

TiO₂로 소광가공된 폴리에스테로 직물의 알칼리 유연가공에 관한 연구

이정수

원광보건전문대학 의상과

Alkaline Softening of TiO_2 Delustered Polyester Fabrics

Jung Soon Lee

Dept. of Clothing, Wonkang Health Junior College

(1995. 10. 16 접수)

Abstract

Polyester yarns and fabrics containing three levels of TiO₂ delusterant were hydrolyzed with NaOH and examined for physical and morphological changes. The mechanical properties and hand values of alkaline hydrolyzed polyester fabrics were measured using KES-FB system. Also, the relationship between the morphology and the mechanical property of alkaline hydrolyzed polyester fabrics was analyzed. The results are as follows:

1. At an initial stage of alkaline treatment, the concentration of TiO₂ did not affect the weight loss of the treated yarns. But by increasing treatment time, the effect of the concentration of TiO₂ on the weight loss of the fiber became more pronounced. The weight loss were increased in the following order; fulldull>semidull>clear
 2. The effect of hydrolysis on yarn tensile strength seems to be more related to the size of the pits on the fibers rather than the number of pits.
 3. Axially oriented pits occurred along the hydrolyzed, delustered fiber surfaces, while such pitting was absent on hydrolyzed fiber containing no TiO₂. The number of voids across the surface of a fiber increased with an increase in the amount of TiO₂ incorporated into the fibers. The size of the voids depended on the treatment time of hydrolysis rather than the concentration of TiO₂.
 4. The mechanical properties and hand values of polyester fabrics were changed by alkaline treatment but were identical regardless of the concentration of TiO₂. While the mechanical properties of polyester fabrics depended on the structural change of the fibers and the yarns within the fabrics as the fiber diameter became progressively smaller rather than the size and number of pits.

I. 서 론

폴리에스테르 섬유는 강도와 내구성과 같은 기계적 성질이 우수할 뿐만 아니라 워시 앤드 웨어(wash and wear)성이 좋고 세탁후 쉽게 마르고 구김이 잘 생기지 않는 특징을 가지고 있다. 그러나 폴리에스테르 섬유는 염색이 어렵고, 페인트가 잘 생기며, 흡습성이 낮고, 표면 전기가 축적되는 등의 결점을 가지고 있고, 의류용 섬유로서 적용성을 증대하려 할 때 그 경직성이 태면에서 하나의 결점으로 지적되고 있으므로 이들을 개선하려는 노력이 계속되어 왔다^{1~7)}. 이러한 폴리에스테르 섬유의 특성을 변화시키는 여러가지 방법중 알칼리로 무게를 감량하는 방법은 폴리에스테르 섬유를 견섬유화하는 것으로, 합성섬유의 천연섬유화 방법의 대표적인 예로 들 수 있다.

폴리에스테르 섬유의 경직성은 결정화도가 높은 섬유 표면에 기인되며 그 표면을 제거하게 되면 견과 유사한 좋은 촉감을 얻을 수 있는데, 이러한 폴리에스테르 섬유의 개질방법으로 가장 우수한 것으로 실제 적용성과 경제성에 장점을 지닌 알칼리 가수분해를 들 수 있다. 폴리에스테르 섬유에 알칼리처리를 하면 폴리에스테르 섬유가 갖는 차가운 경직감이 없어지고 드레이프성이 증가되고 견과 유사한 촉감을 갖게된다. 이러한 효과는 알칼리처리에 의해 섬유표면이 용해되어 생기는 표면의 요철과 중량이 감소되어 섬유자체가 가늘어 지면서 부드럽게 되고, 조직이 느슨해지는 것에 의해 이루어지는 것으로 알려져 있다⁸⁾. 폴리에스테르 섬유의 감량 특성은 NaOH 수용액과 폴리에스테르간의 반응이 섬유표면에서 발생하며 내부에서는 발생하지 않는다는 일치하는 견해를 보인다^{9~11)}. 이러한 형태의 감량을 topochemical이라고 하는데 이렇게 정의되는 것은 감량이 고분자쇄의 절단에 의한것이며, 섬유표면으로 한정되기 때문이다¹²⁾.

폴리에스테르 섬유를 알칼리처리하면 수반되는 중량 감소, 강도저하, wettability와 수분율의 증가, 페인트의 저하, 태의 향상등과 같은 변화는, 화학적 형태학적인 일련의 과정을 통하여 생긴다. NaOH처리에 의한 섬유의 형태변화의 관찰은 폴리에스테르 섬유의 감량특성을 밝히기 위해서 이루어졌다^{9,13~17)}. Waters¹³⁾은 NaOH로 폴리에스테르 섬유를 처리하면, 섬유가

부식되어 가늘어져도 원형단면을 계속 유지하므로 처리는 섬유표면에 한정된 것임을 보여 주었다. Goraffa⁹⁾는 알칼리 가수분해가 초기에는 전체섬유 표면에서 시작되나 중량감소가 10% 이상이 되면, 커진 표면의 구멍을 통해서 진행 된다고 하였다. 그러나 섬유표면을 벗겨봄으로써, 내부가 약해져서 안쪽에까지 구멍이 생기지는 않는다고 하였다. Ellison 등¹²⁾은 NaOH수용액에서 폴리에스테르 섬유를 처리하면 섬유표면에 작은 흠을 유발하여, 가수분해 시간이 지연될 수록 흠의 수와 깊이가 증가한다고 보고하였다. Shet 등¹⁵⁾은 pad-heat system으로 알칼리 처리하면 스폰지에 있는것 같은 흠이 관찰되며 이러한 처리는 섬유표면에 패임의 발생속도를 빠르게 하는데 효과적이라고 하였다.

