

〈研究論文(學術)〉

PET직물의 감량률에 따른 역학적 특성변화에 관한 연구(I)

이민수* · 김승진 · 조대현** · 김태훈***

*재원화섬(주)

영남대학교 공과대학 섬유학부

** (주)코오롱 기술연구소

***영남대학교 생활과학대학 의류학과

(1998년 4월 8일 접수)

A Study on the Mechanical Properties to the Weight Reduction Rate of PET Fabrics(I)

M. S. Lee*, S. J. Kim, D. H. Cho**, and T. H. Kim***

*Chewon Textured Co., Ltd., Kumi, Korea

School of Textile, Yeungnam Univ., Kyeongsan, Korea

**Textile Research Center of Kolon Ltd., Inc., Kumi, Korea

***Dept. of Clothing Science, Yeungnam Univ., Kyeongsan, Korea

(Received April 8, 1998)

Abstract—This study surveys the mechanical properties such as bending and shear properties to the weight reduction rate of PET fabrics. For this purpose, 12 kinds of satin and 18 kinds of plain weave fabrics are prepared with change of the physical properties of weft yarn(T.P.M., density, and denier). The weight reduction rate was 0%, 12%, 25%, and 30%.

Bending rigidity and hysteresis, shear rigidity and hysteresis were measured and discussed with theoretical values in relation with weft twist, yarn linear density, weft fabric density and weave structures.

1. 서 론

PET직물의 감량은 1952년 영국 ICI사가 특허를 획득한 바 있으며 1958년에는 Dupont사가 특허를 얻은 바 있고 공업적인 상품생산은 1977년부터 일본에서 시작되었다.

화학적으로는 倭本¹⁾에 의하여 1958년 연구가 시작되어, 수산화나트륨에 의한 polyester의 가수분해

는 섬유표면부터 순차적으로 진행한다는 연구결과를 보고한 바 있다. Hiroshi Narita²⁾는 말단의 hydroxyl group과 carboxyl group의 정량결과 알칼리와 반응으로 hydroxyl group의 수는 감소하고, carboxyl group의 수는 증가한다는 연구결과를 발표하였다. 그리고 Shouhua Niu³⁾는 열처리온도와 무게 감량에 따른 물성변화를 조사 보고하였고, Cho⁴⁾는 polyester직물의 가공공정에서 장력이 가해지면 감량률은

증가하지만 염색성은 감소한다는 연구결과를 발표하였으며, Ko⁵⁾는 감람에 따른 중량감소, 촉감변화, 인장강도, 분자량 및 결정화도를 측정하였다. 그러나 어떤 종류의 폴리에스테르 직물도 같은 조건하에서도 동일하게 감람이 된다고 할 수 없다. 감람가공은 직물을 구성하고 있는 섬유의 형태(섬도, 꼬임, 단면의 형태, 소광계의 양)와 직물의 구조인자(경·위사 밀도, 조직, crimp정도)와 가공공정(정련, 열처리) 등에 영향을 받아 감람률, 시간, 감람가공에 의한 홈(crater), 염색정도, 태, 외관, 형태안정성 등에 변화를 준다.

역학적으로는 1988년에 宋錚^{6,7)} 등이 감람률에 따른 직물의 역학량을 KES-FB System을 이용하여 계측하고 이것을 KN-series를 이용하여 태(hand)를 조사하였다. Melissa⁸⁾는 FAST System을 이용하여 굽힘과 전단을 조사하였으며, 국내에서는 Seo⁹⁾가 감람률에 따른 직물의 전단특성을 보고한 바 있다.

그리고 Subramaniam¹⁰⁾은 평직으로 제작한 폴리에스테르와 실크의 혼방직물에 장력과 시료크기, 위사밀도를 달리하여 실험한 결과 장력이 증가할수록, 시료크기가 감소할수록, 그리고 위사밀도가 증가할수록 전단강성이 증가한다고 보고하였다. J. Skelton¹¹⁾은 교차점에서의 전단변형각의 증가에 따라 상호회전마찰면적이 증가하므로써 마찰저항력이 커진다고 가정하고 있다. Matsudaira¹²⁾는 견직물의 역학적 특성이 일반 PET직물과 다른 점은 낮은 전단특성을 가지며 경·위사간의 교차점에서의 공간에 의해 교차압력이 낮기 때문이라고 보고하였다.

국내에서는 Kim¹³⁻²⁰⁾이 직물의 구조인자와 역학특성과의 관계를 연구하였으며, 특히 전단변형거동²¹⁾을 알아보기 위해서 전단탄성률과 히스테리시스 곡선에서의 마찰전단 우력 및 직물전단특성의 비탄성효과와 직물전단변형거동의 기구 및 측정방법을 설명하고 있다. 그러나 드레이프(drape)와 태에 가장 많은 영향을 주는 직물의 굽힘과 전단특성을 직물 구조인자와 감람률을 동시에 변화시킨 시료에서 조사 분석된 연구는 되어진 바가 없으며, 이에 본 연구에서는 폴리에스테르 신합섬직물의 직물 구조인자와 가공공정에서의 감람률 변화에 따른 직물역학물성 변화에 대한 기초연구를 수행하므로써 국내 원사업체나 염색·가공업체에서 수행치 않고 있는

중요한 기술인 신합섬 직물의 물성 개선에 적용할 수 있는 기초 연구를 하고자 한다.

2. 실 험

2.1 시료 제조

2.1.1 원 사

가) 경 사

경사는 PET(Polyethylene terephthalate) filament 50d/24f(무연, Trilobal)를 사용하였다.

나) 위 사

위사는 50d/36f, 75d/72f, 150d/96f 등 3종의 PET filament(Semidull)를 연수를 1400, 1800, 2200, 2600, 3000t.p.m.로 가연한 다음 setting한 것을 사용하였다.

2.1.2 제 직

직물의 위사를 달리하여 Table 1과 같이 K사의 직기를 이용하여 평직과 주자직의 시료를 제작하였다. 주자직은 위사 꼬임수 3가지를 달리한 6종류 그리고 위사밀도 3가지를 달리한 6종류로서 12가지의 시료를 제작하고 평직은 위사 꼬임수를 달리한 9가지와 위사 밀도를 달리한 9가지로서 18가지의 시료를 제작하였다. 제작시 실의 굵기와 위사 꼬임수 변화에 따른 폭 방향의 수축을 고려하여 위사밀도에 따라 타입수를 변화시켰다. 직물의 조직은 plain과 1 up 4 down의 주자직으로 하였다. 경사 밀도는 평직은 162ends/inch, 주자직은 240ends/inch로 하였다.

