

PET 원사와 가연공정 특성이 DTY의 물성에 미치는 영향

박경순, 김승진, 정기진, 강지만

영남대학교, 섬유패션학부

The Effect of PET Filament Yarn and Properties and False Twist Processing Conditions on the Physical Properties of DTY

Kyung-Soon Park, Seung-Jin Kim, Gee-Jin Jung and Ji-Man Kang

School of Textiles, Yeungnam University, Kyeongsan, Korea

1. 서 론

Easy-care성을 장점으로 하여 천연섬유 대체용으로 점차 차별화가 진행되며 개발된 PET 섬유는 범용적인 섬유특성으로 인해 의류·비의류용 분야에서 광범위한 소재로 많이 사용되고 있다. 고부가가치의 직물을 생산하기 위해서는 원사의 특성뿐만 아니라 원사 이후의 공정 특히 사가공공정에서의 각 공정에 따른 絲의 물성을 파악하는 것이 중요하다. 원사를 가연하는 공정 중 최근 disk spindle과 큰 축을 이루고 있는 belt 가연기구는 높은 생산속도와 균일한 가공사를 생산할 수 있어 많이 사용하고 있다. Belt type 가연기구에서는 heater 온도, draw ratio, velocity 등의 많은 조건들은 생산성, 품질안정성 및 염색성에 많은 영향을 미치며 최종 제품의 품질을 결정하는 중요 공정인자^{1~2)}가 된다.

따라서 본 연구는 2개 社에서 제조된 PET 원사의 물성을 비교하고 이들 원사로부터 가연공정조건 변화에 따라 생산된 DTY의 물성도 비교·분석하여 품질이 우수한 DTY 물성에 영향을 미치는 원사의 물성과 DTY 공정조건을 분석·조사하므로써 실제 현장에 적용 가능한 기초 연구자료를 제공하고 신축성이 좋은 고부가가치의 직물 개발에 응용할 수 있는 기초 Data 제공을 본 연구의 목적으로 한다.

2. 실 험

2.1. 원사 시료 물성

본 연구에서는 국내 2개 원사 Maker에서 제조·생산되고 있는 250d/48f PET POY 시료를 이용하였다. Table 1은 사용된 원사 시료의 물성을 나타낸다.

Table 1. The physical properties of PET POY 250d/48f

구분	Denier(d)	Initial modulus(g/d)	Tenacity(g/d)	Breaking strain(%)	Shrinkage(%)	
					Dry shrinkage	Wet shrinkage
POY A	244.1	0.98	2.50	219.2	68.3	55.1
POY B	250.0	1.80	2.73	134.2	65.5	57.9

2.2. 공정조건

Table 1의 2개 社의 원사를 사용하여 다음 Table 2의 조건으로 가연공정조건을 변화시켜 Muratec 33H(日本)의 Belt type 가연기구를 사용하여 DTY 시료를 제조하였다.

Table 2. False twist processing conditions

고정공정조건		변화공정조건	
Yarn speed(m/min)	500	1st heater temperature(°C)	160, 180, 200, 220
1st over feed(%)	2.11	Draw ratio(DR)	1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 2.0
2nd over feed(%)	3.50	Velocity ratio(VR)	1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8
Belt cross angle(°)	115		
총 시료		100개	

3. 결과 및 고찰

3.1. 공정조건에 따른 섬도 변화

Fig. 1은 2개社의 원사 시료를 이용하여 DTY를 제조할 시 가연공정조건 변화인 1st heater 온도, DR(Draw ratio), VR(Velocity ratio)에 따른 DTY의 섬도 변화를 나타낸 것이다. 섬도는 연신비(DR)의 증가에 따라 감소하며 1st heater 온도와 사속비(VR)는 섬도 변화에 큰 영향을 미치지 않는 것을 볼 수 있다. 또한 각 사의 섬도값을 비교한 결과 244d를 사용한 A社의 DTY 시료가 250d의 원사 시료를 사용하여 가연한 B社보다 평균 2~5d 정도 낮은 섬도값을 나타내는 것을 볼 수 있다.

