

PE6) 원통형 카트리지 집진필터의 기초 여과 특성 실험

Basic Filtration Properties of Cylindrical Cartridge Dust Filters

박현설 · 김상도 · 최호경 · 임정환 · 박석주 · 정순관 · 박영옥
 한국에너지기술연구원 대기청정기술연구센터

1. 서 론

원통형 카트리지 집진 필터는 동일한 크기의 일반 백필터에 비해 2~4배 정도의 여과면적을 확보할 수 있기 때문에 동일한 처리유량에 대해서 탈진주기를 2배 이상으로 증가시킬수 있다. 또한 여과속도를 일반 백필터와 같게 할 경우, 적용되는 필터의 수를 줄일 수 있어 집진 장치가 차지하는 공간을 절약할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 이러한 원통형 카트리지 집진 필터의 많은 장점에도 불구하고 카트리지 집진 필터의 집진 특성에 관한 연구는 매우 저조하며, 대부분 필터 제조업체의 경험에 의해 산업체에 적용되고 있다.

원통형 카트리지 집진 필터와 같은 절곡형 집진 필터는 절곡 조건에 따라 필터로서의 성능이 좌우된다. 절곡 조건으로는 절곡 깊이, 단위 길이당 절곡수, 절곡 형상 등이 있다. 이러한 절곡 조건에 따른 절곡형 에어 필터(air filter)에 대한 연구로는 자동차용 실내 공기정화용 에어 필터(automotive cabin air filter)와 산업용 가스 터빈 유입공기 정화용 에어 필터(turbine intake air filter) 등에 관한 연구가 있으며, 본 연구에서 다루고자 하는 원통형 카트리지 집진 필터에 관한 연구는 체계적으로 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 원통형 카트리지 집진 필터의 성능을 분석하기 위하여, 다양한 절곡 조건에 대한 실험을 통하여 원통형 카트리지 집진 필터의 최적 설계를 위한 기초 자료로 사용하고자 한다.

2. 실험 방법

원통형 카트리지 집진필터의 최적설계를 위한 방법으로 본 연구에서는 다양한 형상의 실험용 집진필터를 제작하여 이에 대한 성능평가 실험을 수행하였다. 실험용 필터의 사양은 표 1과 같다.

Table 1. Specification of cylindrical pleated dust filters

Items	Specification
Outer diameter of filters	150 mm
Length of filters	600, 900, 1200 mm
Pleat height	12, 20, 25, 30, 40 mm
Pleat count	20, 36, 50, 72, 90

탈진실험은 절곡된 필터의 표면에 가속도계를 부착하여 탈진시 필터 표면의 진동을 측정하는 방법으로 수행하였다. 가속도계는 측정범위가 ± 1000 g 이며 3개 채널을 이용하여 필터 길이 방향에 따른 탈진 성능을 실험하였다. 탈진공기압력은 3기압(게이지압력)에서 7기압까지 변화시켰으며, 실험용 집진필터의 절곡조건별, 형태별 탈진성능을 평가하였다.

3. 실험 결과

절곡필터는 유량과 절곡조건에 따라 집진성능이 크게 달라진다. 절곡산 사이의 간격이 너무 좁으면 절곡면 사이를 통과하는 유체의 마찰저항이 커지며 절곡산 사이의 간격이 크면 동일한 외형과 처리유량을 갖는 집진필터의 경우에 필터 표면적이 작아져 마찰손실이 증가하게 된다(Chen 등, 1994, 1995). 그림 1은 절곡조건에 따른 원통형 절곡 집진필터의 압력손실을 나타낸다. 절곡높이가 40 mm인 경우에 압력손실이 급격히 증가하는 것은 절곡면사이의 마찰손실 외에 필터 내부유로의 단면적이 대폭 축소되기 때문에 내부유로에서의 공기저항이 증가하기 때문이다. Darcy의 법칙에 따라 여과속도와 압력손실은 선형적으로 비례하였으며, 절곡 높이가 증가할수록 절곡면사이의 마찰저항이 증가하기 때문에

압력손실은 증가함을 알 수 있었다.

