

폴리에스터 섬유의 감량 처리 시 직물의 물성에 미치는 영향

인도 벨와라지역 소재 MLV 섬유공과대학, Virendra Kumar Gupta 박사

폴리에스터 섬유는 고유의 소수성 성질로 인해 의복 및 제품화되는 데 있어 부적합할 수가 있다. 폴리에스터 섬유를 함유한 섬유 소재들은 결정질인 성질 및 반응성기의 부재, 그리고 높은 배향성에 기인해 발수성이 발현되는 효과를 확인할 수 있다. 수산화나트륨을 통한 감량 처리는 직물의 친수성 성질을 유도하고 흡습성을 높아지게 하며, 통기성 또한 향상시킨다. 또한 직물의 치수 안정성도 증대된다. 나노-실리콘 연화제의 사용은 직물로의 감량 처리로 인한 부정적인 영향들을 상쇄시키는 역할을 한다.

키워드

감량, 나노-실리콘, 통기성, 치수 안정성

1.0 도입부

폴리에스터 섬유란 합성 섬유 중 하나로, 섬유를 구성하는 장쇄상의 합성 중합체 중 85%가 치환된 방향족 카르복실산의 에스터 화합물이다. 취급이 용이하고, 우수한 방추도와 치수안정성, 그리고 뛰어난 탄력성 및 가연성인 성질은, 폴리에스터 섬유를 의류용 직물로 선택하게끔 하는 선호 요인이 된다. 그러나 수분 흡수성, 통기성, 그리고 열 전달성질과도 같은 쾌적성이 만족스럽지 않기에, 단일 구성 재료의 형태로는 의류용 직물에 적용되고 있지 않다.

천연 섬유와 합성 섬유를 함께 사용하면 합성 섬유가 지닌 열악한 성질들을 상쇄시킬 수 있다. 폴리에스터 직물에 수산화나트륨 감량 처리 시, 직물에 친수성이 부여되고 전하 발생량이 줄어들며, 통기성이 좋아지고 열 전달성질과 치수 안정성이 우수해진다. 감량 처리는 표면 현상으로, 섬유 표면상에서 가수분해가 일어나면서 단쇄화 됨에 따라, 분자쇄의 절단으로 인해 섬유 표면에 존재하는 친수기의 개수가 늘어나게 된다. 감량 처리 시, 폴리에스터의 가수분해 반응은 양이온성 촉매의 존재 하 발생된다.

폴리에스터의 수분율은 0.4%로 함유량이 매우 낮으며, 이로 인해 수분을 흡수해내지 못한다. 직물 내 수분은 사 간의 교차 지점 및 간극 사이에 존재하며, 공극은 사 내에서 형성된다. 직물 내 수분전달력은 직물의 통기성과 액체 상태인 물의 모세관 현상, 그리고 전반적으로는 섬유의 친수성에 달려 있다고 볼 수 있다. 흡한 속건 현상이 발생되기 위해선 최소 4%의 수분율이 필요하다.

합성 직물로의 열 고정 처리 시, 직물이 수축되고 섬유 내 결정성 부분이 증가됨에 따라 기공도와 함께 쾌적성과 관계한 물성이 감소하지만, 감량 처리를 통해 직물의 통기성과 수분전달력이 증대되는 효과를 볼 수 있다. 이는 또한 사 간 교차 지점 내 사의 움직임을 증가시켜, 드레이프성과 유연성을 향상시키게 한다. 직물에 감량 처리를 가하는 동안에 발생된 수축은 직물의 치수 안정성을 보다 우수하게끔 하는 역할을 한다.

2.0. 실험 재료 및 방법

2.1. 실험 재료

2.1.1. 시료

본 실험에서는 정장용 선염 식물 4종이 시료로 사용되었으며, 아래와 같은 사양을 지닌다.

