

Ring사와 OE Rotor사의 굵기 변동 특성의 해석

허 유, 광도윤, 김종성

경희대학교 테크노공학대학 기계·산업시스템공학부, 용인, 경기도, 449-701

Analysis of Thickness Variation Characteristics of Ring- and Rotor Spun Yarns

You Huh, Do W. Kwack, and Jong S. Kim

**Department of Mechanical and Industrial Systems Engineering, College of Advanced Technology,
Kyung Hee University, Yongin, Gyunggi-Do, 449-701, Korea.*

1. Introduction

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 감성적 품질에 큰 영향을 미치며 이는 일정 수준 이상의 역학적 품질이 만족되는 섬유제품에 대해서는 시장에서 제품 구매력 결정에 중요한 역할을 한다. 본 연구에서는 의류제품의 품질 고급화에 기여하기 위하여 광범위한 의류제품의 원료로 사용되고 있는 링사와 로터사를 대상으로 중요한 겉보기 물성인 굵기 특성을 찾아내고자 한다. 이를 위하여 새로운 측정방법을 바탕으로 링사와 로터사의 굵기를 측정하고, 시장-분산 곡선과 Correlogram법을 이용한 굵기 특성을 비교하였다.

2. Measuring System

본 연구의 측정장치는 Huh, et al 이 제안한 광전자적 방법을 이용하였다. 광원으로는 단속적으로 생성되는 슬릿형 레이저 비임이 사용되었으며, 센서로는 선배열 CCD가 설치되었다. 본 장치의 구성은 측정부, 데이터 처리부, 그리고 시료 공급 및 권취부로 이루어져 있다. Fig. 1은 이 장치를 보여주며 Table 1에는 사용된 레이저 scanning 시스템의 사양이 제시되어 있다.



Table 1. Specifications of the laser scanning system

effective slot thickness	0.16mm
Light source	Red semiconductor laser (670 nm)
Measuring accuracy	30 μ m
Output response time (max.)	2.5 msec.
Laser scan rate	1,200 scans/sec.

Fig.1 Measuring system using a laser slit beam

3. Experimental

본 연구에서는 대표적인 정방공법인 링 정방법과 로터 정방법에 의하여 평균 섬유장 28.6mm, micronaire value 4.2인 면 섬유를 원료로 하여 링사 및 로터사를 생산하고, 이를 겉보기 굵기를 측정하는 시료로 이용하였다. Table 2에는 실험에 사용된 시료의 사양이 주어져 있다.

Table 2. Properties of the specimen used for the experiment

property sample	Count	Twist (α_{Tex} , α_{Ne})	Tenacity (gf/tex)	Elongation (%)	Hair/ 10m (>1mm)	U%	Imperfection/1km		
							Thin (-50%)	Thick (+50%)	Nep (200%)
Ring yarn	57.9Tex (Ne 10.2)	3828 (4.0)	18.9	8.3	4987	7.8	0	15	22
Rotor yarn	60.3 Tex (Ne 9.3)	3828 (4.0)	14.2	7.4	494	11.1	3	85	73

$$\alpha_{tex} = tpm \times \sqrt{Tex}$$

이 시료를 이용하여 sampling time interval 5msec, yarn feeding speed 32mm/sec 조건하에서 실험을 행하였다. 시료의 공급속도는 레이저 비입의 유효 폭이 0.16mm이고, 데이터 sampling interval이 5msec이기 때문에 굵기정보의 손실이 일어나지 않고 서로 이웃하는 시료의 굵기가 측정되도록 설정하였다. 시료의 공급에 따라 처음 측정이 이루어지는 위치를 기점으로 사축에 따라 l 만큼 떨어진 점에서 얻어진 데이터를 $y(l)$, 공급된 시료의 실제 겉보기 굵기를 $x(l)$, beam의 두께를 L 이라고 하면

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

로 표시할 수 있으므로[1] 이를 sampling time domain으로 표시하면 시료 공급속도를 v , sampling time interval을 T 라 할 때, $t = kT$ 에서 얻어지는 k 번째 data $y(k)$ 는

$$y(k) = \frac{v}{L} \int_{kT-L/v}^{kT} x(vt) dt \quad (2)$$

로 나타낼 수 있다. 만일 $L/v = T$ 가 되도록 시료 공급속도 v 를 설정하면

$$y_T(k) = \frac{1}{T} \int_{(k-1)T}^{kT} x(vt) dt \quad (3)$$

가 된다. 또한, beam의 두께가 nL , sampling time interval이 nT 가 되는 경우에는 시료 공급속도가 v 일 때, $t = k(nT)$ 에서 얻어지는 k 번째 data는 식 (2)로부터

$$\begin{aligned} y_{nT}(k) &= \frac{v}{nL} \int_{k(nT)-nL/v}^{k(nT)} x(vt) dt \\ &= \frac{1}{nT} \int_{(k-1)(nT)}^{k(nT)} x(vt) dt \\ &= \frac{y_T((k-1)n+1) + y_T((k-1)n+2) + \dots + y_T((k-1)n+(n-1)) + y_T(kn)}{n} \end{aligned} \quad (4)$$

로 나타낼 수 있다.

