

4B4) 표면층형성 여과백의 성능에 미치는 발포조건의 영향

Effect of Foaming Parameters on the Performance of a Surface Coating Bag-Filter Media

이명화 · 김영춘 · 이승제¹⁾ · 김상범 · 김경수

한국생산기술연구원 환경에너지본부, ¹⁾창명산업

1. 서 론

발전시설 및 일반 보일러에서 발생하는 대기오염물질을 처리하기 위하여 일반적으로 질소산화물을 제거하기 위한 SCR(300℃내외), 열교환기, 여과집진장치(180℃내외), 황산화물제거장치, 굴뚝의 단계를 거치게 된다. 여기에서 SCR이 저온에서 운전되게 되면 그 효율이 급격히 저하되므로 현재의 위치를 유지하지 않을 수 없으며, 이로 인하여 발생된 먼지들이 내부에 퇴적되는 문제점을 가지고 있다. 또한 상용화된 대부분의 여과백이 고온에 견딜 수 없기 때문에, 여과집진장치는 200℃ 이하에서 운전되고 있다. 이에, SCR의 전단에 여과집진장치를 설치할 수 있다면, 전체적인 시스템상으로 대단히 효율적이라는 것을 알 수 있다. 그러나 고온에 적용할 수 있는 여과백(세라믹 필터, 테플론 필터)은 일반적인 여과백과 비교하여 너무 고가이기 때문에 사용에 한계가 있다. 또한 세라믹 필터의 경우에는 일반 백필터와 비교하여 압력손실이 10배이상의 차이가 나고 있다. 그러므로 저비용, 고성능의 중·고온용 여과백을 개발하는 것은 필수적이다.

본 연구에서는 표면층형성기술을 이용한 여과백의 개발에 있어서 코팅액의 발포조건(코팅액의 공급속도, 혼합속도, 발포용 공기의 공급량)이 여과백의 성능에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

2. 실험 방법

유리섬유 원단에 실리콘계열의 코팅액을 발포 및 표면처리하여 중·고온용 여과백을 만드는 데 이용하였다. 코팅액의 발포특성이 여과백의 성능을 좌우하기 때문에 이에 대한 최적화가 필수적이다. 발포특성을 알아보기 위하여 코팅액의 공급속도(20~60 rpm), 혼합속도(120~320 rpm), 발포용 공기의 공급량(0.5~2 lpm)을 조절하였다. 만들어진 표면층 형성 필터의 집진효율 및 압력손실을 측정하기 위하여 그림 1에 나타난 필터성능시험장치를 이용하였다. 필터를 통과하는 유속은 먼지를 제거하기 위해 설치된 HEPA Filter의 전단부에서 MFC(Mass Flow Controller)를 이용하여 조절(본 실험에서는 Face velocity = 5 cm/s로 고정)하였고, 그 때의 테스트용 필터의 상·하류의 압력차(Δp)를 Manometer를 이용하여 측정하였다. 또한 필터의 집진효율($(1-N/N_0) \times 100$)은 A1 표준입자(ISO규격)를 유동층입자발생기에서 발생시켜, 필터가 설치되어 있지 않을 때의 입자의 개수농도(N_0)와 필터가 설치되었을 때의 개수농도(N)를 Particle Counter(Model 1.108, Grimm Aerosol Technik)를 이용하여 측정하였다.

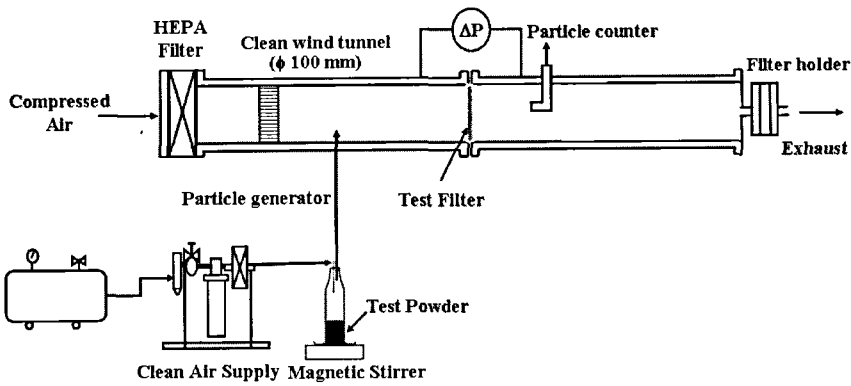


Fig. 1. Experimental setup to measure the filter performance.

