

면 편성물과 면/스판덱스 편성물의 반복세탁에 따른 역학적 특성 및 태 비교

김미경 · 정혜원[†]

인하대학교 의류디자인학과

Comparison of Mechanical Properties and Hand Values of Spandex/Cotton Single Jersey and Cotton Single Jersey after Repeated Washings

Mikyung Kim · Haewon Chung[†]

Dept. of Fashion Design & Textiles, Inha University
(2006. 6. 27. 접수)

Abstract

We investigated the effects of washing on the mechanical properties and hand values of spandex/cotton and cotton single jersey fabrics. These knitted fabrics were subjected to 30 laundering cycles with a drum-type washer and were followed by drying at 65°C with a tumble dryer. The mechanical properties of the cotton knitted fabrics changed greatly during the first washing and then suffered no further change in their properties as the number of washing cycle increased. However, the properties of the spandex/cotton knitted fabrics changed continuously throughout all the washing cycles. The cotton/spandex knitted fabrics showed higher values in tensile and bending properties than did the cotton knitted fabrics, though both kinds of fabrics showed less difference in shearing, surface and compression properties. The spandex/cotton knitted fabrics which had proper density had a higher THV for winter underwear after 30 repeated washings than did the cotton knitted fabrics, and the THVs of both fabrics decreased with the increase in the number of washing cycles.

Key words: Spandex, Knitted fabrics, Mechanical properties, Hand evaluation, KES-FB; 스판덱스, 편성물, 역학적 성질, 태 평가치, 가와바다 시스템

I. 서 론

신축성, 보온성, 유연성 및 구김안정성 등이 뛰어나 착용시 편안하다는 장점을 갖고 있는 편성물은 최근 그 수요가 크게 증가하고 있으며, 특히 위편성물의 경우는 생산 공정이 간단하면서도 다양한 편성조직을 형성할 수 있어 널리 이용되고 있다. 또한 최근에는 몸에 잘 맞으면서 활동성이 우수하도록 신축성을 가진 스판덱스가 혼방된 편성물이 많이 사용되고

있다. 그러나 제편 후에 나타나는 이완 수축으로 인한 편성물의 형태적 변형은 편성의류의 제조 시 어려운 점이 많으며 문제점으로 작용하고 있고, 특히 편성물은 소비자가 사용 중에 세탁이 반복될수록 형태 변화가 매우 크게 일어나고 용도에 적합하지 않을 만큼 외관상의 변화가 크다는 단점을 갖고 있다.

편성물의 태 평가에 대한 연구로 Chen et al.(1992)은 KES-FB system의 역학적 특성과 Kawabata thermolab를 이용한 온도 감각치를 추가하여 면과 폴리에스테르 혼방 위편성물을 여름 티셔츠용과 겨울 스포츠웨어용으로 분류하였는데, 싱글 니트가 여름 티셔츠에 적합하고, 인터록 니트가 겨울 스포츠웨어에 적합하다

[†]Corresponding author

E-mail: hwchung@inha.ac.kr

이 논문은 인하대학교의 지원에 의하여 연구되었음.

고 하였다. Choi and Ashdown(2000)은 면 위편성물의 조직과 밀도를 달리하여 역학적 특성과 태 평가를 통해, 종합 태는 밀도가 증가할수록 증가하였고, 더블 니트가 싱글 니트보다 종합 태값이 높았으며, 미스 편환과 턱 편환이 들어간 조직이 겨울 아웃웨어에 적합하다고 하였다. 권오경, 김태규(1994)의 연구는 코스 밀도와 편성사의 변수를 달리하여 9종류의 면 인터록 편성포를 KES-FB system에 의해 분석한 결과, 태번수의 실과 고밀도의 편성조건이 치수안정성이 좋으며, 세번수와 저밀도 편성조건은 인체 곡면을 살리는 실루엣에 적합한 것으로 나타났고, 겨울용 니트의 종합 태는 세번수와 고밀도일수록 높게 나타났다. 그리고 박신웅 외(1995)는 면 더블니트 위편성물을 밀도와 편성 구조에 따른 변화를 분석하였는데, 턱 편환이 들어간 로얄 인터록의 Koshi값이 가장 높았고, 종합 태값은 모든 조직에서 고밀도일수록 증가하는 경향을 보였다. 이상의 연구들은 편성물의 제조 조건에 따른 태에 관한 연구들이라고 할 수 있겠다.

섬유 제품의 사용 중 세탁에 의한 외관 및 역학적 특성의 변화에 대한 연구로는 정혜원, 나영주(1999)는 면 평편물과 1×1 고무편 내의를 필세이터 세탁기와 드럼식 세탁기로 세탁 후 치수 변형, 인장 강도와 신도의 변화, SEM을 이용한 섬유 표면의 변화를 연구하였다. Quaynor et al.(1999)은 실의 굵기와 밀도를 달리한 실크와 면 1×1 고무편을 제편하여 반복 세탁 후 실크와 면 편성물의 수축률을 비교 조사였고, Marmarali(2003)는 면과 스판덱스의 혼용률을 달리한 면/스판덱스 편성물을 세탁 후 루프 길이, 밀도, 무게, 두께, 함기율, 스카이퍼리티와 필링성의 변화를 연구하였다.

