

<연구논문(학술)>

잠재 권축사를 이용한 New Worsted Wool-like 직물의 역학적 특성

박명수

경일대학교 섬유패션학과

The Mechanical Properties of New Worsted Wool-like Fabrics Using Latent Yarns

Myung Soo Park

School of Design, Division of Fashion Design, Kyungil University, Kyungsan, Korea

(Received: August 17, 2011/Revised: October 5, 2011/Accepted: November 25, 2011)

Abstract— A fineness range of 150 Nm-170 Nm has recently been applied to produce much finer wool products, so that processing techniques for the wool fabrics have been developed very rapidly. However, the worsted wool-like technique using polyester fiber has not been still implemented in general processing technique. Therefore, this research is to develop materials of side-by-side type with high finess, high shrinkage and stretchability. The mechanical properties of the produced fabrics were analyzed and the fundamental information were obtained for the new worsted wool-like products. The physical properties of a latent crimped yarns of side-by-side type with stretch function are analyzed. Also the mechanical properties of five kinds of fabrics are analyzed, which are produced with non-circular shape(+type) warp yarns of a twist of 1000(T/M) and with two kinds of latent weft yarns of a twist of 1000 T/M and DTY respectively.

Keywords: non-circular shape, side-by-side type, latent crimped yarn, stretch, WT, LC

1. 서 론

합성신소재 제품은 상품영역의 범위와 깊이가 매우 넓게 전개되고 있는데 포괄적으로 분류한다면 new silky 소재, new rayon dry 소재, new soft 소재, new worsted 소재 등으로 구분할 수가 있다. 그 중 new worsted wool 소재군은 양모가 갖는 독특한 볼륨감 및 심색성을 합성섬유로서 재현하고 합성기술을 부가시켜 새로운 질감을 발현시키기 위한 소재로서 주로 섬유집합체의 구조변화에 의한 소재의 형태변화를 통하여 천연소재적인 외관, 촉감, 심색 및 드레이프성을 차별화 시키는 방향으로 진행되어 지고 있다. 이는 폴리에스테르사의 극세화로 많은 연구^{1,2)}가 진행되어 왔으나 new worsted wool-like 소재 제품의 최종 용도에 적합한 특징을 잘 발현시키기 위한 기술과 생산 공정의 선택을 접목시키기 위한 감성은 부족한 실정이었다.

특히 폴리에스테르와 같은 합성섬유는 열가

소성 섬유로 상품화되는 과정에서 받게 되는 온도, 장력, 시간과 같은 상품화조건에 따라서 매우 다양한 물성 및 상품적인 특성을 발휘하는 특징을 가지고 있다. 따라서 각 공정에서 받게되는 상품화조건에 대한 정보를 가지고 상품화를 진행시키지 않는다면 재현성뿐만 아니라 고급품질의 상품제조가 불가능하므로 이들 공정 간의 긴밀한 연계의 중요성이 강조되고 있다. 지금까지는 주로 이수축 혼섬사를 이용한 복합 가공사를 이용한 합성섬유의 bulk성 부여를 중심으로 개발³⁾되어 왔으나 최근에는 복합방사와 복합 사가공 기술을 이용한 bulk섬유의 개발이 활발하게 진행되고 있다.

이 분야의 선도국인 일본의 경우 wool직물의 권축성 개발에 저IV PET/PET로 조합된 원형의 복합혼섬 형태인 side by side형 복합사⁴⁾로 소모조 소재로 전개 되고 있는데, 권축발현 side by side 복합소재의 대표적인 제품은 PET/저IV PET 복합형 Z-10⁵⁾을 예로 들 수 있다.

[†]Corresponding author. Tel.: +82-53-850-7205; Fax.: +82-53-850-7605; e-mail: mspark@kiu.ac.kr

Table 1. Spinning condition of latent crimped POY(50d/12f)

Sample	Spinning Temp.(°C)	Spinning speed (m/min)	Quenching	Chip
Latent POY 50d/12f	285~292	2900~3200	Cross/18°C	Low IV PET

Table 2. Characteristic of latent crimped POY(50d/12f)

Sample	Denier	Tenacity (gf/d)	Strain (%)	Oil pick up	Thermal stress	
					Max. Thermal stress(gf)	Max. Thermal stress temp. (°C)
Latent POY 50d/12f	51.16	2.33	123.92	0.49	4.84	91.8

이후 국내 외에서 side by side형 복합사 개발에 대한 특허가 많이 출현^{6,7)}되어 왔다. 이러한 new worsted wool-like 소재 개발은 천연섬유의 단점을 보완하여 인조섬유의 우수한 특성을 발현시킴과 동시에 천연섬유를 능가하는 새로운 촉감을 갖게 하는 신소재의 개발과 연구⁸⁾로 진행되어 왔으나 new worsted wool 소재 제품의 최종 용도에 적합한 특징을 잘 발현시키기 위한 기술과 생산 공정의 선택을 접목시키기 위한 감성은 부족한 실정이다. 그리고 양모 직물에 사용되는 천연 양모사의 섬도는 일반적으로 80 Nm가 주종을 이루어 왔으나 최근에는 150 Nm-170 Nm 범위의 세섬도화가 이루어지고 있어 이를 사용한 양모 직물의 초 박지화가 빠르게 진행되고 있으나 polyester를 이용한 합성섬유의 worsted wool-like화 기술은 아직까지 그 기술이 일반화가 되지 못하고 있다.

