

<研究論文(學術)>

Solo spun 방적에서 섬유의 거동과 사의 물리적 성질(2)

¹박수현 · 김승진*

섬유패션기능대학
*영남대학교 섬유패션학부
(2001년 5월 31일 접수)

The Fiber Behavior in Solo-spun Yarn Formation and the Physical Properties of Solo-spun Yarn(2)

¹Soo Hyun Park and Seung Jin Kim*

*Department of Textile Development, Korea Textiles and Fashion Institute
*School of Textiles and Fashion, Yeungnam University, Kyeongsan, Korea
(Received May 31, 2001)*

Abstract—This study surveys the fiber behavior in yarn formation and the physical properties of Solo-spun yarn. The specimens were made by six types of Solo-spun rollers with fixed twist multiplier. In the previous part, the physical properties such as yarn count, evenness, strength, and breaking elongation of these yarns were compared with the properties of ring spun yarns and analysed with the mechanism of Solo-spun yarn formation. In the second part of this report, the abrasion resistance and hairiness were discussed with respect to the micro yarn structures. The narrower the groove width of Solo-spun roller is, the more active the bulk fiber migration is. The Solo-spun yarn structure has two groups. One is shorter than the other one in longitudinal direction of yarn and has the same structure as ring-spun yarn, which is derived from the smooth zone on the surface of Solo-spun roller. The other one is longer than the former and there are the wrapping fibers. This part is derived from the conflicted grooves on the surface of Solo-spun roller.

1. 서 론

소모 방적의 링 방적 단사가 제직을 할 수 없는 요인은 실의 강력 부족이 아니라 제직중 모우의 뭉침에 의한 절사 때문인 것은 잘 알려져 있다.

사이로 스펀(Siro-spun)실이 단사로 제직될 수 있는 것은 모우의 감소와 실의 내마모성 증가 때문인 것은 많은 연구^{1~3)}에서 밝히고 있다.

에어 젯트(Air jet) 방적에 대해서도 실의 형성

과정에서 꼬임의 역할에 대한 많은 연구가 있다. Stalder⁴⁾는 꼬임 과정을 도시하였고李大勳 등은⁵⁾ 실을 구성하는 섬유들을 가연 섬유, 결속 섬유, 랩핑 섬유로 분류하고 결속 섬유의 극각이 초기 탄성 계수에 영향을 미친다고 하였다.

솔로 스펀(Solo-spun)방적에서는 솔로 스펀 롤러의 홈은 트라벨러에 의한 꼬임이 프론트 롤러 넘 포인트까지 전달되는 것을 방해하고, 연신된 섬유를 보다 가는 섬유 가닥들로 나누는 기능을 가짐과 동시에 섬유의 비산과 부정드래프트를 발생시켜서 실의 굵기가 세번수화되고 균제도와 강신도가 악화되는 것은 전보⁶⁾에서 살펴본 바와 같다. 그럼에

¹Corresponding author. Tel. : +82-53-589-3151 ; Fax. : +82-53-584-2098 ; e-mail : suheon@mail1.tpc.ac.kr

Table 1. The characteristics of wool tops used for rovings

symbol	composition (%)	fineness (μm)	length				grease content
			mean(mm)	cv(%)	$\% \leq 25\text{mm}$	$\% \leq 30\text{mm}$	
A	wool=100	19.11	67.3	42.1	5.5	34.28	0.39
D	wool=100	20.54	71.2	41.2	5.2	32.75	0.44
G	wool=100	22.02	76.4	36.7	2.1	25.1	0.56
M	wool=60	18.62	68.3	43.0	6.2	34.8	0.38
	mohair=40	26.05	86.0	49.1	3.5	-	0.90

도 불구하고 솔로 스펀 실이 단사 상태로 제직이 가능한 특성을 가지는 요인은 아직 보고된 바가 없어서, 홈의 폭과 형태가 실의 구조와 내마모성 등에 미치는 영향을 조사할 필요가 있다.

