

코어방적사 개발에 관한 연구

I. 서 론

전보에서는 기존의 링정방기를 사용하여 폴리에스터 필라멘트를 심사로 하고 면섬유를 표피섬유로 하여 코어 방적사를 방출할 때 필라멘트가 면 폴리스의 중앙에 항상 올 수 있도록 로우빙과 필라멘트를 트레이버스 시키지 않고 코어방적 단사를 방출한 후 이들로 만든 P/C코어 봉재사의 특성을 종래의 P/C 방적봉재사와 비교한 바 그 성능이 우수함을 알았다.

일반적으로 링 정방기를 이용하여 방적사를 만들 때 로우빙을 트레이버스 시키지 않게 되면 롤러에 마모가 생기고 이러한 결점은 코어방적사를 생산할 때에 더욱 현저하여 문제점을 준다.

Balasubramanian은 프런트 닙 포인트에서의 표피섬유와 필라멘트의 위치가 코어방적사의 강신도에 미치는 영향과 필라멘트의 형 미치는 영향을 조사하였으며 Grosicki는 공기과류방식에 의한 코어방적사의 방적에서 필라멘트의 종류와 표피섬유의 종류 및 드래프트 비의 변화가 코어 방적사의 균제도에 미치는 영향을 연구하였다. Miller는 폴리에스터 및 나일론을 심사로 하고 면을 표피섬유로 한 코어방적사를 만들고 꼬임수와 기타의 방출조건이 실의 인장강도와 품위에 미치는 영향을 코어 방적사를 얻기 위한 표피섬유 올 수는 표피섬유가 심사를 겨우 둘러쌀 만한 정도의 올 수일 때라고 하였다.

본 연구에서는 폴리에스터 필라멘트를 심사로 하고 면섬유를 표피섬유로 하여 코어방적사를 만들 때 필라멘트 공급용 가이드의 형태와 트레이버스 방식이 코어 방적사의 특성에 미치는 영향을 검토한 후 그로부터 최적 가이드와 트레이버스 방식을 찾고자 하였다. 또한 표피섬유용 원면과 드래프트 비가 코어방적사의 특성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 최적 필라멘트 가이드

와 트레이버스 방식을 사용하여 40's 및 50's의 코어 방적사를 방출하고 이들의 특성을 측정 분석하였다.

II. 실험

1. 원료의 특성

표피섬유로는 이집트면, Upland 코머면, Upland 카드면을 선정하였고 이들 로우빙의 굵기는 3.5, 2.5, 1.5헵크로 해서 모두 9가지 로우빙을 사용하였다. 이때 심사는 열처리된 고강력 70데니어/36폴리에스터 필라멘트였다. 로우빙과 필라멘트의 특성은 <표 1> 및 <표 2>와 같다.

<표 1> Properties of cotton

Property Hank roving Raw cotton	Roving twist, tpi	Grade and blends	Fiber length		Micro- naire, μg/in	Comber noil, %
			Classer's, mm	Suter- Webb mean len- gth, mm		
Egyptian (combed)	3.5	1.78	Giza 69	34.9	26.1	4.1-4.3
	2.5	1.50	70% Sudan SB	(1 $\frac{3}{8}$ in)		
	1.5	1.16	30%	38.1 (1 $\frac{1}{2}$ in)		
Upland (combed)	3.5	1.81	SM 100%	27.8	25.1	4.0-4.4
	2.5	1.53		(1 $\frac{3}{32}$ in)		
	1.5	1.19				
Upland (carded)	3.5	1.81	SM 100%	27.8	24.3	-
	2.5	1.53		(1 $\frac{3}{32}$ in)		
	1.5	1.19				

<표 2> Properties of polyester filament

Type	Denier/ plies	Breaking load, g	Tenacity, g/den	Exten- sion at break, %	Shrinkage, %			
					in boil- ing water	in air at 150°C	in air at 180°C	in air at 200°C
Prestabilized high tenacity	70/36	522	7.5	15.3	1.7	2.5	3.4	4.3

2. 방출장치 및 조건

Süssen UT620 spinntester에 필라멘트 크릴, 장력 장치 및 가이드를 부착하여 사용하였으며 장력장치는 게이트형 장력장치를 사용하였고 필라멘트 크릴은 필라멘트가 보빈의 상부 축방향으로 풀리도록 하였다. 방출조건은 앞서 수행된 연구에서 최적방출조건으로 나타난 결과를 이용하여 <표 3>과 같이 하였다.