직물의 객관적인 태 평가는 Kawabata⁹⁾에 의하여 평가방식이 확립된 이래 이 방식을 이용한 폴리에스테르 직물의 역학적 특성에 관한 연구로는 신합섬 직물의 역학적 성질은 사의 종류와 제직조건에 많은 영향을 받는다는 연구^{10,11)}와 폴리에스테르 직물의 공정특성과 역학적 성질¹²⁾, 감량조건에 따른 폴리에스테르 직물의 역학적 성질¹³⁾ 등 주로 일반적인 폴리에스테르 직물의 제조조건에 따른 연구 위주로 진행되어 왔다. 그러나 신합섬 직물^{13,14)}과 복합가공사를 이용한 직물의 태에 관한 연구¹⁵⁾는 어느 정도 연구되어져 왔으나 side by side형 복합사를 이용한 new worsted wool-like 직물에 대한 연구로는 극히 미비한 실정이다.

따라서 본 연구는 세섬도 이면서 고수축 및 신축기능을 갖는 side by side형 소재를 개발하고

이들의 구조제어에 따른 물성을 조사함과 동시에 이를 사용한 직물의 역학적 특성 등을 조사하여 기술과 생산 공정의 선택을 접목시킨 초 박지 new worsted wool-like 직물 제품을 연구 개발하기 위한 기초적인 자료를 제공하고자 한다.

2. 실험방법

2.1 잠재권축사의 제조

신축기능을 갖는 잠재 권축사를 제조하기 위하여 conjugated spinning에서 POY 50d/12f인 단면이 중공형인 잠재 권축사를 Table 1의 조건으로 제조하였고, 제조된 POY사의 물성은 Table 2과 같다. 그리고 제조된 잠재권축사의 단면은 Fig. 1에 나타내었는데 단면이 중공형임을 확인하였다.

2.2 잠재권축 가공사 제조

2.1에서 방사 제조한 잠재권축 POY 50d/12f를 draw-winder(Zinser사, 독일)를 이용하여 신축기능을 갖는 연신사(30d/12f)를 제조하였으며, 또한 제조된 잠재권축 POY 50d/12f를 이용하여 muratec

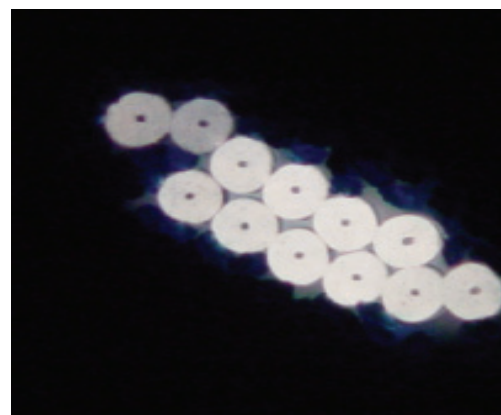


Fig. 1. Crosssection of latent crimped POY.

Table 3. Drawing condition of latent crimped POY(30d/12f)

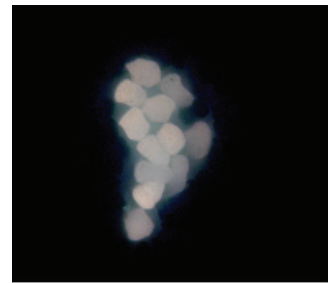
Raw sample	Yarn speed (m/min)	First R/O Temp. (°C)	Second R/O Temp. (°C)	Hot plate Temp. (°C)	Draw ratio
POY(30d/12f)	700	80~100	40~60	130~160	1.60~1.65

Table 4. DTY preparation of latent crimped POY(30d/12f)

Raw sample	Yarn speed (m/min)	1st heater Temp. (°C)	Velocity Ratio(VR)	Draw ratio
POY(30d/12f)	400	165	40~60	1.685



(a) Drawn yarn(30d/12f)



(b) DTY yarn(30d/12f)

Fig. 2. Photograph of latent crimped yarn(crosssection).

33H belt type 사가공 설비로 DTY (30d /12f)를 제조하였다. 사 가공조건은 Table 3과 4에 나타내었다.

