

탄화지르코늄 함유 감성 인텔리전트 의류의 써멀 마네킹 측정에 의한 발열 특성

Heat Generation Characteristics of Emotional and
Intelligent ZrC Imbedded Garment through Thermal Manikin Measurement

김현아* · 김승진**†

Hyunah Kim* · Seungjin Kim**†

*한국패션산업연구원 연구개발본부

*Korea Research Institute For Fashion Industry

**영남대학교 융합섬유공학과

**Department of Textile Engineering and Technology, Yeungnam University

Abstract

This study investigated heat generation characteristics of knitted and woven intelligent garments made of ZrC imbedded yarns through thermal manikin measurement. These emotional and intelligent thermal characteristics by thermal manikin measurement were analysed and compared with light/thermal radiation experimental results. Surface temperature of ZrC imbedded woven and knitted fabrics by light/thermal radiation measurement was 4°C and 2°C higher than that of regular PET control fabrics, respectively. Clo value as heat generation characteristics of ZrC imbedded woven and knitted garments with light exposure was 0.14 and 0.08 higher than that of regular PET control garments, respectively. These results were attributed to the far-infrared thermal radiation from ZrC imbedded in the core part of the intelligent bi-component filament, which was verified by far-infrared emissive power ranged between 6 μ m and 20 μ m through FT-IR experiment and by inclusion of Zr through EDS ingredient analysis. However, compressibility of ZrC imbedded woven fabric was lower than that of regular PET one, and bending rigidity was higher than that of regular one, which resulted in a little stiff tactile hand property of ZrC imbedded fabric. We found that ZrC imbedded intelligent woven and knitted fabrics were applicable to the intelligent garment as a heat generation textile material by thermal manikin measurement.

Key words: heat generation, intelligent garment, thermal manikin, clo value, far-infrared, ZrC imbedded fabric

요약

본 연구에서는 써멀 마네킹 실험을 통해서 탄화지르코늄(ZrC) 혼입사로 만들어진 니트와 직물 의류의 발열 특성

* 본 연구는 2014 글로벌전문기술개발사업(Hybrid Wool 50%이상 복합방적사를 이용한 세탁수축률 3% 이하, 필링성 4급 이상의 경량보온성 Tra-biz Outdoor용 투습방수 소재 및 제품개발, 과제번호 : 10048297)의 연구결과 일부임.

† 교신저자 : 김승진(영남대학교 섬유패션학부)

E-mail : sjkim@ynu.ac.kr

TEL : +82-53-810-2771

FAX : +82-53-812-5702

을 연구하였다. 씨멀 마네킹 측정에 의한 감성 및 인지기능 열적특성이 분석되었으며 광발열 실험결과와 비교하였다. ZrC 혼입 직 · 편물의 표면온도는 일반 PET 직 · 편물 보다 각각 4°C와 2°C 높은 값을 보였다. 그리고 이들 직 · 편물 의류의 광조사상태에서 씨멀 마네킹 실험에 의한 발열특성을 나타내는 보온성 Clo치는 각각 0.18과 0.08 높은 값을 보였다. 이 결과는 이성분 필라멘트의 심사부에 혼입된 ZrC에서 방사된 원적외선에 기인 된 것을 6 μ m~20 μ m범위의 원적외선 방사강도 결과와 EDS 원소분석에 의해 확인함으로써 가능하였다. 그리고 ZrC 혼입에 의해 직물의 압축성이 낮아지고 굽힘강성이 높은 값을 보임으로써 촉감 특성은 다소 부족함을 보였다. 그러나 ZrC 혼입 직 · 편물의 발열특성 발현을 씨멀 마네킹 측정에 의해 확인함으로써 인텔리전트 의류로서의 적용 가능성을 확인하였다.

