

마찰정방기에 의한

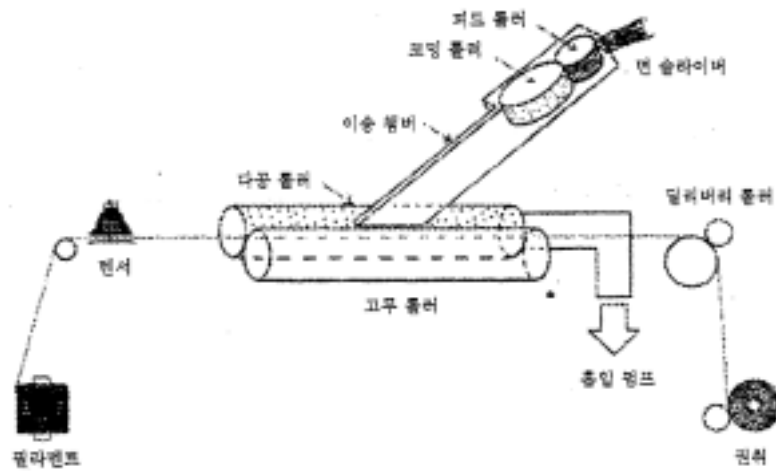
복합사의 방출

1. 서 언

링 정방기는 범용성이 크고 실의 품질도 우수하여 현재도 많이 사용되고 있다. 그러나 링과 트래블러에 기초한 실의 형성 기구를 가지고 있어 생산성이 낮다. 그 결점을 극복하기 위하여 일본면업기술연구소는 일본방적협회, 일본섬유기계협회와 공동으로 1984년부터 혁신적인 고속 정방기의 개발에 착수했다. 개발된 마찰 정방기는 Ne 20 면사로 방출 속도 500m/min을 실현했지만 실용화되지는 못했다. 본고는 마찰 정방기로 방출한 복합사에 대하여 소개한다.

2. 마찰 정방기의 개요

마찰 정방기는 섬유의 개섬, 이송, 집속, 가연의 4가지 기본 동작으로 이뤄져 있으며 그 개요를 <그림 1>에 표시했다. 공급되는 슬라이버는 피드 롤러에 의해 정방기 내에 공급되고 코밍 롤러에 의해 개섬된다. 개섬된 섬유는 흡인 기류에 의해 이송 챔버내로 날아가고 다공(多孔) 롤러와 고무 롤러 사이로 공급된다. 같은 방향으로 같은 속도에서 회전하고 있는 이들 두 개의 롤러에 의해 필라멘트로의 집속과 가연이 이뤄지고 딜리버리 롤러를 통하여 인출되어 권취 롤러에 의해 권취된다. 방출이 안정되었을 때 필라멘트를 절단하면 면사를 방출할 수 있다. 본고에서 다루는 실은 모두 120m/min으로 방출한 것이다.

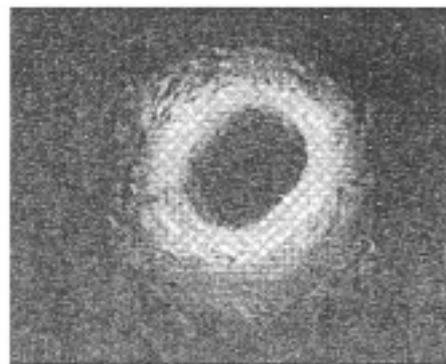


<그림1> 마찰 정방기의 개요

3. 코어사

면사를 방출할 때는 위에서 서술한 바와 같이 필라멘트를 절단하지만 필라멘트를 절단하지 않고 그대로 방출하면 코어사가 된다.

