

Energy Level이 다른 분산염료를 이용한 Poly(trimethylene terephthalate)섬유의 염색성

백지연, 전재우, 류원석, 김삼수, 손태원, 최재홍*

영남대학교 섬유패션학부, *LG화학염료연구소

1. 서론

최근 동족 에스테르계 축합계 고분자로서, Poly(ethylene terephthalate)(PET)와 분자 구조가 유사한 Poly(trimethylene terephthalate)(PTT)의 새로운 등장은 많은 관심을 불러일으키고 있다. 이는 PTT가 PET에서 발견되지 않았던 우수한 신축성을 가지면서도 강도나 화학적, 열적 특성 등은 PET에 비해 떨어지지 않기 때문이다. 또한 기존의 PET 제조 설비 그대로를 이용할 수 있다는 강점은 PTT가 차세대 섬유로서 중요한 위치를 점할 수 있다고 여겨진다.

PTT섬유는 그동안 중합 원료인 1,3-Propanediol의 가격이 고가이어서 PTT의 상업화가 늦어졌으나, 1990년 Shell Chemical사에 의해 저렴한 원료가 공급되면서부터 PTT의 상업적 연구가 본격적으로 이루어지고 있다.

PTT는 PET와 Nylon의 우수한 특성을 동시에 가지면서 신축성 및 염색성 등이 기존 PET나 PBT보다 우수한 것으로 알려져 있기 때문에 상업적 용도의 Engineering Plastic분야 이외에도 carpet용이나 의류용으로도 그 사용이 증가될 수 있을 것으로 여겨진다.[1]

또한 PET나 Nylon에 비해 신축성이 우수하므로, 고가의 스판덱스를 대용할 수영복, 스포츠 웨어와 여성 의류 소재로서도 용도 전개가 크게 기대되고 있다. PTT섬유는 기존의 천연 섬유와 염색 특성이 유사하기 때문에 wool, silk, 면 등과의 혼방으로도 사용할 수 있어 소재의 다양화에도 크게 기여 할 것으로 보인다.

PTT섬유는 비결정 영역이 유동하기 시작하는 유리 전이온도(Tg)가 PET섬유보다 훨씬 낮기 때문에 PET보다 더 낮은 온도에서 충분한 염색이 이루어질 수 있으며, 실제 100℃의 상압염색이 가능하다.[2-3]

PTT섬유는 구조적으로 PET와 유사하므로 PET섬유에 염색 가능한 분산염료로 염색이 가능하다. 분산염료는 활성화 에너지에 따라 E-type과 S-type으로 분류할 수 있다. 활성화 에

너지가 낮은 E-type 분산염료는 S-type에 비해 particle size가 비교적 작기 때문에 균염성, pH 안정성, 흡착성 등이 우수하며 비교적 낮은 온도에서도 염색이 가능하다. 또 carrier 염색에 적합하며 색상이 선명하지만 초기 흡착량이 많으므로 승온에 주의를 해야한다. 반면, S-type의 분산염료는 활성화 에너지가 높아 비교적 높은 염색온도에서의 염색이 요구되고 승화 견뢰도가 우수하지만 알칼리에 다소 불안정하다.[4]

본 실험에서는 전술한 분산염료를 E-type과 S-type으로 분류하여 PTT에 염색에 사용하였고, 염료 type에 따라 염색한 PET 섬유의 염색 거동과 PTT 섬유의 염색 거동을 비교하였다. 또 같은 조건에서, 염색 온도에 따라 PET와 PTT를 염색하여 각 염료에 따라 염색된 피염물의 color depth의 차이가 염료 type에 따라서 어떻게 나타나는지를 비교하였다.

2. 실험

2. 1 시료

PTT 직물(경·위사 80d/24f)과 PET 직물(경사 75d/36f, 위사 250d/96f)을 정련제(M-Nippon kayaku Co.LTD.) 2g/l 로 60℃와 80℃에서 각각 40분간 정련하여 실험에 사용하였다.

2. 2 염료 및 시약

실험에 사용한 염료는 energy level이 다른 두 type의 염료에 따로 yellow, red, blue의 삼원색으로 각각 염색하였다. 이 때 각 염료의 C. I. Name과 화학구조적 특징은

Table 1. Chemical structure of Disperse dyes

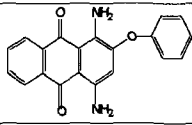
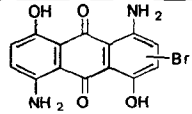
	C. I. Disperse	Chemical structure
E-type	Yellow 54	Quinoline
	Red 60	
	Blue 56	
S-type	Yellow 241	Azo
	Red 343	Azo
	Blue -	None

Table 1. 에 나타내었다. 염색에 사용한 분산제는 Sunmorl BK-20T[韓國精密化學(株), 한국]를 사용하였고 pH 조정을 위해 CH₃COOH[Duksan Pure Chemicals Co., 한국]을 사용하였다. 또 환원세정 시 사용한 시약은 Na₂S₂O₄[Duksan Pure Chemicals Co., 한국]와 NaOH[Duksan Pure Chemicals Co., 한국] 그리고 비이

은 계면활성제[Sanozin MRN LIQ, Clariant] 등을 사용하였다.

