

〈研究論文(學術)〉

의류용 직물설계조건과 염·가공 공정 수축률과의 상관성 연구

김승진¹ · 박경순 · 홍상기

영남대학교 섬유패션학부

A Study on the Relationship between Fabric Design Condition for Garment and Shrinkage on the Dyeing and Finishing Processes

Seung Jin Kim¹, Kyung Soon Park and Sang Gi Hong

School of Textiles, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea

(Received August 18, 2005/Accepted September 29, 2005)

Abstract—The optimum fabric design plan is recently needed with the relevant fabric shrinkage in dyeing and finishing processes for the various sensible fabrics for garment. For responding this need, the difference of fabric design plan such as fabric density, yarn count and finishing shrinkage has to be surveyed with weaving looms such as water jet, air-jet and rapier looms, and also has to be analysed with weave pattern such as plain, twill and satin according to the fabric manufacturers. Therefore, in this study, 420 polyester weave pattern sheets are collected from 5 fabric manufacturers, and the weave density coefficients of these fabrics are calculated using yarn count, fabric density and 1 repeat weave pattern. These weave density coefficients are analysed according to the fabric manufacturers, weaving looms and various weave patterns. And also the weave density coefficients of 420 polyester fabrics are analysed with finishing shrinkage according to the fabric manufacturers and various weave patterns such as plain, twill and satin fabrics.

Keywords: *water jet, air jet, rapier, weave density coefficient, finishing shrinkage, weave pattern*

1. 서 론

원사의 물성이 최종직물 물성에 영향을 미치기도 하지만, 직물설계 조건에 따라서도 최종직물의 물성은 많이 달라진다. 원료섬유로부터 직물이 만들어질 때 섬유과정에서는 여러 가지 변형이 일어난다. 즉, 실은 제직과정에서의 장력, 직물은 염·가공과정에서의 여러 가지 인자에 의해 물리적인 변형이 일어나므로 최종 가공된 직물상태의 물성 변화가^{1,2)} 일어난다. 합섬소재 직물을 설계함에 있

어 원료의 특성과, 경·위사의 변수, 직물의 조직 및 밀도에 따른 직물설계 조건^{3,5)}은 다양하게 변할 수 있으며 직물설계 조건이 어떻게 주어지느냐에 따라 염·가공 공정에 미치는 영향 또한 크다. 현재 국내에는 up stream의 원사제조에서 middle, down stream인 사가공, 제직 및 염·가공 공정에 이르기까지 공정간 feed-back이 잘 되지 않고 있는 실정이다. 특히 직물설계시 염·가공과정에서의 수축특성은 제직에서 사용되는 사의 수축특성이 고려되어 가공축이 결정 되어야 하나 일본은 이것이 고려되어 설계되고 있지만 국내는 아직 사의 수축 data에 기초한 염·가공 공정에서의 수축률 결정이

¹Corresponding author. Tel. : +82-53-810-2771 ; Fax. : +82-53-812-5702 ; e-mail : sjkim@yu.ac.kr

되지않고 경험에 많이 의존하고 있다.

한편 직물설계에 관한 연구는 Peirce의 직물설계 이론⁶⁾이 발표된 이후 많은 연구가 있어왔으나 대부분 직물구조에 대한 이론적인 연구가 많으며 최근 PET 합섬직물의 직물구조인자, 즉 실의 번수, 꼬임수, 그리고 직물의 밀도변화에 따른 염색가공 공정에서의 수축률과 최종 직물의 물성변화의 상관성에 대한 연구^{7,14)}가 발표되어 왔다.

