

## 2F2) 경유차 저공해기술 적용에 따른 나노입자 저감특성 Reduction Characteristics of Diesel Nano-Particle by Low Emission Technology of Diesel Vehicle

임철수 · 엄명도 · 류정호 · 황진우 · 김예은  
국립환경연구원 자동차공해연구소

### 1. 서 론

자동차에서 배출되는 오염물질은 크게 CO, THC, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>와 같은 가스상물질과 입자상물질로 나눌 수 있다. 이러한 오염물질들은 사용되는 연료의 종류 및 조성에 따라 차이가 있으나 대부분 인체에 해로운 성분들이 대부분이다. 많은 연구자들은 이러한 성분들이 인체 및 대기환경에 미치는 영향을 조사하고 그 저감방안에 대한 기술적인 방법들을 연구하고 있다. 특히 근래에 들어 자동차, 그중에서도 경유차에서 배출되는 나노입자가 미치는 인체 위해성에 대한 연구가 매우 활발하다. 이는 경유 입자상물질 중에는 발암성 및 돌연변이원성 물질들이 포함되어 있고, 이러한 입자들은 대부분 미세입자이므로 인체 호흡기 계통의 폐포까지 침투된다고 알려져있다. 본 연구에서는 이처럼 인체유해성 및 대기환경측면에서 중요성이 더해가는 경유차 배출 나노입자의 배출특성과 이의 저감기술로 개발되고 있는 저공해기술 적용시 나노입자 배출특성을 비교·분석하였다. 이들의 결과를 토대로 향후 저공해기술 평가 기준 및 경유차 배출 나노입자 규제기준 마련의 기초자료로 활용코자 한다.

### 2. 연구 방법

평가대상 저공해기술은 경유입자상물질 여과장치(DPF ; diesel particulate filter)와 천연가스(CNG ; compressed natural gas) 버스엔진, 그리고 초저황경유(ULSD ; ultra low sulfur diesel) 적용에 따른 나노입자 배출특성을 분석하였다. 본 연구에 사용된 시험엔진은 국내 시내버스 및 트럭에 사용되고 있는 배기량 11,100cc급의 대형경유엔진과 유사 배기량의 천연가스 버스엔진을 사용하였다. 입경측정을 위한 시험운전모드는 엔진동력계상에서 엔진회전수와 부하율에 따른 운전조건별로 측정하였으며, 초저황경유는 황함량 10wt.ppm 이하 연료를 사용하였다. 입경측정장치는 CPC(condensation particle counter ; TSI 3010)와 Long DMA가 연결된 SMPS(scanning mobility particle sizer ; TSI 3936)를 사용하였으며, 크기별 입자 개수 및 중량농도 등을 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

DPF 장착에 의한 전체입자개수의 제거율은 그림 1에서 알 수 있듯이 모든 운전조건에서 장착전에 비해 99% 이상으로 매우 높게 나타났다. 장치 장착후에 평균입자개수에 상응하는 입자크기(mean)가 모든 운전조건에서 큰 쪽으로 치우침을 확인할 수 있었는데, 이는 상대적으로 나노입자의 제거율이 더 높기 때문으로 사료된다. 천연가스엔진과 경유엔진의 입자개수농도 비교에서는 60%rpm/100%부하율과 100%rpm/50%부하율 모두에서 경유엔진과 비교할 때 99% 이상 CNG엔진에서 미세입자 개수농도가 낮게 나타났다. 이러한 원인은 경유입자상물질의 발생메커니즘이 주로 엔진의 불완전연소에 의한 미연탄화수소에서 기인하고, 이러한 경유연료의 특성상 대부분 탄소수 12개 이상의 고분자물질들로 구성되어 높은 PM 중량이나 개수농도를 배출하기 때문이다. 연료중 황함량에 따른 나노입자 개수농도비교 결과, 1200rpm/50%부하율의 경우, ULSD가 일반경유에 비해 약 1/1000 정도이며, 1200rpm/100%부하율의 경우, 약 1/20 정도로 매우 낮음을 알 수 있었다. 특히 30nm 이하의 나노입자로 갈수록 그 차이는 더욱 커짐을 알 수 있었다.

