

중공사를 이용한 침장용 소재의 구조적 특성에 따른 역학적 특성 및 태분석

The Mechanical Properties and Hand Evaluation of Bedclothes with Hollow Spun Yarn

*Corresponding author

Jihyun Bae

(jbae2@hanyang.ac.kr)

최현석¹, 장현미², 정문규³, 전연희⁴, 배지현*

¹DYETEC 연구원, ²(주)프리앤메지스, ³(주)동진상사, ⁴신일섬유(주), 한양대학교 의류학과

Hyunseuk Choi¹, Hyunmi Jang², Moonkyu Jung³, Younhee Jeon⁴ and Jihyun Bae

¹Korea Dyeing and Finishing Technology Institute, Daegu, Korea, ²Free & Mezis Co., LTD, Daegu, Korea,

³Dongjin Corporation, Daegu, Korea, ⁴Shinil Textile Co., LTD., Busan, Korea,

Department of Clothing and Textiles, Hanyang University, Seoul, Korea

Received_November 15, 2019

Revised_December 02, 2019

Accepted_December 17, 2019

Textile Coloration and Finishing

TCF 31-4/2019-12/298-311

©2019 The Korean Society of

Dyers and Finishers

Abstract In this study, the mechanical properties and hand characteristics of the knitted and woven fabrics for bedding items are investigated in accordance with fabric structural parameters including the fiber type and proportion, the density of the fabric, and the knit/weave structure. The knit stitches and structure of the knit samples made an effect on tensile properties. The bending, shear and compression properties for the knit fabric were mainly affected by fiber contents of the samples. The tensile and bending properties of woven samples were highly correlated with the fabric density, thickness and structure, and those shear and compression properties were affected by the fiber contents and structure. Consequently, the primary hand values of the selected samples we developed were estimated to have good smoothness, fullness and softness, and soft feeling, which is well correlated to the parameters of consumer preference such as softness, warmth, and bulkiness. Also, their total hand values were increased.

Keywords *bedclothes, mechanical properties, hand evaluation, hollow spun yarn, Fabric structures*

1. 서 론

인간은 일상 활동과 휴식을 반복하며 살아가고 있으며, 최대의 휴식인 수면을 통해 에너지를 재충전하여 건강하고 활기찬 생활을 영위한다. 수면의 양과 질은 건강과 웰빙(wellbeing)의 중요한 지표로 알려져 있으며, 인체의 면역과 대사활동 등과 같은 신체적인 건강뿐만 아니라 정신적인 건강과도 밀접한 관계가 있다. 이러한 수면과 건강에 관련된 연구는 일반적인 수면의 부족에 따른 정신 건강 및 운동 장애^{1,2)}를 포함하여 청소년, 대학생, 고령층과 같이 특정 인구 집단에 대한

수면과 건강에 대한 연구³⁻⁵⁾ 수면의 질과 관련한 특성 질병에 대한 연구⁶⁾ 등 다양한 연구가 진행되고 있다.

수면 질에 대한 외부 환경적인 요인은 소리, 조명, 온도, 습도, 침구 등을 포함하는데 열에 대한 신체 환경의 조절 역할을 하는 것이 침구이다. 침구의 주요 기능으로 수면 시 발산되는 인체의 땀을 흡수하고, 체온을 조정하여 쾌적한 수면 환경의 유지할 수 있는 흡습성, 방습성, 통기성, 보온성을 포함할 뿐만 아니라 침구의 압축, 인장, 변형 등의 기계적 특성에 기인하는 체압, 자세유지, 의복압, 촉감 등이 수면의 질에 유의한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 특히, 침장 제

Table 1. Yarn specifications

Specimen	Spinning process	Yarn structure	Linear density(Tex)
Type A	Core spun yarn	Core : Plied filament yarn of LMP ^{a)} and ASP ^{b)} Sheath : Cotton fiber	28.6
Type B		Core : Plied filament yarn of LMP and ASP Sheath : Rayon fiber	

a) : Low melting polyester, b) : Alkali soluble polyester

폼은 수면 시간동안 인체와 직접 접촉하기 때문에 피부에 느껴지는 촉감 또는 태(hand)에 대한 많은 고려가 요구된다.

소비자가 침장용 직물을 구매 시 부드러움(softness), 따뜻함(warmness)과 부피감(blukiness)과 같은 감성 요소를 가장 중요하게 생각한다고 보고되어진 바 있다⁷⁾. 그러므로 침장 제품의 소재 특성에 따른 개별 감각 및 객관적인 종합 감각치에 대한 비교 분석이 신제품 개발 및 품질 분석에 매우 중요하다.

일반적으로 직물의 촉감과 태 특성은 원사종류, 직물의 구조에 영향을 받으며, 이러한 감성적인 특성을 객관화하기 위하여 태 분석이 이루어지고, 태는 직물의 역학적인 물성에 기인하는 태평가 모델을 통해 분석하는 방법인 KES-FB 시스템을 활용하여 연구가 진행된다.

선행연구로는 다양한 의류용 직물 소재의 태, 촉감, 선호도에 대한 연구⁸⁻¹¹⁾가 있고, 비의류용 직물 소재로는 의자 커버용¹²⁾, 원도우 커버링용 소재¹³⁾의 객관적인 태평가에 대한 선행 연구가 수행되었으나 침장용 직물 소재¹⁴⁾에 대한 기초 연구도 아직 미흡한 수준이다⁷⁾.

중공사는 중공부에 대한 무게의 감소로 인해 비중이 낮아지면서 경량감을 느낄 수 있으며, 중공부에 존재하는 공기에 의해 보온성을 유지할 수 있을 뿐만 아니라, 중공사 직물의 미세 기공은 섬유 표면에서 흡수된 땀을 확산하고, 외부로 방출함으로써 땀에 의한 끈적임을 억제하여 신체의 쾌적성 및 촉감 향상의 기능을 제공한다.

본 연구에서는 기능성 침장용 소재 개발을 위한 기초 물성 데이터를 마련하고자 침장 제품용 중공형 방직사를 개발하고, 이 방직사를 사용하여 시판되고 있는 침장 제품의 섬유 조성, 밀도, 직물 조직에 따라 소재를 제작하여, 소재의 직물 구조에 따른 역학적 특성 및 태평가를 통한 객관적인 촉감 특성을 분석하였다.

2. 실험

2.1 시료

본 연구에서 core/sheathe 구조의 중공형 방직사를 개발하고, 침장용 소재에 적합한 섬유 조성 및 조직을 적용하여 제직 및 편직물을 설계하였다.

Table 1에 개발 중공사의 조성을 나타내었는데, core부에 alkali soluble polyester(ASP)와 low melting polyester(LMP)의 합연사를 사용하고, sheath부에는 각각 면섬유와 레이온을 사용하여 제작한 선밀도 28.6 tex의 core/sheath 구조의 방직사이다.

Type A와 Type B의 core/sheath 방직사는 Table 2와 Table 3에 나타난 조건으로 제직 및 편직 후에 원단을 열처리하여 LMP를 용착시키고, alkali 처리 후 ASP를 용출하여 중공을 형성하였다. 중공형 원사로 제작된 6종의 편직물의 섬유 조성 및 편기 종류와 사양을 Table 3에 나타내었으며, 최대 폭 1900 mm, 제직 속도 400~650 rpm의 Toyoda 610 에어젯 직기로 제직된 6종의 제직물의 특성을 Table 3에 나타내었다.

