

다층구조의 고효율 수처리용 필터 및 제조장치 개발

이동현¹, 하준호¹, 김승현¹, 유영상², 홍주희^{1,*}

순천제일대학교 산업기술화공과¹,

(주) 수연테크²

(joohee@suncheon.ac.kr^{*})

Development of multi-layered high efficiency water treatment filter and manufacturing device

Dong-Hyun Lee¹, Jun-Ho Ha¹, Seung-Hyoen Kim¹, Young-Sang Yoo², Joo-Hee Hong^{1,*}

Department of Industrial Technology & Chemical Engineering, Suncheon First College¹

Suyeon Technology, 341, Sandan-ro, Danwon-gu, Ansan-si, Gyeonggi-do, Korea²

(joohee@suncheon.ac.kr^{*})

1. 서론

최근 인류에 대한 환경 오염의 위협이 심각함을 직시한 미.일을 비롯한 유럽의 각 선진국에서는 황폐해져 가는 자연을 되살리려는 범국가적인 차원의 환경 정책을 이미 펴고 있으며, 그 대책으로써 산업의 전체적인 분야에 걸친 환경관련 기술의 개발에 박차를 가하고 있다. 총체적 의미에서 물리적 및 화학적 분리 기술과 관련된 산업이 필터(filter) 산업이다. 현재 국내에 수처리용 카트리지 필터와 관련된 제조 기술은 pp사(絲)나 아크릴사(絲) 및 면사(絲) 등을 와인딩(winding)하는 제조 기술, 고분자 melt-blown 제조기술 및 고분자 부직포를 열접착 또는 감아서 제조하는 기술 등 3가지 분류되고 있다. 본 연구과제에서는 고분자 부직포를 필터의 용도에 맞게 pore의 크기를 조절하여 자동으로 필터를 생산 제조하는 기술을 개발하여 고가 수입품을 대체할 수 있는 제품을 개발하고자 한다.

2. 공정이론 및 실험

2.1 연속형 부직포 시스템 설계

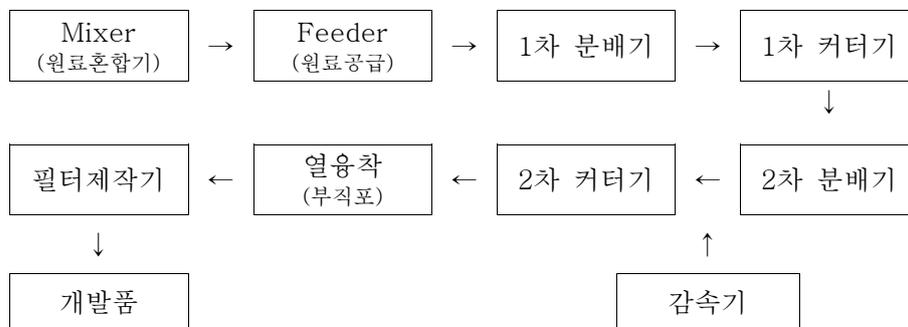


Fig. 1. Schematic diagram for nonwoven production.

2.2 Melt Blown을 활용한 기술개발

ES Fiber의 가격조건으로는 새로운 개발품(카트리지필터)를 개발하여도 큰 부가 가치성이 없다는 단점이 있어 그러한 단점을 보완하고자 제작된 부직포에 LDPE(HYUNDAI SEETEC LDPE XJ800) 공압출 방사하여 섬유간의 접착력을 증대시키는 공정을 개선하였다(Fig. 2).

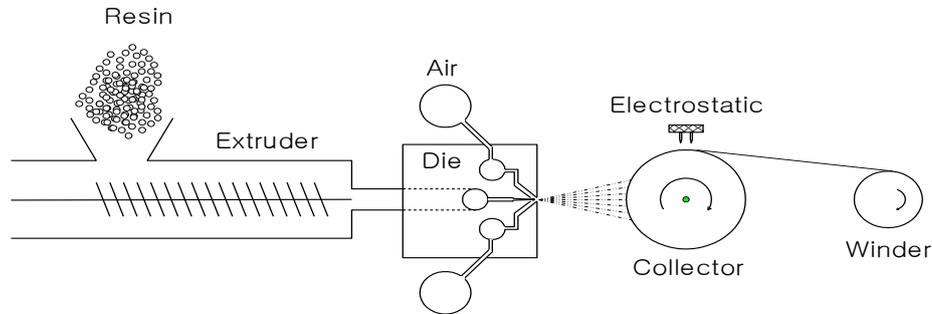


Fig. 2. First Spray-spinning extrusion system.

2.3 카트리지필터 시험 방법

수처리용 카트리지필터의 여과 특성을 시험하기 위하여 여과시험기를 제작하였으며, 그 개략도는 아래 그림으로 나타내었다. 여과 특성 시험은 통수량-압력손실 시험, 여과효율 시험, 내구성 시험, 흡착 시험 및 이온 교환 시험의 다섯 분야에 대하여 수행하였다.

