

2C4) 거품코팅을 이용한 고온 배가스 처리용 PTFE/Glass 복합 여과체의 제조 및 특성 평가

Manufacturing and Characterization of Porous PTFE/Glass Filter Media Made by a Foam Coating Technology

박병현^{1),2)} · 김상범¹⁾ · 조영민²⁾ · 이승제³⁾ · 김경수¹⁾ · 이명화¹⁾

¹⁾한국생산기술연구원 신재생에너지팀, ²⁾경희대학교 환경응용과학과, ³⁾창명산업

1. 서 론

지금까지 집진공정에 적용되어 온 여과체는 일반적으로 침층여과(depth filtration) 방식의 것이 사용되어 왔다. 이러한 침층여과방식 여과체의 경우, 미세먼지의 여과체 내부 침투로 인한 압력손실의 증가, 집진효율의 감소, 여과체의 수명 단축 등의 문제점이 심각하기 때문에, 현재 선진국에서는 대부분 일반 여과체에 다공질 표면층을 접합시켜 미세먼지가 여과층 내부로 진입하는 것을 최소화하는 표면여과(surface filtration) 방식을 적용함으로써 집진 및 탈진효율의 향상, 여과포의 수명 연장 등을 꾀하고 있다.

이러한 표면여과(surface filtration)를 위해 여과체 표면에 다공질의 표면층을 접합시키는 다양한 기술이 연구되고 있다. 특히 거품코팅은 습식공정 후의 건조과정에서 물을 가열 증발시키기 위해 소모되는 에너지를 절약하기 위한 방법으로 그 연구가 활발히 진행되었으며, 거품에 의한 부피증가로 가공약품이 개개 섬유표면에 널리 분포되어 확산을 용이하게 하는 장점이 있다. 그 외에도 물의 절약, 폐수 발생량 감소, 가공제의 절약, 생산성 향상 등의 장점이 있어 광범위한 응용이 크게 기대되는 분야이다.

본 연구에서 개발하는 복합 여과체는 단순한 세공구조를 통하여 미세분진의 표면여과를 유도함으로써 운전 중 탈진효과 향상을 비롯한 기존 섬유상 백필터의 단점을 보완하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구에서 개발한 PTFE/Glass 필터에 대한 고온 여과특성을 평가하기 위해서 유동층 실험장치(Fluidised sand bath)를 이용한 고온가스 여과 시험을 실시하였으며, 그림 1에 실험 장치를 나타내었다. 유동층 내부에서의 열전달을 일정하게 유지하기 위한 매개체로 모래를 사용하였으며, 고온 분위기에서 필터를 효과적으로 시험할 수 있도록 제작된 필터홀더를 사용하여 유동층 내부에 PTFE/Glass 필터를 설치하였다.

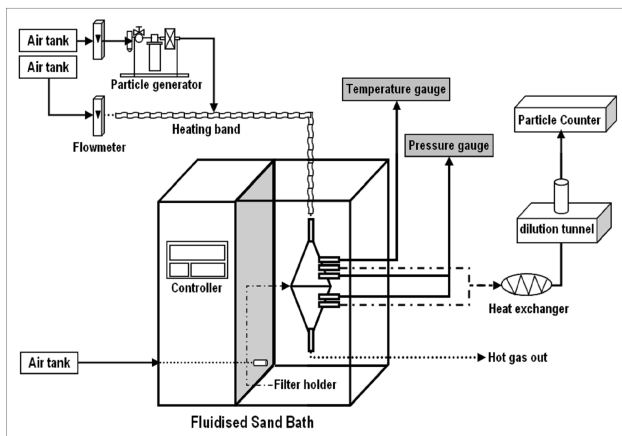


Fig. 1. Experimental set-up for hot gas filtration in high temperature.

필터홀더 내부의 온도와 압력을 조절하기 위해 압력계와 온도조절장치를 사용하였으며, 유동층 내부의 온도 유지를 고려하여 필터홀더 내로 유입되는 고온가스는 유량계를 지나는 지점부터 히팅밴드를 이용하여 초기가열을 실시하였다.