2. 실험

2.1 원료

실험에 사용한 양모 톱(tops)의 특성치는 Table 1과 같다. 이 톱으로 제조된 로빙을 취하고 로빙 간의 균제도 차이를 해소하기 위하여 보빈너에서 1개 헤드(head)만 사용하여 로빙을 재방출하였다.

2.2 변형 롤러의 제작

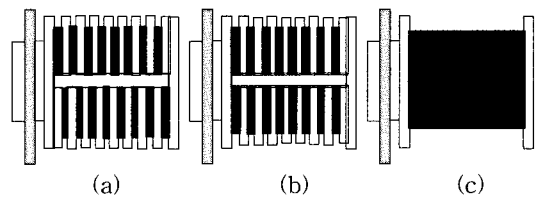
솔로 스펀 롤러의 홈의 형태와 폭이 미치는 영향을 알아 보기 위하여 Table 2와 같이 변형된 롤러들을 제작하였다. 이들 롤러의 형태는 Fig. 1과 같이 하였다.

Table 2. The specifications of the modified Solo Spun rollers

roller code	solo spun roller	modified roller				ring spun
	100	200	300	400	500	
slot width (mm)	0.4	0.5	0.8	1.2	no slot	no roller
slot depth (mm)	2	2	2	2	2	
material	ruberized plastic	bronze				

2.3 실의 제조

링 정방기는 Zinser 319를 사용하였다. 링 직경은 50mm이고, 스펀틀 회전수는 7300 rpm으로 하

**Fig. 1.** The front view of Solo-spun rollers ; (a) original roller, (b) roller code "200", "300", and "400" (c) roller code "500".

였으며, 연계수는 $120(\text{TPM} / \sqrt{\text{Nm}})$ 으로 하고, 예비시험을 통하여 균제도의 유의차가 없는 6개의 추를 선택하여 방적하였다.

2.4 실의 물성 시험

2.4.1 실의 포함력 시험

T/M식 실 포함력 시험기(일본 大榮科學精器製作所 제작)를 사용하였다.

22cm의 시료 10가닥을 6cm 거리를 둔 가는 핀(pin) 옆에 통과시킨 후 800gf의 장력을 부여하였으며 좌우로 3cm 거리를 핀옆이 왕복하며 실을 마모시켰다. 실이 절단되기까지 핀옆의 왕복횟수는 카운터(counter)에 나타난다. 각 가닥마다 절단되는 마모횟수(f_i)와 가닥수(n_i)의 곱을 합하여 10으로 나눈 값을 1회 측정의 결과치(N)로 하였으며 각 로트별로 6회씩 측정하여, 로트별로 총 60개의 data를 얻었다.

2.4.2 실의 모우 개수 측정

Zweigle G 565를 사용하여 KS K 0406의 B방법으로 시험하였다. 방적된 실에서 임의로 한 개의 cop을 선택하고 100m씩 5회 측정하였다. 실의 예비 장력은 5cN으로 하고, 사속은 분당 50m로 하여, 100 미터당 모우의 개수를 모우 길이가 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12mm 이상 별로 각각 측정하고

Table 3. Spinning plan with the twist multiplier 120(TPM / \sqrt{Nm})

fineness (μm)	yarn count (Nm)	Solo-spun roller	modified roller					ring-spun
		100	200	300	400	500		
19.0	1/30	W100	W200	W300	W400	W500	N3	
	1/40	X100	X200	X300	X400	X500	N11	
20.5	1/30	Y100	Y200	Y300	Y400	Y500	N16	
22.0	1/30	Z100	Z200	Z300	Z400	Z500	N21	
20.8	1/30	M100	M200	M300	M400	M500	N26	

평균값을 10m당의 개수로 환산하였다.

2.4.3 실의 외관 평가

별도로 흑색과 백색이 50%씩인 로빙을 이용하여 Nm 1/30의 얼룩무늬 실(jaspe yarn 또는 mottle yarn이라 하며 이하 "jaspe yarn"으로 함)을 방직하여, 방직 공장에서 보편적으로 사용하는 絲照板(black board)으로 관찰하고, 이를 컴퓨터로 스캐닝하였다.

