

직물용 PET/Co-PET 해도사의 Co-PET 추출 조건에 관한 연구

권 오 혁 · 박 명 수 · 윤 중 호* · 조 대 현**

경일대학교 공과대학 섬유패션학과

*경일대학교 공과대학 공업화학과

**대구광역시

1. 서 론

최근 초극세 섬유가 상당히 주목을 받고 있다. 섬유가 가늘어지면 굽힘 강성이 저하되고 비 표면적이 증가하는 등의 많은 특징을 발휘하기 때문에 이러한 초극세 섬유의 고유한 특징을 상품화와 연결시키려는 연구들이 특히 기업들을 중심으로 활발히 진행되고 있다.

초극세 섬유에 대한 정의는 아직까지 명확하게 규정되지 못하고 있지만 일반적으로 0.3데니어 이하의 섬유를 초극세 섬유로 분류하고 있으며^{1,2)} 초극세 섬유중 주로 제직 및 편물 용도로 활용되어지는 필라멘트사는 직접 방사식(직방식), 분할형 복합 방사식, 해도형 복합 방사식 등의 3가지 방사방식에 의해서 주로 제조되고 있지만 제조방식^{3,4,5)}에 따라서 제조된 초극세 섬유의 특성이 구별되는 관계로 적절한 형태로 활용되고 있다.

기본적으로 직접 방사식에 의해 제조되는 초극세 섬유는 특수가공사용에, 분할형 복합 방사식으로 제조되는 초극세 섬유는 고밀도 직물에, 그리고 해도형 복합 방사식으로 제조되는 초극세 섬유는 인공피혁을 중심으로 상품화로 추진이 되고 있다.⁶⁾

2가지 폴리머를 사용하는 복합 방사식에 대한 기본 개념은 미국의 듀폰사에 의해서 제안되었지만 초극세 섬유의 제조기술과 이 섬유를 활용한 상품화와 관련된 기술은 도레이를 포함한 일본의 합섬메이커들에 의해서 기술개발이 되었고 현재도 세계시장을 리더하고 있다.⁶⁾ 그러나 초극세 섬유를 제조하기 위해서는 첨단기술이 필요할 뿐만 아니라 개발된 상품의 부가가치가 매우 높은 관계로 이 기술들은 철저히 회사의 기밀로 유지되어 왔었기 때문

에 체계적인 연구결과도 공표 되지 않고 있는 실정이다.

그러나 최근 국내에서도 그 동안의 원사 제조기술의 발전에 힘입어 초극세 섬유를 제조할 수 있는 복합방사기술도 개발하였고 양산 시대를 맞게 되었는데⁷⁾ 특히 海島型 복합 방사식으로 제조되는 초극세 섬유는 바다에 여러 개의 섬이 있는 듯한 형태의 원사 단면으로서 島성분에는 정규 폴리에스터를, 海성분은 알칼리 감량속도가 빠르도록 공중합시킨 변성 폴리에스터를 사용하여 일반적으로 제조하고 있다.^{8,11,12)} 또한 이 방식에 의해서 제조되는 초극세 섬유는 사가공, 제직준비, 제직 또는 편직 공정까지는 일반적인 폴리에스터 원사와 거의 동일하게 취급이 가능한 반면 알칼리 감량속도가 빠른 海성분의 변성 폴리에스터를 용해시켜 제거하면 정규 폴리에스터만으로 이루어진 도성분의 초극세 섬유로 제조할 수 있게 된다^{2,8,10)}. 따라서 이 방식으로 제조되는 초극세 섬유를 사용하게되면 상품화시키기 위한 새로운 공정설비의 도입 없이도 일반 폴리에스터 섬유의 상품화 공정설비를 활용할 수 있다는 장점이 있다.

그러나 초극세화를 목적으로 海성분인 변성 폴리에스터를 제거시키기 위하여 거치게되는 NaOH에 의한 감량공정은 그 처리조건에 따라서 초극세사로 잔존하여야 하는 도성분의 정규 폴리에스터까지도 손상시킬 수 있기 때문에 균일한 용출 조건의 도출은 필연적이다.^{2,10)} 사실 海도형 복합 방사식에 의해 제조되는 초극세 섬유를 적용한 직물의 상품화가 활발하게 진전되고는 있지만 일정한 용출률의 관리가 되지 않고 있어 염색성, 촉감 등의 재현성이 부족하여 제조원가의 상승요인으로 작용하고 있다.

