

## 진바지의 착용 후 부위별 피로도에 관한 연구

이 창 미 · 김 태 규 · 권 오 경

경일대학교 의상디자인학과

### Fatigue Phenomenon of Mechanical Properties in Jean Slacks by the after Wearing

Chang-Mi Yi · Tae-Kyu Kim · Ok-Kyung Kwon

Dept. of Clothing and Design, Kyung-il University

(1997. 12. 11 접수)

#### Abstract

This study was conducted to examine the changes of the mechanical properties of the position in jean slacks during the wear, previously used for the wearing test, which were subjected to repeated tensile-shearing deformation using a simulated fatigue tester has been investigated and compared, by calculating both mechanical properties and hand value(HV) of these fabrics with KES-F system and the by obtaining the THV through these calculated properties.

The results are as follows.

1. The fatigue phenomenon of mechanical properties was the LT, 2HB, 2HB5, MMD, SMD, RC values increased, elasticity values of tensile, bending and shearing properties, such as B, G and compression properties LC, WC were reduced. It was shown, then, that those fabrics lost their elasticity and became flexible and soft with the increase of fatigue.

2. The hand value and THV; except anterior knee from all part of KOSHI, NUMERI, FUKURAMI was decreased.

3. The fatigue phenomenon of hand value was different on the position of clothing; on the position of hip, rate of B, G smaller than other parts and KOSHI was decreased, on the part of anterior thigh was FUKURAMI was increased, on the anterior knee RC, NUMERI, THV was increased, on the posterior knee was 2HB, 2HG, 2HG5 showed increased greater than any other part and on the hem of back, MMD was increased, but NUMERI was decreased.

4. The changing process of mechanical properties in the simulation testing by the fatigue tester has similar tendency to that of the wearing tester. It is concluded that this testing method is useful to predict the fatigue phenomena of fabrics caused by wearing.

**Key Words:** Fatigue phenomenon, mechanical properties, hand value, total hand value; 피로현상, 역학적특성, 태값, 종합태값

## I. 서 론

의복은 착용과 세탁 과정에서 생기는 반복 응력의 작용, 가공 프레스 등에 의해 변형, 마모, 구조적 파괴, 태의 손상을 초래하여 형 무너지짐, 피로된 외관을 나타내며, 착용시 동작에 의한 외력의 크기, 시간 등에 따라 부위별로복잡한 변형구조를 갖는다.

피로는 일정 범위를 넘어서면 오랜 시간 동안의 반복되는 외력을 받았을 때 생기는 재료 및 구조물의 손상, 파괴를 의미하는 것으로 역학적 요인으로는 재료가 받는 인장, 전단, 압축, 표면 마찰 등을 들 수 있으며, 이들 성질의 변화는 기본 변형에 대하여 이미 변형으로부터 원래 형태로의 회복이 어려움을 나타내는 것이다.

의복 재료의 역학적 성질의 변화는 결과적으로 태의 변화를 초래하며, 피로에 따른 초기 물성변화는 운동 기능성, 열전달 특성, 촉감 등과 밀접한 관계를 가지는 것으로 나타나고 있다.

직물의 피로 현상은 리올리저적 특성으로서, 의복의 탄성은 의복의 착용 수명을 연장시키고 기능적, 위생적 의복을 착용하는데 있어 중요한 요소라 할 수 있다.

이러한 직물의 피로 현상은 종래에는 경험적으로 행하여져 왔으나 1965년경부터 이를 객관적으로 평가하는 방법에 관한 연구가 진행되어 1976년에는 丹羽와 川端<sup>1)</sup>에 의해 착용에 의한 직물의 피로를 예측하기 위하여 직물의 피로를 simulation한 방법이 개발되었고, 이를 위해 KES-F system을 사용하여 직물의 역학적 특성변화를 측정하는 동시에 착용 실험을 통한 분석을 하므로써, 그 상관성을 객관적 수치로 평가할 수 있게 되었다.

직물의 피로에 관한 연구로는 착용에 따른 직물의 피로 현상<sup>2-4)</sup>, 착용과 세탁 및 정리 조건에 따른 역학적 성질과 태의 변화<sup>5-9)</sup>, 저지 슬랙스의 착용 실험에 의한 인장강신도 마찰 특성 변화<sup>10)</sup>, 착용·세탁이 슬립의 수분과 열전달에 미치는 영향<sup>11)</sup> 등이 있다. 그러나 이는

주로 강도의 차이, 저하중하에서의 변형 특성 변화로 피로해진 외관을 기술하였다. 이에 본 연구는 전보<sup>12)</sup>에 이어 착용에 따른 직물의 부위별 피로를 알아보기 위해 데님 직물의 진바지를 시료로 하여 1500여 시간 동안의 착용 실험을 행한 후 KES-F system을 이용하여 부위별 역학적 특성치 및 태값을 측정하여 피로성능을 알아보고, 실제 착용에서 생기는 피로 정도와 전보에서 보고된 반복 전단·인장변형기의 시험포를 비교·고찰하므로써 보다 효율적인 피로시험을 위한 기계적 피로처리조건을 알아보고자 하였다.

## II. 실 험

## 1. 시 료

사용한 시료는 시판중인 진 슬랙스로서 그 물리적특성은 Table 1과 같다.

## 2. 실험 의복의 착용 방법

실험은 1996년 6월~11월까지 6개월간에 걸쳐 행하였으며, 26세의 여대생 2명을 피험자로 선정하여 일상복으로 착용하게 하였다. 실험시의 변동 요인을 제거하기 위하여 1회 착용 시간은 8~9시간의 동일시간으로 하였으며, 착용 총 시간수는 1500시간이다. 세탁 방법은 피험자의 각 가정에서 평상시에 행하는 세탁법으로 하였으며, 세탁 회수는 주 1회로 동일하게 행하였다.

