

축열 가공 섬유 “S SUNPRE”

1. 서 언

의복내 상태가 덥거나 춥지 않은 쾌적한 조건은 피부 및 의복 간의 공기층의 온도가 $32\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, 상대 습도가 $50\pm 10\%$, 기류가 $25\pm 15\text{ cm/초}$ 인 것으로 알려져 있다. 의복은 인간의 피부가 직접 외부에 접촉하는 것을 방지하여 더위 및 추위로부터 인체를 보호하는 역할을 하며 특히, 추위로부터 인체를 지키는 것은 중요하다. 추위에 의해 낮아진 의복내 온도를 높이기 위해서는 예로부터 의복을 겹쳐 입거나 두꺼운 의복을 착용하는 방법이 있지만, 이러한 방법은 무게와 부피가 커져 움직임을 어렵게 하며, 어깨가 결리는 등 신체적 영향의 문제가 있다.

한편, 현재 화두가 되고 있는 지구 온난화 문제와 관련하여 ‘쿨비즈(Cool-Biz)’와 함께 ‘웜 비즈(Warm-Biz)’가 제창되고 있다. 이와 관련하여 최근에는 가볍고 얇은 축열 소재가 중요해지고 있으며, 수많은 개발이 진행되고 있다. 축열 소재는 다음과 같이 구분이 가능하다.

① 단열 소재

의복 내부의 열이 외부로 빠져나가지 않도록 차단하거나 외부의 냉기를 차단하여 내부로 들어오지 않도록 하는 소재이며, 열전도율이 낮은 소재를 이용하고 있다. 낮은 열도전율로 가장 대표적인 것은 공기이다. 공기가 의복내에 존재하면 보온성을 발휘하지만, 외부로 빠져나갈 경우 보온성도 떨어지기 때문에 의복내에 공기를 잡아둘 수 있는 부동 공기층을 형성할 필요가 있다. 이러한 관점으로부터 공기가 섬유 내부에 머물도록 한 것이 중공사이며, 도요보(주)의 “에어 큐브” 등이 있다. 또한, 실을 구성하는 재료

자체에 낮은 열전도율을 가진 것을 이용하는 방법도 있다. 예를 들면, 낮은 열도전율의 폴리프로필렌 섬유를 사용한 다이와보노이(주)의 “WARMPRO PP” 등이 있다.

② 흡습발열 소재

섬유는 인체로부터 발생하는 땀 및 수증기 등의 물분자를 흡착할 경우, 흡착열이라고 하는 열을 발생한다. 이 원리를 이용한 것이 흡습발열 섬유이며, 흡습률이 높을수록 발열성도 높은 경향이 있어 흡습률이 높은 양모 및 아크릴 섬유를 이용하는 경우가 많다. 일본 엑스란공업(주)의 “엑스”는 이러한 흡습발열 성능이 높은 아크릴 섬유를 이용한 제품이다.

③ 원적외선 반사·방사 소재

인체로부터 발생하는 복사열(방사열)이 외부로 빠져나가지 않도록 하는 소재.

적외선을 반사하거나 흡수한 후 이를 다시 방사하는 재료를 이용한다. 원적외선은 4~100 μm 의 파장을 가진 전자파이며, 수분에 흡수되기 쉬운 성질을 가지고 있어 이를 이용하여 인체를 따뜻하게 하는 것이 가능하다. 반사 소재로서는 은 및 알루미늄 등의 금속을 섬유에 코팅 및 증착, 도금을 한 것이 있다. (주)유화인에서 생산된 “유화인”은 순은을 폴리에스터 필름에 진공증착하여 150 μm 및 230 μm 의 폭으로 제조된 슬릿 사(slit yarn)이다. 흡수·재방사 소재로서는 규산 지르코늄계 세라믹을 혼입한 데이진화이버(주)의 “WARMAL” 등이 있다.

④ 상변화 물질을 이용한 소재

어떤 온도에서 액체로부터 고체로 변화하는 상변화 물질(Phase Change Material ; PCM)을 섬유에 배합시킨 소재.

