

Study on the Manufacture and Characterization of Leno Fabrics

복진선*, 김동철, 주창환

*한국섬유개발연구원, 충남대학교 섬유공학과

1. 서론

익직물(Leno fabrics)의 구조는 경사가 지경사(standards end)와 익경사(crossing end)가 1조가 되며, 익경사는 지경사의 좌측 또는 우측으로 교차하여 최종적으로 위사와 교차하여 직물이 형성한다. 특히, 교차한 부분은 제직밀도에 따라 틈을 형성하여 투공효과(perforated effect)를 나타낸다. 또한, 익직물의 제직은 익종광과 같은 특수종광을 사용하며, 경사배열은 익경사와 지경사를 1:1, 1:2, 1:3, 2:2, 2:3 등의 순서로 하고 익경사와 지경사의 각 균은 한 바디살에 통경하는 것이 필수 조건이다.

한편, 익직물의 특성은 투공효과를 비롯하여 기본직물에 강도를 보강하는 것과 형태안정성을 부여하는 것으로 한복, 블라우스, 드레스 등과 같은 의류용과 더불어 커튼, 여과포, 포대, 스크럼, 체 등의 산업용 제품에 널리 사용되고 있다. 따라서, 본 연구는 일반직물과 달리 특수조직으로 제직되는 익직물에 대하여 기본적인 제직메카니즘과 실제 제직에 있어서 경·위사의 직축율, 두께 등 직물특성에 대한 이론적인 구조해석과 실험적 연구를 하였다.

2. 구조의 모델링

익직물의 구조모델링을 위해 위사를 재료역학에서 응용되는 보(beam)의 거동으로 고려하여, 경사양단에 우력이 작용하는 메카니즘으로 직축율 및 직물의 두께를 이론화한다. 여기서는 단식법으로 제조된 익직물의 역학적 해석을 단순화하기 위해 경·위사는 길이방향으로 균일한 원형 단면으로 가정하였다.

익직물의 구조형태는 경사 2올을 1조로 하여 바디살 1개에 꿰어 제직되며, 한방향의 경사가 위사의 우하로 교차될 때, 또 한방향의 경사는 좌상으로 뜨고, 다음 위사의 위입으로 전자의 경사는 좌하로 가라앉고 후자의 경사는 위사의 우상으로 뜨는 것과 같이 2올의 경사는 위사 1올마다 좌우로 그 위치가 변화된다. 따라서, 경사는 비대칭 익직물의 경우 Figure 1에 나타난 것과 같이 위사를 보(beam)로 고려하여 그 양단에 우력이 적용되는 거동을 한다.

2.1 위사 굴곡장

비대칭 익직에 대한 위사의 굽힘곡선을 표현하면 식(1)과 같다.

$$y = -\frac{M}{EI} \left(\frac{1}{3} l_f x^3 - \frac{1}{2} x^2 + \frac{l_f}{6} x \right) \quad (1)$$

또한, 원점에서 위사의 경사각은 식(2)로 표현할 수 있다.

$$\beta = \tan^{-1} \left(M \frac{l_f}{6EI} \right) \quad (2)$$

따라서, 위사의 굴곡장(cm)은 식(3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$L_f = \int_0^{l_f} \sqrt{1 + \left\{ \frac{M}{EI} \left(\frac{1}{l_f} x^2 - x + \frac{l_f}{6} \right) \right\}^2} dx \quad (3)$$

