한국의류산업학회지
제1권 제3호, 1999
<연구논문>

J. Kor. Soc. Cloth. Ind.
Vol. 1, No. 3, pp.288-295(1999)

반복세탁 및 전단 · 인장변형에 따른 텐셀직물의 피로도

권오경[1] · 이창미[1] · 김묘향[2] · 박희웅[3]

1) 경일대학교 의상디자인학과
2) 대구효성카톨릭대학교 의류학과
3) 대구공업고등학교

Fatigue Phenomenon of Mechanical Properties in Tencel Fabrics by Repeated Washing & Shear and Tensile Deformation

Oh Kyung Kwon[1], Chang Mi Yi[1], Myo Hyang Kim[2] and Hee Ung Park[3]

1) *Dept. of Clothing and Design, Kyungil University, Kyungsan, Korea*
2) *Dept. of Textiles and Clothing, Catholic University of Teagu-Hyosung, Kyungsan, Korea*
3) *Deagu Technical High School, Taegu, Korea*

Abstract : This study was conducted to examine the fatigue phenomenon of mechanical properties in tencel fabrics by repeated washing & shear and tensile deformation. The obtained results are as follows. After performing repeated shear·tensile deformation, RT of tencel showed higher increase rate than that of cotton and rayon, whereas its *WT* and *EM* was a smaller decrease rate than that of them. This means that tencel's resistance to tensile deformation was the greatest. In the repeated washing and shear·tensile deformation, tencel's *2HB, 2HG* and *2HG5* showed a remarkable increase rate. In terms of deformation frequency, the greatest change rate appeared at the time of 1000 cycles of repeated shear·tensile deformation and 15 times of repeated washing. In the hand value and *THV, KOSHI* showed a higher increase rate for tencel than for cotton and rayon in both repeated washing and shear·tensile deformation, and *NUMERI* showed a higher increase rate. In the *THV* the change rate of rayon and cotton could be rarely seen but for tencel, it decreased. tencel's change rate of thermal insulation value by materials was 1.08%, and it increased as the washing frequency increased, compared to the grey fabrics, whereas the change rates of cotton and rayon were 0.74% and 0.22%, respectively. The qmax decreased in the order of cotton>tencel>rayon as the washing frequency increased.

Key words : fatigue phenomenon, mechanical properties, washing, shear deformation, hand values

1. 서 론

텐셀은 셀룰로오스를 용융하여 만든 인조섬유로서 1960년대 스판덱스의 개발이래 가장 주목받고 있는 신소재이며 감성면에서도 팽팽함, 탄탄한감, 반발탄력성, 소프트한 터치, 우수한 드레이프성을 가짐과 동시에 합성섬유의 장점인 강한 내구성을 보유한 환경친화적인 21세기형 첨단소재이다(Mieck *et. al.*, 1995 : 園部, 1996). 텐셀섬유는 물속에서 팽윤도가 레이온에 비해 단면적 방향은 크고 길이방향은 작으며, 인장강도가 크고 피브릴의 발생을 초래하는 등의 특성을 가지고 있다(Ortlepp *et. al.*, 1997).

직물의 태란 물리량인 직물의 물성과 관능량인 역학적 효과 및 접촉마찰효과에 의해 정해지는 천의 최종 성능으로서, 태의 변화는 직물의 피로현상을 초래한다. 피로는 일정범위를 넘어선 오랜 시간동안의 반복 외력시 생기는 재료 및 구조물의 손상, 파괴를 의미하는 것으로 역학적 요인으로는 재료가 받는 인장, 전단, 압축, 표면 마찰 등을 들수 있으며, 이들 성질의 변화는 기본 변형에 대하여 이미 변형으로부터 원래 형태로의 회복이 어려움을 나타내는 것이다. 이러한 직물의 피로현상은 1976년 丹羽와 川端에 의해 개발된 피로예측 시뮬레이션법을 이용한 KES-F 시스템으로써 직물의 역학적 특성변화를 계측하는 동시에 착용실험을 통한 분석을 하므로서 그 상관성을 객관적 수치로 평가할수 있게 되었다.

텐셀의 경우 피브릴 현상은 태의 변화를 초래하는데, 텐셀의 물성에 관한 연구로는 텐셀직물을 적정조건에서 효소처리한 후의 태 및 염색성 변화 연구(土肥 등, 1994), 텐셀의 효소가공시 섬유외관의 변화 연구(정의상, 1996), 레이온 섬유와 리오셀 섬유의 물성비교에 관한 연구(Albrecht *et. al.*, 1997) 등이 다수 보고되었으나 피로현상에 관한 연구는 거의 미흡한 실정이다.

이에 본 연구에서는 반복 전단 · 인장변형에 따른 텐셀직물의 피로성능을 알아보기 위하여 면, 레이온, 텐셀직물을 시료로

Corresponding author; Oh Kyung Kwon
Tel. +82-53-850-7514, Fax. +82-53-850-7620
E-mail: okkwon@bear.kyungil.ac.kr

하여 KES-F5 시스템을 이용하여 0, 500, 1000, 2000, 3000회의 반복변형을 부여했으며, 동시에 세탁에 의한 피로도를 알아보기 위해 1, 3, 5, 10, 15, 20회의 반복세탁을 실시하여 역학적 특성치 및 열적특성을 계측하였다. 얻어진 특성치들은 소재별 피로도와 관련시켜 비교 고찰하였다.

