

국내·외 직기 제직 PET 가공 직물의 물성 변화

김승진, 박경순

영남대학교 섬유패션학부

1. 서 론

PET 소재와 같은 합섬직물은 대부분 직물상태에서 염색과 가공이 이루어지기 때문에 염색·가공후 직단, 양변부 색차 그리고 경사줄 발생 등과 같은 여러 가지 불량 발생하므로 제직업체와 염·가공 업체에 많은 피해가 주어진다. 또한 이러한 불량은 그 원인이 원사, 사가공 및 제직준비, 제직 그리고 염색·가공 공정 등 모든 공정에서 존재 하지만 대부분의 불량이 염색·가공후 나타남으로서 그 원인을 찾는 것이 쉽지 않다. 이러한 불량 발생의 원인이 되는 공정으로 제직공정을 들 수 있으며 제직업자들은 국산직기가 외산직기에 비해 직단 및 직물의 양변부 색차 그리고 두께 편차가 발생하는 빈도가 더 많지 않은지에 대한 의문을 가지고 있기도 하다. 그런데 직기에 관련된 연구로서 직기의 기구학적인 연구는 많은 연구자^{1~4)}에 의해 수행되어 왔으나 제직업체와 염·가공업체에서 의문을 가지고 있는 직기에 따른 직물의 물성에 대한 연구는 발표된 자료가 많지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국산직기인 Textec 직기와 이태리 Vamatex 직기의 제직성과 기구학적인 특성을 조사하고, 이들 두 직기에서 제직한 PET 직물의 물성을 조사 분석하여 두 직기의 특성을 연구해 봄으로서 국내 제직업체와 염·가공업체들에게 제품 생산에 도움이 되는 기초 기술자료를 제공해 주고 섬유업체들의 불량직물 생산을 줄이는데 기여하고자 한다.

2. 실 험

본 연구에 시료 제직에 사용된 絲 및 직물설계 조건을 Table 1에 보여주고, 제직에 사용된 레피어 직기의 제원은 Table 2에 나타낸다.

Table 1. 제직조건

Fiber composition		Yarn count	Fabric structure	Density(ends, picks/inch)	
				Grey	Finished
Warp	Polyester 100 %	150D / 48F	5 Harness	102.5	158
Weft	Polyester 93.5 % Polyurethane 6.5 %	200D/384F + 40D span covering		72	83

Table 2. 제직에 사용된 국내·외 레퍼어 직기의 사양

Division \ Loom	OMEGA (Textec, Korea)	VAMATEX-P1001es (Belgium)
Maximum RPM	466(520)	423(580)
Maximum reed width	2100 (mm)	1900 (mm)
Harness motion	Electronic doobby	Electronic doobby
Let off motion	Electronic let off	Electronic let off
Microprocessor	Pick find motion Let off motion	Pick find motion Let off motion

제직시 경사와 위사의 장력측정은 장력측정기 DEFAT (Sample rate : 125 KHz, Testing time : 60 sec)를 사용하였다. 제직성을 보다 정확하게 비교하기 위하여 직기가 어느 정도 정상적인 가동상태에 있을 때 1일(24시간)동안 경사철, 위사철 및 기타로 구분하여 직기 정지회수를 조사하여 제직효율을 측정하였다. 그리고 제직시 경사의 개구량을 측정하였다. 2개 기종의 직기로 제직한 직물의 좌우 및 중앙부위별 역학물성은 KES-FB System을 이용하여 16가지 직물의 역학특성치를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 제직성과 경사와 위사장력 특성 비교

Table 3은 제직공장에서 실측한 기종별 RPM, 제직효율 그리고 경사와 위사의 사절수를 나타내었다. 두 기종의 제직효율은 97.45%, 99.67%로 제직효율은 아주 높게 나타났으며, RPM이 높은 경우 제직가동효율(eficiency)이 다소 떨어지는 현상을 보이고 있다.