2.1.3 가공공정

가) 정 련

제작에서 발생되는 장력에 의해 직물은 섬유와 섬유간, 사와 사간의 강한 내부응력을 가지고 있으며, 또한 탄성거동의 범위 내에서 변형이 일어나는 상태이므로 외부의 열에 의해 내부응력제거 및 수축이 발생하게 된다. 따라서 굵기나 꼬임수에 의해 수축률이 상이하므로 수축률이 비슷한 시료를 같이 정련을 함으로써 섬도 및 연수의 변화에 따른 수축률의 영향을 최소화하였다. 그리고 정련시 부착되는 광물류, 고융점 왁스, 혼합유제 그리고 사이징제 등이

Table 1. Preparation of specimen

Group	No.	Satin			Group	No.	Satin		
		Denier	T.P.M.	Picks/in.			Denier	T.P.M.	Picks/in.
(a)	1	75	1400	88	(c)	1	50	1800	90
	2		2200			2200			
	3		3000			2600			
	4	150	1400	67		4	75	1400	82
	5		1800			1800			
	6		2600			2200			
(b)	7	75	2600	80	(d)	7	150	1400	61
	8			88		8		1800	
	9			96		9		2600	
	10	150	2200	61		10	50	3000	78
	11			67		11			86
	12			73		12			94
				13	75	2600	74		
				14			82		
				15			90		
				16	150	2200	58		
				17			64		
				18			70		

Table 2. Conditions of weight reduction in the pilot plant

	50 ^d /24 ^t	75 ^d /72 ^t	150 ^d /96 ^t
Temp.(°C) and time(min.)	95 × 52	95 × 47.5	95 × 52
Caustic reduction(%)	18.75	18.73	18.44
NaOH	30.678 N		

재부착 되지 않도록 수산화나트륨 및 비이온 계면활성제를 정련제로 사용하여 로터리 워셔에서 처리하였다. 처리조건은 80°C까지 25분간 가열시키고 이상태에서 20분 처리한후 25분 동안에 100°C까지 가열하여 10분 처리한 후 20분간 120°C까지 가열시켜 40분 처리 후 40분간 80°C로 온도를 하강 시켰다.

나) 프리세트 처리(pre-heat set)

정련이 된 직물을 다음 공정에서 형태의 변형을 최소화하고 경·위사의 밀도를 균일하게 하기 위하여 200°C, 60m/min.에서 원단의 폭을 42inch로 고정하여 tenter기에서 전처리를 하였다.

다) 감량가공

감량률은 감량시간, 농도, 온도 등의 중요한 요인

중에서 시간을 조절하여 18%의 동일한 감량률로 처리하였다. 필라멘트 굵기에 따른 감량률 처리 조건을 Table 2에 보인다. K사에서 사용되고 있는 batch식 pilot plant에서 실제 공정조건과 유사한 상태에서 실험을 하였다.

라) 후처리

감량한 직물은 형태의 안정을 위하여 최종적으로 180°C에서 80m/min.으로 tenter기에서 후처리를 하였다.

2.2 실험 방법

직물의 태에 관련되는 직물의 역학적 성질은 직물 또는 섬유외 탄성범위 내에서의 작은 변형(비파괴

변형)이므로 이 영역에서의 측정은 매우 작은 힘을 감지하여야하는 어려움을 가지고 있다. 이중에서 실험하려는 굽힘성질과 전단성질은 KES-FB 계측기를 이용하여 실험하였다.

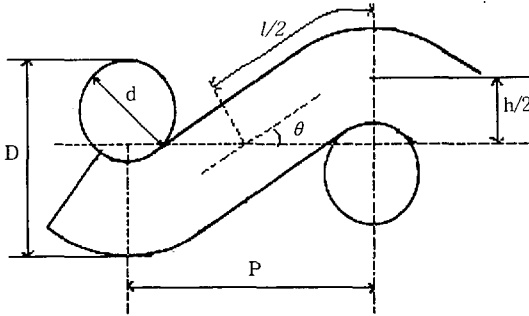


Fig. 1 Peirce model of plain weave.

$$R = R_0 \left(1 - \frac{R_w}{100}\right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (7)$$

여기서, R은 감량후의 반경, R₀는 감량전의 반경, R_w는 감량률이며, 굽힘 강성으로의 변화를 위해서 일반적인 역학이론에서의 굽힘강성의 식인 (8식)을 도입한다.

$$B = (EI)K \dots\dots\dots (8)$$

여기서, B는 굽힘강성, E는 Young's modulus, I는 단면이차관성모멘트, K는 곡률이 되며, 감량가공이 되어질 때 E의 값은 변화하지 않는다는 가정 하에 같은 곡률로 굽힌다면 굽힘강성의 변화요인은 (9) 식으로 보인 이차관성모멘트 뿐이다.

$$I = \frac{\pi R^4}{4} \dots\dots\dots (9)$$

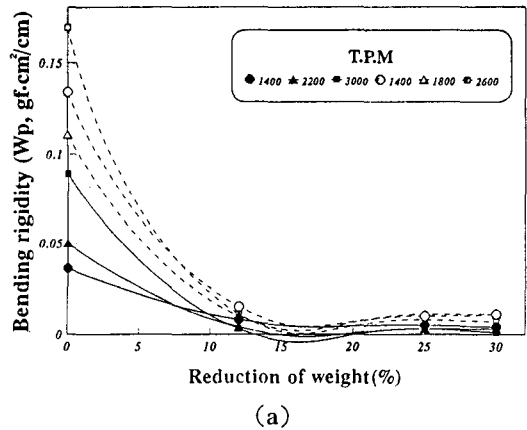
따라서 직물의 굽힘강성을 감량률로 표현하면 다음의 (10)식과 같다.

$$B_r = B_0 \left(1 - \frac{R_w}{100}\right)^2 \dots\dots\dots (10)$$

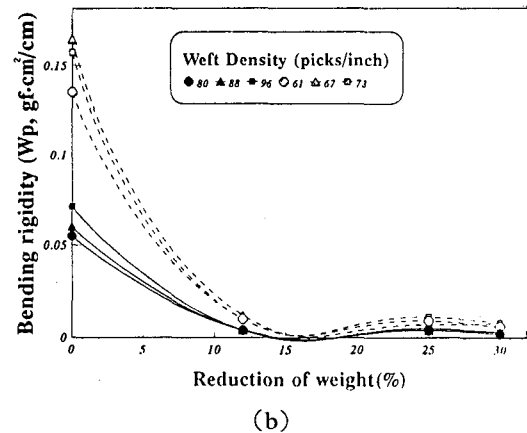
여기서, B₀는 감량전의 굽힘 강성, B_r은 감량후의 굽힘 강성이다. 식(10)을 식(6)에 대입을 하면 실험상태와 감량이 된 후의 굽힘강성의 비를 다음의 (11) 식과 같이 얻을 수가 있다.

