

습식세정탑(WET SCRUBBER)의 설계 및 설치방법

1. 서 론

대기란 지구를 둘러싸고 있는 기체의 총칭으로 질소, 산소, 탄산가스 및 아르곤으로 구성되어 있다. 이런 물질 이외에 자연적이거나 인위적으로 방출되는 것을 대기오염이라 하며, 산업혁명이후 인위적인 대기오염은 급속히 증가되어 서서히 인간의 생활환경을 파괴하고 있다.

산업의 발달로 전세계는 문명의 이기를 누리고 있는 반면에 자연의 오염도는 증가되고 있는 실정이다. 자연의 파괴가 곧 나의 파괴라는 사실로 미루어 볼때 환경문제는 우리의 커다란 관심사가 아닐 수 없다.

우리나라에서는 70년대이후 산업구조의 변화로 여러곳에 공업단지가 조성되었으며 많은 양의 공산품들이 생산되어 수출의 큰 몫을 차지하고 있으나 산업근로자들이 근무하고 있는 사업장시설은 영세성을 면치 못하고 있는 실정이며, 설치되어 있는 기존시설 또한 불합리하거나 부적합한 상태이다.

합리적이고 적합한 작업장의 제공을 도모하기 위한 방지시설의 설계 및 시공이 각계의 노력 및 연구로 하루속히 이루어져야 되리라 본다.

2. 본 론

2-1 방지시설의 종류

배출원에서 포집후드 및 포집다트를 통해 배기되는 오염물질을 제거하고자 방지시설을 설치

하는데, 오염물질의 종류에 따라 방지시설은 다양하다.

방지시설으로는 백필터, 전기집진기, 싸이클론, 흡착탑 및 스크러버가 널리 사용되고 있으며 세정액의 사용여부에 따라 건식과 습식으로 나누어진다.

배출오염물질에는 각종 가스 및 분진이 포함되어 있는데, 배출오염물질의 제거에는 배출오염물질의 대부분이 다량의 분진을 함유하고 있을 경우 중력, 관성력, 원심력, 정전기력, 분무 및 여과의 원리가 적용되고 있으며, 오염물의 대부분이 가스성분일 경우에는 흡수법에 의한 원리가 적용되어지고 있다.

배출오염물질이 분진이 포함된 가스일 경우에 방지시설로 습식세정탑(WET SCRUBBER)이 널리 쓰여지고 있는데, 습식세정탑에서 오염물질 제거는 액적에 입자가 충돌한 후 부착하여 미립자확산에 의한 액적과의 접촉을 쉽게함으로 이루어진다. 또한 배기의 증습에 의하여 입자가 서로 응집하며 입자를 핵으로한 증기의 응결에 따라 응집성을 촉진시키기도 하고 액막, 기포에 입자가 접촉하여 부착되어지기도 한다.

2-2 습식세정탑의 설계 및 설치

(1) 배출원 및 배출포집기구와의 관계

방지시설의 용량을 결정하기 이전에 선행되어야 하는것이 배출원에서 배기되어지는 배기량을

포집하는 시설의 타당성 및 적합성이다.

간혹 오염물질 배출용량은 많은 반면에 배출 시설의 배기량 전부가 배기되지 못하는 현상이 나타나는데 이 현상의 원인이 후드선택의 부적합으로 지적되는 경우가 많다. 이 점은 현장에서 시급히 시정되어야 할 사항이다.

후드선택시 고려되어야 할 사항은 작업장내에 오염물질이 축적되거나, 유출되지 않아야 하며 적은 양으로 배기하면서도 오염물질의 전량은 배기되도록 설계·제작되어야 한다.

후드의 형식은 매우 다양화되어 있으나 보편적으로 사용하고 있는 후드는 밀폐형후드, 슬로트후드 및 캐노피후드 등이며 후드의 선택은 배출량 및 작업환경과 관련이 있으므로 선택시 충분한 검토가 필요하리라고 본다.

배출원 포집기구 및 방지시설의 재질선택은 오염물질의 종류 및 농도, 발생온도에 따라 달라지며, 재질선택시 부식성 문제에 중점을 두어고려하고 특히 온도가 높은 gas는 저온부식에 신경을 써야 할 것이다.

(2) 설계원리 및 설계방법

기체상태의 대기오염을 배출원에서 제거하고자 세정액을 사용하려면 기체오염물을 세정액과 접촉시킨 다음 청정기체를 오염된 세정액으로부터 분리시키면 되는데 이 과정에서 기체오염물질은 세정액내에 흡수된다. 대기오염 분야에서는 이 흡수현상을 세정(SCRUBBER)이라고 한다.