## ◎세탁조건

세탁기 : 가정용 세탁기(WP 350B, G사제품)

세제 : 시판세제(음이온 계면활성제)

세제농도 : 0.15%

욕비 : 1 : 30

세탁온도 : 40±2°C

세탁시간 : 10분

헹구기 : 5분씩 3회

탈수 : 세탁과 헹굼 후 1분씩

건조 : 그늘에서 건조

Table 1. specification of denim fabrics

Material fiber	Weave structure	Yarn number (Ne)	Fabric count (yarns/in)	Thickness (mm)	Areal weight (g/m <sup>2</sup> )
cotton 100%	twill	12 <sup>78</sup> ×11 <sup>8</sup>	80×54	1.3599	330832

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

Parameter		Description	Unit	Apparatus
Tensile	EM	Strain at maximum load; $F_m=250 \text{ gf/cm}$	%	KES-FB1
	LT	Linearity of load-extension curve	none	
	WT	Tensile energy	$\text{gf}\cdot\text{cm}/\text{cm}^2$	
	RT	Tensile resilience	%	
Bending	B	Bending rigidity	$\text{gf}\cdot\text{cm}^2/\text{cm}$	KES-FB2
	2HB	Hysteresis of bending moment	$\text{gf}\cdot\text{cm}/\text{cm}$	
Shearing	G	Shear stiffness	$\text{gf}/\text{cm}\cdot\text{deg}$	KES-FB1
	2HG	Hysteresis of shear force at 0.5 deg. of shear angle	$\text{gf}/\text{cm}$	
	2HG5	Hysteresis of shear force at 5 deg. of shear angle	$\text{gf}/\text{cm}$	
Compression	LC	Linearity of compression-thickness curve	none	KES-FB3
	WC	Compressional energy	$\text{gf}\cdot\text{cm}/\text{cm}^2$	
	RC	Compressional resilience	%	
Surface	MIU	Coefficient of friction	none	KES-FB4
	MMD	Mean deviation of MIU	none	
	SMD	Geometrical roughness	$\mu\text{m}$	
Thickness	T	Thickness at $0.5 \text{ gf/cm}^2$ pressure	mm	KES-FB3
Weight	W	Weight of specimen per unit area	$\text{mg}/\text{cm}^2$	Balance

**3. 실험 방법**

**1) 역학적 특성의 측정**

역학적 특성치의 측정은 착용 시험 종료 후 우측은 그대로 두고 좌측의 허벅지, 무릎 앞뒤, 엉덩이, 뒷부분의 바짓단을  $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ 의 측정 시료로 채취하여, KES-F system(Kato Tech CO., LTD.)<sup>13)</sup>을 이용하여 인장특성, 굽힘특성, 전단특성, 압축특성, 표면특성 및 두께와 중량의 6항목 16특성치를 표준계측조건<sup>14)</sup> 하에서 측정하였다.

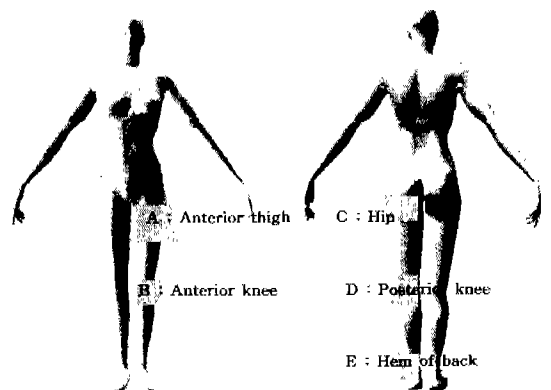
측정 항목 및 특성치의 내용을 Table 2에, 측정 부위를 Fig. 1에 나타내었다.

**2) 태깅 산출**

착용전후의 기본 역학적 특성치의 계측 결과로부터 태깅 산출식 KN-101식에 의해 KOSHI, NUMERI, FUKURAMI 등의 Hand value를 산출하고, 종합태깅 THV는 KN-301식<sup>15)</sup>에 적용하여 산출하였다.

**3) 사진촬영에 의한 외관 변화**

착용에 의한 외관상의 변화를 살펴보기 위한 것으로 착용 전과 700, 1500시간 착용 후의 사진 촬영을 통하여 외관 변화를 기록하였다.



**Fig. 1.** Parts of clothing at experiment

**4. 통계 처리**

얻어진 특성치는 SAS for window (Statistical Analysis System V. 6.02)를 이용하여 각 특성 항목에 대한 평균과 표준편차를 계산하였으며 다요인 계획법에 의한 분산분석(ANOVA: Analysis of Variance)으로 유의차를 검정하고 Duncan's Multiple Range Test를 적용하여 부위별 비교를 실시하였다.