그러나 이들 연구도 특정된 직물구조인자 범위 내에서 염·가공공정 수축률과의 상관성이 분석되므로서 PET직물의 전반적인 직물설계조건과 염·가공 수축률의 정도를 예측하는데는 한계를 보이고 있다. 특히, 국내 합섬직물의 제직업체와 염색·가공업계는 중소기업형태의 영세한 기업운영으로 직물설계에 있어서 현장 data의 축적이 되고 있지 않으며 이론과 실제의 설계 및 염·가공 수축률에 대한 자료도 전무한 현실에 직면해 있다. 또한 제직업체 현장에서는 water-jet 직기, air-jet 직기, 그리고 rapier 직기 등을 사용하고 있으나 각 직기에서 제직할 수 있는 최대직물밀도가 어느 정도인지, 동일한 직기 기종에서 제직업체들 간에 직물밀도의 차이는 어느 정도이며 염·가공공정에서 수축률의 차이는 어느 정도가 되는지 등에 대한 자료가 정리되어 있지 않다. 한편, 최근 소재가 천연/합섬 등 복합화되고 다양해지면서 소재에 적합한 제직설계에서의 밀도와 염·가공공정에서의 수축률 등의 관리가 data화가 되어야 하나 이에 대한 자료화도 불충분한 상태에 있다. 따라서 본 연구에서는 합섬직물현장에서 적용 가능한 직물설계이론식에 근거하여 국내 5개 제직기업에서 420 여종의 PET 직물설계서를 수집하여 이들 설계 data를 본 연구에서 제시한 설계이론식에 적용하여 직물밀도계수를 분석한다. 그리고 직기기종별 이들 직물밀도계수의 분포와 직물조직별 염·가공공정 수축률의 분포를 조사해 data 축적을 하므로써 소재의 다양화에 따른 제직업체와 염·가공업계에 기초 기술 자료를 제공하고자 한다.

2. 이론적 근거

이태리의 Mario Bona¹⁾는 일찍이 모직물 밀도 계산에 적용가능한 경험식으로 (1)식을 제시하였다.

$$D = K \times \sqrt{Nm} \times C \quad \dots (1)$$

where, D : fabric density(no. of yarn/m)

K : density coefficient

Nm : metric yarn count

C : weave coefficient

(1)식에서 조직계수 C 는 (2)식으로 주어진다.

$$C = \frac{R}{R + C_r} \times f_c \times f_f \times f_j \quad \dots (2)$$

where, R : no. of yarn in one repeat

C_r : no. of interlacing point

f_c : cover factor

f_f : floating factor

f_j : jumping factor

그러나 PET 혹은 Nylon 직물에서는 경사선밀도와 위사선밀도 그리고 조직계수등이 (3),(4) 그리고 (5)식으로 정의되어 직물밀도계수 WC 는 (6)식으로 주어진다.

WL (warp linear density coefficient)

$$= \frac{\text{warp diameter} + \text{weft diameter}}{\text{length between weft}} \quad \dots (3)$$

FL (weft linear density coefficient)

$$= \frac{\text{warp diameter} + \text{weft diameter}}{\text{length between warp}} \quad \dots (4)$$

WF (weave factor) =

$$\left[\frac{R(\text{No. of yarn in 1 repeat}) + C_r(\text{No. of point in interlacing})}{R(\text{No. of yarn in 1 repeat}) \times 2} \right]^2 \quad \dots (5)$$

$$WC = WL \times FL \times WF$$

$$= \left[\frac{d_w \times d_f}{25.4} \right] \times W_D \times F_D \times WF \quad \dots (6)$$

where, d_w : warp diameter (mm)

d_f : weft diameter (mm)

W_D : warp density (ends/inch)

F_D : weft density (picks/inch)

$$WF : \text{weave factor} \left[\left(\frac{R + C_r}{2R} \right)^2 \right]$$

(6)식을 이용하여 PET 직물 설계표에서 경사와 위사의 번수에서 직경 d 를 계산하고 설계표에 제

시된 경사와 위사밀도 W_D, F_D 그리고 1완전조직의 직물조직에서 조직계수 WF 를 계산한 다음 직물조직계수 WC 를 계산한다. 각 제직업체별로 설계서에서 WC 를 계산한 다음 기업별, 제직 직기별, 직물조직별로 직물밀도계수 WC 를 분석하며 이들 직물밀도계수와 가공공정수축률을 분석 조사하여 직물회사별, 경·위사변수별, 직물조직별 직물설계조건과 염·가공 수축률과의 관계를 분석한다.

3. 시료

3.1 직물설계시료

본 연구에 사용된 직물설계는 국내 5개 제직업체에서 제직된 PET 직물 설계표 420개를 사용하였으며 이들을 Table 1에 보인다.

