

## CT12) 전기싸이클론의 집진효율 특성에 관한 실험적 연구 Experimental Study on Characteristics of Particle Collection Efficiency for Electrocyclone

임경수 · 이규원  
광주과학기술원 환경공학과

### 1. 서론

싸이클론 집진장치는 구조 및 운전이 간단하여 비용이 적게 들고 유입 기체 온도에 대한 넓은 운전 범위를 가지고 있기 때문에 여러 산업공정에서 분진을 제어, 분리하는데 널리 사용하는 집진장치중의 하나이다. 하지만 미세 입자에 대해서는 낮은 집진효율을 가지고 있기 때문에 이러한 단점을 보완할 수 있는 방법으로 기존 싸이클론에 전기적 특성을 이용한 전기싸이클론(Electrocyclone)이 사용되었다.

전기싸이클론은 전기집진기와 같은 원리로 싸이클론내에서 코로나 방전을 일으켜 입자를 하전시키고 하전된 입자는 싸이클론에 작용하는 원심력뿐만 아니라 전기력에 의해 싸이클론 내벽에 집진 됨으로써 높은 집진효율을 얻을 수 있다. 특히 크기가 작은 입자에 대해서 집진효율의 향상이 현저하게 나타난다.

싸이클론에 정전기력의 도입은 이미 1960년대부터 시작되었으며 많은 연구가들에 의해서 실험적, 이론적으로 연구가 되었다.(Dietz, 1982 ; Plucinski et al., 1989 ; 하병길 등, 1995 ; 김완수 등, 1998) 하지만 기존의 연구들은 인가전압 및 유입속도 등의 제한된 변수들만을 고려하였으나 본 연구에서는 이들 변수이외에도 전기싸이클론을 구성하는 다른 변수를 고려하여 집진효율의 특성을 알아보았다.

### 2. 실험 장치 및 방법

실험 장치는 크게 입자의 발생장치, 싸이클론, 고전압 하전 장치, 입자 측정 장치로 구성이 되어 있으며 그림 1은 본 실험에 사용한 전기싸이클론 실험 장치의 개요도이다. 입자는 Atomizer를 이용하여  $0.5 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$  크기의 PSL(Polystyrene latex) 입자를 발생 시켰으며 발생된 입자는 Dilution chamber를 거쳐 싸이클론에 유입되게 하였다. 그림 1과 같이 싸이클론 중앙에 wire를 설치하고 고전압을 인가하여 코로나 방전이 일어나도록 하였고, 그림 2와 표 1은 전기싸이클론의 크기 및 운전 조건을 나타낸다. Vortex finder의 재질이 알루미늄일 때 유량을 60, 120, 180 lpm으로, 인가전압을 0, 3, 7, 9 kv로 변화율 시켜 가면서 실험을 하였으며 vortex finder의 재질이 아크릴일 때도 같은 실험을 하여 각각의 집진 특성을 알아보았다.