주제어: 발열, 인지의류, 씨멀 마네킹, 클로값, 원적외선, 탄화지르코늄 혼입직물

1. 서론

인텔리전트(intelligent)섬유는 인지기능섬유로 불려지면서 최근에 다양한 분야에 응용가능한 기능성 섬유로서 각광받고 있다. Mather(2001)가 일찍이 그의 review paper에서 “Intelligent Textile”이라는 용어를 사용 하였고 투습 · 방수포(breathable fabric, 숨쉬는 섬유), PCM(phase change material, 상변이 물질), 형상기억소재(shape-memory materials), 그리고 칼라(color)에 관계되는 thermochroism 혹은 photochroism등이 인텔리전트 섬유에 응용 될 수 있는 소재라고 제안하였다. 그러나 최근에는 의류의 착용과정에서 인체에서 발생하는 땀 등의 수분과 열의 이동에 영향을 주어 의류의 착용 쾌적성을 높여주는 인텔리전트 섬유소재가 많이 개발되어 고감성의류용 소재로 사용되고 있다. 추위와 더위에 따른 열의 발생과 흡수가 자율적으로 이루어지는 온 · 냉감 조절 인텔리전트 섬유와 수분의 이동을 자유롭게 조절함으로써 냉감을 부여하는 냉감 인지 섬유 등이 상품화가 되고 있다(Kim et al, 2015, 2014a, 2014b). 이와 관련된 연구논문으로 PET(polyethylene telephthalate)소재에 친수성 polyol을 첨가시키고 방사시에 무기나노입자를 첨가하여 냉감성을 부여한 연구(Kim et al, 2014a)와 수분감응형 섬유로 인체에서 배출되는 땀을 흡수할 때 길이가 늘어나는 특성을 부여하여 편물상태에서 땀이 건조 될 수 있는 공간이 형성되어 통기성이 향상되어 냉감을 증진시킨 니트제품의 개발 (Kim et al, 2014b)에 관한 연구 등이 발표 되었다. 한편 Nylon/PP 복합방사에 의한 해도사의 심사에 polypropylene(PP)을 넣어 열전도도가 낮은 PP섬유의 특성과 sheath부의 nylon에 무기입자를 넣어 이들 무기입자의 열이동을 막아주는 특성

이 혼합되어 의류상태에서 보온성을 부여하는 연구(Kim et al, 2014c)도 최근 온감소재 개발을 위해 수행되었다.

한편 축열/발열 특성을 부여하는 여러 가지 방법중에서 세라믹 입자인 탄화지르코늄(ZrC)을 섬유속에 혼입하여 이것이 인체에서 발산되는 열을 흡수 · 축열 한 후 인체에 다시 원적외선 형태로 반사시킴으로써 외부로 열이 방열되는 것을 막아주어 축열성을 부여하는 기술도 최근 연구되었다(Kim, 2015). ZrC 혼입 PET 축열 섬유에 관한 연구는 Furata et al.(1996)이 일찍이 연구결과를 발표한 이후 최근 Bahng and Lee(2014)의 연구에서도 PET섬유에 세라믹 파우더를 혼입하여 발열성을 확인 하였다. 그리고 최근 Kim et al.(2015)은 PET sheath/core 복합사에서 sheath부에는 저점도 PET, core부에는 고점도 PET 폴리머와 ZrC를 혼입하여 보온성을 가지는 니트를 개발하였다.

그러나 지금까지의 냉감 및 축열 · 보온성에 대한 연구들의 수분과 열이동 특성은 열전도도와 Qmax (냉감특성)등을 측정하는 간접적인 방법을 사용한 연구가 대부분이다. 의류의 열이동 특성을 나타내는 열저항의 실용적인 단위는 Tog와 Clo치이며 Tog는 S.I. 단위인 K · m²/W의 1/10에 해당하며 Clo치는 Tog치의 1.55배에 해당한다(Das & Alagirusamy, 2010). 한편, 직물상태에서 열이동 특성을 측정하는 계측기로 가장 많이 사용되고 있는 기기는 KES-F Thermo Labo II(Yoneda & Kawabata, 1983)와 Alambeta 측정장치(Hes et al. 1996)가 있으며 이들 계측기에서는 열전도도(thermal conductivity)와 열저항(thermal resistance)치들을 얻을 수 있다.

그러나 이들 특성치들은 직물상태에서 측정된 물질치이며 사람의 생리적 감성에 기초한 열이동 특성은 의류상태에서 열이동에 따른 쾌적성 단위로서 앞에서 언

급한 Clo치가 가장 보편적으로 많이 사용된다. 이 값을 측정 할 수 있는 장치가 써멀 마네킹(thermal manikin)이며 이는 실제 의류의 착용 조건에서 열이동 거동을 측정할 수 있는 복합적인 측정장치(Fan & Hunter, 2009; Kang & Lee, 2013; Choi & Lee, 2009) 이다. 이는 마네킹 체형의 전 표면에서의 전도, 대류 그리고 복사에 기인된 열 손실량을 측정하게 된다. 그러나 이 방법은 직물상태에서 측정하는 열 이동 특성치 측정 방법에 비해서 시간과 경비가 많이 들어감으로써 연구에 잘 이용 할 수 없는 방법이다. 즉 의류상태의 시료로 만들어야 하며 써멀 마네킹 설비가 고가인 관계로 시설 설치비가 높은 경비를 요구하게 된다. 따라서 앞에서 소개된 선행연구들은 직물상태에서의 열이동 특성을 측정·분석한 논문이 많다.

