

## 그라프트 가공 견직물의 力學特性和 태의 分析研究

金圭範 · 陳英吉\*

晋州産業大學校 纖維工藝學科, \*慶尙大學校 衣類學科

(1996년 5월 15일 접수)

### Mechanical Properties and Fabric Handle of Grafted Silk Fabrics

Kyu Beom Kim and Young Gil Chin\*

*Dept. of Fiber Crafts, Chinju National University, Chinju, Korea*

*\*Dept. of Clothing and Textiles, Gyeongsang National University Chinju, Korea*

(Received MAY 15, 1996)

**Abstract**—In order to study an applicable level for the graft finish of silk filaments and the characteristics of silk fabric, some sample fabrics were woven with grafted weft and the characteristics of sample fabrics were analyzed to evaluate the mechanical properties and the handle values according to the graft yield(%) of MMA and HEMA monomers on silk filaments.

1. The tensile properties were detected in the increase of linearity(LT) and the recovery in time of the increasing resilience(RT).
2. The bending properties were detected to have a lot of effect on the balance of bending rigidity(B) to hysteresis(2HB) according to the elastic relaxation of warp tension and the interlacing stress.
3. The shearing properties were detected to show the softness and the elastics in a case of the decrease in shearing rigidity(G) and hysteresis(2HG, 2HG5) according to the graft yields.
4. The compression properties were detected in the decrease of linearity(LC) and the uniformity of resilience(RC). It explains that the tendencies of compressible variation is not accepted.
5. The surface properties were detected to be affected by the surface forms of grafted silk filaments and the variation in the morphologies of interlacing sections. Considering the interlacing evenness, MMA grafted fabrics were accepted within the level of WOMEN'S THIN DRESS(KN-201-LDY) but HEMA grafted fabrics were not accepted.
6. The variation of handles were detected in the increase of total hand(TAV) within the levels of 65% of KOSHI and 82% of HARI on the average.
7. The handle fashions were detected in the nature of Habuta and Dechine from MAA graft but the nature of Fugi were shaped from HEMA graft in proportion to the graft yields.

**Key words** : MAA(Methacrylamide), HEMA(2-Hydroxyethylmethacrylate), Graft yield(%).

## 1. 서 론

견직물은 아름답고 우아한 모양새를 나타내는 것과 부드럽고 매끈하며 쾌적한 태를 주기 때문에 전통적으로 고급의류로써 사용되어 왔다. 그러나 견직물의 역학특성과 태는 직물의 용도에 따라서 상당히 미묘한 차이를 나타내고 있기 때문에 2개의 주요 집단으로 나누어 검토하고 있다. 즉 soft handle을 가지는 얇은 직물 집단과 보다 stiff handle을 가지는 두꺼운 직물 집단으로 나누며 얇은 직물은 보편적으로 캐기, 원피스, 드레스, 블라우스 등에 이용되고 있는 부인용 외의 재료로써 직물 중량 35~235g/m<sup>2</sup>의 분포에 해당하는 것<sup>1)</sup>이며 두꺼운 직물은 오비, 넥타이, 양장지 등에 이용되는 견직물을 말한다. 특히 얇은 직물은 건사의 구조에 따라 여러 가지의 견직물 집단으로 분류되며 그에 따른 극히 미묘하고 다양한 handle을 나타내고 있다<sup>2)</sup>. 이와 같은 견직물의 독특한 handle이 많은 소비자들에게 선호되어 왔는데도 이를 규명하기 위한 견 피브로인의 구조에 대한 분자론적 연구<sup>3)</sup>도 현재 까지 충분히 설명하지 못하고 있다. 이것은 견직물 handle의 객관적 표현이 극히 곤란했기 때문이며 참고적으로 주관적 평가에만 의존하여 검토되어 왔기 때문이다<sup>4,5)</sup>.

