

PET/스판덱스 스트레치 직물의 역학특성과 의류형성성능

김 현 아[†]
한국패션산업연구원

Mechanical Properties and Garment Formability of PET/Spandex Stretch Fabrics

Hyunah Kim[†]

Korea Research Institute For Fashion Industry

Received August 4, 2017; Revised (September 11, 2017; September 21, 2017); Accepted September 27, 2017

Abstract

This paper investigated stretchability with fabric mechanical properties of one-way and two-way stretch fabrics. For this purpose, 1-way and 2-way woven fabrics were prepared using 150d PET/spandex covered yarns with different thermal treatment according to 4 kinds of wet thermal machines subsequently, fabric mechanical properties were measured and compared with regular PET fabrics. In addition, the garment formability of stretch fabrics was predicted and compared to regular fabrics according to wet thermal treatment. The weft stretchability of 2-way stretch fabric was about 10% higher than the 1-way stretch fabric. The compressibility of the stretch fabrics was 1.5 times higher than regular fabrics. The compressibility of stretch fabrics treated with CPB and rope type wet thermal machine showed higher values than other types of wet thermal machines. The bending rigidity of 2-way stretch fabric was lower than 1-way stretch fabric. Shear rigidity of 2-way stretch fabric was higher than 1-way and regular fabrics. Garment formability of 2-way stretch fabric was higher than regular and one-way stretch fabrics. Garment formability of 2-way stretch fabrics treated with wet thermal conditions under low tension showed the highest values.

Key words: Stretchability, Compressibility, Bending rigidity, Shear rigidity, Garment formability; 스트레치성, 압축특성, 굽힘강성, 전단강성, 의류형성성능

I. 서 론

의류의 착용과정에서 스트레치성은 기본적으로 요구되는 물성이며 착용과정에서 발생하는 배깅(bagging)현상, 구김발생 등에 자유로워 특히 스포츠 의류에서는 필수적인 특성이라 할 수 있다. 또한 양방향 신축직물은 피트니스(fitness), 착용 쾌적성, 형태 유지성, 그리고 정적 혹은 동적 탄성 회복성이 우수하여 운동성능을 향상시켜주기 때문에 기능성 스포츠 웨어에 필수적인 특성이

라고 할 수 있다. 이러한 신축성을 부여하기 위해서는 신축성이 우수한 실이 필요하며 신축성이 우수한 실을 제조하는 방법은 크게 세 가지 기술이 현장에서 적용되고 있다(Kim, 2007). 첫 번째, 화섬사에 적용되고 있는 기술로서 폴리머 개질 및 방사공정에서 적용되는 이성분 방사 혹은 콘쥬게이트 방사 기술로서 사단면의 두 가지 성분이 고점도와 저점도 혹은 고수축과 저수축, 또한 PPT와 PET로 구성된 제품이 상업화되고 있다. 천연소재인 울(wool)의 이성분 구조를 모방한 고신축사로 Dupont의 T-400, Unitica의 Z-10, 그리고 KB-Seiren의 Espandy 등이 생산되어 상품화가 되고 있다. 두 번째, 스판

[†]Corresponding author
E-mail: ktufl@krifi.re.kr

덱스(spandex)를 이용한 커버링(covering)사이며 면/스판덱스, 스판덱스/울, 라이크라(lycra)/PET, 라이크라/나일론 등 많은 종류의 스트레치사가 사용되고 있다. 세 번째 방법은 텍스처링(texturing) 기술을 이용하여 DTY(draw textured yarn), ITY(interlacing textured yarn)사 그리고 선연후가연 기술 등을 적용하여 만든 각종 가공사들이 신축직물에 사용되고 있다.

한편, 이들 여러 가지 형태의 신축사를 사용한 신축직물의 특성이 의류착용특성과 외관특성에 미치는 영향에 관한 연구들은 많이 수행되어 왔으며 신축성 및 회복성이 가장 우수한 스판덱스 커버링사를 사용하여 신축특성을 연구한 사례는 다음과 같다. Varghese and Thilagavathi(2015)는 경사에 면사 그리고 실크사를 사용하고 위사에 면/라이크라 코어 방적사를 사용한 직물과 경·위사에 100% 면사를 사용한 직물의 압축분포를 조사하고 이들의 촉감, 스트레치 특성 등을 비교 분석하였다. 면/라이크라 세번수 직물이 태번수 직물보다 촉감, 스트레치성, 압력 쾌적성이 더 우수하였음을 보고하였다.

AL-ansary(2011)는 면/스판덱스 커버링사 직물의 물성에 스판덱스의 비율이 큰 영향을 미친다고 보고하였고 Özdil(2008)은 데님직물에서 엘라스틴 혼합 비율에 따른 신축성과 배깅특성을 조사하였다. 또한 Ortlek and Ulku(2007)는 무라타 볼텍스(Murata vortex) 정방기에서 스판덱스 코어사를 제조하고 이들의 물성에 대한 스판덱스와 실의 굵기의 영향을 연구하였다. 또한 Gorjanc and Bukošek(2008)은 울/스판덱스 커버링사 직물의 탄성 회복에 대한 탄성사의 함량의 영향을 연구하였다. 한편 Maqsood et al.(2016)은 이축 신장직물의 신축성과 신축 회복성, 압축 특성에 대한 탄성사 번수와 직물밀도 및 조직의 영향을 연구하여 이들 특성에 적합한 이축 직물의 최적 제조조건을 결정하는 연구를 수행하였다. Mourad et al.(2012)은 신축직물의 공기투과도와 인열강도는 구성사의 탄성비 증가와 함께 크게 감소함을 연구하였다. Rego et al.(2010)은 직물의 신축특성은 열적성질과 역학적 성질뿐만 아니라 접촉 쾌적성에도 큰 영향을 준다고 하였다. El-Ghezal et al.(2009)은 데님 스트레치 직물의 역학적 특성에 대한 탄성사비와 가공공정의 기여를 연구하였다.