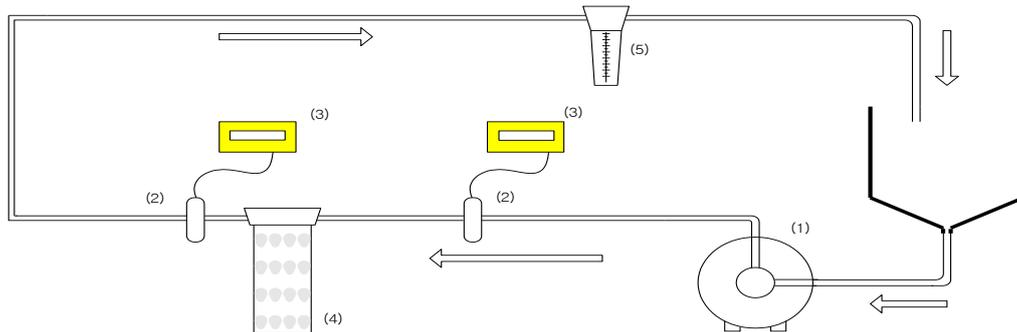


Fig. 3. The schematic diagram of water filtering tester ; (1) D.C.Motor, (2) Pressure gauge, (3) Indicator, (4) Filter media, (5) Flow meter.

2.3.1 통수량-압력손실 시험

카트리지필터를 필터케이스에 장착한 후, 유체의 flow rate를 2 l/min에서부터 12 l/min까지 증가하면서 매 2 l/min마다 압력손실을 측정했다.

2.3.2 여과효율 시험

여과효율(filtration efficiency) 시험은 유체 중의 고형물을 제거하는 카트리지필터의 여과능력을 측정하기 위해 수행했다. 20 l의 물에 고형 입자인 카버런덤(carborundum) #600(10 ~ 30 μm 의 입자 크기)을 5분당 5 g씩 첨가한다. 이때의 유체 flow rate는 10 l/min으로 일정하게 유지하였다. 5분마다 카버런덤을 5 g씩 첨가하였으며, 압력손실 역시 5분마다 측정하였다. 고형 입자인 카버런덤의 총 첨가량은 40 g이며, 40 g의 카버런덤 첨가 후 여과된 물과 여과 전의 물의 오염입자 분포를 단위부피당 물 속의 고형 입자 크기 분포는 Image Analyzer System (Omnimet 1, UK)을 사용하여 측정하였

으며, 다음의 식을 사용하여 수처리용 카트리지 필터의 여과효율 계산을 하였다.

$$\text{filtration efficiency}(\%) = \frac{I - I'}{I} \times 100$$

여기서, I 는 여과전의 단위부피당 고형 입자 개수이며 I' 은 여과후의 물의 고형 입자 개수를 각각 나타낸다.

4. 실험결과

4.1 통수량 실험결과

본 연구에서 개발한 5 μm 이상의 오염입자 제거용 카트리지필터의 통수량-압력손실을 Fig. 4에 나타내었다. 또한 기존의 다른 카트리지필터, 즉 샘플 A(국내산)와 샘플 B(일본산) 카트리지필터와의 비교시험을 수행하였다. 그래프에서 보는 바와 같이, 통수량(water flow rate)이 증가할수록 기존의 부직포 와인딩 카트리지필터의 압력손실이 급격히 증가하였으며, 사권형과 본 연구에서 개발된 카트리지필터의 압력손실의 증가는 상대적으로 낮게 나타났다. 이러한 통수량-압력손실 시험은 카트리지필터의 여과수명 산출에 있어서 중요한 의미를 갖는다. 카트리지필터는 일반적으로 한계 압력손실에 도달하면 새로운 필터로 교환해야 하며, 한계 압력손실은 1.0~1.5 kg/cm^2 정도로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서 개발한 수처리용 카트리지필터의 여과수명이 기존의 A나 B 카트리지필터보다 우수한 것으로 나타났다.

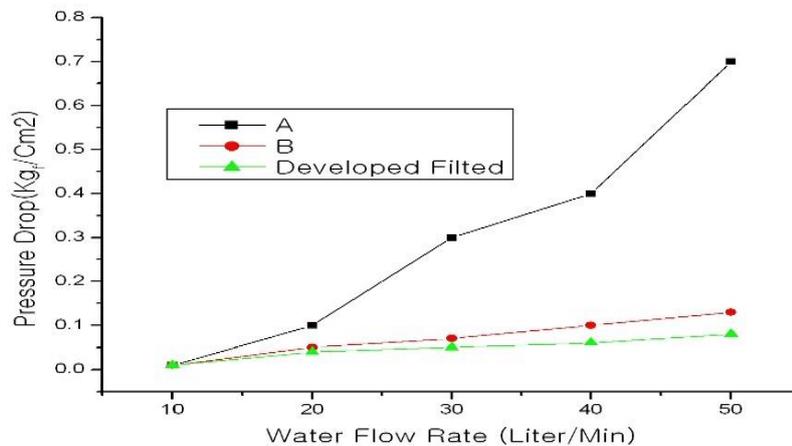


Fig. 4. The variation of pressure drop with water flow rate of 5 μm cartridge filter.