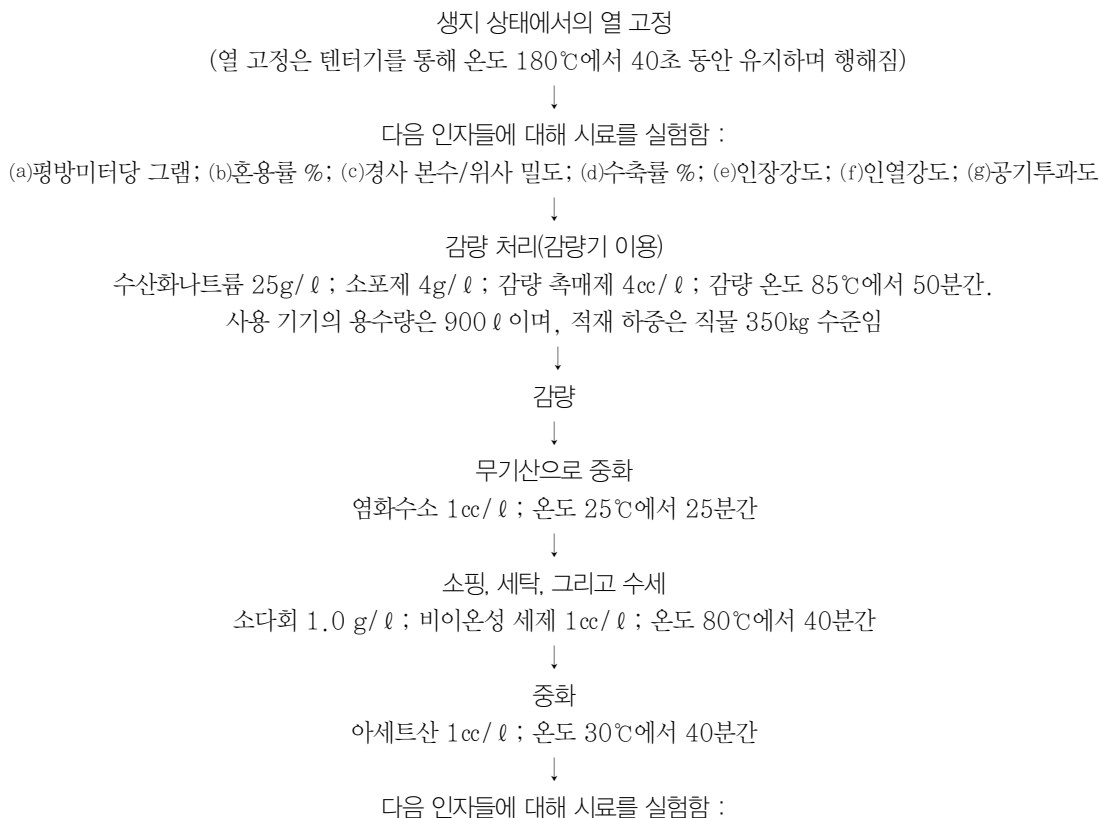
시료명	평방미터당 그램(g/m ²)	경사 본수/위사 밀도	혼용률 % (폴리에스터/비스코스)
시료 1	180	108/80	81/19
시료 2	176	112/80	82/18
시료 3	178	110/82	80/20
시료 4	182	106/86	79/21

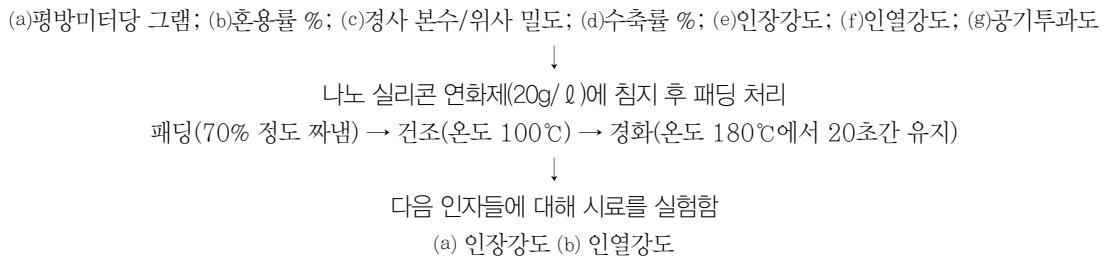
2.1.2 화학 물질

실험에 사용된 모든 화학 물질들은 상용 등급(섬유/화학 관련 공장에서 사용되는 수준임)이며, 수산화나트륨은 수용액 형태로 사용하였다. 감량 촉매제는 브롬화테트라에틸암모늄로부터 유도되었다. 나노-실리콘 연화제는 인도 첸나이지역에 소재하는 Beva Silicones Pvt Ltd.로부터 구매하였다.

2.2 실험 방법

감량 처리는 감량기 내에서 행해졌다. 사용된 시료는 상용 정장용 식물이며 동육 내 실험에 사용될 전체 직물을 투입하였으며, 공정 절차를 일정하게 유지하면서 진행하였다. 다음과 같은 직물로의 화학적 처리 순서를 따랐다.





2.2.1 열 고정을 통한 수축

열 고정 후 직물의 수축률을 측정해 다음과 같은 결과를 얻었다.

