

## PE7) 미세분진에 대한 정전하 응집 효과 관찰 Investigation of Fine Dust Agglomeration by Electrostatic Charge

조은정 · 조영민

경희대학교 환경응용화학대학

### 1. 서 론

미세 입자의 포집효율을 향상시키고 집진필터의 수명을 연장시키기 위해 여과집진 장치에 전기집진 기술을 접목시켜 미세 입자의 제어 성능을 향상시키기 위한 다단계 집진장치에 대해 많은 연구가 진행되어 왔다(Hautanen, 1996). 그 가운데 전기장 내에서의 입자 응집을 이용한 미세입자의 제거는 전기집진기의 효율을 높이기 위한 방법의 하나로 제시되었고(Lehtinen, 1996), 교류 전기장 내에서의 입자들의 충돌로 인하여 미세입자의 크기가 성장하여 전기 집진 장치에서 미세입자의 제거효율이 상승한다는 연구 결과가 발표되었다(Watanabe, 1995). 그러나 전기장 내에서 발생할 수 있는 다양한 조건 변화에 따른 입자 응집 효과에 관한 체계적인 연구는 아직 미비한 실정이다. 본 연구에서는 분진여과장치의 전처리 개념으로 corona 하전이 미세분진의 응집에 미치는 효과에 관하여 1차적인 변수를 기초로 관찰하였다.

### 2. 연구 방법

본 연구에서 사용된 실험장치는 그림1과 같이 dispersing feed system(4), corona 대전부(8)와 AC 응집부(10), dust collecting filter(13)와 분석장치(12)로 구성되어 있다. 분진 입자의 일정한 공급 흐름을 위하여 dust guide를 설치한 후 분산된 입자들이 서로 응집되지 않고 전기장의 영향으로만 응집될 수 있도록 유도하였다. 공급공기(sheath air)가 층류로 흐를 수 있도록 distributor(7)를 설치하였다. 분산된 입자들은 corona 대전부에서 각각 10 kV의 전압으로 음극과 양극으로 대전된다. 응집부는 가로, 세로, 600 × 100 mm의 두개의 평행한 구리판 사이에 교류 전압을 가하여 교류전기장이 형성되도록 하였다. 입자의 크기 분석은 전식상태로 0.5 ~ 900 μm의 입경분포에서 실시간 측정이 가능한 광산관입도분석기인 Master Sizer S(12)를 사용하였다. AC 응집부가 미세입자 크기 성장에 미치는 영향을 알아보기 위해 응집부에 10 cm 간격으로 분진 시료 채취공(16)을 마련하였다. 분진은 석탄화력발전소에서 배출되는 석탄회를 분쇄하여 평균 3 μm의 입자로 준비하여 습기를 최대한 제거한 후 사용하였다.

