

## 1D1) 수도권지역 사업장 대기배출시설의 연료전환에 의한 오염물질 삭감가능성 검토

### A Calculation of Air Pollutant Reduction According to Fuel Conversion in the Air Pollutant Facilities

윤영봉 · 이호균 · 김홍록 · 이명훈 · 고병철  
환경관리공단 대기총량처

#### 1. 서 론

정부에서는 수도권지역의 대기질(이산화질소, 미세먼지)을 OECD의 주요선진국 수준으로 개선하기 위하여 '03년 12월에 「수도권대기환경개선에 관한특별법」을 제정하여 이동오염원, 면오염원의 대책과 함께 점오염의 대책으로 '사업장총량제' 도입하였다. 사업장 대기오염물질 총량관리제는 사업장별로 배출허용총량을 할당해주고 할당량 범위내에서 오염물질 배출을 허용하는 제도로서 1단계는 '08~'12년까지 1종 규모의 사업장을 대상으로 시행하고 2단계는 '10~'14년까지 2~3종 규모의 사업장으로 확대·시행된다.

대상 사업장에서는 주어진 여건을 최대한 고려하여 오염물질을 감축하기 위한 저감활동을 실시하여야 한다. 일반적으로 사업장에서 오염물질 감축을 위한 저감계획은 방지시설개선 및 신설, 배출시설 및 방지시설 운전개선, 연료전환, 배출권거래, 가동을 축소등이 있으며, 이들 저감방법에 대해 사업장의 여건에 맞는 저감방법을 선택할 수 있다.

사업장에서 오염물질을 저감하기 위한 저감방법을 선택할 때 여러 가지 고려인자 중 우선적으로 적은 투자비(저비용)로 많은 오염물질을 저감(고효율)할 수 있는 방법을 선택하는 것이 가장 합리적이다.

본 연구에서는 현재 청정연료인 기체연료(LNG)를 사용하고 있는 시설외에 고체연료나 액체연료를 사용하고 있는 시설을 LNG로 교체하고 최적방지시설을 설치하여 운영한다고 가정할 경우 질소산화물, 황산화물, 먼지의 삭감가능량을 추정하였다.

#### 2. 연구 방법

##### 2.1 연구대상

연구대상 사업장은 수도권지역 대기배출사업장 중 1종규모 233개사업장 2,697개 배출시설을 대상으로 기체연료를 사용시설을 제외하고 고체 및 액체연료를 사용하는 시설을 대상하였다.

세부적으로 서울지역 액체연료사용시설이 1개 사업장, 2개 배출구이며, 인천지역은 고체연료 사용시설이 8개 사업장, 10개 배출구, 액체연료 사용시설은 21개 사업장 46개 배출구이다. 그리고 경기도 지역은 고체연료 사용시설은 2개사업장 3개배출구이며, 액체연료 사용시설은 74개사업장 139배출구이다. 기존의 고체 및 액체연료를 사용하던 시설이 기체연료로 전환하거나 가동초부터 기체연료를 사용하는 시설이 많은 이는 수도권지역이 '대기환경규제지역'으로 청정연료를 사용하도록 정부에서 지속적으로 관리한 원인에 기인한 것으로 판단되며, 또한, 연료사용량이 많은 일부 발전소 및 지역난방시설에서 기체연료인 LNG를 많이 사용하는 것으로 나타났다.

##### 2.2 산정방법

대상사업장에 대해 삭감가능량을 추정하기 위해 공통시설인 발전 및 보일러와 산업공정에서 연료를 사용하는 공정연소시설 중 고체 및 액체연료를 사용하는 시설의 '05년도 연료사용량을 기준으로 동일한 열량을 생산하기 위한 기체(LNG 기준)연료량을 추정하였다. 이때 추정된 기체연료 사용량에 동일시설에서 기체연료사용량에 대한 오염물질 배출량의 비( $\text{kg}/\text{m}^3$ )를 고려하여 고체 및 액체연료 사용시설의 오염물질별 배출량을 산정하였다. 또한 동일 시설에 기체연료 사용시설이 없을 경우, 추정된 기체연료에 "대기환경보전법" 별표 9의 "대기오염물질배출계수"를 적용하여 발생량을 추정하였으며, 추정된 발생량