Table 1. Specimens

Company & Loom Weave	A company	B company	C company	D company	E company
	WJL	RPL	AJL +RPL	WJL + RPL	WJL + RPL
Plain	26	4	14	46	5
Satin	10	41	20	4	8
Twill	60	28	33	4	9
Others	-	25	51	-	32
Sub-total	96	98	118	54	54

Total : 420

3.2 분석방법

Table 1에 보인 5개 국내 제직업체에서 생산된 420여개 직물시료의 PET 직물설계표의 경사와 위사의 denier 변수에서 아래에 보인 (7)식을 이용하여 경·위사의 직경을 계산하고 직물설계표의 1완전조직에서 교착점수(C)와 사의 개수(R) 그리고 조직계수(WF)를 구한 다음 직물밀도계수(WC)를 계산하였다.

$$Den. = \rho_f \times \frac{\pi d^2}{4} \times 9 \times 10^5 \dots (7)$$

where, Den. : denier

ρ_f : PET fiber density (g/cm³)

d : yarn diameter (mm)

그리고 염·가공 수축률은 설계표상에서 생지폭 그리고 가공폭 값을 이용하여 아래의 (8)식으로 계산하였다.

$$\frac{\text{width of grey fabric} - \text{width of finished fabric}}{\text{width of grey fabric}} \times 100 = \text{dyeing and finishing shrinkage}(\%) \dots (8)$$

4. 결과 및 고찰

4.1 제직회사별 경·위사 변수와 직물밀도계수와의 관계

Fig. 1은 A 제직업체에서 제직된 직물의 경·위사 변수와 직물밀도계수를 도시한 것이다. 전체 96가지 직물의 직물밀도계수는 0.2에서 최대 1.8까지 분포를 하고 있다. 그리고 경·위사 변수는 100 denier에서 최대 800denier 까지 분포를 하고 있다.

이들 직물밀도계수와 실의 변수 분포는 직물조직별로는 평직과 능직이 대부분을 차지하나 특히 주자직의 경우 직물밀도계수는 0.6에서 1.0의 좁은 분포를 보이고 있다.

직물밀도계수가 높은 것은 고밀도 직물을 나타내며 평직과 능직에서는 의류의 최종용도에 따라 저밀도에서 고밀도까지 다양하게 제직되고 있다는 것을 보여주며 주자직에서는 직물밀도범위가 좁고 고밀도직물이 적으면서 직물밀도계수 1.0이하의 normal 한 직물이 제직되고 있다는 것을 보여준다.

그리고 150, 300, 400denier 경·위사 변수범위에서 직물밀도계수가 중첩되어 있으며 능직의 경우 같은 경·위사 변수에서 직물밀도계수가 최소치에서 최대치까지 넓은 분포를 보이고 있다.

Fig. 2는 국내 B 제직업체에서 제직된 직물의 경·위사 변수와 직물밀도계수를 도시한 것이다. 전체 98가지 직물의 직물밀도계수는 0.4에서 최대 1.0까지 분포를 하고 있다. 그리고 경·위사 변수

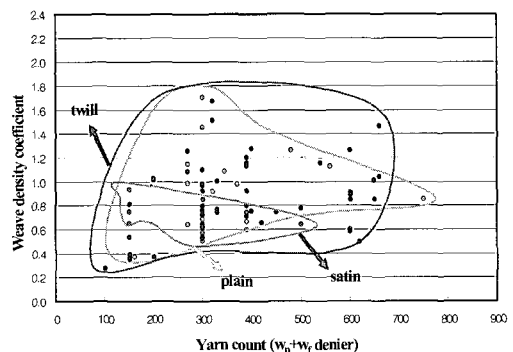


Fig. 1. Diagram between weave density coefficient and yarn count (Domestic A).

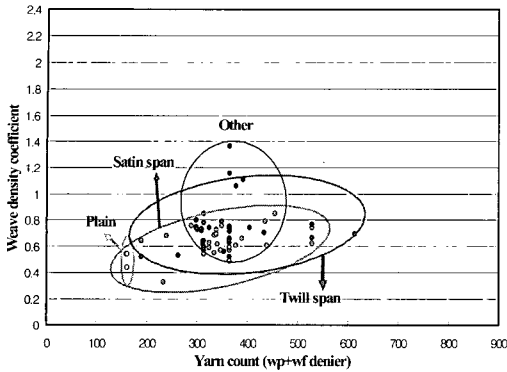


Fig. 2. Diagram between weave density coefficient and yarn count (Domestic B).