2.2 침장용 소재의 KES-FB System을 이용한 역학적 특성 측정 및 태의 평가

개발된 침장용 편직물 6종과 제직물 5종의 시료를 크기 20×20cm가 되도록 준비하고, Table 4과 같이 인장특성, 굽힘특성, 전단특성, 압축특성, 표면특성 및 두께와 중량의 6개 특성항목에 대한 17개의 역학적 특성치를 측정하였다. 위의 역학적 특성치는 KN-201-MDY식에 대입하여 KOSHI(stiffness), NUMERI(smoothness), FUKURAMI(fullness and softness), SOFUTOSA(soft feeling)에 해당하는 P.H.V(primary hand value)를 산출하였고⁷⁾, T.H.V(total hand value)는 감각 평가치로부터 KN-301-WINTER 식에 의거하였다. 비교시료로 상용 침

Table 2. Characteristics of knitted fabrics

Specimen	Plied yarns (Ratio %)	Circular knitting machine type (Width, Gauge)	Weight (G/YD)	Fabric image
Regular	PET DTY: Zentra/Rayon/PVA (80:20)	Double cylinder (30", 24G)	286	
K1	Type A	Double cylinder (30", 22G)	275	
K2	Type B : PET/DTY150/48 (58 : 42)	Double cylinder (30", 18G)	297	
K3	Type A : PET/DTY150/48 (54 : 46)	Double cylinder (36", 20.5G)	274	
K4	Type B : PET/DTY150/48 (50 : 50)	Single cylinder (26", 22G)	248	
K5	Type A : PET/DTY150/48 (53 : 47)	Rib jacquard (34", 22G)	320	
		 <Pattern>		
K6	Type B : PET/DTY150/48 (52 : 48)	Rib jacquard (34", 22G)	340	
		 <Pattern>		

장용 편직/제직 소재를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 침장용 편직물의 역학적 특성치 분석

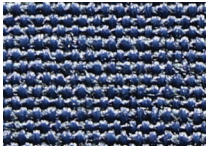
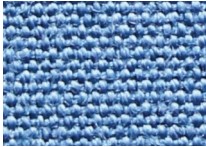
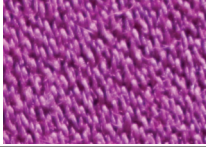
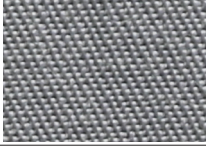
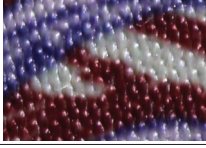
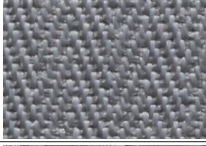

침장용 소재로 개발된 6종의 편직물의 역학적 특성의 평균값을 Table 5에 나타내었다.

3.1.1 인장특성

인장특성의 인장 선형도(LT), 인장 에너지(WT), 인장 회복도(RT)와 신장성(EM)으로 평가되는데 6종의 편직물 시료에 대한 인장 특성 결과를 Figure 1에 나

타내었다. 시료 K1, K2, K3의 경우 인장 선형도는 높고, 인장 에너지와 신장성이 낮게 나타났는데, 이는 양면 편조직이 쉽게 신장되지 않는 특성에 기인한 것으로 사료된다. 또한 능직형 리브 자카드 조직은 무늬 영역은 개발원사를 사용하여 앞면을 편성하고, 동시에 뒷면은 하나 걸러 선침이 되어 편성하고, 배경 영역은 PET/DTY원사를 사용하여 앞면을 편성하고, 동시에 뒷면은 하나 걸러 선침이 되어 편성하는 방식으로 조직이 구성되었다. 즉, 코스 방향의 신장성 높고, 인장 에너지가 높아 신축성이 높은 특성을 보일 것으로 생각된다. 상용 침장용 소재를 평가하기 위해 각각 다른 장비에서 시료가 제작되어 추후 장비 조건(장력 등)에 의한

Table 3. Characteristics of woven fabrics

Specimen	Woven fabric		Density	Weight (G/YD)	Woven structure	Fabric image
	Warp	Weft	Warp/Weft			
Regular	PET DTY 75D SD ^{a)}	Zentra/Cotton/PET	112/71	100	Plan	
W1	Type A	Type A	103/65	214.9	Plain	
W2	Type B	Type B	165/80	325.6	Satin	
W3	PET/DTY 75D SD	Type A	170/85	203.2	1/2 Twill (back)	
W4	PET/DTY 150D SD	Type B	162/80	286.9	Satin	
W5	PET/DTY 75D SD (FR ^{b)})	Type A	205/85	195.4	Herringbone	
W6	PET/DTY 150D SD(FR)	Type B	163/65	240.0	Variation (back)	

a) : Semi dull yarn, b) : Flame retardant

영향에 대해서는 고찰이 필요한 것으로 여겨진다.

3.1.2 굽힘특성

굽힘특성은 굽힘강성(B)와 굽힘 히스테리시스(2HB)로 평가되는데, 드레이프성, 구김이나 주름, 촉감 등의 특성과 관련이 깊다. 또한 섬유 집합상태, 경위사의 굽힘저항 등과 같은 섬유의 구조적 인자에 영향을 받으며, 마찰 및 탄성요소의 복합적인 요인에 의해서도 영향을 받는다¹⁵⁾.

Figure 2는 편직물 시료 6종에 대한 굽힘특성 결과를 나타낸 것으로 구성 원사의 소재에 따라 굽힘 특성에

크게 변화함을 알 수 있다. 시료 K2, K4, K6는 type B(레이온)와 PET를 합사하여 편직된 직물로 굽힘강성과 굽힘 히스테리시스 값이 낮아 잘 구부러지고 유연한 특성을 보이며, 부드러운 촉감 뿐만 아니라 우수한 드레이프 특성을 구현할 수 있을 것으로 판단된다.

3.1.3 전단특성

전단특성은 착용 시 직물의 비틀림과 관계있는 특성으로 시료의 한쪽을 일정 하중을 주어 고정된 후 다른 한쪽을 일정한 각도로 외력을 가하여 신장시킨 후의 변형에 대한 측정 값으로 전단강성(G)과 전단 히스테리

Table 4. Characteristic values of the mechanical properties with KES-FB system

Property	Symbol	Characteristics	Unit
Tensile	EMT	Extension at maximum load	%
	LT	Linearity of load-extension curve	-
	WT	Tensile energy per unit area	gf · cm/cm ²
	RT	Tensile resilience	%
Bending	B	Bending rigidity per unit length	gf · cm ² /cm
	2HB	Hysteresis of bending moment per unit length	gf · cm/cm
Shear	G	Shear stiffness	gf/cm · deg
	2HG	Hysteresis of shear force at 0.5° of angle	gf/cm
	2HG5	Hysteresis of shear force at 5° of angle	gf/cm
Surface	MIU	Coefficient of friction	-
	MMD	Mean deviation of MIU	-
	SMD	Geometrical roughness	μm
Compression	LC	Linearity of compression thickness curve	-
	WC	Compressional energy	gf · cm/cm ²
	RC	Compressional resilience	%
Thickness weight	T	Thickness at 0.5gf/cm ² pressure	mm
	W	Weight of specimen per unit area	mg/cm ²

시스(2HG, 2HG5)로 구성된다. 전단강성이 작을수록 전단 변형에 대한 저항성이 낮고 신축성이 좋은 것으로 여겨지고, 전단 히스테리시스는 전단 변형시의 변형 및 회복에 관계되는 성질로 값이 작을수록 회복 시 에너지 소실이 적은 것을 의미한다. 편직물 시료에 대한 전단

특성 결과를 Figure 3에 나타내었다.