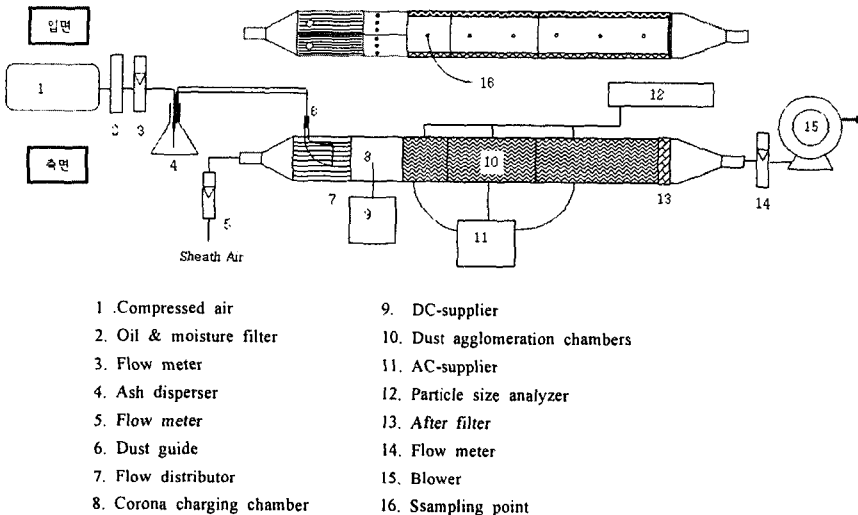


Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

### 3. 결과 및 고찰

전기장이 입자 응집에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 전기장을 인가하지 않은 일반적인 흐름 상태 (Fig. 2 (b))를 기준으로 DC corona만을 인가한 상태 (Fig. 2 (c))와 다양한 조건의 AC 고주파 전기장에 대한 분진의 크기변화를 관찰하여 Fig. 2 에 도시하였다. corona 대전이 없는 역학적 응집 상태에서의 입자의 응집( $d_{50}$ :  $3.35 \mu\text{m}$ )보다  $-10 \text{ kV} \sim +10 \text{ kV}$ 의 corona 전전을 인가한 상태( $d_{50}$ :  $5.79 \mu\text{m}$ )에서 입자들의 응집효과를 관찰할 수 있었다.

AC 전기장을 조성한 실험에서 입자들의 응집효과는 한층 증가하였다. 주파수의 영향을 관찰하기 위하여  $1 \text{ kV}$  전압에서  $60 \text{ Hz}$  (Fig. 2 (e):  $d_{50}$ :  $10.24 \mu\text{m}$ )와  $28 \text{ kHz}$  (Fig. 2 (d):  $d_{50}$ :  $10.52 \mu\text{m}$ )에 대하여 실험한 결과 주파수에서의 입자의 성장을 관찰할 수 있었다. 동일한 주파수에서 AC 전압만을 상승시킨  $5 \text{ kV}$ ,  $60 \text{ Hz}$ 의 전기장 (Fig. 2 (f):  $d_{50}$ :  $10.73 \mu\text{m}$ )의 경우 뚜렷한 입자 크기 증가를 보이고 있는 바, 주파수 보다는 전압의 영향이 크게 작용하는 것으로 판단된다.

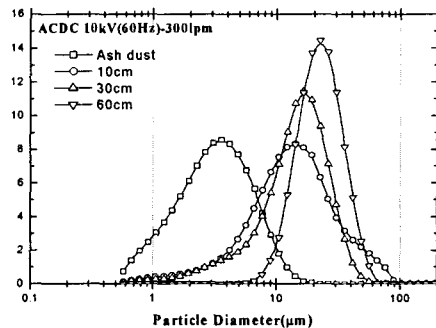
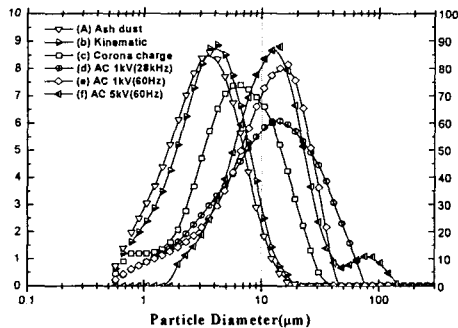


Fig. 2. Electrical agglomeration of fine dust. Fig. 3. Particle size distribution with flow distance.

Fig. 3은 유로의 길이에 따른 입경 변화를 도시한 결과로서 크기는 작지만 넓은 범위에 걸쳐 있던 초미입자가 AC 전기장을 이동하면서 응집성장 이 지속적으로 이루어지며, 동시에 상대적으로 좁은 분진의 크기 분포를 보여주었다.

### 참고 문헌

- K. Lehtinen, J. Hautanen, A. Laitinen (1996) Bipolar charged aerosol agglomeration with alternating electric field in laminar gas flow, J. Electrostatics, Vol.38, 303~315.
- K. Lehtinen, (1995) Kinetic Coagulation of Charged Droplets in an Alternating Electric Field, Aerosol Sci. & Technol., Vol.23, 422~430.
- T. Watanabe, F. Tochikubo, (1995) Submicron particle agglomeration by an electrostatic agglomerator, J. Electrostatics, Vol.34, 367~383.
- J. Hautanen, T. Watanabe, (1995) Brownian agglomeration of bipolarly charged aerosol particles, J. Aerosol Sci., Vol 26, S21~S22.