

<研究論文(學術)>

모직물의 제직 및 가공조건에 따른 직물 역학특성 변화에 관한 연구 - FAST System에 의한 직물 통제성 관리 -

홍성철 · 김승진* · 김석근*

영남대학교 지역협력연구센터
*영남대학교 공과대학 섬유패션학부
(1999년 9월 29일 접수)

A Study on the Mechanical Properties to the Weaving Design & Finishing Condition of Wool Fabric

S. C. Hong, S. J. Kim*, and S. K. Kim*

Regional Research Center, Yeungnam Univ., Kyeongsan, Korea
**School of Textiles & Fashion, Yeungnam Univ., Kyeongsan, Korea*
(Received September 29, 1999)

Abstract—This study surveys the fabric mechanical properties according to the weaving design & finishing conditions of wool fabrics for quality control in the process. For this purpose, 8 kinds of Twill groups and 3 kinds of Plain groups weave fabrics, totally 428 woven fabrics are prepared with change of the yarn count, density and finishing method. Fabric thickness, bending rigidity, extensibility, shear rigidity, formability of the fabrics were measured and discussed with weaving design & finishing conditions.

1. 서 론

최근 생활수준의 향상과 더불어 순모의류의 선호도가 높아짐에 따라, 합성 직물보다 품질면에 있어 우위를 보였던 모직물에 대해 Hand와 통제성, 그리고 구김물성 등에 관한 연구의 필요성이 대두되면서 활발히 연구가 이루어지고 있는 실정이다. 이러한 모직물에 대한 연구는 여러 가지 측면에서 이루어지고 있으나 최종적인 목적은 모직물에 대한 Hand, 통제성 및 구김물성 등에 대한 정확한 예측과 그 결과에 의한 현장에서의 공정관리 방향을 어떻게 할 것 인가로 압축되고 있다^{1~4)}.

따라서 본 연구에서는 국내 모 기업에서 직물의 통제성을 예측하기 위해 사용하고 있는 모직물

의 통제성 품질관리 계측기인 FAST(Fabric Assurance by Simple Testing) System을 이용하여 현업에서 생산되고 있는 모직물(11군 428종) 들을 제직조건, 특히 경, 위사의 번수의 변화와 가공조건을 변화인자로 주었을 때 이들 직물의 역학량의 변화치를 측정, 분석하고 이들의 Data를 현 생산에서의 생산품의 통제성 예측과 관리에 적용할 수 있는 품질관리의 기초 자료로 제공하는데 연구의 목적이 있다.

2. 실 험

2.1 시료제조

본 실험을 위해 제직된 시료들은 현재 국내 K

社에서 생산되고 있는 의류용 모직물 시료들이다. 이 시료들의 직물구조인자와 가공방법을 Table 1에 보인다.

2.2 실험방법

본 실험에서 직물의 역학적 특성 및 봉제성 측정에는 N. G. Ly²⁻⁴⁾에 의해 개발된 호주 CSIRO

(Common-Wealth Scientific and Industrial Research Organization of Australia)의 FAST System을 이용하여 Table 1의 428가지 직물의 압축 특성, 굽힘특성, 인장특성 및 전단특성, 직물의 형태안정성 및 직물의 봉제성 등을 측정하였다. Table 2에 FAST에서 측정되는 직물의 물리량의 특성을 나타낸 것이다.

Table 1. Preparation of specimen

Lot	Sample group	Fabric structure	Yarn count(Nm) (warp×weft)	Density (ends/in.× picks/in.)	Reed width (inch)	Fabric density (ends/in.× picks/in.)	Finishing Method	Total no. of Specimen
A	1	2/2 Twill	2/72×2/72	84×78	69	98×78	CL-CUT	50
	2			80×76	69	94×82	1/4 ML	24
	3			80×74	70	95×82	1/2 ML	20
	4			76×68	73	94×77	FM	26
B	5	2/72×1/40	2/72×1/40	84×82	69	98×82	CL-CUT	10
	6			80×80	69	94×88	1/4 ML	13
	7			80×78	70	95×86	1/2 ML	14
	8			76×72	73	94×82	FM	15
C	9	Plain	2/80×2/80	64×64	68	74×64	CL-CUT	21
	10		2/72×2/72	60×62	68	69×62	CL-CUT	195
	11		2/72×1/40	60×64	68	69×64	CL-CUT	40