개발원사 type B가 사용된 시료 K2와 K6는 굽힘특성과 유사하게 전단강성과 전단 히스테리시스가 감소하여 섬유 조성에 따른 경향성을 보였으며, 반면에 시료 K4의 경우에는 전단강성과 전단 히스테리시스가

Table 5. Mechanical properties of knitted textiles for bedclothes with hollow spinning yarn

Properties		Regular	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Tensile	EMT	4.15	2.49	3.61	4.98	7.95	19.04	20.84
	LT	0.902	1.006	0.657	0.987	0.429	0.435	0.409
	WT	0.94	0.64	0.605	1.175	8.4	21.25	22.1
	RT	70.05	40.72	69.45	58.48	62.14	35.14	46.75
Bending	B	0.151	0.094	0.071	0.152	0.081	0.154	0.083
	2HB	0.111	0.084	0.053	0.128	0.068	0.124	0.063
Shear	G	1.115	2.03	0.82	1.24	2.45	1.23	0.77
	2HG	2.55	7.11	2.57	5.24	6.03	3.83	2.24
	2HG5	3.32	8.7	3.26	5.59	8.94	4.88	2.58
Surface	MIU	0.186	0.172	0.218	0.202	0.209	0.211	0.225
	MMD	0.018	0.08	0.026	0.018	0.016	0.018	0.014
	SMD	6.05	1.86	4.745	2.36	9.385	4.34	4.515
Compression	LC	0.434	0.32	0.435	0.4	0.475	0.446	0.469
	WC	0.278	0.273	0.287	0.264	0.342	0.406	0.32
	RC	51.8	37.73	54.36	40.53	71.35	36.95	50.94
Thickness	T	1.35	1.147	1.162	1.204	1.257	1.35	1.23
Weight	W	30.15	24.86	25.04	24.08	23.14	25.09	27.98

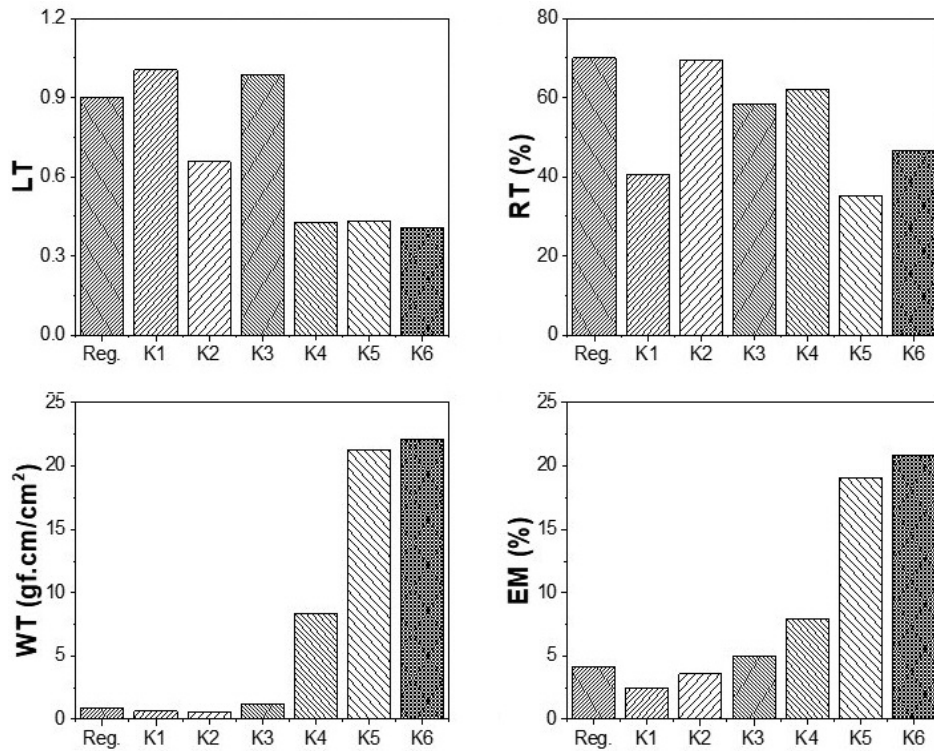


Figure 1. Tensile properties of knitted samples.

높게 나타남을 알 수 있다. 이는 시료 K4의 경우 턱편 조직(tuck stitch)과 웰트편조직(miss stitch)을 사용하여 표면에 사선방향의 골(rib)조직 패턴을 형성하였는데, 이러한 스티치가 사용될 경우 외력에 의한 직물의 변형을 제한하는 것(lock)으로 알려져 있으며, 따라서 전단 방향으로의 변형이 어려워진 것으로 판단된다¹⁶⁾. 시료 K2와 K6는 가장 낮은 전단강성 값을 나타내어 쉽게 외력에 의해 변형이 일어나며, 전단저항치가 낮아 전단변형에 대한 회복성이 향상되므로 직물의 드레이프성과 형태 안정성에 우수할 것으로 생각된다.

3.1.4 표면특성

직물의 표면 특성은 직물의 평활함과 관련되는 특성으로 평균마찰계수(MIU), 마찰계수의 평균편차(MMD), 표면 거칠기(SMD)으로 나타내며, 개발 편직물 6종의 표면 특성을 Figure 4에 나타내었다.

시료 K1의 평균마찰계수는 비교적 낮게 나타내어 표면 요철이 적으며, 또한 마찰력의 균일도도 높음을 알 수 있다. 마찰계수의 평균편차 값은 촉감과 관계된 인자인데 값이 작으면 표면의 감촉이 매끈하고 균일함을 의미한다. 시료 K2의 경우 수직 방향의 표면의 골지

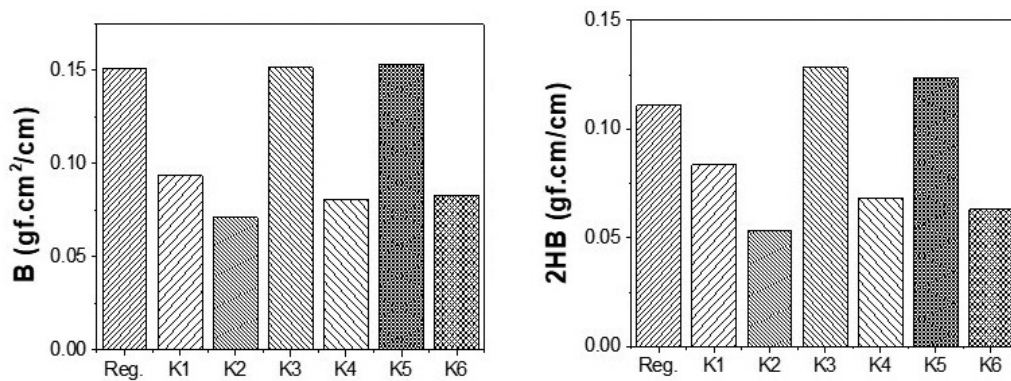


Figure 2. Bending properties of knitted samples.