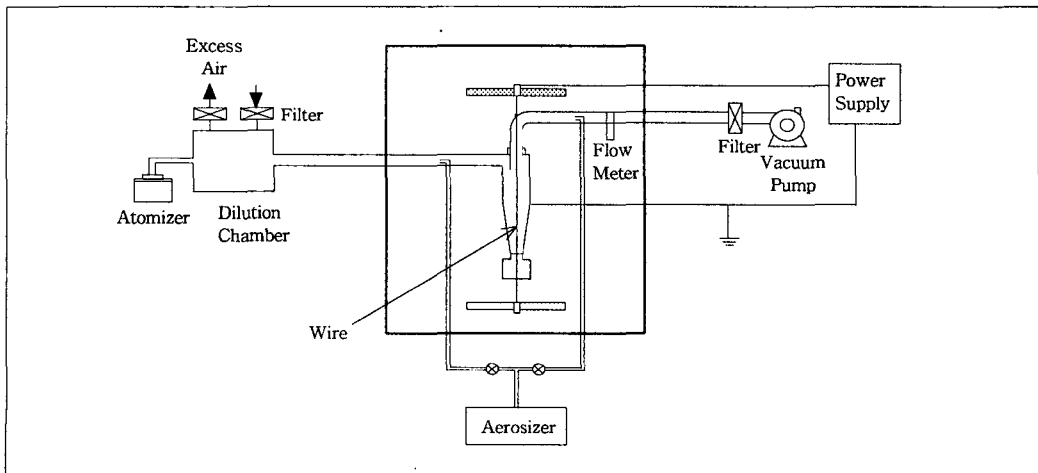


Figure 1. Schematic diagram of experimental setup

또한 vortex finder 길이와 wire의 직경 및 길이를 바꾸어 가면서 실험을 하였다. 입자의 측정은 0.2  $\mu\text{m}$ ~200  $\mu\text{m}$ 의 범위의 입자를 각각 측정할 수 있는 Aerosizer를 이용하여 싸이클론 입구측과 출구측의 농도를 측정하였다.

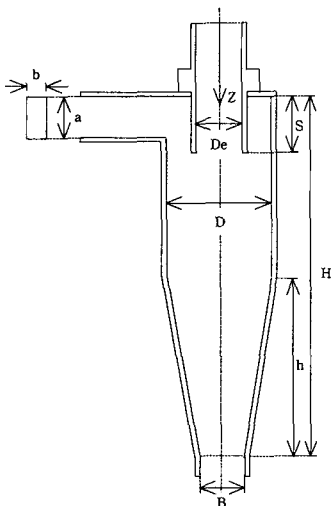


Fig. 2. Geometry of Electrocyclone

Table1. Dimension of Electrocyclone(mm)

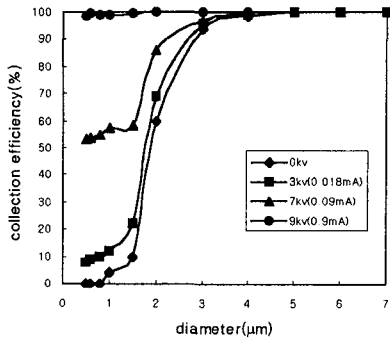
Dimension	Length(mm)
Cyclone diameter, D	44
Outlet diameter, De	20
Inlet height, a	20
Inlet width, b	10
Outlet height, S	35, 45, 55
Cyclone height, H	160
Cylindrical body height, h	80
Dust outlet diameter, B	20
Wire length, Z	95, 170, 210

### 3. 결과 및 고찰

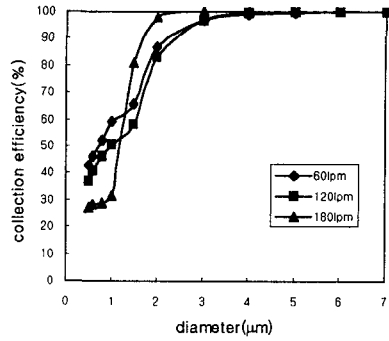
전기싸이클론의 집진효율은 그림 3의 (a)와 같이 인가되는 전압의 세기가 클수록 향상되었으며, 특히 작은 크기의 입자에 대해서 이러한 현상이 현저하게 일어났다. 단순한 싸이클론은 싸이클론 입구측의 유입속도가 클수록 원심력에 의해서 집진효율이 향상되지만 전기싸이클론에서는 작은 크기의 입자에 대해서는 유입속도가 작을수록 집진효율이 향상됨을 알 수 있다.(그림 3. (b)) 그림 3의 (c)는 전기싸이클론의 vortex finder의 재질을 다르게 하여 실험한 결과로써 절연체인 아크릴과 도체인 알루미늄과의 집진효율의 특성을 나타낸다. Vortex finder는 wire와 가장 근접해 있기 때문에 알루미늄일 때는 전압이 인가되면 쉽게 코로나 방전이 일어나서 집진효율이 높으나 절연체인 아크릴과는 코로나 방전을 일으키지 못하고 더 떨어져 있는 싸이클론 내벽과의 전압차에 의해서 코로나 방전이 일어나므로 낮은 집진효율을 나타낸다. Vortex finder의 길이 또한 그림 3의 (d)와 같이 집진효율에 영향을 줄 수 있으며 전기싸이클론에서는 이러한 현상이 더 뚜렷하게 나타남을 알 수 있다. 그림 3의 (e)는 전기싸이클론의 중심 안에서 wire 길이에 따라 집진 특성을 나타낸 것이며 210 mm는 wire가 싸이클론의 위에서 아래까지 전 연역을 통과했을 때는 나타내며 95 mm는 wire가 vortex finder만 통과했을 때를 170 mm는 wire가 vortex finder를 통과하여 싸이클론 원추의 중간까지 통과했을 때를 각각 나타낸다. 그림 3의 (e)에서처럼 많은 입자가 wire와 거리가 가까운 vortex finder에서 집진이 되고 또한 싸이클론 원추 밑부분에서 현저하게 높은 집진효율 특성을 나타내고 있다. 전기집진기와 마찬가지로 전기싸이클론에서 positive 코로나 방전보다 negative 코로나 방전이 높은 집진효율을 나타내고 있다.(그림 3. (f))

