

편성물에 있어 링 방적사와

컴팩트 방적사의 성능 평가

1. 서 언

지난 수십 년 간 발전해 온 새로운 정방 공정은 모두 추당 생산성을 높이 달성하는 데 목적을 두어 왔다. 그러나 링 정방 역시 꾸준한 발전을 하여 오늘날 단섬유 방적부문에서 가장 중요한 공정이 되었다. 링 정방은 오랜 기간 동안 발전을 거듭해 와 사용 범위에 관한 유연성과 제품의 품질면에서 모두 현저한 완성에 다다랐다. 따라서 링 방적사는 현존하는 모든 방식의 실에 대해 품질 표준이 되었으며, 단섬유 방적 기술에 있어서 가장 완벽함에 도달한 것으로 보인다.

하지만, 링 방적사가 모든 실의 표준임에도 불구하고 완전히 완벽하지는 않다. 링 방적사를 현미경으로 관찰해 보면, 실의 강력에 기여하지 못하는 많은 구성 섬유들이 약하게 결속된 것을 볼 수 있다. 이로부터 컴팩트 정방이라는 새로운 개념을 생각하게 되었고, 이 방법이 비록 링 정방의 요소를 사용한다 할지라도 새로운 방식임에는 틀림없다.

Binternagel의 조사 보고서에 따르면, 의류 분야에서 새로운 제품을 생산할 수 있다는 가능성 외에 컴팩트 방적사의 장점을 다음과 같이 언급하고 있다.

- 실제로 풍면이 감소함으로써, 기름과 결합하거나 그대로 편성되는 위험을 제거하여 편성물의 결점을 줄였다. 이로 인하여 사절수가 감소하고 품질은 향상된다.

- 컴팩트 사의 내마모성이 향상되어 인접 기계에서 이종 섬유나 다른 색상의 섬유로 인하여 오염되는 경우가 줄었다. Artzt는 마모성을 일반 방적사의

최고치와 비교했을 때, 극히 낮은 꼬임을 갖는 경우에도 마모가 약 25% 적다고 보고하였다.

- 컴팩팅 과정에서 만들어지는 진공 상태는 실에 달라붙는 먼지를 줄여준다. 이것 또한 가이드 요소, 바늘, 싱커의 마모를 줄여주며, 그 결과로 기계의 수명은 증가된다.

- 왁싱은 일반적으로 실의 마찰 계수를 낮추기보다는 잔털량을 적게 하는데 쉽게 적용할 수 있다. 편성시 섬유끼리 얽힘 없이 형성되는 편환은 링 방적사보다 장력이 적게 걸리며 실의 미끌림 성능을 향상시킨다. 따라서 편성 요소들의 오염이 감소하며 이에 따라 청소 주기가 길어지고 작업 성능이 더욱 향상된다.

컴팩트 사로 만든 제품은 필링이 적기 때문에 편성 분야에서 인기가 올라가고 있다.

2. 컴팩트 정방의 원리

링 방적사의 품질과 구조를 결정하는 주요한 인자는 다음의 두 가지이다.

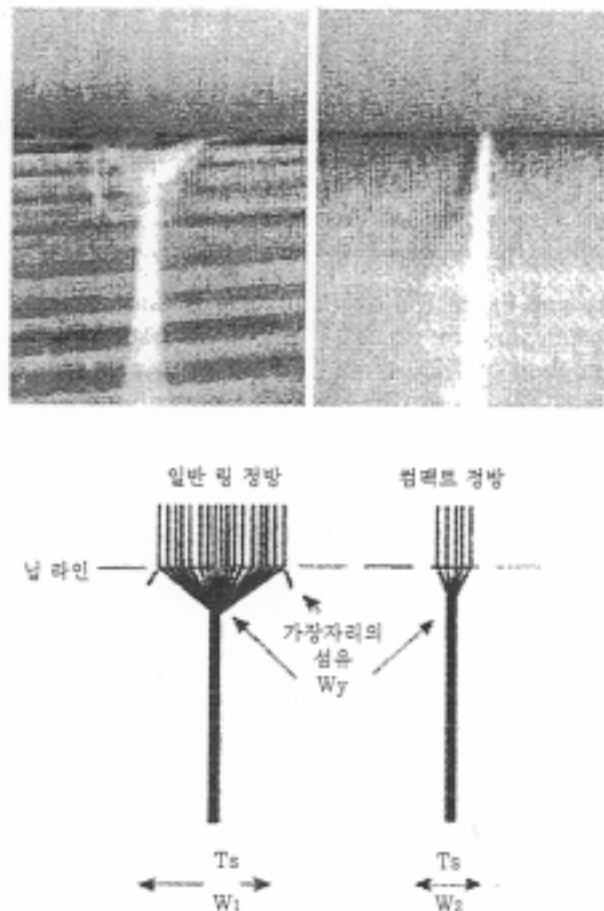
- 드래프트 과정
- 실의 형성과정

<그림 1>은 일반적인 링 정방과 컴팩트 정방에서 실의 형성 영역을 나타낸 것이다.

