

섬유소재의 개발현황과 진로

1. 머리말

섬유재료는 옛날부터 의류용으로 쓰여진 것이 가장 일반적이었으나 근간에 와서는 산업용, 과학재료, 의료용등 그 용도가 점차로 확대되어가고 있다.

섬유의 수요는 인구의 증가, 생활수준의 향상 및 새로운 산업의 발전에 수반하여 전세계적으로는 연간 약 3%의 신장이 있을 것으로 보고 있다. 1980년의 세계전체 섬유생산량이 약 3,000만톤에 이르므로 2000년에는 약 5,000만톤의 수요가 있으리라고 보여진다. 의류용에 많이 쓰여온 면, 모, 견, 마 등 천연 섬유의 수요증가는 앞으로 크게 기대할 수 없으므로 증가분은 거의가 합성섬유가 차지할 것으로 생각된다.

우리나라에서는 견사와 양털이 극히 소량이 생산될 뿐 원면, 원모 등 천연섬유소재는 거의 대부분 수입에 의존하고 있다. 1982년도 면 및 모방적사의 생산량은 605천톤에 이른다. (화섬 및 혼방사 포함)

합성섬유에 있어서는 나일론, 폴리에스테르, 아크릴섬유 등이 일산 약 2,000톤 규모로 생산되고 있다.

여기서는 여러가지 섬유소재의 성능향상을 위한 개발현황과 산업 및 과학분야에 필요한 새로운 섬유소재에 관하여 살펴보기로 한다.

2. 천연섬유

의류나 침장용 섬유로서는 착용했을 때 쾌적성이 가장 중요한 점이라 볼 수 있는데, 일반적으로는 색상, 무늬, 디자인 등 패션적인 요소가 중요시 되어 쾌적성에 관하여는 그다지 관심을 두지 않는 것 같이 보인다. 그러나 인간생리학적으로 생각해보면 흡습, 투습, 통기, 보온, 단열, 신축성 등의 기능성이 중요시 된다.

면은 스킨 코아의 편심구조로 되어 있으면서



尹 文 求

〈전국大 工科大学 교수〉

표면적으로는 평평한 구조로 되어있다. 양털은 내섬유가 2상구조로 되어있어 크림프상을 갖는 원인이 된다. 또한 견은 누에에서 토사될 때 비틀림 현상과 굽기의 불균일, 이형단면 등의 구조로 된다. 즉 이들 천연섬유는 어느 것이나 초창기의 합성섬유와 같은 단순평활한 섬유가 아니고 자기권축성과 고유의 태가 있으며 부품성과 유연한 감촉을 느낄 수 있다.

이러한 천연섬유의 특성은 의류용으로 쾌적성을 주기에 적합하지만 실용적인 면에서 볼 때 반드시 인간의 요구를 만족시키지는 못하는 점이 있다. 면직물이 구김이 가기 쉽다든지, 모직물이 줄어들기 쉽거나, 또는 종이나 곰팡이에 침해받기 쉽다는 등 여러가지 문제점이 있었다.

오늘날 이들 문제는 대부분 가공이나 후처리 기술의 개발로 해결되었다. 앞으로는 가공기술을 더욱 발전시키고 인공적으로 기능성을 더욱 추가시키면 천연섬유가 의류용으로 아주 유용한 섬유소재가 될 것이다.

3. 의류용 합성섬유

천연섬유는 앞에서 지적한 바와 같이 구조나 특성면으로 볼 때 의류용에 적합한 것임엔 틀림없다. 따라서 합성섬유도 의류용에 적합한 것을 만들려면 천연 섬유를 모방하여야 한다. 화학적인 구조로 볼 때 양털이나 견은 여러가지 α -아미노산의 축합물로 이루어진 일종의 폴리아미드라고 볼 수 있다. 따라서 3대 합성섬유라고 일컬어지는 나일론(나일론 6, 66), 폴리에스테르 및 폴리아크릴로니트릴(PAN) 이외의 새로운 합성섬유가 개발된다면 화학적인 구조가 양털이나 견과 유사한 폴리아미드계 섬유인 나일론1,2,3, 또는 4가 될 것이다. 사실 이들 중 몇가지는 이미 합성되었으나 아직 공업화에는 이르지 못하고 있다. 의류용으로 더욱 적합한 새로운 합성섬유의 탄생이 기대되어지나 여기서는 기존 합성섬유를 천연섬유에 유사하게 개질하는 것에 관하여 살펴본다.



◎ 이형단면사

견의 단면은 톱니와 비슷한 삼각형으로 되어 있다. 이와 비슷한 모양을 한 합성섬유는 방사매 노즐의 형태를 바꿔줌으로써 만들 수 있다. 이렇게 만들어진 섬유는 원형의 단면사에 비하여, 까칠까칠한 촉감에 견과 비슷한 광택을 낸다. 이형단면사는 제조기술의 발전으로 삼각형 이외의 여러가지 단면을 갖는 섬유를 만들게 되었는데, 근간에는 이 기술을 더 발전시켜 면섬유의 단면에 근사한 중공섬유가 만들어졌다. 이 섬유는 경량성, 보온성, 부품성 등이 있으므로 이불솜과 같은 용도에도 적합하다. 최근에는 이와 같은 소재가 인공신장용 투석막에까지 실용화 되고 있다고 한다.

