

## 위편성물의 역학특성과 이축신장 거동에 관한 연구

전연희, 정원영, 안승국

부산대학교 섬유공학과

### Studies on the Mechanical Properties and Biaxial Extension Behavior of Weft Knitted Fabrics

Youn-Hee Jeon, Won-Young Jeong, and Seung-Kook An

Department of Textile Engineering, Pusan National University, Pusan, Korea

#### 1. 서 론

편성물은 신축성이 좋으므로 의류용 소재로써 다양하게 사용되어지고 있다. 편성물의 장점으로서는 직물과는 달리 루프 형태로 얽힌 편환으로 구성되어 있기 때문에 제편 과정에서 필요한 형태로의 성형이 용이해서 제품의 다양화를 기대할 수 있다. 뿐만 아니라 신축성과 유연성, 다공성, 구김안정성 등이 우수하여 인체의 여러 가지 활동에 따른 구속감이 적으며 인체의 굴곡을 아름답게 나타내어 주는 등의 장점이 있어 의복 소재로써 차지하는 비중이 높다. 이에 반해 형태 안정성, 치수 안정성 등이 낮아 완성된 의복의 뒤틀림 등과 같은 문제점을 일으키는 단점이 있다.

편성물의 역학특성과 물성에 영향을 미치는 인자로서는 제편에 사용되는 섬유의 종류, 제편밀도, 다양한 편성구조 등이 있다. 또한 이들 인자들은 편성물의 촉감과 태에도 상당한 영향을 끼친다고 알려져 있다[1]. Knapton은 편성물의 형태안정 특성치를 연구하여 편성물에 가해지는 다양한 구조적인 변형이 역학특성에 상당한 변화를 가져올 수 있다고 보고 하였고[2], Niwa 등은 편성물의 이축신장 이론에 대해 실제 계산식을 적용한 결과, yarn의 측면 압축률은 실질적으로 yarn의 신장에 지배를 받는다고 보고하였다[3].

일축신장 시험의 경우 인장방향으로 하중이 가해지면 인장에 수직인 방향으로 수축이 발생하게 되는데 특히, 편성물은 신축성이 우수하므로 이러한 인장에 대한 수직 방향의 수축률이 매우 높다. 의복을 착용했을 때 팔꿈치나 무릎 등에 가해지는 하중은 한 방향의 신장보다는 다축 방향으로 신장이 발생하게 된다. 따라서 이축신장의 역학적인 특성을 연구함으로써 편성물의 사용을 보다 효율적으로 할 수 있고 의복을 착용했을 때 착용자가 느끼는 편안함도 증대되고 디자인의 변형에 대해서도 미리 대처할 수 있다.

편성물의 역학특성에 대한 선행연구들을 살펴보면, 신장특성에 관한 연구는 다양하게 이루어졌으나, 실제 착의시 변형을 고려한 이축신장 특성에 관한 연구는 수행되지 않은 실정이다. 본 연구에서는 이축신장의 지배를 받는 니트직물에 대한 이론적인

분석[4]과 실험적인 연구[5,6]를 바탕으로 평편, 2×2 리브편, 인터록편 세 가지 시료를 사용하여 KES-FB System으로 역학특성을 측정하고, 일축신장과 이축신장시 각각의 변형 형태를 살펴보았다.

## 2. 실험

### 2.1. 시 료

실험에 사용된 편성물은 평편, 2×2 리브편, 인터록편 세 가지이며, 그 물리적 특성치를 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Physical Characteristics of the Weft Knitted Fabrics

Sample	Fiber content (%)	Yarn count (Ne)	Fabric density		Loop length (mm)
			W.P.I. <sup>a</sup>	C.P.I. <sup>b</sup>	
plain			40	45	28
rib	cotton 100	30's	38	50	25
interlock			42	40	31

a: wale per inch, b: course per inch

### 2.2 역학특성 측정

KES-FB System을 사용하여 인장특성, 전단특성, 압축특성, 굽힘특성, 표면특성을 산출하고 무게, 두께를 측정하여, 여기에서 얻어진 16가지의 역학특성치를 이용하여 태를 산출하였다.