일반 링 정방에서 섬유들은 가연 구역 안에서 W의 폭으로 공급된다. 이 폭은 롤러 드래프트에 의해 연신된 결과이며, 다음 인자에 의해 좌우된다.

- 드래프트 장치에 공급되는 슬라이버나 로빙의 변수
- 로빙의 꼬임수
- 드래프트 비

로빙의 변수와 꼬임수는 드래프트 장치로 공급되는 섬유 다발의 폭 W 을 좌우하므로 이 폭에 정비례한다. 드래프트 비는 이 폭에 큰 영향을 미치는데, 드래프트 비가 커질수록 W 은 넓어진다. 가연 구역에서 정방 삼각의 예각은 W 과 꼬임수, 정방장력 T 에 정비례하지만 실의 방출변수와는 반비례한다.



<그림 1> 링 정방과 컴팩트 정방에서의 실의 형성

즉, 위에서 언급된 인자들이 정방 삼각의 정점에서 W 과 실의 직경 W 간 차이를 좌우한다.

이러한 차이 때문에 섬유속(ribbon)의 가장자리에서 선단 섬유의 끝 부분은 적절하게 조절되지 못한 상태에서 실의 본체 속으로 꼬이게 된다. 그 길이의

상당 부분이 잔털이 되어 실의 표면으로부터 돌출되어 남아 있게 되며, 그로 인해 실의 강력에 기여하지 못하거나 가연 작업에서 빠져나와 풍면이 되어 버린다.

폭 W을 W로 감소시키면 가장자리의 섬유들을 실의 본체에 포함시키는 가연 작용과 제어 작용이 크게 향상된다. 실의 형성 과정에서 가장자리 섬유를 결합시키는 문제와 실의 벌루닝 영역에서부터 꼬임 증가까지의 저항 문제, 그리고 정방 삼각 정점에서의 장력은 일반적으로 단사 강력의 1/3이라는 점은 의미가 있다. 이것은 방출하는 동안에 사절이 발생하는 잠재적 약점을 가진 곳이 정방 삼각이라는 것을 말한다.

<표 1> 제조사별 콤팩트 정방기의 주요 특징

제조사	상표명	주요 특징
Rieter Machine Works Ltd	Com4 spin 또는 Comfor spin	구멍 난 보텀 프론트 롤러와 두개의 탑 롤러가 있는 4 오버 3 더블 에이프런 드래프트 장치; 보텀 프론트 롤러를 통한 공기 흡입에 의해 드래프트된 섬유속(ribbon)이 컴팩트 됨
Spindelfabrik Suessen	EliTe	드래프트된 섬유속의 컴팩팅에 필요한 추가 롤러와 록벨 리더스 [슬롯 주위를 회전하는 공기 흡입 튜브(관모양의 프로파일)]를 가진 3 오버 3 더블 드래프트 장치
Zinser Textilmaschinen Gmbh	Air-com-Tex-700	톱 프론트 롤러 주위를 환류하는 구멍 난 에이프런이 있는 4 오버 4 더블 드래프트 장치; 구멍 난 에이프런을 통한 흡입에 의해 드래프트된 섬유속(ribbon)이 앞 부분에서 컴팩트 됨
Maschinen-und Anlagenbau Leisnig Gmbh	P4	보텀 프론트 롤러 주위를 환류하는 구멍 난 에이프런이 있는 4 오버 4 더블 에이프런 드래프트 장치; 구멍 난 에이프런을 통한 흡입에 의해 드래프트된 섬유속(ribbon)이 앞 부분에서 컴팩트 됨

방출 장력에 의해 섬유 안으로 유발되는 장력은 정방 삼각의 가장자리보다 중앙 부분에서 가장 작다. 그러므로 세번수 실이나 꼬임이 적은 실을 방출할 때, 가장자리 섬유의 약한 결합이나 손실은 이 실이 방출 장력을 견디기에 강력이 부족하다는 것과 사절이 발생함을 의미한다. 정방 삼각의 폭을

상당히 좁게 함으로써 정방 효율과 링 방적사의 구조와 성질은 향상된다. 현재 4개 제조사들이 컴팩트 정방기를 제공하고 있다. 4개사의 현저한 특징들은 <표 1>에 제시하였다.

