

〈연구논문(학술)〉

연사방법에 따른 아세테이트/폴리에스터 복합사 편성물의 역학적 특성 및 3D CAD System에 의한 외관특성

김소진¹ · 전동원 · 박영환*

이화여자대학교 의류직물학과, *한국생산기술연구원 디지털염색팀

Mechanical Properties and 3D CAD Images of the Appearance of Knitted Fabric with Acetate/Polyester Composite Yarn by Different Yarn Twisting Methods

So Jin Kim¹, Dong Won Jeon and Young Hwan Park*

Dept. of Clothing & Textiles, Ewha Womans University

*Digital Dyeing Technology Team, Korea Institute of Industrial Technology

(Received October 28, 2005/Accepted January 26, 2006)

Abstract—The purpose of this study was to examine the effect of different yarn twisting methods on mechanical properties and 3D CAD images of plain knitted fabrics made of composite yarns. Six yarns were used in this study: four different composite yarns of the six consist of acetate and functional polyester (Poly-M) with the ratio of 70:30, and the rest two are the original acetate 100% yarn and the poly-m 100% yarn. The four kinds of composite yarns were processed in combinations of twisting processes such as interlacing, false twisting, two for one twisting, combined twisting and single covering, and the two original yarns were knitted without any twisting process. Sixteen mechanical properties of all the six knitted fabrics, knitted under the same knitting conditions, were measured by KES-FB system with the outer knit condition. The results were as follows; 1) When the sample applied with the false twisting process at the temperature as high as 220 °C EMT, B, HB, G and RC values of samples increased which leads to increasing dimensional stability. 2) To gain the high bending and shear properties in the single covering process, selecting the core yarn with such properties is the most important factor. 3) Interlacing process effected to increase RC value. 4) False twisting process after interlacing process gave bulkiness and un-interlaced part in yarn was increased SMD value. The SMD value of the knitted fabric of the composite yarn, which was put through the combined twist process, was higher than those of which simple process such as the two for one twist or the single covering process applied. In order to achieve the silk-like surface feel of knitted fabric, the single covering process is recommended. 5) Examining the simulation images of the knitted fabrics of composite yarn, which were generated by the 3D CAD system based on the mechanical properties of the fabric, led that appearance could be changed as different twisting methods were applied.

Keywords : KES-FB, Twisting, Interlacing, False Twist, Single covering, 3D CAD Image

1. 서 론

최근 소비성향이 고급화, 다양화해짐에 따라 의복구매에 있어 심미성, 착용감, 헬스케어 및

고감성, 고기능성 부여의 요구가 증대되어 이를 충족시키고자 복합사의 개발이 성행하고 있다¹⁾.

복합사는 물성이나 형태가 다른 복수의 소재 성분을 섬유 사이에 공존시키는 것으로 새로운 데, 기능, 외관 광택을 부여하거나 개량할 수 있는 장점이 있다. 이러한 복합사를 제조하는 방법

¹Corresponding author. Tel.: +82-31-496-6725; Fax: +82-31-496-6720; e-mail: sjkim@kitech.re.kr

중 복합사를 구성하는 각 원사들을 연사공정에서 합연하는 방법이 있다. 합연하는 방법에는 인터레이스 노즐을 이용하여 공기유체가 필라멘트축에 수직으로 충돌하면서 성질이 다른 섬유를 교락시키는 인터레이싱(interlacing) 공정을 거친 후 다양한 방법으로 연사하는 방법, 한 원사를 투포원 트위스팅시키면서 다른 원사로 커버링하여 다른 원사가 돌출사로 나타나는 복합공정(combined twisting) 방법 및 단순히 한 원사를 다른 원사로 커버링시키는 방법 등이 있다. 여러 다양한 방법의 연사공정에 따라 직물이나 편물로 제직/제편하였을 경우, 태와 직접적인 관계가 있다고 볼 수 있으며 이는 최종 제품의 품질과 성능을 좌우하게 된다. 특히 기능성과 실용성을 고루 만족시켜줄 수 있는 고부가가치 상품에 대한 충족 상품으로 최근 직물보다 니트가 각광을 받고 있으며, 대중화되어 수요가 증가되고 있다. 그러나 현재까지 니트의 태에 관한 연구는 편성 조건과 다양한 변화 조직 및 밀도가 태에 미치는 영향을 조사한 논문^{2,4)}이 대부분이며, 연사공정에 따른 실의 형태 변화에서 기인한 편성물의 태나 역학적 특성에 관한 연구는 거의 수행되지 않은 실정이다.

따라서 연사공정을 달리 한 후, 편직 조건을 통일하여 제편한 편성물의 태에 관련된 역학적 특성과 가상봉제시스템을 사용하여 의복으로 형상화한 시물레이션을 제시하여 연사방법에 따른 외관의 변화를 살펴보고자 한다. 인터레이싱, 가연(假然, false twisting), 투포원 트위스팅, 컴바인드 트위스팅 및 커버링등의 다양한 연사공정 방법은 사형태의 변화를 초래하여 제편하게 되면 편성물의 태에 많은 변화를 줄 것으로 예측된다. 다양한 복합사의 소재 중 아세테이트와 기능성 폴리에스터를 합사하여 만든 복합사로 의복을 제조하게 되면, 아세테이트의 장점인 실크 광택과 저수축성이 부각되고, 흡한속건과 저수축의 기능을 가진 폴리에스터의 강도와 내구성이 아세테이트의 단점인 마모강도를 보완하면서 상기 기능을 발휘시킬 수 있을 뿐만 아니라 실키하고 차가운 질감의 하절기용 고급니트 제품에 사용되는 아크릴 필라멘트를 대체할 수 있어 최근 수요가 급증되고 있다. 게다가 기능성 폴리에스터는 흡한속건, 저수축의 기능을 가지고 있어 후가공을 줄일 수 있는 장점도 가지고 있다.

