

4B2) 스크러버에서 정전분무를 이용한 미세입자의 집진효율 향상

Collection Efficiency Enhancement of Fine Particle Using a Electrostatic Coagulation in a Scrubber

김중호 · 황의현 · 이명화¹⁾ · 황유성²⁾

한서대학교 환경공학과, ¹⁾생산기술연구원, ²⁾경도대학 건설환경계열

1. 서 론

산업시설에서 배출되는 오염물질로 인하여 환경오염이 심화되면서 이들 오염물질의 양을 최소한으로 배출하기 위한 최적의 방법(BACT- Best Available Control Technology)들이 계속적으로 요구되고 있는 실정이다. 따라서 산업장의 배출시설에서는 각종 오염물질 처리장치들을 최대 효율로 운전하거나, 보다 높은 효율을 갖는 처리장치들로 교체하여 오염물질 배출을 저감해야 하는 시점에 있다.

여러 가지 집진장치 중에서 위험하고 폭발성이 있는 먼지의 제거, 가스상 오염물질의 효과적인 제어 측면에서 비록 폐수처리의 문제점이 있기는 하지만 습식 스크러버가 주로 이용되고 있다. 그러나, 각종 산업시설에서 배출되는 대기오염물질 중 입경 $1\mu\text{m}$ 이하의 유해미세먼지는 기존 습식설비를 이용하여 제거하는 것이 어려우며, 인체에 미치는 악영향과 지구의 기상이변 현상과 시정을 감소(visibility impairment)하는 원인물질로 알려지면서 이에 대한 제어가 더욱 더 절실하게 요구되고 있다. 그 중에서도 입경 $0.1\sim 1\mu\text{m}$ 범위의 입자들은 여러 가지 집진기작, 즉 확산, 직접차단, 관성력 및 정전기력을 고려할 때 가장 낮은 집진효율을 나타내 더욱이 문제가 되고 있다. 또한 많은 연구자들은 이 영역의 미세입자들이 인체에 위해하다는 것을 동물실험 및 세포실험을 통해서 증명하였다. 그로 인하여 미국 EPA에서는 1987년 처음으로 PM10규제를 채택한 이래 1997년 PM2.5규제를 실시하는 등 점차 작은 입자크기로 기준을 강화하고 있다. 그러므로 미세입자의 제거효율을 높이기 위해서는 종래의 입자제어설비에 기능을 추가할 수 있는 부가적인 장비가 필요하게 된다.

이에 본 연구는 기존의 분무담 형태의 스크러버에 정전기를 분무노즐에 인가하여 미세입자의 집진효율을 향상시키는 실험을 수행하였다.

2. 실험 방법

그림 1에는 실험에 사용한 장치의 구조를 나타냈다. 이 장치는 유입된 미세입자를 정전액적을 분무 및 정전기적으로 응집하는 부분과 응집된 입자를 집진하는 부분으로 구성되어 있다. 정전액적을 분무는 이류체 노즐을 이용하여 물을 약 400 ml/min 로 분사하며, 고전압발생장치(한국스위칭(주), KSH P40/5CN)로 음(-)전기를 $0\sim 40\text{ kV}$ 까지 인가시킬 수 있도록 제작하였고, 정전기적 응집을 위한 챔버는 $250\text{ mm(H)}\times 250\text{ mm(W)}\times 1000\text{ mm(L)}$ 의 크기로 제작하였다. 챔버의 후단에는 응집에 의하여 커진 입자들을 집진하기 위한 미스트제거장치(Demister)가 설치되었다.

입자발생장치는 전구물질(Precursor)투입장치, 튜브형 전기로 (Tubular furnace, F-1000, 서주과학, 최대온도 = $1,000\text{ }^\circ\text{C}$, 튜브의 직경 = 43.5 mm , 전기로내의 튜브길이 = 45 cm)로 구성하였다. 테스트용 입자는 실리카로 TMDS(1,1,3,3-Tetramethyl disiloxane($(\text{CH}_3)_2\text{SiH}_2\text{O}$, Aldrich)를 전구물질로 사용하였으며, 임핀저에 일정량의 TMDS를 넣은 후 질소가스를 0.5 l/min 으로 공급하여 가스상태의 TMDS를 전기로(설정온도= $1,000\text{ }^\circ\text{C}$)에 공급하였다. 입자 측정에 사용한 장치는 Andersen사의 Sierra's series 220으로 10+1단으로 된 radial-slot형의 in-stack cascade impactor이다.

