

## 반복 전단 · 인장 변형에 따른 데님 직물의 피로도에 관한 연구

이 창 미 · 권 오 경 · 박 회 응\*

경북산업대학교 의상디자인학과 · \*대구공업고등학교

### **Fatigue Phenomenon of Mechanical Properties in Denim Fabrics for Slacks during Repeated Shear and Tensile Deformation**

**Chang-Mi Yi · Ok-Kyoung Kwon · Hee-Ung Park\***

Dept. Clothing and Design, Kyungpook Sanup University

\*Dae-gu Technical High School

(1996. 5. 13 접수)

#### **Abstract**

This study was conducted to examine the fatigue phenomenon of mechanical properties in denim fabrics for slacks during repeated shear and tensile deformation by analysing the change in the basic dynamic properties of fabrics on the basis of experiments to obtain the basic data necessary to measure their fatigue. In addition, this study was carried out by allowing these denim fabrics at market to go through the repeated deformation under such different loads as 500 gf/cm<sup>2</sup> and 1000 gf/cm<sup>2</sup> by using a simulated fatigue tester, by calculating both dynamic properties and hand value (HV) of these fabrics with KES-F system and then by obtaining the THV through these calculated properties.

The results are as follows:

1. The fatigue phenomenon of dynamic properties was remarkably shown by the repeated shear and tensile deformation, while the increase of hysterical plastic substances was also remarkable in these shearing and bending properties.

2. The elasticity values of tensile, bending and compression properties, such as, B and G were reduced; whereas RT and RC values increased. It was shown, then, that those fabrics lost their elasticity and became flexible and soft with the increase of fatigue.

3. The fatigue phenomenon of hand value also showed that those fabrics became soft in relation with the change of all dynamic properties, and that their performance was also change to flexible hand value.

4. The degree of fatigue was also shown by the loads given to the repeated deformation. It was shown that the fatigue was higher for the tensile load of 1000 gf/cm<sup>2</sup> than did the

standard load of 500 gf/cm<sup>2</sup>. It is necessary, therefore, to consider the load in accordance with their usage when examining the fatigue phenomenon with respect to the dynamic properties of clothing materials.

5. The loads were nearly not influenced by the change in the general hand value tended to show a little of increase with the increase of fatigue. Based on those results, it seems that the fatigue phenomenon is related to the loads given to the repeated deformation.

## I. 서 론

Jean은 Basic 상품으로서 수십년간 꾸준한 인기를 누려 왔다. 최근 Jean은 고부가가치의 기술 개발과 변화하는 패션 트렌드에 발맞추어 국내의 Jean의류시장에서도 Jean 브랜드들의 고상품 차별화에 따라 그 수요가 급증하고 있으며, 데님지의 수요 역시 크게 늘어나고 있는 실정이다. 데님 직물은 착용시 편안하고, 질기고 튼튼하여 의류용 및 실내 장식용, 가구용 등 그 용도가 널리 적용되고 있다.

의복의 착용에 있어 피복 재료의 파괴가 생기기 전에 이미 피로라고 하는 성능 파괴가 생겨 실제상으로는 기능을 잃는 것이 많다. 종래부터 천의 피로라고 하는 것은 오로지 전단 강도, 신도의 측정으로 평가하기도 하고, 마모 특성으로 바꾸어 놓기도 하였으나, 이들은 착용 중에 생기는 피천이 직접 관계가 희박하며, 태의 변화와 밀접한 관계가 있다.

천이 받는 작용의 기본은 인장, 전단, 굽힘, 압축 변형 및 표면의 마찰이지만, 이들은 단독이라기 보다는 서로 조합되어 있다. 이와 같은 천의 역학적 특성으로부터 태의 수량화가 가능하게 되었고, 피로에 의한 태 변화의 추적이 가능하게 되었다.

직물의 피로에 관한 연구로는 기계적 인장과 전단의 동시변형에 의한 역학적 성질과 태의 변화(丹羽 등, 1978, 1979)가 있으며, 의복의 착용과 소비과정에 따른 역학적 특성의 변화(腹部와 丹羽, 1981, 1983) 등 많은 연구 보고가 있으나, 슬랙스중 실용 의복으로 가장 많

이 소비되고 있는 데님 본 연구에서는 직물에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 직물의 피로에 관한 연구의 일환으로 데님직물의 피로를 알아보기 위해 일정 하중하에서의 반복전단, 인장변형에 의한 피로도 시험을 실시하고, 천의 역학적 특성치 및 태값을 측정하여 기본태값을 산출하였으며, 얻어진 특성치들을 인장 하중 부여에 따른 반복변형 횟수별로 비교·고찰하였다.

