

# PET 직물의 경사줄 발생 대책 (IV)

홍성대, 김승진, 서봉기, 심승범

영남대학교 섬유패션학부

## 1. 서 론

스트리키 현상은 공정에서의 생산수율(yield)과 품질에 심각한 영향을 주며 직물의 외관특성과 균질성에 치명적인 결점을 유발시킨다. 완제품의 직물에서 나타나는 결점은 염색·가공공정을 거친후에서야 염차에 의한 줄무늬 발생으로서 그 불량이 나타나게 된다. 불량률의 원인은 원사, 제직준비, 제직, 염색·가공공정 등에서 다양하게 나올 수 있지만, 그 원인을 분명하게 규명하지는 못하고 있다.

제직준비공정인 정경공정시 실의 장력변화가 천의 품질변화에 미치는 영향은 정경기용 크릴에 끼워진 패키지에서 실이 풀려 나올때의 장력이 패키지로부터 사도까지의 거리 변화와 패키지 선단부의 사층변화에 의한 영향과 정경기에서 사속의 변화에 의한 실의 장력변화에 영향을 미친다. 즉, 정경기의 크릴에 걸려있는 패키지에서 실이 풀려 나올때의 장력은 실이 풀리는 속도 및 실의 표면마찰에 의해 결정되고 이들 인자의 상관성과 관련시켜 정경기의 장력변화에 대해 알아볼 필요성이 있다.

M. Bollen<sup>1)</sup>은 정밀한 장력측정과 제어장치의 자동화를 통해 균일한 장력관리가 가능한 정경기 설계를 해야한다는 연구가 선행되었고, EGM社<sup>2)</sup>는 경사들의 정확한 build-up을 위해서 모든 경사들은 자동화에 기인한 장력조절로서 제어되어야 한다고 주장했다.

따라서 본 연구에서는 최근 대구·경북 지역에서 가장 많이 생산되고 있는 Polyester로 제직한 직물을 염·가공 공정을 거친후 발생하는 경사줄 현상의 원인규명을 위해 제직준비공정에서의 정경공정과 점보와인더 공정의 장력과 물성을 분석하므로서 최적공정조건을 도출해 보는 것을 그 목적으로 한다.

## 2. 실 험

### 2.1. 현장실험조건 및 정경 Lot No.

Interlacing 과 P/W 및 2-for-1 Twister까지 완료된 시료중 총 11가지의 공정을 선택하여 7개의 정경법과 1개의 모습법을 제작하였다. 각 빔별 공정진행조건과 정경시료 Lot No.는 Table 1에 나타낸다. 원사는 K社의 POY 120d/72f와 SDY 75d/36f의 두 종의 원

사를 사용하여 만든 ITY 195d/108f를 이용하였다.

Table 1. 정경 시료 Lot No. 및 공정 조건

정경 Lot No.	ITY Lot No.	P/W Lot No.	연사기 R.P.M	Setting 온도(℃)/시간(분)	용도
1	5 (1.4φ, 2.3bar, 2개)	16 (18gr)	12000	80/60	정경 Beam 제조용
2			9000	70/70	정경 Beam 제조용
3			7000	90/50	정경 Beam 제조용
4	3	3 (30gr)	12000	80/60	정경 Beam 제조용
		4 (18gr)	7000	90/50	모슴 빔 제조용
5	6	24 (30gr)	12000	80/60	정경 Beam 제조용
		22 (18gr)	7000	70/70	모슴 빔 제조용
6	11	32 (24gr)	9000	90/50	정경 Beam 제조용
			9000	70/70	모슴 빔 제조용
7	16	43 (18gr)	7000	80/60	정경 Beam 제조용
		42 (30gr)	12000	80/60	모슴 빔 제조용
8	3 (1.4φ, 1.5bar, 4개)	4 (18gr)	47 (9000)	47 (70/70)	모슴 빔 제조용
	6 (1.4φ, 2.3bar, 4개)	22 (18gr)	64 (7000)	64 (90/50)	
	11(1.6φ, 1.5bar, 2개)	32 (18gr)	65 (7000)	65 (70/70)	
	16(1.6φ, 3.0bar, 0개)	42 (18gr)	66 (12000)	66 (80/60)	

Table 1의 공정조건으로 정경방법은 정경기 r.p.m.을 50으로 고정하고 2-for-1 Twister 이후 Setting 공정을 거친 cylinder 843개로 부분(모슴)정경으로 6744本の 정경 빔을 제작했다.

