

1C1) 경유버스의 대기오염물질 배출계수 산정 연구

A Study on the Calculation of Air Pollutant Emission Factors for Diesel Bus

임철수 · 류정호 · 유영숙 · 한중수 · 엄명도
국립환경과학원 교통환경연구소

1. 서 론

'05년 8월말 현재 국내 자동차 등록대수는 1,500만대를 넘었으며, 이들 차량에서 배출되는 대기오염물질들은 대기질 저하 및 인체 위해성에 매우 기여하는 바가 크다. 환경부에서는 대기오염정도가 특히 심한 수도권지역의 대기질을 개선하고자 특별법 제정을 비롯한 많은 대기질 개선대책들을 마련하고 시행 중에 있다. 특히 연료의 특성상 질소산화물과 미세먼지를 많이 발생시키는 경유자동차는 그 중점 관리 대상으로서 경유후처리장치 장착, 저공해엔진 개조, 천연가스버스로의 교체 등 많은 노력을 기울이고 있는 실정이다. 대형차량인 경유버스와 경유트럭은 전체 자동차 등록대수가 3% 정도에 불과하지만 대기오염물질 배출량은 40% 이상을 차지하고 있어 이들 차량에 대한 중점적인 관리가 필요하다. 특히 경유버스는 대도시를 중심으로 주로 운행되고 있기 때문에 이들 차량에서 배출되는 대기오염물질 배출특성이나 배출량 산출은 대기환경 개선정책의 중요한 관리자료로서 활용되거나 자동차 오염물질로 인한 대기환경 및 인체 영향을 평가하는데 중요한 자료로 사용된다. 배출량 산출의 기본자료인 배출계수 산정은 외국의 경우, 매우 다양한 차종분류와 영향인자들에 대한 보정을 통해 광범위하게 추진되고 있으며, 미국이나 유럽 등에서는 MOBILE이나 COPERT 등과 같은 배출계수 산출모델을 운용하고 있다. 국내에서도 이와같은 배출계수 산출모델을 사용하는 방법을 모색중에 있으며, 기존의 단일 배출계수 이외에도 복합배출계수 및 차량연식별 배출계수에 대한 연구가 진행되고 있다. 이에 본 연구에서는 교통환경연구소에서 개발한 차량 연식별, 차속별 대기오염물질 배출계수의 산정방법 및 과정, 그 결과들을 소개하며, 이와 관련하여 관심있는 많은 연구자들의 이해를 돕고자 하였다.

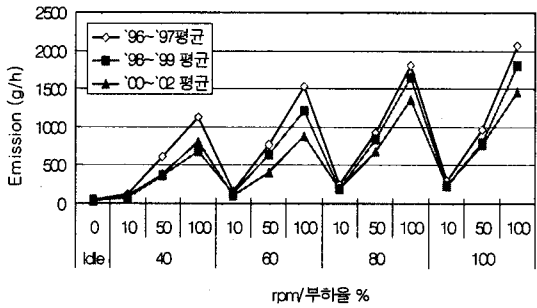
2. 연구 방법

경유버스 대기오염물질 배출계수를 산출하기 위해서는 실제 차량들이 도로상에서 어떤 주행패턴으로 운전되는지를 조사하여 차속별 주행모드를 개발하고, 이를 동력계상에서 모사하여 엔진을 운전하고 배출가스를 측정함으로써 기본 배출율을 얻는다. 여기에 배출계수에 영향을 미치는 엔진열화와 같은 인자들에 대한 보정을 거치고 이 결과들로부터 차속별, 오염물질별 배출계수 산출식을 구한다.