## II. 실험

### 1. 시 료

사용한 시료는 시판중인 Jean 슬랙스용으로서, 그 물리적 특성은 Table 1과 같다.

### 2. 실험 방법

#### 2.1. 역학적 특성의 측정

역학적 특성의 측정과 KES-Fsystem(Kato Tech CO., LTD.) (川端, 1980)을 이용하여 인장특성, 굽힘 특성, 전단특성, 압축특성, 표면특성 및 두께와 중량의 6 특성 16 항목 특성치를 표준제측조건(川端, 1973)하에서 측정하였으며, 측정항목 및 특성치의 내용은 Table 2와 같다. 실험실의 조건은 20±2°C, 65±2% RH 상태로 하였다.

#### 2.2. 태값 산출

KES-F system에 의하여 구해진 16종의 역학적 특성치로부터 태값 산출식 KN-101 식(川端, 丹羽, 1980)에 의해 KOSHI, NUMERI, FUDURAMI 등

Table 1. The specification of darim fabric for sample

Material fiber	Cloth structure	Yarn number (Ne)	Density (yarns/in)	Thickness (mm)	Areal weight (mg/cm <sup>2</sup> )
cotton 100%	twill	12'S×11'S	80×54	1.3599	33.0832

**Table 2.** Characteristic values of basic mechanical properties and measuring apparatus for fabrics

Parameter	Description		Unit	Apparatus
Tensile	LT	Tensile linearity	none	KES-FB1
	WT	Tensile energy	gf·cm/cm <sup>2</sup>	
	RT	Tensile resilience	%	
Bending	B	Bending rigidity	gf·cm <sup>2</sup> /cm	KES-FB2
	2HB	Hysteresis of bending moment	gf·cm/cm	
Shearing	G	Shear stiffness	gf/cm·deg	KES-FB1
	2HG	Hysteresis of shear force at 0.5 deg. of shear angle	gf/cm	
	2HG5	Hysteresis of shear force at 5 dge. of shear angle	gf/cm	
Compression	LC	Linearity of compression-thickness curve	none	KES-FB3
	WC	Compressional energy	gf·cm/cm <sup>2</sup>	
	RC	Compressional resilience	%	
Surface	MIU	Coefficient of friction	none	KES-FB4
	MMD	Mean deviation of MIU	none	
	SMD	Geometrical roughness	μm	
Thickness	T	Thickness at 0.5 gf/cm <sup>2</sup> pressure	mm	KES-FB3
Weight	W	Weight of specimen per unit area	mg/cm <sup>2</sup>	Balance

**Table 3.** The mechanical properties and hand values of samples under constant weight 500 gf/cm<sup>2</sup>

Properties		Samples	Frequency of repeated deformation					
			0 <sup>0</sup>	1×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>4</sup>	2×10 <sup>4</sup>	4×10 <sup>4</sup>
Tensile	LT	0.6715	0.6650	0.6448	0.6404	0.6469	0.6364	0.6446
	WT	17.7135	14.9695	12.4215	12.4705	12.4215	11.5150	11.8080
	RT	47.0181	47.1817	48.1128	48.1128	51.3690	50.1030	52.7066
Bending	B	0.1822	0.1594	0.1638	0.1503	0.1448	0.1690	0.1683
	2HB	0.1945	0.1622	0.1764	0.1682	0.1740	0.1812	0.1874
Shear	F	2.2577	1.8326	1.7542	1.7493	1.7897	1.8350	1.8179
	2HG	3.9959	3.6725	4.0254	4.0645	4.1258	4.4203	4.1699
	2HG5	6.1348	6.0417	6.4631	6.8870	6.6446	6.9580	6.2990
Surface	MIU	0.2406	0.2362	0.2286	0.2259	0.2168	0.2198	0.2190
	MMD	0.0346	0.0230	0.0201	0.0171	0.0161	0.0196	0.0204
	SMD	3.7191	3.6333	4.0719	4.1234	3.8416	3.9126	4.115
Compression	LC	0.4042	0.3750	0.4027	0.4424	0.4136	0.4089	0.3892
	WC	0.4616	0.4577	0.4234	0.3930	0.424	0.4126	0.3881
	RC	26.7516	33.6188	29.8611	32.3452	29.6984	30.3824	32.7982
Thickness	T	1.3599	1.3550	1.2549	1.1987	1.2329	1.2256	1.2305
Weight	W	33.0832	33.4883	33.0832	33.0832	33.0832	33.0832	33.0832
H.V.	KOSHI	6.26	5.74	5.91	5.72	5.62	5.91	5.88
	NUMERI	2.39	3.95	4.01	4.32	4.80	4.20	3.90
	FUKURAMI	5.56	6.46	6.14	6.10	6.59	6.29	6.02
T.H.V	T.H.V	2.69	3.01	3.04	3.12	3.27	3.10	3.02