실험방법은 이류체 노즐의 물을 420 l/min 로 공급시키고, 직류 고전압은 $-30\sim -40\text{ kV}$ 로 변화시켜 가면서 집진효율을 측정하였다.

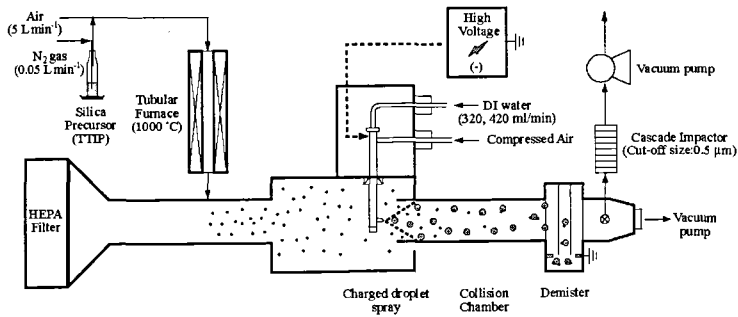


Fig. 1. Schematic diagram for test setup.

3. 결과 및 고찰

그림 2에 발생시킨 입자의 입경분포를 나타냈다. 발생된 입자의 기하평균입경은 약 $0.38\mu\text{m}$, 기하편차는 3.9이며, 본 시험을 수행하는데 적절하며, 발생된 농도는 약 120.3 mg/m^3 으로 측정되었다. 측정결과는 그림 3에 나타냈다. 정전분무 노즐을 사용하여 미세입자의 효율을 향상되는 것을 볼 수 있다.

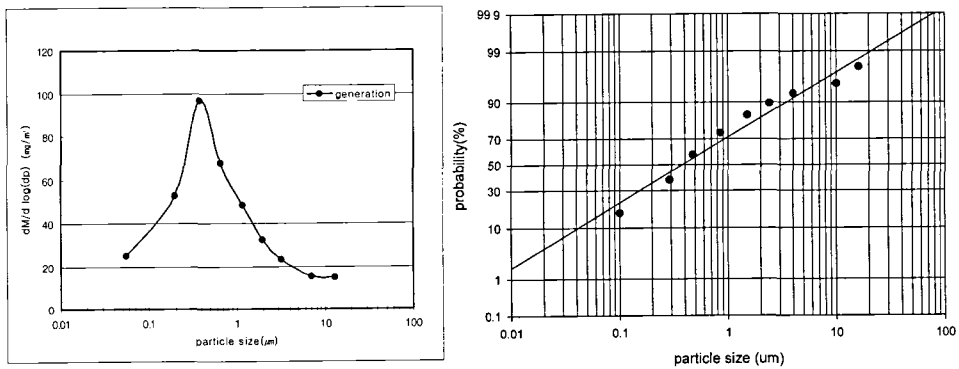


Fig. 2. Particle size distribution of aerosol generator.

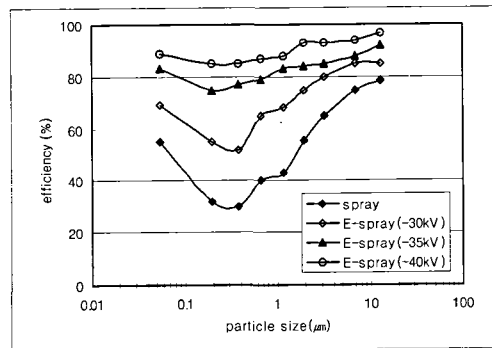


Fig. 3. Collection efficiency of spray tower for different applied voltage.

참고 문헌

Adrian G.B. (1988) Electrostatic spraying of liquids, John Wiley & Sons Inc..