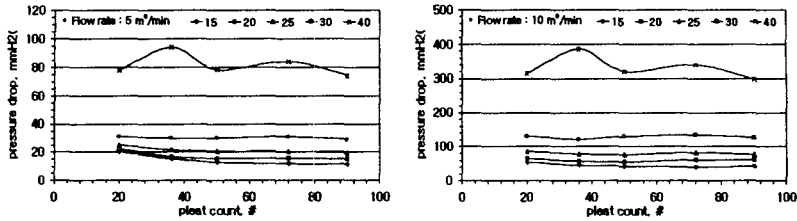


Fig. 1. Pressure drop of tested filters for various pleat shapes and flow rates.

원통형 절곡 집진필터의 최대 장점인 증대된 여과면적은 필터의 집진성능 중 유일하게 탈진성능에 역효과를 주게 된다. 집진필터의 탈진이 pulse-jet인 충격파를 발생하고 이를 이용하여 필터 표면에 강한 압력을 가해 부착된 먼지층을 털어내는 방법을 적용하고 있음을 상기한다면, 단위 길이당 여과면적이 증가하면 단위 면적당 충격은 감소하게 된다. 따라서 탈진 효율이 감소하게 된다. 이러한 절곡필터에서의 탈진성능 저감효과를 극복하기 위해서는 절곡필터의 강도, 집진효율, 압력손실외에 탈진효율을 주요 설계변수로 한 집진필터의 설계가 이루어져야 한다. 본 연구에서는 절곡필터의 탈진성능을 예측하기 위한 방법으로 필터의 절곡면에 가속도계를 부착하여 탈진시 진동을 측정하였다. 그림 2는 절곡높이가 25 mm인 절곡 필터의 절곡수를 변화시켜가며 가속도계를 이용하여 탈진성능을 측정한 결과이다. 절곡수가 증가함에 따라 필터표면에서의 진동(가속도)이 점차 감소함을 알 수 있다.

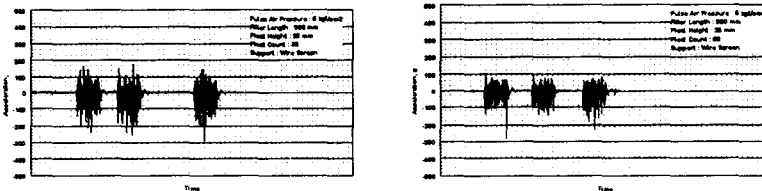


Fig. 2. Acceleration at the surface of the tested filter when the pulse jet cleaning is triggered.

4. 결 론

이상과 같이 본 연구에서는 절곡조건, 기타외형조건, 탈진조건에 따른 원통형 절곡 집진필터의 여과성능을 분석하였다. 원통형 절곡 집진필터는 패널형 절곡 공기정화 필터와는 달리 필터 길이방향으로의 유동에 의한 압력손실이 존재하며, 절곡높이가 증가할수록 기여도가 높아짐을 알 수 있었다. 탈진성능 예측 실험의 경우 가속도계를 이용하면 절곡 집진필터의 탈진성능을 충분히 분석할 수 있을 것으로 확인되었으며, 절곡수가 증가할수록 탈진효율은 감소하는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서는 동일한 여재의 집진필터에 대해 절곡조건과 운전조건을 변화하며 원통형 절곡 필터의 설계변수를 결정하는 실험만이 우선적으로 진행되었으나, 향후 여재의 특성과 처리기계의 특성을 모두 고려한 연구가 뒤따라야 할 것이다.

참 고 문 헌

Chen, D., D. Y. H. Pui, and B. Y. H. Liu, (1994) Optimization of Pleated Filter Designs, American Filtration Society Conference, Oct.5-6, Minneapolis/St. Paul.
 Chen, D., D. Y. H. Pui, and B. Y. H. Liu, (1995) Optimization of Pleated Filter Designs Using aFinite- Element Numerical Model, Aerosol Science and Technology, 23:579~590