

## 겉보기 사 단면의 굵기 변동 특성

허 유, 서문원\*

경희대학교 기계·산업시스템 공학부, \*북 캐롤라이나 주립대학교 섬유대학

## Variation Characteristics of the Apparent Yarn Cross-section

You Huh, Moon W Suh\*

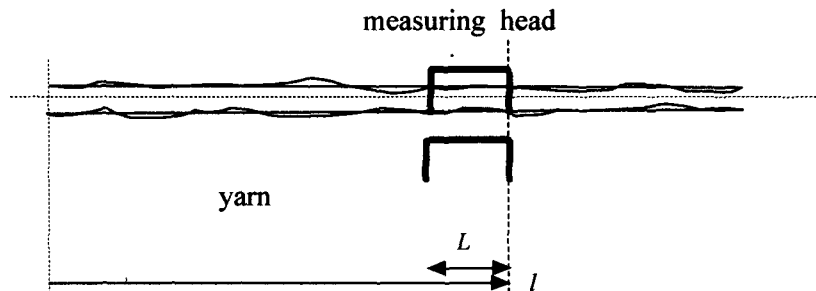
Faculty of Mechanical and Industrial Systems Engineering, Kyunghee University, Korea

\*College of Textiles, North Carolina State University, Raleigh, USA

### 1. 서론

실의 겉보기 물성 (apparent properties)은 실의 품질을 결정하는 중요한 요인중의 하나이다. 특히, 직물 또는 편성물과 같은 평면 섬유물의 경우, 실의 겉보기 굵기 변동은 섬유물의 표면 평활도, 색상, 등 감성적 제품 품질을 결정하게 된다. 이에 따라 실의 겉보기 성질이 섬유제품의 품질에 차지하는 비중이 점차 커지게 되었다. 본 연구에서는 광속 밀도가 높고 회절이 적은 레이저 비임을 이용하여 실의 겉보기 굵기를 측정하여 방적사의 겉보기 굵기가 가지는 변동 특성을 해석하고, 측정 조건이 실의 굵기 측정 결과에 미치는 영향을 소개하고자 한다.

### 2. 이론



기준점으로부터 실의 축을 따라  $l$ 만큼 떨어진 위치에서의 실의 실제 굵기를  $x(l)$ 이라 하고, 굵기측정장치의 센서에서 감지는 시료의 크기, 즉 센서 헤드의 크기를  $L$ 이라 하면, 측정을 통하여 얻어지는 실의 측정 굵기  $y(l)$ 는

$$y(l) = \frac{1}{L} \int_{l-L}^l x(l) dl$$

으로 나타나게 된다. 만일  $X(s)$ 와  $Y(s)$ 를  $x(t)$ 와  $y(t)$ 의 Laplace Transform이라 하면, 측정장치를 통한 실제 굽기 입력과 측정 출력 사이의 전달함수는

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$$

로 주어지게 된다. 실의 굽기 변동을 길이 영역에서의 굽기 주파수  $\omega_l$ 로 표시하여 sinusoidal transfer function  $G(j\omega_l, L)$ 을 구하면

$$|G(j\omega_l, L)| = \frac{\sqrt{2(1 - \cos \omega_l L)}}{\omega_l L}, \quad j = \sqrt{-1}$$

으로 표시된다. 이는 센서헤드의 크기에 따라 실제 실에 포함되어 있는 주파수  $\omega_l$  성분은  $|G(j\omega_l, L)|$ 의 크기만큼 성분 크기가 변하여 나타나게 된다는 것을 의미한다.

### 3. 측정시스템

지금까지 상용되고 있는 전기 용량형과 적외선 광전관식과는 달리 본 연구에서는 직경 0.2mm의 레이저 비임을 이용하여 실의 굽기를 측정하는 새로운 측정 시스템을 이용하였다. Fig.1은 이러한 장치의 모습을 보여준다.

### 4. 실험

새로이 구축된 측정 장치에 2합 면사를 통과시키며 시료의 굽기를 측정하였다. 실의 공급 속도를 0.40m/min으로 일정하게 유지하여 측정신호를 구하였다.

위의 식에서 센서헤드의 크기를  $nL$ 로 하는 경우,

$$\begin{aligned} y_n(t) &= \frac{1}{nL} \int_{t-nL}^t x(\tau) d\tau \\ &= \frac{1}{n} \left\{ \frac{1}{L} \int_{t-nL}^{t-(n-1)L} x(\tau) d\tau + \frac{1}{L} \int_{t-(n-2)L}^{t-(n-1)L} x(\tau) d\tau + \dots + \frac{1}{L} \int_{t-L}^t x(\tau) d\tau \right\} \\ &= \frac{1}{n} (y(t-(n-1)L) + y(t-(n-2)L) + \dots + y(t)) \end{aligned}$$

즉, 센서헤드를  $n$ 배로 크게 하려는 경우, 임의의 위치  $t$ 에서 기 측정 신호  $n$ 개를 취하여 이의 평균을 취함으로써 실현시킬 수 있다.

