면섬유의 연신머서화 가공(Ⅱ)

– 직물의 성질 –

1. 서 론

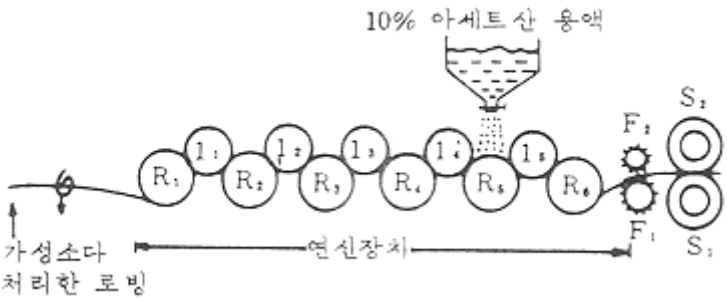
19세기 말엽에 이 공정이 도입된 이후로 농도가 강한 가성소다용액에 의한 면섬유의 머서화가공은 광택이나 염료의 흡착량을 증진시키기 위한 방법으로 널리 사용되어 왔다. 이 머서화가공의 본질 및 공정을 더 진보시키기 위한 개발은 아직 연구중에 있으며 새로운 현상들이 밝혀지고 있다. 면섬유를 여러 가지 시약으로 팽윤시켜 연신처리하면 결정화도, 결정체의 배향도 그리고 인장특성 및 물성이 상당히 변화한다는 것은 잘 알려진 사실이다. 면섬유에 있어 결정체의 배향도는 이완상태에서 팽윤시키면 약간 증진된다. 그러나 이완 머서화처리 후에 면섬유를 연신시키고 팽윤된 상태에서 연신된 섬유를 물로 수세하고 공기 건조시키면 결정체의 배향도, 초기탄성율 그리고 단섬유의 평균 인장강도가 상당히 증진된다. 이러한 증진은 모두가 결정화도 및 배향도의 변화때문만은 아니다. 이완상태이던 장력을 준 상태이던 머서화처리는 섬유길이방향으로 강력의 균일도를 증가시킨다. 이러한 현상이 면섬유를 팽윤시키고 연신하는 과정에서 섬유내의 구조적 결점 및 결합력이 약한 곳을 감소시키게 하는 것으로 생각된다. 실이나 직물상태로 머서화가공하는 것은 처리를 균일하게 하는데 있어 약간의 어려운 점을 갖게 한다. 특히 장력을 가하여 머서화처리를 할 때 이러한 실이나 직물상태의 구조내에서 각각의 섬유에 가해지는 힘은 일정할 수가 없다. 이러한 불균일한 장력이 실이나 직물의 구조내에서 섬유의 배열에 영향을 준다. 로빙상태에서 연신 머서화처리하는 것이 효과적이라는 것을 본 연구의 Ⅰ부(1984년 제 4호에 게

재)에서 증명하였기에 각 섬유에 가해지는 장력을 좀더 균일하게 하기 위해 이 방법을 채택하였다.

로빙상태로 연신 머서화처리하는 최대 장점은 실이나 직물 상태로 머서화처리하는 것에 비해 각각의 섬유를 균일하게 연신시킬 수 있다는 것이다. 우리는 각 섬유들이 로빙상태로 머서화처리되어 연신되면 꼬임을 갖는 배열상태의 섬유에 비해 좀 더 균일하게 연신될 것으로 믿는다. 로빙상태에서 섬유배열은 약간의 꼬임은 있지만 거의 평행하다. 연신 머서화처리된 로빙을 좀 더 균일하게 하고 머서화처리중에 생겨난 불균일한 것들을 균일하게 하기 위해 방적공정을 두 번 할 수 있다.

더구나, 로빙은 그렇게 부과가 크지 않고 적당한 강력을 갖고 있기 때문에 쉽게 그러한 공정을 할 수 있다. 가성소다처리한 로빙을 연신하기 위해 본 연구 Ⅰ부에서 제작한 연신장치를 사용했다. 그 연신장치를 도식적으로 나타낸 것이 그림 1이다. 6개의 하부 롤러는 각 중심축간의 거리가 0.85인치 떨어져서 연신장치 프래임상에 고정되어 있다. 그리고 미끄러지는 것을 막기위해 톱니바퀴와 연결된 사슬로 가동되게 하였다. 가장 뒤쪽 롤러의 직경이 0.5인치이며 앞쪽으로 갈수록 바로 전의 롤러보다 각각 0.025인치씩 증가하기 때문에 이 장치로 미끄러짐 없이 섬유를 25%연신할 수 있다. 하부 롤러 윗쪽으로 각 롤러 사이에 직경이 5/8인치인 5개의 상부 중계롤러가 있는데 로빙은 연속적으로 하부 롤러 밑을 지나 상부 롤러 위를 지나가게 된다.

이러한 기하학적 구조로는 롤러에 물려있는 로빙의 길이가 섬유장인 $1\frac{3}{32}$ 인치와 거의 같게 된다. 섬유장이 더 긴 섬유를 처리할 때는 상부 롤러의 직경을 증가시킬 수 있으며 그 결과 롤러사이에 물린 길이도 더 길어지게 된다.