Fig. 2는 가연사 제조공정조건에 따른 B社의 원사 시료로 가연한 DTY의 섬도 변화를 나타낸 그림이다. PET POY 250d/48f인 B社의 실측 denier는 255.2d로 공정상 설정 섬도와 실제 섬도는 약 5d 정도의 편차를 가지는 것을 볼 수 있다. 또 그림에서 보듯이 가연사 제조공정조건 중 연신비가 증가함에 따라 섬도는 점차 감소하는 경향을 나타낸다. 이에 비해 각 연신비 조건에서 사속비가 변함에 따라 섬도는 큰 영향을 받지 않는 것을 볼 수 있다. 또한 1st heater 온도의 변화도 섬도 값에는 큰 영향을 미치지 못하는 것을 알 수 있다. 그러나 연신비 1.6과 1.7의 조건에서는 사속비에 관계없이 1st heater 온도에 따라 섬도값의 편차를 보이는데, 1st heater 온도가 160℃일 때 다른 온도(180, 200, 220℃)의 絲와 비교하면, 낮은 연신비와 낮은 1st heater 온도에서 섬도가 5~10d 정도의 큰 차이를 나타내는 것을 볼 수 있다. 이는 낮은 연신비에서는 1st heater 온도가 낮아짐에 따라 絲의 배향성이 감소하여 絲 내부 구조가 무질서하게 배열된 결과 絲가 bulky하게 형성되어 섬도 값이 증가하는 것으로 사료된다. A社의 시료도 B社와 같은 경향을 나타낸다.

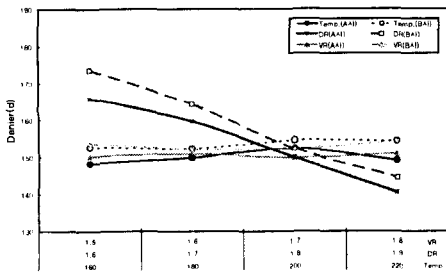


Fig. 1 Denier of DTY according to Temp., DR and VR of processing conditions

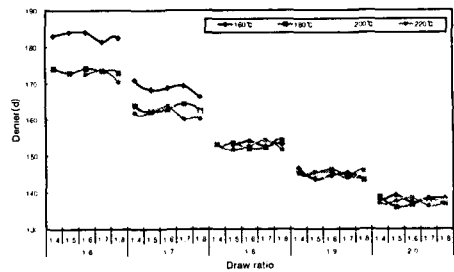


Fig. 2 Denier of DTY according to processing conditions(B)

3.2. 공정조건에 따른 인장 변화

Fig. 3과 4는 가연사 제조공정조건에 따른 A社와 B社의 DTY 절단강도 변화를 나타낸 그림이다. 1.6~2.0까지 연신비가 증가함에 따라 절단강도는 점점 더 커지는 경향을 보이고 있다. 이는 연신 될 때 섬유 축방향의 배열로 인한 결정화가 증가하기 때문인 것으로 사료된다. A社와 B社의 PET POY의 절단강도는 각각 2.5g/d와 2.73g/d의 값을 보였으며, 연신비 1.8의 공정조건에서 제조된 DTY의 절단강도는 5.0~5.1g/d 정도의 값을 가짐으로서 가연된 DTY가 약 2배정도 큰 값을 가지는 것을 볼 수 있다. Fig. 3에서 보듯이 사속비에 따른 절단강도는 큰 변화를 보이지 않으나, 1st heater 온도에 따라서는 절단강도는 영향을 받는데, A, B社 모두 연신비가 1.6일 때 1st heater 온도 증가에 따라 절단강도는 증가하는 경향을 보이며, 연신비가 2.0일 때는 1st heater 온도 증가에 따른 절단강도는 차츰 감소하는 경향을 보이고 있다. 원사 시료의 絲 섬도가 불안정한 Fig. 4의 DTY는 가연공정조건 변화에 따라 절단강도의 값은 차이를 가지는 것을 볼 수 있다. 연신비의 증가에 따라 DTY의 절단강도는 증가하며, 1st heater 온도의 증가에 따라 가연된 絲의 절단강도 값은 연신비 1.6, 1.7일 때는 1st heater 온도 증가에 따라 절단강도는 증가하며, 연신비 1.8, 1.9, 2.0에서는 1st heater 온도 증가에 따라 절단강도는 약간씩 감소하는 경향을 보인다. A社보다 B社의 DTY가 온도변화에 따른 絲 강도 변화가 큼을 알 수 있다.

