

단섬유면을 사용한 OE방적

-실과 직물의 특성을 중심으로-

서 론

최근 OE방적사에 관한 연구가 많이 있었다. 여러 타입의 면을 사용해서 연구하고 또 실제 경험에 의하면 OE방적사는 균제도, 신도, 벌키성이 링방적사 보다 낮고 강력은 약한 것으로 나타났다. 이러한 실을 사용해서 직물을 제작하면 직물의 특성이 상이하리라고 생각된다.

Krause와 Soliman에 의하면 OE방적사의 강력저하는 섬유장이 긴 것 보다 짧은 것이 적다고 했다. 이와 같은 이점은 태번수에서 OE방적이 경제적으로 유리하다는 것과 더불어 단섬유면 및 낙면을 사용할 수 있는 가능성을 보여 준다. 그러나 이러한 면을 사용해서 실이나 직물을 만들어 자세히 연구한 것은 아직 없었다. 따라서 이 연구의 목적은 단섬유면을 사용한 OE방적사 및 그 직물의 물리적 특성을 조사하고 이를 링방적사 및 그 직물과 비교하는 것이었다.

원료 및 방법

원 료

섬유장이 16.0~24.4mm의 낙면을 혼합한 5개의 샘플을 포함해 모두 14개의 샘플을 취했는데 섬유의 특성은 Table I 과 같다. 이러한 샘플들은 OE방적과 링방적으로 똑같이 방출했다. 6s 내지 19s의 실을 23종으로 각각 뽑았다. OE방적에서는 연계수를 링방적의 경우 보다 크게 주는 것이 상식이나 이 때에 하나의 문제점을 제기해 주는데 왜냐하면 이와 같이 다른 연수를 주면 어느

한 쪽은 정상적인 용도에 쓸 수 없을 것이다. 따라서 링방적 및 OE방적에서 최적강력을 주도록 서로 근사한 연수를 사용하였다.

<Table I> 사용원면의 특성

Cotton	Span length, 2.5%	mm 50%	Uniformity ratio, %	Fineness, μg/in.	Strength at 1/8-in, g/tex	Maturity coefficient
320F	22.6	10.7	47.2	4.72	16.1	0.82
Laxmi	23.1	10.4	43.6	3.60	17.4	0.77
Jayadhar-1	20.8	9.8	45.1	4.46	19.6	0.87
L-147-1	24.4	10.9	44.8	4.30	21.1	0.92
L-147-2	23.9	10.9	45.7	4.70	22.1	0.82
Jayadhar-2	22.6	10.2	44.9	5.50	18.4	0.85
Bengal Desi	16.0	8.2	51.4	7.26	17.0	0.87
Western farm	21.4	10.0	46.7	4.73	20.9	0.72
Mixing B1	22.7	10.1	42.7	4.10	17.2	0.88
Mixing B2	21.6	9.7	44.7	4.40	17.2	0.88
Mixing A1	22.2	9.9	44.8	5.05	19.7	0.90
Mixing A2	22.2	10.1	45.7	5.15	19.0	0.90
G-6	22.6	10.3	45.6	4.80	21.4	0.82
KR Mixing	22.6	8.7	38.6	5.10	17.1	0.81

방 법

OE방적사는 SITRA에서 개발한 OE시스템으로 방출하였다. 4rotor짜리인 이 기계의 주요특징은 (1) 로빙을 적당한 가늘기로 드래프트하여 피드튜브로 공급해 주는 two-zone top arm 드래프팅 시스템, (2) 드래프트된 섬유를 V형의 Collecting surface에 수직으로 투입하도록 하는 rotor bead, (3) rotor의 내부에 부분적으로 진공을 생성시키는 air pumping 구멍, (4) 섬유를 공급한 쪽과 같은 쪽에서 조그만 구멍을 통해 rotor의 전면 축방향으로 실을 권취하는 장치, (5) rotor의 회전을 35, 000rpm까지 낼 수 있는 고속 볼베어링, (6) 볼베어링을 윤활하기 위한 오일 분무장치, (7) rotor를 구동시키는 변속모터, (8) 프론트 드래프트 롤러와 델리버리 롤러의 속도를 무한정 변화시킬 수 있는 Kopp변속장

치, (9) 방출된 실을 감는 치즈 등이다.