따라서 본 연구에서는 NaOH의 농도, 처리시간, 처리온도와 같은 공정조건을 변화시켜 PET/Co-PET Sea-Island Type Microfiber로 제조된 직물의 초극세화를 위하여 연속식 방식에 의한 Co-PET를 용출, 제거하기 위한 최적 조건 등을 조사함과 동시에 이들의 변화에 따른 직물의 역학적 특성 중 인장성질에 대해서도 고찰하여 업계에 실질적인 기반 자료를 제공하는데 목적이 있다.

2. 실험 방법

2-1. 해도사의 Co-PET 성분의 용출 제거

해도사의 해부분 용출 성능을 조사하기 위하여 PET/Co-PET Sea-Island Type Microfiber(Co-PET 함유율 35%)는 NaOH 농도 1%, 2%에서 그리고 일반사는 2%의 농도의 Bath내에서 침지 방법으로 에서 5분에서 30분간 처리하여 아래 식에서 분해률을 구하였다.

$$\text{분해률(\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

W_1 : 처리하기 전의 시료무게, W_2 : 처리 후의 시료무게

2-2. 시험포

시료는 주)K사에서 제공된 경사 75/36(DTY)와 위사는 (PET/CO-PET, Sea- Island Type Microfiber) 0.05d, 36분할사 + 40/24(고수축사)인 130/48 복합 ITY사로 제작 후 정련된 능 직물을 사용하였고 이때의 위사 밀도는 65pick/cm이다.

2-3. 시험포의 Co-PET 성분의 용출 제거

이번 실험에서는 Padding시 시험포의 기포제거를 위하여 고안된 Padding 장치(Fig.1)를 이용하여 소정의 NaOH 농도(8%, 12%, 14%, 18%)에서 상온으로 시험포를 각각 Padding(4 nip)시킨 후(이때 Padder nip 압력은 상압으로 하였다.) 시험포의 규격을 30×35cm로 하여 Wet curing machine (Wet-hot air)에서 온도 120℃, 130℃에서 각각 처리한 다음 약산에서 중화시킨 후 충분히 수세 하였다.

이때 처리 온도 120℃, 8%, 12%인 경우는 처리 시간을 2.5min, 5min, 7min

으로 하였으며, 농도 14%, 18%인 경우는 처리 시간을 1.5min, 3min, 5min으로 하였다. 그리고 처리온도 130℃에서는 농도에 관계없이 1.5min, 3min, 5min으로 하였으며 이때 Wet-hot air의 RH는 70%로 하였다.

세척된 시료를 80℃의 열풍건조기 속에서 1시간 동안 건조시킨 후 Silicagel이 들어있는 Desiccator속에서 48시간 방치시킨 후 무게를 측정하여 위의 2-1의 식에 의해 분해률을 계산하였다.

2-4. 역학적 성질 측정

Co-PET 성분의 용출, 제거방법에 따른 시험 부직포의 역학적 특성치는 시험포의 규격을 20cm×20cm로 하여 KES-FB 측정 방법을 이용하여 직물의 부피감이 있고 좋은 맵시에서 오는 느낌인 풍유도(Fukurami)에 가장 많은 영향을 미치는 인장성질 중 인장에너지(WT)와 인장회복도(RT)를 측정하였다. 이때 역학적성질의 평가는 PET/Co-PET Sea-Island Type Microfiber를 위사만 사용된 직물을 시료로 사용한 관계로 시험포의 위사 방향에 한정하였다

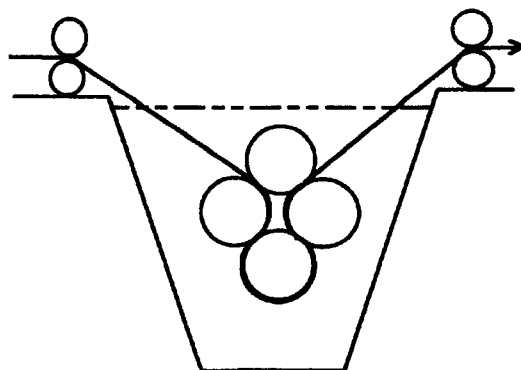


Fig. 1 Testing of padding(4nip) apparatus

2-5. 위사의 표면사진

편광현미경(CARL ZEISS)을 이용하여($\times 200$ 배) 위사의 Co-PET성분 용출 상태를 관찰하였다.

