

PF11)

대형 연소시설의 산화율 분석

Oxidation Rate of Large Scale Boiler

이시형 · 윤석경 · 김진수 · 사재환 · 이승희¹⁾ · 전의찬

세종대학교 지구환경과학과, ¹⁾한국 서부발전

1. 서 론

온실가스 배출 현황을 규명하고 합리적인 저감 대책을 모색하기 위해서는 온실가스 배출원의 정확한 분류체계 설립과 각 분류 배출원에서 배출량을 정확하게 파악하는 것이 필수 과제이다. 즉, 합리적인 자료를 바탕으로 한 배출 목록(emission inventory) 작성이 온실가스 관리 및 저감대책 수립보다 선행되어야 한다. 따라서 국가적 규모의 기초 환경 통계 자료를 객관적인 기준으로 확보하는 작업이 무엇보다 중요하다. 현재 정부는 국가 배출통계 구축을 위해 에너지 다소비 업종을 중심으로 배출량 산정 지침을 개발하고자 노력하고 있다. 그러나 최근 저감 대책의 수립 및 효과를 평가하기 위해서 온실가스 배출자료는 보다 세분화되고, 신뢰성 높은 산출방법을 요구하고 있다. 따라서 국내의 여건과 특성에 따라 관련 변수에 대한 조사와 국내 실정에 맞는 산출방법을 정하는 과정이 필요하다. 그러나 현재 국내에서는 온실가스의 배출량 산정에 필요한 배출계수를 국내 연구 자료의 부족으로 그 동안 IPCC guideline에서 제시한 기본 값(default value)으로 사용하는 수준에 머무르고 있다. 따라서 기초자료의 중요성을 인식하고 배출계수 산출 연구가 지속적으로 이루어져야 한다.

본 연구에서는 국내의 온실가스 주 배출원인 에너지 부문 중 전력 부문에 해당하는 유연탄을 에너지원으로 사용하는 발전소를 대상으로 하여 CO₂ 배출계수를 구하기 위한 기초 자료인 산화율(carbon oxidation factor)을 산정하였다.

2. 연구 내용 및 방법

에너지부문의 CO₂ 배출계수를 산정하는 방법에는, '연료 분석에 의한 배출계수' 산정 방법과, 'CO₂ 실측 농도를 이용하는 방법', 그리고 'TMS 측정자료 이용 방법' 등이 있다. IPCC guidelines에서는 화석 연료 연소에 따른 온실가스 배출계수 산정 방법을 CO₂ 가스와 Non-CO₂ 가스에 대해 나누어 제시하고 있다. 연소 과정에서 연료 속의 대부분의 탄소는 CO₂ 가스로 대기 중으로 방출된다. 그러나 불완전 연소, 연소 조건, 운전 조건, 기술적 요소, 그 외의 다수의 미지 인자들에 의해 극히 소량의 탄소들만 CO, CH₄, NMVOCs 가스 형태로 배출된다. 또한 산화되지 않은 미량의 탄소가 Ash나 Soot 속에 남아 있기도 한다. 하지만 이러한 양은 CO₂ 가스로 배출되는 탄소의 양과 비교하면 매우 작은 양이며, 또한 Non-CO₂ 가스 형태로 발생하는 이러한 미량의 탄소는 결국 대기 중에서 산화되어 대부분 CO₂ 형태로 전환된다. 그러므로 에너지 부문에 사용되는 탄소는 결국 모두 CO₂ 형태로 배출된다고 가정할 수 있다. 이러한 가정에 따라 2006 IPCC guidelines에서는 대형 연소 시설에서의 화석 연료 산화율 값을 기존에 Revised 1996 IPCC Guidelines에서 제시한 값 대신 EU의 기본 산화율 값(COM, 2004)인 1로 대체 하였다. 따라서 IPCC에서 제시하는 Tier 1 배출계수는 모두 산화율을 1로 적용하였다. 하지만 Tier 2, 3 배출계수와 특히 고체연료에 대해서는 이런 산화되지 못하고 재, 검댕 속에 남아 있을 수 있는 탄소의 양, 즉 산화율을 측정에 의해 산정하여 적용하는 것을 권고하고 있다. 따라서 세계 여러 나라에서는 Tier 2 수준의 CO₂ country-specific 배출계수를 산출할 때, 기본 배출계수에 연료의 산화율을 산정하여 곱하는 방법을 선택하고 있다.