$$\frac{B_r}{B_0} = \frac{\left(1 - \frac{R_w}{100}\right)^2}{1 + c} \dots\dots\dots (11)$$

Fig. 2와 Fig. 3은 경사방향과 위사방향으로의 직물의 굽힘 강성을 감량률에 따라 도시한 것이다. Fig. 2에서 (a)는 주사직으로, 경사는 50d/24f 필라멘트사를 무연으로 사용하고 밀도를 240ends/inch로 고정한 가운데 위사의 꼬임과 선밀도(실선은 75d, 점선은 150d)를 변화한 것이다. (b)는 (a)와 같이 경사방향의 조건은 같으나, 위사밀도와 선밀도(실선은 75d, 점선은 150d)를 변화한 것이다. (c)는 평직이며, 경사는 50d/24f 필라멘트사를 무연으로 사용하고 경사밀도는 162ends/inch로 고정한 것으로 위사의 꼬임과 선밀도(실선은 50d, 큰 점선은 75d, 작은 점선은 150d)를 바꾼 것이다. (d)는 경사방향의



(a)



(b)

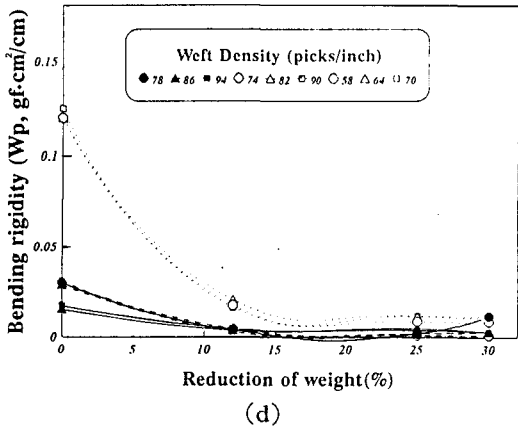
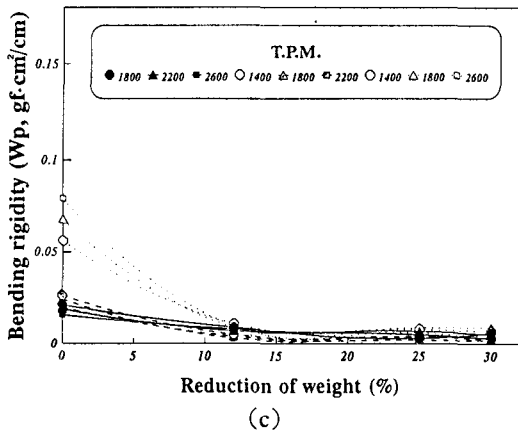
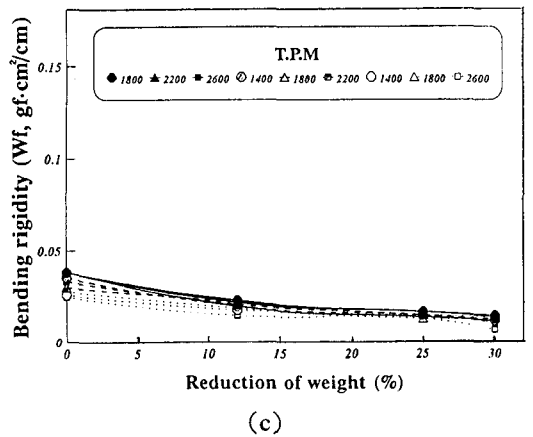
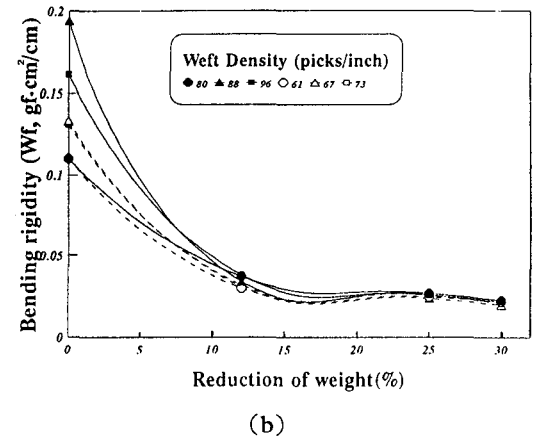
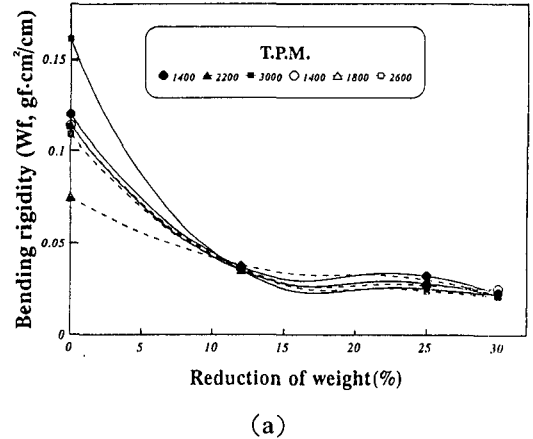


Fig. 2 Relationship between bending rigidity in the warp direction and weight reduction rate.

조건은 같으나 위사밀도와 위사의 선밀도(실선은 50 d, 큰 점선은 75d, 작은 점선은 150d)를 변화시킨 그래프이다.

앞에서 유도되어진 (11)식과 실험결과는 이들 그림에서 차이를 보이고 있다. 이는 감량전에 내부 응력의 완전한 제거가 되지 않은 직물상태에서 감량공정을 거치면서 내부응력이 완화되었기 때문으로 사료된다. 감량률 12%이하에서는 굽힘강성의 값이 비슷한 값을 보이고 있다. Fig. 2(a)는 주사직에서 위사꼬임수의 변화에 의한 경사방향으로의 굽힘강성을 나타낸 것이다. 위사의 꼬임수 증가에 따라 굽힘강성이 증가를 하므로써 가공완료된 상태와는

다른 결과를 보여준다. 이는 감량가공을 하지 않은 직물에서는 최소한의 내부응력이 존재를 하고 꼬임수 증가에 따라 접촉하는 점의 수가 많아지며 또한



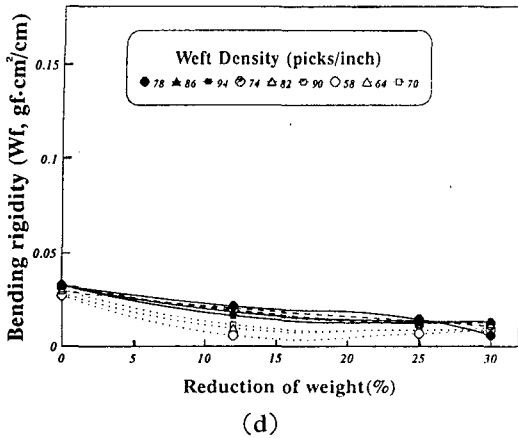


Fig. 3 Relationship between bending rigidity in the weft direction and weight reduction rate.