이때, 필터에 전달되는 고온가스의 온도는 본 연구를 통하여 개발된 PTFE/Glass 필터의 열분해 온도를 고려하여 상온~400℃의 범위로 설정하였으며 이를 위해 유동층의 온도는 0℃~800℃의 범위로 설정하였다. 덧붙여, 시스템의 유동화 현상을 효과적으로 유도하기 위해 고온가스 여과 시험을 위한 유동층 장치 하단으로

압축공기를 연속적으로 주입하였다.

3. 결과 및 고찰

PTFE/Glass 여과체의 표면층을 형성하고 있는 거품의 특성을 관찰하기 위해 코팅 필름의 기공분포를 측정하였다. 그림 2는 기공분포측정기(CFP-1200-AEL, Porous Materials Inc.)를 이용하여 유리섬유 여과체의 표면에 형성된 PTFE 코팅층의 기공분포를 측정한 결과이다. 표면에 형성된 기공은 $40\mu\text{m}$ 이하로 분포되어 있는 것을 확인할 수 있으며, 기공의 평균크기는 $17\mu\text{m}$ 이었다.

PTFE/Glass 여과체의 단면을 FE-SEM을 이용하여 관찰해본 결과 여과체의 코팅두께는 PTFE 층, 0.2mm, Glass Fiber 층, 0.8mm이었으며, 관찰을 통해 여과체의 표면형태가 3차원의 다공성 구조를 가지고 있음을 확인할 수 있다. 이는 거품코팅을 통하여 형성된 여과체의 표면층이 직포형태의 유리섬유에 표면여과 형태의 여과특성을 부여한 것으로 판단된다. 위의 결과를 종합해볼 때, 표면을 지배하는 기공은 $15\sim 25\mu\text{m}$ 의 좁은 기공분포를 가지고 있음을 확인할 수 있고 $15\mu\text{m}$ 이하의 기공들은 주된 기공들이 배열된 사이의 빈 공간을 채우고 있음을 확인할 수 있다. 이를 통해 좁은 분포를 형성하는 기공들로 인해 필터의 총괄 여과효율이 결정되고, 미세하게 분포한 상대적으로 작은 $15\mu\text{m}$ 이하의 기공들로 인해 PTFE/Glass 여과체의 통기도가 전체적으로 높아지는 효과를 가져 온다고 할 수 있다.

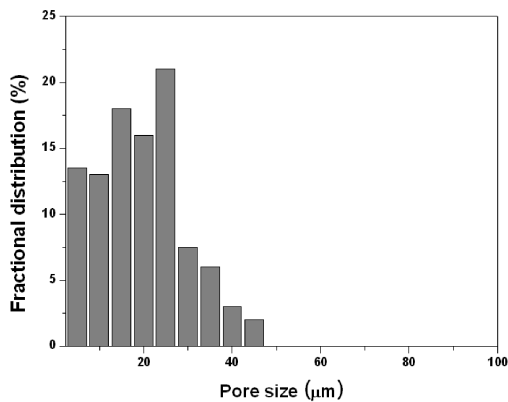


Fig. 2. Pore size distribution of PTFE/Glass filter.

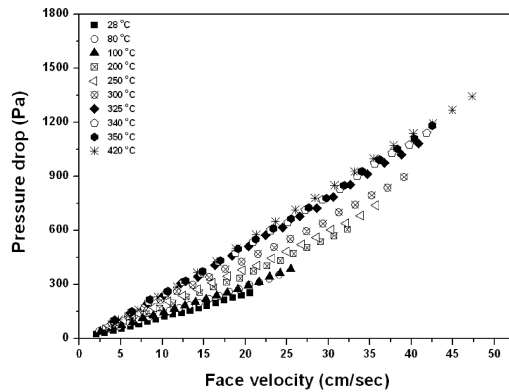


Fig. 3. Pressure drop across the PTFE/Glass filter media with face-velocity.

참고 문헌

- Hong, M.S., D.S. Lee, J.C. Lee, and J.K. Na (1994) A study on the high temperature filtration performance of hot gas filtration medium, *Energy Engg. J*, 3(2), 172-178.
- Jo, Y.M., R.B. Hutchinson, and J.A. Raper (1997) Characterization of ceramic composite membrane filters for hot gas cleaning, *Powder Technology*, 91, 55-62.
- Kim, B.C. (1995) Markets and status of bag filters in Korea, *Membrane Journal*, 5(1), 1-15.