Table 3. Mechanical properties and hand values of fabrics after wearing

Properties	Parts of Clothing						F-Ratio
	B.w	A	B	C	D	E	
LT	0.6715	0.6927 <sup>ab</sup>	0.6873 <sup>ab</sup>	0.6692 <sup>b</sup>	0.7000 <sup>ab</sup>	0.7091 <sup>a</sup>	0.7760
WT	17.7135	16.2068 <sup>ab</sup>	15.9372 <sup>ab</sup>	14.8592 <sup>b</sup>	17.1990 <sup>a</sup>	17.0275 <sup>ab</sup>	0.8259
RT	47.0181	46.7660 <sup>ab</sup>	46.2828 <sup>ab</sup>	48.1477 <sup>a</sup>	45.5225 <sup>ab</sup>	45.3824 <sup>b</sup>	0.0596
B	0.1822	0.1719 <sup>ab</sup>	0.1840 <sup>ab</sup>	0.1535 <sup>b</sup>	0.1889 <sup>a</sup>	0.1882 <sup>ab</sup>	0.2535
2HB	0.1945	0.2170 <sup>ab</sup>	0.2351 <sup>ab</sup>	0.1963 <sup>b</sup>	0.2446 <sup>a</sup>	0.2234 <sup>ab</sup>	0.0826
G	2.2577	2.1327 <sup>ab</sup>	2.1780 <sup>ab</sup>	1.8865 <sup>b</sup>	2.3397 <sup>ab</sup>	2.3734 <sup>a</sup>	0.2189
2HG	3.9959	4.5006 <sup>ab</sup>	4.6697 <sup>ab</sup>	4.4491 <sup>b</sup>	5.1156 <sup>a</sup>	4.8326 <sup>ab</sup>	0.0299
2HG5	6.1348	6.9262 <sup>ab</sup>	7.1380 <sup>ab</sup>	6.6186 <sup>b</sup>	7.4664 <sup>a</sup>	7.0817 <sup>ab</sup>	0.0236
MIU	0.2406	0.2421 <sup>a</sup>	0.2299 <sup>ab</sup>	0.2314 <sup>ab</sup>	0.2238 <sup>b</sup>	0.2283 <sup>ab</sup>	0.3681
MMD	0.0346	0.0396 <sup>ab</sup>	0.0231 <sup>*b</sup>	0.0399 <sup>ab</sup>	0.0378 <sup>ab</sup>	0.0552 <sup>*a</sup>	5.7874 <sup>*</sup>
SMD	3.7191	3.7999 <sup>b</sup>	4.2998 <sup>ab</sup>	4.3548 <sup>ab</sup>	5.0433 <sup>a</sup>	4.7052 <sup>ab</sup>	1.2386
LC	0.4042	0.3417 <sup>ab</sup>	0.3458 <sup>ab</sup>	0.3341 <sup>b</sup>	0.3444 <sup>ab</sup>	0.3856 <sup>a</sup>	1.3243
WC	0.4616	0.3238 <sup>b</sup>	0.3724 <sup>a</sup>	0.3400 <sup>ab</sup>	0.3440 <sup>ab</sup>	0.3317 <sup>ab</sup>	0.3063
RC	26.7516	36.0647 <sup>ab</sup>	34.5837 <sup>b</sup>	36.9882 <sup>a</sup>	35.3828 <sup>ab</sup>	36.5940 <sup>ab</sup>	0.0809
T	1.3599	1.2414 <sup>ab</sup>	1.2939 <sup>a</sup>	1.2378 <sup>ab</sup>	1.2549 <sup>ab</sup>	1.2121 <sup>b</sup>	0.1859
W	33.0832	32.0006 <sup>ab</sup>	32.6101 <sup>a</sup>	31.1788 <sup>b</sup>	32.3532 <sup>ab</sup>	32.2964 <sup>ab</sup>	0.7024
KOSHI	6.26	6.0500 <sup>ab</sup>	6.1800 <sup>ab</sup>	5.6250 <sup>b</sup>	6.3050 <sup>ab</sup>	6.4600 <sup>a</sup>	0.5040
NUMERI	2.39	1.6550 <sup>ab</sup>	3.5200 <sup>*a</sup>	1.7750 <sup>ab</sup>	1.8400 <sup>ab</sup>	0.4450 <sup>*b</sup>	9.3112 <sup>*</sup>
FUKURAMI	5.56	4.5600 <sup>*ab</sup>	5.9850 <sup>a</sup>	4.6450 <sup>ab</sup>	4.8200 <sup>ab</sup>	3.7750 <sup>b</sup>	4.8513
THV	269	2.5150 <sup>ab</sup>	2.9150 <sup>*a</sup>	2.4750 <sup>ab</sup>	2.5350 <sup>ab</sup>	2.3450 <sup>b</sup>	6.6696 <sup>*</sup>

Note) B.w: Before wearing, A: Anterior thigh, B: Anterior knee, C: Hip, D: Posterior knee, E: Hem of back

\*p<0.05 \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.001

### III. 결과 및 고찰

착용전의 기본 역학적 특성치와 1500시간 착용후의 각 부위별 역학적 특성치 및 태값의 측정 결과를 Table 3에 나타내었다.

#### 1. 역학적 특성의 변화

##### 1) 인장 특성

Fig. 2는 착용 전에 대한 착용 후의 인장 특성치 LT, WT, RT의 변화율을 나타낸 것이다. 인장 선형성 LT 및 인장 레질리언스 RT의 값이 작을수록 의복 착용시 피로감이 경감되고 착용감이 좋아지는 것을 의미하는 것으로 LT는 바짓단>뒷무릎>허벅지>앞무릎>엉덩이의 순으로 나타났는데, 이는 바짓단 부위의 지면과의 지속적인 마찰로 인한 경·위사간에 작용하는 응력이 감소되어 보다 인장되기 쉬운 상태로 변화되었음을 의

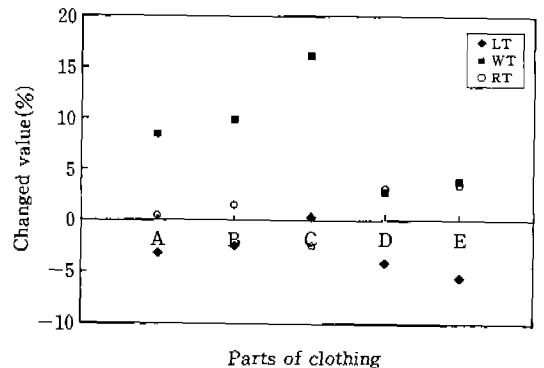


Fig. 2. Changed value of the tensile properties of fabrics after wearing

미하는 것이다.

