

디젤 입자상 물질 규제에 대한 논쟁



정 동 수 박사
KIMM엔진환경그룹
책임연구원

최근 런던에서 개최된 기계학회(IMEchE) 세미나에서 「디젤엔진 입자 콘트롤」이라는 이해적인 타이틀이 내 걸렸다. 이 세미나에서 배기 입자의 가장 적절한 측정방법과 입자가 인체에 해로운 정도에 대한 주장에 대해 활발한 논쟁이 일어났다.

예를 들어, 디젤 엔지니어들 사이에 일반적으로 인정되어 온 것과는 반대로 소위 'city diesel' 이라고 하는 초저유황 연료의 배출가스가 호흡기관에 더 나쁜 영향을 미칠 수 있다는 것이다.

영국 ChemEcol사의 대표이사인 Dr.Hayat는 배출공해가스와 마찬가지로 입자상 물질(PM)에 의해 발생하는 유해성의 척도로 단순히 질량을 사용해 온 규제는 건강을 해치는 점에서 별 효력이 없어 보인다고 강조했다. 입자질량보다는 입자의 사이즈와 수가 더 중요하다는 것으로 입자의 수가 많을수록, 입자의 평균 사이즈가 작을수록 인체의 호흡기관, 특히 폐의 기포까지 깊이 침투되어 더 해롭게 된다는 것이다.

Dr.Hayat는 일반 디젤연료(0.035% 유황)와

city diesel(0.0003% 유황)를 대상으로 동일 엔진에서 실험을 수행하였는데 이 측정을 위해 사용되는 장비로는 SMPS(scanning mobility particle sizer), TOFABS(time of flight aerosol beam spectrometer), MOUDI(micro orifice uniform deposit impactor)등으로 각 장비들마다 각각의 장점들을 갖고 있다.

Dr.Hayat의 실험결과에 대하여 반대파들은 반복 실험결과에서 나타난 측정오차가 커서 유효하지 않다고 주장하여 상호 상관관계를 규명하는 것은 쉽지 않았으나 동일엔진에서 일반 디젤보다 초저유황 연료를 사용할 경우 배출되는 입자의 평균입자 사이즈는 훨씬 감소하였음을 확인하였다고 발표했다.

또한 다른 부문에서 두가지 다른 비금속성 탄화수소인 "ashless"첨가제를 적용한 결과, 서로 다른 입자수가 배출되었지만 둘 다 모두 평균입자 사이즈는 증가시키는 효과를 나타내었다고 한다.

여러 발표자들이 흡입된 입자 사이즈와 그로 인한 인체 영향사이의 상관관계에 대한 증거는 주로

정황으로 추리된 것이라고 지적하기도 했지만, 그럼에도 불구하고 작고 가벼운 입자가 땅에 가까운 대기에서 차량이 지나가거나 바람이 불 때 소용돌이쳐서 공기 중에 더 오래 머무르게 되므로 더 쉽게 호흡기를 통해 흡입 되는 것임에는 틀림없다.

그러면 왜 EURO 4 와 EURO 3 규제에는 입자상 물질의 사이즈나 수가 질량처럼 포함되지 않는 것일까? 영국 Ricardo연구소의 Mike Monaghan 씨는 입자 사이즈의 분포와 관련된 추가 법적 규제는 바람직한 목표이지만 시행하기에는 매우 실질적인 문제들, 즉 측정기술과 결과의 정확도에 있어서 검증과 그런 요구조건 등이 걸림돌로 남아있다고 한다.

또한 입자상 물질의 질량허용치 레벨이 0.03에서 2004/5년에는 Euro4의 트럭과 버스 디젤 배기규제 적용으로 0.02g/kwh로 낮아질 것인데, 만약 현재 사용되는 Euro 2의 '필터 종이 무게 측정' 방법 (0.15g/kwh가 한계)이 그대로 사용된다면 5배 내지 7.5배의 오차가 발생하게 된다는 점을 지적하고 있다.

Johnson Matthey에서 28년 근무 후 현재 벨기에 Brussel에서 'Association for Emissions Control by Catalyst' 를 운영하고 있는 Rob Searles씨도 앞에서 Monaghan씨가 주장한 것처럼 입자의 총 질량과 마찬가지로 입자 수와 사이즈를 측정한 방법에 대해서 문제가 많다고 강조했으며 입자상 물질의 질량을 더욱 정밀하게 측정하기 위한 가능한 방법으로 chemical dilution을 소개하였다.

그리고 더 작아진 입자들을 제거하기 위해 후처리방법이 사용되어야 할 경우, 입자 필터트랩용으로 더 섬세한 필터를 기공이 더 작고 더 촘촘한 세라믹 담체가 사용되어야 할 것이다.

당장은 Johnson Matthey사에서 개발된 CRT (Continuously Regenerating Trap)타입이 촉매와 연결되어 사용되어지겠지만 앞으로는 필터 자체에 촉매 코팅이 된 촉매필터 일체형의 개념으로 개발되어질 것으로 전망하고 있으며 현재 미국 코닝사와 독일 아헨의 FEV연구소가 공동으로 개발하고 있다고 한다. Johnson Matthey사의 Dr.James Warren은 차세대 CRT로서, Siemens사의 NOx 저감형 선별 반응 촉매인 Sinox 시스템과 같은 방법을 사용하면서 암모니아를 주입하는 일체형인 SCRT(Selective CRT)가 개발 중에 있는데, Siemens사의 Sinox시스템에 비해 부피를 3배 이상 줄일 수 있다고 한다.

그 외에도 사이클론 장치, 비열 플라즈마 방전기술, 헬륨 첨가법 등도 다양하게 소개가 되었는데 아직도 끊임없이 연구개발이 진행되고 있으며 현재로서는 어느 방법이 최적이라고 단언할 수 없어 논쟁은 계속 되겠지만 기술 개발 동향이 빠르게 변하고 있는 것은 사실이므로, 급변하는 국제기술개발 변화 추세에 세심한 주의를 기울여야 할 것으로 믿는다.

<정동수박사:dsjeong@mailgw.kimm.re.kr>