

1D3) 연료연소_난방분야에서의 대기오염물질 배출특성과 배출계수 산정에 관한 연구

A Study on the Emission Characteristics and the Estimation of Emission Factor for Air Pollutants in District Heating Combustion Plants

염윤성 · 홍지형 · 허정숙 · 김대곤 · 방선애

국립환경연구원 대기공학과

1. 서 론

대기오염물질 배출계수는 국가기관, 연구기관, 학교, 배출사업장, 환경영향평가사업 등 수많은 분야에서 실질적으로 활용되고 있으며, 배출원에 대한 배출특성을 간접적으로 파악할 수 있을 뿐만 아니라, 기본부과금의 산정, 대기오염방지설비의 설계, 오염저감계획의 수립 등에 매우 유용하게 이용되고 있다. 따라서, 대부분 선진외국에서는 많은 비용과 인력을 동원하여 대기배출자료를 국가적으로 목록화하는 작업을 추진하여 왔으며, 전 세계적으로 강화된 국제적 환경협약과 환경보호를 위한 무역규제에 대처하기 위하여 국가 대기배출량을 일정한 형식과 산정방법에 의하여 체계적으로 관리하고 있다. 그러나 현재까지 우리 나라의 배출계수 개발은 부분적으로 추진되어 왔거나 조사가 산발적으로 진행되었고 조사가 전혀 이루어지지 않은 분야도 있는 등 체계적이며 현실적인 국가 배출계수를 개발할 필요가 있다.

본 연구는 우리 나라의 국가 대기배출계수 개발과 오염배출량 산정 연구 중 연료연소-난방 분야에 관한 연구이다. 허정숙 등 (2002a)은 이미 우리 나라의 새로운 대기배출원 분류체계를 제시하였고, 배출원 분류체계에 맞추어 배출원별 배출특성과 배출계수 산정 등 일련의 연구를 진행한 바 있다 (허정숙, 2002b ; 방선애, 2002c). 본 연구는 연료연소 난방분야의 대기배출특성을 파악하고 배출계수 개발 및 오염배출량 산정을 하고자 하였다. 연구 방법은 배출사업장에 대한 대기배출특성 조사표에 의한 전수조사와 현장방문을 통하여 확보된 자료를 토대로 난방 보일러의 배출특성과 대기오염물질 배출계수를 산정하는 방식으로 진행하였다.

2. 연구내용 및 방법

연료연소_난방 분야는 크게 지역, 중앙, 개별 난방으로 분류된다. 본 연구의 수행을 위해 난방을 목적으로 운영되는 사업장에 대한 조사 결과, 2001년 현재 지역난방분야의 1, 2, 3종 사업장 수는 총 21개소이며, 중앙난방은 총 124개소로 파악되었다 (국립환경연구원, 2002a).

본 연구는 이들 사업장 중 연료사용량 및 오염물질 배출량이 많고 체계적으로 배출시설과 방지시설이 관리되는 지역난방 공사 6개 지사를 표본 사업장으로 선정하여 연구하였다. 선정된 6개 사업장에 대하여 사전 방문하여 보일러의 정상적인 가동여부 및 표본사업장으로서 선정이 타당한가를 확인 후 대기배출특성 조사표를 사업장에서 직접 작성하도록 하였다. 이 후 조사표의 1차 분석단계를 거친 후, 2차로 직접 현장조사를 통한 자료의 신뢰성을 확보하고 연소공정을 확인하는 과정을 수행하였다. 배출원 조사표의 조사항목은 해당 사업장에 관련된 일반정보, 공정도와 물질수지표, 배출시설·방지시설별 오염배출량 및 사용연료와 배출시설의 상세 정보 등을 작성하도록 되어있다. 확보된 자료를 바탕으로 보일러와 방지시설 형태별로 연료사용량을 기준으로 대기오염물질 배출계수를 산정하였다.

수집된 자료 및 생산된 배출계수에 대한 등급 기준을 정량적으로 확보하고, 등급을 부여함으로써 배출계수를 효율적으로 관리하도록 하였다. 자료에 대한 등급부여는 대기공정시험방법에 의한 측정유무와 측정횟수를 기

준으로 A, B, C, D등급으로 분류하였다. 배출계수 등급은 업종별 대상 사업장 (1, 2, 3종) 수에 대하여 본 연구에서 조사한 사업장 수가 차지하는 비율을 고려하여 A, B, C, D, E, F등급으로 나타내었다. 산업시설의 모든 배출시설은 오염원분류코드 (Source Classification Code, SCC)로 구분하여 배출계수를 산정하였다. SCC는 5분류로 구성되어 있으며, 대기배출원 분류에서 제 1분류는 연료연소-난방 및 기타, 제 2분류는 연료 형태, 제 3분류는 연료의 종류(황함량 %), 제 4분류는 보일러 종류, 제 5분류는 버너형식으로 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

