

# 大氣汚染 防止技術

## 原理 및 機器 (VII)

金 鍾 奭

〈環境廳 大氣管理課長·技術士〉

### I. 排出施設의 工學的 資料

#### (1) 배출시설(Emission Source)

대기오염 물질을 배출하는 배출시설의 공학적 자료(Ultimate and proximate Analysis)을 알고 있으며 실제 대기오염 방지기술에 매우 유용하게 사용할 수 있다. 현재 이들 배출시설에 대

한 이들 공학적 자료가 국내에는 파악 정리된 것이 매우 드물기 때문에 대기오염 방지기술에 뜻을 둔 분들은 美EPA의 배출계수 및 오염원에 관한 자료를 참고할 수 있다. 또 몇가지 주요한 대기오염 배출시설에 대하여는 국립환경연구소 大氣部에서 연구한 자료가 더러 있음을 첨언한다.

아래 표-1은 美EPA 배출계수에 정리된 것

〈표-1〉 배출시설과 오염물질 처리

	종 류		종 류
연소시설	유연탄연소, 무연탄연소, 액체연료 연소, 천연가스연소, 액체가스연소, 폐목연소보일러, 리그나이크연소, 장작보일러	금속공업	일차알미늄, 금속코크제조, 동제련 합금철, 제철주물, 납제련, 아연제련
소각로	쓰레기소각로, 폐합소각로, 등심버어오천연소, 스토리지소각	금속공업	2차알미늄, 2차동처리, 주물, 2차 납제련, 2차마그네슘제련, 제철주물 2차아연공정
내연기관	차량, 선박, 항공기, 발전기, 압축기	석유화학	아스팔트콘크리트, 아스팔트추평벽돌
증발손실	세탁, 표면처리, 석유저장, 석유류 판매	목재가공	요업, 카바이트, 내화제, 세멘트공업, 도기공업, 요업추리아에쉬소강석탄세척, 콘크리트벽체, 유리섬유제조, 유리, 석고, 석회, 금속섬유플리트
공정	아리팩산, 암모니아, 카본스틱, 알카리환성, 폭약, 연소, 황산, 질산 페인트, 인산, 포핵산, 플라스틱, 프린잉크, 비누, 소리움카빌미트, 활상, 황, 합성섬유, 합성고무, 테레프틸산	기타	제조, 인산광처리, 모래 및 자갈처리, 채석
농산가공	건조, 커피볶음, 연취급, 곡물처리 및 가공, 육류훈연, 암모니아비료, 목초가열, 인산비료, 전분제조, 설탕제조		석유정제, 천연가스 펄프제조, 펄프가공, 합판제조 산불, 비산분진(비포장도로, 농산물트레일러, 야적, 건축, 도로포장)

는 배출시설의 종류이다. 이상의 표에서 보면 대기오염에서 중요하게 다루어 져야 할 배출시설은 연소시설외에 10개 공정 및 공업분야로 분리할 수 있다.

대기오염 방지 기술은 배출시설의 성능관리 (Performance), 적합한 방지기기의 설계, 설치, 유지관리를 포함하기 때문에 배출시설의 특성 파악이 매우 중요하다. 따라서 다음은 위의 분류에 따른 배출시설별 배출특성을 설명해 보자.

## II. 排出施設로서의 燃燒施設의 特性

배출시설로서의 연소시설의 특성은 연소시설에 관한 공학분석(Ultimate and Proximate Analysis)을 뜻한다. 연소시설은 연료를 연소시켜 발생하는 열을 이용하여야 하므로 열효율을 최대로 할 수 있는 반면 부생되는 연소 산물중 대기오염 물질이 최소로 되어야 한다. 따라서 연소시설의 배출시설의 특성은 구조, 성능과 연료 연소시 발생하는 연소산물(연기)의 총량, 온도, 압력 및 오염물질 농도등이 정확히 파악하여야 한다.

### (2) 燃燒產物總量(Combustion Product)

연료를 연소할 때는 연료가 될수 있는 온도, 산소등이 필요하며 연료, 온도, 산소가 충분한 조건에 달하면 연소는 산소와 반응하여 연료는 타서 열과 연소가스를 발생한다. 연소산물의 량(즉, 排가스)은 연소계산 또는 Rosin의 식에 의하여 예측할 수 있다.

연소시설의 대기오염 방지기술중 방지기기의 설계 및 설치는 연소가스 발생량의 정확한 예측으로 부터 시작되어야 한다.