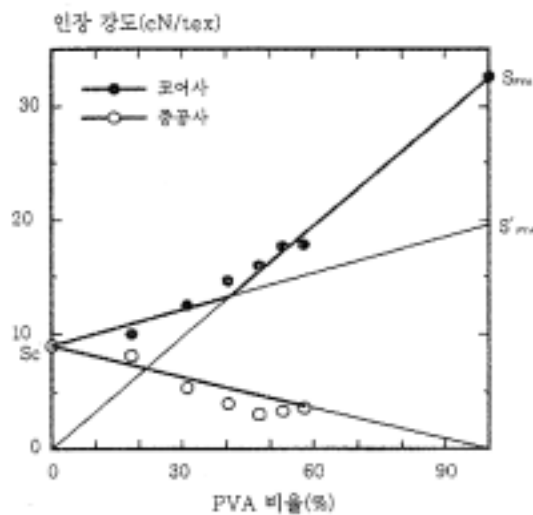
코어로서 56den/18f의 PVA 멀티 필라멘트, 외곽 섬유(sheath)로서 면을 이용하여 코어사를 방출했다. 폴리에스터 필라멘트를 코어로 한 경우에 대해서도 연구했지만 여기서는 다음에 언급할 중공사와의 관계 때문에 PVA 필라멘트를 사용한 코어사에 대해서만 서술한다.



<그림 2> 코어사의 단면

<그림 2>는 방출한 코어사의 단면 사진이다. 중앙의 검은 부분이 PVA 필라멘트이고 필라멘트가 실의 중심에 들어있다는 것을 알 수 있다.

PVA 필라멘트의 비율을 변화시켜 코어사를 방출했다. 이 때 면은 30tex로 일정하게 했다. PVA 필라멘트의 비율에 따른 방출사의 인장 강도를 <그림 3>에 ●로 나타냈다. PVA 필라멘트의 비율이 증가하면 당연히 인장 강도는 증가했다.

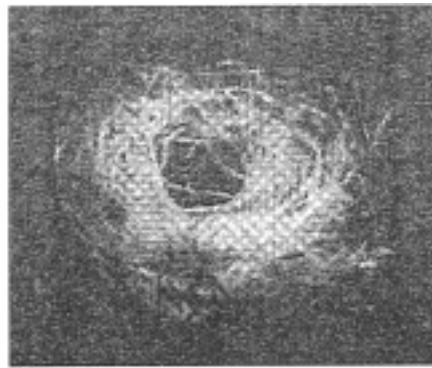


<그림 3> PVA의 비율에 대한 인장 강도

여기서 W. J. Hamburger 가 제시한 방법을 이용하여 PVA 필라멘트와 면사 각각의 강신도 곡선에서 PVA 필라멘트의 비율에 대한 코어사의 인장 강도를 구해서 <그림 3>에 꺾은선 그래프로 표시했다. 꺾은선 그래프가 되는 것은 PVA 필라멘트의 비율에 따라 코어사가 절단되는 양상이 다르기 때문에 PVA 필라멘트의 비율이 적은 경우에는 면이 코어사의 절단을 지배하고 꺾은선 그래프의 꺾어진 점 이후부터는 PVA 필라멘트가 절단을 지배한다. 실험치는 명확한 꺾은선 그래프가 아니지만 양쪽이 거의 일치하다는 것을 알 수 있다.

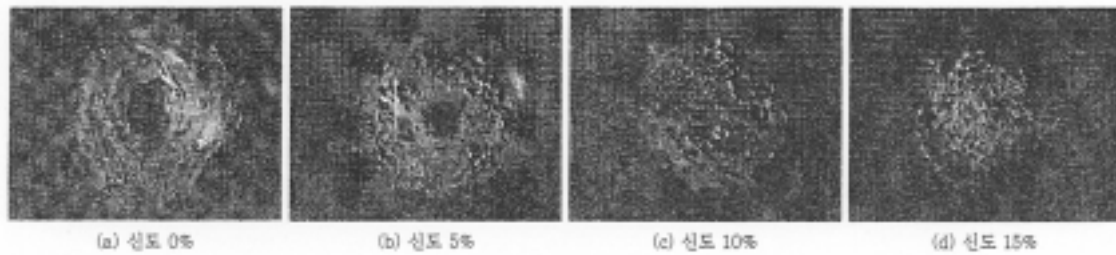
4. 중공사

앞에서 서술한 PVA 필라멘트와 면으로 된 코어사를 100□의 끓는물에 넣어 원사 속의 PVA를 제거했다. 끓는물 처리 전후에 원사의 중량을 측정하여 PVA 필라멘트가 완전히 제거된 것을 확인했다. <그림 4>는 중공사의 단면 사진이다. 중앙의 검은 부분이 PVA 필라멘트가 제거된 곳이다. <그림 4>로부터 확실하게 원사의 중심이 공동(空洞)이며 이것이 마찰 정방기로 만들어진 중공사의 특징이다.