Table 4. The mechanical properties and hand values of samples under constant weight 1000 gf/cm<sup>2</sup>

Properties		Samples	Frequency of repeated deformation						
			0°	1×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>4</sup>	2×10 <sup>4</sup>	4×10 <sup>4</sup>	6×10 <sup>4</sup>
Tensile	LT		0.6715	0.6465	0.6382	0.6297	0.6251	0.6207	0.6179
	WT		17.7135	14.4305	12.0050	11.0740	10.5595	10.3635	10.1675
	RT		47.0181	46.5831	46.2620	48.1012	50.9094	48.9786	51.2143
Bending	B		0.1822	0.1630	0.1481	0.1532	0.1636	0.1580	0.1607
	2HB		0.1945	0.1752	0.1864	0.1828	0.1940	0.1872	0.1955
Shear	F		2.2577	1.7174	1.6525	1.6623	1.7003	1.7015	1.6452
	2HG		3.9959	3.7167	3.9176	3.9494	4.4149	4.2875	4.2287
	2HG5		6.1348	5.7845	6.1109	6.0245	6.4337	6.3675	6.1936
Surface	MIU		0.2406	0.2359	0.2298	0.2259	0.2217	0.2163	0.2198
	MMD		0.0346	0.0208	0.0187	0.0221	0.0214	0.0222	0.0243
	SMD		3.7191	3.4251	3.6603	3.4472	3.3369	3.4087	3.4913
Compression	LC		0.4042	0.4170	0.3809	0.3768	0.4492	0.4308	0.3928
	WC		0.4616	0.3881	0.4557	0.4577	0.4479	0.4165	0.4273
	RC		26.7516	34.3434	32.1828	38.3298	35.0109	37.7672	37.8788
Thickness	T		1.3599	1.2329	1.2598	1.2769	1.1768	1.2012	1.1938
Weight	W		33.0832	33.4852	33.4883	33.4883	33.4883	33.4883	33.4883
H.V.	KOSHI		6.26	5.79	5.47	5.65	5.97	6.03	6.11
	NUMERI		2.39	4.05	4.66	4.23	4.01	3.76	3.57
	FUKURAMI		5.56	6.09	6.67	6.46	6.02	5.74	5.75
T.H.V	T.H.V		2.69	3.04	3.20	3.08	3.04	2.95	2.90

Hand Value 를 산출하고, 종합태값 THV(Total Hand Value)는 KN-301식(川端, 丹羽, 1980)에 적용하여 산출하였다.

### 2.3. 피로 시험

반복변형의 양식은 피로시험기 KES-F5에 의해 행하였으며, 유효시료면적은 폭 20 cm, 파지 길이 5 cm 이고 최대 변형량과 장력의 가변범위는 모두 착용시에 천이 받는 변형량이나 장력의 범위내에서 설계되어 있다. 이 시료들의 물성변화는 KES-F system에 의해서 계측하여 얻도록 되어 있다. 이러한 변형 양식의 피로 시험의 변형조건으로는 경사방향으로 일정한 하중 F를 부여하는 상태에서 위사 방향으로 ±1 cm의 반복전단 변형을 부여한다. 하중은 표준 조건의 F=500 gf/cm<sup>2</sup> 및 가혹한 하중 F=1000 gf/cm<sup>2</sup>를 택하였다. 반복 변형 횟수는 0, 1000, 5000, 10000, 20000, 40000, 60000 회로 하였다. 이상의 조건 500 gf/cm<sup>2</sup>는 의복 착용시 앉아있을 때의 엉덩이 부분에서 발생하는 최대 변

형에 근사한 조건이다(山田 등, 1970). 반복변형 속도는 5 cycle/sec로 행하였다.

