

<研究論文(學術)>

## Air Jet와 Rapier 직기 특성이 모직물의 역학적 특성에 미치는 영향(Ⅱ)

- 전단특성, 압축특성, 표면특성 관하여 -

<sup>1</sup>박수현 · 김승진\* · 홍성철\*\*

섬유패션기능대학 섬유소재설계과  
<sup>o</sup>영남대학교 공과대학 섬유패션학부  
<sup>\*\*</sup>영남대학교 지역협력연구센터  
(2000년 3월 16일 접수)

## Comparison of Physical Properties on the Worsted Fabrics Woven with Rapier and Air Jet Looms(Ⅱ)

- Characteristics of Shear, Compression and Surface -

<sup>1</sup>Soo Hyun Park, Seung Jin Kim\*, and Seong Cheol Hong\*\*

*Dpt. of Textile Development, Korea Textile & Fashion Institute*  
*\*School of Textile and Fashion, Yeungnam Univ., Kyeongsan, Korea*  
*\*\*Regional Research Center, Yeungnam Univ., Kyeongsan, Korea*  
(Received March 16, 2000)

**Abstract**—In this study, the fabrics were woven with worsted yarns of Nm 2/72 and the structure of 5 harness satin on rapier and air-jet loom with different weft insertion mechanism and then fabrics were finished in the same processes. Also the physical properties were measured with KES-FB system and discussed with the characteristics of looms for comparing the difference of physical properties of the worsted fabrics which were woven with two different looms under the same structure. For shearing and compression properties, they showed similar behavior and the fabric finishing processes were seemed to affect much more than the difference of the loom types. For the surface roughness, the rapier fabrics showed higher irregularity than the air-jet fabrics.

### 1. 서 론

최근, 제직 공정은 shuttless loom의 고속화로 인하여 대량생산체제로 변화하고 있으나 직기의 고속화에 따른 직물의 물성은 봉제공정에서 수축의 불안정 및 수축율의 직물 위치에 따른 차이

그리고 체크 무늬의 차이 등 많은 문제점을 낳고 있다. 이러한 shuttless loom은 Rapier loom, Projectile loom, Water jet loom, Air jet loom 등이 있으나, 모직물 업계에는 Rapier loom과 Air jet loom이 보편적으로 사용되고 있는 실정이다. 한편, 이 두 직기는 위사의 삽입 방식이 서로 다르고, 제직 속도가 달라서 제직 중 사가 받는 장력도 다르기 때문에 각 기종에 대한 미케니즘과 장력 변화에 대해서 많은 보고가 되고 있다.

<sup>1</sup>Corresponding author. Tel. : +82-53-589-3126 ;  
Fax ; +82-53-584-2098 ; e-mail : suheon@mail.tpc.ac.kr

Sabit<sup>1)</sup> 등은 Air jet loom의 위사 장력 변화를 제직 메커니즘과 관련하여 초기 위사 장력의 변화는 pick초기에 clamp로부터 실이 놓아지고, air tube에 도달하기 까지 장력이 증가되는 사실 등을 보고한 바 있으며, A. Lange<sup>2)</sup> 등은 Rapier 직기에서의 위사 장력 변화에 대하여 제 1 rapier가 위사를 잡을 때, rapier의 가속력이 낮으므로 장력이 낮고, 이후 급속히 장력이 증가되어 최대 장력 수준을 일정하게 유지하며, 이후 제 2 rapier에 위사를 전달하기 위해 제 1 rapier의 속도가 감소될 때 장력은 최소 수준이 된다는 실험보고를 한 바가 있다. 또한 Helmut<sup>3)</sup> 등은 Rapier 직기에서 경사의 장력변화를 경사의 위치에 따라 변화함을 설명하였으나, Air jet 직기의 경사 장력변화에 대해서는 보고가 많이 되고 있지 않은 실정이다. 더구나, 직기의 종류에 따른 직물의 물성변화에 관한 연구도 보고된 바가 많지 않다.

