

〈研究論文(學術)〉

객관적 수법에 의한 모직물의 태의 평가와 설계에의 응용

김덕리·김석근*·박정환**·박정우***·김인현

부산대학교 공과대학 섬유공학과, *영남대학교 공과대학 섬유공학과
동의대학교 생활과학대학 의류학과, *감을기술연구소
(1995년 2월 13일 접수)

Objective Hand Evaluation of Wool Fabrics and Application to Fabric Design

Duk Ly Kim, Suk Kun Kim*, Jung Hwan Park**
Jung Woo Park***, In Hyun Kim

Dept. of Textile Eng., Pusan National Univ., Pusan, Korea
**Dept. of Textile Eng., Yeung Nam Univ., Kyungsan, Korea*
***Dept. of Clothing and Textiles, Dong Eui Univ., Pusan, Korea*
****Kabool Research Center, Daegu, Korea*
(Received February, 13, 1995)

Abstract—In this study, we attempted to expect the mechanical characteristics of the wool fabrics by knowing the yarns. Moreover, we believe that we could apply these results to fabric design. We investigated the relationship between the mechanical characteristics of yarns and fabrics. As results, we have found that bending rigidity, bending hysteresis, compressional energy and compressional linearity between yarns and fabrics had correlated more than $r=0.5$. Also, the correlation between regression and experimental values is $r=0.5$ in stiffness while it is $r=0.67$ in fullness. And regression values were larger than experimental ones in stiffness, but were not in fullness. The correlation between regression and experimental values had 0.63 in THV. According to the study, it is possible to apply it to fabric design when our predicting the primary hand and the total hand values of the fabrics from the mechanical characteristics of the yarns.

1. 서 론

직물의 태에 대한 평가는 객관성이 대단히 강조되는 부분이기 때문에 직물의 역학량으로 태를 환산하고자하는 연구는 1930이후 지금까지 활발히 진행되고 있는것을 전보¹⁾에서 언급했다. 그 중에서 Kawabata의 연구²⁾가 실용 단계까지 진척되고 있어 본 연구에서는 kawabata의 태에 대한 평가 방법을 채택했다. 직물의 태를 예측하기 위해 실의 역학량 중에서 직물의 역학량과 상관관계에 있는 역학특

성치를 찾고, 실의 역학량으로부터 그 실이 직물로 짜여졌을 때, 어떤 태값을 갖겠는가를 예측할 수 있겠는지를 연구하고자 했다. 실은 선형일 뿐이고, 직물은 조직을 갖는 시트형이기 때문에 여러 가지 특성이 다를 수 있다. 직물의 역학 특성은 조직과 실의 굵기 및 배열에 따른 구성, 그리고 가공 방법에 더욱 영향을 많이 받는다. 본 연구에서는 조직은 2/2 twill, 실의 배열은 밀도에 맞추어 환산해 주고, Saxony Finish로 한정된 조건하에서 단순히 실과 직물의 역학적 특성치들의 관계를 알고, 실과의

특성치로 장차 제작될 직물의 역학 특성치를 예측코자 했으며, 실의 역학적 특성을 직물의 설계에 이용코자 했다.

2. 실험

2-1. 시 료

뉴질랜드 메리노 양모(Newzealand merino wool)로 방직한 10종의 원사와 이를 사용하여 제작한 12종의 직물을 시료로 사용하였고, 그 내용은 각각 Table 1, 2에 표시한 바와 같다. 특히 직물의 조직은 모두를 2/2 twill로 한정했으나, 몇몇은 조직은 2up 2down 하는 교착 상태가 같은 것을 선택했다. 후처리는 Saxony가공을 시행했다.

Table 1. Specification of yarns

Sample code	Wool		Yarn
	Bred	Diameter (μ)	tex
Y1	NZ Merino	17	22.1
Y2	NZ Merino	17	22.1
Y3	NZ Merino	17	31.6
Y4	NZ Merino	17	34
Y5	NZ Merino	19	44.3
Y6	NZ Merino	19	88.6
Y7	NZ Merino	22	55.4
Y8	NZ Merino	25	59.1
Y9	NZ Merino	37	73.8
Y10	Aust.Merino	22	38.0

Table 2. Specification of Fabrics.

