

<연구논문(학술)>

고감성 의류용 Nylon/PP 온감 니트 소재의 물성

김현아¹ · 장홍원 · 허 경 · 김승진[†] · 권상준²

영남대학교 융합섬유공학과, ¹한국패션산업연구원, ²(주)신흥

The Physical Property of Nylon/PP Warm-up Knitted Fabric for High Emotional Garment

Hyun Ah Kim¹, Hong Won Jang, Kyoung Heo, Seung Jin Kim[†] and Sang Jun Kwon²

Department of Textile Engineering and Technology, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea

¹Korea Research Institute for Fashion Industry, Daegu, Korea

²Shin Heung Corporation, Gumi, Korea

(Received: February 10, 2014 / Revised: February 28, 2014 / Accepted: March 14, 2014)

Abstract: This study investigated the physical properties of warm up yarns and their knitted fabrics including the dye affinity and color fastness to washing of these knitted fabrics according to the various dyeing times and temperatures on dyeing process. The results were summarized as follows. The tenacity of Nylon/PP warm-up yarn was 4g/d and breaking strain was 4.5%. The wet and dry thermal shrinkages were higher than those of PET warm-up yarn. The maximum heat flow rate(Qmax) of Nylon/PP warm-up knitted fabric was lower than that of PET warm-up knitted fabric and heat keeping rate(a) of Nylon/PP warm-up knitted fabric was higher as 47% than that of PET warm-up knitted fabric. It was shown that the shape retention and wearing comfort of Nylon/PP warm-up knitted fabric were better than those of PET warm-up knitted fabric. The dye-affinity(K/S) of Nylon/PP warm-up knitted fabric showed maximum value at the dyeing condition of 40minute or 50minute dyeing time with 80°C dyeing temperature, but PET warm-up knitted fabric showed maximum value at the 30minute or 40minute with 110°C dyeing temperature. Finally, the color fastness to washing of Nylon/PP warm-up knitted fabric showed good value as between 4 and 5 grade.

Keywords: warm up filament, maximum heat flow rate, thermal insulating value, wearing performance, dye affinity

1. 서 론

최근 친환경적 기능성의류에 대한 욕구에 의해 고감성 의류에도 축열보온 온감소재가 자켓, 기능성 셔츠 등의 스포츠 의류와 란제리 속옷 등의 소재로 많이 사용되고 있다. 이러한 축열·보온 온감소재는 일본이 현재까지 많은 특허를 내고 있으며, 우리나라 원사메이커에서 여러 가지 기술을 적용한 Warm Biz 소재가 상품화 되어 소개되고 있다. 이들에 관한 특허기술, 상품화기술, 그리고 평가기술 등에 대한 기술논문들이 많이 발표¹⁻⁴⁾가 되었으나 이들 제품에 대한 축열·보온 특성의 구체적인 연구 및 실험결과와 특히 이들 소재들의 염색특성 및 착용 쾌적성 등에 관한 연구결과는 많이 발표되지 못

하고 있다. 현재까지 기업에서 적용되고 있는 축열·보온성을 높이기 위한 방법¹⁾으로는 첫번째로 섬유를 중공으로 하고 조직을 치밀하게 만들어서 가볍고 보온성이 높은 미세 다공층 섬유를 제조하는 방법이다. 두번째는 탄화지르코늄 등의 무기입자를 섬유내부에 혼입하여 태양열을 흡수하고 열에너지로 전환하여 방출하는 흡광·축열 섬유이다. 그리고 인체에서 방출되는 복사열을 의복 밖으로 빠져나가지 않도록 하고 열을 다시 방출하는 체내 에너지를 이용하는 방법 등이 있다. 이들과 관련된 현재까지의 선행연구를 살펴보면 다음과 같다. Shim 등⁵⁾은 Warm-suit의 물리적, 생리화적인 효과를 알아보기 위해 세라믹 파우더를 친수성 폴리우레탄 필름에 적용하였다. 직물표면에 필름 라미네이트 할 때 세라믹 양을 증가시키기에 따라 섬유내의 적외선 방출량이 약간 증가하게 되었다는 연구결과를 발표하였

[†]Corresponding author: Seung Jin Kim (sjkim@ynu.ac.kr)