는 200denier에서 500denier 까지 분포를 하므로서 A사보다 직물계수, 경·위사 변수 모두 좁은 분포를 보이고 있다. 이들 직물들은 spandex를 사용한 PET사로서 일반 PET직물에 비해 훨씬 낮은 직물 밀도계수인 1.0이하의 값을 보이므로서 고신축 위사를 사용할 경우 고밀도 직물 제작이 어렵다는 사실을 알 수 있다. 특히 A사의 PET직물인 경우 능직의 경우 0.2에서 1.7까지 넓은 밀도분포를 보이나 spandex PET직물의 경우 0.5에서 0.8정도의 낮은 직물밀도계수를 보이므로서 큰 차이를 보이고 있다. 그러나 주자직의 경우는 A사의 일반 PET 직물과 마찬가지로 0.4에서 0.8정도의 낮은 직물밀도계수를 보여 주자직이 평직과 능직에 비해 고밀도 제작이 되고 있지 않음을 알 수 있다.

Fig. 3은 국내 C 제직업체에서 제작한 직물의 경·위사 변수와 직물밀도계수를 도시한 것이다. 전체 118개 직물의 직물밀도계수는 0.6에서 2.4까지 비교적 높은 직물밀도계수 분포를 보인다. Fig. 3에서 볼 수 있듯이 평직의 밀도계수는 1.0에서 2.0까지의 분포를 보이며 능직은 0.8에서 2.0까지의 분포를 그리고 주자직의 경우 0.6에서 1.6까지의 비교적 낮은 밀도계수분포를 보인다. 특히 복잡한 기타조직직물의 경우 2.4까지의 높은 밀도계수분포를 보인다.

Fig. 4는 국내 D 제직업체에서 제작한 직물의 경·위사 변수와 직물밀도계수를 도시한 것이다. 전체 54개 직물의 직물밀도계수는 0.4에서 2.0까지의 비교적 높은 직물밀도계수 분포를 보인다. Fig. 4에서 볼 수 있듯이 평직이 주를 이루며 특히, 경·위사 변수가 증가함에 따라 직물 밀도계수가 선형적으로 증가함을 볼 수 있다.

Fig. 5는 국내 E 제직업체에서 제작한 직물의 경·위사 변수와 직물밀도계수를 도시한 것이다. 전체 54개 직물의 직물밀도계수는 0.4에서 2.3까지 비교적 높은 직물밀도계수 분포를 보인다. Fig. 5에서 볼 수 있듯이 평직, 능직 그리고 주자직의 직물

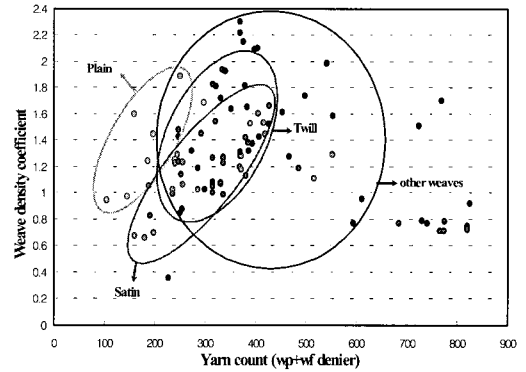


Fig. 3. Diagram between weave density coefficient and yarn count (Domestic C).

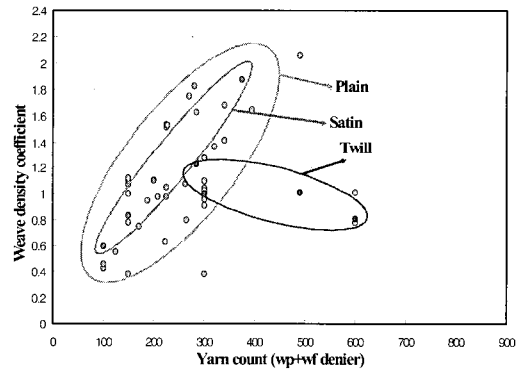


Fig. 4. Diagram between weave density coefficient and yarn count (Domestic D).

