

정방 조건이 탄성 로터 방적사의

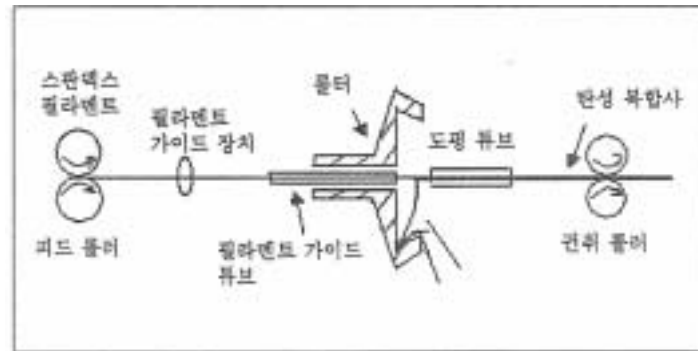
구조와 물성에 미치는 영향

1. 개 요

탄성사(elastic yarn)는 의류뿐만 아니라 가정용 섬유 제품 및 산업용 섬유 제품에도 사용되고 있다. 가장 일반적인 탄성사 제조 방법은 링 정방, 중공 스피들 정방(hollow spindle technique), 에어 인탱클링(air entangling), 마찰 정방, 사이로 정방 및 로터 정방을 이용하여 제조하는 것이다. 이러한 방법들은 최종 방출한 방적사의 물성 및 구조, 변수에 따라 특성화된다. 본고는 개조된 오픈 엔드 로터 정방기를 이용한 탄성사 제조 방법에 대한 것으로 꼬임 인자, 스판덱스 드래프트 비를 달리하여 여러 가지 탄성 로터 방적사를 방출하고 이들 방적사의 물성을 검토하였다.

2. 방출 방식 및 원료

<그림 1>은 스판덱스 필라멘트가 로터로 공급되도록 개조된 오픈엔드 로터 정방을 나타낸 것이다. 필라멘트 피드 롤러에 의해 보빈으로부터 공급된 스판덱스 필라멘트는 필라멘트 가이드 튜브를 곧 바로 통과한 후 석선에 의해 로터 내부로 공급된다. 이렇게 공급된 스판덱스 필라멘트는 스테이플 섬유들과 결합하여 탄성사를 형성하게 되고, 탄성사는 도핑 튜브를 통과하여 최종적으로 권취 롤러에 감기게 된다. 중공 로터 샤프트의 회전 축 상에 위치하는 필라멘트 가이드 튜브는 축 주위를 자유롭게 회전한다. 필라멘트 피드 롤러는 일정하면서 여러 가지 속도로 스판덱스 필라멘트를 적극적으로 공급할 수 있다.