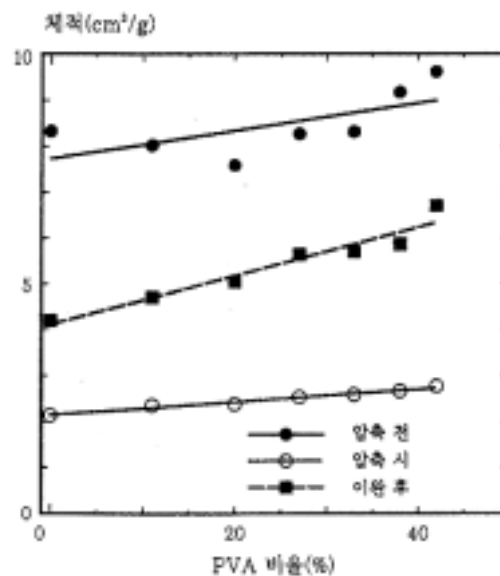
<그림 4> 중공사의 단면

<그림 3>에 PVA 필라멘트의 비율을 변화시킨 경우에 대한 중공사를 표시했다. 변수는 전부 30tex로 PVA 필라멘트의 비율이 증가하면 공동이 커진다. 인장 강도의 결과를 <그림 3>에 ○로 표시했다. 변수가 같아도 공동이 커지면 인장 강도는 거의 직선으로 감소한다. 중공사의 인장 과정에 대한 실의 단면을 관찰했다. 이 경우 단면 형상을 보기 쉽게 하기 위하여 태번수(65tex)를 사용했다. 중공사를 인장하여 신도 0, 5, 10, 15% 각각에서 인장을 멈추고 실 전체를 접착제로 고정했다. 이것을 면도칼로 절단하여 단면을 촬영했다<그림 5>.



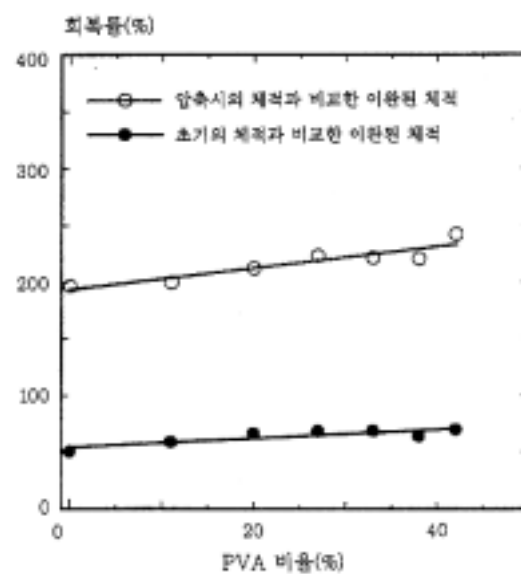
<그림5> 인장 과정에 따른 중공사의 단면 변화

인장 시험 전에는 실의 중앙에 공동이 보이지만 인장이 진행되면서 공동의 면적이 감소하고 절단 직전의 신도 15%에서는 공동이 완전히 찌그러진 것을 알 수 있다. 길이가 2cm인 중공사 2g을 한번의 길이가 2cm인 정방형 상자에 채워 넣어 압축력이 $1.25\text{kg}/\text{cm}^2$ 가 될 때까지 윗부분을 압축하고 그 후에 압축력을 제거하여 체적의 변화를 측정했다. 압축 전, 압축력이 $1.25\text{Kg}/\text{cm}^2$ 일 때, 압축력을 제거하고 2시간 후에 대한 각각의 체적을 PVA 필라멘트의 비율에 따라 값을 내서 <그림 6>에 나타냈다. 어느 쪽이든 일반 면사보다 중공사의 체적이 크다는 것을 알 수 있다.

