

〈研究論文(學術)〉

PET직물의 감량율에 따른 역학적 특성변화에 관한 연구(III)

홍성철 · *이희준 · **조대현 · 김승진

영남대학교 공과대학 섬유학부

*감염기술연구소

**코오롱(주) 섬유기술연구소

(1998년 4월 28일 접수)

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

S. C. Hong, *H. J. Lee, **D. H. Cho, and S. J. Kim

School of Textile, Yeungnam Univ., Kyeongsan, Korea

**Kabool Research Center, Taegu, Korea*

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

(Received April 28, 1998)

Abstract—This study surveys the mechanical properties such as surface properties(MIU, MMD, SMD) 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%.

Coefficient of friction(MIU), mean deviation of friction(MMD), and geometrical roughness(SMD) of the fabrics were measured and discussed with weft twist, yarn linear density, weft fabric density and weave structures.

1. 서 론

원사나 직물 같은 섬유 집합체의 마찰특성은 단순히 섬유의 마찰뿐만 아니라 집합체의 특성도 마찰특성에 포함되며, 마찰시 수반되는 변형에 의한 에너지의 손실 때문에 원사나 직물의 마찰이 섬유의 마찰보다도 크게 된다는 연구결과¹⁾가 있다. 諸岡²⁾는 직·편물의 표면에는 원사의 굴곡에 의해 형성된 요철이 존재하고 있기 때문에 통상의 미끄럼 마찰의

경우는 표면 조도가 마찰계수를 변동시키는 주요인이라고 보고하고 있다. 직·편물의 함수량 변화에 따라서도 촉감 및 마찰특성이 변화되고, 일반적으로 함수량이 증가될수록 마찰계수가 증가하는 것은 섬유집합체에 의한 효과 때문이다. 또한 직물의 마찰특성과 의복의 쾌적성도 깊은 관련성이 있다는 연구결과³⁾도 있다. 특히, 폴리에스테르 직물의 감량은 직물을 구성하고 있는 絲 표면을 NaOH 용액으로 깎아내는 가공이므로 직물의 역학특성중 표면특성

과 깊은 관계가 있다.

橋本 등⁴⁾은 폴리에스테르 감량가공이 직물의 촉감에 미치는 영향에 대한 연구에서 감량가공과 관련된 직물의 역학특성치의 변화와 촉감과의 관계에 대해서 조사하였고, Matsudaira 등⁵⁾은 염색가공 공정이 초극세섬유로 제조된 신타섬의 역학적인 특성과 촉감에 미치는 영향에 대한 연구에서 정련과 감량공정이 직물내의 공극을 증가 시켜주기 때문에 소프트성을 현저히 향상시킨다고 보고하였다. 丹羽 등⁶⁾은 폴리에스테르 가공사의 물성이 그 가공사로 제조된 직물의 촉감에 미치는 영향과 관련된 연구에서 섬유의 권축형태 및 가공사의 물성치가 전단특성에 크게 영향을 주며, 권축수가 많을수록 직물의 KOSHI(Stiffness)가 크고, 또 KOSHI는 가공사의 폭과도 매우 관련성이 깊다고 보고하고 있다. 이외에도 직·편물의 촉감과 역학적 성질간의 관계를 규명하기 위한 연구들도 많이 진행되고 있다. 그러나 위사굵기, 꼬임수 그리고 위사밀도와 같은 직물구조인자와 감량률을 변화시킨 폴리에스테르 직물에서 직물구조인자와 감량률 변화에 따른 직물 표면특성 변화를 보고한 논문은 없으며 따라서 본고에서는 전보^{7,8)}에서 발표된 직물구조인자와 감량률 변화에 따른 직물의 굵힘·전단 특성변화⁷⁾와 인장·압축 특성변화⁸⁾에 이어서 직물 표면특성 변화에 대한 분석을 해 봄으로써 현장에서 고부가가치 직물 생산에 참고가 되는 기초 연구자료를 제공하고자 한다.

2. 실험

2.1 시료 제조

2.1.1 원사

가) 경사

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

나) 위사

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

2.1.2 제직

직물의 위사를 달리하여 Table 1과 같이 K사의 셔틀직기(승리기계)를 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. 제직시 실의 굵기와 위사 꼬임수 변화에 따른 폭 방향의 수축을 고려하여 위사밀도에 따라 타입수를 변화시켰다. 직물의 조직은 평직과 1 up 4 down의 주자직으로 하였다. 경사 밀도는 평직은 162ends/inch, 주자직은 240ends/inch로 하였다.