실의 굵기의 영향이 커져서 높은 굽힘 강성을 보이는 것으로 사료된다.

3. 결과 및 고찰

3.1 감량률 변화에 따른 굽힘특성의 변화

세팅된 평직물에서 굽힘거동 중 굽힘강성에 영향을 주는 주원인은 크림프이다. 실의 굽힘은 비선형 거동을 하고 있다. 그러나 초기연구에서 Peirce²²⁾는 선형으로 보고 굽힘거동을 계산하였다. 실제로 실은 비선형거동을 보이고 있으며, 이에 보다 가깝게 접근을 시도한 연구자는 Huang²¹⁾, Grosberg²³⁾였다. 그러나 이들도 Fig. 1에 보이는 Peirce²²⁾모델에 기초를 두고 있다. 여기서 Crimp(c)의 정의는 아래의 (1)식으로 표현된다.

$$p = (l - D\theta)\cos \theta + D \sin \theta \dots\dots\dots (1)$$

$$h = (l - D\theta)\sin \theta + D(l - \cos \theta) \dots\dots\dots (2)$$

$$h_1 + h_2 = D \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{h}{p} = \frac{4}{3} \left(\frac{l}{p} - 1 \right)^{\frac{1}{2}} \equiv \left(\frac{4}{3} \right) \sqrt{c} \dots\dots\dots (4)$$

$$c = \left(\frac{l}{p} - 1 \right) \dots\dots\dots (5)$$

세팅직물과 감량가공을 한 직물내의 실의 굽힘강성의 비를 간단한 식으로 나타내어 보면, 먼저 N. J. Abbott²⁴⁾의 모델에 의해 Setting된 직물에서의 실과 직물의 굽힘강성의 비를 다음 (6)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{B_0}{B_y} = \frac{1}{1 + c} \dots\dots\dots (6)$$

여기서, c는 crimp율이며, B₀는 직물이 된 상태의 굽힘강성이고, B_y는 직물내의 실의 굽힘강성이다. 또한 실이 원형단면인 한가닥의 필라멘트사라면 감량률에 따라 변화하는 반경의 변화는 (7)식과 같이 표현을 할 수가 있다.

Fig. 2(b)은 주자직에서 위사밀도의 변화에 의한 경사방향의 굽힘강성을 나타낸 것이다. 위사밀도 증가에 따른 굽힘강성의 변화는 직물의 crimp의 증가로 인한 교차점의 증가와 직물에서의 단위 길이당 위사의 수가 증가함에 따라 직물의 굽힘강성이 증가됨을 알 수 있다. Fig. 2(a), (b) 모두 알칼리 감량 12%에서 굽힘강성은 급격히 감소를 하여 위사꼬임과 직물밀도의 효과는 없어지고 위사굵기에 더 많은 의존을 하고 있음을 볼 수가 있다. 즉 98℃에서의 30분 이상의 감량가공에서 내부응력이 제거되고 감량에 의한 섬유 표면의 침식은 직경의 감소를 유발하므로 직물의 내부응력은 거의 제거가 되면서 경·위사가 상호 독립적으로 유지되어 직물 crimp에 의존하고 굽힘변형시 마찰이 일어나는 경·위사의 교차점의 면적(즉 위사의 선밀도)에 따라서만 직물의 경사방향의 굽힘강성의 변화를 보임을 알 수 있다. 또한, 12%, 25% 그리고 30%의 감량률에 따른 경사방향의 굽힘강성의 감소가 적은 것은 감량가공전에 프리세트공정에서 위사방향으로만 직물 폭을 고정시키고 감량이 되므로써 경사방향의 수축을 야기하게 되어 감량률의 효과가 줄어드는 것으로 사료된다. 이러한 현상은 Fig. 2 (c), (d)의 평직에서 같은 경향을 보이고 있다.

직물의 구조인자의 변화에 직접적인 영향을 받는 위사방향의 굽힘강성은 서로 다른 경향을 보이고 있다. Fig. 3에서 위사의 굽힘강성변화를 보면 주자직(a), (b)는 모두 경사방향과 같은 거동을 하고 있으나 평직의 경우, (c), (d)는 굽힘강성이 감량에 따라

직선적으로 감소를 하고 있다. 이러한 현상은 평직의 경우는 프리세트공정에서 위사가 경사방향의 수축 응력에 의해 퍼지는 현상이 일어나 주자직의 경우 직물의 구조에 의해 그 작용 정도가 적어 서로 다른 경향이 나타나게 된다. 따라서 평직의 위사의 경우 크림프가 존재를 하지 않음으로서 경·위사의 교차점의 면적이 최소화가 되어 열고정이 됨으로, 마치 실을 제직을 하지 않고 배열을 한 경우와 같이된다. 앞의 식(11)에서 보는 것과 같이 C=0이 되면 Fig. 3 (c), (d)에서 보는 것과 같이 오직 감량률에 따른 변화를 보이게 되는 것이다. 그리고 주자직의 위사의 경우 내부의 응력이 제거가 되므로써 감량률이 12%의 이후의 굽힘강성 (a), (b) 그래프는 (c), (d)와 같은 기울기로 비슷하게 감소를 하며, 이것은 감량률에 의해서만 굽힘강성이 감소하는 경향을 말해준다.

Bending hysteresis는 굽힘 변형시 실 또는 직물 내에서의 각각 섬유와 실의 마찰로 인한 에너지의 손실을 나타내고 있다. 이들의 경향은 굽힘 강성의 거동과 비슷하며 감량률의 증가에 따라 직물은 응력완화가 되고 표면이 거칠어지며 또한 필라멘트의 섬유도가 가늘어지면서 실간의 마찰이 서로 상쇄되는 효과를 보였다. 즉 감량가공이 되면서 프리세트에서 형성된 내부응력이 제거되면서 굽힘거동시 마찰이 일어나는 교차점의 압력과 내부응력 그리고 직물을 구성하고 있는 직물의 기하학적 형태 등이 감량률 증가에 따라 이들의 값이 좌우된다고 보여진다.

