

글로우방전을 이용한 PET 직물의 투습방수가공(3)

- 플루오르 화합물을 플라즈마 처리한 PET 직물의 방수성 및 투습성 -

모상영, 김태년*

충남대학교 공과대학 섬유공학과, *우석대학교 자연과학대학 의상학과

1. 서 론

직물의 구조와 섬유표면의 가공에 의한 투습방수포는 연잎의 표면발수성을 모델로 하여 개발된 것으로, 연잎 표면은 wax상의 물질로 덮여 있으면서 미세한凹凸(약 $10\mu\text{m}$) 구조로 되어 있다. 따라서 물방울이 부착했을 때 그凹凸 사이에 공기가 함께 봉입되는 형상이 되므로, 일견 물방울이 공기층위에 떠 있는 형상이 되어 발수성을 갖게 된다.

따라서 본 연구에서는 우선 이러한 기구를 형성할 수 있는 PET 극세사로 제작된 공기를 많이 포함할 수 있는 구조의 직물을 확보하고, 거기에다 강한 발수성에 의한 방수기능을 발휘할 수 있도록, 플루오르 화합물을 사용하여 극히 표면층만을 플라즈마 그래프트 중합에 의해 개질시켜서, 섬유의 벌크특성을 그대로 보존하면서도 우수한 투습·방수성을 함께 발휘할 수 있는 직물개발을 시도하였다.

2. 실험

가공 PET 원포에 글로우방전 플라즈마 처리장치를 이용하여 플루오르 화합물인 CF_4 , CF_3CF_3 , SF_6 , $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CF}_2$ 의 플라즈마를 발생시켜 flow system으로 처리하였으며, 증류수를 사용하여 4시간 동안 속시렛 세척한 후 각각의 방수성 및 투습성을 검토하였다.

방수성은 자체 제작한 J자형의 수압 측정장치를 이용하여 처리시료의 내수압을 3회 이상 측정하여 그 평균을 산출하여 비교하였으며, 투습성은 크기가 일정한 유리병 안에 3차 증류수를 2/3가량 채우고 그 입구를 측정용 시료로 밀봉한 후 흡습용의 무수 염화칼슘이 채워진 데시케타 안에 모두 함께 넣고 마이크로밸런스를 이용하여 24시간 후의 무게변화를 측정하여 $\text{g}/\text{m}^2/24\text{hrs}$ 로 환산하였다.

또 세척된 처리시료를 다시 열처리했을 때의 기능변화를 알아보기 위하여 정밀온도조절이 가능한 건조기를 이용하여 150°C 에서 10분간 가열처리하고 실온에서 48시간 이상 보관한 후, 그 방수성 및 투습성을 측정 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 처리직물의 구성과 투습방수포로서의 적합성

방수성의 기준으로서 내수압은 보통 500mm 정도인데, 본 실험의 플라즈마 처리포의 내수압은 보통 $600\sim 800\text{mm}$ 정도가 되어서 일반적인 방수성 요구치를 훨씬 상회하고 있으며, 측정된 내수압을 이용해 섬유간 공극 γ 를 구하면 $0.43\mu\text{m}$ 이하가 된다. 따라서 처리한 시료는 인체에서 발산되는 수증기($0.0004\mu\text{m}$ ϕ)는 통과시키면서 방수효과를 함께 발휘하기에 적합한 공극을 가지고 있는 것으로 평가된다. 또 직물이 발수 및 방수기능을 갖기 위해서는 그

cover factor가 2500정도 이상의 고밀도 직물을 제작하고, 여기에 발수가공을 하여야 충분한 방수성을 갖는 소재를 얻을 수 있는데, 본 실험에서 사용한 시료의 cover factor를 측정하고 결과 방수성을 갖기에 충분한 고밀도 직물임을 알 수 있었다.

3.2 처리직물의 방수성

Fig. 1은 CF₄ 플라즈마 처리한 직물의 내수압 측정결과를 처리압력별로 처리시간에 대하여 plot한 것인데, 대체로 처리압력이 증가함에 따라서 처리직물의 내수압은 상당히 증가하는 경향이었으나, 고압(0.2 torr) 처리에서는 오히려 크게 감소하였다.