2.4.4 실의 구조 조사

실의 외관 평가에 사용된 Nm 1/30 jaspe 실을 사조판에 감은 후 흑백의 꼬임이 뚜렷이 구분되는 부분과 구분되지 않는 부분을 육안으로 선별하여 각각 영상분석기로 측면은 25배율, 단면은 100배율로 촬영하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 롤러 형상이 섬유의 거동과 실의 구조에 미치는 영향

Fig. 2는 링 정방기의 각 롤러에서 방출되어 나오는 섬유의 모습을 정방기의 뒷면에 설치한 거울을 통하여 촬영한 것이다.

전보⁶⁾에서는 별도로 흑색과 백색인 실 3가닥씩을 프론트 롤러에 공급하여 꼬임의 형상을 촬영한 사진과 비교하여 프론트 롤러의 넘 라인에서 나오는 온 웨브는 무연이며 홈에 의하여 여러 가닥으로 나뉘어짐을 검토한 바가 있다. Fig. 2의 (a)~(e)에서 각 롤러에서 방출되는 섬유 가닥들의 굵기를 보면, 홈 폭이 넓어질수록 각 가닥간의 섬유량의 차이가 커짐을 알 수 있다. 그리고 방출되는 동안 지속적으로 관찰하면 가장 굵은 가닥이 실과 직선을 이루며 가는 가닥들이 굵은 가닥쪽으로 이동하여 합쳐진다. 그리고 모든 가닥들이 모여서 실을 형성하기 시작하는 지점(이하 "합일점"이라

함)의 위치는 고정되어 있지 않고 상하로 움직임을 알 수 있다. 이러한 현상이 발생하는 이유는 다음과 같이 생각된다.

정방기에 공급되는 로빙은 트래버스 운동을 한다. 따라서 프론트 롤러에서 나오는 웨브도 트래버스를 하며 이 트래버스는 솔로 스펀 롤러에까지 전달되어 솔로 스펀 롤러에서 나오는 섬유 가닥들도 트래버스가 된다. 따라서 트래버스하는 쪽에 있는 롤러의 홈에는 섬유량이 점점 증가하며 반대 쪽에 있는 홈에서는 섬유량이 점점 감소한다. 이때 홈의 폭이 좁으면 트래버스하는 웨브를 적은 량씩 분할하므로 대체로 균일하게 되며 홈 폭이 넓으면 트래버스에 의해 섬유가 다음 홈으로 이동하는 시간이 더 소요되므로 홈별로 섬유량의 차이가 크게 된다 하겠다.

이와 같이 홈별로 섬유량의 차이가 발생하면 각 가닥에 부하되는 장력도 달라진다. Fig. 3은 섬유 가닥의 굵기에 차이가 있을 때 모든 가닥들이 동시에 합일점에서 만난다고 가정을 한 그림이다.

Fig. 3에서 중심 가닥을 가장 굵게 한 것은 합일점 아래의 실과 직선을 이루기 때문이며 좌측 가닥이 우측 가닥보다 굵은 것은 트래버스의 방향이 우측에서 좌측으로 이동하는 순간이라고 볼 수 있다.

Fig. 3에서 평형 상태가 되려면 각 장력의 수직 분력이 평형을 이루어야 하므로 $F = F_1 + F_2 \cos \alpha + F_3 \cos \beta$ 이어야 하며, 또한 수평 분력도 평형을 이루어야 하므로 $F_2 \sin \alpha = F_3 \sin \beta$ 이어야 한다. 그런데 α 와 β 는 90° 보다 작고, 굵은 섬유 가닥(F_2 가 작용하는 섬유 가닥)의 중량과 굵힘 모멘트가 가는 섬유 가닥(F_3 이 작용하는 섬유 가닥)보다 크므로 $F_2 > F_3$ 이다. 따라서, $F_2 \sin \alpha = F_3 \sin \beta$ 에서 $\alpha < \beta$ 이어야 한다. 즉 가는 쪽의 섬유 가닥이 먼저 중앙으로 합쳐지는 이동을 하게 된다.

