

방적사의 형성

8. 방적사의 형성

8.1 실을 만들기 위한 섬유의 결속

방적사의 특성은 이를 구성하고 있는 섬유의 특성에 크게 좌우되나 이와 마찬가지로 방적사 자신의 구조에 의해서도 똑같이 영향을 받는다. 다음의 요소들이 특히 중요하다.

- 실 단면내의 섬유의 수
- 섬유배열(disposition) 상태
- 섬유정렬(alignment) 상태
- 섬유속내에서의 섬유의 위치(즉, 장섬유는 내부에, 단섬유는 외부에)
- 결합상태(완전히 서로 결합되어 있는지 아니면 부분적으로 결합되어 있는지)
- 전반적인 구조
- 꼬임

8.1.2 방적사 단면내의 섬유의 수

방적사 단면내의 섬유의 수는 다른 것 중에서도 강력, 균제도, 축감, 단열 용량(insulating capacity), 사절률과 원료의 방적한계에 영향을 미치게 된다. 따라서 방적사 단면내의 섬유수는 다음과 같이 그 한계가 비교적 낮다.

면방적사 : 링사 ┐ 정소면사 - 33개의 섬유

 └ 소면사 - 75개의 섬유

로터 방적사 : 100개의 섬유

합섬방적사 : 링사 : 소면사 - 50개의 섬유

로터 방적사 - 100개의 섬유

대략적으로 방적한계(spinning limit)는 다음과 같은 식에 의해 구할 수 있다.

$$n_F = \text{tex}_{\text{방적사}} / \text{tex}_{\text{섬유}}$$

이 식은 다시 $\text{tex}_{\text{방적사}} = n_F \cdot \text{tex}_{\text{섬유}}$ 로 바꿀 수 있다(여기서 n_F 는 섬유의 수).

그러나 이 식은 방적한계에 영향을 미치는 섬유의 길이, 마찰계수 등의 다른 요소들은 고려하지 않게 된다.

만약 혼방사내의 평균적인 섬도를 확인하는 것이 요구된다면 다음과 같은 공식을 사용할 수 있다.

$$\text{tex}_{\text{섬유}} = (P_x \cdot \text{tex}_x + P_y \cdot \text{tex}_y) / 100$$

여기에서 P 는 섬유의 비율을 %로 나타낸 것이며, x 는 한가지 성분, y 는 나머지 다른 성분을 나타낸 것이다.

8.1.3 섬유의 배열

다음은 섬유강력의 최적이용 및 방적사의 촉감과 시각적으로 만족스러운 외관을 얻기 위한 몇 가지 필수적인 조건들이다.

- 높은 수준의 섬유를 잡아 펴주는 작용(똑바로 펴주는 작용)
- 가능한 가장 높은 수준의 섬유평형화
- 섬유 끝의 균일한 배열(그림 50b 참조)

- 길이방향에 있어서의 모든 섬유의 균일한 분포(그림 50a 참조)

- 가능한 한 양쪽 섬유 끝을 포함한 전체 섬유의 실 구조 내부로의 결속

더욱이 접착제를 사용하지 않고 만들어진 실에서는 궁극적으로 꼬임에 의하여 섬유들이 휘어감겨져서 내부방향으로의 압착에 의해 방적사의 안정성과 강력이 얻어지기 때문에 일부 또는 전체 섬유의 나선형의 휘어감은 작용

은 결정적으로 중요하다.

8.1.4 방적사 구조내에서의 섬유의 위치

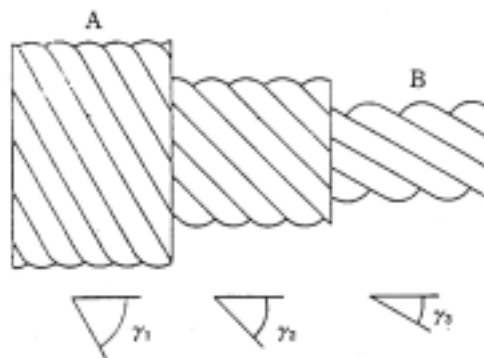
8.1.4.1 링방적사

꼬임으로 인하여 모든 또는 일부 섬유는 나선형의 배열을 가지게 된다. 꼬임에 의해 영향을 받는 섬유의 수와 휘어감는 정도는 전적으로 방적공정에 좌우된다.

링방적사에서의 꼬임은 외부에서 안쪽으로 일어나게 된다. 원주(그림 51에서 외부의 시이드 A)에서는 보다 큰 휘어감싸는 정도 때문에 섬유들은 방적사 내부(코어 B부분)보다 작은 기울기 γ (=섬유와 방적사 축 사이의 각도)를 가지게 된다.



