

마찰, 로터, 링방적 면사로 제작한 직물의 특성 비교

1. 서 론

마찰 오픈엔드 정방의 출현으로 새로운 실을 원료로 제작한 직물의 성능에 반영된다는 것을 알았다. 특히 초기의 로터방적사로는 거칠고 강도가 약한 직물이 생산되었다. 초기의 로터방적사로는 거칠고 강도가 약한 직물이 생산되었다. 초기의 마찰방적사는 약하고, 직물의 품질 역시 그 영향을 받는 것으로 알려졌다. 오늘날의 오픈엔드 마찰방적사도 그다지 강하지 않다. 이러한 실들로 이루어진 직물의 특성에 관하여 발표된 것이 거의 없다.

마찰방적사의 강도가 약하기 때문에 단지 위사로 사용하여 일련의 직물을 만들었다. 경사는 여러가지 실을 사용하였으나, 위사는 모두 로터, 마찰, 링방적사로 방출한 Ne 30 면사였다. 직물을 이루는 실의 종류에 따라 간단하게 로터, 마찰, 링직물이라고 칭한다. 재래식 시험법과 Kawabata 시험법으로 시험하였다.

2. 실 험

가. 시료준비

<표 1>에 사용한 실에 대해서 자세히 설명되어 있다. 로터방적사, 마찰방적사, 링 방적사는 각각 Schubert & Sulzer RU11기, Platt-Saco-Lowell Master 정방기, Saco-Lowell 링정방기로 방출하였다. 모든 실은 각각의 방적공장에서 특별한 정방시스템을 경험한 후에 가장 적당하다고 생각하는 면섬유를 가지고 생산한 것을 얻은 것이다. 최적의 성능을 얻기 위해서는 다른 공정에서는 다른 섬유가 필요하기 때문에 이것은 정확히 똑같은 섬유를 처음부터 끝까지 사용하는 것보다 더 나은 것으로 생각된다. 실의 공칭변수는 모두 Ne 30 영

국식 면사변수였으며 꼬임수준은 방적공장에서 가장 적당하다고 인정되는 것이었다.

<표 1> 실의 특성

항 목	마찰방적사	로우터방적사	평방적사
변수, Ne	30	30	31
撚係數	6.07	5.4	4.2
강도, cN/tex	8.44	10.14	14.71
절단신도, %	6.34	6.68	8.77
평방적사에 대한 강도, %	57.4	68.9	100.00

<표 2>에 경사 A, B, C, D, E에 관해 설명되어 있다. 위사와 경사 사이의 상호작용을 판정하기 위해서 광범위한 경사를 선택하였다. 두가지 변수의 경사가 사용되었고 필라멘트와 스테이플사가 모두 포함되었다. 직물 A, B, C는 평직, D와 E는 3×1 능직이었다. A는 Elitex 싱글 에어제트직기, B는 Tsudakoma의 멀티 에어제트직기, C는 Sulzer의 그리퍼직기, 그리고 D와 E는 Draper 레피어직기로 제작하였다.

<표 2> 직물설명

직물	경 사		위 사		경·위사 밀도	
	실의 종류	변수	실의 종류	변수		
직물A	면	29	면	30	72×70	P
직물B	폴리에스테르 필라멘트	30	면	30	90×50	P
직물C	폴리에스테르/모	17	면	30	68×52	P
직물D	면	17	면	30	56×34	T
직물E	면	17	면	30	56×56	T

* P=평 직, T=3×1 능직

마찰방적사로 제작하는 경우 멀티 에어제트직기에서는 어려움이 없었으나 싱글 에어제트직기에서는 직기의 정지가 빈번함을 발견하였다. 그리퍼직기에서는 경사의 장력을 상당히 감소시켜야만 했는데 그렇지 않을 경우에는 직물이 직기의 템플에서 찢어졌다. 레피어 직기에서는 큰 어려움이 없었으나 꼬임의 안정성이 문제였다.

재료가 부족하여 모든 직물들을 하나로 연결하였으며 일정한 폭을 갖도록 폭출작업을 하였다. 그러나 그것은 단지 폭방향으로 완만하게 신장시킨 것에 불과하다. 연결부위에서의 불연속적인 부분은 제외했다.