본 연구에서는 최근 인텔리전트 섬유로서 축열/발열성 특성을 가진 ZrC 혼입 PET원사를 사용하여 직물과 편물을 제조하고 이들 직·편물을 의류 상태의 시료로 준비하여 인공기후실에서 써멀 마네킹을 이용한 발열 소재의 발열특성을 측정하고자 하였다. 또한 이들 값을 일반 PET소재와 비교함으로써 발열 인텔리전트 의류용 직·편물의 열적특성을 분석·연구하였다. 그리고 이들 의류의 인공기후실에서의 써멀 마네킹 열적특성을 직·편물 상태에서 측정된 광발열 특성치 등과 비교하여 인텔리전트 발열소재의 써멀 마네킹 열적특성치의 중요성을 확인 해 보고자 하였다.

2. 실험

2.1. 원사준비

본 연구에서 사용한 발열소재사는 국내 H사 파일롯 방사기에서 이성분 방사(conjugated spinning)장치를 사용하여 방사하였다. Sheath부에는 저점도 PET, core부에는 고점도 PET와 ZrC를 혼입시켜 POY 125d/36f를 방사하였다. Fig. 1에 이들 방사장치를 도시하였다. 방사된 POY사는 Murata(日本, 村田機械) DTY(draw textured yarn)기계에서 연신비 1.65, 히터온도 190℃, 속도비 1.75의 조건에서 가연하여 DTY 75d/36f로 사가공을 실시하였다. 그리고 이 발열소재사와 비교하기 위한 control

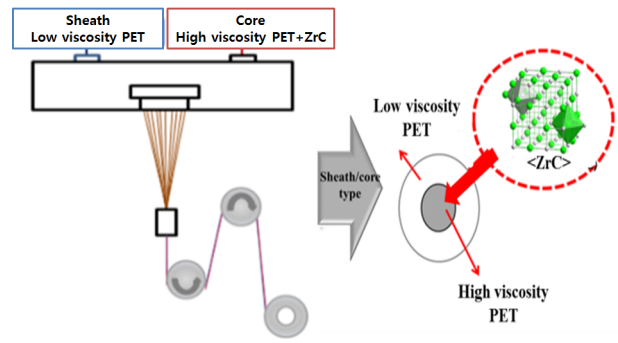


Figure 1. Schematic diagram of bi-component spinning of ZrC imbedded filament

Table 1. Characteristics of yarn specimens

Specimens	Linear density	Characteristics
ZrC imbedded PET	DTY 75d/36f	ZrC imbedded
Control yarn regular PET	DTY 75d/36f	regular PET

yarn으로서 일반 PET DTY 75d/36f를 준비하였다. 이들 원사 시료 특성을 Table 1에 보였다.

2.2. 직·편물제조

Table 1에 보인 원사 두 가지를 사용하여 직경 30인치 더블 니트 환편기 (금용기계, 한국)에서 18rpm의 속도로 2460침으로 Corduroy조직의 니트시료를 제편하였다. 표면사는 PET DTY 100d/40f를 사용하였고 이면사로 Table 1에 보인 원사 두 가지를 사용하였다. 직물은 경사 PET 75d/72f semi-dull사에 위사를 Table 1의 원사 두 가지를 사용하여 평직의 직물을 제조하였다. Table 2에 이들 편물과 직물시료의 스펙을 보였다.

Table 2. Specifications of knitted and woven fabric specimens

Specimens	Knitted fabrics			Woven fabrics			
	Loop length(cm)		Weight	Warp		Weft	
	cylinder	dial	g/m ²	yarn no.	tpm	yarn no.	density (picks/in)
ZrC imbedded fabric	11	13.5	263.18	75d/72f PET, SD	800	75d/36f ZrC PET	93
Regular PET fabric	11	13.5	250.55	75d/72f PET, SD	800	75d/36f regular PET	93
Remark	Thickness(mm)			Thickness(mm)		Weight(g/in ²)	
	ZrC imbedded	1.075		0.241		158	
	Regular PET	1.215		0.257		158	

2.3. 써멀 마네킹 측정용 의류 시료 준비

Table 2에 보인 ZrC 혼입 인텔리전트와 일반 PET 직 · 편물 네 가지 시료를 사용하여 써멀 마네킹 감성 발열특성을 측정하기 위한 의류를 제조하였다. 상의와 하의의 패턴을 Fig. 2와 3에 각각 보였다.

