

日本 PET 직물설계조건과 염색·가공 기술

강지만, 김승진, 박경순, 정기진

영남대학교 섬유패션학부

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 최종의 복지상태의 물성변화가^{1) 2)} 일어난다. 합섬소재 직물을 설계함에 있어 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 및 제직, 염·가공 공정에 이르기까지 공정간 feed-back이 잘 되지 않고 있는 실정이다. 특히 직물설계시 염·가공과정에서의 수축특성은 제직에서 사용되는 絲의 수축특성이 고려되어 가공축이 결정 되어야 하나 日本은 이것이 고려되어 설계되고 있지만 국내는 아직 絲의 수축 data에 기초한 염·가공 공정에서의 수축률 결정이 되지않고 경험에 많이 의존하고 있다.

따라서 본 연구에서는 국내 직물설계조건과 일본 직물설계조건을 Data Base化하여 경·위사의 굵기와 밀도계수 그리고 조직에 따른 이들 직물의 설계조건을 분석하므로써 염·가공 공정에서의 공정조건 설정에 도움이 되는 기초 연구 자료를 제공하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 직물 시료

현재 현장에서 적용되고 있는 국내의 직물시료 94개와 일본직물시료 147개의 PET직물 설계표에서 경·위사의 변수(denier), 경·위사 직물 밀도(本/inch), 직물조직(1완전조직)을 조사한 후, 이들 data에서 경·위사의 직경, 1완전 조직에서 교차점수 및 조직계수를 구한 다음 밀도계수를 아래의 식을 이용하여 계산하였다.

$$WL(\text{경사선밀도}) = \frac{\text{경사직경} + \text{위사직경}}{\text{위사간중심거리}} \dots (1)$$

$$FL(\text{위사선밀도}) = \frac{\text{경사직경} + \text{위사직경}}{\text{경사간중심거리}} \dots\dots(2)$$

$$WF(\text{조직계수}) = \left[\frac{R(1\text{완전조직의}\text{絲수}) + C_r(\text{교차점수})}{R(1\text{완전조직의}\text{絲수}) \times 2} \right]^2 \dots\dots(3)$$

$$WC(\text{직물밀도계수}) = WL(\text{경사선밀도}) \times FL(\text{위사선밀도}) \times WF(\text{조직계수})$$

$$= \left[\frac{\text{경사직경} + \text{위사직경}}{25.4} \right]^2 \times \text{경사밀도} \times \text{위사밀도} \times WF(\text{조직계수}) \dots\dots(4)$$

위의 식들을 이용하여 일본직물의 경·위사의 굵기와 조직에 따른 조직계수와 밀도계수를 구하여 각각의 직물설계조건에 따른 Data Base를 구축한다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 국내와 일본 직물 소재별 경·위사 변수와 밀도계수의 관계

Fig. 1과 Fig. 2는 위사가 경사보다 denier가 큰 직물들의 조직별 시료에서 경·위사 denier에 따른 직물밀도계수와와의 관계를 보이는 그림이다.

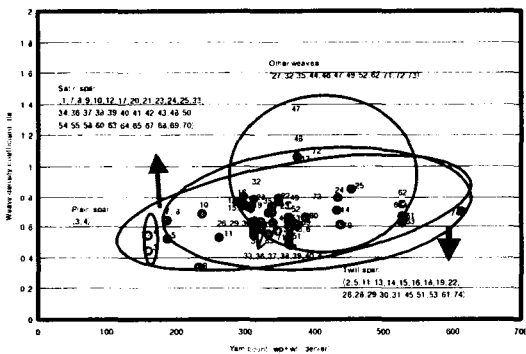


Fig. 1 국내 직물 소재별 denier에 따른 직물밀도계수

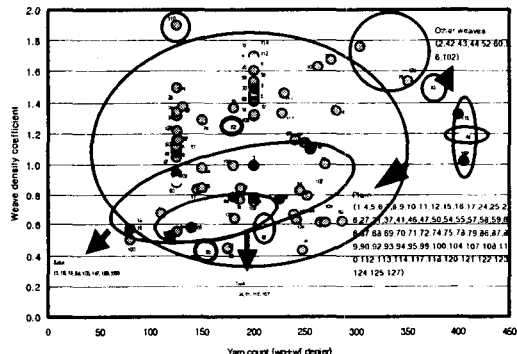


Fig. 1 직물 소재별 denier에 따른 직물밀도계수 (경사<위사)

