

# Pin과 Belt type 가공사 물성 변화에 관한 연구

전계현, 김승진, 이용곤, 이종걸  
영남대학교 섬유학부

## 1. 서론

폴리에스테르 직물 제조 공정은 원사에서 사가공 공정을 거쳐 제직 준비 및 제직 공정, 염·가공 공정으로 분류된다. 이들 공정 중 사가공 공정에서 DTY 絲를 제조할 때의 假撚 방식에 따라 생산된 絲의 품질에 큰 영향을 끼친다. 일반적으로 DTY 絲의 품질은 絲가 가지는 Bulky 性에 따라 그 품질을 평가하는데 이러한 絲의 벌키성은 직물이 가지는 촉감과 밀접한 관계를 가지므로 가공사의 중요한 특성이라 할 수 있다.<sup>1), 4)</sup>

그런데 일반적으로 Pin type 가연기에서 작업한 假撚絲의 Bulky 性이 Belt type에서 假撚한 絲보다 벌키성이 우수한 것으로 알려져 있으나 생산성이 떨어져 경제성이 문제가 되고 있다.<sup>2)</sup> 따라서 최근에는 Belt type 기계에서 Pin type의 가공사가 갖는 벌키성이 우수한 가공사를 제조하려는 노력이 이루어지고 있다.

따라서 본 연구에서는 현재 DTY 絲 제조 공정에 사용되어지는 Disk type, Pin type, Belt type의 假撚 unit 중 Pin type과 Belt type으로 만들어진 원사와 가공사의 물성 실험을 통해, 각 Pin type 원사와 가공사의 물성 변화에 대한 연구 및 두 방식으로 제조된 가공사 물성의 차이점을 실험·분석함으로써, 각 社의 假撚 조건의 적합성과 Bulky 性이 우수한 가공사 제조에 필요한 Pin·Belt type 기계의 최적 조건 연구에 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 실험

### 2.1 실험 시료 및 가공 조건

본 실험에 사용된 시료는 Pin type 가공사 4개 시료와 이들 원사 그리고 Belt type 가공사 1개 시료와 원사 모두 10개의 시료를 시험·분석하였으며 이들 원사와 가공사는 국내 메이커에서 제조·생산되고 있는 시판사이며, 그 실험시료 및 가공조건을 Table 1. 에 나타내었다. 또한 실험 항목 및 방법을 Table 2. 에 나타내었다.

Table 1. 실험 시료 및 가공 조건

Maker (원사)	Maker (가공사)		조 건		비 고	假撚 unit
P-1	A 社	100/192 (1808)	T/M	2300	· Pin 스펀들 회전속도: 210,000/min · 사속: 90m/min · Heat Chamber 길이: 120 cm	Pin Type
P-2		100/192 (7306)	Temp.	185		
P-3		100/192 (5110)	DR	2.9		
P-4		100/192 (1427E)	OF	2.7		
B	B 社	100/192	T/M	2800	· RPM: 410 · 사속: 400m/min · Heat Chamber 길이: 245 cm · VR: 1.496 · Belt 교각: 110 ° · Belt 접압: 1.8kg · 기계: MURATEC 33H	Belt Type
			Temp.	190		
			DR	1.020		
			OF	OF2: 1.94 OF3: 2.60		