## III. 결과 및 고찰

일정 하중하에서의 전단·인장 변형의 반복 횟수에 따른 시료의 역학적 특성 및 태값의 측정 결과를 부여 하중별로 Table 3, 4에 각각 나타내었다.

### 1. 반복변형에 따른 역학적 특성의 변화

#### 1.1. 인장 특성

Fig. 1은 반복 횟수별 데넵지물의 인장 선형성(LT), 인장에너지(WT) 및 인장레질리언스(RT)의 변화를 나타낸 것으로, 인장특성인 선형성(LT) 및 인장 에너지(WT)의 값이 작아지는 것은 작은 힘에도 늘어나기 쉬움도 뜻한다(Niwa, 1983). 즉, LT가 작을수록, 인장 초기의 신도 저항이 적을수록 의복 착용시

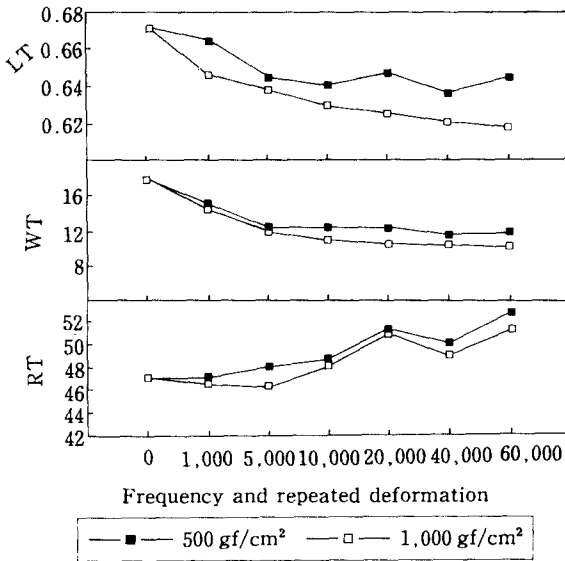


Fig. 1. The relation between tensile properties and frequency of repeated deformation for the samples. LT: Tensile linearity, WT: Tensile energy, RT: Tensile resilience

피로감이 경감되고 착용성이 좋아짐을 의미하는데, 반복 변형횟수가 증가할수록 RT는 반복 변형을 할수록 증가하는 경향을 나타내는데, 인장 하중 500 gf/cm<sup>2</sup>일 때가 1000 gf/cm<sup>2</sup>에 비해 보다 큰 수치를 나타내어 형태 안정성이 좋은 것으로 나타났으며, 인장 에너지 (WT)는 반복 변형 횟수의 증가에 따라 그 수치가 감소하는데, 500 gf/cm<sup>2</sup>일 때가 조금 더 큰 수치를 나타내었다. 이상의 인장특성치로 볼 때, 정도가 센 인장 하중 1000 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 500 gf/cm<sup>2</sup> 하중시보다 피로가 증가됨으로서 천의 신축은 용이해지는 것을 알 수 있다.

1.2. 굽힘 특성

Fig. 2는 반복 변형횟수에 따른 천의 굽힘 특성, 즉 굽힘 강성(B) 및 굽힘히스테리시스(2HB)의 변화를 나타낸 것으로, B 및 2HB의 값이 적으면 천의 탄력이 풍부하고 신체의 곡선이 강조되는 실루엣을 형성하며, 큰 값을 가질수록 굽힘이 어렵고 신체로부터 공간을 유지해주는 박스형 실루엣을 형성한다. 반복변형에 따라 인장 하중 500 gf/cm<sup>2</sup>일 때와 1000 gf/cm<sup>2</sup>에서 B의 경우는 서로 근사치를 보이며 원포와 비슷한 경향을 보이나, 2HB에서는 1000 gf/cm<sup>2</sup>가 500 gf/cm<sup>2</sup>에 비해

