

전해수 특성 및

전해수와 초음파를 이용한 PET의 가수분해

최용철, 홍영기*, 채경수**, 배기서

충남대학교 섬유공학과, *선진인더스트리, **삼양텍스

1. 서론

현재 섬유 분야에서 많은 부분을 차지하고 있는 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethylene terephthalate, PET) 섬유는 강도, 혼방성, 내열성 등이 우수한 반면, 염색성, 필링성, 흡습성, 대전성 등의 결점들을 가지고 있어 이러한 단점들을 개선하려는 연구가 현재까지 지속적으로 진행되어 오고 있다. PET의 개질 방법 가운데 촉감개선을 위한 알칼리 감량 가공은 영국에서 처음으로 시도되었고, 1970년대 중반 이후 일본에서 공업화시켰으며 현재에도 가장 널리 사용되고 있는 방법 중의 하나이다. 본 연구에서는 PET 알칼리 감량 가공에 있어 물을 전기분해하여 얻게되는 전해수(Electrolytic water, EW) 중 전해환원수(Electrolytic reduction water, ERW)와 섬유공업에 적용가능성을 여러 방면으로 모색하고 있는 초음파를 함께 사용하여 알칼리 가수분해 효과를 비교 평가하고, 아울러 전해수의 기본적인 특성들을 검토하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

본 실험에서는 전해수의 특성을 평가하기 위하여 PET K/S 직물을 사용하였고, PET 알칼리 가수분해에 있어 전해수와 초음파의 적용 가능성을 평가하기 위하여 경사(PCD 120d/48f+고수축사(30%) 40d/12f), 위사(DTY 150d/48f)의 5매 satin PET 직물을 S사에서 제공받아 사용하였다. 또한, 본 실험에서는 현장에서 사용되고 있는 동일한 시약들을 정제하지 않고 현장과 같은 조건으로 사용하였다.

2.2 실험 장치

본 실험에서는 실험실에서 자체 제작된 초음파 장치를 장착한 알칼리 가수분해 장치와 (주)휴비스 연구실에서 연사물 정련 용도로 사용되고 있는 Rotary Washer (KSRW- 30, 경일화

학기계제작소)와 신축성감량가공 용도로 사용되고 있는 무장력감량기(WY-FS-50KG, 우량기계)를 사용하였다.

2.3 실험 방법

2.3.1 전해수의 특성 시험

전해수의 안정성을 검토하기 위하여 일본의 Nippon Intek사의 전해수 제조장치에 의해 생산된 전해환원수를 시간, 온도, 교반시간 변화 등의 여러 실험 조건에서 전해환원수의 pH 변화를 관찰하였다. 증류수와 전해환원수의 혼합비율을 다르게 하여 만든 11종류의 용액의 표면장력을 표면장력측정기(K-8, Kruss. co., Germany)를 이용하여 측정하였고, 접촉각측정기(ERMA G-1, Erma optical works. co., Japan)를 이용하여 PET 필름에 대한 11종류의 혼합용액의 접촉각을 측정하였다. 또, 대표적인 천연섬유(Cotton, Silk)와 합성섬유(Acryl, Nylon, PET)의 K/S 직물을 사용하여 흡수력 및 초기 흡수 속도를 측정하였다.

2.3.2 전해수와 초음파에 의한 알칼리 가수분해

가) NaOH 농도 변화에 따른 감량을 변화

증류수와 전해환원수의 용액을 사용하여 PET K/S 직물을 98℃에서 NaOH의 농도를 0~8%로 변화시키면서 60분 동안 처리하였다.

나) 전해수를 접목한 PET 분할사 직물의 알칼리 가수분해

정련약제와 용수를 절약하고 정련폐액에 의한 수질 오염을 줄이기 위하여 사용 약제의 양을 다르게 한 6가지 조건으로 Rotary Washer에서 120℃로 40분 동안 처리하였고, 이와 같이 정련 처리된 시료들을 2가지 감량 조건(① Water+50%NaOH 9.5%+감량침투제 4g/l, ② 전해환원수+50%NaOH 9.5%)으로 무장력감량기에서 105℃로 15분 동안 처리하여 알칼리 감량

가공을 실시하였다. 먼저 감량 정도를 평가하기 위하여 무게감소율을 $\frac{A_0 - A}{A_0} \times 100 =$

Weight Loss(%) 식에 의하여 계산하였는데, 이 식에서 A_0 는 처리 전 시료의 건조 중량이고 A는 처리 후 시료의 건조중량을 의미한다. PET 직물의 제직에 사용되고 있는 아크릴 호제의 탈호정도를 비교하기 위하여 감량 및 수세 처리 후 염기성 염료(Cation Red GRL)를 사용하여 정색·호발 테스트를 실시한 후 CCM(Milton Roy. co., USA)을 사용하여 색차(color difference, ΔE)와 K/S 값을 비교 검토하였다. 각 조건에서 처리된 시료들의 강도는 경사와 위사 방향으로 Instron-4467을 이용하여 load cell 5kg, cross-head

speed 20mm/min, gauge length 50mm의 조건에서 측정하여 비교 확인하였으며, 각 시료들의 표면 구조는 scanning electron microscope(SEM X-650, Hitachi. co., Japan)를 이용하여 비교 확인하였다.