3.2 감량률 변화에 따른 전단특성의 변화

미소 전단변형을 보면 폭이 고정된 상태에서 구성사는 직물의 폭을 유지하면서 회전하게 되고 반대방향의 구성사는 반대로 회전하게 된다. 결국 이웃하는 교차점에서 서로의 회전이 상쇄가 되며, 마찰력만이 생성된다. 이 교차점에서의 내부응력 존재의 정도, 교차점의 면적에 따라 그 마찰력은 증가 또는 감소를 하게 된다. 전단변형시 작용사는 인장 변형을 받게 되며 탄성계수와 마찰면적의 변화에 따라서 전단변형의 거동이 변화하게 된다.

특히, 이러한 현상은 세팅이 된 직물에서는 교차점에서의 실간의 마찰정도(마찰계수)와 교차점의 면적이 좌우를 한다. Melissa Davies⁹⁾는 감량가공에 의해 반경의 변화만 일어난다는 가정 하에 감량률

변화에 따른 전단강성을 다음 식(12)식과 같이 표현하였다.

$$G \cong G_0 \frac{f}{f_0} \left\{ \frac{R}{R_0} \right\}^2 \dots\dots\dots (12)$$

- 여기서, G : 감량후 직물의 전단강성
- G₀ : 감량전 직물의 전단강성
- f : 감량후 사간의 마찰계수
- f₀ : 감량전 사간의 마찰계수
- R : 감량후 사의 직경
- R₀ : 감량전 사의 직경

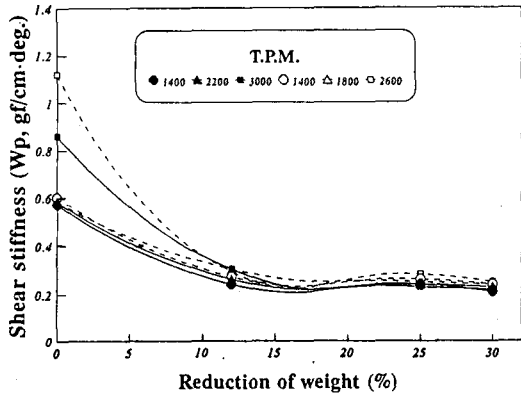
또한 (12)식에서 마찰계수의 변화가 없다는 가정을 하면 (12)식은 (13)식으로 표현이 된다.

$$G \cong G_0(1-0.01R_{\%}) \dots\dots\dots (13)$$

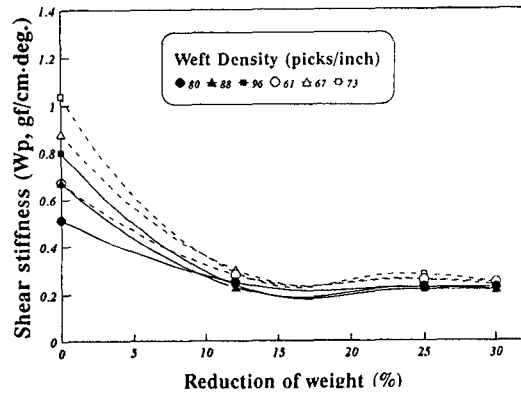
직물의 굽힘 변형은 직물의 평면에서 벗어나는 변형이나 전단변형은 직물내에서 발생하는 변형이므로 경·위사의 상호작용으로 나타난다. 그래서 경사와 위사의 변형이 굽힘변형과는 달리 비슷한 거동을 하게 된다. 굽힘 변형에서 언급한 (11)식과 전단변형의 (13)식을 비교하여 보면 전단강성이 감량률에 따른 변화정도가 작은 것을 볼 수가 있다.

Fig. 4와 5는 감량률변화에 따른 직물의 경사와 위사방향의 전단강성을 평직과 주자직에 대해 나타내고 있다. 감량가공을 하기 전에는 내부응력이 잔재해 있음으로 높은 전단강성을 보이면서 위사의 꼬임수와 밀도의 변화에 따라 값의 큰 차이를 나타낸다. 즉 프리세트 후의 직물의 꼬임수와 위사밀도의 증가에 따라서 전단강성이 증가하는 것을 볼 수가 있으나 감량가공후 내부응력의 제거에 의해 실의 꼬임수와 밀도에 의한 차이는 줄어들며 그 값이 크게 감소하고 있다. 즉 전단강성 크기가 경·위사가 모두 0.2~0.4gf/cm·deg의 값을 보이면서 감량률에 따른 큰 차이를 보이지 않고 있으나 위사를 150D를 사용한 시료는 75D보다 다소 큰 값을 보여준다. Fig. 5의 위사방향의 전단강성을 굽힘강성과 비교하여 보면 감량률 증가에 따른 전단강성이 감소하는 직선의 기울기가 낮은 것을 볼 수 있다. 이는 감량에 따른 직경의 감소는 굽힘강성의 이차관성모멘트에 직접적인 영향을 주고 있으나 전단강성의 마찰에 대한 영향은 미미한 것으로 사료된다. 또한 감량에 따른

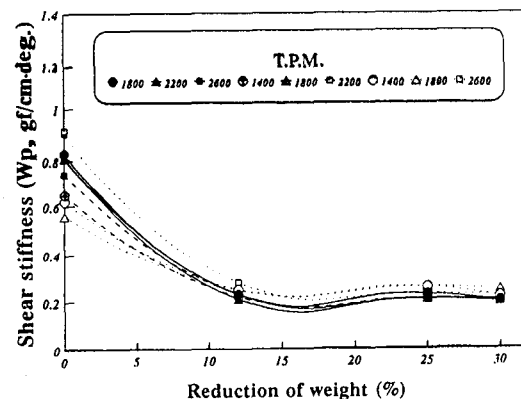
압힘강성의 변화에 비해 전단강성의 변화는 직물의 경사와 위사 그리고 조직에 따라서 그 차이가 적음을 볼 수 있다.