<표 3> Spinning condition for core spun yarn

Item	Condition
Spindle speed, rpm	11,000
Top roller weight, kg (front- middle- back)	14-12-13
Filament tension, g	50
Twist multiplier	S 3.5
Traveller type	40's-OS 1/1 50's-OS 3/0
Ring diameter, mm	41

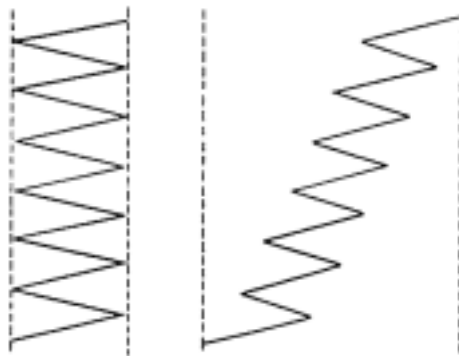
1) 가이드 및 트레이버스

기존의 링 정방기를 이용하여 코어방적사를 방출하려면 심사인 필라멘트를 별도로 공급해 주어야 하며 피복성이 양호한 코어방적사를 얻기 위해서는 프런트 롤러 nip 포인트에서 필라멘트가 표피섬유인 면 플리이스의 중앙에 위치하도록 하여야 한다. 면 플리이스의 중앙에 필라멘트를 일치시키는 가장 간단하고 확실한 방법은 로우빙과 필라멘트를 트레이버스시키지 않고 필라멘트가 면 플리이스의 중앙에 항상 올 수 있도록 필라멘트 가이드를 고정시키는 방법이다. 그러나 트레이버스를 시키지 않게 되면 필라멘트와 로우빙이 접촉하는 롤러와 에이프런의 일정부분이 쉽게 손상된다. 가장 좋은 방법은 트레이버스 시키면서 필라멘트의 이동과 로우

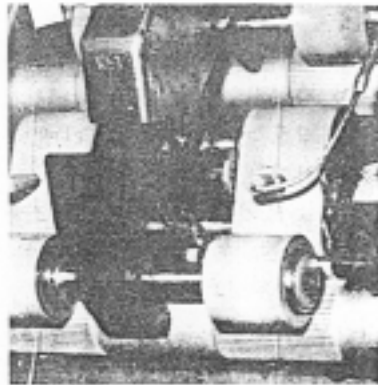
빙의 이동이 같게 필라멘트 가이드를 이동시켜 주면 될 것이나 이것에는 여러 어려운 문제가 수반된다.

또한 간단한 방법으로서 정방기의 로우빙 트레이버스 가이드 바에 필라멘트 가이드를 고정시키는 방법이 있는데 이는 프런트 롤러의 닙 포인트에서 면 플리이스와 필라멘트의 이동 주기의 위상차가 발생하여 필라멘트가 면 플리이스의 중앙에 항상 올 수 있게 하기가 어려운 문제로 남게 된다. 더욱이 이 경우의 트레이버스의 폭과 방식은 면 플리이스와 필라멘트가 일치되는 정도에 영향을 미칠 것으로 생각된다. 그러므로 본 연구에서는 트레이버스 방식을 <그림 1>과 같이 단일 트레이버스와 이중 트레이버스의 두가지로 하고 트레이버스 폭을 3mm와 6mm, 프런트 닙 포인트로부터 가이드까지의 높이는 <그림 2>에서 보는 바와 같이 3cm, 16cm의 두 가지로 변화시켰다.