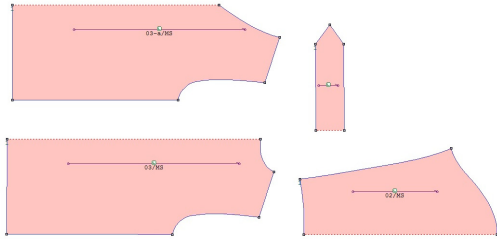


Figure 2. Pattern design of jacket for thermal manikin measurement

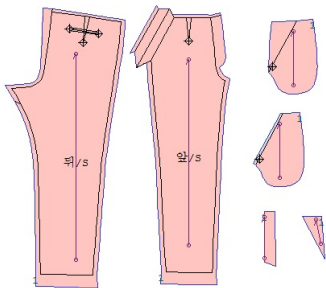


Figure 3. Pattern design of trousers for thermal manikin measurement

2.4. 물성측정방법

2.4.1 감성 인텔리전트 직 · 편물의 광발열 특성

의류내에 들어가 있는 ZrC이 빛을 받았을 때 원적외선을 흡수하여 열에너지로 축열하고 일부 방열된 직 · 편물의 발열성을 확인하기 위해 광발열 시험장치 (UL chemical, 한국)를 사용하여 직 · 편물의 표면온도를 측정하였다. Fig. 4에 실험설비를 보였으며 챔버내의 항온 · 항습 온습도($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, $64 \pm 4\%$ R.H.)하에서 시험편 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 를 준비하여 50cm 위쪽에 $220\text{V} / 500\text{W} / 3200\text{K}$ 전구 발열체를 조사하고 시험편 아래면에 설치된 온도계에서 측정시간에 따른 온도를 1회 측정하여 그래프화 하였다.

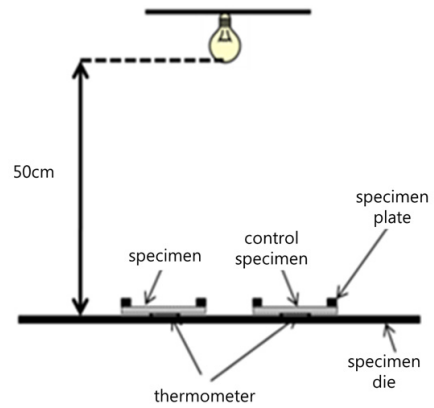


Figure 4. Schematic diagram of light heat emission apparatus

2.4.2 감성 인텔리전트 의류의 써멀 마네킹 측정

Fig.2와 3에 보여진 디자인 의류를 Table 2에 보여진 발열 ZrC 혼입 소재와 이와 비교하기 위해 준비된 일반 PET소재를 사용하여 만든 써멀 마네킹 시험용 의류를 사용하여 인공 기후실 내에서 써멀 마네킹 장치(MTNW-Huey, 미국)를 사용하여 KSK ISO 15831:2005 방법으로 실험을 실시하였다.

Fig. 5에 신체부위 15군데의 센서부착위치를 보였으며 이 위치에서 피부온도(T_s)와 건열손실량(H)을 측정하였다. 15군데는 몸통 부위 위(1)와 아래(2), 윗팔 부위 오른쪽(3)과 왼쪽(4), 그리고 앞 팔 부위 오른쪽(5)과 왼쪽(6), 손부위 오른쪽(7)과 왼쪽(8), 허벅지 부위 오른쪽(9)과 왼쪽(10) 그리고 장단지부위 오른쪽(11)과 왼쪽(12) 그리고 발부위 오른쪽(13)과 왼쪽(14) 그리고 머리부위(15)에 각각 센서를 부착하였다. 그리고 본 연구에서 혼입한 ZrC은 빛을 받았을 때 원적외선에 의한 발열특성을 보임으로써 써멀 마네킹에 광조사 장치를 사용하여 광을 조사한 상태에서 써멀 마네킹 실험을 실시하였다. 그러나 직물의 경우는 편물

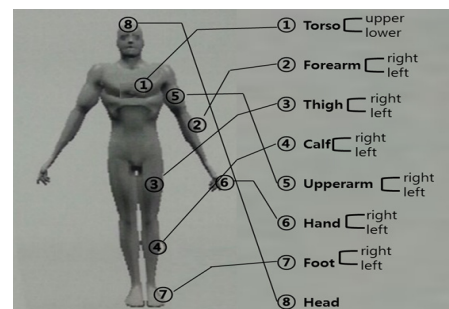


Figure 5. Schematic diagram of thermal manikin with positions of sensors attached

보다 밀도가 높기 때문에 광조사 없이 실험하여 광을 조사한 경우와 Clo치를 비교하였으며 광이 직접 조사되는 윗몸통(upper torso)부위만의 Clo치를 각각 계산하여 비교하였다.