Table 2. 실험 항목 및 방법

No.	실험 항목		실험 방법
1	인장 실험		Testometric MICRO 350 기계를 사용하여 시료길이 100mm, test speed 100 mm/min, Load Cell 25Kgf 로써 10회 반복 실험
2	수축률 실험	비동수 수축률 건열 수축률	絲에 0.1g/d의 하중을 걸어 원장을 구한 후, Water Bath 내에서 온도 100℃, 30분 무긴장하에서 비동수 처리를 한다. 24시간 이상 상온 방치 후 0.1g/d의 하중을 걸어 측정위와 같이 원장을 구하고 air 온도 180℃, 30분간 무긴장 열처리를 한 후 하루 이상 방치 후, 0.1g/d의 하중을 시료에 걸어 수축률 측정
3	Simulation 실험	Sizing Scouring Setting	0.1g/d의 하중하에서 Heat chamber 온도 130℃, 2분간 처리 하중 없이 Bath에서 100℃, 20분간 습열 처리 후 24시간 방치 하중 없이 Heat chamber에서 180℃, 2분간 처리
4	열응력 실험		Kanebo 社の 열응력 측정기를 사용하여 시료길이 50mm, 승온범위 40℃~270℃, 승온 속도 300℃/2 min으로서 초하중 0.1g/d를 주고, Peak 점에서의 응력과 온도를 3회 측정
5	섬도 측정		KS K 0416 필라멘트 絲의 섬도 측정 방법(타래법)에 따름
6	Snarl Index		KS K 0479 면사의 Snarl 지수 측정 방법에 따름
7	Cycling 실험		Testometric MICRO 350 기계를 이용하여 시료길이 100 mm, test speed 100 mm/min 으로 1회/10회 반복하여 실험
8	Crimp Property 실험 (HATRA Method)	Crimp Rigidity	0.1g/d의 하중 하에서 20℃ 물 속에 2분 동안 담근 후 측정된 길이(L1)와 다시 하중을 0.002g/d로 준 후 2분 후에 측정된 길이(L2)를 이용하여 $\frac{(L1-L2)}{L1} \times 100$ 로써 계산
Crimp Retraction		실온에서 0.002g/d의 絲(90cm)를 2분 동안 0.1g/d의 하중을 주고 다시 2분 후 그 길이(L1)를 측정한다. 다시 하중을 0.002g/d로 줄이고 2분 후 길이를 측정(L2) 후 $\frac{(L1-L2)}{L1} \times 100$ 로 계산	
9	Scanning Electron Microscope 촬영		HITACHI S-4200(日本)을 사용하여 가속전압 1KV 하에서 絲의 단면 촬영

### 3. 결과 및 토의

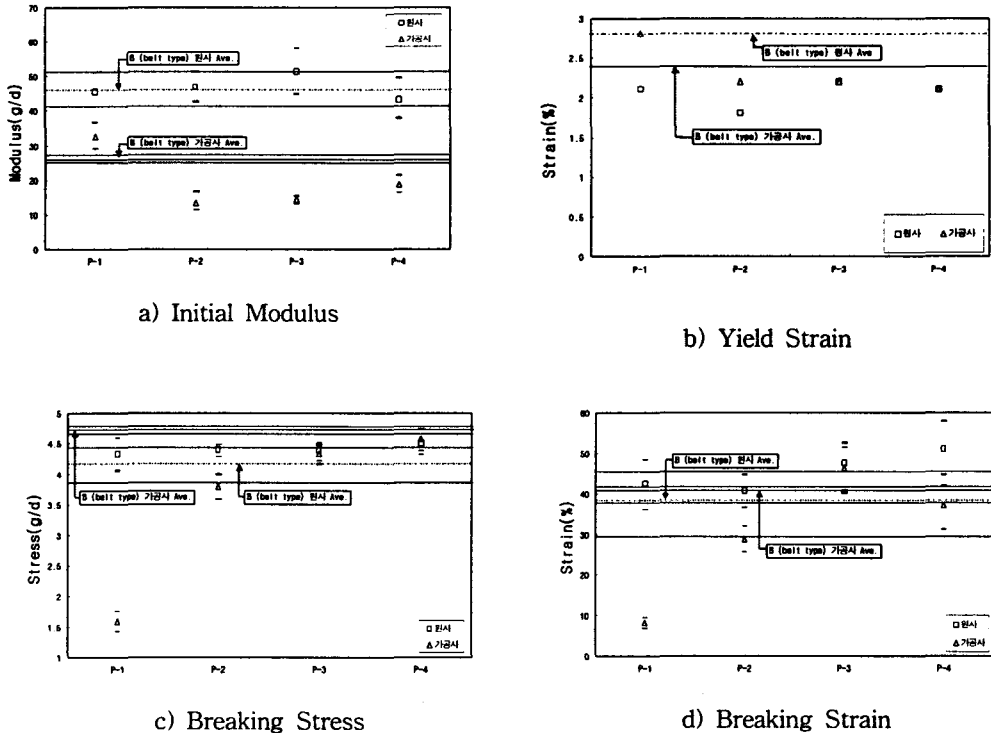


Fig. 1 Physical Property of DTY

Fig. 1 a)와 c) 그래프에서 P-1 시료는 높은 초기탄성계수와 낮은 절단강도를 보이며, 다른 Pin type 시료에 비해 큰 편차를 나타내고 있다. 따라서 P-1 시료는 걸리는 하중에 대해서 잘 늘어나지 않으며 다른 絲에 비해 사절이 쉽게 일어날 것으로 생각된다.