2.1.3 가공공정

가) 정련

제직에서 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 꼬임수의 변화에 따른 수축률의 영향을 최소화하였다. 그리고 정련시 부착되는 광물류, 고융점 왁스, 혼합유제 그리고 사이징제 등이 재부착 되지 않도록 가성소오다 및 비이온 계면활성제를 정련제로 사용하여 로터리 워셔에서 처리하였다. 처리조건은 25분 안에 80℃까지 승온한 후, 이 상태에서 20분 처리하고, 다시 25분 안에 100℃까지 승온하여 10분간 처리하며, 20분 안에 120℃까지 승온하여 40분 처리 후 40분 안에 80℃로 온도를 하강시켰다.

나) 전처리(pre-heat set)

정련이 된 직물을 다음 공정에서 형태의 변형을 최소화하고, 경·위사의 밀도를 균일하게 하기 위하여 200℃, 60m/min로 처리가 가능한 Tenter에서 원단의 폭을 42inch로 고정하여 전처리를 하였다.

다) 감량가공

감량률은 감량시간, 농도, 온도 등의 중요한 요인 중에서 시간을 조절하여 18%의 동일한 감량률을 처리하였다. 필라멘트 굵기에 따른 감량률 처리 조

Table 1. Preparation of specimen

Group	No.	Plain			Group	No.	Satin		
		Denier	T.P.M.	Picks/inch			Denier	T.P.M.	Picks/inch
A	1	50	3000	78	C	1	75	2600	80
	2			86		2			88
	3			94		3			96
	4	75	2600	74		4	150	2200	61
	5			82		5			67
	6			90		6			73
	7	150	2200	58	D	7	75	1400	88
	8			64		8		2200	
	9			70		9		3000	
B	10	50	1800	90		10	150	1400	67
	11		2200			11		1800	
	12		2600			12		2600	
	13	75	1400		82	13	150	1400	
	14		1800	14		1800			
	15		2200	15		2200			
	16	150	1400	61	16	150	1400	61	
	17		1800		17		1800		
	18		2600		18		2600		

Table 2. Conditions of weight reduction in the pilot plant

	50 ^d /24 ^f	75 ^d /72 ^f	150 ^d /96 ^f
Temp.(°C) and time(min)	95×52	95×47.5	95×52
Caustic reduction(%)	18.75	18.73	18.44
NaOH	30.678 N		
Weight Reduction(%)	Time(min)		Remark
12	33 - 37		▶ NaOH 40g/l × 98°C
25	81 - 87		▶ Batch type
30	100 - 112		

건을 Table 2에 나타낸다. K사에서 사용되고 있는 batch식 pilot plant에서 실제 공정조건과 유사한 상태에서 실험을 하였다.

라) 후처리

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

2.2 실험 방법

직물의 태에 관련되는 직물의 역학적 성질은 직물 또는 섬유 단성범위 내에서의 작은 변형(비파괴 변형)을 측정하였다. 실험하려는 직물의 표면특성은 KES-FB(日本, Kato Tech.) 계측기를 이용하여 실험하였다. 직물의 표면특성은 KES-FB4에서 마찰계수의 평균치(MIU), 마찰계수의 평균편차(MMD),

그리고 표면 거칠기의 평균편차(SMD)를 경·위사 방향으로 각각 측정하였다. 표면 거칠기의 측정은 접촉자를 사용하며 표면의 마찰은 접촉자를 이용하여 무게에 의한 50gf의 압축력으로 시료의 표면 위에 놓인다. 거칠기의 마찰 측정시 접촉자는 그대로 있고 시료의 장력을 20gf/cm로 유지한 채 시료는 강철판 위에서 2cm의 간격을 0.1cm/sec의 일정 속도로 움직인다. 각 특성치는 다음과 같이 정의된다.