알칼리처리 과정에서 고려되는 많은 변수들은, 균일한 제품을 생산하기 위하여 통제되어야 한다. 지금까지 연구되어온 변수는 알칼리농도, 조제의 종류와 농도, 처리온도와 시간, 액비와 같은 가공욕에 관한 변수와 처리된 직물의 무게에 관한 것 이었다. 그러나 폴리에스테르 섬유가 의복으로 사용되기 위하여 언제나 첨가되는 것은 TiO₂소광제이므로 섬유제조시 첨가되는 TiO₂의 양은 관찰되어야 할 중요한 변수이다. 여러 연구자들이 폴리에스테르 섬유의 가수분해 연구에서 표면의 구멍을 관찰하였지만, 일부 연구자들^{9,18)} 이외에는 이 현상의 원인으로 여겨지는 TiO₂의 요인에 관하여는 자세한 언급을 하지 않았다. Goraffa⁹⁾는 알칼리처리를 하게 되면 TiO₂가 포함된 폴리에스테르 실의 표면에는 섬유축 방향으로 배향된 흠이 발생하나 TiO₂가 포함되지 않은 실은 흠이 생기지 않는다고 하였고, Solbrig와 Obendorf¹⁸⁾는 첨가된 TiO₂의 입자는 알칼리 가수분해 시 발생 되는 표면의 구멍을 현저하게 발생시키며, 구멍의 크기는 알칼리 노출시간에, 수는 첨가된 TiO₂의 농도에 비례한다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 소광가공시 첨가된 TiO₂의 농도가 다른 폴리에스테르 섬유를 NaOH수용액으로 처리하여, 첨가된 TiO₂의 농도가 폴리에스테르 섬유의 알칼리처리에 미치는 효과를 인장강도 변화와 주사전자 현미경에 의한 표면관찰을 통하여 검토하였다. 또한 폴리에스테르 직물을 NaOH수용액으로 처리하여, 첨가된 TiO₂의 농도가 폴리에스테르 직물의 태의 변화에 미치는 영향을 살펴보았고, 더불어 NaOH처리에 의한 표면형태 변화와 역학적특성치 변화간의 상호연관성을

고찰하고자 하였다.

II. 실험

1. 시료

폴리에스테르 실과 직물은 각각 3 종류(주식회사 삼양사 제공)를 사용하였다. 사용된 시료의 특성은 Table 1, 2와 같다.

2. 실험방법

1) 알칼리처리

액류냉각기를 부착한 교반가능한 탄웅조에서 90°C, 5% NaOH수용액으로 소정시간 처리하였다. 실은 약 0.2g 정도를 고리로 만들어 무긴장하에서 100ml의 수용액으로 처리하였고, 직물은 25×25cm² 크기로하여 액량비 1:100으로 처리하였다. 처리후 1.1% HCl(v/v) 용액으로 5분간 처리한 후 중류수로 충분히 수세하여 60°C 오븐에서 30분간 건조하였다. 알칼리처리에 의

한 중량감소율은 알칼리처리 전후의 중량손실율로 계산하였다.

2) SEM에 의한 표면관찰

주사전자현미경(Jeol Co., Scanning Electron Microscope JSM-35F)으로 시료의 표면을 관찰하였다.

3) 인장강도의 측정

Instron Universal Testing Instrument(Model 1130)을 사용하여 파지거리 7cm, 인장속도 5cm/min, 차트속도 5cm/min, 최대하중 500g의 조건에서 20회 측정하여 평균값을 취하였다.

4) 역학적 특성치 및 태 측정

KES-FB시험기(KATO TECH CO LTD)를 사용하여 Table 3과 같은 내용의 인장특성, 굽힘특성, 전단특성, 압축특성, 표면특성 및 두께와 중량의 6개 역학적 특성항목에 대하여 16개의 특성치를 표준조건에서 3회 측정하여 평균을 내었고 이방성이 고려되는 인장, 굽힘, 전단 및 이면특성은 경위사 방향별로 계측하였

Table 1. Characteristics of polyester yarns.

No.	Material (%)	Yarn type		TiO ₂ level (%)		Yarn no. (denier)	Tenacity (g/d)
Y1	Polyester 100	Clear		0		75/36	3.89
Y2	Polyester 100	Semidull		0.38		75/36	4.10
Y3	Polyester 100	Fullfull		2.2		50/24	3.78

Table 2. Characteristics of polyester fabrics.

NO.	Material (%)	Yarn type		TiO ₂ level (%)		Yarn no. (denier)		Wt. (g/m ²)	Fabric count (end×picks/m ²)	Thickness (mm)	Weave
		warp	weft	warp	weft	warp	weft				
F1	Polyester 100	semidull	semidull	0.38	0.38	75/36	150/48	10.68	138×69	0.325	plain
F2	Polyester 100	dull	semidull	1	0.38	75/72	150/96	12.42	162×75	0.322	plain
F3	Polyester 100	fullfull	semidull	2.2	0.38	75/36	150/96	12.29	156×71	0.328	plain

Table 3. Characteristic values of basic mechanical properties

Properties	Symbol	Characteristic value	Unit	Apparatus
Tensile	LT	Linearity of load-extentio	none	KES-FB1
	WT	Tensile energy	g.cm/cm ²	
	RT	Tensile resilience	%	
Bending	B	Bending rigidity	g.cm ² /cm	KES-FB2
	2HB	Hystereresis of bending moment	g.cm/cm	
Compression	G	Shear stiffness	g/cm.degree	KES-FB1
	2HG	Hysteresis of shear force at 0.5 of shear angle	g/cm	
	2HG5	Hysteresis of shear force at 5 of shear angle	g/cm	
Compression	LC	Linearity of compression-thickness curve	none	KES-FB3
	WC	Compressional energy	g.cm/cm ²	
	RC	Compressional resilience	g.cm/cm ²	
Surface	MIU	Coefficient of friction	none	KES-FB4
	MMD	Mean deviation of MIU	none	
	SMD	Geometrical roughness	um	
Thickness	T	Fabric thickness	mm	KET-FB3
Weight	W	Fabric weight	mg/cm ²	

다.

시료의 hand value는 여러 산출식에 의해 계산한 결과 본 연구에 사용된 시험포에 가장 적합한 것으로 나타난 Women's Thin Outer Wear의 hand value 산출식인 KN-201 LDY로 계산하여, 강경도(Stiffness, KOSHI), 반발탄력성(Anti-drape stiffness, HARI), 풍유도(Fullness and softness, FUKURAMI), 깔깔이(Crispness, SHARI), 살광이(Scroopmg feeling, KISHIMI), 조화성(Flexibility with soft feeling, SHINAYASA)에 해당되는 값을 계산하였다.

역학적 특성치를 기본 태값으로 산출하는 식은 아래와 같다.

$$\text{변환식 (H.V)} = C_0 + \sum_{j=1}^{16} C_j \frac{X_j - \bar{X}_j}{\sigma_j}$$

X_j : j번째의 기본 역학량(특성치 또는 대수 변환치)

\bar{X}_j : X_j 의 평균(특성치 또는 대수 변환치)

σ_j : X_j 의 표준편차

C_0, C_j : 회귀계수

변환식에 의해 구해진 태값은 측정되어진 '기본 태의 강도'로 정의되며, 0, 1, 2, ..., 9, 10과 같이 강도를 구분하고 숫자가 클수록 '태의 강도'가 큰것으로 한다.

