

오늘의 한국 화섬산업(12)

2.3. 극세섬유

2.3.1. 극세섬유의 제조법

일반 의류 및 산업용으로 쓰이는 합성섬유의 섬도는 1.5~6 데니어로서 천연섬유인 견의 섬도 1~1.2 데니어에 비해 굵다. 섬유의 섬도는 단면적에 비례하고 단섬유의 굽힘강성은 단면적의 제곱에 비례한다. 반면에 섬도가 작아지면 단위길이당의 섬유표면적이 구성 필라멘트의 섬도비의 1/2승(乘)에 반비례하여 커진다. 예를 들어 직물의 구성사(構成絲)들의 단섬유의 섬도를 100분의 1로 줄이면 단섬유의 굽힘강성은 10,000배로 줄어들고 구성사의 굽힘강성은 100분의 1로 줄어들며 섬유 표면적은 10배 늘어난다. 꼭 비례하는 것은 아니지만 직물의 굽힘강성은 상당히 줄어 든다. 이와 같은 굽힘강성의 저하는 직물의 유연성을 크게 하고 직물 표면과 손가락 표면과의 접촉시는 노출된 단섬유의 굽힘강성이 촉감으로 전하여 지므로 지금까지 있어온 천연섬유 및 기존 합성섬유 직물보다 새로운 극히 부드러운 촉감을 제공하게 된다. 이와 동시에 넓은 표면적은 정전기를 발생시켜 먼지 입자를 포집하는데 효과적인 방법이 될 수 있다. 따라서 극세섬사로 만든 직물은 극히 유연한 느낌을 주는 신합섬 소재로서 고급 여성용 직물로서 뿐만 아니라 기능성 소재로서 반도체 제조업체나 비디오 제조업체, 생화학제품업체 등에서 무진복으로 사용된다. 일반적으로 많이 쓰이는 경우는 구성섬유의 낮은 굽힘강성과 넓은 표면적을 이용하여 현미경이나 망원경의 렌즈, 안경 등의 광학용 닦이천(wiping cloth)으로 사용된다.

극세섬유는 PET 기준으로 섬도가 0.1~0.3 데니어 이하인 초극세섬유와 0.3 이상인 보통 극세섬유인 두 그룹으로 나눌 수 있지만 이 경계는 명확하기

않다. 이렇게 나누어지는 이유는 초극세섬사인 경우, 일반적인 직접방사법으로는 제조하기가 불가능하기 때문이다. 그 이유로는 방사구 미세도의 한계와 방사압력을 견딜 수 있는 압출기와 부대시설의 한계 등을 들 수 있고, 방사에 연이어 연신등의 공정상 문제점도 이에 포함될 것이다. 세계적인 극세사 개발결과를 연대순으로 정리하면 다음과 같다.

’70년 : 토레이 - 0.3 데니어의 폴리에스테르 필라멘트를 사용한 스웨드풍 합성피혁 “엑세느”(Ecsaine) 개발.

’72년 : 테이진 - 0.15 데니어의 나일론/폴리에스테르 필라멘트를 사용한 스웨드풍 합성피혁 “히레이크”(Hilake)를 개발.

’75년 : 쿠라레 - 0.01 데니어의 나일론, 폴리에스테르 필라멘트를 사용한 스웨드풍 합성피혁 개발.

’77년 : 카네보 - 0.1 데니어의 폴리에스테르/나일론 섬유를 사용한 합성스웨드 개발.

’78년 : 유니티카 - 0.3 데니어의 폴리에스테르 필라멘트, 0.5 데니어의 나일론 필라멘트 개발.

’79년 : 아사히카세이 - 0.1 데니어의 폴리에스테르 섬유를 사용한 합성피혁 개발.

’83년 : 미쓰비시레이온 - 0.4 데니어의 폴리에스테르/나일론 섬유를 사용한 의류용 단열소재 개발.

’88년 : 한국 - 0.1 데니어의 나일론/폴리에스테르 섬유 “파인스타”(Finestar) 개발.

’89년 : ICI - 0.1 데니어의 나일론 필라멘트 “탁텔 마이크로”(Tactel Micro) 개발.