* CL-Cut : clear cut, ML : milling 1/4ML : 8%, 1/2ML : 11%, FM : 14%

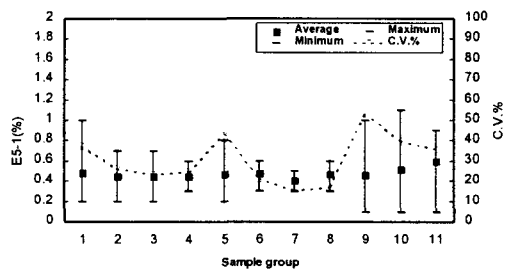
Table 2. The Mechanical properties of fabrics in FAST system

Property	Symbol	Characteristic value	Unit
Extension	E5	Extensibility (Warp/Weft)	%
	E20	at 5gf/cm of tensile load	
	E100	at 20gf/cm of tensile load at 100gf/cm of tensile load	
Shear	EB5	Extensibility, strain at 5gf/cm of tensile load (Bias)	%
	G	Shear Rigidity = 123/EB5	
Bending	B	BS:3356	μ Nm
		Bending Rigidity = Weigt×(Bending length) ³ ×9.807×10 ⁶	
Compression	T2	Thickness at 2 gf/cm ²	mm
	T100	Thickness at 100 gf/cm ²	
	ST	Surface Thickness = T2 - T100	
Dimensional stability	Rs	Relaxation Shrinkage	%
	Hs	Hygral Expansion	
Formability	F	Bending Rigidity×(E20 - E5)/14.7	mm ²

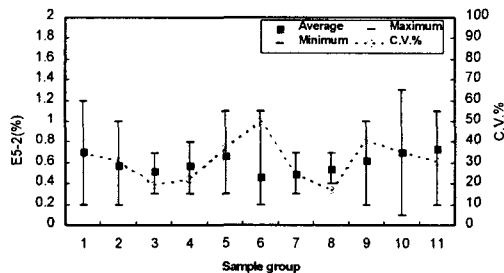
3. 결과 및 고찰

3.1 직물의 인장특성 변화

5gf/cm의 하중에서의 경, 위사방향의 신장률과 data의 C.V.값을 Fig. 1의 (a), (b)에 그리고 100gf/cm의 하중에서의 경, 위사방향의 data는 Fig. 2의 (a), (b)에 나타낸 것이다.



(a) warp direction.

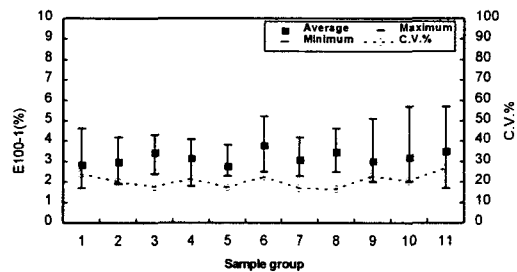


(b) weft direction.

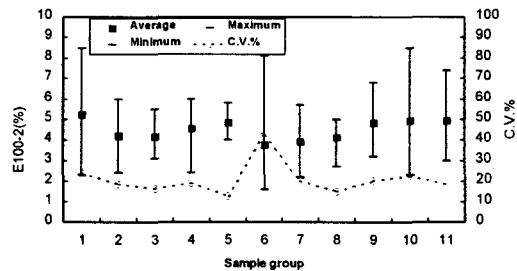
Fig. 1. Extensibility change according to weaving and finishing conditions of fabrics (at 5gf/cm).