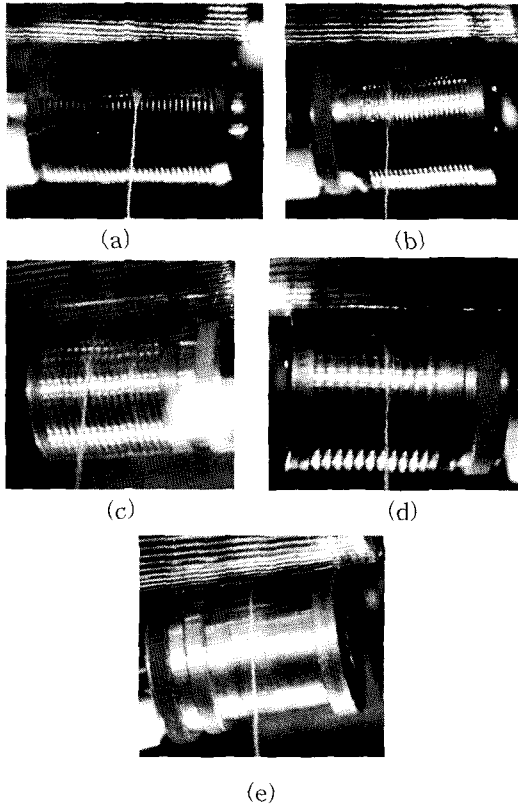


Fig. 2. Yarn formation appearance with different Solo-spun rollers. (a) roller 100, (b) roller 200, (c) roller 300, (d) roller 400, (e) roller 500

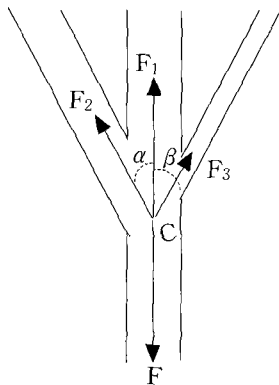


Fig. 3. The equivalent state of yarn tension in Solo spinning.

그래서 홈 내 섬유 량의 변화는 섬유 가닥의 이동 형태에 변화를 주게 되며 홈 폭이 넓을수록 홈 내 섬유 량의 차이가 많으므로 합일점의 위치 변화가 크게 되며, 합일점의 위치는 넓 라인 방향으로

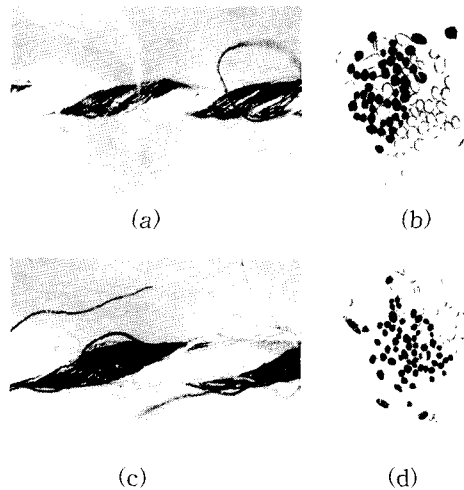
접근하게 된다.

Fig. 2 (a)의 롤러 100에서 방출되는 형상을 비디오 테이프를 통하여 보면 합일점의 이동 거리는 1~1.5cm 정도로 크게 변하며, 그 변화 속도도 매우 빠른 것을 알 수 있었다. 이와 같이 합일점의 위치 변화가 큰 이유는 홈이 직선인 롤러에서는 홈내 섬유 량이 트레이버스 운동에 의해서만 홈내 섬유 량이 크게 변화될 수 있음에 반하여 홈이 어긋난 롤러 100에서는 홈이 없는 부분에서 섬유들은 분섬되지 않고 합일되었다가 다시 홈에 의하여 분섬됨을 되풀이하여 섬유 량이 재분할되는 기회가 많고 또한 홈내 섬유 량의 변화도 홈이 직선인 경우보다 훨씬 많아지기 때문이다. 따라서 롤러 100은 홈이 직선인 롤러 200, 300, 400보다 합일점의 이동 거리가 크고 활발하며 섬유의 이동 현상도 훨씬 많이 일으키게 된다.