4.2 여과효율 실험결과

Fig. 5는 본 연구에서 개발한 5 μm 이상 오염 입자 제거용 카트리지필터의 여과효율을 측정된 결과를 나타낸다. 필터의 요구성능은 낮은 압력손실과 우수한 여과효율이며, 이러한 조건에 적합한 필터의 경우 우수한 여과효율과 낮은 압력손실 등으로 인하여 필터의 수명 또한 연장이 가능할 것으로 판단된다. 여과효율 시험은 유체중의 고형물을 제거하는 필터의 여과능력을 측정하기 위하여 수행하였으며, 시험에 사용한 필터는 5 μm 용 카트리지필터이다. 본 연구에서 개발한 필터는 5

μm 이상의 오염 입자에 대한 여과효율이 93% 이상이고 A의 경우 효율이 낮고 B의는 개발품과 비슷한 결과였으나 약간 효율이 떨어진다는 것을 볼 때 본 연구에서 개발한 고분자 섬유상 카트리리지 필터의 여과성능이 우수하다고 판단된다.

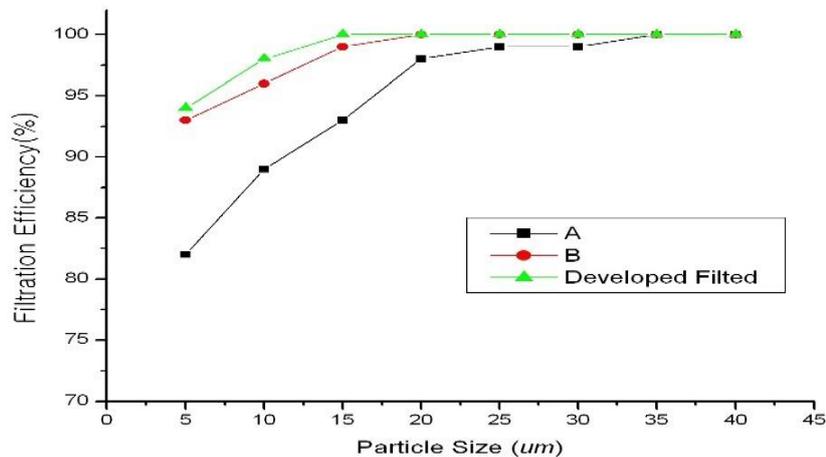


Fig. 5. The filtration efficiency of 5 μm cartridge filter on the particle distribution.

5. 결론

본 개발을 진행하며 알 수 있었던 가장 중요한 요소는 정밀한 필터(일본산)의 소재(ES Fiber)가 물성이 아닌 부직포의 제조방법 및 fiber의 Denier라는 것이다. 현재 국내에서 제조되는 필터의 대부분은 원료를 부직포 제작회사에서 공급받아 이것을 이차 가공하는 형태로 제조되고 있지만 부직포를 필터의 μm 에 맞는 fiber를 선별하여 제조하지 못하기 때문에 필터 성능의 차이가 있었다고 예상된다. 그러한 결과로 앞에서 보여준 카트리리지 필터의 성능 평가에서 국내산 필터의 5 μm 와 개발품의 비교 평가에서 잘 나타나고 있다. 국내산 6 Denier로 만들어진 5 μm 의 필터와 개발품의 1.5 Denier로 만들어진 5 μm 의 필터에서 현저한 차이가나고 오히려 일본산 필터의 성능비교에서 보다 우수한 결과가 나왔다는 것을 보면 쉽게 이해할 수 있었다. 이러한 결과는 저렴한 가격으로 정밀한 필터를 만들 수 있다는 가능성이며 이는 수입대체 효과로 가져올 수 있을 것으로 판단된다.

6. 참고문헌

1. Cha, B. J. and Chi, S. D., "Recent Trends and Prospect in Microfiltration Membrane", KIC News, 14(6), 29-37(2011).
2. Cha, B. Chi., Ji, S. D. and Kim, J. H., "Membrane market for water treatment", KIC News, 14(6), 2-8(2011).
3. Chung, S. C., Ahn, B. G. and Im, S. S., "Effect of Melt - blown Processing Conditions on the Filtration Characteristics of Polypropylene (PP) Cartridge Filter", Applied Chemistry for Engineering, 13(6), 613-618(2002).
4. http://smroadmap.smtech.go.kr/0201/view/m_code/A330/id/1822/idx/1300.