최근 S. Kawabata<sup>6)</sup>가 개발한 handle의 객관적 평가를 위한 KES-F 시스템은 직물의 역학특성 및 직물의 설계, 가공 등에 많은 실용적 공헌이 있었던 바이나<sup>7,8)</sup> 아직까지 얇은 견직물 등의 객관적 평가에는 미진한 것이 많은 것으로<sup>9,10)</sup> 나타나고 있다. 예를 들면 전단, 압축, 인장특성 등에 있어서 유사한 구조를 가진 다른 직물에 비하여 굽힘에 의한 굽힘강성(shear stiffness)과 히스테리시스(hysterrsis)가 미소하여 작은 변형 수준에서도 압축 및 인장특성의 변화가 대단히 심하며 FUKURAMI(fullness and softness)의 handle 값이 극히 높은 것이 특징이다. 이러한 결과는 견직물의 경위사의 교착점에 있어서의 간격(gap)에 기인한 것으로 밝히고 있다.

이 간격을 M. Matsudaira등<sup>11)</sup>은 유효간격(effective gap)이라고 부르고 있는데 계측된 유효간격은 6~7 $\mu$ m로써 현미경 측정이 곤란한 것이나 역학적 방법으로 계측이 가능한 것으로써 견직물의 고유한

handle 평가를 위한 새로운 변환식(예 : KN-202-LDY, KN-203-LDY, KN-302)이 개발되고 있으며 직물의 특성, 가공단계에 의한 handle의 특성에 적용을 검토하고 있다.

본 연구에서는 실의 특성변화가 직물의 handle과 물성에 미치는 영향을 제직과 가공단계에 따른 그라프트 건사의 시직물에 대한 dimension 변화와 물리적 특성을 계량화 하고져 KES-F 시스템에 의한 역학특성 및 handle 시험을 시도하였다.

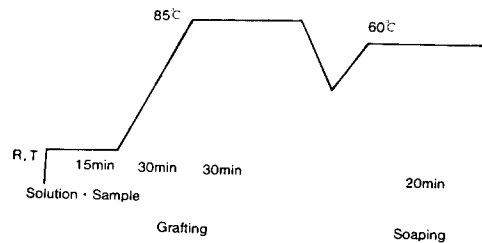
## 2. 재료 및 방법

### 2.1 그라프트 가공

#### 2.1.1 MMA가공

견 피브로인을 중합욕에 15분간 상온에서 침지시킨 후 용기에 차곡차곡 넣어서 상온에서부터 85℃까지 승온시키면서 처리하였다.

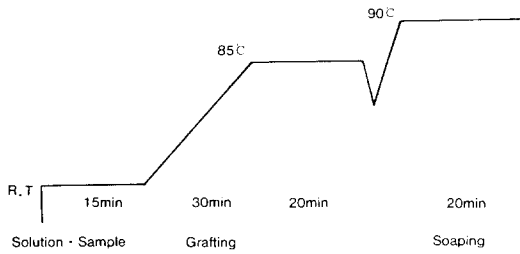
처리조건은 MMA 농도별로 30, 60, 90% o.w.f. 욕비 1 : 5로 pH 3.70 (sodium acetate  $5 \times 10^{-3}$  mole buffer)로 아래와 같은 방법으로 처리한 후 3% sodium hydrosulfite 용액에서 표백처리 하였으며 충분히 수세 건조한 후 중량율을 구하였다.



#### 2.1.2 HEMA 가공

견 피브로인을 중합욕에 15분간 상온에서 침지시킨 후 그라프트 용기에 차곡차곡 넣어서 상온에서부터 85℃까지 승온하면서 처리하였다.

처리조건은 HEMA 농도별로 40, 70% o.w.f., NP 1020 3% o.w.f. 욕비 1 : 10 pH 3.70 (sodium acetate  $5 \times 10^{-3}$  mole buffer)로 아래와 같이 처리한 후 3% sodium hydrosulfite, 마르세이유비누 5% o.w.f.로 90분간 soaping한 후 수세 건조하여 중량율을 구하였다.



2.2 시 직

각종 시료의 제직은 경사는 동일하게 무처리 2홉 경사를 140본/inch으로 하고 위사는 대조구인 무처리, M30(MAA 30% 증량견사), M60(MAA 60% 증량견사), M90(MAA 90% 증량견사), H40(HEMA 40% 증량견사), H70(HEMA 70% 증량견사)을 밀도 80, 90, 100/inch으로 평직으로 제직하여 사용하였다.