그리고 롤러 200, 300, 400 간 합일점의 이동 거리를 비교하면 홈 폭이 넓을수록 이동 거리는 컸다. 이는 홈 폭이 넓을수록 홈간 섬유 량의 차이가 커지기 때문이라고 생각된다. 그러나 이들의 이동 거리는 모두 5mm이하로서 적었다.

방적중 위와 같은 섬유 거동이 실의 구조에 미치는 영향을 살펴보기로 한다. Fig. 4는 흑색과 백색의 섬유로 반분되는 로빙으로 얼룩무늬사(jaspe yarn)를 방적한 실을 絲照板에 감은 후에 실에서 흑백의 꼬임이 뚜렷한 부분과 구분되지 않는 부위를 각각 취하여 영상 분석기로 측면과 단면을 촬영한 사진이다.

Fig. 4 (a)~(j)는 흑백의 구분이 뚜렷한 부분의 사진들로서 실의 측면이나 단면에서 각 롤러간 차



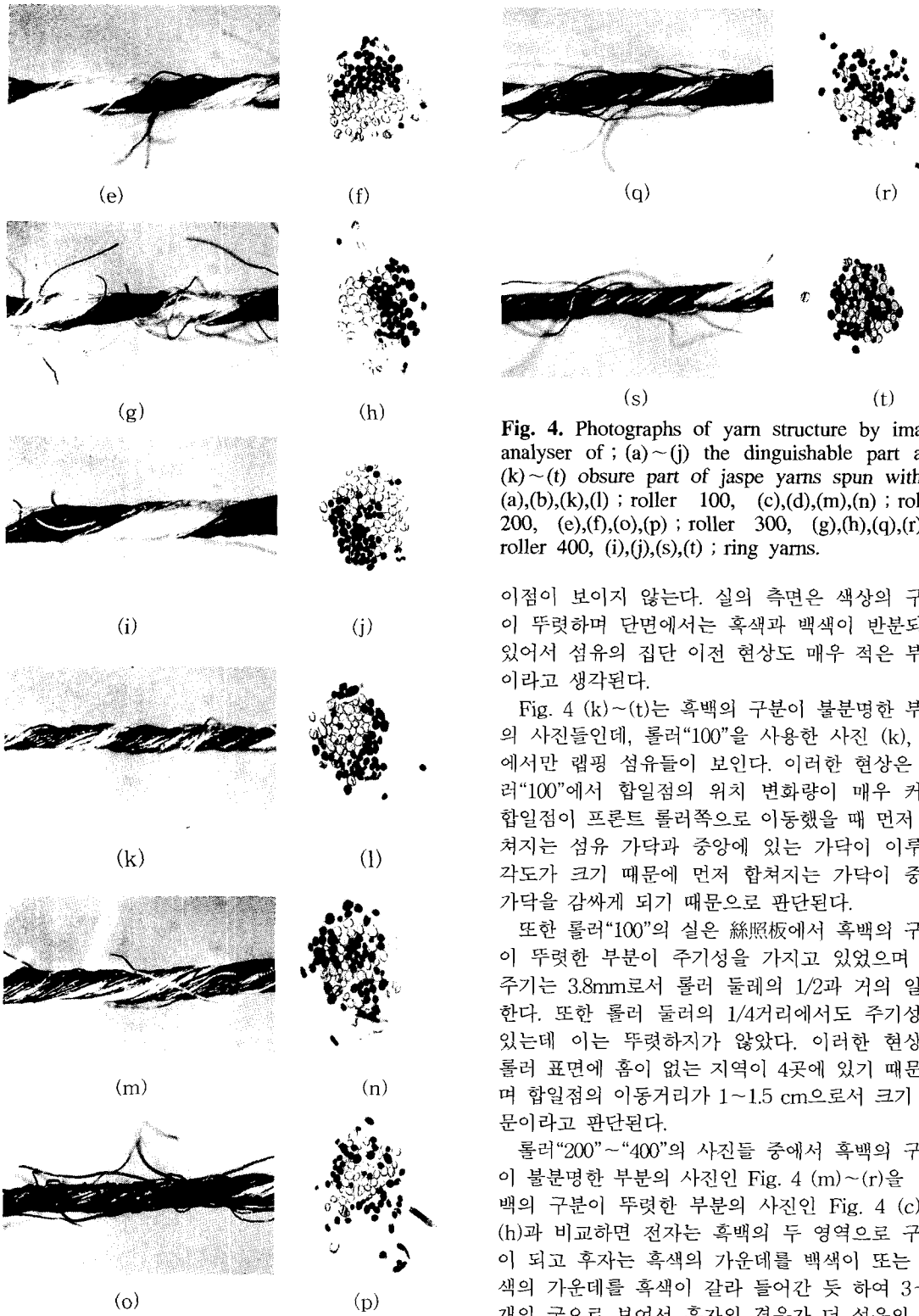


Fig. 4. Photographs of yarn structure by image analyser of ; (a)~(j) the distinguishable part and (k)~(t) obscure part of jasper yarns spun with ; (a),(b),(k),(l) ; roller 100, (c),(d),(m),(n) ; roller 200, (e),(f),(o),(p) ; roller 300, (g),(h),(q),(r) ; roller 400, (i),(j),(s),(t) ; ring yarns.

이점이 보이지 않는다. 실의 측면은 색상의 구분이 뚜렷하며 단면에서는 흑색과 백색이 반분되어 있어서 섬유 집단의 이전 현상도 매우 적은 부분이라고 생각된다.