5kg의 면을 사용해서 소규모로 재래식 기계에서 각 공정을 거친 후 링방적사 및 OE방적사로 방출하였다. 로빙의 변수는 0.8내지 1.0이었고 rotor의 속도는 26,000에서 31,000까지 사용하였다. 링방적사 및 OE방적사에 대해서 강력, 신도, 균제도 및 표면결점들을 시험했다.

몇 개의 샘플은 링 및 OE방적사를 충분히 방출해서 Table II에서 보는 바와 같이 직물로 제직해 보았다.

<Table II> 시직한 직물의 조직

Fabric No.	Cottons	Fabric type	Construction
1	Mixing B1 Mixing B2	Plain weave (casement)	$\frac{19s \times 10s}{56 \times 46}$
2	Mixing B1 Mixing B2	Plain weave (Tussore)	$\frac{2/19s \times 12s}{58 \times 38}$
3	Mixing B2	Twill (3 up, 1 down)	$\frac{9s \times 12s}{102 \times 50}$
4	Mixing A1 Mixing A2	Twill (3 up, 1 down) Grey	$\frac{16s \times 12s}{86 \times 40}$
5	Mixing B2	Cellular Shirting	$\frac{9s \times 12s}{76 \times 44}$
6	G-6	Denim (Ring-spun warp, OE-span weft)	$\frac{12s \times 10s}{84 \times 55}$
7	KR Mixing	Brighton honey comb	$\frac{10s \times 10s}{68 \times 60}$

가호와 정경은 Shirley Miniplus 정경기를 사용해서 21인치의 작은 빔을 준비하였다. 직물에 대해서는 다음과 같은 시험을 행하였다. 즉 크림프, 하중-신도, 파열강도, 마모강도, 공기투과도 및 인열강도 등이다. 링방적사와 OE방적사를 비교하기 위하여 동일한 방법으로 가공했으며 직물의 특성은 가공된 직물에 대해서 결정하였다. 한 직물에서만 생지를 탈호한 후 시험하였다.

결과와 검토

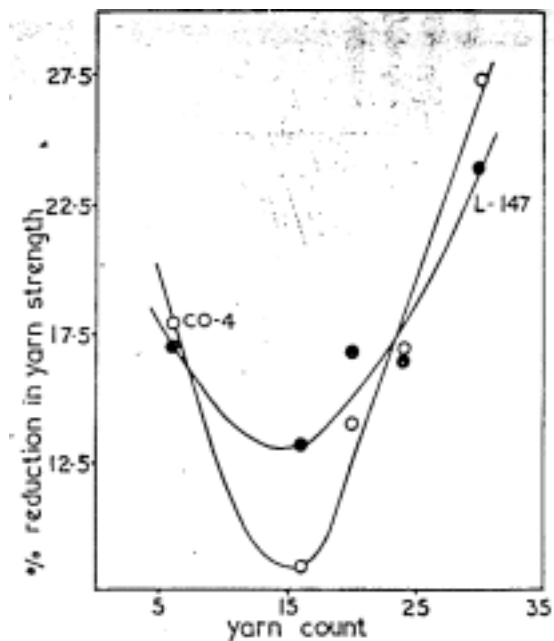
단사의 강력과 그의 변동

링방적사와 OE방적사에 대한 변수별 단사강력과 그 변동은 Table III과 같다. 일반적으로 OE방적사에 있어서 링방적사에 대한 강력저하는 6s에서 가장 높아 39.5%~47.1%였고 10s와 23s에서는 비교적 적어 9.5%~31.1%임을 나타냈다. 이와 같은 결과는 기대와 상반되는 것이었는데 왜냐하면 유럽의 OE정방기 사용자들은 단섬유면이 장섬유면 보다 OE방적사나 링방적사의 강력에 보다 바람직한 결과를 준다고 주장하고 있기 때문이다. 실험샘플 중 가장 짧고 가장 태섬도인 Bengal Desi면은 위의 주장과 일치해서 6s일 때의 강력저하는 2%에 불과했다. OE방적사의 강력저하의 주된 원인인 화이버훅크가 이면에서는 실제로 없었던 것이 아닐까 생각된다.