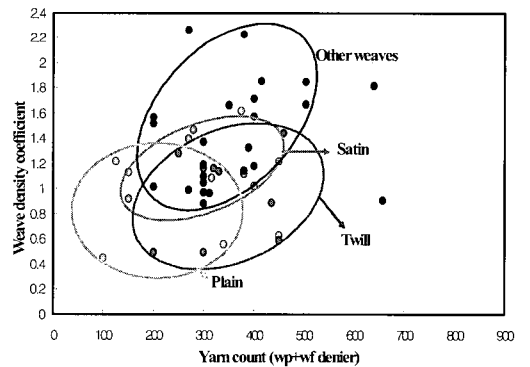


Fig. 5. Diagram between weave density coefficient and yarn count (Domestic E).

밀도계수는 0.4에서 1.6까지 분포를 보이거나 복잡한 변화조직의 경우 0.8에서 2.3까지 비교적 높은 직물밀도계수를 보이고 있다.

4.2 직기에 따른 직물조직과 직물밀도계수와의 관계

Fig. 6은 A에서 E 제직업체의 420개 시료의 직물 조직과 직물밀도계수를 제직 직기별로 도시한 것이다. (a)는 water-jet 직기, (b)는 air-jet 직기, (c)는 rapier 직기에서 제작한 직물의 직물밀도계수를 도시하였다. Fig. 6에서 볼 수 있듯이 water-jet 직기에서 제작한 직물의 직물밀도계수는 0.3에서 2.0까지

의 분포를 보이며 실의 변수분포는 100denier에서 700denier까지 비교적 넓은 분포를 보인다. 반면에 air-jet 직기에서 제작한 직물의 직물밀도계수는 water-jet 직기와 비슷한 0.5에서 2.0의 분포를 보이나 실의 변수분포는 100denier에서 400denier 정도로 비교적 좁은 분포를 보인다.

한편 (c)에 보인 rapier 직기에서 제작한 직물의 직물밀도계수는 0.4에서 3.0까지 3가지 직기 중 가장 높은 분포를 보이며 실의 변수도 100denier에서 800denier까지 가장 넓은 제직변수분포를 보인다. 이는 water-jet 직기와 air-jet 직기보다 rapier 직기의 호환성이 더 좋다는 것을 보여준다고 할 수 있다. 그리고 특히 조직에 따른 직물밀도계수도 주자직이 가장 낮고 다음이 능직 그리고 평직의 순서로 높은 것을 볼 수 있으며 이들 3가지 조직보다 변화조직이 더 높은 직물밀도계수치를 보인다.

4.3 직물밀도계수와 염가공 수축률의 관계

Fig. 7은 국내 A 제직업체에서 제직·가공된 직물의 직물밀도계수와 염·가공수축률을 도시한 것이다. 전체 96가지 직물의 직물밀도계수가 0.2에서 1.8까지 변화함에 따라 염·가공 수축률은 2%에서 최대 40%의 변화를 나타낸다. 평직은 20%에서 5% 범위의 염·가공 수축률을 보이며 직물밀도계수가 증가함에 따라 염·가공 수축률은 20%에서 5%까지 감소하는 현상을 보인다. 반면에 능직은, 8% 이하의 수축률을 보이는 group, 12%~20%의 수축률을 보이는 group, 그리고 25%~40%의 수축률을 보이는 group 등 크게 3가지 영역으로 염·가공 수축률의 분포를 보인다. 그리고 주자직은 12%~23% 범위의 수축률 분포를 보인다.