Fig. 4 (k)~(t)는 흑백의 구분이 불분명한 부분의 사진들인데, 롤러"100"을 사용한 사진 (k), (l)에서만 램핑 섬유들이 보인다. 이러한 현상은 롤러"100"에서 합일점의 위치 변화량이 매우 커서 합일점이 프론트 롤러쪽으로 이동했을 때 먼저 합쳐지는 섬유 가닥과 중앙에 있는 가닥이 이루는 각도가 크기 때문에 먼저 합쳐지는 가닥이 중앙 가닥을 감싸게 되기 때문으로 판단된다.

또한 롤러"100"의 실은 絲照板에서 흑백의 구분이 뚜렷한 부분이 주기성을 가지고 있었으며 그 주기는 3.8mm로서 롤러 둘레의 1/2과 거의 일치한다. 또한 롤러 둘레의 1/4거리에서도 주기성이 있는데 이는 뚜렷하지가 않았다. 이러한 현상은 롤러 표면에 흠이 없는 지역이 4곳에 있기 때문이며 합일점의 이동거리가 1~1.5 cm로서 크기 때문이라고 판단된다.

롤러"200"~"400"의 사진들 중에서 흑백의 구분이 불분명한 부분의 사진인 Fig. 4 (m)~(r)을 흑백의 구분이 뚜렷한 부분의 사진인 Fig. 4 (c)~(h)과 비교하면 전자는 흑백의 두 영역으로 구분이 되고 후자는 흑색의 가운데를 백색이 또는 백색의 가운데를 흑색이 갈라 들어간 듯 하여 3~4개의 군으로 보여서 후자의 경우가 더 섬유의 집

단 이진이 활발한 부분으로 판단된다.

또 Fig. 4 (m)~(r)간을 비교하면 홈 폭이 좁은 (m), (n)에서 섬유의 굵이 더 많아서 홈 폭이 좁으면 섬유 웨브를 많이 나누고 이는 더 많은 가닥이 합연되는 효과를 준다고 생각된다.

또한 사조판에서 감긴 실들과 직각이 되는 임의의 수직선을 긋고 실과 만나는 교차점의 수에 대하여 교차점에서 흑백의 구분이 뚜렷한 부분, 즉 섬유의 집단 이진이 적은 부분의 개수 비율을 보면 롤러“200”은 29.2%, 롤러“300”은 32.1%, 롤러“400”은 39.4%, 링 방적사는 38.3%로서 홈 폭이 넓어질수록 섬유의 집단 이진 현상은 적어진다고 할 수 있겠다.