이에 본 연구에서는 前報<sup>4)</sup>에 이어서 Rapier loom과 Air jet loom에서 제직된 직물의 전단과 압축 그리고 표면 특성에 관한 역학적 물성을 KES-FB system으로 측정하여, 그 차이를 비교함으로써 동일한 설계의 직물이 제직하는 직기가 달라짐으로써 가공 후의 직물의 물성에는 어떤

차이를 나타내는가를 고찰하여, 최적 직물 물성을 갖기 위한 직기의 공정 조건 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, 실제 공정에서 사용되고 있는 rpm으로 제직(Rapier : 420 rpm, air-jet : 550rpm)하였으며, 두 직기의 주요 특성은 전보<sup>4)</sup>와 같다.

### 2.2 제직조건

위의 직기를 사용하여 제직한 직물의 설계조건은 Table 1과 같다.

### 2.3 가공조건

2.2의 설계 조건으로 제직된 각 생지를 위사 방향이 일치되도록 over locking으로 연결한 후에 동시 가공하였다. 가공 공정의 순서와 주요 조건은 Table 2와 같다.

Table 1. Specification of weaving design conditions

Fiber composition	Yarn count		Yarn twist		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			220	224.4	

Table 2. 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°C, 90°C, 95°C, 95°C, 95°C, 20°C
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 <sup>2</sup>

2.4 물성분석용 시료준비

Air-jet직기와 Rapier직기에서 제작된 생지와 가공지 각 4가지 직물에 대해 각각 정중앙에서 1개의 시료, 양변부에서 각각 8inch씩 떨어진 부위에서 4개의 시료를 취하여 시료 20개를 준비하였다. 시료 채취 부위<sup>4)</sup>와 상세 내용은 Table 3에 나타낸다.

2.5 직물의 역학적 특성 측정

2.4절에서 준비된 20개의 시료를 KES-FB System을 이용하여 전단, 압축, 표면 등의 직물 역학 특성치를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 직물의 전단특성 변화

Fig. 1은 Table 3의 시료들의 경, 위사 방향으로의 전단강성 값의 평균과 범위를 도시한 것이다. 이들 시료들의 직물내의 시료채취 부위별 측정치는 Fig. 2에 보인다.

Fig. 1의 결과에서 직물의 인장과 굽힘거동<sup>4)</sup>과는 달리 전단거동에서는 직기에 따른 전단강성의 차이를 볼 수 없음을 알 수 있다. 이는 air jet와 rapier의 직기 기종에 따른 경사와 위사의 장력차이가 직물의 전단특성에는 큰 영향을 미치지 않음을 나타내는 것이며 전단강성의 역학적인 의미

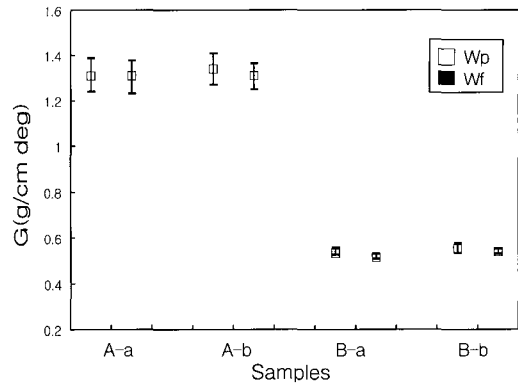


Fig. 1. Mean and range of shear rigidity of specimens.

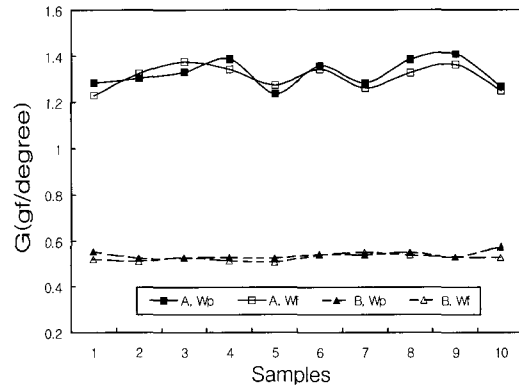


Fig. 2. Shear rigidity of each specimens.