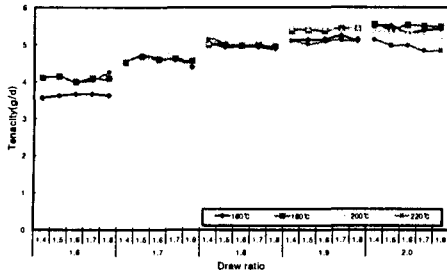


Fig. 3 Tenacity of DTY according to processing conditions(A)

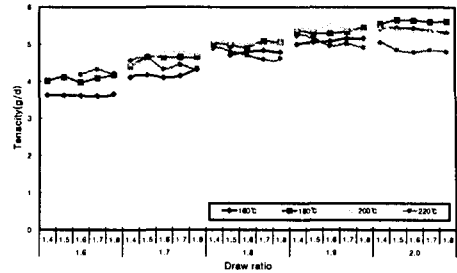


Fig. 4 Tenacity of DTY according to processing conditions(B)

Fig. 5는 가연사 제조공정조건에 따른 A社의 DTY 초기탄성을 변화를 나타낸다. 사용된 원사 시료의 초기탄성은 0.98g/d의 값을 가지는 반면, 가연된 DTY는 연신됨으로서 그 값이 증가하는 경향을 보이고 있다. 가연공정조건 변화 중 사속비와 1st heater 온도에 따른 초기탄성은 큰 차이를 나타내지 않으나 낮은 연신비에서 공정조건 변화에 따라 DTY의 초기탄성은 큰 차이를 나타내는 것을 볼 수 있다. 연신비가 1.6, 1.7, 1.8일 때 사속비 증가에 따라 초기탄성은 증가하는 경향을 보이고, 연신비가 1.9, 2.0일 때는 사속비가 증가함에 따라 초기탄성은 큰 차이를 보이지는 않지만 약간씩 감소하는 경향을 나타낸다. B社의 시료도 A社와 비슷한 경향을 보인다. 1st heater 온도 변화에 따른 絲의 초기탄성률 변화는 A社보다 B社가 더 큼을 알 수 있다.

Fig. 6은 가연사 제조공정조건에 따른 B社의 DTY 절단신도 변화를 보이는 그림이다. 원사 시료의 절단신도가 134.2%의 값을 보이는데 비해 가연된 DTY는 연신비가 증가함에 따라 절단신도는 점점 더 작아지는 경향을 나타내며 1st heater 온도가 증가함에 따라 절단신도는 약간씩 감소하는 경향을 보이는 것을 볼 수 있다. 220°C의 높은 heater 온도에서 절단신도는 사속비와 연신비에 따라 경향을 나타내는데, 연신비 1.6, 1.7, 1.8, 1.9에서는 사속비가 증가함에 따라 절단신도는 감소하며, 2.0의 높은 연신비에서는 사속비에 따른 절단신도는 큰 경향을 나타내지 않는다. A社의 시료도 B社와 비슷한 경향을 보인다.

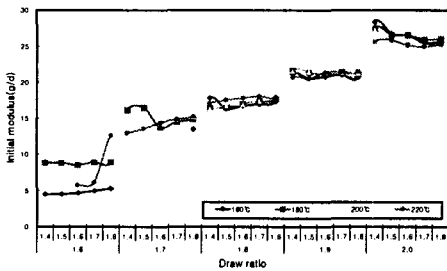


Fig. 5 Initial modulus of DTY according to processing conditions(A)

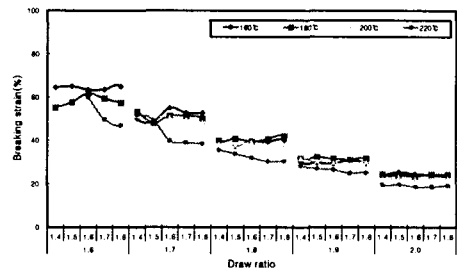


Fig. 6 Breaking strain of DTY according to processing conditions(B)

3.3. 공정조건에 따른 열수축률 변화

Fig. 7과 8은 가연사 제조공정조건에 따른 A社와 B社의 DTY 건열수축률 변화를 나타낸 것이다. A, B社의 PET POY 원사 시료는 평균 65%의 건열수축률 값을 가지나 가연된 DTY는 3~12%의 낮은 건열수축률 값을 가지는 것을 볼 수 있다. 2社 모두 가연공정조건인 연신비가 증가함에 따라 건열수축률은 점점 증가하는 경향을 보이며, 1st heater 온도가 증가함에 따라서는 감소하는 것을 볼 수 있다. 특히 220°C의 heater 온도로 heat setting된 DTY는 다른 온도에 비해 사속비에 따라서 건열수축률 편차가 큰 경향을 보이고 있다. 사속비에 따른 건열수축률은 낮은 연신비(1.6, 1.7, 1.8)에서는 사속비가 증가함에 따라 건열수축률은 감소하는 경향을 보이는 반면, 연신비 1.9, 2.0에서는 사속비 증가에 따라 건열수축률 값이 약간씩 증가하는 경향을 보인다.

