

# 大氣汚染物質 排出濃度 算定을 위한 空氣比 適用에 對하여

## (Air Ratio Application for The Computation of Emission Concentration for Air pollutants)

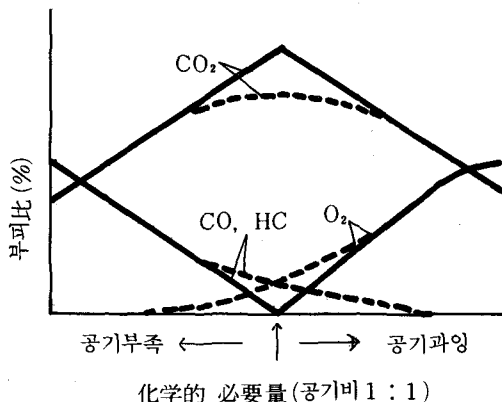
李 漢 援

(原州環境支廳指導課)

### 目 次

1. 概 要
2. 空氣比適用 對象 汚染物質
3. 空氣比 適用 對象施設
4. 排出가스 流量에의 空氣比 適用
5. 空氣比 適用 例示
6. 結論 및 檢討意見

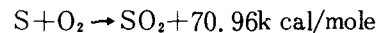
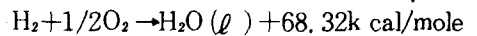
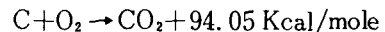
그림 1. 연소시 공기와 연료와의 관계에 따른 HC, CO, CO<sub>2</sub> 발생량



### 1. 概 要(Summary)

대기오염 물질은 연료를 燃焼(Combustion) 함으로서 주로 생성된다.

연소란, 연료와 산소와의 酸化反應(Oxidation Reaction)이 급격히 진행되어 빛과 열을 내는 것을 말하는데 연료 중의 可燃成分은 탄소, 수소, 유황 및 이들의 화합물로서 이 세가지 원소가 산소와 화합연소하여 大氣汚染의 주범인 황산화물, 분진 등의 오염물질이 생성되는 바 이러한 연소 과정은 다음의 化学反応式으로 표현할 수 있으나,



연소반응은 항상 완전한 것은 아니고 다음과 같이 不完全 반응연소도 일어나는데 이로 인해 서도 대기오염 물질이 발생할 수 있는 것이다. 즉,  $C + 1/2O_2 \rightarrow CO + 26.42 \text{ kcal/mole}$

이와 같은 연소반응에서 酸化劑(Oxidizer)로 작용하는 산소는 공기 중에서 얻어지는데 보통 乾空氣는 O<sub>2</sub> : N<sub>2</sub> = 79 : 21 (Volume %)의 조성으로 구성된다. 이와 같이 化学的으로 연소에

소요되는 이론적인 산소량과 연료의 관계를 다음과 같이 그림으로 나타낼 수가 있는데, 이론적으로는 實線과 같은 관계가 성립되나 완전한 혼합을 이룰 수 없기 때문에 실제로는 點線과 같은 관계가 일어난다. 공기의 양이 적으면 不完全 燃燒가 되어 배기가스(Exhaust Gas) 내에는 CO가 많아지고 공기의 양이 많으면 完全 燃燒가 되고 또한 희석이 되어 CO가스의 배출이 적어진다.

이러한 化學的으로 理想的인 연소에 필요한 공기량을 理論空氣量(Theoretical Air)이라 하며, 이론적으로 소요되는 공기량보다 더 많이 공급해 주는 공기를 過剩空氣(Excess Air)라고 하는데, 과잉공기는 통상 이론 공기량의 %로 표시된다. 과잉공기를 투입하게 되면 CO가 CO<sub>2</sub>로 酸化되어 완전 연소가 되지만 동시에 연소온도가 떨어지게 되므로 열손실이 일어나게 된다.

이상에서 기술한 바와 같이, 단위 연료량에 대한 연소소요 공기량의 比를 空氣比(Air Ratio)라고 하는데 現行 環境保全法(環境汚染公定試驗法)상에 이러한 공기비 적용에 관한 규정을 明示하고 있어 환경오염 방지를 制度化하고 있으나 一部項目 및 排出施設의 포함 여부가 불분명하여 환경관련 실무자 및 배출업소 종사자들 간에 많은 異見이 나타나고 있는바, 이에 대한 이해를 돕고자 環境汚染公定試驗法에 규정된 공기비 적용에 관한 사항을 環境廳의 질의회신 내용을 중심으로 기술해보기로 한다.

