

PET 섬유의 연신비 및 열이력이 수축거동에 미치는 영향

김 병 남, 서 문 호
진국대학교 공과대학 섬유공학과

폴리에스테르 필라멘트 직물의 원사가 되는 폴리에스테르 필라멘트사는 그 수축특성을 이용하여 독특한 미세구조를 가진 신합섬 직물을 만든다. 폴리에스테르 필라멘트의 수축거동은 고분자 자체의 분자구조와 방사이후 최종 직물에 이르기 까지 거치는 여러공정들의 특성에 따라 달라진다.

PET섬유의 수축현상의 연구로써는 S. K. Mukhopadhyay는 섬유의 기계적 열적성질의 실제적인 변화는 열처리(annealing) 때문으로 구조적인 재배열과 그에 이은 반응들이 공정이력에 관계없이 조정될 수 있음을 제시하였다[1]. 거시적 구조의 차이는 있으나 PET 필름을 섬유축 방향의 수축과 이방성수축을 비교 실험하여 미세구조 및 열적성질과 관계하여 수축기구를 해석하였다[2]. 그래서 80℃ 이하에서 수축은 비결정영역의 완화에 의한 것이고 고연신물에서 보이는 140~160℃에서의 수축거동은 결정화기구와 관계가 있음을 보이고 있다. 배향된 고분자의 결정화는 고분자의 제조공정에 나타나는 중요한 현상이다. P. Desai와 A. S. Abhiarman[3]은 온도가 T_g 이상일 때 발생하는 구조와 형태변화는 섬유의 배향과 섬유에 가해진 억제인자(constraints)에 좌우되는데 이 억제인자는 결정화하지 않은 배향의 완화속도를 제어하고 이로인해 형태의 변화를 야기시키며, 결정화속도에 의해 결정영역의 배향이 결정되고 결정화로 인해 구조변화가 일어남을 연구하였다. G. M. Bhatt과 J. P. Bell[4]은 연신비에 따라 수축력과 광학적인 거동이 고무탄성 이론에 의해 얼마나 해명이 될 것인지 이론적인 값과 실험값을 비교하여 설명하였는데 PET의 비결정영역은 고무탄성 이론으로부터 유도한 방정식의 적용한계 하에서 고무와 같이 거동함을 보였는데 이 한계는 연신비 3.5를 초과하였다.

이들 결과들을 요약하면 수축의 원인은 섬유 내부의 비결정 영역의 내부응력이 온도증가에 의해 그 배리어가 낮아져서 분자쇄의 재배열이 가능해지기 때문에 생기는 부분과 재결정화에 따른 상대적인 밀도 증가에 따른 수축이 있다. 따라서 수축이 시작하는 온도는 유리전이 온도부이며 수축거동은 용융온도에 이르기까지 존재한다. 각 온도 별로는 초기의 순간적인 수축거동과 이후의 아주 낮은 속도의 수축거동으로 분류될 수 있다.

본 연구에서는 고무축사 제조용으로 사용하는 cation dyeable PET와 regular PET의 열고정 온도에 따른 수축량을 온도의 함수로서 측정하고 각 측정온도 조건에서 각각 다른 인장하중을 가하여 각 온도조건에서의 잠재수축 탄성계수를 정의해 보았다. 또한 각각의 초기조건에서 수축 시키었던 실을 다시 수축 실험하여 각 온도별 수축 특성의 원인이 되는 내부 구조변화의 특성을 DSC를 사용하여 비교해 보았다. 그림 1a는 각 시료의 연신비 변화에 따른 수축률의 변화를 보여 주며 그림 1b는 인장 하중에 따른 수축거동의 온도별 변화이다. 이 결과들은 연신비가 낮을 수록 하중이 낮을 수록 높은 수축율을 보여주며 하중이 아주 커지면 늘어나기 까지 한다. 위의 결과들을 하중없는 수축을 각조건에서의 시료의 평형길이로 보고 그 수축 탄성계수(secant shrinkage modulus)를 구한 값이 그림 2a와 2b이다.