R_1-R_6 : 같은 각속도로 같은 방향으로 동작하는 하부 롤러

11-15 : 중계롤러

F_1-F_2 : 홈이 파진 롤러

S_1-S_2 : 압착 롤러

<그림 1> 로빙 연신머서화 처리장치의 도식적 그림

2. 실 험

가. 시 료

본 연구에 사용된 면섬유의 규격은 다음과 같다. 섬유등급은 스트릭트 로우 미들링(strict low middling), 섬유장은 상부 2.5% 스팬길이가 1.58인치이고 50% 스팬길이는 0.565인치이다. 또 프레슬리강력은 32.7g/tex이며 마이크로네어치는 3.8이다.

나. 로빙의 생산

한 개의 면섬유 베일을 개면하여 25℃, 65% RH 상태에서 24시간 컨디셔닝 시켰다. 개면공정으로 14.75oz/yd^{2}의 랩이 만들어 졌다. Saco-Lowell 소면기로 51grain의 소면 슬라이버를 만들었다. 이 소면 슬라이버를 연조하여 정소면 슬라이버에 알맞은 랩을 만들어 랩와인더에 감았다. 이렇게 만들어진 75grain의 정소면 슬라이버를 각 6개씩의 더블링조작으로 두 번 연조하여 50grain의 슬라이버를 만들었다. 이 슬라이버로부터 Whitin 조방기를 이용하여 2행크 로빙을 얻었다. 약 120파운드의 로빙을 얻었는데 이 로빙의 1/3을 연신 머서

화처리하고 나머지는 방적하여 평균번수가 33’ˢ인 단사를 만들었다.

다. 연신 머서화처리 기술

1%의 습윤제(Mercerol NCST)가 포함된 2.5% 수산화나트륨 용액으로 팽윤시켰다. 처리중에 로빙이 서로 뒤엉키고 헝클어지는 것을 방지하기 위해 유리섬유 스크린으로 만들어진 씌우개사이에 끼워 두었다. 공정을 간편하게 하기 위해 각각의 스크린 씌우개 사이에 250야드의 로빙을 집어 넣었다. 씌우개로 덮힌 2개의 패키지를 가성소다 용액에 3분 동안 완전히 침지시킨 후 꺼내어 과량의 알칼리는 원심분리기로 2분간 추출하였다. 팽윤된 로빙의 패키지를 풀어 그림 1의 연신장치로 보냈다. 기계에 의한 총 연신비는 1:1.25이며 연신장치의 최종구간에서 10% 아세트산 수용액을 부어 연신 머서화처리된 로빙을 중화시켰다. 과량의 산은 연신장치상의 압착롤러로 제거하였다. 연신장치를 통과한 후 로빙은 먼저와 같이 유리섬유 스크린의 씌우개로 다시 씌워진다. 씌우개에 넣은 후 로빙이 들어있는 이 패키지를 50℃에서 10분간 1% 아세트산 용액으로 수세하고 PH치가 7.0이 될 때까지 실온에서 보통 사용하는 물로 세 번 수세하였다.

이 수세과정 후 이 패키지를 원심탈수기에 넣어 과량의 물을 로빙으로부터 제거했다. 이 로빙을 공기건조기에 약 38℃(100°F)에서 하루밤동안 건조시켰다.

라. 실의 생산

머서화처리하지 않은 로빙을 방적하여 실로 만들었는데 단사의 공칭번수가 33’ˢ였다. 또한 경사 및 위사의 공칭TM이 각각 4.5, 4.0이었다. 각 종류별로 40파운드의 실을 준비했다. 머서화처리하지 않고 생산된 실의 반($\frac{1}{2}$)은

Dixie Yarn사에서 보통 통상적인 방법으로 머서화처리한 후 본래길이의 102%까지 연신하였다. 또한 연신 머서화처리한 로빙으로도 실을 만들었다. 건조기에서 꺼낸 로빙 패키지를 풀어 방적용 크릴에 알맞도록 로빙을 로빙보빈에 감았다. 머서화처리한 로빙내에서의 높은 집착력 때문에 방적기에서의 드래프트 구간에서 물릴 때의 힘을 좀 더 많이 가했다. 연신머서화처리한 로빙으로 만든 실도 단사의 공칭번수가 33’ˢ였으며 경사, 위사의 공칭 TM이 각각 4.5, 4.0이었다.

마. 직물의 생산

머서화처리하지 않은 실, 로빙상태로 연신머서화처리한 실, 실상태로 머서화처리한 실로부터 각각 3종류의 직물을 제직했다. 제직된 모든 직물은 똑같이 1×1 평직이었다. 생지는 다음과 같이 가공처리하였다. 0.5%(owf)의 Triton X-100이 포함된 탱크에서 88℃(190℉)로 20분간 처리하여 발호하였다. 60℃(140℉)의 새로운 물로 계속 갈면서 15분간 헹구어 씻어낸 후 4%(owf) 가성소다와 0.5% Triton X-100이 포함된 탱크에서 97±3℃(206±6℉)로 1시간 동안 정련하였다. 정련한 직물은 각각 82℃(180℉)와 60℃(140℉)의 물로 각각 10분씩 헹구어 씻어낸 후 과산화수소(35%용액)가 10%(owf), 규산소다가 8%(owf), 가성소다가 0.5%(owf) 함유된 탱크에서 표백을 하였다. 표백 중에 탱크의 PH치는 10.5를 유지하였고 97±3℃(206±6℉)에서 75분간 표백하였다. 그리고 나서 60℃(140℉)의 물로 15분씩 3번 헹구어 씻어냈다.