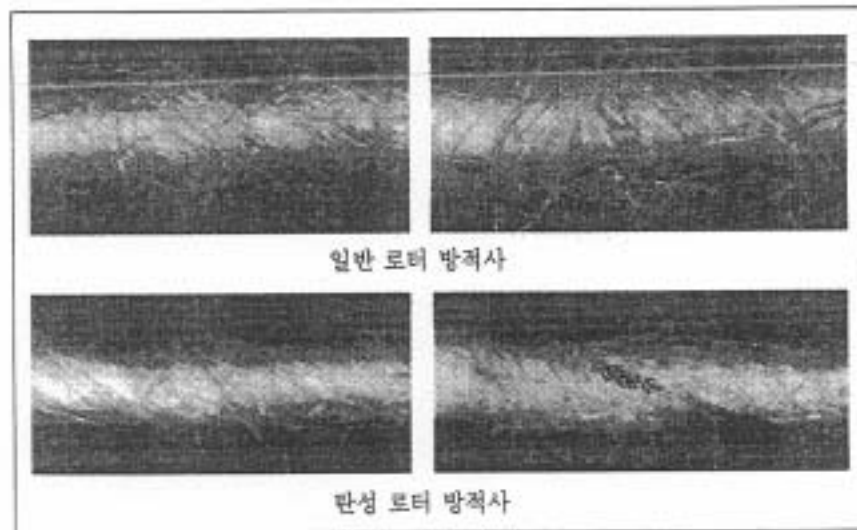
<그림 1> 탄성사를 방출 하기 위한 로터 정방

변수가 44.4dtex와 77.8dtex인 2종류의 스판덱스를 필라멘트로 사용하고, 평균 섬유장 25.4mm, 섬유 선밀도 1.65dtex, 마이크로네어 3.88, 슬라이버 정량 3.7g/m인 면 슬라이버를 스테이플 섬유로 사용하였다. 탄성 로터 방적사를 생산하기 위한 정방 조건은 다음과 같다. 변수 58tex, 오프닝 롤러 속도 7,000rpm, 로터 속도 45,000 rpm, 로터 직경 50mm, 드래프트 비는 68.9이다. 물성 비교를 위해 동일한 정방 조건으로 일반 로터 방적사도 방출하였다.

3. 결과 및 검토

3.1 방적사의 외관 및 구조

<그림 2>는 탄성 로터 방적사와 일반 로터 방적사의 측면 확대 사진이다. 일반 로터 방적사와 비교해서 탄성 로터 방적사의 외관이 보다 균일하고 깨끗함을 알 수 있다. 로터 방적사는 링 방적사와 유사한 중심의 코어부와 불규칙적으로 배열된 섬유들과 래퍼로 구성된 외부 시이드(sheath)부로 구성된 스킨-코어(skin-core) 구조를 갖는 것으로 알려져 있다. 로터 방적사의 표면에 위치한 래퍼 섬유의 형태는 상대적으로 느슨한 상태이다. 스판덱스 필라멘트의 삽입과 래핑으로 면 섬유들 표면의 래퍼 섬유의 형태가 일반 로터 방적사보다 치밀하고 깨끗하게 된다.



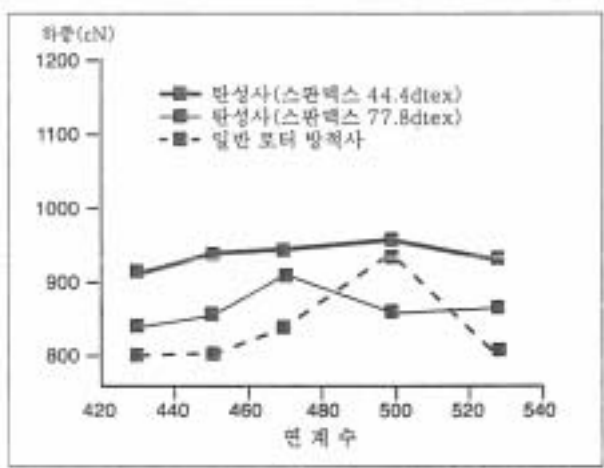
<그림 2> 방적사 외관 및 구조

탄성 방적사에서 스판덱스 필라멘트는 면 섬유들과 같이 꼬임이 부여되어 나선형 경로를 따르게 된다. 이상적인 나선형 방적사 기하에 의하면, 두 가지 구성 섬유로 만든 복합사는 방적사 내에서 서로 다른 구성 섬유의 길이가 요구된다. 구성 섬유 중 하나가 필라멘트인 경우에는 장력을 조절하여 그 길이를 쉽게 조정할 수 있다. 탄성 로터 방적사를 방출하는 과정에서 탄성사의 권취 속도는 스판덱스의 공급 속도보다 높기 때문에 스판덱스의 장력은 스테이플 섬유들보다 크게 되고 스판덱스 필라멘트는 코어처럼 탄성사의 내부 층에 위치하려는 경향이 있어 스테이플 섬유들에 의해 감싸지게 된다.