$$MIU = \frac{1}{X} \int_0^x \mu \, dx \quad (1)$$

$$MMD = \frac{1}{X} \int_0^x |\mu - \bar{\mu}| \, dx \quad (2)$$

$$MIU = \frac{1}{X} \int_0^x |T - \bar{T}| \, dx \quad (3)$$

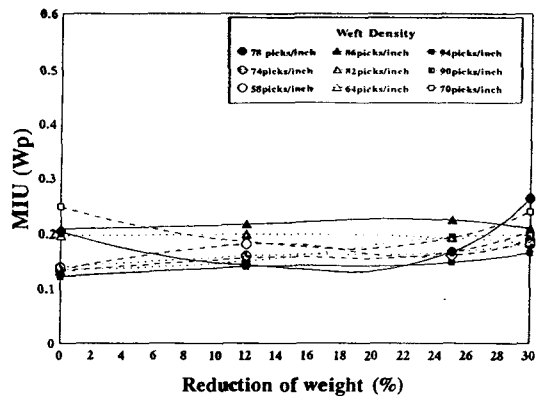
- 여기서, μ : 마찰력/압축력
- x : 시료표면에서 운동하는 접촉자의 변위(micron)
- X : 2cm
- T : 임의의 위치 x 에서 시료의 두께(micron)
- \bar{T} : T 의 평균치

3. 결과 및 고찰

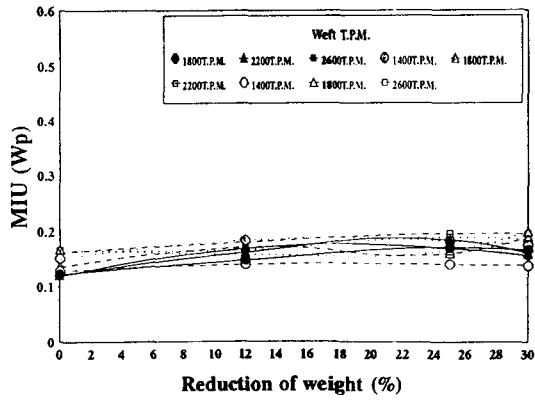
3.1 직물구조인자와 감량률이 직물의 마찰계수(MIU)에 미치는 영향

Fig 1은 평직의 위사밀도 변화와 꼬임수 변화에 대하여 경·위사방향으로의 감량률에 따른 마찰계수의 평균치를 도기한 것이다. (a)와 (b)는 직물의 경사방향의 마찰계수를 보이며 (c)와 (d)는 위사방향의 결과를 보인다. (a)는 위사밀도 변화 시료(A group)이고 (b)는 꼬임수 변화 시료(B group)의 경사방향 마찰계수 결과이다. 감량률에 따라서 (A)와 (B) 그룹 모두 마찰계수의 평균치의 변화는 보이지 않는다. 그리고 위사방향으로도 감량률에 따른 변화를 볼 수 없었다. 이러한 현상은 감량률이 증가하더라도 직물의 조직이 1 up 1 down의 평직에서는 직물표면의 요철정도가 규칙적으로 바뀔으로써 본 실험에서의 직물의 일정 길이당의 마찰계수의

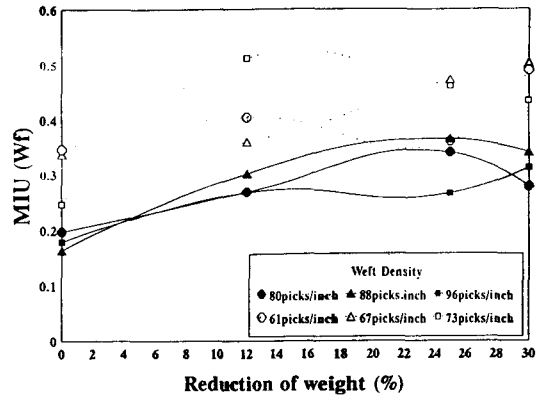
평균치를 MIU로 계측하는 KES-FB System 측정치의 특성상 큰 변화를 보이지 않는 것으로 보여진다. 그러나 Fig. 1의 결과에서 감량률의 영향보다는 오히려 직물 밀도나 실의 꼬임수의 영향이 더 크다는 것을 알 수 있다. 이러한 해석은 주자직의 실험 결과를 비교해 보면 더욱 명확해진다. Fig. 2는 주자직의 위사밀도 변화와 꼬임수 변화에 대하여 위사방향으로의 감량률에 따른 마찰계수의 평균치를 도기한 것이며, (a)가 위사밀도 변화 시료(C group)이고 (b)가 꼬임수 변화 시료(D group)이다. 주자직의 위사방향에서는 평직과 달리 감량률이 증가함에 따라서 마찰계수의 평균치가 증가하는 경향을 볼 수 있고 경사방향으로도 위사방향과 같은 경향을 볼 수 있다. 특히, Fig. 2(a)에서 볼 수 있듯이 경사 50d에 위사 150d의 직물과 같이 경사와 위사의 굵기가 같지 않을 때는 감량률 변화에 따른 마찰계수가 크게 변하면서 일정한 경향성을 보이지 않는다. 이것은 직물의 경·위사가 비균일화되어 있는 상태에서 직물 밀도가 바뀔으로써 이러한 비균일화가 더욱 커지기 때문으로 사료된다. 또한 Fig. 2에서 직물밀도나 위사꼬임수의 MIU에 대한 영향보다는 위사의 굵기와 감량률의 MIU에 대한 영향이 훨씬 큰 것을 알 수 있다. 그리고 감량률 증가에 따른 MIU의 변화가 평직에서는 없는 반면 주자직에서는 증가하는 이유는 평직이 1 up 1 down의 균일화된 직물인 반면 주자직은 1 up 4 down의 다소 비균일화된 직물이므로 직물표면의 마찰계수의 평균치(MIU)가 감량률이 증가함에 따라 주자직에서 커지는 것으로 보여진다.