Table 3. Preparation of specimen

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

가 경사와 위사의 교차에 따른 실간의 마찰에서 야기됨으로서 제직시 직기로부터 직접 받는 경사와 위사의 장력과는 상관이 없는 것을 보여주는 결과이다. 따라서 봉제공정의 박음질 공정에서 체크직물의 작업시 작업성은 직기에 따른 차이보다는 가공공정에서의 공정조건이 더 큰 영향을 준다는 기술보고를 뒷받침 할 수 있는 결과라고 보여진다. 그리고 생지의 전단강성은 가공 후에는 약 3배정도 값이 작아짐으로써 가공공정의 직물 전단강성에 미치는 효과가 직기의 기종이 직물 전단강성에 미치는 영향보다는 훨씬 크다는 것을 볼 수 있다. 그리고 Fig. 2에서 볼 수 있듯이 생지상태에서 직물 부위에 따른 전단강성의 변화는 가공후 거의 차이가 없이 비슷한 값을 가지는 것을 알 수 있다.

전단각 0.5°와 5°에서의 직물의 전단이력과 이들의 변화를 Fig. 3과 4에 보인다.

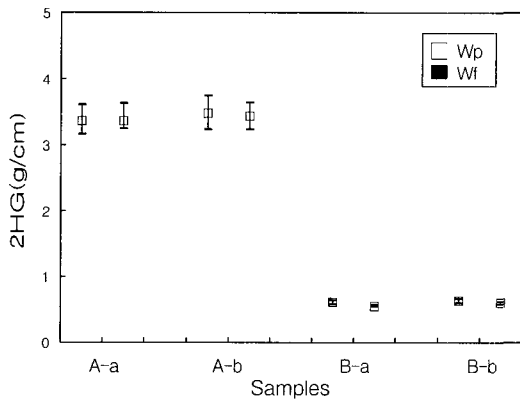


Fig. 3. Mean and range of shear hysteresis of each specimens at 0.5° shear angle.

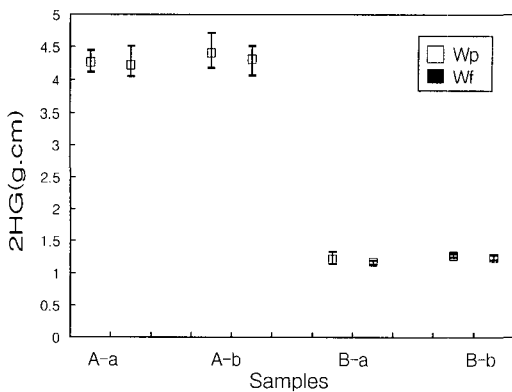


Fig. 4. Mean and range of shear hysteresis of each specimens at 5°.

Rapier와 air jet간 shear hysteresis는 생지에서는, 가공지에서나 직기에 따른 차이를 보이지 않는다. 그러나 전단강성과 마찬가지로 가공지의 전단 hysteresis는 생지의 전단 hysteresis보다 4~6배 정도 작은값을 보임으로서 가공공정의 전단 특성에 대한 효과 즉 직물이 더욱 부드러워지고 경사와 위사간의 마찰에 의한 전단력이 크게 감소함으로서 탄성적인 직물의 물성을 보여준다.

### 3.2 직물의 압축특성 변화

압축일의 결과를 Fig. 5에 보인다.

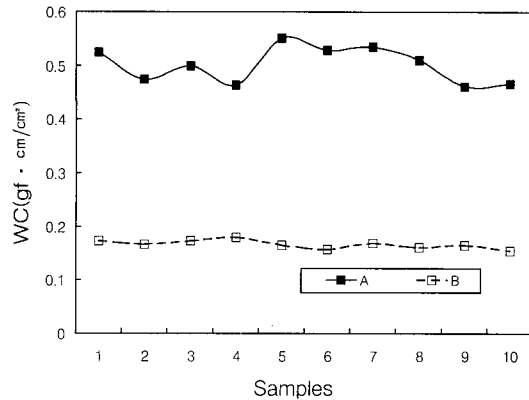


Fig. 5. Compression work of each specimens.