RT는 바짓단 부위가 3.4%로 가장 큰 변화율을, 허벅지 부위가 0.53%로 가장 적은 변화율을 나타내고 있

으며, 인장 에너지 WT는 뒷무릎 부위가 다른 부위에 가장 큰 수치를 나타내어 인장 변형에서의 회복성을 나타내어 형태안정성이 우수한 것으로 나타났으며, 엉덩이 부위가 가장 낮은 수치를 보이며 큰 폭의 변화율을 보이고 있다.

2) 굽힘 특성

Fig. 3은 착용 전에 대한 착용 후의 굽힘 강성 B와 굽힘 히스테리시스 2HB의 변화율을 나타낸 것으로, 의복에서 B는 드레이프성과 의복의 형태 안정성에 영향을 미치는 중요한 특성이라 할 수 있다. B와 2HB는 전반적으로 착용 후 전 부위에서 증가하는 경향을 나타내었는데, 엉덩이 부위의 경우 원포에 비해 B가 15.7%, 2HB가 -1%의 변화율을 보여 다른 부위에 비해 적은 수치를 보여 다른 부위에 비해 큰 하중을 받는 엉덩이 부위의 천이 착용 횟수가 증가되면서 의자 등에 의한 마찰에 의해 생기는 마모와 소성 부분의 증대로 인해 의복의 형무너짐이 생기기 쉬운 것으로 보여진다. 히스테리시스 2HB의 가장 현저한 변화를 보이는 무릎 부위는 뒷무릎 -25.7%, 앞무릎 -21.1%로 가장 큰 변화율을 나타내는데, 다리를 구부릴 때 앞부위에서는 천이 신장되고 뒷부위에서는 압축·좌굴되어 탄성, 소성 변형양이 증가하기 때문으로 생각되어진다.

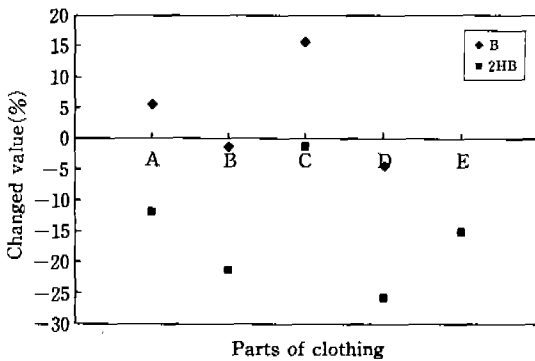


Fig. 3. Changed value of the bending properties of fabrics after wearing

3) 전단 특성

Fig. 4는 착용 전에 대한 착용 후의 전단 강성 G와 전단 히스테리시스폭 2HG, 2HG5의 특성치를 변화율로 나타낸 것이다. 전단특성은 굽힘특성과 함께 의복에서 매우 중요한 성질로서 착용에서의 이상적인 구조는

높은 굽힘 강성, 적당한 신장, 좋은 전단 강성 G를 갖는 것으로 의복 착용시의 외관, 형태, 착용감등과 밀접한 관계를 가진다.

전단 강성 G는 굽힘 강성 B와 비슷한 경향을 보였으며 착용 후 2HG, 2HG5도 전부위에서 큰 폭의 증가를 나타내었고, 특히 무릎 부위는 뒷무릎 부위의 2HG가 -28%, 2HG5가 -21.7%로 가장 현저한 변화율을 보이면서 큰 값을 나타내었고, 앞무릎 부위는 -16.8%, -16.3%의 변화율을 보이고 있다.

전단 특성치의 전반적인 증가는 성능의 저하를 의미하는 것으로 실험 기간중 여름동안의 착용중 발한에 의한 습도가 타부위에 비해 높고 수분과 반복되는 변형에 의한 인장 회복성의 저하로 경·위사 접촉압에 영향을 주기 때문에 일어나는 특징이라 생각된다.

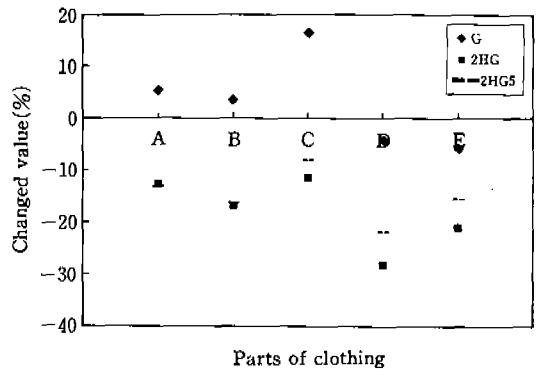


Fig. 4. Changed value of the shearing properties of fabrics after wearing

4) 표면 특성

직물의 표면 특성치는 천의 평활감과도 관련되는 중요한 요소로서 착용 전에 대한 착용후의 표면 특성치의 변화율을 Fig. 5에 나타내었다. 착용 후 마찰계수 MIU는 전부위에서 감소경향을 나타내었으며, ANOVA를 통한 F-test 결과 마찰계수의 변동 MMD는  $p < 0.05$  수준에서 유의한 차이가 인정되었으며, 각 부위별간의 차이를 알아보기 위해 Duncan 다중비교를 실시한 결과 바짓단과 앞무릎 부위가 각 -59.5%, 33.2%의 변화율을 나타내어 부위간에 유의한 차이가 인정되었는데, 이는 바짓단 부위의 경우 보형중 생기는 피피가 섬유, 실 사이에 복잡하게 얽혀 섬유 표면의 파손, 경·위사의 교차점에서의 부분적인 섬유 엉킴을 만들고 섬유간 마

찰저항의 증가를 초래하는 것으로 생각되어진다. 표면요철도 SMD는 뒷무릎>바짓단>엉덩이>앞무릎>허벅지의 순으로 나타나 압축과 좌굴에 의해 주름이 생긴 뒷무릎 부위가 가장 높은 수치를 보였다.