본 연구에서는 식(4)를 이용하여 시료의 굵기 변동특성을 나타낼 수 있는 시장에 따른 굵기 측정 데이터를 생산하고, 이를 바탕으로 시장-분산 특성 및 시료길이에 따른 Correlogram을 계산하였다.

같은 방법으로 beam의 두께를 nL , sampling time interval이 T 인 경우에는 moving average

model에 의한 측정 결과를 계산할 수 있으며, beam의 두께가 L , sampling time interval이 nT 가 되는 경우에는 일정 간격만큼 떨어진 굵기 정보를 얻을 수 있다. 이러한 데이터 생성개념을 그림으로 나타내면 Fig.2와 같다.

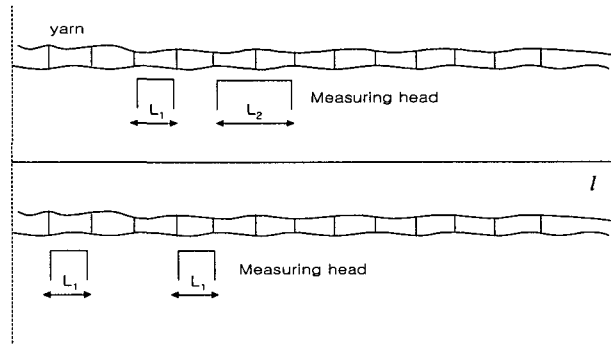


Fig.2 Conceptual description for generating thickness data

4. Results and Discussions

4.1. Variance length curve

Townsend and Cox[2]는 분산-시장 곡선을 이용하여 불균제 특성을 해석하였다. 그 당시에는 비교적 긴 시료길이를 가지고 cutting and weighing 법으로 불균제 측정을 하였기 때문에 짧은 시료 불균제에 대한 정보를 얻을 수가 없었다. 본 연구에서는 새로운 측정장치를 이용하여 주어진 시료에 대한 분산-시장 곡선을 Fig.3과 같이 얻었다. 시료길이가 길어짐에 따라 시료간 분산이 급격히 작아지지만 시료의 종류에 따라 감소속도가 다를 수 있다. 특히 로터사는 1.6mm이상의 시료길이에 대해서는 시료간 측정결과가 차이가 거의 나타나지 않는 반면, 링사의 경우, 시료길이 증가에 따라 계속적으로 굵기 분산치가 감소하고 있음을 알 수 있다. 이는 실의 종류에 따라 시료의 길이를 달리하여 불균제 측정이 이루어져야 한다는 것을 의미한다. 서로 다른 종류의 시료를 대상으로 시료 길이가 같은 센서 헤드를 이용하여 불균제 측정을 하는 경우, 예를 들어 링사와 로터사를 대상으로 같은 센서헤드의 크기 1.6mm를 사용한 경우, 로터사의 측정 결과에는 거의 시료간 불균제가 포함된 반면, 링사는 시료간 불균제 뿐만 아니라 시료내 불균제가 포함되어 나타나게 된다. 만일 계속적으로 시료의 길이를 증가시키는 경우, 두 곡선은 서로 교차할 수도 있다. 실제 주어진 시료를 Zellweger USTER III로 측정할 U% 결과는 Table 2에 주어진 바와 같이 링사는 7.8%, 로터사는 11.1%로 겉보기 불균제와 달리 링사는 로터사에 비하여 선밀도 불균제가 더 작게 나타났음을 알 수 있다. 이와 같은 시장-분산 곡선의 교차는 방적사의 생산공법에 따라 불균제 특성이 다르다는 것을 의미한다.