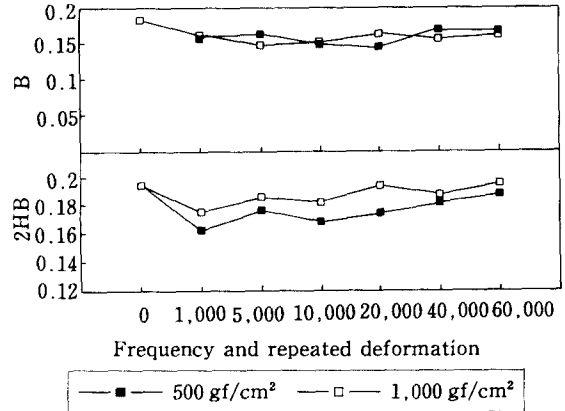


Fig. 2. The relation between bending properties and frequency of repeated deformation for the samples. B: Bending rigidity, 2HB: Hysteresis of bending moment

큰 수치를 보였다. 이는 천이 받는 하중이 클수록, 반복 변형횟수가 증가할수록 소성 성분이 증대됨으로서 굽힘에 대한 구김저항성이 감소되고 착용에 의한 형태 너짐이 생기기 쉬운 것으로 해석할 수 있다.

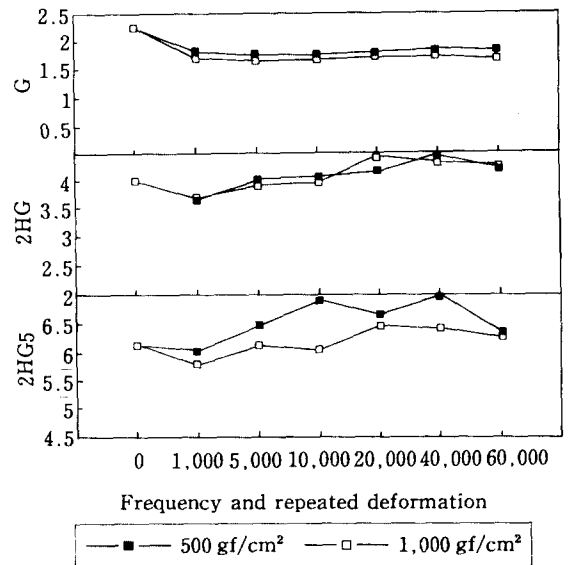


Fig. 3. The relation between shearing properties and frequency of repeated deformation for the samples. G: Shear stiffness, 2HG: Hysteresis of shear force at 0.5 deg. of shear angle, 2HG5: Hysteresis of shear force at 5 deg. of shear angle

1.3. 전단 특성

Fig. 3은 반복 횟수에 따른 천의 전단 특성, 즉 전단강성(G)과 전단히스테리시스 폭(2HG, 2HG5)의 변화를 나타낸 것으로 2축 이상의 변형이 수반되는 전단 특성은 굽힘 특성과 함께 신체 곡면과 융합되기 쉽고, 동장시 인체의 변형에 다르거나 드레이프성에 영향을 미치는 요소로서 의복 착용시의 외관, 형태, 착용감등 밀접한 관계를 가진다.

전단강성(G)에서는 원포에 비해 소폭으로 감소를 보였으나 하중 500 gf/cm<sup>2</sup>와 1000 gf/cm<sup>2</sup> 모두 거의 비슷했으며, 전단히스테리시스에서는 500 gf/cm<sup>2</sup>가 큰 값을 가지면서, 2HG와 2HG5에서 모두 변형 횟수가 증가함에 따라 수치가 증가되었다. 전단히스테리시스는 반복 변형의 증가에 따라 그 수치가 증가하였는데, 이는 형태 안정성이 좋지 않음을 의미한다. 즉, 변형후 회복성이 좋지 않아 잔류 응력이 남게 되고 비틀림 등이 존재하게 되므로 외관 특성의 저하를 초래한다고 할 수 있다. 전반적으로 500 gf/cm<sup>2</sup> 하중시가 1000 gf/cm<sup>2</sup> 하중에 비해 높은 수치를 보였다. 이것은 1000 gf/cm<sup>2</sup>의 하중일 때가 500 gf/cm<sup>2</sup>의 하중일 때보다 피로에 대한 기여도가 커서 성능저하가 증가됨을 의미한다.