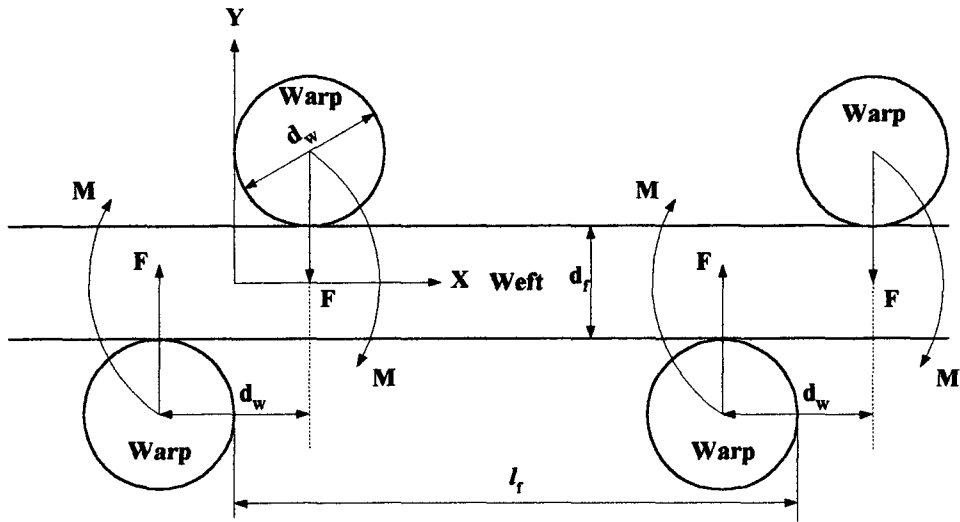


Figure 1. 직직물에서 위사의 굴곡모델

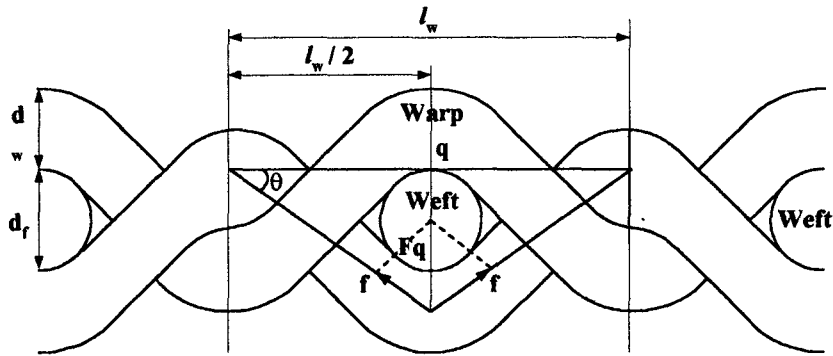


Figure 2. 직직물에서 경사의 굴곡모델

2.2 경사장력과 우력

Figure 2에 나타낸 것과 같이 경사굴곡 모델을 고려하면, 위사간의 간격(l_w)으로부터 경사간 간격은 식(4)로 유도가능하다.

$$\sin \theta = \frac{S}{\sqrt{S^2 + \left(\frac{l_w}{2}\right)^2}} = f(\beta) \quad (4)$$

2.3 위사 직축율과 직물 두께

위사 굴곡장 (L_f)을 이용하여 직축율은 식(5)와 같이 나타낸다.

$$W_f = \frac{L_f - l_f}{l_f} \times 100(\%) \quad (5)$$

또한, 직물두께는 제직후 안정된 상태에서 위사의 굽힘 곡선이 직선일 때와 마찬가지로 3차 곡선으로 가정하면 식(6)과 같이 표현된다.

$$y = ax \left\{ x - \frac{(l_f - m)}{2} \right\} \{ x - (l_f - m) \} \quad (6)$$

2.4 경사 직축율

위사와 경사의 이론적인 굴곡장을 고려하면 경사의 직축율(%)은 식 (7)과 같다.

$$W_w = \frac{L_w - l_w}{L_w} \times 100 \quad (7)$$

3. 실험 및 평가

3.1 익직물 제조장치

일반 직물은 경사가 평행으로 위사와 거의 직각으로 교차하고 있지만, 익직물은 경사가 평행하지 않고 필요에 따라서 좌우로 교차하여 직물조직이 구성된다. 이 경사에 교차운동을 부여하기 위하여 익조직 장치로 인상종광(lifting heald)과 반종광(half heald)을 조합시킨 익종광(doup heald)을 사용하였고, 지경사와 교차할 때 익경사에 걸리는 장력을 완화하기 위해 Figure 3과 같은 이완장치(slackener)를 설치하여 제직시 장력조정이 가능하게 제작하였다.