한편, 반복세탁으로 인한 물성과 태값 변화에 대한 연구로는 드레스셔츠나 극세 직물을 대상으로 한 연구(서정현 외, 1999; 오경화, 윤재희, 2004)들이 있었으나, 세탁 후의 편성물의 태값의 변화에 관한 연구로 MacKay et al.(1999)은 아크릴, 면, 양모1×1 고무

편을 세탁과 건조 방법을 달리하여 반복세탁 후 주관적인 감성평가와 KES-FB system를 이용하여 촉감 변화와 역학적 성질 변화를 조사였고, 박명자,곽수경(2004)은 양모 편성물을 방축가공사와 미가공사를 세탁 후에 역학적 특성과 태의 변화를 관찰하였다. 김희은(2001)은 여름용 티셔츠용 편성물을 세탁 후 유연제 처리의 농도를 달리하여 편성물의 역학적 특성 및 태의 변화를 연구하였고, Hiroko and Masako(1988)는 양모와 스판덱스 폴리에스테르 혼용직물을 반복착용과 드라이클리닝을 통해 스판덱스가 혼용된 직물이 혼용되지 않은 직물보다 Numeri와 Fukurami값이 감소하였다는 결과를 보여주고 있다.

그러나 일반적으로 내의용으로 많이 사용되고, 세탁이 빈번히 이루어지는 면 편성물과 스판덱스가 혼방된 편성물을 대상으로 세탁에 따른 변형(정혜원 외, 2006)에 관한 연구가 보고되었으나 최근 강조되는 감성과 관련된 역학적 특성과 태에 대해 고찰한 연구는 드물다. 따라서 본 연구에서는 면 20수, 30수, 40수 편성물과 면 30수, 면 40수에 스판덱스 20데니어를 혼용한 면 편성물을 KES-FB system을 이용하여 반복세탁 전후의 역학적 성질을 코스와 웨일 방향으로 각각 분석하고 동절기 언더웨어용 태 평가를 통해 그 변화를 비교 분석하여, 각 편성물의 용도가 적합한지를 파악하고자 하였다. 이와 같은 연구를 통하여 반복세탁으로 인한 촉감 변화에 대한 조사를 통해 내의용 편성물의 제품 개발자와 소비자의 선택에 기초 자료를 제공하고자 하였다.

II. 실험

1. 시료

시료는 시중에서 T-shirts 용으로 많이 사용되는 위 평편물로, 면 편성물은 시중에서 구입하였으며 스판덱

Table 1. Characteristics of the knitted fabrics

Sample	Yarn type		Fabric count
	Fiber	Yarn count	Wale×Course/5cm
C20	cotton	20Ne	97×64
C30	cotton	30Ne	104×71
C40	cotton	40Ne	119×87
C30+SP20	cotton/spandex	30Ne/20D	152×81
C40+SP20	cotton/spandex	40Ne/20D	121×77

스 혼용 면 편성물은 제작하였다. 스판덱스 혼용 시의 스판덱스 혼용률은 8%이며, 제편 후 열 처리시의 신장률은 C30+SP20의 코스 방향 5.2%, 웨일 방향 4.3%이었고, C40+SP20의 코스 방향 15.8%, 웨일 방향 26.5%이었다. 시료의 특성은 <Table 1>과 같다.

2. 세탁

시료는 가정용 드럼식 세탁기(WD-1005X, LG)에서 표준세탁의 소량세탁 코스로 세탁하였으며, 이때 세탁포의 무게는 보조포를 사용하여 2kg이 되도록 하였다. 세탁 시에는 시판 세제와 함께 산소계 표백제를 사용하였으며, 사용 농도는 권장농도인 세제 0.1%, 표백제 0.03%이었다. 세탁 시 온도는 40°C, 세탁 전 침지 시간은 2시간으로 하여 세탁 횟수를 30회까지 반복하여 세탁하였으며, 세탁 후에는 텀블 건조기를 사용하여 65°C에서 50분간 건조하였다.

3. 역학적 성질 및 태 값 측정

1) 역학적 특성치 측정

면 편성물과 스판덱스 혼용 면 편성물의 세탁에 따른 역학적 성질과 태의 변화를 알아보기 위하여 두께와 중량, 인장 특성, 굽힘 특성, 전단 특성, 표면 특성, 압축 특성의 6가지 특성에 대하여 16항목의 특성치를 KES-FB system(Kawabata, 1980)으로 측정하였는데, 이방성이 있는 인장 특성, 굽힘 특성, 전단 특성, 표면 특성은 웨일과 코스 방향 별로 각 2회씩 측정하였다. 시료는 20°C, 65% RH의 표준 상태에서 24시간 보존 후 측정하였다.

2) 태 평가

기본 태값은 위의 역학적 특성치로부터 내의용 편성물의 기본 태값 산출식인 KN-403-KTU에 적용하여 Koshi, Numeri, Fukurami값을 구하였다. 종합 태값은 동절기 언더웨어용 편성물의 산출식인 KN-304-WINTER에 적용하여 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 편성물의 역학적 특성