◎ 복합사

양털의 내섬유가 2상구조로 되어있는 것을 본떠서 성질이 서로 다른 2종류의 성분을 방사·접합하는 기술은 1930년대로부터 검토되어 왔다. 복합사(conjugated yarn)가 최초로 상업화된 것은 1959년 Du Pont사의 'Orlon Sayelle'이었다. 이것은 이온화성기 함유량이 서로 다른 2종류의 PAN을 바이메탈형으로 접합시킨 것으로 양모의 2구상조를 모방한 것이었다. 이와 비슷한 것은 나일론이나 또다른 폴리머로도 만들 수 있는데 습윤 가열처리로 양털

과 유사한 곱슬거림을 나타낸다. 이러한 기술의 전개는 바다-섬형 부합방사로 진전되어 제전성 섬유라든가 극세섬유를 만드는데 응용되고 있다.

◎ 극세섬유

천연피혁의 구조는 진피층으로부터 표면에 이르는 사이에 비교적 짧은 섬유다발이 점차 가는섬유로되어 표면에서는 미세섬유가 해섬되어 서로 엉킨 상태로 되어있다. 따라서 천연가죽과 비슷한 것을 만들려면 섬유의 굵기가 1데니어 이하가 되는 극세섬유가 필요하게 된다. 종래의 합성섬유제조 기술로써는 방사성 등의 문제로 상상도 못하였으나, 근간에 와서 방사기술의 발전으로 0.1데니어 이하의 극세섬유가 제조되고 있다. 용도는 물론 인조Suede가 큰 비중을 차지한다. 폴리에스테르와 폴리아미드 섬유의 극세화 방법으로는 슈퍼로우법, 젯트 방사법, 고분자배열용해법 등이 있는 데 앞으로 더욱 기술개발이 기대되는 분야라고 볼 수 있다.

◎ 친수·제전성섬유

합성섬유는 일반적으로 소수성이어서 흡수성이 중요시되는 내의 등에는 오늘날에도 많이 쓰여지고 있지 않다. 합성섬유의 흡습성향상을 위하여 친수성 성분의 블랜드, graft 중합, 섬유의 물리적 구조의 친수화등 많은 연구가 진행되어 왔으나 공업적으로 획기적인 성과를 거두지 못하였다. 최근 단섬유에 균일 박막형성, 섬유내부에 가공제 확산 고착등의 방법이 개발되었는데 앞으로 더욱 연구되어야 할 과제라고 볼 수 있다. 합성섬유의 소수성과 관련하여 정전기 발생이란 부수적인 문제가 있다. 정전기 발생에 따른 먼지의 흡착, 카-핏 등의 방전에 의한 불쾌감을 느끼게 한다. 제전성은 친수성과 관계가 있어서 친수성 폴리머의 혼합등의 대책이 강구되었으나 의류용에는 완전히 성공한 단계라고는 볼 수 없다. 그러나 카-핏과 같이 제전성이 극히 요구되는 것에는 탄소나 금속을 함유하는 복합섬유가 개발

응용되고 있다.

4. 신업용 고성능섬유

섬유재료는 의류나 장식용만이 아니라 여러 분야의 산업용에도 쓰여져 왔다. 나일론 6 이나 66섬유는 의류용에도 쓰여지지만 타이어코오드, 어망사, 로우프, 벨트 등 산업용에 더 많이 쓰여져왔다. 그러나 근간에 와서 높은 기능성을 갖는 섬유가 개발되어 산업용으로 점차 그 수요가 증대해가고 있다. 이들은 대부분 가벼우면서 높은 강도, 내열성, 내약품성의 특성을 갖는다. 여기서는 기계적 특성이 우수한 섬유와 광섬유에 관하여 개괄적으로 살펴본다.

◎ 아라미드 섬유

아라미드(aramid) 섬유란 전방향족 폴리아미드섬유를 총칭하는 것인데 공업화되어 있는 것으로는 Du Pont사의 'Kevlar'와 'Nomex'가 유명하다. 이들 섬유는 높은 강도와 내열성의 특성이 있어서 타이어 코오드, 섬유강화플라스틱(F. R. P), 항공기재, 로우프, 방화복 등 다방면에 실용화되고 있다. 'Kevlar'는 Poly-P-Phenyleneeterephthalamide, $(-NH-\text{⊙}-NHCO-\text{⊙}-CO)_n$ 로 이루어졌는데 액정방사에 의하여 고강력, 고탄성율의 기계적 특성을 갖는다. 액정방사라는 것은 용액중에서 미리 분자규모의 연신이 된 것을 방사노즐을 통하여 섬유상으로 하는 것인데 종래의 방사-연신과는 그 순서가 반대라고도 볼 수 있다. 'Kevlar' 섬유가 고강력과 높은 modulus를 갖는 이유는 결정상의 분자 Conformation이 신장된 형태를 취하기 때문이라 한다. 'Nomex'는 m-phenylene diamine과 isophthalic acid의 중축합물, $(-HN-\text{⊙}-NHCO-\text{⊙}-CO-)_n$ 로 되어있는데 이것이 높은 내열성(용점 370℃)을 갖는 이유는 분자구조중 벤젠환이 차지하는 비율이 많기 때문이다.