경사방향에 대한 5gf/cm의 하중에서의 신장률을 보이는 Fig. 1 (a)에서는 전체적으로 A, B, C 모든 lot에서 CL-Cut 가공직물(1번, 5번, 9번, 10번, 11번 group)의 변동률이 큰 것을 알 수 있다. 이는 CL-Cut 직물이 Milling 직물보다는 직물의 조직이 영성한 상태이고 또한 수축되는 과정이 없어 공정중에 불균일한 장력과 수축을 받은 결과라고 사료된다. 그리고 위사 방향의 (b)에서도 역시 CL-Cut 가공 직물의 변동이 큰 값을 보인다. 특히 직물의 굽힘강성에서 다른 group에 비해 많은 변화를 보이는 6번 group의 변동률이 인장특성에

서도 큰 값을 보임으로써 이 문제는 loom setting의 문제가 영향을 미치는 것으로 사료된다.(굽힘강성 부분은 3.3에서 언급) 그리고 전체적으로 평직 직물의 변동이 아주 높음을 볼 수 있는데 제직시 경, 위사에 가해지는 장력이 평직 직물의 경우가 능직 직물보다는 불균일하다는 것을 알 수가 있었다. 따라서 평직 직물의 제직시에 능직 직물보다 장력조절에 주의를 요한다고 볼 수 있다. 이러한 경향은 Fig. 2 (a), (b)에 보인 100gf/cm의 하중에서도 마찬가지로 경향을 보이고 있으며, 특히 위사방향의 신장에서 5gf/cm의 소하중(small deformation)영역에서의 역학량 변화(Fig. 1(b))에서도 문제가 되었던 6번 group의 C.V.%가 상당히 높은 값을 보였다. 이는 가공폭을 일정하게 하려는 과정에서 직물에 부분적인 장력이 가해졌음이라고 생각되며, 특히 6번과 같은 조건인 2번의 시료는 비교적 안정한 상태를 보이는 것으로 보아 위사의 합사사용이 단사를 사용하는 것보다는 6번 loom setting 조건에서의 봉제시의 문제를 피하는 방법이라고 생각되어진다.



(a) warp direction.



(b) weft direction.

Fig. 2. Extensibility change according to weaving and finishing conditions of fabrics (at 100gf/cm).

3.2 직물의 전단특성 변화

Bias 방향으로 5gf/cm 하중에서의 신장율과 data의 C.V.를 Fig. 3에, 그리고 이 EB5의 값으로 계산된 전단강성은 아래 Fig. 4에 나타낸 것이다.

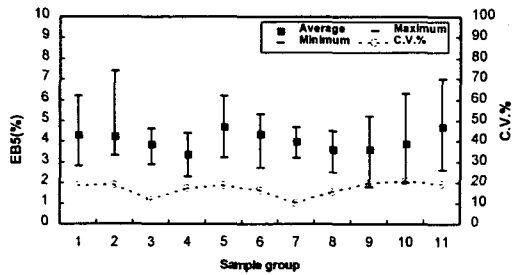


Fig. 3. Extensibility change according to weaving and finishing conditions of fabrics (at 5gf/cm, bias direction).

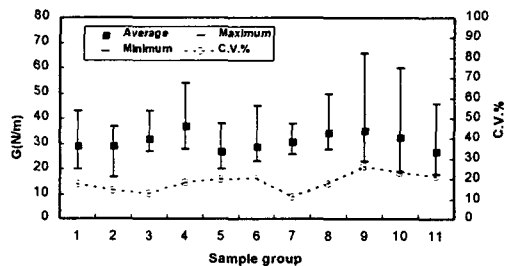


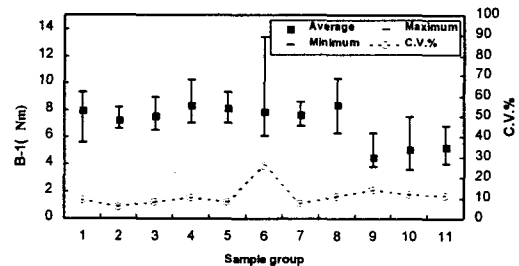
Fig. 4. Shear rigidity change according to weaving and finishing conditions of fabrics.

