

BA3) LNG보일러 시설의 대기오염 물질 배출계수 산출 Calculation of air pollutants emission factor of LNG boiler

김호정, 장영기, 정봉진, 최상진, 김 관, 송기봉, 허 윤, 김상호, 김경희
 수원대학교 환경공학과, *에너지관리공단

1. 서 론

LNG보일러는 과거 기름을 주요 연료로 하던 보일러와는 달리 황산화물이나 매연이 거의 배출되지 않는다. LNG연소는 상대적으로 다른 연료에 비하여 오염물질 배출이 적지만 질소산화물을 비롯한 일부 오염물질은 배출될 수밖에 없다. 본 연구의 목적은 LNG보일러 시설에서 발생하는 주요 대기오염물질에 대한 국내 실정에 맞는 배출계수를 개발하고 배출되는 오염물질의 특성을 파악하여 정확한 대기오염 배출량 산출에 관한 기초를 마련하고자 함에 있다.

2. 연구방법

LNG보일러시설의 질소산화물 배출계수 조사를 위하여 보일러의 용도에 따라 산업용과 난방용으로 분류하고 보일러 용량별로 구분하여 수도권에 위치한 29기의 보일러를 선정 실측하였다.

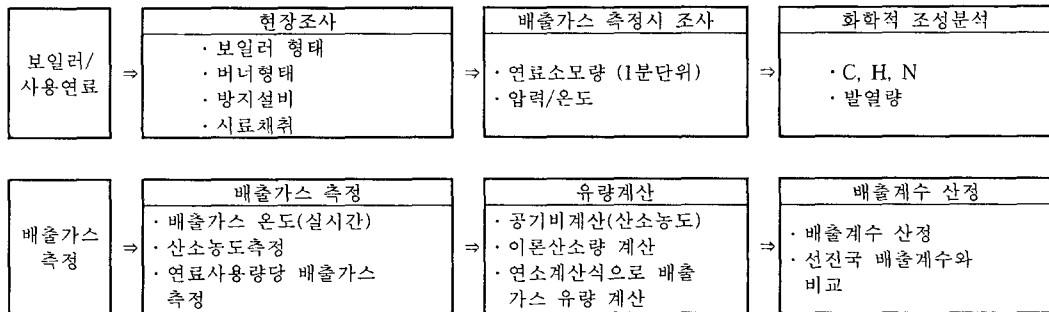


Fig. 1. 대기오염물질 배출계수 측정 절차

3. 측정 결과

대상 보일러에서 배출가스중 대기오염물질 농도의 측정은 연소가스 자동분석기(Kane-may9106, Teco NOx Analyzer, Enerac-2000)로 실시간으로 분석하였으며 보일러 배기가스 덕트의 배기가스 온도계를 제거한 후 측정하였다. NOx, CO는 연소가스 자동분석기로 실시간 농도를 측정하였으며 CH₄, N₂O는 배출가스를 Handy sampler(KIMOTO HS-7)를 이용하여 Tedler bag에 포집 하여 GC로 분석하였다.

Table 1. 측정대상 LNG보일러 시설의 대기오염물질 배출농도 (농도 : ppm)

오염물질	구분	평균배출농도	배출농도범위
NOx	산업용	66.19	13.61 ~ 25.45
	난방용	78.56	35.00 ~ 124.85
N ₂ O	산업용	1.40	0.17 ~ 0.85
	난방용	0.45	0.22 ~ 0.82
CO	산업용	45.34	0.86 ~ 444
	난방용	48.78	4.17 ~ 357
CH ₄	산업용	3.50	1.77 ~ 10.48
	난방용	6.61	1.62 ~ 22.75

4. 배출계수 산출

배출농도를 연소가스 자동분석기로 측정하는 같은 시간대에 소모되는 연료의 사용량, 기압, 유입온도를 1분마다 조사하였다. 측정되어진 농도값에 의하여 산출한 연소 가스량과 사용되어진 연료소모량을 이용하여 구한 배출계수는 아래 표 2, 3과 같다.

Table 2. 보일러시설의 NOx, N₂O, CO, CH₄ 배출계수 (단위 : kg/10³m³-LNG)

오염물질	구분	배출계수	EPA 배출계수	EU 배출계수
NOx	산업용	2.53 (1.59 ~ 3.80)	1.6	2.2
	난방용	2.85 (1.27 ~ 4.93)		
N ₂ O	산업용	0.02 (0.01 ~ 0.07)	0.035	0.084
	난방용	0.01 (0 ~ 0.01)		
CO	산업용	0.94 (0.03 ~ 8.97)	1.34	0.46
	난방용	1.63 (0.15 ~ 12.43)		
CH ₄	산업용	0.05 (0.02 ~ 0.12)	0.037	0.049
	난방용	0.10 (0.03 ~ 0.5)		

Table 3. 보일러시설의 용량별 배출계수 (용량단위 : steam ton/hr) (단위 : kg/10³m³-LNG)

보일러구분	NOx		N ₂ O		CO		CH ₄	
	난방	산업	난방	산업	난방	산업	난방	산업
용량<5	2.24	2.46	0.01	0.03	2.71	2.14	0.14	0.07
5≤용량<10	3.23	2.31	0.01	0.02	1.84	0.14	0.06	0.02
10≤용량<20	2.67	2.65	0.01	0.01	0.29	0.83	0.05	-
20≤용량	3.85	2.88	0.01	0.01	0.48	0.18	0.17	0.04

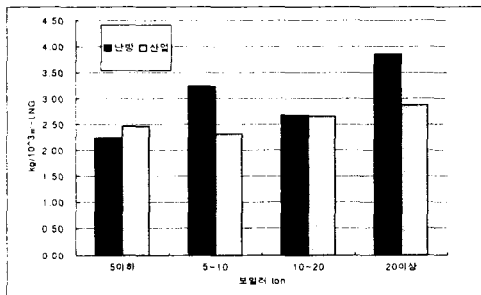


Fig. 2. 난방과 산업보일러의 NOx 배출계수비교

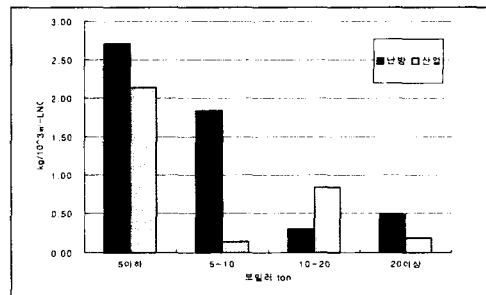


Fig. 3. 난방과 산업보일러의 CO 배출계수비교

배출계수 산출시 NOx의 경우는 NO₂로 계산을 하였다. 각각의 오염물질별 배출계수들이 EPA와 EU 배출계수와 대체로 유사한 경향을 나타내고 있으나 그림 2, 3과 같이 난방과 산업으로 구분하여 배출계수를 비교하면 약간의 차이가 있음을 알 수 있다.

참고 문헌

1. EPA Compilation of Air Pollution Emission Factors Vol. I (EPA AP-42 5th)
2. EEA Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EEA 2nd.)