(1) 식에 의해 thermal insulation값을 측정하여 Clo치를 계산하였다.

$$I_t = \frac{A_s (\overline{T}_s - T_a)}{H} \dots\dots\dots(1)$$

where, I_t : total thermal insulation of the clothing and air layer
 H : total dry heat loss from the manikin
 A_s : surface area of the manikin
 \overline{T}_s : the mean skin temperature
 T_a : the mean ambient temperature

즉 (1) 식에서 T_a 를 20℃로 인공기후실 온도를 맞추어 주고 \overline{T}_s 를 측정하기 위해 초기 마네킹 피부온도를 37℃로 하였으며 주위 공기 흐름속도를 0.1m/s로 설정하여 마네킹으로 부터의 전 건열 손실량 H를 측정하여 I_t 값을 계산하고 이 값에서 Clo치를 산출한 후 시료를 마네킹에 입히지 않은 상태에서의 Clo값, 0.533값을 뺀 값을 순수한 의류의 Clo값으로 측정하였다. 이때 마네킹 전체 신체부위 15군데에서 온도 \overline{T}_s 와 건열 손실량 H를 측정하였으며 실험기계를 스타트시킨 후 약 1시간 후에 이 값들을 1회 측정하였다. 일반적으로 light weight 스웨터의 Clo값이 0.2정도의 값을 가지며 heavy weight 스웨터는 0.37의 값을 가지는 것으로 알려져 있으며 남성용 shirt는 0.25~0.29의 값을 가지는 것으로 알려져 있다(Song, 2010).

2.4.3 감성 인텔리전트 직물의 tactile 감성 측정

ZrC 혼입에 따른 tactile 감성특성을 측정하기 위해 압축과 굽힘역학특성을 FAST 실험장치를 사용하여 측정(De Boos, 1991)하였다. 실험은 각각 3회 실시하여 평균치 값을 사용하였다. 나노 입자의 ZrC이 인텔리전트 사의 core부에 들어가 있기 때문에 압축성과 굽힘강성에 어떤 변화를 나타낼 것인가를 분석하였다. 직물의 굽힘강성은 다음의 (2)식에서 계산하였다.

$$B = W \times C^3 \times 9.81 \times 10^6 \dots\dots\dots(2)$$

where, B: bending rigidity($\mu\text{N} \cdot \text{m}$)
 C: bending length(mm)
 W: weight per unit area(gf/m^2)

그리고 직물의 압축특성은 2 gf/cm^2 , 100 gf/cm^2 하중에서 각각 압축하여 압축성(compressibility)을 평가하였다.

2.4.4 감성 인텔리전트 직물의 SEM 측정

사와 직물의 단면형상을 관찰하기 위해 주사전자 현미경(Scanning Electron Microscope, S-4300, HITACHI Co., Japan)을 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 발열 인텔리전트 직·편물의 광발열 특성

Fig. 6은 Table 2에 보인 ZrC 혼입 인텔리전트 편물과 이것과 비교하기 위한 일반 PET 편물의 광조사에 의한 편물원단의 표면 온도변화를 보인 것이다. Fig. 6에서 볼 수 있듯이 측정 후 10분 정도가 지나서 인텔리전트 편물과 일반 PET 편물(control)의 표면 온도차이가 2℃정도 나는 것을 알 수 있으며 이는 필라멘트 내의 ZrC가 빛을 받았을 때 원적외선을 흡수 내지는 축적하여 발열 혹은 축열성을 보이는 결과로 볼 수 있다.

Fig. 7은 Table 2에 보인 ZrC 혼입 인텔리전트 직물과 이것과 비교하기 위한 일반 PET직물(control)의 광조사에 의한 직물 표면의 온도변화를 보인 것이다. Fig. 7에서 볼 수 있듯이 측정 후 10분정도 지나서 두