Table III. 변수별 단사강력과 그 변동

Cotton	Ring-spun yarn		Count	OE-spun yarn		% Reduction in strength
	Single yarn strength, g	CV of yarn strength, %		Single yarn strength, g	CV of yarn strength, %	
320 F	1232.4	8.1	6s	632.5	9.1	44.7
Laxmi	1252.2	9.3	6s	674.9	11.1	46.1
Jayadhar-1	1231.9	10.8	6s	749.6	10.7	39.5
L-147-1	1353.8	9.4	6s	779.6	10.9	42.6
L-147-2	1363.3	7.9	6s	720.8	11.3	47.1
Jayadhar-2	1357.6	9.8	6s	719.9	9.6	47.0
Bengal Desi	667.2	16.4	6s	654.4	9.8	2.0
Western Farm	1253.3	10.3	6s	723.3	10.9	42.5
KR Mixing	—	—	6s	813.5	7.8	—
B2 Mixing	708.0	17.5	10s	639.5	8.9	9.7
G-6	735.1	12.5	10s	654.3	11.5	11.4
KR Mixing	609.3	11.4	10s	532.3	10.7	12.6
320 F	610.1	11.7	12s	502.3	8.5	17.7
Laxmi	626.0	10.6	12s	465.8	11.4	25.6
Jayadhar-1	610.0	12.2	12s	469.0	9.6	23.2
L-147-1	668.1	10.9	12s	536.5	8.8	20.3
Jayadhar-2	643.2	12.6	12s	529.8	10.2	17.6
Flat strips	500.6	15.0	12s	348.9	9.8	30.3
Western	539.9	12.9	12s	487.5	9.0	17.4
Mixing B2	565.1	12.7	12s	492.8	8.0	12.8
Mixing A1	610.6	13.2	12s	552.5	7.9	9.5
Mixing B1	460.4	14.2	16s	316.1	10.5	31.3
Mixing A2	492.4	8.9	16s	369.5	11.6	25.0
Mixing B1	377.9	12.6	19s	308.5	10.5	18.4

면의 종류와 실의 변수에 따라 각각 다른 양상이 나타났음에 비추어 볼 때 동종의 면으로 두 시스템에서 여러 변수의 실을 방적하여 검토하는 것이 순서일 것이다. 이와 같은 의도에서 L-147과 CO4의 두 면을 6s~30s의 범위에서 여러 가지 변수로 방출했다. Fig.1은 변수별 OE방적사의 강력저하율을 보인다. OE방적사의 강력저하는 가장 태변수와 가장 세변수에서 더 컸음을 보여 준다. 각각의 면마다 강력저하율이 최소인 최적변수가 있는 것으로 나타났다.



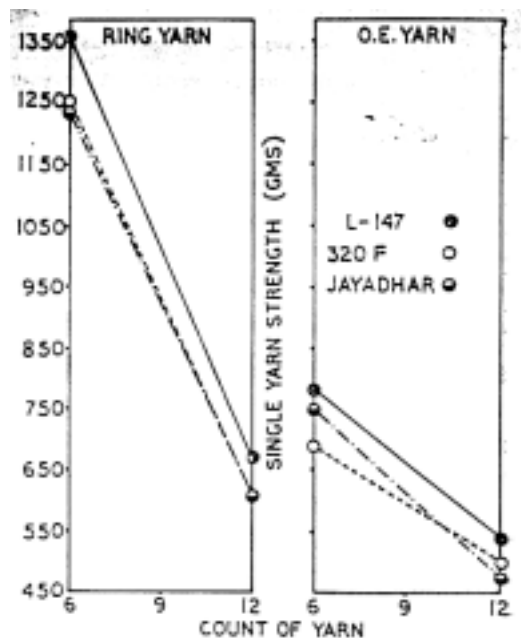
<Fig 1> 변수에 따른 OE사의 강력저하율

여러 변수에서 강력저하가 비교적 높았던 이유는 이 연구에서 규명되지 못했다. 아마도 가장 태변수인 경우의 더 큰 강력저하는 섬유가 rotor에서 집적될 때 섬유속이 더 큼으로 인하여 섬유의 배열이 불량했기 때문인 반면 가장 세변수인 경우에는 실의 주위를 둘러 쌓는 섬유의 비율이 보다 커서 강력에의 기여도가 낮았던 탓이 아닐까 생각된다. 또한 SITRA가 개발한 OE방적기의 메커니즘 및 구성, 섬유의 공급속도가 이 연구에서 사용된 면과 실

의 변수에서 최적이지 않았기 때문일 수도 있다. 다른 OE방적시스템이나 또는 다른 구성을 갖는 OE방적기로 방출하였더라면 OE방적사의 강력저하는 이 경우처럼 그렇게 높지 않을지도 모른다. 이러한 점을 규명하기 위한 비교 실험은 SITRA에 Suessen의 OE spin tester가 입수되는 대로 착수할 예정이다.