## 2.2. 정경 장력 측정

정경 lot 2번 beam의 공정 진행시 장력측정기 DEFAT(sample rate : 0.125khz, Test time : 10sec)를 사용하여 creel 부(A), back reed 후부(B), back reed 전부(C)의 세곳의

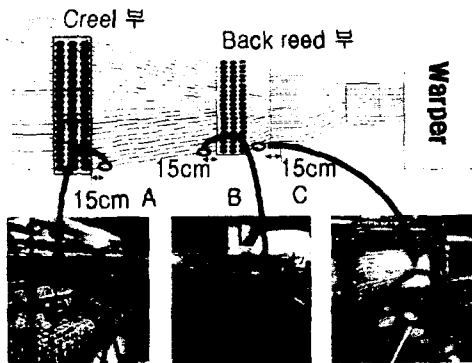


Fig.1 Schematic diagram of Waper M/C

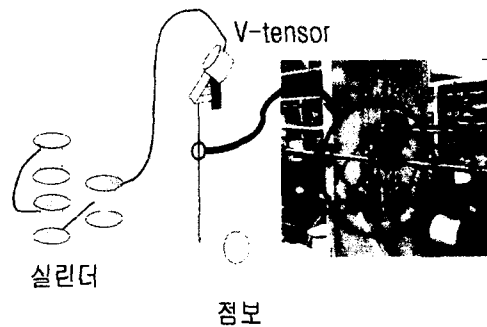


Fig.2 Schematic diagram of J/W M/C

측정지점에서 정경기 고정r.p.m.인 50과 각각 30, 70, 90r.p.m.으로 변경하여 경사 1本을 각 r.p.m.당 3회씩 장력을 측정하였다. Fig.1은 정경기에서의 장력측정 위치를 보이고 있다.

### 2.3. 점보와인더 장력 측정

Fig.2는 점보와인더의 장력측정 위치를 보이고 있다. 점보와인더공정에서는 현장 고정 사속 500m/min에서 고정장력 25g과 20g, 30g에서 각각 3회씩 장력을 측정하였다.

### 2.4. 점보와인더 물성시험항목

장력을 변화시키면서 제작된 3개의 시료의 물성실험을 실시하였다.

#### 2.4.1 인장 특성 실험 : Testrometic MICRO 350

(시료길이 100mm, test speed 100mm/min, 10회 반복 실험)

2.4.2 습열 수축률 실험 : Water Bath 내에서 100℃, 30분간 무긴장 아래 침지시켜 24시간 방치 후 0.1g/d의 초하중으로 수축변화 측정

2.4.3 건열 수축률 실험 : Heating Chamber 내에서 180℃, 30분간 무긴장 열처리후 24시간 방치 후 0.1g/d의 초하중으로 수축변화 측정

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 정경기에서의 장력변화

Fig. 3은 정경기에서 creel부(A), Back reed 후부(B), Back reed전부(C)에서 4가지의 r.p.m.변화를 주어 각각의 평균장력값을 나타낸 그림이다. 30~70r.p.m.까지의 장력변화는 r.p.m.증가에 따른 사속의 증가로 일정하게 장력이 증가하고 90r.p.m.일때는 70r.p.m.보다