1) 두께와 무게

반복세탁한 편성물에 압력 0.5gf/cm²을 가하였을 때의 두께와 단위 면적 당 무게 변화는 <Table 2>와 같다. 스판덱스 혼용 면 편성물이 면 편성물보다 두껍고 무거웠다. 또한 번수가 작을수록, 즉 실이 굵을수록 편성물은 두껍고 단위 면적 당의 무게가 커서, 면 편성물에서는 C20, 스판덱스 혼용 면 편성물에서는 C30+SP20의 두께와 단위 면적 당의 무게가 더 큰 값을 나타냈다. 세탁을 반복하면 대체적으로 포의 두께와 단위 면적 당의 무게가 증가하였는데, 이는 밀도가 증가되었기 때문이다. 그러나 세탁이 반복될 때에 두께와 무게가 세탁 횟수에 대해 비례적으로 증가하지는 않으며, 두께는 오히려 감소하는 경우도 있는 것으로 나타났는데 두께는 좁은 면적을 측정함으로써 이로 인하여 시료의 차이 또는 측정 부위에 따른 차이에 기인한 것으로 보여진다. 1회 세탁 시에 두께와 단위 면적 당의 무게 증가율이 가장 크며 그 이후에는 증가율이 둔화되었다.

Table 2. Change in weights and thicknesses of knitted fabrics with the number of washes

Properties (unit)	Number of washes	C20	C30	C40	C30+SP20	C40+SP20
T (mm)	0	1.08	0.90	0.57	1.32	1.24
	1	1.30	1.12	1.16	1.54	1.29
	10	1.27	1.16	1.11	1.55	1.24
	30	1.12	1.14	1.22	1.48	1.38
W (mg/cm ²)	0	19.15	14.53	11.72	27.85	18.19
	1	21.97	16.60	12.39	34.77	20.48
	10	22.75	16.93	12.71	34.30	19.32
	30	23.40	17.49	13.23	36.30	21.15

2) 인장 성질

반복세탁한 편성물의 인장 특성은 <Table 3>과 같으며, C30과 C30+SP20의 인장 시 변형곡선을 <Fig. 1>에 제시하였다. EM은 500gf/cm의 하중을 가했을 때의 신장성을 나타내는 것이다. 면 편성물과 스판덱스 혼용 면 편성물의 EM값을 비교하면, 면 편성물보다 스판덱스 혼용 면 편성물의 EM값이 매우 크므로 적은 힘을 가할 때 스판덱스 혼용 면 편성물은 면 편성물보다 크게 신장되었음을 나타낸다. 그러므로 적은 힘이 가해질 때 스판덱스가 혼용된 면 편성물은 면 편성물보다 신장이 커서, 스판덱스가 첨가된 면 편성물의 의복을 착용하고 활동 시에는 옷에 의한 구속이 적어질 것임을 알 수 있다. 편성물의 웨일 방향과

코스방향에 따른 EM값을 살펴보면, 면 편성물은 웨일보다 코스 방향의 신장이 크지만, 스판덱스 혼용 면 편성물에서 C40+SP20은 코스와 웨일 방향의 차이가 세탁 횟수에 따라 변하여 일반화할 수 없으나 C30+SP20은 코스 방향의 신장이 훨씬 컸다. 반복 세탁 횟수에 따른 EM 값의 변화는 면 편성물에서는 뚜렷하게 1회 세탁에서 가장 컸으나 C30+SP20은 반복세탁 시 EM값이 계속 감소하였다. 반복세탁 시 면 편성물의 EM값은 웨일 방향에서는 대체적으로 감소하였으나, 코스 방향에서는 세탁 전과 비교한 30회 세탁 시의 EM값이 C20은 크게 감소하였으나, C30의 감소율은 비교적 적고 C40은 오히려 증가하였다. 스판덱스 혼용 면 편성물의 EM값은 세탁이 반복될 때에 C30+SP20은 웨일,

Table 3. Change in tensile properties of knitted fabrics with the number of washes

Properties (unit)	Number of washes	C20		C30		C40		C30+SP20		C40+SP20	
		W	C	W	C	W	C	W	C	W	C
EM (%)	0	6.27	12.30	9.03	13.90	16.10	28.90	39.20	24.50	56.95	58.35
	1	5.27	9.47	7.27	13.70	12.95	31.05	40.70	21.60	55.85	53.05
	10	5.61	10.03	7.62	14.15	13.40	31.35	30.40	16.75	52.00	58.60
	30	5.37	8.45	7.10	12.55	13.95	35.35	28.95	14.90	58.60	52.65
LT (-)	0	0.80	0.75	0.79	0.83	0.68	0.77	1.01	1.06	0.82	0.95
	1	0.95	0.91	0.94	0.95	0.81	0.83	1.06	1.11	0.89	0.94
	10	0.93	0.92	0.90	0.91	0.80	0.75	1.12	1.12	0.90	0.93
	30	0.88	0.93	0.89	0.90	0.79	0.73	1.14	1.12	0.92	0.93
WT (gf·cm/cm ²)	0	1.26	2.32	1.79	2.89	2.73	5.53	9.87	6.52	11.70	13.85
	1	1.24	2.15	1.70	3.24	2.61	6.39	10.75	5.47	12.45	12.50
	10	1.31	2.26	1.72	3.21	2.66	5.88	8.49	4.69	11.70	13.55
	30	1.18	1.96	1.58	2.83	2.76	6.48	8.26	4.18	13.45	12.20
RT (%)	0	31.04	47.41	44.71	53.01	30.73	37.58	63.87	40.97	49.72	41.52
	1	20.21	30.70	26.47	37.08	24.11	30.44	54.21	44.65	45.51	41.58
	10	22.16	29.23	29.07	39.26	27.45	33.89	45.24	38.82	45.26	41.20
	30	21.19	30.09	26.60	33.57	24.57	32.57	46.25	40.67	43.89	37.83

