

면, 폴리에스터 및 P/C 혼방제품의 공정별 강신도 비교 분석

본고는 Text. Research Jour. 1974년 2월호에 N. Balasubramanian과 S. K. Nerurkar씨가 쓴
“Strength and Elongation of Cotton Polyester and Polyester/Cotton Blends at Different Stages of
Manufacture”를 옮긴 글이다.

I. 서 언

신도가 다른 섬유를 혼방하면 강력의 손실이 생긴다는 것은 알려진 사실이다. 이것은 더 신장될 수 있는 섬유가 충분한 역할을 실현할 수 없기 때문이다. 단사시험에 비하여 타래(multiple strand) 시험결과에서 보이는 비강력의 저하에 대해서도 동일한 논리가 성립된다.

실의 꼬임이나 제직시의 사의 교착으로 주어지는 섬유와 섬유간,사와 사간의 포합력으로 인하여 강력저하는 감소하는 경향이 있다.

혼방인 경우는 시료장 시험속도등과 같은 시험조건과 단사합연사, 직물 등과 같은 시료특성이 조성섬유에 따라 나타나는 강도에 대해 중요한 관계를 갖는다.

상기 언급한 사항을 보다 명확히 하기 위하여 면 「폴리에스터」 P/C 혼방제품의 강력을 단사, 합연사, 타래, 직물과 같은 여러가지 형태로 하여 비강력을 조사하였다. 사의 강력과 신도에 시료장이 미치는 영향도 아울러 조사하였다. 본고는 이 연구의 결과를 검토한 것이다.

II. 실험

본고에서는 Giza 45 이집트면과 「테토란폴리에스터」 섬유를 혼합하였다. 이 두 섬유의 물리적 성질은 <표 1>에 보인다.

<표 1> Fiber Properties

Material	Fiber length by Baer Sorter			Micronaire or den
	Mean, mm	Effective, mm	Short fiber, %	
Giza 45 cotton	27.6	38.0	26.9	3.42
Tetoran	35.4	35.6	-	1.42
				(den)

Material	Fiber maturity, %			Fiber bundle strength	
	Mature	Half-mature	Immature	Zero gauge, g/tex	3-mm gauge g/tex
Giza 45 cotton	78	12	10	57.7	40.8
Tetoran	-	-	-	-	-

테토란과 면섬유의 각각의 공정을 거쳐 연조공정(draw frame)에서 혼합하였다. 면의 comber noil은 16.7%로 하였으며, 연조 2Passage를 통과한 후 조방기와 링정방기를 통과시켰다.

100% 테토란과 면사는 동일 조건의 공정을 사용하여 방출하였다.

본 연구에 사용된 연조기는 보통 연조기이며, 조방기는 2Zone4roller drafting system으로 되어 있고 Can으로 슬라이버를 공급하는 간방기이다.

연조기의 break zone과 back zone의 draft를 동일하게 하였다. 정방기는 SKF

top-arm drafting system을 구비하고 있다. Roller setting과 다른 세부적인 공정사항은 부기에 상술되어 있다. 이를 보면 3품종(면, 테토란, P/C혼방)을 처리하는 여러 단계의 공정에서 roller setting과 break draft를 일정하게 한 것을 알 수 있다. 이것은 예비실험결과 3품종을 처리하는 최적공정조건이 본연구에 사용한 draft system과 거의 같다는 것을 나타냈기 때문이다.

공정 각 단계에서 이 3가지 품종을 처리하는데 어떤 특수한 어려움이나 공정결함은 없었다. 단사 60's는 연계수 3.6으로 Z꼬임을 주어 방출했으며, 이를 S연으로 합연하여 합연사를 만들었다. 3품종 공히 똑 같은 연계수를 적용하여 섬유의 기하학적 배열이 동일하도록 하였다. 더욱이 3품종에 적당한 최적연수는 거의 같으며 그 값은 사용한 값 근처라고 일반적으로 알려져 있다.

면사와 혼방사만을 경위 밀도 72본/in $\times$ 72본/in로 제작하였다.

사는 단사강도, Lea강도, 타래강도와 우스터U%를 측정하였다. 단사강도 측정기는 정속하항식의 Pendulum type 시험기이며 타래 강도시험은 직물용 clamp가 있는 Lea강도시험기를 사용하였다. 직물의 경우 경사방향으로 측정하였다.

