

소모(singeing)가 면 방적사 물성에 미치는 영향

1. 서 언

링 방적사는 섬유산업에서 보편적으로 사용되는 실이다. 현미경 관찰시 실에서 돌출된 섬유들을 잔털(hairiness)이라고 하는데, 이 섬유들은 강력에 도움이 되지 않는다. 잔털은 실에 부정적인 역할을 하는 특성으로, 실 표면의 갈라짐과 표면 조도에 영향을 미치며, 불균열을 발생시킨다. 또한 가호 및 제직시에 경사 겹침을 유발하고 가공포에 필(pill)을 형성하는 경향이 높다. 방적 공정에서 발생하는 잔털은 방적사 및 직물 외관에 영향을 미치며, 제직 수율에도 영향을 미친다.

잔털을 완전히 제거할 수는 없지만, 섬유물성 및 실의 구조특성을 최적화하거나 생산 공정에서 다양한 변화를 주어 감소 시킬 수 있다. 실의 잔털은 대부분 방적 공정에서 형성되므로 방적사의 품질을 향상시키기 위한 가장 효과적인 방법은 실이 형성되는 과정에서 다양한 변화를 주는 것이다. 컴팩트(Compact) 및 솔로스핀(Solospun) 방적기술은 방적사 형성 과정에서 실의 품질을 제어하도록 개발되었다. 잔털 측정과 함께 잔털 감소 방법에 대한 여러 연구들이 진행되어왔다. 예를 들면 소모방적에서의 잔털 감소 연구, 에어젯 방적에서의 에어석션 노즐을 이용한 잔털 감소 연구 등이 있었다. 그러나 콕 상태에서의 잔털은 일반 권사 공정에서 두 배로 증가되며, 이 때문에 권사 공정에서 소모 처리가 보편적으로 이용된다.

소모 처리로 잔털이 많이 제거되지만, 실의 외관, 변수, 균제도 및 인장 특성에 영향을 미친다. 본고에서는 소모 처리를 위한 컴팩트 방적사(Com) 및 정소면 방적사(Cm)를 여러 제조사로부터 랜덤하게 선정하였다. 소모 처리 및 미처리 방적사의 잔털, 균제도, 변수 및 인장 특성을 비교하였으며, 잔털과

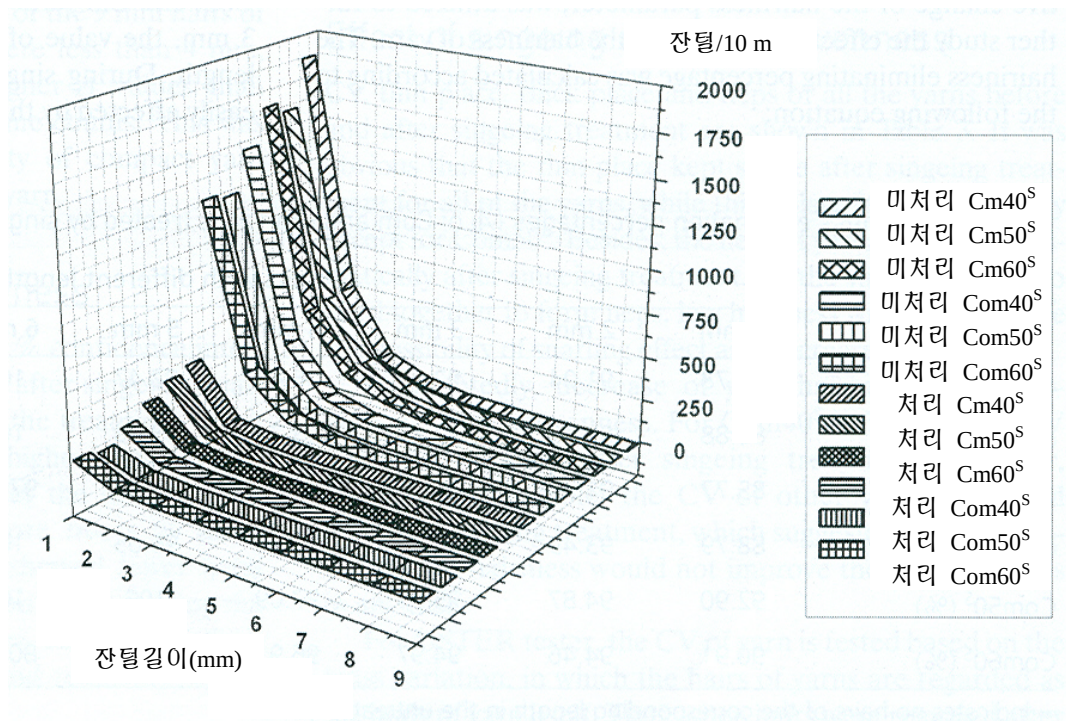
불균제도 사이의 관계를 자세하게 다루었다.