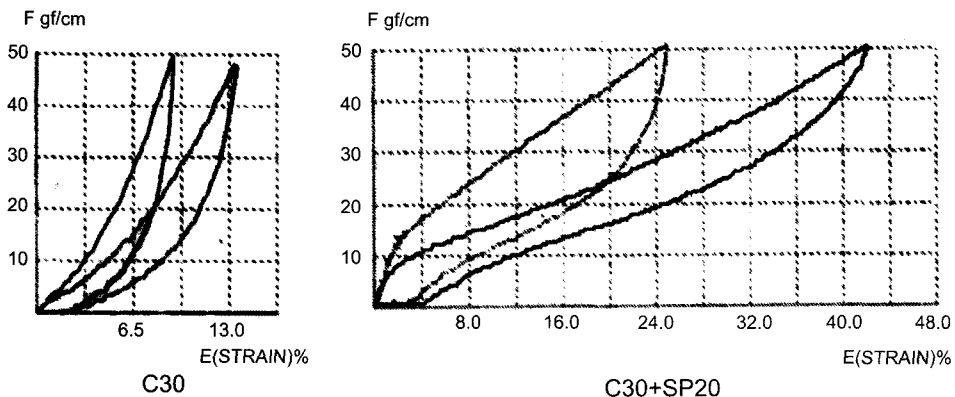


Fig. 1. Stress-Strain curves (left curves in both graphs are wales, right curves are courses).

코스 방향에서 크게 감소하였으나 C40+SP20은 반복 세탁 후에도 변화율이 매우 적었다.

인장 선형도(LT)는 인장에너지를 인장 변형곡선의 원점과 500gf/cm의 짐을 연 결한 하부면적으로 나눈 값으로, 인장력에 대한 신장률이 직선에 부합할수록 그 값이 1에 가까워진다. LT값이 1보다 작을 때는 원점부근의 미세한 장력에서 신장이 크고 그 후에는 급속히 신장률이 떨어지는 것이며, 대부분의 섬유가 여기에 해당되나 C30+SP20과 같이 원점 부근의 미세한 장력에서의 신장률보다 그 이후 장력에서의 신장률이 더 크면 LT값은 1보다 커진다(Fig. 1). 스판텍스가 함유된 C30 +SP20, C40+SP20은 면 편성물보다 LT값이 높아 500gf/cm 하중이 가해질 때까지 계속 신장됨을 알 수 있고 면 편성물의 LT값은 0.68-0.83로 코스와 웨일 방향에 따른 차이가 비교적 적다. C30+SP20의 LT값은 코스와 웨일 모두 1 이상으로 초기 이후의 장력에서 신장성이 매우 큼을 알 수 있다. 모든 편성물이 세탁을 하면 LT값이 증가하는 경향을 보여 원점 부근에서는 신장률이 감소하는 것을 알 수 있다.

단위 면적당 인장에너지 WT값은 신장률과 관계되므로 EM값과 같은 경향을 나타냈다. 스판텍스가 혼용된 C30+SP20과 C40+SP20은 면 편성물보다 신장률이 커서 WT값이 매우 크게 나타났다. 면 편성물에서의 WT값은 실이 가늘고 밀도가 큰 C40이 가장 컸다. 또한 면 편성물에서는 웨일 보다 코스 방향에서 더 큰 값으로 이는 편성물은 웨일 방향 보다 코스 방향에서의 신장성이 더 크기 때문이다(김성련, 2000). 스판텍스 혼용 면 편성물인 C30+SP20의 WT값은 웨일 방향이 코스 방향보다 더 크지만, C40+SP20은 웨일 방향보다 코스 방향이 더 큰 경향을 나타냈다. 이는 같은 굵기의 스판텍스사를 사용했음에도 불구하고

고 제편 후 열처리 조건에 따른 신장률의 차이 등이 영향을 미친 것으로 보여진다. 세탁이 반복되면 대부분 WT값이 감소하는 경향을 나타내었는데 이는 세탁으로 신장성이 감소하였기 때문이다. 그러나 C40의 코스와 C40+SP20의 웨일은 반복세탁 시 신장성이 증가하여 WT값도 증가하였다.

단위면적당 인장에너지와 회복에너지의 비인 회복도 RT값이 크면 회복성이 커서 치수안정성이 좋다. 대체적으로 면 편성물보다는 스판텍스 혼용 면 편성물이 RT값이 커서 회복성이 좋으므로 형태 변형이 적을 것으로 추정할 수 있다. 면 편성물은 웨일보다 코스 방향의 RT값이 크나, 스판텍스 혼용 면 편성물은 웨일 방향의 RT값이 크다. 세탁 시 모든 편성물은 RT값이 감소되는데, 특히 1회 세탁 시에 크게 감소하였다. 그러므로 세탁을 반복하면 인장 회복성이 저하됨이 확인되었다.

3) 굽힘 성질

직물의 굽힘 성질은 직물의 형태안정성, 드레이프 성 등과 관계되는데, <Table 4>에 각 편성물의 반복 세탁 후 단위 길이당 굽힘 강성(B)과 굽힘 이력모멘트(2HB)의 변화를 나타내었다.