3. 물성 비교

3.1 준비

세 가지 변수의 링 방적사와 컴팩트사를 여러 공장에서 수집하였다. 컴팩트사는 Suessen의 Elite 정방기로 방출했으며, 링 방적사는 Rieter의 G5/1 정방기로 방출되었다. <표 2>는 서로 다른 실들의 꼬임을 측정한 것이다.

<표 2>

변 수	Ne 30	Ne 40	Ne 50
링 방적사	21.6	24.8	26.2
컴팩트 사	19.6	21.6	25.7

원면은 4.38마이크로네어, 섬유장 28mm의 J-34 품종이 사용되었다. 편직은 Harry Lucas사의 단일 급사형 원형 편기(모델 TK-83)에서 이루어졌다. 모두 72개의 편성물이 다음의 조건에 따라 준비되었다.

- 편성 캠의 방식 : 최상위(uppermost), 중위(middle), 최하위(lowest)
- 사용된 게이지 : 14, 16, 18, 22
- 실린더 직경 : 3.5in
- 실린더 회전수 : 50 rpm

3.1.1 실의 인장 특성

모든 실의 비강도와 신도는 Zwick사의 만능 인장 시험기를 사용하여 측정

하였고 다음의 조건에 따랐다.

- 측정 길이 : 500mm
- 측정 속도 : 100mm/min

각 시료는 측정시 5% 추정 오차를 얻기 위해 최소 30회 시험을 실시하였다.

3.1.2 편성물의 처리

건식 이완:

모든 편성물 시료들을 평평한 면에 자연스럽게 놓고 표준 상태에서 최소 72시간 컨디셔닝시켰다.

습식 이완:

시료 중 일부를 상온에서 습윤제가 포함된 물에 24시간 침지시킨 후, 바로 70℃의 물에서 30분 동안 가볍게 교반(세탁)하였다. 그 후, 찬물에 헹구고 40℃에서 건조시켰다. 이 과정은 시료를 충분할 정도로 이완시키기 위해 3회 반복하였으며, 이 후 표준 상태에서 컨디셔닝시켰다.

3.1.3 공기 투과도

편성물의 공기 투과도는 Textest사의 공기 투과도 시험기(모델 FX 3300)를 이용하여 측정하였으며, 측정 압력은 제조사의 추천에 따라 $98\text{cm}^3/\text{cm}^2/\text{s}$ 로 하였다.

3.1.4 밀도

모든 시료의 인치당 코스 수와 웨일 수는 피크 카운터 글래스로 측정하였다.

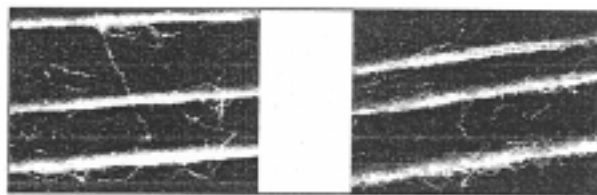
3.2 실의 비강도와 신도

<표 3>는 두 가지 방식에서 만들어진 실의 비강도와 신도를 보여주고 있다. 컴팩트 방적사의 비강도가 링 방적사보다 훨씬 높음을 볼 수 있다. 컴팩트 사의 강력이 높은 것은 컴팩팅 과정에서 가장자리 섬유가 실의 본체에 결속되었기 때문이다. 실제로 모든 섬유의 선단 부분은 가연 지점에서 결속된다고 볼 수 있다. 따라서, 그것들의 길이가 실에 결합될 것이며, 실의 강력에 대한 기여는 커질 것이다. 더욱이 Artzt에 의해 보고된 것처럼, 컴팩트 사의 최저 강력치가 높아질수록 약점의 수도 적어지며, 이는 전체 강력이 향상되는 원인일 것이다.