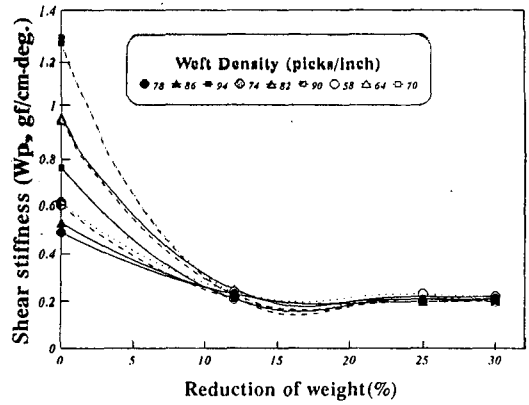
(a)



(b)

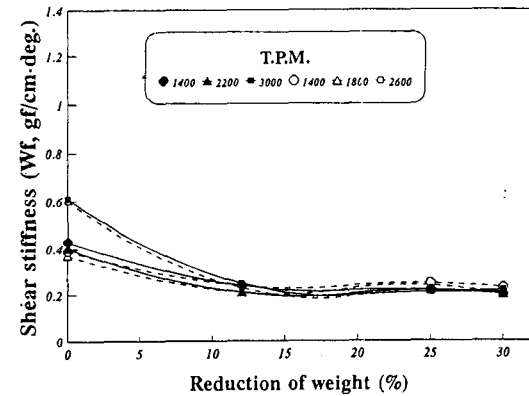


(c)

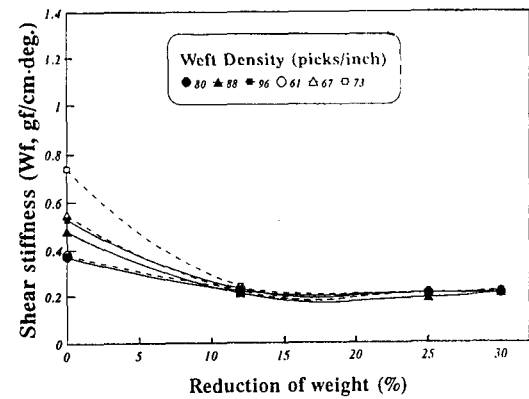


(d)

Fig. 4 Relationship between shear stiffness in the warp direction and weight reduction rate.



(a)



(b)

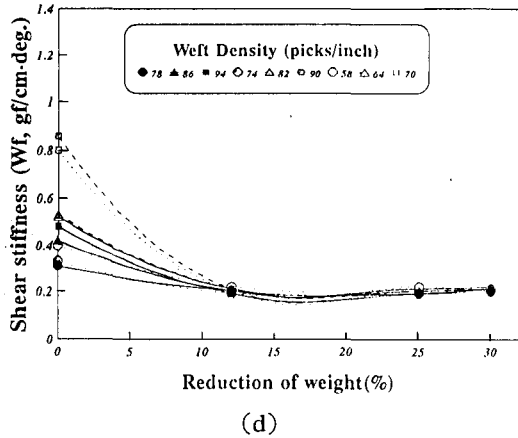
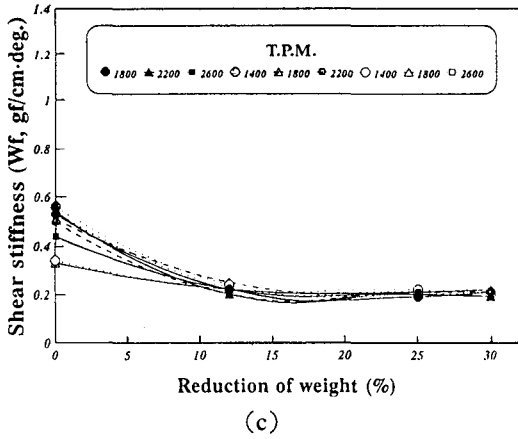
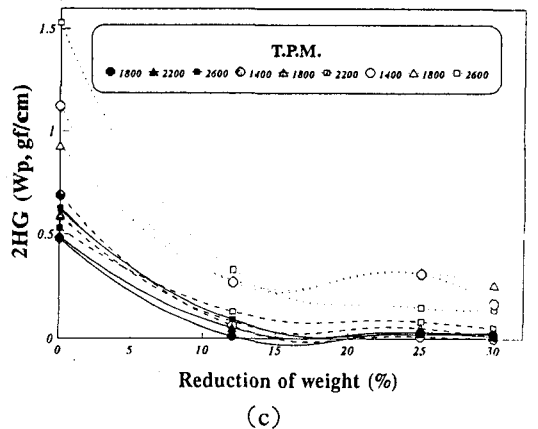
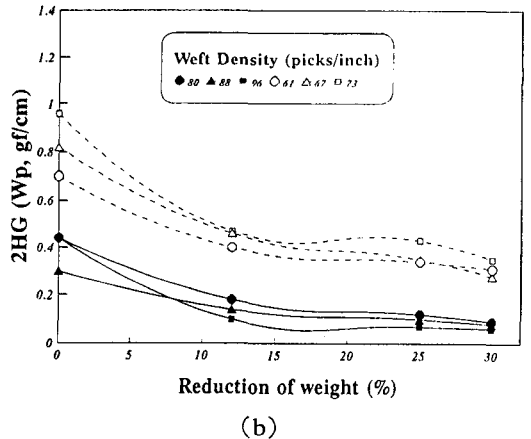
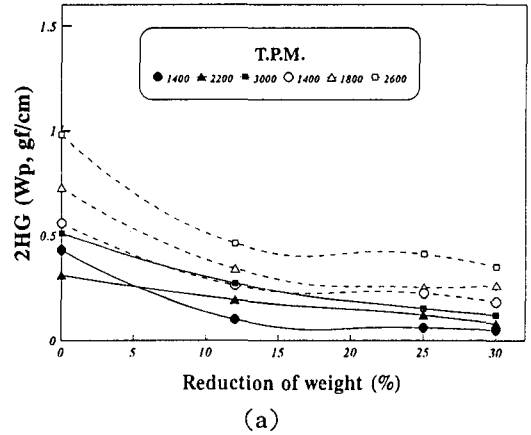


Fig. 5 Relationship between shear stiffness in the weft direction and weight reduction rate.

한편 전단히스테리시스 2HG와 2HG5는 각각 전단변형이 0.5°와 5°에서 발생하는 이력을 표시하고 있다. 이들의 역학적 차이는, 2HG가 0.5°에서의 초기이력으로서 이것은 전단변형이 작용하는 방향으로의 사의 인장특성이 거의 일어나지 않음으로서 직물을 구성하고 있는 사간의 마찰특성과 기하학적 형태, 교차점의 면적 등에 영향을 받는다. 그러므로 경사와 위사의 기하학적인 형태가 다른 직물은 경·위사 방향의 2HG의 값의 차이를 보이게 된다. 그러나 2HG5는 전단각 5°에서의 변형으로서 작용사의 인장으로 인한 내부응력의 증가와 직물의 기하학적 형태와 구성사의 조건이 서로 복합작용을 하므로써

경사와 위사간의 변형의 형태가 유사한 경향을 보이게 된다.