나. 시 험

경·위사 밀도는 각 시료마다 임의로 선택한 10군데서 밀도자로 측정하였다. 실의 변수를 결정하기 위해서 약 250m 길이의 실을 사용하였다. 경사와 위사의 크림프는 직물로부터 20cm를 풀어낸 시료를 Suter 크림프시험기로 15올을 시험하여 결과를 기록하였다. 인장강도는 ASTM D1682의 1in 레블스트립 법으로, 인열강도는 ASTM D2261법에 의해 측정하였으며, 굴곡마모강도는 ASTM D3885에 의해 Universal wear 시험기로 측정하였다. 굽힘저항은 ASTM D1388에 의해 Shirley stiffness 시험기로, 구김회복성은 ASTM D1295에 의하여 Vertical strip wrinkle recovery apparatus로 측정하였으며 직물 두께는 가압면의 직경이 0.375in인 Ames 두께 측정기로 측정하였다.

전단 모듈러스와 이력(hysteresis)은 가와바다 인장전단시험기 KES-FB-1로, 굽힘저항 모듈러스와 이력은 가와바다 pure bending시험기 KES-FB-2로, 직물 두께 압축은 가와바다 압축시험기 KES-FB-3으로 측정하였다. 압축시험에 사용된 압력수준은 0.5와 50g/cm²이었다.

3. 결과 및 고찰

가. 직물의 인장성질

비교하고자 하는 실을 단지 위사방향으로만 사용한 생각하면 위사방향의 직물강도가 대체적으로 사용한 위사의 강도에 비례할 것으로 생각될 것이다. 그러나 실제로는 <표 3>에서 보듯이 그렇지 않았다. 평직의 경우, 마찰직물의 위사방향의 강도는 링직물의 약 70%(실의 경우는 57%)였으며, 로터직물의 107%(실의 경우는 87%)였다. 능직의 경우에는 각각 66%와 76%였다.

<표 3> 직물의 위사방향의 인장강도 및 신도

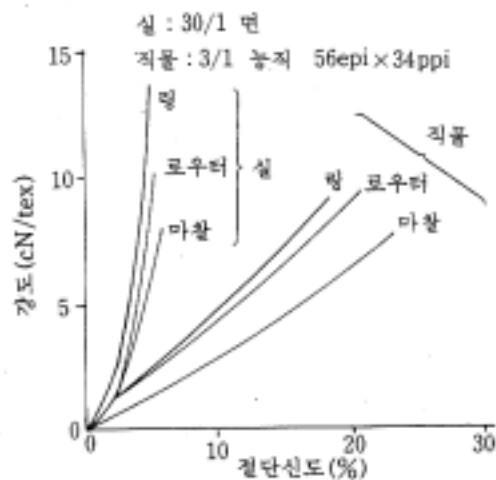
직 물	강도 比			절단신도 比		
	마찰/로우터	마찰/링	로우터/링	마찰/로우터	마찰/링	로우터/링
A 평직	—	0.69	—	—	0.97	—
B 평직	1.09	0.74	0.68	0.75	0.67	0.89
C 평직	1.04	0.68	0.65	0.92	0.72	0.78
평직평균	1.07	0.7	0.67	0.84	0.79	0.84
D 능직	0.70	0.66	0.94	1.24	0.69	0.56
E 능직	0.81	0.65	1.13	1.09	1.21	1.11
능직평균	0.76	0.66	1.04	1.17	0.95	0.84
전체평균	0.91	0.68	0.85	1.00	0.85	0.84
CV%	21	6	27	21	28	27

※ CV%는 직물구조에 따른 차이의 정도를 나타내고, 비는 위사를 바꾼 효과를 나타낸다.

이것은 직물상태에서의 보조효과가 능직보다는 평직에서 더 큰 영향을 준다는 것을 의미하며 여러 사람들의 실험결과와도 일치한다. 마찰방적 위사와 링방적 위사를 비교했을 때 평직에서 직물보조효과의 차이는 평균적으로 약 13%였다. 그러나 표출된 실의 길이가 긴 능직의 경우에는 그 차이가 약 4%에 불과하였다. 그러므로 위사를 따라서 압력점이 서로 밀집해 있으면 직물은 섬유강도 이상으로 사용할 수 있으며 보다 높은 응력이 부과될 때 까지

는 섬유유의 미끄러짐이 발생하지 않았다. 압력점이 분산될수록 섬유유 미끄러짐이 더 많이 발생하였다. 이것은 500mm, 6mm 게이지로 파지길이를 달리하여 실을 인장시험 함으로써도 알 수 있었는데, 이 실험에서 링방적사와 비교한 마찰방적사의 강도는 59%에서 68%로 증가하였다. 이러한 거동은 마찰방적사의 섬유유는 고리모양 아니면 변형된 모양으로 연결되어 있어서 섬유유의 인장에 대한 한계값이 작아졌음을 알 수 있다. 섬유유들은 실제보다 짧은 것처럼 거동하며 고밀도직물에서는 보다 많은 섬유유들이 하중을 받게 되어 직물보조 효과가 증가한다.