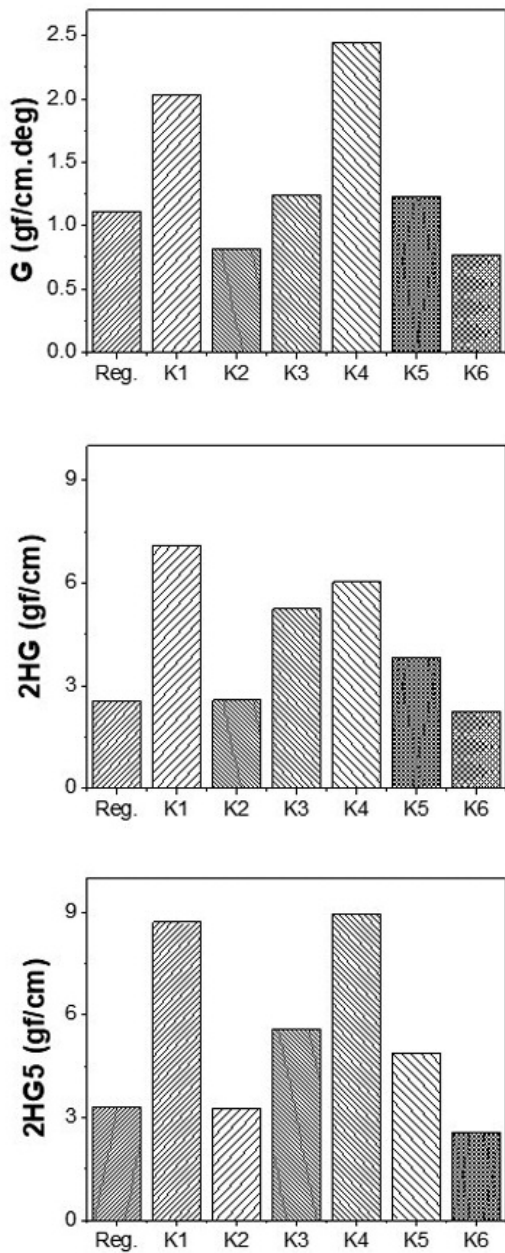


Figure 3. Shear properties of knitted samples.

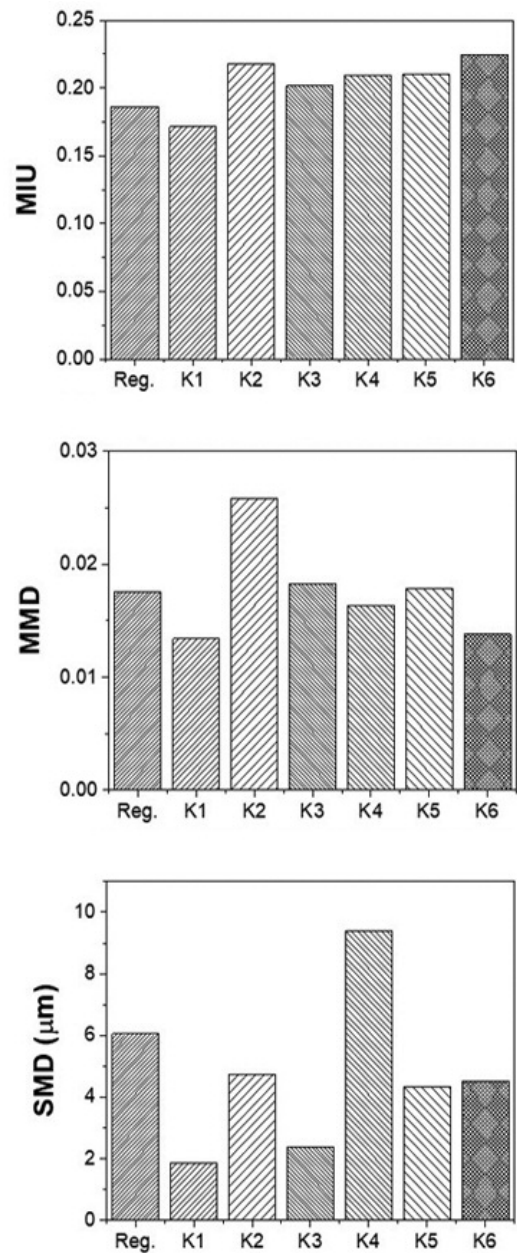


Figure 4. Surface properties of knitted samples.

(rib) 패턴에 의해 마찰계수의 평균편차가 높게 측정된 것으로 보인다. 또한 직물 표면에 사선방향의 패턴이 형성한 시료 K4의 경우에도 표면의 굴곡성이 표면 거칠기에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

3.1.5 압축특성

소재의 압축특성은 직물의 두께, 섬도, 부피감과 관련된 특성으로 압축선형성(LC), 압축력에 대한 변형을 나타내는 압축에너지(WC), 압축변형에 대한 회복의

정도를 나타내는 압축 레질리언스(RC) 등의 요소로 이루어져 있다. 개발 편직물 6종의 압축 특성을 Figure 5에 나타내었다.

시료 K1는 압축 선형성이 상대적으로 작으며 초기 압축에 대한 저항이 적어 압축이 용이하나 압축 레질리언스가 낮아 압축변형에 대한 회복력은 낮은 것을 알 수 있다.

시료 K2, K4, K6는 압축 레질리언스가 높게 나타나 압축 변형에 대한 회복력이 높은 것을 의미하며, 이는 시료 K2, K4, K6의 섬유 조성 중의 레이온의 탄성 회

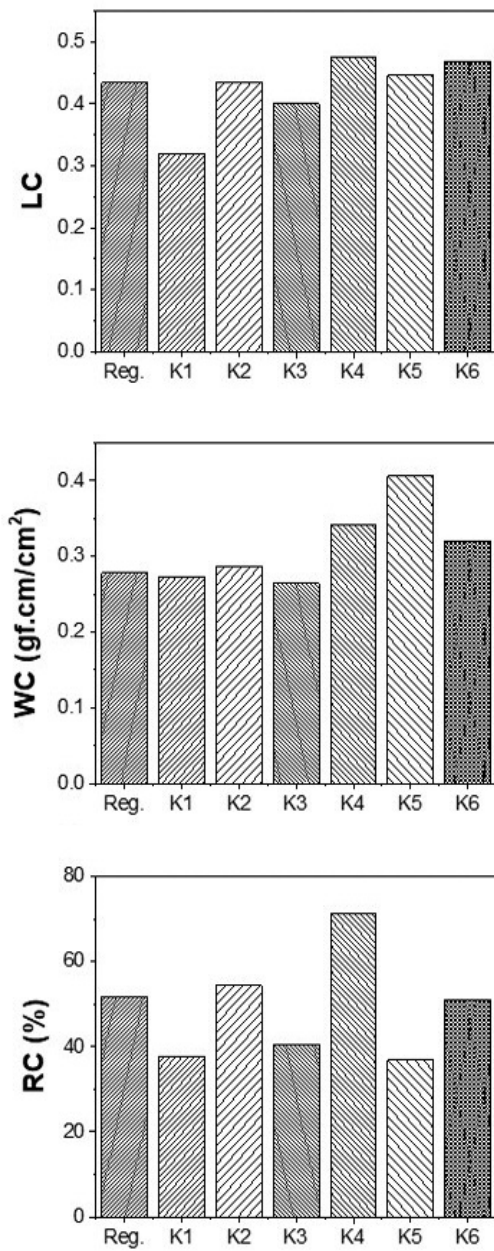


Figure 5. Compression properties of knitted samples.

복률이 면섬유 대비 높은 것을 반영한 것으로 사료된다. 압축에너지는 압축력에 대한 변형을 나타내는 것으로 두께가 두꺼워지고 표면이 단단할수록 압축에 필요

한 에너지가 크다는 것을 의미하므로¹⁷⁾ 압축에너지를 각 시료의 단위면적당 무게(W)와 두께(T)의 비로 Table 6에 나타내었다¹⁸⁾. 시료 K4와 K5의 경우 WC/W의 값이 크므로 다른 시료 대비 부피감이 큰 것을 의미하며, 즉, 소재가 벌키(bulky)하고 볼륨감이 있어 압축 시 유연하고 부드러운 느낌이 큰 것을 알 수 있다.