2. 시험

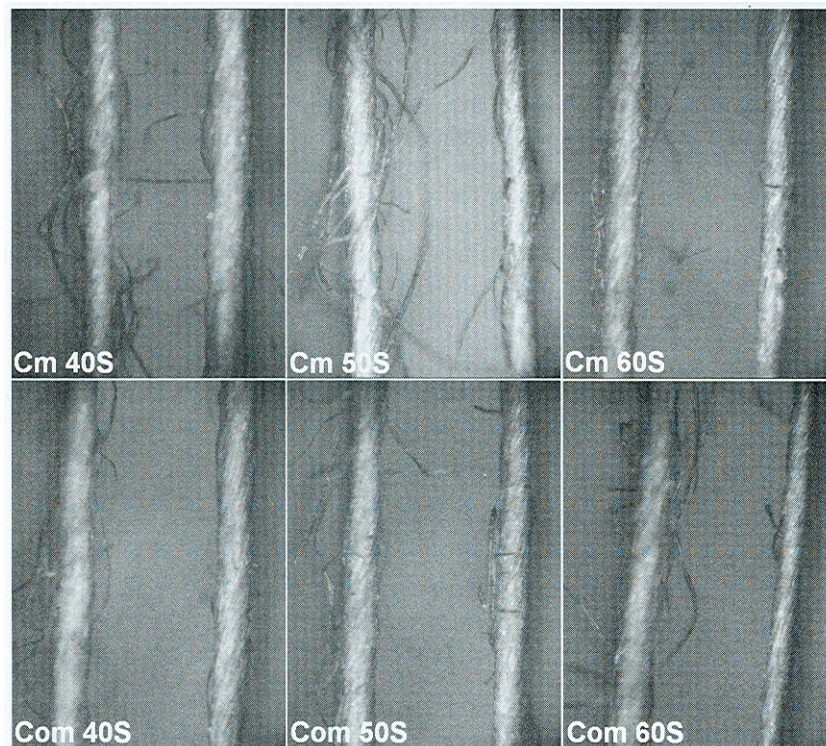
2.1 원료 및 소모 처리

중국 Lutai Textile Company Limited가 여러 제조사로부터 구매한 방적사 중에서 컴팩트 및 정소면 방적사 Com40^S, Com50^S, Com60^S, Cm40^S, Cm50^S, Cm60^S를 선정하였다. BR48 권사기에서 COMBIWINDER GSX-12 소모기를 사용하여 소모 처리하였으며, 권사 속도는 840 m/min로 하였다.

2.2 시험 및 시험장치



<그림 1> 소모 처리 및 미처리 방적사의 장털 변동



<그림 2> 소모 처리 전 · 후 콤팩트 및 정소면 방적사의 현미경 사진

(좌 : 미처리, 우 : 처리)

소모 처리 및 미처리 샘플의 잔털, 변수, 변동계수(CV) 및 인장 특성을 시험하였다. 잔털 시험에 YG172 잔털시험기를 사용하였으며, 시험 속도는 30 m/min로 하였다. 변수 시험에는 Uster Autosorter를 사용하였으며, YG086 Lea's Length Tester로 소모 처리 및 미처리 방적사의 변수를 100 m 단위로 총 500 m 측정하고 평균을 냈다. 실의 불균제도 시험에 Uster Tester 4-SX를 사용하였으며, 시험 속도는 400 m/min로 하였다. 잔털 및 균제도 시험 길이는 각각 100 m 및 400 m로 하였다. 인장 특성 시험에 Uster TENSOJET을 사용하였으며, 400 m/min의 시험속도로 100회 시험하였다. 모든 시험은 표준 상태($65 \pm 2\%$ RH, $20 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)에서 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 소모 처리가 잔털에 미치는 영향