Table 3. 직기종에 따른 제직효율과 경사와 위사의 사절수

Loom \ Division	RPM	EFF(%)	Stop number of loom				Stop (%)	
			Warp	Weft	Other	Total	Warp	Weft
OMEGA	466	97.45	13	3	0	16	81.2	18.8
VAMATEX	423	99.67	3	0	0	3	100	0

Fig. 1은 직기 전폭에서 경사위치별 장력을 측정된 후 직기별로 비교한 그래프이다. 두 직기 모두 직기의 좌·우 부분보다 중앙부위의 경사장력이 높게 나타나며 좌측과 우측의 경사장력은 우측이 다소 높은 장력을 보인다. Omega 직기의 장력이 Vamatex 직기의 장력보다 다소 높게 나타나는데 이는 RPM의 차이에서 비롯된 것으로 보인다. Fig. 2와 3은 Omega와 Vamatex 직기의 경사장력의 실측 데이터를 보여주고 있다. OMEGA의 경우는 50~60gf 정도이고 Vamatex는 40~60gf의 최대장력의 편차를 보인다.

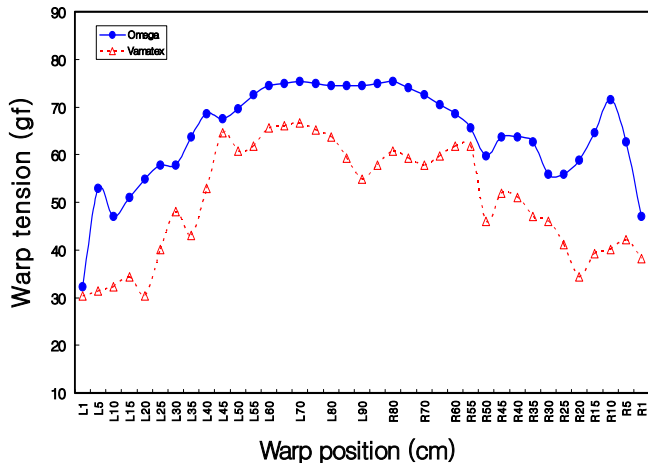


Fig. 1. Warp tension according to warp position.

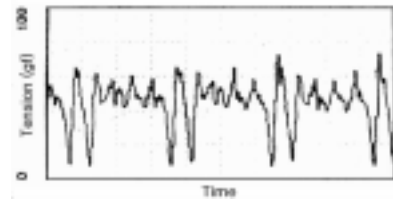


Fig. 2. The variation of warp yarn tension of OMEGA-Panter rapier loom.

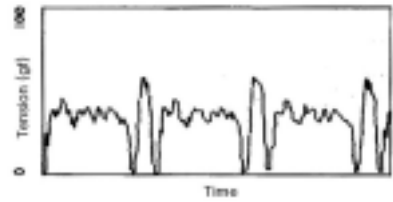


Fig. 3. The variation of warp yarn tension of VAMATEX rapier loom.

Fig. 4는 각 직기별 종광 프레임의 개구량과 각 종광 프레임에 걸려있는 경사의 장력과 관계를 도시 한 것이다. 종광 프레임의 개구량은 1번에서 10번으로 갈수록 개구량이 커지고, Omega 직기 보다 Vamatex 직기가 종광 프레임별 개구량의 편차가 큰 것으로 나타났다. 또한 개구량이 커질수록 경사장력이 커지는 경향을 보이며, Omega 직기의 경사장력이 Vamatex 직기의 경사장력보다 높게 나타나는데 이는 현장에서, 직기의 최상 가동을 위해 RPM을 최적으로 선정하여 가동하였으며 Omega 직기의 RPM이 Vamatex 직기 보다 다소 높기 때문으로 생각된다.