3.2 침장용 제직물의 역학적 특성치 분석

침장용 bedding과 mattress용 소재로 개발된 6종의 제직물의 역학적 특성의 평균값을 Table 7에 나타내었다.

3.2.1 인장특성

제직 시료 6종의 인장 선형도, 인장 에너지와 인장 회복도 특성 결과를 Figure 6에 나타내었다.

인장 선형도는 외력에 의한 초기 인장의 정도를 나타내는데 시료 W6의 경우 다른 시료 대비 낮게 나타난 것을 알 수 있다. 이는 Table 3에서 보여진 바와 같이 변화두독조직으로 구성된 시료 W6의 경우 일반 조직 대비 경위사의 교차점이 적을 뿐 아니라 위사들의 부출길이가 길어 외력에 의한 교차점에서의 경위사의 미끄러짐 현상이 쉽게 발생되기 때문에 인장 선형도가 경위사 모두 낮게 나타난 것으로 사료된다. 인장 에너지의 경우 시료 W1 대비 전반적으로 감소하는 경향을 보여 변형이 잘되지 않음을 의미하는데 이는 경위사 밀도가 증가에 따라 조직이 치밀해 지고, 교차점에서의 압착력이 증가하여 인장에 대한 저항성에 기인한 것으로 생각된다. 반면에 섬도가 가는 경사를 사용한 시료 W3과 W5의 경우 경사방향의 인장 에너지가 상대적으로 높게 나타났다. 인장 레질리언스는 시료 1의 경우 다소 낮게 나타났으며, 직물 조직이나 섬유 구성에 대한 경향성은 뚜렷하지 않았다.

3.2.2 굽힘특성

굽힘특성은 굽힘강성(B)와 굽힘 히스테리시스(2HB)

Table 6. WC/W and WC/T values of knitted samples

	Regular	K1	K2	K3	K4	K5	K6
WC/W	0.009	0.011	0.011	0.011	0.015	0.016	0.011
WC/T	0.206	0.238	0.247	0.219	0.272	0.301	0.260

Table 7. Mechanical properties of woven textiles for bedclothes with hollow spinning yarn

Properties		Regular	W1	W2	W3	W4	W5	W6
Tensile	EMT	17.19	7.37	4.78	5.72	5.39	5.72	11.42
	LT	0.685	0.777	0.767	0.833	0.76	0.802	0.415
	WT	29.15	14.3	9.13	11.85	10.23	11.45	11.55
	RT	46.24	36.30	47.58	43.50	52.85	48.62	51.47
Bending	B	0.105	0.102	0.094	0.107	0.131	0.149	0.192
	2HB	0.073	0.092	0.059	0.087	0.046	0.145	0.072
Shear	G	1.11	2.16	0.73	1.83	0.69	1.54	0.37
	2HG	2.13	5.22	1.12	3.54	0.92	3.95	0.58
	2HG5	3.41	10.73	3.83	9.04	2.96	8.13	1.02
Surface	MIU	0.159	0.155	0.196	0.146	0.158	0.148	0.232
	MMD	0.012	0.012	0.012	0.017	0.009	0.010	0.023
	SMD	1.47	3.24	1.75	2.32	1.36	1.35	9.42
Compression	LC	0.417	0.390	0.761	0.282	0.316	0.253	0.499
	WC	0.175	0.223	0.367	0.112	0.079	0.122	0.317
	RC	65.14	79.37	54.22	44.64	64.56	59.84	50.47
Thickness	T	0.388	0.583	0.667	0.479	0.527	0.552	1.155
Weight	W	10.14	15.04	24.17	14.81	21.73	16.16	25.62

값으로 평가되는데 드레이프성, 구김이나 주름, 촉감 등의 성질과 관련이 깊다.

Figure 7은 제직 시료 6종에 대한 경위사 방향의 굵

힘특성 결과를 나타내었다. 동일한 능직 구조와 위사 밀도를 유사한 시료 W3과 W5를 비교를 통해 경사의 밀도의 증가에 따라 경사방향의 굵힘강성이 증가하는

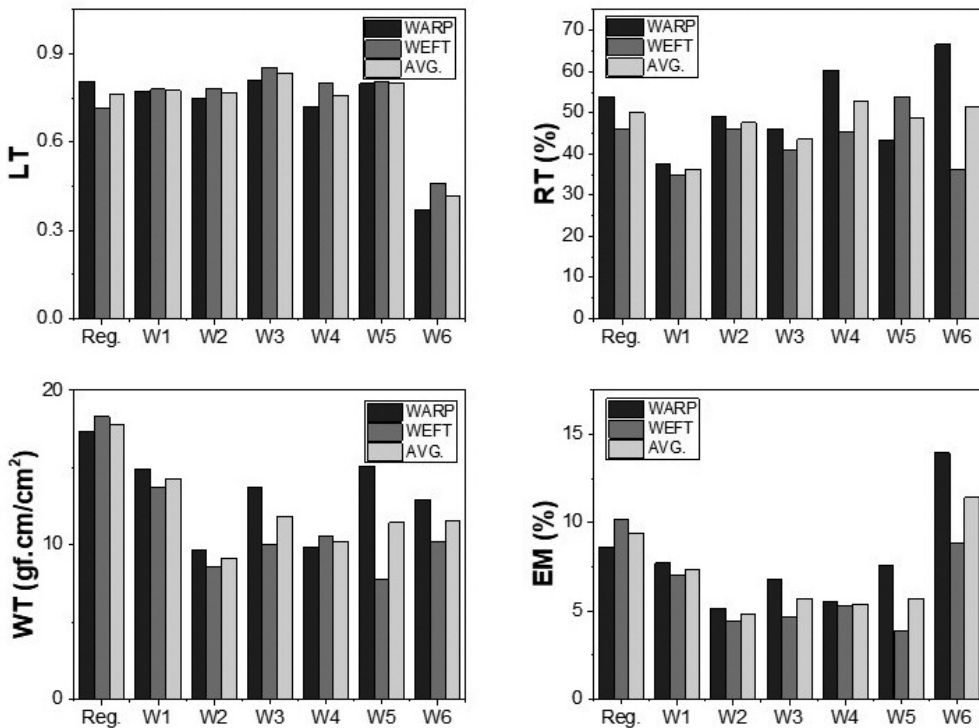


Figure 6. Tensile properties of woven samples.

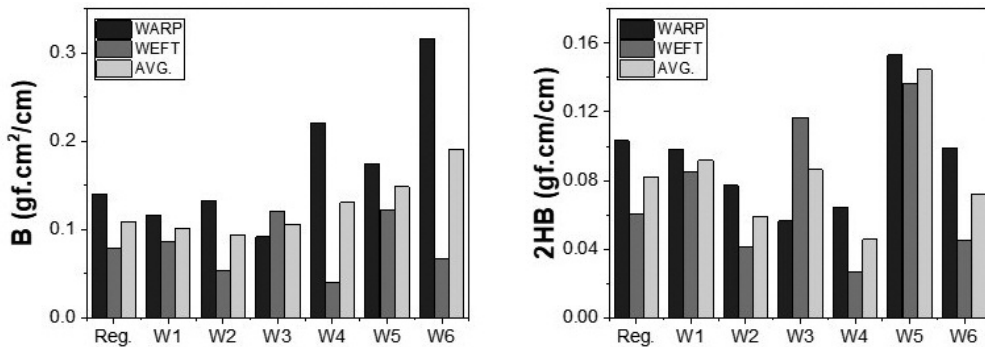


Figure 7. Bending properties of woven samples.

