

〈研究論文(學術)〉

Air Jet와 Rapier 직기 특성이 모직물의 역학적 특성에 미치는 영향(I) - 인장특성, 굽힘특성에 관하여 -

박수현 · 김승진* · 홍성철**

제일모직(주) 섬유연구소

*영남대학교 공과대학 섬유패션학부

**영남대학교 지역협력연구센터

(2000년 2월 18일 접수)

Comparison of Physical Properties on the Worsted Fabrics Woven with Rapier and Air Jet Looms(I) - Characteristics of tensile & bending properties -

S. H. Park, S. J. Kim**, and S. C. Hong

Research Center, Cheil Woollen Textile Co. Ltd, Kumi, Korea

**School of Textile and Fashion, Yeungnam Univ., Kyeongsan, Korea*

***Regional Research Center, Yeungnam Univ., Kyeongsan, Korea*

(Received February 18, 2000)

Abstract—In this study, the five harness satins are woven in rapier loom and air-jet loom each using the pure wool Nm 2/72, also the physical characteristics of fabrics that are produced in these weaving machinery in same condition are measured by using the KES-FB system. The results of analysis and comparison on each fabric are presented by classifying items, that is to say, the tensile, bending properties. The results are as follows ;

The extensibility of grey fabric woven by rapier in the weft direction is larger than that by air-jet loom. The variation of bending property of grey fabric woven by rapier in the weft direction is more irregular than that by air-jet loom. However, these properties are similar both rapier and air jet fabrics.

1. 서 론

최근, 제직 공정은 기술혁신에 의해 놀라울 정도로 근대화되어 노동 집약에서 자본 집약적 산업으로 변모되면서, 직기는 shuttless loom으로 고속화되고 있다. 이러한 shuttless loom으로는 rapier loom, projectile loom, water jet loom, air jet

loom 등이 있으나, 모직물 업계에는 rapier loom 과 air jet loom이 보편화되고 있는 실정이다.

그러나 rapier loom은 제직 속도가 600~630rpm 수준에 이르며, 제품의 대량 생산보다는 고급화, 다양화에 초점을 맞추어 보급이 확대되고 있으며, air jet loom은 1000rpm 까지도 제직될 수 있고, 신속한 품종 변경이 가능한 장치를 부착하

여 다품종 소량생산에 대응할 수 있게 발전되고 있다.¹⁾

한편, 이 두 직기는 위사의 삽입 방식이 서로 다르고, 제직 속도도 달라서 제직 중 사가 받는 장력도 다르기 때문에, 각 기종에 대한 메커니즘과 장력 변화에 대해서 많은 보고가 되고 있다.²⁾⁻⁵⁾

그러나, 이러한 직기의 종류에 따른 장력 변화로 인하여 제직된 직물들간의 물성비교에 대한 연구는 많이 보고된 바가 없으며, 실제 이들 직기를 사용하는 기업에서는 동일한 설계의 직물을 rapier와 air-jet 직기에서 분산 제직이 될 때 직물의 물성차이로 인해 봉제공정에서 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 마이크로 프로세서를 이용한 자동 위입 장력 조절 장치를 사용하여 위입 중인 위사의 최대 장력을 감소시키는 장치가 되어있는 벨기에 Picanol사의 air jet loom과 rapier loom에서 제직한 직물의 역학적 물성과 촉감을 측정, 분석하여, 그 차이를 비교함으로써 직물물성의 균질성에 대한 직기의 영향을 고찰하고, 최적 직물 물성을 갖기 위한 직기의 종류에 따른 제직공정 연구에 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

2. 실험

2.1 제 직

본 실험을 위해 제직된 직물은 벨기에 Picanol사의 rapier loom(Model GTX-4-R)과 air jet loom(Model PAT-4-R-A)을 사용하여 제직하였으며, 두 직기의 주요 특성은 Table 1과 같다.

2.2 제직조건

위의 직기를 사용하여 제직한 직물의 설계조건은 Table 2와 같다.

2.3 가공조건

2.2의 설계 조건으로 제직된 각 생지를 위사 방향이 일치되도록 overlocking으로 연결한 후 동시에 가공하였다. 가공 공정의 순서와 주요 조건을 Table 3에 보인다.