Kaynak(2017)은 면과 스판덱스를 사용하여 링(ring) 정방기에서 코어(core)사로 사용되는 스판덱스의 연신비를 4가지로 바꾸어 스판덱스 코어 커버링 면 방적사를 제조하고 경사로 스판덱스 코어(65/35 PET/Viscose) 커버링사를 경사로 하고 이들 커버링 면 방적사를 위사로 사용

하여 2/1 트윙조직의 직물을 제조하여 직물을 구성하고 있는 커버링사 연신비에 따른 이축 신축직물의 탄성 회복성과 피로특성을 연구하였다. 그러나 현재까지의 연구들은 신축성 스트레치사의 공정조건과 물성 그리고 이들로 제조된 직·편물의 물성과 역학특성을 연구하였고 신축직물의 의류착용성능과 봉제성능에 관한 연구는 소비자 및 마켓에서의 요구에도 불구하고 부족한 실정이다. 특히 스포츠 의류용 합섬 커버링사 스트레치 소재에 대한 연구는 소비자들의 수요 측면에서 볼 때 의류착용성능에 대한 정보를 제공할 필요성이 있으며, 이를 위해서는 스트레치 직물의 열처리 가공공정특성에 따른 직물역학특성 분석에 대한 기초연구의 필요성이 요구되고 있다.

최근 스포츠 의류가 다양화되고 또한 고신축성 의류에 대한 소비자의 욕구가 높아지면서 고기능성 의류용 합섬 고신축 직물의 개발이 시장에서 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 스판덱스 커버링 직물의 사 신축특성에 따른 원-웨이(one-way) 그리고 투-웨이(two-way) 직물을 제조하여 스트레치 직물구조 변화와 습열 열처리 특성에 따른 이들의 역학특성과 착용특성을 비교 분석하여 소비자 및 마켓에서의 요구에 필요한 기초연구를 수행하고자 하였다.

II. 실험

1. 시료준비

본 연구를 위한 직물은 150d 폴리에스터사, 스판덱스/폴리에스터 150d 커버링사 등 2가지 사를 사용하여 경사와 위사에 150d 폴리에스터사로 제작한 일반직물, 경사에 150d 폴리에스터사, 위사에 스판덱스 40d/폴리에스터 150d 커버링사로 제작된 일축 스트레치 직물, 그리고 경사, 위사 모두 스판덱스 40d와 폴리에스터 150d 커버링사로 제작한 이축 스트레치 직물 등 3가지 직물군으로 나누어 래피어(rapier) 직기(Picanol, 벨기에)에서 제작하였다. 이들 생지는 정련(scouring), 건조(dryer), 열처리(tenter), 염색(dyeing) 그리고 건조공정 등을 거쳐서 염색·가공을 실시하였으며 이들 공정 중 정련공정에서 4가지 종류의 기계에서 습열처리할 때 스트레치 직물의 역학물성과 의류형성능이 어떻게 변화하는지를 조사하였다. <Table 1>에 이들 직물의 설계조건과 습열처리 조건을 나타내었다. 습열처리 정련기 4가지의 특성을 <Table 2>에 나타내었다.

Table 1. Structural parameters of the fabric specimens

Specimen number	Yarn linear density (d)		Fabric density		Thickness (mm)	Machine type
	W _p	W _f	W _p (ends/in)	W _f (picks/in)		
1	PET 150d	PET 150d	109	63	0.315	CPB-rapid
2	PET 150d	PET 150d	111	62	0.285	Rope
3	PET 150d	PET 150d	108	63	0.265	Continuous
4	PET 150d	PET 150d	108	62	0.249	Jiggarr
5	PET 150d	PET150d+ Spandex40d	103	64	0.434	CPB-rapid
6	PET 150d	PET150d+ Spandex40d	109	63	0.427	Rope
7	PET 150d	PET150d+ Spandex40d	103	61	0.369	Continuous
8	PET 150d	PET150d+ Spandex40d	101	61	0.313	Jiggarr
9	PET150d+ Spandex40d	PET150d+ Spandex40d	106	64	0.474	CPB-rapid
10	PET150d+ Spandex40d	PET150d+ Spandex40d	109	68	0.520	Rope
11	PET150d+ Spandex40d	PET150d+ Spandex40d	104	63	0.400	Continuous
12	PET150d+ Spandex40d	PET150d+ Spandex40d	103	64	0.329	Jiggarr

Table 2. Characteristics of the scouring machinery

Machine type	Characteristics
CPB	· Cold pad batch
	· Scouring at room temperature with batch state ageing (12-24 hrs) after dipping
	· Large scale production
Rope and continuous type	· Low tension
	· Italian and Lava print type
	· difficult to desizing
Continuous type scouring	· Scouring and washing (Continuously)
	· High tension
	· Ilsung machinery
Batch type scouring	· Jiggarr machine
	· Scouring and washing (Bath type)

2. 직물역학특성 측정

본 연구에서 사용된 소모직물의 역학물성은 KES-FB system(Kawabata's Evaluation system)과 FAST system (Fabric Assurance by Simple Testing system)을 이용하여 측정하였으며 각 측정방법에 따른 스트레치 직물의 역학

물성을 비교 분석하였다. <Table 3>에 이들 두 가지 역학량 측정장치의 각 역학량 측정항목을 나타내었다.

3. 의류형성성능(formability) 평가

KES-FB system에서 측정된 F_{max} 와 F_{max} 에서의 변형

Table 3. The mechanical properties of the fabrics measured by KES-FB and FAST system

(a) KES-FB system

Block of properties	Symbols	Characteristic	Unit
Tensile	LT	Linearity	-
	WT	Tensile energy	gf · cm/cm ²
	RT	Resilience	%
Bending	B	Bending rigidity	gf · cm ² /cm
	2HB	Hysteresis	gf · cm/cm
Shearing	G	Shear stiffness	
	2HG	Hysteresis at $\gamma=0.5^\circ$	
	2HG5	Hysteresis at $\gamma=5.0^\circ$	
Compression	LC	Linearity	-
	WC	Compressional energy	gf · cm/cm ²
	RC	Resilience	%
Surface	MIU	Coefficient of friction	-
	MMD	Mean deviation of MIU	-
	SMD	Geometrical roughness	micron
Weight & Thickness	W	Weight per unit area	mg/cm ²
	T	Thickness at 0.5gf/cm ²	mm