것을 알 수 있었다. 반면에 동일한 직물 조직과 유사한 경사 밀도를 갖는 시료 W2와 W4의 경사의 굽힘강성의 증가는 경사의 섬유 종류에 따른 영향으로 사료되며 시료 W6의 경사 굽힘강성이 시료 W4 대비 증가하는 것은 시료의 두께가 두꺼우며 중량이 높은 특성이 반영된 것을 알 수 있다. 또한 시료 W2, W4와 W6의 경우 상대적으로 낮은 굽힘 히스테리시스 값을 나타내는데 이는 섬유 조성의 탄성특성을 반영하는 것으로 면섬유 대비 탄성 회복율이 높은 레이온을 위사로 사용한 경우 굽힘 변형에 대한 회복성이 좋으며 유연한 특성을 나타내는 것을 알 수 있다. 능직 혹은 변화 능직으로 구성된 시료 W3과 W5의 경우 경사방향의 플로팅(floating)이 많은 조직 대비 직물의 단위 면적당 접촉점이 많아져 굽힘 히스테리시스가 증가한 것으로 사료된다.

3.2.3 전단특성

전단특성은 경사와 위사의 교차각이 변화할 때 발생하는 성질로 제직물 시료 6종의 경위사 방향의 전단강성(G)과 전단 히스테리시스(2HG, 2HG5)를 Figure 8에 나타내었다. 전단강성이 작을 수록 전단 변형에 대한 저항성이 낮고 신축성이 좋은 것으로 여겨지는데, 개발원단 type A로 제직된 W1, W3, W5의 경우 상대적으로 큰 값을 보이므로 섬유조성에 따라 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 또한 직물의 조직 특성에 따라 단위면적당 경사와 위사의 접촉점수가 달라지는데 평직보다는 능직이, 주자직 보다는 변화 조직이 접촉점의 수가 크게 감소하여 경, 위사의 마찰력이 감소하게 되고, 주어진 전단력에 대해 저항하는 정도가 감소하게 되는 것을 보여 준다.

전단 히스테리시스는 전단 변형 후 회복 시 에너지의 소실 정도를 나타내는데 소재의 밀도와 섬도 그리고 조

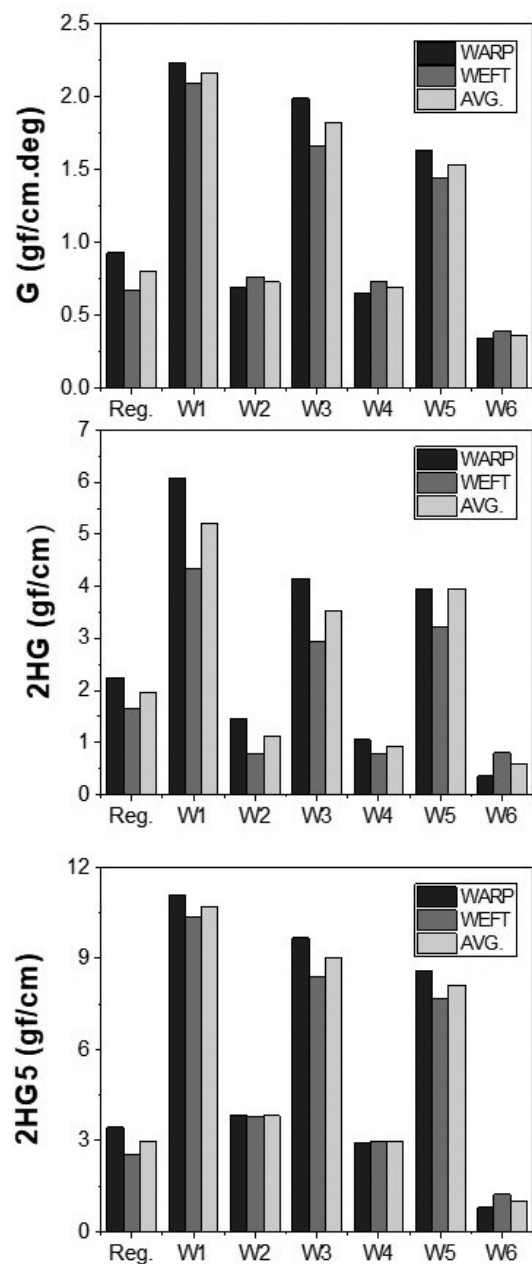


Figure 8. Shear properties of woven samples.

직에 의한 경위사 교차점의 자유도가 영향을 미치게 되어 교차점의 수가 상대적으로 적은 시료 W6의 경우 가장 낮은 전단 히스테리시스를 보이고, 교차점이 많은 평직으로 제직된 시료 W1의 경우 가장 높은 값을 나타낸다.

3.2.4 표면특성

제직 시료 6종의 표면 특성을 Figure 9에 나타내었다. 변화조직을 갖는 시료 W6의 경우 표면의 기하학적 요철을 형성하여 평균마찰계수(MIU), 마찰계수의 평

균편차(MMD), 표면 거칠기(SMD)값이 모두 높게 나타났다. 시료 W3의 경우 1/2능직(weft face twill)으로 경사 방향의 거칠기가 더 높게 나오며, 시료 W5의 경우 상대적으로 경위사의 밀도가 높아 경위사 접촉점에서의 압축력의 증가로 경, 위사 모두 편평화 현상이 발생하여 요철이 감소하는 경향이 있다. 시료 W2와 W4 모두 경주자 조직으로 위사방향의 거칠기가 경사 방향 대비 높게 나타났다.

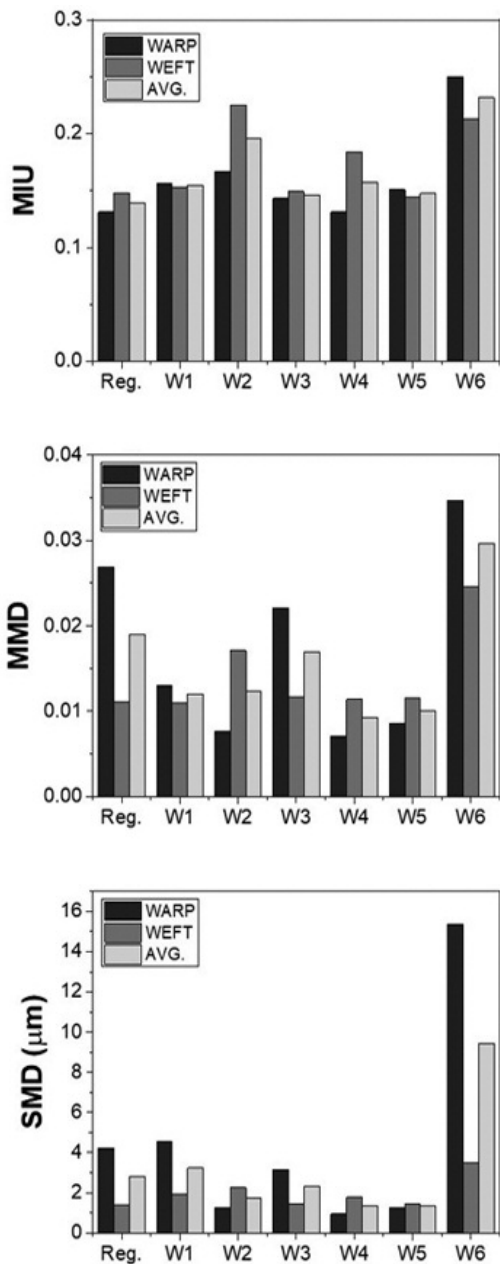


Figure 9. Surface properties of woven samples.