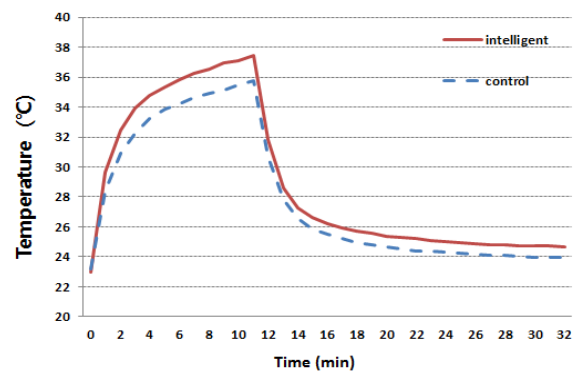


Figure 6. Surface temperature of knitted fabrics by light exposure

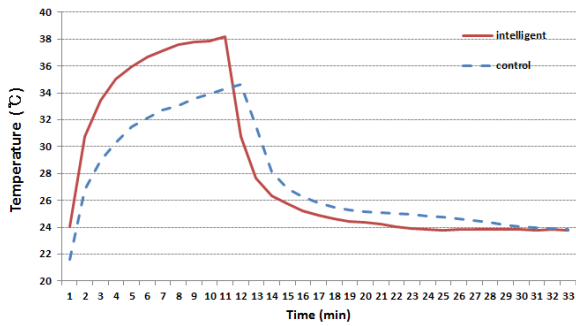


Figure 7. Surface temperature of woven fabrics by light exposure

직물의 온도차이가 4°C정도 발생함을 볼 수 있다. 이는 Fig. 6에 보인 니트 시료에서와 같이 직물 내 원사의 ZrC이 광조사에 의한 원적외선의 발열에 의해 직물 표면의 온도가 4°C정도 증가함을 볼 수 있다. 단지 니트보다 2°C정도 직물의 표면온도 차이가 큰 것은 직물이 단위면적내의 ZrC 함유량이 니트보다 많기 때문으로 보여진다. ZrC에 의한 원적외선 방출이 되었다는 사실을 확인하기 위해 FT-IR 시험에 의한 원적외선 방사강도와 EDS에 의한 원소분석을 실시하였으며 이 결과는 전보(Kim, 2015)에서 확인되었다.

3.2. 감성 인텔리전트 의류의 써멀 마네킹 발열 특성

Table 2에 보이는 편물과 직물시료 각각 두 가지를 사용하여 Fig. 2~3에 보이는 의류패턴의 시료를 만들어 써멀 마네킹 실험을 실시하였으며 Fig. 8과 9에 편물과 직물의 실험사진을 보였다. 마네킹의 15군데에 온도 센서를 연결하여 측정기계의 예열시간을 60분 정도로 워밍업을 시킨 후 15군데 Clo 값의 평균값을 측정하였다. Fig. 10은 ZrC 혼입 편물과 일반 PET편물의 광조사 상태의 마네킹 실험 결과의 Clo치를 보였다.

Fig. 10에서 볼 수 있듯이 ZrC 함유 편물이 일반 PET 편물보다 Clo치가 0.08 정도로 약 25% 높은 값을 보임을 알 수 있다. 이는 ZrC 함유 편물내의 ZrC이 원적외선을 흡수·축열하는 현상에 의해 더 높은 값을 보임을 알 수 있다. 그리고 이 값은 light weight 스웨터의 Clo값이 0.2 정도이며 heavy weight 스웨터는 0.37정도의 값을 가진다는 선행연구(Song, 2010)와 비교된다. 본 연구에서 사용한 일반 PET 시료의 0.319는



(a) ZrC imbedded fabric (b) regular PET fabric

Figure 8. Photograph of thermal manikin measurement of knitted fabric garment



(a) ZrC imbedded fabric (b) regular PET fabric

Figure 9. Photograph of thermal manikin measurement of woven fabric garment

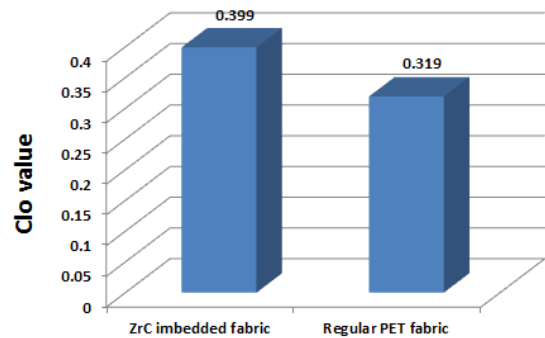


Figure 10. Clo value of knitted fabric garment with light exposure

medium 스웨터의 값 정도를 가짐으로써 알 수 있으며 ZrC 혼입 편물시료의 0.399 값은 두꺼운 스웨터의 0.37 보다 높은 값으로, ZrC를 함유함으로써 발열에 의한 더 높은 보온성을 보임을 알 수 있다.