Fig. 1의 국내 직물은 200~600 denier 범위의 경·위사 밀도를 가지고 0.52~1.05의 밀도계수 값의 분포를 보이며, Fig. 2의 일본 직물은 80~400 denier의 비교적 넓은 denier 분포에서 0.43~1.89 범위의 넓은 밀도계수 값의 분포를 보이는 것을 볼 수 있다. plain 직물의 경우는 국내 plain직물은 3번과 4번 시료 모두 160 denier를 가지면서 0.44~0.54의 밀도계수 값의 분포를 보이는 반면, 일본 plain직물은 국내에 비해 80~350 denier의 매우 넓은 범위를 가지며 밀도계수 값 또한 0.43~1.89로 폭넓게 분포하고 있음을 알 수 있다. satin직물의 경우 국내 직물은 160~520 denier의 경·위사의 다양한 denier를 가지면서 0.33~0.85의 밀도계수 값의 분포를 보이는 반면, 일본 직물은 국내에 비해 분포가 좁은 80~255 denier의

비교적 작은 범위 안에서 0.57~1.09 범위의 밀도계수 값을 보인다. twill직물의 경우, 국내 직물은 188~613 denier를 가지면서 0.52~1.06의 밀도계수 값의 분포를 보이고 300~400 denier 범위, 0.52~0.8의 밀도계수 값에서 시료들이 많이 밀집되어 있음을 알 수 있다. 일본 twill직물은 120~406 denier를 가지면서 0.53~1.32의 밀도계수 값의 분포를 보인다. 국내 직물과는 달리 한 부분에 밀집 분포는 보이지 않지만 115번 시료와 157번 시료는 34번 시료와 61번 시료 보다 굵은 denier 와 높은 밀도계수 값을 가지고 있다. 여기서 이들 직물은 같은 twill조직임에도 각기 0.49~0.76의 다른 조직계수 값을 가짐으로써 용도에 따른 밀도계수 값의 차이가 나는 것을 알 수 있다. 국내와 일본직물에서 직물소재 용도에 따른 밀도계수의 편차가 다름을 알 수 있고 이러한 특성이 염·가공공정에서의 습·건열 수축특성에도 많은 영향을 줄 것이라 사료 된다.

Fig. 3과 Fig. 4는 경사가 위사보다 denier가 큰 직물들의 조직별 시료에서 경·위사 denier에 따른 직물밀도계수와의 관계를 보이는 그림이다.