Tel.: +82-53-810-2771 Fax.: +82-53-812-5702

©2014 KSDF 1229-0033/2014-3/22-31

다. 또한 투습효과는 감소하는 것을 보였고 써멀 마네킹 실험에서 세라믹은 의복에서 단열성을 높이고 의복에서 수분저항성을 감소하게 하는 것으로 발표하였다. Matsudaira 등⁶⁾은 홈이 있는 중공섬유(Grooved Hollow Fibre)의 수분과 열의 이동성질에 대한 영향력을 연구하였다. 8가지 중공PET 직물의 수분흡수성과 접촉냉온감 값의 섬유내 중공의 효과를 열차단계수(TIV), 열전도도(K), 그리고 최대 열흐름량(Qmax) 등을 측정하였다. 그 결과 폴리에스테르 그루브 중공섬유의 흡수력은 상대습도가 높은 상태에서 매우 높게 측정되었다. 그리고 중공섬유의 열전도성의 경우 섬유단면의 형상에 따라서 전도성의 차이가 있음을 확인하였으며 접촉표면의 증가가 Qmax값의 변화에 더 큰 영향을 미치는 것으로 확인하였다. 한편 E. Onofrei 등⁷⁾은 상용화되고 있는 Coolmax와 Outlast소재를 이용하여 이들 소재의 열 조절효과를 연구하였다. 그들은 니트 조직과 특성에 따른 열과 수분관리 특성을 분석하여 여름과 겨울 스포츠복에 적합한 니트 조직을 선택하는 연구를 수행하였다. 한편 G. Supuren 등⁸⁾은 면과 폴리프로필렌 혼방사를 사용하여 스포츠/액티브 웨어에 사용되는 이중직편물을 만들어 이들 편물의 warm-cool 특성을 결정하는 연구를 수행하였다. 또한 A. Majumdar 등⁹⁾은 면과 죽섬유로 혼합된 실로서 3가지 조직의 편물조직시료의 열전도도와 열 저항투습도 그리고 공기투과도 등을 측정하여 니트 조직에 따른 열적 쾌적특성을 연구하였다. 그 외 warm-cool feeling 특성의 측정기술에 대한 연구^{10,11)} 및 PCM을 이용한 의류의 온도조절기술에 대한 많은 연구¹²⁻¹⁵⁾ 그리고 해도사 및 사가공 기술응용 등의 연구^{16,17)}가 수행되었다. 그러나 지금까지의 연구들은 세라믹 파우더의 라미네이팅처리, 중공섬유, 흡한 속건 소재, 온도 조절 소재 그리고 면과의 혼합 소재들의 보온성, 축열/보온 온감특성에 관한 연구들이며, 기능 세라믹 첨가제가 들어감으로써 염색공정에서의 공정조건과 관련하여 염색특성 변화 또한 극세 세라믹 파우더를 혼입함으로써 소재의 촉감 및 의류 상태에서의 착용특성 변화 그리고 국내에서 원사상태에서 시판되는 여러 가지 축열/보온 직·편물 소재들의 열적특성 차이에 대한 연구 결과는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내 H사에서 Nylon/PP를 복합방사방법으로 해도형 온감소재를 방사하여 니트를 제편하고 이것과 비교

시료로서 국내에서 시판되는 축열/발열 소재인 S, C 그리고 일반 PET소재 등을 제편하여 이들 4가지 시료의 염색특성과 접촉 냉온감(Qmax) 및 보온성, 쾌적성 그리고 착용특성 등을 분석하여 온감소재의 물성을 연구하였다.

2. 실험

2.1 시료

2.1.1 원사

본 연구에서 사용한 온감소재사로서 Nylon/PP원사는 국내 H사에서 방사된 해도사 Type의 DTY 70^d/36^f 온감원사(H)를 사용하였으며 이것과 비교하기 위해 국내에서 시판되고 있는 나노 발열 세라믹 온감사인 S사와 C사 그리고 일반 PET사(P)를 사용하였다. Table 1에 이들 시료의 특성을 보였다.

Table 1. Characteristics of yarn specimens

Specimens	Specification	Characteristics
H	Nylon/PP 70d/36f	Sea/island composite yarn
S	PET 75d/72f	Nano powder
C	PET 75d/72f	Ceramic powder
P	PET 75d/72f	Regular PET

2.1.2 니트 시료

원사 4가지를 사용하여 사의 특성을 그대로 포에 표출시키기 위해 편물을 제조하고 이들의 쾌적 물성의 변화를 실험하였다. 니팅은 환편기(금융기계, Double 니팅 M/C)를 사용하였으며 이 기계는 30인치 직경, 18계이지, 18rpm의 속도로 제편을 하였으며, 총 2,640침으로 편물표면에는 Table 1의 4가지 원사를 이면에는 150^d/96^f PET SD DTY와 Spandex 20^d 커버링사를 사용하였으며 2중직 변화조직으로 편직 하였다. Table 2와 3에 이들 편물시료들의 특성과 조직도를 보인다.

2.2 염색

Nylon/PP 니트 시료의 경우 전처리를 소다회(Na₂CO₃, 2g/l)와 정련제(Summorl S-30, 1g/l)를 넣고 80℃ 온도에서 20분간 처리하였다.

Table 2. Preparation of knitted fabric specimens

Specimens	Design	Thickness (mm)	Weight (g/m ²)
H		1.075	285.7
S	Double knit & Fancy structure	1.021	278.4
C		1.147	273.7
P		1.215	268.8

Table 3. Pattern of knitted fabrics

		• Cam sequence						
		Yarn sequence						
		a	b	c	d	e	f	
Dial		B	U	∨	—	—	∨	—
		A	—	∨	—	U	∨	—
Pattern (Double knit & Fancy structure)	Cylinder	A	—	—	∧	∩	—	∧
		B	∩	—	∧	—	—	∧
		• Yarn : a, b, d, e : surface yarn sequence c, f : PET 150 ^d /96 ^f SD DTY + Spandex 20 ^d						
		• Note : U, ∩ : tuck ∨ : knit — : miss						
		Dial	A	B	A	B		
		Cylinder	A	B	A	B		
		• Stitch sequence						

그리고 염색은 산성염료 3% o.w.f.(C. I. Acid Blue 288)을 사용하였으며 염색 시 첨가제로 균염제(Newbon, 1g/l), 초산(Acetic acid, pH-4)을 사용하였다. 후처리는 고착제(Serafast N-BS, 3g/l)를 첨가하고 80°C에서 20분간 처리하였으며 액비는 1:20으로 하였다. PET의 경우 전처리 후 염료는 분산염료(C. I. Disperse Blue 78)와 분산제(RM 340, 0.5g/l)를 사용하였으며, 후처리과정에서 알카리제(NaOH, 2g/l)와 환원제(Na₂S₂O₄, 1g/l)를 사용하였다. 이때 염색성과 최적의 염색 시간-온도 조건을 알아보기 위해 염색시간을 30, 40, 60분으로 변경하였으며, 염색온도는 Nylon/PP의 경우 80, 90, 100°C에서, PET 3가지 시료는 110, 120, 130°C에서 염색하였다. 승온은 3°C/min속도로 하였으며 IR염색기(고려화학)에서 염색하였다.