듀폰 - 0.7 데니어의 나일론 필라멘트 “마이크로파인”(Microfine) 개발.

듀폰 - 0.5데니어의 폴리에스테르 “마티크” (Microfine) 개발.

토레이 - 0.05 데니어의 폴리에스테르 필라멘트 “ 토레이 시” (Toray See) (Wiping cloth용), “신고센” (Shingosen) (고급 fashion 의류용) 개발.

’90년 : 파이버 인더스트리 - 0.5 데니어 폴리에스테르 섬유 “ 마이크로스펀” (Microspun) 개발.

초극세섬사의 제조법은 <표 2.2.9.>와 같이 다시 분할형 복합방사법과 용해형 복합방사법의 두 가지로 나우어지므로 극세섬사의 방사법은 일반적으로 직접방사법을 포함해서 세가지로 나눌 수 있다. 직접 방사법은 일반적인 용융 방사법과 동일하나 방사조건이 까다롭다. 분할형 및 용해형 복합방사법은 단일 필라멘트의 직경이 작아지면 작아질수록 방사하기가 어려운 점을 피하기 위하여 하나의 필라멘트안에 수개 내지는 수십개의 단섬유를 동시에 방사한 뒤 성분의 기계적 물리화학적 특성에 의해 분리하거나 섬유 이외의 부분을 용해시켜 개개의 섬유로 분리하는 법을 사용한다.

<표 2.2.9> 극세섬유 제조방법의 분류

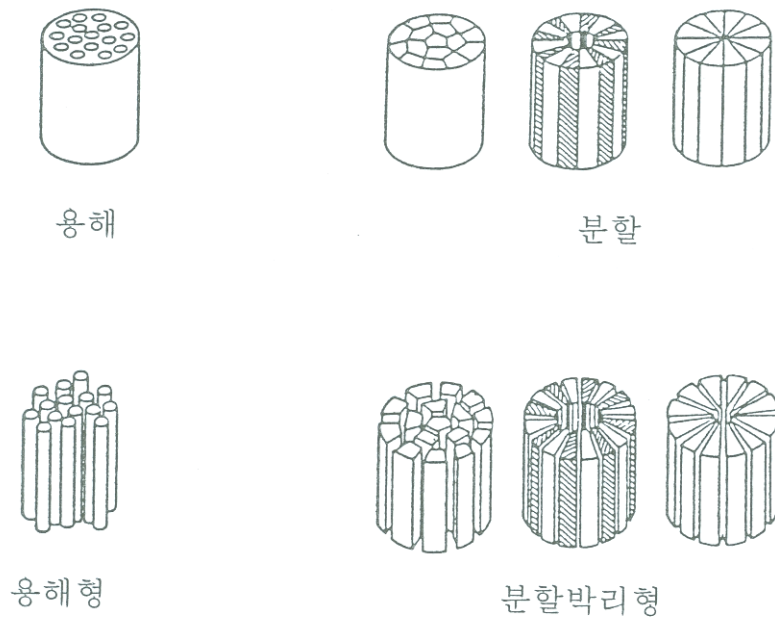
제조방법		섬도 수준 (데니어)	기술 특성	제조방법 세분화	용도 및 특성
직접방사법		0.3 이상	단성분 폴리 머 방사 기술		남성 여성 정장용, 스포츠복, 편의복
복 합 방 사 법	분할형 복합방사법	0.1~0.3	2성분이상 고 분자 복합방 사 및 계면 분할기술.	방사상 복합방사 (꽃 모양)	인조스웨드, 고밀도 투습 방수직물, 피치스킨 직물, 렌즈돛이천, 전자제품 돛 이천
				리본상 복합 방사	독특한 촉감 및 심색성 발현
	용해형 복합방사법	0.1 이하	해도형 복합 방사 및 용해 분리기술	연속상 단섬유 및 용해성 바다성분	이조스웨드, 렌즈 돛이천, 피치스킨 직물
				고분자 혼합술을	단사섬도가 가장 낮은 최

				응용하여 만든 불 연속 극세단섬유 속	고급 부직포형 인조피혁
--	--	--	--	----------------------------	--------------

복합방사에 의한 극세사 제조기술은 혼합하는 고분자들의 유변학적 특성에 크게 좌우되며 이에 따른 방사 구금(pack) 및 방사구(nozzle) 설계기술이 매우 중요하다.