<그림 50> 방적사의 이상적인 섬유배열



<그림 51> 링방적사에서의 꼬임 구조

섬유들은 코어방향으로 더욱 덜 견고하게 감겨지기 때문에 링방적사는 시이드 꼬임(sheath twist)을 가지고 있다고도 할 수 있다. 어떤 하중을 받는 상태하에서는 방적사의 외부층은 반지름방향의 힘(radial force)을 받게 되는 경향이 있을 것이고 내부층은 축방향의 힘(axial force),을 받는 경향이 생기게 될 것이다. 그러나 내부로의 압력이 증가할수록 반지름방향으로 작용되는 힘에 의하여 섬유들간의 상호 미끄러짐에 대한 축방향 저항이 강화되게 될 것이다.

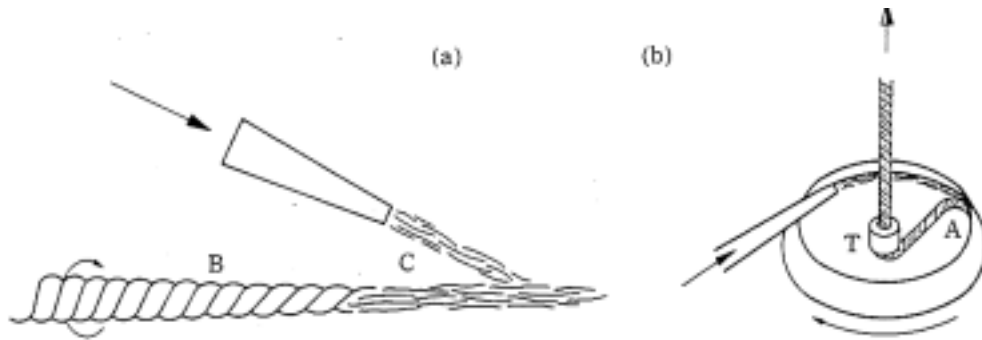
따라서 시이드 트위스트로 완전히 꼬임이 가해진 실은 높은 인장강력을 가지게 될 것이다. 마모저항은 그렇게 크지 못하다. 마모하에서 강한 장력을 받고 있는 외부 섬유들은 절단되어진다. 따라서 이들 외부 섬유들이 방적사를 한 곳에 결합시켜 주는 작용을 하기 때문에 이들 섬유가 잘려지면 방적사는 결속력을 잃게 된다.

8.1.4.2 OE 방적사

OE 방적사는 링방적사와는 달라서 로터 방적중 꼬임은 내부에서 외부로 일어나게 된다. 로터의 회전으로 인해 솔(brush)과 같은 형태의 OE 방적사의 끝(그림 52의 C)은 코어(core) 섬유들을 가장 먼저 파지하고 그 다음 회전이 계속됨에 따라 점진적으로 원주쪽의 섬유들을 파지하게 된다. 꼬임을 피할 수 없는 내부에서는 섬유속이 더욱 치밀해지고 또한 다소 단단해진다. 다른 한편 OE 방적사의 외부방향에 있어서는 섬유들이 꼬임을 부분적으로 받지 않는 경우가 있기 때문에 외부방향일수록 치밀도와 경도는 떨어지게 된다.

따라서 이와 같은 소위코어 트위스트의 전형적인 특징은 낮은 강력과 함께 단단한 촉감인데, 그 이유는 외부층(outer layer)이 비교적 적은 꼬임을 갖고 따라서 강력에 대한 꼬임의 기여도가 작기 때문이다. 그러나 많은 경우 마모저항은 더욱 좋다. 이들 외부층 섬유들은 강력에 대한 기여도가 크지 않

기 때문에 마모에 의해 이들 외부층의 섬유들이 절단된다고 하여도 그 영향은 작다.



<그림 52> (a) OE 정방에서 섬유의 결속
(b) 로터 속에서 실의 형성

로터 방적사에서 이들 외부층은 다른 특성을 나타낸다. 이들 다른 특성중의 하나가 랩 섬유(wrap fibre)의 존재이다. 이들 섬유들은 로터가 공급통로(feed fibre)의 존재이다. 이들 섬유들은 로터가 공급통로(feed passage) 밑을 통과할 때 완전히 꼬임이 가해진 실에 직접적으로 날아 들어간 섬유들이다. 이들 섬유들은 로터가 공급통로(feed passage) 밑을 통과할 때 완전히 꼬임이 가해진 실에 직접적으로 날아 들어간 섬유들이다. 이들 섬유들은 흡사 여송연(cigar)의 밴드(band)처럼 이미 꼬임이 가해져 형성된 방적사의 주위를 감고 있다. 이것이 로터 방적사의 전형적인 특징이다.