### 참고 문헌

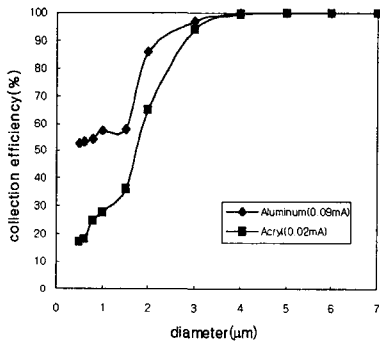
- Dietz, P. W. (1982), Electrically enhanced cyclone separators, Powder Technology, Vol. 31, 221-226
- Plucinski, J., Gradon, L., and Nowicki, J. (1989), Collection of aerosol particles in cyclone with an external electric field, J. Aerosol Sci., Vol. 20, No. 6, 695-700
- 하병길, 여석준 (1995), B/C 분지체거를 위한 전기싸이클론의 집진효율특성, 대기환경공학회지, Vol. 17, No. 11, 1161-1169
- 김완수, 강윤희, 이진원 (1998), 전기싸이클론의 집진 성능 해석, 공기조화·냉동공학 논문집 제 10권 제 6호, 702-713



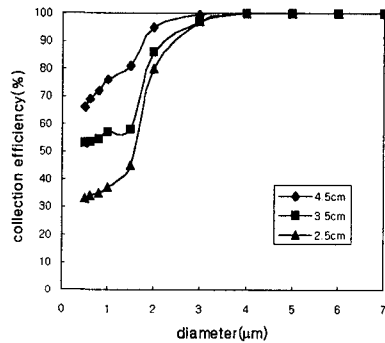
(a) Collection efficiency at various voltage (wire diameter : 0.5mm, flow rate : 120lpm)



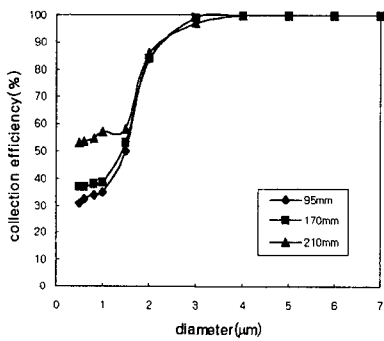
(b) Collection efficiency at various flow rate ( wire diameter : 0.5mm voltage : 7kV, flowrate : 120lpm)



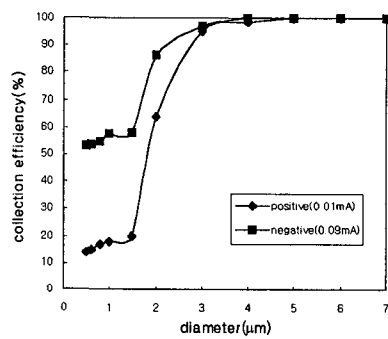
(c) Collection efficiency at different outlet materials (wire diameter : 0.5mm, flow rate : 120lpm, voltage : 7kV)



(d) Collection efficiency at different outlet length(S) (wire diameter : 0.5mm, flow rate : 120lpm, voltage : 7kV)



(e) Collection efficiency at various wire length (wire diameter : 0.5mm, flow rate : 120lpm, voltage : 7kV)



(f) Collection efficiency at different corona charge (wire diameter : 0.5mm, flow rate : 120lpm, voltage : 7kV)

Fig. 3. Collection efficiency of electrocyclone