2.3 시험방법

KES-FB 시스템의 표준조건에 의하여 그라프트 견사의 시직물에 대한 역학특성치 및 handle을 KN-201-LDY WOMEN,S THIN SUIT에 의하여 구하였다. 그리고 역학특성의 계측항목은 Appendix와 같다.

3. 결과 및 고찰

3.1 인장특성

인장특성에 의하여 구한 그라프트 견의 시직물에 대한 특성치는 Table 1과 같다. 직선성(LT)은 경사의 경우에 그 값의 분포가 대략 34.84~58.48( $\sigma_{\text{max}}=12.8$ )로써 MAA처리에 의해서는 감소하고 있으나 농도의 증가에 따라 다소 회복 증가되며 반면에 위사의 경우는 그 값의 분포가 대략 9.55~62.98( $\sigma_{\text{max}}$

Appendix Descriptions of Mechanical Characteristic Values.

Property	Parameter	Description	unit
Tensile	EM	Extensibility	none
	LT	Linearity of load/extension curve	none
	WT	Tensile energy	gf · cm <sup>2</sup> /cm
	RT	Tensile resilience	%
Bending	B	Bending rigidity	gf · cm <sup>2</sup> /cm
	2HB	Hysteresis of bending moment	gf · cm/cm
Shearing	G	Shear stiffness	gf/cm · deg
	2HG	Hysteresis of shear force at shear angle( $\phi=0.5\text{deg.}$ )	gf/cm
	2HG5	Hysteresis of shear force at shear angle( $\phi=0.5\text{deg.}$ )	gf/cm
Compression	LC	Linearity of compression/thickness curve	none
	WC	Compressional energy	gf · cm/cm <sup>2</sup>
	RC	Compressional resilience	%
Surface	MIU	Coefficient of friction	none
	MMD	Mean deviation of MIU	none
	SMD	Geometrical roughness	u
Thickness	T	Fabric thickness	mm
Mass	W	Fabric mass per unit area	mg/cm <sup>2</sup>

Table 1. Tensile Properties

Samples	Tensile								
	TM		LT		WT		RT		
	Warp	Weft	Warp	Weft	Warp	Weft	Warp	Weft	
Untreated	80	0.6860	1.7150	58.4857	9.5543	100.3030	40.9640	34.8804	24.4976
M30	80	0.9310	1.1270	16.5684	13.8261	38.5630	38.9550	22.9606	24.7798
M60	80	1.1515	0.8085	34.8426	49.6242	100.3030	100.3030	46.4090	63.0191
M90	80	1.0535	1.1270	38.0837	35.6000	100.3030	100.3030	22.5696	13.7764
H40	80	0.7105	0.8330	56.4690	48.1647	100.3030	100.3030	57.5965	46.9468
H70	80	0.9555	0.6370	41.9897	62.9846	100.3030	100.3030	46.8979	42.1104

19.37)로 나타나고 있는데, 대체적으로 MAA 및 HEMA 처리농도의 증가에 따라 공히 직선성(LT)은 증가하는 경향이다. 이러한 결과에서 경사방향의 LT는 무처리 보다 다소 감소하는 것이므로 경사는 늘어짐이 유연하며, 그라프트된 위사는 LT가 증가하고 있으므로 늘어짐이 강연(剛軟)한 것으로 생각된다. 한편 회복성을 나타내는 레질리언스(RT)는 MAA 60% 및 HEMA 40% 처리는 증가하지만 MAA 30%, 90%나 HEMA 70% 처리의 경우에는 감소한다. 여기에서 MAA 60%와 HEMA 40%의 RT가 회복성이 있음을 알 수 있다. 또한 인장에너지(WT)는 거의 일정하고 신장성(EM)은 RT와 가역적으로 나타나고 있음을 알 수 있다.