본 연구에서는 아세테이트(120d/34f)와 기능성

폴리에스터(50d/36f)를 70:30의 비율로 혼합하여 각각 다른 4가지 연사공정을 거친 복합사를 제조하였다. 4가지 연사 공정을 거친 복합사와 복합사의 구성원사인 아세테이트 100% 원사와 기능성 폴리에스터 100% 원사까지 총 6종을 같은 조건으로 편직하여 KES-FB⁵⁾를 이용하여 각 편성물의 역학적 특성치를 측정하여 평가하였고, 실제 의복으로 만들었을 때의 외관특성을 살펴보기 위하여 가상봉제시스템인 3D CAD SYSTEM⁶⁾에 의해 생성된 의복의 3차원적인 외관 시물레이션을 제시하였다. 이는 앞으로 니트 제품 제작시 용도에 맞는 역학적 특성치 및 외관을 얻기 위한 연사 공정 방법의 선택에 있어 체계적인 자료를 제시하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

2. 실험

2.1 시료

2.1.1 편사

4가지 다른 연사공정을 거친 아세테이트와 흡한속건, 저수축의 기능을 가진 기능성 폴리에스터(이하 Poly-M)를 70:30의 비율로 혼합한 복합사 4종과 복합사의 구성원사인 아세테이트 100%와 Poly-M 100% 원사까지 총 6종의 원사가 편사로 사용되었다. 편사로 사용된 복합사의 구성원사인 아세테이트와 Poly-M 및 연사공정을 통해 제조한 복합사 4종인 AP1~AP4의 특성을 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Characteristics of the composite yarns

	Yarns	Denier/Filament	Maker
1	Acetate	120d/34f	Celanese(US)
2	Poly-M	50d/36f	Huvis(Korea)
3	AP1	170d/70f	-
4	AP2	170d/70f	-
5	AP3	170d/70f	-
6	AP4	170d/70f	-

2.1.2 복합사의 연사공정

복합사 4종의 각 연사공정을 살펴보면 다음과 같다. 첫 번째 복합사인 AP1은 인터레이싱 편와인더(CSW1-B&P, CST 사, Korea)에서 0.08MPa 압력의 공기로 교락시키면서 권취속도 630m/min로

편와인더에 감았다. 인터레이싱 공정을 거친 이유는 서로 다른 2종의 복합사를 투포원 트위스팅 시키려면 중량의 차이로 연사과정 중 원심력에 의해 가벼운 실은 안쪽으로 돌고, 무거운 실은 바깥쪽으로 돌게 되는 것을 방지하기 위해서이다. 공기로 두 원사의 중간 중간을 교락시켜 1본의 복합사로 만들어주면 중량 차이에 의한 원심력의 차이가 없어지게 되므로 두 원사의 투포원 트위스팅을 가능하게 한다. 인터레이싱 편와인더가 끝난 복합사 AP1은 투포원 트위스터(CST1-T, CST 사, Korea)를 사용하여 Z 방향으로 700 tpm(twist per meter)의 꼬임을 주고, 과다 장력을 방지하기 위해 스팀셋팅기(YH-VSS1, 영흥기계주, Korea)에서 90 °C, 30 분 동안 형태를 안정시키고, 가연기(false twister, CST1-FT, CST 사, Korea)에서 220 °C의 고온으로 Z 방향으로 1,650 tpm의 가짜 꼬임을 부여한 후, 다시 스팀셋팅기에서 90 °C, 30분 동안 2차 형태안정의 공정을 거쳐 만든 복합사이다. 두 번째 복합사인 AP2는 인터레이싱 편와인더에서 AP1과 같은 조건으로 두 원사를 공기로 교락시키면서 편와인더에 감은 후, 투포원 트위스터를 사용하여 Z 방향으로 700 tpm의 꼬임을 주고 과다 장력을 방지하기 위해 스팀셋팅기에서 90 °C, 30 분 동안 형태안정 시킨, 즉 AP1의 가연전 상태의 복합사 라고 할 수 있겠다. 세 번째 복합사 AP3은 편와인더(CSW1-B&P, CST 사, Korea)로 Poly-M사를 감은 후, 컴바인드 트위스터(two for one twisting and covering의 복합)(CST1-T, CST 사, Korea)에 장착하여 Poly-M을 Z 방향으로 700 tpm 투포원 트위스팅시

키면서 아세테이트가 커버링되는 복합 연사공정인 콤파인 트위스팅을 시켜 120 °C에서 30 분 동안 스팀셋팅기에서 형태를 안정시켰다. 콤파인 트위스터에서 꼬임을 부여하게 되면 투포원 트위스터에서 꼬임을 부여했을 때 보다 커버링이 더 첨가되기 때문에 상대적으로 연수가 많아지게 되므로 그만큼 형태안정이 어려워 셋팅 온도를 다른 편사보다 높게 하였다. 마지막으로 AP4는 커버링사인 Poly-M을 보빈와인더(CSW1-B&P, CST 사, Korea)에서 감은 뒤, 싱글커버링기(CST1-C, CST 사, Korea)에 장착 시킨 후, Poly-M 사가 심사인 아세테이트를 Z 방향으로 700 tpm 커버링 하여 과다 장력을 방지하기 위해 스팀셋팅기에서 90 °C, 30분간 형태안정시킨 복합사이다. 각 복합사의 와인딩 공정을 생략한 연사공정을 Table 2에 나타내었다.

2.1.3 염색

모든 편사는 치즈염색기(C-101, 세웅, Korea)에서 1% o.w.f. 농도의 분산염료(Disperse Sky Blue PPA New, Japan Chem., Japan)로 100 °C에서 60 분간 사염하였다. 분산제는 Synthopal-SNM (음이온계 계면활성제, 동림유화)을 사용하였으며, pH는 acetic acid(CH3COOH, DAEJUNG) 1급 시약을 사용하여 조절하였다. 사염 후 콘에 감긴 밀도를 감안하여 90 °C에서 30분간 환원세정을 하였다.

2.1.4 시료의 편성조건

컴퓨터 자동 횡편기(119TC, 한신기계, Korea)를 사용하여 평편조직으로 편직하였으며, 16G로 하여 복합사는 3ply, 복합사의 구성원사는 4ply로

Table 2. Twisting processes of four different composite yarns

Yarns	Interlacing	Twisting Method	Steam Setting	False Twisting	Steam Setting
Acetate	-	-	-	-	-
Poly-M	-	-	-	-	-
AP1	0.08 MPa 630 mpm	2 for 1 Twisting (Z-700 tpm [*])	90 °C 30 min.	First Heater: 220 °C 148,000 rpm (Z-1,650 tpm [*])	90 °C 30 min.
AP2	0.08 MPa 630 mpm	2 for 1 Twisting (Z-700 tpm [*])	90 °C 30 min.	-	-
AP3	-	Combine Twisting (2 for 1 Twisting + Single Covering) (Z-700 tpm [*])	120 °C 30 min.	-	-
AP4	-	Single Covering (Z-700 tpm [*])	90 °C 30 min.	-	-

tpm^{*} : twist per meter

편성하였다. 편성속도는 0.45m/s로 설정하였다. 편성된 편성포의 1 inch 당 wale과 course의 밀도를 Table 3에 나타내었다. 복합사 편성물의 위사밀도는 모두 같게 나타났으나, 경사밀도는 AP3>AP1, AP4>AP2 순으로 낮게 나타났다. 컴바인드 트위스팅으로 보다 연수가 많은 AP3는 단단하게 꼬임이 부여되어 선밀도가 다른 복합사에 비해 높으므로 보다 타이트하게 편직되어 높은 밀도를 보이며, 인터레이싱 후 투포원 트위스팅을 한 AP2의 경사밀도가 가장 낮았다.