Fig. 6과 Fig. 7은 각각 경·위사방향의 평직과 주차직의 2HG를 보이고 있다. Fig. 6의 경사 방



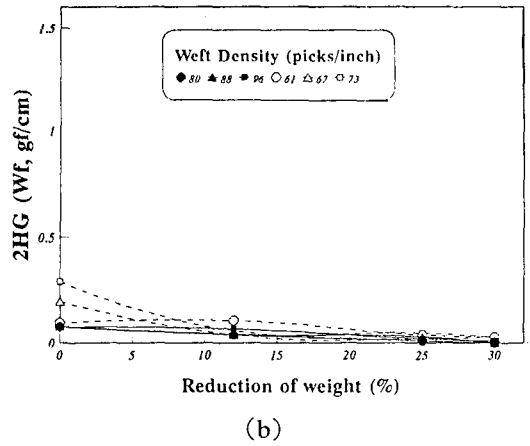
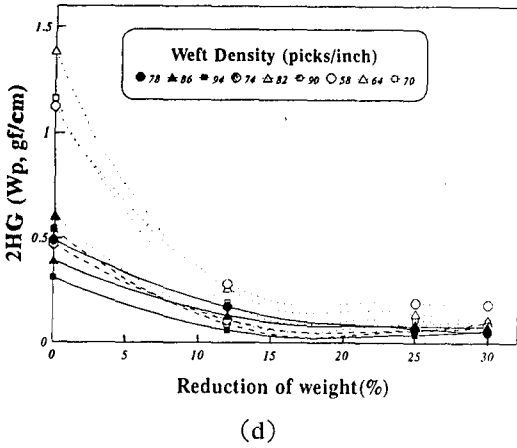


Fig. 6 Relationship between 2HG in the warp direction and weight reduction rate.

향으로의 전단 히스테리시스는 평직과 주자직에서 모두 위사의 굵기에 의해 크게 변화를 보이며, Fig. 7의 위사방향의 전단히스테리시스값은 꼬임과 밀도에 따라 변화를 보여준다. 이는 위사의 굵기가 굵어질수록 교차점에서의 면적이 증가하며 위사밀도와 꼬임의 증가는 교차점의 증가를 야기하므로써 직물의 경사방향으로의 전단 히스테리시스(Fig. 6)는 큰 변화를 보이는 반면 위사 방향의 전단 히스테리시스(Fig. 7)값은 큰 변화를 보이지 않는 것으로 사료된다. 또한 이 결과는 전단거동이 굵힘과는 다른 mode로 변형한다는 것을 보여준다. 그리고 12% 이상의 영역에서 감량이 증가함에 따라 내부응력의 제거와 사간의 마찰의 감소로 인해 2HG의 감소

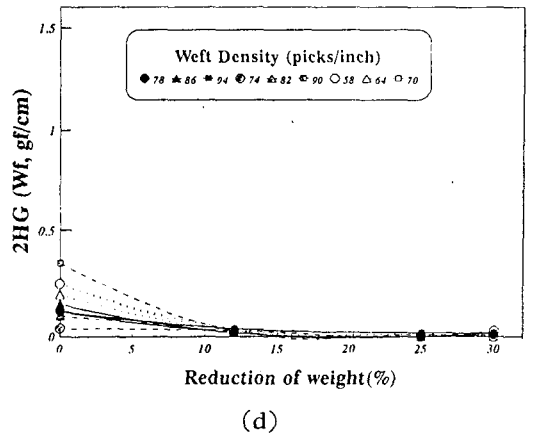
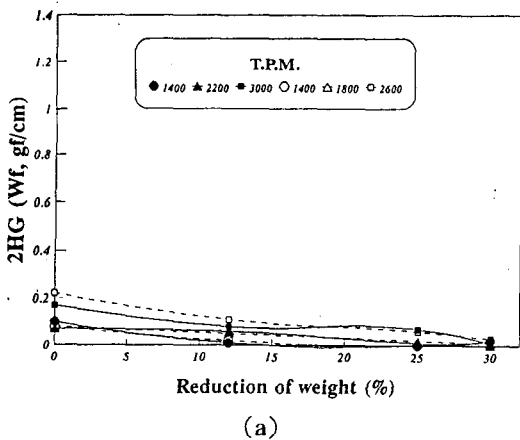
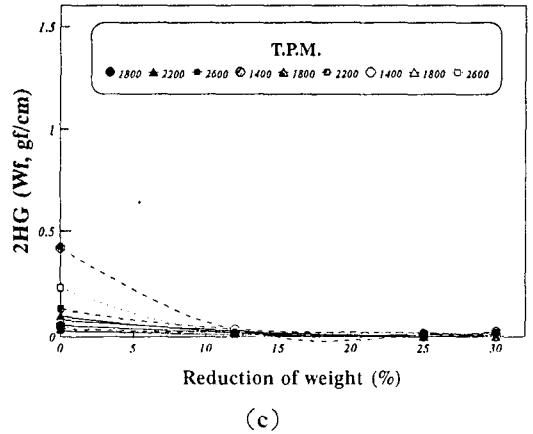
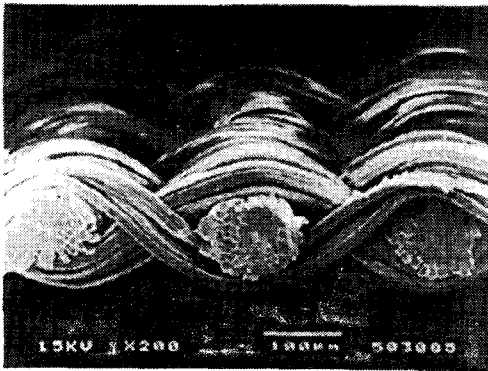


Fig. 7 Relationship between 2HG in the weft direction and weight reduction rate.

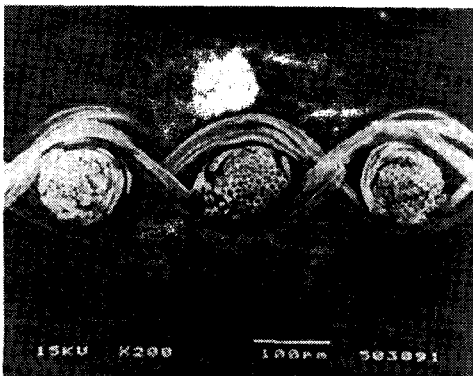
현상이 보여진다. 그러나 위사방향으로의 2HG의 거동은 경사와는 달리 큰 변화를 보이지 않는다.