3.2 굽힘특성

굽힘특성에 의하여 구한 그라프트 견의 시직물에 대한 특성치는 Table 2와 같이 나타난다. 그리고 굽힘특성치는 경사방향에 있어서 0.0200~0.0731 ( $\sigma_n=0.02$ )와 위사방향에 있어서 0.0116~0.1915 ( $\sigma_n=0.04$ )의 분포를 나타내고 있으며 히스테리시스(2HB)는 경사방향(0.0095~0.0250) ( $\sigma_n=0.0068$ )과 위사방향 0.0069~0.0562 ( $\sigma_n=0.013$ )의 분포를 보이고 있다. 그런데 무처리 상태의 직물은 굽힘강성(B)과 히스테리시스(2HB)가 경위사의 방향에 따라서 큰 차이를 나타내고 있다.

그라프트에 의한 굽힘강성(B)은 MAA나 HEMA 처리농도의 증가에 따라 경사방향에는 크게 감소하는 경향을 보이며 위사방향에서는 반대로 그라프트

울에 비례하여 증가하는 것을 볼 수 있다. 한편, 히스테리시스(2HB)는 경사방향에서는 그라프트율의 증가에 따라 점진적으로 감소하는 경향을 보이며 위사의 경우는 반대로 증가하는 경향을 보인다. 위사방향에서 굽힘강성(B)이 큰 M30, H40에 대한 히스테리시스(2HB)는 경위사방향에 그 폭이 비슷한 값을 가진다. 이것은 경사가 제직중 받는 장력에 의하여 탄성이완 되는 실의 변형과 그라프트 가공되어진 위사의 굽힘강성(B)이 비교적 균형을 이루게 되는 실의 구조형태<sup>6)</sup>로 되어가기 때문이라고 생각된다.

Table 2. Bending Properties

Samples	Bending				
	B		2HB		
	Warp	Weft	Warp	Weft	
Untreated	80	0.0731	0.0116	0.0243	0.0069
M30	80	0.0248	0.0268	0.0114	0.0120
M60	80	0.0200	0.0460	0.0102	0.0195
M90	80	0.0243	0.1299	0.0092	0.0425
H40	80	0.0664	0.0241	0.0250	0.0119
H70	80	0.0206	0.1915	0.0095	0.0562

3.3 전단특성

전단특성에 의하여 구한 그라프트 견사의 시직물에 대한 특성치는 Table 3과 같다. 특성치의 분포는 전단강성(G)이 경사방향에서 0.0931~0.1960 ( $\sigma_n=0.04$ ), 위사방향에서 0.0803~0.2474 ( $\sigma_n=0.06$ )이며

전단각 0.5°의 히스테리시스(2HG)는 경사방향에서 0.074~0.1764( $\sigma_n \approx 0.05$ ), 위사방향에서 0.1183~0.2987( $\sigma_n \approx 0.07$ )이다. 그리고 전단각 5°의 히스테리시스(2HG5)는 경사방향에서 0.1960~0.6321( $\sigma_n \approx 0.13$ ), 위사방향에서 0.1519~0.4037( $\sigma_n \approx 0.13$ )로 나타나고 있다. 즉 전단강성(G)은 경사방향에서는 MAA 및 HEMA 처리농도의 증가에 따라 커지는 경향을 나타내고 있으며 위사방향에서는 MAA 60% 까지 감소하며 HEMA 처리농도의 증가에 따라서 증가하며, 전단 히스테리시스(2HG, 2HG5)의 변화는 경위사방향에서 광히 무처리에서 MAA 30% 까지는 감소하고 있으나 그외 시료는 처리농도의 증가에 따라 증가하고 있다.

전단강성(G) 및 히스테리시스(2HG, 2HG5)의 감소는 직물이 대단히 부드럽고 탄성적인 성질을 가짐을 의미하며 히스테리시스(2HG, 2HG5)의 증가폭은 형태안정성에 관계한다.