Sample code	Weaves	yarn sample code		fabric count(cm^{-1})	
		warp	weft	warp	weft
F1	2/1 Twill	①	②	34.67	28.28
F2	Plain	②	②	29.33	25.33
F3	2/2 Twill	③	③	33.49	27.00
F4	2/2 Twill	④	④	16.33	15.77
F5	2/2 Twill	⑤	⑤	27.33	25.93
F6	3/3 Twill	⑤	⑤	26.09	21.00
F7	2/2/2 Herringbone	⑥	⑥	26.27	11.53
F8	2/2 Twill	⑧	⑧	21.60	19.60
F9	2/2 Twill	⑨	⑨	14.82	12.70
F10	Kersey Twill	⑦	⑩	14.93	22.00
F11	Matt	⑧③	⑧③	20.80	18.18
F12		⑩	⑨	23.38	26.67

2-2. 실험 방법 및 장치

실의 역학특성치 측정에는 KES G-1, SE, YN-1, YN-2를 사용하였고, 직물의 실험에는 KES-FB Series를 사용하였다. 실의 인장특성은 single yarn으로 측정하고, 전단특성은 교차 시험³⁾에서 torque를 계산하였다. 그 외 압축, 표면, 굽힘 특성은 실을 병렬(20end/cm)하여 실험했다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 실과 직물의 역학특성의 관계

직물의 태는 그 직물의 역학적 특성이 중요한 자이고,⁴⁾⁵⁾⁶⁾ Kawabata는 16종의 역학특성 인자⁷⁾를 발표했다. 그 주요 내용은 인장특성(LT, WT, RT), 전단특성(G, 2HG, 2HG5), 굽힘특성(B, 2HB), 표면특성(M1U, MMD, SMD)과 무게, 두께이다. 실과 직물에 대한 16가지 역학특성치의 측정결과는 Table 3, 4 와 같다. 직물을 구성한 경위사의 표시는 Table 2 에 있고, 경위사로 사용된 원사의 역학 특성치를 그 직물의 경위사의 역학특성치로 가정 하여 예측되는 직물의 특성치로 계산하였다.

실제 직물의 역학특성치와 가정된 예측 직물의 역학특성치의 관계를 알기 위해 상관을 조사한 결과중 응용할 수 있을만한 관계만을 Table 5 에 나타내었다. Bending rigidity(B), Shear hysteresis(2HG), Bending hysteresis(2HB), Compressional

Table 3. Characteristic value of yarns

Sample code	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
Em	1.75	6.60	2.85	2.40	3.60	3.95	2.00	7.30	2.00	2.65
LT	0.719	0.445	0.558	0.538	0.486	0.583	0.671	0.308	0.514	0.594
WT	1.282	2.992	1.619	1.315	1.782	2.348	1.367	2.921	1.048	1.603
RT	78.5	67.3	77.2	70.7	80.1	75.3	74.0	61.9	68.1	89.0
B($\times 10^{-3}$)	1.63	1.45	2.33	1.38	3.63	6.04	6.63	5.67	6.79	8.00
2HB($\times 10^{-3}$)	0.89	0.63	1.55	0.83	2.32	6.58	5.33	2.29	1.42	2.08
G($\times 10^{-3}$)	1.53	2.57	2.87	1.67	3.17	3.42	1.92	3.50	3.29	1.63
2HG($\times 10^{-3}$)	9.20	13.60	14.80	11.20	17.20	16.00	17.50	16.80	18.50	14.0
2HG5($\times 10^{-3}$)	8.8	11.6	14.4	10.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.0	11.0
LC($\times 10^{-3}$)	0.347	0.329	0.439	0.339	0.429	0.486	0.466	0.402	0.415	0.533
WC	0.177	0.282	0.271	0.270	0.339	1.023	1.189	0.658	0.726	0.478
RC	48.6	50.3	58.3	62.1	58.9	56.6	60.7	55.6	57.6	68.1
MIU	0.174	0.282	0.177	0.192	0.164	0.243	0.236	0.169	0.181	0.184
MMD	0.011	0.011	0.010	0.010	0.011	0.012	0.015	0.008	0.010	0.013
SMD	2.67	3.13	2.87	1.66	3.60	3.48	3.44	3.98	4.19	3.48
T	0.117	0.117	0.140	0.206	0.166	0.166	0.186	0.192	0.214	0.153

