

PE14) 사이클론과 스크러버를 조합한 새로운 개념의 처리장치 개발

Development of a Novel Hybrid System of Cyclone and Scrubber

정광륜¹ · 이병규 · 이주혁¹⁾ · 박성훈²⁾

울산대학교 건설환경공학과, ¹⁾(주)ECO-T.S.C, ²⁾광주과학기술원 환경공학과

1. 서 론

현재 각 공장에서 사용하고 있는 대기오염 방지시설은 일반적으로 원심력집진기, 전기집진기, 여과집진기, 세정집진기로 크게 4가지로 분류할 수 있다. 이러한 방지시설 중에 100여년의 역사를 가지며 구성이 단순하고, 고온 및 고압에서도 운영할 수 있고, 비교적 설치가 용이하며, 유지 및 관리가 쉬운 원심력집진기(cyclone)와 분진 및 유해가스, 그리고 고온의 가스를 동시에 처리가 가능한 세정집진기(scrubber)의 장점을 잘 접목시킨 cyclone과 scrubber의 조합처리장치를 개발하고자 한다.

일반적으로 산업체에서 cyclone은 분진농도가 높거나 대용량의 가스를 처리하고자 할 때의 전처리장치로 사용되고 있다. 그러나 낮은 유지보수비나 조작의 간편성을 제외하고는 큰 분진입자의 처리에는 용이하지만 5 μ m 이하의 분진입자처리에는 낮은 집진효율을 보이는 단점이 있다. 집진효율을 향상시키기 위해 cyclone의 몸체, 출구 또는 호퍼를 개량하고는 있지만 이것 또한 압력손실의 증가로 인한 문제를 야기한다.

기존의 Scrubber는 분진 및 고온의 가스를 동시에 처리할 수 있다는 장점을 가지고는 있지만 점착성을 지닌 분진이나 부식성이 있는 가스가 유입될 때 노즐의 막힘 현상이나 장치시설 자체의 부식이 우려되며, 총 집진효율도 떨어지는 단점이 있다.

본 연구에서는 cyclone의 높은 분진농도와 대용량 가스처리의 장점과 scrubber의 노즐 막힘 현상을 극복하고 미세한 분진 입자에 대해서는 높은 집진효율을 가질 수 있는 cyclone과 scrubber의 조합형 처리장치를 설계 및 제작하였다. 제작한 Pilot을 가지고 분진발생장치를 이용한 cyclone과 scrubber 조합처리장치의 Inlet 및 Outlet의 분진농도를 측정하여 분진 집진효율을 실험하였다.

2. 연구 방법

전체적인 실험 개략도는 그림 1과 같다. 하단부분에 cyclone, 상단부분에 scrubber를 놓고 그 중간에 plate(그림 2 참조)를 설치하였다. 이 여러 개의 날개를 가지는 plate는 cyclone을 통과한 선회기류가 상단의 scrubber로 가기 전에 하단부분에서 들어온 분진이 상단부분에서 뿌려주는 세정액과의 접촉시간을 더 길게 해 주는 역할을 한다.

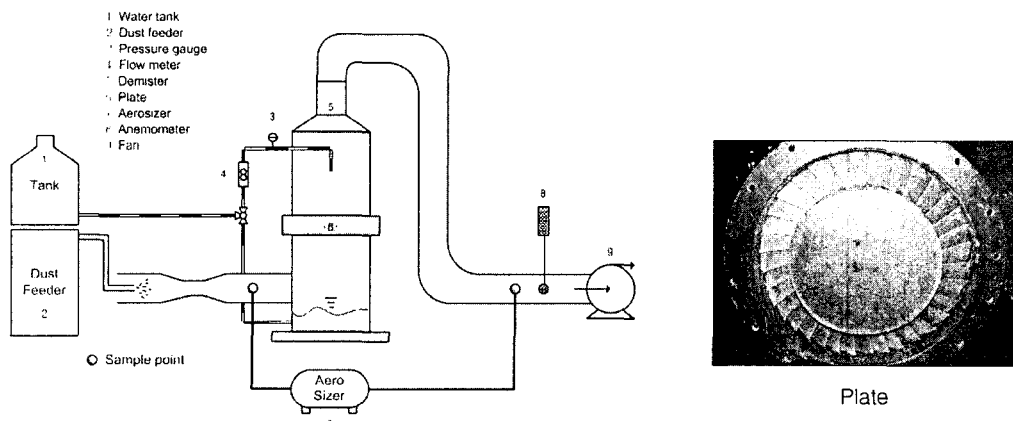


Fig. 1. A schematic of a novel hybrid system of cyclone and scrubber.