(b) FAST system

Instrument	Description	Symbol
FAST-1 Compression meter	Thickness at 2gf/cm ²	T (2)
	Thickness at 100gf/cm ²	T (100)
	Relaxed thickness at 2gf/cm ²	RT (2)
	Relaxed thickness at 100gf/cm ²	RT (100)
FAST-2 Bending meter	Bending length	BL
FAST-3 Extension meter	Extensibility at 5gf/cm	E5
	Extensibility at 20gf/cm	E20
	Extensibility at 100gf/cm	E100
	Bias extensibility at 5gf/cm	Eb
FAST-4 Dimensional stability test	Relaxation shrinkage	RS
	Hygral expansion	HE
Physical properties	Weight per unit area	W
Calculated measurements	Surface thickness	ST
	Bending rigidity	BR
	Shear rigidity	G
	Formability	F

를(*EMT*) 그리고 굽힘강성(*B*) 값을 이용하여 직물의 의복형성능, F_{KES} 를 <Eq. 1>에서 계산하였다(Shishoo, 1989; Shishoo & Choroszy, 1990). FAST system의 인장

시험기에서 측정된 E_{20} , E_5 그리고 캔틸레버(cantilever) 굽힘시험기에서 측정된 굽힘강성(*B*)치를 <Eq. 2>에서 계산하여 <Eq. 3>에 의해 의류형성능 F_{FAST} 를 계산(Ly

& De Beos, 1990; Postle & Dhingra, 1989)하였다.

$$F = \frac{EMT}{F_m LT} \cdot B \cdot \frac{G}{2HG5} \quad \dots \text{Eq. 1.}$$

where, *F*: Fabric formability

F_m: 500gf/cm

EMT: Extension at *F_{max}*

LT: Tensile linearity

B: Bending rigidity (gf · cm²/cm, μN · m)

G: Shear rigidity

2HG5: Hysteresis at γ=5.0°

$$B = W \cdot C^3 \times 9.807 \times 10^{-6} \quad \dots \text{Eq. 2.}$$

where, *B*: Bending rigidity (μN · m)

W: Fabric weight (g/m²)

C: Bending length (mm)

$$F_{FAST} = \frac{(E_{20} - E_5) \cdot B}{14.7} \quad \dots \text{Eq. 3.}$$

where, *E₅*: Extension (%) under 5gf/cm load

E₂₀: Extension (%) under 20gf/cm load

B: Bending rigidity (μN · m)

III. 결과 및 고찰

1. 스트레치 특성과 습열처리조건에 따른 직물신축특성

일축, 이축 스트레치 방향특성에 따른 스트레치 직물

의 신축특성의 차이를 일반직물과 비교하였다. <Fig. 1>은 일반직물, 일축 그리고 이축 스트레치 직물의 500gf/cm의 하중에서의 신축성(extensibility)을 도시한 것이다.

<Fig. 1>에서 볼 수 있듯이 20cm 직물폭에 500gf/cm의 하중이 주어질 때 일반 PET 직물은 5% 내외의 신축특성을 보였으나 일축, 이축 스트레치 직물에서는 위사방향에서 20%에서 30%의 신축특성을 보였다. 4가지 습열처리 정련기 조건 중 낮은 장력이 걸리는 로프(ropе)식 연속 정련기에서 처리된 일축, 이축 스트레치 직물시료인 6번과 10번 시료의 위사방향 신축성이 30%가 넘는 높은 신축특성을 보였다. 이는 Lava print type 로프식 연속 정련기에서 습열처리 중 낮은 장력이 걸려 외부 하중에 대한 탄성 회복성이 우수하여 직물의 신축성이 우수한 것으로 사료된다. 일축보다 이축 스트레치 직물의 위사방향 신축성은 정련기에 상관없이 30% 정도의 신축성을 보였다. 이는 일축 스트레치 직물의 위사방향 신축성이 20~30% 값을 보인 결과를 볼 때 같은 원사와 같은 조건의 정련기에서 수세를 하더라도 일축보다 이축 스트레치 직물의 위사방향 신축성이 최대 약 10% 이상의 높은 신축성을 얻을 수 있다는 것을 확인하였으며 이는 경사가 스트레치사일 때 위사방향으로 장력이 주어질 때 경사가 일반직물사일 때보다 더 많이 신장이 일어난다는 것을 보여주는 것이다. 특이한 것은 이축 스트레치 직물이지만 경사방향의 신축성은 일축 스트레치 직물과 이축 스트레치 직물 사이의 차이가 크게 없으며 단지 이축 스트레치 직물에서 CPB와 로프식 연속 정련기에서 처리한 직물의 경사방향 신축성이 10% 이상의 높은 스트레치성을 보여 다른 직물의 경사방향 신축성이 5% 이하의 값보다 높은 신축성을 보였다. 이는 이축 신축직물

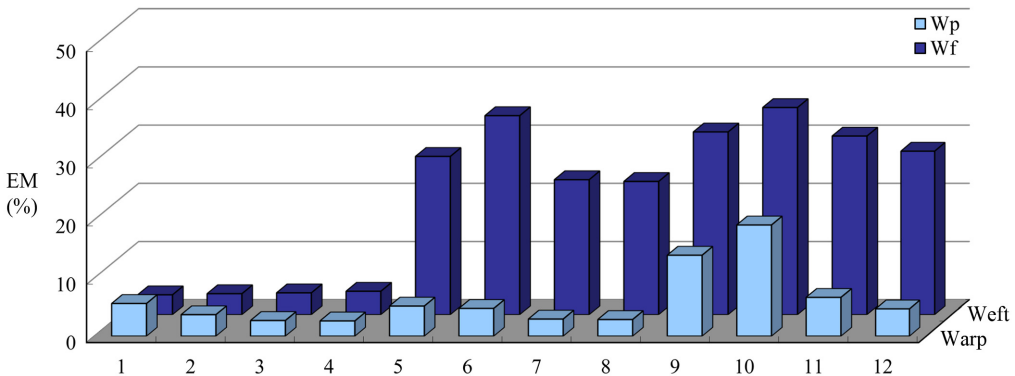


Fig. 1. Extensibility of stretch fabric specimens.