위사방향의 절단신도는 마찰, 로터직물 모두가 링직물 보다 낮았는데 이런 사실은 마찰, 로터방적사의 강도가 낮은 것으로 설명될 수 있을 것이다. <그림 1>은 직물과 실에 대한 전형적인 하중-신장 곡선의 비교를 나타낸다. 저밀도 능직을 예로 들었음에도 불구하고 직물의 모듈러스가 실의 경우보다 낮음을 주목하기 바란다. 모듈러스의 큰 차이는 직물신장에 있어서 실의 크림프의 이동에 기인한다. 마찰방적사와 직물이 다른 부류의 것들보다도 더 낮았다.



<그림 1> 실과 직물의 하중-신장 곡선의 비교

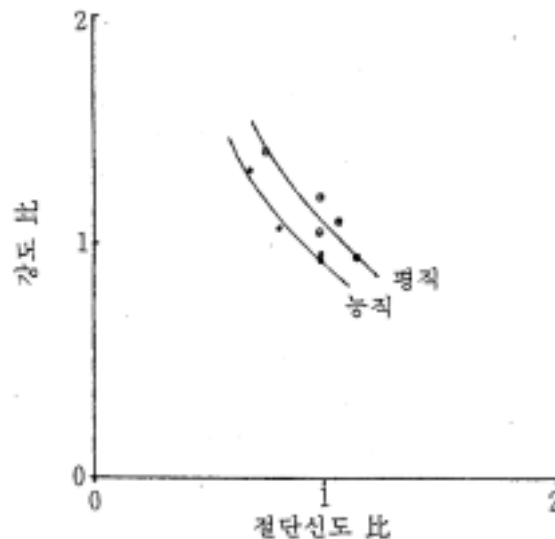
3종류의 위사를 시험하는데 있어서 경사는 모두 같은 것이었다. 일견하여 경사방향의 강도는 각 경우에 변하지 않을 것이라고 생각할지도 모르나 실제로는 큰 차이가 있음을 <표 4>에서 확실히 알 수 있다. 마찰직물은 로터직물과 비교했을 때 경사방향의 강도가 평직에서는 32%, 능직에서는 13%가 증가함을 나타냈다. 링직물과 비교했을 때는 평직의 경우에는 단지 4%의 증가를 보였고 능직의 경우에는 1%의 감소를 나타냈다. 로터직물과 링직물을 비교하면 경사방향의 강도에서 14%의 차이가 있다. 이런 차이는 직물절단부위에서 실의 크림프의 변동 혹은 경사손상에 의한 것일 수 있다. 그러나 경사손상에 의한 것은 확실한 것 같지 않는데 경사가 필라멘트인 직물 B의 경우가 특히 그렇다. 일축방향의 응력을 받는 직물에서의 실의 크림프는 응력을 받지 않는 상태의 직물에서의 실의 크림프와 같지 않다. 이 결과는 직물절단부위에서의 경사크림프의 차이는 마찰 혹은 링방직 위사 대신에 로터방직 위사로 대체함으로써 야기됨을 의미한다.

<표 4> 직물의 경사방향 인장강도 및 신도

직 물	강도 比			절단신도 比		
	마찰/로우터	마찰/링	로우터/링	마찰/로우터	마찰/링	로우터/링
A 평직	—	0.95	—	—	0.97	—
B 평직	1.21	1.12	0.93	0.97	1.07	1.10
C 평직	1.42	1.04	0.73	0.75	0.98	1.31
평직평균	1.32	1.04	0.83	0.86	1.01	1.21
D 능직	1.32	1.07	0.79	0.67	0.80	1.19
E 능직	0.94	0.91	0.97	1.13	0.96	0.85
능직평균	1.13	0.99	0.88	0.90	0.88	1.02
전체평균	1.22	1.02	0.86	0.88	0.96	1.11
CV%	17	9	13	24	10	18

※ CV%는 직물구조에 따른 차이의 정도를 나타내고, 비는 위사를 바꾸는 효과를 나타낸다.

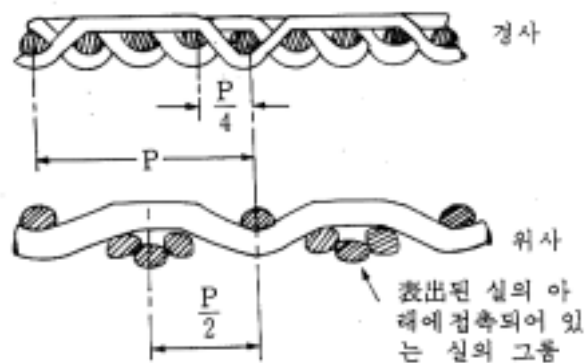
로터직물은 일반적으로 링직물보다도 경사방향의 절단신도가 더 큰데 이것은 앞절에서 내린 결론과 일치한다. 마찰직물은 대체적으로 경사방향의 절단신도가 비교적 낮다. 절단신도와 인장강도는 서로 연관이 있을 것으로 생각되었다. 두 변수의 관계를 그림으로 나타낸 것이 <그림 2>인데 이것은 일관성이 있음을 보여준다. 이것은 두 종류의 데이터에 모두 적용되며 경사크림프에 관한 추론의 타당성을 입증한다.