Table 3. Density of plain knitted fabrics

	Acetate	Poly-M	AP1	AP2	AP3	AP4
wale /course	25/32	17/29	23/30	21/30	24/30	23/30

2.2 외관 측정

2.2.1 사 형태의 관찰

각 원사 및 편사에 사용된 4종의 복합사는 주사 전자현미경(SEM: JSM-5510, JEOL 사, Japan)을 사용하여 가속전압 15kV하에서 35배 확대하여 관찰하였다.

2.2.2 포 형태의 관찰

각 원사 및 편사에 사용된 4종의 복합사로 편직을 마친 후, 편성물의 태를 외관으로 관찰하기 위해 영상현미경(Sometech. Inc., Korea)을 사용하여 100 배율로 촬영하였다.

2.3 역학적 특성의 측정

시료의 역학적 특성치는 KES-FB⁵⁾를 사용하여 측정하였으며, 특성치와 측정 조건을 Table 4에 나타내었다. 시료의 크기는 20×20cm로 하여 측정하였고, 6가지 특성을 모두 wale 방향과 course 방향 별로 측정하여 평균을 구하였다. 모든 측정은 3 번 반복시험하여 평균치를 구하였다.

2.4 3D CAD System 에 의한 외관 특성

3D CAD System⁶⁾에 의한 시뮬레이션 데이터는 i-Designer(㈜테크노아, Korea) 프로그램을 사용하여 KES-FB에서 측정된 역학적 특성치 중 EMT, B, 2HB, G, 2HG, T 및 W 값을 기초로 의복의 3 차원 형상을 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

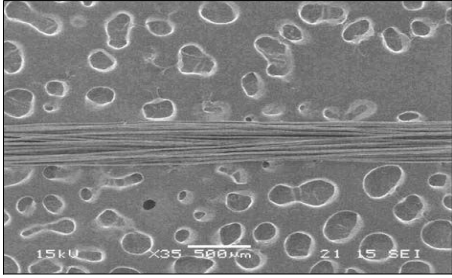
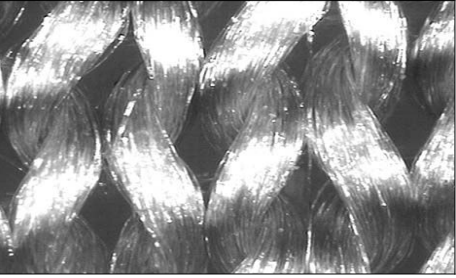
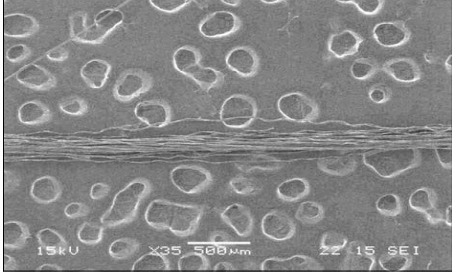
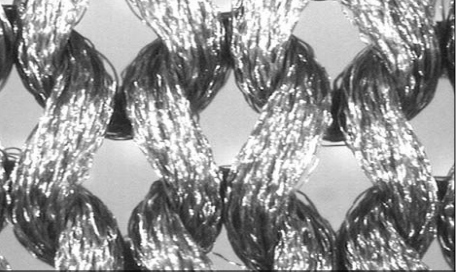
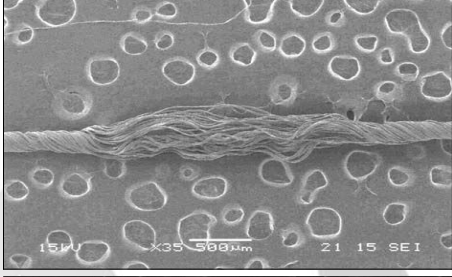
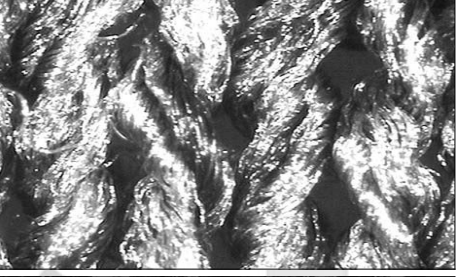
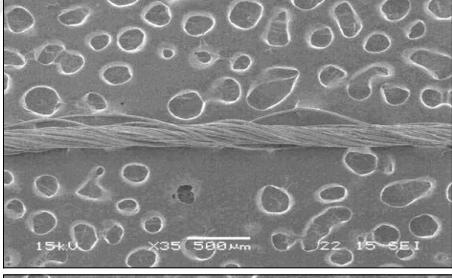
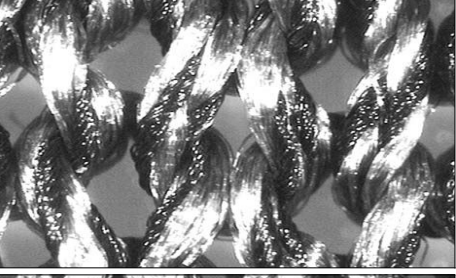
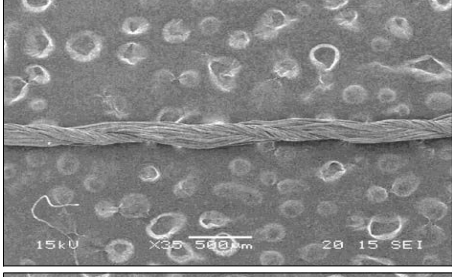
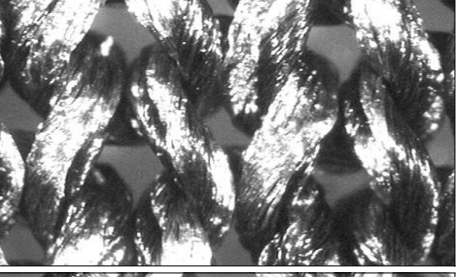
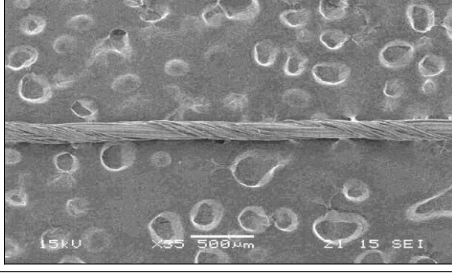
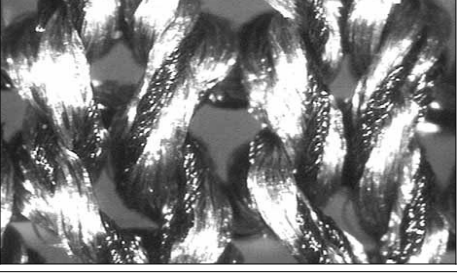
3.1 외관 관찰