두 타입의 방적사의 소모 전·후 잔털은 <그림 1>과 같다. 소모 후 모든 방적사 샘플의 잔털이 크게 감소하여 방적사의 잔털 감소에 소모 처리가 매우 효과적이라는 것이 증명되었다. 소모 처리 전·후의 모든 방적사 샘플의 사진은 <그림 2>와 같으며, 소모 처리후 표면이 평활해지고 잔털이 감소한 것으로 확인되었다. 소모 처리후 많은 잔털이 제거되고 잔털 길이가 감소되는데, 이는 짧은 잔털수가 긴 잔털 보다 더 많아지기 때문이다. 면 링 방적사의 경우 전체 잔털의 약 80 %가 1 mm 인 반면 3 mm 이상은 약 5 %이다. 한편 컴팩트 방적사의 잔털은 정소면 방적사 보다 적다. 방적사 샘플들의 잔털은 변수가 증가함에 따라 조금 감소 하였으며, 이러한 현상은 2 mm 이하의 잔털에서 더욱 분명하였다. 그러나 소모 처리된 방적사의 잔털은 <그림 1>과 같이 변수 증가에 따라 아주 조금 감소하였는데, 이는 실의 변수가 잔털 개선 효과에 미치는 영향이 작다는 것을 의미한다.

잔털 제거율은 잔털 변수의 상대적 변화를 나타내며, 소모가 잔털에 미치는 영향에 대한 연구에 활용하였다. 잔털 제거율은 다음 식에 따라 계산하였다.

$$A = \frac{B - C}{C} \times 100\%$$

여기서, A는 잔털 제거율, B는 처리 전 실의 잔털 수, C는 처리 후 실의 잔털 수이다.

<표 1> 소모처리한 컴팩트 및 정소면 방적사의 잔털 제거율

샘플	잔털 길이								
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	9 mm
Cm40 ^S (%)	81.78	91.04	92.10	96.41	92.47	100	67.00	100	0

Cm50 ^S (%)	80.88	89.95	92.31	93.28	93.76	100	100	100	100
Cm60 ^S (%)	85.77	91.70	94.91	94.12	93.33	97.94	100	100	75.19
Com40 ^S (%)	88.79	93.49	93.78	90.16	95.05	100	100	50.00	-100
Com50 ^S (%)	92.90	94.87	95.71	97.09	100	100	∞	∞	∞
Com60 ^S (%)	90.91	94.46	94.97	96.61	89.57	80.12	50.00	∞	100

∞ : 해당 길이의 잔털 없음

<표 1>은 소모처리한 컴팩트 및 정소면 방적사의 잔털 제거율을 나타낸 것이다. 3 mm 이하 잔털의 경우 잔털길이 증가에 따라 잔털 제거율이 증가하였다. 소모 처리 시 잔털이 길수록 볼꽃에 더 쉽게 영향을 받으므로 잔털 제거율이 높을 것 같지만, 긴 잔털은 실의 몸체를 평평하게 감싸는 경향이 있으므로 잔털 제거율은 잔털 길이 증가에 따라 유동적이다. 예를 들면 Cm 40^S의 잔털 제거율은 잔털 길이 8 mm 및 9 mm 에서 각각 100과 0 이다. 한편 방적사 표면의 일부 루프는 소모 과정에서 타면서 두 부분으로 나뉘며, 이는 잔털을 증가시켜 잔털 제거율에 부정적인 값으로 나타난다. 예를 들면 Com 40^S 에서 잔털 길이 9 mm의 잔털 제거율은 -100이다. 잔털길이가 4 mm 이하 일 때 컴팩트 방적사의 잔털 제거율은 동일 변수의 정소면 방적사 보다 높다. 이는 컴팩트 방적사의 잔털밀도가 기존 방적사 보다 낮기 때문이다.