기본적인 익직물의 제조실험은 반종광과 일반종광의 움직임은 지경사와 익경사를 비껴진 개구(cross shed), 꼬여지지 않은 개구(open shed)상태로 위사 1올마다 반복에 의하여 평직형태의 익직물을 제직하였다. 구체적인 제직조건은 Table 1과 같다.

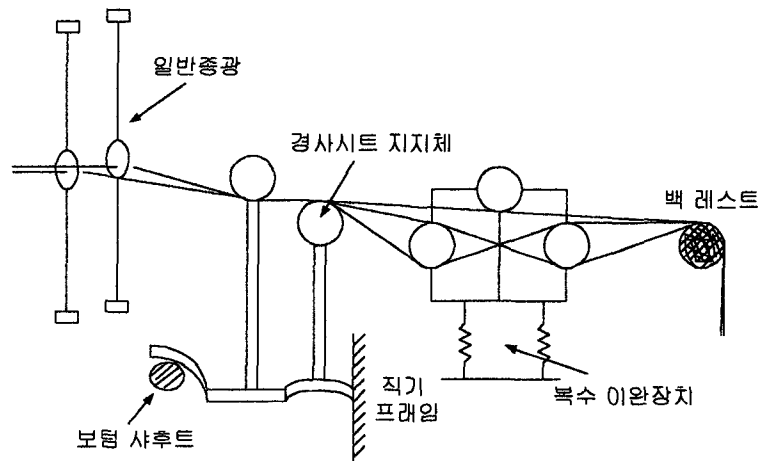


Figure 3. 사직물 제조를 위한 장치구성 및 장력조절장치

Table 1. 기본 의직물 제조에 사용된 제직조건

구 분	경 사	위 사	비 고
소 재	원착사(150d)+DTY(150d)	경사와 동일	
꼬임수	500T/M	500T/M	
밀 도	54본	18본	총경사본수 (2,900본)
성통폭	54in		

3.2 직축율과 직물의 두께 측정

의직물의 구조 모델링에서 확립한 위사, 경사직축율 및 두께의 적합성을 조사하기 위하여 위사직축율은 제직 후 직물 중앙부 10cm간의 경사밀도를 측정하여 설계밀도와의 차에서 구했다. 경사의 직축율은 통상의 폐구시(상사와 하사의 간격이 3cm 벌어지는 상태)에 제직 전에서 일정길이 l cm를 mark하여 제직 후 길이 l' cm에서 $(l-l')/l(\%)$ 를 구했다. 직물두께는 제직후 위사의 측면사진에서 구했다. 실제 얻어진 직축율과 두께값을 이론식으로 얻어진 값과 비교 분석하였다.

4. 결 론

특수구조인 의직물에 대한 기본적인 제직방법과 실제 제직에 있어서 경·위사의 직축율, 두께 등 직물특성에 대한 이론적 해석과 실험적 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 단식법에 의한 의직물의 경·위사 직축율 및 직물두께에 대한 보의 역학적 해석을 통해 이론적인 구조모델링을 확립하여 시직물과 비교한 결과 적합성을 보였다.
- (2) 의직물의 구조해석에서 위사를 완전 탄성체로 가정한 것과 위사의 탄성률을 구하는 방법에는 개선할 요소는 남아 있지만, 계산값과 실험값은 높은 상관관계를 얻을 수 있었다

REFERENCES

1. S.S. Yukhin and Ye.A. Yekhina, J. Text. Inst., 87(3), 532-541 (1996)
2. M. Chino and M. Suzuki, Sen-i gakkaiishi, 33(6), T272-279 (1977)
3. M. Chino, M. Tanaka, and M. Suzuki, Sen-i gakkaiishi, 37(12), T502-508 (1981)
4. Jinlian Hu, Textile Asia, 26(1) 58-60 (1995)
5. F.T. Peirce, J. Text. Inst., 28, T45-112 (1937)
6. P. Ellis, Text. Inst. Industr., 12, 244-247 (1974)
7. P. Ellis, Text. Inst. Industr., 12, 303-306 (1974)
8. J.W.S. Hearle, Text. Horizons, Oct. 12-15 (1994)