Table 5에 복합사의 구성원사 2종과 연사방법이 다른 4종의 복합사 SEM 사진과 위의 6종의 편사를 같은 조건으로 제편하여 촬영한 영상현미경 사진을 나타내었다. 아세테이트(120d/34f) 원사와 Poly-M (50d/36f) 원사는 합연이나 연사공정을 거치지 않은 원사상태로 전혀 꼬임이 없는 선상이며, 아세테이트가 120d인데 비해 Poly-M 원사가 50d 로 가늘지만, 원사 자체에 크림프(crimp)가 있는 것으로 관찰되었다. 아세테이트는 매우 직선적(flat)이며, 필라멘트들이 치밀하게 구성되어 있고, 2 배 이상의

Table 4. Characteristic values of basic 16 mechanical properties of fabrics

Parameters	Description	Unit	
Tensile	EMT	Extension at maximum load	%
	LT	Linearity of load-extension curve	-
	WT	Tensile energy	gf·cm/cm ²
	RT	Tensile resilience	%
Bending	B	Bending rigidity	gf·cm ² /cm
	2HB	Hysteresis of bending moment	gf·cm/cm
Shearing	G	Shear stiffness	gf·cm·deg
	2HG	Hysteresis of shear force at 0.5 deg. of shear angle	gf/cm
Compression	LC	Linearity of compression thickness curve	-
	WC	Compressional energy	gf·cm/cm ²
	RC	Compressional resilience	%
Surface	MIU	Coefficient of friction	-
	MMD	Mean deviation of MIU	-
	SMD	Geometrical roughness	μm
Thickness	T	Fabric thickness	mm
Weight	W	Fabric weight	mg/cm ²

Table 5. SEM images of knitted yarns and pictures of plain knitted fabric

	SEM images of knitted yarns	Pictures of plain knitted fabrics
1. Acetate		
2. Poly-M		
3. AP1		
4. AP2		
5. AP3		
6. AP4		

높은 섬도차로 인해 동일 게이지의 니트로 제편되었을 경우, 루프 크기가 동일하기 때문에 섬도가 낮은 Poly-M에 비해 2배 이상의 섬도를 가진 아세테이트가 훨씬 견고해 보인다. 두 편성물의 밀도를 비교하면 아세테이트 편성물이 25×32, Poly-M 편성물이 17×29로 보다 기공이 많이 관찰되는 Poly-M 편성물이 현저하게 낮은 밀도를 갖는 것을 알 수 있었다. AP1사는 인터레이싱 후 가연(false twist) 효과로 얻어지는 벌키성 때문에 공기로 교락시킨 부분과 교락이 되지 않은 부분 개섬 부분이 혼재하는 것을 관찰할 수 있었다. 제편된 형태도가 가연공정에 의해 매끄럽지 않고 부품성이 있게 관찰되었다. 이에 반해 AP1사에서 가연공정을 거치지 않은 AP2사는 가연으로 인한 부품성이 없어 공기교락시킨 부분이 쉽게 관찰되지 않았으며, 편직된 형태는 아세테이트와 Poly-M이 트위스팅되어 두 원사가 거의 균일하게 돌출되는 모습을 볼 수 있다. 이에 반해 AP3사는 콤파인 트위스팅된 복합사로 Poly-M이 투포원 트위스팅이 되면서 두 번째 트위스팅에 아세테이트도 함께 커버링됨으로써 단순 투포원 트위스팅 공정보다 많은 연수를 갖게 되는 것을 볼 수 있다. 이는 AP2에 비해 더 단단하게 꼬임이 들어가서 단위길이당 실의 선밀도가 높아 보다 높은 경사밀도를 갖는 결과를 나타냈다. 편직된 형태를 살펴보면 Poly-M사가 두 번째 꼬임이 가해질 때, 아세테이트가 같이 연사되면서 돌출사로 더 많이 나와 더욱 견고한 꼬임을 갖는 형태가 되므로 경사밀도가 다른 복합사에 비해 높게 나타났다. AP4사는 Poly-M으로 아세테이트사를 커버링한 복합사로 가장 매끄러운 외관을 가졌다.

3.2 편포의 역학적 특성

3.2.1 인장(Tensile) 특성

인장특성은 편성포의 늘어지기 쉬움 및 회복성에 관계하는 특성으로, 이들 특성치 중 인장특성의 선형성(LT) 및 인장레질리언스(RT) 값이 낮은 값을 가지면 작은 힘으로 늘어지기 쉬움을 뜻하며, 특히 RT 값이 크면 치수안정성이 있음을 의미한다. Fig.1은 인장특성 중 LT 값을 나타내고 있다. 복합사의 구성원사인 아세테이트와 Poly-M을 살펴보면 120d의 아세테이트의 LT값이 50d의 Poly-M의 LT값보다 높았으며, 복합사 중에서는

