

## 1B1) 원심력과 여과집진이 접목된 하이브리드형 여과집진장치의 특성

### Characteristics of Hybrid Type Fabric Filter with Combining Centrifugal Force and Fabric Filtration

김상도 · 박현설 · 손재익 · 박영옥 · 강 용<sup>1)</sup>

한국에너지기술연구원 청정에너지연구부, <sup>1)</sup>충남대학교 화학공학과

#### 1. 서 론

원심력집진기는 장치가 간단하지만 집진효율이 낮아 주로 여과포집진장치 및 전기집진장치의 전단에 만 사용되는 단점을 가지고 있다. 여과포집진장치는 고효율의 집진성능을 가지고 있지만 유입되는 먼지의 농도를 감소시키기 위하여 전단에 원심력집진기를 설치하게 되므로 설치공간 및 동력비가 과다하게 소요되고 있으며, 높은 압력손실, 낮은 여과속도에 의한 장치면적 증가, 균일한 집진이 어려워 일부 여과포에 집중적인 부하가 걸리게 되는 단점 등을 가지고 있다. 전기집진장치의 경우 압력손실이 적고 대용량에 적용 가능하지만, 여과집진장치에 비해 집진효율이 낮고, 먼지의 종류 및 연료연소조건에 따라 집진효율이 크게 영향을 받는 단점을 가지고 있다. 이러한 기존 단일 집진기의 단점을 극복하기 위한 방안으로 두가지 이상의 집진원리가 접목된 하이브리드형 집진기술에 대한 개발이 활발히 진행되고 있다. 즉, 원심력과 여과집진이 접목된 기술, 원심력과 전기집진이 접목된 기술, 원심력과 여과집진이 접목된 기술 등이 있는데, 이러한 기술들은 기존의 단일 집진기에 비해 집진효율을 향상시켜 환경규제 기준치를 만족시키며, 장치의 콤팩트화, 장치공간 감소 및 제작비용 및 운전비용의 경제적인 이익을 가져오고 있는 것으로 알려져 있다.

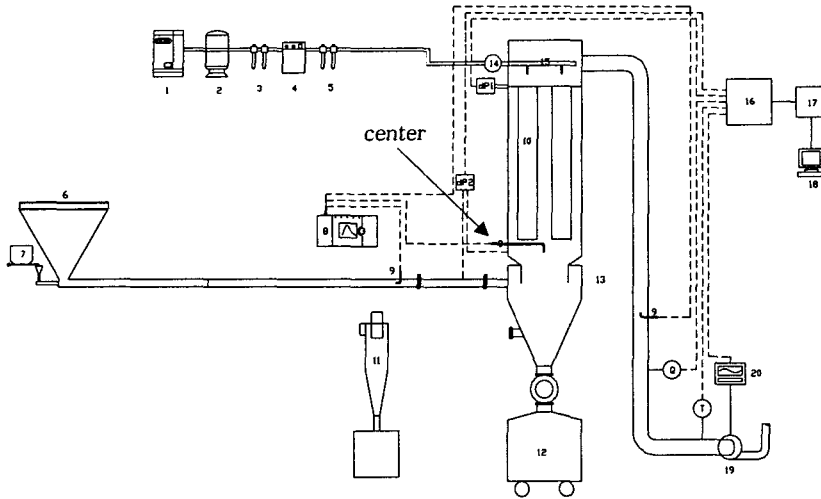
본 연구에서는 원심력과 여과집진이 접목된 하이브리드형 집진장치에 대해 알아보았다. 그 동안의 연구결과를 통하여 장치내부에서의 기류의 흐름 패턴, 기존 원심력집진기의 배출관 역할을 하는 내통구조, 장치의 성능 등에 대해서 알아보았다<sup>1)</sup>. 본 논문에서는 개선된 내통구조를 갖는 하이브리드형 여과집진장치의 성능에 대해서 알아보았고, 또한 전형적인 집진장치 배열인 cyclone과 여과집진장치가 직렬로 연결되었을 경우와 성능을 비교하여 보았다.

#### 2. 실험장치 및 방법

장치의 공정도를 Fig. 1에 나타내었다. 실험장치의 주요 구성은 시험용 먼지 공급부분, 먼지 종류별 여과성능 및 탈진특성을 규명하기 위한 장치 본체 부분, Pulse air 공급 및 분사부분, 실험용 여과포집진장치에 통과하는 기체의 유량조절 및 배출을 위한 청정기체 흡인 부분, 먼지농도 측정부분, 차압 및 유량 제어, 자료 획득 및 처리 부분 등으로 구성되어 있다. 장치 본체 부분은 상부에는 여과포가 설치되어 있고, 하부에는 접선형으로 함진가스가 유입되며, 내통이 장착되어 있어 접선으로 유입된 함진가스가 바로 상부로 가는 것을 방지하도록 하였다. 또한 표준형 원심력집진장치를 설계하고, 이를 본 장치에 연결할 수 있도록 하여 기존의 전형적인 집진장치와 성능을 비교할 수 있도록 하였다.