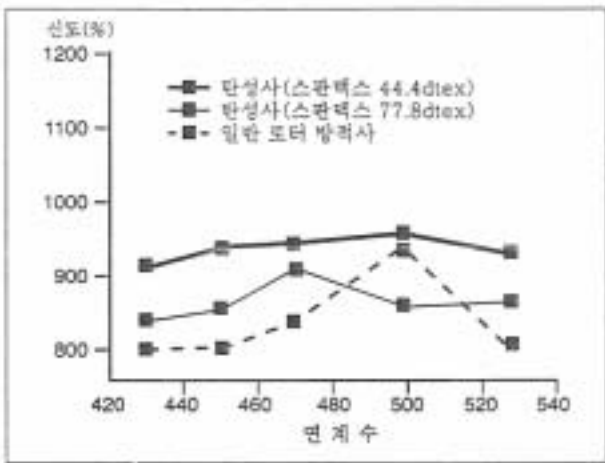
3.2 꼬임이 방적사 물성에 미치는 영향

스판덱스 드래프트 비는 3.5이고 그 밖의 정방 조건은 <표 1>과 같다. <그림 3>과 <그림 4>에 연계수가 탄성 로터 방적사의 절단 하중 및 신도에 미치는 영향을 나타내었다. 탄성 로터 방적사의 절단 하중은 연계수 470과 500까지 실질적으로 증가하다가 530 이상에서는 감소한다. 동일 연계수에서 탄

성 로터 방적사의 절단 하중은 일반 로터 방적사보다 일반적으로 크고, 태번수의 스판덱스를 사용한 탄성 로터 방적사의 절단 하중은 세번수의 스판덱스를 사용한 탄성 로터 방적사보다 크다.



<그림 3> 연계수가 방적사 절단 하중에 미치는 영향



<그림 4> 연계수가 방적사 절단 신도에 미치는 영향

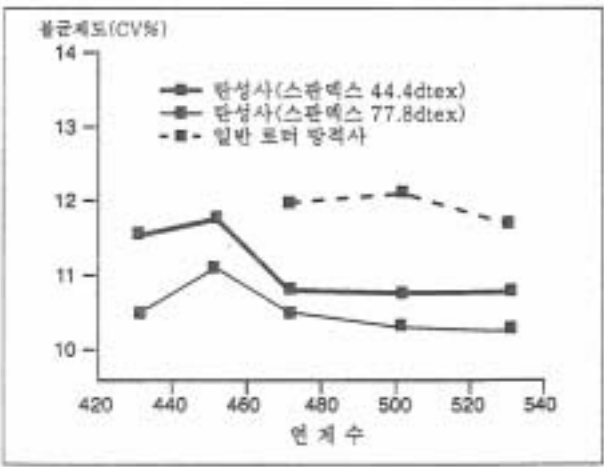
연계수가 증가함에 따라 탄성 로터 방적사의 절단 신도는 증가하는 경향이 있다. 태번수 스판덱스로 방출한 탄성 로터 방적사의 절단 신도는 세번수

스판덱스로 만든 탄성 로터 방적사보다 크고 두 가지 탄성 로터 방적사 모두 일반 로터 방적사에 비해 높다.

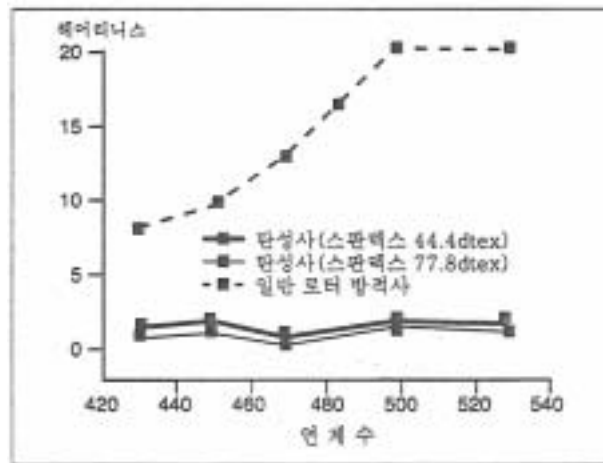
<표 1> 탄성 로터 방적사 제조를 위한 정방 조건

연계수	430	450	470	500	530
기계 꼬임(tpm)	565	591	617	656	696
권취 속도(m/min)	79.6	76.1	72.9	68.6	64.7
면 섬유 공급 속도(m/min)	1.16	1.11	1.06	1.00	0.94
스판덱스 공급 속도(m/min)	22.7	21.7	20.8	19.6	18.5

<그림 5>와 <그림 6>에 연계수가 탄성 로터 방적사의 불균제도와 헤어리니스에 미치는 영향을 나타내었다. 연계수가 증가함에 따라 탄성 로터 방적사의 불균제도는 감소하는 경향을 나타냈으나, 헤어리니스에는 차이가 없었다. 연계수가 동일한 경우에는 태번수 스판덱스 필라멘트를 포함한 탄성 로터 방적사의 불균제도는 세번수 스판덱스 필라멘트를 포함한 탄성 로터 방적사보다 낮았고 헤어리니스는 다소 증가하였다.