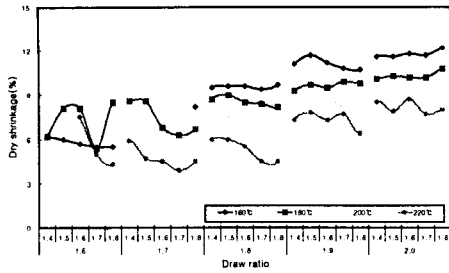


Fig. 7 Dry shrinkage of DTY according to processing conditions(A)

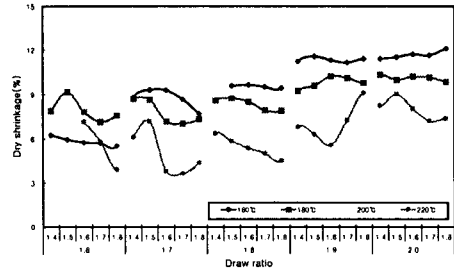


Fig. 8 Dry shrinkage of DTY according to processing conditions(B)

Fig. 9과 10은 가연사 제조공정조건에 따른 A社와 B社의 DTY 습열수축률 변화를 나타낸 것이다. 2개社의 PET POY의 평균습열수축률은 약 55~58%의 습열수축률 값을 가지나 가연된 사는 2.6~6.1%로 건열수축률보다 낮은 값을 가지는 것을 볼 수 있다. 습열수축률의 경우도 건열수축률과 마찬가지로 연신비가 증가함에 따라 습열수축률 값은 증가하며, 1st heater 온도가 올라감에 따라 습열수축률 값은 감소하는 경향을 보인다. 사속비에 따른 습열수축률 값은 연신비 1.6, 1.7, 1.8까지는 사속비가 증가함에 따라 습열수축률은 감소하는 경향을 보이고, 연신비 1.9, 2.0까지는 사속비의 증가에 따라 습열수축률 값이 약간씩 증가하는 경향을 보인다.

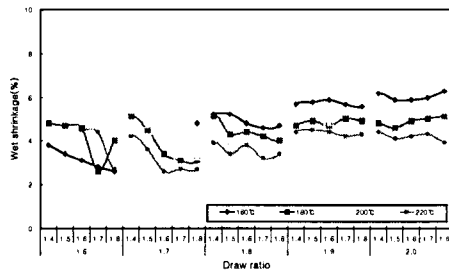


Fig. 9 Wet shrinkage of DTY according to processing conditions(A)

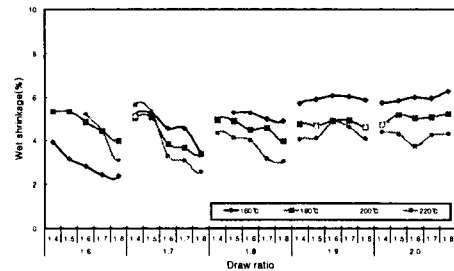


Fig. 10 Wet shrinkage of DTY according to processing conditions(B)

4. 결론

국내 2개 원사 Maker에서 제조된 PET POY를 이용하여 가연공정조건 변화에 따른 DTY의 물성을 분석한 결과는 다음과 같다.

- (1) 같은 denier이나 제조 회사에 따라 PET 원사의 물성이 약간씩 차이가 나며, 이는 가연된 가공사의 물성에도 영향을 미칠 수가 있다. 따라서 DTY 작업시 공정조건을 설정할 때 각 원사 Maker에 따라 미세하게 조절할 필요가 있다.
- (2) PET 가연사는 공정조건인 히터온도, 연신비, 사속비에 따라 그 물성이 변화하며 이중 연신비에 가장 많은 영향을 받는 것을 볼 수 있다. 연신비가 증가할수록 섬도와 절단신도는 감소하였고, 절단강도와 초기탄성률은 증가하는 경향을 나타낸다.
- (3) 건열수축률은 연신비가 증가할수록, 1st heater 온도가 감소할수록 증가하는 경향을 보인다. 습열수축률도 건열수축률과 비슷한 경향을 나타낸다. 특히 낮은 연신비에서는 絲 물성이 현저히 떨어지는 경향을 보이고 있다.

5. 참고문헌

1. 김승진, "사가공 공정기술", RRC 기술자료, 1996.
2. 김승진, "복합사 제조공정 기술", RRC 기술자료, 1997.

감사의 글 : 본 연구는 영남대학교 RRC의 지원에 의해 수행하였기에 관계기관에 감사 드립니다.