2. 실 험

2.1. 시료

동일한 용도의 데님직물로서 구조적 특성이 유사한 면, 레이온, 텐셀직물을 사용하였으며, 모든 시료는 표준상태 (20°C, 65%R.H)의 항온항습실에 방치하여 수분평형상태가 되게 한 다음 시험에 사용하였으며, 소재별 특성은 Table 1과 같다.

2.2. 세탁조건

세탁은 S사의 가정용 전자동 세탁기와 시판세제를 사용하고, 표준주기로 설정하여 세탁 12분, 세제농도 0.3%, 세탁온도 30±2°C, 헹굼시간 7분으로 하였으며, 1, 3, 5, 10, 15, 20회의 반복세탁을 실시하였다. 준비된 시료는 겹치지 않도록 하나씩 떼어 넣고, 세탁후 바로 꺼내어 짜지 않고 자연건조시켰다.

2.3. 역학적특성의 측정 및 태값 산출

역학적특성의 측정은 KES-FB 시스템(KATO Tech Co., LTD.)을 사용하여 인장, 굽힘, 전단, 압축, 표면, 두께 및 중량의 6특성 16항목 특성치를 표준계측조건(川端, 1973)에서 측정하였으며, 얻어진 역학적 특성치는 KN-101식(川端와 丹羽, 1980)에 적용하여 KOSHI, NUMERI, FUKURAMI 등의 기본태값을, KN-301식(川端와 丹羽, 1980)에 의해 THV를 산출하였다.

2.4. 피로시험

반복변형의 양식은 KES-F5에 의해 하였으며, 유효시료면적은 폭 20 cm, 파지길이 5 cm, 최대변형량과 장력의 가변범위는 모두 착용시에 천이 받는 변형량이나 장력의 범위내로 설계되어 있다. 하중은 표준조건의 F=500 gf/cm^{2}를 택하였으며, 반복변형횟수는 0, 500, 1000, 2000, 3000회로 하였다. 이때, 반복변형속도는 5 cycle/sec로 하였다.

2.5. 열물성치 측정

접촉온냉감(q_{max}) : KES-F7 시스템(Thermo Labo II; Kato Tech CO., LTD.)을 사용하여 시료의 표면온도보다 높은 유한열량의 열원판을 시료에 접촉시킨 후 초기에 생기는 순간적인 시료로의 열흡수량의 최대치인 q_{max}를 측정하여 온냉감에 관계하는 척도로 하였다. 본 측정에서는 water-box에 실온 20°C의 물을 순환시켜 위에 놓인 시료표면의 온도를 실온과 동일하게 유지하였고, 피부온도와의 차이를 고려하여 열원판과 시료의 온도차를 10°C로 하였다. 시료에 대한 열원판의 접촉압은 10 gf/cm^{2}로 일정하게 하였으며, 각 시료에 대하여 3회 측정하여 평균치로 하였다.

열전도도(k) : 열전도도의 측정은 2매의 동판 즉, BT-BOX와 WATER-BOX사이에 시료를 삽입하여 BT-BOX를 열원으로 하고 온도를 일정하게 유지시켰다. 이때 열원의 일정온도 유지를 위해 필요한 열량과 그때의 시료양면의 온도차를 측정하여 다음식에 의해 열전도율을 구하였다. $\overline{W}$를 열류량(W), BT를 열판온도(°C), T를 공기온도(°C), D를 시료의 두께(mm), A를 BT-BOX의 면적 25 cm^2(시료에 가해지는 압력 : 6 gf/cm^2)이라고 하면,

$$k = \frac{W \times D}{A \times \Delta T} (W/cm \cdot {}^{\circ}C) \quad (1)$$

보온율 : KES-F 시스템(Thermo Labo II; Kato Tech CO., LTD.)을 이용하여 시료를 덮은 열판의 일정온도(30°C)를 유지하기 위하여 소비된 열량(W)과 시료를 덮지 않은 열판의 일정온도를 유지하는데 소비된 열량(Wo)을 비교하여 보온율(TIV)을 계산하였다. 이때 열원판과 실온과의 차이는 10°C로 설정하였고, 의복내 기후를 고려하여 풍속은 30 cm/sec로 하였다.

$$W = \frac{\overline{W} \times D}{BT - T} (W/cm \cdot {}^{\circ}C) \quad (2)$$

$$TIV(\%) = \frac{W_o - W}{W_o} \times 100 \quad (3)$$

3. 결과 및 고찰

일정 하중하에서의 전단 · 인장변형의 반복횟수에 따른 시료의 역학적특성 및 태값의 측정결과를 소재별로 Table 2~4에, 반복세탁횟수에 따른 측정결과를 Table 5~7에 각각 나타내었다. 또한 반복세탁에 의한 시료별 열물성치의 변화를 Table 8에 나타내었다.