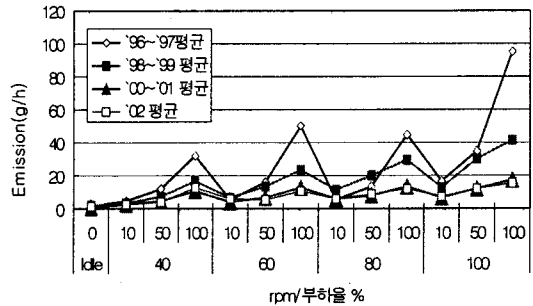
시험에 사용된 버스엔진은 중·대형경유버스용으로 운행차 4대, 신차 15대 및 시험자료의 확보를 위해 교통환경연구소 인증시험엔진 자료 20대 등 총 39대의 시험결과를 활용하였다. 이중 신차와 인증 시험자료는 운행차로의 전환을 위해 연식별 열화계수를 보정하여 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

NOx는 연소실의 온도가 높고 산소농도가 높을수록 많이 발생하며 매연 및 입자상물질의 발생과는 서로 상반되는 관계를 가진다. 그림 1은 연식별, 운전 조건별 NOx의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 나타난 바와 같이 NOx는 기관회전수와 부하율이 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보여주고 있다. 특히 동일회전수에서는 부하율 증가에 따라 급격하게 증가함을 알 수 있다. 기관회전수 변화에 따른 NOx의 증가는 회박 공연비 상태에서 산소농도 증가가 그 요인이며 부하율에 따른 영향은 연료공급의 증가로 열용량이 증가하여 연소실 최고온도가 높아지는데 그 원인이 있다. 연식별로는 오래된 연식일수록 높은 배출특성을 나타내고 있다.



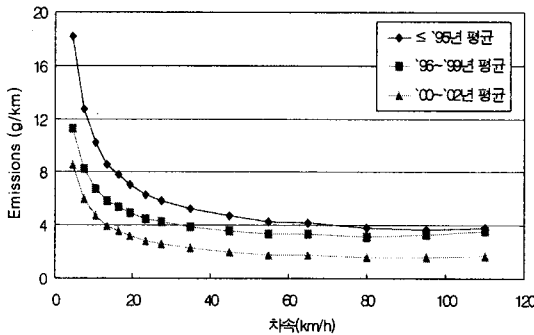
(a) Heavy-duty bus NOx



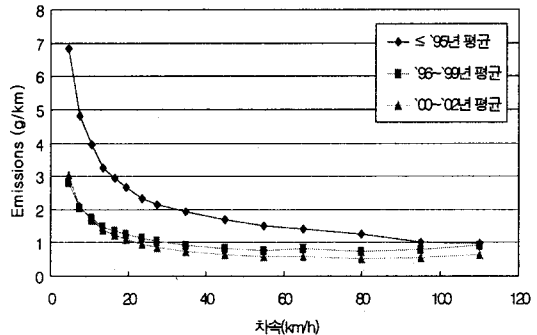
(b) Heavy-duty bus PM

Fig. 1. Emission rate by driving conditions for heavy-duty diesel bus.

그림 2는 중형버스의 차속별, 연식별 CO와 HC 배출특성을 나타낸 것이다. 전체적인 차속별 배출특성은 저속에서 높고, 고속으로 갈수록 적게 배출되며, CO, HC 및 PM의 경우 배출규제년도별로 현격한 차이를 나타낸 반면, NOx는 전체적인 경향은 유사하나 일부 차속에서는 배출규제년도별 오염물질 배출 수준이 약간씩 다르게 나타남을 알 수 있었다. 중형버스의 경우도 전체적인 배출규제년도별 오염물질 배출경향은 대형버스와 유사하였으나 특히 80km/h 이상의 고속구간에서는 차속이 증가할수록 오히려 배출량이 증가하는 경향을 나타내었다.



(a) light-duty bus CO



(b) light-duty bus HC

Fig. 2. Exhaust emission characteristics of medium-duty diesel bus by vehicle speed.

참고 문헌

- 국립환경연구원 (2003) 자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구 (I)
- 한국에너지기술연구원 (2001) 자동차 오염물질 배출량 산정연구
- CARB, Methodology for estimating emissions from on-road motor vehicles ; Volume 1~6
- CORINAIR (2002) Atmospheric Emission Inventory Guidebook.
- EPA (2002) "User's guide to MOBILE6.1 and MOBILE6.2 (Mobile source emission factor model), EPA420-R-02-028