## 2. 공기비 適用對象 汚染物質 (Applicable Air Pollutants)

우리나라 環境汚染公定試驗法 제 1항 총칙 8항에는 “연료 또는 기타물질을 연소시키는 배출시설에서 배출되는 황산화물(SO<sub>x</sub>) 분진(Dust), 불소화합물의 배출구 배출농도는 理論空氣量(공기비 1 : 1)으로 환산하여 결과치를 산출한다. 단, 고유황 중질유인 B-C유를 연료로 사용하여 배출하는 황산화물의 배출구 배출농도는 공기비 1 : 1.3으로 환산하여 산출한다”고 明示하고 있다. 즉, 現行 環境保全法에서는 사업장에 설치된 배출시설중 연소시설에서 연료

또는 기타물질의 연소에 의해 발생하는 主 汚染物質 가운데 大氣汚染問題 유발의 주범으로 대두되고 있는 황산화물, 분진 및 불소화합물의 세 項目을 대기분야 排出賦課金 賦課項目으로 정하여 배출구 배출농도 산출시 공기비 적용 환산토록 규정하고 있는데 그 이유는, 첫째로 적정 공기비로 조절하게 하여 연료의 연소를 적절히 함으로서 이들 主 오염인자들에 의한 오염물질 배출을 억제시키고, 사업자로 하여금, 연소상필요한 적적량의 연소공기(B-C유를 연료로 使用時 보통공기 11m<sup>3</sup>/연료 1l 필요)만을 투입하여, 열관리 측면(열손실)이나 대기오염물질 排出抑制 측면에 자발적으로 이용하도록 하기 위한 것이며 둘째로, 일부 사업장에서는, 평상시는 배출시설을 적정연소 관리하면서도 排出許容基準超過 여부를 측정(대기오염물질 발생 배출시설에 대한)할 때에는 汚染物質의 초과 배출을 우려하여 배출시설 운영상 꼭 필요한 연소공기 외에 必要이상의 過剩空氣를 투입하여 오염물질 배출농도를 現行 環境保全法上的의 排出許容基準 이내로 낮추려하는 폐단이 있어 이를 미연에 방지하기 위하여 제도적으로 明文化시킨 것이다. 한편, 고유황 중질유인 B-C 유를 연료로 사용하는 배출시설에서 배출되는 황산화물의 농도를 공기비 1.3으로 환산하는 이유는, 연료 연소시 연료유류중에 함유된 유황(S, 1.6 - 4% 정도) 성분을 완전 연소시키는데 理論空氣量의 30% 정도의 과잉공기가 실제로 더 투입되어야만 完全 연소가 가능케 되므로 이러한 排出施設에서의 SO<sub>x</sub>의 배출구 배출농도 산출시는 공기비를 1 : 1.3으로 환산 적용토록 例外 규정한 것이다. 다만, 공기비 적용대상외의 시설에서 排出하는 황산화물, 분진, 불소화합물의 배출구 배출농도 산출은 공기비를 적용치 않은 농도 그대로 적용하는데 그 이유는 다음 章의 “공기비 適用施設”에 자세히 설명되어 있다.

다시 말하면, 排出賦課金 項目에 포함되어 있지 않은 기타 오염물질(암모니아, 일산화탄소, 염화수소, 염소, 질소산화물 및 기타 특정유해물질등)과 排出賦課金 賦課對象 汚染物質이라 하더라도, 표 1의 공기비 適用 對象施設이외의 施設에서 排出되는 오염물질에 대해서는 배

출구에서의 배출허용기준 농도는 규정해 놓았으나 공기비 적용 의무는 없는 것이라 할 수 있다.