3.2 소모가 변수에 미치는 영향

<표 2>는 컴팩트 및 정소면 방적사의 소모 처리 전·후의 변수와 중량 손실을 나타내고 있으며, 신뢰구간은 95 % 이다. 소모 처리후 컴팩트 방적사는 동일변수에서 tex 값이 더 높고, 정소면 방적사 보다 중량 손실이

적다. 콤팩트 방적사는 기류압을 이용하여 보다 많은 섬유를 제어할 수 있으므로 콤팩트 방적사는 정소면 방적사에 비해 잔털이 적다. 소모 처리 과정에서 콤팩트 방적사의 잔털은 정소면 방적사 보다 적게 타므로, 중량 손실이 적고 상대적으로 변수(tex)가 더 높다.

Cm 50^S 방적사의 경우 Com 50^S 방적사에 비해 tex 값이 다소 높게 나왔는데, 이는 샘플 방적사들이 서로 다른 방적공장에서 생산되었기 때문이며, 정방 조건이 최적화된 일부 제조사의 정소면 방적사는 다른 제조사의 콤팩트 방적사 보다 품질이 우수하다는 것을 의미한다.

<표 2> 소모처리 전 · 후 방적사의 변수

구분	사종					
	Cm40 ^S	Cm50 ^S	Cm60 ^S	Com40 ^S	Com50 ^S	Com60 ^S
미처리 방적사의 변수(tex)	14.36 ±0.17	11.90 ±0.19	9.83 ±0.18	14.67 ±0.07	11.53 ±0.80	9.81 ±0.56
소모처리한 방적사의 변수(tex)	12.97 ±0.28	11.07 ±0.53	8.57 ±0.70	13.43 ±0.72	10.84 ±0.88	8.81 ±1.05
중량 손실(%)	9.68	6.97	12.82	8.45	5.98	10.19

3.3 소모가 불균제도에 미치는 영향

소모 처리 전 · 후의 모든 샘플 방적사의 CV, 가는 결점, 굵은 결점 및 넙은 <표 3>과 같다. 가는 결점의 경우 모든 샘플 방적사에서 소모 처리후에 변화가 없었다. 반면 굵은 결점은 Com 50^S 을 제외하고 모두 크게 증가하였고, 넙은 소모 처리 후에 크게 감소하였다. 잔털들은 서로 엉켜서 넙을 형성하는 경향이 있으므로, 잔털이 적으면 엉킬 가능성이 낮아져 넙이 크게 감소하게 된다.

잔털 감소는 실의 불균제도에 영향을 미칠 수도 있다. <표 3>에서 Com 40^S는 소모 처리후 CV가 약간 감소했지만, 기타 다른 방적사의 CV는 증가하였다. 이는 잔털 감소가 항상 실의 균제도를 향상시키지는 않는다는 것을 의미한다.

<표 3> 소모처리 전 · 후 방적사의 사결점

샘플	소모처리 전				소모처리 후			
	CVm %	Thin -50%/km	Thick +50%/km	Neps +200%/km	CVm %	Thin -50%/km	Thick +50%/km	Neps +200%/km
Cm40 ^S	11.50	0.0	0.0	10.0	11.70	0.0	2.5	5.0
Cm50 ^S	12.15	2.5	5.0	12.5	12.62	2.5	10.0	7.5
Cm60 ^S	12.54	5.0	2.5	55.0	13.13	5.0	12.5	20.0
Com40 ^S	11.30	0.0	5.0	20.0	11.19	0.0	10.0	7.5
Com50 ^S	12.64	7.5	12.5	22.5	13.73	7.5	10.0	15.0
Com60 ^S	12.61	5.0	2.5	37.5	13.01	5.0	7.5	7.5