<그림 5> 연계수가 방적사 불균제도에 미치는 영향



<그림 6> 연계수가 헤어리니스에 미치는 영향

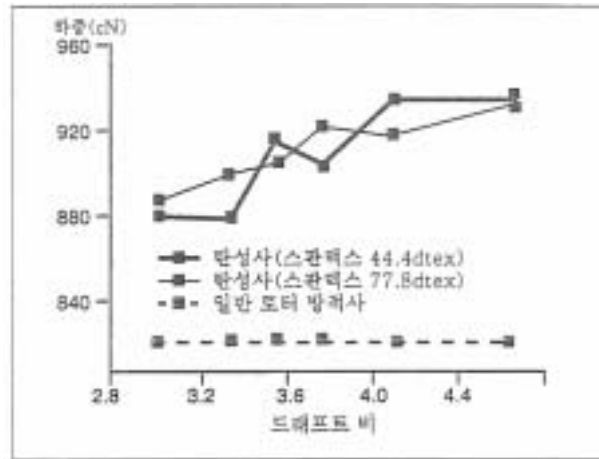
일반 로터 방적사에 비해 탄성 로터 방적사의 불균제도와 헤어리니스는 모두 낮았다. 탄성 로터 방적사의 균제도는 양호하고 표면은 보다 깨끗하다. 이는 방적사의 측면 사진으로 확인된 결과와 일치하는 것이다<그림 2>. 탄성 로터 방적사 표면에서 헤어리니스의 개선 정도는 매우 크다. 이와 같은 현상은 스판덱스 필라멘트가 먼 섬유들을 감싸는 것으로 설명될 수 있다.

3.3 스판덱스 드래프트 비가 방적사의 물성에 미치는 영향

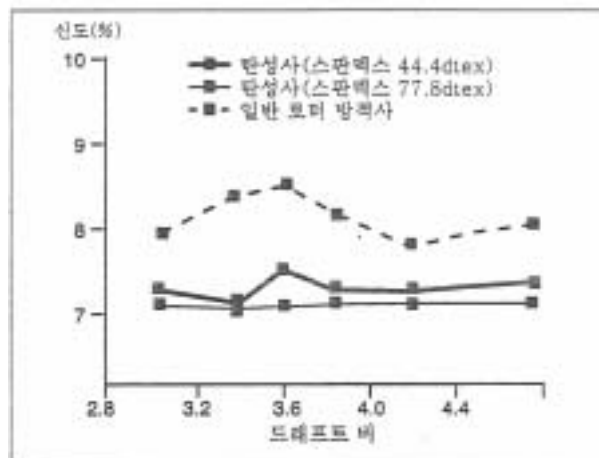
기계 꼬임은 617 tpm, 권취 속도는 72.9 m/min이고 스판덱스 드래프트 비는 각각 3.0, 3.3, 3.5, 3.7, 4.0, 4.5이다. 스판덱스 필라멘트의 드래프트 비는 탄성사의 권취 속도와 스판덱스의 공급 속도 간의 비로 결정된다.

<그림 7>과 <그림 8>에 스판덱스 드래프트 비가 탄성 로터 방적사의 절단 하중과 신도에 미치는 영향을 나타내었다. 스판덱스 드래프트 비가 커지는 동안 탄성 로터 방적사의 절단 하중은 증가하는 경향을 나타내었으나 절단 신도는 차이를 보이지 않았다. 두 가지 탄성사 모두 절단 신도는 스판덱스 드래프트 비 3.5 근처에서 높게 나타났다. 세번수 스판덱스를 포함한 탄성

로터 방적사에 비해 태번수 스판덱스를 포함한 탄성 로터 방적사가 높은 절단 신도를 나타내었다. 이는 태번수 스판덱스가 신장성과 탄성이 우수하기 때문이다.