초기탄성계수는 결정화도 보다는 배향도가 큰 영향을 끼치며, Belt type의 DTY 絲가 더 큰 초기탄성계수와 적은 수축률을 가지므로 비정형부의 호트러짐이 적고 배향도 더 클 것으로 추측된다. Fig. 1의 b)에서 P-1 시료의 Yield Strain이 높으므로 초기 탄성계수를 측정하는 선형부분에서 비선형 부분으로 바뀌는 부분에서의 絲가 갖는 신도가 크므로 P-1 시료의 신축성이 좋음을 알 수 있다. Fig. 1의 c) 그래프에서 보여지듯 Pin type의 가공사가 Belt type의 가공사보다 절단 강도가 낮음을 보이며 이는 Pin type이 Belt type 보다 우수한 texturing 정도를 나타내는 것이다. Texturing 공정은 필라멘트 絲束을 흘트리는 공정으로써 그 정도가 크에 따라 필라멘트의 배열이 불규칙적으로 된다.<sup>3)</sup> 따라서 인장시 絲 안의 필라멘트들에 응력이 분산되므로 낮은 절단 강도를 보이게 된다. Fig. 1의 d) 는 절단 신도를 나타낸 그래프로써 그 평균값에 있어서는 Pin type과 Belt type의 차이를 확인하기 어려우나 편차에 있어서 Pin type이 Belt type 보다 더 높은 값을 가짐을 보인다. 이는 절단강도에서 설명이 되었듯이 絲 내의 필라멘트에 작용하는 응력의 분산현상이 Belt type 보다 많기 때문에 더 높은 편차를 가지게 된다. 따라서 Belt type 보다 Pin type이 더 우수한 Bulky 性を 지닌 絲를 생산함을 알 수 있다.

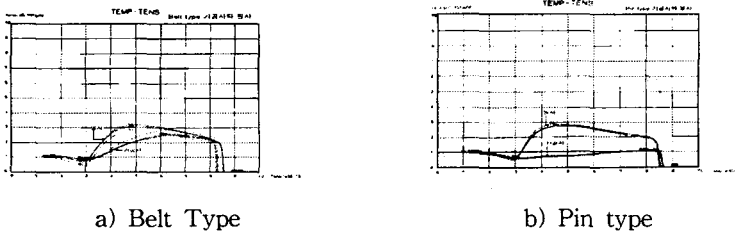


Fig. 2 Thermal Stress Graph of DTY

Fig. 2는 Belt type과 Pin type 원사 및 그 가공사의 열응력 측정 결과를 나타낸 그래프이다. 그림에서 보여지듯이 Belt type에서 가공한 DTY 絲의 경우 絲 내에 잠재 열응력이 완전히 제거되지 못함을 보이고 이에 반해 Pin type의 경우는 잠재 열응력이 거의 제거되어졌음을 알 수 있다. 본 실험에 사용된 Pin type 원사의 가공 속도는 90m/min이며 Belt type의 경우는 400m/min의 속도이다. 이 경우에 DTY 時 heater chamber 내에 絲가 체류하게 되는 시간은 Pin type의 경우 1 sec 내외이며 Belt type의 경우 0.36 sec 정도이다. 따라서 Pin type이 충분한 열을 받음으로 해서 Belt type 보다는 훨씬 우수한 絲의 분자 유동성을 발현시키므로 texturing 효과를 더욱 우수하게 하였다. 또한 잠재 열응력이 없으므로 해서 가공사의 열적 안정성도 더욱 우수하게 됨을 알 수 있다. 이는 다음에 보여지는 습·건열 수축률 결과로써 알 수 있다.