2.3 물성 측정

2.3.1 사(絲) 물성실험

1) 인장특성 실험

KS K 0416 필라멘트사의 강신도 시험방법에 따라 인장강도시험기(Testometric Co. Model MICRO 350)를 사용하여 10회 실시하여 평균값을 구하였다.

2) 건 · 습열 수축률 실험

KS K 0215 Hank 타래법에 따라 사에 0.1g/d의 초 하중을 걸어 원장을 구한 뒤 습·건열 수축률을 측정하였다.

3) SEM 사진 측정

사의 단면형태를 관찰하기 위하여 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, S-4300, Hitachi Co., Japan)분석을 1.0kV의 가속전압 하에서 사의 단면을 측정하였다.

2.3.2 편물 열적특성 실험

온감소재의 열적패적성을 측정하기 위해 KES-F7 측정 기기에서 접촉 냉온감(Qmax)과 보온율을 측정하였다.

1) 접촉냉온감

KES-F7(Thermolabo II, Kato Tech. Co., Ltd., Japan)을 이용하여 순간 열 유속 최대치(Qmax)를 측정하였다. 접촉냉온감은 항온 항습실(22±1°C, 70±5% RH)에서 측정하였다.

2) 보온율

보온율의 측정은 TIV(Thermal Insulation Value)방법으로 시료가 있을 때와 없을 때의 보온성을 유지하는데 필요한 열량으로 보온율(%)을 아래 식(1)으로 계산하였다.

$$\text{Heat keeping rate(a)} = \frac{W_0 - W}{W_0} \times 100 (\%) \dots (1)$$

where, W₀ : heat loss of plate without specimen
W : heat loss of plate covered with specimen

2.3.3 편물 역학특성 실험

온감소재의 촉감특성과 의류에서의 착용패적성을 예측하기 위해서 편물의 역학특성을 FAST시험기에 측정하였다. 편물의 압축특성, 굽힘특성, 신장성 그리고 전단특성을 각 시료에 대해 측정¹⁸⁾ 하였다.

2.3.4 편물 염색성 실험

온감시료 4가지의 염색시간과 온도에 따른 염착 특성과 세탁견뢰도를 측정하였다.

1) 염색성

염착 농도 값은 측색기(Gretag Macbeth, Color-Eye 3100)를 사용하여 최대흡수파장(600nm)에서 표면반사율(R)을 측정하여 계산하였다. 각각의 시료마다 3회씩 측정하여 평균값으로 계산하였다.

2) 세탁견뢰도

세탁견뢰도 실험은 KS K ISO 105-C06에 의거하여 실험하였다. 피염물로부터 변퇴색을 측정할 수 있는 백포(Acetate, Cotton, Nylon, Polyester, Acrylic, Wool)를 피염물에 부착시켜 세탁을 통하여 세탁견뢰도 실험을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 온감원사의 물성

3.1.1 Nylon/PP 해도형 원사 특성

국내 H사 파이롯트 방사기에서 Nylon/PP 해도형 원사(70d/36f)를 방사하였다. 보온/경량성을 증진시키기 위해서 해도형(sea and island)원사를 복합 방사함으로써 경량성을 높이고 단면내의 중공이 열의 이동을 막아줌으로써 보온성을 높이는 특성을 가진다.

Figure 1(a)에 Nylon/PP 해도형 원사의 SEM단면 사진을 보인다. 그리고 (b)와 (c)에 S사와 C사의 단면 사진을 보인다. 축열/발열을 위해 방사시에 들어간 세라믹 입자를 볼 수 있다. 본 연구에서 방사한 Nylon/PP 해도형 온감사와 국내시판 온감사 원사의 기본물성은 제직과 염·가공 중소기업에서는 제품생산과 개발에 기본적으로 필요한 물성이다.

따라서 방사한 Nylon/PP 해도형 원사와 비교 시료 원사들의 특성과 물성분석 결과를 다음에 보인다.

3.1.2 인장특성

Figure 2는 원사의 물성 중 절단 강도를 나타낸다. H사에서 제조된 Nylon/PP 소재인 H원사가 타사 제품대비 비교적 낮은 절단 강도를 나타내었으나 제직성에는 문제가 없는 4-5g/d의 범위를 보였다. PET 일반사인 P섬유에 비해 H, S, C섬유의 강도가 다소 떨어지는 것은 방사할 때 세라믹 혹은 무기나노입자의 투입에 의해 강도가 다소 떨어지는 것을 예측할 수 있다.

Figure 3에 H, S, C, P 섬유 1000배 확대한 SEM사진을 보인다. 70^d/36^f H사에 비해 75d/72f의 S, C 그리고 P사가 가닥수가 많으며 더 가는 것을 확인 할 수 있었다. 그리고 Figure 1에서도 볼 수 있었던 단면에서 흰 부분의 무기입자부분이 보이며 P섬유에 비해 상대적으로 많은 큰 입자를 확인 할 수 있었으며 특히 C 원사에 많은 굵은 입자가 보임을 확인할 수 있었다.

Figure 4는 절단 신도를 나타낸다. Nylon/PP H원사는 3가지 PET 온감원사보다 훨씬 높은 절단 신도를 보여주었는데 이는 해도사의 심사인 PP와 초사인 Nylon의 특성에 의해 PET계 다른 원사보다 높게 나타난 것으로 생각된다.

