

PA16) 소형 유류 보일러의 PM 배출 특성에 관한 연구 A Study on the Emission Characteristics of Particulate Matters from Small-size Boiler

서병철 · 김대곤¹⁾ · 정용원
 인하대학교 환경공학과, 국립환경연구원¹⁾

1. 서 론

대기오염물질 배출계수는 국가기관, 연구기관, 학계, 배출사업장, 방지사설 업체 등 수많은 분야에서 실질적으로 활용하고 있는 자료로서 배출원에 대한 배출특성을 직·간접적으로 파악할 수 있는 대표적 자료이다. 이는 대기오염 방지사설 및 설비의 설계, 오염물질 저감 계획의 수립 등 실질적인 대기 관리 정책의 수립과 평가에 필수적으로 이용되고 있다. 그러나, 현재까지의 국내 대기오염 배출원에 대한 배출계수의 개발은 매우 저조한 상태로 미국 및 선진국의 배출계수를 그대로 사용하고 있는 실정이다.

국내 실정에 부적합한 배출계수의 적용으로 인한 여러 문제점이 각종 연구를 통하여 보고되고 있으며, 이를 해결하기 위하여 최근에 국립환경연구원 및 시도 보건환경연구원 그리고 대학 및 연구소 등 여러 연구기관에서 대기오염물질 배출계수의 개발 및 수정을 위한 연구가 진행중에 있다. 본 실험은 이러한 연구의 일환으로, 최근 규제가 강화되고 있는 입자상물질 즉, 총먼지 및 미세먼지에 대하여 소형 유류 보일러를 측정 대상으로 하여 배출계수의 개발 및 배출특성을 조사하였다.

2. 실험 방법

본 연구의 측정 대상으로 선정된 국립환경연구원의 보일러는 노통연관식 소형보일러로 최대 증발량 1000L/hr 용량으로, 실험동 내의 난방 및 온수공급을 목적으로 한 가스, 오일겸용 보일러이다. 실험은 유류 종류 및 연소 조건을 변화시켜가며 시료의 채취를 수행하였으며, 각 조건별 5~10회의 반복실험이 이루어졌다.

시료의 채취방법은 대기오염공정시험법 상의 반자동식 I형에 준하여 이루어졌고, 시료의 채취지점은 보일러 후단과 방지사설 전단 사이에 위치하였다. 배출가스의 분석은 BACHRACH M-300 및 IMR 을 이용하여 실시하였고, ICP-MS(Perkin Elmer Elan 6100)을 이용하여 중금속분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

유류의 종류 및 연소 조건(시간당 물의 증발량)의 변화에 따라 배출계수를 산출한 결과, B-A의 경우는 EPA나 국립환경연구원의 배출계수보다 낮게 나타났다. 반면, B-C의 경우는 상당히 높게 나타났다. 이는 측정 대상 보일러가 자체 설정 압력으로 인하여 연속운전시간이 제한되어 있었기 때문에, B-C의 경우 정상상태 도달 시간이 길어져 시료채취시간이 15분으로 B-A(60분)보다 짧았다. 짧은 시료 채취시간으로 인하여 불완전연소부분이 상당히 기여한 것으로 판단된다.

Table 1. Emission factors of particulate matters

(unit : kg/kg-fuel)

		측정값		KOREA NIER	US EPA Utility-Boiler	US EPA Industrial-Boiler	US EPA Commercial-Boiler
		Low-load	High-load				
TSP	B-A	0.376	0.502	0.840	0.837	0.841	0.841
	B-C	2.749	4.343	1.490	1.484	1.491	1.491
PM-10	B-A	0.346	0.477	-	0.595	0.723	0.521
	B-C	1.949	3.250	-	1.055	1.282	0.924

그림 1은 입경별 분진의 농도분포곡선이다. 표 2는 입경별 중금속분석 결과를 제시한 것이다.