생지 상태에서 가공 후에는 compression work 이 감소되었다. 이는 가공 종료단계에 통과하는 kier decatizing 공정에서 직물이 장력과 rolling 압력을 받은 상태로 과포화 증기에 의하여 setting 되었기 때문으로 보인다. 평균값은 rapier 와 air jet loom간에 생지든, 가공지에서든 차이가 없어 보이며, 가공 후에는 생지에서 보였던 압축일의 직물내에서의 변화가 균일해짐을 알 수 있다.

압축 회복성(RC)의 결과를 Fig. 6에 보인다.

그림 6에서 볼 수 있듯이 rapier 생지의 압축회복성의 변화가 air jet 직기보다 크게 나타남으로써 불균일하다. 이는 저속의 rapier직기에서 가해지는 경, 위사의 장력변화 시간이 air-jet 직기보다 길고, 불균일하기 때문이라고 사료된다. 그리고 압축일(WC)과는 반대로 생지보다 가공지의 RC가 더 큰 값을 보인다. 그러나, 가공후에는 압축회복성(RC)은 생지보다 더 큰 값을 보이며 직물위치에 따른 변동도 줄어든다.

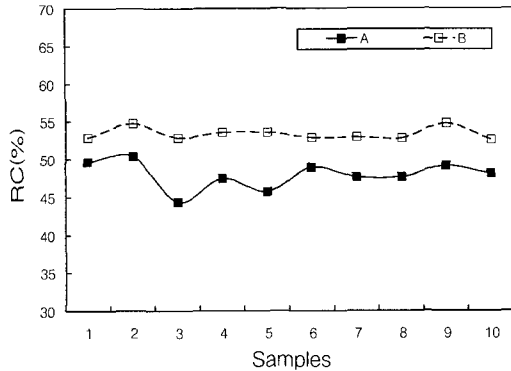


Fig. 6. Compression resilience of each specimens.

3.3 직물의 표면특성 변화

마찰계수의 결과를 Fig. 7에 보인다.

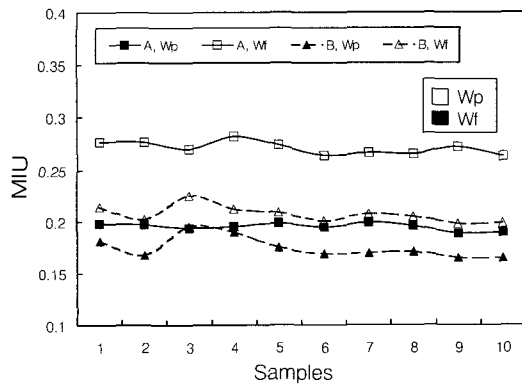


Fig. 7. Coefficient of friction of each specimens.

마찰 계수는 생지상태에서 가공 후 모두 감소했다. 이는 생지에서 가공이 됨으로써 직물의 경사와 위사가 평활하게 바뀐다는 것을 말해주며, 특히 rapier, air jet 두 기종 모두에서 경사보다 위사에서 마찰계수의 감소율이 컸다. 이는 경사보다 위사가 가공중에 relax가 많이 되었기 때문으로 사료된다. 두 기종간 마찰 계수의 차이는 생지에서는 차이를 보이지 않으나 가공 후에는 rapier가 경위 양방향에서 모두 불균일하였다. 이는 가공에 의하여 rapier 직기의 위사의 불균일성이 경사로 전이되었기 때문으로 생각된다. 이러한 위사장력의 불균일성이 air-jet 직기보다 rapier 직기가 더 크다는 연구결과<sup>2)</sup>는 많은 문헌에서 보고되고 있다.