<그림 2> 링 로터 직물과 비교한 마찰직물의 경사방향의 강도비와 절단신도비 사이의 관계

마찰평직물은 다른 두 직물과 비교해서 전체평균 절단신도비가 0.95이고 표준편차는 0.12였다. 반면에 능직의 경우는 각각 0.89와 0.20이었다. 표준편차 혹은 변동계수는 직물의 결함이라기 보다는 직물구조의 변동을 의미하고 경□위사와 직물의 구조 사이의 상호작용의 정도를 판단하는 척도이다. 능직의 경우, 결과에 상당한 편차가 있었는데 그것은 대단히 저밀도인 직물 D를 포함시켰기 때문이다. 매우 고밀도인 직물 E의 경우에 마찰직물은 로터직물

보다 더 큰 절단신도를 나타냈는데 링직물보다는 약간 적었다. 이것은 평직에서의 결과와 일치하지 않는다. 그것은 표출된 실의 아래에 접촉되어 있는 실의 그룹<그림 3>에 의해 설명이 가능한데 원인이 무엇이든 간에 직물구조에 의존하는 요소가 확실히 존재한다.



<그림 3> 이론적인 직물의 단면도

나. 실의 크림프

직물의 절단신도는 실의 크림프정도, 직경, 강연도, 강도 뿐만 아니라 제직시 경위사의 접촉점에서 국부적인 실의 압축정도에 의해 영향을 받는다. 경사방향으로 직물을 신장시키면 경사의 크림프는 감소하나 반대로 위사의 크림프는 증가한다. 또한 각 접촉점에서의 실의 국부적인 압축으로 인하여 크림프 변화에 의해 예상되는 것보다도 더 신장된다. 그러므로 직물의 전체 신장은 초기 크림프와 직물이 신장함에 따라 변하는 크림프의 정도와 관계가 있다. 결론적으로 여러 직물로부터의 표준화된 실의 크림프 측정치와 직물의 인장강도와의 상관성에는 의문의 여지가 있다.

이런 시험에서 위사 변수는 일정하게 하고 실의 구조를 변화시켰다. 그 결과 경사와 여러 성질을 갖는 위사 사이의 상호작용에 의해 직물에서 차이가

발생하였다. 위사를 다른 종류로 바꿈으로써 굽힘저항계수, 국부압축률, 그리고 위사의 직경이 변하였다. 그러나 어떠한 경우에도 경사는 똑같았다. 위사의 변화에 따라 실의 크립프는 경·위사 방향 모두가 변하였다. 유감스럽게도 직물로부터 뽑아낸 실의 크립프를 직접 측정하는 것은 오차가 나기 쉽다. 앞서 설명한 바대로 직물의 절단부위에서의 실의 크립프 정도는 표준시험법에 의해 측정한 것과 같지 않다. 직물에서의 위치마다의 차이와 측정하는 기술의 차이 모두가 오차의 원인이 된다. 시험한 실 또는 직물의 절단신도를 링방적사 또는 직물의 절단신도로 나눈 비를 이용해 데이터를 표준화시켰는데 결과치에 어떤 유용한 일관성이 없었으며 또한 실과 직물의 거동 사이에 확실한 관계가 나타나지 않았다.

모든 마찰/링, 로터/링 직물의 절단신도비의 평균은 경사방향이 0.97, 위사방향인 1.06이었다. 첫번째 실의 크립프 시험의 군에서는 경사방향의 평균비가 1.02, 위사방향인 1.03이었으며 두번째 시험의 군에서는 각각 1.17과 1.07이었다. 결과적으로 이 경우에는 비로써 비교하는 방법이 유용하지 않았다.