Table 3. Shear Properties

Samples	Shear						
	G		2HB		2HG5		
	Warp	Weft	Warp	Weft	Warp	Weft	
Untreated 80	0.1029	0.1103	0.0882	0.1274	0.3038	0.3234	
M30	80	0.0931	0.0857	0.0784	0.0294	0.1960	0.1127
M60	80	0.1813	0.0803	0.1370	0.2987	0.2734	0.1403
M90	80	0.1103	0.0931	0.1519	0.0343	0.3528	0.1519
H40	80	0.1372	0.1151	0.1617	0.0882	0.5096	0.3038
H70	80	0.1960	0.2474	0.1764	0.1183	0.6321	0.4037

3.4 압축특성

압축특성에 의하여 구한 그래프트 건사의 시직물에 대한 특성치는 Table 4와 같다. 특성치 중에서 회복성을 나타내는 압축재질리언스(RC)와 압축에너지(WC)는 표준시험( $p_{max} = 50gf/cm^2$ )에서는 변화가 없고 일정하다<sup>12)</sup>. 직선성을 나타내는 LC의 분포는 8.7409~41.5149( $\sigma_n \approx 10.36$ )로써 MAA와 HEMA에 의한 처리농도의 증가에 따라 거의 광히 연속적으로 LC는 감소하고 있다. 이와 같은 LC의 감소와 큰 RC의 값이 일정하므로 압축변화가 유연하게 잘 일어나고 탄성회복이 잘 일어남을 알 수

있다.

한편, 얇은 건직물의 압축특성은 미소 압력에 의한 두께변화가 건직물 특유의 촉감을 주는 것<sup>13)</sup>으로 생각되고 있다. 두께의 분포는 0.1074~0.2173( $\sigma_n \approx 0.03$ )이며 직선성(LC)와 반비례로 증가하고 있다. 또한 무게의 변화도 4.1~5.7( $\sigma_n \approx 0.53$ )의 범위에서 대략 9.8~39.0%의 증량을 나타내고 있다.

Table 4. Compression Properties

Samples	Compression			Thickness Weight		
	LC	WC	RC	T	W	
Untreated 80	41.5194	2.0070	100.0000	0.1074	4.1000	
M30	80	33.2155	2.0070	100.0000	0.1318	4.5000
M60	80	23.7254	2.0070	100.0000	0.1514	5.0000
M90	80	22.1437	2.0070	100.0000	0.1587	5.7000
H40	80	20.7597	2.0070	100.0000	0.1416	4.6000
H70	80	8.7409	2.0070	100.0000	0.2173	5.3000

3.5 표면특성

표면특성에 의하여 구한 그래프트 건사의 시직물에 대한 특성치는 Table 5와 같다.

표면의 매끄러운 정도를 나타내는 마찰계수(MIU)의 분포는 경사방향에서 0.0662~0.0911( $\sigma_n \approx 0.0096$ )이고 그 평균편차(MMD)는 0.0141~0.0253( $x = 0.0529$ ,  $\sigma_n \approx 0.250$ )이며, 위사방향에서 0.0124~0.0203( $x = 0.525$ ,  $\sigma_n \approx 0.0265$ )으로써 MAA 및 HEMA 처리농도의 증가에 따라 약간 증가하지만 그 평균편차(MMD)에 있어서 경위사의 차이가 1.1% 정도로써 근소하다. 또한, 표면의 평활한 정도를 나타내는 표면거칠기(SMD)의 분포는 경사방향에서 0.0441~2.2442( $\sigma_n \approx 0.6583$ )이고 위사방향에서 0.2597~1.8865( $\sigma_n \approx 0.5743$ )로써 MAA 및 HEMA 처리에 의한 실의 표면구조 변화와 경위사의 교착단면상태에 따라서 표면의 변동이 13.14)상당히 크지만 경위사의 균형을 고려하면 MAA 처리군은 SMD의  $x = 0.6874$ ,  $\sigma_n \approx 0.3025$ 로써 WOMEN'S THIN DRESS(KN-201-LDY)의 수준<sup>11)</sup>내로 인정되며 HEMA 처리군은 SMD의  $x = 0.9376$ ,  $\sigma_n \approx 0.5421$ 로써 그 수준에서 벗어난다.