3.1. 반복세탁 및 전단 · 인장변형에 의한 역학적특성 변화

Fig. 1은 반복 전단·인장변형에 의한 역학적 특성치의 반복변형 횟수별 변화율을, Fig. 2는 반복세탁에 의한 역학적 특성치의 변화율을 나타낸 것이다.

인장특성 : 인장특성은 직물을 인장변형, 회복시킬때의 거동과 관련되는 직물의 기본특성으로 반복 전단 · 인장변형시 인장선형성 LT는 소재에 따른 차이를 볼수 없었으며, 인장에너지 WT, 치수안정성의 유무에 관계하는 인장레질리언스 RT는 면 > 레이온 > 텐셀의 순으로 감소, 증가율을 나타내어 텐셀 착용시 형무너짐이 가장 적은 것으로 여겨진다. 반복세탁시 RT는 감소, LT, WT는 증가율을 보였는데, 습식법에 의해 제조되는

Table 1. Characteristics of fabrics for sample

	Yarn count ('s)	Fabric density (yarns/in)	Areal weight (mg/cm^2)	Thickness (mm)	Bulk density (g/cm^3)
Rayon	20×20	110×60	23.9220	0.8594	0.278
Cotton	20×20	80×55	19.9980	1.013	0.197
Tencel	20×20	102×65	20.1015	0.742	0.271

Table 2. Mechanical properties and hand values of cotton fabrics under constant weight 500 gf/cm^2

Properties		Frequency of repeated deformation				
		0	500	1000	2000	3000
Tensile	LT	0.582	0.553	0.547	0.551	0.577
	WT	12.56	7.39	6.57	6.31	6.87
	RT	37.52	48.84	48.91	51.65	50.77
	EM	8.61	5.30	4.84	4.57	4.78
Bending	B	0.0710	0.0747	0.0765	0.0765	0.0765
	2HB	0.0753	0.0982	0.1037	0.1037	0.1037
Surface	MIU	0.2280	0.2275	0.2275	0.2275	0.2275
	MMD	0.0146	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145
	SMD	5.3010	5.3012	5.3012	5.3012	5.3012
Shear	G	0.72	0.64	0.63	0.65	0.63
	2HG	1.61	1.86	1.88	2.06	2.01
	2HG5	2.85	2.73	2.68	2.86	2.64
Compression	LC	0.3730	0.3734	0.3734	0.3734	0.3734
	WC	0.3750	0.3746	0.3746	0.3746	0.3746
	RC	31.9700	31.9712	31.9712	31.9712	31.9712
Thickness & Weight	T	1.0130	1.0132	1.0132	1.0132	1.0132
	W	19.9980	19.9980	19.9980	19.9980	19.9980
HV	KOSHI	1.88	2.11	2.19	2.27	2.17
	NUMERI	6.58	6.20	6.20	6.03	6.14
	FUKURAMI	7.44	6.88	6.81	6.70	6.73
THV		3.07	3.01	3.05	3.00	3.01

Table 3. Mechanical properties and hand values of rayon fabrics under constant weight 500 gf/cm^2

Properties		Frequency of repeated deformation				
		0	500	1000	2000	3000
Tensile	LT	0.613	0.576	0.552	0.564	0.607
	WT	8.33	6.14	5.66	5.34	5.49
	RT	47.49	52.91	53.00	50.64	54.12
	EM	5.51	4.56	4.24	3.88	3.86
Bending	B	0.0878	0.0847	0.0871	0.0871	0.0871
	2HB	0.0588	0.0688	0.0827	0.0828	0.0828
Surface	MIU	0.1810	0.1811	0.1811	0.1811	0.1811
	MMD	0.0117	0.0116	0.0116	0.0116	0.0116
	SMD	3.4830	3.4826	3.4826	3.4826	3.4826
Shear	G	0.50	0.48	0.48	0.55	0.52
	2HG	0.71	0.89	0.87	1.11	1.08
	2HG5	2.43	2.37	2.26	2.54	2.39
Compression	LC	0.3270	0.3270	0.3270	0.3270	0.3270
	WC	0.3140	0.3142	0.3142	0.3142	0.3142
	RC	34.8100	34.8055	34.8055	34.8055	34.8055
Thickness & Weight	T	0.8594	0.8594	0.8594	0.8594	0.8594
	W	23.9220	23.9220	23.9220	23.9220	23.9220
HV	KOSHI	3.07	3.00	3.05	3.21	3.14
	NUMERI	7.25	7.16	7.24	7.20	7.10
	FUKURAMI	6.95	6.69	6.74	6.70	6.54
THV		3.96	3.89	3.96	3.98	3.91

레이온은 WT의 현저한 증가율을 나타내었으며 세탁횟수별로는 큰 차이를 보이지 않았다.