주변의 온도가 내려갈 경우, PCM 이 액체로부터 고체로 상변화할 때 응고열이 방출되어 따뜻하게 된다. 상변화 물질로는 유기물(파라핀 왁스 등), 무기물 및 무기수화물(황산나트륨 · 10 수화물) 등이 있으며, 섬유제품으로서는 유기물을 사용한 것이 많다. KB 세렌(주)의 “서멀 어시스트”는 상변화 물질을 함유한 마이크로캡슐을 섬유에 배합한 상품이다.

⑤ 태양광의 축열 원리를 이용한 소재

태양광에 포함된 적외선 및 가시광선 등을 흡수하고, 흡수된 빛 에너지를 효율적으로 열에너지로 변환시켜 방출 · 방열하는 물질을 섬유에 함유 시킨 소재.

폴리에스터(PET) 섬유에 탄화 지르코늄을 혼입시킨 유니티카 트레이딩(주)의 “서모 트론” 및 특수 입자를 함유한 미츠비시레이온(주)의 아크릴 섬유 “코어 브리드 서모 캐치” 등이 있다.

2. 축열가공 섬유 “S SUNPRE”

지구상에 조사된 태양의 방사 에너지의 분포는 0.5 μm 부근에 피크가 있으며, 0.3~2.5 μm 의 파장 영역에 전체 에너지의 대부분이 집중되어 있고, 그 이외의 파장 영역에 분포하는 에너지 양은 매우 적다. 0.3~2.5 μm 파장 영역의 태양광은 가시광 및 적외선으로 불리운다.

지구상에 끊임없이 풍부하게 쏟아지는 0.3~2.5 μm 영역의 태양광을 스스로 효율적으로 열에너지로 변환할 수 있는 섬유구조물(직 · 편성물 및 부직포)을 실현할 수 있다면, 이동성에 제약을 받지 않고 의류에 난방 기능을 부여하는

것이 가능하다. 그리고, 이러한 섬유구조물이 있다면 의류용은 물론 건축 등의 기타 분야에 산업적으로 이용하는 것이 가능하다.

이러한 발상으로부터 제조된 축열가공 소재로서 일본 사카이오백스(주)의 “S SUNPRE”가 있다. 이 제품은 후가공으로 처리되며, 섬유 표면에 일부 존재하는 근적외선 흡수 물질이 0.5~1.5 μm 의 파장 영역의 태양 방사 에너지를 효율적으로 열 에너지로 변환시켜 방출하는 것이 가능하기 때문에 빛을 계속 쪼이는 한 따뜻함이 지속되는 상품이다. 특징은 아래와 같다.

① 섬유구조물에 대한 가공

현재 폴리에스터(PET) 소재에 있어, 태양광을 열에너지로 변환시켜 축열보온성을 부여하는 방법으로는 위에서 소개한 “서모 트론”과 같이 근적외선 흡수 물질을 방사단계에서 혼입한 것이 주류이다. 그러나, “S SUNPRE”는 섬유구조물(원단/부직포)에 가공하기 때문에 섬유에 혼입하는 것과 달리 소재가 한정되지 않고, 낮은 단가로 제공할 수 있다는 이점이 있다.

② 우수한 내후성 및 내열성

근적외선 흡수 물질은 무기계로서, 유기 색소 등의 유기계 적외선 흡수 물질에 비해 내후성 및 내열성이 우수하다. 따라서, 섬유 표면으로부터 근적외선 흡수물질의 탈락이 거의 없어 근적외선 흡수 성능의 저하가 거의 없다.

③ 우수한 투명성

근적외선 흡수 물질의 평균입자는 $1.0\ \mu\text{m}$ 이하로서, 가시광 파장보다 작은 크기이기 때문에 섬유 표면에 부여하여도 투명성이 우수하며, 생지의 색상에도 변화를 주지 않는다.