Fig. 2의 (a)는 잠재권축 POY 중공사(50d/12f)를 연신하여 30d/12f인 잠재권축 연신사의 단면을 나타낸 것이고 (b)는 POY(50d/12f)를 DTY가공하여 30d/12f인 잠재권축 DTY사의 단면을 나타낸 것이다. 여기서 보면 연신한 (a)의 경우는 사의 단면에 중공의 효과가 그대로 나타나고 있음을 알 수 있으나 DTY가공한 (b)의 경우는 사의 단면에 중공의 효과가 없어짐과 동시에 단면이 원형이 아닌 이형단면이 됨을 알 수 있다.

2.3 가공사의 물성

2.3.1 시료

시료는 후 가공공정을 고려하여 비수(100°C)에서 20분간 처리 후, 120°C, 140°C, 160°C, 180°C의 건열에서 5분, 10분, 30분, 60분간 0.1g/d의 장력을 부여한 상태에서 긴장 처리한 후 시료로 사용하였다.

2.3.2 밀도

각 시료의 밀도는 밀도 구배관법으로 측정하였다.

2.3.3 복굴절

편광현미경(Zeiss, mf-Aks Automatic-2)을 사용하여 546.1nm의 단색광으로 retardation을 구한 후 광학현미경으로 실측한 섬유직경을 사용하여 각 시료의 복굴절률을 산출하였다.

$$\Delta n = \frac{R}{d}$$

Δn : rate of birefringence

R : retardation

d : diameter of fiber

2.3.4 수축률

수축률은 각 시료길이의 길이를 30cm로 하여 0.1g/d의 장력을 부여하여 아래의 식에 의하여 수축률을 각각 계산하였다.

$$\frac{l-l'}{l} \times 100$$

l : sample length before treatment

l' : sample length after treatment

2.3.5 초기탄성률

초기탄성률과 인장신도는 UTM(Hounsfield사 영국)을 사용하여 얻은 S-S curve에서 초기탄성률을 구하였다. 이때 측정조건은 아래와 같다.

Full scale: 10kgf

Load cell: 50kgf

Sample length: 10cm

Extension speed: 3cm/sec

Table 5. Specification of fabrics used

Sample	Spec.(warp, weft)	Weft density(picks/in)	Weight(g/m ²)	Thickness(mm)
Fabric 1	WP: 50d/36f, Twist(1000T/M) WT: 30d/12f latent(DTY)	130	10.8	0.67
Fabric 2	WP: 50d/36f, Twist(1000T/M) WT: 30d/12f(High shrinkage)	130	11.1	0.69
Fabric 3	WP: 50d/36f, sizing yarn WT: 30d/12f drawn yarn	130	9.2	0.91
Fabric 4	WP: 50d/36f, sizing yarn WT: 30d/12f DTY	130	10.2	0.80
Fabric 5	WP: 50d/36f, sizing yarn WT: 30d/12f(High shrinkage)	130	10.2	0.78

2.4 직물 제조

흡한 속건과 신축기능성을 갖는 직물을 제조하고자 연사 직물의 경우는 경사는 전보¹⁵⁾에서 보고된 이형단면(+형) 연사(1000 T/M)를 사용하였고 sizing직물의 경우 경사는 연사직물에 사용된 원사를 sizing하여 사용하였으며 위사는 2.2에서 제조된 잠재권축 DTY (30d/12f)와 연신사(30d/12f)와 S사에서 제공된 High shrinkage (30d/12f)사를 연사직물과 sizing직물에 같이 사용하여 5종의 wool-like 직물을 제조하였다. 이때 직물의 총 경사율은 1600으로 하였고 조직은 5매 주자직으로 하였다. 이때 직물의 제조 조건은 Table 5와 같다.

2.4.1 직물의 역학적 특성

직물의 역학적 특성을 조사하기 위하여 시료는 제조된 직물을 rotary washer에서 정련 발호하여 사용하였다. 그리고 제조된 5종 직물의 역학적 특성 치는 Kawabata등에 의해서 제안된 KES-FB 1~4 System을 이용하여 경·위사 방향의 16가지의 역학적 특성 치를 측정 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 잠재권축 가공사의 밀도

Fig. 3은 잠재권축사(30d/12f)를 연신한 시료와 DTY 처리한 시료의 열처리 시간에 따른 밀도의 변화를 열처리 온도별로 나타낸 것이다. 전체적으로 볼 때 열처리 시간이 30분 까지는 밀도가 증가하고 있으나 그 이상의 시간에서는 거의 변화가 나타나지 않고 있고 처리온도 140℃, 160℃에서 밀도의 증가폭이 크게 나타났음을 알 수 있다.

열처리 온도 160℃, 열처리 시간 30분에서 보면 연신한 시료의 경우는 밀도가 약 1.361g/cm³ 정도로 나타나지만, DTY 가공한 시료의 경우는 약 1.375g/cm³로 높게 나타나고 있다. 이는 연신한 경우에는 사의 중공형태가 존재하고 있으나 DTY 가공한 시료의 경우는 중공효과가 없어서 겉보기 밀도가 높게 나타난 결과라 생각된다.

3.2 가공사의 복굴절

Fig. 4는 잠재권축사(30d/12f)를 연신한 시료와 DTY 처리한 시료의 열처리 시간에 따른 복굴절의 변화를 나타낸 것인데 전체적으로 보면 결정

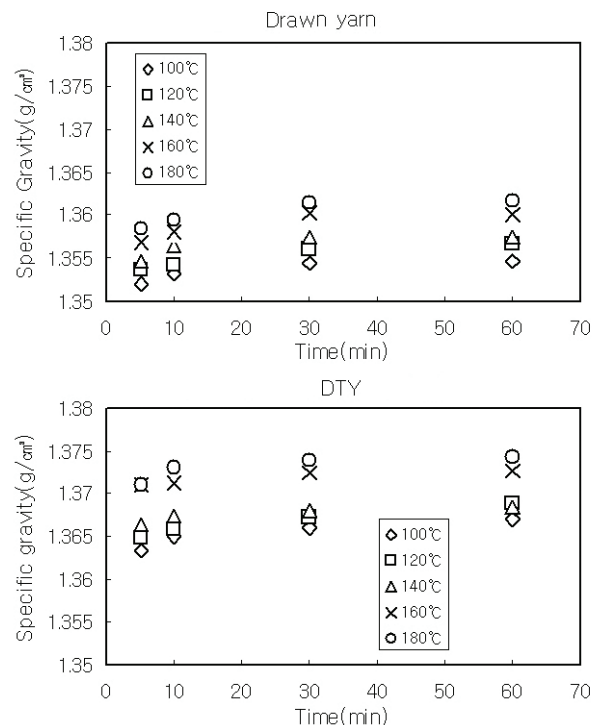


Fig. 3. Specific gravity depending on treatment time at various temperature.

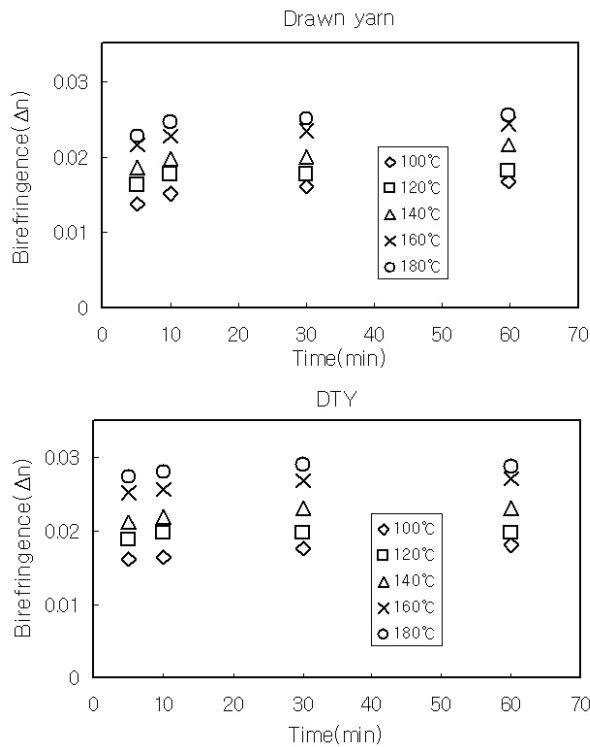


Fig. 4. Birefringence depending on treatment time at various temperature.

화도의 변화와 비슷한 거동을 하고 있음을 알 수 있다. 그리고 연신한 시료보다 DTY 처리한 시료의 복굴절이 조금 높게 나타나고 있는데, 이는 Table 3과 4에서 나타난 바와 같이 DTY 가공시 열고정 온도와 연신비가 연신한 시료의 열고정 온도와 연신비 보다 높은 결과 배향 결정화가 촉진되어 복굴절이 높게 나타난 것으로 생각된다.

3.3 가공사의 수축률

Fig. 5는 잠재권축사(30d/12f)를 연신한 시료와 DTY 처리한 시료의 열처리 시간에 따른 수축률의 변화를 나타낸 것이다. 연신한 시료의 경우 수축률이 열처리 시간과 온도에 의한 영향은 크게 나타나지 않고 있어 수축률이 100°C 30분에서 약 5%, 180°C 30분에서 약 10% 정도로 낮게 나타났음을 알 수 있으나 DTY 처리한 시료의 경우는 100°C 30분에서 약 10%, 180°C 30분에서 약 18% 정도로 높게 나타나고 있는 것으로 보아 수축률은 시료를 연신한 경우보다 DTY 처리한 시료가 열처리 온도와 시간에 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있다. 그리고 열처리 시간에 의한 영향보다 열처리 온도에 의한 영향이 높게 나타났다. 이는 열처리 온도가 높을수록 결정화가 진행되면서 비정형 부분의 분자 쇄가 결정영역

