

고강력 나일론사 “Silfine N”을 이용한 박지직물 개발

1. 서언

최근 경기 침체의 영향으로 저비용으로 즐길 수 있는 여가 활동에 관심이 높아지고 있다. 또한, 친환경 및 건강에 대한 유행과 맞물려 등산 및 캠페인 등의 아웃도어 활동에 대한 참여가 높아지고 있다. 아웃도어용 제품은 다양하며, 증가하는 소비자의 요구에 대응하기 위해 새로운 상품이 개발되고 있다. 특히, 산악 등반 등에 사용되는 침장, 등산 가방, 텐트 등은 다양한 사용 환경에 적응할 수 있는 상품으로 개발되고 있으며, 다양성도 넓어지고 있지만 전체적인 경향은 이동시 피로 경감을 목적으로, 경량화가 진행되고 있다.

이러한 경량화 경향은 장비뿐만 아니라, 사람이 신체에 입는 의복, 예를 들면 다운재킷, 윈드브레이크, 레인웨어 등에도 요구되고 있다. 의복의 경우, 착용시 피로 경감의 목적뿐만 아니라 아웃도어 활동이라고 하는 다양한 자연환경 변화에 대한 착용 전후의 휴대성(소형 경량화)도 중요하게 생각되고 있다. 즉, 이러한 아웃도어 활동에 이용되는 의복용 원단에는 쾌적성, 내구성뿐만 아니라 경량성과 수납성 기능이 최대의 구매 요인이 된다.

경량의 의복용 원단을 개발하기 위해서는 몇 가지 접근 방법이 있다.

예를 들면, 세번수의 실, 저비중의 실 및 원단 내 공간이 많아 부피 비중이 작은 원단의 사용 등이 있다.

그러나, 이러한 방법으로 경량화는 달성할 수 있으나, 아웃도어 활동용 원단으로서 중요한 인열성 및 내마모성이 부족할 가능성이 있어 세심한 검토가 필요하다.

이러한 배경으로 Toyobo specialties trading(주)는 고강력 나일론사 “Silfine N”을 시장에 선보였으며 현재, 많은 아웃도어용 원단에 “Silfine N”을 사용할 예정이다<그림 1>.



<그림 1> “Silfine N”을 사용한 제품

여기서는 “Silfine N”을 사용한 Toyobo specialties trading(주)의 경량성 고강력 직물 및 최근 개발되고 있는 최첨단 경량성 직물의 현황에 대해 소개하고자 한다.

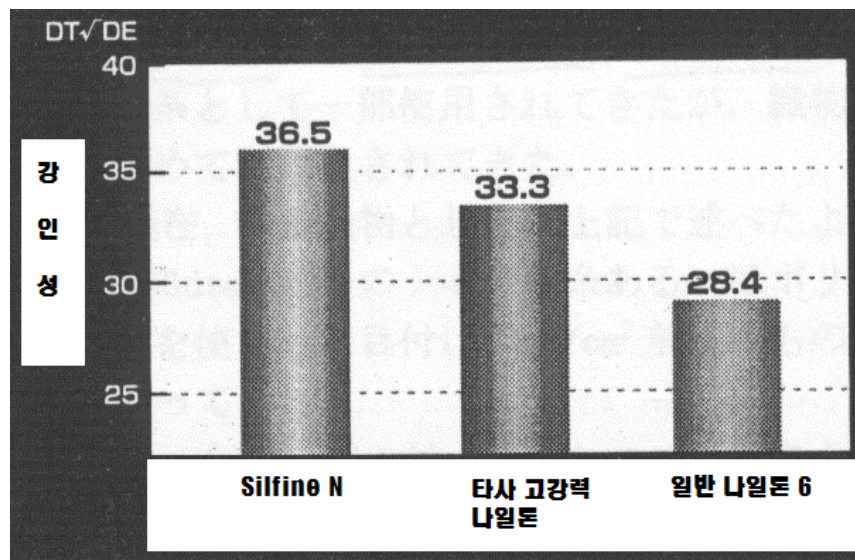
2. 본론

Toyobo specialties trading(주)는 1980년대에 고강력 나일론사를 개발하고, 이 기술을 기초로 팬티스타킹용 원사 및 내의, 레이스용 원사를 개발하였으며, 아웃도어 의류가 요구하는 특성에 따른 기술을 개량하여 “Silfine N”을 완성하였다.