<표 3> 실의 비강도와 신도

번 수	Ne 30		Ne 40		Ne 50	
	비강도(cN/tex)	신도(%)	비강도(cN/tex)	신도(%)	비강도(cN/tex)	신도(%)
링 방적사	55.2	16.7	87.8	15.6	159.0	14.2
컴팩트 사	96.4	17.5	93.9	17.8	214.4	16.3

컴팩트 사의 절단 신도는 동일 변수의 링 방적사보다 높다. 컴팩트 사의 절단 신도가 향상된 것은 섬유의 높은 밀집도와 실의 구조가 파괴되는 것을 지연시키려는 구성 섬유들의 월등한 결합력에서 기인할 것이다. <그림 2>는 링 방적사와 컴팩트 사의 표면 섬유 결합에 있어 차이를 보여준다.



<그림 2> 컴팩트 방적사(좌)와 링 방적사(우)

3.3 인치당 코스 수와 웨일 수

편성 캠이 최상위 방식(uppermost setting)일 때 생산된 편성물의 인치당 코스 수는 게이지와 실의 변수에 관계없이 실의 종류 간에 뚜렷한 차이점을 보이지 않는다. 그러나 편성 캠이 중위 방식(middle setting)과 최하위 방식(lower setting)일 때 컴팩트 사 편성물의 인치당 코스 수는 링 방적사로 생산한 동등한 편성물과 비교시 낮았다.

컴팩트 사 편성물의 인치당 웨일 수는 변수와 게이지에 관계없이 링 방적사 편성물보다 높았다. 그러나 인치당 웨일 수는 편성 캠이 최하위 방식(lower setting)일 때 가장 적은 반면, 최상위 방식(uppermost setting)일 때 가장 높았고, 중위 방식일 때의 인치당 웨일 수는 최상위 방식과 최하위 방식의 중간이었다.

구조적 차이 때문에 컴팩트 사는 링 방적사보다 굵힘 강성이 높다. 인치당 코스 수와 웨일 수는 편성물에서 각각의 방향에 있는 실의 비틀림에 의해 영향을 받는다. 이 비틀림은 높은 굵힘 강성을 갖는 실일수록 높다. 편성 캠이 중위 방식일 때, 컴팩트 사의 편환은 긴 길이로 팽창되어 링 방적사로 편성된 편성물과 비교할 때 낮은 인치당 코스 수를 갖는다. 편성 캠이 최하위 방식에서는 편환 길이가 더 길어지기 때문에 이런 차이는 더 두드러진다. 습식 이완시킨 편성물의 경우에서도 똑같은 현상이 발견된다.

컴팩트 사의 경우, 웨일의 길이는 실의 높은 굵힘 강성 때문에 낮을 것이다. 그래서 단위 길이당 더 많은 웨일 수를 포함한다. 편성 캠이 최상위 방식에서 편성 길이는 최소가 된다. 그러나 이 길이는 편성 캠의 다른 두 방식의 경우에는 적은 웨일 수가 단위 길이에 포함되려고 하기 때문에 증가한다.