그리고, 직물표면의 마찰 특성은 생지에서는 직기간 큰 차이를 보이지 않으나 가공 후에 직기

의 특성이 직물의 표면특성에 나타남으로써 가공공정보다 직기의 특성이 더 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 이는 제직때 받은 장력의 변화가 생지상태에서보다 가공후 relax 상태로 되면서 나타나는 결과로 생각된다. 그러나 마찰계수의 평균편차의 측정 결과는 Fig. 8에서 볼 수 있듯이 가공공정을 거침으로서 편차가 크게 감소하는 것을 볼 수 있으며, 생지에서 rapier 직기가 air jet 직기보다 다소 편차가 크게 나타나 가공공정을 거치면서 차이가 없어진다. 그리고, 위사가 감소하는 비율이 경사보다 크다. 이는 마찰계수의 감소 이유와 같다고 생각된다.

기하학적 요철(SMD) 정도의 측정 결과를 Fig. 9에 보인다.

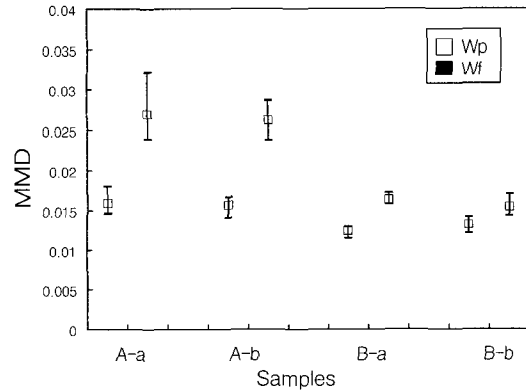


Fig. 8. Mean and range of standard deviation of MIU of each specimens.

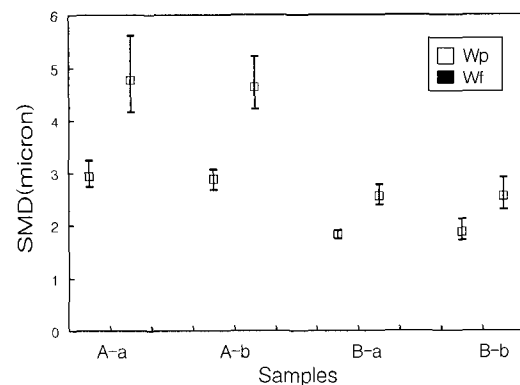


Fig. 9. Mean and range of geometric roughness of each specimens.

Fig. 9에서 볼 수 있듯이 SMD도 MMD와 마찬가지로 가공 후에 roughness가 감소하는 경

향을 보이며, 경사보다 위사의 감소율이 크다. 이는 위사가 가공중 relax가 많이 되고, 압축을 받은 반면에, 경사는 가공시 주어지는 장력에 의하여 relax가 덜 된 상태에서 setting 되었기 때문으로 생각된다. rapier와 air jet 직기에서 제작한 직물의 SMD의 평균값은 생지에서나 가공지에서 비슷한 값을 보이나 동일 직물내에서 SMD의 변화는 경위방향 모두 생지에서는 rapier가 크지만, 가공지에서는 air jet이 큰 값을 보인다. 이러한 사실은 제직시 장력이 많이 주어지는 air jet 직기에서 제직된 생지가 rapier보다 생지상태에서는 표면요철의 변화가 직물내에서 적어보이지만 가공후에는 rapier 제직 생지는 충분히 relax가 되어 SMD의 변화가 많이 줄어드는 반면 air jet 제직생지는 충분히 relax가 되지 않아 SMD의 변화가 약간 줄어들어 결과적으로 가공지 상태에서는 rapier보다 air jet 제직 가공지가 동일 직물내에서 SMD의 변화량이 크므로서 불균일한 물성을 보인다고 할 수 있다.

#### 3.4 직물의 두께 및 무게 변화

Fig. 10과 11에 직물의 두께 및 무게변화를 도시하였다.

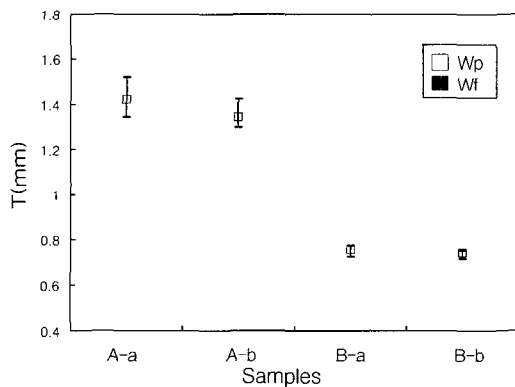


Fig. 10. Mean and range of thickness.

