

## 콤파형성에 따른 링 정방장력 거동의 실험적 해석

허 유, 김종성

경희대학교 기계.산업시스템 공학부

### Experimental Analysis of Spinning Tension Behavior According to the Cops Building during Ring Spinning

You Huh, Jongseong Kim

College of Mechanical and Industrial Systems Engineering,  
Kyunghee University, Yongin, Korea

#### 1. 서론

링정방법은 생산유연성이 크고 생산된 제품의 물성이 우수하여 다른 공법에서 생산된 제품의 품질표준이 되며 가장 많이 이용되고 있는 공법이다. 이 기술은 스펀들과 회전자의 회전에 의하여 꼬임을 부여하며, 동시에 실을 권취한다. 그러나 스펀들 회전이 증가하면, 정방장력이 증가하므로써 섬유속(실)의 절단강도를 초과하여 사절 현상이 나타나게 된다.

본 연구에서는 섬유산업에서 역할이 더욱 중요해지고 있는 링정방법을 대상으로 콤파형성에 따른 정방장력의 변화를 실험적으로 확인하므로써 공정중의 최적 정방장력을 나타내는 콤파형상을 찾고, 이를 위한 링레일 운동 최적화의 기초를 확립하고자 한다.

#### 2. 측정장치

##### 2.1 정방장력 측정센서

본 연구에서 사용된 측정장치는 leafspring (장력 calibration 바아)과 홀 효과를 이용한 마그네토미터 (magnetometer) 센서, amplifier로 구성되어 있다. leafspring 은 외팔보 형태로 부착되고, 가이드를 지난 실이 그 위를 통과하며 실에 가해진 장력에 따라 leafspring이 휘어지며 홀 센서와의 거리가 변하게 된다. 이러한 거리변화는 자계 변화를 일으켜 홀 전압이 변화한다. 홀 센서로부터 나오는 신호는 측정장치 내부에 내장된 amplifier로써 증폭하여 측정신호를 출력시킨다. Fig. 1은 이러한 정방장력 측정 장치의 모습을 보여준다.

##### 2.2 측정시스템의 구성

본 실험은 traveller의 회전속도와 정방장력을 on-line 측정하며, 동시에 컴퓨터에 의하여 정방기의 속도를 실험목적에 맞게 변화시킬 수 있도록 주어진 측정장치를 이용하여 Fig. 2와 같이 측정시스템을 구성하였다.

### 3 실험

#### 3.1 실험 장치

본 실험에서는 모방용 링정방기를 연구 목적에 맞게 개조하여 실험대상으로 하였다. 측정신호는 data acquisition을 통하여 컴퓨터로 처리하도록 하였으며, main motor는 토오크와 속도제어가 가능한 모우터로 설치하였다. 컴퓨터에서 공급되는 스피들 구동 신호는 D/A converter를 통하여 아날로그 신호로 변환하여, main motor의 controller에 reference signal로 주어졌다.

#### 3.2 실험 조건

정방장력은 스피들 회전수, 링의 반경과 회전자의 질량, 꼬임수, 실의 변수, 등이 일정한 정방공정 중에는 링/회전자, 실/회전자 간의 마찰비에 영향을 미치는 인자와 콥의 순간 반경, 그리고 링 레일의 위치에 영향을 받는다. 이러한 영향을 확인하기 위하여 본 실험에서는 콥의 순간 반경, 그리고 링 레일의 위치에 따른 정방장력의 변화를 측정하였다. 정방실험은 Table 1과 같은 조건에서 수행되었다.

Table 1. Experimental conditions for ring spinning

Spindle speed	10,000 r.p.m.	Fiber material	P.E.T. 84 den. / 40 fil.
Ring diameter	50 mm	Twist	490 T.P.M.
Traveller mass	0.04 gf		

### 4. 실험 결과 및 고찰

#### 4.1 콥의 순간 반경과 정방장력

링 정방에서는 방적사를 권취할 때, filling winding을 한다, 즉, 콥의 하부에서부터 일정 피치를 가지며 링 레일을 상하운동시킴과 동시에 점진적으로 링의 위치를 상방향으로 이동시킨다. 따라서 공정이 진행됨에 따라 콥에 권취된 사층의 두께가 변하게 되어 콥의 순간 반경이 변한다. 본 실험에서는 콥의 순간 반경에 따른 정방장력을 측정하였다 (Fig.3). 이 결과에 의하면 정방장력은 콥의 반경이 커짐에 따라 점차 감소하는 관계를 보여주며, 링 레일이 pigpot로부터 떨어진 위치에 따라 콥의 반경이 정방장력에 미치는 영향이 변하게 됨을 알 수 있다. 이는 일정 방적조건하에서 링과 회전자간의 마찰과 실과 회전자간의 마찰에 영향을 미치는 인자에 의하여 변할 수 있다는 것을 의미한다. 본 연구에서는 측정된 정방장력  $f_{sp}$ 와 콥의 반경  $R_c$ 와의 관계를

$$f_{sp} = \frac{a}{(R_c + b)} + c$$

으로 나타내고, curve fitting에 의하여 상수  $a$ 와  $b$ , 그리고  $c$ 를 구하여, 그 결과를 Table 2에 제시하였다.

