

1D6)

선회유동 가상관성충돌 집진장치의 성능 특성

Performance Evaluation of Virtual Cyclone Dust Collectors

박현설·임경수

한국에너지기술연구원 기후변화기술연구본부

1. 서 론

여과집진장치의 집진효율을 향상시키고 압력손실을 낮추기 위한 방법 중 하나는 집진필터에 대한 먼지부하를 줄이는 것이다. 즉, 집진필터로 유입되는 먼지 농도를 줄이면 다른 조건이 동일하였을 때 배출농도가 자연히 감소하게 된다. 또한 집진필터의 압력손실 상승속도가 감소하기 때문에 탈진주기가 증가하고, 분진배출이 탈진 순간에 집중된다는 사실을 상기한다면 탈진 횟수가 감소함에 따라 배출되는 분진농도도 감소함을 예측할 수 있다. 이러한 장점으로 인해 여과집진장치에서 집진필터로 유입되는 분진농도를 줄이기 위한 방법들이 다양하게 개발되어 왔다. 본 연구에서는 여과집진장치와 싸이클론을 하나의 몸체로 제작한 하이브리드 집진장치를 설계하였다. 기존의 싸이클론-여과 하이브리드 집진장치가 원통형인 반면에 본 연구에서는 박스형태의 집진장치를 개발하였다. 즉, 여과집진장치 하단에 박스형 싸이클론이 장착된 형태이며, 박스형 싸이클론은 외부 박스 내부에 원통형 싸이클론이 설치되어 있으며, 원통형 싸이클론 외벽에 슬릿을 내어 집진장치에 접선방향으로 유입된 처리가스가 선회유동을 하다 일부 관성이 큰 먼지 입자가 슬릿을 통해 외부박스와 원통형 싸이클론 사이의 공간에서 집진되도록 하는 방식을 채택하였다. 이러한 집진원리를 선회유동 가상 관성충돌 방식이라 하며, Virtual cyclone으로도 불린다. 그림 1에 본 연구에서 개발한 Virtual cyclone의 외형도를, 그림 2에 Virtual cyclone의 집진원리를 나타내었다.

2. 연구 방법

그림 3은 virtual cyclone 실험장치의 개념도를 나타낸다. 실험에 사용된 분진은 분말형태의 것으로 독일 GRIMM사 Solid Aerosol Particle Generator(Model 7.870)를 통해 발생하였다. 실험용 먼지입자로는 석탄화력발전소 비산재와 오일입자를 사용하였다. 집진장치의 압력손실은 미소차압을 측정할 수 있는 Micromanometer(FC510, Furness Controls Limited)를 이용하여 유입속도가 5, 10, 15, 20m/s인 경우에 측정하였다. 집진효율은 virtual cyclone 입출구의 먼지 농도를 측정하여 계산되었다. 먼지농도 측정장비로 독일 GRIMM사의 Dust Spectrometer(Model 1.108)를 이용하였다. 1대의 측정장비를 이용하여 입구와 출구의 먼지농도를 교대로 측정하였다. 또한 먼지농도측정 및 집진효율 계산은 유입속도 기준으로 7, 10, 15, 18m/s의 조건에서 이루어졌다.

3. 결과 및 고찰

그림 4는 다양한 슬릿크기를 갖는 virtual cyclone의 유입속도별 압력손실을 나타낸 것이다. VC는 싸이클론 외통 벽에 슬릿이 3개가 있는 구조이며, VC00에서 VC04 순서로 슬릿의 간격이 증가한다. CYC는 기존 원통형 싸이클론을 나타낸다. 그림에서 보듯이 슬릿의 간격이 증가할수록 압력손실이 감소하며, virtual cyclone이 기존 원통형 싸이클론에 비해 1/3~1/4 수준의 낮은 압력손실 값을 보인다. 그림 5와 그림 6은 각각 실험용 입자로 fly ash와 오일 입자를 사용한 경우 virtual cyclone의 집진효율을 나타내고 있다. 오일 입자의 효율이 fly ash에 비해 약 20~40% 정도 집진효율이 높게 나타났는데 이는 fly ash 입자는 제비산으로 인해 집진효율이 감소한 것으로 판단된다. Fly ash 입자의 경우, VC01~VC03 구조를 갖는 virtual cyclone의 먼지입자 직경별 집진효율은 1 μ m-20%, 3 μ m-40%, 5 μ m-60%, 10 μ m-80%, 20 μ m-95%의 값을 보임을 확인할 수 있었다.