3.2 롤러 형상이 실의 모우 수준에 미치는 영향

Fig. 5에 모우 수준 시험 결과를 보인다. 롤러“100”에서 가장 모우가 적고 롤러“200”, “300”, “400”으로 홈 폭이 넓을수록 모우 수는 증가하는 경향이다. 다만 롤러“300”과 “400”간의 차이는 미미하다. 이와 같은 현상을 섬유의 집단 이동이 활발한 구조의 사진인 Fig. 4 (k)~(t)와 비교하면, 랩핑 섬유가 있는 롤러“100”일 때 가장 모우가 적고 단면에서 흑색과 백색의 섬유군들의 총수가 4개인 롤러“200”이 그 다음으로 적으며 섬유군의 수가 3개인 롤러“300”과 “400”은 유사 수준으로 많다. 그리고 홈이 없는 롤러“500”은 링 방적사와 유사수준으로 모우가 매우 많다.

한편 홈 폭이 넓을수록 합일점의 이동거리가 큰 현상과 모우간에는 경향이 일치하지 않는다. 따라서 모우는 홈이 섬유 웨브를 많이 나눌수록 적게 된다고 생각된다.

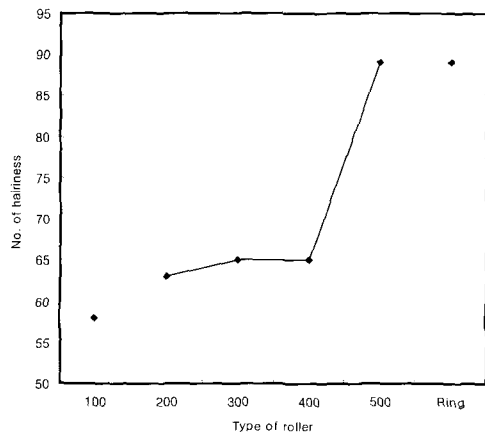


Fig. 5. The effect of roller types on the number of hairiness(Nm 1/30, 19 μ m).

3.3 롤러 형상이 실의 내마모성에 미치는 영향

Fig. 6에 실의 내마모성 시험 결과를 보인다. 솔로 스피너 롤러(롤러“100”)일 때 내 마모성이 가장 크며 롤러“200”, “300”, “400”, “500”으로 홈 폭이 넓어질수록 내마모성은 증가하고 있다. 먼저 롤러“100”일 때 가장 내 마모성이 큰 것은 섬유의 집단 이진 현상이 많고 랩핑 섬유가 있기 때문이라 생각된다.

그리고 홈이 직선인 롤러“200”, “300”, “400”, “500”에서는 모우 수준의 경향과는 일치하지 않으며 오히려 실의 세 변수와 불균제도의 경향과 일치하고 있다.

따라서 제직중 실의 질사 문제를 해결하기 위해서는 롤러가 웨브를 나눌 때에 발생하는 섬유의 비산과 불균일한 드래프트를 감소시켜야 한다고 생각된다.

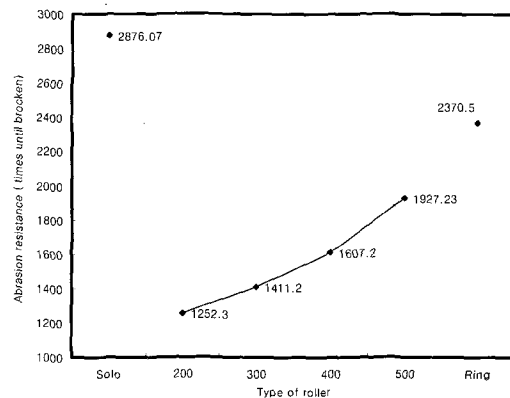




Fig. 6. The effect of roller types on the abrasion resistance(Nm 1/30, wool fineness=19 μ m, N=360).

