

Belt DTY 공정특성과 열수축률

박경순, 김승진, 정기진, 강지만

영남대학교 섬유패션학부

A Study on the Processing Conditions and Thermal Shrinkage of Belt DTY

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

School of Textiles, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea

1. 서 론

PET는 의류용과 비의류용에서 다양화 된 소재로 많이 사용되고 있다. 그러나, 일반적으로 생산되는 regular 絲의 경우 경쟁력이 떨어지기에 고부가가치의 소재를 생산하기 위한 많은 연구가 현재 진행 중이다. 최근 국내 원사 Maker에서는 고속생산 및 자동화에 따른 대량생산 System으로 제조원가 절감에 주력하는 한편 기존 공정에서 차별화 소재를 생산 할 수 있는 연구를 계속하고 있다. 이로 인해 고품질을 지니고 국제경쟁력과 수익성을 가진 차별화 된 소재 원사의 개발이 점점 증가하고 있는 실정이다. 이를 위해서는 소재 원사의 특성뿐만 아니라 원사 이후의 공정 특히 사가공공정에서 각 공정변화에 따른 絲의 물성을 연구하는 것이 아주 중요하다. 가연공정시 가장 많이 사용되고 있는 belt 가연기구는 높은 생산속도와 균일한 가공사를 생산할 수 있어 많이 사용되고 있다. Belt type 가연기구에서 히터온도, 연신비, 사속비 등의 많은 공정조건들은 가공된 絲의 생산성, 품질안정성 및 염색성에 많은 영향을 미치며 최종 제품의 품질을 결정하는데도 중요한 공정인자^{1~2)}가 된다.

본 연구에서는 신축성이 있는 소재를 개발하기 위해 국내 6개 社에서 제조된 PET POY 원사 물성을 비교하고 이들 원사로부터 belt type 가연기구에서 가연공정조건 변화에 따라 생산된 DTY의 습·건열수축률 변화를 비교·분석하여 DTY 물성에 영향을 미치는 원사의 물성과 DTY 공정조건을 분석하고자 한다. 본 발표는 이들 6개 社 시료 중 C, D 絲로서 현재 국내 기업들이 사용중인 원사를 시료로 사용하여 현장에 적용 가능한 기초 연구자료를 제공하고 신축성이 좋은 고부가가치 직물 개발에 응용할 수 있는 기초 Data 제공을 목적으로 한다.

2. 실 험

2.1. PET POY 원사 시료 물성

이 실험에 사용된 PET POY 원사 시료의 물성을 Table 1에 나타낸다. 본 연구에서는 국내 K 社와 D 社의 원사 Maker에서 제조·생산되고 있는 250d/48f의 PET POY 원사 시료를 이용하였다.

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 C	250.0	1.86	2.74	131.0	65.2	58.7
POY D	246.5	1.19	2.68	194.9	62.5	58.0

2.2. 가공사 공정조건

Table 1의 원사 시료는 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)	1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9
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	

2.3. 실험방법

2개의 PET POY cake는 layer별로 나누어 습열온도 100°C, 건열온도 180°C로 각각의 습·건열수축률을 측정하였으며, 이들 원사 시료를 이용하여 만든 DTY 가공사의 습·건열수축률도 POY 원사 시료와 같은 방법으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. POY 원사 물성 비교

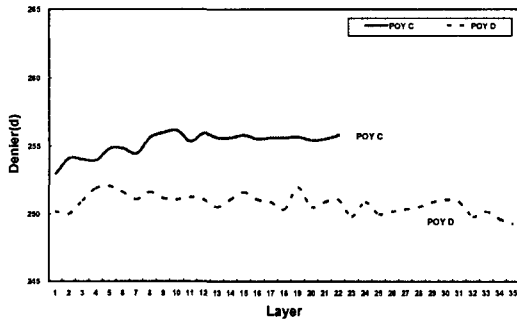


Fig. 1 Denier of PET POY

Fig. 1은 국내 K社와 D社의 PET POY의 layer간 평균섬도 변화를 나타낸 것이다. 두 원사 시료 모두 layer간 평균섬도 값이 약간의 편차를 가지는 것을 볼 수 있다. POY C의 경우 layer내 평균섬도 변화가 POY D에 비해 약 2~5d 정도 차이를 보이며, cake 외층 부분의 사의 섬도가 약간 낮은 값을 나타내는 것을 볼 수 있다. 또한 C, D 2개社의 섬도 값을 비교한 결과 250.0d를 사용한 C社와 246.5d를 사용한 D社의 DTY 시료는 실제섬도가 공정섬도보다 약 4~5d 정도 높은 값을 가지는 것을 볼 수 있다.