을 기존 방지시설의 오염물질별 효율(사업장 제시효율)을 적용하여 배출량을 산정하였다. 그리고 시설별로 '05년 배출량 대비 추정된 기체연료전환 배출량으로 전환된 기체연료의 삭감가능량을 추정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 공통연소시설 중 발전시설의 삭감가능량

발전시설의 고체 및 액체연료 사용량을 기체연료로 전환할 경우 삭감 가능한 총량을 추정한 결과, 질소산화물, 황산화물 및 먼지의 경우 각각 10,586톤(69.1%), 9,699톤(97.7%)와 386톤(72.1%)을 삭감할 수 있는 것으로 조사되었다.

질소산화물의 경우 액체연료를 사용하는 화력발전시설에서의 삭감량은 4,769톤으로 발전시설 전체 삭감량의 45.0%를 차지하여 가장 많은 삭감율을 보이고 있으며, 고체연료를 사용하는 화력발전시설에서의 삭감량은 957톤으로 발전시설 전체 삭감량의 9.0%를 차지하여 가장 낮은 삭감율을 보이고 있었다. 황산화물의 경우 화력발전시설과 고체연료를 사용하는 열병합발전시설에서 비슷한 삭감량을 보이고 있으며, 이 3개 시설에서의 삭감량 합은 전체 발전시설 삭감량 9,699톤의 80.7%를 차지하는 것으로 조사되었다. 또한 액체연료를 사용하는 열병합발전시설에서의 삭감량은 1,349.8톤으로 해당시설에서 배출되는 양의 대부분이 삭감되는 것으로 추정되었다. 먼지의 경우 고체연료를 사용하는 화력발전시설에서의 삭감량은 216톤으로 발전시설 전체 삭감량의 55.9%를 차지하여 가장 많은 삭감율을 나타내는 것으로 추정되었으며, 그 외의 시설에서는 비슷한 삭감량을 보이고 있었다.

Table 1. Calculation of reduction capability in the electric power industry.

배출시설 구분	'05년도 배출량(톤/년)			기체연료 전환배출량(톤/년)			삭감율(%)			삭감량(톤/년)			
	NOx	SO <sub>2</sub>	먼지	NOx	SO <sub>2</sub>	먼지	NOx	SO <sub>2</sub>	먼지	NOx	SO <sub>2</sub>	먼지	
계	15,328	9,929	535	4,742.3	230.2	149.3	69.1	97.7	72.1	10,585.7	9,698.8	385.7	
화력발전	고체연료	2,730	2,250	288	1,772.8	1.3	72.5	35.1	99.9	74.8	957.2	2,248.7	215.5
	액체연료	5,622	2,807	77	852.7	0.6	34.9	84.8	100.0	54.7	4,769.3	2,806.4	42.1
열병합발전	고체연료	2,372	2,778	70	628.3	3.7	15.7	73.5	99.9	77.6	1,743.7	2,774.3	54.3
	액체연료	2,619	1,350	55	751.1	0.2	17.9	71.3	100.0	67.4	1,867.9	1,349.8	37.1
내연기관 ≥10MW	액체연료	1,985	744	45	737.4	224.4	8.4	62.9	69.8	81.4	1,247.6	519.6	36.6

#### 3.2 공통연소시설 중 보일러시설의 삭감가능량

보일러시설의 연료전환에 의한 삭감 가능량은 질소산화물, 황산화물, 먼지 오염물질별로 각각 2,287톤(46.3%), 3,372톤(99.8%) 및 158톤(90.4%)로 추정되며, 액체연료를 사용하는 시간당 증발량 40톤 이상인 보일러 시설에서 질소산화물과 황산화물의 삭감가능량은 1,654톤, 2,695톤으로 보일러시설 전체 삭감량의 72.3%, 79.9%로 가장 많은 삭감량을 보이고 있다. 먼지의 경우 액체연료를 사용하는 시간당 증발량 40톤 미만인 보일러 시설에서 전체 삭감량의 58.4%인 92.3톤이 삭감 가능한 것으로 조사되었다.