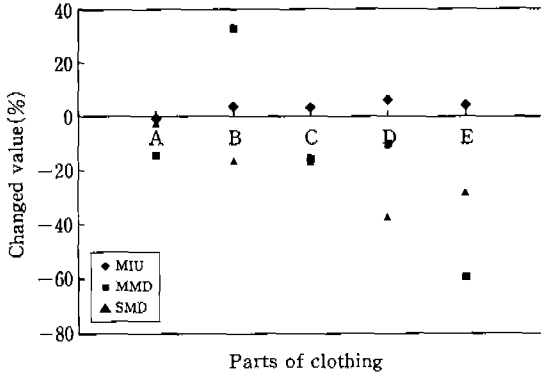


Fig. 5. Changed value of the surface properties of fabrics after wearing

5) 압축특성

Fig. 6은 착용 전에 대한 착용 후의 압축선형성 LC, 압축에너지 WC 및 압축레질리언스 RC의 특성치를 변화율로 나타낸 것이다. 원포에 비하여 착용포의 LC와 WC는 감소를, RC는 전부위 모두 원포에 비해 엉덩이 > 바짓단 > 허벅지 > 뒷무릎 > 앞무릎의 순으로 현저한 증가를 나타내어 압축변형으로부터의 회복성이 증가됨을 알 수 있다.

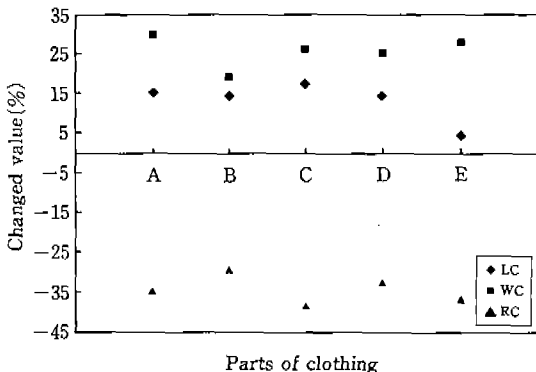


Fig. 6. Changed value of the compressional properties of fabrics after wearing

6) 두께 및 중량

Fig. 7은 착용전에 대한 착용후의 두께와 중량의 특성치를 변화율로 나타낸 것이다.

두께는 바짓단 10.8%, 앞무릎 4.8%로 부위별로 전반적인 감소경향을 나타내어 착용중의 반복 응력과 세탁을 거치는 동안 직물의 마모현상으로 실사이의 간격이 느슨해져 상대적으로 직사밀도가 낮아지면서 생기는 것으로 생각되어지며, 압축에너지 WC의 감소가 현저한 바짓단, 엉덩이 부위에서 특히 그 경향이 강한 것으로 나타났다.

중량은 엉덩이 부위가 변화율 5.7%로 다른 부위에 비해 상대적으로 큰 변화율을 가지는 데, 이는 반복되는 마찰로 인한 섬유표면의 마모, 섬유표면의 평활화때문이라 생각된다.

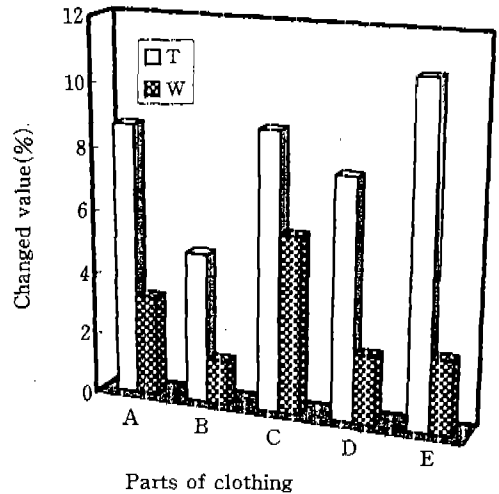


Fig. 7. Changed value of the thickness and weight of fabrics after wearing

2. 태의 변화

착용전에 대한 착용후의 태값, KOSHI, NUMERI, FUKURAMI와 종합태값 THV의 변화율을 Fig. 8에 나타내었다.

착용후 변화는 부위별로 그 경향이 다르게 나타났는데, 엉덩이 부위에서는 KOSHI의 현저한 변화로 반복 착용에 의해 탄성이 떨어져 부드럽러워짐을 알 수 있다. ANOVA를 통한 F-test결과 p<0.05 수준에서 유의한 차가 인정되었으며, 각 부위간의 차이를 알아보기 위해

Duncan 다중비교를 이용한 결과 NUMERI는 앞무릎 부위, 바짓단 부위에서 유의한 차이가 인정되었는데, 앞무릎은 원포에 비해 -47.2%로 증가를, 바짓단은 81.3%로 감소하는 것으로 나타나 바짓단 부위의 현저한 피로현상이 인정되어진다. FUKURAMI는 허벅지 부위에서  $p < 0.05$ 수준에서 유의한 차이가 인정되었다. 전체적인 태값 THV는 약간 감소하는 경향을 보이며, 바짓단과 엉덩이 부위에서 12.8%, 7.9%의 변화율로

큰 감소 경향을 나타내어 다른 부위에 비해 착용 성능이 전반적으로 불량한 것으로 나타났다.

또한, ANOVA를 통한 F-test 결과 앞무릎부위에서  $p < 0.05$ 수준에서 유의한 차가 인정되어 내구성 측면에서의 성능은 저하되지만, 태의 측면에서는 좀더 부드러워지고 유연해져 볼륨감있는 성능으로 변화됨을 의미한다. 따라서, 착용에 의한 태값 변화는 실구조, 천구조에 영향을 주어 천의 역학적 성질의 변화를 초래하는 것으로 생각된다.

