

PET/Nylon6 분할형 초극세사 제조시 방사조건이 섬유단면에 미치는 영향

김학용, 이덕래, 김환철, 박병기, *신우택, *호요승
전북대학교 공업기술연구소, (주)삼양그룹연구소

1. 서론

2성분을 이용한 분할형(separation type) 초극세 섬유에 대한 기본 개념은 Du Pont사의 Bree와 Tanner가 제시하였다. 이들은 초극세 섬유 생산에 관한 공업적으로 적용은 하지 못하였다. 그 이후에 일본의 화섬사에서 공업적으로 생산이 가능한 방사구금 설계를 하여 생산이 가능하게 되었다. 2성분을 이용하여 복합섬유(conjugate fiber)를 방사하고 연신한 후에 각 성분의 용해도나 분해도 차이를 이용하거나, 팽윤도 혹은 수축을 차이를 이용하거나, 기계적인 비틀림에 의해서 한가지 성분을 분리하는 방법으로 초극세 섬유 제조가 가능하게 되었다. 일본의 Kanebo사는 Belima라는 상품명으로 1974년에 상품화에 성공하였다. 분할후의 굵기는 0.05~1데니어 수준이며 PET는 8개의 삼각형 단면으로 분할되고 Nylon6는 1개의 반경방향의 세그먼트로 분할이 가능한 것을 개발하여 인조 피혁, 인조 스웨트, 잠화용 등의 다양한 분야로 적용을 하였다. 이외에도 Teijin사, Kuraray사 등 일본의 다수의 화섬사는 물론 국내에서도 코오롱사, 삼양사, SK사, 효성사 등의 화섬사가 1980년대 중·후반부터 상품화에 성공하여 판매하고 있다.

본 연구의 목적은 PET/Nylon6 분할형 초극세 섬유 제조시 방사공 윗부분에 놓이게 되는 슬릿 slit)과 원형으로 구성된 분배판에서 슬릿의 폭과 깊이 slit width and depth)가 섬유단면에 미치는 영향을 알아보고자 하며 분배판의 슬릿과 폭을 고정하고 PET/Nylon6의 조성비가 섬유단면에 미치는 영향을 알아보고자 한다. 또한 PET의 고유점도를 0.64로 고정하고 나일론의 상대점도가 섬유단면에 미치는 영향을 알아보고자 하며 역학적인 물성에 미치는 영향도 알아보고자 한다.

2. 실험 및 분석

2.1. 방사 및 연신 실험

PET는 고유점도가 0.64인것을 이용하였으며 Nylon6는 Table 1에 나타낸 것을 이용하였다. 방사기는 압출기가 2대로 이루어진 Extrusion System사의 복합방사기를 이용하였으며 방사속도를 1,000m/min으로 방사하였다. 이 미연신사를 연신배율 2.90으로, 1롤러 온도를 82℃로, 슬릿히터 slit heater) 온도를 180℃로 하여 연신하였다. 방사구금 상부에 위치한 슬릿과 원형으로 이루어진 분배판에서 슬릿의 폭/깊이가 0.28/0.28, 0.28/0.54, 0.28/0.84mm 3종류를 이용하여 방사하였다.

2.2. 분석

동적점도 측정

Nylon6의 유변학적 거동을 Rheometrics사의 Model ARES를 사용하여 280℃, strain 20%하에서 주파수 변환을 행하여 측정하였다. 25mm 평행판을 사용하였고 평행판 사이의 gap을 1.25~1.30mm으로 측정하여 동적점도(dynamic viscosity)를 구하였다.