모든 직물에서 경사크립프는 위사크립프보다 적다는 것을 <표 5>에서 명백히 알 수 있다. 각각의 값은 15회 측정치의 평균값이며 각 군 내에서 평균 변동계수는 2.5%이내였다. (여기서 CV는 오차의 정도이다). 각 군 간의 변동계수는 36%였는데 이것은 구조적인 오차와 측정오차를 모두 포함한다. 각 군 간의 변동계수를 경사와 위사로 구분하면 각각 19%와 26%이다. 경사와 위사 간 뿐만 아니라 직물 간에도 오차가 있었다. 경사와 위사방향 모두에서 로터위사를 사용한 직물의 크립프가 마찰 혹은 링 위사를 사용한 직물보다 적다는 것은 아주 명백하다. 또한 직물의 신도 및 인장강도 시험결과, 절단점에서의 크립프는 아마도 더 컸을 것으로 생각된다. 이것은 로터직물에서의 경사의 크립프는 응력을 받을 때 다른 직물과 비교하여 변한다는 것을 의미

한다. 링직물과 마찰직물은 아주 유사하였다.

<표 5> 실의 크립프

위 사	경사방향 크립프 %			위사방향 크립프 %		
	마찰	로우터	링	마찰	로우터	링
직물 B	10.4	10.3	13.6	13.3	10.8	13.2
직물 C	12.5	9.1	8.5	19.9	21.5	21.3
직물 D	16.7	12.8	14.3	26.8	22.6	26.3
직물 E	13.7	11.5	11.9	24.7	23.9	21.0
평균	13.3	10.9	12.1	21.2	19.7	20.5

다. 인열강도

인열강도는 실의 강도와 직물구조에 따라 달라진다. 인열부분에서의 삼각 지역을 실이 연결하며 직물의 밀도에 따라 얼마나 많은 실이 하중을 감당하느냐가 결정된다. 고밀도직물은 인열이 진행되면서 한번에 오직 한가닥의 실만이 절단된다. 그러나 저밀도 직물은 한번에 여러 가닥의 실이 하중을 받게 됨으로써 동일한 실로 제작된 고밀도 직물보다도 더 높은 인열강도를 갖는다. 본 연구에서는 단지 위사의 종류만 변화시키고 똑같은 구조를 갖는 직물의 경우를 비교하였다. 실의 강도가 중요한 원인이 되고 위사를 바꿈으로써 생기는 직물특성의 차이는 중요하지 않은 것으로 예상했었다.

경사가 절단되는 방향으로 인열강도를 시험했을 때 마찰방적 위사의 약함 때문에 위사의 끝이 절단되는 것이 보였고 유용성 있는 비교결과를 얻을 수 없었다. 위사가 절단되는 방향으로 시험한 결과가 <표 6>에 나타나 있다. 직물 D는 아주 저밀도였고 구조적인 차이가 커서 비교에 포함시키지 않았다. 사실상 저밀도 직물의 인열강도 비는 모두가 0.9범위 내에 있었다. 나머지 직물을 생각하면 마찰직물의 평균 인열강도 비는 링직물과 비교했을 때 43%,

로터직물에 대해서는 17%가 감소하였다. 인열강도 비와 실의 강도비를 비교하면 둘 사이에 연관성이 있음을 명백히 알 수 있다. 저밀도 직물을 비교한 결과, 밀도가 작을 경우 강도가 약한 실의 의존도가 작아 진다는 것을 알 수 있다.

<표 6> 위사가 절단되는 인열강도 비

직 물	직물의 치밀성,* $\frac{epi}{\sqrt{N_{ef}}} \times \frac{ppi}{\sqrt{N_{ew}}}$	인열강도 比		
		마찰/로우터	마찰/링	로우터/링
A 평직	171	—	0.61	—
B 평직	150	0.88	0.66	0.75
C 평직	143	1.03	0.62	0.60
E 능직	140	0.74	0.62	0.84
평균인열강도 比		0.88	0.63	0.73
표준편차		0.15	0.02	0.12
실의 강도 比		0.83	0.57	0.69

* epi=경사올수(in당), ppi=위사올수(in당), N_{ef} =위사변수, N_{ew} =경사변수

라. 굽힘특성

일반적으로 재래식 시험에서는 마찰직물이 링직물에 비해서 굽힘저항이 큰 것으로 나타났다. 그러나 로터직물과는 매우 비슷했는데 특히 경사방향에서 비슷하였다. 또한 경사방향은 평직과 능직 사이에 큰 차이를 보였다(부록 참조). 구김회복성에 있어서는 마찰방직사가 위사방향에서 더 나은 구김회복성을 나타내는 것 같았다. 그러나 표준편차가 컸는데 이것은 직물구조가 구김회복에 매우 큰 영향을 미친다는 것을 의미한다. 가와바다장치를 이용한 시험결과도 부록에 나타나있다. 모든 마찰/링 직물의 굽힘저항계수의 비의 평균은 1.40, 마찰/로터 직물의 비는 1.02를 나타내었다. 재래식 시험에 의하면 그 결과가 마찰방직사는 링방직사와 비교했을 때 직물의 굽힘에 있어서

굽힘저항이 큰 경향을 보여 주었고 로터위사로 된 직물과는 거의 같은 굽힘저항계수를 갖는 직물을 만든다는 것을 보여 주었다. 굽힘저항계수 비의 평균은 평직에서 1.08, 능직에서 1.34였다. 마찰방직사는 능직에서 다른 실보다도 더 굽힘저항이 큰 직물을 만들었다.