굽힘특성 : 반복 전단·인장변형 및 세탁 모두 B, 2HB의 증가경향을 보였는데, 굽힘 히스테리시스 2HB는 텐셀이 면, 레

Table 4. Mechanical properties and hand values of tencel fabrics under constant weight 500 gf/cm^2

Properties		Frequency of repeated deformation				
		0	500	1000	2000	3000
Tensile	LT	0.584	0.552	0.561	0.524	0.569
	WT	6.97	4.88	5.00	4.81	5.31
	RT	54.03	62.62	59.77	61.81	59.64
	EM	4.78	3.49	3.59	3.70	3.76
Bending	B	0.0723	0.0801	0.0763	0.0763	0.0763
	2HB	0.0248	0.0574	0.0574	0.0574	0.0574
Surface	MIU	0.1970	0.1968	0.1968	0.1968	0.1968
	MMD	0.0169	0.0169	0.0169	0.0169	0.0169
	SMD	3.1730	3.1734	3.1734	3.1734	3.1734
Shear	G	0.33	0.44	0.47	0.59	0.62
	2HG	0.41	1.36	1.36	0.63	1.85
	2HG5	1.08	2.07	2.14	2.41	2.49
Compression	LC	0.3850	0.3850	0.3850	0.3850	0.3850
	WC	0.3000	0.3001	0.3001	0.3001	0.3001
	RC	33.6100	33.6114	33.6114	33.6114	33.6114
Thickness & Weight	T	0.7420	0.7422	0.7422	0.7422	0.7422
	W	20.1015	20.1015	20.1015	20.1015	20.1015
HV	KOSHI	2.37	2.87	2.74	3.14	3.17
	NUMERI	6.38	5.63	5.71	5.55	5.09
	FUKURAMI	5.76	5.36	5.43	5.48	5.39
THV		3.21	2.99	2.99	3.05	2.86

Table 5. Mechanical properties and hand values of cotton fabrics after repeated washing

Properties		Number of washing						
		0	1	3	5	10	15	20
Tensile	LT	0.582	0.609	0.616	0.600	0.618	0.629	0.629
	WT	12.56	14.00	14.61	14.46	15.21	15.48	15.10
	RT	37.52	32.82	30.90	31.66	30.20	29.77	28.13
	EM	8.61	9.16	9.44	9.57	9.81	9.79	9.56
Bending	B	0.0710	0.0785	0.0847	0.0751	0.0931	0.0965	0.0982
	2HB	0.0753	0.0892	0.0876	0.0861	0.1032	0.0953	0.1022
Surface	MIU	0.228	0.230	0.237	0.232	0.235	0.226	0.216
	MMD	0.0146	0.0193	0.0184	0.0141	0.0173	0.0162	0.0175
	SMD	5.301	5.684	6.927	4.132	5.270	5.211	7.286
Shear	G	0.72	0.81	0.87	0.80	0.94	0.99	1.17
	2HG	1.61	2.05	2.22	2.12	2.42	2.58	2.98
	2HG5	2.85	3.84	4.24	3.78	4.56	4.88	5.58
Compression	LC	0.373	0.345	0.367	0.340	0.357	0.396	0.377
	WC	0.375	0.388	0.391	0.363	0.377	0.323	0.287
	RC	31.97	27.37	28.71	27.30	31.70	29.23	34.30
Thickness & Weight	T	1.0130	1.0990	1.1110	1.1040	1.1210	1.0230	0.9690
	W	19.9980	20.5945	20.4350	21.6092	22.1945	29.3627	22.1318
HV	KOSHI	1.88	2.12	2.36	2.00	2.76	3.53	3.39
	NUMERI	6.58	5.47	5.33	6.67	5.67	5.52	5.02
	FUKURAMI	7.44	6.97	7.01	7.57	7.21	6.34	6.31
THV		3.07	2.66	2.69	3.15	2.97	3.19	2.94

이온에 비해 큰 폭의 증가율을 나타내어 굽힘에 대한 회복성이 다소 떨어질 것으로 여겨진다. 변형횟수는 반복전단·인장변형 1000회, 세탁 15회시 가장 큰 변화율을 보였으며, 세탁횟수가 증가함에 따라 점점 히스테리시스 성분이 커짐을 알수 있었다.

Table 6. Mechanical properties and hand values of rayon fabrics after repeated washing

Properties		Number of washing						
		0	1	3	5	10	15	20
Tensile	LT	0.613	0.638	0.662	0.660	0.684	0.683	0.686
	WT	8.33	15.25	16.32	16.14	16.27	16.64	15.93
	RT	47.49	34.99	32.10	33.16	33.02	31.27	31.60
	EM	5.51	10.02	10.56	10.44	10.05	10.25	9.70
Bending	B	0.0878	0.1529	0.1494	0.1470	0.1518	0.1684	0.1736
	2HB	0.0588	0.0999	0.1131	0.1038	0.1089	0.1249	0.1229
Surface	MIU	0.181	0.193	0.204	0.200	0.222	0.207	0.221
	MMD	0.0117	0.0148	0.0150	0.0136	0.0157	0.0175	0.0144
	SMD	3.483	3.692	3.625	3.551	3.592	3.539	3.686
Shear	G	0.50	0.50	0.61	0.56	0.66	0.71	0.94
	2HG	0.71	0.32	0.44	0.46	0.63	0.74	0.98
	2HG5	2.43	2.50	3.02	2.96	3.64	3.94	5.21
Compression	LC	0.327	0.283	0.257	0.326	0.344	0.360	0.401
	WC	0.314	0.318	0.296	0.274	0.304	0.281	0.245
	RC	34.81	39.73	42.49	37.72	44.70	41.36	47.25
Thickness & Weight	T	0.8594	1.0130	1.0550	0.9200	0.9670	0.9620	0.8860
	W	23.9220	27.5310	27.4915	28.0507	28.9955	29.2900	28.4667
HV	KOSHI	3.07	4.17	4.17	4.23	4.88	4.82	5.36
	NUMERI	7.25	6.63	6.44	6.54	5.86	5.39	5.39
	FUKURAMI	6.95	7.35	7.31	6.87	6.79	6.31	6.26
THV		3.96	3.85	3.74	3.85	3.55	3.41	3.49