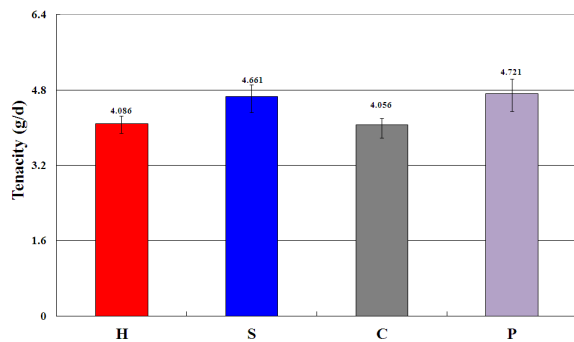
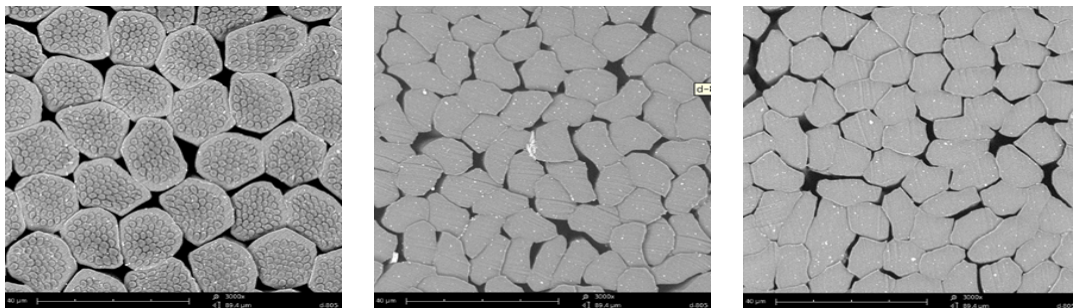


Figure 2. Tenacity of yarn specimen.



(a) H yarn(Nylon/PP) (b) S yarn (c) C yarn

Figure 1. SEM photograph of cross-section of Nylon/PP composite yarns.

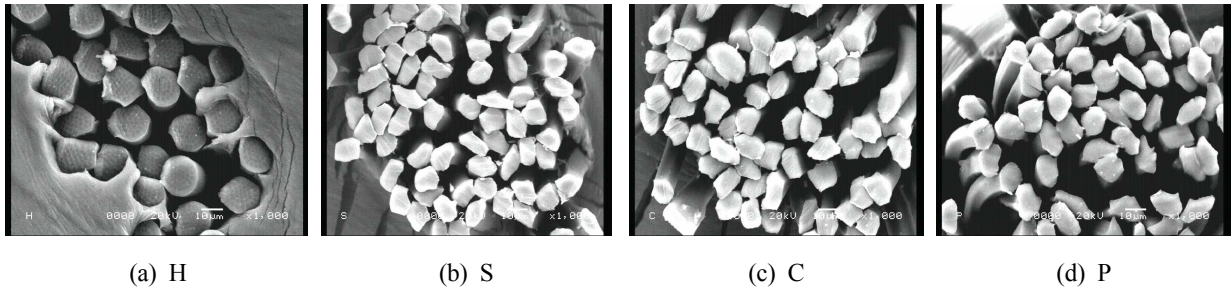


Figure 3. SEM photograph of yarn specimens.

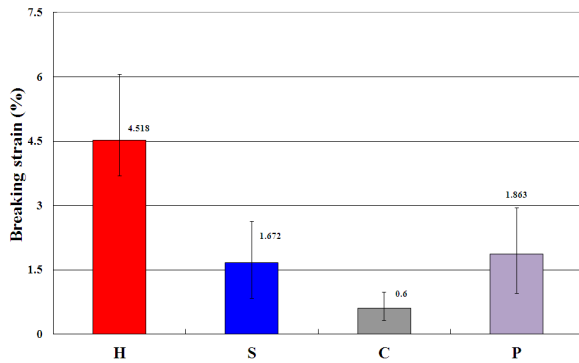


Figure 4. Breaking strain of yarn specimen.

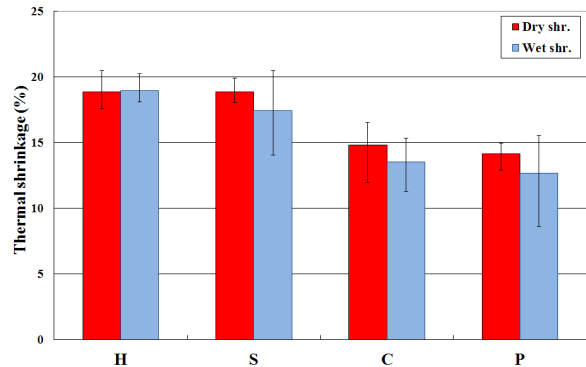


Figure 5. Thermal shrinkage of yarn specimen.

특히 온감PET인 C원사는 특히 낮은 값을 보였는데 이는 Figure 3에서 보였듯이 온감특성을 부여하기 위해 제조 시 첨가된 세라믹 파우더가 C원사보다 다른 원사보다 크므로써 이들이 외부에서 가해진 응력에 대해 저항력을 떨어지게 함으로써 절단신도를 감소시킨 것으로 보인다.

3.1.3 열수축특성

Figure 5는 온감 원사들의 열수축률을 나타내었다. H원사의 열수축률이 건열과 습열 조건에서 각각 18.9%와 19%로 가장 높은 열변형률을 나타냈으며 이는 타사 온감소재인 S사와 비슷한 값이며 C사 제품의 13~14% 값보다는 높은 값이다. C사 온감소재는 일반 PET와 비슷한 열수축률을 보인다. 그리고 습열과 건열 열수축률의 차이는 거의 1%이 내이며 이는 습·건열 수축률에 차이를 보이는 일반 PET와 Nylon소재와는 다른 결과를 보였다.

