

디젤 엔진의 저공해 연소 시스템 설계

우리나라의 자동차 등록현황 (1999.1.현재)을 살펴보면 총등록 자동차는 10,456,294대이며 그 중 승용차가 7,577,831대이고 승합차와 화물차, 특수차를 모두 합하면 2,878,463대의 등록 분포를 나타내고 있다. 이들 중에서 승합차, 화물 및 특수차의 대부분은 디젤차량으로 볼 수 있다. 이들 분포를 백분율로 나타내면 승합차가 7.13%, 화물차가 20.07%, 그리고 특수차가 0.33%이고 승용차가 72.47%이다. 물론 승용차 중에도 디젤 승용차가 포함되어 있으므로 전체 자동차 가운데 디젤 차량의 비율은 상당히 높다고 볼 수 있다.

디젤 엔진은 열효율이 높고 출력 성능이 우수한 특징을 가지고 있는 반면 유해 배출물질이 되는 NOx와 입자상물질(PM: Particulate Matter)을 배출하여 환경공해를 일으키는 것이 가장 큰 환경문제점으로 대두되고 있다. 특히 우리나라의 경우 디젤 자동차가 차지하는 비율이 높으므로 이들이 배출하는 NOx, PM의 저감 기술의 개발은 더욱 시급히 해결되어야 할 문제로 되고 있다.

NOx와 PM은 그 생성기구가 상이하며 저감대책 또한 서로 상반된 관계를 가지고 있어서 두 물질을 동시에 저감하는 것은 매우 어려운 기술이 되고 있다.

일반적으로 탄화수소 연료를 공기와 혼합하여 완전연소시키면 CO₂, H₂O, N₂만이 배출되나 엔진내의 혼합기 형성, 엔진 연소실 구조, 연소 반응의 불완전 등으로 인하여 NOx, PM, CO 등을 비롯한 여러 가지 유해물질이 배출되고 있다.

연소 배출물의 생성요인을 살펴보면 ①연료 중의 C, H외에 다른 원소가 함유되어 이들이 산화물을



이 창 식
편집위원장

형성하여 배출되는 경우, ②연료가 완전히 산화하지 못하여 CO, 알데히드 등의 중간산화물, 매연 등이 생성되는 경우를 생각할 수 있다. 최근 더욱 문제가 되고 있는 입자상 물질은 Soot와 무거운 탄화수소의 미립자 등이 원인이 되어 발생한다. 그리고 NOx의 생성 요인의 하나는 ③연소가 고온에서 이루어지므로 공기중의 N₂가 산화되어 일부가 NO, NO₂, N₂O 등의 질소산화물(NOx)을 생성하여 대기중에 배출하는 데 기인한다.

저공해 엔진 시스템은 엔진 설계에서 지향하는 최상의 목표이다. NOx와 PM의 동시 저감은 디젤 엔진 연소시스템에서 가장 어려운 기술이다. NOx를 저감시키기 위하여 연소 온도 제어, 연료의 혼합 및 국소 공연비 제어가 요구되며 이를 위하여는 분사시기 지연, 흡입 공기 냉각, 예혼합비율의 제어, EGR, 물분사 등의 방법이 적용되어 NOx저감 설계가 이루어져야 한다. 또한 PM은 ①탄소분(dry soot), ②미연 탄화수소, ③미연 윤활유, ④유황성분과 결합수에 의하여 생성된다.

이와 같은 PM의 저감을 위해서는 실린더 내 공기 유동의 최적화, 연료분사시스템 및 연소실 형상의 최적화 설계가 이루어져야 한다. 이상과 같은 종래의 저감기술과 아울러 예혼합비율을 증가시켜 NOx 및 PM을 동시에 저감하는 새로운 개념의 연소기술등을 적용하여 두가지 물질을 동시에 저감시킬 수 있는 연소기술이 개발되어야 한다. 그러므로 디젤 엔진의 저공해를 지향하기 위해서는 NOx, PM의 저감에 최우선 목표를 두어 시스템의 설계가 이루어져야 할 것이다.