<그림 7> 스판덱스 드래프트 비가 방적사 절단 하중에 미치는 영향

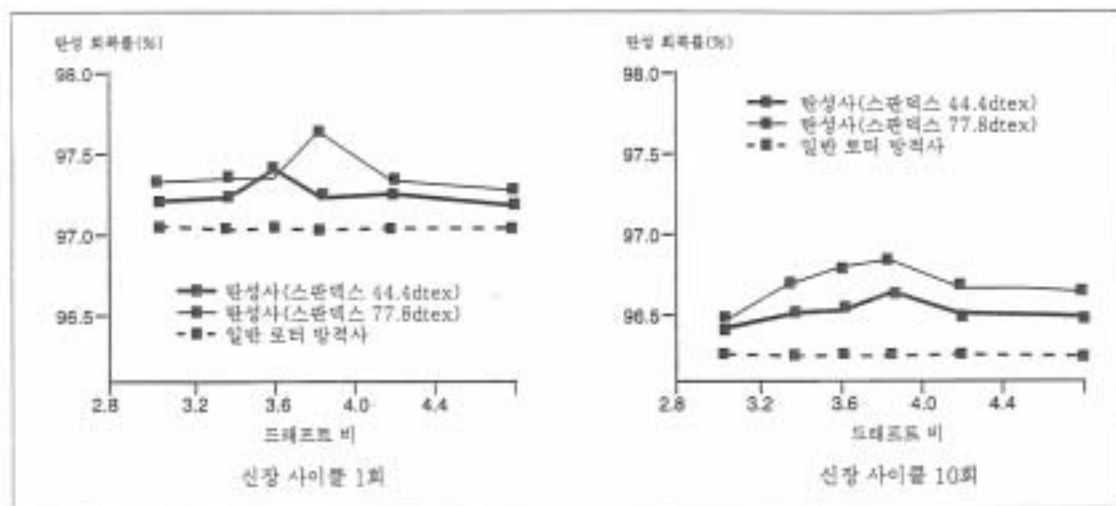


<그림 8> 스판덱스 드래프트 비가 방적사 절단 신도에 미치는 영향

탄성 로터 방적사는 일반 로터 방적사와 비교해서 절단 강력과 신도는 크게 증가하였다. 로터 방적사 표면에 있는 래핑 섬유의 형태는 상대적으로 느슨하고 방적사 강력에 전혀 기여하지 않는다. 탄성 로터 방적사가 형성되는

중에 스팹덱스 필라멘트의 삽입과 래핑으로 인하여 감싼 섬유의 형태가 보다 단단하기 때문에 횡방향 압력뿐만 아니라 섬유 간의 포함력이 증가하여 탄성사의 절단 하중은 증가할 것이다.

<그림 9>에 서로 다른 신장 사이클에서 스팹덱스 드래프트 비가 탄성 로터 방적사의 탄성 회복비(elastic recovery ratio)에 미치는 영향을 나타내었다. 탄성사의 탄성 회복비는 드래프트 비 3.5 ~ 3.7에서 높았다. 스팹덱스 필라멘트는 드래프트 비가 증가할수록 신장 탄성이 더욱 커지지만, 드래프트 비가 너무 커지면 탄성이 감소한다. 따라서, 스팹덱스 드래프트 비가 탄성 로터 방적사의 탄성 회복력에 매우 중요하다.