이지만 경사방향의 신축성은 일축과 비슷한 값을 보이며 단지 정련기 특성에 따라 경사방향 스트레치성을 10% 내지는 17% 정도까지 높은 값을 가지게 할 수 있다는 것을 보여주는 결과이다.

스트레치율이 일반의류에는 10~20% 정도, 액티브 웨어(active wear) 혹은 일반 스포츠 웨어에는 20~40% 그리고 파워 스트레치(power stretch) 웨어에는 40% 이상의 스트레치 소재가 많이 이용되고 있다(Komatsu, 1981; Tanaka, 1984). 따라서 본 연구에서 일축, 이축 스트레치의 의류의 위사방향 스트레치율은 액티브 웨어 혹은 일반 스포츠 웨어의 스트레치율에 맞는 스트레치율을 보이고 있음을 알 수 있다. 그러나 일축보다 이축 스트레치 직물이 액티브 웨어 혹은 스포츠 웨어용으로 더 적합함을 알 수 있다.

2. 스트레치 특성과 습열처리조건에 따른 직물압축특성

직물의 압축특성은 착용감에 큰 영향을 미친다. <Fig. 2>는 일반직물, 일축 그리고 이축 스트레치 직물의 50gf/cm² 압축력이 주어질 때의 압축성을 도시한 것이다. <Fig. 2>에서 볼 수 있듯이 일반직물(1~4번)의 압축성은 0.120~0.150의 값을 보이나 일축, 이축 스트레치 직물의 압축성은 0.800~0.180의 분포를 보인다.

심사에 스판덱스가 들어가 있는 일축, 이축 스트레치 직물의 압축성이 일반직물의 1.5배 정도 높은 값을 보이며 이는 착용 시에 외부 압박에 대한 압축탄성이 더 높아서 더 안락한 감을 느낄 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 일축과 이축 스트레치 직물 간에는 큰 차이를 보이지 않음을 알 수 있다. 한편 정련기 4가지 습열처리조건에 따른 압축성은 작업 시 장력이 적게 걸리는 CPB (5번, 9번)와 로프식 연속 정련기(6번, 10번)에서 작업한

일축과 이축 스트레치 직물의 압축성이 다른 두 가지 기계보다 높은 값을 보였으며 이는 신축성에서 이들 두 가지 직물이 가장 높은 신축성을 보인 결과와도 일치성을 보이고 있다. 즉 공정작업 중 저장력을 받을 때 직물의 길이방향 인장력이나 두께방향의 압축력에 따른 변형이 많이 발생함으로써 착용 시의 안락한 감을 준다는 것을 예측할 수 있다.

3. 스트레치 특성과 습열처리조건에 따른 직물굽힘특성

직물의 굽힘특성은 착용 시 팔부위를 굽혔다 펼 때 바지의 무릎부위를 굽히고 펼 때 일어나는 변형으로서 착용 시에 느끼는 굽힘압박에서 자유롭기 위해서는 굽힘강성이 낮은 값을 가지는 직물이 좋다. <Fig. 3>은 일반직물, 일축, 그리고 이축 스트레치 직물의 굽힘강성을 도시한 것이다.

<Fig. 3>에서 볼 수 있듯이 위사방향의 굽힘강성을 보면 일반직물보다 일축과 이축 스트레치 직물의 굽힘강성이 낮은 값을 보이고 있으며 이는 스트레치 직물이 착용 시 굽힘변형에 대한 신체가 받는 압박이 적어 착용 시 더 안락한 감을 느낄 것으로 보인다. 경사방향의 굽힘강성은 일반직물과 일축 스트레치 직물 사이에는 큰 차이가 없으나 이축 스트레치 직물은 일반직물과 일축 스트레치 직물보다 더 낮은 굽힘강성치를 보였으며 이는 스판덱스가 심사로 실 내부에 들어가 있어서 신축성과 탄력특성이 증대되어 낮은 굽힘강성을 경사와 위사방향에 모두 보인다는 사실을 말해준다. 의류착용 시 굽힘변형에 대한 안락한 감을 느끼기 위해서는 이축 스트레치 직물이 스트레치 의류용 소재로서 요구된다고 보여진다. 4가지 습열처리 정련기에 따른 직물의 굽힘강성은 신축성과 압축성과는 달리 큰 변화가 없으나 일반직물의 경

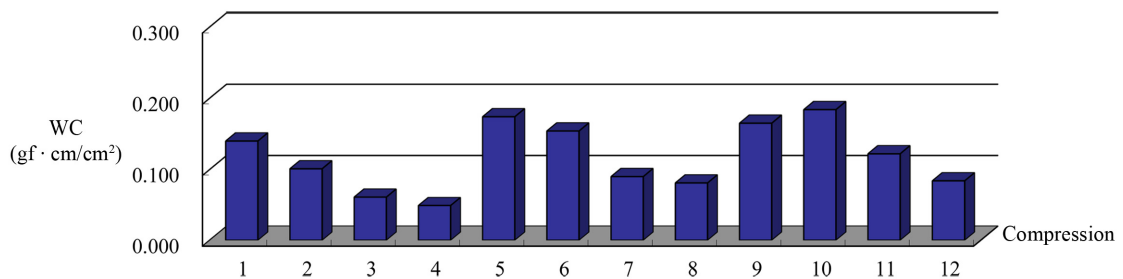


Fig. 2. Work of compression of stretch fabric specimens.