Table 4. Mechanical properties of fabrics

sample code	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
LT	0.659	0.614	0.642	0.540	0.618	0.514	0.604	0.532	0.657	0.596	0.583	0.729
WT	9.22	10.65	10.45	13.40	9.32	11.45	19.95	10.92	9.47	11.20	11.35	8.70
RT	68.1	67.8	60.8	47.8	66.1	61.1	47.8	63.9	49.5	55.9	57.8	57.3
B	0.0588	0.0518	0.0942	0.1055	0.1400	0.1283	0.2230	0.2145	0.3520	0.2420	0.1840	0.3962
2HB	0.0197	0.0175	0.0410	0.0710	0.0517	0.0498	0.1645	0.0710	0.1555	0.1470	0.0625	0.0968
G	1.050	0.875	0.775	0.415	0.920	0.475	0.915	0.705	0.405	0.645	0.460	0.725
2HG	0.540	0.470	0.920	1.095	1.000	0.920	2.040	0.870	0.910	1.505	0.810	1.165
2HG5	1.940	1.970	1.980	1.320	2.460	1.455	2.910	2.220	1.170	2.210	1.320	1.980
LC	0.303	0.395	0.338	0.413	0.352	0.407	0.406	0.383	0.411	0.464	0.354	0.419
WC	0.105	0.093	0.156	0.297	0.165	0.246	0.404	0.201	0.539	0.436	0.209	0.443
RC	60.2	56.8	61.6	56.3	60.3	58.5	60.4	59.9	63.1	59.2	56.9	59.8
MIU	0.144	0.141	0.155	0.201	0.144	0.159	0.206	0.156	0.221	0.192	0.176	0.220
MMD	0.0148	0.0202	0.0131	0.0155	0.0137	0.0136	0.0163	0.0158	0.0204	0.0176	0.0188	0.0192
SMD	2.20	3.93	1.95	3.99	2.15	2.23	5.07	2.53	5.72	4.60	9.06	5.51

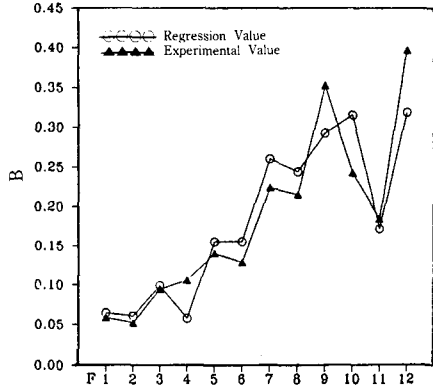


Fig. 1. Comparisons between regression values and experimental values in bending rigidity.

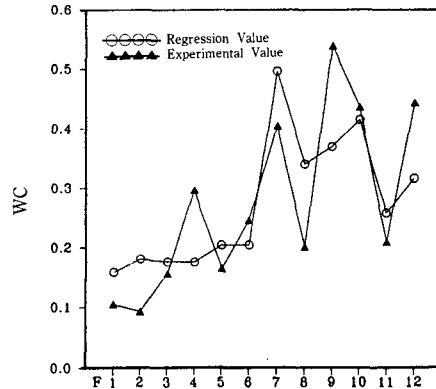


Fig. 3. Comparisons between regression values and experimental values in compressional energy.

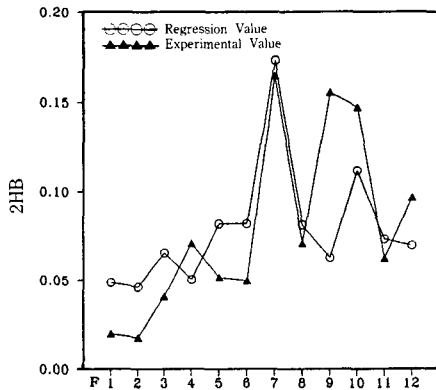


Fig. 2. Comparisons between regression values and experimental values in bending hysteresis.

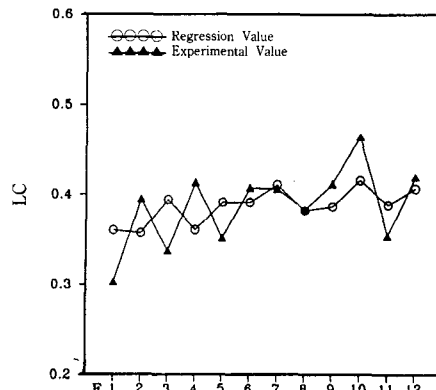


Fig. 4. Comparisons between regression values and experimental values in compressional linearity.

energy(WC), Tensile linearity(LT), Compressional linearity(LC), Shear rigidity(G)의 순으로 상관이 차차 낮아지고 있고, 무상관의 관계가 나타나고 있었다. 이것은 실과 직물의 상태차이가 크기 때문이라 생각되는데, 실과 직물의 Bending 이나, compression과 같이 형태에 큰 차이가 없는 것은 상관이 $r=0.5$ 이상을 나타내고 있다. 경위사가 교착되어 실이 직물로 된 구조 변화 때문에 상관이 낮거나 무상관인 것은 앞으로 다른 방법으로 실과 직물사이를 근접시키는 연구가 필요할 것으로 보인다. 또, 상관이 크다고 생각되는 특성치들의 관

계를 Fig. 1, 2, 3, 4 로 나타냈다. Fig. 1, 2, 3, 4 는 예측되는 직물과 실제 측정된 직물간에 값의 차이가 크지 않음을 보여준다. 실은 일축방향인데 반하여, 직물은 실이 2축방향으로 배열되어 있어 실로서 직물을 예측하기는 어려울것 같다. 그러나, 기본태를 계산하는데는, 첫 블록에서 1~2 역확특성치만 사용해도 0.6~0.8 정도까지는 예측가능한 것으로 되어 있다. 비교적 상관이 있는 B, 2HB, WC, LC를 (1)~(4) 식으로 회귀시켰고, 기본태인 smoothness와 fullness의 계산에 사용했다.