지역난방의 설비는 열병합발전용과 열전용 보일러로 크게 분류되며, 연료는 LSWR, B-C유를 단독으로 사용하거나 혼합하여 사용하고 있다. 열전용 보일러를 이용한 지역난방의 단위 공정은 연료탱크 → 열전용 보일러 → 지역난방 열교환기로 간략하게 설명할 수 있다. 일반적인 보일러 종류는 수관식, (노통)연관식 등으로 분류할 수 있으며, 또한, 버너의 종류에 따라 atomizing steam 및 steam jet 분사, 로터리 버너 등으로 분류할 수 있다. 일반적으로 연료연소 난방부문의 배출량은 연료의 등급과 조성, 보일러의 특성, 연소기술과 부하기술 및 장치의 유지보수 수준에 따라 변화였다. 보일러에서는 먼지, SOx, NOx, CO 및 석유계 연료 연소시 벤젠, 에틸렌, 에틸벤젠 등 유해대기오염물질이 배출될 수 있다. 먼지의 주요 방지시설은 연소보조장치 및 전기집진시설이며, 황산화물은 배연탈황설비, 질소산화물은 저NOx 버너가 주로 사용된 것으로 조사되었다.

연료연소_난방분야에서 산정된 배출계수는 먼지 6건, SOx 6건, NOx 7건 및 CO 1건으로 총 20건(A 등급 : 16건, E : 4건)이 산정되었다. 이들 중 대표적으로 NOx에 대한 배출계수를 표 1에 나타내었다.

또한 본 연구결과의 신뢰성을 검증하기 위하여 국립환경연구원 (2002)에서 실측조사 (굴뚝에서 직접 시료 채취 및 측정)를 통해 산출한 NOx 배출계수와 본 연구에서 산출된 NOx 배출계수를 비교평가 하였다

LSWR 연료를 사용하는 보일러에서 NOx 배출계수의 경우, 선택적 촉매반응시설이 설치되었을 때 실측에 의한 NOx 배출계수는 2.3085 kg/ton, 저NOx 버너가 설치되었을 때 조사된 본 연구의 NOx 배출계수가 4.647 kg/ton으로 분석되었다. 이러한 결과는 선택적 촉매반응시설과 저 NOx 버너의 효율이 일반적으로 각각 75~85%, 35~55%임을 고려할 때, 실측 배출계수와 본 연구 결과가 거의 유사한 것으로 판단된다.

표 1. 연료연소_난방분야에서의 NOx 배출계수 산정 결과

사용연료	연소방법 및 방지시설	방 지 시 설	배출계수[kg/연료사용량(ton)]	등 급
B-C유(1.0%)	수관식(>200 t/h), atomizing steam,	저 NOx 버너	3.058E+00	A
	수관식(30-200 t/h), atomizing steam,	저 NOx 버너	5.513E+00	A
LSWR(0.3%)	수관식(>200 t/h), atomizing steam,	방지시설 미설치	5.406E+00	A
	수관식(>200 t/h), atomizing steam,	저 NOx 버너	4.630E+00	A
	수관식(30-200 t/h), atomizing steam,	저 NOx 버너	4.663E+00	A
B-C유(1.0%) LSWR(0.3%)	수관식(>200 t/h), atomizing steam,	저 NOx 버너	3.330~6.390 : 4.860±2.168	A

사 사

본 연구는 차세대 핵심환경기술개발연구사업 연구 중의 일부이며, 연구비를 지원하여 주신 한국환경기술진흥원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 국립환경연구원 (2002a) 2001년도 대기배출원조사.
- 허정숙, 이덕길, 홍지형, 석광설, 이대균, 엄윤성 (2002a) 새로운 대기오염물질 배출원 분류체계에 관한 제언, 한국대기환경학회, 18(3), 231-245.
- 허정숙, 이덕길, 홍지형, 석광설, 이대균, 엄윤성 (2002b) 발전분야에서의 대기오염물질 배출특성과 배출계수 산정에 관한 연구, 한국대기환경학회 춘계학술대회논문집.
- 방선애, 홍지형, 허정숙, 석광설, 김대곤, 엄윤성 (2002) 철강산업분야에서의 대기오염물질 배출특성과 배출계수 산정에 관한 연구, 한국대기환경학회 추계학술대회논문집.
- 국립환경연구원 (2002), 환경기준물질 배출계수 산정을 위한 공동 조사 (국가배출계수자료집(IV)) .
- USEPA (2000) Compilation Air Pollutant Emission Factors, Volume 1. Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition.