

태세사 제조조건에 따른 구조와 물성변화(II)

박명수

경일대학교 섬유패션학부

1. 서론

폴리에스테르는 그동안 섬유제조기술의 비약적인 발전에 힘입어 “신합섬”이라는 신조어가 생겨날 만큼 합성섬유의 장점을 상품의 특성에 부각시킬 수 있었기에 다양한 상품이 개발되었고 세계적으로 가장 많은 생산이 이루어지고 있다. 특히 폴리에스테르는 유리전이온도 및 용융점이 높기 때문에 제품의 안정성이 뛰어나지만 아니라 다양한 가공기술의 구사가 가능하다는 특징을 가지고 있고 새로운 기술의 개발에 의해서 신제품의 개발의 가능성이 무한한 소재로 널리 쓰이고 있다.

현재까지 개발되어 있는 태세사(T-T사)는 단사 섬도가 1데니어 이상인 원사를 대상으로 한 것이 주종을 이루고 있는데 그 이유는 태세사의 제조원리를 유리전이온도와 폴리에스테르 고분자의 고차구조의 차이를 이용한 것으로 연신기나 가연기를 활용하여 자연 연신구간에서 넥킹 현상을 활용한 자연적인 태세부분의 형성이 대부분이었기 때문에 초극세사를 활용한 태세사의 개발이 불가능하였던 것이라고 생각되며 또한 단사 섬도가 가늘어지게 되면 폴리에스테르 고분자의 고차구조의 차이를 활용하더라도 굵은 부분과 가는 부분의 굵기 차이가 적게 되어 염색 차가 크지 않게 된다는 것과 단사 섬도가 가늘어질수록 농 색이 불가능하게 되기 때문에 태세사의 차별화영역으로 초극세사의 활용을 여러 업체에서 적극적으로 검토하였으나 상기와 같은 문제를 극복하지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 태세사(T-T사)의 제조기술개발을 위한 기초적인 자료를 제공하고 자 기존의 태세사 제조장치의 부분적인 개조를 통하여 길이방향으로 강제적인 태세사가 형성되도록 하는 태세사를 제조한 후 이들의 물성변화를 조사 분석하여 업계에 도움을 주고자 한다.

2. 실험방법

1. 시료 제조

시료는 POY사 104/192를 사용하여 Draw-Winder(독일, Zinser)를 사용하여 아래조건

(Table 1.)으로 수축사와 Thin-thick yarn(T&T사)를 제조하여 사용하였으며 제조 조건에 따른 시료의 섬도는 Table 2.에 나타내었다. 이때 R2의 속도는 650m/ min이다.

Table 1. Texturing Methode of Thin-thick Yarn

Sample No	Texturing Methode			
1	R1: 상온,	TT-Device: 200℃,	R2: 상온,	Draw ratio: 1.29
2	R1: 상온,	TT-Device: 200℃,	R2: 상온,	Draw ratio: 1.34
3	R1: 상온,	TT-Device: 200℃,	R2: 상온,	Draw ratio: 1.39
4	R1: 상온,	TT-Device: 200℃,	R2: 100℃,	Draw ratio: 1.29
5	R1: 상온,	TT-Device: 200℃,	R2: 100℃,	Draw ratio: 1.34
6	R1: 상온,	TT-Device: 200℃,	R2: 100℃,	Draw ratio: 1.39

Table 2. Denier of Thin-Thick Yarn

Sample NO	1	2	3	4	5	6
Draw-ratio	1.29	1.34	1.39	1.29	1.34	1.39
Denier	81.5	78.6	75.6	81.2	78.5	75.6

2. 수축률 시험

수축률은 시료 길이 30cm, 1g/d의 장력을 부여한 후 비수(100℃)에서 20분간 처리하여 측정하였으며 섬유공정에서의 후가공을 고려하여 비수에서 측정한 시료를 150℃, 170℃, 190℃의 건열에서 20분간 처리한 후 수축률을 구하였다.

$$\frac{l' - l}{l} \times 100, \quad l: \text{원시료 길이}, \quad l': \text{처리 후 시료 길이}$$

3. 구조 및 물성측정

시료는 실험2.의 방법으로 비수에서 20분간 처리한 후 이를 140℃, 180℃의 건열에서 20분간 처리한 후 구조와 물성을 구하였다.

3-1. 결정화도

결정화도는 비중법으로 시료의 밀도를 측정하여 구하였다. 이때 결정영역의 밀도는 Bunn

값인 1.455(g/cm³), 비결정영역의 밀도는 1.335(g/cm³)을 사용하였다.

$$X(\%) = \frac{d - d_a}{d_c - d_a} \times 100$$

X : 결정화도(%)

d_c : 결정영역의 밀도(g/cm³)

d_a : 비결정영역의 밀도(g/cm³)

d : 측정된 시료의 밀도(g/cm³)

3-2. 복굴절률

편광현미경(Zeiss, mf-Aks Automatic-2)을 사용하여 546.1nm의 단색광으로 retardation을 구한 후 광학현미경으로 실측한 섬유직경을 사용하여 복굴절률을 산출하였다.

$$\Delta n = \frac{R}{d}$$

Δn : 복굴절률

R : retardation

d : 섬유의 직경

3-3. 초기탄성률

초기탄성률은 UTM(Hounsfield사 영국)을 사용하여 얻은 S-S curve에서 초기탄성률을 구하였다. 이때 측정조건은 아래와 같다.

Full scale: 10kgf

Load cell: 50kgf

Sample length: 5cm

Extension speed: 3cm/sec

3. 결과 및 고찰

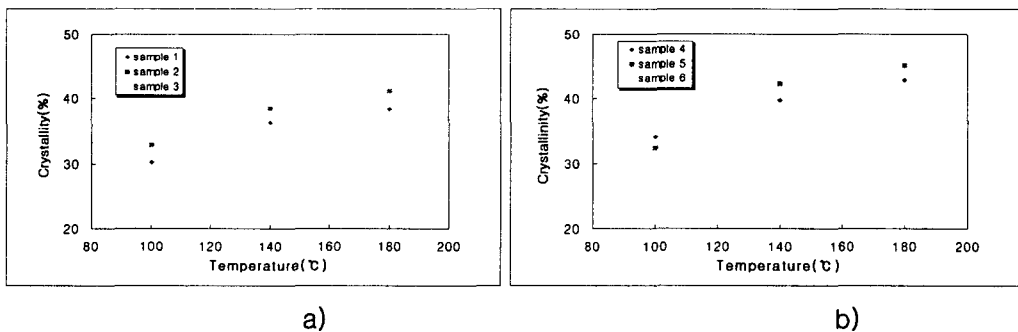


Fig. 4 Crystallinity of samples against various treated temperature

a) Draw-winder roller(R2) at room temperature

b) Draw-winder roller(R2) at 100°C

결정화도의 변화는 열처리 온도가 높을수록 연신비가 클수록 증가하고 있으며 연신비가 클수록 열처리 온도 140℃ 이상에서는 결정화도의 증가폭이 둔화되고 있다. 또한 draw winder의 roller(R2)가 상온인(시료 1~3) 경우보다 100℃인(시료 4~6) 경우가 높게 나타나고 있다. 이는 R2의 온도가 100℃로 연신후 열고정이 되어짐에 따라 연신 구조가 보다 안정화되어 밀도에 의한 겉보기 결정화가 증가한 결과라 생각된다.