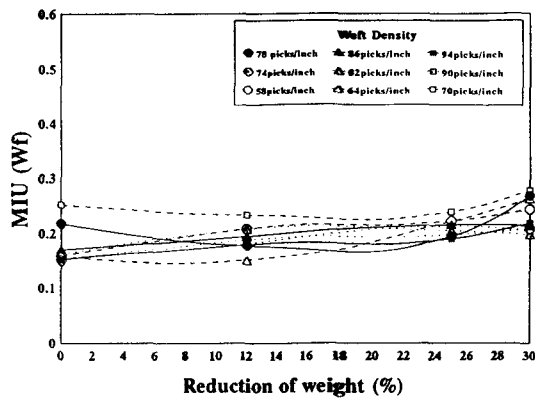
(a) plain (A group) - warp



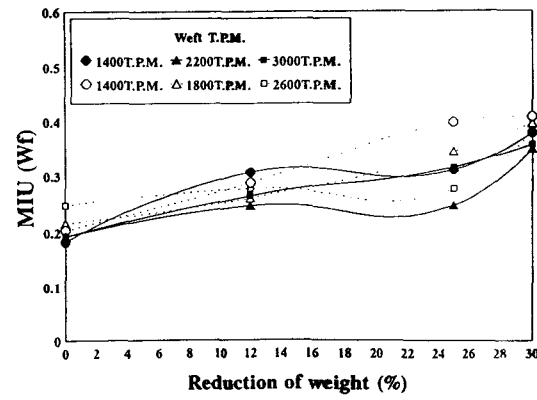
(b) plain (B group) - warp



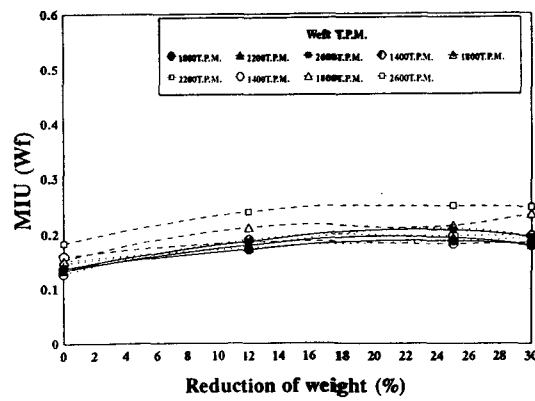
(a) satin (C group)



(c) plain (A group) - weft



(b) satin (D group)



(d) plain (B group) - weft

Fig. 1 Relationship between MIU of warp & weft direction and weight reduction rate.

(— : 50d, ... : 75d, --- : 150d)

Fig. 2 Relationship between MIU of weft direction and weight reduction rate.
(— : 75d, ... : 150d)