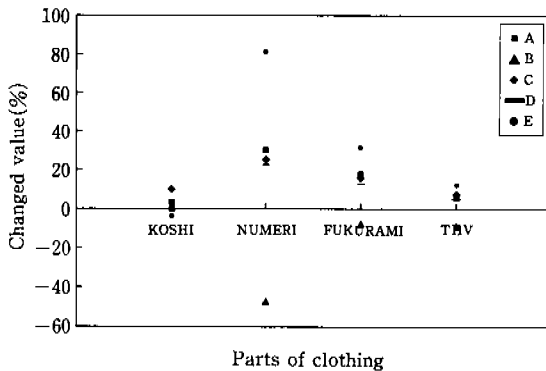


Fig. 8. Changed value of the hand value and total hand value of fabrics after wearing

3. 역학적 특성치와 태값과의 관계

Table 4는 1500시간 동안 착용한 진바지의 각부위별 역학적 특성치 및 태값과의 상관관계를 나타낸 것이다. Table 4에서 보는 바와 같이, KOSHI는 인장선형성 LT와 굽힘특성 B, 2HB 및 전단특성 G, 2HG, 2HG5, 중량과 높은 순상관(0.85~0.96)을, NUMERI는 표면특성의 MMD와 높은 역상관(-0.97)을 가졌으며, FUKURAMI는 표면특성의 MMD와 높은 역상관(-0.90)을 가졌다. 기본태값간의 상관성을 보면, FUKURAMI는 NUMERI와 높은 순상관(0.89)을 나타내었다.

Table 4. Correlation coefficients among characteristics of the denim fabrics

	LT	WT	RT	B	2HB	G	2HG	2HG5	MIU	MMD	SMD	LC	WC	RC	T	W	KO-SHI	NUMERI	FUKURAMI	THV	
LT	1.00																				
WT	0.88	1.00																			
RT	-0.84	-0.81	1.00																		
B	0.88	0.75	-0.89	1.00																	
2HB	0.82	0.72	-0.95	0.96	1.00																
G	0.94	0.83	-0.92	0.96	0.94	1.00															
2HG	0.82	0.72	-0.95	0.92	0.97	0.95	1.00														
2HG5	0.82	0.74	-0.97	0.91	0.97	0.94	0.99	1.00													
MIU	0.46	0.54	-0.74	0.47	0.61	0.54	0.64	0.70	1.00												
MMD	0.13	0.17	0.00	-0.04	-0.13	-0.00	-0.07	-0.11	-0.02	1.00											
SMD	-0.11	0.17	0.16	-0.16	-0.22	-0.18	-0.24	-0.24	-0.35	0.23	1.00										
LC	0.31	0.25	0.04	0.03	-0.11	0.12	-0.05	-0.06	-0.16	0.24	0.40	1.00									
WC	0.54	0.51	-0.85	0.78	0.86	0.72	0.82	0.84	0.58	-0.30	-0.21	-0.34	1.00								
RC	-0.60	-0.61	0.89	-0.73	-0.83	-0.70	-0.78	-0.81	-0.70	0.14	0.24	0.37	-0.91	1.00							
T	0.54	0.52	-0.85	0.78	0.88	0.73	0.83	0.85	0.65	-0.26	-0.33	-0.47	0.96	-0.93	1.00						
W	0.84	0.80	-0.76	0.86	0.80	0.88	0.78	0.79	0.43	-0.23	-0.04	0.27	0.63	-0.53	0.61	1.00					
KOSHI	0.94	0.79	-0.82	0.96	0.88	0.96	0.86	0.85	0.39	0.03	-0.09	0.25	0.63	-0.58	0.62	0.91	1.00				
NUMERI	-0.22	-0.28	0.08	-0.02	0.04	-0.09	-0.02	0.00	-0.08	-0.97	-0.24	-0.28	0.27	-0.10	0.23	0.15	-0.10	1.00			
FUKURAMI	0.11	0.06	-0.34	0.37	0.46	0.30	0.39	0.42	0.23	-0.90	-0.30	-0.36	0.66	-0.49	0.62	0.45	0.24	0.89	1.00		
THV	0.11	0.04	-0.25	0.35	0.38	0.27	0.31	0.34	0.15	-0.89	-0.28	-0.20	0.56	-0.34	0.51	0.52	0.27	0.90	0.96	1.00	

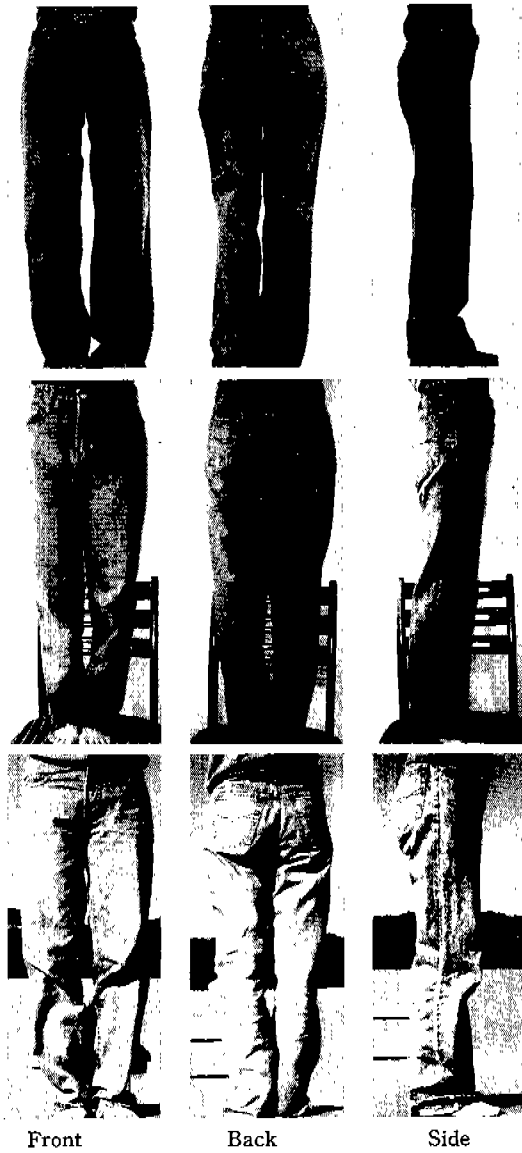


Fig. 9. Photographs of experimental clothing before and after wearing

4. 사진촬영에 의한 외관변화

착용과정중의 외관변화에서는 착용시험전, 700시간 착용후, 1500시간 착용후의 외관변화의 사진관측 결과를 Fig. 9에 나타내었다. 700시간 착용후는 착용시험전과 큰 차이를 보이고, 1500시간 착용후는 구김과 형태 무너짐이 생겼으며 외관적으로도 큰 피로가 보여진다.