가연공정을 거쳐 실에 벌키성이 부여된 AP1, LT값이 높은 아세테이트가 커버링되어 돌출사로 나오는 AP3, 아세테이트를 심사로 하고 Poly-M으로 싱글 커버링한 AP4, 두 원사를 공기교락한 후 투포원 꼬임을 준 AP2 순으로 높은 값을 가졌다. 아세테이트로 커버링된 AP3이 아세테이트가 심사로 들어간 AP4에 비해 단위길이당 높은 LT 값을 가지는 것은, AP3이 단위길이당 아세테이트의 밀도가 높기 때문인 것으로 사료된다. Fig. 2는 RT값을 나타내고 있다. RT값은 AP1>AP2>AP3>AP4>Poly-M>아세테이트 순으로 형태 안정성이 우수한 것으로 나타났다. 이 결과로 인터레이싱 공정이 두 원사를 교락시킴으로 치수 안정성을 높이며, 특히 가연(false twist) 공정을 거치면 벌키성으로 인한 권축이 생기므로 인장 회복력이 증가하는 것으로 보인다. 구성원사의 경우, 영상현미경으로 관찰되었듯이 직선형의 아세테이트 필라멘트에 비해 상대적으로 가늘고 비교적 권축이 있는 Poly-M이 아세테이트에 비해 높은 값을 가졌다. 인장 특성을 나타내는 또 다른 특성치로는 최대하중(Fmaxo)을 가했을 때의 신장변형을 나타내는 EMT(extensibility)와 WT(tensile energy) 값이 있다. 이들은 값이 커지면 대체로 쉽게 늘어나는 특성이 있다. Fig. 3은 EMT 값을 나타내고 있는데, 가연공정을 거쳐 실에 부품성이 증가한 AP1 편성물이 가장 큰 값을 나타냈다. 또한 구성원사 편성물의 EMT 값을 살펴보면, 아세테이트 편성물이 Poly-M에 비해 현저하게 낮은 신장변형성을 가지고 있으므로, 아세테이트를 심사로 쓴 AP4 편성물이 아세테이트사를 커버링사로 쓴 AP3 편성물에 비해 낮은 EMT 값을 나타냈다.

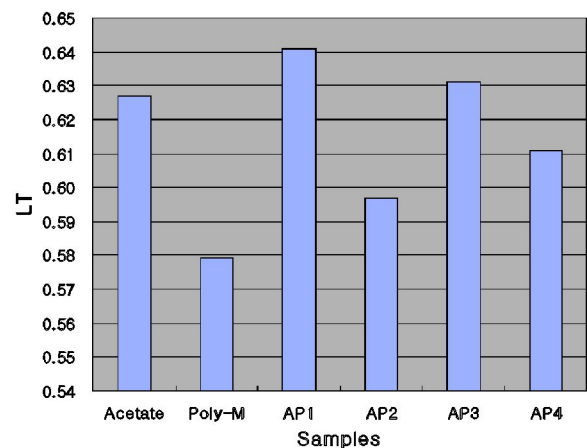


Fig. 1. LT of each sample.

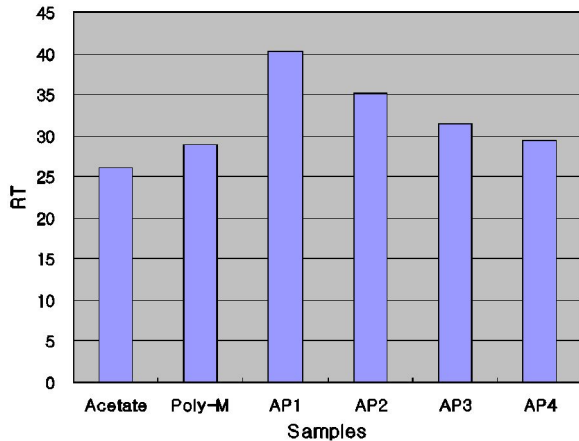


Fig. 2. RT of each sample.

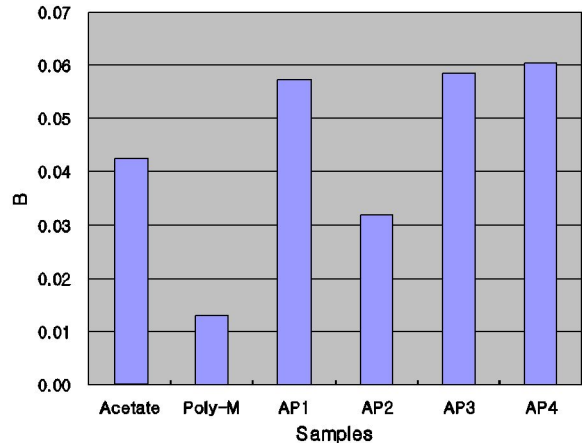


Fig. 4. B of each sample.

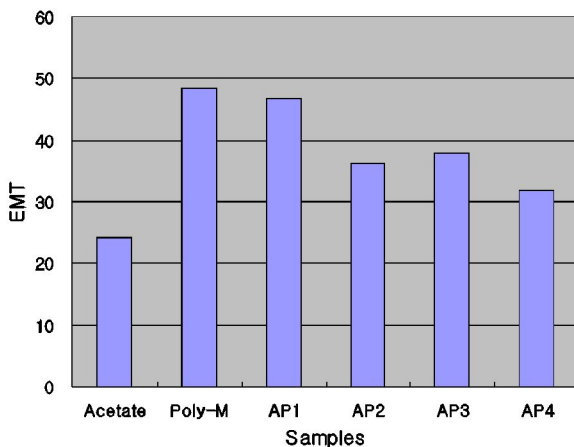


Fig. 3. EMT of each sample.

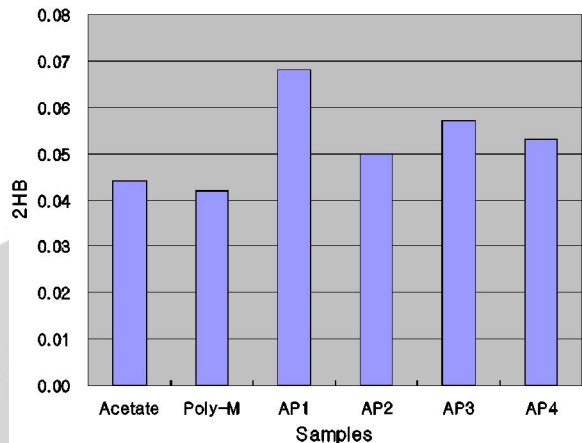


Fig. 5. 2HB of each sample.