시료명	열 고정 후 수축률
시료 1	3.0%
시료 2	3.5%
시료 3	3.0%
시료 4	2.8%

2.2.2 평방미터당 그래ם

IS-1964-1970에 의거해 직물의 평방미터당 그래ם수를 측정하였다. 감량 처리 전후, 사용 시료들의 평방미터당 그래ם수를 측정하였다.

2.2.3 경사 본수/위사 밀도

IS-1963-1969에 의거해 직물 시료의 경사 본수와 위사 밀도를 측정하였다. 감량 처리 전후, 경사 본수와 위사 밀도의 변화를 측정하였다.

2.2.4 인장강도

IS-1969-1968에 의거해 시료의 인장강도를 측정하였다. 각각 경/위사 방향으로부터 30x5cm 크기의 시료를 채취하였다. 그레브법에 의거, USTER 인장강도 시험기를 통해 인장강도를 측정하였다. 감량 처리 전후 시료의 인장강도를 측정하였다. 나노-가공 처리 후 인장강도 시험을 반복하였다.

2.2.5 인열강도

IS-6489-1971에 의거해 감량 처리 전후 직물 시료의 인열강도를 Elemendorf 인열강도 시험기를 통해 측정하였다. 나노-가공 처리 후 인열강도 시험을 반복하였다.

2.2.6 수축률 %

IS-2977-1964에 의거해 감량 처리 전후 직물 시료의 치수 변화, 즉 수축률 %을 측정하였다.

2.2.7 혼용률 %

IS-3416-1988에 의거해 감량 처리 전후 직물 시료 내 폴리에스터 및 셀룰로스 섬유의 조성을 측정하였다.

2.2.8 공기투과도

ASTM D 737-96에 의거해 감량 처리 전후 직물 시료의 공기투과도를 측정하였다.

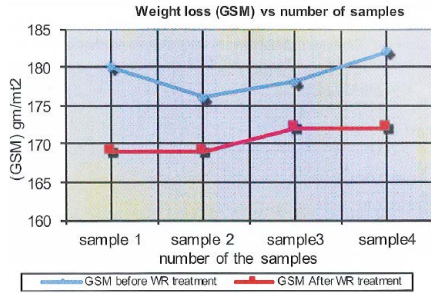


그림 3.1 감량 처리 전후 시료당 감량률 %
(처리 전 : 파란색, 처리 후 : 빨간색임)

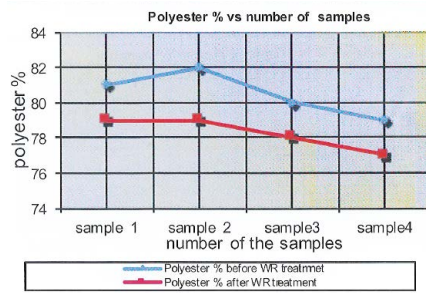


그림 3.2 감량 처리 전후 시료당 폴리에스터 섬유 함량률 %

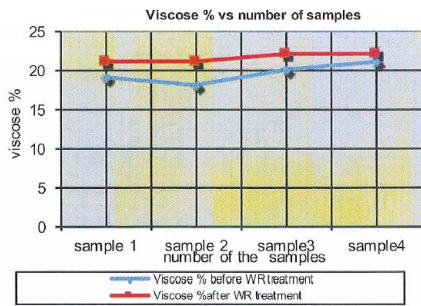


그림 3.3 감량 처리 전후 시료당 비스코스 섬유 함량률 %

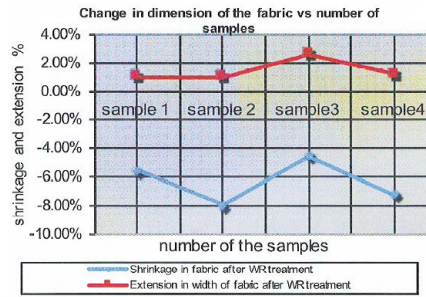


그림 3.4 감량 처리 전후 시료당 치수 변화(수축률(-), 신장률(+))