Fig. 2는 K社와 D社의 PET POY의 습열수축률의 layer별 평균값을 나타내며, Fig. 3은 건열수축률의 평균값을 나타낸다.

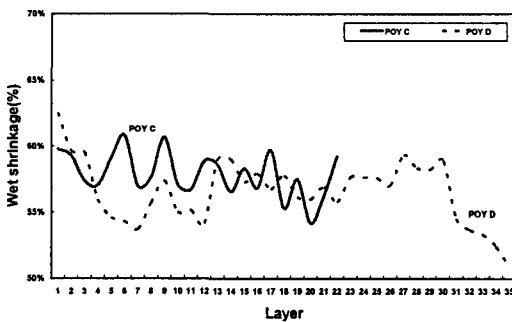


Fig. 2 Wet shrinkage of PET POY

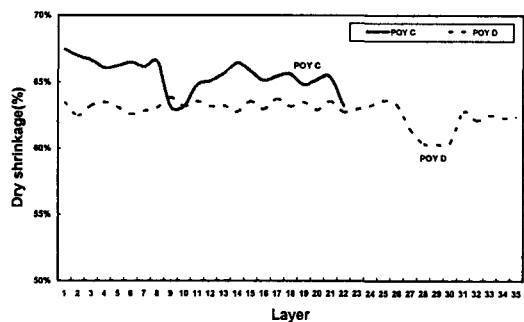


Fig. 3 Dry shrinkage of PET POY

습열수축률의 경우 50~62%의 열수축률 값을 가지며 layer간 열수축률 값이 편차를 나타내는 것을 볼 수 있는데, POY D가 POY C에 비해 약 12% 정도의 layer내 편차를 가지며 cake 외층과 내층에서 불안정한 열수축률 값을 가지는 것을 볼 수 있다. 건열수축률은 습열수축률에 비해 약 10% 정도 높은 열수축률 값을 가지며 layer간 편차는 습열수축률에 비해 그 편차가 다소 적은 것을 볼 수 있다. 전반적으로 건열수축률보다 습열수축률이 큰 편차를 나타내는데, 습열수축률과 마찬가지로 POY D의 건열수축률의 경우 cake 내층에서 낮은 건열수축률 값을 가지며, POY C는 cake 중층에서 불안정한 건열

수축률 값을 가지는 것을 볼 수 있다. 열수축률 값의 편차는 가연공정시 絲의 물성을 불안정하게 하여 후공정을 거치면서 최종제품의 물성에 악영향을 미치기 때문에 원사상태에서 파악된 絲의 물성 결과치를 토대로 하여 가연시 별도의 공정관리가 필요할 것으로 판단된다.

3.2. 가연사 제조공정시 공정조건 변화에 따른 습열수축률의 변화

Fig. 4와 5는 국내 K社와 D社의 PET POY를 이용하여 Belt type의 DTY를 만들시 가연사 제조공정조건 변화에 따른 POY C, D 시료의 습열수축률 변화를 나타낸 것이다.

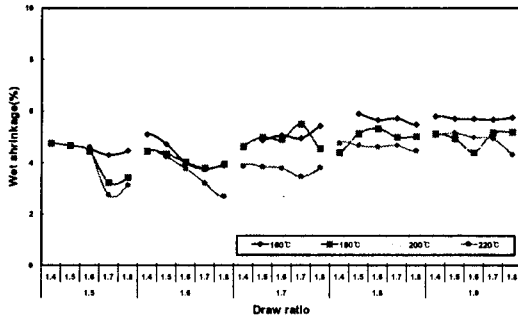


Fig. 4 Wet shrinkage of DTY according to the processing conditions(POY C)