2-6. 열적 성질 측정

Differential Scanning Calorimeter(Perkin Elmer-DSC7)를 사용하여 승온 속도 $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 으로 실온에서 시료의 용점까지 열적 성질을 측정하였다. 이때의 시료 무게는 약 10mg 으로 하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 Bath(95°C)내에서 감량한 해도사와 일반사의 처리 시간변화에 따른 감량률 변화를 NaOH 농도(해도사는 1%, 2%, 일반사는 2%)별로 나타낸 것이다. 여기서 보면 일반사의 경우는 거의 감량률의 변화가 일어나지 않으나 해도사인 경우를 보면 NaOH 농도 1%에서는 처리시간 5min에서 15min까지는 감량률의 변화가 급격히 증가하여 감량률이 20%에 달하고 있으며 처리시간 30min에서 30%의 감량률을 나타내고 있다. NaOH 농도 2%에서는 처리시간 5min사이에서 급격히 증가하여 감량률이 20%에 달하고 있으며 그 이후에서도 서서히 증가하여 처리시간 15min에서 30%의 감량률을 나타났음을 알 수 있다.

이는 해도사의 Co-PET인 Sea부분이 일반사에 비하여 급격하게 NaOH에 의하여 추출되고 있음을 알 수 있고 또한 저 알칼리 농도에서도 민감하게 반응을 하고 있음을 알 수 있다.

Fig. 5는 120°C 의 Wet curing machine에서 처리시간 변화에 따른 감량률의 변화를 나타낸 것인데 NaOH농도가 8%, 12%인 경우는 처리시간을 2.5min, 5min, 7min으로, 농도가 14%, 18%인 경우는 처리시간을 1.5min, 3min, 5min으로 한 것을 나타내었다. 여기서 보면 처리 시간이 길수록 처리 농도가 높을수록 감량률은 증가하고

있으며 농도가 높을수록 증가의 폭이 크게 나타나고 있다.

NaOH농도가 8%, 12% 경우에는 처리시간 2.5min에서는 Co-PET 용출량이 약 5% 내외로 나타났으며 5min에서는 약 13% 정도로 나타났고 7min에서는 농도가 8%의 경우는 약 15%, 12%의 경우는 약 17%로 나타났다. NaOH농도가 14%, 18%인 경우에는 처리시간 1.5min에서는 5% 내외, 3min에서는 10-13% 정도로, 5min에서는 16-18% 정도로 나타났음을 알 수 있다.

Fig. 6은 130℃의 Wet curing machine에서 처리시간 변화에 따른 감량률의 변화를 나타낸 것이다. 여기서보면 Fig. 5와 유사한 거동을 하고 있음을 알 수 있으나 처리시간 1.5min에서는 NaOH농도가 12%, 14%에서는 5% 내외로, 3min에서는 11%와 13% 정도로 나타났으며 5min에서는 15%와 17% 정도로 나타났다. Fig. 5, 6을 비교하여 보면 처리시간이 길수록 감량률의 증가폭이 130℃에서 처리한 경우가 120℃에서 처리한 경우보다 크게 나타났으며 NaOH농도 변화에 따른 감량률의 증가폭이 더욱 현저하게 나타나고 있음을 알 수 있다.

따라서 본 실험에서 사용한 시료의 Co-PET를 적절하게 용출(13.5%) 하기 위하여서는 120℃에서 Wet curing한 경우에는 NaOH농도 8%, 12%에서는 처리시간이 5min 이상이 필요하나 14%의 경우엔 3~5min, 18% 경우는 3min 정도가 필요함을 알 수 있고 130℃에서 Wet curing한 경우에는 NaOH농도 8%에서는 5min 이상이 필요하나 12%, 14%의 경우엔 3~5min, 18% 경우는 3min 이하에서도 Co-PET 용출(13.5%)이 가능함을 알 수 있다.

