

PTT 섬유의 염색성

이두환 · 정동석 · 이문철

부산대학교 섬유공학과

1. 서론

Poly(trimethylene terephthalate)(PTT) 섬유는 PET, PBT와는 달리 60° 정도의 각도가 굽어진 나선형 분자구조를 가진 지그재그 형태의 구조로 인해 높은 탄성률을 나타내며 변형에 대한 회복성이 매우 우수하다. 또한 PTT는 알칼리 감량 공정을 거치지 않아도 우수한 유연성을 나타내며 상압에서도 농색의 염색물은 얻을 수 있다. 이와 같은 PTT 섬유는 PET나 PBT와 분자량이나 분자량 분포가 비슷하나 신축성 및 염색성이 더 우수하며, 내화학적, 레질리언스, wool-like feel이 나일론보다 같거나 우수하여 상업적 용도의 engineering plastic 분야 이외에도 의류용 및 카펫용으로 기대되고 있다. 또한 나일론보다 우수한 방오성을 가지고 있었으며, 반발성은 동일 데니어의 PET보다 우수하다고 알려져 있다.

본 연구에서는 PTT 섬유의 염색속도, 염색개시온도 및 PTT의 캐리어 염색성을 조사하여 물성과의 관계를 PET 섬유와 비교 고찰하였다.

2. 실험 방법

2.1 시료

시료는 PTT 섬유(80D/36F, 모노데니어 2.22d)를 탄산나트륨 1g/l와 비이온 계면활성제 모노젠 1g/l 수용액에서 욱비 50:1로 하여 60°C에서 30분간 처리 후 흐르는 물에 30분간 수세 후 증류수로 3회 수세하였다. 비교 시료로서 레귤러 PET 필라멘트(75D/36F, 모노데니어 2.08d)를 90°C에서 30분간 정련하여 수세하였다. 캐리어 염색용 시료로서 2종의 필라멘트로 짠 환편직물을 사용하였다.

2.2 염료 및 시약

실험에 사용한 염료는 분산염료 C.I. Disperse Red 60(Dianix Red FB-E, 분자량 331)을 사용하였다. 염색에 사용한 분산제는 RM-300(한국정밀화학제, 한국)을 사용하였고, pH 조정은 0.1mol/l CH₃COOH와 0.1mol/l CH₃COONa를 사용하여 pH 5인 buffer를 사용하였다.

2.3 물성 분석

PTT 및 PET의 구성을 분석하기 위해 각 시료를 잘게 잘라 KBr을 이용 pellet을 만들어

IR 분석을 행하였고, DSC를 이용하여 질소기류 하에서 각 시료를 10°C/min의 속도로 승온시켜 용융곡선을 얻고 이를 -10°C까지 급랭한 뒤 다시 승온하여 측정하여 PTT와 PET의 열적성질을 측정하였다. 그밖에 수분을 및 흡수도등을 측정하였다.

2.4 염색 속도 및 등온 흡착 실험

염색속도 실험은 PTT, PET 필라멘트를 사용하여 Red 60 염료는 0.33 g/l의 염료농도로 욕비 1000:1, 아세트산/아세트산나트륨 완충액으로 조정된 pH 5.0의 염욕 중에 분산제(monogen 1g/l)를 첨가한 상태에서 100°C, 110°C, 120°C에서 염색하여 구하였다. 등온흡착 실험은 염색초기농도 0.03~0.66g/l의 범위에서 100°C와 120°C에서 소정시간 평형 염색하였다. 염색시료는 90~95°C에서 100% DMF로 반복 추출하여 분광 광도계(UV/vis. Spectrophotometer, Shimadzu 1601, Japan)로 비색 정량하였다. 캐리어 염색은 캐리어 농도 10% o.w.f., 염료농도 3% o.w.f., pH 5의 염색조건에서 100~120°C에서 10~60분간 행하였다.

2.5 염색개시 온도

염욕 온도가 70, 80, 90, 100, 110, 120 및 130°C에서 각각 10분씩 도달하였을 때 시료를 꺼낸 후, 섬유 표면의 미반응 염료를 제거하고 염료를 추출하여 분광광도계로 측정하였다.

2.6 측색

염색된 직물의 겉보기 표면 색농도(K/S)값은 분광측색계를 사용하여 D₆₅ 광원, 10° 시야의 조건에서 측정된 최대흡수 파장의 반사율로부터 Kubelka-Munk식에 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 물성

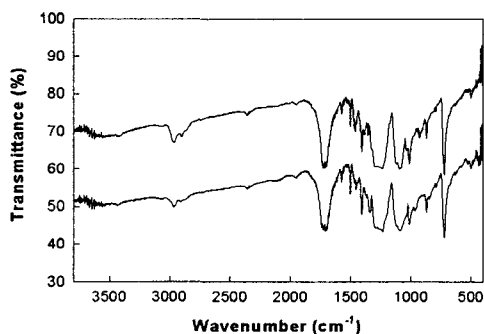


Fig. 1 FT-IR spectra of PTT and PET.

Table 1. Moisture regain and water absorption of PTT and PET fibers

| | PTT | PET |
|---------------------|------|------|
| Moisture regain(%) | 0.16 | 0.36 |
| Water absorption(%) | 0.57 | 0.76 |

Fig. 1 은 PTT와 PET의 IR 스펙트럼을 나타낸 것으로 모든 피크가 거의 비슷하게 나타나며 구조적인 차이가 나지 않음을 알 수 있다. 다만, PTT의 경우 2900cm⁻¹부근에서

aliphatic CH₂의 피크의 강도가 증가하였다. 이는 PET의 에틸렌글리콜과 PTT의 1,3-프로판디올이 각각 CH₂가 2개, 3개인 것으로 보여진다. Table 1은 PTT와 PET의 수분율과 흡수도를 나타낸 것으로서 표에서 보는 바와 같이 PTT가 PET보다 수분율 및 흡수도 모두 낮은 값을 보이고 있다. 이것은 PTT에 소수성기인 메틸렌기(-)가 증가한 것으로 인해 알 수 있다.