Table 5. Surface Properties

	Surface						
	MIU	MMD	SMD	MIU	MMD	SMD	
Untreated	80	0.662	0.0583	0.0141	0.0124	0.4802	0.4851
M30	80	0.0686	0.0711	0.0157	0.0179	0.5782	0.2597
M60	80	0.0701	0.0706	0.0199	0.0149	0.4410	0.9114
M90	80	0.0617	0.0671	0.0179	0.0168	1.4945	0.9996
H40	80	0.0647	0.0652	0.0172	0.0181	0.3132	0.8085
H70	80	0.0911	0.0902	0.0235	0.0203	2.2442	1.8865

3.6 태의 변화

KN-201-LDY식에 의한 그라프트 견사의 시직물에 대한 태의 변화경향을 무처리의 시직물에 대한 태의 기준으로 하여 태의 변화율을 구하여 Fig. 1에 나타내었다. 그리고 조사된 태의 형용어<sup>15)</sup>는 기본태로써 KOSHI(stiffness), HARI(antidrape stiffness), SHINAYAKASA (flexibility with or soft feel),

FUKURAMI(fullness and softness), FUKURAMI (fullness and softness)와 종합태로써 THV에 유사한 태로써 의복형태능(suit appearance)을 나타내는 TAV(total appearance value)이다.

그라프트 처리견사의 시직물은 무처리에 비하여 대체적으로 종합태로써 TAV는 증가하고 있다. 이것은 굽힘특성 및 전단특성에 관계하고 있는 KOSHI가 0.6527(65%) 및 HARI가 0.8245(82%) 이상 유지되는 시험결과에서 인정됨을 알 수 있다. 그리고 시직물의 태를 견직물의 형태에 따른 태로써<sup>16)</sup>분류하여 본다면 MAA 30% 처리군은 KOSHI와 KISHIMI가 높고 SHARI가 낮은 habutae류의 성질, MAA 60% 처리군은 SHINAYAKASA가 높고 HARI가 낮은 dechine류의 성질, HEMA 처리군은 KISHIMI가 비교적 높고 SHARI가 약간 낮은 fugi류의 성질로 접근하는 것으로 생각된다. 그러므로 적절한 그라프트별 처리농도의 조절로부터 견직물의 형태별에 따른 촉감을 줄 수 있는 것으로 추측된다.