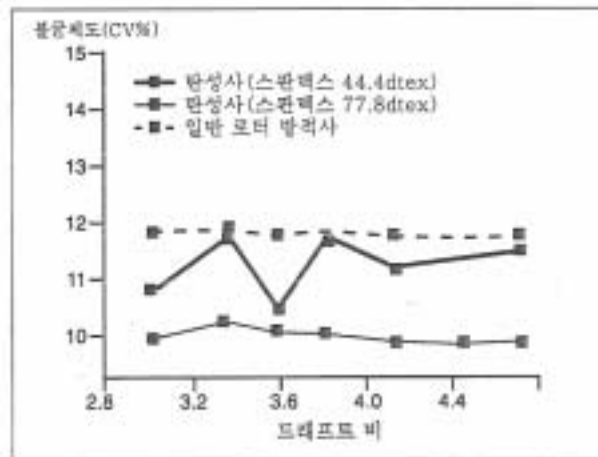


<그림 9> 스팹덱스 드래프트 비가 방적사 탄성 회복에 미치는 영향

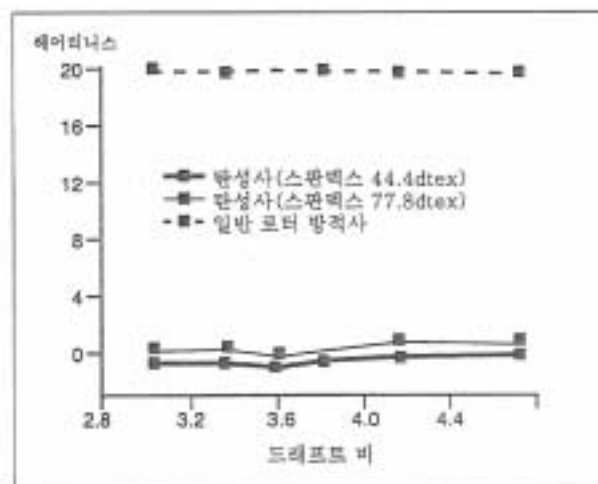
<그림 9>에 나타난 그래프를 비교해 보면, 탄성 회복 비는 신장 사이클이 증가함에 따라 감소되는 것을 알 수 있다. 연속적인 신장 사이클에서 영구 변형(탄성 회복의 감소)이 증가하기 때문이다. 신장 싸이클이 증가하면 영구 신장이 누적되기 때문에 탄성 회복력이 감소된다.

세번수 스팹덱스를 포함한 탄성사에 비해 태번수 스팹덱스를 포함한 탄성

사가 높은 탄성 회복력을 나타내었다. 이는 태번수 스판덱스의 신장성과 탄성이 우수하기 때문이다. 스판덱스 필라멘트가 삼입되기 때문에 탄성 로터 방적사의 탄성 회복성은 일반 로터 방적사보다 높다.



<그림 10> 스판덱스 드래프트 비가 방적사 불균제도에 미치는 영향



<그림 11> 스판덱스 드래프트 비가 방적사 헤어리니스에 미치는 영향

<그림 10>과 <그림 11>은 스판덱스 드래프트 비가 탄성 로터 방적사의 불균제도와 헤어리니스에 미치는 영향을 나타낸 것으로, 스판덱스 드래프트 비

만으로 탄성 로터 방적사의 불균제도와 헤어리니스를 설명할 수 없음을 알 수 있다. 탄성 로터 방적사의 불균제도와 헤어리니스는 스판덱스 드래프트 비 3.5 근처에서 우수하였다. 세번수 스판덱스를 포함한 탄성사에 비해 태번수 스판덱스를 포함한 탄성사가 불균제도는 작고 헤어리니스는 다소 큰 값을 나타내었다. 탄성사의 불균제와 헤어리니스 모두 일반 로터 방적사보다 작게 나타났다.

4. 결 과

다른 형태의 탄성 로터 방적사를 제조하기 위한 로터 정방 시스템이 개발되었다. 꼬임과 스판덱스 드래프트 비는 탄성 로터 방적사의 인장 물성, 탄성, 불균제도 및 헤어리니스에 큰 영향을 미치며, 연계수 470과 드래프트 비 3.5에서 가장 양호한 결과를 나타내었다. 스판덱스 필라멘트의 번수도 탄성 로터 방적사의 물성에 영향을 미친다. 태번수 스판덱스를 사용한 탄성사의 물성이 세번수 스판덱스를 사용한 탄성사보다 양호하였다.

탄성 로터 방적사에서 스판덱스 필라멘트는 면 섬유들과 같이 꼬임을 받게되고 탄성사의 외관은 일반 로터 방적사보다 균일하고 깨끗하다. 일반 로터 방적사와 비교해서 탄성 로터 방적사는 높은 절단 강력, 절단 신도 및 탄성 회복을 가지면 또한 낮은 불균제도와 낮은 헤어리니스 수준을 나타내었다. ♣

(Effects of spinning conditions on structure and properties of elastic rotor-spun yarn :
Melliand International, 2005, No 4)