3. 결과 및 고찰

3.1 코팅액 공급속도의 영향

코팅액 공급속도의 영향을 파악하기 위하여, 다른 파라메타들(혼합속도 = 280 rpm, 공기공급량 = 0.8 lpm)를 고정시키고 실험을 수행하였다. 그림 2에 코팅액 공급속도 25 rpm일 때의 각 입경별 집진효율(개수농도기준)을 보여준다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 0.4~1 μm범위의 입자들에서 최소집진효율을 가지는 것으로 나타났다. 이 개수농도기준으로 측정된 입경분포자료를 질량농도로 환산하기 위해서 입자의 밀도를 1 g/cm³이라 가정하였다. 질량으로 환산된 필터의 입구와 출구농도를 이용하여 질량기준의 집진효율이 계산되었고, 또한 그 때의 압력손실 값을 이용하여 필터의 성능지수($q_F = -\ln(1-E/100)/\Delta p$)를 계산하였다. 그 결과를 그림 3에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 공기공급량을 0.8 lpm으로 하였을 때는 코팅액 공급속도 25 rpm이 최적의 조건이라는 것을 알 수 있다.

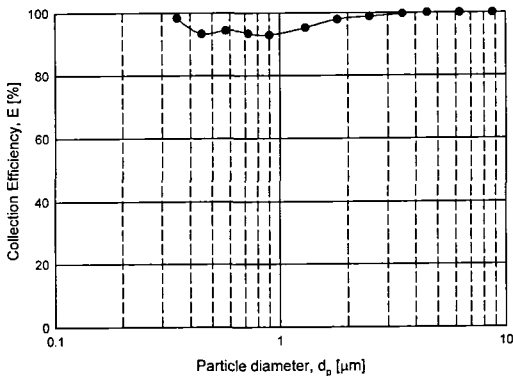


Fig. 2. Collection efficiency as a function of particle size(Feedrate = 25 rpm).

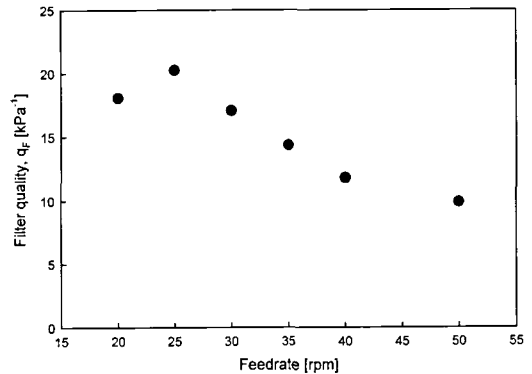


Fig. 3. Filter quality as a function of coating solution feedrate.

3.2 혼합속도의 영향

발포기내에서 코팅액의 혼합을 위한 스크류의 속도를 120~320 rpm으로 조절하여 발생하는 거품의 특성을 분석하였으나, 혼합속도에는 관계없이 일정한 거품특성(density, blow ratio)을 나타내었다. 그러므로 혼합속도는 필터의 성능에 크게 영향을 미치는 인자가 아니라는 것을 알 수 있다.

3.3 공기공급량의 영향

상기의 3.1절에서는 공기공급량이 0.8 lpm일 때, 코팅액 공급속도의 영향을 나타내었다. 그러나 공기공급량을 다르게 조절하였을 때에는 필터의 성능을 나타내는 지수인 필터성능지수(q_F)의 값이 25 rpm이 아닌 것으로 나타났다. 그러므로 각 공기공급량에 따라서 최적의 코팅액 공급속도를 결정하는 것이 필요하다는 것을 알 수 있다.

사 사

본 연구는 산업자원부에서 지원하는 중기거점기술개발사업(과제번호:10024142)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

Jaime Benitez (1993), Process Engineering and Design for Air Pollution Control, PTR Prentice Hall, New Jersey.