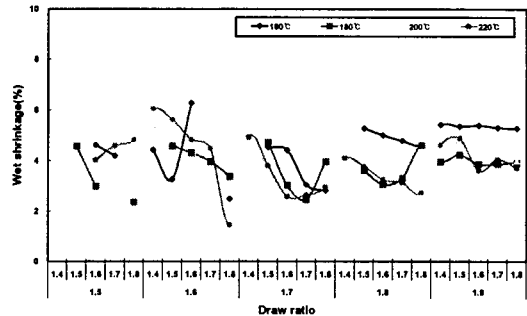


Fig. 5 Wet shrinkage of DTY according to the processing conditions(POY D)

PET POY C, D 원사 시료의 평균습열수축률은 50~62% 열수축률 값을 가지나 이를 이용하여 공정 조건에 따라 가연한 DTY는 이보다 훨씬 낮은 2~6%의 습열수축률 값을 나타낸다. 가연공정시 공정조건 변화에 따른 絲의 습열수축률 값의 편차는 POY D가 그 값의 편차가 심한 것을 볼 수 있다. POY C의 경우 가연공정시 공정조건인 연신비가 증가함에 따라 습열수축률은 증가하는 경향을 보이며, 히터온도가 올라감에 따라서는 감소하는 경향을 보인다. 사속비에 따른 습열수축률은 연신비 1.5, 1.6까지는 사속비가 증가함에 따라 습열수축률은 감소하는 경향을 보인다. 그러나 연신비 1.7, 1.8, 1.9에서는 사속비는 수축률에 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있다. POY D의 경우 POY C에 비해 가연공정조건에 따른 絲의 습열수축률이 편차를 나타내는 것을 볼 수 있다. 이러한 사실은 PET POY 원사의 수축률을 보인 Fig. 2에서 볼 수 있듯이 습열수축률의 편차가 POY C보다 POY D가 더 큰 사실에 기인되는 것으로 보여진다. 연신비가 증가함에 따른 가연사의 습열수축률은 약간씩 증가하는 경향을 보이며, 히터온도에 따른 습열수축률은 연신비 1.5, 1.6까지는 히터온도가 증가함에 따라 습열수축률 값이 경향을 나타내지 않으며, 연신비 1.7, 1.8, 1.9에서는 히터온도가 증가함에 따라 습열수축률 값이 감소하는 경향을 보인다. 사속비에 따른 습열수축률은 사속비가 증가함에 따라 습열수축률 값이 감소하는 경향을 나타내는 것을 볼 수 있다. POY D의 경우 원사의 물성이 가연공정시에도 그대로 발휘되는 것으로 가연시 공정관리에 보다 각별한 주의가 필요할 것으로 사료된다.

3.3. 가연사 제조공정시 공정조건 변화에 따른 건열수축률의 변화

Fig. 6과 7은 가연사 제조공정조건에 따른 POY C, D의 Belt type DTY의 건열수축률 변화를 나타낸다. 건열수축률의 경우도 습열수축률과 마찬가지로 원사 시료보다 가연사의 수축률이 현저히 낮은 값을 가지는 것을 볼 수 있다. 원사 시료의 건열수축률값이 60~67%임에 반해 가연사의 열수축률은 4~11% 정도로 가연 후 연신됨에 따라 열수축률 값은 감소되는 것으로 사료된다. 건열수축률에서도 POY C에 비해 POY D의 열수축률 값이 편차를 나타내는 것을 볼 수 있다. POY C의 경우 가연공정시 공정조건인 연신비가 증가함에 따라 건열수축률은 증가하는 경향을 보이고, 히터온도가 증가함에 따라서는 감소하는 경향을 보인다. 사속비에 따른 건열수축률은 연신비 1.5, 1.6에서는 사속비가 증가함에 따라 건열수축률은 감소하는 경향을 보이고, 연신비 1.7, 1.8, 1.9에서는 사속비의 증가에 따라 건열수축률 값이 변화를 보이지 않는 경향을 보인다. POY D의 경우 가연공정조건인 연신비가 증가함에

따라 건열수축률은 약간씩 증가하는 경향을 보이나, 히터온도와 사속비가 증가함에 따른 건열수축률은 감소하는 경향을 나타낸다. 특히 POY D는 습·건열수축률 모두 사속비에 따른 습·건열수축률의 편차가 큰 경향을 나타내는 것을 볼 수 있다.