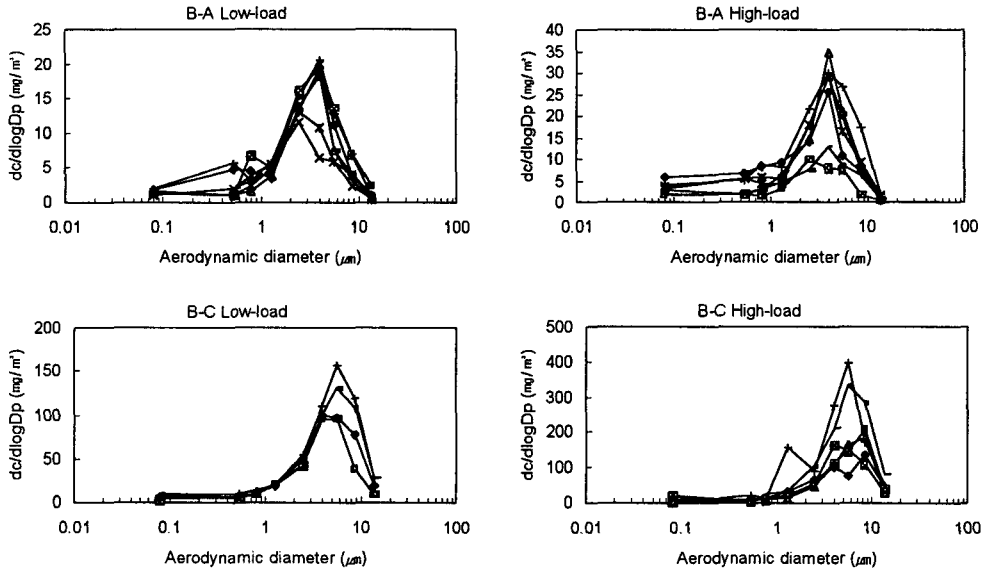


Fig. 1. The size distribution of particulate matters based on aerodynamic diameter.

Table 2. The size distribution of mean concentration of trace metals

(unit : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

size range (μm)	stage 1	stage 2	stage 3	stage 4	stage 5	stage 6	stage 7	stage 8	back-up	Coarse	Fine	F/T	
	13.7	8.6	5.6	4.0	2.5	1.3	0.8	0.54	(0.08)				
	- (30)	- 13.7	- 8.6	- 5.6	- 4.0	- 2.5	- 1.3	- 0.8	- 0.54				
B-A	Mg	100.56	76.09	87.65	129.92	67.75	44.22	41.03	17.72	82.31	461.98	185.29	0.29
	Cr	1.74	1.39	1.31	1.15	1.30	1.29	3.03	2.51	8.20	6.89	15.03	0.69
	Mn	20.84	15.85	21.06	19.52	18.14	14.40	12.31	21.58	23.57	95.42	71.86	0.43
	Ni	4.87	4.99	5.90	4.71	4.69	4.52	4.65	4.53	23.25	25.16	36.95	0.59
	Cu	1.17	1.23	1.36	1.07	1.04	1.26	2.29	2.67	5.47	5.87	11.70	0.67
	Zn	21.09	21.47	21.72	25.59	20.00	22.01	18.30	29.27	21.74	109.86	91.32	0.45
	As	102.33	88.62	99.20	82.30	93.03	100.89	133.14	102.99	292.48	465.49	629.50	0.57
	Cd	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.07	0.18	0.17	0.48
	Pb	1.10	0.77	0.72	0.49	0.83	0.80	0.48	0.15	1.64	3.90	3.06	0.44
B-C	Mg	354.51	2360.70	1245.90	2013.63	4120.85	3728.21	2319.33	2421.49	2691.61	10095.59	11160.64	0.53
	Cr	15.27	13.17	13.21	12.76	12.50	11.99	11.45	12.35	23.32	66.90	59.11	0.47
	Mn	58.13	61.34	62.72	59.75	65.13	61.66	66.99	64.60	70.41	307.07	263.66	0.46
	Ni	31.58	46.23	46.29	39.48	36.90	37.22	30.25	27.81	131.16	200.48	226.44	0.53
	Cu	13.00	11.49	9.85	10.89	12.13	10.46	9.25	10.85	16.84	57.36	47.41	0.45
	Zn	98.45	87.37	94.69	83.42	88.96	78.78	88.48	83.41	71.15	452.88	321.83	0.42
	As	852.10	771.53	832.62	822.33	813.55	801.59	690.49	760.28	965.09	4092.15	3217.44	0.44
	Cd	0.15	0.13	0.14	0.14	0.13	0.12	0.13	0.13	0.17	0.69	0.55	0.44
	Pb	9.16	8.50	6.89	6.10	6.56	6.39	3.73	4.58	7.85	37.22	22.55	0.38

감사의 글

본 연구는 환경부 차세대핵심환경기술개발사업인 “도시/산단 지역에서의 미세먼지 배출계수개발 및 inventory 작성과 배출량 산정연구” 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- USEPA(1997), Compilation of air pollutant emission factors, AP-42 fifth edition
 환경부, 국립환경연구원(2000), 대기오염물질배출량(1999)
 환경부(1999), 대기오염공정시험방법 개정판