### 3. 공기비 適用對象排出施設 ((Applicable Exhaust Equipment))

열공급시설 및 소각시설外에 物質을 溶解·加熱·酸化시킬 目的으로 직접, 또는 간접으로 가열연소시키는 시설中에서 工程원리상 외부공기와 혼합, 희석할 필요가 없이 열공급시설과 같이 연소가스 자체를 배출시키는 시설에서 배출되는 가스의 배출구 배출농도는 理論空氣量(공기비 1 : 1)으로 환산하여 결과치를 산출하며 B-C유를 연료로 사용하여 배출되는 황산화물의 배출구 배출농도는 공기비 1 : 1.3 으로 환산하여 산출한다. 일반적으로 각 사업장에 설치된 대기오염물질 배출시설은 環境保全法에 규정된 15여종의 업종으로 크게 나눌수가 있는데, 이중, 공기비 적용 대상시설은 上記에서 언급한 바와 같은 시설인바 이를 구체적으로 나열하면, 열공급시설(주로 보일러), 소각시설, 유리용해로, 아연등 비철금속용해로, 금속의 가열로 및 산화, 흡수시켜 제조하는 화학제품 제조·정제시설(HF, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 제조·정제시설)이 이에 해당되는데 이들 시설은 제품 제조시공정상 外部空氣를 혼합, 희석할 필요가 없으므로 과잉의 외부공기를 불어 넣어줄 必要가 없다.

따라서 이러한 배출시설의 관리시에는 爐내에 투입되는 공기(산소)의 양을 조절하여 연소관리를 적절히 하여야 할 것으로 생각된다. 반면, 上記시설을 제외한 철(철광석 포함) 용해로 및 기타 비금속광물 제품, 화학제품등의 제

조시설에는 제조원리상 외부공기의 유입이 불가피하며 특히, 철용해로는 연료로 코크스를 주로 사용하여 여러 용도의 탄소강재를 제조하게 되므로 연료 연소시 외부공기가 충분히 供給되어야만 원하는 제품을 제조할 수 있기 때문에 이러한 배출시설에서 배출되는 배출가스의 排出口 농도는 공기비를 적용치 않은 농도를 산출하게 되는 것이다.

따라서 황산화물, 분진, 불소화합물의 배출농도 산출시에도 위에 해당하는 시설인 경우에는 공기비를 적용치 않고 산출하여야 한다.

그러나, 공기비 적용대상시설 및 非 적용 대상시설이 한개의 排出口에 연결되어 연소가스가 같이 배출될 경우에는 排出口 배출가스농도는 공기비를 적용하여 산출하게 되며 다음에서 기술할 배출가스 流量에도 공기비를 적용하여야 한다.

### 4. 배출가스流量에의 공기비適用 (Application of Flow Quantity)

공기비 적용대상 배출시설에서 배출되는 가스농도에 공기비를 적용하는 이유는 앞에서 기술한 바와 같이 희석공기가 투입되지 않은 순수배출가스만의 농도를 산출하기 위한 것인데, 이때 배출되는 가스의 流量도 불필요한 過剩空氣가 희석돼서 배출되는 양이므로 이 유량에도 공기비를 적용하여 (배출가스량을 공기비로 나누어 줌) 순수한 배출가스만의 유량을 산출하여야 한다. 따라서 공기비 적용대상이 되지않는 배출시설인 경우는 배출가스 유량에도 공기비를 적용치 않는다.

### 5. 空氣比適用 例示

A회사 배출시설에서 배출되는 배출가스농도가 아래표와 같이 測定되었다.

측정대상시설	사용연료	방지시설	측정항목	배출가스 온도	측정한오염물질배출농도	공기비	배출가스 유량	(공기비적용한 결과)		배출허용기준
								배출농도	유량	
가열로	B-유(S 싸이크론, 함량 3.6%)	세정집진기	SO <sub>2</sub>	350℃	800ppm	2.3	29,500 Sm <sup>3</sup> /Hr	1,840ppm	12,826 Sm <sup>3</sup> /Hr	1,800 ppm
					350ppm	2.3		350ppm	400 ppm	
철용해로	"	"	분진	600℃	1,350 mg/Sm <sup>3</sup>	3.0	19,500 Sm <sup>3</sup> /Hr	1,350mg/Sm <sup>3</sup>	19,500 Sm <sup>3</sup> /Hr	300 ppm
					1,750 ppm	3.0		1,750ppm	1,800 ppm	

