

BA1) 연소시설의 산성가스배출특성 연구 Emission characteristics of Acid Gas in combustion facilities

이대균, 홍지형, 이길철, 이덕길, 석광설, 김정태, 김인희
국립환경연구원 대기연구부 대기공학과

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 활용 중에 있다.

그동안 국내 배출원에 대한 배출계수는 산발적으로 수행된 예가 있으나 대표성을 나타내는 자료를 확보하지 못하여 대부분의 자료를 미국(EPA AP-42) 등 선진국의 계수를 활용하고 있다.

국내 배출원의 특성을 고려한 배출계수의 체계적인 개발을 위해 국립환경연구원에서는 1999년부터 전국의 보건환경연구원과 공동으로 지속적인 연구를 수행 중에 있다. 1999년에는 대형 연소시설에 대한 NOx 배출계수를 산정하였고, 2000년에는 먼지 배출계수를 산정하여 국내 대기오염물질 배출량 산정자료 등에 활용하고 있으며, 2001년에는 SO₂ 등 산성가스물질에 대하여 공동연구를 수행하였다.

2. 연구내용 및 방법

산성가스의 주요 배출원은 화력발전소, 난방용 보일러 등에서 사용하는 화석연료의 연소시설과 자동차 운행에 의해 배출되는 황산화물이나 질산화물 등이 원인으로 알려져 있으며, 대기 중에 배출된 오염물질은 태양광선에 의해 황산이온이나 질산이온으로 변환되고 이들은 공기 중의 수분과 반응하여 황산이나 질산으로 변환되어 산성물질로 된다. 따라서, 산성가스의 배출특성을 조사하기 위해서는 단순히 연료중의 황의 성분을 조사할 것이 아니라 반드시 연료의 여러 가지 연소공정별로 황산화물을 실측 조사해야 한다.

본 연구에서는 전국에 광범위하게 분포되어 있는 연소배출원을 조사하기 위하여, 시·도 보건환경연구원과 협력하여 전국의 시설들에 대하여 공동으로 연구를 추진하였다. 본 조사는 연소배출원에서 배출되는 대표적인 산성가스인 SO₂ 및 SO₃를 중심으로 하여, HCl, HF, NH₃ 배출특성을 조사하였으며 배출시설별 사용연료별 산성가스 배출계수를 실측을 통하여 산정하였다.

배출계수는 시료채취 등 현장조사를 통해 확보된 조사결과를 토대로 산정하였으며, 배출계수는 단위 연료 사용량(ton)당 배출량(kg)과 단위 에너지량(Gcal)당 배출량(kg)으로 나누어 제시하였다.

3. 연구 결과

가. 보일러시설에서 SO₂의 배출농도와 배출계수는 연료에 포함된 황함량이 많아질수록 높아지는 경향을 보여 주었다. 황함량 0.3%, 0.5%, 1.0% B-C유를 사용하는 보일러의 SO₂ 배출계수는 4.31, 7.41, 15.919 kg/kl이었으며, 이들과 대응되는 미국 EPA AP-42의 배출계수는 5.652, 9.42, 18.84 kg/kl로 본 조사보다는 조금 높은 값인데, 이는 국내 실측된 배출계수가 방지시설을 통해 오염물질이 저감된 경우(Controlled)인데 반해 EPA AP-42 배출계수는 방지시설 없이 이론적으로 배출되는 경우(Uncontrolled)이기 때문인 것으로 판단된다.

나. 보일러시설에서 SO₃의 배출농도와 배출계수는 연료 중 황함량에 따른 특징적인 차이를 보여주지 않았다. 황함량 0.3%, 0.5%, 1.0% B-C유를 사용하는 보일러의 SO₃ 배출계수는 0.195, 0.621, 0.592 kg/kd 로, 황함량과 무관하게 0.5%에서의 배출계수가 가장 크게 조사되었다.

다. 보일러시설에서 대기 중으로 배출되는 전체 황산화물 중 SO₃의 비율은 약 5.5%로 조사되어, 일반적으로 알려진 5%와 유사한 값을 나타냈다.

라. B-C(0.5%)를 사용하며 원심력집진장치가 설치된 3곳의 보일러시설의 방지시설 전·후단에서의 배출농도를 비교하여 효율을 산정한 결과, SO₂는 평균 8.9%의 제거효율을 나타냈고, SO₃는 평균 25.3%의 제거효율을 나타냈다. 황산화물의 배출농도를 저감하기 위하여 원심력집진시설 하나만을 설치하는 것은 바람직하지 않은 것으로 판단되며, 세정집진시설 또는 습식전기집진시설과 혼합하여 사용하는 것이 좀더 효율적이라 사료된다.

마. 발전시설에서는 B-C(0.45%)와 무연탄(0.57%)을 혼합하여 연소하는 시설의 SO₂ 및 SO₃의 배출계수가 18.5, 1.34 kg/kd로 가장 높게 나타났으며, 다음으로는 B-C(0.3%), 석탄(0.3%)를 사용하는 시설 순이었다. B-C(3.0%)와 국내탄(0.47%)를 혼소하는 발전시설의 경우는 전기집진시설과 배연탈황설비가 설치되어 있어 높은 황함량에도 불구하고 배출농도가 낮았으며 배출계수 역시 작았다.

바. 가열로 및 소성로에서 산정된 SO₂, SO₃, HF배출계수를 살펴보면, B-C(1.0%)를 사용하는 소성로의 SO₂ 배출계수가 13.289 kg/kd로 가장 크게 나타났으며, B-C(0.9%)를 사용하는 소성로의 HF 배출계수는 2.755 kg/kd이었다.

사. 소각시설에서는 SO₂/SO₃, HCl, HF, NH₃에 대하여 배출계수를 산정하였다. 산정된 SO₂/SO₃, HCl, HF, NH₃에 대한 소각시설에서의 배출계수는 비교적 작게 나타났다.

참 고 문 헌

국립환경연구원 (2000) 먼오염배출원의 총 먼지 및 PM-10 배출계수 개발(소형보일러와 소각로를 중심으로).

국립환경연구원 (2000) 중·소형 연소시설이 NO_x 배출계수 개발.

국립환경연구원 (2000), 먼오염배출원의 총먼지 및 PM10 배출계수 개발 최종보고서.

국립환경연구원과 시·도 보건환경연구원 (2000) 대형 연소시설의 NO_x 배출계수 산정을 위한 공동조사

국립환경연구원/보건환경연구원 (2001) 주요 대기배출시설의 먼지배출계수 산정을 위한 공동조사.

환경부 (2000b) 1999년도 정보화지원사업 대기보전 정책수립 지원시스템 완료보고서.

환경부 (2000c) 대기오염물질 배출량 산정 결과보고서('99).

환경부 (2000d) 대기환경보전법령집.

EPA AP-42, USEPA, 2000

홍지형 외(1997) 대기오염방지공학, 향문사

최신 환경공학, 이광래 외(2001) 최신 환경공학, 동화기술