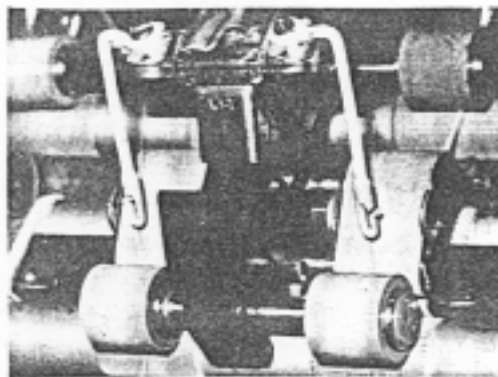
이 밖에도 로우빙을 트레이버스 시키지 않고 필라멘트 가이드도 톱암에 고정시키는 방법도 사용하여 <표 4>에서와 같이 5조건으로 실험을 행하고 이들 요인들이 코어 방적사의 피복성과 물리적인 제특성에 미치는 영향을 검사하였다.



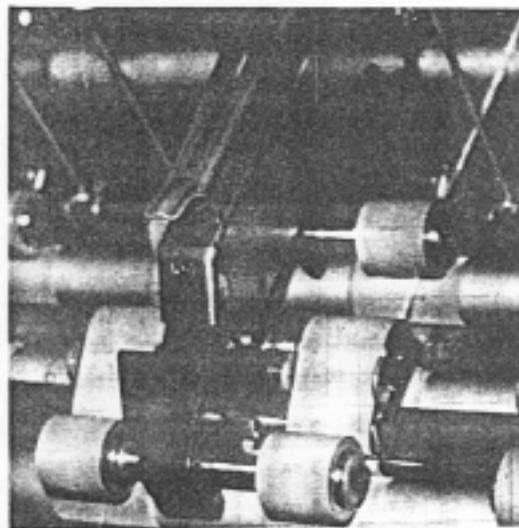
<그림 1> Diagram of traverse motion



(a) fixed on top arm



(b) located on 3cm height (from front roller nip)



<그림 2> Various filament guide used in the experiment

이 때 표피섬유로 3.5헵크 먼 로우빙을 사용하였으며 코어 방적사의 방출

변수는 40's이고 표피섬유인 면과 심사인 필라멘트의 비율은 47.3%:52.7%가 되게 하였다.

<표 4> guide and traverse used in experiment

Traverse		Distance*	Distance of total traverse
No traverse		3 mm	0
Single	3 mm	3 mm	3 mm
	6 mm	3 mm	6 mm
Double	6 mm	3 mm	14 mm
		16 mm	14 mm

* Distance from nip point of front roller to filament guide.

2) 원료와 드래프트 비

코어방적사의 외부특성을 나타내는 표피섬유의 품질에 따른 코어방적사의 피복특성을 알아보기 위해 이집트면, Upland 코머면, Upland 카드면의 3가지 면섬유를 사용하였고 또 원료조건이 동일할 때 드래프트의 크기에 따른 코어방적사의 피복 상태를 규명하기 위해 3가지 원료에 대해 각각 3.5, 2.5, 1.5 행크 로우빙을 만들어 40's, 50's 코어 방적사를 방출하였다. 면 함량은 40's의 경우 47.3%, 50's의 경우 34.2%이며 드래프트의 크기는 <표 5>에 보이는 바와 같다.

<표 5> draft corresponding to hank roving and yarn count

Yarn count	40' s	50' s
Hank roving		
3.5 Hank	24.2	41.9
2.5 Hank	33.8	58.6
1.5 Hank	56.4	-

3. 코어 방적사의 특성실험

코어 방적사의 피복상태를 측정하기 위해 피복율(covering ratio)을 조사하였으며 코어 필라멘트를 중심으로 표피섬유의 분포상태를 측정하기 위해 표피섬유의 분포변동계수(CV of sheath fiber distribution)를 조사하였다. 또 표피섬유와 심사간의 포합력(cohesiveness)를 알아보기 위해 포합력 시험을 하였으며 이외에 강신도, 균제도, 사품위 등을 시험하였다.

1) 피복율(covering ratio)

$$\text{피복율(\%)} = 100 \times \frac{\text{코어 필라멘트의 길이} - \text{코어 방적사의 길이}}{\text{코어 방적사의 길이}}$$

식에서 코어 필라멘트의 길이와 코어 방적사의 길이 차가 적을수록 피복상태는 양호한 것이 되므로 피복율과 피복상태는 역비례하게 된다.