Table 5. Relation between measured and predicated properties

	LT	B	2HB	LC	WC
γ	0.45	0.920	0.68	0.44	0.75
a	0.3147	-23×10^4	0.03256	0.2475	0.606
b	0.4468	43×10^{-3}	0.02136	0.335	0.424

$$Y_B = -0.00235 + 0.004335 X_B \quad (1)$$

$$Y_{2HB} = 0.03256 + 0.02136 X_{2HB} \quad (2)$$

$$Y_{WC} = 0.06064 + 0.42497 X_{WC} \quad (3)$$

$$Y_{LC} = 0.24750 + 0.33493 X_{LC} \quad (4)$$

X : 실의 특성치

Y : 직물로 가정하여 회귀된 특성치

3-2. 기본태의 계산

Kawabata의 단계적 블록 회귀방식은 KN-101-Winter-Stiffness, KN-101-Winter-Smoothness, KN-101-Winter-Fullness는 식(5)이다.

$$Y = C_0 + \sum_{i=1}^{16} C_i \frac{X_i - \bar{X}_i}{\sigma_i} \quad (5)$$

이 식으로 Stiffness, Smoothness, Fullness를 계산했다. 역학특성치가 기본태에 단계적으로 기여하는 예측정도가 향상되는 상태를 보면, 제1블록에서 예측정도가 0.6~0.8까지 나타나고, 2블록이후는 정도가 0.8~0.9까지 상승하는것도 있으나, 3~4블록부터는 예측정도가 상승하지 않고 있음을 나타내고 있다. 이것은 한 블록만해도, 60%~80%의 예측은 가능한것을 의미한다.

실의 역학특성치로부터 계산된 기본태와 실제로 측정된 직물의 기본태간에서 상관을 조사하였고, 여기서 회귀식으로 회귀시킨 기본태는 Table 6 과 같다. 기본태의 계산에는 Stiffness와 Fullness에는 식 (6)~(7)을 사용하였고, Smoothness는 직접 직물의 측정치를 그대로 사용하였다.

Stiffness

$$Y = 5.7093 + 0.8459 \frac{\log B - (-1.0084)}{0.1267} - 0.2104 \frac{\log 2HB - (-1.3476)}{0.1801} \quad (6)$$

Fullness

$$Y = 4.9799 + 0.8845 \frac{\log WC - (-0.7080)}{0.1427} - 0.2042 \frac{LC - (-0.3703)}{0.0745} \quad (7)$$

기본태 중 Stiffness와 Fullness를 실측치와 계산치를 Fig. 5, 6 에 나타냈다. Fig. 5의 Stiffness를 비교하면, 전체적으로 계산치가 높게 나타났고, Fig. 6의 Fullness에서는 F2, F3, F7을 제외하고 나머

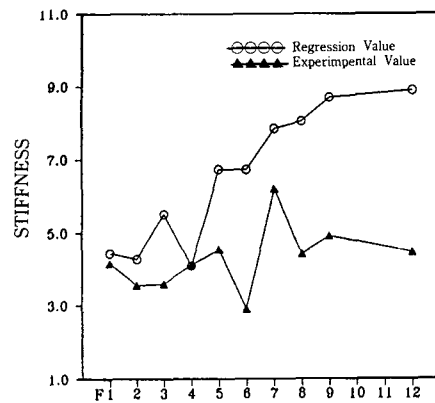


Fig. 5. Comparisons between regression values and experimental values in stiffness.

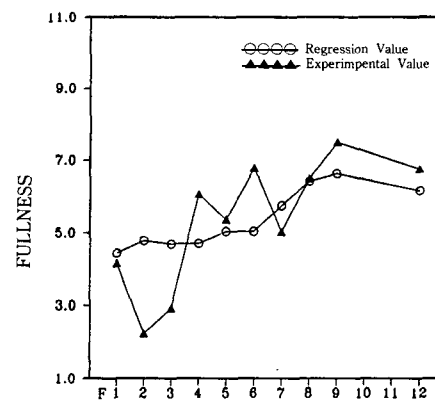


Fig. 6. Comparisons between regression values and experimental values in fullness.