Table 7. Mechanical properties and hand values of tencel fabrics after repeated washing

Properties		Number of washing						
		0	1	3	5	10	15	20
Tensile	LT	0.584	0.540	0.559	0.572	0.562	0.593	0.601
	WT	6.97	9.59	10.33	9.66	10.00	10.34	9.96
	RT	54.03	44.86	42.36	40.18	42.28	39.28	40.63
	EM	4.78	7.09	7.40	6.82	7.15	6.99	6.68
Bending	B	0.0723	0.0805	0.0884	0.0856	0.0781	0.1283	0.1058
	2HB	0.0248	0.0364	0.0449	0.0407	0.0387	0.0772	0.0571
Surface	MIU	0.197	0.226	0.220	0.226	0.202	0.204	0.185
	MMD	0.0169	0.0178	0.0161	0.0203	0.0153	0.0164	0.0143
	SMD	3.173	3.790	3.968	3.709	4.296	4.812	5.141
Shear	G	0.33	0.42	0.68	0.49	0.61	1.25	1.35
	2HG	0.41	0.57	1.10	0.77	1.00	2.20	2.37
	2HG5	1.08	1.84	3.34	2.38	2.94	5.82	5.96
Compression	LC	0.385	0.337	0.314	0.349	0.359	0.396	0.455
	WC	0.300	0.254	0.180	0.194	0.191	0.198	0.190
	RC	33.61	32.91	32.60	36.67	34.90	34.86	37.09
Thickness & Weight	T	0.7420	0.7860	0.7150	0.6690	0.6910	0.6840	0.6420
	W	20.1015	21.1378	21.2735	21.5580	21.4900	21.0940	21.2500
HV	KOSHI	2.37	2.65	3.56	3.14	3.80	5.17	4.99
	NUMERI	6.38	5.62	5.01	4.78	5.40	4.44	4.79
	FUKURAMI	5.76	5.69	5.00	4.63	5.18	5.05	4.99
THV		3.21	2.94	2.90	2.63	3.15	3.03	3.12

전단특성 : 전단특성은 경위사 교착점에서의 미끄럼, 교착점에서의 탄성변형 및 실의 휨변형 등의 인자에 의해 정해지는 성질로 의복착용시 외관, 형태, 착용감등과 밀접한 관계를 가진다. 굽힘특성과 함께 전단각 5°에서의 히스테리시스 2HG5도

Table 8. Thermal properdties of fabrics after washing

Number of washing	TIV(%)[a]			qmax (W/cm^2 · s)			k(W/cm · °C)[b]		
	Rayon	Cotton	Tencel	Rayon	Cotton	Tencel	Rayon	Cotton	Tencel
0	12.0	17.1	9.5	0.1956	0.1372	0.1778	1.37	1.705	1.59
1	7.7	15.4	9.5	0.1680	0.1368	0.1648	1.255	1.07	1.305
3	6.8	17.1	10.3	0.1608	0.1343	0.1634	1.15	1.04	1.26
5	6	15.4	7.7	0.1600	0.1402	0.1688	1.17	1.02	1.205
10	4.3	16.2	12.8	0.1575	0.1332	0.1632	1.07	1.01	1.25
15	4.3	14.5	7.07	0.1522	0.1330	0.1597	1.02	0.98	1.21
20	2.6	12.8	10.3	0.1472	0.1332	0.1520	1.06	1.06	1.22