III. 물리적 성질

○ 단 사

단사의 물리적 성질은 <표 2>에 보인다.

혼방사의 강도는 Lea강도이거나 단사강도이거나 간에 순면사나 순테토론사보다 낮다. 혼방사의 신도 역시 각 성분사의 가중평균에 의한 신도보다 낮다. Uster U%는 테토란사가 면사보다 높고 혼방사는 그 중간이며, 강력 CV%

역시 유사한 결과를 보인다. 하지만 신도 CV%는 약간 다른 양상을 보인다. 혼방사가 테토란사나 면사보다 신도변동이 크다. 표에서 알 수 있듯이 혼방사의 경우에는 신도 CV%는 강력 CV%보다 높지만 면사나 테토란사에서 는 반대현상을 볼 수 있다.

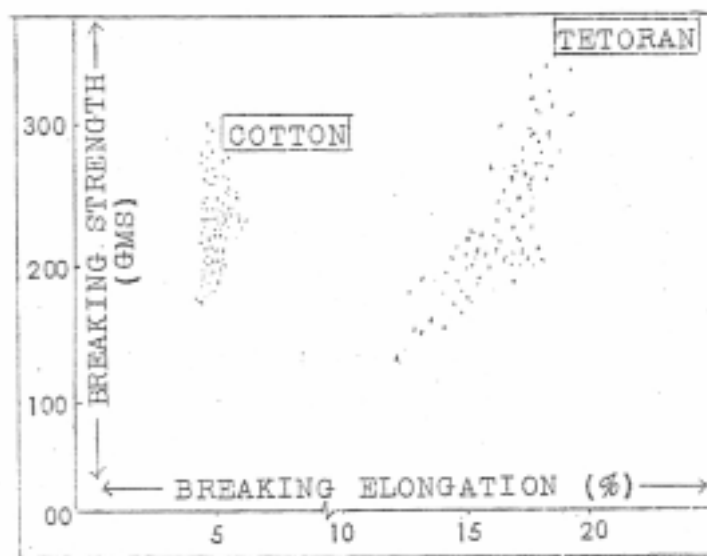
<표 2> Physical Properties of single yarn

Material	Actual count, Ne	Corrected lea, CSP	Single thread strength, g (corrected (20-in. gauge length)	Single thread elongation %
1. 100 % cotton	59.9	3,814	224.3	5.8
2. 100 % Tetoran	63.6	3,684	261.1	17.5
3. Blend 67 % Tetoran, 33 % Cotton	58.8	2,389	154.5	11.6

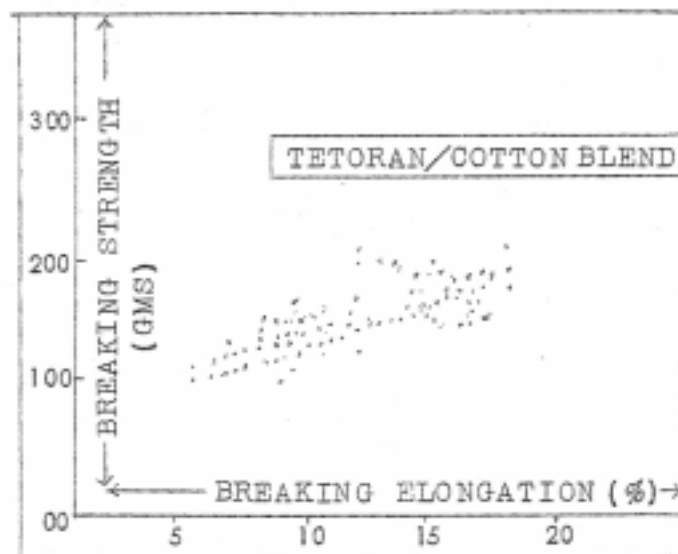
Material	CV of Single thread strength, %	CV of single thread elongation, %	Uster, U%
1. 100 % cotton	11.4	6.5	10.6
2. 100 % Tetoran	20.0	14.8	14.8
3. Blend 67 % Tetoran, 33 % Cotton	13.8	29.5	11.7

신도에 대한 강도의 관계도<그림 1, 그림 2>를 보면 차이점에 대한 원인을 제공해 준다.

모든 사가 강력과 신도사이에 밀접한 관계가 있다는 것을 보이지만 혼방사의 경우 경향선의 기울기가 작다. 강력에서 증가가 신도에서의 증가보다 그 비율에 있어서 낮을 경우에는 전자보다 후자의 경우 높은 CV%가 나타나는 것이 추측된다.