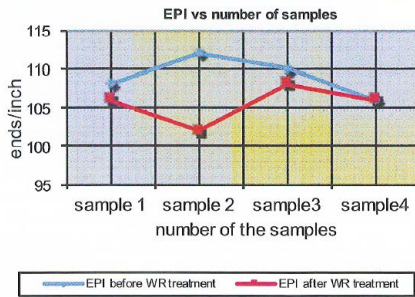


그림 3.5 감량 처리 전후 시료당 경사 본수

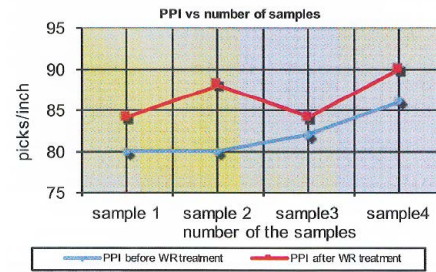


그림 3.6 감량 처리 전후 시료당 위사 밀도

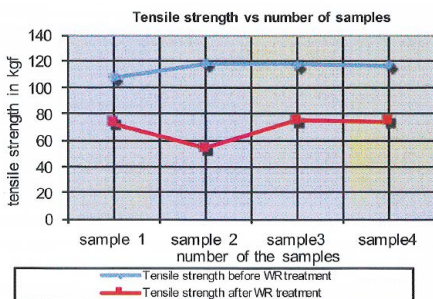


그림 3.7 감량 처리 전후 시료당 인장강도

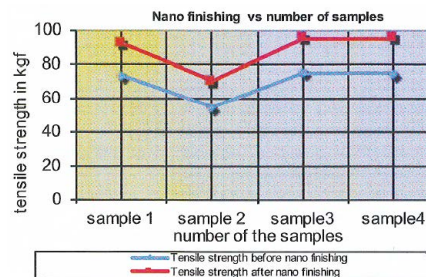


그림 3.8 나노 가공 처리 전후 시료당 인장강도

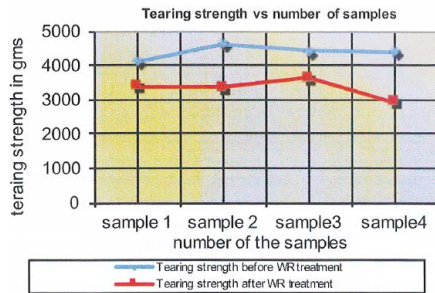


그림 3.9 감량 처리 전후 시료당 인열강도

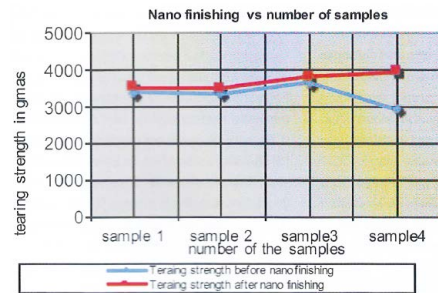


그림 3.10 나노 가공 처리 전후 시료당 인열강도

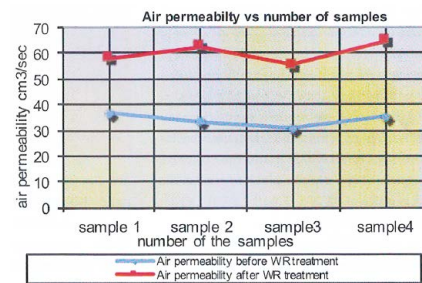


그림 3.11 감량 처리 전후 시료당 공기투과도

3.0 결과 및 고찰

3.1 평방미터당 그램수 손실량

그림 3.1은 감량 처리 전후 모든 실험 대상 시료들의 손실 정도를 나타낸다. 그 중에서 시료 1이 가장 높은 감량 정도를 나타냈다. 모든 시료들은 거의 동일한 직물 사양을 지녔지만, 감량 값은 서로 달랐다. 이는 각 폴리에스터 섬유 내 고분자 물성이 상이한데 기인한다.

그림 3.2을 통해 시료 2(3.6%)내 폴리에스터 섬유 함량에서 최대 손실이 일어났음을 확인할 수 있다. 수산화나트륨 처리를 통해 에스테르 화합물 내 알칼리 가수분해가 일어남에 따라, 표면에서 파열이 발생되었다. 알칼리 가수분해의 효과는 섬유 표면을 매끄럽게 하고 친수성을 발현하게 한다. 모든 대상 시료 내 폴리에스터 섬유 함량의 감량이 관측되었다.

그림 3.3을 보면, 직물 내 폴리에스터 섬유 부분의 손실을 비스코스 부분의 증가분을 통해 상쇄하는 것을 확인할 수 있다. 비스코스 섬유 함량의 최대 증가율은 시료 2(16.6%)에서 나왔고, 최소 증가율은 시료 4(4.5%)에서 관측되었다. 대상 시료 4개의 혼용률은 거의 유사하였지만 감량 처리 효과는 서로 상이하였다. 이는 폴리에스터 섬유의 제조 과정 상 품질 관련 인자들이 서로 다른 데서 그 원인을 유추할 수 있겠다.