2.4 물성분석용 시료준비

앞서 설명한 제직방법과 가공방법을 통하여 air-jet 직기와 rapier 직기에서 제직된 생지와 가공지 각 4가지 직물에 대해 각각 정중앙에서 1개

Table 1. The Characteristics of looms used for making the specimen

Loom	Rapier GTX-4-R	Air jet PAT-4-R-A
Harness motion	electronic doobby	electronic doobby
Weft insertion	rapier	main nozzle & relay nozzle
Let off motion	let off continuously with electronic control	let off continuously with electronic control
Winding grey fabrics system	max. diameter : 600mm range of density : 4.5~340ppi	max. diameter : 600mm range of density : 5.8~183ppi
Micro processor	pick finding, let off tension	pick finding, let off tension

Table 2. Specification of weaving design conditions

Fiber composition	Yarn count		Yarn twist (T.P.M.)		Fabric structure	Density (per 10 cm)		
							grey fabric	finished fabric
Wool 100%	wp	Nm 2/72	wp	Z770/ S830	5 harness, satin	wp	338	376.9
	wf		wf			wf	220	224.4

의 시료, 양변부에서 각각 8inch씩 떨어진 부위에
서 4개의 시료를 취하여 시료 20개를 준비하였다.

시료 채취 부위와 상세 내용은 Fig. 1과 Table 4
에 나타낸다.

Table 3. Finishing processes and conditions

Processes	Conditions
Gas singeing	100 m/min., gas 9 bar, both side singed
Sewing for making sack	12 mm/stitch
Scouring	soaping for 20 min., rinsing for 30 min., soaping for 45 min., rinsing for 50 min.
Continuous crabbing	80℃, 90℃, 95℃, 95℃, 95℃, 20℃
Shearing	20 m/min., 2 times for surface, once for back
Continuous decatizing	20 m/min.
Kier decatizing	19 m/min., pressure 30 kg/cm ²

Table 4. Preparation of specimen

Fabric	Loom	Sample No.	Remark	Fabric	Loom	Sample No.	Remark
Ingrey fabric (A)	Rapier (a)	1	center	Finished fabric (B)	Rapier (a)	1	center
		2				2	
		3				3	
		4				4	
		5				5	
	Air-jet (b)	6	center		Air-jet (b)	6	center
		7				7	
		8				8	
		9				9	
		10				10	

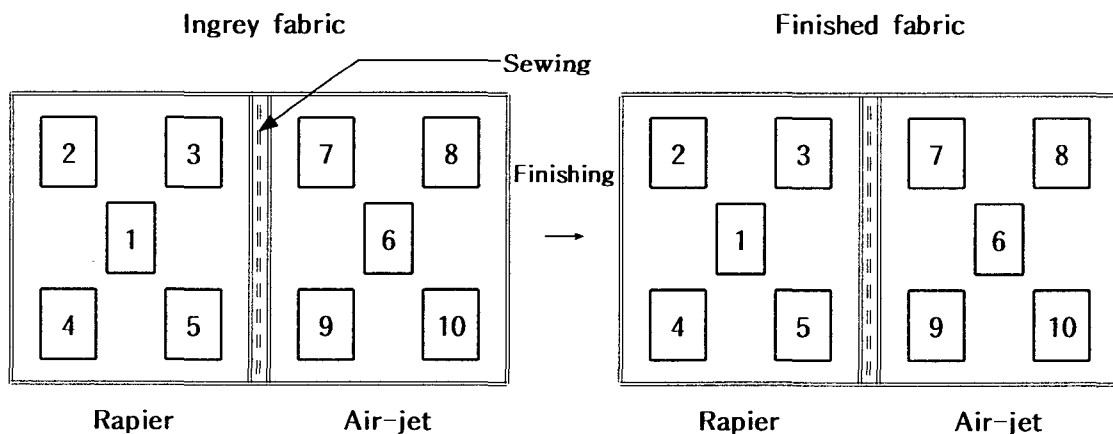


Fig. 1. Acquisition method of specimen.