바. 직물의 DMDHEU 처리

머서화처리한 3종류의 직물에 대해 수지처리 후의 인장강력의 감소를 알아보기 위해 완충용액의 DMDHEU(Protocol C)와 비완충용액의 DMDHEU

(Hylite LF)로 각 직물을 처리하였다. 직물을 DMDHEU 함량은 변화시키면서 5%의 Curite MG, 3.5%의 Velbamine 732 그리고 0.2%의 Triton X-100이 함유된 탱크에 침지시켜 직물의 웨트 픽업이 70~80%가 되게 조절하였다. 이 직물을 177℃(350℉)에서 2분간 열처리하였다. 완충용액의 DMDHEU수지로 처리한 직물은 수축률이나 DP성은 만족스럽지 못했으나 인장강도 유지율은 매우 좋았다.

사. 물성시험

섬유, 실, 그리고 직물의 모든 물성시험은 ASTM과 AATCC 규격에 따라 시험했다. SAS 서고 프로그램의 도움을 받아 얻어진 모든 자료들에 대해 통계적으로 분석하였다.

1) 섬유의 물성시험

섬유의 스팬길이와 상부 평균섬유장을 측정하기 위해 Digital Fibrograph®을 사용하였다. 시험을 위한 모든 시료들은 로트내에서 임의 채취했다. 로빙을 만들기 위해 섬유를 개면하는데 작은 규모의 소면기를 사용했으며, 이렇게 만들어진 섬유 웹은 표준상태(약 21℃, 65%RH)에서 24시간 동안 컨디셔닝시켰다. 웹상태의 면섬유 섬도는 파이브로네어시험기로 측정했다.

머서화처리한 면섬유속과 처리하지 않은 면섬유속의 절단강력 및 신도는 1/8인치 게이지 길이의 스텔로미터를 사용하여 측정하였다.

2) 실의 물성시험

실의 인치당 꼬임수는 간접법(즉, 해연가연법)에 의해 측정하였으며 25번씩 측정하였다. 슬라이버, 로빙 및 실의 균제도는 Uster 균제도시험기로 측정하였고 선형 불균제도의 값은 integrator의 눈금을 읽었다.

실의 타래강력은 pendulum형의 시험기로 측정하였고 실의 단사강력 및 신

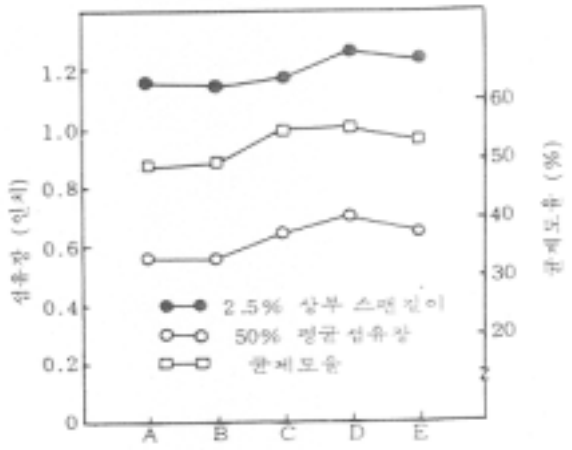
도는 Uster의 완전자동식 dynamometer로 측정하였다.

3) 직물의 물성시험

인치당 경사 및 위사 올수는 각 직물마다 5군데의 서로 다른 부분에서 채취하여 세었으며 직물 무게도 측정하였다. 직물의 인장특성은 Instron 인장시험기를 사용하여 래블스트립법으로 측정하였다. 인열강도 시험은 6400g용량의 Elmendorf형 인열강도시험기로 하였다. 직물의 파열강도는 볼버어스팅법으로 측정하였다. 열고정 공정의 효율을 알아보기 위해 방추도시험기를 사용하였다. 직물의 내마모성을 알아보기 위해 굴곡마모강도시험기(CSI Stoll quarter universal wear tester) 사용하였는데 1파운드와 4파운드의 장력을 주어 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 섬유의 특성



A : 원면
B : 소면 슬라이버
C : 정소면 슬라이버
D : 정소면 로빙
E : 머서화 처리한 정소면 로빙

<그림 2> 공정의 여러 단계에서의 섬유길이

공정의 각 단계에서의 섬유길이가 그림 2에 나와있다. 정소면공정 후 평균 섬유장은 짧은 섬유가 제거됨으로서 증가한다. 또한 정소면 로빙의 연신 머서화처리 후 섬유장이 약간 감소(2.5% 상부 스팬길이는 약 3%, 평균 섬유장은 약 7%)한 것을 알 수 있다. 머서화처리시 사용한 연신장치의 효과가 섬유길이가 증가함에 따라 더 커지기 때문에 이와 같은 결과는 이미 예상했었다.

<표 1> 연신머서화 처리한 로빙과 머서화 처리하지 않은 로빙의 섬유길이와 균제도율

섬 유 종 류	50%평균 섬유장(inch)	마이크로네어치	균 제 도 율
연신머서화 처리한 면섬유	0.656±0.012[a]	6.2±0.03	52.9±0.5
머서화 처리하지 않은 면섬유	0.707±0.014	5.1±0.07	55.5±0.8

a. ±표시 다음에 나타낸 수치는 평균값을 기준으로 했을 때의 오차.

<표 2> 면섬유속의 인장특성

섬유의 종류	절단강도(g/tex)		절단신도(%)
	GL = 0[a]	GL = $\frac{1}{8}''$	GL = $\frac{1}{8}''$
연신머서화 처리한 면섬유	45.4±0.8b	33.9±0.6	11.4±0.2
머서화 처리하지 않은 면섬유	33.2±0.4	18.5±0.2	10.2±0.3

a. GL표시는 게이지 길이를 나타낸다.

b. ±표시 다음에 나타낸 숫치는 평균값을 기준으로 했을 때의 오차.