Table 1. Chemical properties of Nylon 6

Code	Relative viscosity	-COOH(meq/kg)	-NH ₂ (meq/kg)
K1	2.61	65	51
K2	2.85	40	45
K3	3.10	47	32
K4	3.21	33	52
K5	3.33	43	61
K6	3.56	81	41

섬유단면 및 인장특성

섬유의 단면 및 측면을 측정하기 위하여 시편을 액체 질소하에서 파단시키고 금으로 코팅한 후에 주사전자현미경(Cambridge사, Model S360)을 이용하여 측정하였다. 인장강도 및 신도는 시료길이를 20cm, 인장속도를 20cm/min으로 하여 Instron사의 model 4465를 사용하여 5회측정하여 평균값을 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. Nylon6 상대점도의 영향

PET/Nylon6 분할형 초극세사 제조시 사용된 Nylon6의 용융점도가 섬유단면에 미치는 영향을 알아보기 위하여 동적점도를 측정하였다. 방사시 스피넵(spinn pack)의 온도를 280℃로 하였기 때문에 280℃에서 측정하였다. 그 결과를 보인 그림이 Figure 1이다. 이 결과로부터 영전단 점도를 구하여 나타낸 표가 Table 2이다. Figure 2는 분할형 초극세사에서 Nylon6의 상대점도가 100데니어 분할형 연신사의 강도에 미치는 영향을 보여준 그림이다. Nylon6의 상대점도가 증가함에 따라 강도는 증가하였으며 Nylon6 상대점도에 관계없이 신도는 43~47%이고, 탄성률은 82~89g/d이었으며, 100℃ 물에서의 수축률은 10.6~11.7%를 보였다. Nylon6의 상대점도에 따른 초극세사 섬유단면을 보인 그림이 Figure 3이다. Nylon6의 상대점도가 3.56이고 영전단점도가 7,170poise인 것은 방사가 불가능하였다. 그 이유는 Nylon6의 용융점도가 PET에 비하여 매우 크기 때문에 Nylon6의 압력손실이 증가하므로써 Nylon6의 유입이 어렵기 때문으로 생각된다.

3.2. 슬릿 크기의 영향

슬릿의 크기를 0.28mm로 고정하고 깊이를 각각 0.28mm, 0.56mm, 0.84mm로 하여 방사하였다. 이때 PET/Nylon6의 조성비를 60/40wt%로 하고 Nylon6의 상대점도가 3.21인 것을 사용하였다. 슬릿의 깊이가 증가함에 따라 Nylon6의 압력손실이 매우 적기 때문에 Nylon6의 유입이 보다 쉽게 이루어지기 때문으로 생각된다.

Tbale 2. Zero shear rate viscosity of Nylon6 and PET

Code Items	K1	K2	K3	K4	K5	K6	PET
Relative viscosity	2.61	2.85	3.10	3.21	3.33	3.56	-
Zero shear rate viscosity(poise)	1190	2280	2630	3750	5650	7170	2350

3.3. PET/Nylon6 조성비의 영향

PET/Nylon6 조성비가 분할형 초극세사 섬유단면에 미치는 영향을 알아보기 위하여 PET/Nylon6 조성비를 50/50, 60/40, 70/30, 75/25wt%로 변화하여 실험을 하였다. 이 때 슬릿의 폭과 깊이는 0.28mm로 하였고 나일론의 상대점도 RV가 3.21인 것을 사용하였다. 폴리에스테르의 영전단점도가 280℃에서 2,350poise이었으며 Nylon6의 영전단점도는 3,750poise이었다. Nylon6의 함량이 증가함에 따라 보다 양호한 형태의 섬유 단면을 형성하고 있음을 알 수 있다.

4. 결론

PET/Nylon6 분할형 초극세 섬유 제조시 방사조건이 섬유단면에 미치는 영향을 알아본 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 분배판을 이루는 슬릿의 폭과 깊이가 모두 0.28mm이고 폴리에스테르에 비하여 영전단점도가 3배인 상대점도가 3.56인 Nylon6를 사용하면 섬유단면을 형성하지 못하였다.
2. 슬릿의 깊이가 증가함에 따라 초극세 섬유단면 형성은 보다 양호하게 형성되었다.
3. Nylon6의 상대점도가 증가함에 따라 PET/Nylon6 분할형 초극세 연신사의 강도는 증가하였다

참고문헌

1. T. Nakajima, "Advanced Fiber Spinning Technology", Chap.9, Woodhead Publishing Ltd., Cambodge, 1994.
2. Y. Washino, "Functional Fibers, Trends in Technology and Product Development in Japan", Chap.8, Toray Research Center Inc., 1993.
3. JTN, "Shin-Gosen, Japan's Latest Synthetic Fiber Textiles, Chap.4, Osaka Senken Ltd., 1994.