B값이 적으면 직물이 잘 구부러지고 유연하며 드레이프성이 좋다. B값은 편성물의 두께, 무게와 관계가 있어서, 두께가 가장 두껍고 무게도 가장 무거운 C30+SP20이 가장 큰 값을 가졌다. 면 편성물은 웨일 방향의 B값이 코스 방향보다 매우 컸으나 스판텍스 혼용 면 편성물은 코스와 웨일 방향의 차이가 면 편성물만큼 크지 않았다. 1회 세탁 시 편성물의 두께와 무게가 증가로 B값이 대부분 크게 증가하였으며, 그 이후의 변화율은 적은 편이다.

Table 4. Change in bending properties of knitted fabrics with the number of washes

Properties (unit)	Number of washes	C20		C30		C40		C30+SP20		C40+SP20	
		W	C	W	C	W	C	W	C	W	C
B (gf·cm/cm ²)	0	0.048	0.027	0.025	0.013	0.018	0.006	0.082	0.196	0.030	0.026
	1	0.105	0.049	0.049	0.025	0.027	0.010	0.103	0.127	0.036	0.030
	10	0.084	0.048	0.050	0.024	0.024	0.005	0.136	0.144	0.023	0.026
	30	0.080	0.059	0.048	0.028	0.022	0.008	0.142	0.160	0.034	0.026
2HB (gf·cm/cm)	0	0.046	0.030	0.018	0.014	0.018	0.018	0.152	0.151	0.053	0.041
	1	0.143	0.076	0.078	0.046	0.041	0.013	0.192	0.207	0.070	0.048
	10	0.119	0.067	0.079	0.040	0.031	0.014	0.253	0.234	0.050	0.039
	30	0.118	0.074	0.072	0.042	0.032	0.013	0.241	0.254	0.057	0.039

굽힘 이력모멘트(2HB)는 섬유와 접탄성적 거동, 섬유와 섬유, 또는 실과 실 간의마찰에 따라 나타나는 값으로 2HB값이 크면 구김 회복성이 떨어진다. 2HB 값은 두께와 무게가 큰 스판덱스 혼용 면 편성물이 면 편성물 값보다 컸는데, 이로부터 스판덱스 혼용 면 편성물은 면 편성물보다 구김회복성이 떨어지는 것으로 나타났는데, 이는 스판덱스 혼용 캐주얼복을 착용할 때 구김이 잘 생기는 것을 흔히 느끼는 현상과 일치되는 것이다. 편성물에서도 두께와 무게가 큰 C20이 가장 큰 값을 보였다. 또한 B값과 마찬가지로 2HB값도 면 편성물에서는 코스 방향보다 웨일 방향의 값이 더 크며, 세탁 후에는 그 차가 더 뚜렷하다. 하지만 스판덱스 혼용 면 편성물에서 C30+SP20은 웨일과 코스 방향의 차이가 없으나 C40+SP20은 웨일 방향의 값이 약간 큰 경향을 나타내었다. 2HB값은 반복세탁 시에 B값과 같은 경향을 나타내며 증가하였다.

4) 전단 성질

각 편성물의 반복세탁에 따른 전단 강성(G)과 전단 각 0.5°에서의 이력(2HG)을 측정한 결과는 <Table 5>

와 같다. 편성물의 종류에 따른 G와 2HG는 동일한 경향을 보였다.

편성물의 전단 강성은 두께와 무게가 큰 것이 큰 값을 나타내었으나 스판덱스 혼용 C40+SP20의 값이 비교적 적었다. 이는 C40+SP20의 신장성이 크므로 전단력이 적은 것으로 사료된다. 전단 성질은 웨일과 코스방향에 따른 차이가 드러나지 않았다. 반복세탁 시 G와 2HG값은 모든 편성물에서 증가하였는데 특히 1회 세탁 시 크게 증가하였다. 이는 전단 저항을 결정하는 주요 인자 중 접촉된 루프간의 마찰구속과 굽힘 강성으로 설명할 수 있는데, 세탁 시 이완 수축되어 루프간의 접촉면적이 증가하고 굽힘 강성<Table 4>의 증가가 일어나기 때문이다.

5) 표면 성질

<Table 6>는 각 편성물의 반복세탁 시의 표면의 마찰과 거칠기를 나타내는 평균 마찰계수(MIU)와 표면 거칠기의 평균편차(SMD)의 결과이다.

MIU값은 면 편성물에서는 C30<C20<C40의 순으로 거칠기가 증가하였으며, 스판덱스 혼용 시는 C40

Table 5. Change in shearing properties of knitted fabrics with the number of washes

Properties (unit)	Number of washes	C20		C30		C40		C30+SP20		C40+SP20	
		W	C	W	C	W	C	W	C	W	C
G (gf/cm·degree)	0	0.85	0.84	0.62	0.66	0.47	0.44	1.17	1.09	0.50	0.53
	1	1.30	1.42	0.99	1.02	0.60	0.54	1.27	1.25	0.64	0.58
	10	1.28	1.40	0.96	1.01	0.60	0.58	1.24	1.38	0.59	0.54
	30	1.37	1.42	1.04	1.08	0.57	0.55	1.34	1.33	0.61	0.56
2HG (gf/cm)	0	1.76	1.77	1.16	1.32	1.31	1.20	4.58	5.02	0.99	1.16
	1	4.99	4.95	3.23	3.06	1.78	1.66	6.02	5.74	1.54	1.50
	10	4.77	4.56	2.91	2.99	1.64	1.56	7.19	6.74	1.40	1.29
	30	5.01	4.09	2.75	2.85	1.58	1.58	7.32	7.34	1.49	1.38