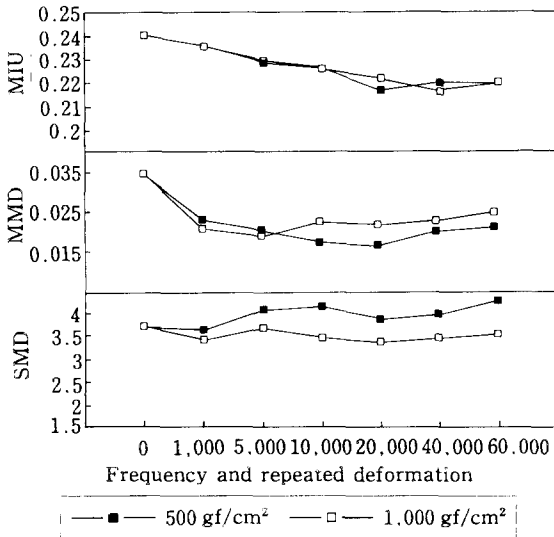


Fig. 4. The relation between surface properties and frequency of repeated deformation for the samples. MIU: Coefficient of friction, MMD: Mean deviation of MIU, SMD: Geometrical roughness

1.4. 표면 특성

Fig. 4에서 볼 수 있는 바와 같이 반복 변형횟수가 증가함에 따라 마찰계수(MIU)는 점차적인 감소경향을 나타내었고, 마찰계수의 평균편차(MMD)는 반복 변형을 더해감에 따라 급속히 감소하는 경향을 보였다. 또한, 표면 요철의 변동(SMD)는 반복 변형을 더해감에 따라 하중 500 gf/cm<sup>2</sup>일 때가 1000 gf/cm<sup>2</sup>에 비해 높은 값을 보이면서, 변동치는 원포와 거의 비슷한 경향을 보였다. 전반적으로 반복 변형횟수를 더해감에 따라 표면 특성치는 감소하는 경향을 보이는데, 이는 미끌어짐에 쉽게 되어 천의 표면 평활성이 증가함을 의미한다고 볼 수 있다. 하중에 따른 영향을 비교해보면, 하중 1000 gf/cm<sup>2</sup>일 때가 500 gf/cm<sup>2</sup>보다 표면 평활성이 증대됨을 알 수 있다.

1.5. 압축 특성

Fig. 5는 천의 풍만감 및 두께와 밀접한 관계를 가지는 압축 특성치중 압축레질리언스(RC)의 변화를 나타낸 것이다. RC는 반복 변형횟수가 증가함에 따라 대체로 증가하는 경향을 보이는데, 1000 gf/cm<sup>2</sup>일 때가 500 gf/cm<sup>2</sup>에 비해 높은 수치를 가진다. RC의 증가는 압축에 더 유연하며 압축시 부드러운 회복을 나타내는 것을 의미한다.

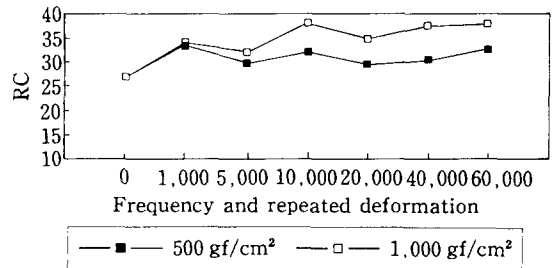


Fig. 5. The relation between compressional properties and frequency of repeated deformation for the samples. RC: Compressional resilience

1.6. 두께 및 중량

반복전단·인장변형에 따른 데님 직물의 두께와 중량을 Table 3, 4에 나타내었으며, 두께의 분포는 불규칙한 경향을 보이나 중량은 거의 변화가 없음을 알 수 있다.

Fig. 6은 두께의 변화경향을 보인 것으로, 두께(T)의 평균치는 전반적으로 감소하는 것으로 보인다. 이는

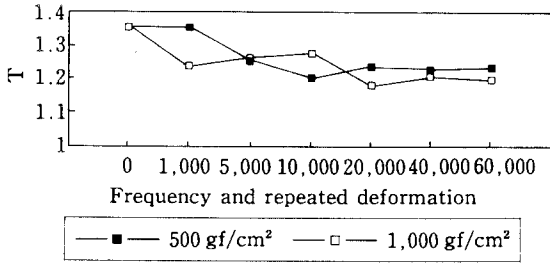


Fig. 6. The relation between thickness properties and frequency of repeated deformation for the samples. T: Thickness at 0.5 gf/cm<sup>2</sup> pressure

전단·인장 반복변형에 따른 직물의 마모현상에 의해 볼륨감이 적어지기 때문이라 생각된다. 두께(T)는 1000 gf/cm<sup>2</sup>의 경우 10<sup>3</sup> 회에서 급격히 저하되어 증가하나 다시 저하되며, 500 gf/cm<sup>2</sup>의 경우에는 10<sup>4</sup> 회에서 감소경향을 보이거나 회복된다. 하중의 영향을 비교해 보면, 1000 gf/cm<sup>2</sup>가 5000 gf/cm<sup>2</sup>에 비해 낮은 수치를 보여 정도가 센 하중하에서의 성능 저하가 인정된다.