a) Thermal insulation value
b) Thermal conductance

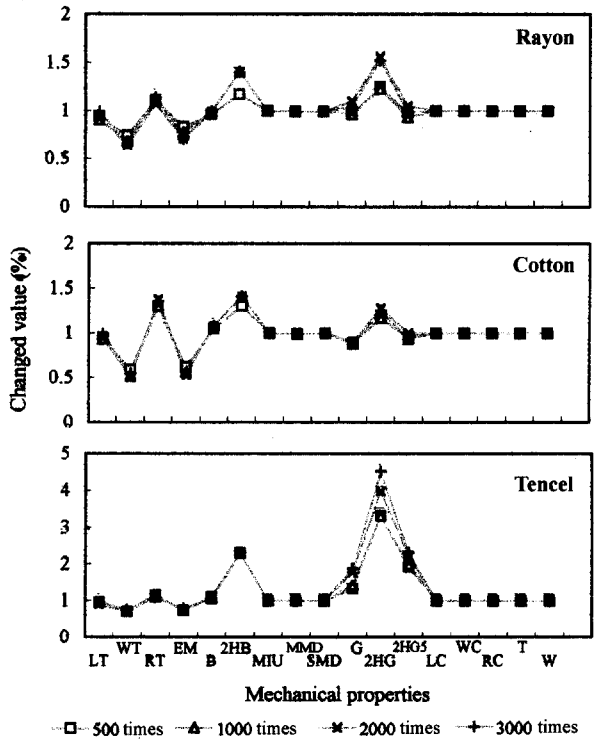

Fig. 1. Changel value of mechanical properties by repeated shearing and tensile deformation.

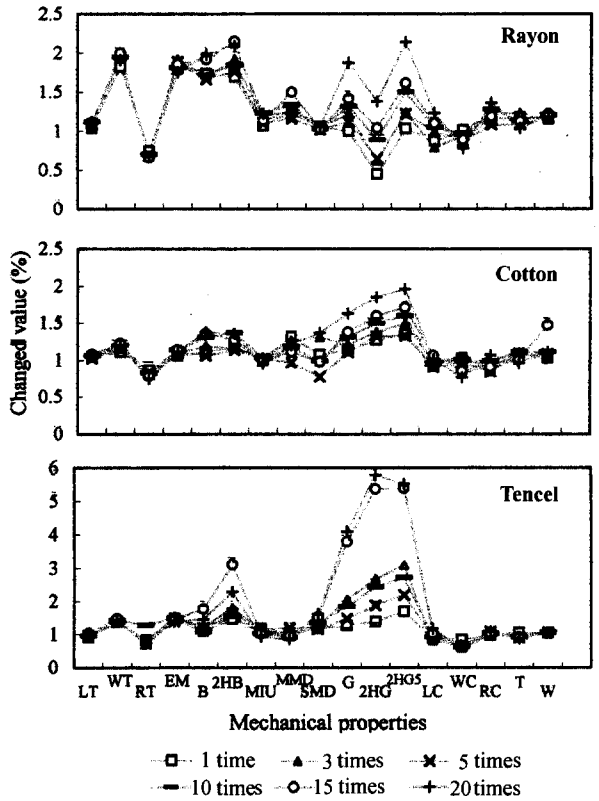

Fig. 2. Changed value of mechanical properties by repeated washing.

반복 전단·인장변형시 텐셀 > 레이온 > 면의 순으로 증가율을 나타내었으며, 텐셀은 3%~4.5%의 변화율로 면, 레이온 1.2%~1.4%, 1.3%~1.7%의 2배의 수치를 보였다. 전단각 0.5°에서의 히스테리시스 2HG는 면, 레이온은 거의 변화율을 보이지 않았으나 텐셀은 2배의 증가율을 보였다.

2HG, 2HG5는 전단 변형시의 변형 및 회복에 관계되는 성질로서 전단이력이 클수록 회복시 에너지 손실이 큰 것을 의미하는데, 텐셀의 경우 피브릴레이션이 세탁중의 물리적 작용에 의해 피브릴화가 가속되었기 때문으로 여겨지며, 이것이 회복되지 않은 상태에서는 비틀림등이 야기될것으로 추측된다.

압축특성 : 압축특성은 반복 전단·인장변형시 소재에 따른 차이를 볼수 없었다. 반복세탁시 압축선형성 LC는 소재에 따른 차이를 보이지 않았으나 압축에너지 WC는 텐셀이 세탁횟수별 가장 착은 차를 보이며 감소하였으며, 압축레질리언스 RC는 레이온 > 면 > 텐셀의 순으로 증가율을 보였다.

표면특성 : 표면특성은 평활감과도 관련되는 특성으로 반복 전단 · 인장변형시는 소재에 따른 차이를 보이지 않았으며, 반복세탁시 세탁횟수가 증가함에 따라 레이온, 면 마찰계수의 평균편차 MMD는 증가율을 나타내었으나 텐셀은 세탁횟수별 차이를 볼수 없었다. 이는 텐셀이 세탁되는 동안 수류에 의한 교반작용에 의해 일차적으로 돌출된 모우가 제거되면서 표면이