Fig. 3과 4에서 알 수 있듯이 바이어스 방향의 신장률과 전단강성은 반비례관계에 있는 것을 알 수 있다. 즉 바이어스 방향의 신장성이 크면 그 전단강성은 적어지는 것을 알 수 있다. Lot A(1~4 group)와 B(5~8 group)의 가공공정변화에 따른 전단특성의 변화는 CL-Cut 직물보다 Milling 직물이 전단강성이 큰 것을 알 수 있다. 이는 Milling 공정시 수축에 의해 단위 면적당 경, 위사의 교차점이 증가하여 바이어스 방향의 신장성은 떨어지고 전단강성이 높아지는 것으로 생각된다. 전체적으로 평직 직물은 C(9~11 group) Lot가 능직 직물인 A(1~4 group), B(5~8 group) Lot에 비해 높은 평균치를 나타내었는데, 이는 경, 위 교차점이 많은 평직직물의 일반적인 특성임을 확인할 수

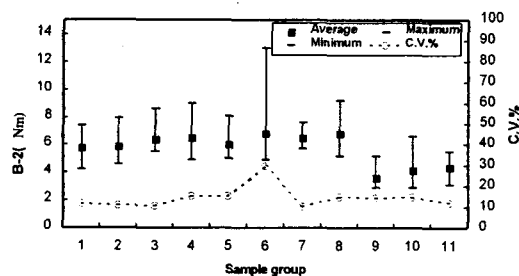
있었다. 그리고 변동률에서는 평직 직물의 전단강성의 변동률이 높게 나왔는데 이는 앞의 인장특성에서 보였듯이 평직 직물의 경, 위사 방향으로의 신장률이 불안정한 이유에서 이러한 결과를 보인다고 사료된다. 특히 A(1~4 group) Lot의 2번시료는 CL-Cut 가공폭과 동일하게 Milling 가공을 한 직물로서 3.1에서 고찰된 인장, 그리고, 3.3과 3.4에서 고찰된 굽힘과 압축특성 등에서 봉제성의 문제로 보이는 부분은 없으나 Bias 방향의 신장에서는 불안정한 변동을 보임으로써 직물 바이어스 전단물성의 불안정성을 보이고 있다. 이는 경, 위사 방향으로의 불균일한 인장의 결과를 경, 위사를 합사를 사용하여 어느 정도 극복하였으나, 그 조직에 있어서의 불안정함은 Bias 방향에 대한 신장률이 불안정한 상태로 나타나고 있다고 판단된다.

3.3 직물의 굽힘특성 변화

직물의 무게와 Bending length로 계산된 경사, 위사 방향의 Bending Rigidity 값을 아래 Fig. 5 (a), (b)에 나타내었다.



(a) warp direction.



(b) weft direction.

Fig. 5. Bending rigidity change according to weaving and finishing conditions of fabrics.

전체적으로 Fig. 5 (a), (b)에서 볼 수 있듯이 4H 직물이 2H 직물보다 굽힘강성이 큰 것을 볼 수 있는데, 이는 직물의 두께 차이가 굽힘 강성에 미치는 영향으로 보여진다. 그러나 가공 방법에 따라서는 평균치나 변동률의 차이는 보이지 않았다. 그러나 앞서서도 고찰된 바와 같이, 위사방향의 인장특성(Fig. 1(b), 2(b))과 3.4절에서의 압축 특성에서 많은 변동을 보인 6번 group의 시료가 매우 불안정한 변동을 보이고 있다. 그 원인은 milling 수축률을 고려치 않은 loom setting의 문제로 생각되며 이는 3.4절의 압축특성 결과에서 확인 할 수 있다. 이렇게 불안정한 lot의 가공직물들이 봉제공정에서 물성의 불안정 문제로 나타나게 된다고 사료된다. 굽힘강성도 3.4절에서 고찰될 압축특성과 마찬가지로 6번 group과 같은 조건에 위사만 합사로 사용된 2번 group 직물은 비교적 안정된 평균치와 variation을 보여 봉제시 별다른 문제가 나타나지 않을 것으로 생각된다. 또한 평직 직물의 변동률이 비교적 높은 값을 나타냄으로써 공정관리의 필요성을 보여준다.

3.4 직물의 압축특성 변화

Fig. 6과 7에 2gf/cm², 100gf/cm²의 압력을 주었을 때의 직물의 두께를 보이는 T2와 T100을, 그리고 T2와 T100으로 계산된 직물의 Surface thickness는 Fig. 8에 나타내었다.