다) 전해수와 초음파를 이용한 PET 분할사 직물의 알칼리 가수분해

초음파 장치가 장착된 알칼리 가수분해 장치에서 전해수와 초음파를 사용하여 NaOH 0~8% 농도변화를 주어 80℃로 60분간 처리하였다. 알칼리 가수분해의 평가는 감량율, 정색·호발 테스트, 강도, 표면구조 등으로 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 전해수의 성질

Figure 1과 2는 전해수의 안정성을 알아보기 위하여 보관 용기의 밀폐유무, 시간변화 및 온도변화가 전해수에 미치는 영향을 나타낸 그래프이다.

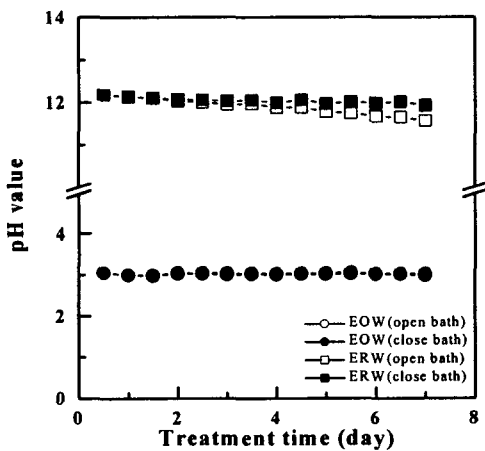


Figure 1. Changing pH value with treatment time(day)

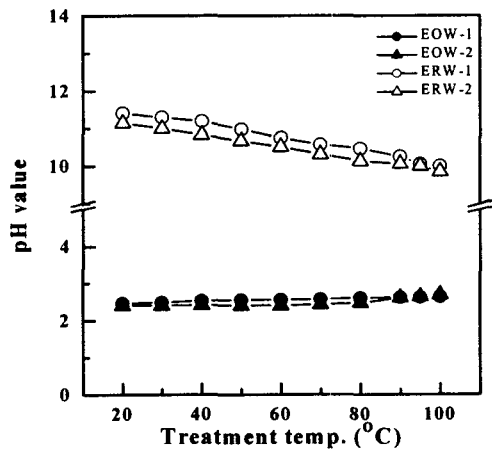


Figure 2. Changing pH value with treatment temperature(°C)

먼저, Figure 1에서 전해산화수(EOW)의 경우는 7일간 거의 pH 값 변화가 없었고 밀폐된 용기와 개방된 용기에 보관함으로써 발생하는 차이는 관찰 할 수 없었다. 전해환원수의 경우는 7일이 경과하였을 때, 밀폐된 용기로 보관한 경우는 거의 pH 값 변화가 없었던 반면, 개방된 용기에 보관한 전해환원수는 0.5 정도의 pH 값의 감소를 관찰 할 수 있었다. 이는 pH 값과 관련이 깊은 ORP의 변화와 관련이 있을 것으로 생각된다. Figure 2는 온도변화에

따른 전해산화수와 전해환원수의 pH 값 변화를 나타낸 그래프이다. 그래프에서 전해산화수를 보면 상온에서 100℃로 온도가 상승함에 있어 pH 값의 변화가 거의 없지만, 전해환원수의 경우에는 상온과 100℃에서의 pH 값 변화가 1 정도 있음을 알 수 있었다. PET 알칼리 감량 가공에서 처리되는 온도는 시료마다 약간의 차이는 있지만 거의 100℃ 이상에서 처리되고 있으므로 전해환원수를 이 가공 처리에 적용시킬 경우 초기 전해환원수의 pH 값과 실제 가공 처리시의 온도에서의 pH 값 차이를 유의하여 할 것으로 생각된다.

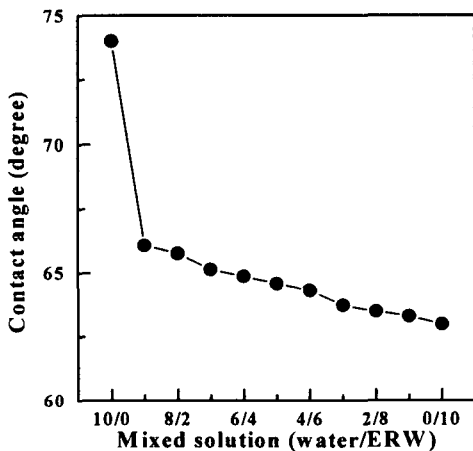


Figure 3. The contact angle(degree) with mixed solution(water/ERW)

