

SM1) 대형 연소시설의 질소산화물 배출계수 산정에 관한 연구

A Study on the Estimation of NO_x Emission Factors in the Large Combustion Facilities

석광설, 홍지형, 최양일, 박일수, 차준석, 강경희, 이항림
국립환경연구원 대기공학과, 시·도 보건환경연구원 대기보전과

1. 서론

대기오염물질 배출계수는 국가기관, 연구기관, 학계, 배출사업장, 방지시설업체, 환경영향평가사업 등 수많은 분야에서 실질적으로 활용하고 있는 자료로서 배출원에 대한 배출특성을 간접적으로 파악할 수 있을 뿐 아니라 기본부과금의 산정, 대기오염방지시설비의 설계, 오염저감 계획의 수립 등에 매우 유용하게 활용중에 있다. 그러나 국내 배출원에 대한 배출계수는 다양한 배출원에 대한 조사가 어렵고 많은 조사비용과 인력이 필요한 사업이기 때문에 국내여건상 관련연구가 전무한 상태로 현재는 미국(EPA AP-42) 등 선진국의 계수를 확인없이 그대로 사용중에 있는 실정이다.

새로운 2000년을 맞이하면서 체계적이고 과학적인 정책수립을 위해 대기 배출원에 대한 종합적인 정보자료 구축사업을 환경부 대기보전국의 역점사업으로 추진중에 있고, 정보자료의 구축사업중 배출량 산정, 평가 등에 중요한 요소중 하나인 대기 오염물질 배출계수를 국내실정에 맞도록 연차적으로 연구개발하기 위해 지방환경청 및 시·도 보건환경연구원과의 공동연구를 통해 추진하였으며 이에 따라 '99년에는 질소산화물 대형 배출원에 대한 조사를 추진하여 국가 배출계수를 제시하고자 하였다.

2. 연구 방법

가. 대형 연소배출원에서의 질소산화물 배출특성 조사

질소산화물은 연료중에 있는 질소가 산화하여 발생되는 fuel NO_x와 연소 공기중에 있는 질소가 산화하여 발생되는 thermal NO_x로 구분할 수 있다. 그러나 fuel NO_x보다는 thermal NO_x의 비중이 더 크기 때문에 질소산화물의 배출특성을 조사하기 위해서는 단순히 연료중에 포함된 질소 성분만을 조사할 것이 아니라 반드시 연료의 여러 가지 연소공정별로 질소산화물을 실측 조사해야 한다. 사실상 연소배출원은 그 수가 너무 많고 전국에 걸쳐 광범위하게 분포되어 있어 이러한 시설들에 대한 조사를 1개 기관이 담당하는 것은 불가능하다. 따라서 본 연구는 국립환경연구원과 각 시·도 보건환경연구원이 협력하여 전국의 시설들을 대상으로 추진하게 되었다.

본 연구는 발전시설, 소각시설, 보일러, 가열시설, 소성시설, 소둔로/용해로 및 내연기관 등의 연료를 많이 사용하는 시설별로 연소특성에 따른 질소산화물 배출특성을 조사하였으며, 배출공정에 따른 질소산화물 배출량과 방지시설별 배출특성 및 효율을 조사하여 최종적으로 국가 배출계수를 산출하였다.

나. 배출원의 배출계수 산정

배출원의 배출계수를 산정하기 위해 현장조사를 실시하였으며, 조사결과를 토대로 배출시설별/사용연료별로 배출계수를 산정하였다. 배출계수는 단위 연료 사용량 (ton)당 질소산화물 배출량 (kg)과 단위 에너지량 (Gcal)당 질소산화물 배출량 (kg)으로 나누어 제시하였다.

다. 조사 방법

본 조사에서는 각 시도 보건환경연구원에 “질소산화물 배출계수 개발을 위한 조사표 및 조사지침”을 만들어 조사방법을 표준화하였으며, 이를 토대로 현장조사를 실시하도록 하였다. 따라서 여러 기관에서 분담하여 수행되는 조사의 특성상 조사방법, 조사내용, 조사항목 등의 표준화 및 상호자

료간의 신뢰성과 일관성을 추구하고자 하였다. 조사방법으로는 조사대상시설에 대한 질소산화물 배출 공정, 사용연료의 종류 및 양, 방지시설 등에 대한 현황조사와 주 배출원에 대한 실측조사를 동시에 실시하였으며, 실측 조사시에는 대기오염공정시험방법에 준하여 조사하였다.