Table 6. Change in surface properties of knitted fabrics with the number of washes

Properties (unit)	Number of washes	C20		C30		C40		C30+SP20		C40+SP20	
		W	C	W	C	W	C	W	C	W	C
MIU (-)	0	0.165	0.178	0.158	0.171	0.189	0.220	0.195	0.203	0.209	0.231
	1	0.190	0.270	0.191	0.110	0.242	0.141	0.206	0.207	0.244	0.270
	10	0.234	0.244	0.198	0.198	0.264	0.312	0.210	0.196	0.260	0.274
	30	0.237	0.259	0.190	0.213	0.342	0.315	0.215	0.221	0.232	0.304
SMD (micron)	0	2.750	2.970	3.015	5.060	3.175	2.495	2.835	8.905	2.450	8.810
	1	3.240	4.690	2.390	4.335	2.080	3.815	2.750	5.320	2.490	5.840
	10	3.065	4.535	2.900	7.060	2.015	5.535	2.810	6.995	3.075	7.190
	30	3.720	7.985	2.480	6.830	2.695	6.290	3.015	3.935	3.050	8.200

+SP20가 C30+SP20보다 더 크게 나타나 편성물의 밀도 또는 실의 굵기와 상관성을 찾을 수 없었으며 방직, 제편 시의 여러 조건이 복합적으로 영향을 미치는 것으로 추정된다. 대체적으로 스판텍스 혼용 시에 MIU값이 크며, 웨일보다 코스 방향의 MIU값이 더 컸다. 세탁 후 모든 편성물의 마찰계수는 증가하였다.

표면 거칠기의 평균편차, 즉 두께의 평균편차 SMD는 코스와 웨일의 차가 매우 크며 코스 방향 값이 크게 나타났는데, 이는 평편 조직의 특성으로 웨일 방향의 줄이 형성되기 때문이다. 그러나 실이 가늘고 밀도가 높아 조직이 비교적 균일할 것으로 추정되는 C40만 세탁 전에 웨일 방향의 편차가 더 컸다. 또한 스판텍스 혼용 C30+SP20과 C40+SP20의 SMD값은 웨일 방향과 코스 방향에서의 차이가 면 편성물에 비해 매우 커서 스판텍스 혼용직물은 코스 방향의 요철이 심한 것으로 나타났다. 반복세탁 시 SMD값은 면 편성물에서는 웨일 방향 보다 코스 방향의 증가가 뚜렷하나, 스판텍스 혼용 면편성물인 C30+SP20은 코스 방향에서는 감소하였으며 C40+SP20의 코스 방향은 거의 변화하지 않는 것으로 볼 수 있다.

6) 압축 성질

반복세탁한 편성물을 50gf/cm² 까지 압축 시 또는 이 힘을 제거 할 때의 압축 선형도(LC), 압축에너지(WC)와 압축 레질리언스(RC)값은 <Table 7>과 같다.

부피감과 섬도 및 풍만감, 두께와 관련된 압축 성질에서 LC의 값이 1에 가까울수록 가한 압력에 비례

적으로 두께가 줄어드는 것이다. LC값은 편성물의 종류와 세탁에 의한 차이가 비교적 적은 편이다. 하지만 세탁 전에는 스판텍스 혼용 면 편성물의 LC값이 면 편성물보다 큰 경향이 있으나 30회 세탁 시에는 스판텍스 혼용 면 편성물보다 C30과 C40의 LC값이 더 컸다.

WC와 RC에서는 스판텍스 혼용 면 편성물과 면 편성물간의 차이를 찾을 수 없었다. 또한 반복세탁에 따른 WC값의 변화도 무시할 정도로 생각된다. 세탁이 반복 될 때 RC값은 대체적으로 감소하는 경향을 보였으나, C30과 C40+SP20은 10회 세탁까지는 증가한 후 감소하는 경향을 나타내었다.

2. 편성물의 태 평가

<Table 8>은 세탁에 따른 편성물의 감각 평가치를 나타낸 것이다. Koshi(stiffness)는 굽힘 성질에서 오는 뻣뻣한 느낌이며 천을 손으로 쥐었을 때 느끼는 반발성, 탄성, 가소성 등을 종합해서 표현하는 의미로서, 굽힘 특성, 전단 특성, 두께 및 무게와 상관성이 크다. Koshi값은 전단 특성과 유사한 경향을 나타냈으며, 스판텍스 혼용 면 편성물과 면 편성물간의 두드러진 차이는 찾을 수 없었다. 그러나 면 편성물과 스판텍스 혼용 편성물 각각에서는 두께와 무게가 큰 것의 Koshi값이 컸다. 세탁으로 Koshi값은 증가하였으며 1회 세탁 시의 증가가 특히 컸다. 이는 세탁 시 수축으로 인해 밀도가 증가되어 편성물의 두께와 무게의 증가 때문

Table 7. Change in compress properties of knitted fabrics with the number of washes

