

## 링 정방장력이 면방적사 물성에 미치는 영향

김규호, 박민규, 양중식  
한국섬유기술연구소(KOTIT)

### Effect of Ring Spinning Tension on the Properties of Cotton Spun Yarn

Gyou-Ho Kim, Min-Kyu Park, and Joong-Sik Yang  
Korea Textile Inspection and Testing Institute, Seoul, Korea

#### 1. 서론

최근 링 정방기의 생산속도 증가로 인해 사절 및 사물성에 큰 영향을 미치는 정방장력의 중요성이 더욱 커지고 있다. 링 정방장력은 스피들 회전수, 트래블러 중량, 링 직경, 콕 직경 등과 같은 공정인자와 링 레일 상하운동에 따른 벌룬 높이, 안 가이드에서의 실 굴절각도, 콕의 권취 반경 및 공기저항 등에 의해서도 영향을 받게 된다 [1]. 이와 관련하여 링 정방장력 해석[2], 정방 공정인자가 정방장력에 미치는 영향[3] 및 정방 공정인자가 방적사 물성에 미치는 영향[4] 등의 연구가 많이 이루어져 왔다.

본 연구에서는 기존 연구에서 다루었던 링 정방 공정인자 및 정방장력이 방적사 물성에 미치는 영향 뿐만 아니라 콕성형 시작부터 끝까지 변화되는 정방장력의 온라인 측정 및 콕내 사물성 측정을 통해 정방장력과 콕내 방적사 물성과의 상관성을 분석하였다.

#### 2. 실험

##### 2.1. 방적사 제조 및 사물성 시험

본 연구를 위해 방적공장에서 제조한 CM40용 조사(520tex)를 이용하여 실험실용 링 정방기(Spintester, Süßen)에서 방적사를 제조하였다. 이와 관련, 한 추에서는 정방장력을 측정하고, 다른 세 추에서는 방적사 1.3km를 제조하여 각 물성별로 시험 길이를 50m씩 22회 시험함으로써 동일 콕내에서의 전체 사물성 변화를 분석하였다. 공정인자로는 세 가지 수준의 트래블러 중량과 네 가지 수준의 스피들 속도를 변화시켜 모두 12가지의 방적사를 제조하였으며, 관련 정방조건을 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Spinning conditions of ring spun yarn

Yarn count(tex)	Twist Multiplier( $\alpha_{tex}$ )	Traveller weight(g)	Spindle speed(rpm)
14.8	3,832	0.03, 0.05, 0.07	8,000, 8,500, 9,000, 9,500

## 2.2. 정방장력 측정장치

방적사 제조시 연속적으로 변화하는 정방장력, 링 레일 위치 등을 측정하기 위하여 Figure 1과 같은 계측 시스템을 구성하였다. 정방장력 측정시 실과의 마찰을 최소화하기 위하여 로드셀의 측정 부위를 V자 홈 로올러로 개조하였으며, 정방기 진동에 의한 영향을 받지 않도록 하기 위하여 별도의 스탠드에 고정하여 설치하였다. 링 레일 위치를 측정하기 위해서 LVDT(linear variable differential transformer)를, 스펀들 회전속도를 측정하기 위해 회전 속도계(tachometer)를 각각 이용하였다. 각 센서에서 측정된 신호들은 증폭 및 필터링을 위한 신호 컨디셔너를 통과 후, 12bit 분해능의 A/D 컨버터(PCM-DAS 16S/12, ComputerBoards Inc. USA)에서 디지털 신호로 변환시킨 다음, 컴퓨터에서 LABTECH(Laboratory technologies Co. USA) 소프트웨어를 사용하여 신호를 수집, 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 정방 공정조건에 따른 정방장력과 사물성

링 정방기에서 방출되는 방적사가 받게되는 정방장력은 이론적으로 다음 식과 같이 유도될 수 있다[5].

$$T \approx \frac{\mu_L}{\sin \alpha} \times \frac{m_L \cdot V_L^2}{d_R}$$

정방장력  $T$ 는 링과 트래블러간 마찰계수 ( $\mu_L$ ), 트래블러 중량 ( $m_L$ ), 트래블러 속도 ( $V_L$ )의 제곱에 비례하고,  $\sin \alpha$ 와 링 직경 ( $d_R$ )에 반비례한다. 여기에서  $\alpha$ 는 트래블러-스핀들 축간의 선과 트래블러를 통과하여 콕에 감기는 실이 이루는 각도를 의미한다.