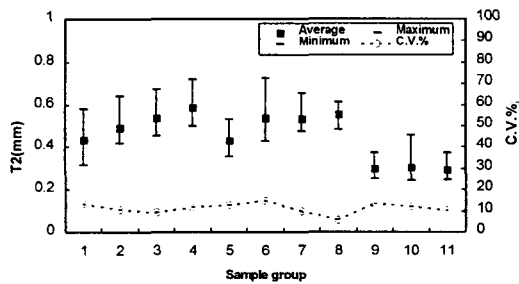


Fig. 6. Fabric thickness change according to weaving and finishing conditions of fabrics(at 2gf/cm²).

Fig. 6과 7에서 볼 수 있듯이 A(1~4 group), B(5~8 group) Lot 모두 CL-Cut 가공직물(1, 5 group) 보다 Milling 가공 직물(2,3,4,6,7,8 group)

의 두께가 더 두꺼운 것을 볼 수 있다. 이는 Milling 가공 중에 생긴 수축에 의해 직물의 두께가 증가한 것임을 알 수 있으며, 또한 위사를 단사로 사용한 직물(5~8 group)과 합사로 사용한 직물(1~4 group)과의 두께 차이는 나타나지 않았다. 그러나 능직(1~8 group)과 평직(9~11 group)의 두께 차이는 능직이 평직보다 상당히 두꺼운 것을 볼 수 있으며 전체적으로 6번과 9번, 10번, 11번 lot의 변동률이 큰 것을 볼 수 있었다. 이 경향은 T100에서 더욱 확실하게 볼 수 있는데 특히 6번 lot가 상당히 불안정한 두께 분포를 보이는 것을 알 수 있다. 이는 Table 1의 시료에서 볼 수 있듯이 8%의 milling을 행한 6번 lot의 loom setting에서 CL-Cut와 동일한 바디폭으로 설계되어 milling 가공 수축때 상당히 불안정한 장력이 직물에 가해진 것이 원인으로 생각된다.

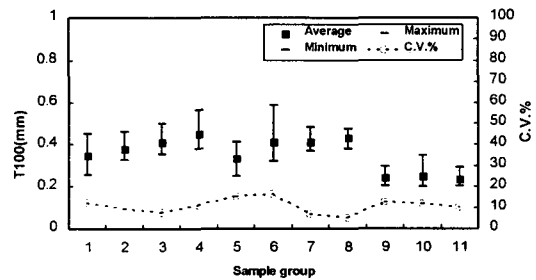


Fig. 7. Fabric thickness change according to weaving and finishing conditions of fabrics(at 100gf/cm²).

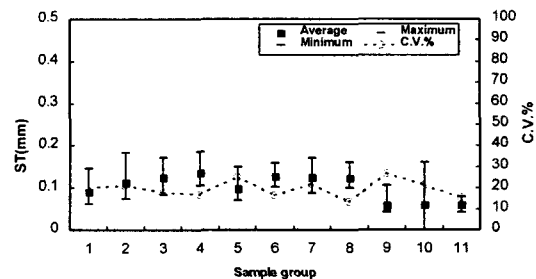


Fig. 8. Surface thickness change according to weaving and finishing conditions of fabrics(T2-T100).

그리고 직물의 표면 두께를 나타내는 Fig. 8에서는 전체적으로 평직의 CL-Cut 가공인 C Lot

(9~11 group)의 변동률이 상당히 큰 것을 보이고 있어 평직의 CL-Cut 가공시에는 cutting되는 모우 양과 cutting 후의 표면 두께에 대한 관리가 필요함을 알 수 있다.

3.5 직물의 수축특성 변화

Fig. 9 (a), (b)에 경, 위사 방향의 응력완화 수축률(Relaxation shrinkage)을, 또 Fig. 10 (a), (b)에 경, 위사방향의 하이그렐 익스팬션(Hygral expansion)을 나타낸 것이다.