Properties (unit)	Number of washes	C20	C30	C40	C30+SP20	C40+SP20
LC (-)	0	0.659	0.621	0.663	0.675	0.672
	1	0.633	0.697	0.654	0.722	0.715
	10	0.675	0.698	0.655	0.727	0.680
	30	0.664	0.704	0.699	0.676	0.669
WC (gf·cm/cm ²)	0	0.129	0.104	0.136	0.103	0.129
	1	0.123	0.121	0.127	0.116	0.117
	10	0.119	0.121	0.119	0.126	0.117
	30	0.125	0.113	0.126	0.096	0.125
RC (%)	0	47.390	40.170	44.115	46.190	43.420
	1	46.620	40.190	46.240	36.090	44.905
	10	46.420	43.115	43.700	35.570	47.850
	30	40.165	41.360	39.095	34.305	41.590

Table 8. Change in hand values and total hand values of knitted fabrics with the number of washes

Properties	Number of washes	C20	C30	C40	C30+SP20	C40+SP20
Koshi (stiffness)	0	7.67	5.78	3.70	9.01	4.96
	1	9.60	7.42	5.27	9.75	5.59
	10	9.33	7.57	4.80	9.94	5.06
	30	9.73	7.94	4.59	10.16	5.31
Fukurami (fullness & softness)	0	5.89	3.99	6.77	3.68	7.12
	1	3.67	2.83	6.17	2.71	6.00
	10	3.58	3.90	5.22	2.79	6.64
	30	3.00	3.41	4.71	1.12	6.31
Numeri (smoothness)	0	5.02	4.41	7.19	-0.17	5.01
	1	0.72	1.81	7.27	-1.23	4.41
	10	1.06	1.79	5.70	-2.28	4.52
	30	0.28	2.11	5.22	-2.04	4.12
T.H.V. (winter)	0	3.44	3.06	3.48	2.64	3.32
	1	2.80	2.76	3.56	2.40	3.24
	10	2.81	2.85	3.29	2.28	3.25
	30	2.64	2.84	3.17	1.99	3.21

으로 생각되며, 앞의 역학적 성질에서 굽힘 특성과 전단 특성이 증가한 결과이다.

Fukurami(fullness and softness)는 부피감과 천의 풍부함에서 오는 느낌으로서 압축 시의 탄력성과 따뜻한 느낌이 동반된 두꺼움을 표현하고, 압축 특성과 표면 특성, 두께 및 무게의 영향을 주로 받는다. Fukurami값도 면 편성물과 스판덱스 혼용 시의 차이를 규정지을 수 없었으나, 모든 편성물에서 세탁하였을 때에 Fukurami값도 감소하였으며, 1회 세탁 시 크게 감소하였다. 이는 Koshi와는 반대되는 현상을 세탁으로 두께, 무게의 증가와 압축 특성의 감소에 기인된다.

Numeri(smoothness)는 매끄러움, 유연함, 부드러움이 혼합된 감각을 표현하는 용어로서 쉽게 굽혀진 후 회복이 잘되는 촉감이다. Numeri는 표면 특성, 압축 특성, 전단 특성의 영향을 크게 받는다. Numeri값은 Fukurami값과 비슷한 경향을 보였으나, C30+SP20의 Numeri값은 부의 값을 나타내어 매끄러움과 부드러움이 매우 부족함을 나타내었다. 세탁 시 Numeri값이 감소하였는데, 특히 밀도가 작은 C20의 면 편성물에서 크게 감소하였다.

동절기 언더웨어용 편성물의 산출식인 KN-304-WINTER에 적용하여 산출한 Total hand value(THV)를 산출하였다. Fukurami값과 Numeri값이 높고 Koshi값

이 낮은 편성물이 좋은 THV를 가져 세탁 전 편성물의 THV는 $C40 > C20 > C40+SP20 > C20 > C30+SP20$ 의 순서였다. 세탁이 반복되면 THV값이 감소하였으며, C40+SP20의 THV는 저하율이 가장 적어 30회 세탁 후에는 가장 좋은 THV를 가졌으나 C30+SP20은 30회 세탁 후에도 가장 낮은 THV값을 가졌다.

IV. 결 론

편성물의 세탁 후 외관의 변화를 보다 체계적으로 알아보기 위해, 내의용 면 편성물과 스판덱스 혼용 편성물을 30회까지 반복하여 세탁하였을 때의 역학적 성질의 변화와 태 평가치의 변화를 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 면 편성물과 스판덱스 혼용 편성물의 각각 역학적 성질은 인장 성질과 굽힘 성질에서 크게 차이가 났지만, 그 외의 역학적 성질들에서는 큰 차이가 없었다. 인장 성질과 굽힘 성질에서 스판덱스 혼용 편성물이 면 편성물보다 기본 태값이 컸다.

2. 코스와 웨일 방향의 역학적 성질은 면 편성물과 스판덱스 혼용 면 편성물에서 차이를 보였다. 인장 성질에서 면 편성물은 웨일이 코스보다 인장 성질이 작는데 비해, 스판덱스 혼용 편성물은 웨일이 코스

보다 크다. 굽힘 성질은 이와는 반대로 면 편성물은 코스보다 웨일의 굽힘 강성이 크며, 스판덱스 혼용 편성물은 웨일보다 코스가 뻣뻣하였다. 전단 성질은 모든 편성물에서 웨일과 코스의 차이가 거의 없었고, 표면 성질 중 표면 거칠기값은 모든 편성물에서 웨일 보다 코스가 큰 값을 보여 코스가 더 거친 것으로 나타났다.