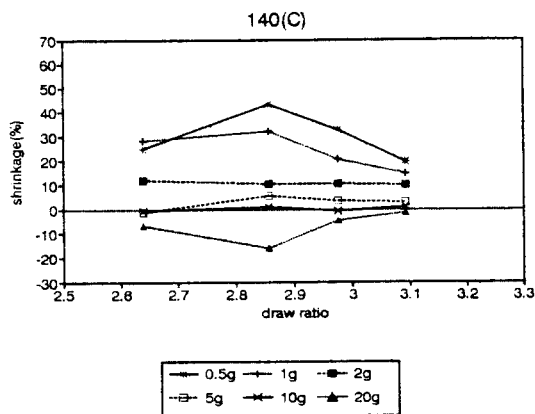


Fig.1(a)

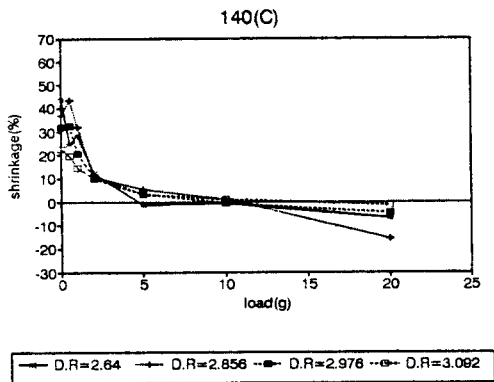


Fig.1(b)

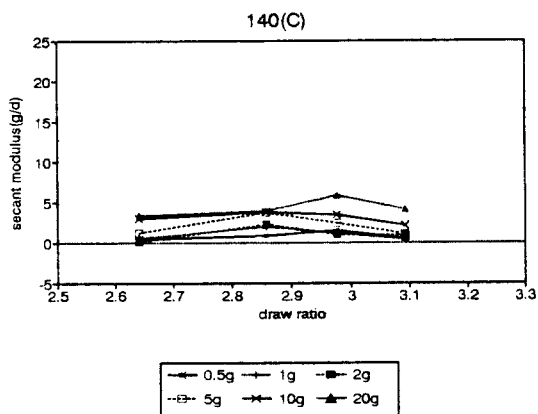


Fig.2(a)

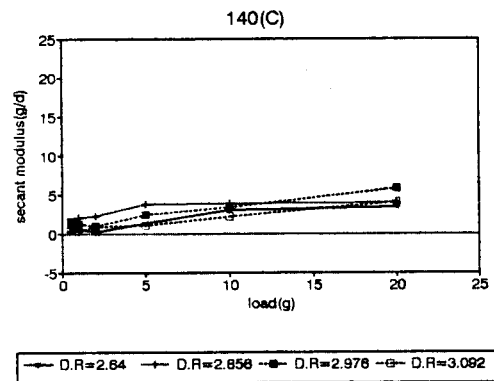


Fig.2(b)

참고문헌

- [1] S. K. Mukhopadhyay, D. J. Mwaisengela, and P. W. Foster, "Structure/Property Relationships of Poly(ethylene terephthalate) Continuous-filament Yarn", *J. Text. Inst.*, No.4 427-432(1991)
- [2] 최 영 엽, "폴리에틸렌 테레프탈레이트 필름의 미세구조가 열수축성에 미치는 영향", *한국섬유공학회지*, 제16권, 2호, 1-5(1979).
- [3] P. Desai and A. S. Abhiraman, "Crystallization in Oriented Poly(ethylene terephthalate) Fibers", I. Fundamental Aspects. *J. Polym. Sci. Polym. Phys. Ed.*, V.23, N4 653-674(1985)
- [4] G. M. Bhatt and J. P. Bell, "Thermal Shrinkage of Oriented Semicrystalline Poly(ethylene Terephthalate)", *J. Polym. Sci. Polym. Phys. Ed.*, V.14. 575-590(1976)