

폴리우레탄과 코팅직물의 물성과 온도 응답성 수분투과 특성

정용채, 조재환, 전병철*

건국대학교 섬유공학과, *수원대학교 고분자공학과

Properties and Temperature Sensitive Water Vapor Permeability of Polyurethane and Coated Fabrics

Yong Chae Jeong, Jae Whan Cho, Byoung Chul Chun*

Department of Textile Engineering, Konkuk University

**Department of Polymer Engineering, The University of Suwon*

1. 서론

Polyurethane(PU)의 우수한 물성은 탄성섬유를 비롯하여 코팅, 플라스틱, 복합재료 등의 분야에서 다양하게 이용되고 있다. 최근 PU의 형상기억특성을 이용하려는 연구가 흥미롭게 진행되고 있다. 형상기억 PU[1,2]을 직물코팅에 응용하면 온도 응답성 투습방수직물의 제조가 가능하다. 즉, 어떤 온도 이상에서는 형상기억 PU 코팅 직물이 우수한 투습효과를 가지며 온도가 낮을 경우에는 직물에 보온효과를 가져다 줄 수 있다. 따라서 형상기억 특성을 갖는 PU 코팅직물은 보다 고부가가치형 제품으로 이어질 수 있다. 한편, 일반적인 투습방수 직물 제조방법으로는, 다음과 같은 세 가지 방법들이 가장 성공적으로 개발되고 있다. Gore-tex와 같이 미세공극을 갖는 PTFE 필름을 직물에 접착시키는 방법, polyurethane(PU)의 습식응고 코팅 방법, 그리고 극세섬유를 고밀도로 제직하는 방법이다. PU 코팅의 경우, 친수성 PU 수지를 이용, w/o 에멀전 PU 수지를 이용, PU 수지에 천연 고분자를 첨가하는 경우 등이다[3-6].

본 연구에서는 형상기억 PU을 직물에 코팅함으로써 PU과 직물에서의 수분투과 특성을 온도응답성으로 고찰하고 이때 PU의 물성이 직물 특성에 미치는 영향에 대하여 고찰하고자 한다.

2. 실험

본 연구에서의 폴리우레탄은 diisocyanate와 polyol으로부터 prepolymer를 먼저 제조한 후 이에 chain extender를 반응시키는 two-step process에 의하여 합성한 시료를 이용하였다. 출발물질로는 4,4'-diphenylmethane diisocyanate(MDI), poly(tetramethylene glycol) (PTMG), $M_n=1800$), 1,4-butandiol(1,4-BD)를 이용하였다. DMAc를 용

매로 사용하여 얻은 필름의 구조분석에는 FT-IR spectroscopy, X-ray 회절장치, DSC 열분석이 이용되었다.

직물 코팅은 DMAc를 용매로 하여 농도 10~25%에서 균일한 용액을 만든 후 텐터를 이용하여 poly(ethylene terephthalate)(PET) 직물에 코팅을 한 후 오븐에서 건조하였다. 직물의 역학적 성질은 Instron 인장시험기를 이용하였으며, 직물의 수분투과 특성은 일정한 용기에 담겨 있는 수분이 직물을 통과할 때의 무게 변화를 측정함으로써 계산되었다.

3. 결과 및 고찰

PU의 특성은 코팅직물의 수분투과효과에 큰 영향을 미친다. PU의 hard segment에 따른 특성이 코팅직물에서의 물성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 PU의 물성을 먼저 고찰하였다. Figure 1은 합성한 PU의 hard segment 함량에 따른 결정화열을 나타낸 것이다. Hard segment 함량이 30% 이하일 경우에는 결정화가 거의 나타나지 않음을 보이고 있어 hard segment와 soft segment가 상분리가 거의 일어나지 않고 서로 섞여 있음을 알 수 있다. 그러나, hard segment가 30%이상일 경우에는 상분리가 점점 일어나면서 결정화도를 나타내게 되고 또한 hard segment의 함량이 증가할수록 결정화도는 점점 커진다. 이러한 현상은 PU의 역학적 성질에도 그대로 나타나는 데, Figure 2에서와 같다. Hard segment가 30%를 넘을 경우 강도는 급격히 증가하여 hard segment 함량이 증가할수록 대체적으로 증가하는 경향을 보인다. 따라서 hard segment의 함량이 PU의 역학적 성질에 중요한 영향을 미침을 알 수 있다. 그러나 이들의 형상기억 효과는 hard segment의 함량이 30-50% 정도일 때 비교적 우수하였으며 30% 이하의 hard segment 함량에서는 hard segment와 soft segment의 상분리가 좋지 못하여 형상기억효과가 좋지 못하였으며, 50%이상의 hard segment 함량을 갖는 PU에서는 파단신도 자체가 비교적 크지 않았다. 따라서 본 연구에서의 투습방수용 코팅 직물의 제조에는 30-50% 범위의 hard segment를 갖는 PU를 이용하여 고찰하였다.