3.2 온감소재특성에 따른 열적쾌적성

3.2.1 접촉온감

Figure 6은 온감편물시료의 Qmax값을 나타내고 있다. Nylon/PP 온감소재인 H시료가 가장 낮은 Qmax치를 보임으로서 접촉순간 피부에서 섬유로 이동되

는 열손실이 가장 낮은 Nylon/PP 온감소재가 온감이 가장 우수한 것을 알 수 있었다. 그리고 PET 온감소재인 S와 C시료는 일반 PET시료인 P시료와 비슷한 Qmax값을 보임으로서 초기에 섬유가 피부에 닿는 순간 피부에서 섬유로 이동되는 열 흐름이 큼으로서 온감이 좋지 않다는 것을 의미한다. 이는 나일론의 열전도도가 PET보다 훨씬 커지만 Nylon/PP의 경우 심사에 들어있는 폴리프로필렌의 열전도도가 PET보다 낮은 값을 가짐으로써 Nylon/PP 온감시료가 PET 온감시료보다 열전도가 적게 일어나 Qmax값이 낮은 값을 보인다고 사료된다.

그러나 S와 C소재는 축열/발열 소재임으로 접촉시 열손실을 측정하는 Qmax값으로는 S와 C소재 특성을 나타 낼 수 없음을 확인 할 수 있었다. 따라서 보온성을 측정된 결과를 다음에 나타낸다.

3.2.2 보온성

Figure 7은 온감소재 4가지의 보온성을 도시한 것이다. Nylon/PP 온감 니트 시료의 보온성이 다른 3가지 PET 시료보다 높은 값을 보이고 있다. Nylon/PP 온감시료가 PET 온감시료인 S, C시료보다 더 높은 보온성을 보이며 일반 PET시료보다는 12.9% 더 높은 보온성을 보임을 알 수 있었다.

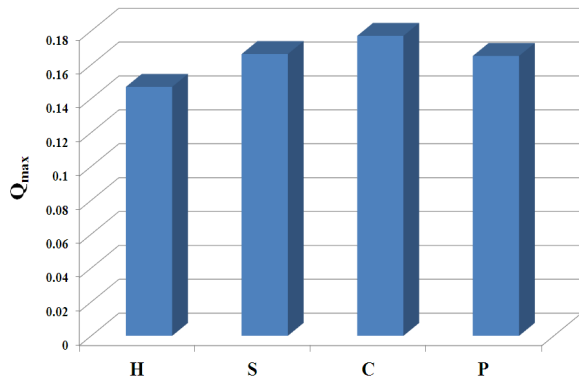


Figure 6. Qmax of knitted fabric specimen.

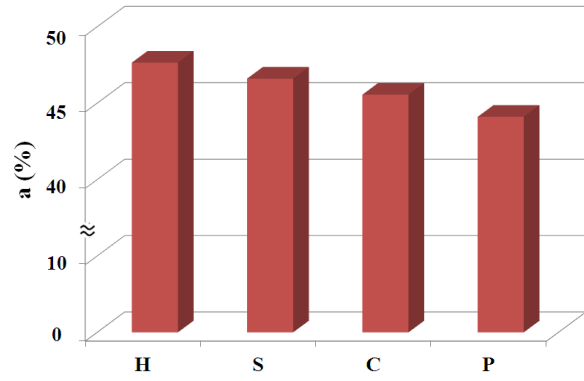


Figure 7. Heat keeping rate of knitted fabric specimen.

이는 Figure 6에서 보였듯이 Qmax치가 Nylon/PP 온감시료가 가장 낮은 값을 가지는 결과와 같이 설명될 수 있으며 최대 열 흐름량이 Nylon/PP가 최소치를 보임으로서 섬유나 편물 시료 내에 머무는 열 입자의 양이 많아서 높은 보온성을 보인다고 사료된다.

3.3 온감소재특성에 따른 착용쾌적성

Figure 8은 온감시료 4가지 편물의 역학 특성을 보인다. 온감시료는 본 연구에서와 같이 Nylon/PP 복합방사 혹은 나노 무기입자들이 섬유내부에 들어감

으로써 의류에서 대단히 중요한 물성인 촉감과 의복 착용 시 편안함을 느끼게 하는 착용 쾌적성이 나빠질 수 있다. 이러한 촉감 특성과 착용 쾌적성은 편물의 역학 특성치를 측정하여 예측할 수 있다.

Figure 8(a)는 압축특성을 나타내며 Nylon/PP 온감소재가 PET 온감소재인 C와 비슷한 압축성을 보이며 일반 PET 소재 P보다 높은 압축성을 가짐으로서 의류상태에서 탄력성이나 압축촉감특성은 양호한 것을 예측할 수 있다.