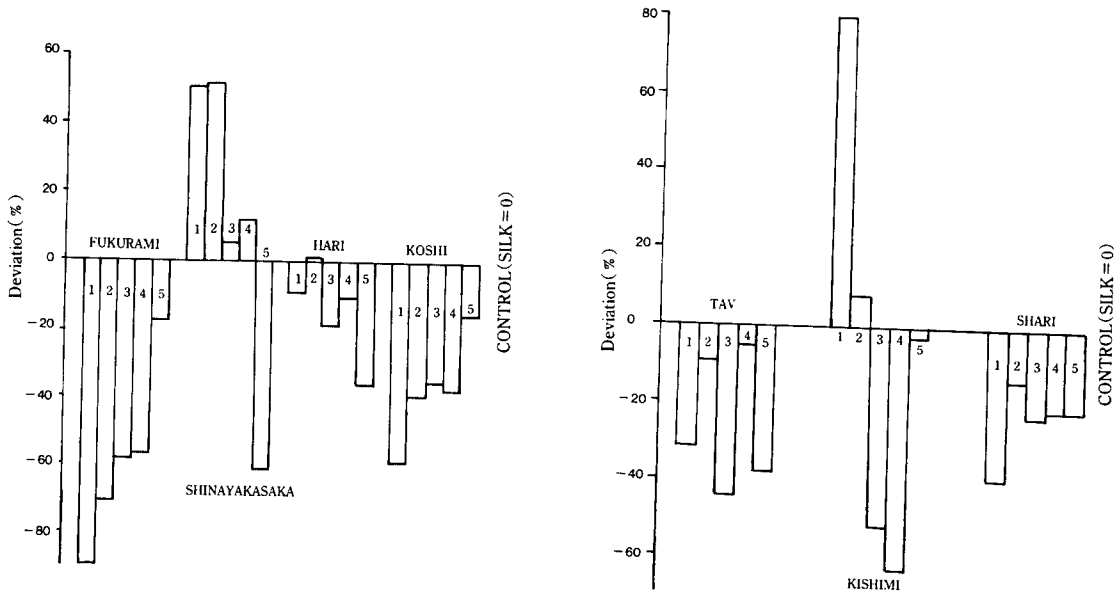


Fig. 1. Deviation of handle value on grafted silk

1=HEMA70, 2=HEMA40, 3=MAA90, 4=MAA60, 5=MAA30

## 4. 결 론

견직물의 그라프트가공 적정성과 직물특성을 검토조사하기 위하여 MAA 및 HEMA에 의한 그라프트가공 견사의 시직물에 대한 역학적질 및 태의 특성을 중심으로 시험분석한 결과는 다음과 같다.

1. 인장특성은 그라프트에 의하여 직선성(LT)이 증가하며, 레질리언스(RT)가 증가할 때 회복성을 나타낸다.
2. 굽힘특성은 경사장력의 탄성이완과 그라프트가공 위사의 교착응력에 따라서 굽힘강성(B) 및 히스테리시스(2HB)의 균형이 결정된다.
3. 전단특성은 그라프트에 따른 전단강성(G) 및 히스테리시스(2HG, 2HGS)가 감소할 때 유연성과 탄성을 가진다.
4. 압축특성은 직선성(LC)의 감소와 레질리언스(RC)가 일정하므로 압축변화의 경향성은 인정되지 않는다.
5. 표면특성은 그라프트가공 견사의 표면구조와 교착단면형태의 변화에 큰 영향을 받고 있으며, 경위사의 교착균형을 고려하면 MMA 처리군은 WOMEN'S THIN DRESS(KN-201-LDY)의 수준대로 인정되며 HEMA 처리군은 벗어난다.
6. 태의 변화경향은 대체적으로 종합태(TAV)는 증가하고 굽힘특성 및 전단특성에 관계되는 KOSHI가 65%, HARI가 82% 수준이상이 유지될 때 인정된다.
7. 견직물의 형태적 태로서 MAA 처리군은 그라프트율에 따라 Habutae류 및 Dechine류의 성질, HEMA 처리군은 Fugi류의 성질을 나타낸다.

## 참 고 문 헌

1. A. Shinshare, *Structure of Silk Yarn Successive* (edited by Hojo), Shinshu Univ, Nagano, Japan, p. 499(1980).
2. H. Arimoto, *Japan Res. Assoc. Text. End-uses*, **24**(3), 82(1983).
3. S. Kawabata, Standardization and Analysis of Hand Evaluation, *The Textile Machinery Society of Japan*, Osaka, Japan, 2nd ed., 7(1980).
4. 權五敬, 學位論文, 曉星女子大學校(1991).
5. 李在坤, 金承辰, *韓國纖維工學會誌*, **20**, 58-69.
6. 上口新司, *日本纖維學會 第6回 夏季セミナー* 라キスト, p. 158(1973).
7. 川端季雄, *風合い評價の標準化と解析*, 第2版, p. 73(1980).
8. M. Minaga, *Science of Silk*, Clothing Life Institute, kansai, Osaka, Japan, p. 334(1980).
9. H. Ishikawa and M. Nagure, *J. Soc. Fiber Sci. Technol.*, Japan, **39**, 353(1988).
10. M. Minagawa and S. Kawabata, *J. Text. Inst.*, **3**, 458-503(1988).
11. 松平光男, 丹端季雄, 丹羽雅子, *纖維機械工學會誌*, **37**, 49(1984).
12. 松平光男, *日本家庭學會誌*, **39**(11), 1179-1185(1988).
13. 川端季雄, 丹羽雅子, *纖維機械工學會誌*, **37**, 113(1984).
14. 松平光男, 宮川まりふ, *纖維機械工學會誌*, **37**, 120(1990).
15. Y. Okamoto and M. Niwa, *Jpn. Res. Assn. Text. End-uses*, **23**, 293(1982).
16. M. Matsudaire and M. Matsui, *J. Text. Inst.*, **83**(1), 144(1992).