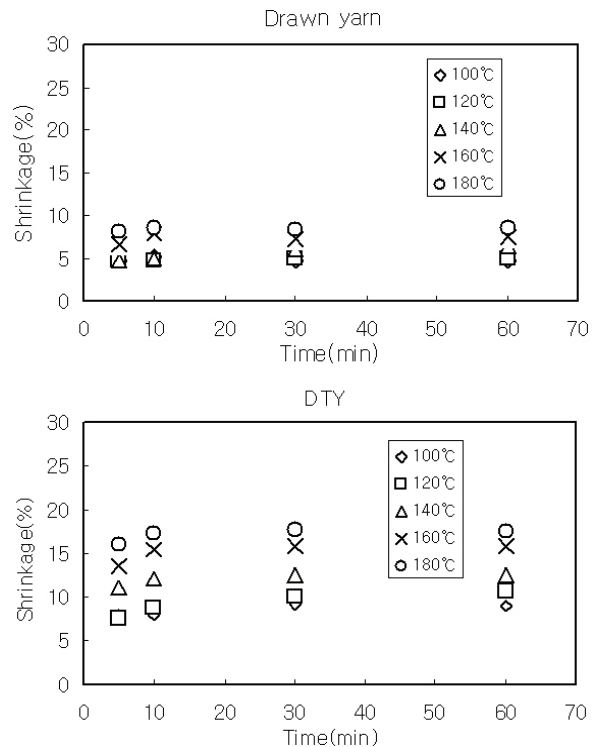


Fig. 5. Shrinkage depending on treatment time at various temperature.

으로 재배치되어진 결과¹⁶⁾ 수축률이 증가한 것으로 생각되며 또한 열처리 시 무긴장 처리한 결과 DTY 경우는 false twist에 의하여 연신한 경우보다 bulk성이 증가하여 yarn을 구성하는 filament가 disorientation을 일으켜 열처리에 의하여 coil형으로 되면서 수축률이 높아진 것¹⁷⁾으로 생각된다.

3.4 가공사의 초기탄성률

Fig. 6은 잠재권축사(30d/12f)를 연신한 시료와 DTY 처리한 시료의 열처리 시간에 따른 초기탄성률의 변화를 나타낸 것이다. 전체적으로 보면 열처리 시간이 많을수록 온도가 높을수록 초기탄성률의 변화가 높게 나타나고 있으며 열처리 시간이 30분까지는 초기탄성률이 증가하고 있으나 그 이상의 시간에서는 변화가 나타나지 않고 있으며 DTY사의 경우가 연신사의 경우보다 초기탄성률의 값은 높게 나타나 잠재권축사를 연신한 경우 열처리 온도 180°C, 시간 30분에서는 초기탄성률이 약 1.0kg/den로 나타났으나 잠재권축사를 DTY가공한 경우는 열처리 온도 180°C, 시간 30분에서는 약 1.4kg/den로 높게 나타나고 있다. 이는 초기탄성률은 비결정 영역의 분자 쇄에 영향을 많이 받는데¹⁸⁾ 열처리 온도가

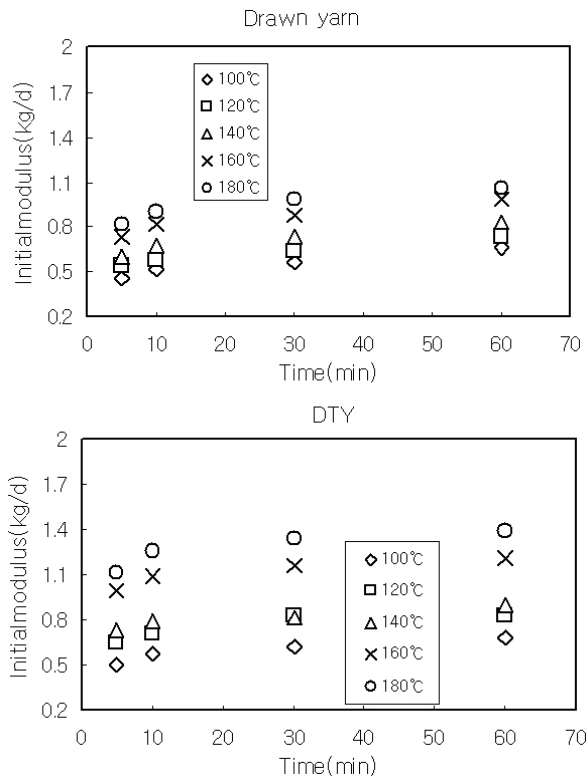


Fig. 6. Initial modulus depending on treatment time at various temperature.