3.2 직물구조인자와 감량률이 직물의 마찰계수 평균편차(MMD)에 미치는 영향

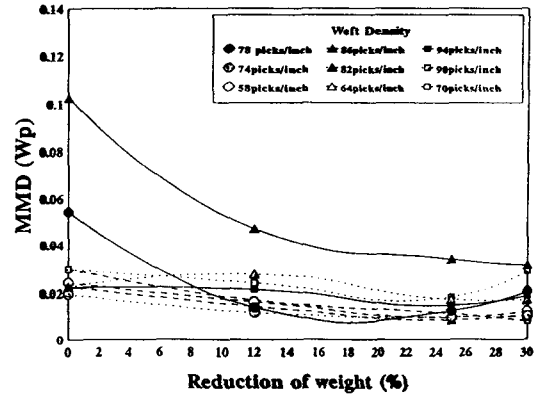
Fig. 3은 평직의 위사밀도 변화와 꼬임수 변화 시료에 대하여 감량률에 따른 경사 방향으로의 마찰계수의 평균편차를 도시한 것이며, (a)가 위사밀도 변화 시료(A group)이고 (b)가 꼬임수 변화 시료(B group)이다. Fig. 3(a)와 (b)에서 볼 수 있듯이 경사방향으로는 감량률이 증가할수록 마찰계수의 평균편차가 감소하는 것을 볼 수 있었다. 그리고 위사방향으로는 감량률이 증가함에 따라 거의 변화를 보이지 않았다. 이러한 현상은 Fig. 1에서 볼 수 있듯이 평직의 경우 감량률 증가에 따라 경사방향 마

찰계수 평균(MIU)값은 거의 변화를 보이지 않으나 이들의 평균편차는 다소 감소하는 결과를 보임으로써 직물 표면의 마찰저항이 감량에 의해 다소 균질해 진다는 것을 보여준다고 사료된다. 그리고 이러한 현상도 직물 밀도와 실의 꼬임의 영향보다 실의 굵기의 영향이 더 크다는 것을 보여준다. 그리고 위사방향은 거의 변화를 보이지 않고 있다는 사실은 위사방향의 밀도와 실의 꼬임수 그리고 실의 굵기 등의 변화가 경사방향의 마찰계수 평균편차(MMD)에 영향을 준다는 것을 말해 준다. 그리고 감량이 무연인 경사방향 필라멘트에 일어나므로 그 영향은 직물의 경사방향으로 주어진다는 것을 보여준다. Fig. 4는 주자직의 위사밀도 변화와 꼬임수 변화 시료에 대하여 위사방향으로의 감량률에 따른 마찰계수의 평균편차를 도시한 것이며, (a)가 위사밀도 변화 시료(C group)이고 (b)는 꼬임수 변화 시료(D group)이다. Fig. 4(a)와 (b)에서 볼 수 있듯이 주자직의 위사방향에서는 감량률에 따른 마찰계수의 평균편차가 변화하지 않는 것을 볼 수 있고 경사방향으로도 위사방향과 같은 경향을 볼 수 있었다. 이러한 현상도 Fig. 2에서 보인 주자직의 마찰계수 평균(MIU)이 감량을 증가에 따라 증가하는 것과는 다르게 평균편차는 감량률과는 관계없이 값이 크게 변하지 않는다는 것을 볼 수 있다.

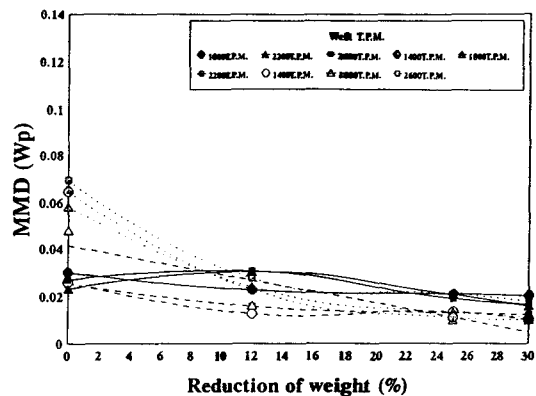
3.3 직물구조인자와 감량률이 직물의 표면요철도의 평균편차(SMD)에 미치는 영향

Fig. 5는 평직의 위사밀도 변화와 꼬임수 변화 시료에 대하여 경사방향으로의 감량률에 따른 표면요철의 평균편차를 도시한 것이며, (a)가 위사밀도 변화 시료(A group)이고 (b)는 꼬임수 변화 시료(B group)이다. 평직의 경사방향의 표면요철의 평균편차는 감량률이 증가함에 따라서 감소하는 것을 볼 수 있고, 위사방향으로는 거의 변화를 볼 수 없었다. 이 현상은 Fig. 3에서 보인 감량률 증가에 따른 마찰계수의 평균편차(MMD)와 유사한 결과를 보인다. 즉, 감량률이 증가함에 따라 직물표면의 요철도의 편차가 絲表面 침식에 따라 감소하며 이러한 현상은 직물밀도, 絲의 꼬임수, 그리고 위사의 굵기 등에 의해서도 크게 변화하는 것을 볼 수 있었다. 그리고 위사방향은 거의 변화를 보이지 않는다는 사실은