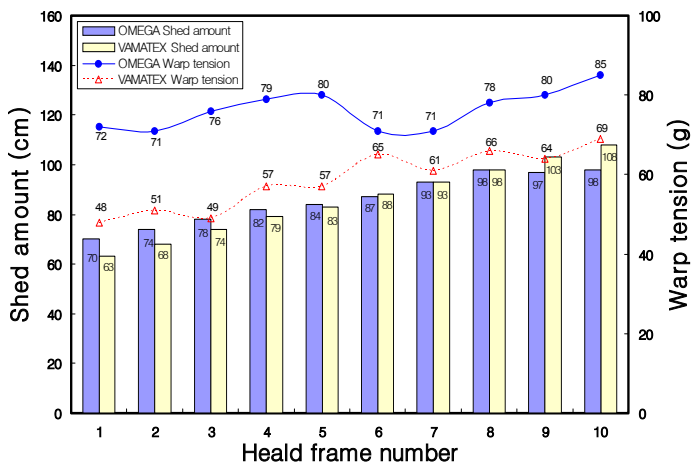


Fig. 4. Relation between warp yarn tension and shed amount.

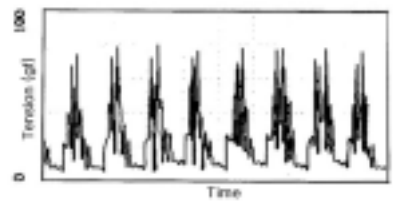


Fig. 5. The variation of weft yarn tension of OMEGA-Panter rapier loom.

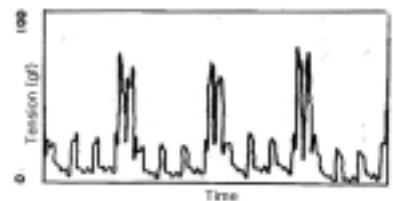


Fig. 6. The variation of weft yarn tension of VAMATEX rapier loom.

Fig. 5와 6은 기종별 위사장력을 측정 한 그래프이다. 레피어 직기는 위사 위입시 gripper에 위사가 물리는 순간 장력이 걸리기 시작하여 급상승한 후 giver와 taker rapier가 직기 중앙

에서 만나는 순간 장력이 0에 가까이 떨어졌다가 taker rapier가 위사를 물고 되돌아가는 순간부터 장력이 급상승하여 위사를 놓는 순간 다시 장력이 0에 가깝게 되는 2개의 산(山)형태의 장력변화가 반복된다. Omega 직기는 두 개의 산형태 외에 잦은 장력의 변화가 보이거나, Vamatex 직기는 Omega 직기보다 안정된 장력의 변화를 보여준다. 실험에서 Omega 직기가 Vamatex 직기 보다 위절수가 다소 높게 나타난 것은 잦은 장력의 변화에 의한 위사의 피로에 의한 사절이 그 원인인 것으로 생각된다.

3.2. 직기에 따른 염·가공공정에서의 수축특성

두 레피어 직기에서 제작한 직물을 함께 연결하여 염색가공공정을 거친 후 직물의 경사 및 위사 방향 수축률을 조사하여 Fig. 7에 도시하였다. 직물의 위사방향의 경우 정경폭에서 생지가 될 때 약 20%의 직축이 발생하며 염색가공공정의 cylinder dryer와 정련 공정을 거치면서 총 30% 정도의 열수축을 보이고 pre-set와 염색공정을 거치면서 final-set에서는 직물폭을 고정시켜 setting하므로써 약 12% 정도 이완되는 결과를 보인다. 경사방향의 경우 공정 중 최고 18% 정도의 수축을 보이며 염색 공정까지 꾸준히 수축이 발생함을 알 수 있다. 그리고, 이러한 현상은 두 직기에서 제작된 직물에 큰 차이를 보이지 않음을 확인할 수 있다.

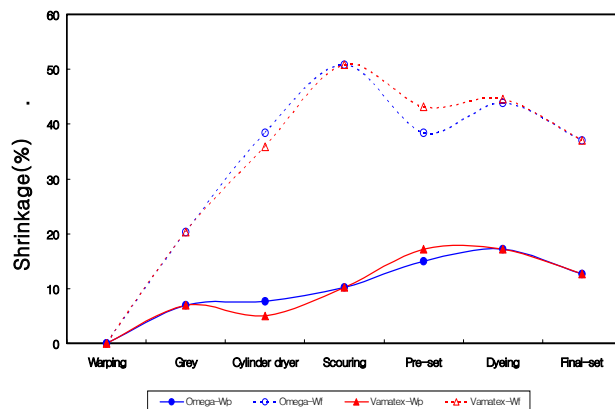


Fig. 7. Shrinkage of the fabrics according to the weaving machine.

