

## 복합방사 Melt blown 부직포의 방사공정 조건에 따른 고성능 HEPA filter의 환경 여과특성 연구

김연상, 김정연, 김기영, 최영옥, 도성준

한국생산기술연구원 산업용 섬유팀

### Effects of Bicomponent Melt Blown Spinning Process on Filtration Durability Characteristics of High Performance HEPA Filter

Yeon-Sang Kim, Jung-Yeon Kim, Ki-Young Kim, Young-og Choi, Song-Jun Doh

*Korea Institute of Industrial Technology, Technical Textile Department, Cheonan, Korea*

#### 1. 서론

최근 환경오염이 심각해짐에 따라 고성능 필터의 수요가 급증하고 있으며, 이러한 필터의 섬유소재는 점차 초저차압 absolute HEPA filter의 수준이 요구되고 있다. 이에 선진국에서는 bicomponent melt blown 제조기술을 이용하여 여과성능과 내구성이 우수한 HEPA filter용 정전 melt blown을 생산하여 air filter 시장을 공략하고 있다. 그러나 여전히 국내에서 사용되는 필터여재는 성능 및 수명이 해외제품에 미치지 못하며 시간이 흐름에 따라 균제도가 저하된다는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 고고효율, 저차압의 특성을 실현하는 sheath/core bicomponent melt blown filter media를 개발하고자 하였다. 이를 위하여 PP 수지와 물리적, 화학적 특성이 다른 PE, PET, Nylon 6등의 수지를 균제화 및 극세화에 초점을 맞추어서 최적의 방사공정조건을 도출하여 복합방사한 후, filter media의 물성 및 여과특성을 평가하였다. 그리고 melt blown은 정전기적 하전에 의해 고기능화 특성이 부여되어 여과성능이 향상될 수 있다는 점을 고려하여 charging 전후의 여과특성의 변화도 살펴보았다.

#### 2. 실험

##### 2.1. 시료 및 사양

본 연구를 위하여 A사에서 제조한 용융지수가 각기 다른 5종의 PP 수지(용융지수 : 25, 60, 450, 900, 1200g/min)를 복합방사의 원료로 사용하였다. 그 중 최적의 PP를 선정하여 PP, PE, PBT, Nylon 6을 50:50 비율로 각각 방사하여 중량 30g/m<sup>2</sup>의 sheath/core bico melt blown media를 제조하였다.

##### 2.2. 실험

균제도 최적화에 적합한 PP를 선정하고자 복합 방사 시료의 중량 및 공기투과도(Textest FX-3300), pore size(Perm porometer) 편차를 측정하여 균제도 수준을 평가하였다. PP/Polymer bico melt blown media를 제조한 후 물성 및 균제도를 분석하였고 단면구조를 SEM(Hitachi S-3000H)으로 관찰하였다. 그리고 PP/PE bico melt blown의 극세화에 영향을 미치는 공정인자(DCD, suction blower rpm, hot air temp., secondary blower rate 및 temp.)를 제어하여 방성한 후, 초극세화도를 파악하기 위하여 SEM을 이용하여 표면을 분석하였다. Corona charging 전후 혼합수지별 여과특성의 변화를 살펴보고자 TSI 3160 system을 이용하였다. Corona charging은 hot, cold charging 각각 30KV, 0.33mA, 30KV, 5mA의 조건으로 진행하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. Bico melt blown media의 균제도 및 단면형태 평가

용융지수가 각기 다른 PP로 방사된 복합방사 부직포의 중량 균제도 측정 결과, 편차 3% 이내로 복합 방사된 시료 모두 균일한 편이었고, 특히 용융지수 900인 PP는 중량의 편차가 약 1%로 견제도가 매우 우수하였다. 그리고 용융지수 값이 증가할수록 통기도의 균제성이 우수한 경향을 보였다. Pore size의 균제도 역시 PP수지의 용융지수가 높아질수록 mean pore size가 증가했고, 편차는 감소하고 있었다. 균제도 측정 결과, 용융지수가 증가됨에 따라 편차가 낮은 우수한 melt blown을 제조할 수 있었다.

용융지수 900인 PP수지를 PP, PE, PBT, Nylon 6와 복합 방사한 시료들 모두 각각의 중량 균제도 평가 결과, 3% 이내로 균일하였고 특히 PP/PE bico melt blown은 1%내외로 가장 우수하였다. 통기도 균제도는 PP/PE가  $29.2\text{cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 로 가장 우수하였고, 균제도도 2% 내외로 측정되었다. Pore size 균제도도 역시 PP/PE bico melt blown가 가장 우수하였다.

SEM으로 bico melt blown fiber의 단면 형태를 분석한 결과, PP/PE bico melt blown의 전체섬유 직경이  $2.31\mu\text{m}$ , core fiber가  $1.07\mu\text{m}$ 로 가장 우수한 sheath/core 구조를 갖고 있음을 확인하였다.

#### 3.2. 방사공정 parameter에 따라 제조된 melt blown media의 초극세화 평가

Sheath/core bico melt blown system의 방사공정 조건을 변화시켜 PP/PE 복합방사 부직포의 극세화 연구를 진행하였다. DCD를 제어한 경우 SEM 관찰결과, DCD 200mm 이하에서 polymer 용융 융착현상이 발생하였고, DCD 350mm 이상에서는 세섬도가 급격히 감소함을 확인하였다. 250~300mm에서 비교적 극세섬유가 방사되었다. Suction blower rpm을 1000~3000rpm까지 변화시켜 실험한 결과, 1000rpm 이하에서는 섬도가 굵고 불균일하며 필름화 현상이 나타났다. 1500~2800rpm에서는  $3\sim 12\mu\text{m}$ 로 제조되었고, rpm이 증가할수록 섬유 세섬도가 증가하는 경향을 보였다. 그러나 2800rpm 이상이면 차압이 높아질 수 있기에 1500~2000rpm이 적당할 것으로 사료된다. 그리고 Hot air의 온도는  $260\sim 280^\circ\text{C}$ , secondary blower rate 80%, secondary blower 온도  $45^\circ\text{C}$ 일 때 평균 섬유 직경은  $3\mu\text{m}$ 로 초극세화 bico melt blown 제조가 가능하였다.

#### 3.3. 방사수지별 corona charging에 의한 bico melt blown media의 여과특성 평가

PP/PBT, PP/PE, PP/PET 복합방사 여재 모두 corona charging 후 여과효율이 상승하였다. 특히 PP/PE의 경우 charging 후 38.07%에서 99.41%로 여과효율 상승폭이 가장 컸다.

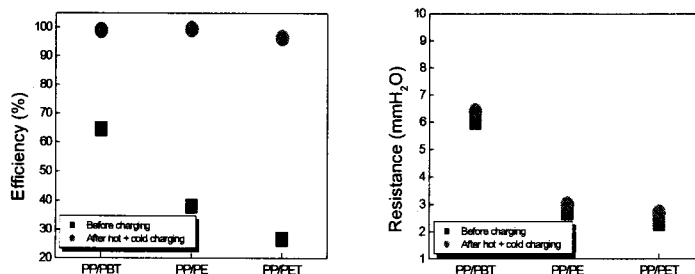


Figure 1. Corona charging에 의한 media의 여과효율 및 차압특성

### 4. 참고문헌

1. P.P. Tsai, L.C Wadsorth, Advances in Filtration and Separation Technology, 9, 473 (1998)
2. Parker Hannifin Plc, Melt blown cartridge technology, Filtration & Separation, 31, 4