위사방향의 직물밀도, 실의 꼬임수, 위사 굵기 등의 변화가 직물의 경사방향에 영향을 준다는 것도 알 수 있었다. 그리고 감량이 무연인 경사방향에 많이 일어나므로 직물에서도 경사방향으로 그 영향이 나타난다는 것을 보여준다. Fig. 6은 주자직의 위사밀도 변화와 꼬임수 변화 시료에 대하여 감량률에 따른 위사방향으로의 표면요철의 평균편차를 도시한 것이며, (a)가 위사밀도 변화 시료(C group)이고 (b)가 꼬임수 변화 시료(D group)이다. (a)와 (b)에서 볼 수 있듯이 주자직의 위사방향에서는 감량률에 따른 표면거칠기의 평균편차의 변화는 볼 수 없고 경사방향에서도 위사방향과 같이 감량률에 따른 영

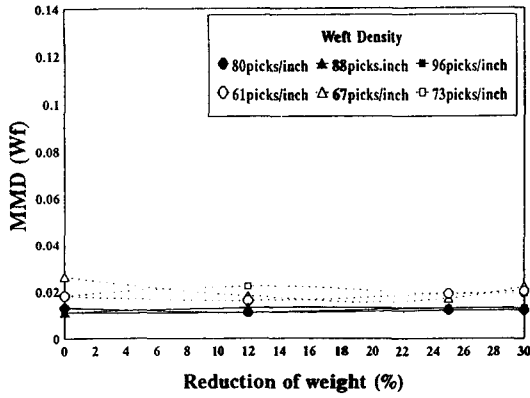


(a) plain (A group)

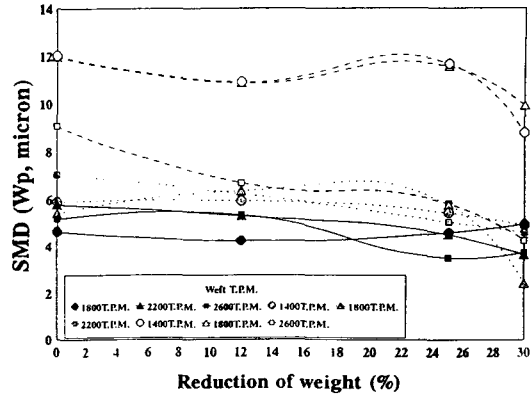


(b) plain (B group)

Fig. 3 Relationship between MMD of warp direction and weight reduction rate. (— : 50d, ... : 75d, --- : 150d)

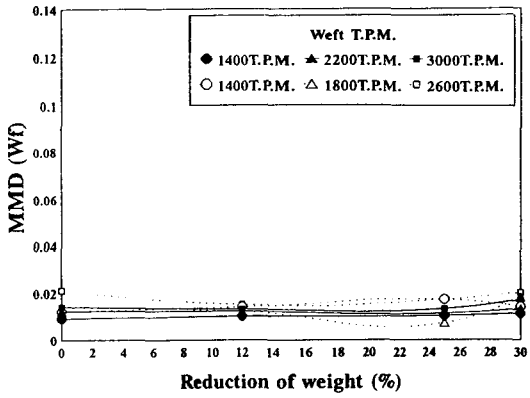


(a) satin (C group)



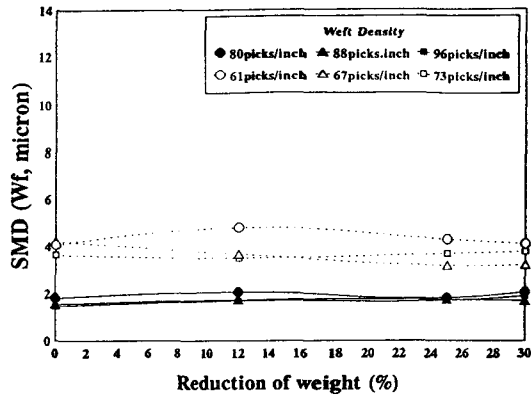
(b) plain (B group)

Fig. 5 Relationship between SMD of warp direction and weight reduction rate. (— : 50d, ... : 75d, --- : 150d)