### 2.3 이축신장 측정

이축신장 시험에 사용된 기기는 KES-G2-SB1 Strip Biaxial Tensile Tester (KATO TECH CO., LTD, Japan)이며, 이는 1축을 구속하고 다른 1축을 신장시키는 과정에서 연속적으로 2축에 걸리는 하중을 측정할 수 있도록 설계된 기기이다. 실험에 사용되는 시료 크기는 140mm×165mm(인장축×구속축), 하중 감도는 인장하중, 구속하중 모두 full scale 10kg, 인장속도는 1mm/sec로 실험하였다.

### 2.4 화상분석

신장변형시의 편성물의 변형상태를 확인하기 위하여 Optical Microscope와 SEM을 사용하여 신장 변형전·후에 대한 편성물의 외관을 관찰하였다.

## 3. 결과 및 고찰

편성물은 직물에 비해 신축성, 유연성 등이 뛰어난데 이러한 특성으로 인하여 착의에 따른 인체 구속감이 적으므로 의류용으로 가장 널리 사용되는 소재로 그 수요가 증가하고

있으며, 실제로 편성물의 신장특성에 관한 연구가 다양하게 이루어져왔다. 그러나 의복을 착용한 후 인체의 움직임에 의해 가해지는 하중은 대체로 다축신장의 특성을 보이므로 본 연구에서는 기존의 일축신장 거동과 함께 이축신장시 나타나는 양상을 비교 분석하고, 동시에 각종 역학특성에 대하여 고찰하였다.

Figure 1-2에는 동일 시료에 대해 일축신장 하였을 경우의 하중-신장 곡선을 나타내었다. 일축신장의 경우, wale 방향으로의 인장강성이 course 방향에 비해 월등히 높았다. 특히, 인터록편의 경우 강도가 리브편이나 평편에 비해 약간 높은 값을 보이고 있고, 반면에 course 방향의 인장시에는 평편이 리브편이나 인터록편에 비해 상대적으로 다소 높은 강도를 나타내었다. 이는 리브편이나 인터록편에 비해 루프간 얽힘 정도가 비교적 적은 평편의 경우는 초기에 인장방향으로 루프가 신장 변형된 후 사의 신장변형 또한 함께 기여하고 있는 것으로 생각된다.

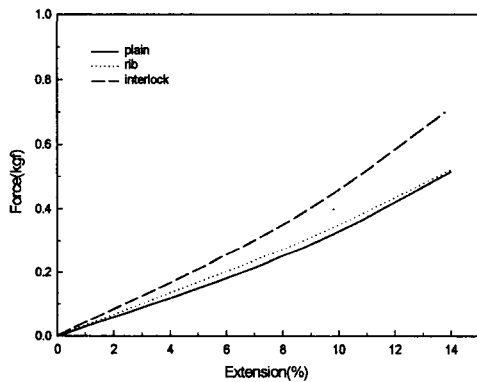


Figure 1. Load-extension curves of knitted fabrics by testing uniaxial tensile property in wale direction.

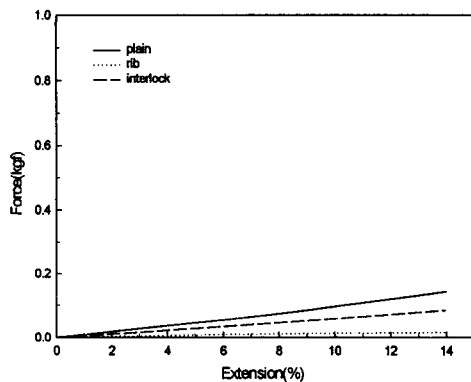
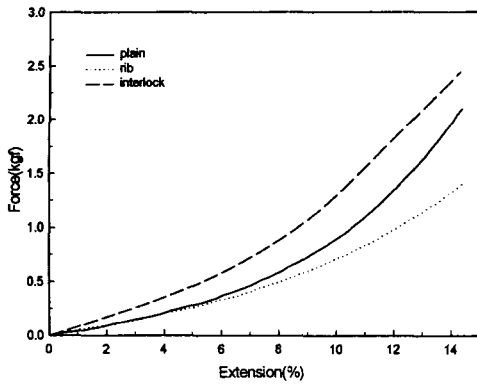
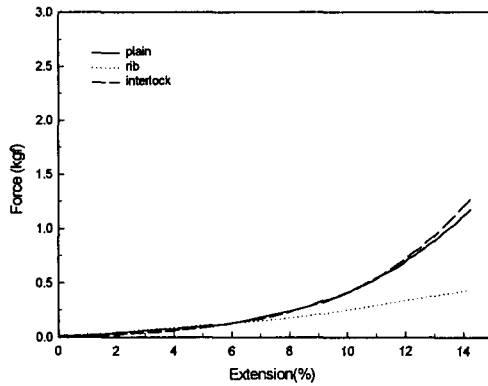