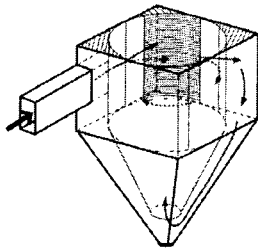
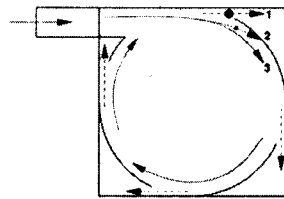


Fig. 1. Sketch of a virtual cyclone.



- 1: Virtual Impaction에 의해 제거되는 먼지입자
- 2: 원심분리에 의해 제거되는 먼지입자
- 3: 1차집진부 통과후, 2차 집진부인 필터에 의해 제거될 먼지입자

Fig. 2. Dust removal principle of virtual cyclone.

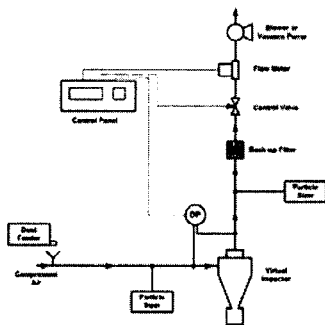


Fig. 3. Experimental set up for virtual cyclone test.

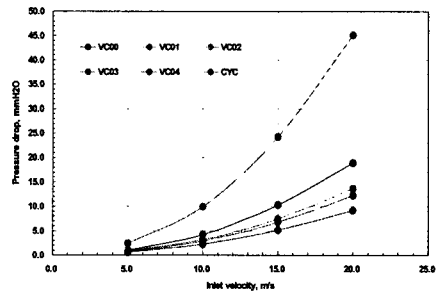


Fig. 4. Pressure drop of virtual cyclones.

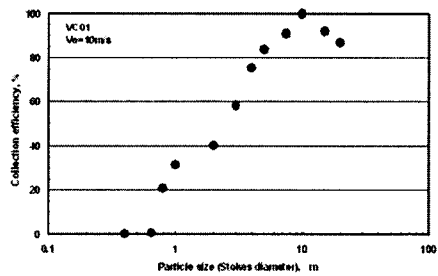
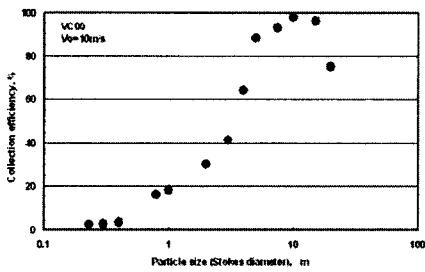


Fig. 5. Collection efficiency of virtual cyclones for fly ash particles.

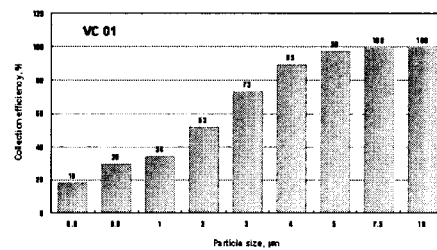
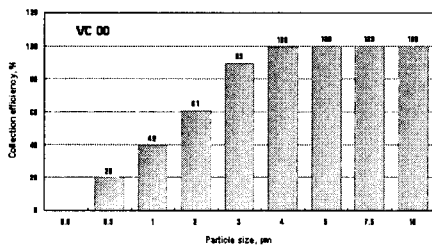


Fig. 6. Collection efficiency of virtual cyclones for BEHS oil particles.

사 사

본 연구는 환경부 차세대 핵심환경기술개발사업의 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사의 뜻을 전하는 바이다.