또한 변수가 6s에서 12s로 증가할 때 강력저하는 링방적사에서 약 50%로 OE방적사에서의 30%보다 더 큰 것으로 나타나 주목을 끈다. 링방적사 대신 OE방적사를 사용해서 직물을 제직할 때는 그 성능이 낮아지리라는 것은 앞서 결과에서 자명한 일이다. OE방적사를 사용할 때에는 최적의 품질과 공정 특성을 부여하는 면을 선택해서 최적변수로 방출해야 할 것이다.

OE방적사의 절단신도는 링방적사 보다 0.2~2.3% 더 컸다. OE방적사의 신도는 원면의 섬유장에 비례함을 보였다. 따라서 섬유장이 길수록 신도는 증가했다. 섬유의 다른 특성에는 별 영향이 없는 걸로 나타났다.



<Fig 2> 변수의 증가에 따른 강력의 저하

절단신도의 증가는 원면의 종류나 실의 변수에 따라 변화가 심했지만 섬유의 특성과는 뚜렷한 관련이 없는 것으로 나타났다. 신도의 증진은 6s에서는 12s보다 적었다.

사용한 원면의 수가 적었으므로 섬유와 실의 특성사이의 관계를 통계적으로 자세히 분석하지는 못했다.

그러나 그래프에 의한 분석에서 보면 링방적사와 OE방적사의 강력에 영향을 미치는 섬유의 특성은 그 정도차이는 있겠으나 근본적으로 같은 것으로 보인다. 섬유장, 섬유장의 균일성, 섬도 및 강력은 OE방적사의 강력과 유연한 것으로 나타났다.

실의 균제도

기대했던 바와 같이 단섬유장의 면으로 방직한 OE사는 링방적사의 경우보다 균제도가 좋았는데 4%~27% 정도 좋았다. 섬유장, 섬도, 섬유장의 균일성은 링방적사나 OE방적사에서 똑같이 실의 균제도와 상관이 있는 것으로 나타났다. 링방적사에 비한 균제도의 향상은 12s에서 보다 6s에서 더 적었다.

단사강력의 변동계수

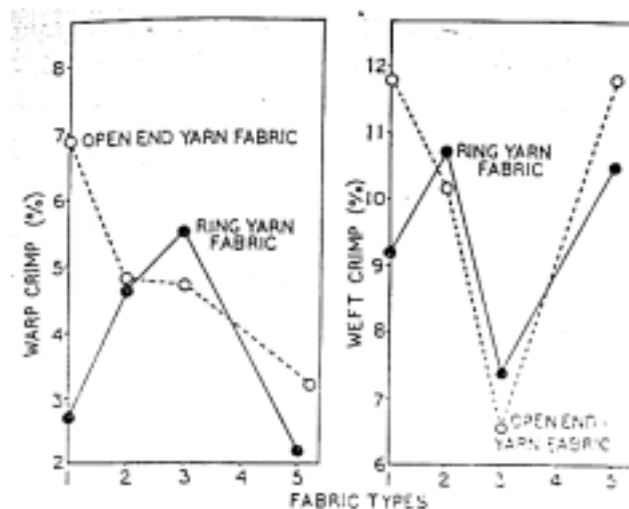
단사강력의 CV는 링방적사의 경우 7.9%에서 17.5% 사이인데 반해 OE방적사는 7.9%에서 11.9%사이였다. 12s의 경우 OE방적사의 단사강력 변동계수는 링방적사보다 0.4~5.2% 낮았으나 6s에서는 링방적사가 일반적으로 강력의 균제성이 약간 더 좋았다. 강력변동계수는 두 변수의 실에서 균제도와 똑 같은 경향을 보였다. 일반적으로 섬유의 특성은 OE방적사나 링방적사의 단사강력과 일관성 있는 아무런 관계가 없는 것으로 나타났다.