2. 태의 변화

Fig. 7은 반복 변형횟수에 따른 기본태를 나타낸 것이다.

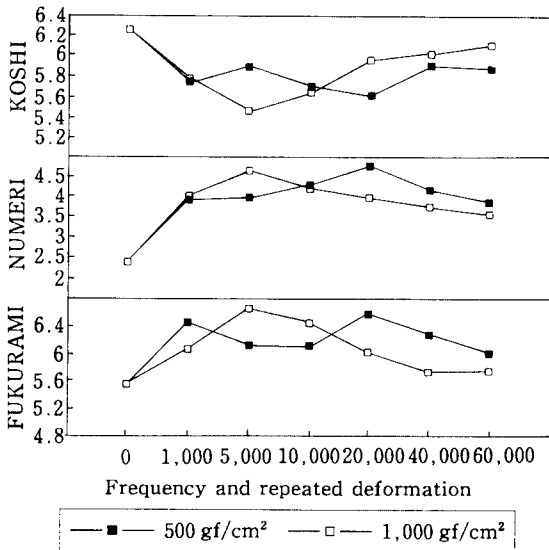


Fig. 7. The relation between H.V and frequency of repeated deformation for the samples.

KOSHI는 천에 접촉해서 가소성, 반발력, 탄성을 느끼는 감각으로서, 하중 1000 gf/cm<sup>2</sup>, 500 gf/cm<sup>2</sup>일 때 그 값은 같은 경향으로 감소되어, 10<sup>3</sup> 회 이후에서도 점차 증가하는 경향을 보이나 원포에 비해서는 저하됨으로서 반복변형에 따라 점차 탄성이 떨어지고 부드러워짐을 알 수 있다.

NUMERI는 천을 만졌을 때 느끼는 부드러운 감각으로 양모섬유를 만졌을 때의 매끄러움, 부끄러움, 유연함이 혼합된 감각으로, 하중 500 gf/cm<sup>2</sup>, 1000 gf/cm<sup>2</sup>일 때 모두 원포에 비해 증가되어 유연하고 부드러워짐을 알 수 있으며, 10<sup>3</sup> 회에서 크게 증가되다가 점차 감소하는 경향을 보인다.

FUKURAMI는 손으로 쥐었을 때 느끼는 중후한 맛을 풍기는 입체감으로 압축반발력이 좋은 것으로서, 하중 500 gf/cm<sup>2</sup>, 1000 gf/cm<sup>2</sup>일 때 모두 10<sup>3</sup> 회에서 크게 증가하여 점차 감소되는 경향을 보이나 원포에 비해서도 큰 값을 보여 볼륨감있는 천으로 변함을 알 수 있다.

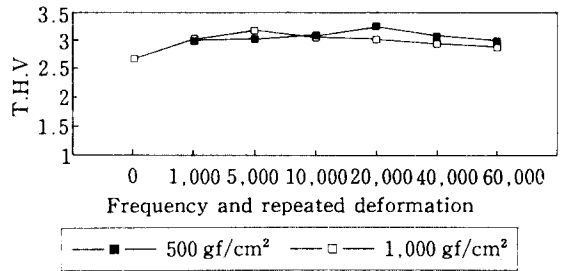


Fig. 8. The relation between T.H.V and frequency of repeated deformation for the samples. T.H.V: Total hand value

Fig. 8은 반복전단·인장변형에 따른 THV의 변화 경향을 반복횟수별, 부어 하중별로 나타낸 것으로서, 하중에 관계없이 변형횟수가 증가됨에 따라 그 값이 증가하는 경향을 보인다. 이는 반복변형에 의한 역학적 특성의 변화에 기인되어 내구성 측면에서의 성능은 저하되지만 태의 측면에서는 좀더 부드러워지고 유연해지므로서 볼륨감있는 성능으로 변화됨을 의미한다.

