

## 2C2) 경유엔진에서 배출되는 경유 초미세입자 배출특성 연구 A Study on the Characteristics of Diesel Ultra-fine Particles Exhausted from Diesel Engines

임철수 · 엄명도 · 류정호 · 유영숙 · 정용일<sup>1)</sup> · 김홍석<sup>1)</sup> · 이춘범<sup>2)</sup> · 이천환<sup>2)</sup> · 안정언<sup>3)</sup>  
국립환경연구원 자동차공해연구소, <sup>1)</sup>한국기계연구원, <sup>2)</sup>자동차부품연구원,  
<sup>3)</sup>(주)파코코리아

### 1. 서 론

경유자동차는 휘발유 및 LPG차에 비해 연료 특성상 매연을 포함한 입자상물질을 다량 배출하고 있으며, 이러한 경유입자상물질은 인체에 유해한 발암성 및 돌연변이원성 물질들을 함유하고 있기 때문에 호흡 등을 통한 인체 유입시 건강에 매우 유해하다. 현재 유럽을 중심으로한 선진국들에서는 경유차 배출가스 규제항목 중 입자상물질에 대해 기존의 PM 중량법 이외에 입자개수농도로 규제하기위한 많은 연구와 기초법안을 준비하고 있다. 국내에서도 외국의 경유입자상물질 개수농도 규제에 대비하여 관련 연구기관 및 자동차 제작사들을 중심으로 측정방법 마련 및 측정변수들에 의한 영향 분석과 후처리장치 장착 등에 의한 저감효과 분석 등 다양한 연구를 진행중에 있다. 본 연구는 이러한 여러 가지 기초 연구들 중 경유엔진에서 배출되는 초미세입자들의 운전조건별 배출특성 분석결과들로서 전반적인 경유입자상물질의 크기분포에 대한 기초자료로 활용하고자 하였다.

### 2. 연구 방법

경유입자상물질의 입자개수농도 및 크기분포를 측정하기위해서 현재 가장 널리 쓰이고 있는 ELPI(Electrical low pressure impactor, Dekati私製)와 CPC(condensation particle counter; TSI 3010)와 Long DMA가 연결된 SMPS(scanning mobility particle sizer; TSI 3936), 그리고 최근 유럽에서 개발되어 실시간 입자크기분포 및 개수농도가 동시에 측정되는 Tr-DMPS(Transient differential mobility particle spectrometer; Grimm私製) 등의 측정장비를 사용하였다. 시험대상엔진은 2.5톤 트럭용 중형경유엔진과 시내버스에 장착된 대형경유엔진 등을 대상으로 하였으며, 엔진동력계를 사용하여 엔진을 구동하였다. 운전조건은 각 시험엔진들의 엔진회전수와 부하율을 달리하여 운전조건에 따른 초미세입자의 크기분포 및 입자개수농도를 측정하였다. 또한 경유입자의 측정은 크기분포가 매우 미세하여 회석비, 배기가스온도 등 많은 변수들에 영향을 받기 때문에 정확한 측정을 위해 이러한 측정변수들에 대한 영향도 선행하여 고찰하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 SMPS를 사용하여 현재 국내 시내버스에 많이 사용되고 있는 대형경유엔진(2001년식, 12.920cc)의 운전조건별 초미세입자 배출특성을 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 부하율의 증가에 따라 전체 입자개수농도도 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 이는 부하율 증가에 따른 연료사용량 증가와 미연소연료들의 배출에 의한 것이다. 또한 운전조건별 입자 최대농도는 부하율이 커질수록 작은 입자로 이동되는 경향을 보였는데, 이는 부하율이 증가함에 따라 배기온도가 높아지며, 휘발성 유기성분들 및 황산염 등의 생성이 증가된 영향으로 사료된다. 그림 2는 3.5톤 중형경유트럭에 장착된 엔진(2002년식, 3.298cc)에 대해 ELPI와 Tr-DMPS를 동시에 측정하여 입자측정 장비간의 상관성을 비교하고자 하였다. 결과를 보면, 동일한 측정범위에서 비교하면 전체 입자개수농도 및 입자크기별 분포에서도 거의 유사한 배출특성을 나타내어 장비별 상관성이 매우 높음을 알 수 있었다.