Figure 2는 스펀들 속도 및 트래블러 중량 변화에 따른 정방장력을 나타낸 것으로 이론 식에서와 같이 정방장력이 스펀들 속도 및 트래블러 중량 증가에 따라 증가됨을 알 수 있으며, 특히 스펀들이 고속으로 회전할수록 정방장력 증가율도 약간 높아짐을 알 수 있다.

#### 3.1.1. 스펀들 속도의 영향

Figure 3은 스펀들 속도 변화에 따른 방적사의 불균제도, 가는 결점, 굵은 결점, 신도 및 잔털량에 대한 세 가지 트래블러에서의 전체 평균을 나타낸 것으로 스펀들 속도가 증가할수록 모든 물성이 저하되는 것을 알 수 있다. 불균제도, 가는 결점 및 굵은 결점은 스펀들 속도 증가에 따라 정방장력 편차의 증가 및 방출기하의 불안정으로 인하여 증가한 것으로, 신도는 정방장력의 증가로 인해 정방삼각(spinning triangle) 영역 내에 있는 섬유들이 과도한 신장을 받은 상태에서 방적사로 형성되기 때문에 낮게 나타난 것으로, 잔털량은 스펀들 속도 증가에 따라 트래블러 및 안 가이드와의 마찰 증가와 원심력 증가로 인한 별론의 공기저항이 증가하여 섬유 끝부분이 실 표면으로부터 바깥쪽으로 일어나 증가한 것으로 생각된다.

#### 3.1.2. 트래블러 중량의 영향

Figure 4는 트래블러 중량 변화에 따른 방적사의 불균제도, 가는 결점, 굵은 결점, 신도 및 잔털량에 대한 네 가지 스펀들 속도에서의 전체 평균을 나타낸 것으로 트래블러 중량이 증가할수록 잔털량을 제외한 모든 물성이 저하되는 것을 알 수 있다. 잔

털량은 트래블러 중량 증가로 인한 수직 인장력 증가로 벌룬에 의해 섬유끝이 바깥쪽으로 나가려는 힘을 억제하고, 정방장력 증가에 따라 정방삼각 길이가 길어져 가장자리 섬유들이 실 중심부로 잘 결합되었기 때문에 감소한 것으로 생각되며, 나머지 물성 변화는 스핀들 속도 증가로 인한 영향과 유사한 것으로 생각된다.

### 3.2. 콤팩트 성형운동에 따른 정방장력과 사물성

#### 3.2.1. 콤팩트 내 정방장력 변동 분석

Figure 5는 스핀들 속도가 9,500rpm, 트래블러 중량이 0.07g인 경우에 방적사 1.3km를 제조하는 동안 온라인으로 측정한 정방장력 및 링 레일 위치에 대한 신호를 나타낸 것으로 링 레일이 상승함에 따라 정방장력은 점차적으로 감소하는 경향을 나타낸다.

#### 3.2.2. 콤팩트 내 정방장력 변동이 사물성에 미치는 영향

Figure 6은 콤팩트 내 정방장력과 신도, 불균제도 및 잔털량과의 관계를 나타낸 것이다. 신도는 정방삼각 및 방출 영역에서의 인장력 감소로 인해 점차 증가되며, 불균제도는 안 가이드와 실과의 마찰 및 정방장력 편차 감소로 인하여 점차 감소한 것으로 생각된다. 또한 잔털량은 링 레일 상승에 따라 방적사와 콤팩트 상단 부위, 안 가이드와의 마찰 및 벌룬 직경 감소로 인한 세퍼레이터와의 마찰 감소와 정방장력 감소에 따른 원심력 감소로 섬유끝이 바깥쪽으로 나가려는 경향이 줄어들었기 때문에 점차 감소된 것으로 생각된다.

## 4. 결론

링 정방공정인자 및 콤팩트 성형운동에 따른 정방장력과 사물성을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 정방장력은 스핀들 속도, 트래블러 중량과 같은 공정인자 및 공정 중 링 레일의 높이에 의해 크게 영향을 받는다.
- 2) 스핀들 속도 증가에 따른 정방장력 증가는 방적사의 불균제도, 가는 결점, 굵은 결점, 신도 및 잔털 특성을 저하시킨다.
- 3) 트래블러 중량 증가에 따른 정방장력 증가는 방적사의 불균제도, 가는 결점, 굵은 결점, 신도 특성을 저하시키지만, 잔털량은 감소한다.
- 4) 콤팩트 성형 진행에 따른 정방장력 감소는 방적사의 잔털량 및 불균제도를 감소시키고, 신도를 증가 시킨다.