가와바다 시험의 평균치와 재래식 시험의 평균치가 <표 7>에 비교되어 있다. 두가지 방법에 의해 측정된 굽힘저항계수의 비가 평직과 능직에서 매우 다른데 이는 측정방법이 직물구조의 변화에 매우 민감하다는 것을 보여준다. 또한 가와바다 방식은 크기가 작은 직물을 시료로 사용하는데 그에 따라서 직물부위에 따른 굽힘저항의 변동에 의한 오차의 원인이 될 수 있다. 그리고 CV의 크기는 두가지 측정방법이 위사의 변화에 따라서 큰 차이가 있음을 의미한다.

<표 7> 직물의 굽힘특성에 대한 재래식과 가와바다 시험법의 비교*

구 분	재래식				가와바다			
	경사		위사		경사		경사	
	마찰/ 로터	마찰/ 릴	마찰/ 로터	마찰/ 릴	마찰/ 로터	마찰/ 릴	마찰/ 로터	마찰/ 릴
평직평균 C=	0.95	1.38	1.17	1.00	K= 0.96	1.71	0.65	1.02
C/K=	0.98	0.81	1.80	0.98				
능직평균 P=	0.90	0.76	0.84	1.29	Q= 1.06	1.38	1.40	1.50
P/Q=	0.86	0.55	0.60	0.86				
C/K의 평균 = 1.14(39%)					P/Q의 평균 = 0.72(22%)			

* 비는 위사를 바꾸는 효과를 나타냄. 괄호안은 그룹의 CV임. C는 평직의 재래식 시험, K는 평직의 Kawabata 시험, P는 능직의 재래식 시험, Q는 능직의 Kawabata 시험

마. 굴곡마모강도

굴곡마모강도의 비교치가 <표 8>에 나타나 있다. 굴곡마모강도의 결과는

보통 변동이 매우 심한데 여기서도 예외는 아니었으나 다만 경향은 나타났다. 위사방향에서 직물의 내구성은 최소였고 그 변동은 최대였는데 이런 점에서 보면 마찰직물은 두드러지게 나쁜 것이었으며 링직물은 가장 좋았다. 경사방향에서는 마찰직물이 가장 좋았으나 위사방향의 결과가 나쁜 것에 비추어 거의 실용가치가 없는 것이었다. 일반적으로 위사의 크림프가 크고 상대적으로 경사의 크림프가 작은 직물에서 결과의 일관성이 있다. 마찰직물은 필(pill)이 발생하는 경향이 있음을 알았다.

<표 8> 굴곡마모강도의 비교치*

직 물	경 사			위 사		
	마찰/ 로우터	마찰/ 링	로우터/ 링	마찰/ 로우터	마찰/ 링	로우터/ 링
A 평직	—	1.10	—	—	0.28	—
B 평직	1.10	0.73	0.66	1.18	0.34	0.29
C 평직	1.23	1.23	1.00	0.55	0.31	0.56
D 능직	NR	1.16	—	NR	0.65	—
E 능직	1.17	1.00	0.85	0.70	0.68	0.97
전체평균	1.17	1.04	0.84	0.81	0.45	0.61
CV %	6	18	20	41	44	56

* CV%는 직물구조의 변화의 정도를 나타내고, 비는 위사를 바꾸는 효과를 나타냄. NR은 분모가 너무 작아서 의미가 없음.

바. 직물의 전단특성

가와바다 전단특성 시험결과가 <표 9>에 있다. 마찰평직물은 경·위사 방향 모두가 저항계수가 작은 반면에 마찰능직물은 경사방향에서 저항계수가 컸다. 이것은 직물의 드레이프성에 영향을 미친다.

평직은 능직보다도 낮은 이력값을 나타내었다. 이것은 마찰능직물이 다른 것 보다도 더 쉽게 처질 것이라는 것을 암시한다. 다시 말하면 직물은 돌출

된 물체에 의해 모양이 형성된 후에 볼록한 모양을 유지하게 될 것이다.