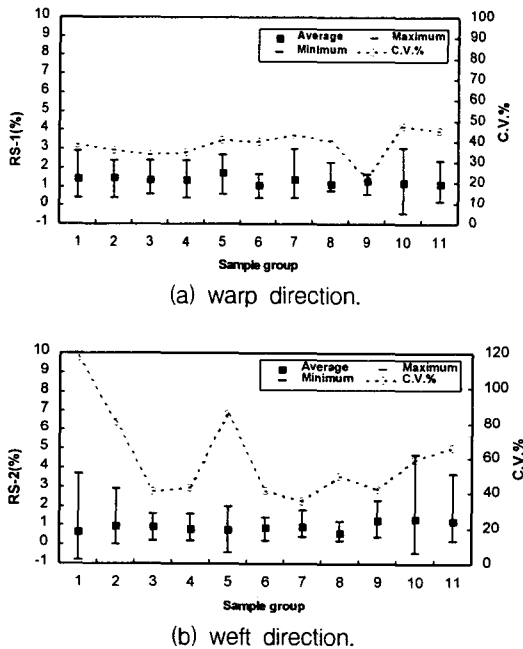


Fig. 9. Relaxation shrinkage change according to weaving and finishing conditions of fabrics.

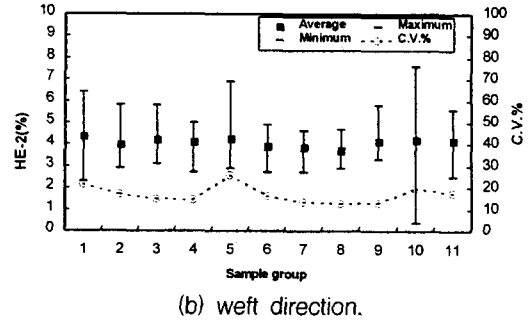
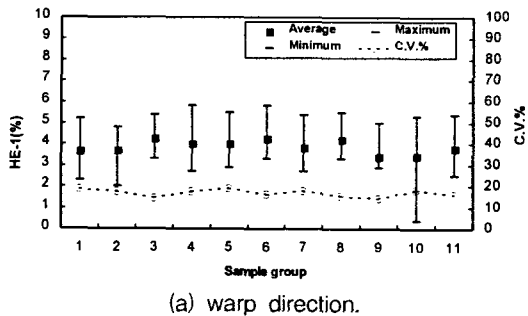


Fig. 10. Hygral expansion change according to weaving and finishing conditions of fabrics.

그림에서 볼 수 있듯이 Relaxation shrinkage와 Hygral expansion의 값 모두 CL-Cut 직물이 Milling 직물보다 변동률이 큰 것을 알 수 있다. 이는 Milling가공에 의해 이미 직물에 충분한 수축이 가해졌기 때문에 가공 후의 수축정도와 팽창정도의 변화가 안정적인 값을 나타낸 것으로 생각된다. 그리고 A, B, C lot간의 평균치 차이는 보이지 않고, 변동이 특히 위사방향으로 큰 값을 보이는 것으로 보아 Relaxation shrinkage와 Hygral expansion의 값은 가공 공정에 의해 영향을 많이 받는 것으로 보여진다.

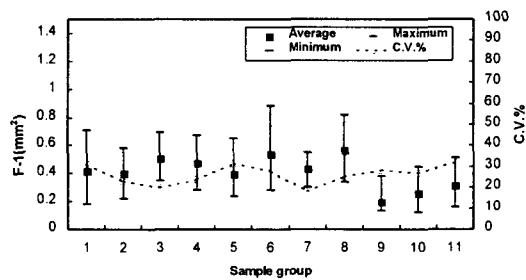
3.6 직물의 봉제성 변화

Fig. 11 (a), (b)에 B(bending rigidity)와 E20 (extensibility at 20gf/cm), E5(extensibility at 5gf/cm)로 계산된 경, 위사 방향의 직물의 봉제성(formability)과 변동계수를 각각 나타낸 것이다.