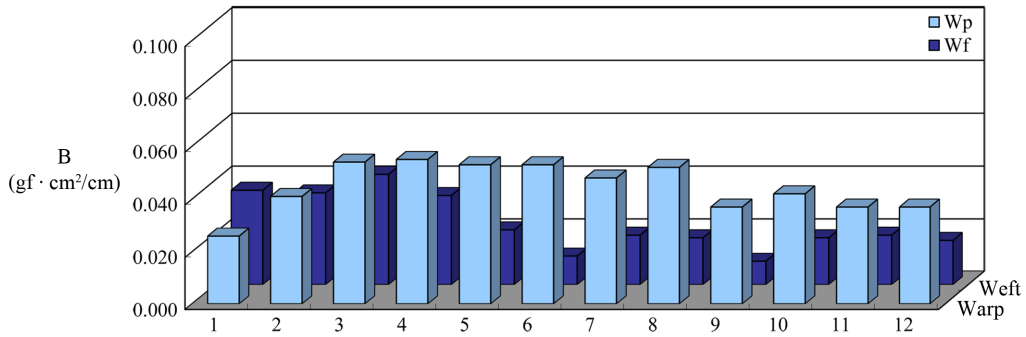


Fig. 3. Bending rigidity of stretch fabric specimens.

우 CPB에서 작업한 1번 시료의 경사방향과 연속식 로프기에서 작업한 6번 일축과 CPB에서 작업한 9번 이축 스트레치 직물시료의 위사방향 굽힘강성이 상대적으로 낮은 값을 보이는 것을 알 수 있다. 즉, 직물가공 중 기계로부터 받는 장력은 직물의 굽힘강성에는 인장과 압축 변형만큼 큰 영향을 미치지 못함을 확인하였다.

4. 스트레치 특성과 습열처리조건에 따른 직물전단특성

직물의 전단특성은 의류의 형태 유지성에 대단히 중요한 영향을 미친다. 즉, 전단강성이 높은 값을 가질 때 의류의 형태가 잘 유지될 수 있는 특성을 가지게 된다. <Fig. 4>는 일반직물, 일축, 그리고 이축 스트레치 직물의 전단강성을 도시한 것이다.

<Fig. 4>에서 볼 수 있듯이 일반직물보다 일축과 이축 스트레치 직물의 전단강성이 더 높은 값을 가진다.

따라서 스트레치 직물의 의류형태 내구성이 일반직물보다 우수한 것을 예측할 수 있다. 일축 스트레치와 이축 스트레치 직물 사이에는 전단강성이 큰 차이는 보이지 않았다. 이는 전단변형이 경사와 위사의 교차점에서 마찰 거동으로 나타나 전단강성은 경사와 위사 중에서 한 가지 실의 특성에 크게 영향을 받는다는 것을 보여준다. 즉 의류의 형태 내구성은 일축과 이축 스트레치 직물 간에는 큰 차이가 없다는 것을 예측할 수 있다. 특히, 이축 스트레치 직물의 경우 습열처리 정련기에 따른 전단강성의 차이는 보이지 않았다.

5. 스트레치 특성과 습열처리조건에 따른 의류형성성능

앞에서 보인 직물의 인장, 압축, 굽힘 그리고 전단 등의 역학특성치가 일반직물, 일축 그리고 이축 스트레치 직물 간에 차이가 있으며 이것이 의복착용 시 미치는 영

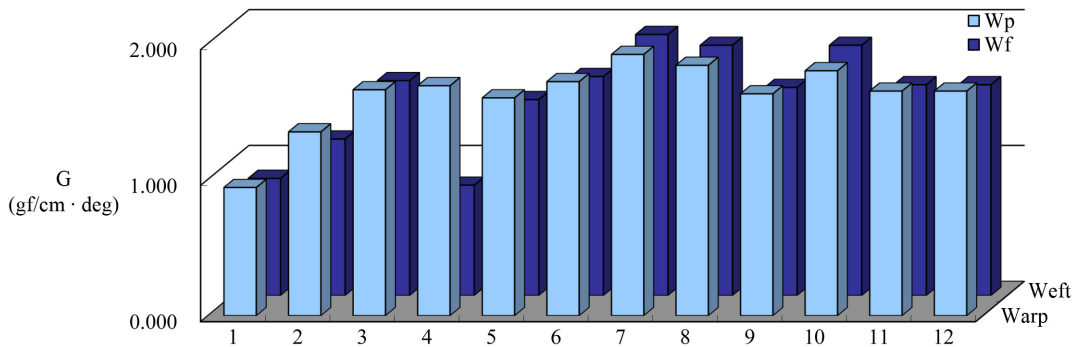


Fig. 4. Shear modulus of stretch fabric specimens.

향을 예측하였으나 이들 역학특성치에서 의류형성능을 <Eq. 1>과 <Eq. 3>을 이용하여 객관화된 값으로 계산하여 비교하였다. <Fig. 5>는 일반직물, 일축 그리고 이축 스트레치 직물의 의류형성능을 도시한 것이다. <Fig. 5(a)>는 KESFB system, <Fig. 5(b)>는 FAST system 역학량에 의한 의류형성능을 보였다.

<Fig. 5>에서 볼 수 있듯이 일반직물보다 일축, 이축 스트레치 직물의 의류형성능이 더 우수함을 알 수 있다. 이는 앞의 역학특성치에서 보았듯이 스트레치 직물의 신축특성과 압축특성이 일반직물보다 더 큰 값을 가지며 또한 전단강성은 더 높은 값을 가짐으로써 스트레치 직물이 더 우수한 의류형성능을 가진다고 사료된다. <Fig. 5(a)>에서는 일축과 이축 스트레치 직물보다 더 높은 의류형성능을 보이고 있으며 이는 일축 스트레치 직물의 굽힘강성과 전단강성이 이축 스트레치 직물보다 더 높은 값을 가지며 의류형성능 <Eq. 1>—<Eq. 2>에는 없는 전단특성 역학인자인 G 와 $2HG5$ 가 고려되고 있기 때문으로 사료된다. <Fig. 5(b)>의 FAST system 계측기 측정에 의한 의류형성능에서는 일축보다 이축 스트레치 직물이 더 큰 값을 보여 이축 스트레치 직물의 의류형성능의 우수성을 확인할 수 있다. 이는 이축 스트레치 직물이 일축보다 위사방향의 신축특성이 10% 이상 높은 값을 가짐과 굽힘강성이 더 낮은 값을 가짐에 기인되는 것으로 사료된다. <Fig. 5>에서 볼 수 있듯이 일반직물은 습열처리 정련기에 따른 의류형성능은 충분히 이완시키는 CPB 기계에서 처리된 1번 시료가 가장 높은 값을 보였으며 일축과 이축 스트레치 직물의 의류형성능은 장력이 적게 걸리는 CPB와 로프식 연속 정련기에서 처리한 직물의 의류형성능이 고장력이 걸리는 연속 정련기와 배치식 지거 정련기에서 처리한 직물

보다 더 높은 의류형성능을 보였다.