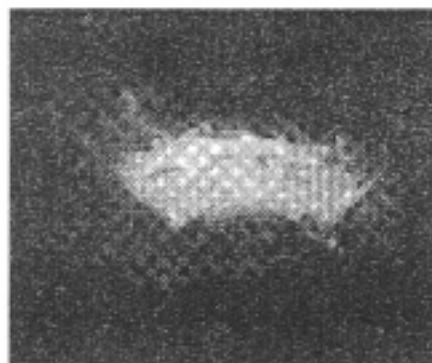


<그림 6> 압축에 의한 중공사의 체적 변화

<그림 7>은 압축력을 제거한 2시간 후의 체적을 압축력을 제거하기 전의 체적과 초기의 체적에서 뺀 값을 PVA의 비율에 대해 도식화한 결과이다. 중공사가 면사보다 압축에 대한 회복이 크고 PVA 필라멘트의 비율이 증가하면 회복이 조금씩 증가한다. 이 결과로부터 중공사를 이용하면 동일한 중량이라도 충진도가 좋아 보온성이 높은 원단을 만들 수 있다.



<그림 7> 압축에 대한 중공사의 회복



<그림8> 다리미로 눌렀을 때의 중공사의 단면

중공사의 측면을 다리미로 눌렀다. 누른 후의 단면 사진을 <그림 8>에 나타냈다. 누른 후에 중공사의 공동은 없어지고 실의 단면은 찌그러진 형태가 되었다. 중공사는 실의 내부에 공동을 가지고 있어 경량화, 보온성에서는 유리하지만, 한편으로 원사가 찌그러지는 결점을 가지고 있어 이것이 중공사의 사용을 제한하는 요인이 되고 있다.

5. 재생사

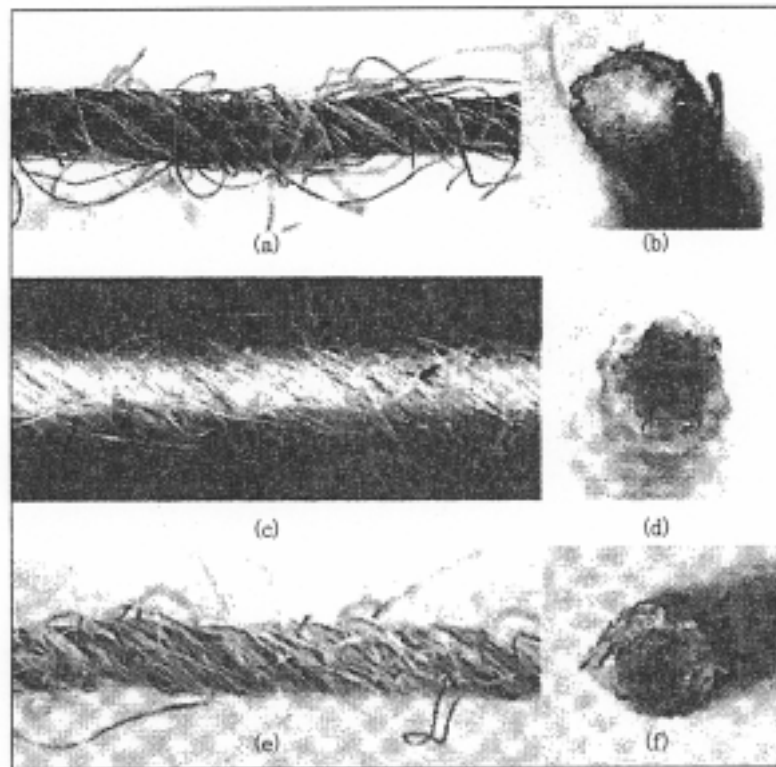
재생모로부터 군수용 실을 제조하기 위하여 만든 3종류의 슬라이버와 신원면(virgin cotton)으로 만든 연조 슬라이버를 이용하여 마찰 정방기로 120tex의 일반사와 50den/24f의 폴리에스터 필라멘트를 코어로 한 30tex 코어사를 방출했다. <표 1>은 각각에 해당하는 원사의 인장 강도, 신도와 불균제도이다.