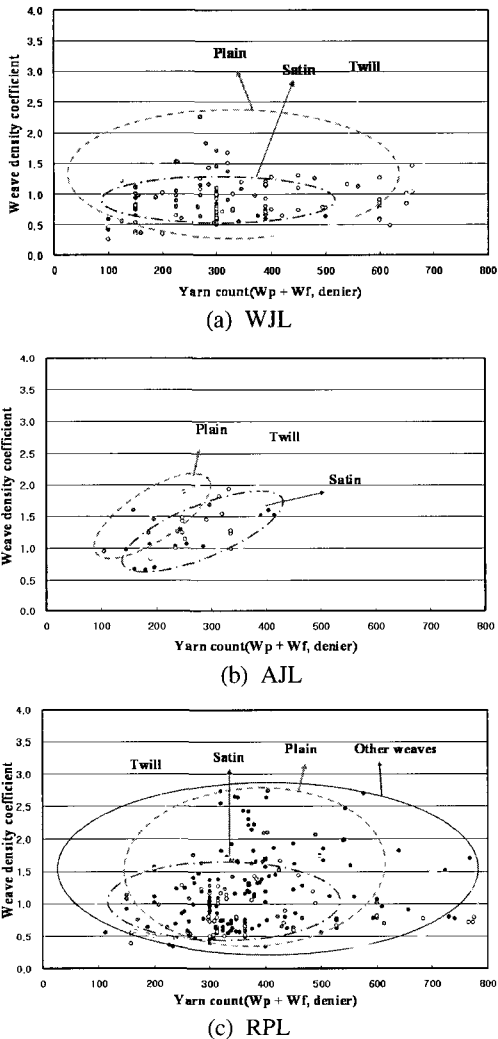


Fig. 6. Weave density coefficients according to the loom.

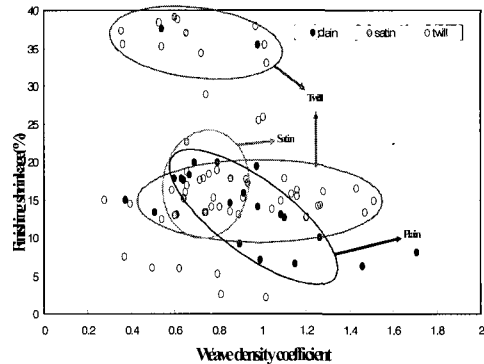


Fig. 7. Diagram between weave density coefficient and fabric shrinkage of domestic A fabrics.

Fig. 8은 국내 B 제직업체에서 제직·가공된 직물의 직물밀도계수와 염·가공수축률을 도시한 것이다. 전체 98가지 직물의 염·가공 수축률은 30%~40%에 모여있다. 주자직이 거의 40%의 수축률을 보이며 평직이 30%~35% 범위, 그리고 능직이 30%~40%의 범위의 수축률 분포를 보인다. spandex사 직물인 관계로 직물밀도계수가 0.4~0.9의 낮은 범위에 분포하며 염·가공 수축률도 30%~40% 정도의 높은 수축률을 보임을 알 수 있다.

Fig. 9는 국내 C 제직업체에서 제직·가공된 직물의 직물밀도계수와 염·가공수축률을 도시한 것이다. 전체 118가지 직물의 염·가공 수축률은 10%에서 최대 40%까지 넓게 분포하고 있다. 직물밀도계수가 0.6에서 2.0까지 비교적 높은 값의 분포를 보이며 특히 평직의 경우 직물밀도계수가 1.2에서 1.9까지 증가함에 따라 염·가공 수축률은 25%에서 3% 정도까지 감소하는 경향을 보이고 있다. 그리고 능직은 10%~15% 범위와 30%~40% 범위의 높은

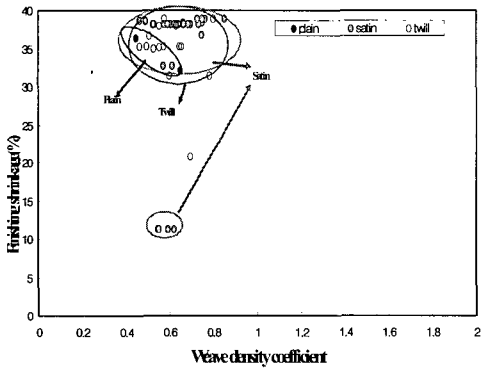


Fig. 8. Diagram between weave density coefficient and fabric shrinkage of domestic B fabrics.

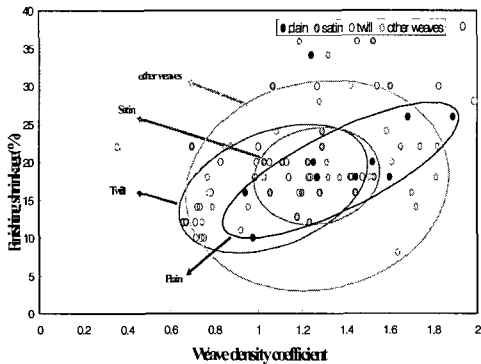


Fig. 9. Diagram between weave density coefficient and fabric shrinkage of domestic C fabrics.