◎ 탄소섬유

탄소섬유란 문자 그대로 섬유상을 한 탄소를 말하는 것인데 보통의 탄소와 같이 결정질인가 또는 비결정질인가에 따라서 기계적 특성이 크게 달라진다. 탄소섬유는 원료로서 레이온, PAN, 또는 석유의 증류잔분을 사용하여 만들어진다. 최근에는 석탄계 핏치를 사용하는 제조법도 개발되었다. 레이온을 원료로 쓰는 방법은 가장 일찌기 개발된 것인데 탄화수율이 낮고(약 25%) 얻어진 탄소섬유의 특성이 좋지 않다. 따라서 앞으로는 PAN이나 핏치를 원료로 하는 공정이 더욱 신장될 것이다. 탄소섬유는 수지, 금속 또는 흑연 등으로 고화하여 항공기, 우주기기, 운동기구, 내열재 등으로 쓰이는데 해마다 그 수요가 크게 증가하고 있다. 1981년도 전세계 고강도탄소섬유(PAN 원료)의 생산량은 약 1,200톤이던 것이 1982년말의 공급능력은 약 3,000톤으로 증가하였다.

〈표-1〉은 각종 산업용 섬유의 기계적 특성을 나타낸다.

〈표-1〉 각종 산업용 섬유의 기계적 특성

재 료	비 중 (Mg/m ³)	강도 (Gpa)	탄성율 (G Pa)	신 도 (%)
아라미드섬유 (Kevlar 49)	1.44	3.62	131	2.8
탄소 섬유 (PAN 계)	1.77	3.20	230	1.4
(핏치계)	2.0	2.00	700	0.3
유리 섬유 (B-그래스)	2.60	3.45	72	4.8
강 철	7.86	2.28	2.07	1.3

◎ 광학섬유

우리나 플라스틱의 광투과성을 이용하여 광학용섬유가 1960년대부터 제조되어 왔는데 최근에는 광통신기술이 실용화 단계에 이르러 크게 각광을 받고있다. 광학섬유는 구조상으로는 클래딩과 자기집속형으로 구분되고, 소재상으로는 석영(시리카), 유리 및 플라스틱의 3종류로 분류된다. 표-2)에는 각종 광학섬유의 특성

을 비교하여 나타내었다.

석영계 광학섬유는 원료의 고순도화에 의하여 감쇄율을 낮출 수 있으므로 장거리 광통신 용에 쓰여진다. 유리계 광학섬유는 위카메라, 광학기기 및 단거리 통신용에 응용된다.

플라스틱계에서는 고분자물질인 폴리스틸렌, 폴리메타크릴산메칠 및 불소계 폴리머를 클래딩(Cladding)과 코어(Core)에 사용한다.모두 다 고분자물질이기 때문에 유연성, 가공성, 저열성 등의 특징이 있으나 감쇄율이 크다는 결점이 있다. 이 분야는 앞으로 더욱 연구개발 되어야 할 과제라고 볼 수 있다.

〈표-2〉 각종 광학섬유의 특성 비교

특 성	플라스틱	유 리	석 영
감쇄율(dB/km)	200-3,000	400-1000	0.2-100
내열성(℃)	-400-+8	-40-+300	-20-+900
내약품성	×	0	0
비 중	(1.2)	(2.4)	(2.4)
유연성	0	×	×
섬유직경(μ)	100-3000	5-100	100-200

5. 맺는 말

인류의 증가와 생활수준의 향상으로 섬유류는 쾌적성, 심미성, 기능성등을 필요로 하는 고급화와 새로운 섬유소재의 개발이 요구되고 있다. 따라서 우리나라 섬유공업의 진로는 지금까지의 범용섬유의 대량생산에서 벗어나 고급기술을 응용한 기능성섬유 생산으로 진전되어야 한다. 의류용섬유는 기존섬유의 기능성부여를 위한 개질과 최종제품에 대한 실용성을 고려한 가공기술의 연구 개발이 계속되어야 한다.

각종 산업용 섬유소재는, 과거에는 상상도 못할 정도의 강도, 내열성 및 기능성을 요구하고 있다. 산업용 섬유는 과학기술의 발전과 더불어 그 수요가 급증하고 있는 것을 볼 때 이 분야에 대한 연구가 더욱 집중적으로 이루어져야 할 것이다.