<표 9> 직물의 전단특성 비교*¹

직 물	전단저항계수 比				이력값의 比* ²			
	경사		위사		경사		위사	
	마찰/ 로우터	마찰/ 발	마찰/ 로우터	마찰/ 링	마찰/ 로우터	마찰/ 발	마찰/ 로우터	마찰/ 링
A 평직	—	0.99	—	1.53	—	1.30	—	2.00
B 평직	1.14	0.51	0.95	0.37	0.86	0.52	0.89	0.35
C 평직	0.82	0.91	0.84	0.84	0.77	1.02	0.96	0.93
평직평균	0.98	0.80	0.90	0.91	0.82	0.95	0.93	1.09
D 평직	1.09	1.17	1.02	1.16	1.24	1.33	1.11	1.72
E 평직	1.24	1.41	0.87	0.86	1.68	1.80	0.88	0.92
능직평균	1.17	1.29	0.95	1.01	1.46	1.54	1.00	1.32
전체평균	1.07	1.00	0.92	0.95	1.14	1.19	0.96	1.32
CV%	17	33	9	45	37	39	11	51

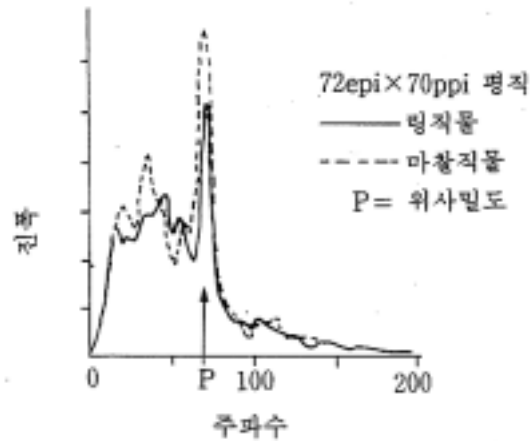
* 1 CV%는 직물구조 변화의 정도, 비는 위사를 바꾸는 효과를 나타낸다.

* 2 이력값은 0.5 degree에서 측정함.

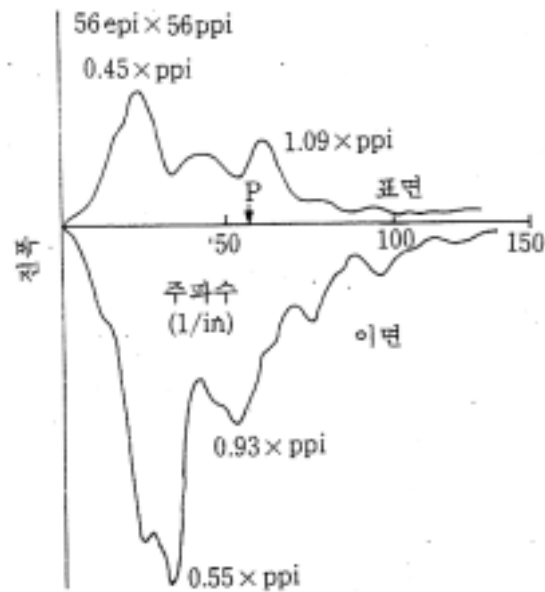
사. 표면의 거침

가와바다 기계의 표면 거침시험 자료에 대해서 조화분석을 실시하였다. 평직에서 경사와 위사의 주파수를 명백히 볼 수 있었다. 바디 1칸당 2올의 경사를 사용했을때도 역시 <그림 4>에서 처럼 반주파수를 볼 수 있었다. 능직에서는 주파수가 그다지 명확하게 정해지지 않았다. 그리고 beat주파수는 명백해졌고 약간의 주파수 이동이 야기되었다. <그림 5>에서 볼 수 있듯이 표면과 이면 사이에 현저한 차이가 있었다. 측정된 피크는 정확히 $1.0\times$, $0.5\times$, 등이 아닌 표면에서는 $0.45\times$ 와 $0.19\times$ 에서, 그리고 이면에서는 $0.55\times$ 와 $0.93\times$ 에서 발생하였다. 능직에서 표출된 실의 아래에 있는 실의 분포가 불명한 효과도 역시 알 수 있었다. 위사방향에서의 주파수는 이론적으로 위사밀도수

의 4분의 1이어야 하나 실제로는 <그림 5>에서 보듯이 약 ½이었다. 이것은 표출된 실의 아래에서 실들이 서로 엉킨다는 것을 의미한다.



<그림 4> 평직물 표면의 경사방향의 표면거침



<그림 5> 3×1 능직의 경사방향의 표면거침

판정원들이 직물을 손으로 판정하였는데 이것은 약 18~33올/cm(45~85올/in)

사이의 주파수대에서 조화분석한 상관계수 0.74와 상관성이 있었다. 여기에서 마찰직물은 직물구성에 대해서 링직물과 대등하거나 혹은 더 나은 것으로 판정되었다. 로터직물은 모든 경우에 가장 나쁜 것으로 판정되었다.