수축률을 보이는 2개의 군으로 나누어지며 주자직 역시 10%~15% 군과 32%~40% 군으로 나누어짐을 볼 수 있다.

Fig. 10은 국내 D 제직업체에서 제직·가공된 직물의 직물밀도계수와 염·가공수축률을 도시한 것이다.

전체 54가지 직물의 직물밀도계수는 0.4~2.0의 넓은 분포를 보이며 염·가공 수축률도 10%~35%의 비교적 넓은 분포를 보인다. 특히 평직이 15%~35% 전역에 걸쳐 수축률 분포를 보이며 능직과 주자직은 12%~18%의 비교적 낮은 수축률을 보이고 있다.

Fig. 11은 국내 E 제직업체에서 제직·가공된 직물의 직물밀도계수와 염·가공수축률을 도시한 것이다. 전체 54개 직물의 직물밀도계수가 0.4~2.0의 비교적 넓게 분포하면서 염·가공 수축률도 5%~35%까지 넓은 분포를 보인다. 평직은 15%~20% 범위, 능직은 5%~20%의 범위, 주자직은

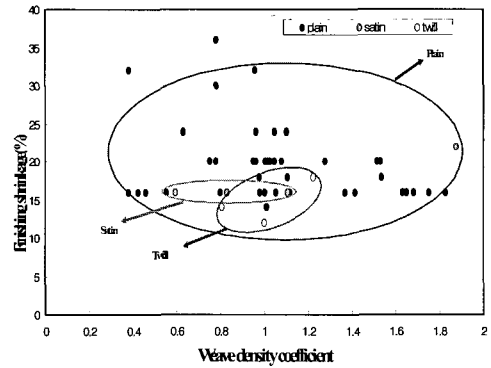


Fig. 10. Diagram between weave density coefficient and fabric shrinkage of domestic D fabrics.

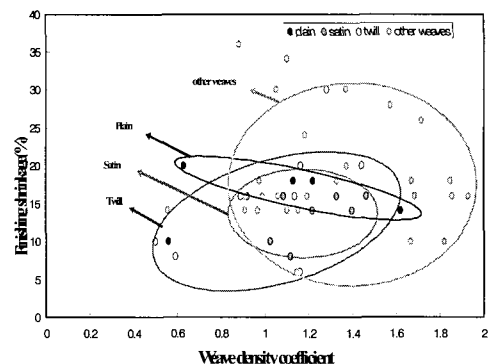


Fig. 11. Diagram between weave density coefficient and fabric shrinkage of domestic E fabrics.

8%~16%의 수축률 범위를 보이며 기타 변화조직은 6%~36%의 넓은 수축률 범위를 보이고 있다.

역시 평직의 경우 직물밀도계수가 0.6에서 1.6까지 증가함에 따라 염·가공 수축률은 20%에서 14%까지 감소하는 현상을 보인다.

5. 결론

국내 5개 제직기업에서 사용된 폴리에스테르직물 설계서에서 경·위사의 직경, 조직계수, 그리고 경·위사 방향의 직물밀도를 이용하여 직물밀도계수를 계산하여 기업별, 직기종류, 그리고 직물조직에 따른 직물밀도계수의 분포를 분석하였다. 그리고 생지폭과 가공폭에서 염·가공 수축률을 계산하여 이를 직물밀도계수와 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 제직기업에 따라 직물밀도계수는 최소 0.4~1.0 최대 0.4~2.4의 분포를 보이며 직물조직에 있어서는 평직과 능직이 넓은 분포의 직물밀도계수를 보이며 주자직이 비교적 좁은 직물밀도계수 분포를 보인다. 특히 스판덱스를 사용한 신축 직물은 최소치인 0.4~0.9의 직물밀도계수 분포를 보인다.
2. 직물조직 중 변화조직의 경우 높은 직물밀도계수를 나타내며 주자직, 능직, 평직의 순서로 직물밀도계수가 높은 값을 보이는 경향을 나타낸다. 특히 평직의 경우 경·위사 변수가 증가할수록 직물밀도계수가 증가하는 현상을 보인다.
3. 직기종류에 따른 직물밀도계수는 air-jet는 0.5~2.0, water-jet는 0.3~2.0, rapier 직기는 0.4-3.0의 분포를 보이므로서 rapier 직기가 가장 높은 직물밀도계수분포를 보이며 사용원사의 변수분포도 100denier~800denier까지 가장 넓은 분포를 보인다.
4. 제직기업별 염·가공 수축률은 2%~40% 범위의 분포를 보이며 스판덱스 신축직물의 경우 직물밀도계수가 0.4~0.9로서 낮은 값을 가짐에도 불구하고 염·가공 수축률은 30%~40%의 높은 값을 보인다. 특히 평직의 경우 직물밀도계수가 0.2에서 1.9까지 증가함에 따라 염·가공 수축률은 최대 25%에서 3%까지 감소하는 경향을 보인다.