III. 결과 및 고찰

1) TiO_2 로 소광가공된 폴리에스테르 섬유의 알칼리 가수분해 특성

1) TiO_2 가 알칼리 가수분해시 중량감소율에 미치는 영향

폴리에스테르 섬유의 NaOH에 대한 가수분해는 에스테르 결합의 전자가 부족한 카보닐 탄소를 히드록시이온과 반응함으로써 시작된다. 형성된 카보닐기는 즉시 카불실레트 음이온으로 전환되어 짧은 고리로 떨어져 나오게 되며, 최종적으로 disodium terephthalate로 가수분해된다^{9,10}. 생성된 테레프탈레이트 음이온은 Na^+ 이온과 염의 형태로 반응계에서 제거되기 때문에 반응은 표면에서 계속 진행되므로 섬유는 점차 가늘어져 무게가 감소된다^{11,12}.

Fig. 1은 소광가공시 첨가된 TiO_2 의 농도가 0% (clear), 0.38% (semidull), 2.2% (fulldull)로 서로 다른 폴리에스테르 실을 5% NaOH용액으로 90°C에서 여러시간 처리하여 일어진 중량변화이다.

다른연구자들^{9,10,18}에 의해 보고된 것과 마찬가지로

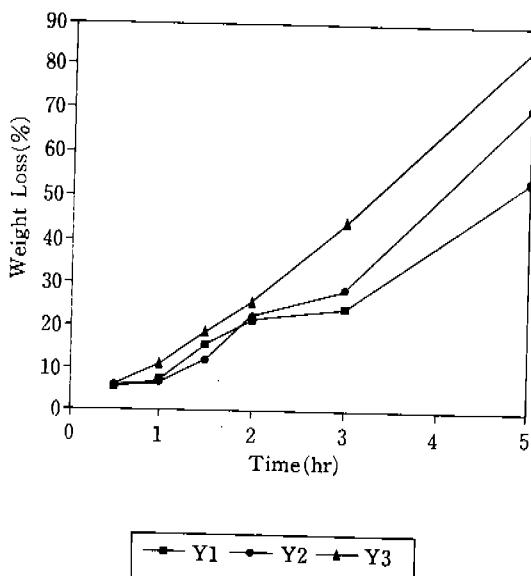


Fig. 1. Changes in weight loss of fulldull, semidull, and clear PET yarn over a 5-hour period of treatment with 5% NaOH solution at 90°C

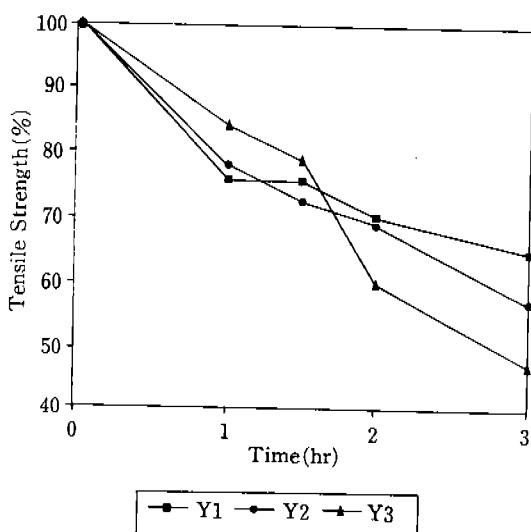


Fig. 2. Changes in tensile strength of fulldull, semidull and clear PET yarn over a 3-hour period of treatment with 5% NaOH solution 90°C

처리시간에 따른 중량변화은 거의 직선적인 경향을 나타낸다.

폴리에스테르 섬유에 포함된 TiO₂ 입자가 알칼리처

리된 섬유의 무게에 영향을 미치는 것에 관한 연구로, TiO₂가 포함된 실은 포함되지 않은 실 보다 중량감소율이 훨씬 크지만 TiO₂의 농도는 중량감소율에 유의한 영향을 미치지 않는다는 보고가 있다¹⁸⁾. 그러나 본 실험의 결과에서는 2시간 처리까지는 같은 경향을 보이지만 그 이후에서는 TiO₂의 농도에 따라 중량감소율에 차이를 보여 다소 다른 결과를 보여준다. Goraffta⁹⁾는 TiO₂가 포함된 것이 포함되지 않은 것보다 중량감소율이 큰것은 섬유표면에서 떨어져 나가는 TiO₂의 입자 때문으로 설명하였다. 따라서 이러한 결과는 처리시간이 길어질수록 TiO₂의 농도에 의한 중량감소율의 영향이 커짐을 보여주는 것이다.

2) TiO₂가 알칼리기수분해시 인장성질에 미치는 영향

Fig. 2는 소광가공시 첨가된 TiO₂의 함량이 서로 다른 폴리에스테르 실의 알칼리 기수분해후의 인장강도의 변화이다.

알칼리처리 시간이 증가함에 따라 모든 시료의 인장강도는 감소하였는데, 특히 TiO₂가 포함되지 않은 실보다 포함된 폴리에스테르 실에서 인장강도의 감소가 현저하게 나타났다. 초기의 처리시간에서는 TiO₂의 농도에 따른 차이가 나타나지 않았으나, 2시간 이후 fulldull의 폴리에스테르 실에서 인장강도의 감소가 현저하게 나타나는 이유는 알칼리처리로 섬유표면에 발생되는 흡수 인장응력이 집중적으로 전달되기 때문으로 생각되어진다. 또한 다음의 주사전자 현미경사진(Fig. 4)에서 관찰되는 바와 같이 처리시간이 증가할수록 흡수 보다는 흡수 크기에 더 많은 영향을 받으며, 흡수 크기에 의한 영향이 큰것은 장력의 분포가 고르지 못해 부분적으로 stress가 모이기 때문이다.