4. 결 론

PET/Co-PET Sea-Island Type Microfiber로 제조된 직물의 초극세사 화를 위하여 Co-PET를 용출, 제거하기 위한 최적 조건 등을 조사함과 동시에 이들의 변화에 따른 직물의 물리적 특성 등을 비교검토 하여 작업 현장에 실질적인 자료를 제공하기 위한 목적으로 경사 75/36(DTY)와 위사는 (PET/CO-PET, Sea-Island Type Microfiber) 0.05d, 36분할사 + 40/24(고수축사)인 130/48 복합 ITY사로 제작

된 능 직물을 이용하여 소정의 NaOH농도, 소정의 Steam온도와 소정의 시간으로 용출 처리 한 후 이들의 변화조건에 따른 Co-PET를 용출률 변화와 인장성질을 비교 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 본 실험에서 사용한 시료의 Co-PET를 적절하게 용출(13.5%) 하기 위하여서는 120℃에서 Wet curing한 경우에는 NaOH농도 8%, 12%에서는 처리시간이 5min이상 필요하나 18%경우는 3min정도가 필요함을 알았다.

2. 130℃에서 Wet curing한 경우는 농도12%, 14%의 경우엔 3~5min, 18%경우는 3min이하에서도 Co-PET용출이 가능함을 알았다

3. 알칼리 농도가 높을수록 WT는 증가하고 있음을 알았고 120℃에서 처리한 경우는 처리시간 3min이상에서는 거의 평형에 도달하였다.

4. 130℃에서 처리한 경우는 알칼리 농도가 8%, 12%보다 14%, 18%에서 처리 시간에 따른 WT의 증가폭이 커지고 있음을 알았다.

5. RT의 변화는 120℃에서 처리한 경우 알칼리 농도 8%, 12%에서, 130℃에서는 농도 12%에서 시간변화에 따른 RT의 변화는 거의 비슷하게 나타나나 그이상의 알칼리 농도에서는 처리시간이 경과함에 따라서 RT의 감소가 뚜렷이 나타났다.

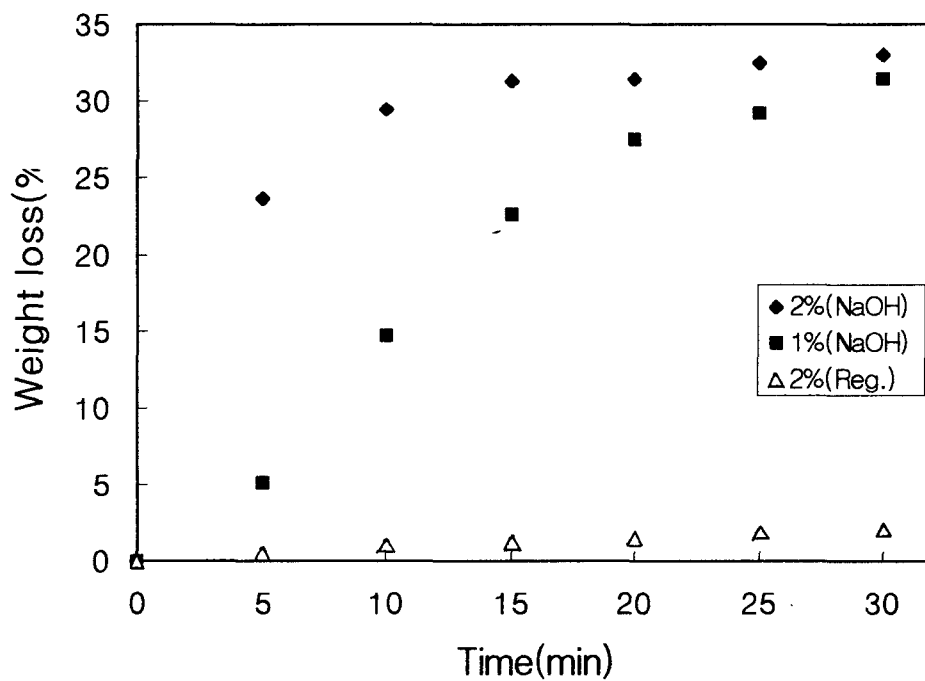


Fig. 2 Weight loss of samples against treated time at various concentration of NaOH solution in bath 95°C

