

진동 연신 · 열처리에 따른 PTT 섬유의 미세구조 변화

박은영, 김경효, 이양현*, 조현홍

부산대학교 섬유공학과, * 동아대학교 의상섬유학부 섬유공학전공

Change on Fine Structure of PTT Fiber with Vibrating Drawing and Annealing

Eun Young Park, Kyoung Hou Kim, Yang Hun Lee, and Hyun Hok Cho

Department of Textile Engineering, Pusan National University, Busan, Korea

*Department of Textile Engineering, Division of Fashion and Textiles, Dong-A University, Busan, Korea

1. 서론

1950년 Poly(ethylene terephthalate)(이하 PET)의 상업화 이후 Poly(trimethylene terephthalate)(이하 PTT)는 동종의 Poly(methylene terephthalate)계열의 고분자 중에서 Poly(butylene terephthalate)(이하 PBT)와 함께 최근 가장 주목받는 섬유 중의 하나이다.

PTT 섬유는 얼마 전까지만 해도 주원료인 1,3-propanediol(이하 PDO)의 가격이 너무 높아 지난 60년 간 상업화 및 학문적 연구가 거의 이루어지지 않다가 최근 미국의 Shell사와 독일의 Degussa(미국의 DuPont)에 의해 PDO가 대량 생산되면서 상업화에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

PTT는 PET나 PBT와는 달리 trans-gauch-gauch-trans 형의 독특한 입체 배좌를 가지며 신축성, 탄성회복력 및 염색성 등의 물성이 뛰어나며 전반적으로는 PET와 Nylon의 중간적인 성질을 나타내는 것으로 알려져 있다. 반면, T_g 와 T_c 사이의 온도차가 불과 15°C 정도로 실온에서 경시변화를 나타내는 문제점을 가지고 있다[1, 2].

한편, 이전의 연구자들은 열가소성 고분자의 연신 및 열처리 공정에 진동을 부가하여 분자 사슬의 적극적인 운동성을 유발시키는 실험을 수행하여 보다 안정하고 뛰어난 물성을 나타내게 하기 위한 연구들이 진행되었다[3, 4]. 이에 본 연구에서는 PTT 섬유에 진동 연신 및 열처리를 통해 고전적인 연신법에서 나타나는 weak point에서의 응력 집중을 막아 분자사슬에 균일한 연신을 유도하여 치밀한 구조와 동시에 배향성을 증가시켜 물성의 향상을 꾀하고 안정한 DTY용 원사 생산 조건의 기초 자료를 제시하고자 한다.

2. 실험

2.1 용융방사

사용한 PTT pellet은 I.V가 0.92(dl/g)인 것을 사용하였으며, 진공건조기에서 100°C에서 6시간 동안 예비 건조 후 160°C에서 8시간 결정화처리를 행하였으며, 방사직전까지 110°C 감압 상태로 유지하였다. 방사장치는 내경이 25mm인 extruder와 gear pump로 구성된 장치로, 직경이 0.5mm인 노즐을 통해서 토출량을 4.96g/min으로 유지하여 방사하였으며, 이때 방사온도는 270°C이었다. 토출된 폴리머는 방사구금 아래 330cm에 위치한 고속 권취 장치에 의해 1~6km/min의 방사속도로 권취되었다.

2.2 시료의 제조

진동 열연신 및 열처리 장치는 진동을 부여하는 Vibrator와 진폭을 결정하는 Amplifier로 이루어져 있으며 작은 로에 샘플을 거치하고 설정 온도에서 일정시간 동안 진동의 부여 하에서 열연신과 열처

리를 수행하였다. 그리고 비교를 위하여 동일 장치에서 진동을 부여하지 않고 열연신과 열처리도 수행하였다.

2.3 섬유 물성의 측정

결정 구조 변화를 관찰하고자 X선 회절장치(D/max-III-A type, Rigaku Co. Japan)에서 40kV-20mA의 조건으로 형성되는 X선을 Ni필터로 여과한 CuK α 선을 이용하여 PTT섬유의 광각X선 회절 분석을 행하였다. 분자사슬의 배향도를 평가하기 위해 편광현미경(Olympus B201, Berek compensator)을 이용하여 복굴절률을 측정하였다. 밀도는 사염화탄소(비중 : 1.59)와 헵탄(비중 : 0.68)의 혼합액을 이용하여 밀도 구배관법에 의해서 23°C에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

Figure 1은 방사속도 1~6km/min로 용융 방사된 PTT 섬유를 진동 열연신 및 열처리한 시료의 광각 X선 회절 강도분포 곡선이다. 방사속도 1~3km/min의 섬유의 경우 진동 열연신 및 열처리에 의한 결정화로 인하여 $2\theta=15.6^\circ$ 부근에서 (010)회절 피크가 나타나기 시작하며, 4km/min 이상의 고속 방사 섬유에서는 (010)면의 회절 피크 강도가 더 크고 예리한 것으로 보아 1~3km/min의 낮은 방사 속도에서 형성된 결정정보다 고속 방사에 의해 형성된 PTT 섬유의 내부구조에 미치는 진동 열연신 및 열처리 효과가 좀 더 효율적임을 확인할 수 있었다.

Figure 2는 PTT 섬유에 진동없이 동일 하중 하에서 열연신 및 열처리한 시료의 광각 X선 회절 강도 분포 곡선을 나타내고 있는데, $2\theta=15.6^\circ$ 부근에서 (010)회절 피크가 나타났다.

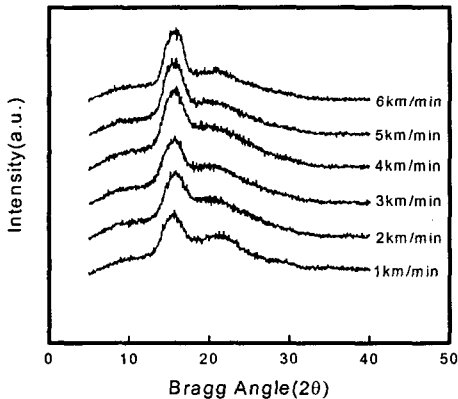


Figure 1. The equatorial WAXD profiles of as-spun PTT fibers obtained from various take-up speeds and vibrational annealed at 80°C.

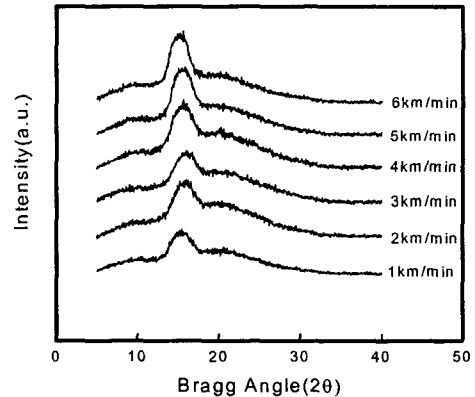


Figure 2. The equatorial WAXD profiles of as-spun PTT fibers obtained from various take-up speeds and non-vibrational annealed at 80°C.

4. 참고문헌

- 1) I. M. Ward and M. A. Wilding, *J. Polym. Sci. Polym. Phys.*, **14**, 263, 1976.
- 2) J. A. Cho, K. S. Woo, *J. Polym. Sci. Polym. Phys.*, **39**, 1920, 2001.
- 3) Suzuki, A, Sato, Y, Kunugi, T, *J. Polym. Sci. Polym. Phys.*, **36**, 473, 1998.
- 4) Suzuki, A, Kuwabara, T, Kunugi, T, *Polymer*, **39**, 4235, 1998.