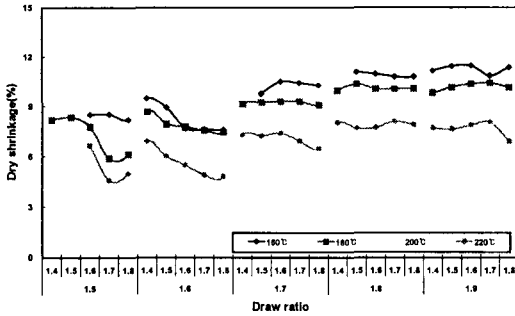


Fig. 6 Dry shrinkage of DTY according to the processing conditions(POY C)

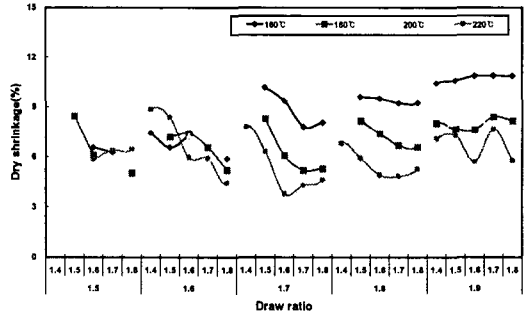


Fig. 7 Dry shrinkage of DTY according to the processing conditions(POY D)

3.3. 가연사 제조공정시 공정조건 변화에 따른 염색성의 변화

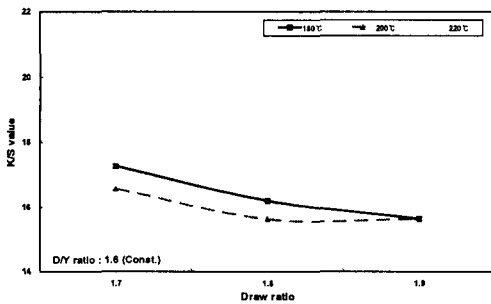


Fig. 8 K/S value of DTY according to the DR and 1st heater temp. at VR 1.6

Fig. 8은 가연사 제조시 연신비와 히터온도를 달리하여 제조한 POY C의 가연사 니트 편물의 염착량을 나타낸 그림이다. 그림에서 보듯이 연신비가 증가함에 따라 K/S값은 감소하는 것을 볼 수 있다. 이는 연신됨에 따라 분자내 결정영역이 증가됨에 따라 염료가 침투할 수 있는 영역이 적어지는 결과 염색성은 낮아지는 것으로 사료된다. 그리고 일정 사속비에서 히터온도가 높아짐에 따른 K/S값은 180°C에서 200°C로 됨에 따라 결정부분이 형성되어 염색성이 떨어지며 220°C에서는 결정역의 비결정화로 인해 오히려 염착량이 증가되는 것을 볼 수 있다.

4. 결 론

국내 K社와 D社에서 제조된 PET POY 원사의 물성을 비교하고 이들 원사로부터 가연공정조건 변화에 따라 생산된 DTY 가연사의 습·건열수축률을 비교·분석한 결과는 다음과 같다.

국내 K社와 D社의 원사시료를 이용해 가연사를 제조할 시 가연사가 가연됨에 따라 열수축률은 감소한다. DTY 가연사를 제조할 시 제조된 가연사는 가연공정조건인 히터온도, 연신비, 사속비에 따라 그 물성이 변화하는 것을 볼 수 있는데 이중 연신비에 가장 많은 영향을 받는다. 습·건열수축률 모두 원사의 물성이 불안정한 POY D가 가연 후에도 열수축률 값이 편차를 나타낸다. 이러한 PET POY 원사시료의 열수축률의 편차는 가연된 DTY의 물성편차를 초래하여 후공정시 문제를 유발시킬 수 있기에 각 시료에 맞는 적절한 공정설계가 필요할 것으로 사료된다.

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 드린다.