6. 의류형성능과 직물역학특성과의 상관성 분석

<Fig. 6>은 KES-FB와 FAST system에서 측정된 역학량에서 계산된 의류형성능의 상관성과 이들과 직물의 신축특성과의 회귀분석과 상관성을 도시한 것이다.

<Fig. 6(a)>에서 볼 수 있듯이 KES-FB와 FAST system에서 측정된 역학량에서 계산된 의류형성능 간의 회귀식에서 결정계수가 0.785의 관계를 보였다. 상관계수가 낮은 값을 보인 이유는 의류형성능(F)의 <Eq. 1>에서 굽힘강성(B)과 전단강성(G)이 상관성이 있으며, KES-FB system에서 굽힘강성은 퓨어벤딩(pure bending)(직물의 양 끝단을 파지한 상태에서 굽힘 모멘트를 부여하는 굽힘특성) 측정법이며 FAST system에서는 캔틸레버 측정법에 의해 측정하기 때문에 두 계측기의 큰 차이를 보인다. 전단강성 측정에서도 KES-FB system에서는 퓨어쉬어(pure shear)(직물의 아래쪽 끝단을 고정시키고 위쪽 끝단면을 밀면서 힘을 부여하는 방식)의 개념으로 측정하지만, FAST system에서는 심플쉬어(simple shear)(직물의 경사와 위사 방향으로 45° 바이어스 방향으로 힘을 부여하는 방식) 개념으로 측정하여, 두 계측기 간의 상관성이 낮은 원인으로 작용하는 것으로 사료된다.

KES-FB system에 의한 의류형성능과 직물의 역학특성 중 신축특성과의 상관성은 <Fig. 6(b)>에서 0.825 그리고 FAST system에서의 회귀식의 결정계수는 0.650의 비교적 높은 값을 보이고 있으며 높은 상관성을 보였다. <Fig. 7>은 의류형성능과 직물의 전단강성과의 상관성을 보였다.

<Fig. 7>에서 볼 수 있듯이 상관계수와 결정계수가 각

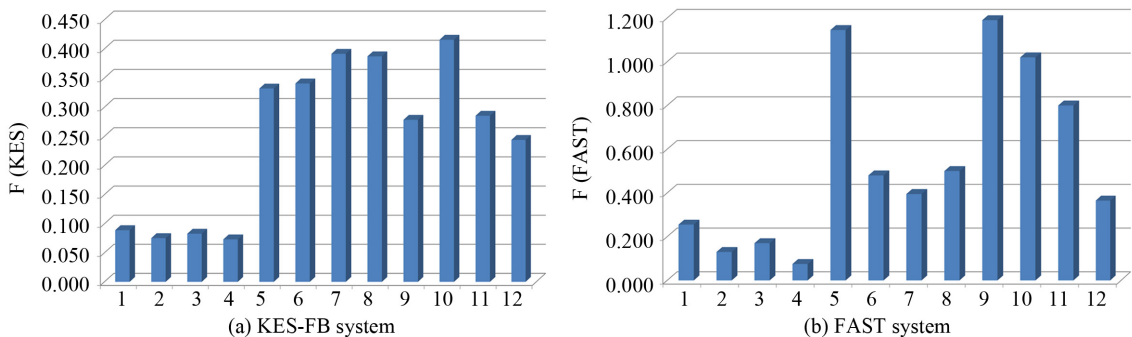


Fig. 5. Formability of stretch fabric specimens.

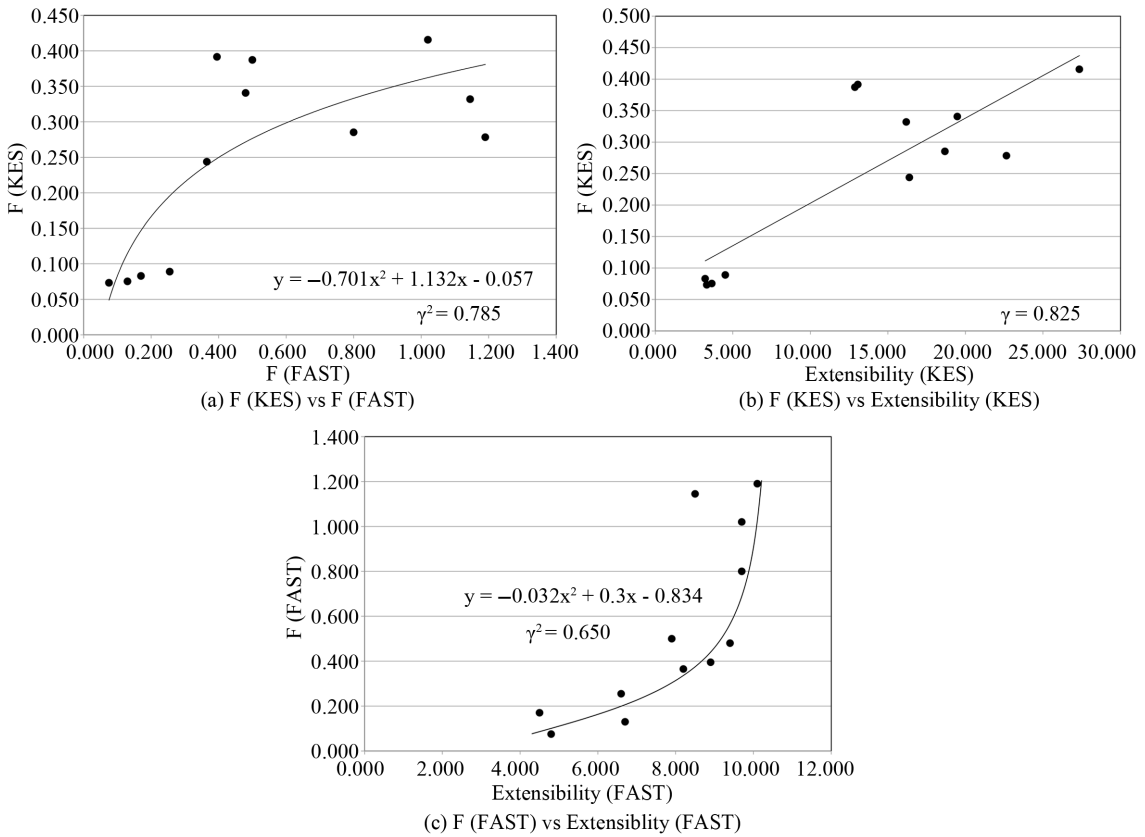


Fig. 6 Relationship between formability and extensibility of stretch fabrics.