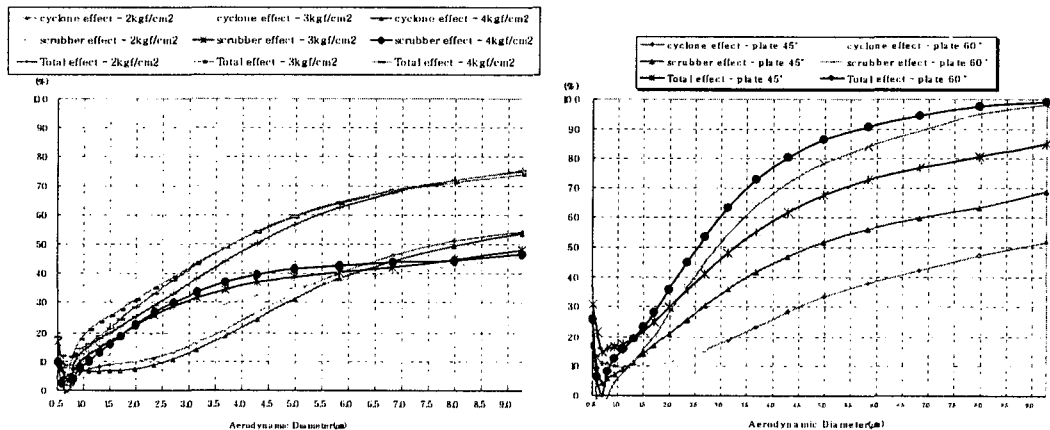
그림 1의 Outlet 부분에서 Fan(8.9m/sec)을 흡입함과 동시에 하동화력발전소에서 채취한 분진(0.1~10 μ m 범위)을 사용하여 Dust feeder(SIBATA社, MF-2)를 가동시켜 분진을 발생시킨다. 그리고 cyclone과 scrubber 조합처리장치의 Inlet과 Outlet 지점에 Aerosizer(TSI Inc.)를 이용하여 입경별 분진 개수를 측정한다. 실험변수 인자로는 cyclone과 scrubber 조합처리장치 중간에 장착한 Plate의 날개 각도변화(45°, 60° - 수직기준에서의 각도), scrubber 물 분사시 Nozzle(지름 2mm, 9mm), 유량 및 압력변화(2kgf/cm², 3kgf/cm², 4kgf/cm²), 물 분사 유무에 따른 cyclone 단일장치의 효율 및 전체 조합처리장치의 효율도 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2의 (a)는 Nozzle-1(지름 2mm), (b)는 Nozzle-2(지름 9mm)의 변화에 따른 조합처리장치의 총 효율을 나타낸 것이다. Nozzle-1의 경우 유량은 각 압력변화에 대하여 7.5~8.0 ℓ /min로 큰 차이가 없다. 압력변화에 따른 cyclone의 단일장치의 효율은 거의 비슷한 경향으로 나타났지만, 큰 분진입자에 대해서 수 농도로 분석하였을 때 약 50%정도의 효율을 나타내었다. 조합처리장치의 총 효율은 scrubber가 분사되는 물의 압력의 증가에 따라 미세한 효율증가를 보이지만 전체적인 입경분포별 처리효율은 80%를 넘지 않았다.

반면 Nozzle-2는 물이 분사되는 출구부분의 노즐의 지름이 커짐으로 유량이 30 ℓ /min로 Nozzle-1에 비해 약 4배에 가까운 유량이 증가되었다. 그림 2의 (b)에서 보는바와 같이 Nozzle-1에 비해 전체적인 분진입자의 처리효율이 상당히 높아진 것을 알 수 있으며, 또한 plate 날개의 45°와 60°의 각도변화에 따른 효율도 2.0 μ m에서 입경이 큰 분진입자 쪽으로 갈수록 약 10~20%정도의 효율이 향상되었다.

위의 실험결과를 종합해 보면 기존의 cyclone과 scrubber의 단점으로 밝혀진 미세입자의 처리의 효율을 높이는 처리장치를 개발할 때의 중요한 인자는 scrubber에 분무되는 물의 압력이라기보다는 많은 유량의 변화와 plate 날개의 각도변화가 미세입자의 높은 처리효율을 가지는 cyclone과 scrubber 조합 처리장치 개발에 중요한 요소가 된다는 것을 알 수 있다.



(a) Nozzle - 1 (ϕ 2mm, 7.5~8.0 ℓ /min) (b) Nozzle - 2 (ϕ 9mm, 30 ℓ /min)
 Fig. 2. Efficiency according to the pressure and flow rate change of the combination processing device.

참고 문헌

- Lim, K.S. and Lee, K.W. (2004) Characteristics of the collection efficiency for a cyclone with different vortex finder shapes, *Journal of Aerosol Science*, Vol. 35, 743-754.
- Lim, K.S., Kwon, S.B. and Lee, K.W. (2003) Characteristics of the collection efficiency for a double inlet cyclone with clean air, *Journal of Aerosol Science*, Vol. 34, 1085-1095.
- 정진도, 이상권 (2003) 「고온 사이클론의 등급 집진 효율에 관한 연구」, *한국대기보전학회지*, 1448-1455.