공급의 안정성, OBD Diagnostics의 어려움 및 가격등에서 현재의 배기 정화 장치들에 비하여 경쟁력이 취약하여 시제품 단계에서는 우수하였으나 양산 단계

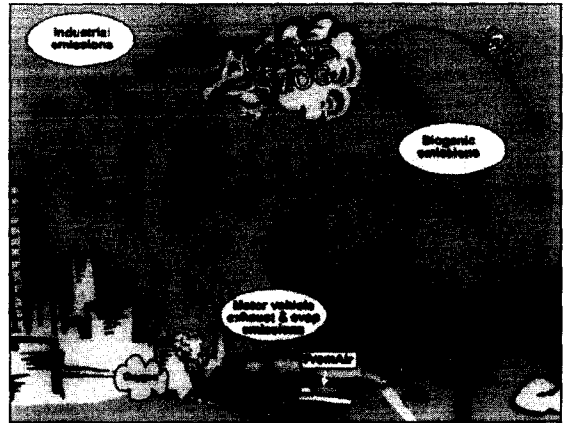
에서 포기되는 경우가 많은 기술들로 실차에서의 적용 결과가 기대된다.

대기 오존 정화를 위한 기술

대부분의 오존은 오존층이라 불리는 지상 15~25km에 존재하며, 지상 1km이내에 나타나는 오존은 주로 차량에서 발생하는 NOx와 기타 발생원을 갖는 VOC가 햇빛과 작용하여 형성된다. 이 지상 오존은 광화학 작용을 일으켜 스모그를 발생시킨다. 항공기의 실내 공기 정화를 위해 개발된 오존 정화 기술을 지상의 오존 제거를 위해 적용된 것이 최근 Engelhard사에서 발표된 PremAir의 기술로 알려지고 있다. PremAir 정화시스템은 오존을 정화할 수 있는 촉매 물질을 자동차의 라디에이터에 코팅하여 라디에이터를 통과하는 오존을 산소로 변환시키는 기능을 가지고 있다.

이 물질이 촉매 성능을 제대로 발휘하기 위해서는 적어도 60°C 이상의 온도가 유지되어야 하며, 또한 정화력은 촉매(라디에이터)주위를 통과하는 공기량 및 속도에 따라 결정된다. 따라서 자동차가 주행하거나 자동차가 정지하고 있더라도 냉각팬이 작동할 때는 그 성능을 유지하게 된다. 실제로는 차량 주행 시 라디에이터를 통과하는 공기량이 소량이고 차량에서 내뿜어지는 NOx가 기여하는 오존 생성을 고려하면 PremAir 정화시스템의 정화 성능이 완벽하다고 할 지라도 대기 정화에 미치는 영향은 미미할 것으로 예측된다.

최근 불보는 PremAir를 코팅한 라디에이터를 장착한 승용차를 발표 환경 친화적인 이미지를 추구하고 있으며, 닛산은 SULEV의 배기규제를 만족하는 Sentra CA 모델에 역시 PremAir 코팅 라디에이터를 적용하고 있다. CARB는 PremAir의 오존 정화 성능을 부분적으로 인정하여 PremAir 적용 차량에 대하여 Partial ZEV Credit를 제공하는 방안을 검토하고 있으나,



PremAir coated 라디에이터의 정화성능, OBD II요구 조건 만족 및 내구 성능 만족을 보증하는 절차등의 기술적인 어려움이 있어 실제적인 ZEV Credit을 받은 업체는 아직 없는 실정이다.

이 장치를 장착한 차량을 주행 시 총체적인 대기 오존 농도를 감소할 수 있으려면 SULEV규제를 만족하는 정도의 저 배기 가스 차량에서는 가능하나, 그 이외의 차량에서는 오존 정화량보다는 NOx나 VOC 가스의 발생으로 인한 오존 생성이 많기 때문에 차량을 운전하여 대기를 정화할 수 있다는 기대는 아직은 실현하기 어렵다. 또한 이 시스템의 대당 가격은 약 \$20~50 정도로, Cost Effectiveness 관점에서도 ULEV 이상의 배출 가스 규제에 대응하는 차량에서 그 적용 효과를 기대할 수 있다.

차량을 운전하면서 대기 오염을 감소시키는 유사한 연구로 Catalytic Monolith Brick을 라디에이터 후단에 장착하여 시험한 결과 라디에이터 코팅 타입보다 월등한 성능을 얻을 수 있었다고 발표하고 있으나 이 시스템 역시 그 복잡성 때문에 그 효과는 제한된 것으로 평가되고 있다.

〈한상명편집위원: smhan@dwmc.co.kr〉