“Silfine N”의 특징은 아래와 같다.

- ① 기존 나일론에 비해 30% 이상의 높은 강력
- ② 나일론6 고분자를 기반으로 부드럽고 매끄러운 태
- ③ 우수한 발색 및 독특한 광택

<그림 2>는 “Silfine N”의 강인성을 나타낸 것으로 높은 사강력 수준을 보여준다.



<그림 2> “Silfine N”의 강인성

각각 78 dtex 의 실을 사용하여 측정하였다. 인장강력 시험기에 의해 파단강도(DT) 및 파단신도(DE)의 평균값을 측정하고 아래와 같은 식에 의해 강인성을 산출하였다.

$$\text{강인성} = \text{DT} \times \sqrt{\text{DE}}$$

- DT : 파단강도 (cN/dtex)

- DE : 파단신도 (%)

의류용으로 사용되는 합성섬유 중에서는 나일론이 가장 강하며, 취급성 및 가격측면 때문에 일반 의류용으로는 폴리에스터가 많이 채용되고 있긴 하나, 일부 스포츠 의류 등에 강력이 요구되는 분야에서는 나일론이 자주 이용되고 있다. 또한, 비중이 폴리에스터보다 가벼운 것도 스포츠 분야에 자주 사용되는 이유 중 하나이다.

나일론6의 중합공정에서 분자량을 높이고, 적절한 방사기술을 구사하여 섬유 중 분자 구조를 균일하게 제어함으로써 단사간 균일성을 높였다. 그 결과, 강함과 유연함을 겸비한 고강력 나일론사 “Silfine N”이 완성되었다.

3. “Silfine N” 직물

아웃도어용 레인웨어 및 다운웨어에 사용되는 일반적인 직물은 55 dtex~110 dtex 정도의 굵기를 가진 실이 주로 사용된다. Toyobo specialties trading(주)는 2000년부터 고강력 나일론사 “Silfine N”을 사용하여 경량의 박지 직물 생산을 시작하였다.

2000년도에는 33 dtex의 멀티필라멘트를 사용한 상품을 출시하고, 2005년도에는 22 dtex, 현재는 17 dtex 실을 사용한 고강력 경량 직물 개발에 성공하였다. 다운웨어용 생지의 중량, 굵기, 통기도를 <표 2>에 나타내었다.

<표 2> “Silfine N” 직물의 성능

사용원사	직물구성	중량 (g/m ²)	두께 (mm)	통기도 (cm ³ /cm ² · s)
Silfine N	17 dtex 직물	28	0.050	0.60
	22 dtex 직물	30	0.060	0.85
	33 dtex 직물	41	0.065	0.95
일반 나일론사	56 dtex 직물	71	0.110	0.61

“Silfine N”을 사용한 원단의 인열 강도는 7N 이상의 값을 가지며, 다운웨어용 원단의 물성기준을 만족한다. 통기도도 $1\text{cm}^3/\text{cm}^2\cdot\text{s}$ 미만(다운웨어용 생지의 최저기준)이며, 다운프루프(downproof) 성능도 좋다. 이러한 강력 및 제품의 기능성을 실현시키기 위해서는 실의 강력 뿐만 아니라 원단 설계 및 적절한 후가공 공정 등이 필요하며, 기능성을 실현시키기 위해 실의 강력과 유연함이 고려된 원단을 설계하여 완성하였다.

4. “Silfine 10” 나일론 직물

지금까지 불가능하다고 생각되었던 11 dtex 실을 사용한 경량 직물을 개발하는데 성공하였다. 지금까지 11 dtex 실은 팬티스타킹의 커버링사에 사용되거나 또는 교편용 실로 일부 사용되었지만 직물용으로는 매우 어려운 것으로 알려져 있다.

2011년에는 상기 기술된 바와 같이 22~33 dtex 전후의 나일론사 혹은 폴리에스터사를 사용한 중량 $35\text{g}/\text{cm}^2$ 전후의 원단이 주류를 이루고 있다.

“Silfine 10”은 경량이면서 촘촘한 고밀도 직물로서 다운프루프 성능이 우수하며, 촉감도 부드럽고 인열강도가 우수하다. 코팅 또는 라미네이팅과 같은 피막형성 가공을 하지 않아도 통기도가 낮기 때문에 원단 보존시 접힌 자국의 발생이나 깃털 빠짐도 잘 발생하지 않는다.