가공 후에는 두께는 감소했으며, 생지에서 rapier가 air jet보다 두꺼운 값을 보이나, 가공 후에는 거의 같은 값을 보임을 알 수 있다. 반면에, 중량은 rapier보다 air jet 제직 직물의 중량이 더 큰 값을 보임으로써 직물의 단위 중량당 두께가 air jet 보다 rapier 직기에서 제직된 직물이 더 큰 값을 보임을 알 수 있다. 이는 저 장력에서 제직된 rapier 직물이 건식 가공의 전모공정에서 모

우의 cutting량이 많았기 때문으로 추정되며, 직물의 벌키성(볼륨감)이 air jet 보다 rapier 제직 로트가 더 좋음을 보여주는 결과로 사료된다.

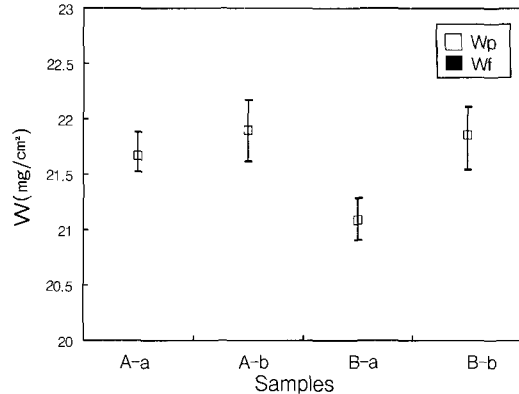


Fig. 11. Mean and range of weight.

## 4. 결 론

소모사 Nm 2/72 로 Picanol사의 rapier loom과 air-jet loom에 각각 동일한 설계의 5매 주사직을 제직하고, 동일한 조건으로 가공을 하여 두 직기에서 생산된 직물의 역학적 특성(전단특성, 압축특성, 표면특성)을 KES-FB System으로 측정하여, 비교한 결과 다음과 같은 결과를 알 수 있었다.

1. rapier와 air jet 직기에 따른 직물의 전단특성은 차이를 볼 수 없으며 가공공정의 영향이 더 크게 작용한다.
2. rapier와 air jet 직기에 따른 직물의 압축일과 압축회복성은 모두 차이가 없으며 압축일은 가공공정을 거치면서 생지보다 더 작은 값을 가지나 압축회복성은 값이 더 커진다. 그리고, 가공공정을 거치면서 이들 값의 직물내의 위치에 따라서 변화가 감소하므로써 가공공정의 영향이 더 크게 작용한다.
3. 직물의 마찰계수(MIU)는 생지보다 가공지가 낮은 값을 가지며 위사방향의 감소율이 경사보다 크게 나타났으며 rapier와 air jet 직기간에는 가공 후 직물내의 마찰계수의 불균일성이 rapier 제직 직물이 air jet보다 더 크게 나타나고 있다. 반면에 마찰계수의 평균편차(MMD)와 표면요철도(SMD)는 가공 후 이들값이 생지상태에서 보다 크게 감소하고 직물내에서의 이들의 편차도 크게

감소하는 현상을 보인다.

4. 직물의 단위중량당 두께는 air jet보다 rapier 직기에서 제작한 직물이 더 큰 값을 보인다.

### 감사의 글

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

### 참고문헌

1. Sabit Adanur and Masour H. Mohamed, *Text. Res. J.*, **71**, 259(1991).
2. H. Weinsdorfer, A. Lange, and U. Scholze, *Melliland*, **7**, 37(1990).
3. Helmut Weisdorfer, Jorgen Woolfrum, and Ulrich Stark, *Melliland*, **11**, 98,(1991).
4. S. H. Park and S. J. Kim, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **12**, 337(2000).
5. 김승진, "초경박 소모직물의 HAND 개선 및 구김방지 기술개발에 관한 연구", 최종연구보고서, 통상산업부, (1995).