3.3. 직기에 따른 직물의 역학물성

Fig. 8은 직기간, 경사와 위사간 역학량의 변화를 보기 위해 가공완료한 직물의 중앙부위에서 채취한 직물시료의 KES-FB 역학량 값을 도시한 것이다. Vamatex 제직직물의 역학량을 100으로 했을 때 Omega에서 제작한 직물역학량의 상대적인 값을 도시하여 Vamatex와 Omega 직기간의 상대적인 차이를 보았다. 경사방향의 인장변형률은 Omega가 Vamatex 직기보다 약 2배 가까운 높은 값과 WT값 또한 다소 높은 값을 보이므로써 Omega에서 제작된 직물이 신축의 정도가 큰 것을 볼 수 있다. 위사방향의 인장변형률은 경사와는 달리 Omega 직기와 Vamatex 직기간의 차이가 크게 나타나지 않았고, 오히려 Omega 직기가 Vamatex 직기에 비해 다소 낮은 값을 보였다. 위사의 WT와 RT값은 경사와 유사하게 나타났다. 직물의 굽힘강성(B)은 경사방향과 위사방향 모두 Omega 제직물이 Vamatex 제직물보다 약간 큰 값을 보이며 굽힘이력폭(2HB)의 경우 경사방향은 비슷한 값을 보이나 위사방향은 Vamatex 제직물이 다소 높은 값을 나타냈다. 직물의 전단특성과 압축특성은 두 직기간에 큰 차이를 보이지 않는다.

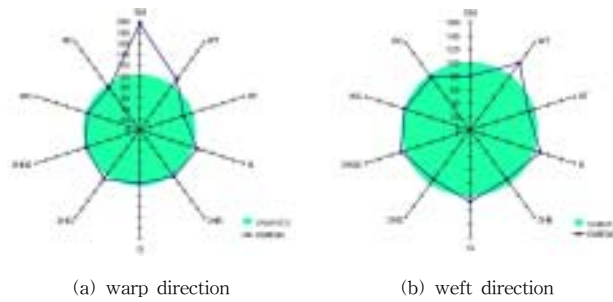


Fig. 8. The diagram of relative fabric mechanical properties between Vamatex and Omega looms.

Fig. 9는 직물의 좌·우, 그리고 중앙부위에서 채취한 직물의 역학특성치를 Omega와 Vamatex 직기별로 도시한 것이다. 중앙부위에서 채취한 직물시료의 역학량을 기준(100%)으로 하여 직물의 변부인 좌·우측에서 채취한 직물의 역학량을 상대치로 도시하였다.

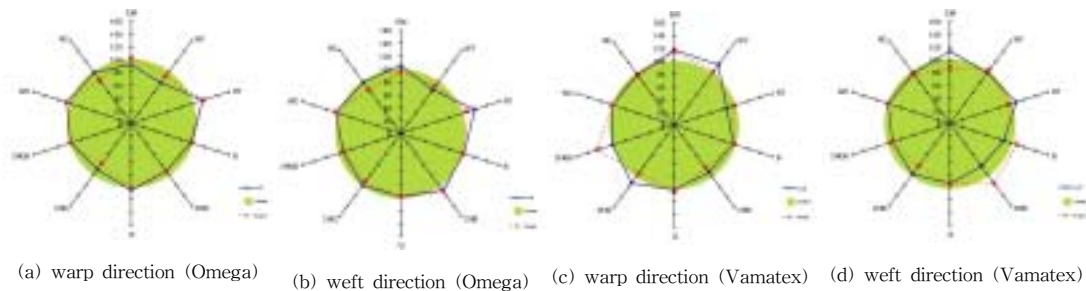


Fig. 9. The diagram of relative fabric mechanical properties between Vamatex and Omega according to the fabric positions.

