

엘라스탄 섬유를 이용한

탄성 로터방적사 제조

1. 서 언

엘라스탄 섬유는 폴리에스터 또는 폴리에테르를 기초로 하여 만들 수 있는 폴리우레탄 합성섬유의 일반적인 명칭이다. 엘라스탄 섬유의 신도는 고무와 유사하고, 최종 용도에서 필요로 하는 거의 모든 성능을 낼 수 있다. 고무와 비교해서 좀 더 가는 실로 사용할 수 있고 노화(ageing) 문제가 없다. 엘라스탄 섬유가 포함된 의류는 끓는 온도에서 세탁이 가능하며, 드라이 크린도 가능하다.

탄성 코어방적사의 코어에는 엘라스탄 섬유가 사용되고, 이 엘라스탄 섬유는 천연섬유 또는 기타 스테이플 섬유로 감싸진다. 탄성 코어방적사는 다음과 같은 주요 특성을 갖는다: 외층 섬유의 촉감을 갖고 천연섬유가 외층을 감싸고 있기 때문에 수분 흡수성이 좋으며 착용감이 좋다. 한편 탄성 코어방적사는 의류뿐만 아니라, 가정용 섬유제품과 공업용으로도 사용될 수 있다. 탄성사를 생산하는 가장 일반적인 방법은 개조된 링정방기, 중공 스피들 기술, 에어 인태글링(air entangling), 마찰정방 및 사이로정방에서 코어 방적사를 제조하는 것이다. 1967년 Investa사(체코슬로바키아)가 개발한 로터정방은 기반이 잘 확립되어 있다. 링정방과 비교할 때 주요 장점은 고속생산, 생산비 절감, 벌키니스의 증가와 균제도의 개선이다.

본 연구에서는 다양한 종류의 탄성 로터방적사를 생산하기 위하여 엘라스탄 섬유를 개조된 오픈엔드 로터정방기에 공급시켜서 로터속도, 드래프트 비,

연계수가 탄성 로터방적사의 특성에 미치는 영향에 대해 조사하였으며, 직교 실험(orthogonal test)을 통하여 기술조건을 최적화 하였다.

2. 실험

DuPont사에서 제조한 77.8dtex 엘라스탄 섬유를 필라멘트로 사용하였고, 스테이플 섬유로는 면 슬라이버를 사용하였다. 면과 엘라스탄 섬유의 물성은 < 표 1>과 같다.

<표 1> 면과 엘라스탄의 물성

면		엘라스탄	
평균 섬유장[mm]	25.4	DuPont Lycra	
선밀도[dtex]	1.65	선밀도[dtex]	77.8
마이크로네어	3.88	절단강력[cN]	72.4
슬라이버 정량[g/m]	3.7	절단신도[%]	470

엘라스탄 섬유가 로터 속으로 공급될 수 있도록 일반 로터정방기를 개조 하였다. 필라멘트 가이드 튜브는 중공 로터샤프트의 회전에 지장이 없도록, 중공 로터샤프트의 회전축을 따라 설치하였다. 엘라스탄 섬유는 필라멘트 가이드 튜브를 곧바로 통과하여 석선에 의해 로터 속으로 공급된 후 스테이플 섬유 스트랜드와 결합되어 탄성 코어방적사를 형성한다.

실의 측면 외관은 Quester Hi-scope 비디오 현미경 시스템으로 관찰하였다. 절단강력과 절단신도는 XL-1 인장시험기로 측정하였으며, 이때 시험길이는

500mm, 인장속도는 500m/min, 초하중은 50cN으로 하였다. 탄성회복율은 AG-10 원료 시험기로 시험길이는 100mm, 인장속도는 50m/min, 초하중은 29cN으로 하여 초기신장 5%를 30초 동안 유지한 후 측정하였다. 불균제도(CV%)는 YG135G 불균제도 시험기로 측정하였으며, 이때 시험속도는 400m/min으로 하였다. 헤어리니스는 YG172 헤어시험기로 시험속도 30m/min에서, 1m당 2mm 이상의 헤어를 측정하였다. 모든 시험은 표준대기 20±2℃, 65±2%RH 상태에서 시험하였다.

3. 결 과

드래프트 비와 연계수는 탄성 로터방적사의 구조와 물성에 큰 영향을 미친다. 탄성 로터방적사 기술은 직교시험(orthogonal test)을 통해 최적화 시켰다. 시험인자와 수준은 <표 2>와 같다.

직교실험 계획은 <표 3>과 같으며 방적시 선밀도는 58tex, 개섬 롤러 속도는 7,000rpm으로 설정하였다.