2. 3 열적성질 분석

시료의 열적성질을 관찰하기 위해 시차주사열량계(Differential Scanning Calorimetry, 2010, Dupont)을 사용하여 질소기류 하에서, 10°C부터 260°C까지 승온속도를 10°C/min으로 하여 시료의 유리전이온도(Tg)와 용융온도(Tm)를 측정하였다.

2. 4 염색

염색은 고온고압염색기(Mathis Labomat Beaker Dyer-type NFK 9/16-Wener Mathis AGCO 社, Switzerland)를 사용하였다. L.R 50:1, 분산제 2g/l, 염료 1% o.w.f, pH 5~6 의 염욕에서 PTT와 PET를 100, 110, 120, 130°C에서 각각 염색하였고, 승온 시 온도에 따른 직물의 염착성을 측정하였다.

2. 5 환원세정

염색 후 상법에 따라 NaOH 2g/l, Na₂S₂O₄ 2g/l, non-ionic surfactant 2g/l 의 농도로 PTT는 65°C에서, PET는 80°C에서 각각 20분간 환원세정 하였다.

2. 6 염착성 측정

염색된 직물의 염착성은 겉보기 농도(K/S)값으로 판정하였고, 측정에는 Computer Color Matching(Color Eye 3100, Macbeth, USA)을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1 사용한 시료의 Tg와 Tm

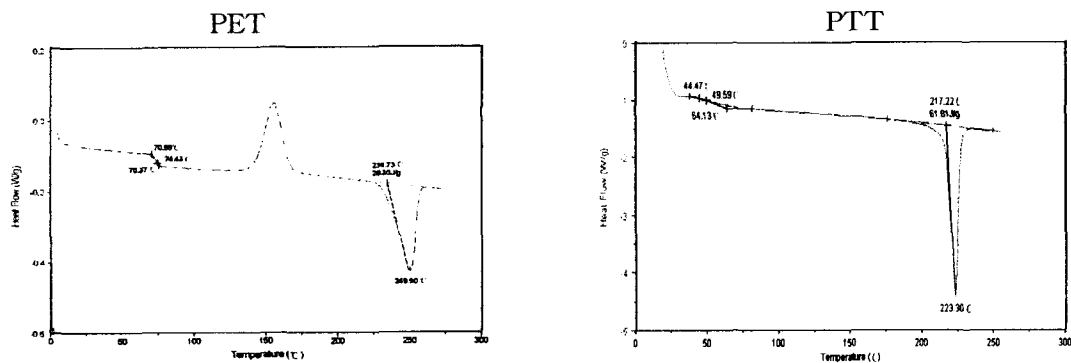


Fig. 1 DSC thermograms of PTT and PET

3. 2 염색 시 온도에 따른 PTT직물의 염착

PTT 직물을 상온에서 130℃까지 2℃/min의 승온속도로 염색하면서 각 온도에서의 피염물의 겉보기 농도를 측정하여, 승온 시 온도에 따른 직물의 염착성을 측정하였다.

Fig. 2 와 같이 PTT직물은, E-type 분산염료로 염색한 경우, 온도가 증가함에 따라 비교적

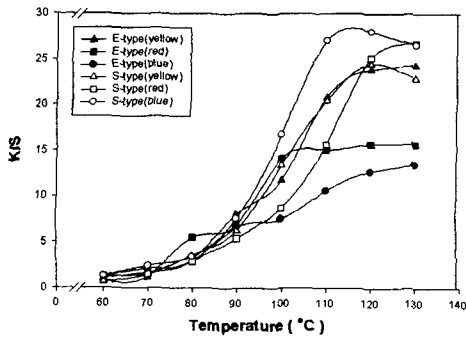


Fig. 2 Dye adsorption rate on dyeing PTT with different classes of dyes

일정한 비율로 서서히 염착이 이루어지는 반면 S-type 분산염료의 경우, 90~110℃ 사이에서 급격한 염착이 이루어졌음을 알 수 있다. 이것은 염료의 활성화 에너지에 따른 염료의 특성 때문인 것으로 생각된다. 활성화 에너지가 낮은 E-type의 분산염료는 S-type의 분산염료보다 비교적 낮은 온도에서도 염착이 일어남을 알 수 있다.