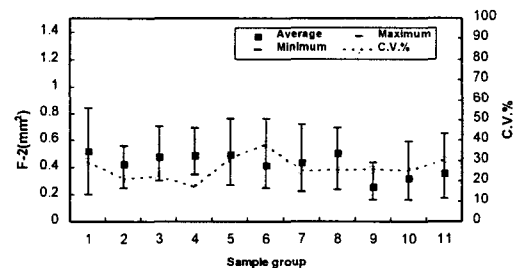
직물의 봉제성을 나타내는 formability 값에서는 전체적으로 2H 직물들인 C lot가 4H 직물인 A, B lot보다 평균값이 작은 값을 보인다는 것을 알 수 있다. 이는 앞에서 설명되었듯이 Bending rigidity 값이 A, B lot보다 C lot가 작은 값을 보이고 있고, 또한 인장특성과 전단특성에서도 그 변동률이 A, B lot보다 C lot가 큰 값을 보여 이들로 계산된 formability 값 역시 상대적으로 평균치가 낮은 값을 보임을 알 수가 있다. 이처럼 굽힘과 인장 및 전단특성에서의 역학량이 봉제성에 큰 영향을 미친다는 것을 확인할 수가 있다.

특히 앞에서 loom setting에서 문제가 되었던 6

번 group의 직물이 봉제성에서도 그 변동이 큰 값을 보이는 것을 알 수 있다. 그리고 2/2 twill 직물에서는 Milling 직물보다 CL-Cut 직물들이 봉제성능면에는 변동률이 더 큰 것을 확인 할 수 있는데, 이러한 사실은 모직물에서 CL-Cut 가공이 봉제성에 있어 Milling 가공 직물보다 더 불안정하다는 것을 말해준다.



(a) warp direction.



(b) weft direction.

Fig. 11. Formability change according to weaving and finishing conditions of fabrics.

4. 결 론

본 연구에서는 현재 생산현장에서 신제품 개발과 품질관리를 위해 사용되고 있는 FAST System의 활용을 극대화하기 위한 연구로서 현재 생산되고 있는 의류용 모직물 11가지군(428종)의 물성을 FAST System을 이용하여 측정한 후 그 Data를 비교분석하여 기업 현장에서 봉제성의 예측과 직물의 물성관리에 도움이 되는 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 직물 인장특성에서는 Milled 직물보다 CL-Cut 가공직물 lot의 변동률이 큰값을 보이며, 특히 능직보다 평직의 CL-Cut 직물의 인장특성치의 변화가 큰 값을 보임으로서, 제직시

평직물의 장력관리에 주의가 필요하다.

2. 직물의 전단 강성치는 CL-Cut 직물보다 Milled물이 큰 값을 보이며, 동일 lot 내에서 이들 값의 변화도 평직의 CL-Cut 직물이 Milled 직물보다 큰값을 보임으로써 직물인장 특성에서와 유사한 경향을 보인다.
3. 직물의 굽힘 강성치는 평직보다 능직물이 큰 값을 보이나, 동일 lot내에서의 이들 값의 편차는 큰 차이를 보이지 않는다. 그리고 직물의 압축 특성치에서 얻어지는 두께의 변화는 CL-Cut 직물과, Milled 직물간에 큰 차이를 보이지 않으며 평직과 능직 사이에서도 두께 변화의 큰 차이를 보이지 않고 있다.
4. 봉제 공정에서 중요한 수축물성은 능직물의 경우 Milled 직물보다 CL-Cut 직물이 동일 lot내에서 변화가 크게 나타나며, 능직보다 평직의 CL-Cut 직물의 수축변동이 더 큰 값을 보임으로써 봉제작업시 주의가 필요하다. 이러한 현상은 완화수축보다 하이그릴 익스팬션의 수축특성에 있어서 더 심하게 나타난다.
5. 봉제성은 평직의 CL-Cut 직물보다 능직물이 일반적으로 좋은 봉제성능을 보이며, 동일 lot내에서 이들 봉제성능의 편차는 CL-Cut 직물보다 Milled 직물이 다소 낮은 값을 보임으로써 봉제성의 균질성이 우수한 결과를 보인다.

감사의 글

본 연구 결과는 RRC 연구과제(과제번호: 96-10-02-01-A-3) 결과의 일부로서 관계기관에 감사 드린다.

참고문헌

1. 김승진, "초경박 소모직물의 Hand개선 및 구김방지 기술개발에 관한 연구", 최종연구보고서, 통산산업부(1995).
2. N. G. Ly and et al., IWTO Tech. Committee Meeting, Report 9, Paris(1989).
3. FAST system Instruction Manual, CSIRO (1991).
4. N. Pan et al., *Text. Res. J.*, **58**, 438(1988).