

PE18) 거품코팅을 이용한 배가스 처리용 미세다공질 PTFE/Glass 여과체의 제조 및 특성평가

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

박병현^{1),2)} · 김상범¹⁾ · 조영민²⁾ · 이승재³⁾ · 김경수¹⁾ · 이명화¹⁾

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

1. 서 론

산업현장의 연소공정에서 배출되는 먼지는 대기환경에 악영향을 미치기 때문에 이를 제어하기 위한 많은 노력이 이루어지고 있다. 이러한 미세먼지를 제거하기 위하여 사용되는 여과집진장치는 먼지의 종류나 작업조건에 관계없이 매우 높은 집진성능을 발휘하기 때문에, 최근에는 기존의 전기집진장치를 대부분 여과집진장치로 대체시키고 있는 실정이다. 그렇지만 250℃ 이상의 고온이면서 마모성이 심한 조건에서는 기존 집진여과체를 바로 적용시킬 경우 고온에 의한 여과체의 변형과 여과체 표면손상 등의 문제를 발생시킬 수 있다. 그러므로 이에 대한 연구가 다각도로 이루어지고 있다.

본 연구에서는 폼코팅을 통한 표면층 형성기술을 이용하여 PTFE(Polytetrafluoroethylene)의 거품형성 조건 및 중·고온 배가스 처리용 미세다공질 PTFE/Glass 여과체의 제조방법에 대해 연구하였을 뿐만 아니라 표면층형성 여과체로서의 특성평가에 대한 다양한 실험적 결과를 제시하였다.

2. 실험 재료 및 방법

본 연구에서는 중·고온용 필터의 제조에 PTFE 코팅액을 사용하였다. 이는 미국 듀폰사(社)에서 테프론(Teflon)이라는 이름으로 처음 생산한 것이며 불소와 탄소의 강력한 화학적 결합으로 인해 매우 안정된 화합물을 형성함으로써 거의 완벽한 화학적 비활성 및 내열성, 비점착성, 우수한 절연 안정성, 낮은 마찰계수 등의 특성들을 가지고 있다. 테프론은 C-F 결합으로 이루어져 있으며, 이는 Si-O의 결합에너지인 423kJ/mol 보다 높은 451-485kJ/mol 의 결합에너지를 가지고 있다(표 1 참조).

Table 1. Binding energy between several components.

	Binding energy (kJ/mol)	
	C	Si
C	349	240-340
Si	240-340	189
H	414	304
O	347	423
F	451-485	

탈진실험에 사용한 장치는 주문 제작한 충격기류 탈진 방식의 여과집진기(bag-house)로서 4개의 여과포를 장착할 수 있으며, 실제 산업현장에서 범용적으로 사용되어지고 있는 방식을 채용하고 있다. 또한 먼지발생장치(dust screw feeder), 탈진장치(de-dusting device), 여과 집진장치(bag house), 흡입식 송풍기(blower)로 구성되어 있다. Bag house는 투명 아크릴 소재로 제작하여 여과실험 중 내부관찰이 용이하도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

각 첨가제의 내열성이 확보되어야 중·고온 영역의 배가스를 처리할 수 있기 때문에 내열성시험을 수행하였고, 그 결과 PTFE 수치만이 300℃에서 열안정성을 보였으며, 기타 첨가제들이 첨가된 폼코팅 표면층에서는 열변형이 발생하는 것을 관찰할 수 있었다. 아래의 그림 1은 PTFE에 대한 열중량분석(TGA) 결과를 나타낸다. 그래프를 통해 200℃에서 소량의 중량 감소가 있었지만 그 지점 이후부터 500℃에 도달하기 전까지는 안정적인 상태를 유지하고 있음을 확인할 수 있었다. 그림 2는 본 연구를 통해 코팅한 PTFE/Glass 필터에 대한 열중량 분석 결과이다. 그래프를 통해 PTFE/Glass 필터의 열중량 변화는 그림

1에서의 결과와는 달리 500℃에 도달하기 전에는 매우 미미한 것을 확인할 수 있다. 이는 폼코팅의 특성상 다공성의 표면층을 형성할 때 사용되는 PTFE 코팅액의 양이 매우 소량인 것에 기인하는 것으로 판단된다. 이를 통해 필터 코팅후 경화 과정에서 PTFE에서 소량의 무게감량이 발생함을 알 수 있고, 또한 폼코팅후 필터 경화시의 온도가 360-400℃임을 고려했을때 실제 고온의 가스가 발생하는 배가스의 온도 영역인 250-300℃에서는 필터소재의 열변형이 발생하지 않을 것임을 확인할 수 있다.