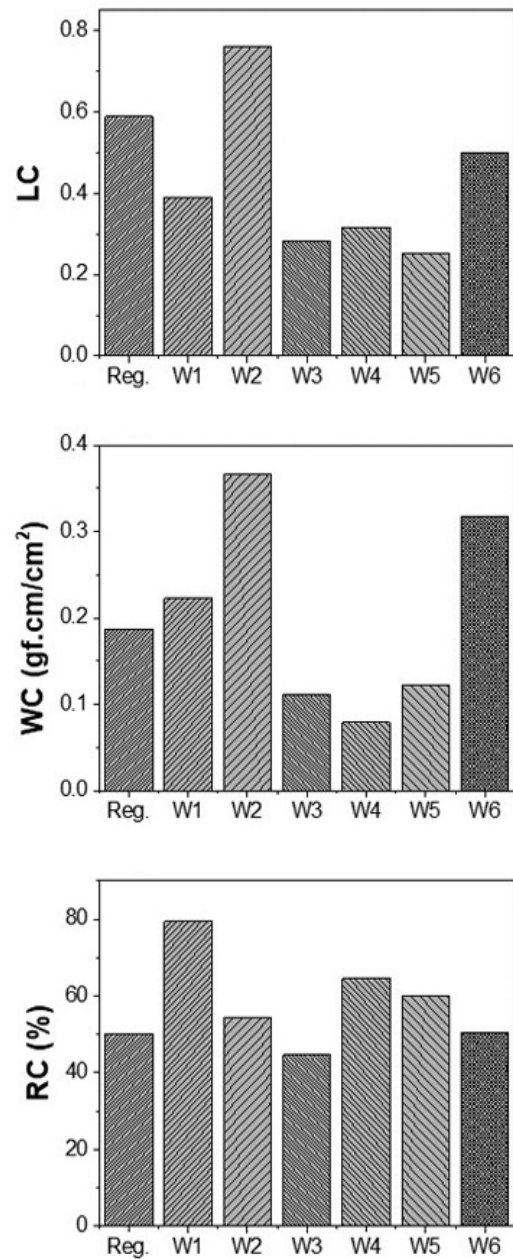


Figure 10. Compression properties of woven samples.

Table 8. WC/W and WC/T values of woven samples

	Regular	W1	W2	W3	W4	W5	W6
WC/W	0.018	0.015	0.015	0.008	0.004	0.008	0.012
WC/T	0.482	0.383	0.550	0.234	0.150	0.221	0.274

3.2.5 압축특성

제직 시료 6종의 압축선형성(LC), 압축력에 대한 변형을 나타내는 압축에너지(WC), 압축변형에 대한 회복의 정도를 나타내는 압축 레질리언스(RC) 특성을 Figure 10에 나타내었다. 시료 W3, W4, W5는 압축 선형성이 낮아 초기 압축에 대한 저항이 적어 압축이 용이하고, 시료 W2의 경우 초기 압축에 대한 저항이 커서 압축 변형이 어렵게 되어 볼륨감이 증가하는 것을 나타낸다. 압축에너지는 압축력에 대한 변형을 나타내는 것으로 두께가 두꺼워지고 표면이 단단할수록 압축에 필요한 에너지가 크다는 것을 의미하므로¹⁷⁾ 압축에너지를 각 시료의 단위면적당 무게와 두께의 비로 Table 8에 나타내었다.

시료 W2와 W4의 경우 WC/T와 WC/W 값이 3배 이상 높은 것을 알 수 있는데 이 두 시료가 동일한 직물 조직(경주자직)과 경위사 밀도로 제직되었으므로 압축 특성의 차이가 사용된 경사의 섬유 구성에 기인한 것을 알 수 있다. 즉, 개발원사 type B가 직물의 표면에 많이

나타난 시료 W2의 경우 압축 특성이 2배 이상 높으며, 시료 W1은 압축변형에 대한 회복력이 상대적으로 높은 것을 의미한다.

3.3 침장용 편직물과 제직물의 객관적 태평가

Table 9는 침장용 소재의 역학적 특성치에 의거하여 산출한 기본태 평가치(primary hand value)와 종합태 평가치(total hand value)를 나타내었다.

Stiffness는 직물을 손으로 쥐었을 때 느끼는 반발력, 탄성, 유연성을 종합해서 표현한 것으로 굽힘, 전단, 두께 및 무게의 기여도가 크다. 즉, 굽힘 강성과 전단 강성이 클수록 무게 대비 두께가 얇을수록 stiffness한 느낌이 강하게 나타난다. 편직/제직 시료 모두 레이온 기반의 개발원사를 적용한 경우 stiffness한 느낌이 약한 경향을 보이며, 편직물 시료의 경우 편조직 구조, 제직 시료의 경우 두께 및 밀도에 따라 stiffness 값이 영향을 받는 것을 알 수 있다.

Smoothness는 직물을 만졌을 때 느끼는 매끄러운

Table 9. Primary hand value and total hand value of bedclothes produced by using lightweight spinning yarn

		Stiffness	Smoothness	Fullness & Softness	Soft feeling	T.H.V.
Knitted samples	Regular	6.91	3.51	3.04	1.6	2.41
	K1	6.5	4.75	3.59	2	2.95
	K2	5.88	3.08	2.89	1.9	2.44
	K3	6.61	3.65	3.04	0.72	2.45
	K4	6.13	4.22	5.76	4.08	3.1
	K5	5.8	5.17	6.14	3.66	3.44
Woven samples	Regular	5.13	4.75	4.39	2.71	3.03
	W1	5.84	5.8	6.11	5.2	3.72
	W2	5.42	5.57	5.1	4.21	3.51
	W3	6.09	4.27	3.81	1.59	2.83
	W4	6.13	5.75	4.19	3.68	3.5
	W5	6.29	5.73	5.08	3.09	3.65
	W6	5.7	3.88	4.56	3.46	2.84

촉감으로 부드러움, 유연함 등의 종합적인 감각을 표현하는 용어로서 쉽게 굽혀진 후 회복이 잘되는 촉감을 나타내며 표면특성, 압축특성에 영향을 많이 받는다. 또한 마찰계수의 평균편차인 MMD값에 가장 큰 영향을 받게 되는데 이는 상대적으로 높은 MMD 값을 갖는 제직 시료 W3와 W6, 편직 시료 K2의 smoothness 값이 다른 시료 대비 낮은 값을 나타내는 것을 통해 확인할 수 있다. 일반적으로 제직물의 경우 구조적인 특성상 실과 실사이의 높은 압축력에 의해 공극이 적어 편평화 현상에 유리하므로 편직물 대비 smoothness가 높게 나타난다. Fullness and softness 는 따뜻한 촉감과 부피감, 압축시의 탄력성 등을 종합적으로 표현하는 느낌으로 특히 압축특성과 가장 높은 상관성을 보이며, 표면, 압축, 무게, 두께 등에도 영향을 받는다¹⁹⁾. 압축 에너지가 높은 편직 시료 K4, K5, K6의 fullness and softness가 가장 높게 나타났고, 제직 시료의 경우 표면 압축, 전단, 두께의 특성이 복합적으로 영향을 주는 것으로 나타났다. Soft feeling 은 부드럽고, 부피감이 있으며 유연함과 매끄러움이 혼합된 느낌으로 편직 시료의 경우 K4, K5, K6의 soft feeling 값이 높게 나타났으며, 제직 시료는 W1의 soft feeling 가 가장 높게 나타났다.