Fig. 11은 ZrC 혼입 직물과 일반 PET 직물의 광조사 전 후의 Clo값을 도시 한 것이다. 그림에서 볼 수 있듯이 광조사를 하지 않은 상태의 두 직물의 Clo치 값에 큰 차이를 볼 수 없으며 마네킹 15군데 평균치 Clo치가 아닌 윗 몸통부위 (upper torso)에도 두 직물사이의

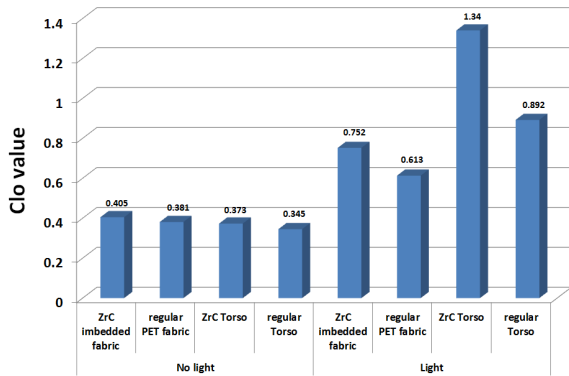


Figure 11. Clo value of woven fabric garment before and after light exposure

Clo치에 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 광조사 상태에서는 두 직물사이의 Clo치는 ZrC 혼입직물이 0.14 정도 높은 값을 보였으며 특히, 광조사가 직접 조사된 부위인 윗 몸통부위의 Clo치는 ZrC 혼입 직물이 0.45 정도 높은 값을 보였다. 이는 직물내에 혼입된 ZrC이 빛을 받을 때 원적외선에 의한 발열/축열에 의한 의류 내의 온도 상승에 의한 의류의 보온성의 척도인 Clo치의 증가를 보여 주는 결과로 판단된다.

3.3. 탄화지르코늄 나노입자 혼입에 따른 tactile 촉감 특성

ZrC 혼입에 따른 발열에 의해 의류의 보온성은 확보가 되나 tactile 촉감 특성은 어떤 변화가 있는지 분석 하는 것도 의류의 감성 특성에서 중요한 항목이 된다. 따라서 ZrC 혼입 인텔리전트 직물과 비교직물로서 일반 PET 직물과의 역학적 특성을 비교하였다. Fig. 12에 두 가지 직물의 압축성과 굽힘강성값을 보였다. 그림에서 볼 수 있듯이 ZrC이 함유된 직물의 압축성이 일반 PET 직물보다 낮은 값을 보이며 굽힘강성 값은 더 높은 값을 보임으로써 stiff하고 rigid한 촉감을 보임을 알 수 있다. 이는 필라멘트 내에 함유된 ZrC입자에 의해 사의 축면방향의 압축하중에 의한 변형이 더 작게 발생하며 또한 사의 축방향의 굽힘변형에 대한 저항성은 더 큰 값을 보인 결과로 사료된다. 이러한 결과는 Fig. 13에 보이는 두 직물의 경사와 위사 방향의 단면사진에서도 확인된다. ZrC 혼입 인텔리전트 직물보다 일반 PET 직물의 위사방향 단면에서 더 별키한 구조를 볼 수 있으며 ZrC 혼입 인텔리전트 직물

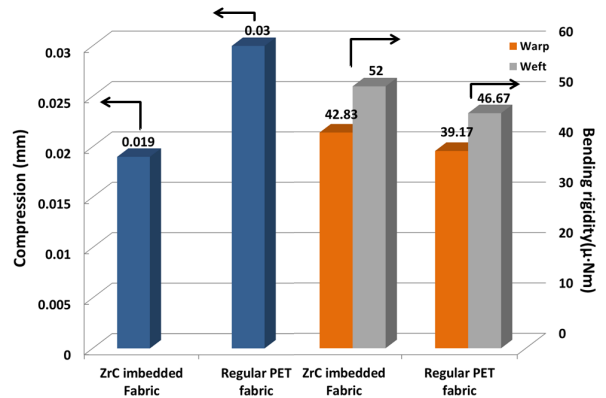


Figure 12. Compression and bending rigidity of woven fabric specimens

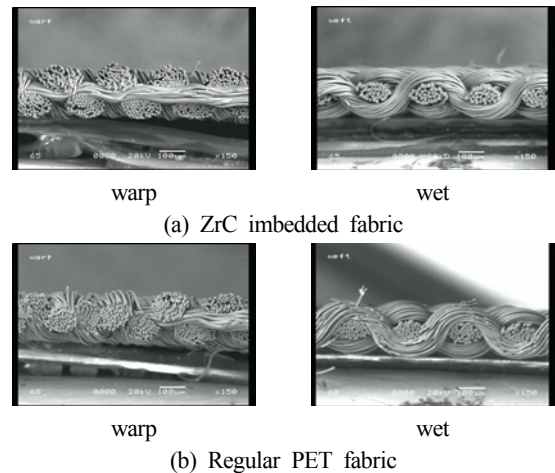


Figure 13. SEM images of woven fabric cross-section

이 더 컴팩트함을 보이며 이는 더 높은 굽힘강성과 더 낮은 압축성을 보이는 이유라고 사료된다.

