4D3) 건설기계의 대기오염물질 배출계수 산정 연구

Calculation of Air Pollutant Emission Factors for Construction Equipments

임재현 · 이태우 · 서충열 · 정성운 · 김종춘 · 임윤성 · 임철수
국립환경과학원 교통환경연구소

1. 서 론

이동오염원 중 디젤엔진 등 내연기관으로부터 배출되는 오염물질은 도로용(onroad)과 건설장비, 농기계 등 비도로(nonroad)용으로 구분되어진다. 그러나 그동안 우리나라를 비롯한 대부분의 국가들에서는 도로용 운송수단들에 대한 연구에 치중해 왔다. 국립환경연구원(2000a) 보고에 따르면 미국의 경우 전체 이동오염원 중 비도로 부문에서 배출되는 대기오염물질(CO, HC, NOx, PM)의 기여율은 28~63%이며, PM의 경우 전체 비도로 부문에서 배출되는 양의 20%가 건설장비에서 배출되고 있는 실정이다. 따라서 미국, 유럽 등 선진국에서는 이미 비도로 부문에서 배출되는 대기오염물질의 배출량을 산정하기 위한 연구가 활발히 진행되어 왔으며(정일록 등, 1999), 건설기계 및 농기계 등 비도로 부문에서 배출되는 대기오염물질에 대한 배출규제를 실시하고 있다(국립환경연구원, 2000b). 건설장비 등에 사용되는 디젤엔진으로부터 배출되는 오염물질 중 NOx, PM은 폐암이나 기관지 관련 질병을 유발하는 것으로 보고되고 있어(Kagawa, 2002), 디젤엔진에서 발생되는 대기오염물질을 저감하기 위한 저공해 기술개발 등 다양한 대책을 마련하기 위한 연구들(국립환경연구원, 1997, 1998)이 진행되어 왔다. 특히 2000년 이후로 자동차 등 이동오염원의 배출허용기준과 연료품질기준 등이 단계적으로 강화되어 대기오염물질의 배출환경이 변화됨에 따라 교통환경연구소에서는 2003년부터 2007년까지 5년간에 걸쳐 이동오염원에 대한 오염물질 배출계수 재산정 사업을 수행하였고, 최종년도인 2007년도에는 건설기계에 대한 기종별, 출력별 오염물질 배출계수를 산정하였다.

2. 연구 방법

미국, 유럽 등 선진국에서 연구되고 있는 배출계수 산정기법(Frey et al., 2003)과 국내 · 외 건설기계 배출허용기준 및 건설장비 관련 활동도 등을 조사 · 분석하였으며, 특히 국내 등록대수가 1,000대 이상인 건설기계 중, 주요 6개 기종(굴삭기, 지게차, 로우더, 기중기, 로울러, 불도저)을 선정하였다. 디젤엔진 인증시험(KC1-8 mode)을 통해 확보한 건설기계 총 445대(2004년~2007년)에 대한 대기오염물질별(CO, HC, NOx, PM) 분석데이터를 이용하여, 대기오염물질별, 기종별 및 출력별로 배출계수를 산정하였다. 또한 2004년도에 미국 EPA에서 산정한 배출계수 뿐만 아니라, 교통환경연구소가 1997년도에 산출한 배출계수 및 배출량 연구결과(국립환경연구원, 1997)와도 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

모든 건설기계에서 출력등급과 상관없이 NOx>CO>NMHC>PM 순으로 오염물질이 배출되고 있음을 알 수 있었으며, CO의 경우 굴삭기, 로우더, 불도저가 1.03~1.45g/kWh로 다른 기종보다 22~45% 높게 배출되었고, NOx는 4.82~5.26g/kWh, NMHC는 0.29~0.35g/kWh, PM은 0.12~0.23g/kWh로 기종에 상관없이 배출수준이 유사한 경향을 보였다. 엔진 출력등급이 증가할때 대기오염물질의 배출이 감소하는 경향을 보였는데, 규제기준(Tier 2)보다 CO의 경우 약 69~84%, NMHC+NOx는 약 14~25%, PM은 약 39~53% 낮게 배출되었다. 또한 엔진 배기량이 증가하는 경우에도 대기오염물질의 배출은 완만하게 감소하는 경향을 나타내었다.

1997년 교통환경연구소에서 산출한 기존 건설기계의 배출계수와 비교 · 분석한 결과, 배출허용기준이 강화된 영향으로 신규 배출계수가 약 26~63% 낮은 경향을 보이고 있었다. 또한 본 연구에서는 전체 출

력등급의 중간 값인 130kW 전·후로 구분하여 건설기계 배출계수를 산정하였으며, 특히 1997년 연구에서 제외되었던 로울러에 대한 배출계수가 처음으로 도입, 산정되었다(표 1).

한편, 대기오염물질별 연간 총배출량을 표 1의 배출계수 및 건설기계 활동도 자료를 이용하여 산정한 결과, NOx 149,657톤, CO 58,470톤, HC 14,831톤, PM 5,999톤 순이었으며, NOx가 65.4%로 가장 높은 배출 기여도를 보였고, PM이 2.6%로 가장 낮게 나타났다. 기종별로는, 굴삭기 99,309톤, 지게차 98,567톤, 로우더 10,949톤, 기중기 10,143톤, 불도저 6,343톤, 로울러 3,646톤 순이었으며, 배출 기여도는 굴삭기와 지게차가 각각 43.4% 및 43.1%로 6개 기종 중 두 기종이 86% 이상을 차지하고 있었다.

Table 1. Emission factors for construction equipments. (단위 : g/kWh)

기 종	출력등급	CO	HC	NOx	PM
굴삭기	130kW 미만	2.92	0.48	5.10	0.34
	130kW 이상	1.41	0.25	4.11	0.08
기중기	130kW 미만	0.77	0.32	5.89	0.12
	130kW 이상	0.63	0.29	4.78	0.06
로우더	130kW 미만	1.70	0.38	5.02	0.20
	130kW 이상	1.49	0.29	4.06	0.11
로울러	130kW 미만	1.01	0.31	5.08	0.12
	130kW 이상	0.77	0.28	4.32	0.09
불도저	130kW 미만	1.92	0.43	4.88	0.13
	130kW 이상	1.51	0.31	4.19	0.08
지게차	130kW 미만	2.19	0.78	6.02	0.28
	130kW 이상	1.84	0.70	5.55	0.18

참 고 문 헌

국립환경연구원 (2000a) 비도로 이동오염원 오염물질 배출규제방안에 관한 연구.

국립환경연구원 (2000b) 비도로 이동배출오염물질 관리방향.

국립환경연구원 (1997) 경유엔진에 의한 대기오염물질 저감대책에 관한 연구(Ⅰ).

국립환경연구원 (1998) 경유엔진에 의한 대기오염물질 저감대책에 관한 연구(Ⅱ).

정일록, 엄명도, 류정호, 임철수 (1999) 비도로용 건설기계의 오염물질 배출량 산정에 관한 연구, 한국대기환경학회지, 15(3), 317-325.

Frey, H.C., M. ASCE, and S. Bammi (2003) Probability Nonroad Mobile Source Emission Factors, Journal of Environmental Engineering, 162-168.

Kagawa, J. (2002) Health effects of diesel exhaust emissions - a mixture of air pollutants of worldwide concern, Toxicology, 181-182, 349-353.