<표1> 재생사의 인장 강도, 신도, 불균제도

원사	시료	인장 강도 (cN/tex)	신도 (%)	불균제도 (U%)
120tex 일반사	R1	6.35	14.0	14.1
	R2	5.04	11.5	13.4
	R3	5.36	17.3	14.0
	C	5.89	13.9	10.4
30tex 코어사	R1	8.27	15.7	17.4
	R2	8.32	11.9	14.6
	R3	10.90	15.0	14.9
	C	8.50	20.0	14.4

여기서 R1 ~ R3는 재생모로 만들어진 실이고 C는 신원면으로 만들어진 면사이다. 면사와 재생모로 만든 실의 인장 강도를 비교하면, 일반사와 코어사 모두 서로 명확한 차이는 볼 수 없지만 재생모로 만든 실의 인장 강도가 큰 경우도 있다. 신도는 일반사에서는 거의 차이를 발견할 수 없지만 코어사에서는 C의 신도가 크다. 불균제도의 경우 120tex에서는 재생모로 만들어진 실

의 경우가 모두 크지만 30tex에서는 서로 간에 차이를 찾을 수 없다. 이렇게 링 정방기에서는 좋은 실로 방출할 수 없던 재생모에 대해서도 마찰 정방기를 사용함으로써 일반 면사와 비슷한 품질의 실을 방출할 수 있다. 마찰 정방기로는 슬라이버 공급 방법을 따라 <그림 9>에 나타난 것처럼 여러 가지 실을 만들 수 있다. (a), (c), (e)는 실의 측면, (b), (d), (f)는 단면의 사진이다.



<그림 9> 다양한 공급 방법으로 방출한 원사의 측면과 단면

(a), (b)는 백색 슬라이버를 위로 하고 흑색 슬라이버를 아래로 겹쳐서 피드 롤러에 공급한 경우이다. 원사의 중심부에는 백색 섬유가 있고 그 주위를 흑색 섬유가 감싸고 있는 구조의 실이 생긴다. 백색 섬유를 내부에 감추고 외관은 마치 흑색 섬유의 실이 있는 것처럼 보인다. (c), (d)는 백색과 흑색을 거

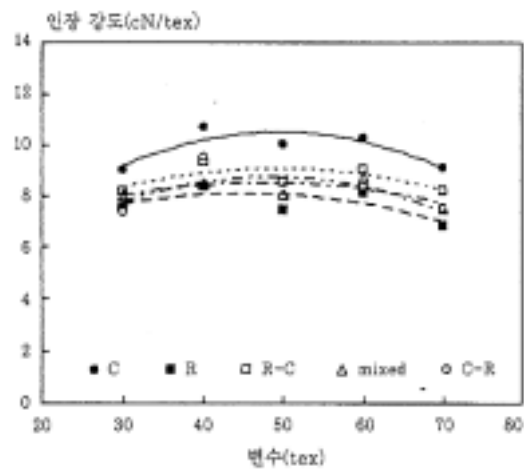
꾸로 한 경우로서 내부가 흑색이고 외관은 백색이다. (e), (f)는 백색 슬라이버와 흑색 슬라이버를 같이 겹쳐서 그것을 90°회전해서 공급한 경우이다. 이 경우에는 실의 측면과 단면 사진에서도 확실히 알 수 있듯이 백색 섬유와 흑색 섬유가 혼합되어 일반적인 혼방처럼 되었다.

이런 공급을 이용해서 앞에서 기술한 R1 실의 방출에 사용한 재생모로 만들어진 슬라이버(슬라이버 R)와 면 연조 슬라이버(슬라이버 C)를 이용해서 다음과 같은 5종류의 원사를 방출했다. C는 슬라이버 C만을 R은 슬라이버 R만을 사용해서 방출한 원사이다. R-C는 슬라이버 R을 위로 하고 슬라이버 C를 아래로 하여 마찰 정방기에 공급해서 중심부가 재생모이고 외관은 일반면인 원사이다. C-R은 그 반대인 경우이며 실제로는 의미가 없지만 비교 차원에서 방출했다. mixed는 90°회전해서 공급한 것이다. 또 슬라이버 C와 R을 모두 공급한 경우의 비율은 슬라이버 C가 58%, 슬라이버 R이 42%이다.