지는 실험치가 높게 나타남을 알 수 있다. 이런 사실은 실로써, 직물의 기본태를 예측할 때, 실 및 직물의 설계에서 계산치의 값을 낮추거나 높여서 실제값을 예측하는데 이용할 수 있는 성질이라고 보여진다.

3.3. 종합태의 계산

종합태는 지금까지 가정되어온 계산 THV와 직물을 직접 측정된 THV를 비교했다. THV는 식(8)을 이용했다.

$$THV = -1.2293 + 0.5904Y_1 - 0.44Y_1^2 - 0.1210Y_2 + 0.6517Y_2^2 + 0.6317Y_3 - 0.0506Y_3^2 \quad (8)$$

실로부터 계산된 THV-Y와 직물로 부터 계산된 THV-F는 Table 7 과 같고, 이들의 상관은 비교적 상관성이 있는 것으로 나타났다. THV-Y 와 THV-F를 plot한 Fig. 7에 따르면, F3를 제외하고, 모두 THV-Y가 비교적 높게 나타남을 보여준다. 이것은 기본태에서와 같이 실로서 직물을 예측할 때, 편차만큼 낮춤으로서 직물의 THV를 예측가능하도록 해주며, 직물 설계상에 응용가능할 것으로 생각된다. 실로부터 예측값과 실제직물의 측정된 값 사이에는 r=0.63 이었다. 이것은 실과 직물의 형태차이로 보아서 상당한 상관관계에 있음을 나타낸 것이다.

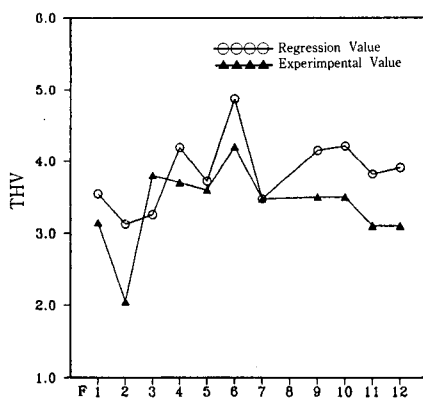


Fig. 7. Comparisons between regression values and experimental values in total hand value.

4. 결 론

직물의 태를 직물의 설계단계에서 예측하기가 쉬운 것은 아니다. 실의 역학특성을 직물과 같은 2축 방향으로 해석하거나, 취급하기 어렵기 때문이다. 2/2 twill saxony 가공의 모직물에서 원사의 역학특성을 측정하고, 직물의 역학특성간의 상관을 조사하여, 회귀시켜 실을 직물의 값으로 가정하였고, 종합태에서 계산해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실과 직물의 역학특성치 간에는 Bending rigidity (B), Bending hysteresis (2HB), Compressional Energy (WC), Compressional linearity (LC) 에서 r=0.5 이상 의 상관을 보였다.

2. 기본태 중 stiffness와 fullness 에는 계산된 값과 실측값 간에는 0.5, 0.67 의 상관을 각각 나타냈고, stiffness는 계산된 태값이 실측의 태값보다 높게 나타난 반면, fullness는 실측값이 대체적으로 더 높게 나타났다.

3. 종합태 THV는 계산값(THV-Y)과 실측값(THV-F) 사이에 0.63의 상관을 보였고, THV-Y 값이 높았다.

4. 직물은 설계할 때, 제일블록만 상관지어도, 60~80%로 기본태 및 종합태를 예측할 수 있기 때문에 원사의 특성으로부터 직물의 설계에 응용할 수 있다고 보아진다.

감사의 글

본 논문은 학술진흥재단 자유공모(92)에 따라 수행된 것으로 당국에 감사드린다.

참 고 문 헌

1. D. L. Kim, *J. Kor. Dyers & Finishers*, 6, 54(1994).
2. S. Kawabata, *The standardization and analysis of hand evaluation*, 2nd Ed., Text. Mech. Soc. of Jpn. (1980).

3. S. Kawabata, *Textile structural composites*, Elsevier, 93(1989).
4. W. S. Howorth and P. H. Oliver, *J. Text. Inst.*, 49, 540(1958).
5. R. M. Brand, *J. Text. Res.*, 34, 791(1964).
6. F. T. Deirce, *J. Text. Res.*, 17, 123(1947).
7. S. Kawabata and M. Niwa, *J. Text. Inst.*, 64(1973).
8. S. Kawabata, *The standardization and analysis of hand evaluation*, 2nd Ed., 70 (1980).