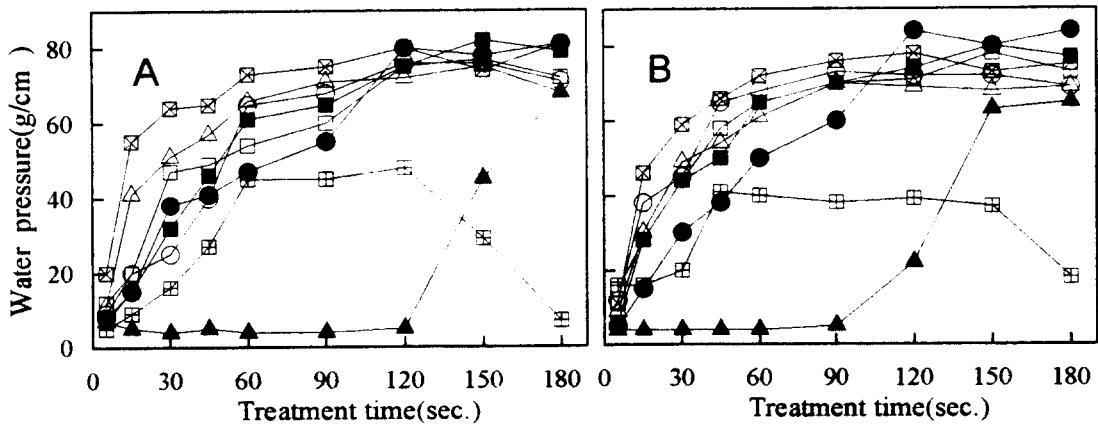


Fig.1. Breakthrough water pressure vs. CF₄ plasma treatment time.
 (A) After washing (B) Heat treatment
 Gas pressure : 0.04torr(▲), 0.05torr(■), 0.06torr(●), 0.07torr(△),
 0.09torr(□), 0.10torr(○), 0.15torr(⊗), 0.20torr(⊞).

처리된 직물의 최고 내수압은 84 g/cm² (0.06 torr, 120초 처리)이었는데, 이는 본 연구에 사용한 것과 동일한 원포를 사용하여 우레탄수지 가공처리한 제품의 내수압(63 g/cm²)에 비해 그 방수성이 상당히 우수함을 알 수 있었다. 대체로 처리시간이 증가하면 내수압도 증가하였는데, 약 120초~150초 정도 처리할 때 모든 압력에서 가장 양호한 결과를 보였다.

C₂F₆의 경우 처리압력 0.05 torr, 60초 이상 처리 때에 가장 높은 내수압을 나타냈으며, 내수압 비교에 의한 처리효과는 C₂F₆쪽이 CF₄보다 더 낮은 처리압력과 단시간 처리로서도 방수효과가 더 크게 나타났다.

SF₆의 경우는 최고 60 g/cm² 정도의 내수압을 나타내며, 이는 CF₄나 C₂F₆ 플라즈마 처리시의 80 g/cm²이상에 비하면 상당히 낮은 값이다. 좋은 방수성을 나타내기 위한 SF₆ 플라즈마 처리조건은 기체압력 0.1 torr이상에서 90초 이상의 처리로 판단된다.

C₃F₆의 경우는 SF₆ 플라즈마 처리에 비하여, 상당히 열악한 처리조건에서도 비교적 높은 내수압을 보였으며, C₃F₆ 플라즈마로 PET 시료를 처리할 때 높은 내수압을 갖게하기 위해서는 가스압력 0.1 torr에서 처리시간 60초 이상이 적정조건으로 고찰된다.

3.3. 처리직물의 투습성

표면 플루오르화된 처리직물들의 단위면적당 1일 투습량($\text{g/m}^2/24\text{hrs}$)을 측정하여 미처리 원포 및 같은 원포를 우레탄수지 처리하여 투습발수가공한 K사 제품 등과 비교한 결과, CF_4 와 C_2F_6 플라즈마 처리 직물의 경우에는 거의 미처리포와 같은 수준의 양호한 투습율을 나타냈으며, SF_6 처리포의 경우에는 근소하나마 투습성이 저하되었고, C_3F_6 처리포는 상당히 투습성이 떨어지고 있다. C_3F_6 처리포를 제외하고는 같은 원포를 사용한 K사의 제품들보다는 투습율이 상당히 높게 나타났다.

3.4 플라즈마 처리와 플라즈마 중합의 검토

PET 시료의 처리가 시료표면의 소수성 segment의 그래프트 중합에 의한 개질인가 또는 플라즈마에 의해 출발물질이 자체 중합하여 생성된 플라즈마 폴리머의 deposit에 의한 박막 형성에 의한 개질인가를 검토하기 위해, 유리판을 4종 출발물질의 플라즈마로 각각 0.1 torr에서 90초간 처리하여 물에 대한 접촉각을 측정해 본 결과, C_3F_6 처리는 플라즈마 중합에 의한 개질이고, 나머지는 그래프트 중합에 의한 개질임을 알 수 있었다.

3.5 SEM 관찰

SEM을 이용하여 처리조건에 따른 직물형태의 변화 및 경·위사의 단면을 고찰한 결과, 플라즈마 처리한 시료는 미처리 시료에 비하여 그 표면에 그래프트된 박막의 존재를 확인할 수 있었으며, 시료의 경·위사가 모두 중공섬유로 되어 있고, coarse filament와 fine filament가 조합된 평균 117 filament로 yarn이 구성되어 있음을 확인할 수 있었다.

REFERENCES

1. H. Shibata, *Sen-i Kagaku*, **1988**(12), 38 (1988)
2. H. Shibata, *Sen-i Kagaku*, **1987**(12), 20 (1987).
3. S.Y. Mo, K.S. Bae, Y. Nishiyama, *일본화학회지*, **1985**(6), 1118~1120 (1985).
4. Y. Iriyama, T. Yasuda, D.L. Cho, and H. Yasuda, *J. Appl. Polym. Sci.*, **39**, 249~264 (1990).
5. P.E. Fabienne, P. Barbara, and J.C. Brosse, *J. Polym. Sci. : Part A : Polym. Chem.*, **31**, 2671~2680 (1993)
6. M. Suzuki, *Dyeing Ind.*, **39**(4), 201~209 (1991).
7. M. Strobel, S. Corn, C.S. Lyons, and G.A. Korba, *J. Polym. Sci., :polym. Chem. Ed.*, **23**, 1125~1135 (1985).