3.4 솔로 스피너 롤러의 변형

3.3 항에서는 세번수화되고 불균제도가 증가되는 현상을 개선하여야 제직중 내마모성이 더욱 향상됨을 알 수 있었으며, 세번수화와 불균제도의 악화는 롤러의 홈이 웨브를 침투할 때 일부 섬유를 밀어내면서 발생하는 섬유의 비산과 불균일한 드래프트에 기인하므로 이러한 현상의 감소를 위하여 Fig. 7(B)와 같이 홈을 이루는 돌출부의 끝이 둥근 롤러를 사용하여 방적하고 그 결과를 Table 4에 보인다.

Table 4에서 홈을 이루는 돌출 부위가 둥글 때 실의 불균제도와 강력은 향상되었다. 이는 돌출 부위가 프론트 롤러에서 방출되는 웨브를 침투할 때

Table 4. The comparison of yarn quality between square edge and round edge of Solo-spun rollers (nominal count Nm 1/30, twist multiplier 120(tpm / \sqrt{Nm}))

wall shape		Count (Nm)	Irregularity (CV%)	Thin Places (No./km)	Thick Places (No.km)	Hairiness (No>3mm)	Strength (cN)	Elongation (%)
	mean	30.72	14.1	3.67	2	50	256.8	23.42
	s.dev	0.29	0.27	2.08	2.65	-	27.17	4.89
	mean	30.6	13.90	2.33	1.33	48	263.2	23.67
	s.dev	0.32	0.10	0.58	1.15	-	39.42	6.91
ring spun	mean	29.82	13.78	2.33	1.33	118	267.7	21.73
	s.dev	0.23	0.59	0.58	1.15	-	25.12	6.88

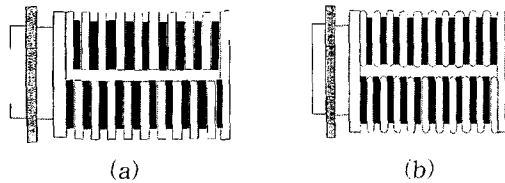


Fig. 7. The shape of ; (a) solo spun roller 1, (b) solo spun roller 2.

등근 끝이 섬유에 비산과 부정 드래프트를 적게 발생시키기 때문으로 생각된다.

4. 결 론

솔로 스펀 방적에서 솔로 스펀 롤러가 사를 형성하는 과정과 실의 성질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 솔로 스펀 롤러 원형과 변형한 롤러 4개를 제작하고 이를 사용하여 링 방적과 비교하며 방적 과정을 관찰하고, 방적인 실의 모우 수준과 내마모성을 시험한 결과를 검토하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 솔로 스펀 롤러의 홈이 좁을수록 섬유의 집단 이전은 활발하며 실의 모우 수는 감소한다.
2. 홈이 없는 구간은 합일점의 이동 거리를 대폭 증가시키며 랩핑섬유가 발생되게 하고 실의 내마모성을 크게 향상시킨다.
3. 솔로 스펀 실은 섬유의 집단 이전이 활발한 부분과 집단 이전이 거의 없는 부분으로 구

성되어 있으며 이는 롤러 표면에 홈이 없는 구역에 의하여 발생된다.

4. 솔로 스펀 롤러의 돌출 부위를 둥글게 하면 세번수화와 불균제도의 악화 경향을 감소시킬 수 있다.

감사의 글

본 연구는 RRC(과제명 : 의류용 천연/PET 복합사 및 직물개발을 위한 최적생산 조건 연구)의 연구 결과의 일부로서 관계기관에 감사의 뜻을 전한다.

참고문헌

1. D. E. Plate, *Textile Horizons*, **2**(2), 34 (1982).
2. 編輯部, *纖維工業*, **73**(11), 17(1982).
3. 編輯部, *産業技術*, **190**(5), 75(1982).
4. H. Stalder, "New Spinning Processes And Their Possible Applications and Development Potential", lecture presented At E.T.H., Zurich, Swiss.(1993).
5. D. H. Lee, E. H. Kim, and S. M. Lee, *J. The Korean Fiber Soc.* **26**(6), 1(1989).
6. S. H. Park and S. J. Kim, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, To be published.