이 원리는 기체와 액체의 접촉면에서 오염물의 농도차에 의하여 오염물이 세정액으로 흡수되는 것으로 이 흡수과정은 기체와액체간의 접촉면적, 과류 및 물질 확산계수값들이 높을수록 가속화된다.

대기오염분야에서는 아황산가스, 유화수소, 분자량이 낮은 탄화수소의 제거를 위하여 세정시설을 많이 채택하고 있다.

설계시 기체와 액체간의 충분한 접촉이 이루어져서 相간의 확산이 크게 일어나도록 해야하며, 기체로부터 세정액으로의 물질전달율은 액체와 기체간의 표면적에 비례하므로 흡수시설은

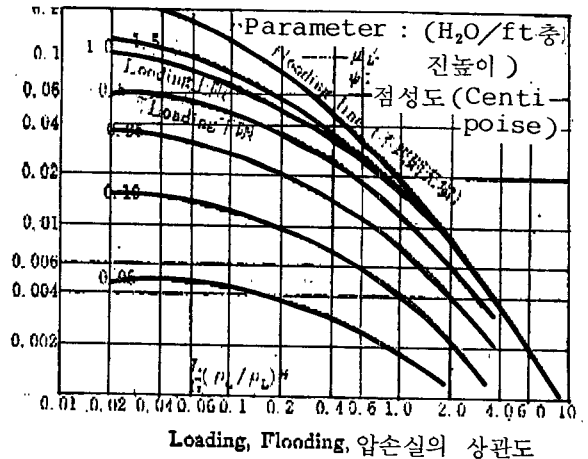
기체의 압력손실이 최소가 되면서 최대의 액체표면을 극대화 할 수 있도록 설계되어야 한다. 기액접촉은 액체를 기체내에 분산시키거나 기체를 액체내에 분산시킴으로써 이루어질 수 있다.

습식세정탑의 구성은 기체분사부, 기액접촉부, 액분사부, 기체분사부, 기액분리부 및 기체배출부로 구성된다.

습식세정탑의 설계절차는 다음과 같다.

1. 방지시설 인입가스량 및 세정액량을 계산 및 확인한다.
2. 기체 및 액체의 밀도를 계산 및 확인한다.

(참고그림) 흡수장치의 기본설계



3. 다음 식의 상수값을 정한다.

$$X = \frac{L}{G} \left(\frac{\rho_G}{\rho_L} \right)^{0.5}$$

L = 세정액의 유량 (kg/Hr)

G = 기체의 가스량 (kg/Hr)

ρ_G = 기체의 밀도 (kg/m³)

ρ_L = 액체의 밀도 (kg/m³)

4. 상수 Y의 값을 구한다.

$$Y = \frac{(G')^2 (at/\epsilon_d^3) (\mu'_2)^{0.2}}{g_c \rho_G \rho_L}$$

G' = Flooding Velocity (kg/m² Hr)

at = Surface Area (m^2/m^2)

ϵ_d^3 = Void Space (%)

μ'_2 = Liquid Viscosity (cp)

g_c = 중력환산계수

5. X 및 Y의 그래프에 의해서 G' 값을 구한다

6. 탑단면적을 구한다.

$$A = \frac{G}{G'}$$

Loading Velocity는 Flooding Velocity의 45.60%임을 감안한다.

계산하면,

$$A = \frac{G}{G'(0.45 - 0.6)}$$

7. 탑경계산

$$D = \left(\frac{4A}{\pi} \right)^{1/2}$$

8. 공탑속도를 계산한다

충진물의 두께나 탑의 높이는 요구되는 기체 흡수량을 달성할 수 있는 전달 단위수 (Number of Transfer Units, NTU)에 근거한다. 전달단위 (Transfer Unit)는 확산에 대한 저항의 측정치로써 기체와 액체내에 있는 오염물의 용해도와 농도의 함수이다.

전달단위수를 결정함에 있어서 확산에 대한 기체막의 저항이 흡수율을 통제하는 경우와 액체막에 의하여 결정되는 경우가 있는데 용질이 용매에 잘 녹는 경우에는 기체막에 의하여 통상 결정된다.

대기오염의 통제를 위해서도 오염물질은 잘 용해하는 용매를 사용해서 배기가스로부터 오염물을 경제적으로 분리시킬 수 있도록 해야 한다. 따라서 대부분의 대기오염 통제시설에서는 흡수율이 기체막에 의하여 결정된다.