섬유에 대한 물성시험 결과를 완전히 통계적으로 분석하였다. 그 결과가 표1인데 머서화처리하지 않은 섬유에 대해 연신 머서화처리한 섬유의 마이

크로네어치가 22%증가한 것을 보여주고 있다. 이러한 증가는 섬유장이 줄어들고 섬유의 두께가 증가했으며 수분율이 높아지고 표면특성이 변화했기 때문이다. 50% 상부 평균섬유장의 변동을 분석한 결과 섬유장의 수축은 크게 중요하지 않으나 어느 정도는 의미가 있는 것으로 밝혀졌다.

섬유장 분포는 균제도율(uniformity ratio)의 값으로 분석할 수가 있다. Duncan의 multiple t-test의 결과 두 균제도율 사이의 차이는 크게 중요하지 않다는 것을 보여준다. 그래서 연신 머서화처리장치상에서 연신작용이 섬유장에 관계없이 섬유들에 균일하게 가해졌다는 것을 추론할 수 있다. 왜냐하면 섬유장분포가 크게 변화하지 않았기 때문이다. 머서화처리하지 않은 로빙과 연신 머서화처리한 로빙으로 만든 섬유속의 인장특성을 표 2에 나타내었다. 프레슬리시험기로 0게이지 절단강도를 얻었으며 1/8인치 게이지 길이의 절단강도는 스텔로미터시험기로 측정하였다. 이 결과로부터 로빙상태로 연신 머서화처리하면 절단신도가 증가한다는 것(0게이지의 경우 37%, 1/8인치 게이지의 경우 83%)을 알 수가 있다. 절단신도는 연신 머서화처리 후 12% 증가하였다.

나. 실의 특성

1) 실의 균제도

실을 생산하는 과정중에 각 공정후에 만들어진 중간제품의 선형 불균제도를 점검한 결과가 표 3이다. 연신 머서화처리한 로빙으로 만든 실의 선형변동율이 머서화처리하지 않은 실보다 더 작다. 이 결과를 이완 머서화처리한 슬라이버로 만든 실로부터 얻은 결과와 비교해 보면 본연구에서 채택한 머서화 처리방법으로 균일한 실을 만들 수 있다는 것을 알 수 있다. 슬라이버를 이완 머서화처리하여 만든 실의 평균 선형 불균제도는 머서화처리하지

않은 실에 비해 31%가 증가하였다. 그러나 로빙상태로 연신 머서화처리하여 만든 실은 머서화처리하지 않은 실보다 U%의 값이 더 낮았다.

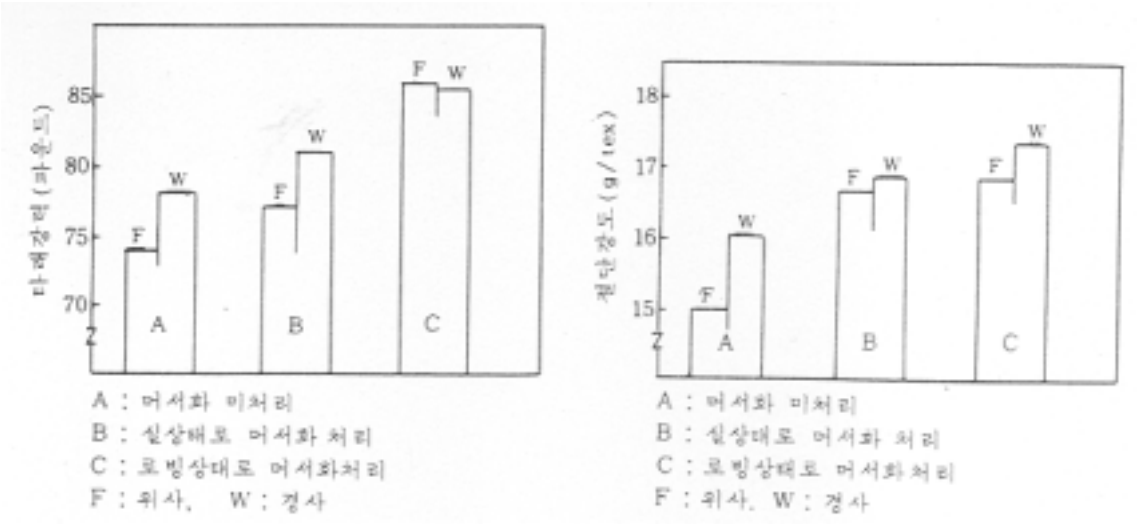
<표 3> 실을 만드는 과정에서 중간제품의 선형불균제도

시 료	U%
소면 슬라이버	4.5
연조 슬라이버	5.4
정소면 슬라이버	4.4
첫번째 연조 슬라이버	4.6
두번째 연조 슬라이버	4.0
정소면 로빙	7.6
머서화처리하지 않은 실	
경 사	15.6
위 사	14.3
로빙상태로 머서화 처리하여 만든 실	
경 사	14.4
위 사	13.9
실상태로 머서화 처리한 실	
경 사	14.1
위 사	14.5