직물의 특성

이번 연구에서는 여러 가지 제한적이 여건으로 제직 중의 실끊김에 대한 자료를 모으기란 불가능했으나 OE방적사는 제직 중 어떤 문제점이나 어려운 점을 야기치는 않았다.

크림프

Fig.3은 링방적사와 OE방적사로 여러 조직의 직물을 짤 때 실의 크림프를 비교한 것이다. 양쪽 직물 모두 위사의 크림프가 경사의 크림프보다 더 컸는데 이는 아마도 각 직물에서 경사의 밀도가 위사의 밀도보다 컸기 때문인 것으로 생각된다. 대부분의 경우 OE방적사로 된 경사는 링방적사로 된 경사보다 크림프가 높았으나 위사에서는 어떤 경향도 나타나지 않았다.

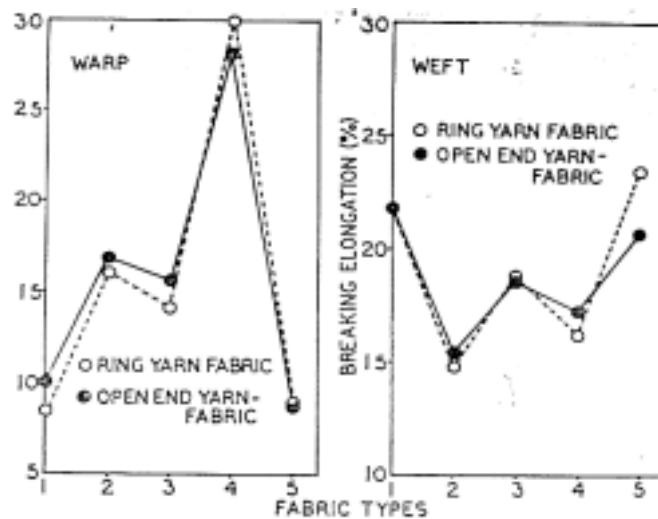


<Fig 3> 링 및 OE사 직물의 경위사 크림프

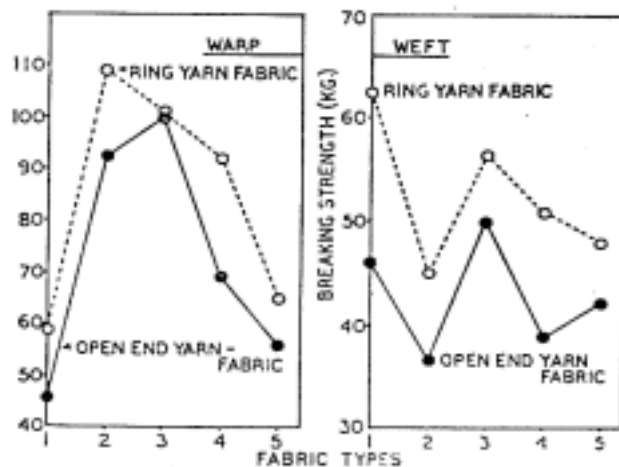
절단강도와 신도

OE방적사로 제직한 직물은 링방적사의 그것보다 경위사방향의 절단신도가 대부분 약간씩 높았다(Fig.4).

직물의 강력은 OE방적사의 경우가 17% 정도 낮았는데 경사방향으로는 0.8~22.6%, 위사방향으로는 11.6~26.5% 감소율을 보였다. Fig.5는 경위사 방향의 강력변화를 보인다. OE방적사의 낮은 절단강도는 직물의 강력에도 영향을 미치고 있다. OE방적사 직물의 work of rupture는 링방적사 직물의 그것보다 대부분 적었다(Table IV). 이는 OE방적사 직물의 절단강력의 저하가 절단신도의 증가에 의해 보완되지 못함을 의미한다.