전달단위와 높이를 구하는 방법은 여러 방지시설의 문헌을 참고하는 것이 더바람직할 것 같

아 여기에서는 언급하지 않았다.

(3) 작업현장에 따른 방지시설의 설계 예
작업장환경에 대한 중요성이 얼마전까지만해도 무시되다시피 한것은 사실이다. 예전에 비하여 현재의 작업자환경이 크게 개선되었지만 그 실태 또한 미비한 실정이다.

하루의 일과를 작업장에서 보내야 하는 근로자들에게 있어서 작업장 환경상태의 영향이 건강상태와 직결되어 있으며, 신문의 지면을 오르내리고 있는 직업병들의 대부분의 작업환경의 악조건이라는 사실로 미루어 볼때 환경작업의 세심한 배려가 필요하다.

습식세정탑이 적용되어지는 예로는 도금공장, 연마공장, 표면처리시설, 보일러 & 소각시설, 각종 용해로시설, 제련공장 및 반도체 시설등 그 적용범위 또한 다양하며 그 제거효율 또한 매우 양호한 편이다.

2-3 방지시설의 설계 및 방법

다량의 분진과 다종의 가스를 포함한 오염물질이나 독성 및 유해가스, 악취 및 화학적 백연을 동반하는 오염물질을 처리하고자 할 때에는 단지 습식세정탑만으로는 오염물질을 처리하기란 어렵다.

처리하기 어려운 배출오염물질을 처리하기 위한 노력 및 연구를 본사에서는 계속 추진하고 하나 들쭉 원리 및 이론을 정립해 나가고 있으며 제작 설치하여 그 제거효율 또한 좋다는 평가를 받고있다.

더 향상된 기술로 환경업계에 공헌하고자 부단한 연구 및 개발이 진행되어지고 있다.

본사에서는 오염물질에 대한 방지시설의 접근 방법에 대하여 두가지 방법으로 추진하고 있는데 그 방법은 다음과 같다.

첫째, 기존설치되어 있는 방지시설을 토대로 배출원의 오염물질농도 및 방지시설에서의 배출농도, 이에 따른 효율 및 방지시설 설계 factor, 오염물질들의 제거원리, 그 설비의 문제점 및 보완점등에 관한 자료수집을 통한 여러 변수에 따른 영향력 및 연관성을 추론하고 있다.

둘째로는 배출원 및 배출오염물질의 정확한 이해를 통해 제거원리를 선정하고 그 제거원리에 따른 방지시설의 설계 및 제작에 앞서 PI-LOT TEST를 통한 제거효율을 산정한 후 설계 factor를 결정하고 있다.

이런 방법으로 기초연구를 진행함으로써 시행착오의 수와 좀더 정확한 방지시설 설비 선정에 접근하고자 노력하고 있다.

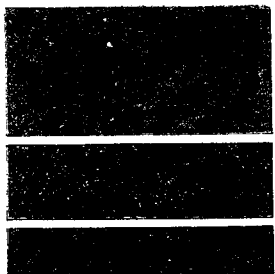
3. 결 론

산업시설의 증설에 따라 각 업체에서는 생산장비들의 증설이 이루어지고 있고, 방지시설의 설비 또한 급증하고 있는 실정이며, 이런 추세

에 발맞추어 방지시설 설계업체들이 많이 설립되어지고 있다.

그러나 우리나라의 방지시설의 연륜이 그리 길지 못한 연유로 방지시설학의 정확한 지침서로서의 학문적 기초가 확고히 확립되지 않아 배출오염물질에 대한 방지시설의 접근방법이 높은 기술에 서 있지 못하고 있는 상태이다.

앞으로 환경문제는 더 크게 대두될 것이며, 방지시설의 역할 또한 중요시 될 것이다. 환경학의 체계적인 확립이 조속히 요구되어지며 경험과 연구를 통한 효과적인 제거원리 및 방법만이 환경을 지키며, 자연을 지키는 동시에 우리 자신을 지키는 일이 될 것이다. *



ENPROTECH '89

INTERNATIONAL
ENVIRONMENTAL
CONTROL PROTECTION
TECHNOLOGY
EXHIBITION

7-11 March 1989
World Trade Center
Taipei, Taiwan R.O.C

Enprotech '89
Taiwan Office 6F-2,
No. 77, Nanking East Road,
Sec. 4, Taipei, Taiwan, R.O.C