3.2.2 굽힘(Bending) 특성

굽힘특성은 B(굽힘강성) 값과 2HB(굽힘이력) 값으로 나타나고 있는데, 이들 값이 작으면 유연하고 탄력성이 우수해져 인체의 곡선이 강조되는 실루엣 형성이 우수한 반면, 이들 값이 커지게 되면 뻣뻣한 촉감이 증가하여 잘 굽혀지지 않게 된다. Fig. 4는 굽힘특성 중 B 값을 나타내고 있다. 직선적인 아세테이트 편성물에 비해 원사에 약간의 권축이 부여되고, 섬도도 낮은 Poly-M 편성물의 B 값이 크게 낮았으며, 복합사별 B 값을 살펴보면 AP4 > AP3 > AP1 > AP2의 순으로 낮은 값을 나타냈다. 굽힘강성은 아세테이트사를 심사로 하여 싱글 커버링 공정을 거친 AP4의 값이 가장 높았으며, 싱글 커버링 공정에 있어 심사의 선택이 굽힘강성에 있어 주요한 요인으로 작용한다는 것을 알 수 있었다. Fig. 5는 굽힘 특성 중 2HB 값을 나타내고 있다. 2HB 값은 굽힘에 대한 탄성 회복성으로 아세테이트와 Poly-M 사간에 큰 차이는 없었다. 가연공정(false twist)에 의해 탄성 회복력도 증가함을 알 수 있었으며, 싱

글커버링으로 연사된 복합사 편성물인 AP4보다 컴바인드 트위스팅으로 연사되어 상대적으로 연수가 증가된 AP3의 2HB 값이 높게 나타났다.

3.2.3 전단(Shear) 특성

전단특성은 신체곡면과의 융합, 드레이프성 등에 영향을 미치는 요소로서 값이 크면 전단변형에 대한 큰 저항성을 보이는 것으로 전단탄력이 풍부하고, 볼륨감 있는 의복의 실루엣이 된다. Fig. 6에 각 시료들의 G(전단강성) 값과 Fig. 7에 2HG(전단이력) 값을 나타내었다. 아세테이트 편성물의 전단강성과 전단이력 값이 특히 높았다. 이는 아세테이트 원사가 매끄럽고 치밀할 뿐만 아니라 모노필라멘트들 간의 마찰력이 커서 전단변형에 대한 큰 저항성을 보이는 현상으로 판단된다. AP1은 가연후 별키성이 부여되어 복합사 편성물 중 전단변형에 대해 가장 큰 저항성을 보였다. 굽힘강성과 마찬가지로 전단강성이 높은 아세테이트를 심사로 한 싱글 커버링 공정이, 아세테이트를 커버링 사로 한 컴바인드 트위스팅 공정이나 두 구성원사를 인터

레이싱하여 투포원 트위스팅한 공정보다 전단변형에 대한 큰 저항성을 갖게 하였다. Fig. 7의 전단이력도 전단강성과 유사한 경향을 보였다.

3.2.4 압축(Compression) 특성

Fig. 8는 압축레질리언스인RC 값을 나타낸 것으로, 값이 클수록 압축에 의한 회복성이 큰 것을 의미하는데 인터레이싱 공정을 거쳐 구성 원사끼리 교락이 이루어진 복합사AP1과 AP2의 압축 회복성이 뛰어났으며, 특히 가연가공을 거쳐 복합사에 별키성이 부여된 AP1의 압축 회복성이 더욱 크게 향상되었다. 연수가 높아 실의 밀도가 가장 높은 AP3이 그 다음으로 회복성이 우수하였으며 싱글 커버링 공정을 거친 AP4가 가장 압축 회복성이 낮게 나타났다.

3.2.5 표면(Surface) 특성

표면 특성 중 기하학적 요철에서 기인되는 거칠기를 나타내는 SMD(표면거칠기)는 값이 작아질

수록 매끄러운 직물이라 할 수 있다. Fig.9에 각 시료들의 SMD 값을 나타내었다. 연사과정을 거치지 않은 시료들이 연사과정을 거친 복합사들 보다 낮은 SMD 값을 나타내었는데, 이는 연사과정을 거치면서 실에 꼬임이 가해져 표면 거칠기가 증가하게 됨을 보여준다. 복합사 편성물은 AP1> AP3>AP2> AP4 순으로 거칠기의 정도가 낮았는데 인터레이싱 후 가연공정은 복합사 구성원사들의 미교락 부분을 부풀게 하여 가연공정을 거치지 않은 복합사의 편성물에 비해 거칠기가 크게 증가하였으며, 컴바인드 트위스팅 공정을 통해 트위스팅과 커버링이 동시에 일어나 연수가 가장 많이 부여된 AP3의 표면 거칠기도 단순 투포원 트위스팅을 거친 복합사의 편성물이나 싱글 커버링 공정만을 거친 다른 복합사의 편성물보다 거칠기가 증가하였다. 가장 매끄러운 표면 감촉의 편성물을 설계 하기 위해서는 싱글 커버링 공정을 선택하는 것이 적당하다.

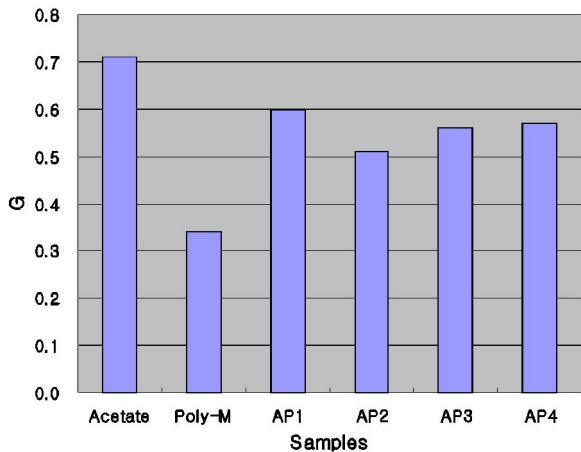


Fig. 6. G of each sample.

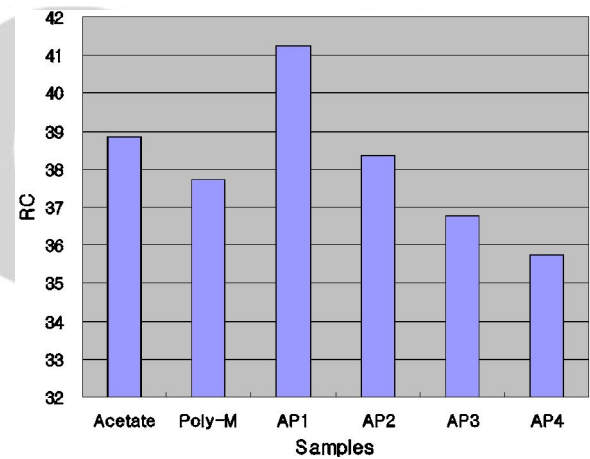


Fig. 8. RC of each sample.