USTER Tester의 CV 값은 선밀도 변동을 기반으로 측정되며, 잔털은 실의 몸체와 관련된다. 따라서 소모 처리로 잔털이 제거되면 CV 값도 예측할 수 없이 변한다. 폭 넓은 검토를 위해 본연구에서는 실의 불균제도를 실 몸체의 불균제도와 잔털의 불균제도로 나누었으며, 스테이플 방적사의 경우 이 두 가지 인자가 상호 영향을 미친다. 어떤 경우에는 잔털 불균제도가 균제도 약화에 큰 영향을 미치는데, 예를 들어 <표 3>의 Com 40^S의 경우 잔털을 제거하면 실의 균제도가 개선된다. 그러나 불균제한 잔털은 항상 실의 몸체와 결합되어 비교적 균제한 구조를 형성한다. 따라서 잔털 제거는 실의 균제도

을 저하 시킨다. 이는 <표 3>에서 Cm40^S, Cm50^S, Cm60^S, Com50^S, Com60^S의 CV가 소모 처리후 크게 증가한 것으로 알 수 있다. 특히 Com50^S의 경우 잔털 외관이 개선되어 굵은 결점과 넓이 감소했지만, 불균제도(CV)는 증가하였다.

<표 4> 소모처리 전 · 후 인장 특성

샘플	소모처리 전				소모처리 후			
	B-Force cN	Elong. %	Tenacity cN/tex	B-Work cN.cm	B-Force cN	Elong. %	Tenacity cN/tex	B-Work cN.cm
Cm40 ^S	307.8	5.24	21.08	445.4	301.2	4.59	20.63	386.7
Cm50 ^S	308.7	5.58	21.15	452.4	307.8	5.12	21.08	426.6
Cm60 ^S	257.5	5.73	17.64	372.6	259.1	4.47	17.74	321.8
Com40 ^S	379.2	6.01	25.98	562.9	373.4	5.31	25.58	520.3
Com50 ^S	295.7	5.56	20.26	421.4	297.9	4.12	20.40	339.6
Com60 ^S	286.8	4.96	19.65	374.6	270.9	4.36	18.56	318.1

3.4 소모가 인장 특성에 미치는 영향

모든 방적사 샘플의 소모 처리 전 · 후의 인장 특성은 <표 4>와 같다. 소모 처리후에도 강력이 일정하게 유지되는데, 이는 잔털이 강력에 기여하지 못하기 때문이다. 그러나 신도, 비강도 및 절단력은 소모 처리후 약간 감소하였다. 방적사 표면의 잔털의 엉킴으로 인해 절단 과정에서 잔털 분리에 추가적인 에너지가 소요되고 신도 증가에 기여하게 된다. 따라서 잔털이 제거되면 신도, 비강도 및 절단력이 저하된다.

4. 결 론

본고는 소모 처리가 정소면 및 컴팩트 방적사의 물성에 미치는 영향에 대하여 조사하였다. 시험 데이터 및 현미경 사진의 분석 결과, 컴팩트 방적사와 정소면 방적사의 잔털은 소모 처리후 서로 다른 양상으로 제거된 것으로 나타났다. 3 mm 이하의 짧은 잔털의 잔털 제거율은 잔털 길이 증가에 따라 증가한 반면, 3 mm 이상의 긴 잔털은 실의 몸체를 평평하게 감싸는 경향이 있고, 일부 루프가 타기 때문에 잔털 제거율이 유동적이다. 컴팩트 방적사는 동일변수의 정소면 방적사에 비해 4 mm 이하의 짧은 잔털의 잔털 제거율이 높았고, 변수(tex)가 높았으며 중량 손실은 적었다. 이는 컴팩트 방적사가 정소면 방적사에 비해 잔털이 적고 치밀한 구조를 갖기 때문이다. 모든 방적사 샘플에서 가는 결점은 소모 처리후에도 변화없이 일정했지만, 굵은 결점은 크게 증가하였고, 넓은 크게 감소하였다. 한편 실의 CV 는 소모 처리후 조금 증가하였다. 실의 불균제도는 실 몸체의 불균제도와 잔털의 불균제도로 나눌 수 있는데, 불균제한 잔털은 실의 몸체와 결합하여 비교적 균제한 구조를 형성한다. 잔털 제거는 실의 균제도를 저하 시킨다. 소모 처리후 강력은 유지되었지만, 신도, 비강도 및 절단력은 다소 감소하였다.