고기능성 직물의 보온성 향상에 관한 연구

최종덕, 박영미*, 최종석**, 조영원***, 구강***

영남대학교 대학원 섬유공학과, *연세대학교 생활과학대학 의류환경학과
**미광다이텍(주), ***영남대학교 섬유패션학부

1. 서 론

고기능성 섬유의 하나인 투습·방수 소재는 수분을 통과시키고 물은 스며들지 않게 하여 비나 눈에 젖지 않고 땀은 배출시켜 착용자의 체온조절을 돕고 쾌적감을 유지하도록 하는 직물을 일컫는다. 1970년대 도입된 투습·방수 소재는 현재 기술적으로는 성숙기에 있다고 할 수 있다. 레저스포츠의 대중화로 인한 레저스포츠웨어의 수요 증가뿐만 아니라 일반 의복용으로 사용범위가 확대되어 투습방수 소재에 대한 수요는 더욱 늘어날 것으로 생각된다.[1] 이러한 레저스포츠웨어 중 하나인 스키복, 방한복 등은 투습성 및 방수성 등의 기존의 기능을 유지하면서 동시에 보온 성능까지 갖춘 고기능성 직물이 요구되고 있다.

직물의 보온성에 관한 관심과 기술개발을 위한 연구는 이미 오래전부터 이루어져 왔으며, 일반적으로 섬유제품의 보온성을 향상시키는 방법으로는 주로 단열에 의한 보온효과를 생각해 왔으나 최근에 개발되고 있는 축열·보온 소재는 기존의 보온가공의 개념을 전환·발전시킨 것이라 할 수 있다. 축열·보온 섬유의 정의는 다소 불명확하지만, 주로 다음의 3가지 기능이 조합되어져 있다고 할 수 있다. 첫째, 외부로부터 빛과 열, 즉 전자파(태양열)를 효율적으로 잘 흡수시켜 일부는 장파장의 전자파(적외선)로 변환시켜 인체에 기능을 부여하며, 둘째, 인체로부터 방사되는 열선(자외선)을 그대로 반사시키거나, 파장변환해서 반사하는 기능, 셋째, 섬유 스스로 발열해서 인체를 따뜻하게 해주는 기능으로 예를 들면 양모의 흡습발열기구와 같은 것이다. 위의 첫재, 둘재 기능을 가진 재료로서, 세라믹과 전이금속화합물및 금속산화물이 주목되고 있고, 1980년대 후반부터 합성섬유 제조사가 제품을 시판하기 시작하였다. 셋째 기능을 가진 재료로는 Phase Change Material(이하 PCM)이 주목받고 있다. PCM이란 주변의 온도가 상승하면 녹으면서 열을 흡수하고, 주변의 온도가 낮아지면 결정화하면서 열을 방출하는 축열·발열 특성을 반복적으로 나타내는 물질을 말하며[2], 앞에서 말한 바와 같이 상이 변화하면서 열을 방출하거나 흡수하는 과정에서 보온성능을 나타낼 수 있다.

전보[3),4)]의 결과에서 PCM Microcapsule(이하 PCMMc)을 투습·방수 코팅액에 첨가하여 가공하면, 습식가공에서는 우수한 보온 성능을 나타내었으나 건식가공에서는 좋은 결과를 얻지 못하였다. 따라서 본 연구에서는 PCMMc를 습식 코팅시에 첨가하여 가공한 후, 건식 코팅시에 다른 방식의 보온재인 세라믹(SiC)를 첨가하여 Dual 코팅하여보고 그 특성에 관하여 평가하였다.

2. 실 험

2.1 시약 및 재료

직물로는 선발수처리와 CIRE가공한 나일론(경사 70D FD 155 × 위사 160D FD ATY 70)을 사용하였다. 습식 코팅용수지는 습식기공형 PU(polyurethane)수지인 MP-840K, HW-2080G를 사용하였고, 건식 코팅용으로 건식 무공형 폴리우레탄수지 WB-409, DMU-880B을 사용하였다. 보온재로서 PCMMc, SiC를 사용하였다.