높고 처리시간이 길수록 결정화도가 높아짐에 따라 비결정부분인 tie chain의 수가 증가하여진 결과라 생각되고 false twist가 많을수록 열수축률은 증가되어 초기탄성률이 더욱 높게 나타난 것으로 생각된다.

3.5 직물의 인장성질

Fig. 7은 Table 4의 조건으로 제작된 5종의 직물의 WT(인장에너지), RT(인장회복도)의 값을 나타낸 것이다. WT는 위사를 DTY사로 사용한 경우, 경사를 연사한 경우(Fabric 1)가 sizing한 경우(Fabric 4)보다 WT는 높게 나타나고 있으며, 경사를 sizing 한 경우에는 위사를 DTY로 사용한 경우(Fabric 4)보다 연사를 사용한 경우(Fabric 3)가 높게 나타남을 알 수 있다. 이는 연사한 경우에는 yarn의 내마모성이 증가함으로 인장 피로도가 증가한 결과라 생각되며 또한 인장성질은 경,위사간의 crimp에 의하여 결정되어 지는데 연신사가 DTY사 보다 경사와 교차 시 위사의 부출효과가 적어짐으로 상대적인 crimp효과가 적어짐에 따라 직물을 인장 시키는데 많은 힘이 필요한 결과³⁾로 생각된다. 위사로 high shrinkage사로 사용한 경우(Fabric 2, Fabric 5)에

는 연신사와 DTY사를 위사로 사용한 경우보다 WT는 높게 나타났다.

RT(인장회복도)의 경우를 보면 경사를 연사한 경우(Fabric 1)가 sizing한 경우(Fabric 4)보다 RT는 낮게 나타나고 있어 WT의 경우와 반대되는 현상을 나타내고 있다. 이는 꼬임이 있는 연사를 사용한 경우 일정 하중 시 yarn의 신장이 커지므로 탄성률이 감소하여 일의 양인 WT는 증가하는데 비하여 회복력은 약해진 결과¹⁹⁾라 생각된다.

3.6 직물의 굽힘성질

Fig. 8은 제작된 5종의 직물의 강연도(Koshi)와 반발탄력성(Hari) 그리고 조화성(Shinayakasa)의 첫 번째 군에 속하는 B(굽힘강성), 2HB(굽힘이력)의 값을 나타낸 것이다.

굽힘 성질의 변화는 경사를 연사한 경우(Fabric 1)보다 sizing한 경우(Fabric 4)의 B값이 낮게 나타나고 있으며 위사를 DTY사를 사용한 경우(Fabric 4)가 연사한 경우(Fabric 3)보다 낮게 나타나고 있어 경사에 sizing사, 그리고 위사를 DTY사를 사용한 경우 반발탄력성의 감소와 조화성의 증가에 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

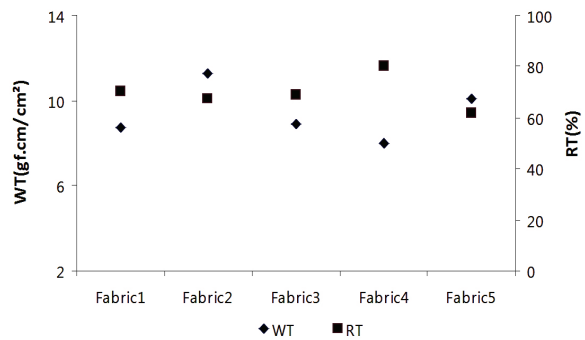


Fig. 7. Tensile energy(WT) and tensile resilience(RT).

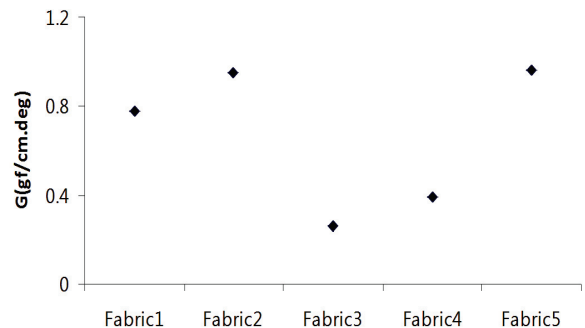


Fig. 8. Bending rigidity(B) and hysteresis bending moment.

이는 경사의 경우 sizing 경우보다 연사한 경우, 그리고 위사에 사용된 DTY사 경우보다 연사는 Fig. 6의 결과에서 나타난 것과 같이 DTY사 보다 인장탄성계수가 낮게 나타남으로 굽힘에 대한 저항이 감소하므로 쉽게 굽혀진 결과라 생각된다. 굽힘이력(2HB)의 변화는 굽힘강성(B)의 변화와 비슷한 거동을 하고 있음을 알 수 있는데, 굽힘거동은 마찰요소와 탄성요소의 복합적으로 일어나나 굽힘이력은 마찰요소에서 발생하는데 연사를 사용하는 경우가 sizing사 또는 DTY사를 사용하는 경우보다 섬유상호간 마찰면적과 접촉점이 줄어들고 굽힘거동 시 yarn 상호간 구속력을 잃고 미끄러짐이 증가하여 굽힘이력(2HB)이 높게 나타난 결과⁸⁾라 생각된다.