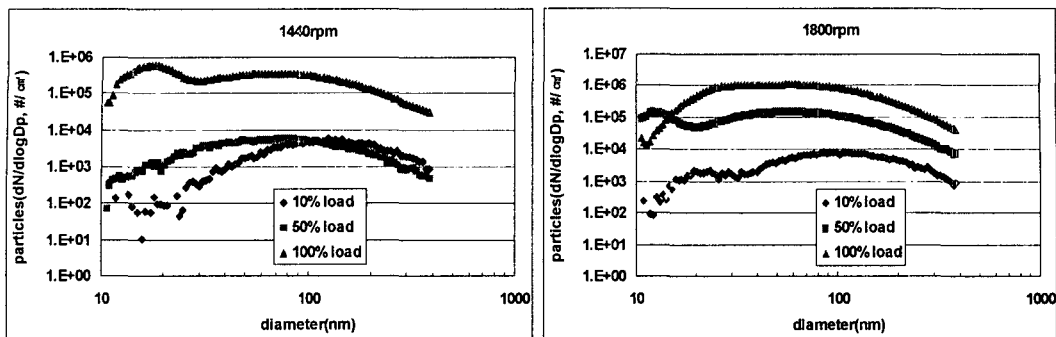


Fig. 1. Particle number concentration by engine operating conditions.

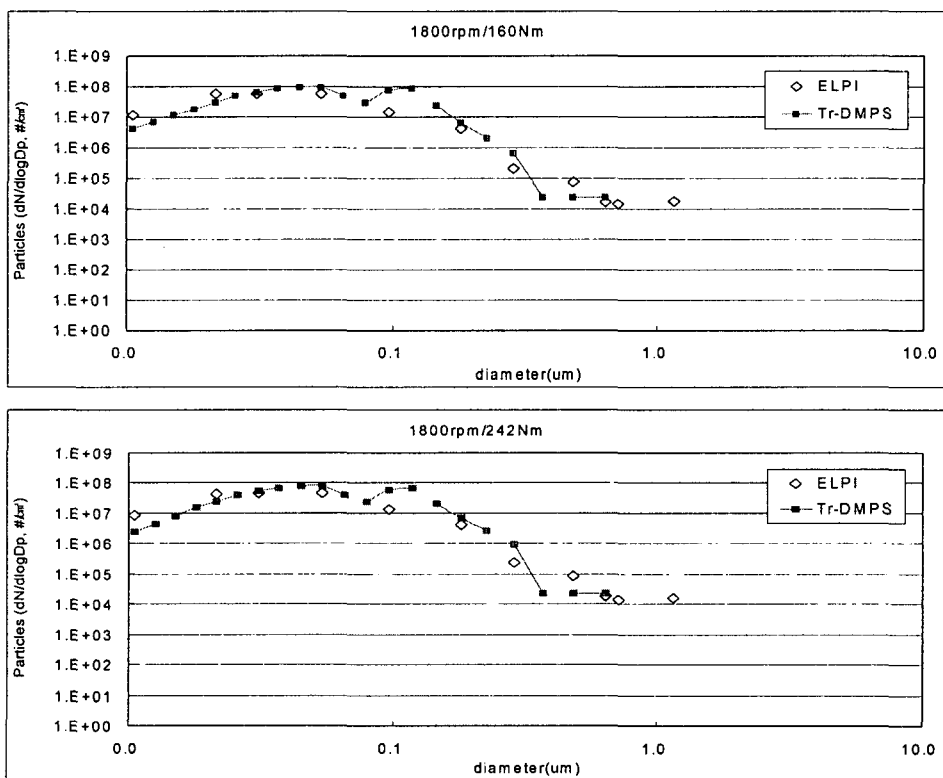


Fig. 2. Comparison of ELPI and Tr-DMPS for particle number concentration exhausted from medium-duty diesel truck engine.

### 참 고 문 헌

- 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.