연료의 조성을 알거나 진발열량을 알 때 연소산물을 계산하는 식은 아래와 같다.

$$G = mA_0 + 5.6H$$

$$G' = mA_0 - 5.6H$$

여기서 G와 G'는 습배기가스, 건배기가스량 ( $m^3/kg$ )

m : 과잉공기비

A<sub>0</sub> : 이론공기량

$$A_0 = 8.86C + 26.7(H - \frac{O}{8})H + 3.3S$$

이렇게 계산한 배가스는 0℃ 1atm을 기준으로 계산한 것이므로 이를 실제 사용할 때는 보일살의 법칙을 온도에 따라 적용하여야 한다.

[예] S:1.6%, C:85%, H:13.4%

밀도 0.96인 BankerC유를 과잉공기비 1.2로 10kl/hr씩 연소할 때 분당 처리하여야 할 배출가스량은 얼마일까?

① A<sub>0</sub>을 구하면

$$A_0 = 8.86C + 26.7(H - \frac{O}{8}) + 3.3S \text{ 임으로}$$

$$A_0 = \{8.86(0.85) + 26.7(0.134) + 3.3(0.016)\} \times 0.96$$

$$= (11.11408) \times 0.96 = 10.6695 m^3/kg$$

여기서 구한 A<sub>0</sub>은 표준상태 0℃ 1 atm 때의 양임.

② G'(습배기가스량)

$$G' = mA_0 + 5.6H \text{ 이므로}$$

$$G' = (1.2)(10.6695 m^3/kg) + 5.6(0.134)$$

$$\times 0.96 m^3/kg$$

$$= 12.8034 + 0.72$$

$$= 13.52 m^3/kg$$

③ 시간당 발생한 연소가스량

$$13.52 m^3/kg \times 10 \times 1000 l$$

$$= 13.52 \times 10^4 m^3/kg$$

배가스총량을 아는 방법의 다른 하나는 아래의 Rosin의 실험식을 사용할 수 있다.

$$\text{고체연료 } G = \frac{0.89H\mu}{1000} + 1.65$$

$$L_0 = \frac{1.01H\mu}{1000} + 0.5$$

$$\text{액체연료 } G_0 = \frac{1.11H\mu}{1000}$$

$$L_0 = \frac{0.85H\mu}{1000} + 2.0$$

기체연료

$$H\mu > 3000 \text{ cal/Nm}^3 \text{ 일 때 ;}$$

$$G_0 = \frac{1.14H\mu}{1000} + 0.25$$

$$L_0 = \frac{1.09H\mu}{1000} - 0.25$$

$H\mu < 3000 \text{ cal/Nm}^3$  일때 ;

$$G_0 = \frac{0.725H\mu}{1000} + 1.0$$

$$L_0 = \frac{0.875H\mu}{1000}$$

단  $H\mu$  : 연료의 진발열량

$G_0$  : 습윤이론 연소가스량

$L_0$  : 이론연소공기량

또 기체연료에 대하여도 이상과 같은 식으로 계산할 수 있다.

이들 연소에 관하여 여는 연소공학<sup>(1)</sup>에 관한 자료를 참고하기 바란다.

### (2) 온도(Temperature)

연소시 발생된 열 때문에 실제 연소가스 온도는 매우 높고 이 열을 이용하기 위한 시설, 예컨대 보일러등의 시설에서는 이 고온의 연소가스를 이용하여 증기(steem) 및 온수를 얻게된다. 따라서 화실에서 발생한 연소가스의 온도와 배출구로 배기되는 연소가스의 온도는 크게 차이가 나게 된다. 가스의 부피는 온도·압력에 따라 보일살의 법칙에 따라 변화된다.

따라서 연소시설 배가스의 집진 및 가스제거는 우선 처리하여야 할 가스의 부피를 알아야 이에 필요한 방지기기의 크기를 결정할 수 있다. 따라서 최종 처리가스의 온도를 정확히 파악하는 것은 매우 중요하다.

앞에서 발생한 배가스가 100℃로 배출구(굴뚝)로 배출될 때 이를 집진기에 통과 시킨다면 실제로 집진기가 처리해야 할 배가스의 양은 아래와

같다.

$$13.52 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{kg}/\text{hr} \times \left\{ \frac{273 + 100}{273} \right\} \\ = 18.47 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{kg}/\text{hr}$$

가 된다.

방지시설을 다룰때는 이와 같이 배가스의 온도를 정확히 파악하여 목적에 맞도록 하여야 한다.

### (3) 압력

가스는 정압과 동압을 가지게 되며 가스의 정압이 커지면 그 가스의 동압은 작아지게 된다. 가스를 취급하는 기계장비를 그 성능에 맞추어 가동키 위해선 취급가스의 상태와 그 상태에 따른 동압, 정압을 정확히 파악하여야 한다. 연소시설(배출시설)에는 연소가스가 발생되므로 화실, 보일러, 연소등 가스가 발생 통과하는 곳마다 동압과 정압의 변화가 따르게 된다.