<그림 1> Relation between strength and elongation in cotton and Tetoran yarn



<그림 2> Relation between strength and elongation in Tetoran/cotton blend yarn.

또 다른 재미있는 현상은 테토란사가 면사보다 단사일 때는 높은 강력을 갖지만 Lea강력은 낮다는 것이다.

테토란사의 Lea 강력이 나쁘다는 것은 사의 강력변동이 높은 것도 하나의 이유가 된다.

○ 합연사

합연사의 물리적 성질은 <표 3>에 보인다.

<표 3> Physical properties of doubled yarns

Material	Actual count, Ne	Corrected lea, CSP	Single thread Strength (corrected), g		
			8-in. gauge length S_8	20-in. gauge length S_{20}	S_{20}/S_8
1. Cotton	30.5	4,230	524.7	469.7	0.90
2. Tetoran	28.1	4,580	648.8	588.8	0.91
3. Blend: 67 / 33 Tetoran cotton	30.2	3,093	496.9	381.4	0.77
CV of strength and elongation are based on 20-in. gauge lengths.					

Material	Single thread elongation, %		CV of single-thread strength, %	CV of single-thread elongation, %
	8-in. gauge length	20-in. gauge length		
1. Cotton	7.1	6.2	8.8	10.6
2. Tetoran	20.4	19.7	13.1	6.2
3. Blend: 67 / 33 Tetoran cotton	18.3	16.2	13.8	16.1
CV of strength and elongation are based on 20-in. gauge lengths.				

합연사의 단사시험은 정상시료장(20in)일 때와 단축시료장(8in)일때로 나누어 시험했다. 단사의 경우와 마찬가지로 합연사의경우도 혼방사의 단사강력과 Lea강력 공히 면사나 테토론사의 강력보다 약하다. 단사와 합연사의 강력

(예를 들면 각각의 단사강력과 Lea강력)을 비교해 보면, 합연한 후 강력증가는 면사보다 테토란사와 테토란/면 혼방사편이 우수하다.<표 4>

<표 4> Improvements from doubling in Cotton, Tetoran, and Blend Yarns.

Material	Lea CSP of doubled yarn	Single thread breaking stress of doubled yarn	Single thread elongation of doubled yarn
	Lea CSP of single yarn	Single thread breaking stress of single yarn	Single thread elongation of single yarn
1. Cotton	1.11	1.05	1.07
2. Tetoran	1.24	1.13	1.13
3. Blend:67/33	1.29	1.23	1.40
Tetoran cotton			

결과로서 합연한후의 CSP는 면사보다 테토란사가 높으며, 이것은 합연하기 전과 반대경향임을 알 수 있다.

혼방사의 강력은 합연한 후 면사의 강력에 접근함을 보여준다.

합연으로 얻어지는 강력증가는 부분적인 이유이지만 사의 약한 부분이 사의 강한 부분에 대하여 보강되기 때문에 일어난다. 그러므로 합연한 후 얻어지는 강력증가는 변동이 심한 사(예를 들면 혼방사나 테토란사)일수록 더욱 현저하다. 합연한 후 신도증가는 같은 이유 때문에 혼방사편이 더욱 현저하다.

○ 시료장의 영향

인장강력에 따른 시료장의 영향은 순면사나 순 테토란사보다 혼방사편이 더욱 현저하게 나타난다. 시료장을 짧게 했을 때 강력에서의 증가현상은 혼

방사에서 뚜렷이 나타났으며 결과적으로 혼방에 대한 강력 손실은 시료장이 짧을 때 눈에 잘 띄지 않게 된다. 이것은 부분적으로는 신도변동율이 높기 때문이고 부분적으로는 절단특성에 따른 시료장의 영향 때문이다. 혼방사에서는 신도가 적은 조성섬유가 절단되었을지라도 인접한 섬유간의 결합력 때문에 하중이 계속 걸린다. 신도가 적은 섬유가 절단되므로 동일단면에서 인접한 신도가 큰 섬유에 응력이 증가된다. 이로 말미암아 절단되지 않은 섬유에 충분한 에너지가 부여되며 따라서 사가 절단된다.

면사나 테톤사의 절단시에도 유사한 가정이 적용될지라도 이러한 결과는 혼방사쪽이 절단신도가 크게 늘리는 섬유로 구성되어 있기 때문에 더욱 뚜렷하다.