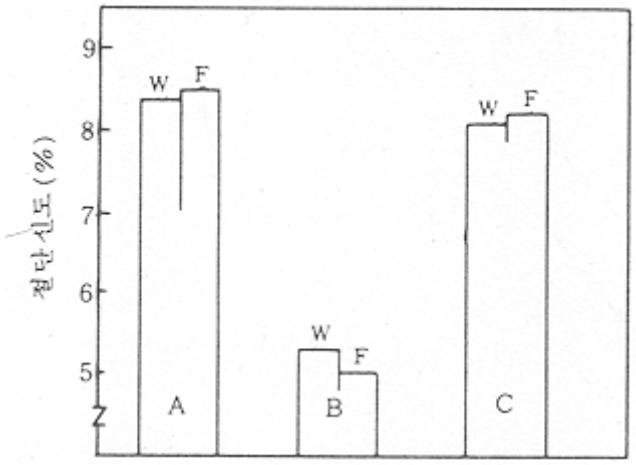
2) 실의 강력

Uster automatic dynamo tester로 측정한 실의 타래강력 및 단사강력에 대한 시험결과가 그림 3과 그림 4이다. 이 결과로부터 로빙을 연신 머서화처리하여 만든 실의 강력이 실상태로 머서화처리하거나 머서화처리하지 않은 실보다 더 크다는 것을 알 수 있다. 또한 이 연신 머서화처리방법으로 만든 실의 절단신도는 머서화처리하지 않은 섬유로 만든 실과 거의 같으며 실상태로

머서화처리한 실의 절단신도 보다는 상당히 크다. 이러한 결과들은 표 2에 나타난 섬유의 특성으로 볼 때 기대하였던 결과이다. 로빙상태로 연신 머서화처리한 섬유의 절단신도는 머서화처리하지 않은 섬유의 절단신도와 거의 같았었다.



<그림 3> Uster Dynamo Tester로 측정한 a)실의 타래 강력 및 b) 실의 단사 절단 강도



A : 머서화미처리, B : 실상태로 머서화처리,
C : 로빙상태로 머서화처리, F : 위사, W : 경사, F : 위사

<그림 4> Uster Dynamo Tester로 측정한 실의 절단 강도

3) 수지처리하지 않은 직물의 특성 각 종류의 실로 제직한 직물은 모두 1×1 평직이었으며 직물의 구조적 특성은 표 4와 같다.

<표 4> 직물의 구조적 성질

직물의 종류	미가공직물(생지)			가공직물(탈호 및 표백)		
	경사올수/인치	위사올수/인치	oz/yd^2	경사올수/인치	위사올수/인치	oz/yd^2
머서화 미처리 직물	94	76	4.64	93	74	4.16
로빙 연신 머서화처리직물	90	80	4.61	97	78	4.12
실 머서화처리직물	94	77	4.17	99	80	4.36

<표 5> 래블스트립법으로 측정한 직물들의 역학적 성질

직물의 종류[a]	절단강도 1bs/in	절단신도 %	5% 시장했을 때 탄성률 1bs/in	비파단일 1bs/in	work factor
UBL-UW	54.2	20.9	86.9	3.21	0.284
UBL-YW	59.9	16.0	150.3	2.66	0.278
UBL-RW	65.9	20.0	155.3	4.33	0.334
UBL-UF	54.8	10.8	506.1	1.96	0.332
UBL-YF	51.6	7.8	1416.4	1.56	0.318
UBL-RF	71.8	10.9	899.0	2.90	0.372
BLC-UW	55.8	14.0	254.7	2.44	0.316
BLC-YW	59.4	12.3	281.0	2.12	0.292
BLC-RW	75.5	16.2	196.2	3.91	0.321
BLC-UF	51.8	14.5	88.1	1.87	0.249
BLC-YF	49.2	10.3	211.1	1.19	0.235
BLC-RF	63.2	12.5	198.4	2.15	0.271

[a]UBL : 생지, BLC : 탈호, 표백한 직물, U : 머서화 미처리, Y : 실상태로 머서화처리, R : 로빙연신 머서화처리 W : 경사방향 F : 위사방향

래블스트립 법으로 측정한 직물의 역학적 특성을 나타낸 것이 표 5이다. 이것을 보면 연신 머서화처리한 로빙으로 만든 직물은 머서화처리하지 않은 섬유나 실 상태로 머서화처리한 실로 만든 직물보다 훨씬 튼튼하다는 것을 알 수 있으며 또한 연신 머서화처리한 로빙으로 만든 직물의 절단강도는 머서화 처리하지 않은 직물보다 20~31%가 증가했다는 것을 알 수 있다. 절단신도의 경우, 머서화처리한 실로 만든 직물만이 머서화처리하지 않은 직물에 비해 약간 감소하였다. 그러나 연신 머서화 처리한 로빙으로 만든 직물은 머서화처리하지 않은 직물의 절단신도와 거의 같았다.

볼버어스팅법으로 측정한 직물의 파열강도 시험결과가 표 6에 나와있는데, 연신머서화처리한 로빙으로 만든 생지나 표백한 직물 모두 파열강도가 상당히 증진된 것을 알 수 있다.

