

## BA5) 연소시설에서의 먼지배출특성 Emission characteristics of TPM in combustion facilities

석광설, 최덕일, 정일록, 홍지형, 차준석, 김대곤, 이대균, 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 활용중에 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 수행중에 있다. 1999년 1차년도에는 대형 연소시설에 대한 NOx 배출계수를 산정하여 이미 국내배출량 산정자료등에 활용하고 있으며, 2000년에는 배출계수중에서 특히 정확한 자료확보가 되지 않고 있는 먼지에 대하여 공동연구를 수행하였다.

### 2. 연구내용 및 방법

먼지를 배출하는 고정배출원은 거의 대부분 연소시설로 볼 수 있다. 이러한 연소시설에서 배출되는 먼지의 특성을 고려한 배출계수화 작업은 많은 시간과 광범위한 조사가 필요한 사항이다. 이러한 현실을 고려하여 국립환경연구원에서는 전국의 시·도 보건환경연구원과 공동으로 배출계수 개발을 위한 공동연구를 수행하고 있으며, 현재까지 대기오염물질에 대한 계수화작업은 성공적으로 진행되고 있다.

2000년 공동조사는 발전시설, 소각시설, 보일러, 소성시설, 가열로/용해로 등 연료를 많이 사용하고 먼지배출 기여율이 큰 시설을 대상으로 각 시설별 먼지 배출특성과 방지시설 특성 및 효율을 조사하였으며, 최종적으로 각 시설별 먼지 배출계수를 산정하였다. 또한 방지시설의 입구와 출구에 대한 조사를 일부 시설에 대하여 집중 조사함으로써 그동안 자료의 확보가 어려웠던 방지시설의 효율에 대한 현장자료를 확보함으로써 향후 대기오염방지기술개발 등에 중요한 자료로서 활용될 것으로 사료된다.

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

① 단위 연료사용량(ton)당 먼지 배출량(kg)(단위:kg NOx/ton)

$$\frac{\text{먼지 농도}(\text{mg}/\text{m}^3) \times \text{배출가스 유량}(\text{m}^3/\text{hr}) \times 10^{-6}}{\text{연료 사용량}(\text{ton}/\text{hr})}$$

② 단위 에너지량(Gcal)당 먼지 배출량(kg)(단위:kg NOx/Gcal)

$$\frac{\text{먼지 농도}(\text{mg}/\text{m}^3) \times \text{배출가스 유량}(\text{m}^3/\text{hr}) \times 10^{-6}}{\text{연료의 평균 발열량}(\text{Kcal}/\text{kg}) \times \text{연료 사용량}(\text{kg}/\text{hr}) \times 10^{-6}}$$

### 3. 연구 결과

전국의 보건환경연구원과 공동으로 먼지배출시설에 대한 조사를 통해 다음과 같은 결과를 얻었다.

#### 가. 화력발전소

발전시설에 대한 조사는 화력발전소를 중심으로 석탄을 사용하는 시설과 중유를 연소하는 시설, 가스를 연소하는 시설 등을 조사하였으며, 먼지 배출계수 산정결과 저황중유(LSWR)를 연소하는 발전시설의 계수가 가장 크게 나타났으며 LNG를 연소하는 발전소의 먼지배출계수가 가장 작았다. 석탄을 연소하는 발전소의 경우에도 유류를 혼소하는 발전소의 계수값이 다른 연료에 비해 비교적 크게 나타나고 있다.

#### 나. 소각시설

소각시설은 소각폐기물의 분균일성 때문에 대표성있는 결과를 얻기가 매우 어려운 특징이 있다. 본 조사에서는 크게 3종류의 폐기물을 소각하는 시설을 분류하여 조사결과를 나타내었으며, 생활폐기물을 소각하는 소각시설의 배출계수가 가장 작게 나타났다. 이는 생활폐기물 소각시설의 경우 다이옥신 등 유해물질 배출저감을 위해 방지시설을 잘 갖추고 있기 때문인 것으로 사료된다. 소각시설에 대한 조사결과 폐목재를 소각하는 소각시설의 먼지배출계수가 가장 크게 나타났으며, 생활폐기물에 비해 10배정도 높은 값을 보이고 있다.

#### 다. 소성시설

소성시설은 시멘트를 생산하는 공정에서 먼지가 가장 많이 배출되는 공정으로 먼지방지시설이 비교적 잘 갖추어져 있다. 먼지배출계수를 보면 무연탄을 주연료로 사용하거나, 유연탄을 주연료로 사용하거나 결과는 거의 비슷한 값을 보이고 있다.

#### 라. 가열시설

고온의 열원이 필요한 공정에 설치되어 있는 가열시설의 먼지배출계수 조사결과는 중유를 직접 연소하는 가열시설에서 가장 크게 나타났으며, 방지시설 효율이 큰 전기집진시설이 설치되어 있는 가열시설의 계수값이 가장 작게 나타나고 있다.

#### 마. 용해로

고온에서 유리를 용해하는 용해로도 먼지배출이 많은 시설중 하나이다. 연료는 주로 중유를 사용하고 있는데, 조사결과 연료중의 황함량이 작은 시설에서의 배출계수값이 작게 나타나고 있다. 이는 먼지배출량이 연료중의 황함량과 비례관계에 있음을 보여주는 것이다.

#### 바. 보일러

보일러는 열을 이용하는 시설중 가장 많이 사용되는 시설이다. 대부분의 산업시설은 보일러를 적어도 1개이상 갖고 있으며, 주 용도는 생산공정 또는 난방용으로 활용되고 있다. 조사결과 국내 보일러의 사용연료는 다른 먼지배출시설에 비해 다양하게 나타났으며, 주로 중유와 천연가스를 사용하고 있는 것으로 나타났다. 또한 설치된 방지시설도 다양하여 단순 집진장치인 사이클론만을 설치한 경우가 많았으며, 세정식 집진장치를 설치한 시설도 많았다. 먼지배출계수는 유류를 혼소하는 시설에서 가장크게 나타났으며, 가스를 연소하는 시설의 계수가 가장 작게 나타나고 있다. 조사결과를 볼 때, 시설을 대표할 수 있는 평균 배출계수는 조사자료의 수가 많을수록 비교적 정확하고 균일한 값을 구할 수 있음을 알 수 있었으며, 이러한 조사는 향후에도 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

- EPA AP-42, USEPA, 1998
- 대기오염방지구획, 홍지형 외, 향문사, 1997
- 국가 대기보전정책수립지원시스템 구축사업계획, 환경부, 1999
- 시도별 먼지 발생총량 및 오염원별 기여도 조사연구, 1992
- 대기환경보전법, 환경부, 1999