대형 연소 시설의 산화율을 측정하기 위해서 유연탄을 에너지원으로 사용하는 'A' 화력 발전소를 대상으로 하였다. 화력발전소의 석탄 사용량과 Ash 발생량, Ash 중 미연탄소 함유율을 이용하여 미연탄소량을 계산하고, 그 양과 석탄사용량을 이용하여 산화율을 산정하였다.

3. 결과 및 고찰

화석 연료 사용으로 발생하는 CO₂ 가스의 배출량은 사용한 연료의 종류, 연료의 양, 연료 속 탄소의 양, 그리고 연소시설의 산화율에 의해 결정할 수 있다. 연소 기술 및 조건에 상당한 영향을 받는 CH₄, N₂O와는 달리 CO₂는 연료 속의 탄소 함유량에 영향을 받는다. 따라서 CO₂ 배출계수 산정 시에는 각 배출원에서 사용하는 에너지원의 탄소 함유량을 이용하는 것이 정확하다. 따라서 IPCC를 비롯하여 CORINAIR, U.S. EPA에서는 각 화석 연료의 발열량과 탄소함유량의 평균값을 곱하여 배출계수를 산정하고 있으며, 이러한 방법을 이용하여 세계 각국에서는 사용하는 화석 연료의 연소시설의 산화율을 측정하여 Country-specific 배출계수를 산정하고 있다.

본 연구에서 'A' 화력 발전소를 대상으로 하여, 산화율을 측정한 결과는 최저 0.9772, 최대 1, 평균 0.9957로 조사되었다. 다음 표 1은 2006년부터 2007년까지 측정한 산화율의 일부를 나타내었다. 이러한 산화율 측정 결과는 대형시설 특히 발전소의 경우, 2006 IPCC guidelines에서 제시한 default carbon oxidation factor와 큰 차이를 보이지는 않았다. 이러한 연구는 국내 실정에 적합한 온실가스 배출계수를 산정하는데 필요한 기초자료로 사용할 수 있을 것이다. 또한 이러한 연구를 통해, 객관적인 자료를 바탕으로 국가 온실가스 배출량을 산출한다면, 국제 사회에서 보다 일관성 있고, 상호 비교 가능한 정보를 제시할 수 있을 것이다.

Table 1. 'A' 화력발전소 소비 석탄의 산화율.

석탄사용량 (ton)	Ash발생량(ton)		미연탄소분(WT%)		미연탄소량(ton)			산화율
	발생율 (wt%)	발생량 (ton)	F.A	B.A	F.A	B.A	계	
3,850.79	6.96	268.01	1.98	3.29	4.87	0.91	5.78	0.9985
3,810.81	6.96	265.23	2.02	3.32	4.92	0.91	5.83	0.9985
3,755.39	6.96	261.38	1.17	2.50	2.78	0.67	3.45	0.9991
3,757.64	8.18	307.37	1.31	2.82	3.67	0.89	4.56	0.9988

참 고 문 헌

- 에너지통계연보 (2004) 에너지 경제 연구원.
- 국립환경연구원 (2005) 산업공정과 대기오염물질 배출계수.
- IPCC (1996) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- IPCC (2006) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- EMECPCORINAIR Emission Inventory Guidebook (2005).
- US EPA (2002) Greenhouse gas (GHG) verification guideline.
- EIIP Volume 8 Introduction to Estimating Greenhouse Gas Emissions (1999).