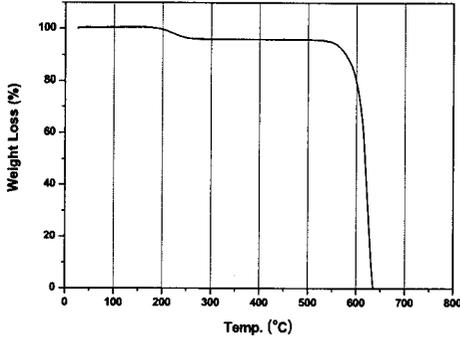


Fig. 1. TGA result of used PTFE powder.

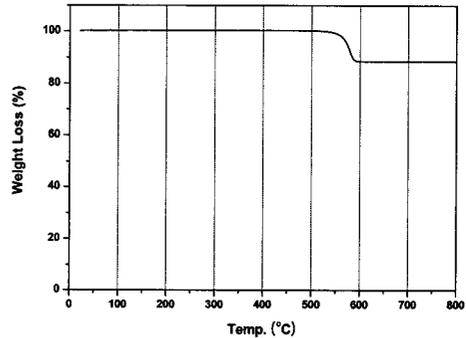
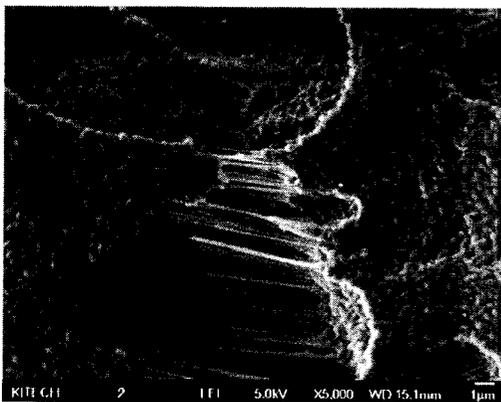
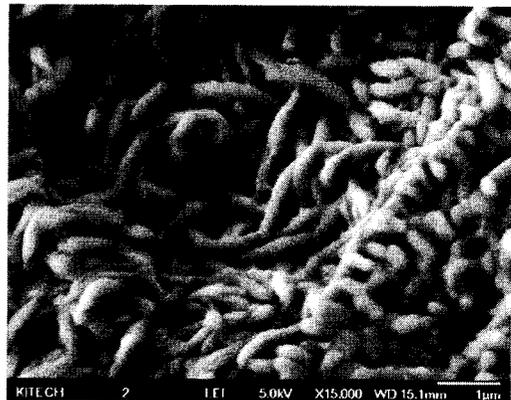


Fig. 2. TGA result of used PTFE/Glass filter media.

그림 3은 PTFE/Glass 폼코팅 여과체에 대해 260℃의 고온 분위기에서 30일간 내열테스트를 실시한 후 FE-SEM으로 여과체 표면을 5,000배와 15,000배의 배율로 관찰한 것이다. 이를 통해 C-F 결합으로 구성된 막대형 PTFE 입자들이 유기적으로 연결되어 있는 것을 확인할 수 있다. 또한 고온의 조건에서 여과체가 외부의 충격받을 경우 표면의 폼코팅층을 이루고 있는 PTFE의 결합이 끊어지지 않고 웹의 형태로 변형되는 것으로 관찰되었다. 이를 통해 폼코팅 여과체를 실제 고온용 필터로써 사용할 때 여과체 표면의 갈라짐 현상이 발생할 것으로 예상되었지만 웹의 형태로 변형될 것이라 예측할 수 있고, 또한 여과기작에 있어서 표면여과의 특성이 더욱 잘 나타날 것이라 판단된다.



(a) magnification($\times 5000$)



(b) magnification($\times 15000$)

Fig. 3. SEM images of manufactured filter media after high-temperature exposure.

참 고 문 헌

- 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.
- Toshiaki Ishino et al. (2000) Porous Polytetrafluoroethylene Membrane, Process for Producing the Same, Sheet-Form Polytetrafluoroethylene Molding, and Air Filter Medium, US patent 6,030,428.