

1C1) ELPI를 이용한 디젤 입자상물질의 입경 분포 측정 Measurements of Diesel Particle Size Distribution Using an ELPI

김홍석 · 조규백 · 정용일¹⁾ · 이상수 · 성낙원²⁾

¹⁾한국기계연구원, ²⁾성균관대학교 기계공학부

1. 서 론

본 연구는 ELPI(Electrical Low Pressure Impactor)를 이용하여 소형디젤기관에서 배출되는 입자상물질의 입경분포를 측정하였으며, 회석공기온도, 회석비, 측정위치가 측정에 미치는 영향을 고찰하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 배기량이 3000 cc인 간접분사식 소형디젤기관에서 발생하는 입자상물질의 입경분포를 고찰하고자 Dekati사의 ELPI를 사용하였다. 다단임팩터의 오염을 막기위해 ejector 형식의 2 단 회석장치를 사용하였다. 측정위치의 영향을 고찰하기 위하여 배기관 내의 sampling 위치를 터보차저의 20 cm 후단에 point#1을, 그로부터 70 cm씩 후방에 point#2와 point#3을 각각 설정하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 ELPI를 이용한 입경분포 측정의 재현 특성을 나타낸다. 2400 rpm 전부하조건에서 4회 반복 측정하였다. 각 측정치들은 거의 모든 크기의 입경 영역에서 약 30~60%의 오차가 발생함을 알 수 있다. Fig. 2는 1 단 회석장치에 공급되는 회석공기의 온도를 변화시켰을 때 개수 농도의 변화를 나타낸다. 회석공기온도가 높을수록 입경이 약 100 nm이하인 미세 입자상물질의 개수 농도가 감소한다. 이는 배기가스 중에 존재하는 수분 및 미연탄화수소의 응축이 억제되고, 입자상물질에 포함되어 있는 이 성분들이 증발되기 때문인 것으로 판단된다. Fig. 3은 회석장치를 각각 1 단과 2 단으로 회석비가 8.6과 78.0가 되도록 하여 2400 rpm 전부하조건에서의 입자상물질의 개수농도를 비교한 그림이다. 회석비가 78.0일때가 8.6일 때 보다 약 100 nm이하의 입자들이 많이 검출되었으며 이는 2단에서의 차가운 공기 회석과정 중 수분 및 미연탄화수소 성분등이 응축되어 발생하는 것으로 판단된다. Fig. 4는 각 엔진회전수 및 부하별로 배기관내 측정 위치에 따르는 개수 농도의 변화를 나타낸다. 배기관 하류에서 측정할수록 입자상물질의 개수농도는 감소하며, 약 100 nm 미만의 미세입자의 개수가 다른 크기의 입자들에 비해 큰 영향을 받음을 알 수있다. Fig. 5는 엔진회전수에 따른 입자상물질의 입경분포를 나타낸다. 엔진회전수가 높을수록 연소실 내의 연소 특성이 양호하여 입자상물질의 개수 밀도와 질량은 감소한다. Fig. 6은 2400 rpm에서 부하에 따른 개수 농도 및 질량변화를 나타내며 미세 입자의 개수 및 질량은 엔진부하가 클수록 많이 배출되는 경향을 보였다.

4. 결 론

1. ELPI를 이용하여 디젤 엔진 입자상물질의 입경분포를 측정하였으며, 반복 시험 결과 모든 크기의 입경 측정 영역에서 약 30~60%의 오차가 발생함을 알 수 있었다.

2. 입경이 약 100 nm이하인 미세 입자상물질의 개수농도는 회석공기온도가 낮을수록 그리고 찬공기로 2단 회석을 하는 경우 증가한다. 그리고, 배기관 하류로 갈수록 미세 입자의 개수도가 감소하였다.

3. 이상의 연구로부터 미세입자상 물질의 효과적 규제를 위해 측정장치와 방법에 대한 표준화 연구가 필요함을 알 수 있었다.

4. 대상 엔진의 저속 및 고부하 운전조건에서 미세 입자상물질이 많이 배출됨을 확인하였다.

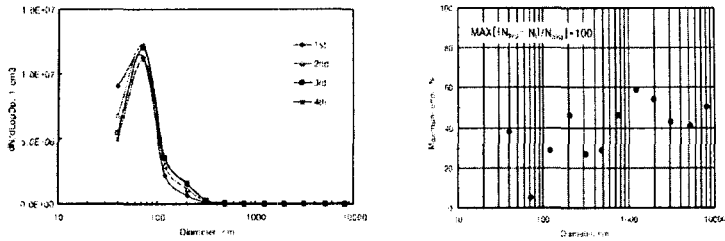


Fig. 1. Repeatability and maximum error in the measurements of ELPI.

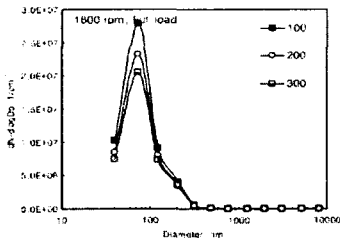


Fig. 2. The effect of dilution air temperature.

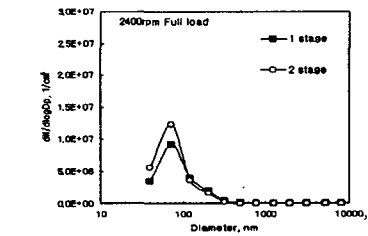


Fig. 3. The effect of dilution ratios.

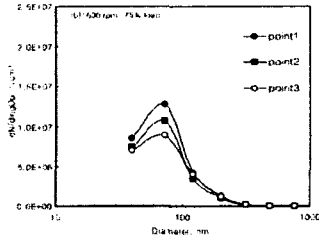
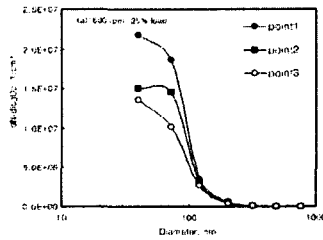


Fig. 4. The effect of sampling locations on the size distribution of PM number density.

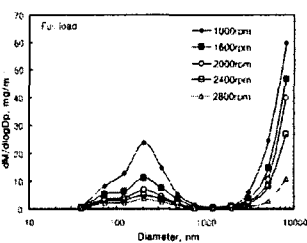
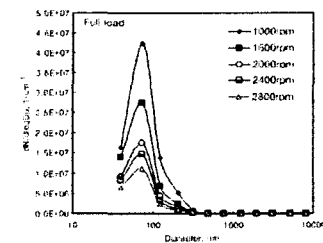


Fig. 5. The size distribution of PM with engine speed.

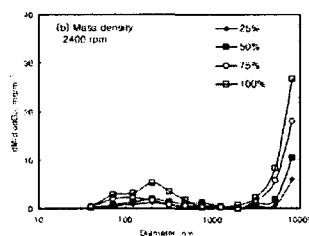
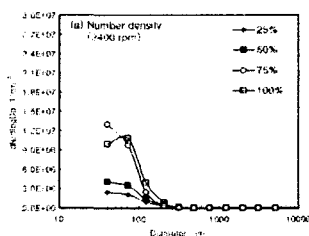


Fig. 6. The size distribution of PM with engine load conditions.