2) 표피섬유의 분포변동계수

랜덤하게 50개의 사 면을 채취하여 확대투영 시킨 후 필라멘트를 중심으로 등분하여 각 상한내의 면 개수를 조사하여 상한간의 면 개수의 분포변동계수를 구하였다.

3) 포합력(cohesiveness)

외부마찰에 의해 표피섬유가 밀리는 정도를 알아보기 위해 코어방적사를 RT와인더에 5회 통과시키고 U%와 IPI의 변화를 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 가이드 및 트래버스 방식에 따른 영향

3가지 가이드와 4가지 트래버스 방식에 따른 5가지 실험을 한 결과 <표

6>과 같은 결과를 얻었다.

피복율과 표피섬유의 분포변동 계수의 변화는 상관성이 매우 컸다.(상관계수 $r = 0.99$). 피복상태와 표피섬유의 분포상태가 가장 양호한 것은 트래버스 시키지 않은 경우로 나타났는데 이는 코어 필라멘트가 면 플리이스 중앙에 항상 일치되어 공급되었기 때문으로서 미리 예측한 바와 같다.

3mm 단일 트래버스는 다른경우보다 불량한 피복상태를 보여주었으며 가이드와 트래버스 폭이 일정할 때 단일 트래버스 방식이 이중 트래버스 방식보다 양호한 상태를 보여 주었다. 또 이중 트래버스에서는 높이 16cm의 가이드보다 3cm가이드가 양호한 피복상태와 표피섬유의 분포상태를 보여주었다. 강신도와 강산도 CV는 6mm단일 트래버스 방식의 높이 3cm가이드와 대체로 양호했으나 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

<표 6> Effect of guide and traverse on the properties of core spun yarn

Traverse & Guide Item	No traverse	Single 3mm-Height 3cm	Single 6mm-Height 3cm	Double 6mm-Height 3cm	Double 6mm-Height 16cm
Covering ratio, %	2.03	2.31	2.07	2.11	2.13
CV of sheath fiber distribution, %	51.8	77.0	54.4	58.4	62.6
Breaking load, g	557	561	563	561	561
CV of breaking load, %	4.0	2.8	1.6	1.8	1.6
Extension at break, %	19.3	19.4	19.1	19.2	19.4
CV of extension at break, %	5.8	5.4	4.4	3.8	4.6

2. 원료와 드래프트에 따른 영향

원료와 드래프트 비를 변화시켜 40's 및 50's 코어 방적사를 만들어 실험한 결과는 <표 7> 및 <표 8>과 같다. 동 실험에서는 코어방적사의 피복상태를 평가하는데에는 표피섬유의 분포변동계수만을 이용하였다.

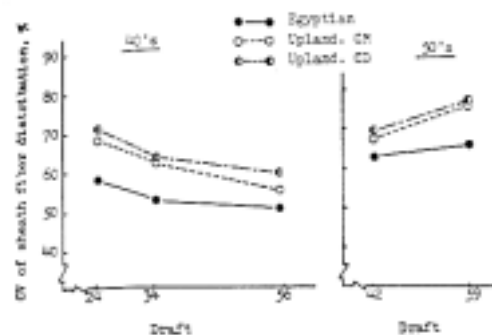
<표 7> Effect of cotton and draft properties of 40's core spun yarn

Item	Cotton			Egyptian, combed			Upland, combed			Upland, carded		
	Hank	roving	Draft	3.5	2.5	1.5	3.5	2.5	1.5	3.5	2.5	1.5
				24.2	33.8	56.4	24.2	33.8	56.4	24.2	33.8	56.4
CV of sheath fiber distribution, %				57.8	52.3	51.4	68.3	62.1	54.8	71.0	63.1	58.6
Breaking load, g				561	573	551	552	575	573	576	559	562
CV of breaking load, %				2.0	1.7	1.7	2.9	1.7	1.6	2.3	1.9	4.8
Extension at break, %				18.7	19.3	19.3	19.2	19.3	18.9	19.0	19.5	18.3
Evenness, U%				8.9	8.9	9.3	9.2	9.7	10.0	11.5	11.5	11.8
Imperfection, per 1,000m												
thin places				0	0	0	0	0	0	0	0	1
thick places				14	21	11	12	18	13	83	101	81
neps				71	76	130	110	121	115	378	371	325
Yarn appearance, index				128	130	128	126	120	124	118	114	114
Cohesion after 5 windings												
Evenness, U%				9.3	9.8	10.4	10.5	10.9	11.3	11.7	12.7	12.9
Imperfection, per 1,000m												
thin places				0	0	2	7	9	18	3	33	45
thick places				4	8	9	15	22	11	15	52	65
neps				70	85	166	144	178	178	361	469	379

