

AP1

비도로용 경유엔진의 대기오염물질 배출량 산출

- 건설용 장비를 중심으로 -

Calculation of Air Pollutant Emission for Non-Road Diesel Engine

- Concentrate on the Construction Equipment -

임철수·정일록¹⁾·엄명도·김태승·류정호

국립환경연구원 자동차공해연구소, ¹⁾폐기물연구부

1. 서론

내연기관에 의해 작동되는 자동차는 크게 도로용(Onroad)과 비도로용(Nonroad)차량으로 구분되며, 일반적으로 비도로용 차량은 출력 및 연료의 경제성이 뛰어난 경유기관이 많이 사용되므로 여기에서 주로 배출되는 미세먼지나 질소산화물의 배출량이 증가하여 주요 대기오염원으로서 점차 부각되고 있다. 따라서 미국을 비롯한 선진국에서는 배출가스 규제대상을 기존의 도로용 차량에서 비도로용 차량까지 확대 적용하고 있는 실정이다.

우리나라의 경우에는 연료비 절감등의 이유로 선진국에 비해 경유차량의 보유비율이 높고 경유엔진에서 배출되는 오염물질이 대기오염에 미치는 영향은 점차 증가하고 있으며, 1996년도에는 경유자동차에서 배출되는 오염물질 총량이 연간 1,145천톤으로서 자동차 전체 오염물질 배출량의 64%를 차지하고 있는 실정이다. 현재 자동차 이외의 비도로용 차량중 건설기계로 분류되는 덤프트럭, 콘크리트 믹서트럭등에 대해서는 중량 디젤자동차와 동일한 배출가스 규제치를 적용, 관리하고 있으나, 그 외 건설장비등을 포함한 선박, 항공, 농업용기계등 비도로용 차량의 경우에는 오염물질 배출실태에 대한 조사가 전혀 이루어지지 않아, 광범위한 배출가스 저감대책 수립에 어려움이 있는 실정이다.

본 연구에서는 비도로용 차량에 의한 대기오염 저감대책을 강구하고자 외국의 비도로용 차량에 대한 배출가스 규제현황 및 시험방법등을 검토하여, 비도로용 차량중 우선 건설장비를 대상으로 삼아, 우리나라에서 생산·판매되고 있는 건설용엔진에 대한 배출가스의 실측·분석을 통해 오염물질 배출실태를 평가하여 대기오염 기여율 및 배출허용기준(안)등을 제시하였다.

2. 실험방법

2.1 건설장비 현황조사

2.1.1 기종별 보유대수

건설장비에 의한 오염물질 배출량을 산정하기 위하여 기종별, 연도별 등록대수를 건설교통부 산하 국립건설시험소에서 발행한 건설장비 현황자료를 토대로 지역별로 조사하였다.

2.1.2 연간 가동현황조사

건설장비에서 발생하는 연간 오염물질 배출량을 파악하기 위해서 대한건설장비협회에서 대여용(영업용) 건설장비 23개 기종에 대해 '90년부터 '96년 하반기까지 부가세 신고금액등을 기준으로 조사한 건설장비 가동 실태자료를 토대로 하였다.

2.1.3 평균 출력

조사대상 건설장비의 기종별 평균출력은 국내 주요제조사에서 판매하는 각 기종별, 등급별 출력을 산출한 후, 여기에 등급별 판매비율을 곱한 가중평균출력을 사용하였다.

2.1.4 평균 출력비율

평균출력비율은 조사대상 건설장비의 정격출력에 대한 실제 작업시의 사용출력의 비로써, 세계적으

로 비도로용 엔진의 배출가스 규제시험 방법으로 사용되는 ISO-8178 측정조건이 건설장비등 특수자동차의 운전특성을 반영하고 있는 것으로 판단되어, 이 시험모드의 운전조건에서 평균출력비율을 계산하여 사용하였다.

2.2 배출가스 측정

2.2.1 시험장치

대형엔진동력계는 630kW의 AC동력계(오스트리아 AVL사, APA DYNO)이며, 대형경유엔진 배출가스 측정장치는 Horiba사의 MEXA-9100D를 사용하였으며, 대형경유엔진의 입자상물질을 측정하기 위한 시료채취장치는 미니회석터널(AVL 474)을 사용하였다.

2.2.2 측정내용 및 방법

엔진동력계상에 대상엔진을 장착하여 시험조건(흡기온도, 배기온도, 오일온도등), 엔진성능(연료소비율, 엔진회전수, 축출력, 축토크등) 및 배기가스중의 오염물질(CO, THC, NOx, PM, 매연등)등을 측정하였다.

2.3 배출량 산정

본 연구에서는 작업시의 배출총량만 고려하였으며 배출가스 총량 산정방식은 다음과 같다.

- 해당 건설장비의 연간 배출가스 총량(g/년)
 - = 보유대수 × 당해 장비류의 보유비 가중평균 정격출력(kW)
 - × 정격출력에 대한 작업시의 평균출력 비율(%)
 - × 연평균 가동시간(h/년)
 - × 원단위 배출계수(g/kW · h)

3. 결 과

1. 보유대수가 5,000대 이상인 주요 건설장비의 오염물질 배출량은('97년기준) 전국에서 CO 21,865톤/년, HC 8,989톤/년, NOx 73,541톤/년 및 입자상물질 2,822톤/년으로서 전체 오염물질중 NOx 배출기여율이 69%로서 가장 높게 나타나 NOx가 건설장비의 주요 오염물질임을 알 수 있었고, 주 오염물질인 NOx 및 PM은 굴삭기, 지게차가 전체의 80%를 차지하고 있어 주요 배출원임을 확인 할 수 있었다.
2. 조사대상 건설장비에서 배출된 오염물질의 전체대기오염 배출량에 대한 기여율은 CO 1.8%, THC 5.4%, NOx 5.5%, PM 0.6%이며, 수송부분에 대한 기여율은 CO, THC, PM은 6%이하로서 낮은 수준이었으나, NOx는 10.9%로서 높게 나타났다.

Table 1. Air pollutant contribution rate by the construction equipment on nonroad vehicle(1996).

Section		Emission (ton/year)	CO		HC		NOx		PM	
			Pollutant	Ratio (%)	Pollutant	Ratio (%)	Pollutant	Ratio (%)	Pollutant	Ratio (%)
Trans- portation	Onroad		949,574	87.2	133,906	87.1	522,089	41.5	78,567	18.5
	Non- road	Construction	20,015	1.8	8,247	5.4	67,037	5.3	2,579	0.6
		Others	5,083	0.5	3,585	2.3	27,026	2.2	14,148	3.3
	Subtotal			974,672	89.5	145,738	94.8	616,152	49.0	95,294
Heating			78,611	7.2	2,673	1.7	70,048	5.6	10,117	2.4
Industry			19,341	1.8	3,272	2.1	380,568	30.3	160,812	38.0
Power Generation			16,164	1.5	2,128	1.4	191,225	15.2	157,471	37.2
Total			1,088,788	100	153,811	100	1,257,993	100	423,694	100