(1) 11 dtex 고강력 나일론사의 방사기술

“Silfine N”에서 설명한 바와 같이 “Silfine 10”에 사용되고 있는 원사는 방사전 나일론 고분자를 중합공정에서 분자량을 높이고, 방사공정에서는 분자구조를 균일하게 배열함으로써 필라멘트간 강도 불균형을 해결하였으며,

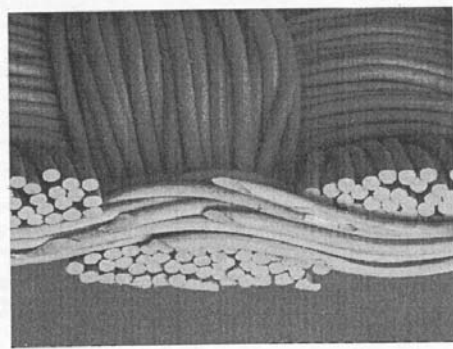
물에 의해 제거되기 쉬운 방적 유제를 개발하는 등 고강도 멀티필라멘트를 제조하는데 성공하였다.

(2) 초극세사 제조기술

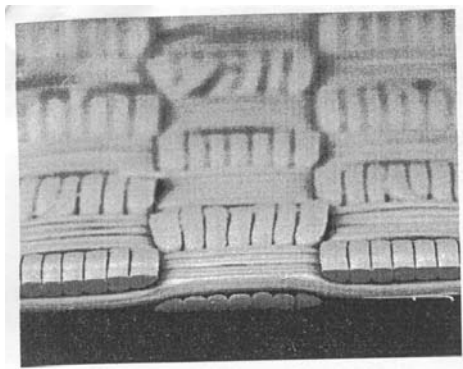
실을 구성하는 필라멘트 단사의 수를 증가시키고, 필라멘트의 섬도를 가늘게 하여 보다 고밀도로 제작하는 것이 가능한 반면, 제직시 경사의 마찰에 의해 잔털이 발생하기 쉽다. 제직 공정에서 잔털 발생을 억제하기 위해 실의 장력 및 개구 각도, 위사를 통과하는 타이밍을 매우 정밀하게 최적화할 필요가 있었다. 이러한 것을 실현하기 위해 직기를 개조하고, 경사에 도포하는 호제도 새롭게 개발하여 초극세사를 안정적으로 제작하는 기술을 개발하였다.

(3) 다운프루프 기술

염색가공 공정에서 멀티필라멘트를 균일하게 배열한 상태에서 40 μ m까지 압착하여 피막형성 가공을 할 필요 없이 다운프루프 성능과 인열강력이 높은 직물의 제조가 가능하였다. <그림 3>은 일반적인 56 dtex 실을 사용한 다운웨어용 원단의 단면 사진이며, <그림 4>는 “Silfine 10” 나일론 직물의 단면사진으로 “Silfine 10” 나일론 직물내의 필라멘트 단사가 균일하게 배열된 것을 확실하게 볼 수 있다. 직물의 두께는 일반적인 티슈 페이퍼 1매(일반적으로 티슈 페이퍼는 2장이 1매로 되어 있으며, 2장의 두께는 약 0.1~0.2mm 임.)보다 얇다.



<그림 3> 56 dtex 나일론 직물



<그림 4> “Silfine 10” 나일론 직물

“Silfine 10”의 주요 성능은 다음과 같다.

- 경량성 (중량 : 26 g/cm²)
- 치밀하면서 우수한 다운프루프 성능(두께 : 40 μm, 통기도 1cm³/cm²•s 미만)
- 부드러운 태
- 높은 강력 (인열강력 : 경 · 위사 방향 모두 10 N 이상)
- 선명한 발색성

5. 결론

경량화, 고밀도화에 대한 소비자의 요구는 모든 스포츠 분야에서 점차 중요한 키워드가 되고 있다. 이와 관련하여 “Silfine 10” 직물의 활용범위도 크게 넓어질 것으로 기대된다. 이외에도 “Silfine N” 시리즈에는 Y형 단면, 중공 단면, 고치형 단면과 같은 이형단면사가 있어 다양한 기능성 대응도 가능하다. 또한, 스포츠 및 아웃도어 용도뿐만 아니라 팬티스타킹, 레이스, 내의 등 다양한 제품에 적용될 예정이다.