직물의 태를 평가함에 있어서 최종 용도의 기준에 맞게 평가해야 하며 기본 태의 평가 결과를 종합적으로 판단하여야 한다. 앞서 살펴본 기본태 평가치를 종합해보면, 편직 시료 K1, K4, K5, K6과 제직 시료 W1, W2, W5의 경우 비교 시료 대비 기본 태 특성 중 smoothness, fullness and softness와 soft feeling이 높은 것을 알 수 있고, 종합태 평가치도 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 선행 연구 결과 침장용 소재를 구매할 때 소비자가 중요하게 인지하는 감성 요소가 부드러움(softness), 따뜻함(warmness), 부피감(bulkiness)⁷⁾을 고려하였을 때 종합태 평가치가 높은 값을 갖는 개발 시료 7종은 침장용 소재로서 선호도가 높을 것으로 판단된다.

본 연구의 결과를 통해 시판용 침장용 소재의 섬유 조성 및 조직 변화가 역학적인 특성 및 객관적인 태특성에 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있었고, 개발 중공사의 효과 및 기능성 난연 가공원사의 적용으로 인한 역학적 특성 변화의 경향성은 나타나지 않았다.

4. 결 론

본 연구에서는 다양한 섬유의 조성, 밀도, 직물의 조직의 변화를 통해 침장용 소재를 제작하였고, 이에 따른 역학적 특성 및 객관적 태 분석을 소비자의 감성요소 기준에 따라 평가 하였다.

인장특성은 편직물의 구조적인 요인에 영향을 받아 터블 조직의 편직물 소재의 경우 신장도가 좋으며, 유연하고 부드러운 촉감을 나타내었으며, 제직물 또한 직물 조직 및 밀도에 의한 인장 특성의 영향이 큰 것을 알 수 있었다. 반면에 굽힘특성의 경우 섬유 종류 및 밀도, 두께에 영향을 받아 레이온 경량 방적사를 사용한 제/편직물의 경우 굽힘강성과 굽힘 레질리언스가 감소하여 유연성이 높아 드레이프 성이 우수하고 탄성력이 좋음을 알 수 있었다. 전단특성은 섬유 종류 및 조직 특성에 따라 종합적인 영향을 받아 외력에 의한 변형에 제한을 주는 턱편조직 혹은 웰트편조직으로 형성된 편직 시료의 전단강성이 높게 나타나며, 제직물의 경우 밀도가 높고, 평직 구조를 갖는 소재의 경우 전단강성이 높고, 전단 히스테리시스도 높게 나타난다.

표면의 굴곡도와 거칠기는 직물의 조직 및 밀도에 영향을 받으며, 압축 에너지를 단위면적당 무게와 두께의 비가 높은 편직/제직 시료의 경우 압축 시 유연함과 부드러움을 평가하였다. 또한 기본태 평가치를 통해 총 7종의 개발 침장용 소재의 smoothness, smoothness와 fullness and softness 특성값이 비교 시료 대비 높으며, 종합태 평가치도 높게 나타났다.

본 연구의 결과를 기반으로 고감성 침장용 소재 설계 및 개발에 중요한 기본 정보가 구축될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

이 연구는 2019년도 산업통상자원부 및 대구지역사업평가단(IRPE)의 광역협력권산업육성사업의 연구비 지원에 의한 연구임(R0006243).

References

1. D. F. Dinges, F. Pack, K. Williams, K. A. Gillen, J. W. Powell, G. E. Ott, C. Aptowicz, and A. I. Pack, Cumu-

- lative Sleepiness, Mood Disturbance and Psychomotor Vigilance Performance Decrements during a Week of Sleep Restricted to 4-5h per Night Sleep, *Sleep*, **20**(4), 267(1997).
2. T. Olga, W. G. Christophe, and N. Nazia, Sleep Environments and Sleep Physiology: A Review, *Journal of Thermal Biology*, **78**, 192(2018).
 3. K. O. Chang and J. H. Lim, Construction of a Structural Model about the Perceived Health Status, Pain, Sleep Pattern and Quality of Life in the Elderly, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, **15**(7), 4336(2014).
 4. S. D. Kim and M. G. Kim, The Relation of Life Style and Quality of Sleep in University Students, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, **14**(6), 2795(2013).
 5. J. Yu and J. Kim, The Effect of Sleep Duration and Relief of Fatigue after Sleep on the Risk of Injury at School among Korean Adolescents, *Journal of Korean Academy of Community Health Nursing*, **26**(2), 100(2015).
 6. H. Yi, Sleep Quality and its Associated Factors in Adults, *Journal of Korean Academy of Community Health Nursing*, **27**(1), 76(2013).
 7. Y. Jang and J. Lee, Mechanical Properties and Sensibility of Tencel Jacquard Fabrics Treated with Ginkgo biloba Extract and Silicon Softener, *Science of Emotion and Sensibility*, **13**(2), 327(2010).
 8. H. A. Kim, Wearing Performance of Garment for Emotional Knitted Fabrics Made of PTT/Tencel/Cotton MVS Blended Yarns (II)-Physical Property of Knitted Fabric according to Yarns Structure, *Fashion and Textile Research Journal*, **17**(6), 1020(2015).
 9. H. A. Kim, Garment Formability, Appearance Characteristics and Mechanical Properties of Worsted Fabrics for High Emotional Women's Fabrics, *Fashion and Textile Research Journal*, **19**(3), 344(2017).
 10. K. S. Park and S. J. Kim, A Study on Analysis of the Physical Properties of Domestic and Foreign Sensible Worsted Fabrics, *Science of Emotion and Sensibility*, **10**(3), 299(2007).
 11. K. M. Jeong, I. S. Kang, and H. S. Bae, Functional Improvement of the Clothing Material for Patients by Chitosan/Nanosilver Mixed Solution-The Assessment of Mechanical Properties and Hand Value-, *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, **21**(1), 21(2009).
 12. H. J. Koo, Objective Hand Evaluation of Interior Fabrics Used for Seat Cover, *Textile Science and Engineering*, **44**(3), 159(2007).
 13. K. H. Lee, Y. H. Jeon, and S. K. An, Abrasion and Mechanical Properties of Poly(ethylene Terephthalate) Flame-Retardant Fabrics Used for Window Coverings, *Textile Science and Engineering*, **50**(2), 126(2013).
 14. A. N. Sa and J. S. Lee, Bedding Fabric Performance Using Polyester, Tencel and Cotton MVS Blended Spun Yarns, *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, **41**(1), 17(2017).
 15. Y. K. Song, Y. M. Baek, B. Y. Chang, and S. K. An, Mechanical and Comfort Properties of Fabrics for Fire-Retardant Work Clothes, *Textile Science and Engineering*, **56**(6), 414(2016).
 16. P. Schwartz, "Structure and Mechanics of Textile Fibre Assemblies", Woodhead Publishing Textiles, Cambridge, pp.87-100, 2008.
 17. H. S. Bae, The Mechanical Properties of Working Clothes Materials Considering Industrial Settings, *Textile Coloration and Finishing*, **25**(2), 140(2013).
 18. J. S. Lee, H. J. Woo, and G. E. Jung, The Effect of Mordant on the Mechanical Properties and Primary Hand Values of Fabrics Dyed with Bamboo and Pine Leaf Extracts, *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, **14**(4), 648(2012).
 19. J. Fan, W. Yu, and L. Hunter, "Clothing Appearance and Fit: Science and Technology", Woodhead Publishing Limited, Cambridge, pp.98-106, 2000.

Authors

최현석	DYETEC연구원 선임연구원
장현미	(주)프리엔메지스 부사장
정문규	(주)동진상사 부장
전연희	신일섬유(주) 실장
배지현	한양대학교 의류학과 교수