3.7 직물의 전단성질

Fig. 9는 가공사의 꼬임수 변화에 따른 반발탄력성(Hari), 깔깔이(Shari), 강연도(Koshi)에 영향을 미치는 G(전단 강성)의 값을 나타낸 것인데 여기서 보면 위사를 DTY로 사용한 경우, 경사를 연사한 경우(Fabric 1)가 sizing한 경우(Fabric 4)보다 G는 높게 나타나고 있으며, 경사를 sizing한 경우에는 위사를 DTY사로 사용한 경우(Fabric 4)보다 연사를 사용한 경우(Fabric 3)가 낮게 나타남을 알 수 있어, 같은 위사를 사용한 경우에는 sizing한 경우보다 연사한 경우가, 같은 경사를 사용한 경우에는 DTY사를 사용한 경우가 연사를 사용한 경우보다 반발탄력성은 높게 나타나며 깔깔이(Shari), 강연도(Koshi)는 낮게 나타남을 알 수 있다. 전단강성은 연사의 경우 꼬임에 의하여 실의 길이 방향으로 수축이 일어나 폭 방향이 확장되어 전단강성은 증가하지만 이 연구에서는 꼬임 수가 적어 꼬임에 의한 위사 방향의 compactness 영향보다는 꼬임에 의해 sizing사 또는 DTY사 보다 effect의 부출 부분의 감소로 인하여 구성 섬유간의 마찰 면적과 접촉점이 줄어든 결과라 생각된다. 위사를 high shrinkage사로 사용한 경우(Fabric 2, Fabric 5)에는 연신사와 DTY사를 위사로 사용한 경우보다 G는 높게 나타났다.

3.8 직물의 압축성질

Fig. 10은 풍유도(Fukurami)에 많은 영향을 미치는 LC(압축선형도)와 WC(압축에너지)의 변화를 나타낸 것인데 경사를 연사한 경우(Fabric 1)

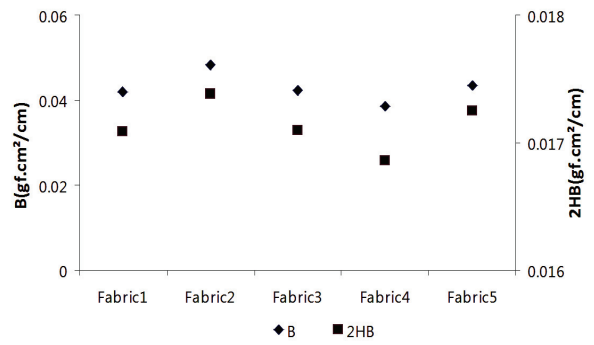


Fig. 9. Shear rigidity(G) of the tested samples.

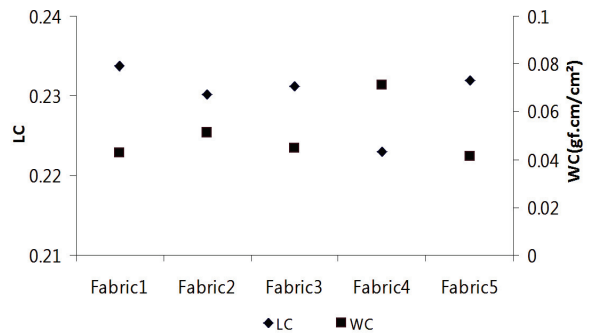


Fig. 10. Linear compression(LC) and linear compression energy(WC).

보다 sizing한 경우(Fabric 4)의 LC 값이 낮게, WC 값은 높게 나타나고 있으며 위사를 DTY사를 사용한 경우(Fabric 4)가 연사한 경우(Fabric 3)보다 LC값이 낮게, WC 값은 높게 나타나고 있어 경사에 sizing사, 그리고 위사를 DTY사를 사용한 경우 풍유도의 효과에 많은 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

4. 결 론

신축기능을 갖는 side by side형 잠재권축사를 제조하여 이들의 물성을 조사함과 동시에 New worsted-Wool 소재를 개발하기 위하여 경사는 이형단면(+형) 연사(1000 T/M)를 사용하였고 위사는 잠재권축사를 연사(1000T/M)와 DTY 가공한 2종의 가공사를 사용하여 5종의 직물을 제조한 후 제조된 각 직물의 역학적 특성 치를 조사한 결과 다음과 같다.