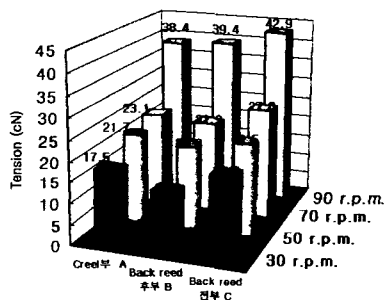


Fig.3 Average Tension According to r.p.m. and Position

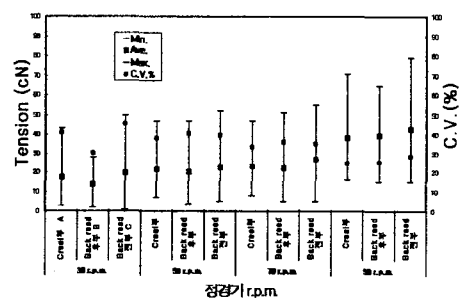


Fig.4 Variation of Warp Tension According to r.p.m. of Warper

15~17(cN)정도 장력이 급격히 증가함을 볼 수 있다. 이는 정경기의 한계에 가까운 회전 속도인 90r.p.m.의 고속으로 회전함으로서 사속의 급격한 증가에 의한 장력이 차이는 것으로 사료된다. Fig. 4는 r.p.m.과 position별 장력편차를 보이고 있다. 그림에서 보듯이 장력의 측정위치에 따라서는 약 3~5(cN)정도의 장력편차를 나타낸다. 정경 사도에서의 장력이 불균일하고 r.p.m.이 증가할수록 평균장력과 장력의 편차는 증가하는 경향을 나타낸다. 따라서 일정한 장력으로 Warper의 build-up을 가능케 하기 위해서는 creel에서 사가 풀릴 때의 권량과 사속과의 관계에서 일정한 사속관리를 위해 자동적으로 기계 r.p.m.이 조정됨으로서 장력편차의 감소가 요구된다.

일반적으로 사속과 사의 단위질량, 장력과의 관계는 다음과 같이 표현된다.<sup>3)4)5)</sup>

$$T = \frac{mv^2}{g} \left[ \left( A + B \frac{z}{c} \right)^2 \right]$$

여기서,  $T$  : 실이 풀릴때의 장력

$m$  : 단위 길이당 실의 중량

$v$  : 실이 풀릴때의 속도

$g$  : 중력가속도

$A, B$  : 패키지 형태에 의해서 정해지는 상수

$z$  : 별론의 지름

$c$  : 실이 패키지를 떠나는 위치의 사층반지름

즉, 정경기의 철저한 r.p.m.제어로서 최적의 사속관리에 의한 장력제어를 함으로서 완제품인 직물의 결점을 최소화 할 수 있을 것으로 사료된다.

### 3.2. 점보와인더의 장력변화

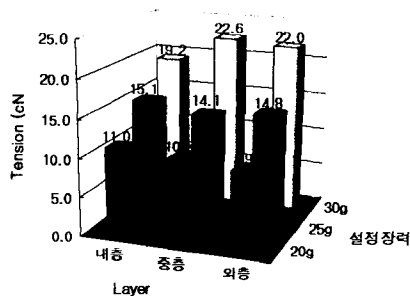


Fig.5 Average Tension According to Fix Tension and Rayer

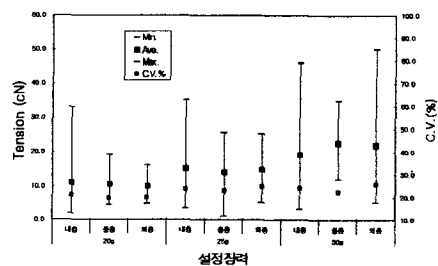


Fig.6 Variation of J/W Tension According to Fix Tension and Rayer

Fig.5는 점보와인더에서의 설정장력과 각 layer별 평균장력을 보이고있다. 실제 현장의 설정장력인 25g을 Hand Tensioner와 V-tensor로서 장력을 고정하고 여기에서 각각  $\pm 5g$ 의 장력변화를 주어 실제 공정에 대한 평균장력을 측정한 결과는 현장에서의 설정장력과 실제측정장력간에는 많은 편차를 보인다. 평균장력이 20g일때는 10(cN), 25g일때는 11(cN), 30g일때는 8(cN)의 편차로서 설정장력보다 실제 공정 중 걸리는 장력의 편차는 대단히 낮게 나타났다. 이는 Hand Tensioner와 V-tensor의 장력설정에서 오는 작업자의 오차와 기계적인 장력설정의 detect에 의한 것으로 보인다. Fig. 6은 설정장력에 대한 layer별 장력편차를 보이고 있다. 각 설정장력에 따라 내층에서 외층으로 winding됨에 따라 장력편차는 감소한다. 고장력일 때는 외층에서 편차가 심하게 나타난다.