3. 3 염색온도에 따른 PET와 PTT의 분산염료 type에 따른 염색성

PET와 PTT를 100℃ 이상의 염색온도로 E-type과 S-type의 염료로 각각 염색하고 염색 후 환원세정을 실시하고 최종 염색된 직물의 염착성을 겉보기 농도로 측정하였다.

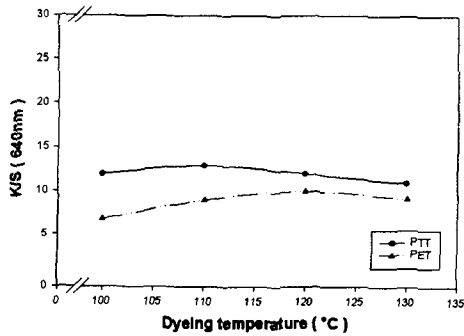


Fig. 3 K/S values of dyed PTT and PET fabrics with E-type disperse dye according to dyeing temp.

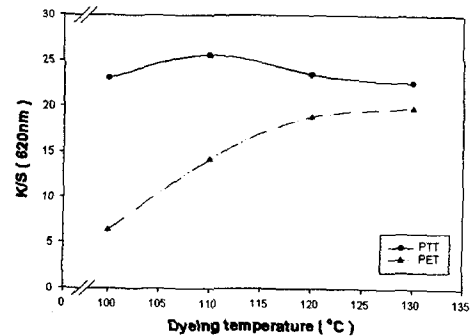


Fig. 4 K/S values of dyed PTT and PET fabrics with S-type disperse dye according to dyeing temp.

Fig. 3은 E-type의 분산염료로, Fig. 4는 S-type의 분산염료로 PET와 PTT를 각각 염색 온도에 따라 염색하고, 피염물의 K/S 값을 측정하여 나타낸 것이다. 그림에 나타낸 바와 같이 S-type의 경우가 E-type의 경우보다 염색한 두 직물의 K/S 값의 차가 크다. 즉, 높은 활성화 에너지를 가진 S-type의 분산염료로 염색할 경우 PET와 PTT의 color depth의 차이가

더 크다는 것을 알 수 있다. 이것은 두 직물이, 염색 시 분산염료가 섬유 표면에 흡착할 수 있는 충분한 pore가 형성되는 온도가 서로 다르기 때문이라고 여겨진다. 일반적으로 PTT와 PET 섬유가 충분한 염착이 이루어지는 최적 염색 온도는 각각 100~110°C와 130°C이다.[3] 그러므로 S-type의 분산염료보다 particle size가 비교적 작은 E-type의 분산염료는 PET 섬유가 충분히 큰 pore를 형성하기 전의 110~110°C의 온도에서도 비교적 쉽게 섬유의 pore 속으로 흡착할 수 있을 것이라 생각한다. 그리고 PTT의 경우, 최적 염색 온도 이상의 온도에서 피염물의 K/S 값이 다소 감소하는 경향을 보인다.

또, PET와 PTT 모두 각각 최적 염색 온도에서의 K/S 값을 비교해 보면 E와 S-type 분산염료 모두 PTT에서의 염착성이 더 우수함을 알 수 있다.

4. 결 론

- (1) 활성화 에너지가 서로 다른 E-type과 S-type의 분산염료로 PTT 직물을 염색한 결과, E-type의 분산염료가 S-type의 분산염료보다 비교적 낮은 온도에서 먼저 염착이 일어남을 알 수 있다.
- (2) E-type 보다 높은 활성화 에너지를 가진 S-type의 분산염료로 염색할 경우 PET와 PTT의 color depth의 차이가 더 크다는 것을 알 수 있다.
- (3) PTT 직물은 최적 염색 온도 이상의 온도에서 피염물의 K/S 값이 다소 감소하는 경향을 보인다.
- (3) E-type과 S-type 분산염료 모두 PET보다 PTT 직물에서 더 높은 염착량을 나타내었다.

5. 참고 문헌

- [1] Hoe H. Chuah, Shell Chemical Company, Shell Chemical-online literature (1997)
- [2] http://www.shellchemicals.com/chemicals/products/tech_paper/0,1187,48
- [3] 加工技術 vol. 35, No. 5 (2000) 310
- [4] <http://www.colorlg.co.kr>
- [5] 한국염색가공학회 추계학술발표회 논문집 vol. 12, No. 2 October 2000