1. 가공사의 열처리 온도 160°C, 열처리 시간 30분에서 연신한 시료의 경우는 겉보기 밀도가 약 1.361g/cm³ 정도로 나타나나 DTY 가공한 시료의 경우는 약 1.375g/cm³로 높게 나타났다.
2. 가공사의 수축률은 시료를 연신한 경우보다 DTY 처리한 시료가 높게 나타났으며 열처리

- 시간에 의한 영향보다 열처리 온도에 의한 영향이 높게 나타났다.
3. 잠재권축사를 연신한 경우 열처리 온도 180°C, 시간 30분에서는 초기탄성률이 약 1.0kg/den.로 나타났으나 DTY가공한 경우는 약 1.4kg/den.로 높게 나타나고 있다.
 4. 경사를 sizing 한 직물에서는 위사를 연사를 사용한 경우가 DTY로 사용한 경우보다 WT는 높게 나타났으며, 위사를 DTY사로 사용한 경우에는 경사를 연사한 직물의 WT는 높게 나타났다.
 5. 경사에 sizing사, 그리고 위사를 DTY사를 사용한 직물의 경우 반발탄력성은 감소하고 조화성은 증가하며 깔깔이(Shari), 강연도(Koshi)는 낮게 나타남을 알았다.
 6. 경사에 sizing사, 그리고 위사를 DTY사를 사용한 직물의 경우 풍유도의 효과에 많은 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

참고문헌

1. R. A. Partin, Wet Processing of Polyester Micro-fiber Fabrics, *American Dyestuff Report-b*, **80**, 43-44(1991).
2. Y. Chan, Characterizing Fabric End-use by Fabric Physical Properties, *Text. Res. J.*, **67**(4), 247-250(1997).
3. M. S. Park and Y. M. Choi, The Study on Mechanical Properties and Handle of the Micro-fiber Fabrics(I), *Textile Coloration and Finishing(J. Korean Soc. Dyers and Finishers)*, **11**, 73-82 (1994).
4. M. Ymaguchi, Development of "Z-10" Functional Fiber, *Seni Gakkaishi*, **58**, 220-223(2002).
5. O. Masakatsu, Multi Functional Fiber "Z-10", *J. Text. Mach. Soc. Japan*, **52**, 136-138(1999).
6. Hyosung Ltd., Conjugate Spinning of Side by Side Nozzle, Korean Patent., 10-2002-0051300 (2002).
7. Teijin Ltd., Elastic Core-sheath Type Conjugate Yarn and Elastic Woven or Knitted Fabric, Japanese Patent., 200200094558(2002).
8. M. S. Park and J. H. Yoon, The Mechanical Properties of Wool-like Fabrics Using Composite Textured Yarn, *J. Korean Society for Clothing and Industry*, **5**, 408-412(2003).
9. Kawabata S., "The Standardization and Analysis of Hand Evaluation(first edition)", The Text. Mach. Soc. of Japan, Osaka, 1975.
10. M. Matsudaira, The Effect of Fiber Cross-sectional Shape on Fabric Mechanical Properties and Handle, *J. Text. Inst.*, **84**, 376-386(1993).
11. M. Matsudaira, Feature of Mechanical Properties and Handle of Silk, *J. Text. Inst.*, **83**, 133-143(1992).
12. E. A. Bae, J. S. Lee, and Y. J. Jeong, The Effect of High Sensory Polyester Yarn Weaving Condition on the Fabric Hand, *J. Korean Fiber Society*, **38**, 667-674(2001).
13. K. A. Kim and M. S. Lee, The Assessment of Hand for Alkaline Hydrolyzed Polyester Fabrics(II), *J. Korean Fiber Society*, **34**, 830-839(1997).
14. M. H. Seo, Effect of Structure on the Mechanical Properties of Silky Fabric(I), *J. Korean Fiber Society*, **31**, 1038-1050(1994).
15. M. S. Park, The Physical Properties of Super Bulky Yarn According to Textured Condition, *J. Korean Society for Clothing and Industry*, **12**, 500-507(2010).
16. G. Valk, G. Jekkinek, and U. Schroder, The Noncrystalline State Within PET Fibers-Meaning and Characterzation by Mechanical Relaxation Measurement-, *Text. Res. J.*, **50**, 46-54(1980).
17. M. S. Park and J. H. Yoon, The Change of Crystal Structure and Physical Properties of Partially Oriented Polyester Yarn(POY) on the Draw Ratio and Heat Setting Temperature, *Textile Coloration and Finishing(J. Korean Soc. Dyers and Finishers)*, **12**, 103-110(2000).
18. R. W. Miller, J. H. Southern, and R. L. Ballman, Invastigation of Polyester Fiber Process/Structure Property Relationships Part 1, *Text. Res. J.*, **53**, 670-677(1983).
19. Selivansky D. and Lewin M., Strain Phenomena of POY Revealed by Thermal Retraction and Other Techniques, *J. Appl. Polym. Sci.*, **27**, 2337-2349(1982).