2HG5는 2HG의 변화와는 달리 경·위사 방향으로 비슷한 거동을 보였으며, 감량률에 따른 히스테리시스의 변화가 직물의 경사 방향에서 볼 수 있었다. 이는 전단거동이 굽힘 거동과는 다소 다른 mode임을 역시 보여주고 있다. 즉 전단각 5°에서는 0.5°보다 대변형 전단거동을 보이므로써 경·위사간의 인장 거동과 사간의 마찰거동이 직물의 기하학적형태와 구성사의 조건보다 더 큰 기여를 하기 때문에 사료된다

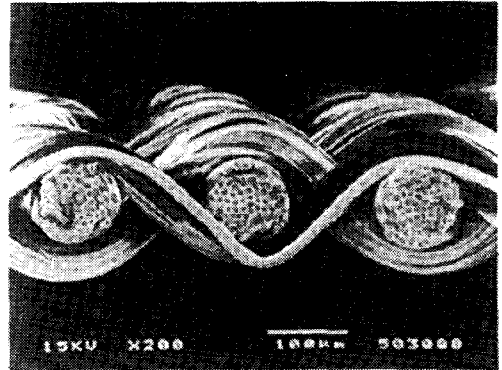
Fig. 8은 감량률의 변화에 따른 직물의 단면사진이며 위사가 감량률에 따라 직경이 감소하는 것을 볼 수 있으며, 감량률이 증가하므로써 필라멘트 내의 구성단사의 충전도가 작아짐을 볼 수 있어 앞에서 설명된 굽힘과 전단특성의 현상을 잘 설명 해 주고 있다.



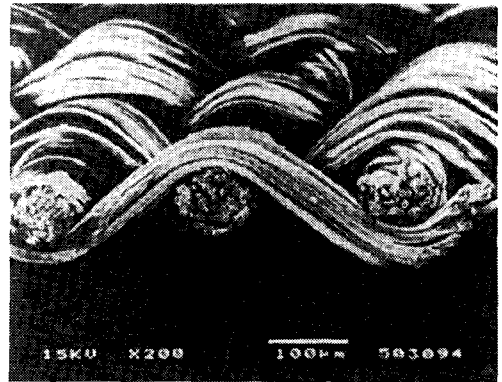
(a) 0%



(b) 12%



(c) 25%



(d) 30%

Fig. 8 SEM photograph of weft in fabric at various weight reduction rates.

4. 결 론

폴리에스테르 직물의 위사의 꼬임수, 밀도 그리고 선밀도를 변화시킨 시료를 제작하여 염가공공정의 정련, 예비건조 공정을 거쳐 감량률을 12%, 25%, 30%로 batch식 pilot plant에서 감량시료로 만든 직물을 KES-FB System으로 역학량을 조사하였다. 본 연구에서는 역학량중 drape성, handle에 가장 많은 영향을 주는 전단과 굽힘특성을 감량률과 직물구조인자에 따른 변화와 비교분석하였고, 이들 분석 결과를 확인하기 위해 SEM사진을 찍어 경·위사의 침식정도를 분석하였다. 이에 대한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 경사방향의 굽힘강성은 감량률 12%에서 모든

시료가 급격한 감소를 보인다. 이는 감량가공에 의한 교차점에서의 내부응력이 완전히 제거되기 때문이며, 감량률 12%이후에서의 굽힘강성은 구성사의 구조인자와는 상관이 없이 감량률에 따른 실의 직경 감소에 의해 완만한 감소를 보이고 있다. 또한 굽힘 히스테르시스도 같은 경향을 보이고 있다.

2. 평직물에서는 열처리공정에서 위사의 크림프가 없어지고 경사의 크림프가 증가되어 서로 상이한 구조가 되며, 위사방향의 굽힘강성은 크림프와 내부응력의 영향이 최소화되어 감량률에 따른 급격한 감소가 없이 감량에 따라 직선적으로 감소를 한다.
3. 평직에서 내부응력이 없다는 가정 아래, 감량률에 따른 굽힘강성은

$$\frac{B_r}{B_y} = \frac{\left(1 - \frac{R_w}{100}\right)^2}{1 + c}$$

으로 나타낼 수 있고, 굽힘강성은 감량률과 crimp에 의존한다.

4. 전단강성은 직물내에서의 변형이므로 경·위사방향의 거동이 비슷하고, 감량률이 12%에서 내부응력의 제거에 의해 급격한 감소를 보이나 감량률이 12%이후에서는 굽힘강성과는 달리 감량률에 따라 전혀 변화를 보이지 않고 있다. 그리고 2HG는 감량률에 따라 완만한 변화를 가져오고 2HG5는 감량률 12%에서 급격한 감소를 보인다.
5. SEM사진 측정결과로 감량가공에 의해 경·위사의 직경의 감소를 확인하였고, 경·위사의 교차점에서의 공극이 증가하는 것을 볼 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 한국과학재단 지원의 영남대학교 지역협력연구센터(과제번호: 96-10-02-04-B-3)와 영남대학교 연구조교 지원사업(97年)에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 橋本 健, 織學誌(日本), 14, 510(1958).
2. Hiroshi Narita, Yoshimasa Okuda, 纖維工學會(日本), 44, 137(1988).
3. Shouhua Niu, Tomiji Wakida, *Textile Res. J.* 63, 346(1993).
4. 조환, 장두상, 이석영, 영남대논문집, 14, 195(1980).
5. 고석원, 위기찬, 김노수, 한국섬유공학회지, 14, 18(1977).
6. 宋錚, 橋本 龍, 染色工業(日本), 36, 426(1988).
7. 宋錚, 橋本 龍, 染色工業(日本), 37, 598(1989).
8. Melissa Davies, J. Amirbayat, *J.Text. Inst.*, 85, 376(1994).
9. 서문호, 한국섬유공학회지, 31, 1038(1994).
10. V.Subramaniam and M.Sivakumar, *Text. Res. J.*, 60, 368(1990).
11. J.Skelton, *Textile Res. J.*, 46, 862(1976).
12. M.Matsudaira, S.Kawabata, *J. Text. Inst.*, 74, 476(1988).
13. 김승진, 이재근, 강태진, 안철우, 한국섬유공학회지, 26, 76(1989).
14. 김승진, 오애경, 한국섬유공학회지, 30, 919~927(1993).
15. 김승진, 오애경, 한국섬유공학회지, 29, 75~84(1992).
16. 김승진, 오애경, 한국섬유공학회지, 29, 139~146(1992).
17. 김승진, 오애경, 박정환, 한국섬유공학회지, 29, 7~28(1992).
18. 김승진, 오애경, 서문호, 조대현, 김태훈, 장동호, 한국섬유공학회지, 29, 1~15(1992).
19. 김승진, 오애경, 한국섬유공학회지, 30, 3~16(1993).
20. 김승진, 오애경, 이대훈, 장동호, 한국섬유공학회지, 30, 89~111(1993).
21. Huang, *J. Appl. Mech.* 46, 651(1979).
22. F.T.Peirce, *J. Text. Inst.*, 28, T45(1937).
23. P.Grosberg, *Textile Res. J.* 36, 204(1966).
24. N.J.Abbott, M.J.Coplan and M.M.Platt, *J. Text. Inst.*, 51, 1884(1960).