4. 결 론

마찰방적사의 약함으로 인해 직물의 위사방향의 인장 및 인열강도가 낮았다. 직물보조효과는 링직물보다 훨씬 확실했다. 그러나 이것은 실 내에서 섬유포합력이 부족함을 의미한다. 평직마찰직물의 위사방향의 평균인장강도는 링직물에 비해서 약 70%였다. 위사가 절단되는 마찰직물의 평균 인열강도는 링직물의 68%였다. 실의 강도는 57%였다.

경사방향의 성능은 위사의 종류를 바꿈으로써 영향을 받았다. 굴곡저항계수와 횡방향의 압축계수는 실의 크림프 수준이 변화됨으로써 경사와 위사사이의 상호작용에 영향을 주었다. 실과 직물구조의 변화는 경사의 크림프에 영향을 미쳐 결과적으로 직물의 절단신도에 영향을 주었다. 직물면에 수직으로 주어진 압력에 의해 야기되는 직물의 두께변화는 마찰직물의 경우에 가장 컸는데 이것은 역시 상대적으로 높은 경사크림프와 관계가 있었다.

가와바다시험과 재래식 시험에서 굽힘저항특성의 변동을 알 수 있었다. 시험방법들 사이의 차이는 위사를 바꾸어 그 효과를 평가했을 때 명백해졌다. 평가의 차이는 실의 구조보다는 직물구조의 함수인 것 같았다.

마찰직물의 상대적으로 높은 직물전단응력의 이력값은 마찰직물의 경우 불룩하게 처지는 문제가 있을 것임을 의미하는 것 같다.

평가판에 의해 판정된 surface roughness, scratchness, 그리고 limpness는 마찰 측정 주파수 범위를 18/cm에서 33/cm로 제한한 가와바다 roughness 측정결과와 매우 상관성이 있었다. 마찰직물은 적어도 링직물처럼 좋은 촉감을 갖는

것으로 평가되었다. 표면의 모양은 직물의 표면과 이면이 달랐는데 특히 능직의 경우에 심했다. 능직에서 표출된 실의 아래에 있는 실들은 서로 엉켜서 융기모양을 형성하는 경향이 있음이 명백하였다.

<부 록>

<표 10> 직물의 굽힘과 구김회복성의 비교(재래식 시험)*

직 물	굽힘저항계수 比				구김회복성 比			
	경사		위사		경사		경사	
	마찰/ 로우터	마찰/ 링	마찰/ 로우터	마찰/ 링	마찰/ 로우터	마찰/ 링	마찰/ 로우터	마찰/ 링
A 평직	—	1.17	—	0.95	—	0.94	—	0.99
B 평직	0.95	2.06	0.98	0.94	1.00	0.97	1.64	1.09
C 평직	0.95	0.92	1.35	1.12	1.02	0.97	0.84	0.65
평직평균	0.95	1.38	1.17	1.00	1.01	0.96	1.24	0.91
D 능직	0.93	0.77	1.07	1.84	0.90	0.83	1.49	0.86
E 능직	0.87	0.75	0.61	0.74	1.06	1.17	0.94	0.69
능직평균	0.90	0.76	0.84	1.29	0.98	1.00	1.22	0.78
전체평균	0.93	1.13	1.00	1.12	1.00	0.98	1.23	0.78
CV%	4	48	31	38	7	12	33	24

* CV%는 직물구조 변화의 정도, 비는 위사를 바꾸는 효과를 나타낸다.

<표 11> 가와바다 시험에 의한 굽힘특성의 비교*

직 물	굽힘剛性				이 력			
	경사		위사		경사		경사	
	마찰/ 로우터	마찰/ 링	마찰/ 로우터	마찰/ 링	마찰/ 로우터	마찰/ 링	마찰/ 로우터	마찰/ 링
A 평직	—	1.16	—	0.84	—	1.59	—	0.96
B 평직	1.00	1.92	0.57	0.68	0.77	0.85	1.47	1.80
C 평직	0.92	2.05	0.73	1.53	0.63	1.72	1.06	2.84
평직평균	0.96	1.71	0.65	1.02	0.70	1.39	1.24	1.87
D 능직	0.89	1.63	1.86	2.15	0.90	2.27	1.07	1.97
E 능직	1.23	1.13	0.94	0.85	1.46	1.27	1.03	0.85
능직평균	1.06	1.38	1.40	1.50	1.18	1.77	1.05	1.41
전체평균	1.01	1.58	1.03	1.21	0.94	1.54	1.16	1.68
CV%	15	27	56	51	40	34	18	48

* CV%는 직물구조 변화의 정도, 비는 위사를 바꾸는 효과를 나타낸다.