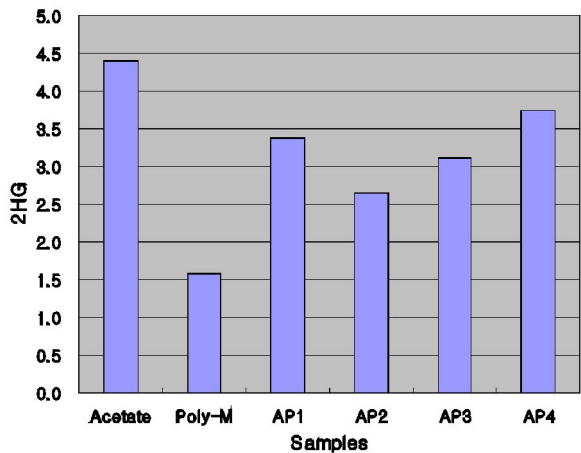


Fig. 7. 2HG of each sample.

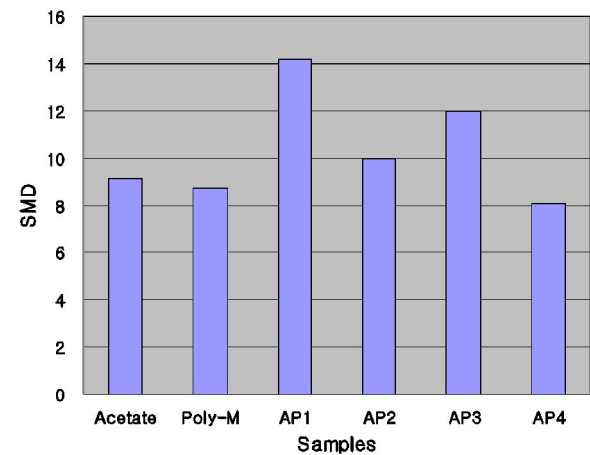


Fig. 9. SMD of each sample.

3.2.6 두께(Thickness) 및 중량(Weight)

Fig. 10은 시료별 두께(T)를 나타낸 것으로 데니어가 높은 복합사 편성물이 단독구성원사로 편직된 편성물들에 비해 두껍게 나타났고, 특히 가연공정을 거친 AP1이 벌키성의 향상으로 인해 다른 복합사 편성물들에 비해 높은 값을 가졌으며 트위스팅과 싱글커버링의 복합 연사공정을 거친 AP3, 커버링 공정을 거친 AP4, 인터레이싱 후 투포원 트위스팅 공정을 거친 AP2 순으로 나타났다. Fig. 11은 시료별 중량(W)을 나타낸 것으로 연수가 많아 상대적으로 실의 밀도가 가장 높은 AP3의 W값이 가장 높은 값을 나타냈다. 구성원사 편성물 중 Poly-M이 자체 권축으로 인하여 두께가 아세테이트와 거의 차이가 없었지만 중량은 원사의 데니어와 비례하여 절반 이하의 값을 가진 것을 확인할 수 있었다.

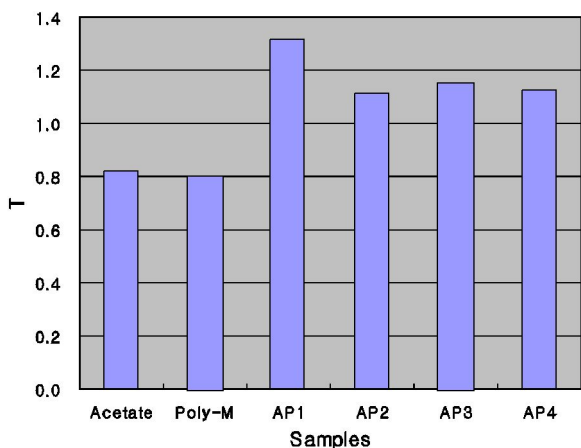


Fig. 10. T of each sample.

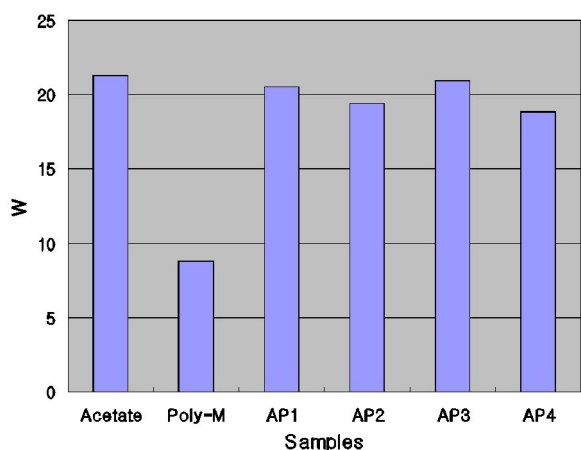


Fig. 11. W of each sample.

3.3 3D CAD SYSTEM에 의한 외관 분석

Table 6에 복합사의 구성 원사인 아세테이트 100% 원사와 Poly-M 100% 원사로 편직된 편성물

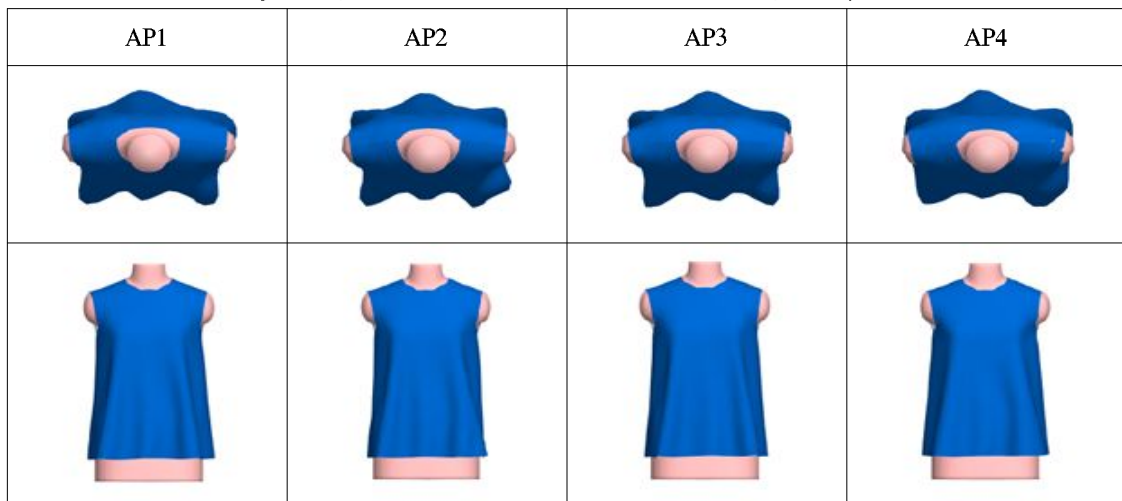
을 가상봉제시스템인 i-Designer 프로그램을 통해 3차원으로 얻어진 의복 형상 시뮬레이션을 캡처하여 나타내었다. 3D CAD SYSTEM은 역학적 특성치 중 EMT, B, 2HB, G, 2HG, T 및 W 값을 기초로 형상화 되었다. 아세테이트 편성물은 Poly-M에 비해 B, 2HB, G 및 2HG 값이 높으므로 굽힘강성과 전단강성이 높아 뻣뻣하여 봉제 후, 상자형의 외관을 만들며 주름이 거의 생기지 않는 것을 확인할 수 있었다. 아세테이트에 비해 굽힘강성과 전단강성이 낮은 Poly-M 편성물은 유연하고 부드러우며 드레이프성이 우수하여 인체의 곡선이 강조되는 실루엣을 형성하였다.