<표 6> 볼버어스팅법에 의한 직물들의 파열강도

직물의 종류	파열강도	증가율(%)
U[a]1[b]	80.6	-[c]
U 2	60.4	-
Y 1	76.0	-5.7
Y 2	56.2	-7.0
R 1	90.4	12.2
R 2	82.2	36.1

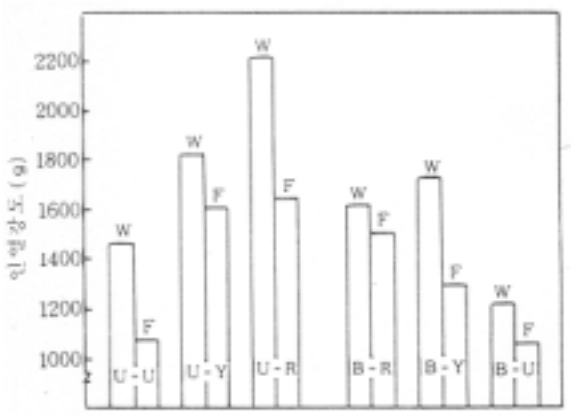
[a]U : 머서화미처리 Y : 실상태로 머서화처리 R : 로빙상태로 연신머서화처리

[b]1 : 탈호, 정련, 표백 2 : 생지

[c] : 증가율은 머서화 처리하지 않은 직물을 표준시료로 하여 계산했음.

그림 5는 Elmendorf형 시험기로 측정한 직물의 인열강도 시험결과이다. 통계적방법으로 분석한 결과, 로빙상태로 연신 머서화처리하는 것이 인열강도

를 크게 증진시키는 원인이라는 것이 밝혀졌다.



W : 경사방향, F : 위사방향
U- : 생지상태, B- : 표백한 직물
-U : 머서화미처리, -Y : 실상태로 머서화처리한 것
-R : 연신머서화 처리한 로빙

<그림 5> Elmendorf시험기로 측정한 직물의 인열강도

굴곡마모강도시험기로 직물이 완전히 마모되어 찢어질 때까지의 마찰횟수를 표 7에 나타내었다. 이 표로 연신 머서화처리한 로빙으로 만든 직물의 내마모성이 표백한 직물의 위사방향으로의 내마모성을 제외하고는 머서화처리하지 않은 직물과 별로 차이가 없다는 것을 알 수 있다. 연신 머서화처리한 로빙으로 마든 실로 제직한 직물을 표백하면 수지처리하기 전이나 후의 굴곡내마모성 및 액셀러레이터(accelerator)에 의한 내마모성이 표백한 실로 만든 직물을 머서화처리했을 때보다 훨씬 못하다. 방추도 시험결과인 표8을 보면 머서화처리하지 않은 직물이나 로빙상태로 머서화처리하여 만든 직물이나 모두 거의 같은 정도의 방추성을 나타내고 있으며 실을 머서화처리하여 만든 생지의 구김회복성이 머서화처리하지 않은 생지나 로빙상태로 머서화처리하여 만든 생지보다 못한 것으로 나타났다. 그러나 표백한 후에는 실을

머서화처리하여 만든 직물이 가장 좋은 결과를 나타내었다.

<표 7> 직물이 완전히 마모될 때까지의 마찰횟수

직물의 종류	마찰횟수	
	경사	위사
생지		
머서화 미처리	6101	4486
실상태로 머서화처리	4577	2669
로빙상태로 머서화처리	5348	4610
표백한 직물		
머서화 미처리	2667	4257
실상태로 머서화처리	4405	3190
로빙상태로 머서화처리	2608	2641

<표 8> 개각도법으로 측정한 5분 후의 직물의 주름회복각도

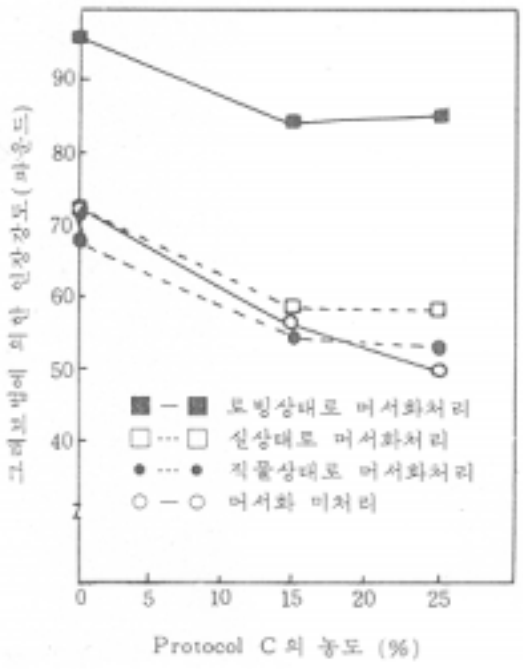
(숫치는 도로 나타냈음)

직물의 종류	경사방향	위사방향
생지		
머서화 미처리	79.0	82.5
실상태로 머서화처리	57.7	74.0
로빈상태로 머서화처리	75.2	76.0
표백한 직물		
머서화 미처리	68.0	86.7
실상태로 머서화처리	96.3	97.3
로빙상태로 머서화처리	70.3	81.3