시료장을 길게하면 실제로 늘어난 길이는 커지므로 절단시까지 더 많은 에너지가 들며 절단도 빨리 일어난다.

이와 같이 시료장을 증가시킴에 따라 더욱 강력과 신도가 낮아진다.

○ 타래시험(Multiple strand Test)

사를 Lea형태로 감았다. 여기서 타래는 80가닥의 실로 되어 있고 적당한 시점에서 타래의 폭을 가로질러 Cellotape로 동여 맨 것으로 시료장은 8in이다.

이렇게 준비한 타래를 Lea강력 시험기에 직물용 Clamp를 장치한 것을 사용하여 강력시험을 하였다. 각 품종마다 50회 시험했다. 시험후 끊어진 실은 상하 Jaw의 파지된 부분에서 절단하여 무게를 칭량한 후 시료의 실제번수를 구하여 비강도를 계산하였다. 타래의 평균강력을 <표 5>에 보인다.

면사와 테톤란/면 혼방사만 측정하였다. 타래의 비강도는 예상했던 바와 같이 단사의 비강도보다 낮은 것으로 나타났다. 강력에서의 저하는 각품종의

신도변동 때문이고 저하정도는 bundle efficiency(: 사1본의 특징이 타래에 미치는 영향으로 여기서는 S_m , S_1)에 좌우된다.

<표 5> Comparison of multiple strand and fabric of blend and cotton

Material	Multiple strand test			Strength of fabric, Kg	Strength of fabric after weft removal, Kg
	Actual strength, Kg	Breaking stress, S_m g/tex	S_m S_1		
1. Cotton	36.0	22.9	0.86	36.5	30.7
2. Tetoran/ Cotton blend	31.2	18.2	0.72	36.4	26.4

S_m =breaking stress of multiple strand: S_1 = breaking stress of single strand(8-in. specimen length, see Table III).

테토란/면 혼방사의 bundle efficiency는 면사의 bundle efficiency보다 현저히 낮은 것으로 보여지고 있다. Bundle efficiency는 하중신도곡선(load elongation curve)과 개개의 사의 신도변동에 좌우된다. 신도에서 변동이 심한 품종과 하중신도곡선의 경사가 급한 품종은 bundle efficiency가 적다. 혼방품종의 신도변동이 높다는 사실은 시료장이 강력에 미치는 영향을 논할 때 이미 언급하였다.

○ 직물 강도

면사와 혼방사를 각각 같은 조직으로 제작하였다. 조직은 평직으로 경위가 공히 inch당 72본으로 제작하였다. 강력시험은 래블스트립법으로 시료길이 8", 폭 $1\frac{1}{8}$ " 로 하여 경사방향만 측정하였다.

시료는 폭 $1\frac{1}{2}$ " 크기로 직물을 절단하여 중앙에 80본의 실만 남겨두고 양변의사를 풀어 내어 준비한 후 Lea강력시험기로 측정하였다. 각 품종별로 15회 측정하였으며 그 결과는 <표 5>에 보인다. 표를 보면 타래시험의 결과와는 반대로 직물에서는 테토란/면 혼방직물의 강력이 면직물의 강력에 필적할만 하는 테토란/면 혼방직물의 강력이 면직물의 강력에 필적할만 하다는 것을 보이고 있다. 이것은 제직되었을 때 위사로 인한 강력증가 현상이 혼방인 경우 더욱 뚜렷하다는 것을 의미해 준다.

이러한 사실을 확인하기 위하여 위에서 언급한 방법으로 래블스트립에 대한 시료를 만든 후 위사를 전부 풀어내면 경사 80본만 남는다. 이와 같이 준비한 시료 17개에 대하여 강력시험을 하였으며 그 결과는 <표 5>에 보인다. 위사를 풀어 냄으로서 발생하는 강력손실은 혼방의 경우 더욱 현저하다. 그리고 혼방사의 강력이 면사의 강력보다 다시 낮아진다. 이와 같은 사실은 타래시험 결과와 일치한다.

단사에 비하여 타래시험에서의 비강력손실은 그 품종에서 변동에 기인하며 제직되며 위사에 대하여 경사 개개의 약한 부분이 인접한, 사의 강한 부분에 의하여 보강되므로 강력손실을 극복할 수 있다.