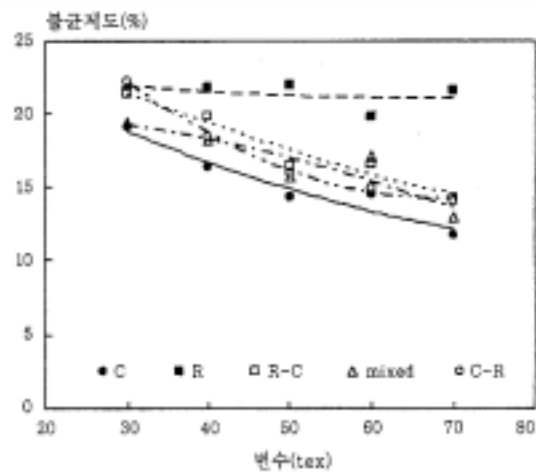
실의 인장 시험을 실시해서 변수에 따른 인장 강도를 <그림 10>에 나타냈다. 변수에 대한 인장 강도는 모든 실이 위로 굽어진 경향을 하고 있다. 모든 변수에 대해 C의 인장 강도가 크고 R이 제일 작다. R-C, C-R, mixed는 그 사이에 있고 거의 차이를 발견할 수 없지만 R에 근사한 값을 나타낸다.

<그림 11>은 신도이고 모든 변수에 대해 R은 큰 값을 나타내지만 그 외는 70tex에서 일부를 제외하고는 면사와 거의 같은 값을 나타낸다.

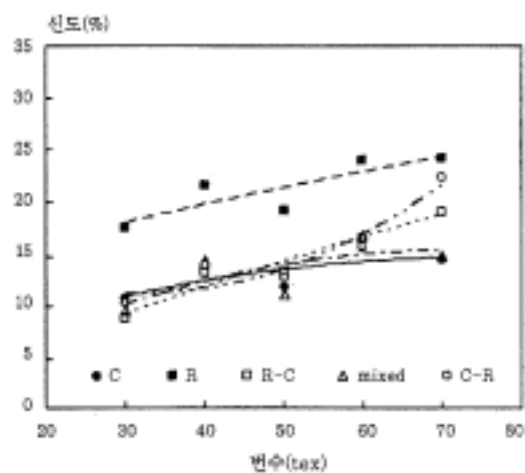
<그림 12>은 불균제도의 결과이다. R은 불균제도가 크고 변수가 변해도 거의 변화가 없다. C는 불균제도가 제일 작고 태변수 쪽으로 갈수록 감소한다. 그외의 방식들에서는 우열을 가릴 수 없고 C보다도 조금 불균제도가 크고 변수에 따른 경향은 C와 같은 경향을 하고 있다. 이 결과로부터 재생모를 50% 정도 사용해도 R-C타입으로 하면 강도, 신도, 불균제도는 면사보다는 조금 못하지만 외관은 면사와 동일한 실을 만들 수 있다는 것을 알 수 있다.



<그림10> 원사 변수에 대한 인장 강도



<그림11> 원사 변수에 대한 신도



<그림12> 원사 변수에 대한 불균제도

6. 결 언

고생산성을 목표로 해서 개발된 마찰 정방기이지만 시대가 변하면서 본래의 목적대로 사용한다는 것은 어려워졌다. 그래서 링 정방기와는 다른 실의 형성 기구를 이용해서 복합사의 방출을 연구하였다. 그 결과 마찰 정방기는 원료에 대해 유연성이 좋고 특히 재생모처럼 섬유장이 짧은 원료로도 실을 방출할 때 고속으로 할 수 있고 또 공급 방법을 따라 독특한 구조의 복합사를 방출할 수 있다는 것이 분명해졌다. 이 특징을 살려 복합사나 재생사 등의 제조에 마찰 정방기가 사용되기를 기대하고 있다. ♣