<표 4> 편성 캠의 위치별로 생산된 편성물을 건식·습식 이완했을 때의 인치당 코스 수와 웨일 수

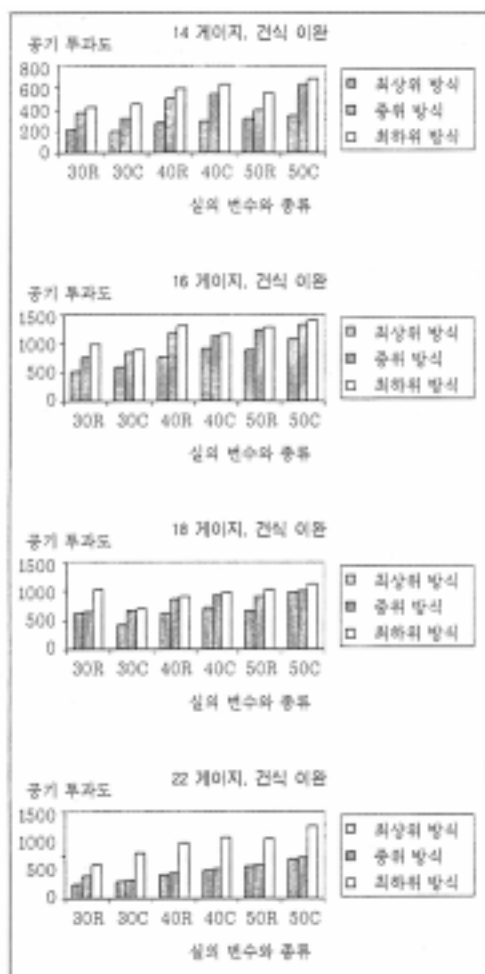
변수	페이지세팅	Ne 30				Ne 40				Ne 50			
		링		컴팩트		링		컴팩트		링		컴팩트	
		건식	습식	건식	습식	건식	습식	건식	습식	건식	습식	건식	습식
(인치당 코스 수)													
14	U	43	42	44.6	44.8	43	43.6	42.2	41.4	41.2	42.2	41.2	44
	M	29.4	30.8	21.8	29.2	29	33.8	28.4	29	33	30.2	26.2	31.6
	L	23	19	19.6	23.4	23	18.6	21	23	19	19.8	19	20.2
16	U	32	33	32	34.6	29.4	30.4	30	30.6	28.8	32.8	30.6	31.8
	M	22.8	20.2	22.2	22.2	24.4	19.2	19.8	19.4	21.2	22.2	21.2	22.8
	L	20	19.4	18.4	21	19.2	18.8	17.6	17.6	21	20.8	18.6	20.4
18	U	22.4	30.8	27.8	32	26.2	30	27.6	30.8	28.8	31.2	27.2	31.6
	M	22.2	23.4	20.6	23.8	21.6	23	21.8	23.6	22.8	24.2	24.2	25.4
	L	22.6	22	21	23.2	20.4	22.8	20.4	25.4	19.6	25.2	21.2	23.2
22	U	49.4	51.4	49.4	49.8	49.8	51.8	47.2	47.8	49.4	52	51.6	51.4
	M	43.6	50.8	46	48.2	46.2	43.8	46.6	47.6	47	55.2	47	47.2
	L	25.8	28.6	26.4	23.6	24	26.6	24.8	24.8	26.8	29	24	28.8
(인치당 웨일 수)													
14	U	29.4	29.2	28.2	29.8	29.4	29.4	32.6	31.6	36	30	29.4	30.8
	M	22	29	28.2	24	19.8	24.8	23.2	25.8	29	29.8	21	24.4
	L	20	21.2	27	26	27.2	24.8	27	26.6	30	24.4	22	21.4
16	U	21.2	29.6	27.2	28.8	22.6	28.6	24.8	30.6	27	30.2	29.4	29
	M	20.6	26	19.6	20.2	20.2	27.8	23	25.8	22.8	23.6	24.6	21.8
	L	21.4	23.2	24	23.4	20	24.4	24	18	21	22	23	21
18	U	23.8	30	25	28.2	24.2	28.4	25.6	26.6	28.6	27.4	26.6	30
	M	20.8	23.4	20.6	26	21.6	27	21.8	26.2	22.8	29.8	24.2	27.6
	L	24	27.2	23.8	26.2	22	30	23	30.2	23.4	26	23.2	24
22	U	31	36.2	32.2	38	33.8	36.4	33	37.4	33.2	41.8	35	40.8
	M	32.2	35.6	32.6	39	30	43	31	35.2	31.6	44	32.8	46.8
	L	26	31.4	28.6	35	27.6	35.4	31.6	40	29	39	27.6	43.4
U = 최상위, M = 중위, L = 최하위													

3.4 공기 투과도

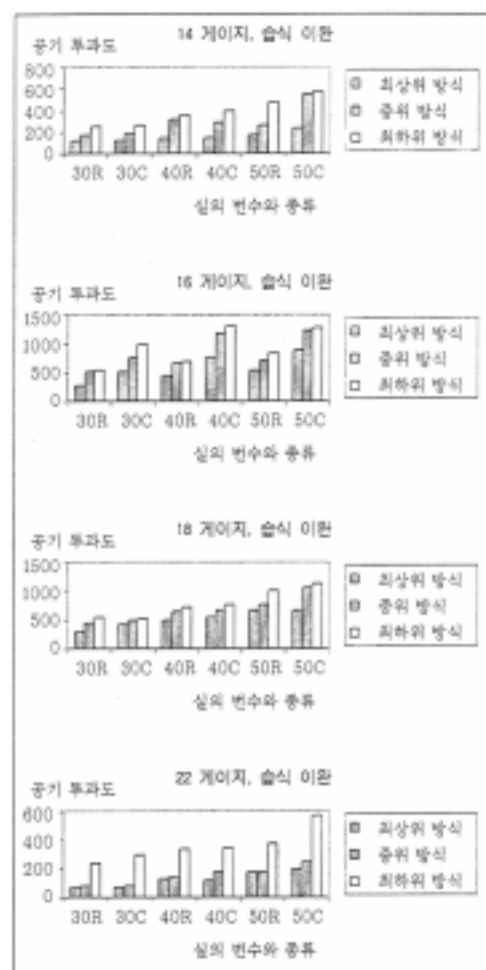
<그림 3>과 <그림 4> 그리고 <표 4>에서 보듯이 링 방적사와 컴팩트 사로 편성한 편성물 모두 편성 캠이 최상위 방식일 경우에 공기 투과도가 항상 가장 낮고, 최하위 방식에서 편성한 것이 가장 높은 공기 투과도를 보여준다. 그러나 컴팩트 사 편성물의 공기 투과도가 항상 높았다. 편성 캠이 중위 방식일 때 편성물의 공기 투과도가 세 가지 방식 가운데 중간값을 보였다. 습