### 3.3. 점보와인더 絲물성

Fig. 7은 점보와인더에서 작업한 絲의 열수축률을 보이고 있다. 그림에서 보듯이 습열·건열수축률은 장력이 증가함에 따라 그 편차는 낮아지나 습열·건열 수축률값은 큰

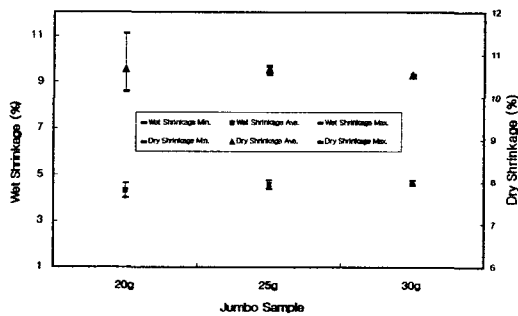


Fig.7 Shrinkage of J/W

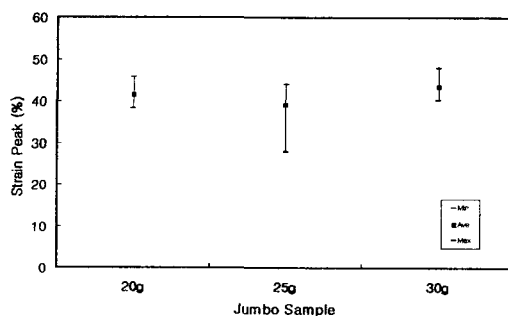


Fig.8 Strain Peak of J/W

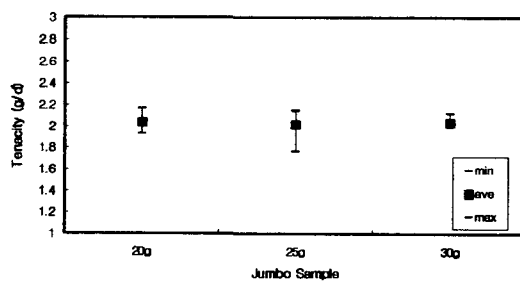


Fig.9 Tenacity of J/W

변화를 나타내지 않는 것을 볼 수 있다. 정경공정시 고장력하에 공정을 진행시키면 완제품인 직물에서는 수축성의 저하로 stiff한 touch를 나타내는 원인을 유발시킨다. Fig. 8과 Fig. 9는 절단신도와 절단강도를 보이고 있다. 초기탄성률과 절단강도는 장력에 따라 그 평균값이 각각 3~3.5g/d과 1.8~2.2g/d로 균일하며 절단신도와 절단강도는 설정장력 25g에서 그 편차가 크게 나타난다.

#### 4. 결 론

1. 정경기에서의 r.p.m.에 대한 장력변화는 r.p.m.증가에 의해 장력이 증가하고 측정 position에 따라서도 장력편차를 보이고 있다. 이는 정경사도의 사속에 따른 r.p.m.제어를 통해 균일한 장력관리로서의 공정관리를 통해 직물의 결점을 줄일 수 있다.
2. 점보와인더의 각 설정장력에 대한 장력변화는 기계설정장력의 오차에 기인한 편차와 layer별 장력편차가 불균일하다. 이런 오차를 줄이고 layer별 권취량에 대한 균일한 장력관리를 통해서 염·가공공정후의 완제품에 미치는 영향을 줄일 수 있다.
3. 점보와인더의 물성변화는 습·건열수축률에서는 그 평균값은 균일하며 장력증가에 따른 편차가 감소하는 경향을 보인다.

#### 참고 문헌

- 1) M. Bollen, Benninger Co. Ltd., Uzwil, Switzerland, "Optimization of quality and costs in section warping through automation" *Melliand*, 78, No.9, E127 (1997)
- 2) Erg-o-matic(EGM), "Sectional warping machine for warp preparation" *Melliand*, 80, E6 (1999)
- 3) K. Slater, "Textile Mechanics". The Textile Institute, Manchester (1987)
- 4) J. E. Booth, B.Sc. Tech., F.T.I., A.M.C.S.T., "Textile Mathematics". The Textile Institute, Manchester (1975)
- 5) S. J. Kim, J. K. Lee, K. H. Ryew, "Effect of Sectional Warping Parameters on Cloth Characteristics" *Journal of the Korean Society of Textile Engineers and Chemists*, 21, No.6 (1984)

감사의 글 : 본 연구 결과는 RRC 연구과제 (과제명: 고감성 복합소재사 및 織·編物 개발) 결과의 일부로서 관계기관에 감사 드린다.