4. 결론

인텔리전트 의류용 소재의 씨멀 마네킹 측정에 의한 발열특성을 확인하기 위해 ZrC 혼입 원사를 방사하여 직물과 편물을 제조하고 이들을 사용한 씨멀 마네킹 실험용 의류패턴을 제조하여 이들의 발열 특성을 측정·분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) ZrC을 혼입한 인텔리전트 PET원사로 제조한 직물과 편물은 일반 PET 원사로 제조한 직물과 편물 대비 광발열 특성 시험결과 직·편물표면 온도가 각각 4°C와 2°C정도 높은 값을 보임으로써 ZrC 혼입 인텔리전트 PET가 빛을 흡수하여 원적외선에

의한 발열 및 축열성을 보임을 확인 하였다.

- 2) 의류상태에서 광조사를 시킨 썬멜 마네킹 실험에 의한 발열특성 실험 결과 편물의 경우 ZrC 함유 편물이 일반 편물보다 Clo치가 0.08 정도 높은 값을 보였으며 직물의 경우 Clo치가 0.14 정도 높은 값을 보임을 확인하였다.
- 3) ZrC 혼입에 의한 직 · 편물의 역학특성은 직물의 압축특성이 일반 직물대비 낮은 값을 보이며 굽힘특성은 높은 값을 보임으로써 tactile 촉감특성은 다소 나빠지는 결과를 보였다.

본 연구를 통하여 ZrC 무기나노입자를 원사에 혼입시켜 직 · 편물 상태에서 광발열 현상이 나타남을 확인하였고 의류의 썬멜 마네킹 실험에서도 발열특성을 확인함으로써 인텔리전트 발열의류용 소재로 ZrC 혼입 원사의 적용 가능성을 확인하였다.

REFERENCES

- Bahng, G. W., & Lee, J. D. (2014). Development of heat-generating polyester fiber harnessing catalytic ceramic powder combined with heat-generating super microorganisms. *Textile Research Journal*, 84(11), 1220-1230.
- Choi, J. W., & Lee H. H. (2009). The relationship between weight of single garments and thermal insulation with a thermal manikin. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 33(2), 173-186.
- Das, A., & Alagirusamy, R. (2010). *Science in clothing comfort*. Woodhead Publishing, New Delhi: PVT LTD.
- De Boos, A. G. (1991). *Siro FAST users's manual*. Australia: CSIRO press.
- Furata, T., Shimizu, Y., & Kondo, Y. (1996). Evaluating the temperature and humidity characteristics of solar energy absorbing and retaining fabric. *Textile Research Journal*, 66(3), 123-130.
- Fan, J., & Hunter, L. (2009). *Engineering apparel fabrics and garments*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited
- CRC press.
- Hes, L., Dearaujo, M., & Djulay V. V. (1996). Effect of mutual bonding of textile layers on thermal insulation and thermal contact properties of fabric assemblies. *Textile Research Journal*, 66(4), 245-250.
- Kang, I., & Lee, H. S. (2013). Wear comfort evaluation on water-vapor-permeable(WVP) garments using a movable sweating thermal manikin. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 37(8), 1095-1106.
- Kim, H. A., Heo, K., & Kim, S. J. (2015). Physical property of heat storage knitted fabrics for high emotional garment. *Fashion & Textile Research Journal*, 17(2), 295-304.
- Kim, H. A., Woo, J. Y., & Kim, S. J. (2014a). The physical property of PET coolness knitted fabric for high emotional garment. *Textile Coloration and Finishing*, 26(2), 114-123.
- Kim, H. A., & Woo, J. Y. (2014b). The physical property of moisture responded transformable intelligent textiles for high emotional garment. *Science of Emotion & Sensibility*, 17(1), 93-104.
- Kim, H. A., Jang, H. W., Heo, K., Kim, S. J., & Kwon, S. J. (2014c). The physical property of Nylon/PP warm-up knitted fabric for high emotional garment. *Textile Coloration and Finishing*, 26(1), 22-31.
- Kim, H. A. (2015). Far-infrared emission characteristics of ZrC imbedded heat storage knitted fabrics for emotional garment. *Science of Emotion & Sensibility*, 18(1), 49-58.
- Mather, R. R. (2001). Intelligent textiles. *Review of Progress In Coloration and Related Topics*, 31, 36-41.
- Song, G. (2010). *Improving comfort in clothing*. Philadelphia: Woodhead Publishing Limited CRC press.
- Yoneda, M., & Kawabata, S. (1983). Analysis of transient heat conduction and its application, Part I. *Journal of the Textile Machinery Society of Japan*, 29(4), 79-80.

원고접수: 2015.07.10

수정접수: 2015.08.07

게재확정: 2015.09.10