3) TiO₂가 알칼리기수분해시 표면형태에 미치는 영향

Fig. 3은 소광가공시 첨가된 TiO₂의 농도가 서로 다른 폴리에스테르 실의 알칼리 처리전과 5% NaOH 용액에서 90°C에서 2시간 처리한 후의 표면형태를 비교한 것이다. 알칼리처리로 TiO₂가 포함된 폴리에스테르 실의 표면에는 섬유축방향으로 배향된 흡수 발생하였으나, TiO₂가 포함되지 않은 실은 흡수 생기지 않았다. TiO₂가 포함된 실에서만 이러한 흡수 발생되는 것을 Goraffta²⁵⁾는 fiber matrix에 포함된 TiO₂입자가 알칼리처리로 인하여 섬유표면에서 떨어져 나갔기 때문이라

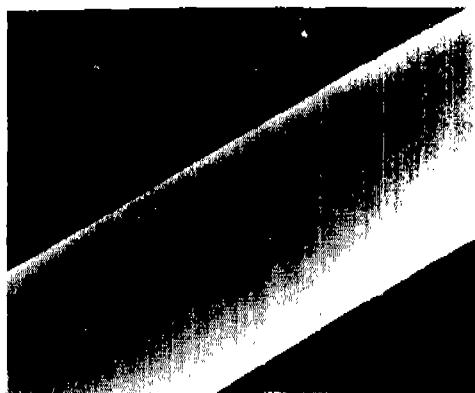
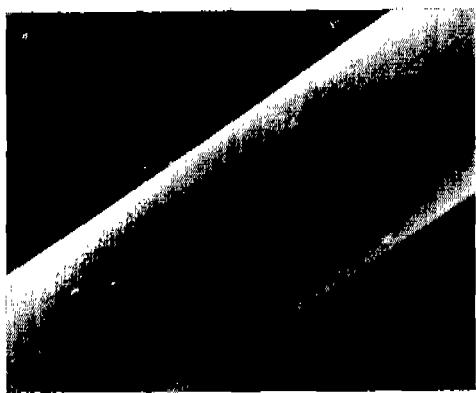
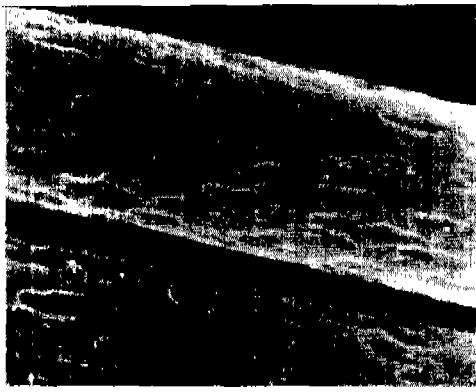
a) no TiO_2 containing PET fiber untreated ($\times 2000$)b) no TiO_2 containing PET fiber treated ($\times 2000$)c) 0.38% TiO_2 containing PET fiber untreated ($\times 2000$)d) 0.38% TiO_2 containing PET fiber treated ($\times 2000$)e) 2.2% TiO_2 containing PET fiber untreated ($\times 2000$)f) 2.2% TiO_2 containing PET fiber treated ($\times 2000$)

Fig. 3. Comparison of the morphology of untreated and alkaline treated PET yarn at 90°C for 2 hours

고 보고하였다. b), d), f)의 사진을 비교해 보면 소광 가공시 첨가된 TiO_2 의 농도와 섬유표면의 흄의 수는 비례함을 알수있다.

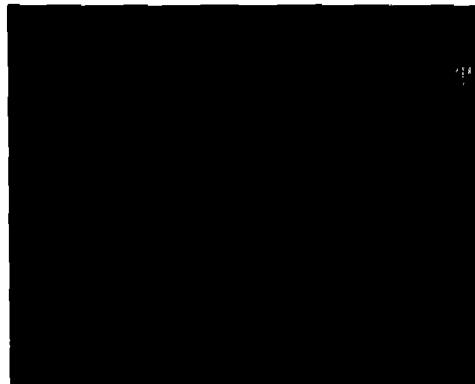
Fig. 4는 소광제가 포함된 폴리에스르 실을 각각 5% NaOH 용액으로 90°C에서 1, 3시간 처리한 후의 표면 형태의 변화를 관찰한 것이다. 흄의 크기는 처리시간이



a) 0.38% TiO₂ containing PET fiber treated for 1 hour ($\times 5000$)



b) 0.38% TiO₂ containing PET fiber treated for 3 hours ($\times 5000$)



c) 2.2% TiO₂ containing PET fiber treated for 1 hour ($\times 5000$)



d) 2.2% TiO₂ containing PET fiber treated for 3 hours ($\times 5000$)

Fig. 4. Changes in surface morphology of hydrolyzed TiO₂ containing PET fiber at 90°C after 1 hour & 3 hours.

증가할수록 커졌으며, TiO₂의 농도가 높을 경우 인접한 흄과의 겹침으로 더욱 흄이 커지고 깊어졌다.

2. TiO₂로 소광가공된 폴리에스테르 직물의 역학적 특성 및 태변화

1) 인장 특성

인장특성의 결과는 Table 4와 같다. 소광가공시 첨가되는 TiO₂의 농도가, 알칼리 처리후 직물의 인장선형성 (LT), 인장에너지(WT), 인장레질리언스(RT) 값에 어떤 영향을 미치는지를 살펴 보았는데 TiO₂의 농도에 따라 큰 차이가 없는 것으로 보인다. 선형도는 직물이 신장될때의 강성(rigidity)을 나타내는데 처리시간이 증가됨에 따라 감소되는 값을 나타낸다. 인장에너지에는 처리초기에는 큰값을 나타내다가 완만한 증가의

값을 보이는데 초기에는 중량감소로 인한 직물마찰 감소효과로 신장의 촉진작용이 커지나 일정 감량후에는 신장효과가 감소됨을 알 수 있다. 그러나 F1이 계속적인 증가현상을 보이는 것은 소광 가공시 첨가된 TiO₂ 농도가 알칼리 처리시 중량 감소율에 미치는 영향때문으로 F1이 F2, F3 보다 같은 처리시간일 경우 더 낮은 중량 감소율을 갖기 때문이다. 인장레질리언스는 초기에는 신장촉진과 더불어 감소하여 일정량 감소 후, F₂의 경우 다시 회복도가 커지는 것을 볼 수 있으나 F₁과 F₃는 더이상 큰 변화를 갖지 않는 것으로 보인다.

2) 굽힘특성

굽힘 특성의 결과는 Table 5와 같다. 소광가공시 첨가되는 TiO₂의 농도가, 알칼리 처리후 직물의 굽힘강성(B), 굽힘 히스테리시스폭(2HB)에 미치는 영향을

Table 4. Tensile property of the alkaline treated polyesther fabrics.