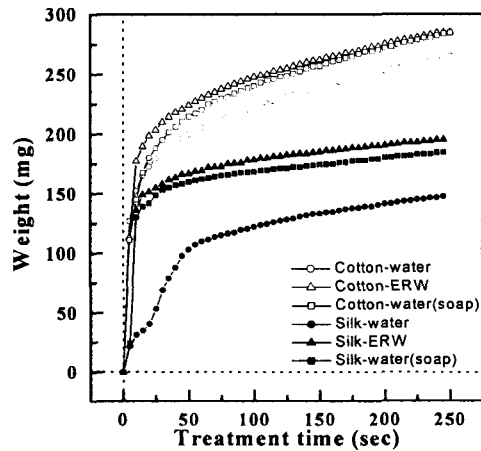


Figure 4. The absorption weight(mg) with treatment time(sec)

Figure 3은 증류수와 전해환원수의 비율에 따른 혼합용액을 가지고 PET 필름에 대한 접촉각을 측정한 것으로, 증류수와 전해환원수의 PET 필름에 대한 접촉각의 차이는 약 10° 정도인 것을 알 수 있었고, 증류수에 전해환원수를 소량 첨가하였을 경우에 접촉각이 순수한 전해환원수 값에 가까워지는 것을 관찰 할 수 있었다. 이것은 증류수에 전해환원수를 소량 첨가만으로 전해환원수가 가지고 있는 성질이 증류수에 전이된다는 것을 간접적으로 알 수 있었다. Figure 4는 대표적인 2종류(Cotton, Silk)의 K/S 직물을 가지고 흡수력을 측정한 것이다. 그래프를 보면 Cotton, Silk 모두 증류수보다 증류수에 계면활성제를 첨가한 것의 흡수력이 우수한 것을 알 수 있었고 이 두 경우보다 전해환원수에 의한 흡수력이 더 우수한 것을 알 수 있었다. 이는 전해환원수 물분자 집단의 크기가 증류수에 비해 1/3 정도 작아 침투력과 흡수력이 더 크게 나타나기 때문으로 생각된다.

3.2 전해수와 초음파에 의한 가수분해

Figure 5는 사용된 NaOH 농도에 따른 PET K/S 직물의 감량율을 나타낸 것으로 NaOH 2%의 경우 전해환원수가 3%정도의 높은 무게 감소율을 보였고, NaOH 농도가 증가하면서 그 차이는 점점 커지는 것을 알 수 있었다.

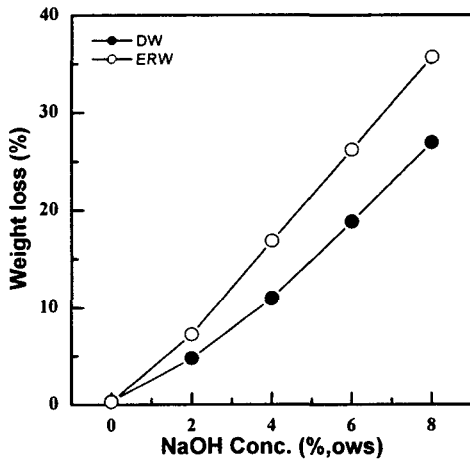


Figure 5. The weight loss(%) with concentration of NaOH(%ows)

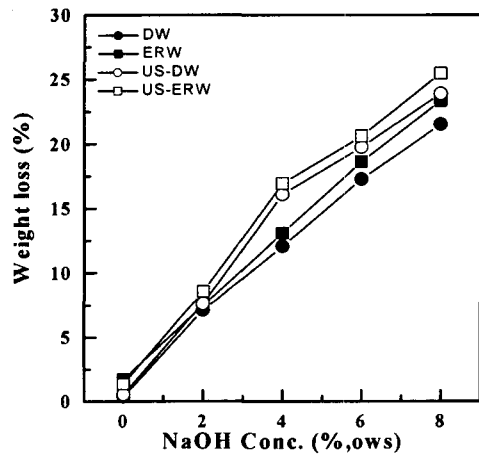


Figure 6. The weight loss(%) with concentration of NaOH(%ows) using ultrasonic wave

무게 감소율 20%의 효과를 기준으로 보면 증류수는 6%의 NaOH를 사용하였고, 전해환원수는 4%의 NaOH를 사용하였다. 다시 말해, 증류수를 사용할 때보다 전해환원수를 사용할 경우 NaOH를 약 2% 정도 적게 사용하여도 요구되는 감량율 20%의 효과를 낼 수 있다는 것을 알 수 있었다. Figure 6은 전해수 사용 여부와 초음파 사용 여부 및 NaOH 0~8% 농도 변화에 대한 무게 감소율을 나타낸 그래프이다. 전해환원수와 초음파를 같이 사용한 경우가 가장 높은 무게 감소율을 보였고 증류수를 단독으로 사용한 경우가 가장 낮은 무게 감소율을 보였다. 한편, NaOH 4%농도에서 초음파의 사용의 효과가 가장 큰 것을 알 수 있었다.