## 5. 참고문헌

- 1) Z. Skenderi, V. Orešković and P. Perić, *Text. Res. J.*, **71**, 343(2001).
- 2) J. Kallmann, *Melliand Textilberichte*, **73**, 931(1992).
- 3) C. A. Prosino, *ITB Yarn Forming*, **25**, 69(1989).
- 4) M. Azarschab and G. Renner, *Melliand Textilberichte*, **76**, 964(1995).
- 5) H. Stalder, *Melliand Textilberichte*, **77**, 742(1996).

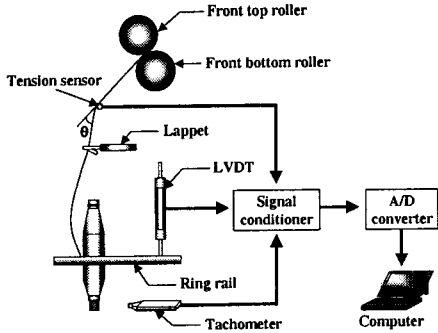


Figure 1. Schematic diagram of the data acquisition and processing system for spinning tension, ring rail height and spindle speed.

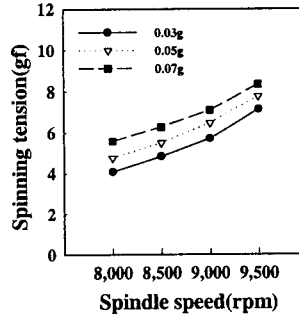


Figure 2. Effect of spindle speed and traveller weight on the spinning tension.

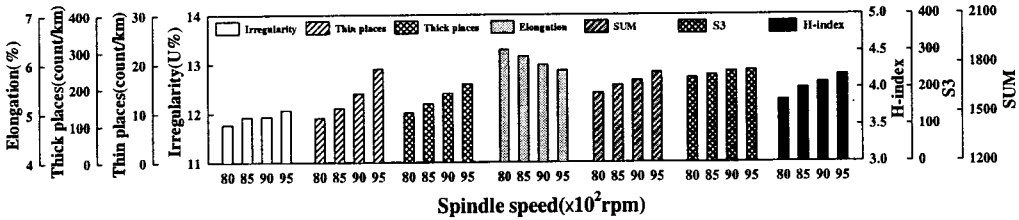


Figure 3. Effect of spindle speed on the irregularity, thin places, thick places, elongation, H-index, SUM and S3 of cotton spun yarn.

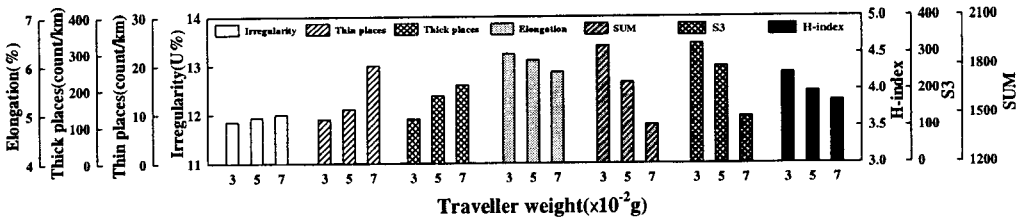


Figure 4. Effect of traveller weight on the irregularity, thin places, thick places, elongation, H-index, SUM and S3 of cotton spun yarn.

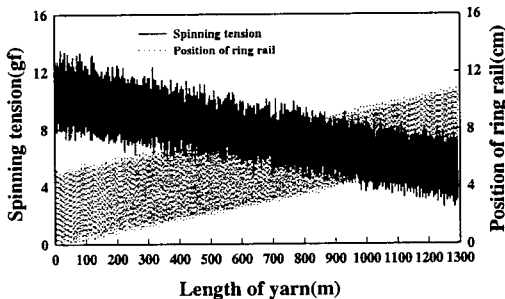


Figure 5. Total variation of spinning tension and ring rail height during cop building motion.

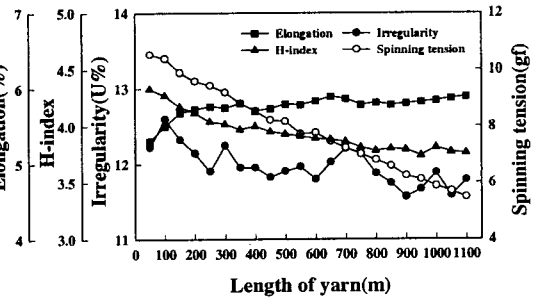


Figure 6. Effect of spinning tension on the elongation, irregularity and H-index of cotton spun yarn.