2.5 직물의 역학적 특성 측정

2.4에서 준비된 20개의 시료를 KES-FB System을 이용하여 인장, 굽힘 등의 직물 역학 특성을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 직물의 인장특성 변화

Fig. 2는 Table 4의 시료들의 경, 위사 방향으로의 EM 값의 평균과 범위를 도시한 것이다. 이들 시료들의 각 부위별 측정치는 Fig. 3과 같다

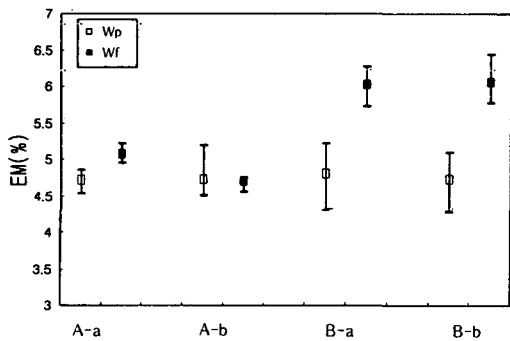


Fig. 2. Mean and range of extensibility of specimens.

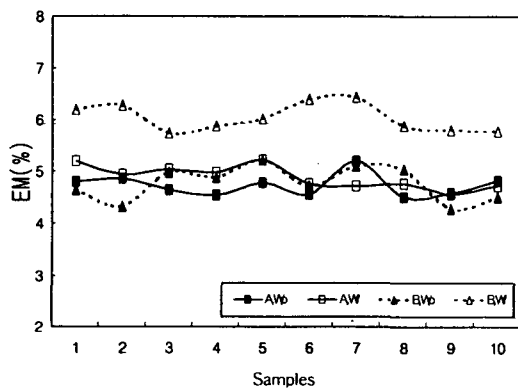


Fig. 3. Extensibility of each specimens.

Fig. 2에서 경사방향의 EM은 생지(A group)와 가공지(B group)간의 차이가 없으나, 위사방향은 생지보다 가공지의 EM이 큰 값을 보인다. 이것은 가공공정에서 위사방향의 사의 relax에 의한 것으로 위사방향의 가공축률이 28.85%인 반면, 경사방

향은 늘어나므로서 가공 공정에서 경사 장력의 relax보다 위사 장력의 relax가 커져 통상적인 가공방법에서 나타나는 현상이라 하겠다. 그리고, 생지에서 rapier (A-a group) 위사가 air-jet (A-b group) 위사보다도 EM이 큰 값을 보인다. 그리고, 생지에서 경사의 EM 변화(A-a와 A-b의 경사)는 rapier보다 air-jet가 더 큰 폭의 변화를 보인다. 그러나, 가공공정을 거치면 직기에 따른 직물의 신축 특성의 차이는 없어짐을 볼 수 있다. 이는 가공중에 경사와 위사의 이완 또는 긴장으로 인해 yarn crimp의 변형이 생기면서 서로 전이되어 평균화되기 때문으로 생각된다. Fig. 3에서 EM의 불균일성은 가공지(▲, △)가 생지(■, □)보다 더 크게 나타났는데, 이는 생지가 가공공정을 거치면서 구성사의 내부수축응력 완화로 EM이 증가 되면서, 그 범위도 커진 결과로 사료된다. 그리고 직기에 따른 생지의 EM을 보면 rapier의 경사방향 EM(■의 sample 1~5)이 air-jet로 제작된 생지의 EM(□의 sample 6~10)보다 동일직물내에서의 신축성의 variation이 적게 나타나므로 더 균질함을 보인다. 그러나 위사방향(□의 sample 1~5와 6~10)은 직기에 따른 EM의 variation은 없으며 EM의 값이 rapier가 air-jet보다 더 큰 값을 보인다. 그리고 가공 후 직물의 중앙부위와 양 셀베지 부위의 경사와 위사 방향의 EM이 차이를 보이는데, 이는 가공 시 직물을 고정하는 부위 즉 셀베지 쪽이 직물 중앙보다 많은 인장이 가해졌음에 기인된다. 이러한 차이는 봉제 공정의 의류제조과정에서 박음질 작업시 미싱 장력에 주의가 필요함을 알 수 있다.