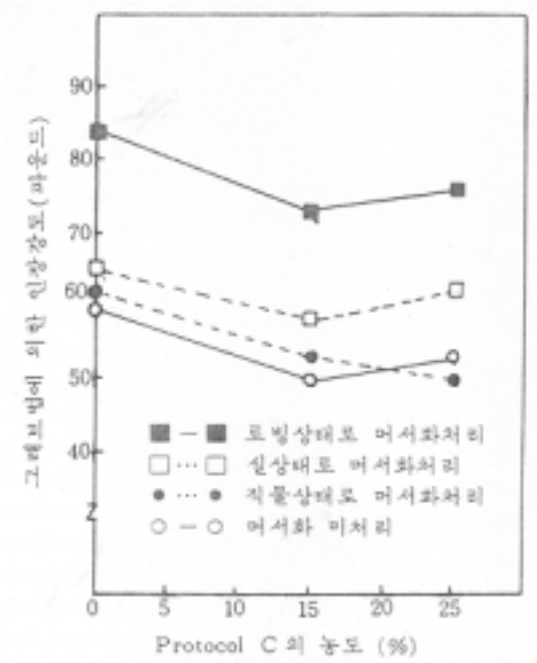
4) 직물특성에 대한 수지처리의 영향

완충용액의 DMDHEU(Protocol C)로 직물을 처리하여 그래브법에 의한 인장

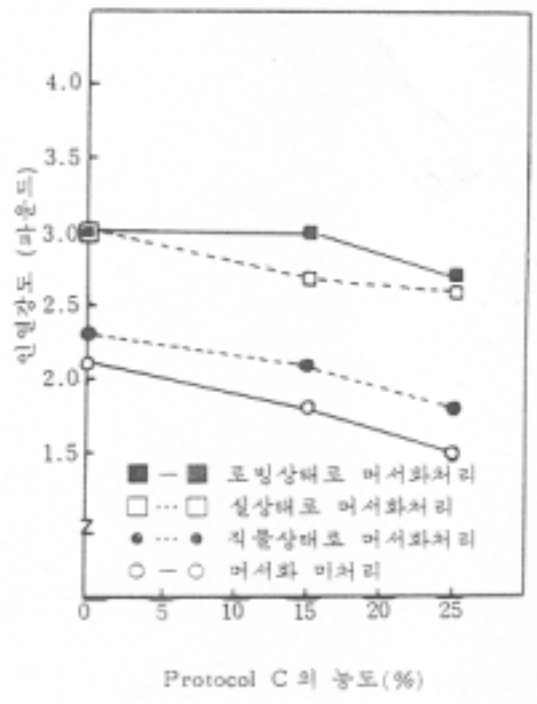
강도 시험결과와 인열강도 시험결과가 그림 6~9이다. 그림을 보면 연신 머서화처리한 로빙으로 만든 직물이 수지처리 후 자주 뛰어난 특성을 얻게 된다는 것을 알 수 있다. 표 9는 수처리 후 직물 강력의 감소율을 나타내고 있다. 이 표로 보아 연신 머서화처리한 로빙으로 만든 직물이 완충용액의 DMDHEU(Protocol C)로 수지처리 후 그래브법에 의한 인장강도와 인열강도에 있어 강력의 감소율이 가장 낮다는 것을 알 수 있다. Protocol C에 의한 수지처리로 강력 유지는 탁월하지만 D.P등급이나 수축율은 만족스럽지가 못하다. 수지처리를 다른 방법으로 하여 얼마간의 증진이 있었다. 비완충용액의 DMDHEU(Hylite LF)수지로 처리한 직물의 강력 시험결과를 나타낸 것이 그림 10과 11인데 연신 머서화처리한 로빙으로 만든 직물의 인장강도 및 인열강도의 유지율이 아주 높다는 것을 보여주고 있다.