Treated time(hr) Samples Characteristics		0	1	2	3
F1	LT	1.015(100)	0.926(91.23)	0.86(84.73)	0.845(83.25)
	WT	3.90(100)	6.24(160)	6.81(174.62)	7.3(187.18)
	RT	68.05(100)	62.0(91.11)	62.3(91.55)	61.05(89.71)
F2	LT	0.894(100)	0.799(89.37)	0.764(85.46)	0.753(84.23)
	WT	3.7(100)	5.8(156.76)	5.94(161.35)	5.1(164.52)
	RT	70.2(100)	63.5(90.46)	67.25(95.8)	69.8(99.43)
F3	LT	0.77(100)	0.885(114.94)	0.802(104.16)	0.839(108.96)
	WT	3.12(100)	5.07(162.5)	5.410(173.4)	5.34(171.15)
	RT	73.15(100)	70.1(95.83)	70.2(95.97)	69.8(95.42)

The value in () indicates %decrease or %increase.

Table 5. Bending property of the alkaline treated polyester fabrics.

Treated time(hr) Samples Characteristics		0	1	2	3
F1	B	0.211(100)	0.033(15.64)	0.03(14.22)	0.018(8.53)
	2HB	0.144(100)	0.045(31.25)	0.02(13.89)	0.008(5.56)
F2	B	0.221(100)	0.017(7.69)	0.014(6.34)	0.009(4.07)
	2HB	0.143(100)	0.013(9.09)	0.008(5.59)	0.003(2.1)
F3	B	0.227(100)	0.045(19.82)	0.021(9.25)	0.013(5.73)
	2HB	0.153(100)	0.029(18.95)	0.009(5.88)	0.004(2.61)

The value in () indicates %decrease.

실퍼 보았다.

직물의 굽힘특성은 유연성이나 촉감과 밀접한 관계가 있다. 직물의 굽힘거동과 관계되는 요소로서는 직물을 구성하고 있는 실내부 섬유의 미끄럼저항(마찰저항), 실의 굽힘특성, 실의 교차압력 등이라고 알려져 있으며 이러한 인자들에 영향을 미치는 실이나, 직물의 구조요건 또한 중요한 요소라고 할 수 있다²⁰⁾.

굽힘강성은 드레이프성과 형태안정성에 중요한 특징으로 알려져 있다²¹⁾. 미처리포의 굽힘강성은 F3>F2>F1의 순서로 이것은 굽힘강성이 직물의 밀도와 경위사를 이루는 filament fiber의 굵기의 차이에 의해 영향을 받기 때문이다. TiO₂의 함량과는 관계없이 알칼리 처리 시간이 증가함에 따라 굽힘강성이 저하되는데, 알칼리 처리로 섬유가 가늘어지면서 실과 섬유의 움직임이 자유롭게 되어 직물의 변형저항이 낮아졌기 때문으

로 생각된다. 굽힘히스테리시스폭은 이 값이 적을수록 굽힘저항이 적음을 의미하는데 굽힘강성의 값과 유사한 변화를 보인다. 그러나 특히 F₂의 굽힘강성과 굽힘히스테리시스폭의 감소율이 F₁과 F₃보다 큰것은 F₂의 경사를 이루는 섬유의 표면적이 크므로 알칼리 처리시 알칼리 흡착량이 커지기 때문이다. Fig. 3, 4에서 볼 수 있듯이 알칼리처리를 하게되면 소광가공시 첨가된 TiO₂의 농도에 따라 표면의 요철정도가 다른데 굽힘 특성의 변화가 TiO₂의 농도보다는 직물밀도나 경위사를 이루는 구조사의 굵기등의 차이에 의해 영향을 받는 것으로 보아, 알칼리처리시 표면의 요철에 의한 마찰저항의 변화보다는 실이 가늘어지므로서 생기는 섬유와 실간의 자유로운 움직임등이 굽힘특성에 영향을 미치는 것으로 해석된다.

3) 전단특성

전단 특성의 결과는 Table 6과 같다. 소광가공시 첨가되는 TiO_2 의 농도가, 알칼리 처리후 직물의 전단강성(G), 전단히스테리시스폭(2HG, 2HG5)에 미치는 영향을 살펴 보았다.

직물의 전단특성은 직물의 유연성이나 촉감에 영향을 미치며 경사 위사 교착점에서의 미끄럼저항, 교착점에서의 탄성변형 및 실의 굽힘변형등의 인자에 의해 정해지는데 전단 히스테리시스의 폭은 마찰계수, 경위사의 접촉길이, 경위사의 밀도등에 관계되어 있다²²⁾.

알칼리 처리로 전단강성과 전단히스테리시스폭 값은 미처리포보다 급격히 감소하여 처리시간이 길어짐에 따라 전단특성 값이 비슷하게 된다. 알칼리 처리를 하게

되면 중량이 감소 되어 이러한 전단기구에서 마찰저항이나 경사위의 접촉압력등에 영향을 줄 것으로 보기 때문에 전단특성에 영향을 줄 것이다. 그러나 TiO_2 의 농도에 따른 전단특성 변화는 없는 것으로 보인다.

4) 압축특성

압축특성의 결과는 Table 7과 같다. 소광가공시 첨가되는 TiO_2 의 농도가, 알칼리 처리후 직물의 압축특성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 처리시간과 압축특성의 선형성(LC), 압축에너지(WC) 및 압축레질리언스(RC)의 관계를 살펴보았다.

선형성은 F3의 경우 감소하였고 F1, F2는 초기에 감소하다가 증가하는 경향을 나타낸다. 성형성이 감소하는 것은 압축이 부드러워진 것을 의미한다. 압축에 필

Table 6. Shearing property of alkaline treated polyester fabrics.

Samples Characteristics \ Treated time(hr)		0	1	2	3
F1	G	1.210(100)	0.3(24.79)	0.28(23.14)	0.25(20.66)
	2HG	2.330(100)	0.82(35.19)	0.63(27.04)	0.31(13.30)
	2HG5	6.270(100)	1.16(18.5)	0.87(13.88)	0.49(782)
F2	G	1.55(100)	0.32(20.65)	0.25(16.13)	0.24(15.48)
	2HG	2.15(100)	0.91(42.33)	0.44(20.47)	0.35(16.28)
	2HG5	8.17(100)	1.33(16.28)	0.66(0.08)	0.47(5.75)
F3	G	1.98(100)	0.4(20.2)	0.25(12.63)	0.26(13.13)
	2HG	2.55(100)	0.75(29.42)	0.41(16.08)	0.32(12.55)
	2HG5	10.23(100)	1.64(16.03)	0.69(6.75)	0.51(4.99)

The value in () indicates %decrease.