이러한 결과는 혼방인 경우 그 변동이 크므로 더욱 뚜렷하다. 결과적으로 직물일때는 혼방직물의 강력이 면직물의 강력과 비슷하지만, 단지 사로 되었을 때는 단사시험이든, 타래시험이든 간에 혼방사가 강력이 떨어지며 시료장이 길면 그 정도도 심하다.

IV. 결 론

본 연구결과로 다음과 같은 결론을 유도할 수 있다.

1. 67% 테토란/33% 면 혼방사의 강력은 단사와 합연사의 경우 순면사보다

약하지만 직물로 제직되었을 때는 후자와 비슷하다.

신도의 변동율은 순면사나 테토란사보다 혼방사편이 크다. 혼방하므로 발생하는 강력저하는 합연후 감소되었다. 이것은 혼방사의 경우 합연으로 인한 강력 증가 현상이 현저하기 때문이다.

2. 비록 테토란사의 강력이 합연전에는 면사보다 못하지만 합연으로 인한 강력증가는 면에 비하여 테토란이 우수하다. 따라서 합연후 테토란사의 CSP는 면사보다 우수하다.

3. 시료장을 감소했을 때 강력의 증가는 면사나 테토란사보다 혼방사가 더욱 뚜렷하다.

4. 단사에 비하여 타래시험에서의 강력손실은 면사보다 변동율이 높을 것으로 나타나는 혼방사가 현저히 높다.

5. 직물에서 위사에 의한 강력증가는 면보다 혼방의 경우 더욱 뚜렷하다. 그리고 이러한 사실이 타래시험결과에 나타난 혼방사의 낮은 강력을 상당히 보상하고 있다.

○ 부 기

면과 테토란을 개별적으로 처리하여 연조공정에서 혼합하였다. 주요 세부 공정사항은 다음과 같다.

I. 혼타면공정

○ 면

① 배열 : Hopper bale breaker - Striker - Hopper Feeder 1 - Hopper Feeder 2 - Two bladed beater - Kirschenbeater

② 랩중량 : 340g/YD

○ 테토란

① 배열 : Hopper bale breaker - Hopper Feeder 1 - Hopper Feed 2 - Two - bleaded
beater - Kirschner beater

② 랩 중량 : 340g/YD

II. 소면공정

○ 면

① 기종 : Cross roll을 구비한 고속 Metallic card

② 도퍼 속도 : 16rpm

③ 슬라이버 행크수 : 0.18 Ne

④ 총소면낙면 : 2.34%

○ 테토란

① 기종 : 고속 Metallic card

② 도퍼속도 : 13rpm

③ 슬라이버 행크수 : 0.18Ne

④ 총소면낙면 : 2.22%

III. 정소면의 준비공정

○ 면

① 배열 : Whitin Drawing and Superlap

② 연조Doubling : 8

③ Superlap Doubling : 60

④ 랩 중량 : 850g/YD

IV. 정소면

○ 면

- ① 기종 및 제작사 : Whitin J 5
- ② 노일 : 16.7%
- ③ 정소면슬라이버 행크 수 : 0.18Ne

V. 연조공정

○ 면, 테토란

- ① 기종 및 제작소 : MDF2, Platt(Shirley draft distribution)
- ② 연조 Passage수

100% 면, 100%테토란 - Two passages

혼방 - 혼방전 One Passage

혼방후 Two Passage

- ③ Break braft : 2
- ④ 연조 Doubling수 : 6
- ⑤ 슬라이버 행크 수 : 0.18Ne
- ⑥ 롤러 세팅 : Front Zone - 41mm, middle zone - 40mm, back zone - 46mm

VI. 조방공정

- ① 기종 : Platts MS₂
- ② Drafting System : Four roller, Two zone
- ③ Back zone 드래프트 : 3.5
- ④ 조사의 행크 : 2.5Ne
- ⑤ 연계수 : 면 - 1.0, 혼방 - 0.85, 테토란 - 0.80

VII. 축방공정

- ① 기종 : NMM, M2
- ② Drafting System : SKF PK 21E
- ③ Break draft : 1.4
- ④ Apron Spacer : Black
- ⑤ 번수 : 60's (영식번수)
- ⑥ 연계수 : 3.6
- ⑦ 링직경 : 1 3/4inch
- ⑧ 트래블러 번호 : 7/0

VIII. 연사공정

- ① 연계수 : 3.6(Son Z)
- ② 링직경 : 2inch
- ③ 트래블러번호 : 3/0