다른 특성의 하나는 꼬임이 거의 없거나 아니면 그 반대로 꼬임을 가지고 있는 섬유의 얇은 층(thin layer)이다. 이것은 실 형성점(navel : T)과 결속부위(binding-in zone : A) 사이의 가연(false twist) 때문에 발생하게 된다. 후자의 경우 즉, 결속부위에서는 로터의 매 회전중에 새로운 섬유들이 이미 꼬임이 잘 가해진 섬유속에 결합하게 된다. 이들 나중에 결합된 섬유에는 요구되는 꼬

임수준보다 적은 일부분만이 가해지게 된다. 만약 이 적은 꼬임수준이 가연 효과보다 적다면 실 형성점에서의 가연(반대 꼬임)이 해제되는 동안에 섬유에는 반대방향의 꼬임이 주어지며 반대꼬임으로 인해 다른 섬유의 주위를 둘러싸게 된다. 이들 느슨한 상태의 외부층의 다른 단점의 하나는 이들의 축방향 마찰(axial rubbing)에 대한 민감도이다. 이들 느슨한 외부층은 코어부분에 확고히 결속되어 있지 않기 때문에 방적사가 어떤 모서리(edge)가 가이드(guide) 등을 통과할 때 이들 섬유가 작은 덩어리 상태로 뭉쳐지는 경향이 있다. 따라서 OE사는 가능한 한 재권을 하지말아야 한다.

8.4.4.3 랩사(wrap-yarn, 그림 53)

랩사는 대부분의 섬유들이 어떠한 꼬임이 주어지지 않은채 평형상태로 배열되어 있다. 이들은 매우 두꺼운 코어부분을 형성하고 있다. 코어부분과 동일한 같은 합성 필라멘트사나 스테이플 파이버가 이 코어의 주위를 둘러싸게 되나 이들 둘러싸는 섬유의 양적인 비율은 작다. 만약 코어가 필라멘트사에 의해 둘러싸여 있다면, 섬유들이 길이방향으로 곧게 펴지고 평형상태로 배열되며 서로 압착되어지기 때문에 강력이 크다. 둘러싸는 필라멘트사 역시 강력에 얼마간의 기여를 하게 된다. 따라서 단면에 보다 적은 수의 섬유로 주어진 방적사의 강력을 낼 수 있다.



<그림 53> 번들사(랩사)

다른 한편으로 만약 코어섬유가 가연방적(에어제트 방적 및 Dref 3)에서 처럼 한정된 길이의 섬유(스테이플 파이버)로만 둘러싸이게 된다면 비교적 단

섬유들이 최적상태로 서로 결속되어 지지 않기 때문에 같은 링방적사에 비하여 강력이 떨어지게 된다. 이와 같은 실을 방출하는 데는 어떤 일정한 최소 섬유길이가 요구된다. 따라서 현재로서는 가연공정은 합성섬유 또는 면 및 합성섬유의 혼방의 경우에만 적합하다.

8.1.5 방적사의 구조

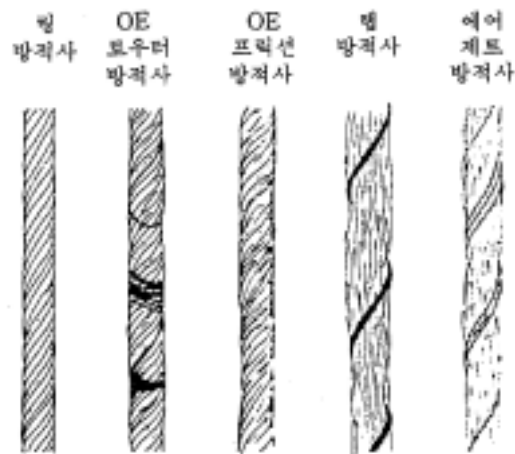
방적사의 구조를 판단하는 하나의 기준은 방적사의 외부층에 의해서만 이루어지는 외관이며, 두번째 기준은 내부와 외부의 구조이다. 방적사의 구조는 매우 가변적이다. 이들 차이는 부분적으로는 이용하고자 하는 방적사의 용도에 따라 고의적으로 차이를 두는 경우도 있으나 대부분의 경우는 사용되는 방적법에 의해 사전에 결정되게 된다. 예를 들면 오늘날 아직까지도 새로운 방적법으로 링방적사와 동등한 방적사를 만들 수는 없으며 후자 즉, 링방적사가 아직도 비교의 기준으로 사용되고 있다.