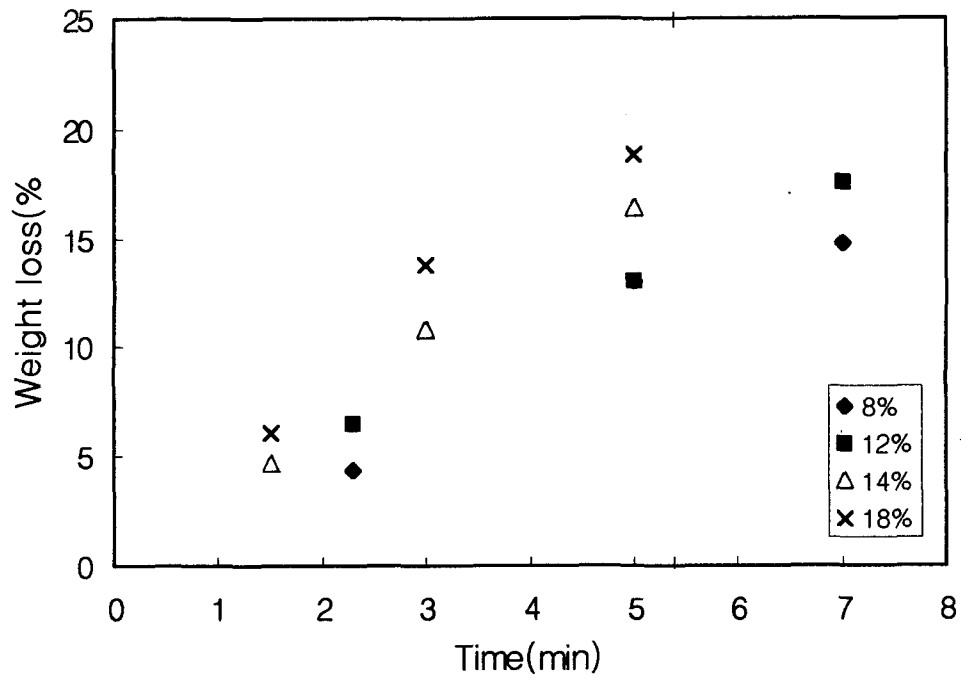


Fig. 5 Weight loss of samples against treated time in various concentration of NaOH solution at wet curing temperature 120°C

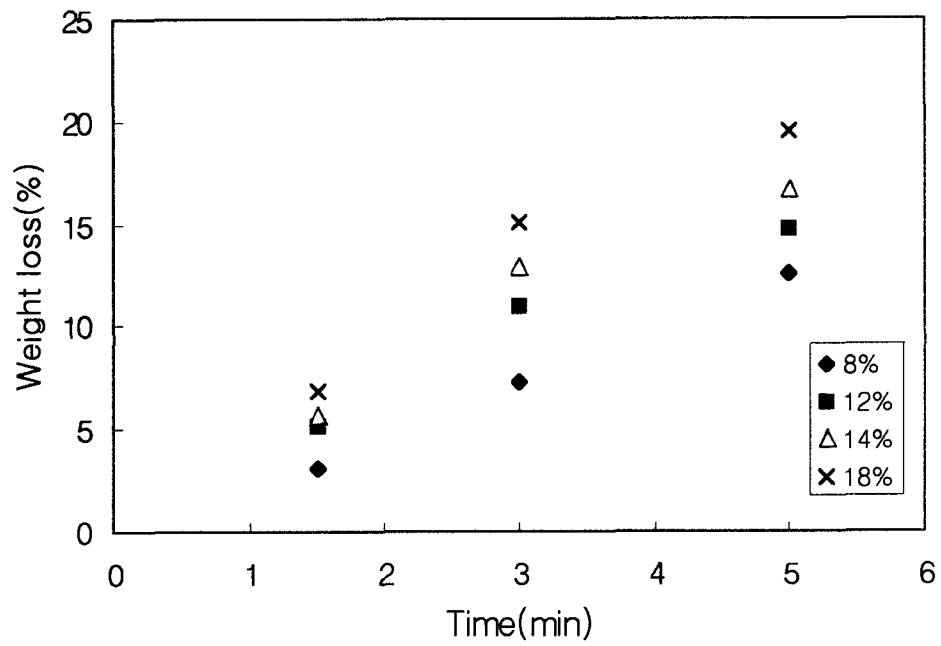


Fig. 6 Weight loss of samples against treated time in various concentration of NaOH solution at wet curing temperature 130°C