식 이완시킨 편성물에서도 같은 현상이 측정되었다.

최상위 방식에서 생산된 편성물이 가장 치밀한데, 이것은 편환 길이가 감소되었기 때문이다. 잔털을 감소시키고 높은 균제도를 가진 컴팩트 사 편성물의 경우에 편환 사이에 더 큰 공간이 발생되었고, 높은 굵힘 강성은 실의 교차점에서 더 많은 공간을 만들어준다<그림 2>. 이러한 모든 요인들 때문에 링 방적사 편성물보다 컴팩트 사 편성물의 공기 투과도가 높게 나온다. 편성 캄이 최하위 방식에서 생산한 편성물은 더욱 성글어지고, 길어진 편환 길이가 더 많은 투과도를 갖게 하는 원인이 된다.



<그림 3> 건식 이완한 편성물의 공기 투과도



<그림 4> 습식 이완한 편성물의 공기 투과도

흥미있는 사실은, 22게이지를 사용하여 편성한 경우에서 편성 캠이 최하위 방식으로 생산한편성물이 건식·습식 이완 후 측정한 공기 투과도 모두가 뚜렷하게 높았지만, 이에 반해 나머지 2개의 방식으로 생산한 편성물의 공기 투과도는 큰 변화를 보이지 않는다는 것이다.

<표 5> 공기투과도

변수		Ne 30				Ne 40				Ne 50			
게이지 세팅		링		컴팩트		링		컴팩트		링		컴팩트	
		건식	습식	건식	습식	건식	습식	건식	습식	건식	습식	건식	습식
(인치당 코스 수)													
14	U	203.5	117.9	199.9	117.9	271.7	144.8	286.9	150.5	312.7	174.8	345.2	232.7
	M	372.5	170.8	320.5	182.7	497.5	319.2	535	294.7	399.2	263.2	634.7	549.7
	L	422.3	253.6	445.7	264.8	587.1	357.5	623.1	399.1	552.2	468	687.2	577.1
16	U	526.5	260	581	526.5	762.1	445	909	762.1	897	543.7	1085	897.4
	M	754.3	515.9	830	754.3	1176.3	856.4	1129.5	1176.3	1227.3	723.1	1330	1227.3
	L	995.4	543	895	995.5	1309	697.4	1166.5	1309.5	1285	824.2	1412	1285.5
18	U	620.9	297.8	425.9	429	624.1	489	703.7	552	653.5	661	983.7	663
	M	646.1	437.5	656	500	872.5	641	938.5	661	914.8	769	113.3	1065
	L	1028.7	530.5	691.6	512	914.8	714	983.8	752	1022	1010	1139	1125
22	U	169	68.2	194.3	71	283.3	130	333.7	115	372	176	454	201
	M	264	77.4	206.8	78	291.7	142	338.7	175	390	179	480	247
	L	400.3	240	530.3	297	635.6	333	702	344	683.4	372	841.1	569

4. 결 언

컴팩트 방적사의 비강도와 절단신도는 컴팩트 방적사의 꼬임수가 적었음에도 불구하고 항상 높았다.

컴팩트 방적사 편성물의 인치당 코스 수는 적어지는 반면 인치당 웨일 수는 많아짐을 발견했으며, 이는 컴팩트 사의 높은 굵힘 강성에 기인했다.

건식□습식 이완한 편성물의 공기 투과도는 편성 캠의 방식에 따라 달라지는 것이 발견되었으며, 링 방적사 편성물보다 컴팩트 방적사 편성물의 공기 투과도가 더 높았다. 또한 편성 캠의 방식이 최상위일 때 가장 낮았으며, 최

하위에서 가장 높았다. ♣

(Performance assessment of ring and compact spun yarn in knitted fabrics : Textile
Asia, 2005. 4)