항 목	링방적사	OE 로우터 방적사	OE프릭션 방적사*	랩사(wrap yarn)	
				필라멘트 랩	스페이클 파이퍼랩* (假捲工程)
섬유배열	평행한 상태, 나선형	정렬도가 떨어짐, 나선형	정렬도가 떨어짐, 나선형	꼬임없이 평행한 상태	꼬임없이 평행한 상태
코어부분	상동	보다 더 불규칙적, 꼬임이 적음	상동	필라멘트 와인딩	시이트섬유가 나 선형으로 코어를 감고 있음
섬유배합					
정렬도	매우 좋음	덜 좋음	덜 좋음(무프)	매우 좋음	좋음
치밀도	치밀한 상태	느슨한 상태	치밀한 상태에서 느슨한 상태까지	치밀한 상태	치밀한 상태
속감	부드러움	단단함	단단함	부드러움	단단함
잔털	눈에 덜 정도로 많음	매우 적음	적음	매우 적음	약간
강연도	낮다	크다	크다	낮다	상당히 크다

*이 공정은 현재 개발단계이기 때문에 기술내용이 변할 수 있음.

방적사의 구조는 첫째로 원료, 방적공정, 방출장치, 설비, 기계세팅, 꼬임

등에 따라 좌우되게 된다. 방적사의 구조는 링 또는 OE사, 부피가 크거나 또는 치밀한 구조, 매끄럽거나 거칠거나 또는 잔털이 많은 구조, 부드럽거나 단단한 구조, 둥근 형태이거나 납적한 구조, 가늘거나 굵은 구조 등이 될 수 있다. 그러나 방적사의 구조는 단순한 외관만이 아니다. 이것은 촉감, 강신도, 단열용량, 커버력(covering power), 저항력, 마모저항, 염료의 수용능력, 섬유를 길이방향으로 결속시키는 경향, 착용시의 안락감 등에 다소간의 영향을 미치게 된다. 다음은 방적공정에 기인한 구조상의 차이이다<그림 54>.



<그림 54> 다양한 방적공정에 따른 방적사 구조의 차이

8.2 섬유의 이동(migration)

섬유들의 서로 다른 특성으로 인하여 섬유들은 방적사의 서로 다른 부위에 위치하게 된다. 이와 같은 그룹의 형성은 주로 연조공정중에 일어나게 된다. 따라서 장섬유는 응집마찰(cohesive friction)이 더 크기 때문에 드래프트에 대한 저항이 더욱 커서 내부에 남게 되어 많은 경우 방적사의 코어부분에 위치하게 된다. 섬유들은 그들이 처음에 자리잡은 위치에 항상 머무르지 않기 때문에 이와 같은 경향은 섬유의 이동(fibre migration)에 의해 더욱 강화된

다.

방적사 외부층의 큰 장력을 받고 있는 섬유들은 전체 또는 부분적으로 내부방향으로 압력을 가하게 된다. 그러는 동안에 이들은 내부의 보다 적은 장력을 받고 있는 섬유들을 누르게 된다. 섬유의 이동은 시이드 부분에서 코어 부분으로 또는 그 반대방향으로 일어나게 된다. 이와 같은 섬유의 이동은 물론 실이 형성되어지는 과정중에 대부분 일어나게 되나 일단 실이 만들어진 후에도 일어나게 된다. 예를 들어 굴곡 또는 인장하중을 받는 도중 등의 경우, 실에 대하여 가장 작은 힘이 작용될 때 방적사 내부 섬유에 잔존하는 장력은 방적사가 만들어진 이후에도 섬유의 이동이 일어나게 한다. 예를 들어 단섬유는 실의 외층에 위치하도록 작용되며 부분적으로는 마찰을 받아 떨어져 나간다. 또한 방적사 내부에 위치해 있는 일부 섬유들은 섬유이동중에 나선형의 배열을 잃어 버리게 되는데, 이런 효과는 보다 짧은 섬유의 경우 더욱 두드러지게 나타나며 이들의 배열은 더욱 불규칙적으로 된다.

이와 같은 섬유길이에 의한 영향 이외에도 섬유의 이동은 탄성, 강연도, 섬도, 크림프 등의 정도에 따라서도 달라지게 된다. 길고 섬세하고 유연성이 있는 섬유가 코어부분으로 이동해 가는 반면, 짧고 거칠고 뻣뻣한 섬유일수록 코어부분에서 시이드부분으로 이동하게 된다. 크림프가 많이 주어진 섬유는 결속에 대한 저항력이 크기 때문에 대부분 시이드부분에 위치하게 된다.

혼방성분 결정시 섬유의 이동면을 적절히 고려해야 할 것이다.