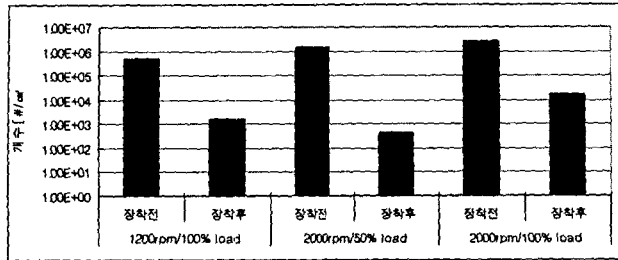
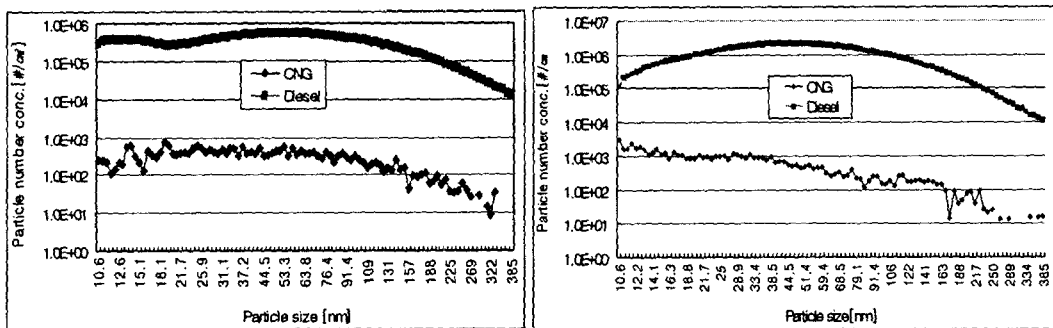


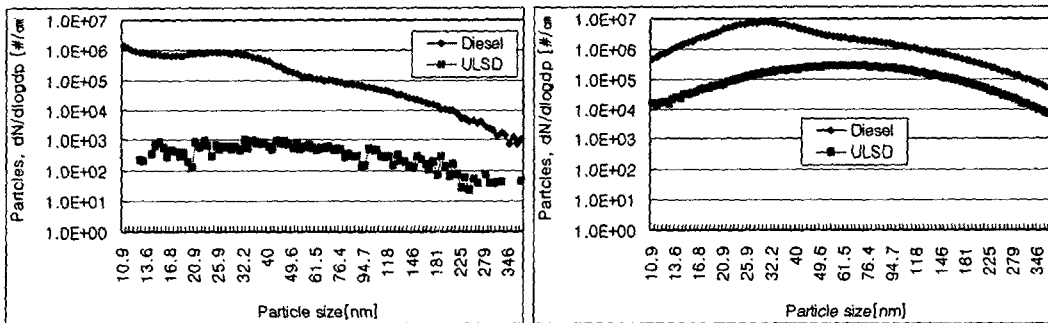
Fig. 1. Particle number concentration with/without DPF by engine operating conditions.



(a) 60% rpm/100% load rate

(b) 100% rpm/50% load rate

Fig. 2. Particle number concentration of heavy-duty diesel and CNG engine according to particle size.



(a) 60% rpm/50% load rate

(b) 60% rpm/100% load rate

Fig. 3. Particle number concentration of diesel engine using normal diesel and ULSD fuel.

### 참고 문헌

- D E Hall, 2001, "Measurement of the number and mass weighted distributions of exhaust particles emitted from european heavy duty engines", CONCAWE.  
 Kittelson, D. B., 1998, "Engines and Nanoparticles : A Review", *J. Aerosol Sci.*, 29, 575~588.