Table 2 Coefficients obtained by curve fitting of spinning tension

rail position	130mm	170mm	210mm	ring diameter	26mm	31mm	35.5mm
a	166.1	73.7	67.1	a <sub>2</sub>	0.033	0.071	0.102
b	-9.3	-17.4	-15.3	a <sub>1</sub>	-1.418	-2.676	-3.378
c	16.9	16.6	18.4	a <sub>0</sub>	39.833	47.221	48.808

#### 4.2 링 레일의 위치와 정방장력

링 레일의 위치에 따른 정방장력의 변화를 측정된 결과는 Fig. 4에 주어져 있다. 이에 의하면, 정방장력은 링 레일이 기계의 하부에 위치할 경우, 높은 장력을 유지하다가, 레일의 위치가 상승하면서 하강한 후에 다시 상승하여, 아래로 볼록한 모습을 보인다. 본 실험에서 얻은 결과를 바탕으로 링 레일의 위치  $h$ 와 정방장력  $f_{sp}$ 와의 관계는 2차식으로 approximation할 수 있으며, curve fitting을 통하여

$$f_{sp} = a_2 h^2 + a_1 h + a_0$$

계수  $a_2$ ,  $a_1$ ,  $a_0$ 를 구하면 Table 2와 같이 나타낼 수 있다.

#### 4.3 정방장력

실험 결과를 종합하여 정방장력과 링 레일의 위치 그리고 콥의 반경을 3차원적으로 나타내면 Fig. 5와 같은 정방장력 topology를 얻을 수 있다. 링 정방 장력은 콥의 반경이 작고, 링 레일의 위치가 pigpot에 가까우면 급격히 증가하는 양상을 보인다. 또, 콥의 반경이 작을 때는 정방 장력의 변화가 크지만, 콥의 반경이 커짐에 따라, 정방장력의 변화가 점차 작아짐을 알 수 있다. Fig. 6은 공정진행에 따라 링 레일 위치와 콥 반경에 의하여 정방장력 contour가 어떻게 정해지는가를 보여준다. 콥 권취 경로를 개략적으로 굵은 직선으로 나타내면, 링 레일의 위치와 해당 권취 콥의 직경에서 만나게 되는 정방장력 등고선에 의하여 순간 정방장력이 정해진다.

### 5. 결론

본 연구에서는 콥 형성에 따른 정방장력의 변화를 링 레일의 위치와 콥의 반경에 따라 실험적으로 확인하였다. 이 결과에 의하면

- 1) 정방장력과 콥의 반경과의 관계는 reciprocal function으로 나타낼 수 있으며,
- 2) 정방장력과 링의 위치와의 관계는 2차 함수로 나타낼 수 있다.

### 6. 참고문헌

- W. Klein, The technology of Short-staple Spinning, The Textile Institute  
 W. Klein, A Practical Guide to Ring Spinning, The Textile Institute  
 C. W. de Silva, Control sensors and Actuators, Prentice Hall, 1989.

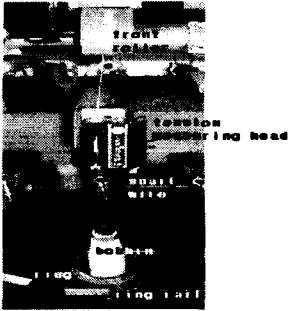


Fig. 1 Photograph of the spinning tension measurement.

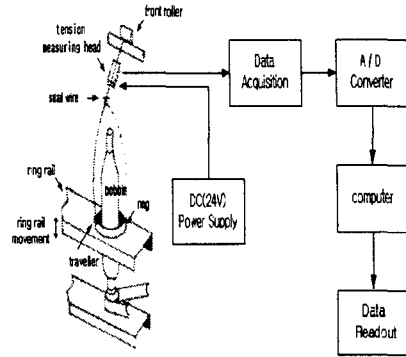


Fig. 2 Constitution of the experimental system.

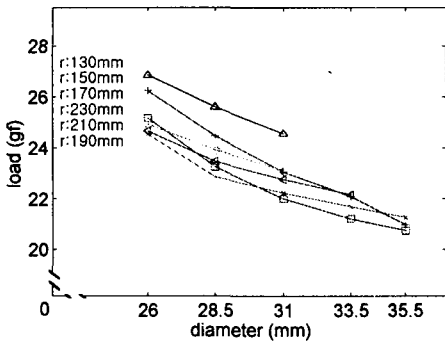


Fig. 3 Spinning tension depending on the cop-diameter

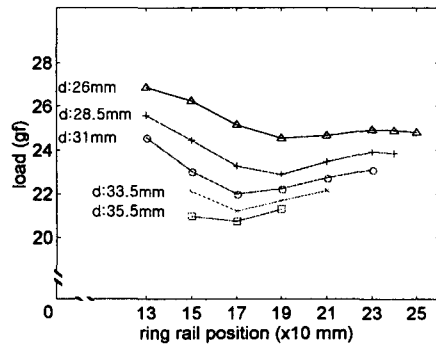


Fig. 4 Spinning tension depending on the ring rail positions

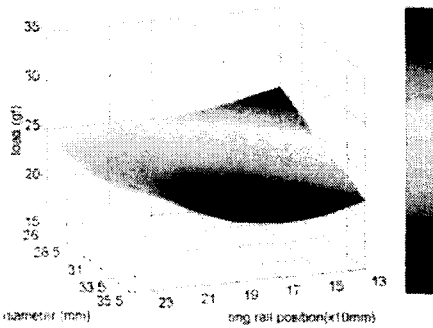


Fig. 5 3-dimensional representation of the spinning tension

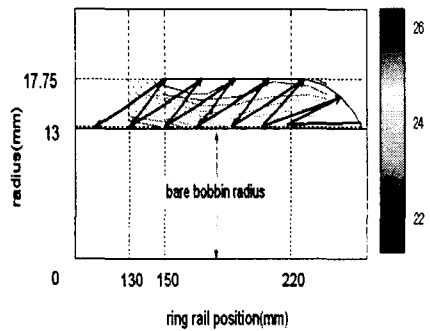


Fig. 6 Spinning-tension determination along the bobbin building path