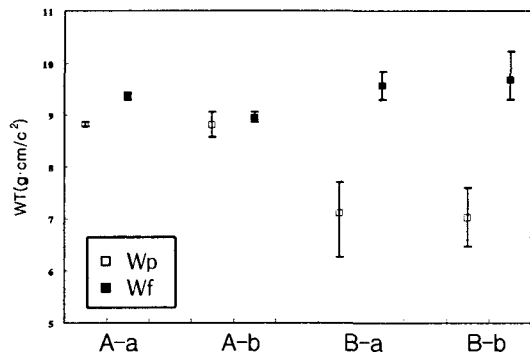


Fig. 4. Mean and range of extension work of specimens.

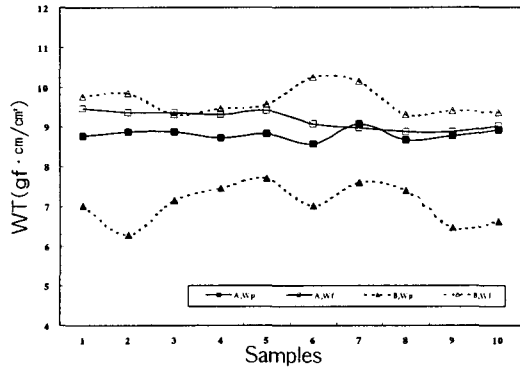


Fig. 5. Extension work of each specimens.

직기에 따른 인장 에너지의 변화와 직물 위치 별 이들 값을 Fig. 4와 5에 나타내었다.

Fig. 4에서 인장에너지는 생지나 가공지 모두 위사의 인장에너지가 경사 보다 크고, 특히 가공 후에 경사의 인장 에너지는 크게 감소했고, 위사는 증가했는데, 이는 가공공정에서 경사 방향으로 장력이 주어진 상태에서 위사방향으로 가공축이 주어졌기 때문으로, 주로 위사방향의 사가 relax된 결과라고 보인다. 또한, 가공지에서의 인장에너지의 variation과 불균일성이 생지보다 크며, EM의 결과와 동일한 현상을 보인다. Fig. 5에서 생지의 인장에너지는 경사, 위사 모두 rapier (□, ■)의 sample 1~5)가 air-jet(□, ■)의 sample 6~10)보다 더 균일한 값을 보이며 이는 가공 후에 위사방향의 rapier 제직 직물의 인장에너지 변화의 variation이 적은 결과로 나타나며, 반면에 경사 방향은 직기에 따른 차이를 볼 수 없을 정도

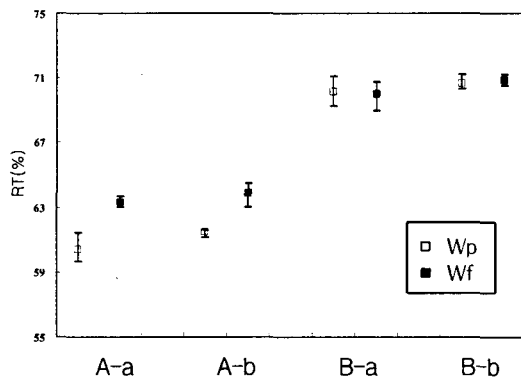


Fig. 6. Mean and range of extension resilience.

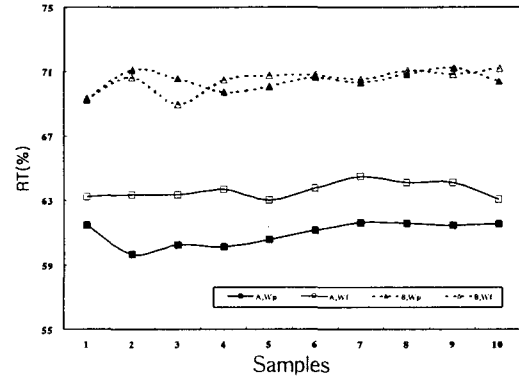


Fig. 7. Extension resilience of each specimens.

로 직물내의 중앙부위와 셀베지 부위의 인장에너지의 variation의 큰 변화를 보인다. 이는 직물의 가공 시 직물고정에 따른 장력의 불균일로 보이며, 이러한 사실은 EM 에서와 동일하게 봉제공정에서의 경사방향의 미싱작업시 직물의 over-feed와 tension조정에 세심한 주의를 요한다고 볼 수 있다.