Table 2. Calculation of reduction capability in the boiler.

배출시설 구분		'05년 배출량(톤/년)			기체연료 전환배출량(톤/년)			삭감율(%)			삭감량(톤/년)		
		NOx	SO <sub>2</sub>	먼지	NOx	SO <sub>2</sub>	먼지	NOx	SO <sub>2</sub>	먼지	NOx	SO <sub>2</sub>	먼지
계		4,935	3,379	175	2,648	6.9	16.8	46.3	99.8	90.4	2,287	3,372	158
증발량 40ton/h 이상 또는 시간당열량 24,760,000kcal 이상	고체연료	117	-	2.8	72	-	0.6	38.9	-	78.8	46	-	2.2
	액체연료	3,561	2,701	55	1,907	5.5	15.2	46.5	99.8	72.5	1,654	2,695	40.1
증발량 40ton/h 미만 또는 시간당열량 24,760,000kcal 미만	고체연료	450	36	24	229	0.3	0.3	49.2	99.2	98.8	222	36	23.6
	액체연료	807	642	93	441	1.1	0.7	45.3	99.8	99.2	366	641	92.3

### 3.3 공정연소시설의 오염물질별 삭감가능량

질소산화물은 고체 및 액체연료를 기체연료로 전환함으로써 발생되는 삭감가능량은 '05년도 배출량에 비해 875.4톤(76.05%) 정도로 추정되었으며, 이들 삭감량 중 대부분이 액체연료를 사용하는 석유정제품 제조업의 가열로와 유리 및 유리제품 제조업의 용해로에서 각각 375.7톤, 306.3톤이 삭감가능한 것으로 조사되었으며, 전체 삭감 가능량의 약 78%를 차지하였다. 그리고 황산화물은 연료를 전환함으로써 삭감가능한 양은 액체연료를 사용하는 유리 및 유리제품 제조업 용해로에서 304.7톤, 석유정제품 제조업 가열로에서 261.8톤 및 고체연료를 사용하는 제1차 비철금속산업 용융로에서 100.5톤이 삭감가능한 것으로 추정되었으며, 전체적으로 '05년 발생량 대비 91.07%인 828.6톤이 삭감가능한 것으로 조사되었다. 먼지는 연료를 전환함으로써 삭감가능한 양은 기초 화학물 제조업에서 39.9톤, 석유정제품 제조업에서 12.1톤 및 기타 비금속 광물제품 제조업에서 8.4톤의 순으로 추정되었으며, '05년도 전체 배출량의 97.96%인 95.0톤이 삭감이 가능할 것으로 조사되었다.

Table 3. Calculation of reduction capability in the process combustion industry.

구분	'05년 배출량(톤/년)			기체연료 전환 배출량(톤/년)			삭감율(%)			삭감량(톤/년)		
	NOx	SO <sub>2</sub>	먼지	NOx	SO <sub>2</sub>	먼지	NOx	SO <sub>2</sub>	먼지	NOx	SO <sub>2</sub>	먼지
계	1,151.1	909.8	97.0	275.7	81.2	2.0	76.05	91.07	97.96	875.4	828.6	95.0

### 사 사

본 연구는 수도권사업장 대기오염물질 배출량 산정 및 시범사업실시(II)연구용역의 일환으로 수행된 결과입니다.

### 참 고 문 헌

- 환경부 (2006) 수도권사업장 대기오염물질 배출량산정 및 시범사업실시(II), 환경부.
- 환경부 (2003) 수도권 대기환경개선에 관한 특별법, 환경부.
- 환경부 (2006) 대기환경보전법, 환경부.