3. 모든 편성물은 1회 세탁 후 대부분의 역학적 성질들은 크게 변화하였다. 세탁 후 편성물들은 인장 성질의 LT와 WT값이 증가하고, EM과 RT값의 감소로 치수안정성이 증가하였다. 전단 성질과 굽힘 성질은 모두 증가하였고, 표면의 마찰과 거칠기가 증가하였으며, 세탁 후 압축이 잘되지만 회복력이 감소하였다.

4. 세탁 후의 기본 태값의 변화는 Koshi는 증가하였고, Numeri와 Fukurami는 감소하여 편성물은 뻣뻣해지고, 매끄러움과 부피감이 감소하였다. 그리고 종합 태값의 경우는 동절기 언더웨어용의 산출 식으로 평가했을 때 반복세탁으로 모든 편성물이 감소하였으나 스판덱스 혼용 C40+SP20은 30회 세탁에도 THV 변화가 적어 가장 높은 값을 가졌다. C30+SP20은 매우 낮은 THV를 나타내어 스판덱스 혼용 시 실의 굵기, 조직, 열처리 방법 등은 기본 태 및 종합 태값에 크게 영향을 미치므로 이에 대한 세심한 조사가 더 필요한 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 소비자가 세탁을 가장 빈번히 행하는 내의용 면 편성물과 스판덱스 혼용 시의 세탁에 따른 변화를 확인하고자 하였는데, 시료로 사용한 편성물이 널리 사용되고 있는 시판 면 편성물로 편성조건들이 각각 달랐으며, 스판덱스 혼용 면 편성물의 열처리도 편성조건에 따라 널리 사용되는 조건으로 이루어져 편성물을 이루는 구성 조건이 매우 달랐다. 그러나 스판덱스 혼용에 따라 태의 변화가 매우 심하게 변하는 것을 알게 되었으므로, 추후 면 편성물과 스판덱스 혼용 편성물의 편성조건을 철저히 통제하여 물성과 태 평가가 좀더 체계적으로 이루어진 연구가 필요한 것으로 사료된다.

참고문헌

- 권오경, 김태규. (1994). 편성조건이 Interlock 편성포의 물성에 미치는 영향(2)-역학적특성 및 태에 관하여-. *한국섬유공학회지*, 31(6), 465-473.
- 김성련. (2000). *피복재료학* (제3개정판). 서울: 교문사.
- 김희은. (2001). 세탁 후 처리제가 편성물의 역학적 특성에 미치는 영향. *한국의류산업학회지*, 3(2), 174-179.
- 박명자, 박수경. (2004). 양모 방축가공사 편성물의 세탁 후 역학적 특성 및 태의 변화. *한국생활환경학회지*, 11(3), 198-205.
- 박신용, 강복춘, 황여구, 안재상. (1995). 더블니트 위편성물의 역학적 특성과 태에 관한 연구. *한국섬유공학회지*, 32(9), 859-868.
- 서정현, 성수광, 이송자, 권현선. (1999). 반복세탁 및 건조방법이 드레스셔츠의 물성에 미치는 영향. *한국의류산업학회지*, 1(2), 182-187.
- 오경화, 윤재희. (2004). 마찰과 세탁에 의한 극세 섬유 직물의 표면과 촉감변화에 관한 연구. *한국의류학회지*, 28(3), 539-545.
- 오경화, 윤재희. (2004). 지용성 오염과 반복세탁에 따른 극세 섬유 직물의 역학적 특성 변화와 흡수성에 관한 연구. *한국섬유공학회지*, 41(5), 328-334.
- 정혜원, 김구자, 김미경. (2006). 스판덱스 혼용 면 편성물과 면 편성물의 세탁에 따른 변형 비교. *한국의류학회지*, 30(2), 296-305.
- 정혜원, 나영주. (1999). 세탁에 의한 편성물 내의의 변형. *한국의류학회지*, 23(5), 737-744.
- Chen, P. L., Barker, R. L., Smith, G. W., & Scruggs, B. (1992). Handle of weft knit fabrics. *Textile Res. J.*, 62(4), 200-211.
- Choi, M. S. & Ashidown, S. P. (2000). Effect of changes in knit structure and density on the mechanical and hand properties of weft-knitted fabrics for outerwear. *Textile Res. J.*, 70(12), 1033-1045.
- Hiroko, Y. & Masako N. (1988). Durability of hand in spandex blend fabrics. *Textile Res. J.*, 58(7), 398-408.
- Kawabata, S. (1980). *The standardization and analysis of hand evaluation* (2nd ed.). Osaka: The hand evaluation and standardization committee.
- MacKay, C., Anand, S. C., & Bishop, D. P. (1996). Effects of laundering on the sensory and mechanical properties of 1X1 rib knitwear fabrics. Part I: Experimental procedures and fabric dimensional properties. *Textile Res. J.*, 66(2), 151-157.
- MacKay, C., Anand, S. C., & Bishop, D. P. (1999). Effects of laundering on the sensory and mechanical properties of 1X1 rib knitwear fabrics. Part II: Changes in sensory and mechanical properties. *Textile Res. J.*, 69(4), 252-260.
- Marmarali, A. B. (2003). Dimensional and physical properties of cotton/spandex single jersey fabrics. *Textile Res. J.*, 73(1), 11-14.
- Quaynor, L., Masaru, N., & Masaoki, T. (1999). Dimensional changes in knitted silk and cotton fabrics with laundering. *Textile Res. J.*, 69(4), 285-291.