5. 착용 실험과 피로시험기에 의한 직물의 피로상태 비교

Table 5는 착용실험시료와 반복 인장·전단변형기의 시험포의 역학적 특성과 태값을 비교한 것이며, 비교치가 유사한 수치의 결과를 Fig. 10에 나타내었다. 착용 실험시료의 역학적 특성치가 더 큰 변화폭의 차이를 나타내었지만 전반적인 경향은 비슷하였다. 태값은 피로 시험기에 비해 착용실험시료의 각 부위별 수치가 저하되었으며 앞무릎 부위의 THV만이 1000 gf/cm<sup>2</sup> 하중시의 6×10<sup>4</sup>회와 비슷하게 나타났다. 부위별 태값을 비교해 보면, KOSHI는 허벅지 부위 1000 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 4×10<sup>4</sup>회, 앞무릎 부위 1000 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 6×10<sup>4</sup>회, 엉덩이 부위가 1000 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 1×10<sup>4</sup>회, 500 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 2×10<sup>4</sup>회와 비슷하였으며, NUMERI는 앞무릎 부위가 1000 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 6×10<sup>4</sup>회, FUKURAMI는 앞무릎 부위가 1000 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 2×10<sup>4</sup>회, 500 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 6×10<sup>4</sup>회의 수치와 비슷하게 나타났다. 착용시험을 예측하기 위한 기계적 피로 조건에서는 착용중에 부가되는 땀, 오염 등의 여러 요인이 고려되지 않았으며, 엉덩이 부위의 경우 이 부위에서 받는 압축조건이 제시되지 않는 등 피로 조건이 서로 다른 상태에서 나타나는 것으로 정확한 비교대상이 된다고 할수는 없으나 대략적인 피로예측은 가능하다고 볼 수 있다.

Table 5. Mechanical properties and hand values of samples under constant weight 500 gf/cm<sup>2</sup>, 1000 gf/cm<sup>2</sup> and after wearing

Properties	Sample	B.w	500 gf/cm <sup>2</sup>						1000 gf/cm <sup>2</sup>						After wearing				
			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>	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>	A	B	C	D	E
	KOSHI	6.26	5.74	5.91	5.72	<b>5.62</b>	5.91	5.88	5.79	5.47	<b>5.65</b>	5.97	<b>6.03</b>	<b>6.11</b>	<b>6.05</b>	<b>6.18</b>	<b>5.62</b>	6.30	6.46
	NUMERI	2.39	3.95	4.01	4.32	4.80	4.20	3.90	4.05	4.66	4.23	4.01	3.76	<b>3.57</b>	1.65	<b>3.52</b>	1.77	1.84	0.44
	FUKURAMI	5.56	6.46	6.14	6.10	6.59	6.29	<b>6.02</b>	6.09	6.67	6.46	<b>6.02</b>	5.74	5.75	4.56	<b>5.98</b>	44.64	4.82	3.77
	THV	2.69	3.01	3.04	3.12	3.27	3.10	3.02	3.04	3.20	3.08	3.04	2.95	<b>2.90</b>	2.51	<b>2.91</b>	2.47	2.53	2.34

Note) B.w: Before wearing, A: Anterior thigh, B: Anterior knee, C: Hip, D: Posterior knee, E: Hem of back  
 \*p<0.05 \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.001



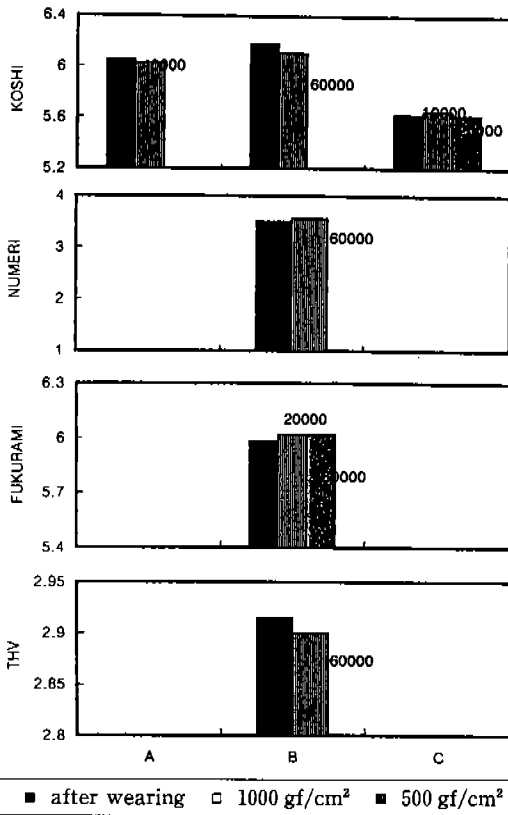


Fig. 10. Changed value of the mechanical properties and hand values under constant weight 500 gf/cm<sup>2</sup>, 1000 gf/cm<sup>2</sup> and after wearing