Table 7은 아세테이트와 Poly-M 을 4 가지 연사방법을 통해 70:30으로 합사하여 복합사를 제조한 후 편직된 편성물을 i-Designer 를 통해 봉제 후 이미지를 시뮬레이션 한 결과이다. 정면 이미지에 비해 위에서 본 이미지로 그 차이가 더 확실한데, 굽힘강성과 전단강성이 높은 아세테이트를 심사로 사용하여 싱글커버링한 AP4가 봉제 후, 아세테이트 편성물과 가장 비슷한 외관을 나타내는 것을 알 수 있었다. 또한 인터레이싱 후 가연공정을 거친 AP1이 가연공정을 거치지 않은 AP2에 비해 굽힘강성과 전단강성이 높은 이유로 드레이프성이 낮게 나타남을 알 수 있었다. 이렇듯 KES-FB를 사용하여 역학적 특성치를 구함으로써 3D CAD SYSTEM을 사용하여 봉제 후 의복을 가상으로 형상화 하여 실물 제작 이전에 어떠한 외관을 갖게 되는지 미리 예측할 수 있음을 확인하였다.

Table 6. 3D CAD images of plain knitted fabric of two original yarns

	Acetate	Poly-M

Table 7. 3D CAD images of plain knitted fabric of four different composite yarns



4. 결 론

본 연구에서는 아세테이트와 기능성 폴리에스터를 70:30의 비율로 혼합하여 아세테이트의 실크 광택과 저수축성을 부각시키면서 흡한속건과 저수축의 기능성 폴리에스터의 강도와 내구성이 아세테이트의 단점인 마모강도를 보완하는 고감성, 고기능성 복합사를 각각 다른 4가지 연사공정을 거쳐 제조하여 다양한 연사방법이 편성물의 태에 미치는 영향을 조사하였다.

4가지 방법의 연사공정을 거친 편사는 인터레이싱-트위스팅-가연(false twist)-셋팅(AP1), 인터레이싱-트위스팅-셋팅(AP2), 컴바인드 트위스팅(트위스팅&커버링)-셋팅(AP3) 및 싱글커버링 셋팅(AP4)이며 각 구성원사가 다양한 연사방법에 의해 역학적 특성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 복합사의 구성원사인 아세테이트 100% 원사와 기능성 폴리에스터인 Poly-M 100% 원사를 함께 사용하여 총 6가지 시료를 같은 조건으로 편직한 후, 역학적 특성을 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 220℃의 고온에서 가연(false twist) 공정을 거쳐 복합사내 별키성이 부여된 AP1이 신축성(EMT)이 향상되는 동시에 굽힘강성(B)과 굽힘이력(HB) 및 전단강성(G)이 증가하였으며 압축 레질리언스(RC)도 우수하였다. 따라서 가연공정을 통해 형태 안정성이 증가됨을 알 수 있었다.
2. 굽힘강성과 전단강성이 우수한 아세테이트사를 심사로 하여 싱글 커버링 공정을 거친 AP4의 굽힘강성과 전단강성이 우수한 값을 가졌으므로

싱글커버링 공정시 심사의 선택이 굽힘강성과 전단강성을 지배하는 요인이 됨을 알 수 있었다.

3. 복합사 제조시 두 원사를 공기로 교락시키는 인터레이싱 효과는 압축 특성을 향상시켰다.
4. 표면거칠기(SMD)는 AP1>AP3>AP2>AP4 순으로 낮았는데 인터레이싱 후 가연공정은 복합사 구성원사들의 미교락 부분을 부풀게 하여 가연공정을 거치지 않은 복합사의 편성물에 비해 거칠기가 크게 증가하였으며, 컴바인드 트위스팅 공정을 통해 트위스팅과 커버링이 동시에 일어나 연수가 상대적으로 증가한 AP3의 표면 거칠기도 단순 투포원 트위스팅을 거친 복합사의 편성물이나 싱글 커버링 공정만을 거친 다른 복합사의 편성물보다 거칠기가 증가하였다. 가장 매끄러운 표면 감촉의 편성물을 설계하기 위해서는 싱글커버링 공정을 선택하는 것이 적당하다.
5. 다양한 연사방법으로 제조된 복합사로 편직한 편성물의 외관을 통제시스템인 3D CAD System을 통해 살펴본 결과 연사방법에 따라 얻어지는 의복의 태가 상이함을 확인하였고, KES-FB의 역학적 특성치로 얻어진 결과와 통제 후 가상 이미지의 결과가 일치함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 이상규, 이은우, "基礎紡績學", 보성각, p.281, 2002.
2. O. K. Kwon and T. G. Kim, Effect of Knitting Condition on the Properties of Interlock Knitted Fabric(II), *J. of Korean Fiber Soc.*, **31**(6), 465-473(1994).

3. M. S. Choi and S. P. Ashdown, Effect of Changes in Knit Structure and Density on the Mechanical and Hand Properties of Weft-Knitted Fabrics for Outwear, *J. of Textile Research*, **70**(12), 103-1045(2000).
4. H. J. Cho et al., Effect of Knit Structure on the Hand Properties of Weft Knitted Fabrics Focusing on Objective Hand Evaluation, *J. Korean Soc. of Clo. & Tex.*, **28**(8), 1153-1164(2004).
5. Suelo Kawabata, The Standardization and Analysis of Hand 2nd Ed., The Textile machinery Society of Japan, Osaka, pp.28-57, 1980.
6. S. A. Kim and G. Daisuke, The Characteristics and Application of 3D CAD Dressmaking Simulation, *J. Kor. Soc. Cloth. Ind.*, **7**(2), 131-134 (2005).

