PET와 PTT사의 열처리후 물성변화

김일래, 김광수
건국대학교 섬유공학과

Change of physical property on PET and PTT yarn after heat treatment

Il-Rae Kim, Kwang-Soo Kim
Department of Textile Engineering, KonKuk University, Seoul, Korea

1. 서언

PTT(poly trimethylene terephthalate)섬유는 PET(polyethylene terephthalate)섬유에 비하여 탄성(elasticity)가 우수하고 염색성이 PET와 유사한 점에서 차세대섬유로 분류되고 있다. 분자의 구조가 trans-trans의 fully extended chain(rod shape)형태인 PET에 비하여 trans-gauche-gauche-trans의 스프링과 같은 extended zigzag(helix shape)이어서 탄성회복성이 우수하다. 또한 PTT의 탄성계수값은 PET에 비하여 1/2정도이다. 의복을 착용중 신장과 수축을 반복하는 과정에서 섬유는 탄성을 점차 상실하게 되는데, 이 응력완화의 변화특성에 따라서 착용감에 영향을 끼친다. 이러한 관점에서 PET섬유와 PTT섬유를 유리전이온도(Tg) 전후의 온도에서 일정시간 처리하였을 때, 인장강신도, 탄성특성 및 응력완화의 변화를 관찰하고 분자의 내부구조 변화와 연관지어 해석하고, 응력완화현상을 maxwell model 및 fractional maxwell model등을 사용하여 상호 비교분석하였다.

2. 실험

2.1 시료

국내 H사의 PET semi dull, 75Denier/36fil., POY DTY 및 PTT semi dull, 75D/24fil. POY DTY를 사용하였다.

2.2 시료 전처리

OHP용 필름을 지름 5cm의 원형으로 만든 후 원사를 무장력으로 감고, 건열 건조기에서 40℃, 60℃, 80℃, 100℃, 120℃의 온도로 1시간 동안 처리한 후 즉시 꺼내어 20℃ 상온에서 냉각한다.

2.3 열적성질 측정

Dupont DSC 2000으로 0℃~270℃, ·승온속도 10℃/min, N_2 gas 50ml/min의 조건에서 융점, 용융열을 측정하였다.

2.4 인장강도, 신도, 탄성회복, 응력완화 측정

2.5g을 초하중으로 하여 탄성회복은 50mm/min, 나머지는 200mm/min의 속도로 시험하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 열적특성변화

PET와 PTT의 각기 융점의 편차는 1℃정로 열처리에 따라서 변화가 없었다. 결정화도(Xc)는 상온에서 각각 39.6%, 43.3%이다. PET는 40℃까지 감소하다가 60℃에서 41.9%로 상온에서의 값보다 높게 나타났고 다시 감소하였다. PTT의 Xc는 40℃까지 감소하였다가 100℃까지 증가하였다.

3.2 인장강도 및 신도

PET와 PTT는 모두 열처리온도가 상승할수록 강도는 감소하고 신도는 증가하는 추세를 보였고 PET는 80℃에서 PTT는 60℃에서 급격히 신도가 증가하다가 다시 완만하여졌다.

3.3 탄성회복

5%신도에서 PET와 PTT가 비슷하게 탄성회복을 하였지만, 15%신도에서는 PET에 비하여 PTT가 높은 탄성회복을 나타내었다. PET와 PTT는 5%신도에서 80℃에서 크게 신도가 감소하였다가 다시 증가하였고, 15%신도에서 PET는 80℃에서 크게 감소하였다가 다시 증가하였으나, PTT는 60℃에서 크게 감소하기 시작하여 80℃에서 최대로 감소하였다가 다시 증가하였다.

3.4 응력완화

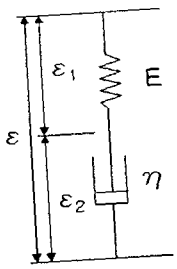

Figure 1. Maxwell Model

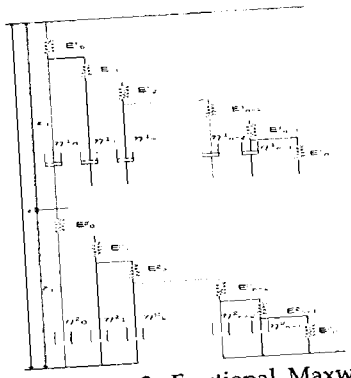

Figure 2. Fractional Maxwell Model [1)]

Maxwell모델(M모델, Figure 1.)의 탄성계수G(t)는 $G(t)=E\exp(-t/\tau)=\sigma_0\exp(-t/\tau)$이고
Fractional Maxwell모델(FM모델, Figure 2.)의 탄성계수는

$$t \ll \tau,\ G(t) \approx \frac{E}{\Gamma(1-\beta)}\left(\frac{t}{\tau}\right)^{-\beta} = k_1 t^{-\beta}$$

$$t \gg \tau,\ G(t) \approx \frac{E}{\Gamma(1-\alpha)}\left(\frac{t}{\tau}\right)^{-\alpha} = k_2 t^{-\alpha}$$

$k_1,\ k_2,\ \alpha,\ \beta = \text{const.}$

$\tau=\eta/E$ (stress relaxation time, 응력완화시간) 이다.[2)]

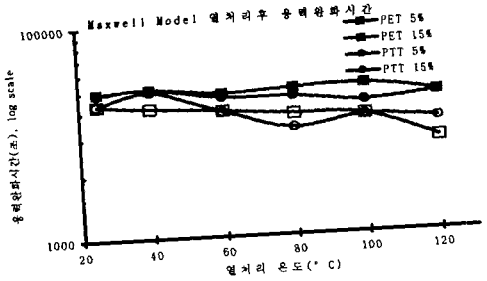

Figure 3. cal. τ of maxwell model after heat treatment

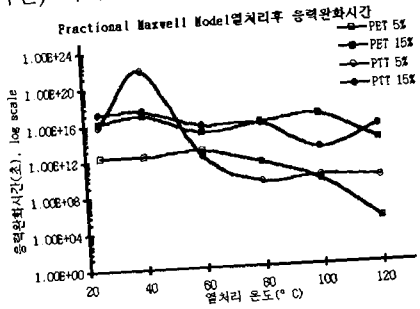

Figure 4. cal. τ of fractional maxwell model after heat treatment

cal. τ는 FM모델이 M모델보다 열처리에 의한 강도, 신장회복율과 유사한 경향을 나타내었고, PET와 PTT는 모두 5%신장에서 변화가 크고 15%신장에서는 그다지 크지 않았다. 이러한 전체적인 τ의 감소 현상은 처리온도가 상승함에 따라서 Hookean특성이 감소하고 Viscous특성이 증가하기 때문으로 여겨진다.(Figure 3. 및 Figure 4.)

4. 참고문헌

1. H.Schiessel and A. Blumen, Hierarchical analogues to fractional relaxation equations, *J. Phys. A:Math.Gen.* **26**, 5057-5069(1993)
2. A.Hernández-Jiménez and et al., Relaxation modulus in PMMA and PTFE fitting by fractional Maxwell model, *Polymer Testing*, **21**, 325-331(2002)