<Fig 4> 링 및 OE사 직물의 절단신도



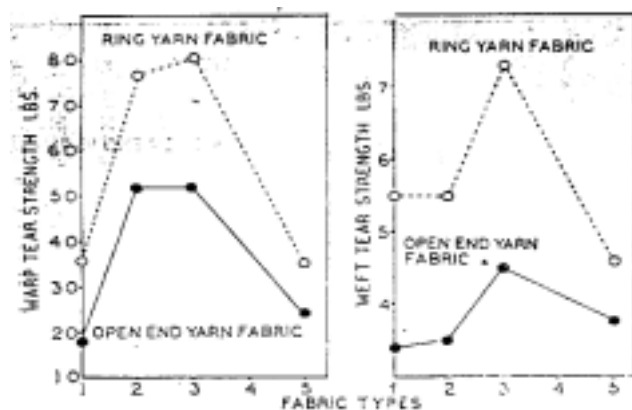
<Fig 5> 링 및 OE사 직물의 절단강도

<Table IV> 링 및 OE사 직물의 work of rupture

Fabric types	Work of rupture, ring-spun fabrics, lbs×%		Work of rupture, OE-spun fabrics, lbs×%	
	Warp	Weft	Warp	Weft
Casement	504.0	1354.1	459.0	1000.6
Tussore	1753.2	666.0	1563.3	567.3
Twill	1431.4	1062.2	1560.0	930.0
Grey twill	2781.2	831.3	1957.1	678.2
Cellular shirting	575.5	1132.7	483.7	875.6

인열강도

Fig.6은 여러 가지 조직을 갖는 직물의 인열강도를 보인 것이다. OE방적사 직물은 링방적사 직물보다 인열강도가 평균 35% 낮았는데 경사방향으로 27.5%~49.2%, 위사방향으로는 18.0~39.1% 낮았다. 이는 OE 방적사의 절단강도가 낮은 것에 기인함이 분명하며 또한 실의 표면특성에 연유할 수도 있다. 크림프의 정도에 따라서 실의 신도는 변하며 따라서 하중이 걸리는 실의 수가 변하게 된다. 경사와 위사사이에는 크림프의 정도가 다르고 변수가 다르다는 것에 비춰보면 그들 사이에 인열강도의 차이는 있게 마련이다.

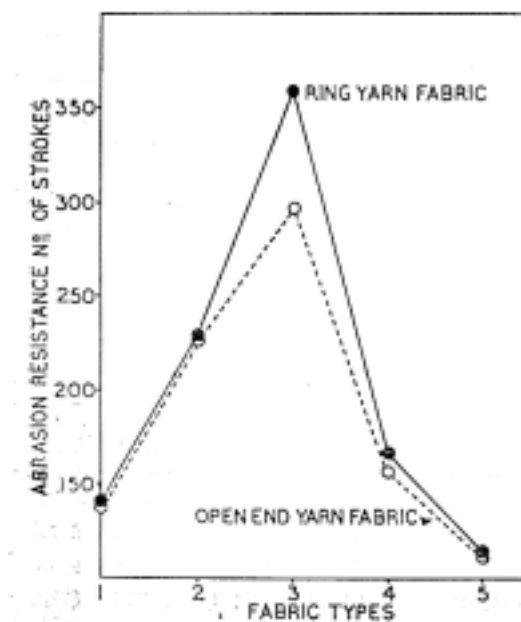


Tear strength of ring and open-end-spun yarn fabrics.

<Fig 6> 인열강도의 비교

마모강도

마모강도의 시험은 평마모시험기를 사용하여 측정하였다 Fig.7은 두 종류의 실로 제직한 직물의 조직에 따른 마모강도의 변동을 보인 것이다. 모든 조직에 있어서 OE방적사 직물의 마모강도는 링방적사 직물보다 약간씩 낮다. 대부분의 경우 그 차이가 매우 작아서 유의하지 않을지도 모른다. OE방적사 직물의 절단강도가 링방적사 직물보다 상당히 낮음에도 불구하고 마모강도에 있어서는 그렇게 차이가 나지 않는다는 것은 흥미있는 일이다. 아마도 직물의 마모강도에 있어서 크립프의 정도, 신도 및 직물표면의 특성이 절단강도 보다 더 크게 영향을 미치는 것 같았다.