Table 7. Compression property of the alkaline treated polyester fabrics.

Samples Characteristics \ Treated time(hr)		0	1	2	3
F1	LC	0.564(100)	0.473(83.87)	0.581(103.01)	0.627(111.17)
	WC	0.038(100)	0.041(107.89)	0.032(84.21)	0.023(60.53)
	RC	63(100)	53.3(84.6)	58(92.06)	55.2(87.62)
F2	LC	0.636(100)	0.566(88.99)	0.613(96.38)	0.587(92.3)
	WC	0.027(100)	0.042(155.56)	0.026(96.3)	0.029(107.41)
	RC	59.7(100)	55.7(93.3)	55.1(92.3)	47.2(79.06)
F3	LC	0.691(100)	0.689(99.71)	0.647(93.63)	0.633(91.61)
	WC	0.034(100)	0.03(88.24)	0.024(70.59)	0.027(79.41)
	RC	67.5(100)	54.2(80.3)	58(85.93)	54.3(79.06)

The value in () indicates %decrease or %increase.

요한 에너지의 값이 크다는 것은 부피감이 크다는 것이다. 압축에너지에는 초기에 약간의 증가 경향을 보이다가 감소하였다. 이것은 감량 초기에는 압축이 부드러워지고 부피감이 생기다가 감량이 증가됨에 따라 떡딱하게 되면서 부피감이 사라지기 때문이다. 그러나 알칼리 처리시 직물의 TiO₂ 농도가 압축특성에 미치는 영향은 그리 큰 것 같지 않다.

5) 표면특성

표면 특성은 Table 8과 같다. 소광가공시 첨가되는 TiO₂의 농도가, 알칼리처리후 직물의 평균 마찰계수(MIU), 마찰계수의 평균편차(MMD), 평균조도의 평균편차(SMD)의 변화를 살펴 보았다. 알칼리 처리는

직물의 표면 특성에 영향을 주는데 TiO₂의 농도에 따라 큰 차이가 관찰 되지는 않는다.

6) 두께및 무게특성

두께 및 무게특성은 Table 9에 나타냈다. W/T가 커지면 직물의 부피감은 작아진다. 압축특성에서 압축 에너지가 초기에 약간의 증가에 보이다가 감소하여 부피감이 감소하는 하는 것으로 해석했는데, 본 실험의 결과에서 W/T가 커지는 것은 같은 결과를 보여 주는 것이다. TiO₂의 농도에 따른 차이는 보이지 않고 처리 시간이 증가함에 따라 두께와 무게가 감소하였다.

7) 태 변화

Fig. 5는 소광가공시 첨가된 TiO₂의 농도가 서로 다

Table 8. Surface property of the alkaline treated polyester fabrics.

Samples Characteristics		Treated time(hr)	0	1	2	3
F1	MIU	0.104(100)	0.132(126.92)	0.141(135.58)	0.145(139.42)	
	MMD	0.015(100)	0.012(80)	0.01(66.67)	0.013(86.67)	
	SMD	10.09(100)	8.75(86.72)	9.65(95.64)	8.98(88.99)	
F2	MIU	0.113(100)	0.197(174.34)	0.196(173.45)	0.168(148.67)	
	MMLD	0.014(100)	0.012(85.71)	0.011(78.57)	0.01(71.43)	
	SMD	7.42(100)	7.58(102.16)	7.7(103.77)	7.31(98.52)	
F3	MIU	0.121(100)	0.198(163.64)	0.179(147.93)	0.178(147.11)	
	MMD	0.014(100)	0.014(100)	0.012(85.71)	0.014(100)	
	SMD	8.463(100)	7.39(87.32)	8.64(102.09)	8.43(99.61)	

The value in () indicates %decrease or %increase.

Table 9. Thickness & Weight properties of the alkaline treated polyester fabrics.

Samples Characteristics		Treated time(hr)	0	1	2	3
F1	TO	0.325(100)	0.311(95.69)	0.286(88)	0.256(78.77)	
	TM	0.299(100)	0.276(92.31)	0.263(87.96)	0.242(80.94)	
	W	10.68(100)	9.8(91.76)	9.01(84.36)	7.62(71.35)	
F2	TO	0.322(100)	0.308(95.65)	0.277(86.03)	0.253(78.57)	
	TM	0.305(100)	0.279(91.48)	0.26(85.25)	0.233(76.39)	
	W	12.42(100)	10.9(87.76)	9.5(76.49)	7.78(62.64)	
F3	TO	0.328(100)	0.3(91.46)	0.278(84.76)	0.252(76.83)	
	TM	0.308(100)	0.283(91.88)	0.264(85.71)	0.232(75.33)	
	W	12.29(100)	11.72(95.36)	9.67(78.68)	7.48(60.86)	

The value in () indicates %decrease.