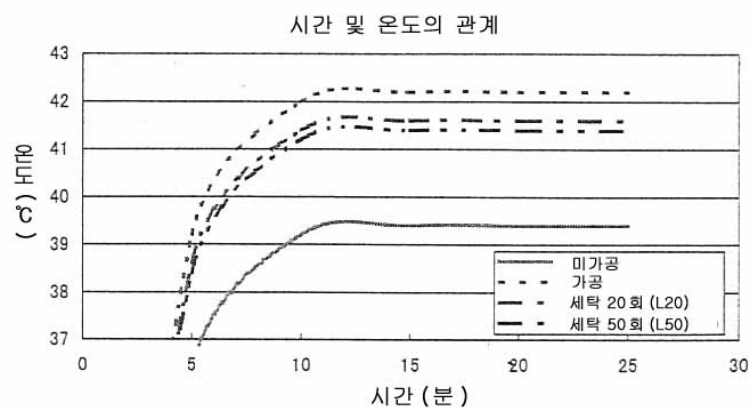
④ 발수·방오 가공과 병용 가능

물을 튕겨내는 발수성 및 유성 오염 등을 튕겨내는 방오 성능을 병용하는 것이 가능하기 때문에, 의류 분야 뿐 만이 아니라 재료 분야 등에도 용도 전개가 가능하다.

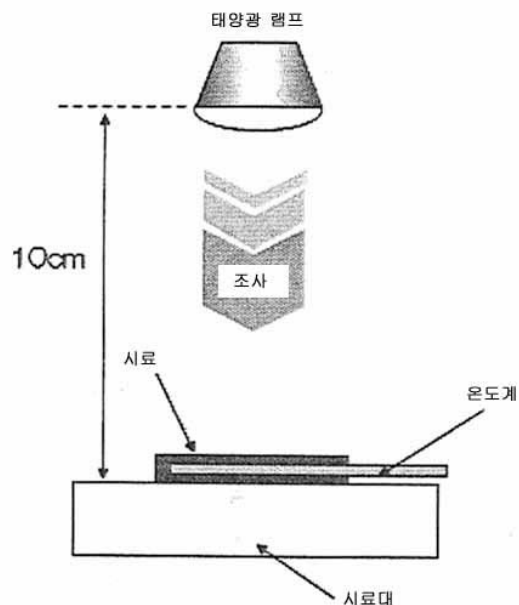
실제로 “S SUNPRE” 가공한 폴리에스터 원단의 성능을 소개하면 다음과 같다.

<그림 1>은 태양광 램프의 빛을 “S SUNPRE” 원단에 조사하여 25 분간 시험편 내부의 온도를 모니터한 결과이며, <그림 2>는 평가 시험 방법의 개략도이다. 여기서, 태양광 램프란 태양광에 가까운 분광스펙트럼을 가져 연색성이 우수한 메탈 할로이드 램프(metal haloid lamp)이며, (주)도시바의 반사형광 램프(실외용 DR125/T(L))를 이용하였다. 시험은 온도 $20\ ^\circ\text{C}$, 상대습도 40 %의 환경하에서 실시하였으며, 시험편을 수은 온도계에 감아 고정시키고 시험편으로부터 10 cm 떨어진 위치에 태양광 램프를 설치하였다. 시험편은 짙은 감색으로 염색된 폴리에스터 100 %의 직물을 이용하였으며, “S SUNPRE” 가공 원단과 일반 가공 원단을 비교하였다. 세탁 내구성을 확인하기 위해 세탁전 원단과 세탁 20 회 및 50 회(JIS L 0217 103 법) 원단을 사용하였다. 태양광 조사는 조사 전에 시험편 내부의 온도가 $20\ ^\circ\text{C}$ 가 된 것을 확인 후 시행하였다. <그림 1>의 결과로부터 알 수 있듯이 일반 가공 원단은 시험편 내부의 온도가 25 분 후에 $39.4\ ^\circ\text{C}$ 인 반면에 “S SUNPRE” 가공 원단은 $42.2\ ^\circ\text{C}$ 로서, 일반 가공 원단보다 $2.8\ ^\circ\text{C}$ 상승하였다. 또한, “S

SUNPRE” 가공 원단을 50 회 세탁한 시험편(L-50)의 경우, 시험편 내부의 온도가 25 분 후에 41.4 ℃가 되어 세탁에 의해 약간의 성능 저하가 있음을 확인하였으며, 일반 가공 원단보다 2.0 ℃의 온도 유지 효과가 있음을 확인하였다. 다양한 폴리에스터 원단에 “S SUNPRE” 가공한 경우, 1.4~3.0 ℃의 온도 상승이 확인되었으며, 세탁 내구성도 양호하였다.