<표 2> 시험인자와 수준

구분	시험인자		
	로터속도[rpm]	드래프트 비	연계수
수준	A	B	C
1	45000	3.5	450
2	49300	4.0	470
3	53700	4.5	500

<표 3> 시험계획

No.	A	B	C	권취 롤러속도 [m/min]	면 슬라이버 공급속도 [m/min]	엘라스탄 공급속도 [m/min]
1	1	1	1	76.1	0.94	21.7
2	1	2	2	72.9	0.90	18.2
3	1	3	3	68.5	0.85	15.2
4	2	1	2	79.9	0.99	22.8
5	2	2	3	75.0	0.93	18.8
6	2	3	1	83.4	1.03	18.5
7	3	1	3	81.7	1.01	23.3
8	3	2	1	90.9	1.12	22.7
9	3	3	2	87.0	1.08	19.3

<표 4> 정방인자의 종합분석

물성	시험인자			영향순위	최적조건
	로터속도 A	드래프트 비 B	연계수 C		
강력	/	(*)	/	B>A>C	A ₂ B ₃ C ₂
신도	/	(*)	/	B>C>A	A ₂ B ₃ C ₃
탄성회복율	(*)	*	(*)	B>C>A	A ₂ B ₃ C ₁
불균제도[CV%]	/	/	(*)	C>A>B	A ₂ B ₃ C ₃
헤어리니스	(*)	/	/	A>C>B	A ₃ B ₁ C ₃

* 정방인자가 사물성에 크게 영향을 미침

(*) 정방인자가 약간 영향을 미침

/ 정방인자의 영향이 크지 않음

<표 4>는 탄성 로터방적사의 절단강력, 절단신도, 탄성회복율, 불균제도와 헤어리니스에 대한 분석 결과를 나타낸 것이다.

<표 4>의 결과로 볼 때 로터속도는 탄성 로터방적사의 탄성회복율과 헤어리니스에 약간 영향을 미친다. 드래프트 비는 탄성회복율에 큰 영향을 미치지만, 절단강력과 절단신도에는 약간 영향을 미친다. 연계수는 탄성회복율과 불균제도에 약간 영향을 미친다. 시험인자들을 비교해 보면, 드래프트 비가 사물성에 미치는 영향은 다른 두 시험인자 보다 더 크다. 탄성 로터방적사의 종합적인 물성을 고려할 때, 기술적인 최적조건은 A2B3C3로 로터속도는 49,300rpm, 드래프트 비는 4.5, 연계수는 500이다.

외관과 물성을 비교하기 위하여 최적 기술조건 하에서 탄성 로터방적사와 일반 로터방적사를 생산하였다. 탄성 로터방적사와 일반 로터방적사의 측면 사진은 <그림 1>과 같다.



(a) 탄성 로터방적사



(b) 일반 로터방적사

<그림 1> 실의 형태와 구조

로터방적사는 스킨코어(skincore) 구조를 갖는 것으로 알려져 있다. 일반 로터방적사의 표면을 감싸고 있는 외곽 섬유의 형태는 비교적 느슨하다. 탄성 로터방적사는 엘라스탄 섬유가 공급되어 감싸지기 때문에 면 스트랜드의 표면을 감싸고 있는 외곽섬유의 형태는 일반 로터방적사보다 더 단단하고 깨끗하다.

탄성 로터방적사에서 엘라스탄 섬유는 면 스트랜드와 함께 나선 방향으로 꼬임이 부여된다. 탄성 로터방적사의 방적공정 중에, 권취 속도를 엘라스탄 섬유의 공급속도 보다 더 빠르게 하면, 엘라스탄 섬유가 받는 장력은 스테이플 섬유 스트랜드가 받는 장력보다 더 크게 되고 엘라스탄 섬유는 코어로서 탄성사의 안쪽에 위치하게 되어 스테이플 섬유 스트랜드로 잘 감쌀 수 있게 된다.

탄성 로터방적사와 일반 로터방적사의 물성은 <표 5>와 같다.

<표 5> 방적사 물성

물성	탄성 로터방적사	일반 로터방적사
강력[cN]	849.7	792.3
신도[%]	8.9	7.8
탄성회복율[%]	98.37	96.53
불균제도[CV%]	11.13	12.97
헤어리니스	0.97	8.59

탄성 로터방적사는 일반 로터방적사에 비해서 절단강력이 현저히 증가한다. 일반 로터방적사의 표면을 감싸고 있는 외곽 섬유는 비교적 느슨해서,

사강력에 크게 도움이 되지 않는다. 탄성 로터방적사가 형성되는 과정에서 엘라스탄 섬유가 공급되고 감싸지기 때문에, 감싸는 외곽섬유의 형태는 더 단단해진다. 그리고 섬유간의 트래버스 압력과 응집력이 증가하여 절단강력과 절단신도가 증가된다. 엘라스탄 섬유의 공급으로 탄성 로터방적사의 신도와 탄성회복력은 일반 로터방적사보다 더 높아진다. 탄성 로터방적사의 불균제도와 헤어리니스는 둘 다 일반 로터방적사보다 낮고 균제도는 더 좋으며, 실의 측면 사진에서 알 수 있듯이 표면은 더 깨끗하다. 탄성 로터방적사 표면에서 헤어리니스는 크게 감소하였는데, 이는 면섬유 스트랜드를 엘라스탄 섬유가 감싸고 있기 때문이다.

4. 결 론

다양한 종류의 탄성 로터방적사를 생산하기 위하여 엘라스탄 섬유를 개조된 오픈엔드 로터정방기에 공급하였다. 로터속도, 드래프트 비 및 연계수는 탄성 로터방적사의 물성에 큰 영향을 미친다. 그 중 드래프트 비의 영향이 좀 더 크다. 최적의 기술조건은 로터속도 49,300rpm, 드래프트 비 4.5, 연계수 500이다. 일반 로터방적사와 비교하여, 탄성 로터방적사의 형태가 더 균제하고 깨끗하며, 물성도 향상된다.