Figure 8(b)는 전단강성을 나타내며 온감소재인 Nylon/PP와 S와 C시료가 일반 PET 온감소재보다 높

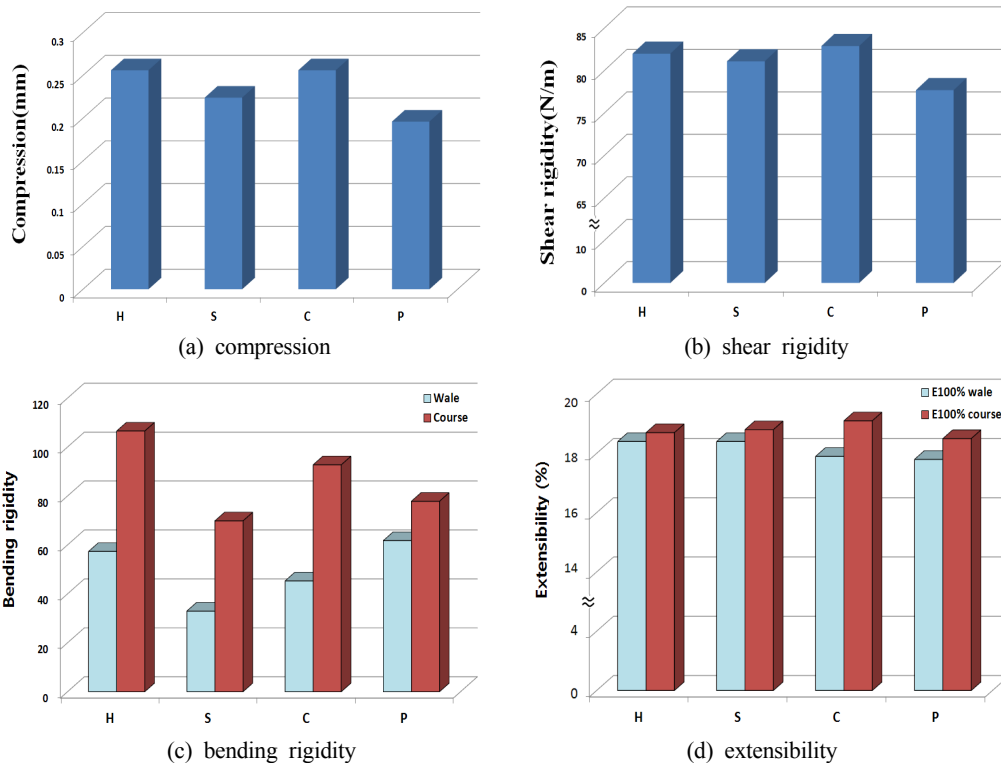


Figure 8. Mechanical property of knitted fabric specimen.

은 값을 보임으로써 의류 착용 시 상대적으로 형태성을 유지 할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 이는 Nylon/PP 소재가 일반 PET 소재보다 전단변형에 대한 저항성이 큰 물성을 가짐에 기인하며 S와 C소재는 일반 PET와 같은 PET소재이지만 발열 및 축열 특성을 부여하기 위해 방사단계에서 사 내에 나노 무기입자의 혼합이 사를 rigid하게 만들고 외부에서 가해진 전단력에 대해 변형이 잘 되지 않음으로써 편물상태에서 높은 전단강성을 나타내는 것으로 추정된다.

Figure 8(c)는 굽힘 강성을 나타내며 Nylon/PP 온감소재가 다른 2가지 PET 온감소재(S와 C)와 일반 PET소재(P)에 비해 높은 값을 보였으며 의류 착용과정에서 형태유지성과 외관 실루엣성이 상대적으로 우수 할 것으로 보여 진다. PET소재 중에서는 C소재가 압축성, 굽힘 강성 그리고 전단 강성이 비교적 높은 값을 가짐으로써 다른 PET 소재보다 형태안정성을 가질 수 있는 것으로 보여 진다. 그리고 Nylon/PP 소재가 다른 PET 소재보다 높은 값을 가지는 결과는 Nylon/PP 온감소재의 Nylon이 PET보다 높은 굽힘 저항성과 탄성을 가짐에 기인한다고 보여 졌다. 그리고 PET 소재 3가지 중 C 온감소재가 S 소재보다 더 높은 굽힘 강성치를 보이는 것은 방사 시 들어간 나노 세라믹 입자의 크기가 S 소재보다 C 소재가 더 큰 입자를 투입함으로써 사 상태에서 더 rigid하고 stiff한 특성을 보이는데 기인하는 것으로 보여 진다.

Figure 8(d)는 신장성을 나타내며 Nylon/PP 소재와 S 온감소재가 wale과 course 방향 extensibility가 비슷한 값을 보였으며 다른 시료대비 신축성의 균형이 우수함을 확인하였다. 또한 일반 PET 소재보다 높은 값을 보임으로써 의류 착용 시 활동에 따른 신체적합성이 우수하고 신축이 큼으로써 착용

쾌적성이 우수 할 것으로 예상된다. 이상의 역학특성의 결과를 Figure 9에 Finger chart로 도시하였으며 전체적인 역학특성을 분석해 볼 때 Nylon/PP 온감소재(H)가 PET 온감소재 S, C와 일반 PET소재인 P보다 압축성(compressibility)값이 높은 값을 보임으로써 탄력성과 압축축감 특성이 우수함을 확인하였다. 굽힘 강성(bending rigidity)값이 또한 가장 높은 값을 보임으로써 의류 착용 시 더 좋은 형태안정성을 유지 할 수 있고 의류를 착용하는 동안 형태 유지성, 외관실루엣성이 상대적으로 우수할 것으로 예측되었다. 그리고 Nylon/PP 온감소재가 course, wale 방향의 신축특성의 균형이 유지되었으며 의류 착용 시 신체적합성과 착용쾌적성이 PET 온감소재 대비 우수할 것으로 예측되었다.

3.4 온감소재특성과 염색조건에 따른 염색성

3.4.1 염착특성

Figure 10은 온감소재특성과 염색조건에 따른 K/S 값을 나타낸다. Nylon/PP 온감소재 복합사로 만들어진 H시료의 경우 PET 온감시료인 S, C시료와 일반 PET시료에 비해 낮은 K/S값을 나타내었다. 이는 염착력이 낮은 PP가 염착농도를 떨어뜨리는 것으로 판단되며 또한 Nylon의 bright한 염색성이 K/S값을 낮게 하는 것으로 보여 졌다. 그리고 염색 시간과 온도에 따라 K/S값의 차이가 나타남을 알 수 있었다. Nylon/PP 온감소재의 경우 80℃에서 그리고 다른 PET 온감소재는 110℃에서 최대 K/S값을 보였으며 Nylon/PP의 경우 온도가 80℃에서 90℃, 100℃로 증가됨에 따라 K/S값은 감소하였으며 PET 온감소재의 경우는 110℃에서 120℃, 130℃로 증가함에