上記 측정 자료에서 보는 바와 같이「가열로」에서 측정된 오염물질의 농도를 산출할 경우 공기비를 환산해야 하므로(공기비 2.3을 환산하면) 실제배출농도는 SO<sub>2</sub>의 경우 800×2.3=1,840ppm 되어 배출허용기준(1,800ppm)보다 40ppm을 초과 배출하였으며 CO의 경우는 공기비를 적용치 않는 항목이므로 그대로 350ppm이 되고 배출가스유량은 29,500÷2.3=12,826Sm<sup>3</sup>/Hr가 되는 것이며, 「철용해로」의 경우는, 측정된 오염물질의 공기비를 환산하지 않으므로 실제배출농도는 측정농도인 분진 1,350mg/Sm<sup>3</sup>, SO<sub>2</sub> 1,750ppm이 그대로 적용케되어 분진의 경우 배출허용 기준을 1,050mg/Sm<sup>3</sup>초과하게 되는 것이고 배출가스유량은 그대로 19,500Sm<sup>3</sup>/Hr를 적용하는 것인데, 이때의 오염물질 배출농도와 배출가스유량은 온도와 압력에 대한 보정을 동시에 하여 산출한 수치이다.

〈표 1〉 공기비 적용 배출시설과 오염물질

공기비적용배출施設	공기비적용배출汚染物質	배출가스유량의 공기비 적용여부
○ 열공급시설	○ 황산화물(SO <sub>2</sub> )	1 : 1
○ 소각시설	○ 분진(Dust)	1 : 1
○ 유리용해로	○ 불소화합물(HF)	1 : 1
○ 아연등의 비철금속 용해로		(단, 고유황 중질유인 B-C油를 연료로 사용하여 배출하는 황산화물의 배출농도는 공기비를 1.3으로 환산하여 산출한다.
○ 금속의 가열로		
○ 원료를 산화·흡수시켜 제조하는 불산·황산 제조·정제 시설		

## 6. 結論 및 檢討意見

現行 환경보전법에 따른 공기비 적용 내용에 대하여 記術한 사항을 例示를 통하여 풀이 하였고, 표로 만들어 알기쉽게 要約하여 놓았는 바, 이 표에 명시되지 않은 시설이 있을 경우에는 이표의 내용에 준해서 적용하면 될 것으로 생각된다. 그러나, 이상의 내용을 그대로 적용하기엔 다음과 같은 문제점이 있어 앞으로의 발전과제로 검

토하여야 할 것이다.

첫째로, 通常的인 연소시설에서는 燃燒管理上이론 공기량만으로는 完全燃燒가 사실상 불가능하기 때문에 일정한 最適空氣比의 범위내에서 연소관리가 이루어 진다는 상식에 비추어 不合理的이라 생각되며, 유독 고유황 중질유를 사용할때에만 별도의 계산식에 의하여(공기비 적용) 배출농도를 表示해야하는 번거로움이 있다.

둘째로, 각각의 배출시설들은 제각기 正常操業狀態에서 연소공기비가 다르고 적용되는 방지시설의 종류나 효율이 다르기 때문에 공기비 1 : 1로 환산된 一律的基準을 적용하기는 불합리한 점이 있다.

셋째, 燒却施設은 그 內容이나 燒却物質의 多樣性으로 인해 정확한 이론공기량을 산출할 수 없기 때문에 농도를 공기비 1 : 1로 換算表示하기가 곤란하다.

따라서 이에 대한 해결방안으로는, 각각의 오염물질에 대하여 배출시설 및 연료별로 燃燒管理上의 最適空氣比(또는 표준산소농도)를 적용토록하고 연소시문제될 수 있는 CO, NO<sub>x</sub> 등 타오염물질과도 聯關性있게 현실적으로 규제 가능한 범위내에서 환경보전법 시행규칙(環境汚染公定試驗法)에 새로이 規定하여 보완함이 바람직할 것이다.

## 參考文獻(Reference)

- \* 環境保全法 環境廳, 1982
- \* 環境汚染公定試驗法, 環境保全協會, 1984
- \* 趙光明, 大氣汚染, 清文閣, 1983
- \* 崔德一外, 大氣汚染物質 排出許容基準 改正을 爲한 調查研究(II), 國立環境研究所, 1984
- \* 黃酸제조시설의 공기비 適用에 대한 質疑回信 內容(環境廳, 大제31722-9258, 1985, 10. 29)
- \* 排出가스量 換算에 대한 質疑回信 內容(環境廳, 大제31702-, 1985. 7. 29)
- \* 공기비適用에 대한 質疑回信 內容(環境廳, 大제31722-4096, 1985. 5. 20)