직물의 인장 회복성 결과를 Fig. 6에 도시하였으며, 이들의 부위별 변화는 Fig. 7에 도시하였다. Fig. 6에서 가공 후 resilience는 통상적으로 커짐을 볼 수 있다. 이는 생지에서는 구성사의 잠재내부 응력으로 말미암아 경·위사 교차점에서의 교차압과 교차면적이 크나, 가공 후에는 relax에 의하여 내부 응력이 감소되고, 구성사의 crimp 증가로 경·위사간의 상호 마찰력이 감소되기 때문에 인장 회복성이 증가하게 된다. RT의 평균값은 생지에서나 가공지에서 공히 범위를 감안하면 유사한 수준을 보인다. 이는 extensibility와 인장에너지의 결과와는 다른 현상을 보이며, 가공공정을 거치면서 습열, 건열 처리에 의해 경·위사의 탄성회복성이 증가된 것에 기인됨을 알 수 있다. 그리고, Fig. 7에서 볼 수 있듯이 직기에 따른 편차 혹은 직물의 중앙부위와 양면부의 셀베지 위치 등의 부위에 따른 편차를 보이지 않음을 알 수 있으며, 이는 직물의 인장에 따른 변형률(EM)과 인장에너지(WT)와는 달리 직물을 구성하는 구성사의 탄성회복성은 직물 부위에 따른 물성의 편차를 보이지 않음으로서 제직시 경사장력이나 위입방법은 직물 부위에 따른 인장 탄성 회복성에는 크게 영

향을 미치지 않음을 알 수 있다.

3.2 직물의 굽힘특성 변화

Fig. 8에 직물 굽힘 강성의 변화를 도시하였으며, 이들 직물의 부위별 변화는 Fig. 9에 도시하였다. Fig. 8에서 생지의 굽힘강성은 경·위사 공히 rapier 제직 로트(A-a)보다 air-jet 제직 로트(A-b)의 직물 부위에 따른 variation이 더 큰 값을 보인다. 이는 경사장력과 위입기구의 차이에 따른 결과로 보여진다. 그러나 생지에서의 이러한 현상은 가공후에는 거의 없어지며 굽힘강성치에 있어서도 직기간의 차이를 볼 수 없다. air-jet 제직 생지의 굽힘강성의 직물 중앙부위와 셀베지 부위의 굽힘강성치의 변화(Fig. 9의 ■, □의 sample 6~10)는 Fig. 9에서 볼 수 있듯이 큰 변화를 보이며, 이는 가공후에는 경위 모두 없어짐을 알 수 있다.

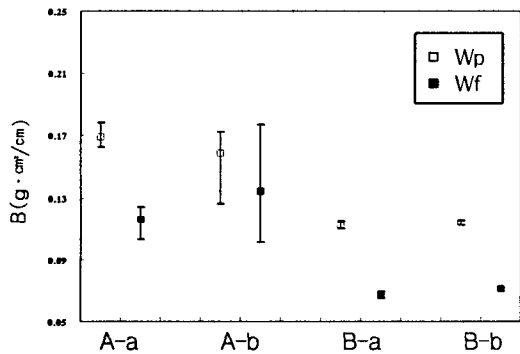


Fig. 8. Mean and range of bending rigidity of specimens.

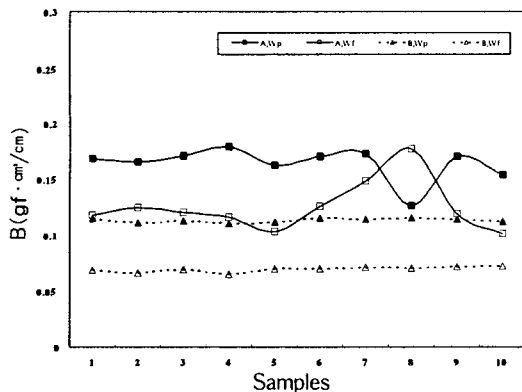


Fig. 9. Bending rigidity of each specimens.