감사의 글

본 연구는 영남대학교 2004년 학술연구조성비에 의해 수행한 결과이며 대학에 감사드린다.

참고문헌

1. S.J.Kim, S.H.Park, B.J.Sin, and M.H.Lee, "Theory and Application of Woven Fabric Design for Garment", IC. Associates Co. Ltd, Korea, (2000).
2. D.H.Jang, B.H.Jang, Y.H.Gook, J.M.Yim, S.K.-Son, and D.L.Kim, "직물구조학", HYUNGSEUL Publish, Korea, 1994.
3. S.J.Kim, "초경박 소모직물의 Hand 개선 및 구김방지 기술 개발", 최종보고서, 1994.
4. S.J.Kim, K.S.Park, J.S.Yoo, B.G.Suh, S.D.-Hong, Y.S.Kim, S.B.Sim, S.Y.Kim, and M.Y.-Park, "국내외 PET 원사 물성 비교 분석 DATA 집", RRC(Regional Research Center) in Yeungnam University(2001).
5. S.J.Kim, K.S.Park, J.S.Yoo, B.G.Suh, S.D.Hong, Y.S.Kim, and S.B.Sim, "직물 품질향상을 위한 국내외 원사품질 비교분석", Korea Textile Development Institute, 2001.
6. F. T. Peirce, J. Textile Inst. 28, T45(1937).
7. S.J.Kim, A.G.Oh, D.H.Cho, and D.H.Chang, Fabric Geometry and Its Mechanical Properties, *J. Korean fiber society*, **30**(2), 89-111 (1993).
8. S.J.Kim, A.G.Oh, D.H.Cho, D.H.Chang, S.K.-Kim, T.H.Kim, and M.H.Seo, Study on Correlation between Mechanical Properties and Processing Shrinkage of Polyester Woven Fabric, *J. Korean fiber society*, **30**(11), 803-816(1993).
9. S.J.Kim, A.G.Oh, D.H.Cho, D.H.Chang, and J.S.Song, Study on Correlation between Fabric Structural Parameter and Processing Shrinkage of Polyester Woven Fabric, *J. Korean fiber society*, **32**(5), 480-487(1995).
10. S.J.Kim, A.G.Oh, D.H.Cho, D.H.Chang, S.K. Kim, T.H.Kim, and M.H.Seo, Study on Correlation between Mechanical Properties and Warp Density of Polyester Woven Fabric, *J.*

- Korean fiber society*, **32**(5), 488-493(1995).
11. S.J.Kim, D.H.Cho, D.H.Jang, M.S.Lee, H.J.Lee, and S.K.Kim, Effects of Textile Processing and Fabric Structural Parameters to the Physical Properties of New Synthetic Fabrics, *J. Korean fiber society*, **32**(8), 760-765(1995).
 12. S.J.Kim, K.L.Kim, T.H.Kim, Y.J.Kim, E.G.-Lee, and J.S.Song, The effect of heat treatment on shrinkage and mechanical properties of PET filament, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **10**(3), 10-19(1998).
 13. S.J.Kim, D.H.Jo and D.H.Jang, Physical Properties of Polyester Yarns and Fabrics Treated with Various Heat Temperatures in Dyeing & Finishing Processes, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **10**, 168-171(1998).
 14. S.J.Kim, D.H.Jo and D.H.Jang, Effects of heat temperature in sizing and pretreatment processes on the appearance colour of the polyester fabrics, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **11**(2), 1-8(1999).