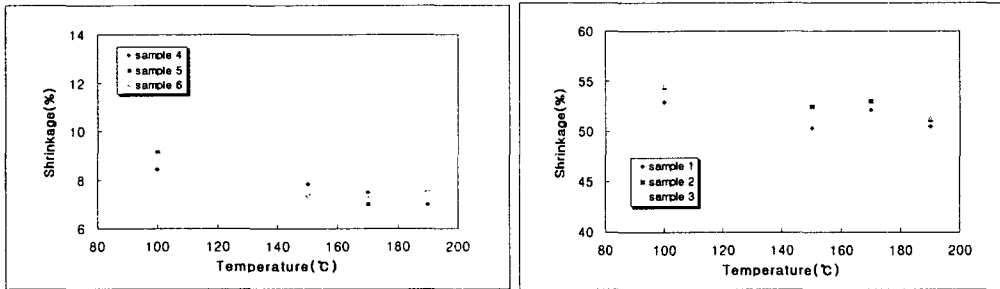


Fig. 6 Shrinkage of samples against various treated temperature

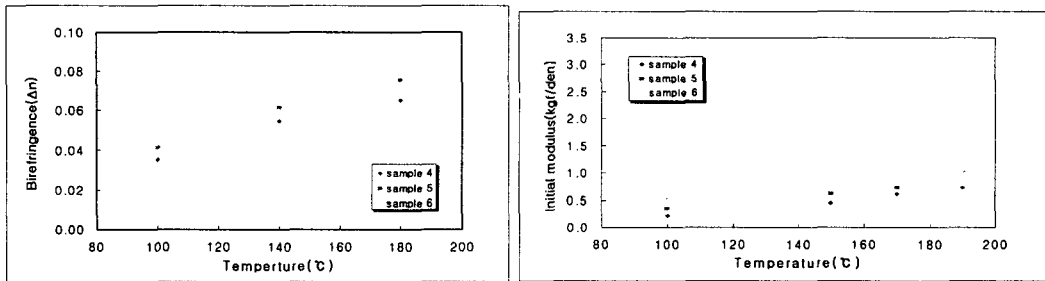
- a) Draw-winder roller(R2) at room temperature
- b) Draw-winder roller(R2) at 100℃

a)의 경우를 보면 연신비가 높을수록 수축률은 증가하나 열처리 온도가 높을수록 감소하고 있다. 그리고 수축률이 약 53%내외로 높게 나타나고 있음으로 보아 R1, R2가 상온인 관계로 TT-Device에 의해 Thin부분만 연신이 되고 Thick부분은 원사인 POY사의 성질이 그대로 유지하고 있음을 알 수 있다. b)는 수축률이 7%내외로 현저히 낮게 나타나고 있는데 이는 100℃인 R2에 의하여 열고정이 됨에 따라서 미결정 분자쇄가 어느 정도 안정된 구조로 편입되어진 결과라 생각된다.

연신비가 높고 Draw winder의 roller(R2)의 온도가 높을수록 복굴절 값은 선형적으로 증가하고 있다. R2의 온도가 100℃인 경우가 상온인 경우보다 복굴절률이 높게 나타나고 있는데 이는 R2의 열고정 효과로 비결정부의 분자쇄가 어느 정도 결정에 편입되어 비결정영역의 분자쇄가 긴장의 정도가 높아진 결과라 생각된다.

연신비와 열처리 온도가 높을수록 초기탄성률은 증가하는 경향을 나타내고 있다. R1, R2가 상온인 a) 경우의 초기탄성률은 약 2.0kgf/denier 정도로 나타났으나 R2가 100℃인 b) 경우는 약 0.5kgf/denier 정도로 낮게 나타났다. 이러한 경향은 이번 실험에서는 시료의 열수축 이후에 초기탄성률을 측정할 결과 수축이 많이 일어난 a)경우가 수축이 적게 일어난 b) 경우보다 수축에 의한 비정형부분의 coil거동이 많아진 결과 초기탄성률이 높게 나타난 결

과라 생각된다.



4. 결론

시료는 POY사 104/192로 Draw-Winder(독일, Zinser)를 이용하여 기존의 태세사 제조장치의 부분적인 개조를 통하여 길이방향으로 강제적인 태세사가 형성되도록 하는 제조기술을 이용하여 Thin-thick yarn(T&T사) 6종류를 제조하였으며 제조 조건에 따른 구조변화와 물성에 대하여 연구 검토한 결과 다음과 같다.

1. 결정화도의 변화는 Draw-winder의 R2 roller 온도가 상온인 경우보다 100 °C인 경우가 높게 나타났다.
2. 태세사의 세(thin)부분의 복굴절률은 연신비가 높고 Draw winder의 roller(R2)의 온도가 높을수록 복굴절 값은 선형적으로 증가하였다.
3. T&T사 제조시 연신 온도가 상온인 경우는 Thin부분만 연신이 진행되고 Thick부분은 원사인 POY사의 성질이 그대로 유지하고 있음을 알 수 있다
4. R2 roller 온도가 상온에서 제조된 시료의 초기탄성률은 약 1.5~2.0kgf/denier 정도로 높게 나타났으나 100°C로 제조된 시료는 약 0.5~1.0kgf/denier 정도로 낮게 나타났다.

감사의 말: 본연구는 산학년 컨소시엄사업(11차)으로 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.