그리고 생지에서 보다 가공지의 bending rigidity가 감소되었는데, 이는 생지에서의 경사와 위사간의 상호 접촉력이 가공과정 중에 이완 감소되고, yarn crimp가 보다 발현된 상태에서 setting되므로 감소된 것으로 사료된다. 또 relax율이 큰 위사방향의 bending rigidity가 경사보다도 작은 값을 보이는 것도 같은 이유 때문이다.

굽힘이력의 결과를 Fig. 10에 도시하였으며, 직물의 부위별 변화는 Fig. 11에 도시하였다.

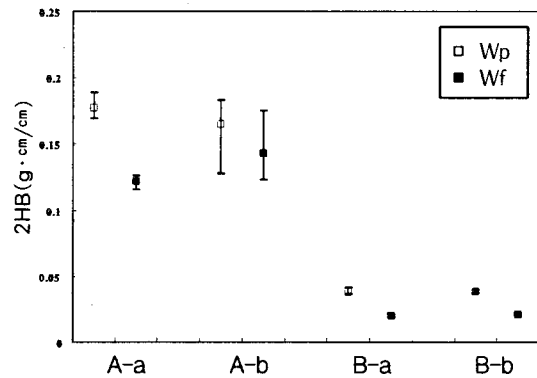


Fig. 10. Mean and range of bending hysteresis.

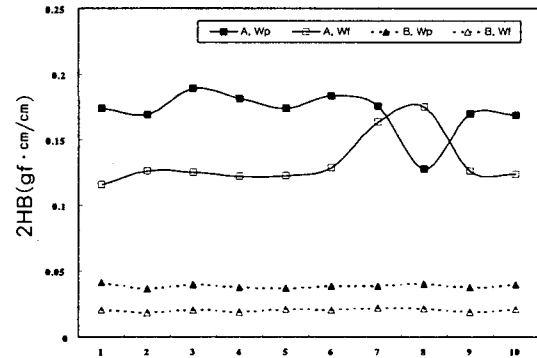


Fig. 11. Bending hysteresis of each specimens.

Fig. 10과 11에서 생지의 굽힘히스테리시스는 굽힘강성과 유사하게 경·위사 공히 rapier 제직 로트(A-a)보다 air-jet 제직로트(A-b)의 직물 부위에 따른 variation이 더 큰 값을 보인다. 그러나 이 현상도 역시 굽힘강성과 유사하게 가공후에는

직물 부위에 따른 variation도 없어지며 직기간에 유사한 값을 보임으로서 직기에 따른 차이를 볼 수 없음을 알 수 있다.

힘특성이 air-jet 생지보다 불균일하지만, 가공지에서는 유사 수준으로 보임을 알 수 있었다.

4. 결 론

소모사 Nm 2/72 수로 Picanol사의 rapier loom 과 air-jet loom에 각각 동일한 밀도의 5매 주자직을 제작하고, 동일한 조건으로 가공을 하여 두 직기에서 생산된 직물의 물리적 특성(인장특성, 굽힘특성)을 KES-FB System으로 측정하여, 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인장특성은 생지에서 rapier의 위사가 EM이 높고, tensile energy도 크지만, 가공지에서는 차이가 없다. 이는 가공 공정중 yarn crimp가 경위사간에 서로 전환되기 때문으로 보인다. 그러나, rapier에서 제작한 경우가 생지의 tensile resilience와 가공지의 모든 인장 특성 면에서 air-jet에서의 것보다 불균일해 보임을 알 수 있었다.
2. 굽힘 특성은 생지나 가공지에서 서로 유사하였다. 균질성에서 rapier 생지 위사방향의 굽

감사의 글

본 연구는 RRC(과제명: 의류용 천연/PET 복합사 및 직물개발을 위한 최적생산 조건 연구)의 연구결과와 일부로서 관계기관에 감사의 뜻을 전한다.

참고문헌

1. 강태진, 차상한, *한국섬유공학회지*, **33**, 6(1996).
2. Ruti Te Strake B.U., *Melliland*, **7**, 130(1986).
3. J. Lunenschloss, S. Schlichter, *Melliland*, **8**, 4(1987).
4. Karim Kramer, Friederike Otter, Gunter Scholze, *Melliland*, **10**, 66(1988).
5. Gaetano Bertucci, Todtnan, Gunter Scholze, "Research on air jet weaving machine", *Melliland*, **12**, 122(1990).