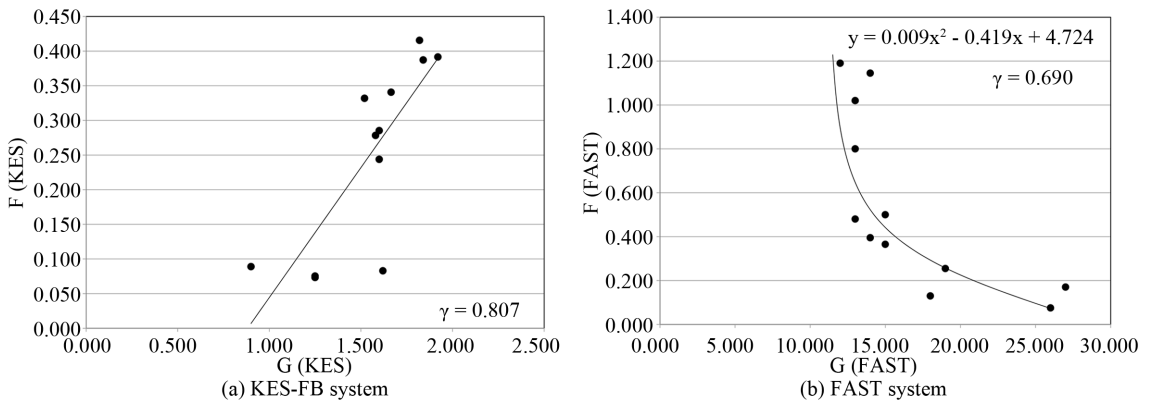


Fig. 7 Relationship between formability and shear modulus of stretch fabrics.

각 0.807, 0.690을 보여 비교적 높은 상관성과 회귀관계를 보였으며 신축특성과 비슷한 상관계수와 회귀결정

계수를 보였다. 그러나 의류형성능과 굽힘강성과는 낮은 상관계수를 보였다. <Fig. 8>은 KES-FB와 FAST

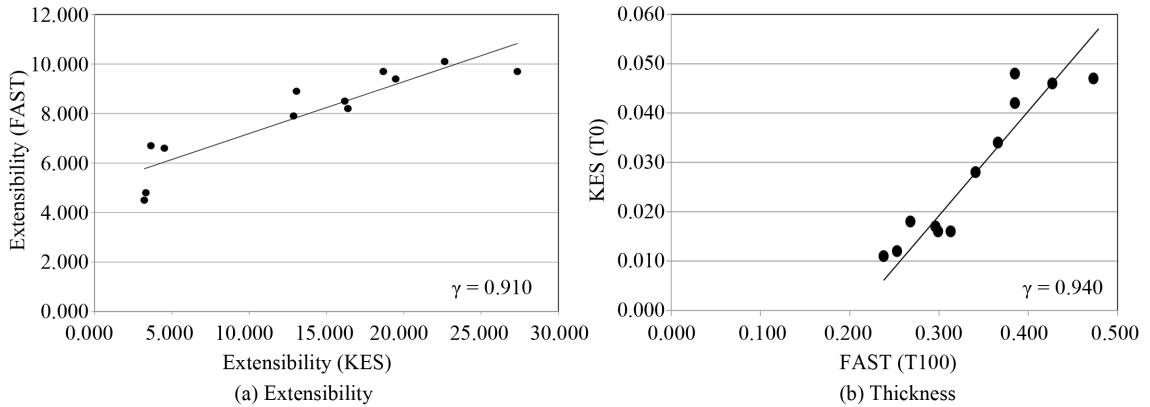


Fig. 8 Extensibility and thickness measured by KES-FB and FAST systems.

system에서 측정된 신축특성, 압축특성 등의 역학량 간의 상관성을 보인 그래프이다. <Fig. 8>에서 볼 수 있듯이 신축특성의 상관계수가 0.910, 압축특성은 0.940로 높은 상관관계를 보였으나 나머지 역학량은 0.500 이하의 낮은 상관계수를 보여 스트레치 직물인 관계로 PET/스판덱스 커버링사의 길이방향 신축특성과 측면방향의 압축특성이 가장 높은 값을 나타내어 일반직물과는 다른 결과를 보임을 알 수 있다.

IV. 요약 및 결론

PET/스판덱스 커버링사를 사용한 일축과 이축 스트레치 직물의 역학특성치를 측정하여 이들의 의류형성특성을 분석하였으며 습열 열처리 가공기계 특성에 따른 이들 스트레치 직물의 역학물성과 의류형성성능을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 일축보다 이축 스트레치 직물의 위사방향 신축성이 10% 이상 높은 값을 보였으며 이축 스트레치 직물의 경사방향 신축성은 일축 스트레치 직물과 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 열처리 시 장력이 적게 걸리는 CPB와 로프식에서 처리한 이축 스트레치 직물이 다른 2가지 기계에서 처리한 직물보다 10% 이상의 높은 스트레치율을 보였다. 본 연구에서의 일축과 이축 스트레치 직물의 스트레치성은 액티브 웨어 혹은 스포츠 웨어용에 적합하나 일축보다 이축 스트레치 직물이 더 적합함을 확인하였다.