<표 8> Effect of cotton and draft properties of 50's core spun yarn

Item	Cotton		Egyptian, combed		Upland, combed		Upland, carded	
	Hank	roving Draft	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5
			41.9	58.6	41.9	58.6	41.9	58.6
CV of sheath fiber distribution, %			62.7	65.7	66.7	75.5	68.7	75.6
Breaking load, g			583	573	573	560	555	554
CV of breaking load, %			2.0	2.0	2.3	2.1	2.4	1.8
Extension at break, %			19.0	19.0	19.1	19.4	19.4	19.2
Evenness, U%			8.8	9.4	9.7	10.1	11.6	13.0
Imperfection, per 1,000m								
thin places			0	0	0	0	1	0
thick places			16	12	22	30	100	174
neps			72	71	145	114	358	400
Yarn appearance index			128	114	120	106	110	90

<그림 3>을 보면 40's 코어 방적사는 원면의 변화에 따라 피복섬유의 분포 변동계수가 분산분석 결과 99% 수준으로 유의한 차이를 보였으며 3가지 원면 중 이집트면을 사용하였을 때에 가장 양호한 분포상태를 보여주었고 또 Upland면의 경우에는 카드 면보다 코머 면이 양호한 분포상태를 보여주었다. 또 드래프트 변화에 따라서는 드래프트가 클수록 3가지 원면 모두 양호한 분포상태를 보여주고 있음이 분산분석 결과 99% 유의수준으로 나타났다. 이것은 드래프트가 클수록 면섬유의 분산이 잘되어 표피섬유는 심사를 보다 더 잘 피복하기 때문인 것으로 사료된다.



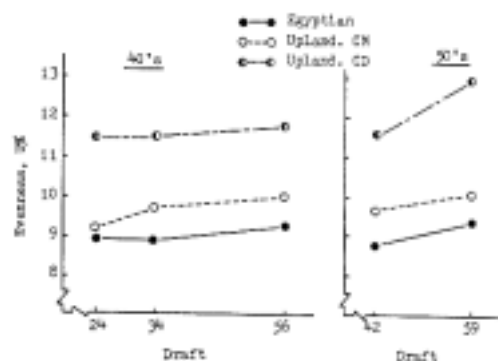
<그림 3> Effect of cotton and draft on CV of sheath fiber distribution

50's 코어방적사의 경우를 보면 원면 및 드래프트 변화에 따른 표피섬유의 분포변동계수의 변화는 유의차를 나타내지 않았지만 원면변화에 따라서 40's 코어방적사에서와 같은 변화 순서를 보여주었고 드래프트 변화에 따라서는 40's에서와는 반대로 드래프트가 커짐에 따라 피복상태가 불량해졌다. 또 50's수 코어방적사는 40's 코어방적사에 비해 전반적으로 표피섬유의 분포가 불량한 것으로 나타났다. 이러한 현상은 40's 코어방적사의 면함량이 47.3% 인데 비하여 50's 코어방적사는 34.2%로 적기 때문에 표피섬유의 분포가 40's 에서 보다 상대적으로 불균제했던 것으로 생각된다. 또한 드래프트가 증가함

에 따라 면섬유의 분포상태에 불량을 초래한 것으로 생각된다.

원면과 드래프트 변화에 따른 40's 와 50's 코어방적사의 강도, 강도CV 및 신도의 영향은 별로 나타나지 않았다. 이것은 코어방적사의 강신도 특성이 주로 심사를 이루고 있는 필라멘트의 특성에 좌우되기 때문으로 생각된다. 50's 코어방적사에서 원면 및 드래프트에 따라 야간의 강도변화를 보여주긴 하였으나 유의한 차는 되지 못하였다.