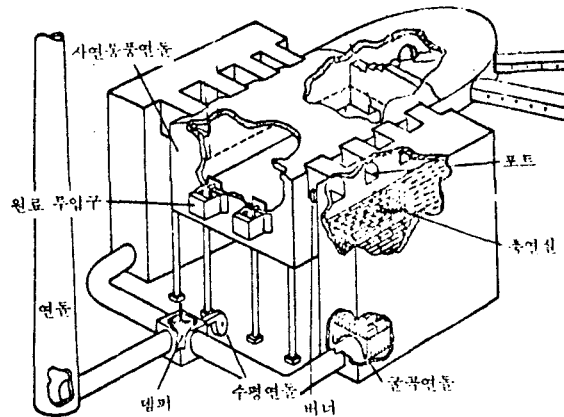
화실은 연료와 연소공기의 효율적 혼합 및 발생가스 발생, 이동에 지장이 없는 충분한 체적을 갖게되어 있다.

연소실에서 발생한 연소가스는 수증기 생산을 위해서 연소실 후부에 있는 보일러실로 이동해 간다. 따라서 연소실내 발생가스는 서서히 이동하기 때문에 연소실내 정압은 대기압보다 약간 적어지게 된다.

버너를 통해서 탱크로에서 연소된 연료의 배가스는 포트, 축열실 굴곡연돌, 수평연돌, 뎀퍼를 거쳐 연돌로 배출되게 된다. 이때 배가스의 정압 분포를 도해하면 다음 그림과 같다.

일반적으로 그림에서 보는 바와 같이 연소시설

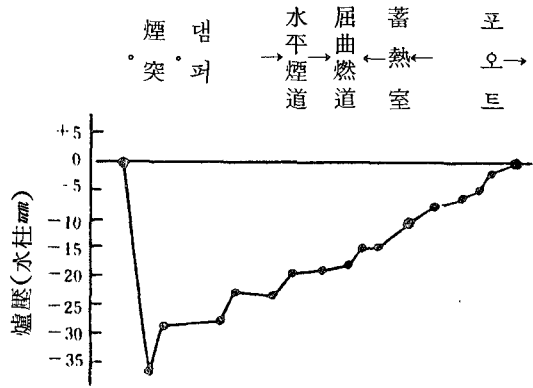
유리 용융 탱크로의 구조



은 노내압이 음압으로 되어 있으나 노내 천정이나 굴뚝이 연결된 부위에는 양압이 되는 경우가 있으며 이때는 엿보기구멍 원료(연료) 충전구등으로 연소가스가 분출되어 비산분진(매연)의 원인이 되기도 함을 주의하여야 한다.

실제로 이와같은 압력분포는 배기시설의 설계에 중요한 요인이 되므로 배출시설 관리인은 이를 잘 이해하여야 한다.

이상의 설명은 <표-1>에서 분류된 연소시설(External Combustion Source)에 속하는 배출시설의 공학분석(aproximate and ultimate analysis)와 같다.



유리탱크 窯에서의 靜壓分布

< 다음호에 계속 >

會
告

---

**우수한 技術人力을 會員社에 추천합니다**

## 産業의 高度化로 야기되는 公害問題!

심각하게 대두되고 있습니다. 누구도 외면할수 없는 우리들의 문제를 본협회에서는 各会社 및 工場의 公害문제를 전반적이고 포괄적으로 의견을 교환하고 자문을 드리고자 아래업무를 개시하고 여러분의 이용을 바랍니다.

- 1. 자가측정 대행업무**
  - 1) 대기: 입자상물질(분진)검명(매연), 황산화물, 질소산화물, 일산화탄소, 특정유해물질등 측정.
  - 2) 수질: PH, COD, BOD, SS, N-Hexane추출물질, 중금속등 各種 水質分析.
- 2. 자가측정 실험실습교육**

측정시설은 갖추었어도 기술부족으로 인한 문제점의 해결을 위해 실험교육을 하고 있습니다.
- 3. 상담실 운영**

상담실 운영의 활성화를 기하고 있습니다. 각종상담은 물론, 우수한 기술인력을 회원사에 추천해 드립니다.
- 4. 종합진단**

폐수처리장 기능파악 및 효율측정, 설비를 위한 기초자료 및 개선을 위한 기초자료등을 측정, 평가하여 기술지도를 제공합니다.

**公害問題를 해결해 드립니다**

**社団法人 環境保全協會**