3.2 경사 분수/위사 밀도

그림 3.5를 보면, 감량 처리 전후 직물 시료 내 사 밀도에 변화가 일어났음을 짐작할 수 있다. 경사 분수의 감소에 있어, 시료 2(8.9%)는 최대 감소율을 나타내는데 반해, 시료 4에서는 변화가 관측되지 않았다. 경사 분수의 감소는 곧 직물 폭의 증가를 뜻한다. 그림 3.6을 보면, 대상 시료 4개 모두 위사 밀도가 증가하였는데, 시료 2(10%)에서 최대 증가율을 나타냈으며, 최소 증가율은 시료 3(2.4%)에서 발생되었다. 따라서 그림 3.4와 같이, 경사 방향에서의 최대 수축률은 시료 2(8%)에서 나타났으며, 그 다음은 시료 4(7.3%)이며, 또한 시료의 폭에서 미미한 증가가 나타났음을 알 수 있다. 직물 시료로의 감량 처리 시 화학적 요인에 의한 수축 외에도 열 고정을 통한 추가적인 수축이 발생되므로, 감량 처리가 직물을 보다 치수적으로 안정시키는 영향을 미친다는 결론을 내릴 수 있다. 2가지 과정 모두를 고려할 때 직물 시료의 총 수축률은 7% 이상이었으며, 후속 마무리 공정을 거침으로써 약간의 수축이 더 발생되었다. 결과적으로 감량 처리를 직물을 치수적으로 안정화시키는 효과적인 처리법이라 할 수 있겠다.

3.3 인장강도

그림 3.7을 보면, 감량 처리를 통해 직물 시료의 인장강도가 감소하였음을 알 수 있다. 알칼리 처리로 인해 폴리에스터 섬유 표면이 파열(비누화 반응에 기인)되었으며, 감량이 발생되었다. 시료 2(54.2%)에서 가장 높은 강도 손실이 나타났다. 그림 3.8과 같이 직물 시료로의 감량 처리, 그리고 나노-실리콘 연화제를 통한 마무리 가공 후에 측정된 인장강도에서 충분한 개선이 관측되었다. 최대 강도 증진은 시료 2(29.62%)에서 나타났다.

3.4 인열강도

그림 3.9를 보면, 감량 처리 후 직물 시료의 인열강도가 감소하였음을 알 수 있다. 시료 4(33.38%)에서 최대 인열강도의 하락이 확인되었다. 인열강도의 손실은 감량 처리 동안의 폴리에스터 섬유 표면의 파열에서 그 원인을 찾을 수 있다. 직물 시료의 인열강도의 하락은 인장강도보다는 손실 정도가 적었다. 감량 처리 후 경사 방향에서의 감량률은 위사 방향보다도 그 정도가 크며, 이로 인해 인열강도에 비해 인장강도에서의 보다 큰 손실이 발생되게 된다. 나노-실리콘 연화제를 통한 마무리 가공 또한 인열강도의 증진에 어느 정도 영향을 미친다.

3.5 공기투과도

그림 3.11을 보면, 감량 처리 후 직물 시료의 공기투과도가 상당히 증진되었으며, 이로 인해 직물의 쾌적성 관련 인자들도 개선 될 것으로 사료된다. 공기투과도의 개선은 직물 내 사 밀도의 변화 및 사들 간의 간극 발생에서 그 원인을 찾을 수 있다. 합성섬유로의 열 고정 처리 시 직물이 치수 안정화되는 효과를 얻을 수 있지만, 이는 사를 직물 내 본래의 위치로만 움직임을 제한시키게 한다. 감량 처리 시 폴리에스터 섬유의 표면비누화 반응으로 인해, 섬유가 매끈해지고 미끄러워지게 되면서 사의 이동이 가능하게 된다. 직물 내 사의 이동에 기인해, 공기투과도와 함께 치수안정성이 개선된다.

4.0 결과

감량 처리 시 공정 과정상 열 고정 처리를 통한 치수 안정화 효과뿐만 아니라, 열 고정 공정과 감량 처리가 결합되면서 보다 치수적으로 우수한 직물이 생산되는 결과를 실험 데이터를 통해 확인할 수 있었다. 그리고 직물의 미적 특성이 상당한 개선되었다. 또한 감량 처리 공정 관련 인자들을 보다 세심히 통제할 시, 인장강도와 인열강도에서의 손실이 줄어드는 효과를 확인할 수 있었다.