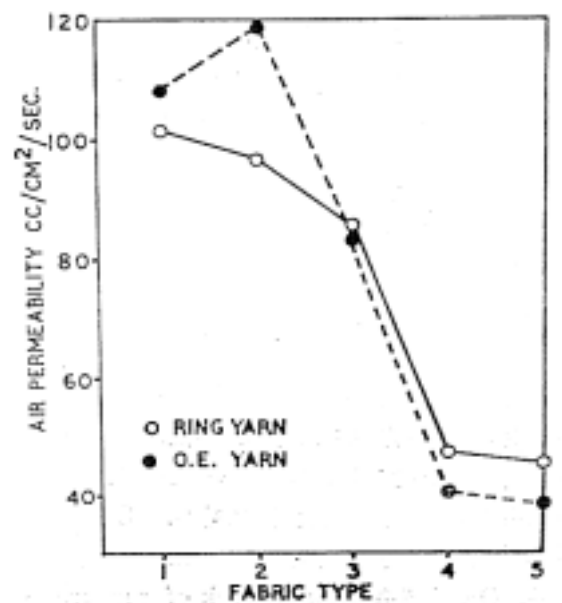


<Fig 7> 마모강도의 비교

공기투과성

Fig.8은 조직에 따른 공기투과도를 보여 준다. 평직의 경우 OE방적사 직물의 투과성이 링방적사 직물보다 약간 더 높았다. 기타 조직에서는 그 차이가

비록 적고 유의하지 않을 지도 모르나 링방적사 직물의 공기투과도가 약간 씩 더 높았다. OE방적사의 벌키성이 높은데도 불구하고 평직에서 OE방적사 직물의 공기투과성이 더 높았다는 것은 이상하게 보이나 이는 아마도 OE 방적사 직물에서 실이 납작하게 되는 정도가 덜 할 뿐 아니라 크림프 정도가 높은데서 연유할지도 모른다. Mohamed와 lord는 직물의 단면을 관찰한 결과 링방적사가 OE방적사 보다 수성처리에 대해서 흡착성이 좋음을 알았다. 이는 OE방적사의 경우 생성되는 섬유의 장력이 더 낮기 때문이다. 따라서 링방적사는 OE방적사 보다 그 벌키성을 증가시키려는 경향이 있으며 가공직물에서의 벌키성과 실 상태에서의 벌키성의 차이는 이런데서 온다고 생각된다. 직물의 수축성의 차이와 이에 따른 피복성의 변화는 공기투과성의 차이를 야기시켰을지도 모른다.

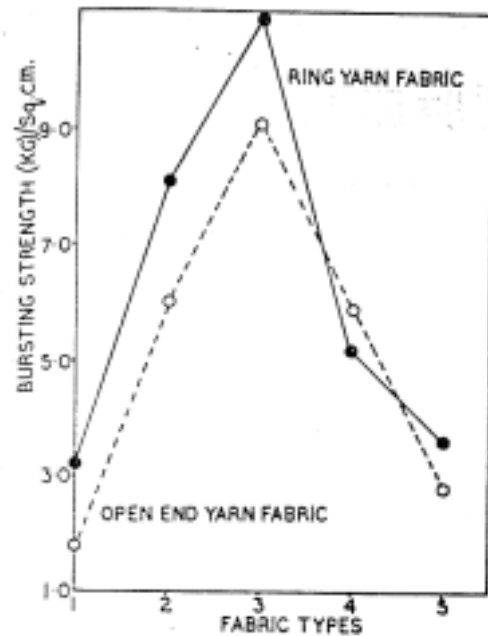


<Fig 8> 링 및 OE사 직물의 공기투과성

파열강도

Fig. 9는 OE방적사 직물의 파열강도가 16.5~41.6% 정도 링방적사 보다 낮

은 것을 보여 준다. 감소정도는 조직 및 경위사의 품질에 좌우된다. OE방적사의 낮은 강력은 그것으로 짠 직물의 파열강도에도 역시 영향을 미친다.



<Fig 9> 파열강도의 비교

요약 및 결론

이 연구의 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 링방적사에 대한 OE방적사의 강력저하율은 면섬유의 특성 및 실의 변수에 따라 좌우된다. 면의 종류에 따라 강력저하율이 최소가 되는 최적변수가 존재한다.
2. 실의 변수가 커짐에 따른 강방의 감소는 링방적사가 OE방적사 보다 상당히 컸다.
3. OE방적사 직물의 절단강도, 파열강도 및 인열강도는 링방적사의 경우보다 상당히 낮았으나 절단신도, 마모강도 및 공기투과도는 그다지 차이가 없었다.

4. OE방적사를 사용할 때 고려해야 할 점은 사용된 실의 특성에 알맞은 직물의 조직이다. 링방적사를 대신해서 무조건 OE방적사를 사용하면 직물의 품질 및 성능이 떨어질 우려가 있다.