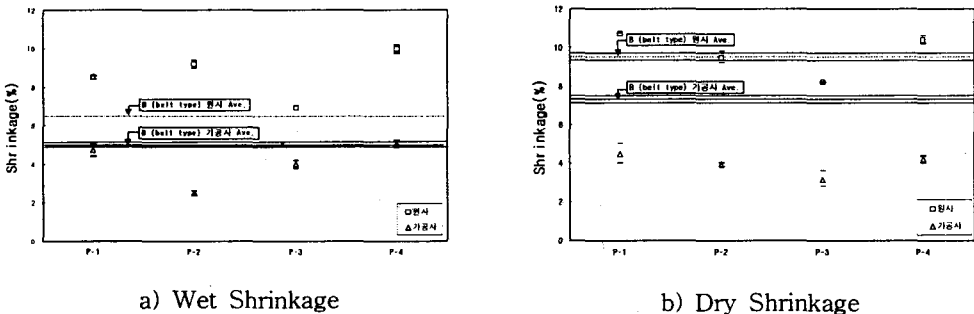


Fig. 3 Shrinkages of DTY

Fig. 3의 a)는 습열, b)는 건열 수축률을 보인 그림이다. 앞의 열응력에서 설명되었듯이 Pin type 가공사의 경우가 열적으로 더욱 안정되어 있음을 알 수 있다. 이는 수축률 결과에 보여지듯 Pin type은 낮은 수축현상을 보이며 이에 반해 비교적 불안정한 Belt type 가공사는 Pin type에 비해 높은 수축률을 보이고 있다. 따라서 Belt type이 Pin type 보다는 열적으로 안정화된 구조를 가지고 있다고 사료된다.

직물 제조 공정은 거의 모든 공정이 열처리에 의해 이루어진다. 이에 絲의 수축은 생산된 최종 직물 제품의 품질에 많은 영향을 미치게 된다.

한편 습·건열 수축 실험은 무긴장 실험으로써 실제 직물 가공 공정과 비교하여 볼 때 수축에 의해 絲에 발생하는 Bulky 性を 알아보기에는 부족하여 긴장하에서 수축을 발현시킴으로써 絲의 표면 형태 변화를 알아보려고 한다.

(Belt Type)

(Pin Type)

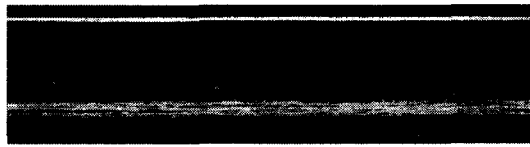


Fig. 4 Photograph of DTY (After Heating)

Fig. 4는 긴장하 건열(180℃, 100 sec)에 의한 絲의 표면 형태를 나타낸 그림으로써 Fig. 4에 보이듯이 열처리 前 Pin type과 Belt type의 벌키성은 외관상 보기에 거의 변화가 관찰되지 않았지만 열처리 후 Belt type은 수축에 의해 絲의 bulky 性が Pin type 보다 현저히 감소함을 관찰할 수 있었다.

이는 직물 가공시 습열 혹은 건열에 의하여 絲에 수축을 유발시켜 bulky 性を 감소시키는데<sup>3)</sup> Belt type이 Pin type 보다 bulky 性が 더 많이 감소할 수 있다고 생각할 수 있다. 그러므로 Pin type 가공사로 된 직물이 Belt type 가공사 직물보다 우수한 Bulky 性を 지닌 직물을 제조할 수 있다.

#### 4. 결론

본 연구는 100d/192f 으로 제조된 絲가 Pin type과 Belt type의 假撚 방식에 따라 원사와 가공사간에 어떤 물성 변화와 차이점이 있는가를 알아보고, 우수한 가공사 제조를 위한 Belt type 기계의 최적 조건에 관한 연구에 필요한 기본 데이터를 제공하는데 있다. 실험 결과 Belt type이 Pin type 보다 생산성은 상당히 높으나 벌키성 등의 가공 품질은 떨어지는 것으로 나타났다.

최근 Belt 방식에서도 Pin 방식에서와 같은 물성을 이루고자 최적 조건에서 가공을 하므로, DTY 공정 조건 설정에 따라선 絲 품질 저하라는 단점을 충분히 극복할 수 있다고 생각한다. 그리고 원사 제조 조건에 따라 假撚 조건도 적절히 변경이 되어야 하는데 원사 maker의 정보 제공이 요구된다.

#### 5. 參考文獻

1. 섬유기술론집(II), 한국섬유기술진흥원, 1995.
2. Ail Demir, Hassan Mohamed Behery, "Synthetic Filament Yarn Texturing Technology", Prentice-Hall Inc., 1997.
3. 김승진 (編譯), 폴리에스테르와 나일론 加工絲의 물성과 제조기술(I), (II), RRC, 1998.
4. 김승진, 사가공 공정기술, RRC, 1996.