두가지 이상의 고분자들이 동일한 통로로 흐를 때의 유동 안전성에 영향을 미치는 인자로는 점도, 탄성, 그리고 표면장력을 들 수 있으나, 점도의 효과가 가장 크다. 일반적으로 가장 안정된 현태는 그 계(system)가 최소의 에너지를 발산하는 상태여야 하므로 모세관류(capillary flow)에서 두개의 상용성이 없는 뉴턴(Newton) 유체를 고려할 경우, 낮은 점도의 유체가 가장 높은 전단변형률(shear strain)을 q_e 는 위치인 벽면에 위치하여 높은 점도의 유체를 감싸는 형태, 즉 시스코어(sheath-core)형이 가장 안정한 상태가 된다. 그런데 단면에서 성분의 재배열은 속도론적 과정이므로 두 성분의 유동성분이 평형 유동 상태로 재배열하기 위해서는 시간이 필요하므로 방사구금의 직경에 대한 길이의 비(L/D)가 클수록 더욱 평형상태 부근으로의 이동이 뚜렷해지게 된다. 그러나 주의해야 할 점은 고분자는 대부분 비뉴턴(non-Newton) 유체이므로 고분자 특성에 따라서 전단변형속도(shear rate)에 따른 용융점도의 특성이 다르게 변화하며, 이는 복합사의 단면구조와 바로 관련된다는 것이다.

복합방사 기술의 핵심은 이와 같은 유변학적 특성에 따른 적정 고분자의 연사 제조방식에 따른 복합사의 대표적인 단면형태로 분할형과 해도형 구성 단면을 보여준다.



<그림 2.2.1> 용해용/분할박리형 극세섬사 제조용 필라멘트의 단면구조

분할박리형 필라멘트의 구성은 <그림 2.2.1>과 같이 방사상으로 먼저 나누어 해바라기 꽃 모양처럼 하는 것이 일반적이나 최근에 개발된 공법은 리본상으로 박리하는 형도 있다. 분할박리형 방사법에 사용되는 섬유 고분자는 PET와 나일론 6이 주로 사용된다.

용해용 필라멘트의 구성은 해도형(sea and island type)이 대부분이며 바다 부분이 방사시 낮은 점도를 가지며 나중에 용해되는 부분으로, 주로 폴리스티렌 등의 용해되기 쉬운 고분자를 주로 사용한다. 용해형 방사법은 다시 각각의 극세섬유를 연속상으로 만들면서 그 크기를 조절하는 방법과 고분자 블랜드를 사용하여 극세섬사의 분포를 방사조건에 맞게 스스로 분포시키는 방사법이 있다. 전자의 경우는 하나의 필라멘트안에 주어진 수의 서로 비슷한 점도를 가진 극세 필라멘트가 존재하나 후자의 경우는 극세 필라멘트의 수가 변하며 길이 방향으로의 연속성이 없고 단섬유 점도는 극히 작은 것부터 큰 것까지 변동이 있으나 평균점도는 전자보다 훨씬 낮다. 1992년에 코오롱

은 상공부와 공업기반기술 과제로서 후자 방법의 해도형 원사를 사용한 인조스웨드 제조기술을 확립하고 경북 경산에 그 공장을 건설하고 있다.

복합방사한 섬유를 극세 단섬유로 분할하는 후가공 방법으로는 아래와 같은 방법이 있다.

① 화학적 방법

①a 한 성분을 용해 분해해서 제거함 : 추출형 복합섬유에 사용.

①b 한 성분을 팽윤/수축 시키는 법 : 분할형 복합섬유에 사용.

② 물리적 방법 : 분할형 복합섬유에만 사용

②a 마찰, 굽힘변형을 사용하는 법

②b 가연(false twist)을 사용하는 법