Figure 2. Load-extension curves of knitted fabrics by testing uniaxial tensile property in course direction.

Figure 3-4는 각 조직별 위편성물에 대해 wale 방향을 인장축으로, course 방향을 구속축으로 하여 이축신장 실험을 행한 경우의 하중-신장곡선을 나타낸 것으로 전체적으로 일축신장에 비해 매우 높은 강도를 나타내었다. 세 종류의 시료 모두 구속축에 비해 인장축의 하중이 높게 나타났으며, 편성방법에 따른 신장거동의 차이는 인터록편이 가장 높은 수치를 보였다. 이는 인터록편의 구조적 특성상 평편이나 리브편에 비해 구성사간의 교차점이 많으며, 또한 교차점에서 구성사 간에 작용하는 압력이 크기 때문에 신장변형에 대한 저항력이 높은 것으로 생각된다. 구속축의 하중을 인장축의 신장률에 대해 도시한 하중-신장 곡선을 살펴보면, 인장축의 신장률 증가에 따라 증가하는 양상을 보이는데, 동일 신장률에서 구속축의 강도가 일축인장시 인장강도보다 높게 나타났다. 신축성이 우수한 소재의 경우, 이처럼 구속축에 인장하중이 높게 나타나는 것은 구속하중이 걸리지 않을 경우 폭 방향의 수축이 발생함을 의미하게 된다. 이러한 물성으로 인하여 의복 외관의 변형을 초래하게 되고, 동시에 형태안정성을 저하시키는 요인으로 작용할 것으로 생각된다.



**Figure 3.** Load-extension curves of the elongation side for knitted fabrics by testing biaxial tensile property in wale direction.



**Figure 4.** Load-extension curves of the restraint side for knitted fabrics by testing biaxial tensile property in wale direction.

#### 4. 참고문헌

1. R. S. Hallos, M. S. Burnip, and A. Weir, "The Handle of Double Jersey Knitted Fabrics Part I: Polar Profiles", *J. Text. Inst.*, **81**, pp.15-35(1990).
2. J. J. F. Knapton, "Geometry of Complex Knitted Structures", *Text. Res. J.*, **39**, pp.889-892(1969).
3. M. Niwa, S. Kawabata, and H. Kawai, "Experimental Investigation on the Biaxial Tensile Properties of Plain Woven Fabrics", *J. Text. Mach. Soc. of Japan*, **22**, pp.133-145(1969).
4. Peter Popper, "The Theoretical Behavior of a Knitted Fabric Subjected to Biaxial Stresses", *Text. Res. J.*, **36**, pp.148-157(1966).
5. B. M. MacRory, "Experimental Investigation of the Biaxial Load Extension Properties of Plain, Weft Knitted Fabrics", *Text. Res. J.*, **47**, pp.233-239(1977).
6. B. M. MacRory and A. B. McNamara, "Knitted Fabrics Subjected to Biaxial Stress-an Experimental Study", *Text. Res. J.*, **37**, pp.908-911(1967).
7. J. W. S. Hearle, P. Grosberg, and S. Backer, "Structural Mechanics of Fibers, Yarns, and Fabrics", pp.411-450, Wiley-Interscience, N. Y., 1969.