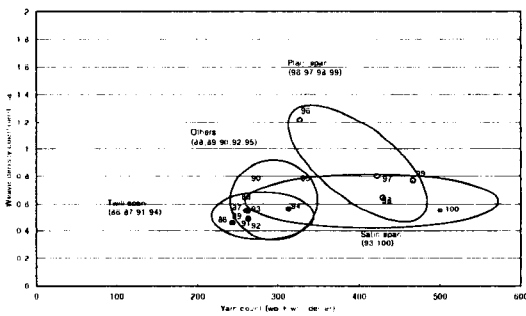


Fig. 3 국내 직물 소재별 denier에 따른 직물밀도 계수

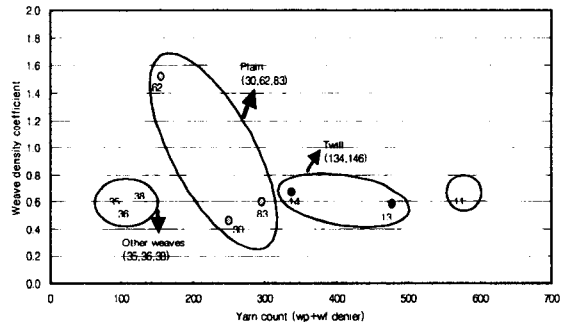


Fig. 4 일본 직물 소재별 denier에 따른 직물밀도계수

Fig. 3의 국내 plain직물은 327~466 denier 값으로 굵은 사로 구성되어 있는 반면에 Fig. 4의 일본의 plain직물은 155~296 denier로 국내에 비해 작은 denier값을 가진다. 국내 plain 직물의 밀도계수 범위는 0.64~1.22 값을 가지고 일본의 경우는 0.46~1.52의 밀도계수 값을 가진다. Plain직물의 조직계수 값은 1로서 동일하고 국내 96번 직물의 경우 타직물 대비 40本 정도의 높은 경사밀도를 가지며, 일본 62번 직물 역시 타직물에 비해 36本 정도의 높은 경사밀도를 가지는 직물로서 1.52의 높은 밀도계수 값을 가지는 것을 알 수 있다. 국내 satin직물은 263~500 denier의 변수 분포를 보여 그 denier범위가 폭넓게 분포되었지만 93번 시료와 100번 시료의 밀도계수 값은 각각 0.54와 0.55로 그 편차가 0.01로서 같은 조직계수 0.49값으로 거의 같은 밀도 계수 값을 가진다. 국내의 twill직물은 denier에 따라서 밀도 계수의 범위가 0.46~0.56정도의 분포를 보이고, 일본 twill직물은 0.58~0.67정도의 분포를

보이고 있다. 같은 denier 범위에서 국내 94번 시료와 일본 146번 시료 모두 2/2 twill직물로서 0.56의 같은 조직계수 값을 가지지만 밀도계수는 각각 0.56과 0.67로서 용도에 따른 밀도계수 값의 분포가 다를 수 있다.

3.2. 직물설계와 염색가공 기술

직물의 염색·가공 공정 중 전처리 공정은 relax와 동시에 경·위사에 무장력에 가까운 상태로 실시하는 것이 좋다. 직물을 전처리 하기에 앞서 소재별 직물에 습·건열이 가해질 때의 수축거동을 평가하는 것이 매우 중요하다. 日本의 염색·가공 기업의 경우 생지 상태에서 습·건열 수축거동을 조사한 후 전처리 승온 조건을 결정하므로서 원사 및 직물의 수축발현을 원사의 특성에 맞게 충분히 시키므로서 직물의 촉감을 최상의 조건으로 만들어 준다. 아래 그림은 이러한 日本에서의 전처리 방법을 보여주는 전처리 승온 방법의 예⁶⁾를 보여준다.

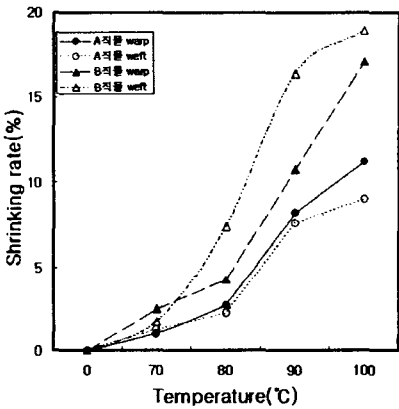


Fig. 5 온도별 습열수축거동 (A, B직물)

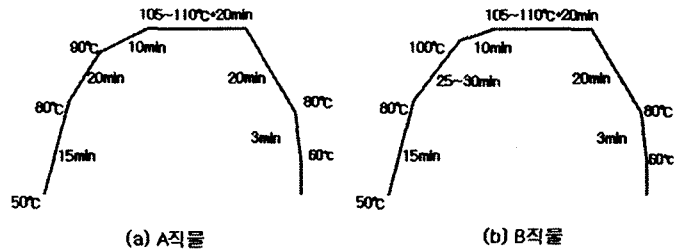


Fig. 6 전처리 승온 곡선 (A, B직물)