<그림 1> 태양광 램프 조사 시 원단 내부의 온도 변화

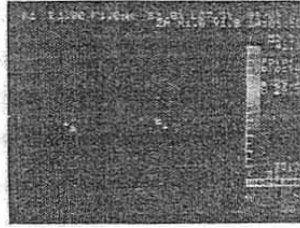


<그림 2> 태양광 램프 조사 장치

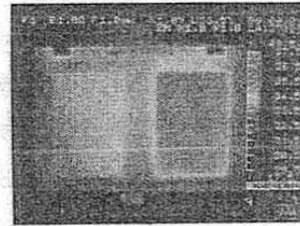
<그림 3>은 “S SUNPRE” 가공 원단에 리플렉스 램프(reflex lamp)를 조사하여, 10 분 후의 시험편의 표면 온도를 서모그래피(thermography)로 촬영한 결과이다. 여기서, 리플렉스 램프란 램프 내면의 절반을 반사율이 높은 알루미늄으로 피복한 백열 전구로서, 일반 백열 전구에 비해 램프의 빛을 일정 범위에 고효율의 조사가 가능하다는 이점이 있다. 본 시험에서는 파나소닉(주)의 사진용 리플렉스 램프(Daylight 용 500 형 PRS-500WB)를 사용하였으며, 색온도(광원의 빛의 색을 수치적으로 표기한 것) 5500K, 조사 각도는 30 도이다. 서모그래피는 NEC Avio Infrared Technologies 사의 열 이동 해석 장치(TH3102 형)를 사용하였다. 여기서, 서모그래피란 물질 표면으로부터 방사되고 있는 적외선 에너지의 강도를 온도 정보로서 검출·가시화하여 온도 분포 등을 영상으로 표시하는 기술 및 장치로서, 일반적으로는 적외선 카메라로도 불리운다. 시험은 온도 20 ℃, 상대습도 65 %의 환경하에서 실시하였다. 시험편(세로 15 cm×가로 12 cm 정도)을 종이에 붙여 바닥으로부터 1 m 의 높이로 매달고 시료 후방으로부터 50 cm 떨어진 위치에 리플렉스 램프를 설치하고 시료 전방으로부터 100 cm 떨어진 위치에 서모그래피 카메라를 설치하였다. <그림 3>의 결과로부터 알 수 있듯이, 10 분 조사 후 일반 가공포는 34.0 ℃인 반면, “S SUNPRE” 가공 원단은 35.8 ℃로서 일반 가공포보다 1.8 ℃의 온도 상승을 볼 수 있다.

“S SUNPRE” 가공 제품에는 <그림 4>와 같은 상품 태그(tag)를 붙여 방한 의류 소재 등의 의류 분야에 전개하고 있다. 이외에도 열선으로서 자외선 차단용 실내 커튼과 같은 인테리어 재료 분야에 활용이 가능하며, 최종적으로는 이와 같은 면상의 광열 변환 작용을 이용하여, 눈을 녹이는 해설 재료 분야에 활용을 기대할 수 있다.

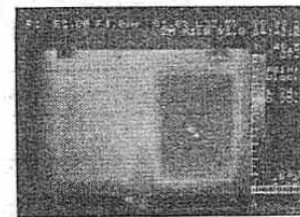
(A) 램프 조사시



(B) 램프 조사 5분 후



(C) 램프 조사 10분 후



<그림 3> 서모그래피 사진.

(사진 내 좌측은 일반 가공 원단, 우측은 “S SUNPRE” 가공 원단)



<그림 4> “S SUNPRE” 상품의 태그(tag).

(좌 : 표면, 우 : 뒷면)