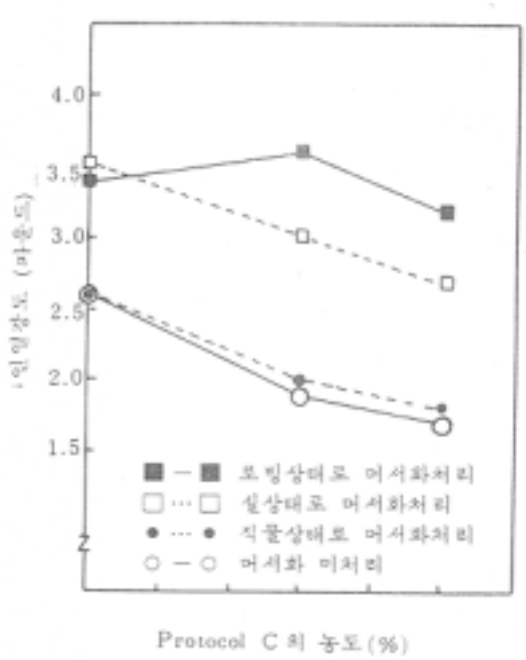
<그림 6> 그래브법에 의한 직물 경사방향의 인장강도



<그림 7> 그래브법에 의한 직물 위사방향의 인장강도



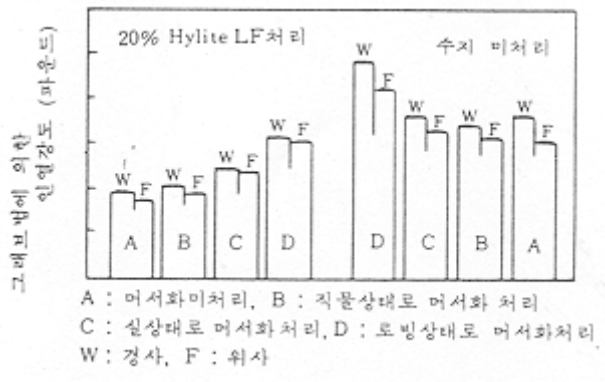
<그림 8> 직물 위사방향의 인열강도



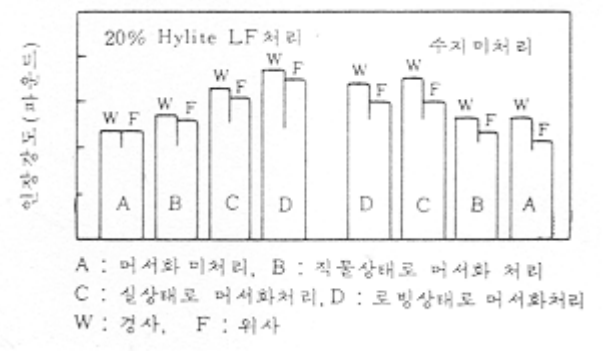
<그림 9> 직물 경사방향의 인열강도

<표 9> Protocol C로 수지처리 후 직물들의 강력감소

직물의 종류	강력 감소율 %			
	그래브법에 의한 인장강도		인열강도	
	경 사	위 사	경 사	위 사
15%의 Protocol C로 수지처리 했을 때				
로빙상태로 머서화처리	12.5	13.1	-5.9	0.0
실상태로 머서화처리	19.4	10.8	14.0	10.0
직물상태로 머서화처리	19.1	14.5	23.1	8.7
머서화 미처리	22.2	20.0	26.9	14.3
20%의 Protocol C로 수지처리 했을 때				
로빙상태로 머서화처리	11.4	10.5	5.9	10.0
실상태로 머서화처리	19.4	4.6	22.9	13.3
직물상태로 머서화처리	22.1	24.0	30.8	21.7
머서화 미처리	30.6	11.7	34.6	27.5



<그림 10> 20% Hylite LF로 처리한 직물들의 그래브법에 의한 인장강도



<그림 11> 20% Hylite LF로 처리한 직물들의 인열강도

표10은 직물을 액셀러레이터 내마모성시험기로 3,000rpm으로 3분간 마모시켰을 때 무게감소율을 나타낸 것인데 수지처리 후 내마모성이 급격하게 감소하였다. 이 시험방법은 매우 복합적으로 무리한 힘과 충격이 가해지는 현상을 내포하고 있기 때문에 어떤 확실한 결론을 내릴 수가 없다. 다만 실상태로 머서화처리한 직물의 마모도가 가장 적다는 것을 알 수 있다. D.P가공한 직물의 외관과 가정용 세탁기로 5번 세탁한 후 수축율을 나타낸 것이 표11이다. 이 결과로 각 직물간의 D.P등급은 거의 차이가 없다는 것을 알 수 있다. 그러나 직물상태로 머서화 처리했을 때는 수축율이 약간 높았다.

<표 10> 액셀러레이터 방법으로 측정한 직물들의 내마모성

직물의 종류	무게 감소(%)	
	수지처리하지 않았을 때	Hylite LF로 수지처리했을 때
머서화 처리하지 않은 직물	4.7	36.5
연신머서화 처리한 로빙으로 만든 직물	5.1	42.7
직물상태로 머서화 처리한 직물	8.9	36.3
실상태로 머서화 처리한 실로 만든 직물	4.2	31.7

<표 11> 가정용세탁기로 5번 세탁 후 DP가공한 직물의 수축율 및 외관

직물의 종류	DP 등급	수축율(%)	
		경 사	위 사
수지처리하지 않았을 때			
머서화처리하지 않은 직물	1.0	9.2	3.0
연신머서화 처리한 로빙으로 만든 직물	1.0	8.3	4.7
직물상태로 머서화 처리한 실로 만든 직물	1.0	5.0	6.8
실상태로 머서화 처리한 실로 만든 직물	1.0	7.3	4.0
Hylite LF로 수치처리 했을 때			
머서화 처리하지 않은 직물	3.3	1.4	0.9
연신머서화 처리한 로빙으로 만든 직물	3.0	1.5	1.0
직물상태로 머서화 처리한 직물	3.2	2.3	2.2
실상태로 머서화 처리한 실로 만든 직물	3.1	1.5	1.4

4. 결 론

본 연구에서 사용한 연신장치로 면섬유를 로빙상태로 머서화처리하고 연신한 후 연신된 상태에서 중화시키면 면섬유는 이완 머서화처리한 섬유나 머서화 처리하지 않은 섬유의 역학적 성질과 비교해서 매우 탁월한 역학적

성질을 얻을 수 있다. 이 방법으로 머서화처리한 로빙으로 만든 실은 이완 머서화처리한 실과 비교했을 때 선밀도의 불균제도가 더 낮았으며 머서화처리하지 않은 실이나 실상태로 머서화처리한 실보다 더 나은 역학적 성질을 얻었다. 여러 가지 물성시험으로 얻은 자료로 통계적 분석한 결과 로빙상태로 연신 머서화처리방법이 실이나 직물상태로 머서화처리하는 방법과 비교해서 직물의 역학적 성질을 상당히 증진시킨다는 것을 알아냈다. 로빙상태로 연신 머서화처리할 때, 각각의 섬유들에 대한 연신작용이 균일하고 머서화처리로 인해 생긴 결점 및 불균제도가 두 번의 방적공정으로 개선됨으로써 이러한 증진을 얻을 수 있다. 수지처리 후, 연신 머서화처리한 로빙으로 만든 직물의 강력감소율이 실상태로 머서화처리하여 만든 직물이나 직물상태로 머서화처리한 직물보다 상당히 낮았다. 연신 머서화처리한 로빙으로 만든 직물을 수지처리한 후의 강력유지율은 머서화처리하지 않은 직물보다 훨씬 좋았다.