2.2 코팅방법

840K와 2080G를 혼합한 후 계면활성제, 소광제 등을 적당량 첨가하여 코팅액을 조제하였다. 이 코팅액에 PU 수지에 대한 무게(g)비가 5%가 되도록 PCMMc을 첨가하여 장력을 가한 직물 표면에 코팅 후 물에 5분간 침지하였다. 침지 후 수세, mangle을 이용하여 수분제거 후 160℃에서 건조 하였다. 앞에서 습식코팅된 직물에 WB-409와 DMU-880B를 혼합 후 이 코팅액에 PU수지에 대한 무게(g) 비가 10%, 20%, 30%가 되도록 SiC을 첨가하여 직물에 장력을 가한 후 나이프로 코팅하고 160℃의 열풍에서 90초간 건조시켰다.

2.3 SEM(Scanning Electron Microscope)

코팅된 직물표면의 형태학적 변화를 관찰하기 위하여 주사전자현미경(Hitachi S-4200, Japan)을 사용하여 가공한 직물의 표면과 단면을 관찰하였다.

2.4 내수압 및 투습도

내수압은 ISO 0811에 따라 FX3000 Hydrostatic Head Tester(TEXTEST, 스위스)를 사용하여 측정하였다. 투습도는 ASTM E 96-95에 의해서 LH20-11VP(Nagano co. 일본)로 측정하였다.

2.5 열분석

DSC(Instrument2010, Dopont, USA)를 사용하여 질소분위기에서 승온 속도 10℃/min으로 0℃에서 50℃까지 상승시킨 후, 3분간 열 안정시키고, 다시 10℃/min 하강시켜 0℃까지 냉각하여 그 변화를 관찰하였다.

2.6 원적외선 방사량 측정

원적외선응용평가연구원에 의뢰하여 KFIA-FI-1005의 시험방법으로 37℃에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

내수압은 SiC의 첨가량이 20%가 될 때 까지 10000mmH_2O를 유지하고 30%가 되었을 때 9400mmH_2O 으로 약간 감소하였다. DSC 측정결과 PCM의 21.90℃ 부근에서 융점이 관찰 되었다. PCMMc의 첨가량이 동일한 상태에서 SiC의 첨가량이 증가함에 따라 발열량도 증가하였다. PCMMc만 5% 첨가된 샘플의 발열량은 4.548J/g 이었고 PCMMc 5%에 SiC 30%가 첨가된 샘플의 발열량은 5.536J/g으로 나타났다. 처리된 직물의 원적외선 방사량을 측정하기 위하여 원적외선응용평가연구원에 의뢰하여 방사량 및 방사에너지를 측정한 결과를 Table 1. 에 나타내었다. SiC의 첨가량의 증가함에 따라 방사량 및 방사에너지가 증가함을 알 수 있다.

Table 1. 처리 직물의 원적외선 방사량 및 방사에너지

Sample	방사량(5~20㎛)	방사에너지(W/㎡ · ㎛, 37℃)
control	0.878	3.39×10^2
PCMMC5%	0.885	3.41×10^2
PCMMC5%&SiC10%	0.887	3.42×10^2
PCMMC5%&SiC20%	0.893	3.44×10^2
PCMMC5%&SiC30%	0.896	3.45×10^2

4. 결 론

투습방수 가공시 코팅액에 PCMMc 및 SiC를 첨가하여 Dual 코팅법으로 가공하면 내수압의 저하가 거의 나타나지 않았다. DSC 측정결과 일정량의 PCMMc가 첨가된 상태에서 SiC의 첨가량이 증가함에 따라 발열량이 증가하는 것으로 나타났다. 또한 SiC의 첨가량의 증가에 따라 방사량 및 방사에너지도 증가하였다. 따라서 PCM 및 세라믹을 첨가하면 보온성을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 더욱이 PCM과 세라믹을 각각 따로 사용하는 것보다 병용하여 사용하면 보온성에 더욱 효과적이라는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1. H. H. Yoo, Y. H. Kim, Improvement of Warmth Retaining Property of Water Vapor Permeable /Waterproof Coated Nylon Fabric, *The Korean Fiber Society*, **30**(3), 250-258(1993)
2. M. E Holman, "Gel-coated Microcapsules", U.S. Patent, 6,171,647(2001).
3. 최종덕, 유재영, 이연진, 박영미 김채성, 구강, 고기능성 축열발열 직물의 특성에 관한 연구(Ⅰ), "한국염색가공학회 춘계학술발표회", Vol. 18, p.204(2006)
4. 최종덕, 유재영, 박영미, 구강, 고기능성 축열발열 직물의 특성에 관한 연구(Ⅱ), "한국섬유공학회 춘계학술발표회", 서울, Vol. 39, p.138(2006)