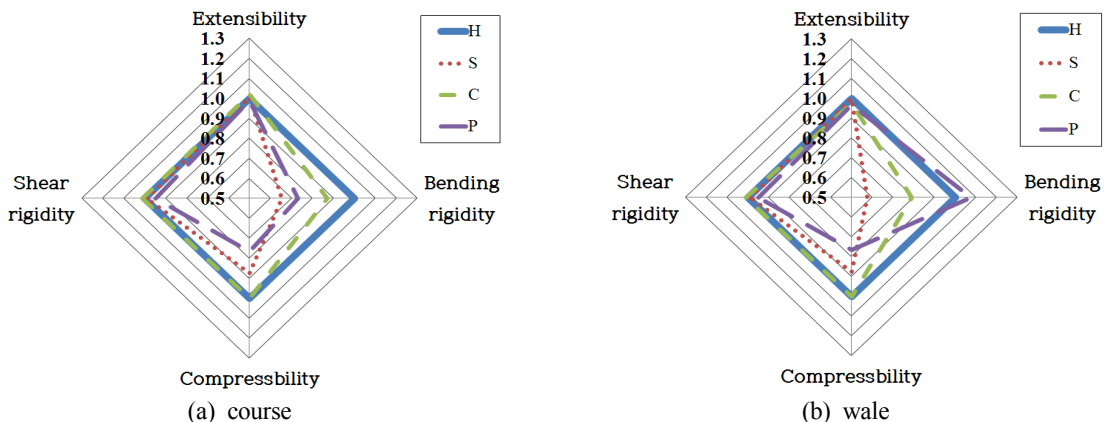


Figure 9. Finger chart of knitted fabric mechanical property.

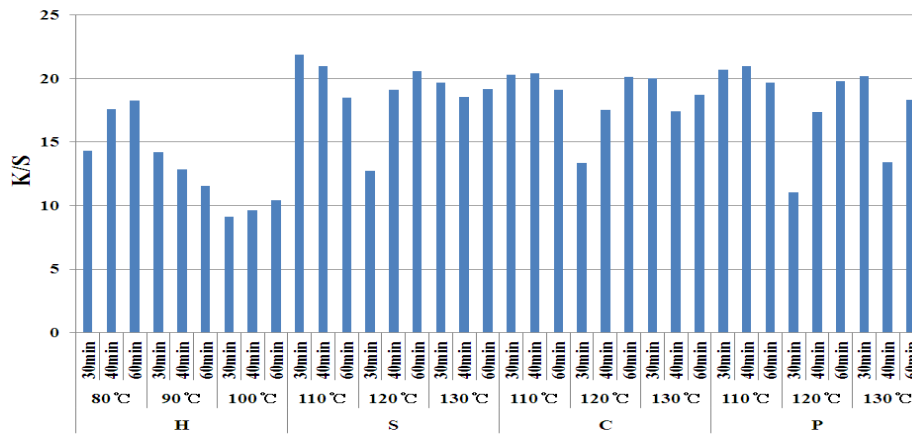


Figure 10. K/S of knitted fabrics according to dyeing condition.

따라 K/S값은 감소하다가 증가하는 전형적인 PET 염착특성을 보였다. 그리고 염색시간변화에 따라서는 Nylon/PP 온감소재의 경우 80°C에서는 염색시간이 30분에서 60분으로 증가할 때 K/S가 증가를 하였으나 90°C에서는 반대로 감소를 보였다. 그러나 PET 온감소재의 경우 최대 K/S를 보이는 110°C에서는 염색시간 증가에 따라 K/S는 감소하였으며 120°C에서는 시간에 따라 증가하는 현상을 보임으로써 Nylon/PP 온감소재와는 반대현상을 보였다. 따라서 염착성을 높이는 염색조건은 H온감시료의 경우 80°C에서 40분 내지 60분 처리하는 조건이며, S,

C, P의 PET온감소재의 경우는 110°C에서 30분 혹은 40분 처리하는 조건이 가장 우수한 염색성을 얻을 수 있다는 것을 알 수 있었다.

3.4.2 염색견뢰도 특성

Table 4는 온감 편물의 세탁에 의한 색의 변화 또는 다른 원단에 대한 오염정도를 알아보기 위한 세탁견뢰도를 나타낸다. 전체적으로 Acetate, Nylon, Polyester 오염포에서 PET온감소재의 견뢰도가 떨어지는 반면 Nylon/PP 온감소재의 염색견뢰도는 높은 수준을 유지하고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 4. Color fastness to washing of knitted fabrics specimen

Dyeing temp. (°C)	Dyeing time (min)	Acetate				Cotton				Nylon				Polyester				Acrylic				Wool							
		H	S	C	P	H	S	C	P	H	S	C	P	H	S	C	P	H	S	C	P	H	S	C	P				
80, (110)	30	4-5	3	3	3	4-5	4-5	4-5	4	4-5	2-3	2-3	2-3	4-5	3-4	3-4	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	40	4	3-4	3	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4	3-4	2-3	4	4-5	4	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	60	4	3-4	3-4	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4	3-4	3	3	3-4	4	4	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
90, (120)	30	4-5	3-4	3-4	3-4	4-4	4-5	4-5	4-5	4-5	3	3	3-4	4-5	4	4	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	40	4-5	4	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	3	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	60	4-5	4	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	3	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
100, (130)	30	4-5	4	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	3-4	3-4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	40	4-5	4-5	3-4	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4	3	3-4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	60	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	3-4	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

*note: () ; dyeing temp. of PET specimen

PET온감소재는 Cotton, Acrylic, Wool에서만 높은 등급을 보인 반면 Nylon/PP는 거의 모든 등급에서 우수한 성능을 나타냈다.