Omega 직기에서 제작된 직물의 경우는 인장에너지(WT)가 직물의 중앙부보다 좌·우 부위에서 낮게 나타나는 반면 Vamatex 직기에서는 중앙부에서 낮게 나타나므로 Omega 직기와는 반대 현상을 보인다. 이는 Omega 직기의 경우 양변부에서 중앙부에 비해 불안정한 경사의 장력 분포를 보이는 것이 중앙부의 WT보다 양변부의 WT가 낮은 값을 보이는 원인이 된 것으로 사료된다. 두 직기의 경사방향의 직물부위에 따른 굽힘강성(B)과 굽힘이력폭(2HB) 값을 보면 두 직기 모두 양변부보다 중앙부위의 B와 2HB값이 약간 높게 나타난다.

이것은 제작중 경사방향 장력이 양변부보다 중앙부위에서 더 큰 값을 보이므로서 직기 중앙부위 실이 더 뻣뻣해 지므로서 더 큰 굽힘특성치를 보인다고 생각된다. 직물의 전단강성(G)은 두 직기 모두 양변부와 중앙부위가 같은 값을 나타낸다. 그러나 전단이력(2HG, 2HG5)은 Vamatex 직기의 경우 좌변부에 비해 우변부가 그 차이가 크게 나타난다. 직물의 압축특성은 두 직기 모두 직물 부위에 따른 편차가 비슷한 수준을 보인다. 그리고 전체적으로 볼 때 직물역학량의 직물부위에 따른 편차가 Vamatex 보다 Omega 직기가 적음을 확인할 수 있으며, 이러한 현상으로부터 직물의 촉감(hand)특성이나 의류의 봉제성에서 국산직기인 Omega에서 제작한 직물이 더 균질한 특성을 보일 것이라는 것을 예측할 수 있다.

4. 결 론

직기효율은 Omega와 Vamatex 직기 모두 높게 나타났으며, 사절수는 Omega가 Vamatex 보다 다소 높게 나타났다. 직기 전폭에 걸친 장력은 Omega와 Vamatex 직기 모두 중앙 부위에서 최대치를 보이며, 양변부에서 낮은 값을 보인다. Vamatex와 Omega 직기 모두 종광 앞부분에서 뒤로 갈수록 개구량은 선형적으로 증가하나 Vamatex의 경우 개구량 증가와 함께 경사장력이 선형적으로 증가하는 현상을 보이나 Omega의 경우는 선형성이 적게 나타난다.

전체적으로 직기에 따른 직물역학물성은 인장과 굽힘특성은 경사장력이 큰 Omega 제직 직물이 큰 값을 가지며 전단특성과 압축특성은 두 직기간의 큰 차이를 보이지 않는다. 위사 방향은 인장특성을 제외하고 위사장력이 두 직기가 거의 비슷한 값을 가지므로서 역학물성의 편차가 경사방향에 비해 작게 나타난다. 그리고 직물 부위에 따른 역학 물성의 편차는 Vamatex 제직 직물이 Omega 보다 다소 큰 편차를 보이므로서 염색·가공 공정시 염색편차나 경사줄과 같은 여러 가지 불량을 발생시키거나 최종 의류 제조시 직물의 촉감과 봉제성 측면에서 균질성이 떨어질 것으로 보여진다.

참고문헌

- 1) 허유, 이상택, 류운영, 우제린, *J. Korean Fiber Soc.*, **31**(2), 111~118(1994).
- 2) 허유, *J. Korean Fiber Soc.*, **27**(10), 49~55(1990).
- 3) 김상우, 장승호, 허유, 박정일, 이재원, 이석규, *J. Korean Fiber Soc.*, **35**(7), 395~401 (1998).
- 4) 신재균, 채영석, 윤원식, 김호성, 박명환, *J. Korean Fiber Soc.*, **34**(11), 801~808(1998).

감사의 글

본 연구 결과는 RRC 연구과제(과제명: 의류용 및 생활 산자소재 가연기술 및 섬유제품 개발) 결과의 일부로서 관계기관에 감사 드립니다.