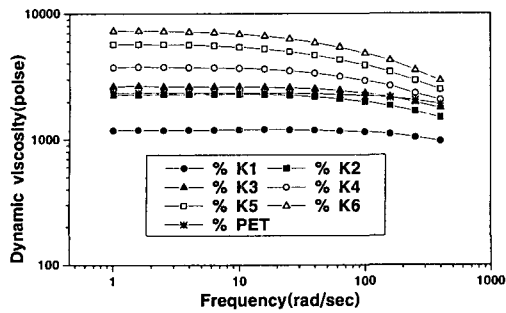


Figure 1. Dynamic viscosity vs. frequency at 280°C of Nylon 6 and PET.

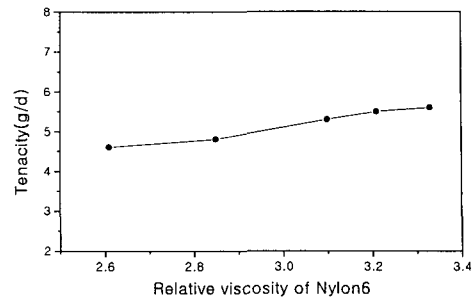
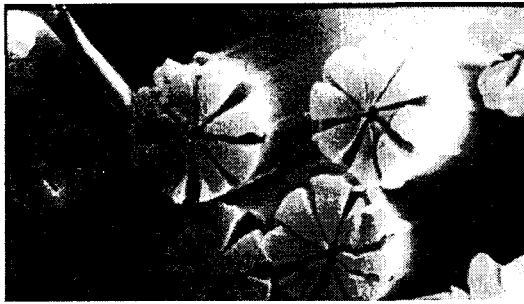
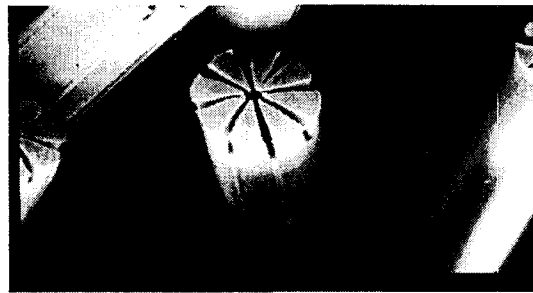


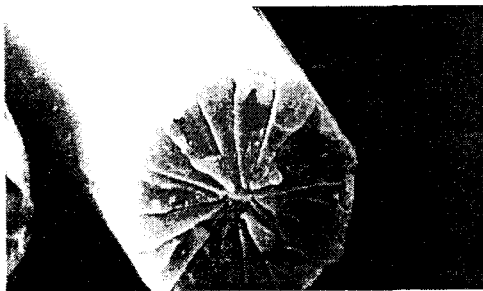
Figure 2. Tenacity as a function of relative viscosity of Nylon 6 for separation type PET/Nylon 6 ultra-fine fiber.



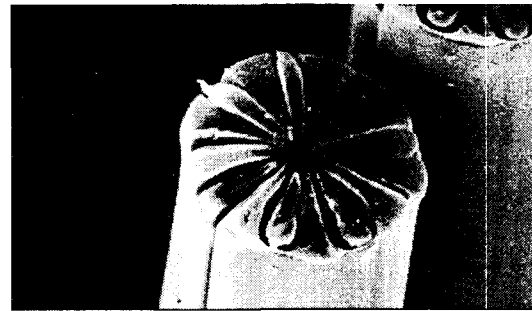
(a)K1(Nylon6 RV=2.61)



(a)K2(Nylon6 RV=2.85)



(c)K3(Nylon6 RV=3.10)



(d)K5(Nylon6 RV=3.33)

Figure 3. Cross-section as a function of Nylon6 relative viscosity for separation type PET/Nylon6 ultra-fine fiber. Dimension of both slit width and depth is 0.28mm.