Fig.2는 패키지에서 채취된 시료의 측정 결과를 보여준다. 이 측정 신호에는 대단히 높은 변동 성분을 포함하고 있음을 알 수 있다. 이러한 신호를 이용하여 센서헤드를 크게 한 경우의 신호를 살펴보기 위하여 1.3mm, 4.2mm로 각각 크게 하는 경우, 얻어지는 굽기 신호는 각각 Fig.3과 Fig.4에 주어져 있다. 센서헤드의 크기에 따라 얻어지는 실의 굽기 신호는 변동성을 포함하는 성분에 차이가 있음을 알 수 있다. 이러한 굽기 변동성분의 차이를 찾아보기 보기 위하여 각각의 신호를 Fourier 변환하여

## 겉보기 사 단면의 굵기 변동 특성

신호성분을 확인해 보았다. Fig.5, Fig.6, 그리고 Fig.7은 이러한 실의 굵기 성분이 센서헤드의 크기에 따라 어떻게 영향을 받는가를 보여준다. Fig.5에서는 DC성분 이외에는 뚜렷이 구분할 수 있는 peak를 찾아내기 어려우나, 1 cycle/mm 보다 변동 주기가 짧은 성분이 크게 증대되기 시작하는 것을 볼 수 있다. 실제 이는 굵기 변동 주기가 1mm 이상의 성분에 대하여 어느 정도 유효한 신호를 만들어 낸다는 것을 의미한다. Fig.6과 Fig.7에 의하면 0.5 cycle/mm의 변동 성분이 강하게 나타나는 것을 볼 수 있으며, 이는 시료 내에 2mm 주기의 변동성이 있음을 보여준다. 이러한 단주기 성분은 직물 또는 편물의 표면 품질에 영향을 끼칠 수 있으므로 계속되는 연구를 통하여 단사 또는 합사의 초단주기 불균제 성분에 대한 해석과 실의 불균제 특성과 섬유물 표면 품질과의 관계가 규명되어 질 것이다.

### 4. 결론

본 연구에서는 실의 겉보기 굵기를 측정하는 새로운 측정법을 이용하여 실의 굵기 측정 결과가 센서헤드의 크기에 따라 어떻게 영향을 받는지를 실험적으로 확인하고자 하였다. 그 결과 센서헤드의 크기에 따라 측정 데이터가 나타낼 수 있는 변동의 한계성을 확인할 수 있었으며, 품질에 영향을 미치는 변동주기를 확인하므로써 필요한 센서의 크기를 결정할 수 있을 것으로 판단된다.

### 참고문헌

1. P.W. Harrison, Yarn Evenness, Textile Progress, Vol 14, No 3/4, 1986
2. Zweigle Textilpruefmaschinen GmbH, Catalogue of G580 (1994)
3. Soell, W., Information Gain through Optoelectronic Measurement of the Two-Dimensionally Determined Yarn Diameter, Melliand International, 80, E124-E130 (1990)

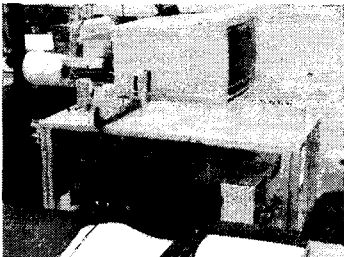


Fig.1 Photograph of the yarn thickness measuring device

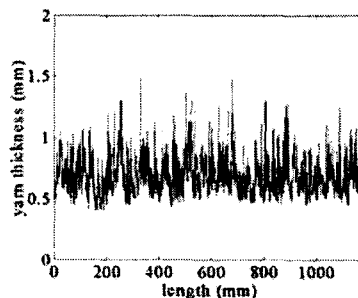


Fig. 2 Measured signal of the apparent yarn thickness (sensor head : 0.2mm, 0.07mm overlapped)

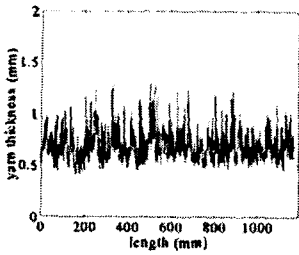


Fig. 3 Measured signal of the apparent yarn thickness  
(sensor head : 1.3mm)

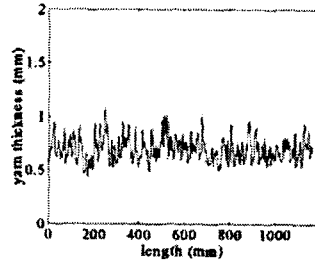


Fig. 4 Measured signal of the apparent yarn thickness  
(sensor head : 5.2mm)

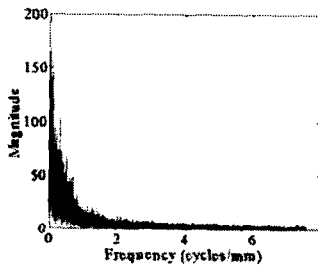


Fig.5 Spectrum of the apparent yarn thickness  
(sensor head : 0.2mm)

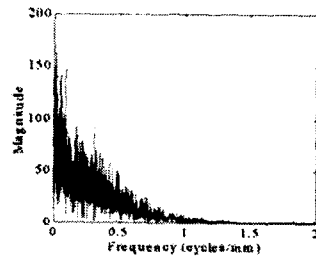


Fig.6 Spectrum of the apparent yarn thickness  
(sensor head : 1.3mm)

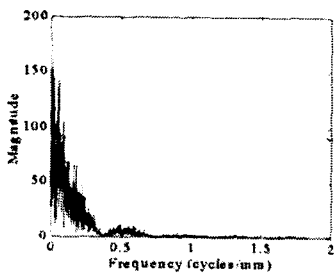


Fig.7 Amplitude spectrum of the apparent yarn thickness  
(sensor head : 5.2mm)