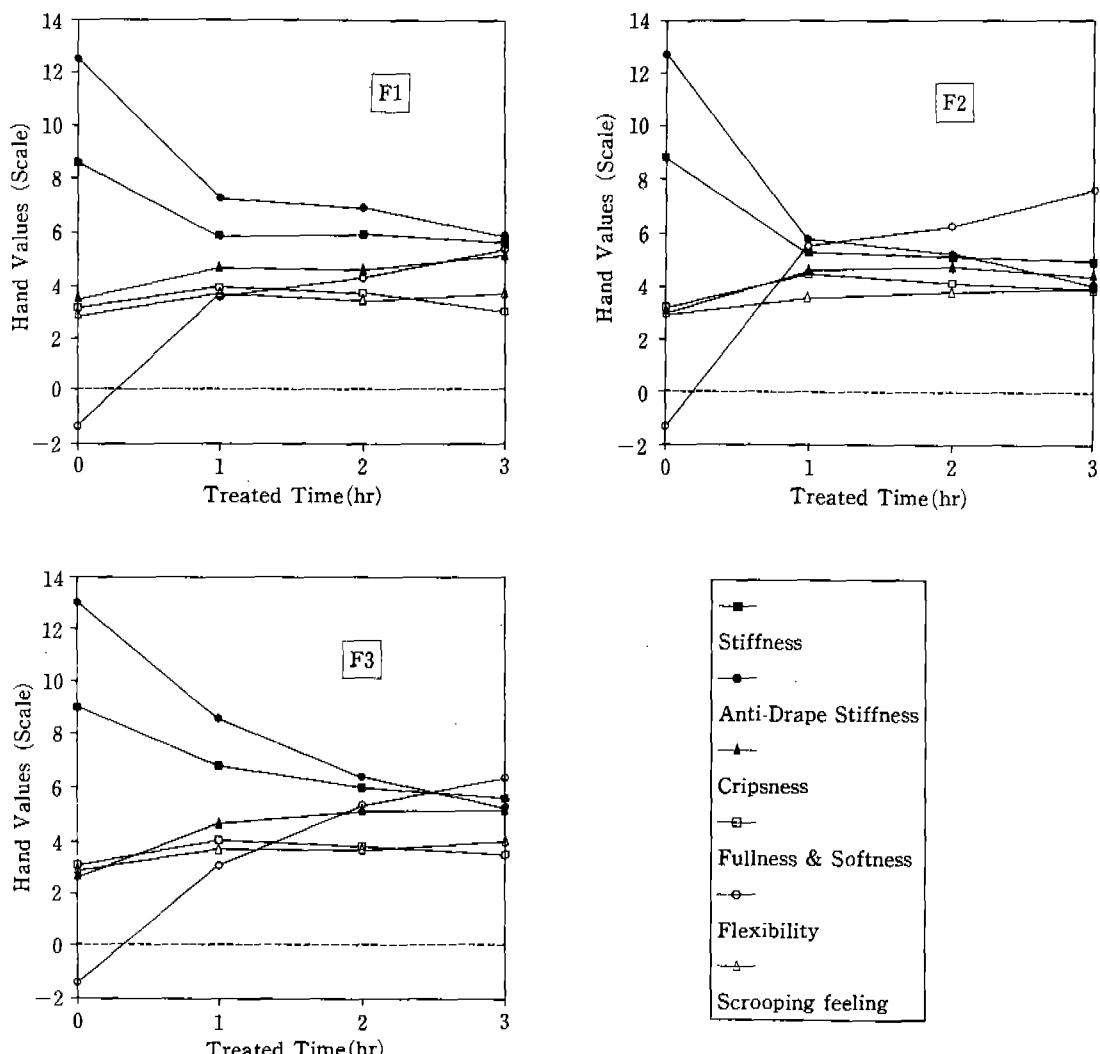


Fig. 5. Effect of TiO_2 level & treated time on hand values of PET fabric treated in 5% NaOH solution at 90°C

른 폴리에스테르 직물을 5% NaOH 용액으로 90°C에서 처리한 후 태의 변화를 나타낸 것이다. 강경도는 천을 손으로 쥐었을 때 느끼는 반발력, 탄성, 가요성을 종합해서 표현한 것으로²³⁾ 이 강경도에 기여도가 큰 것은 굽힘, 전단, 두께 및 무게인데 처리시간이 증가함에 따라 현저한 저하를 보여준다. 이것은 중량감소율과 더불어 굽기기가 감소하므로 조직간의 자유도가 증가하여 굽힘 특성이 감소하였으며, 더불어 두께와 무게도 감소하기 때

문이다. 반발탄력성은 천을 손으로 쥐고 치켜들었을 때 피아노선을 퉁기는 것처럼 느끼는 감촉, 뱃빳한 길쭉 등을 종합해서 표현하는 뜻으로²³⁾ 드레이프성과 반비례하는 것으로 주로 드레이프성과 관련이 있는 성질을 보는 것이다. 알칼리처리로 3종류의 시료 모두 감소하는 것으로 나타났다.

깔깔이는 천을 겹쳐서 엄지와 약지로 쥐고 살짝 부릴 때 느끼는 까실 까실한 마찰감, 천을 손으로 어루만질

때 느끼는 조경한 감촉등을 표현하는 뜻으로 3종류의 시료 모두 처리시간이 증가함에 따라 완만히 증가하는 값을 보여준다.

풍유도는 천을 손으로 쥐었을 때 느끼는 중후한 감촉, 압축탄력성 등을 종합해서 표현하는 뜻으로²³⁾ 압축특성과 가장 높은 상관을 보이는 값이다. 풍유도는 표면, 압축, 두께, 무게 등에 의해 영향을 받는다.

본실험의 결과에서는 처리초기에는 증가하나, 처리시간이 증가함에 따라 3종류의 시료 모두 오히려 감소하는 경향을 보인다.

조화성은 천을 손으로 만졌을 때 느끼는 부드러움의 감촉, 매끈함의 감촉, 그러면서도 반발탄력성이 느껴지지 않는 감촉등을 종합해서 표현하는 뜻으로²⁴⁾ 알칼리 처리후 모두 현저한 증가를 나타내어 강경도와 반발탄력성과는 반비례 관계를 갖는다.

살랑이는 웃이 스칠 때 느끼는 소리, 특히 순 견직물로 만든 웃깃이 스칠 때 일어나는 느낌으로 살랑이는 소리의 감각(Rustle of crunch) 등을 종합해서 표현한 것으로²⁵⁾ 처리초기에는 증가하나, 처리시간이 증가하면서 거의 일정한 값을 나타내었다. 각각의 태값과 알칼리처리 시간과의 관계를 보면 강경도, 반발탄력성, 조화성은 중량감소율에 따라 태값이 크게 증가 또는 감소하는 현저한 변화를 나타내어 중량감소율과 밀접한 관계를 보여준다. 그러나 살랑이, 풍유도, 깔깔이는 알칼리 처리로 큰변화가 생기지는 않았다.

TiO₂의 함량이 다른 폴리에스테르 직물의 알칼리처리후의 축감변화를 살펴본 결과 TiO₂의 함량과는 관계 없이 태변화가 유사하다는 것을 알수있다. 이것은 소광가공시 첨가되는 TiO₂의 농도에 따라 표면에 발생되는 흠의 수나 크기는 다르지만, 그런 표면형태의 변화보다는 섬유가 가늘어 지면서 직물내 섬유나 실의 움직임이 자유롭게 되는 것과 같은 변화가 직물의 역학적 특성에 더 많은 영향을 주어 태의 변화를 가져온을 시사한다.