이상의 역학특성치 및 그에 따른 태값, THV의 값을 종합해 볼 때, KOSHI는 감소, NUMERI와 FUKURAME는 증가하는 경향을 나타내었다. 가해지는 하중 500 gf/cm<sup>2</sup> 보다는 1000 gf/cm<sup>2</sup>이 성능 저하에 대한 기여도가 크다고 할 수 있다.

#### IV. 결 론

일정 하중에서의 전단·인장의 반복 변형횟수에 따른 데님 직물의 피로상태를 알아보기 위하여, KES-F5 Shear·Tensile Fatigue Tester 을 사용하여 500 gf/cm<sup>2</sup>와 1000 gf/cm<sup>2</sup>로 각 하중을 달리 한 후, 10<sup>3</sup>, 5×10<sup>3</sup>, 10<sup>4</sup>, 2×10<sup>4</sup>, 4×10<sup>4</sup>, 6×10<sup>4</sup> 회로 피로도를 부여한 후 KES-FB system 에 의해 역학적 특성치를 측정했으며, 얻어진 특성치를 KN-101 식에 적용하여 기본태값을 산출하고 KN-301 식으로 THV 를 산출하였다. 실험결과로부터 반복 변형횟수에 따른 역학적 특성치와 태값의 변화를 비교·고찰하여 얻은 결론을 요약하면 다음과 같다.

1. 반복전단·인장변형에 의해 역학적 특성의 피로 현상이 현저하게 확인되며, 전단 및 굽힘특성의 히스테리시스성의 소성성분 2HB, 2HG, 2HG5의 증가가 뚜렷하였다.

2. 인장, 굽힘, 압축특성의 탄성성분인 B, G 는 감소하고, RT, RC 의 값은 증가되어 반복변형에 의해 피로도가 증가됨에 따라 천은 탄성을 잃고 좀더 유연하게 부드러워진다.

3. 태의 피로현상에는 모든 역학적 특성치의 변화가 관계하고 있으나, 특히 KOSHI 는 감소하고, NUMERI, FUKURAMI 값이 증대되어 반복변형에 따라 천이 부드러워지고 볼륨감이 있는 태로 성능이 바뀐다.

4. 반복변형에 가해지는 하중에 따라 그 피로 정도가 확인되며, 표준하중 500 gf/cm 보다는 인장하중 1000 gf/cm 에서의 피로가 크기 때문에, 의복재료의 역학적

특성측면에서 피로현상을 고찰할 때에는 용도에 따라 하중을 고려할 필요가 있다.

5. 반복전단·인장변형에 따른 종합태값의 변화는 하중에 거의 영향을 받지 않으며, 피로도가 증가됨에 따라 THV 는 약간 상승하였다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 丹羽, 間宮, 古里, 編布の疲勞現象に關する研究(第1報) — 着用による編布の疲勞と力學的性質の變化一, 日本家政學雜誌, 29(3), 46-51, 1978.
- 2) 丹羽, 間宮, 古里, 編布の疲勞現象に關する研究(第2報) — 一定引長り荷重での繰返しせん断變形による編布の力學的特質の變化, 日本家政學雜誌, 29(4), 34-38, 1978.
- 3) 丹羽, 間宮, 古里, 編布の疲勞現象に關する研究(第3報) — 疲勞を受けた兩面編布内の絲の力學性質の變化, 日本家政學雜誌, 30(10), 32-37, 1979.
- 4) 服部, 丹羽, 山端, 繰返しせん断變形によつて生じる織物の力學的性質の變化. 日本纖維機械學會誌, 34(2), 42-52, 1981.
- 5) 服部, 丹羽, 着用による織物の疲勞豫測に關する一考察, 纖維製品消費學會誌, 24, 115-120, 1983.
- 6) 山田, 高力, 丹羽, 古里, 被服構成時, 着用時に生じる被服材料の變形について, 日本家政學誌, 21, 40-46, 1970.
- 7) 川端, 風合い計量のための布の力學特性のキャラクターゼーション, およびその計測システムについて, 日本纖維機械學會誌, 26, 721-728, 1973.
- 8) 川端, 風合い計量の標準化と解析(第2版), 日本纖維機械學會誌, 大阪, pp.25-35, 1980.
- 9) 川端, 丹羽, 風合の計算式 KN-101, KN-201および KN-301, 纖維製品消費科學學會誌, 33(2), 164-169, 1980.