#### IV. 결 론

본 연구는 진바지 착용에 따른 부위별 직물의 피로 현상을 알아보기 위한 것으로 착용 과정에 따른 각 부위별 특성치를 착용 시험전과 비교하기 위하여 KES-F system을 사용, 역학적 특성치를 측정하였으며 얻어진 특성치로부터 부위별 역학적 성질의 변화, 태값을 수량적으로 평가하고 실제 착용에서 생기는 직물의 피로도와 반복 전단·인장 변형기에 의한 피로도를 비교·고찰하였으며, 특성치들간의 통계적 분석을 통하여 부위별 피로도에 대한 상관성 및 그 유의성을 검토하였다. 얻어진 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 착용에 의한 역학적 특성치는 원포에 비해 모든 부위에서 LT, 2HB, 2HB5, MMD, SMD, RC의 증

가 경향이 나타났으며, 인장, 전단, 굽힘 특성의 탄성 성분인 B, G와 압축 특성의 LC, WC는 감소하여 착용에 의한 피로도가 증가함에 따라 천은 탄성을 잃게 되어 형무너짐에 의한 착용 성능의 저하를 나타내었다.

2. 태값은 착용전 원포에 비해 착용후 앞무릎 부위를 제외한 모든 부위에서 KOSHI, NUMERI, FUKURAMI가 전반적으로 감소하였으며, 종합태값인 THV도 모든 부위에서 약간 저하되었으나 앞무릎 부위는 약간 증가하였다.

3. 역학적 특성치 및 태변화는 부위에 따라 다른 경향을 나타내었는데, 엉덩이 부위는 B, G가 다른 부위에 비해 적었고, KOSHI의 감소 경향이 나타났으며, 허벅지 부위에서는 FUKURAMI의 현저한 감소를 보였다. 앞무릎 부위에서는 압축 특성 RC와 NUMERI의 증가를, THV는 다른 부위의 감소 경향에 반해 증가하였으며, 뒷무릎 부위에서는 2HB 및 2HG, 2HG5가 현저하게 증가하였다. 바짓단 부위에서는 보행중의 반복 마찰과피에 의한 영향으로 소성 성분의 현저한 증가와 더불어 MMD는 증가한 반면 NUMERI는 감소하였다.

4. 착용 실험과 피로시험기에 의한 데님 직물의 역학적 성능의 변화 경향은 비슷하나 특성치의 값은 큰 차이를 나타내었으며, 종합태값 THV는 착용 실험에서는 감소한 반면, 반복 전단·인장 변형의 실험에서는 그 값이 증가하였다. 부위별 태값을 비교해 보면, KOSHI는 허벅지 부위 1000 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 4×10<sup>4</sup>회, 앞무릎 부위 1000 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 6×10<sup>4</sup>회, 엉덩이 부위가 1000 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 1×10<sup>4</sup>회, 500 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 2×10<sup>4</sup>회와 비슷하였으며, NUMERI는 앞무릎 부위가 1000 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 6×10<sup>4</sup>회, FUKURAMI는 앞무릎 부위가 1000 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 2×10<sup>4</sup>회, 500 gf/cm<sup>2</sup> 하중시 6×10<sup>4</sup>회의 수치와 비슷하게 나타났다. 종합태값 THV는 앞무릎 부위만이 1000 gf/cm<sup>2</sup> 하중시의 6×10<sup>4</sup>회와 비슷하게 나타났다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 丹羽, 川端, 一定伸張荷重下での繰返しせん断變形による布の力學的的特性の疲勞現象, 日本纖維機械學會誌, 29(12), 171-182, 1976.
- 2) 服部, 丹羽, 着用による織物の疲勞現象, 纖維製品消

- 費科學會誌, 22(7), 290-298, 1981.
- 3) 服部, 丹羽, 着用による織物の疲勞計測に関する考察, 纖維製品消費科學會誌, 24(3), 115-120, 1983.
  - 4) 丹羽, 石塚, 衣服形成にかかわる布の力學的性質に関する研究(第3報) — 背廣上衣の曲面形成における布のオーバーフィードと力學的性質との關係 —, 家政學雜誌, 36(10), 33-39, 1985.
  - 5) 諸岡, 丹羽, 家庭洗たくによる乳兒用肌着の物性變化と風合變化, 纖維製品消費科學會誌, 27(1), 36-44, 1986.
  - 6) 岡本, 丹羽, 古里, 裏地の性能に関する研究(第2報) — 裏地の洗たくによる物性變化 —, 纖維製品消費科學會誌, 19, 344-349, 1978.
  - 7) 岡本, 丹羽, トライクリーニングによる紳士用ヌーツ地の力學的性質および風合い變化(第1報), 纖維製品消費科學會誌, 23, 42-49, 1982.
  - 8) 岡本, 丹羽, トライクリーニングによる紳士用ヌーツ地の力學的性質および風合い變化(第2報), 纖維製品消費科學會誌, 24, 39-46, 1983.
  - 9) 岡本, 丹羽, トライクリーニングによる紳士用ヌーツ地の力學的性質および風合い變化(第3報), 纖維製品消費科學會誌, 25, 38-46, 1984.
  - 10) Rowena P., Durability of serge in trousers, *Textile Research Journal*, 35(11), 1035-1042, 1965.
  - 11) 和田, 小深, 着用・洗たくがスリッパの水分と熱の達におよぼす影響, 維製品消費科學會誌, 21(1), 32-36, 1980.
  - 12) 이창미, 권오경, 박희웅, 반복 인장·전단 변형에 따른 데님직물의 피로도에 관한 연구, 한국의류학회지, 20(6), 975-982, 1996.
  - 13) 川端, 風合い計量の標準化と分析(第2版), 日本纖維機械學會誌, 大阪, p. 25-35, 1980.
  - 14) 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.
  - 15) 川端, 丹羽, 風合の計算式KN-102およびKN-301, 纖維製品消費科學會誌, 33(2), 164-169, 1980.