그림 2에서 A직물은 80°C~90°C에서 수축발현이 많이 되고 B직물은 80°C~90°C에서 1차 수축발현, 90°C~100°C에서 2차 수축발현이 일어난다. 수축발현이 많이 일어나는 온도대에서는 승온속도를 천천히 해서 수축이 균일하게 형성되도록 해야하며 이러한 습열수축거동을 토대로 전처리시 승온곡선을 작성한 것이 Fig. 6이다. 이러한 絲 및 직물의 열에 의한 수축과 관련되어 있는 것이 직물설계서에는 가공축이 되며 絲상태에서의 연축은 꼬임에 의한 수축이며 직물을 제직한 후의 경·위사의 interlacing에 의해 일어나는 수축은 직축이라고 부른다. 이러한 가공축을 국내직물과 日本직물의 경우 설계서 상에서 파악하기 위해 직물 조직별로 평직, 능직, 주자직으로 구분하여 한국과 日本직물을 비교 도시한 것이 Fig. 7, 8, 9이다.

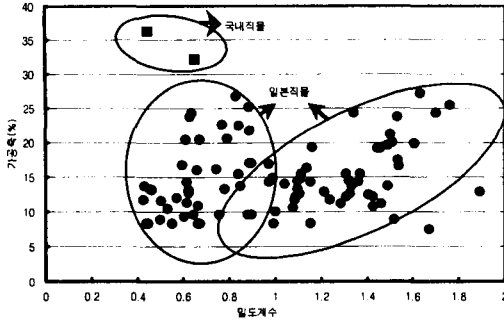


Fig. 7 조직별 밀도계수에 따른 가공축 (Plain직물)

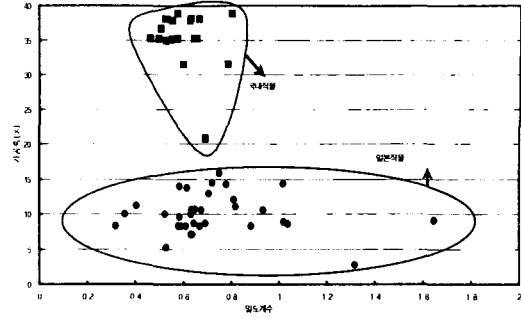


Fig. 8 조직별 밀도계수에 따른 가공축 (Twill직물)

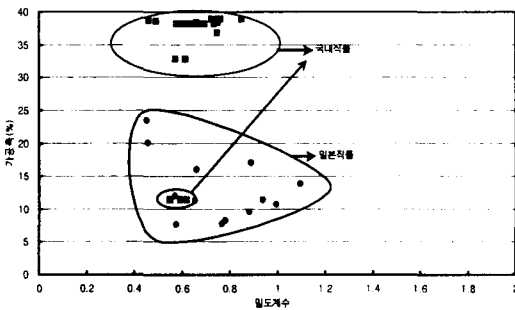


Fig. 9 조직별 밀도계수에 따른 가공축 (Satin직물)

Fig. 7에서 국내 plain직물은 각각 0.45~0.65의 밀도계수 값에서 32~36%의 가공축을 보이고, 일본 plain직물의 경우에는 그림에 보이는 것과 같이 크게 두 개의 군으로 분포되어 있음을 볼 수 있다. 특히 일본 plain직물은 약 0.4~1.5 사이의 밀도계수 값과 8~18% 사이의 가공축 범위에 많이 분포하고 있고 0.4~0.6 사이의 밀도계수 값에서 국내 plain직물과 일본 plain직물을 비교해보면 국내직물에 비해 일본직물의 가공축이 낮음을 알 수 있다. Fig. 8에서 국내 twill직물은 0.46~0.8의 밀도계수 값에서 약 32~38%의 가공축 범위에 많은 분포를 보이고 일본 twill직물은 약 0.3~1.0의 밀도계수 값 사이에 약 5~17%의 가공축 범위에 많이 분포하고 있다. 직물의 조직은 같지만 국내 twill직물의 가공축과 일본 twill직물의 가공축에 차이가 나는 것을 알 수 있다. Fig. 9에서 국내 satin직물은 약 0.46~0.85의 밀도계수 값 범위에서 가공축 35~40% 사이에 많이 분포하는 반면에 일본 satin직물은 0.45~1.09의 밀도계수 값 범위내에 약 7~23% 정도의 가공축을 보이고 있다.