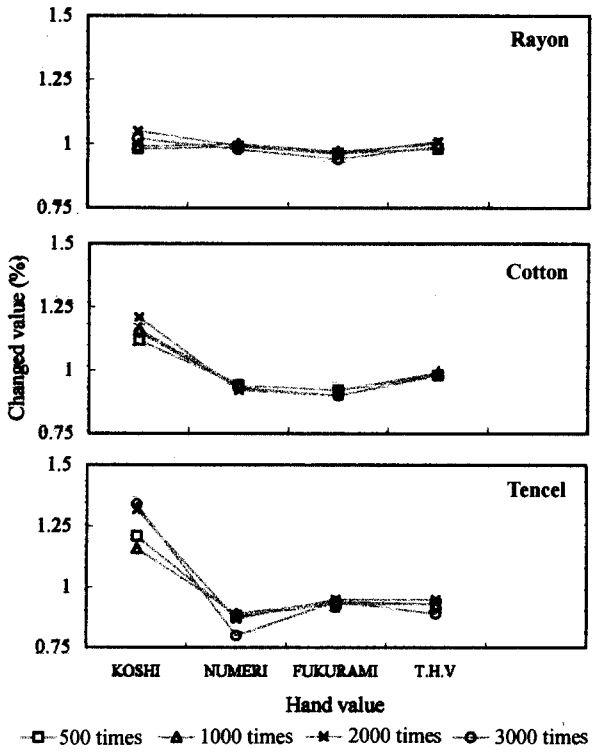

Fig. 3. Changed value of H.V and T.H.V by repeated shearing and tensile deformation.

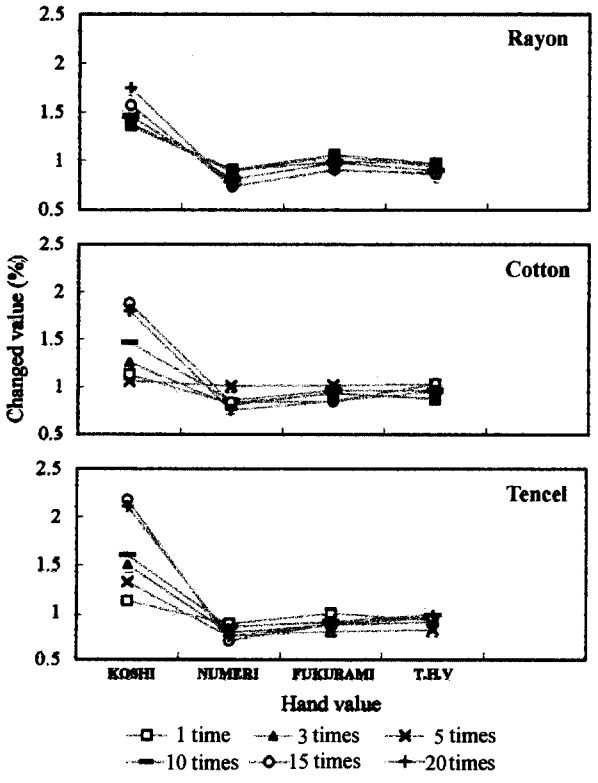

Fig. 4. Changed value of H.V and T.H.V by reapeated washing.

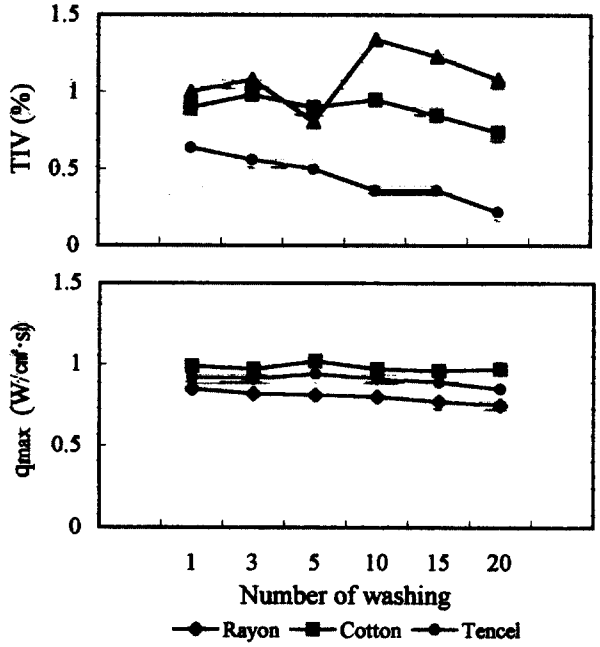

Fig. 5. Canged value of thermal insulation value and qmax by repeated washing.

평활화되었기 때문으로 여겨진다.

3.2. 반복 세탁 및 전단 · 인장변형에 의한 태값의 변화

Fig. 3은 반복 전단·인장변형에 의한 태값의 반복변형 횟수별 변화율을, Fig. 4는 반복세탁에 의한 태값의 변화율을 나타낸 것이다.

KOSHI는 반발력, 탄성을 나타내는 표현으로 대개 사밀도가 높은 직물, 탄력성 있는 실로 제직한 직물이 이 느낌을 강하게 나타내며 굽힘특성, 전단특성과 밀접한 관계를 갖는다. 태값은 반복 전단·인장변형시 텐셀 > 면 > 레이온의 순으로 나타났으며 면, 레이온은 변형횟수별 차이를 보이지 않았으나 텐셀은 2000회부터 큰 폭의 증가율을 보였다. 반복세탁시 레이온 1.3%~1.8%, 면 1.02%~1.98%의 증가율을, 텐셀 1.2%~2.3%의 증가율로 텐셀이 가장 높은 증가율을 나타내었고, 반복세탁 15회부터 큰 폭의 증가율을 보여 탄성 반발력있는 직물임을 알수 있다.