3.2 염색성

PTT의 염색성을 보기 위해 PET와 비교하여 Disperse Red 60으로 100°C와 120°C에서 염색한 경우의 염색속도 곡선을 각각 Fig. 2 및 3에 나타내었다. Fig 2에서 보는 바와 같이 PTT의 초기 염착량이 PET의 거의 5배 정도로 PTT가 PET보다 비교적 낮은 온도에서 염색이 됨을 알 수가 있다. 이것은 PTT의 분자구조가 PET와는 달리 유연성이 더 양호하며 T_g 또한 낮아서 섬유가 낮은 온도에서 이완 가능하며 그 결과 낮은 온도에서 빠르게 염료

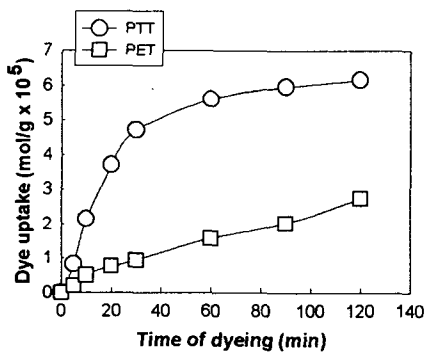


Fig. 2 Rate of dyeing of PTT fiber at 100°C

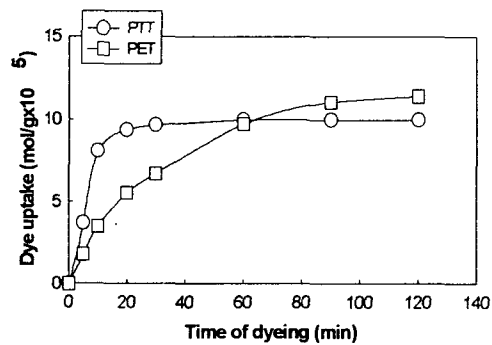


Fig. 3 Rate of dyeing of Disperse Red 60 on PTT fiber at 120°C

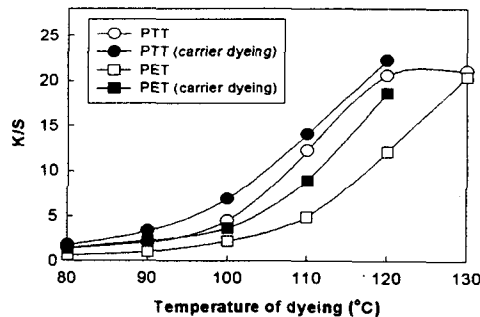


Fig. 4 Relationship between K/S values and temperature of dyeing of Disperse Red 60 on PTT and PET fabrics.

가 침투하는 것으로 생각된다. Fig. 3은 120°C에서 염색한 것으로 PTT섬유를 120°C에서 2

0~30분 염색한 것과 PET섬유를 120℃에서 60분 염색한 것이 거의 같게 나타났으나, Fig.

Table 2. Changes in color of PTT and PET fabrics by carrier dyeing

| | Dyeing | Temperature(°C) | Time(min) | L* | K/S |
|-----|--------------|-----------------|-----------|-------|-------|
| PTT | Carrier | 110 | 5 | 45.88 | 6.83 |
| | | | 10 | 40.92 | 14.03 |
| | | | 30 | 33.74 | 23.28 |
| | | | 60 | 33.13 | 24.26 |
| | None carrier | 130 | 5 | 39.48 | 16.26 |
| | | | 10 | 35.95 | 21.04 |
| | | | 30 | 35.78 | 21.95 |
| | | | 60 | 35.69 | 21.04 |
| PET | Carrier | 110 | 5 | 51.39 | 4.21 |
| | | | 10 | 44.19 | 8.93 |
| | | | 30 | 10.10 | 16.02 |
| | | | 60 | 37.26 | 19.85 |
| | None carrier | 130 | 5 | 43.57 | 11.07 |
| | | | 10 | 37.06 | 20.38 |
| | | | 30 | 36.80 | 19.42 |
| | | | 60 | 37.18 | 19.59 |

3을 보면 초기 염착량은 PTT가 높다가 최대 흡착량은 PET가 높게 나타났다. 이것은 고온 염색(120℃) 시 염색시간이 길어짐에 따라 PET 구조의 급격한 이완을 알 수 있다. Fig. 4는 PTT 환편물과 PET 환편물을 일반 고압염색 및 carrier 염색하여 승온속도를 구한 것으로 PET의 경우 carrier 염색과 일반고압염색에서 겉보기 염착량(K/S)의 현저한 차이를 나타내는 반면 PTT는 그다지 큰 차이는 보이지 않아 carrier 염색 효과는 적은 것으로 여겨진다.

Table 2는 PTT 환편물과 PET 환편물의 캐리어 염색과 일반 고압염색시의 L*과 K/S를 측정된 것이다. 표에서 보는 바와 같이 PTT의 110℃에서 30분 염색한 것과 130℃에서 30분 염색한 것 보다 K/S수치가 큼을 나타낸다. PET의 경우도 110℃에서 60분 염색한 것이 130℃에서 염색한 것 보다 K/S수치가 비슷하게 나타났다.

4. 결론

PTT의 염색성 및 물리적인 특성을 PET와 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. PTT가 PET보다 수분율과 흡수도의 차가 각각 0.2와 0.19로 PET보다 낮은 값을 보인다. 이것은 PTT에 있어서 소수성기인 methylene기의 추가로 인한 것으로 추정된다.