3. 결론

현재 현장에서 적용되고 있는 국내의 직물시료 94개와 일본직물시료 147개의 PET직물 설계표에서 경·위사 굵기, 밀도, 조직계수, 밀도계수 그리고 가공축 등을 조사, 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 국내 직물시료에서 경사보다 위사 denier가 큰 직물 중 satin, twill류 직물은 200d~600d의 번수 범위에서 소재의 용도에 따라 각각 0.33~0.85, 0.52~1.05의 폭넓은 밀도계수 분포

를 보였으며 일본 직물의 경우에는 satin, twill류 직물이 80d~255d의 변수 범위에서 각각 0.59~1.09, 0.53~0.78의 밀도계수 분포를 보였다. 같은 변수, 조직이라도 경·위사 밀도분포가 차이를 나타내는 것으로 볼 때 소재의 용도에 따른 경·위사 밀도가 달라짐을 알 수 있다.

2) 국내 직물에서 위사보다 경사 denier가 큰 직물 중 twill span류 직물은 250~320 denier 범위에서 0.46~0.56의 직물밀도계수 분포를 보였고, 일본 직물의 경우에는 310~470 denier 범위에서 0.58~0.67의 직물밀도계수 분포를 보였다.

3) 국내 plain직물은 각각 0.45~0.65의 밀도계수 값에서 32~36%의 가공축을 보이고, 일본 plain직물은 약 0.4~1.5 사이의 밀도계수 값과 8~18% 사이의 가공축 범위에 많이 분포하고 있다. 국내 twill직물은 0.46~0.8의 밀도계수 값에서 약 32~38%의 가공축 범위에 많은 분포를 보이고 일본 twill직물은 약 0.3~1.0의 밀도계수 값 사이에 약 5~17%의 가공축 범위에 많이 분포하고 있으며 국내 satin직물은 약 0.46~0.85의 밀도계수 값 범위에서 가공축 35~40% 사이에 많은 분포를 보이는 반면에 일본 satin직물은 0.45~1.09의 밀도계수 값 범위내에 약 7~23% 정도의 가공축을 보이고 있다.

4) 직물설계조건에 있어서의 경·위사의 밀도계수가 염·가공 공정에서 최종용도에 따른 감성용 직물을 생산하는데에 많은 변화를 줄 수 있는 주요한 공정인자임을 알고, 다양한 직물 설계조건을 data base化 하는 것은 염·가공 공정시에 일어나는 습·건열 수축에 따른 밀도 변화를 예측하고 후에 염·가공 공정에서도 이러한 조건들이 feed back 될 수 있도록 보다 정확한 공정조건 설정에 도움이 될 것으로 사료된다.

4. 참고 문헌

- (1) 김승진 外 3명, “의류용 직물설계의 이론과 응용”, ic Associates Co., Ltd.(2000).
- (2) 장동호 外 5명, “직물구조학”, 형설출판사, (1994).
- (3) TSUDAKOMA, “합섬 직물 설계 조건”, (2001).
- (4) 김승진 外 1명, “합섬 직물설계조건과 소재별 DATA BASE 화(I)”, 한국섬유공학회 춘계 학술발표회 논문집, P.227, 건국대학교, (2002).
- (5) 黒川誠一, “商品開發織物設計事例”, (日本).
- (6) 한국섬유개발연구원, “2002목적사업 연구 보고서”

감사의 글 : 본 연구는 영남대학교 RRC의 지원의 의해 수행하였기에 관계기관에 감사 드린다.