NUMERI는 매끄럽고 유연하며 부드러움이 혼합된 느낌으로 굴곡탄성이 있는 직물이 갖는 감각으로 표면특성, 압축특성과 관련된 태값이다. 반복 전단 · 인장변형시 레이온은 거의 변화율을 볼수 없었으며, 텐셀 > 면의 순으로 감소율을 나타내었고 텐셀은 반복변형 3000회시 급격한 감소율을 나타내어 촉감이 좋아지고 유연해짐을 알수 있다.

FUKURAMI는 압축시 탄성과 부드러움 및 부피감이 동반된 느낌으로 압축특성과 주로 관련되는데, 반복 전단 · 인장변형시 텐셀 > 면 > 레이온의 순으로 텐셀은 반복세탁 1회시는 변화율을 볼수 없었으나 반복세탁 3회시부터 감소하는 것으로 나타났다.

3.3. 반복세탁에 의한 열물성치의 변화

Fig. 9는 반복세탁에 따른 열적특성의 변화율을 나타낸 것으로 소재별 보온율의 변화는 5회 세탁이후 레이온의 감소율이 0.22%로 가장 낮았고, 면 0.74%, 텐셀 1.08%로 텐셀은 세탁횟수가 증가함에 따라 보온율이 증가하는 것으로 나타났다.

접촉온냉감은 q_{max} 값이 클수록 냉감이 강하며 두께, 중량과 역상관을 가지는데, 세탁횟수가 증가함에 따라 감소하였으며 면 > 텐셀 > 레이온 순으로 감소경향을 보였다.

소재별 열전도도는 세탁횟수가 증가함에 따라 점차적인 감소경향을 나타내었으며, 레이온, 텐셀 각각 0.77%, 0.76%로 비슷한 감소율을 보였으며 면은 조금 낮은 수치를 보였는데, 이는 중량, 두께에 의한 변화 영향으로 여겨진다.

4. 결 론

반복 전단 · 인장변형에 따른 텐셀직물의 피로성능을 알아보기 위하여 면, 레이온, 텐셀직물을 소재로 하여 1, 3, 5, 10, 15, 20회의 반복세탁 및 KES-F5 시스템에 의해 피로변형을 부여한후 역학적 특성치 및 열적특성치를 얻은 후 이들 특성치들을 비교분석하여 소재간의 특징을 고찰하여 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 반복 전단 · 인장변형시 텐셀의 RT가 면, 레이온에 비해 큰 폭의 증가율을, WT, EM은 소폭의 감소율을 보여 텐셀의 인장변형의 저항이 가장 큼을 알수 있었다.

2. 반복 세탁 및 전단 · 인장변형 모두 텐셀의 2HB, 2HG, 2HG5가 현저한 증가율을 나타내었으며, 변형횟수별로는 반복 전단 · 인장변형 1000회, 반복세탁 15회에서 가장 큰 변화율을 보였다.

3. 기본태 및 THV에서 KOSHI는 반복 세탁 및 전단 · 인장변형 모두 면, 레이온에 비해 텐셀이 높은 증가율을, NUMERI는 높은 감소율을 나타내었으며, THV에서는 반복 전단 · 인장변형시 레이온, 면의 변화율은 거의 볼수 없었으나 텐셀은 감소되었다.

4. 소재별 보온율의 변화는 텐셀 1.08%로 세탁횟수가 증가함에 따라 원포에 비해 증가하였으며, 면, 레이온 0.74%, 0.22%로 나타났다. 접촉온냉감은 세탁횟수가 증가할수록 저하하였으며 면 > 텐셀 > 레이온의 순으로 나타났다.

참고문헌

정의상 (1996) Cellulose에 의한 Tencel직물의 표면개질가공. *한국섬유공학회지*, **33**(5), 458-471.

園部 茂 (1996) テンセルの展開と風合加工. *加工技術*, **31**(5), 292-294.

土肥愼吾 · 前島義夫 · 大野浩成 · 乾 拓雄 (1994) 新しいセルロース繊維「テンセル」の酵素處理. *繊維加工*, **46**(3), 101-105.

川端季雄 (1973) 風合の計量のための布の力學特性のキャラクタリゼーションーおよびその計測システムについて. *日本繊維機械學會誌*, **26**, 721-728.

川端季雄 · 丹羽雅子 (1980) 風合の計算式 KN-101, KN-102および KN-301. *日本繊維製品消費科學會誌*, **33**(2), 164-169.

Albrecht W., Reintjes M. and Wulfhorst B. (1997) Lyocell fibers, *Fiber Tables*, **47**, 298-304.

Mieck K. P., Nicolai M. and Nechwatal A. (1995) Contribution to the judgement of fibrillability of cellulosic fibers. *Chemical Fibers International*, **45**, 44-46.

Ortlepp G., Beckmann E. and Mieck K.P. (1997) Fibrillated lyocell filament-a basis for new yarn structures. *Fiber Tables*, **47**, 14.

(1999년 6월 18일 접수)