실험방법은 먼저 송풍기를 작동시켜 유량을 일정하게 한 후 먼지를 공급하게 된다. 이때 여과포 전후 및 내통 전후, 원심력집진장치 전후에서 압력손실이 측정되어 컴퓨터에 자동으로 저장되도록 되어 있다. 또한 입구, 내통 윗부분, 출구에서 각각의 먼지농도를 측정하여 집진효율을 측정한다.

실험에 사용된 여과포는 산업체에서 가장 많이 사용되는 폴리에스테르 재질의 여과포를 사용하였고, 여과포의 규격은 직경 130mm, 길이 600mm로 총 4본이 장착되었다. 장치로 유입되는 유량은 1.96m<sup>3</sup>/min으로 여과속도는 2m/min에 해당되며, 입구먼지농도는 800-1000mg/m<sup>3</sup>으로 하였다. 여과포에 부착된 먼지를 털어내기 위한 탈진압력은 3kg/cm<sup>2</sup>으로 하였고, 탈진 기준 압력손실은 50mmH<sub>2</sub>O로 하였다. 입구, 내통 윗부분 및 출구에서의 먼지농도는 TSI의 APS(Aerodynamic Particle Sizer, Model 3321)를 사용하였고, 먼지농도가 높은 입구부는 Diluter와 함께 사용하여 1/100 비율로 입구농도를 희석하여 사용하였다. 실험용 먼지로는 시멘트(MMD=7.78 $\mu$ m)를 사용하였다.



- |                   |                   |                     |                      |
|-------------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| 1. Air compressor | 6. HEPA filter    | 11. Cyclone         | 16. Main control box |
| 2. Air tank       | 7. Feeder         | 12. Dust tank       | 17. A/D converter    |
| 3. Pre-filter     | 8. APS            | 13. Inner tube      | 18. Computer         |
| 4. Air dryer      | 9. Sampling probe | 14. Air header tank | 19. I.D. Fan         |
| 5. Final filter   | 10. Bag filter    | 15. Blow tube       | 20. Phase inverter   |

Fig. 1. Schematic diagram of experimental equipment.

### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 원심력과 여과집진이 접목된 하이브리드 여과집진장치와 기존처럼 cyclone과 여과포가 직렬로 연결되었을 경우에 대한 먼지부하량에 따른 먼지통과율을 비교하여 나타낸 것이다. 두가지 경우에 있어 먼지부하량이 증가할수록 먼지통과율은 급격하게 감소하였는데, 기존의 장치에 비해 하이브리드형 장치의 경우에 있어서 동일 먼지부하량에서 더 낮은 먼지통과율을 나타내었다. 그림 1의 화살표로 표시된 (center) 곳에서 측정된 집진효율을 비교해 보면, 기존의 형태에

서는 60%의 집진효율을 갖는 것으로 나타났고, 하이브리드형 형태에서는 약 70% 집진효율을 갖는 것으로 나타났다. 따라서, 배출 먼지통과율이 기존의 형태에 비해 낮음을 확인할 수 있었다. 앞으로 내통의 직경, 높이 변화에 따른 장치 성능에 대해 실험결과를 도출할 예정이다.

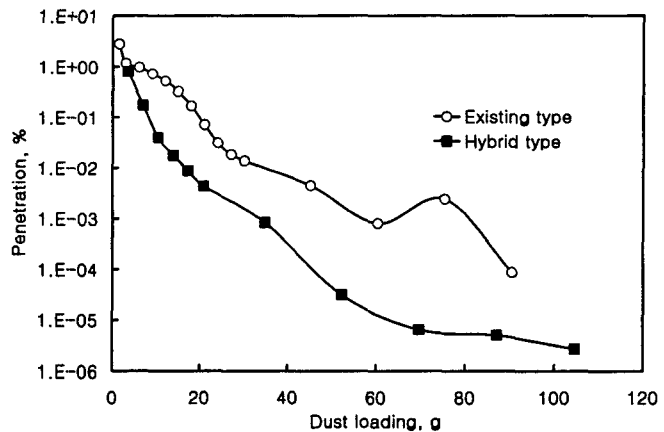


Fig. 3. Penetration versus dust loading.

### 참고 문헌

Park, Y.O, Kim, S.D. Son, J.E., Rhee, Y.W. and Choi, W.S.(2000) Demonstration of a KIER-Type CYBAGFILTER System at the Clinker Calcination Process, Korean J. of Chem. Eng., 17(5), 579-584.