<그림 4>를 보면 40's 코어방적사의 불균제도는 원면에 따라서 99% 유의수준에서 유의차가 있으며 드래프트 변화에 따라서는 95% 유의수준으로 유의차가 나타났는데 표피섬유로 사용한 원면은 평균 섬유장이 긴 이집트면이 가장 양호한 균제도를 보여주었고 다음이 Upland 코머 면, Upland 카드 면의 순서로 나타났으며 또 드래프트비가 증가할수록 3가지 원면 모두 균제도는 떨어지는 것으로 나타났다. 50's 코어방적사의 불균제도는 원면변화에 따라서 95% 유의수준에서 유의한 차를 나타내고 있는데 평균섬유장이 길고 우수한 품질의 원면이 보다 양호한 균제도를 나타내고 있으며 드래프트 비의 변화에 따른 영향은 드래프트가 클수록 40's 코어방적사에서와 마찬가지로 균제도가 떨어지나 분산분석 결과 유의한 차는 되지 못하였다.

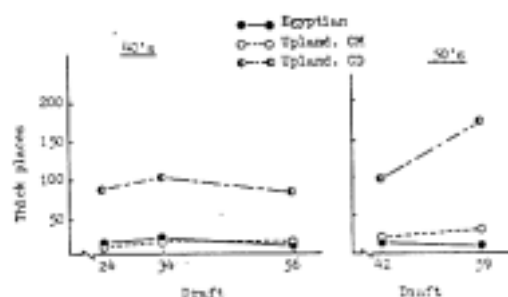


<그림 4> Effect of cotton and draft on evenness

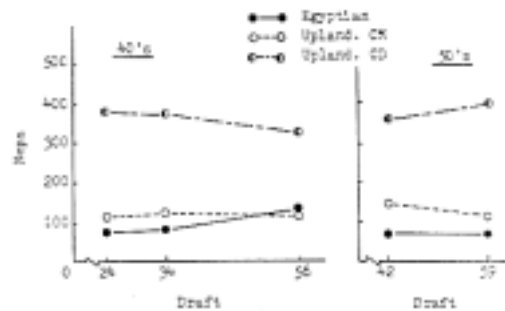
50's 코어방적사의 경우 드래프트 59에서 Upland 카드면은 그 균제도가 다른 두 원면의 경우보다 크게 나빠지고 있는데 이는 50's 코어방적사의 면함량이 40's보다 적은데다 원면자체도 다른 두가지보다 섬유장이 짧기 때문인 것으로 생각된다. 사절점 중 thick place의 변화를 <그림 5>에서 살펴보면 40's의 경우 드래프트의 영향은 별로 나타나지 않았으나 원면에 따른 영향은 이 집트면, Upland 코머면이 서로 비슷하게 양호한데 비해 Upland 카드면은 훨씬 불량한 것으로 나타났다. 50's의 경우를 보면 원면의 영향은 40's 에서와 같은 순위를 보여주었으나 드래프트 변화에 있어서는 Upland 카드면의 경우 드래프트 증가에 따라 thick place가 크게 증가하였다. 이는 U%분석에서 언급한 바와 같이 원면 품질과 함유량 및 드래프트에 기인되는 것으로 생각된다.

<그림 6>에서 사절점 중 nep에 미치는 원면 및 드래프트의 영향을 살펴보면 40's, 50's 모두 드래프트 영향은 별로 나타나지 않았고 원면에 따른 영향은 40's, 50's 모두 thick place에서와 같은 순위를 보여주었다.

이상의 U% 및 사절점을 살펴본 결과 드래프트 영향보다는 원면의 영향이 훨씬 큰 것으로 나타나 균제하고 결점이 적은 코어방적사를 얻기 위해서는 좋은 원면의 선정이 보다 중요하겠고 이것은 면함량이 적을 경우에 더욱 절실히 요구된다. 그리고 면함량이 적고 사용원면의 품질이 낮을 경우에는 드래프트를 되도록 적게 하는 것이 바람직하다고 보겠다.