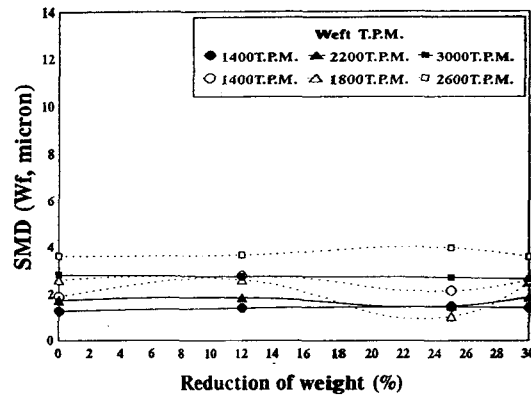


(b) satin (D group)

Fig. 4 Relationship between MMD of weft direction and weight reduction rate. (— : 75d, ... : 150d)

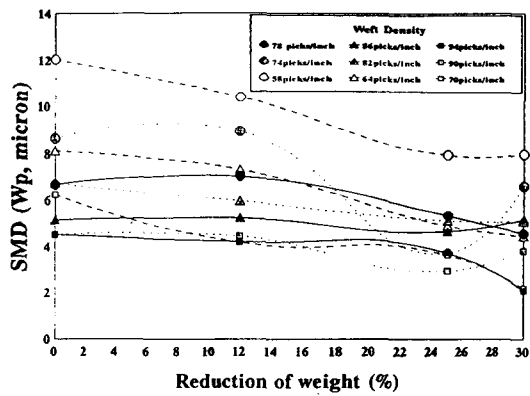


(a) satin (C group)



(b) satin (D group)

Fig. 6 Relationship between SMD of weft direction and weight reduction rate. (— : 75d, ... : 150d)



(a) plain (A group)

향을 볼 수 없었다. 이 현상도 Fig. 4에서 보여준 감량률에 따른 MMD의 현상과 동일하며 같은 내용으로 해석 할 수 있다.

4. 결 론

직물의 표면특성은 폴리에스테르 염색·가공 공정 중에서는 감량공정에 의해서 많은 변화가 일어날 것으로 사료되며 본 연구에서는 이들 감량공정에서의 감량률과 직물구조인자의 변화에 따른 직물 표면특성을 분석 조사한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 직물의 표면특성은 감량률과 직물구조인자에 의해 크게 영향을 받으며 이러한 영향은 직물의 조직에 따라 달라진다.
2. 직물표면의 마찰계수 평균치(MIU)는 주자직의 경우 감량률이 증가함에 따라 증가하나 평직은 크게 변화를 보이지 않았다. 그리고 주자직의 경우 직물구조인자인 위사변수, 위사밀도, 그리고 꼬임수에 따라 MIU는 크게 변화하였다.
3. 직물표면의 마찰계수 평균편차(MMD)는 평직의 경우 감량률 증가에 따라 경사방향은 감소하는 경향을 보이거나 위사방향은 거의 변화가 없으며 주자직의 경우 경·위 모두 변화를 보이지 않으며 또한 평직, 주자직 모두 직물구조인자에는 영향을 받지 않았다.
4. 직물표면의 표면요철 평균편차(SMD)도 MMD의 변화와 동일하나, 직물 구조인자의 영향은 평직의 경우 크게 나타나며 주자직의 경우는 위사 굵기에만 영향을 받았다.

감사의 글

본 연구는 RRC의 연구비로 연구된 결과의 일부이며, 관계자에게 감사를 드린다.(과제번호 : 96-10-02-04-B-3)

참고문헌

1. 川端季雄, 諸岡英雄, *J. Textile Machinery Society of Japan (論文集)*, 32, 40(1979).
2. 諸岡英雄, *家政誌(日本)*, 31, 365(1980).
3. 諸岡英雄, *家政學研究(日本)*, 30, 70(1983).
4. 橋本 勇, 宋靜, *染色工業(日本)*, 36, 426(1988).
5. Mitsuo Matsudaira and Masao Matsui, *J. Text. Inst.*, 83, 144(1992).
6. 丹羽雅子 and Sachiko Sukigara. *J. Textile Machinery Society of Japan*, 38, 11(1985).
7. 이민수, 김승진, 조대현, 김태훈, *한국염색가공학회지*, 10, 257(1998).
8. 이희준, 이민수, 김승진, 홍성철, 김석근, 전계현, *한국염색가공학회지*, 10, 334(1998).