2. 일축과 이축 스트레치 직물의 압축성이 일반직물보다 1.5배 더 높은 값을 보였으며 두 직물 간의 차이는 보이지 않았다. 인장특성과 유사하게 습열처리 시 장력이

적게 걸리는 CPB와 연속 정련기에서 작업한 일축과 이축 스트레치 직물이 다른 두 가지 기계에서 작업한 스트레치 직물보다 더 높은 값을 보여 착용 시 압축 쾌적성이 더 우수함이 예측되었다.

3. 이축 스트레치 직물의 굽힘강성은 경사와 위사방향 모두 일반직물과 일축 스트레치 직물보다 낮은 값을 보여 의류착용 시 더 안락한 착용성을 보였다. 그러나 습열처리 정련기에 따른 굽힘강성의 차이는 인장과 압축특성만큼 큰 차이는 보이지 않았다.

4. 일축과 이축 스트레치 직물의 의류착용 내구성은 일반직물보다 높은 진단강성을 보여 더 우수함을 보였으나 일축과 이축 스트레치 직물 사이에는 큰 차이를 보이지 않았다. 습열처리 정련기에 따른 의류형태 내구성의 차이는 이축 스트레치 직물에서는 크게 보이지 않았다.

5. 의류형성성능은 일반직물보다 일축, 이축 스트레치 직물이 더 우수한 결과를 보였으며 이는 스트레치 직물의 역학량 중 신축특성과 압축특성이 더 높은 값을 가지며 낮은 굽힘강성치와 더 높은 진단강성치에 의한 착용 안락성이 더 높은 특성을 보였다. FAST system 역학량 결과, 이축 스트레치 직물이 가장 우수한 의류형성성능을 보였으며 장력이 적게 걸리는 습열 열처리 조건에서 더 높은 의류형성성능을 보였다.

본 연구를 통하여 스트레치성과 압축탄성이 우수한 직물을 얻기 위해서는 가공공정의 습열처리 시 장력이 적게 걸리는 공정을 선택할 필요성이 있으며, CPB와 연속 정련기에서 열처리를 함에 따라 착용 쾌적성이 우수한 스트레치 직물을 얻을 수 있음을 확인하였다. 또한 스트레치성의 내구성과 우수한 의류형성성능을 얻기 위해

서는 습열처리과정에서의 장력을 최소화하는 것이 요구됨을 확인할 수 있었다.

References

- AL-ansary, M. A. R. (2011). Effect of spandex ratio on the properties of woven fabrics made of cotton / spandex spun yarns. *The Journal of American Science*, 7(12), 63–67. doi:10.7537/marsjas071211.08
- El-Ghezal, S., Babay, A., Dhoub, S., & Cheikhrouhou, M. (2009). Study of the impact of elastane's ratio and finishing process on the mechanical properties of stretch denim. *The Journal of The Textile Institute*, 100(3), 245–253. doi:10.1080/00405000701757925
- Gorjanc, D. Š., & Bukošek, V. (2008). The behaviour of fabric with elastane yarn during stretching. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 16(3), 63–68.
- Kaynak, H. K. (2017). Optimization of stretch and recovery properties of woven stretch fabrics. *Textile Research Journal*, 87(5), 582–592. doi:10.1177/0040517516632480
- Kim, S. J. (2007, October 16). 스트레치 직물소재의 특성 [Characteristics of the stretch fabrics]. *textopia*. Retrieved April 25, 2017, from http://www.textopia.or.kr/new/02_technology/technology_01.do?bbs=new_tech&no=000000002145&bMode=VIEW
- Komatsu, R. (1981). Stretch fabrics woven by spandex mixed yarn. *Sen'i Kikai Gakkaiishi (Journal of the Textile Machinery Society of Japan)*, 34(11), P479–P483. doi:10.4188/transjtmj.34.11_P479
- Ly, N. G., & De Boos, A. G. (1990). Application of the FAST system to the manufacture of fabrics and garments. *Proceedings of 8th International Wool Textile Research Conference, New Zealand*, 5, 370–379.
- Maqsood, M., Hussain, T., Malik, M. H., & Nawab, Y. (2016). Modeling the effect of elastane linear density, fabric thread density, and weave float on the stretch, recovery, and compression properties of bi-stretch woven fabrics for compression garments. *The Journal of The Textile Institute*, 107(3), 307–315. doi:10.1080/00405000.2015.1029809
- Mourad, M. M., Elshakankery, M. H., & Almetwally, A. A. (2012). Physical and stretch properties of woven cotton fabrics containing different rates of spandex. *The Journal of American Science*, 8(4), 567–572. doi:10.7537/marsja_s08412.75
- Ortlek, H. G., & Ulku, S. (2007). Effects of spandex and yarn counts on the properties of elastic core-spun yarns produced on Murata vortex spinner. *Textile Research Journal*, 77(6), 432–436. doi:10.1177/0040517507078022
- Özdil, N. (2008). Stretch and bagging properties of denim fabrics containing different rates of elastane. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 16(1), 63–67.
- Postle, R., & Dhingra, R. C. (1989). Measuring and interpreting low-stress fabric mechanical and surface properties Part III: Optimization of fabric properties for men's. Suiting materials. *Textile Research Journal*, 59(8), 448–459. doi:10.1177/004051758905900803
- Rego, J. M., Verdu, P., Nieto, J., & Blanes, M. (2010). Comfort analysis of woven cotton/polyester fabrics modified with a new elastic fiber, Part 2: Detailed study of mechanical, thermo-physiological and skin sensorial properties. *Textile Research Journal*, 80(3), 206–215. doi:10.1177/0040517508099910
- Shishoo, R. L. (1989). Fabric properties and making-up processes. *Textile Asia*, 20(2), 66–73.
- Shishoo, R. L., & Choroszy, M. (1990). Fabric tailorability. *Textile Asia*, 21(12), 64–71.
- Tanaka, M. (1984). 被服の運動機能性と快適性 [Comfort and motion function of garment]. *Journal of the Japanese Research Association for Textile End-Uses*, 25(9), 438–444. doi:10.11419/senshoshi1960.25.438
- Varghese, N., & Thilagavathi, G. (2015). Development of woven stretch fabrics and analysis on handle, stretch, and pressure comfort. *The Journal of The Textile Institute*, 106(3), 242–252. doi:10.1080/00405000.2014.914652