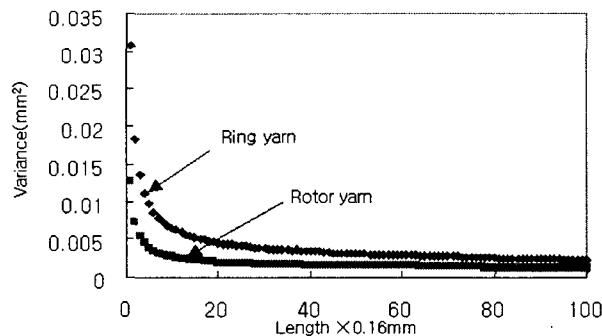


Fig. 3 Length-variance curves for the ring- and rotor yarns (X-axis : X 0.16mm)

4.2 Correlogram

변동성해석을 위한 중요한 도구의 하나는 물리량을 나타내는 변수의 내부적 확률적 성질을 나타내는 자기상관해석 (autocorrelation analysis)이다. 이 개념은 일찍이 Cox and Townsend[3]에 의하여 변수의 argument를 길이 축으로 표시한 Correlogram을 제안하므로써 잘 알려져 있다. 본 연구에서는 주어진 시료를 대상으로 새로운 측정장치를 이용하여 시료길이, 즉 센서헤드의 크기에 따라 Correlogram이 어떻게 영향을 받는지를 알아보았다. Fig.4는 링사와 로터사에 대해 시료길이를 각각 0.16mm, 0.8mm, 1.6mm, 그리고 8mm로 하였을 때의 correlogram을 보여준다.

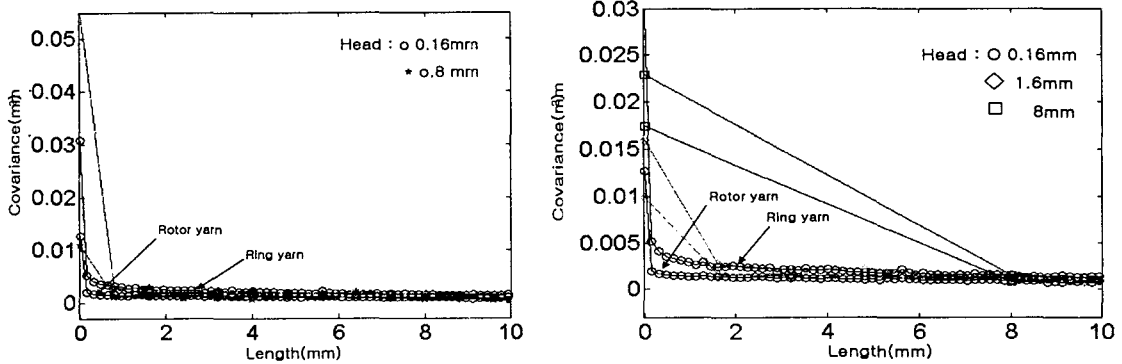


Fig.4 Correlogram for various sampling lengths

이 그림에 의하면 링사와 로터사 공히 시료간의 간격이 작은 경우, 데이터 간의 상관성이 높으나 로우터사의 경우, 이미 시료간격이 0.48mm 이상이 되는 경우, 데이터간의 상관성이 거의 없어진다. 링사의 경우, 1~2mm 정도의 비교적 멀리 떨어진 데이터간에도 상관성이 존재하고 있는 것을 알 수 있다. 이는 실의 종류에 따라 굵기의 불균제 특성이 서로 달라서, 로터사는 비교적 짧은 구간에서 굵기의 임의 변동이 나타나지만 링사는 불균제의 과장이 로터사보다 더 길게 나타난다는 것을 의미한다. 이는 직물과 같이 실이 규칙적으로 배열이 이루어지는 경우, 시각적으로 보아 로터사보다 링사가 광간섭에 의한 무늬가 나타나기 쉽다는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 앞으로 링사와 로터사 간의 결보기 특성과 연관된 연구가 계속적으로 이루어질 것이다.

5. Conclusions

본 연구에서는 광범위한 의류제품의 원료로 사용되고 있는 링사 및 로터사를 대상으로 중요한 결보기 물성인 굵기 특성을 찾아내고자 하였다. 레이저 슬릿비임을 이용한 새로운 측정장치를 이용하여 시장-분산곡선 및 Correlogram을 얻은 결과, 로터사는 링사에 비하여 훨씬 짧은 시료길이에서 시료간 분산이 일정한 값에 도달하였으며, 시료간의 간격에 따른 데이터 간의 상관성에 있어서도 로우터사는 링사에 비하여 훨씬 짧은 간격에서 굵기의 임의 변동이 나타나는 특성을 확인하였다.

Reference

1. G. Mandl and H. Noebauer, "The Influence of Cotton-spinning Machinery on the Random Irregularity of Slivers and Yarns, Part I : Theoretical Considerations", Journal of the Textile Institute, Vol 68, No. 12, 387-393 (1977)
2. M.W.H. Townsend and D.R. Cox, "The Analysis of Yarn Irregularity", Journal of the Textile Institute, Vol 42, No. 3, p107-p113 (1951)
3. D.R. Cox and M. W. Townsend, "The Use of Correlograms for Measuring Yarn Irregularity", Journal of the Textile Institute, Vol 42, No. 4, p145-151 (1951)