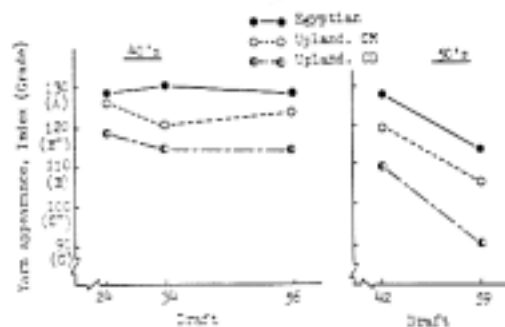


<그림 5> Effect of cotton and draft on thick places



<그림 6> Effect of cotton and draft on neps

<그림 7>은 40's 및 50's 코어방적사의 사품위를 지수로 나타낸 것이다. 40's 코어방적사의 경우 드래프트비의 변화가 사품위에 미치는 영향은 분산 분석결과 유의한 차를 나타내지 않았으나 원면에 따라서는 매우 큰 영향을 나타내어(99% 유의수준에서 유의) 앞서의 U% 및 사결점 분석에서 짐작되었던 바대로 이집트 면, Upland 코머면, Upland 카드면 순으로 나타났다. 50's 코어방적사의 사품위는 드래프트와 원면 변화에 따라 영향을 받고 있다고 95% 유의수준으로 말할 수 있는데 드래프트가 증가함에 따라 사품위는 떨어지고 원면의 변화에 따라서는 40's에서와 같은 경향을 보여 주었다. 40's와 50's를 비교해보면 50's의 경우 드래프트 59에서 사품위는 크게 떨어지고 있음을 볼 수 있는데 이것은 앞서 U%에서 설명한 이유때문이라고 생각된다.



<그림 7> Effect of cotton and draft on yarn appearance

사용된 원면의 종류나 드래프트에 따라 표피섬유인 면섬유의 포함력을 알아보기 위해 40's 코어 방적사를 와인더에 5회 통과시킨 후 U%를 조사해본 결과는 <표 7>에서 보는 바와같이 와인더 통과 전보다 약 1% 증가를 가져왔을 뿐 경향성은 와인더 통과 전과 거의 같은 것으로 나타났다. 와인더 통과 전후의 사결점을 비교해보면 와인더 통과 후 thin place와 nep은 증가한 반면에 thick place는 줄어들었으며 이런 경향은 Upland 카드면의 경우가 더 심하게 나타났는데 이와 같은 현상은 와인더 통과로 인하여 표피섬유인 면섬유가 마찰로 인하여 밀렸기 때문인 것으로 사료된다.

IV. 결 과

폴리에스터 필라멘트를 심사로 하고 면섬유를 표피섬유로 한 코어방적사를 제조할 때 로빙과 필라멘트를 트레이버스 시킬 경우에 가이드와 트레이버스 방식의 최적조건을 찾고 이들을 사용하여 표피섬유용 원면과 드래프트 및 함유량이 코어방적사에 미치는 영향을 규명하기 위하여 행한 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험에 사용한 가이드와 트레이버스 방식 중 단일 트레이버스의 폭 6mm와 높이 3cm 가이드가 가장 양호한 피복상태를 나타내었다.

2. 40's 코어방적사(면함량 47.3%)는 드래프트가 클수록 피복상태가 양호하였으나 50's 코어방적사(면함량 34.2%)는 반대로 불량하였으며, 원면에 따라서는 40's, 50's 코어방적사 모두 이집트 면, Upland 코머면, Upland 카드면 순으로 양호한 피복상태를 보여주었다.

3. 40's, 50's 코어방적사 모두 가장 긴 섬유장의 이집트면 사용하였을 때 균제도, 사결점, 사품위가 가장 좋았으며 드래프트가 증가할수록 대체로 양호하였다.

4. 40's 코어방적사는 5회 와인더를 통과한 후 U%값이 약 1% 증가하였다.
또 thin plcae 와 nep은 증가하는 경향을 보여주었고 thick place는 감소하는 경향을 보여주어 와인딩에 세심한 배려를 해야 할 것이다.