4. 결 론

고감성 의류용 Nylon/PP 해도형 온감 니트 소재의 착용 쾌적 물성과 염색온도와 시간에 따른 염색성을 분석 할 목적으로 연구를 수행 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 시험 방사한 해도형 Nylon/PP 온감사는 4g/d의 절단강도와 4.5% 정도의 절단신도를 가지며 PET 온감사 대비 제편성에 문제가 없으며 18~19%의 습·건열 수축률을 나타냄으로써 PET온감사 보다 최대 4~5% 정도 높은 수축률을 나타내었다.
2. 해도형 Nylon/PP 온감소재의 접촉온감은 PET 온감 니트 대비 낮은 값을 보임으로써 온감이 우수함을 확인하였다. 보온성 측정치에서는 47%를 보여 PET온감 니트보다 높은 값을 보임으로써 보온성도 우수함을 나타내었다.
3. 해도형 Nylon/PP 온감 니트 소재가 PET 온감 니트 대비 탄력성과 압축 촉감 특성이 우수하였으며 의복 착용 시 형태안정성과 외관 유지성, 신체적합성이 양호하며 착용쾌적성이 우수함을 나타내었다.
4. 해도형 Nylon/PP 온감 니트 소재의 염착성은 PET 온감 니트 대비 낮은 값을 보였으며 80℃에서 염색온도가 증가함에 따라 염착성은 감소하는 반면 PET 온감소재는 110℃에서 염착온도가 증가함에 따라 염착성은 감소하다가 증가하였다. 그리고 Nylon/PP 온감소재의 염착성은 80℃, 40분 혹은 50분 처리조건에서 PET 온감소재는 110℃, 30분 혹은 40분에서 최대치를 보였다.
5. Nylon/PP 온감 니트 소재의 염색견뢰도는 모든 오염포에서 4-5급의 우수한 결과를 보였으나, PET 온감소재는 cotton, acrylic, wool 오염포에서는 4-5급의 우수한 결과를 보였고 acetate, nylon, PET 오염포에서는 3급 정도의 다소 나쁜 염색견뢰도를 보였다.

감사의 글

본 연구는 대경광역경제권 선도사업 “인텔리전트 온도제어형 섬유제품 개발”의 연구결과의 일부로서 관계기관에 감사드린다.

References

1. B. S. Lee, S. I. Nam, J. W. Song, and Y. H. Rho, Development Trend of Functional Textile Materials Technology of Coolness/Warm up, *Fiber Technology and Industry*, **16**(2), 77(2012).
2. Y. H. Rho and O. K. Kwon, Heat Keeping Warm-up Textiles, *Fiber Technology and Industry*, **14**(4), 245(2010).
3. Y. B. Jin, H. S. Yoon, and D. S. Kim, Assessment of Warm-up Textiles, *Fiber Technology and Industry*, **16**(2), 89(2012).
4. S. Y. Roh, “Patent Status of Development of Warm and Cool Biz Functional Textile Goods”, The Office of Patent Administration, Daejeon, 2008.
5. M. H. Shim, C. H. Park, and H. S. Shim, Effect of Ceramics on the Physical and Thermo-Physiological Performance of Warm-up Suit, *Textile Res. J.*, **79**(17), 1557(2009).
6. M. Matsudaira and Y. Kondo, The Effect of a Grooved Hollow in a Fibre on Fabric Moisture and Heat-transport Properties, *J. Text. Inst.*, **87**(3), 409(1996).
7. E. Onofrei, A. M. Rocha, and A. Catarino, The Influence of Knitted Fabrics Structure on the Thermal and Moisture Management Properties, *J. of Engineered Fibers and Fabrics*, **6**(4), 10(2011).
8. G. Supuren, N. Oglakcioglu, N. Ozdil, and A. Marmarali, Moisture Management and Thermal Absorptivity Properties of Double-Face Knitted Fabrics, *Textile Res. J.*, **81**(13), 1320(2011).
9. A. Majumdar, S. Mukhopadhyay, and R. Yadav, Thermal Properties of Knitted Fabrics Made From Cotton and Regenerated Bamboo Cellulosic Fibres, *International J. of Thermal Sciences*, **49**(10), 2042 (2010).
10. M. J. Pac, M. Bueno, M. Renner, and S. E. Kasmi, Warm-Cool Feeling Relative to Tribological Properties of Fabrics, *Textile Res. J.*, **71**(9), 806(2001).
11. S. B. Stankovic, D. Popovic, and G. B. Poparic, Thermal Properties of Textile Fabrics Made of Natural and Regenerated Cellulose Fibers, *Polymer Testing*, **27**(1), 41(2008).
12. K. Choi, G. Cho, P. Kim, and C. Cho, Thermal

- Storage/Release and Mechanical Properties of Phase Change Materials on Polyester Fabrics, *Textile Res. J.*, **74**(4), 292(2004).
13. H. Shim, E. A. McCullough, and B. W. Jones, Using Phase Change Materials in Clothing, *Textile Res. J.*, **71**(6), 495(2001).
 14. K. Choi, H. Chung, B. Lee, K. Chung, G. Cho, M. Park, Y. Kim, and S. Watanuki, Clothing Temperature Changes of Phase Change Material-Treated Warm-up in Cold and Warm Environments, *Fibers and Polymers*, **6**(4), 343(2005).
 15. S. Mondal, Phase Change Materials for Smart Textiles, *Applied Thermal Engineering*, **28**, 1536(2008).
 16. M. Y. Seo, J. H. Lee, C. M. Ok, S. H. Cho, J. W. Lee, and H. H. Cho, A Study on the Alkali Hydrolysis of Sea-island PET Ultra-microfiber, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **25**(4), 303(2013).
 17. S. Y. Lee, J. J. Yoo, O. G. Choe, S. W. Lee, and S. G. Lee, Effect of Air-jet Texturing Conditions on the Physical Properties of Low Melting Polyester/Tencel Composite Yarn, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **25**(1), 47(2013).
 18. A. G. D. Boos, "Siro FAST Users' Manual", CSIRO, Australia, 1991.