IV. 결 론

소광가공시 첨가된 TiO₂의 농도가 다른 폴리에스테르 섬유와 직물을 NaOH 수용액으로 처리하여, 첨가된 TiO₂의 농도가 폴리에스테르 직물의 태의 변화에 미치는 영향을 살펴보았고, NaOH처리에 의한 표면형태

변화와 역학적특성치 변화간의 상호연관성을 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 폴리에스테르 섬유의 소광가공시 첨가되는 TiO₂의 농도는 감량초기에는 감량율에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보이나, 처리시간이 길어지면서 TiO₂의 농도가 커질수록 감량율에 영향을 주어 fullfull>semidull>clear의 순서로 감량속도를 증가시켰다.

2) 인장강도에 대한 폴리에스테르 섬유의 가수분해 효과는 흠의 수 보다는 흠의 크기에 더 많은 영향을 받는다.

3) TiO₂가 포함되지 않은 실에서는 흠이 생기지 않으며, TiO₂가 포함된 실에서만 흠이 발생되는데 이것은 fiber matrix에 포함된 TiO₂의 입자가 알칼리처리로 떨어져 나가기 때문이다. TiO₂의 농도와 섬유표면의 흠의 수는 비례하며, 흠의 크기는 TiO₂의 농도보다 처리시간에 더 많은 영향을 받는다.

4) 폴리에스테르 직물을 NaOH수용액으로 처리하면 직물의 역학적 특성에 많은 영향을 주어 태에 변화를 가져오는데, 소광가공시 첨가된 TiO₂의 농도와는 관계없이 태의 변화가 유사하게 나타났다. 따라서 직물의 역학적 특성에 더 많은 영향을 주는 것은 직물표면에 생기는 흠의 크기나 수 보다는 실굵기 등의 감소에 의한 직물내 섬유나 실의 자유로운 움직임이라고 할 수 있다.

참 고 문 헌

- 1) Kirdy, R.D. and Cates, D.M., Sorption and Transport Properties of Solvent-Treated Poly(ethylene terephthalate) Fibers Using Disperse Dyes as Molecular Probes, *Textile Res. J.*, 53, 586(1983)
- 2) Faterpekar, S.A. and Potnis, S.P., Dyeing of Grafted Polyester fiber part I : Effect of Polyvinylacetate Graft on Dyeing Characteristics, *Textile Res. J.*, 51, 448(1981)
- 3) Marrs, W., Peters, R.H. and Still, R.H., Copolyester Studies. II. Melting and Crystallization Behavior Tetramethylene Terephthalate-Tetramethylene Sebacate Copolymer, *J. Appl. Polym. Sci.*, 23, 356 (1979)
- 4) Ferguson, C.A., Hydrophilic Finishes for Polyester: Durability and Processing Advantages, *Am. Dye stuf.*, 71(6), 43(1982)

- 5) Sadat, M.A. and Aogagi, T., Dyeability of Polyester Pretreated with Perchloroethylene, *Am. Dye stuf.*, **69**(3), 46(1980)
- 6) Kale, P.D. and Lokhande, H.T., Grafting on Polyester Fibers, *J. Appl. Polym. Sci.*, **19**, 461(1975)
- 7) Bajaj, P. and Khanna, D.N., Aliphatic-Aromatic Copolyester Fibers Part I : Effect of Bisphenols on Structure and Mechanical Properties, *Textile Res. J.*, **51**, 696(1981)
- 8) Tanaka H., 'ホリエスチル繊維の減量加工について', *染色工業*, **25**, 350(1977)
- 9) Gorrafa, A.A.M., Caustic Treatment of Polyester Filament Fabrics, *Textile. Chem. Color.*, **12**, 83(1980)
- 10) Namboori, C.G.G. and Haith M.S., Steric Effects in The Basic Hydrolysis of Poly(ethylene terephthalate), *J. Appl. Polym. Sci.*, **12**, 1999(1968).
- 11) Latta, B.M., Improved Tactile and Sorption Propertirs of Polyester Fabrics Through Caustic Treatment, *Textile Res. J.*, **54**, 766(1984)
- 12) Ellison, M.S., Fisher, L.D., Alger, K.W. and Zeronian S.H., Physical Properties of Polyester Fibres Degraded by Aminolysis and Alkaline Hydrolysis, *J. Appl. Polym. Sci.*, **27**, 247(1982)
- 13) Waters, E., The Dyeing of Terylene Polyester Fibre, *J. Soc. Dyers Colourists*, **66**, 609(1950)
- 14) Datye, K.V. and Palan, B.H., Effect of Alkali on The Filaments of PET and Its Copolymers, *J. Appl. Polym. Sci.*, **38**, 1447(1989)
- 15) Shet, R.T., Zeronian, S.H., Needles H.L. and Siddiqui S.A., Modification of Polyester-Cotton Blend Fabrics by Hot Alkali Treatment, *Text. Chem. Color.*, **14**, 233(1982)
- 16) Needles, H.L., Brook, D.B. and Keighley, J.H., How Alkali Treatments Affect Selected Properties of Polyester, Cotton and Polyester/Cotton Fabrics, *Text. Chem. Color.*, **17**, 23(1985)
- 17) Kabaev, M.M., Pash Kya Vichyus, V.V., Darzhinin Kaitite, O.V. and Libonas, Y.Y., Effect of Alkali Treatment on Structure of Surface Layers of Elementary Polyethylene Terephthalate Filaments, *Fiber Chem.*, **20**(50), 348(1989)
- 18) Solbrig, C.M. and Obendorf, S.K., Alkaline Hydrolysis of Titanium Dioxide Delustered Poly(ethylene Terephthalate) Yarn, *Textile Res. J.*, **61**(3), 177(1991)
- 19) Hashimoto, T., Alkali Treated of "Tetron"(Polyethylen Terephthalate Fiber), *Sen-i Kikai Gakkaishi*, **15**, 794(1959)
- 20) Niwa, M., Data file of The Mechanical Properties of Clothing Materials. Part 2-Knitted Fabrics Used for Out Wear, *Sen-i Kikai Gakkaishi*, **29**(4), 198(1976)
- 21) Nitta, M., Optium Combination of Face and Interling Fabrics from the view point Mecanical Properties, Objective Measurment evaluation of apparel fabrics, 453(1986)
- 22) 松尾達樹, *Sen-i Kikai Gakkaishi*, **21**, 745(1968)
- 23) 이재곤, KES와 직물의 태, 한국섬유공학회 제작분과 위원회 심포지움(1988)