조사내용 및 항목으로는 일반현황과 실측조사로 나누어 일반현황에는 사업장, 사용연료, 배출시설, 방지시설, 배출구 및 기타사항을 기록하도록 하였고, 실측조사에는 배출가스온도 (°C), 산소농도 (%), 유속 (m/s), 배출가스유량 (Sm³/hr), 일산화탄소 (CO)농도, 이산화탄소 (CO₂)농도, 질소산화물 (NO_x)농도 등을 기록하도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

조사는 국립환경연구원과 각 보건환경연구원이 직접 배출 사업장을 방문하여 정밀조사를 하는 방법으로 추진하였다. 현장 정밀조사는 1,2차 (각 2주)에 걸쳐 2회 수행하였고, 조사 대상시설은 1차 조사 118개 시설, 2차 조사 54개 시설로서 총 172개 시설이었다. 조사 대상시설을 공정별로 보면 보일러 시설이 73개로 가장 많고, 그 다음이 소성시설로 31개, 발전시설 26개, 소각시설 23개, 가열시설 10개, 소둔로/용해로 4개, 내연기관 5개 등이었다.

시설을 대표할 수 있는 평균 배출계수는 조사자료의 수가 많을수록 비교적 정확한 값을 제시할 수 있으나 이 또한 각각의 자료가 충분한 신뢰성을 가져야 가능하다. 본 조사는 국가기관 중심으로 조사한 자료를 토대로 작성되었으며, 향후 지속적인 자료의 보완이 이루어질 예정이다. 본 조사결과는 추후 관련전문가 집단의 데이터 검증을 통하여 국가 배출계수로 확정될 것이며, 질소산화물 이외에도 먼지, 휘발성유기화합물, 중금속 등에 대한 국가자료를 계속적으로 만들어갈 계획이다.

Table 1. NO_x emission factors in the power plants, incinerators and boilers

시설명	연료명	data 개수	최소값		최대값		평균값	
			Kg NO _x /ton 연료	KgNO _x /Gcal	Kg NO _x /ton 연료	Kg NO _x / Gcal	Kg NO _x /ton 연료	Kg NO _x /Gcal
발전 시설	LNG	13	0.491	0.038	4.710	0.359	1.765	0.116
	B-C(0.42%)	3	3.370	0.320	9.372	0.923	6.244	0.604
	B-B(0.5%이하)	2	6.260	0.486	47.100	0.630	26.680	0.558
	유연탄(0.3%)	2	2.686	0.370	2.699	0.378	2.693	0.374
소각 시설	폐기물	8	1.640	0.220	4.280	0.950	2.973	0.303
	폐합성수지	3	1.770	0.500	3.615	0.600	2.532	0.518
	폐목재	2	7.586	0.020	7.806	0.021	7.696	0.021
	슬러지	2	0.685	0.226	0.759	0.310	0.722	0.268
보일러	LNG/ 일반 생활폐기물	5	0.115	0.086	0.640	1.600	0.341	0.631
	B-C(0.5%)	19	2.647	0.270	8.370	0.799	5.384	0.525
	B-C(1.0%)	29	1.650	0.167	12.207	1.230	6.241	0.628
	LNG	5	1.4E-04	1.35E-05	5.130	0.500	2.473	0.230
	B-C(3.23%)/ B-C(0.96%)	2	3.410	0.500	7.270	0.900	5.340	0.700
	B-C(4%)	2	1.840	0.186	3.600	0.363	2.720	0.275
	B-C(0.89%)/ 무연탄(0.33%)	4	1.405	0.205	10.856	4.753	5.825	2.428
	퍼지가스/ B-C(1.0%이하)/ 액체연료 (0.1%이하)	2	10.501	0.106	10.894	0.124	10.698	0.115
	경유/ B-C(0.5%)	2	4.180	0.422	6.603	0.669	5.405	0.546
B-A(0.5%)	3	2.850	0.288	8.080	0.816	5.485	0.554	

참 고 문 헌

EPA AP-42, USEPA, 1998

대기오염방지공학, 홍지형 외, 향문사, 1997

국가 대기보전정책수립지원시스템 구축사업계획, 환경부, 1999

대기환경보전법, 환경부, 1999