시간에 따른 직물의 수분투과는 초기에는 비교적 빠른 속도로 전달되나 어느 정도 시간이 지나면 초기보다 상당히 낮은 값으로 나타나는데, 이 때가 수분투과도가 정상상태(steady state)에 도달한 때이다. Figure 3은 50% hard segment를 갖는 PU의 용액 농도에 따른 수분투과량을 나타낸 것인데, 초기상태와 일정시간 이후의 정상상태에서의 두 영역으로 나뉘어질 수 있다. 두 영역 모두 농도가 증가함에 따라 점점 수분투과도는 점차 감소하는데, 이 때의 기울기로부터 수분투과도를 계산할 수 있다. 한편, PU의 hard segment 함량에 따른 수분투과도를 고찰하는 것은 매우 중요하다. 특히, 직물의 수분투과도는 주위 온도에 따라 크게 다르게 나타나는데, 이는 PU의 형상기억특성과 함께 고찰되어야 한다. Figure 4는 코팅하지 않은 직물과 코팅한 직물의 인장강도-신도의 관계를 서로 비교한 것이다. PU의 농도가 증가함에 따라 직물의 강도와 파단신도는 모두 점차 감소하는 경향을 보인다.

4. 결론

PU의 형상기억효과는 hard segment가 30-50%일 때 효과적이었으며 이를 적용한 코팅직물에서의 수분투과도는 코팅용액에서의 PU 농도와 PU의 hard segment에 큰 영향을 받았다. 결과적으로 PU의 형상기억효과가 코팅직물의 수분투과특성이 온도변화에 민감하게 응답하게 하는 것으로 나타났다.

참고문헌

- 1) F. Richard and P. E. Godon, *Mat Tech* **8**, 254 (1993)
- 2) T. Takahashi, N. Hayashi, and S. Hayashi, *J. Appl. Polym. Sci.*, **60**, 1061 (1996).
- 3) M.- S. Yen and K.- L. Cheng, *J. Coated Fabrics*, **25**, 87 (1995).
- 4) B. Pause, *J. Coated Fabrics*, **25**, 311 (1996).
- 5) M. Tsunoda and T. Kobayashi, *The Chemical Society of Japan*, **11**, 761 (1988).
- 6) M. Enomoto, K. Suehiro, Y. Muraoka, K. Inoue, and M. Sumita, *Textile Res. J.*, **67**, 601 (1997).

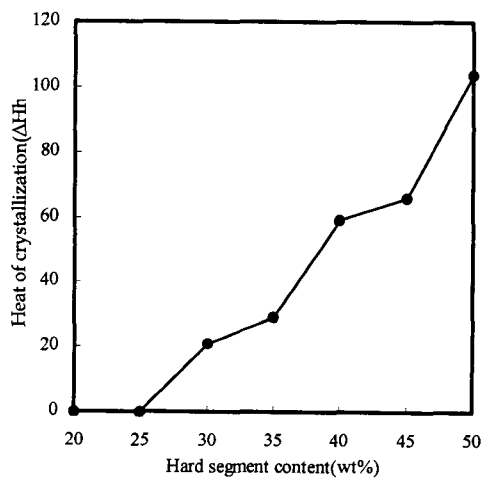


Figure 1. Heat of crystallization of PU copolymers with various hard segment contents

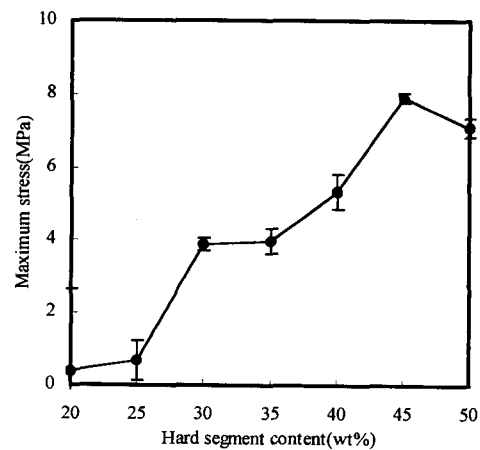


Figure 2. Maximum stress of PU copol with various hard segment co

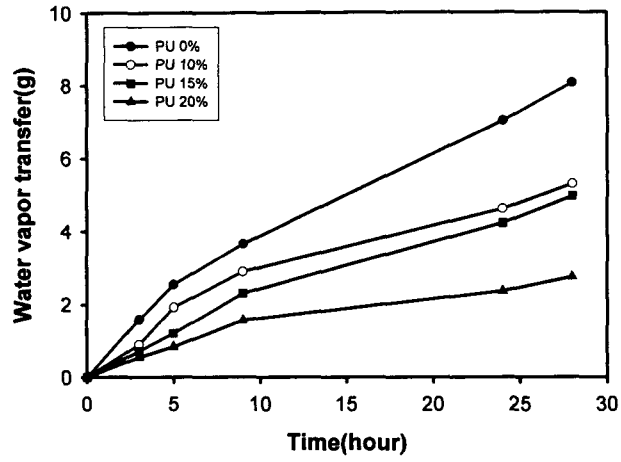


Figure 3. Water vapor transfer of coated fabrics versus time.

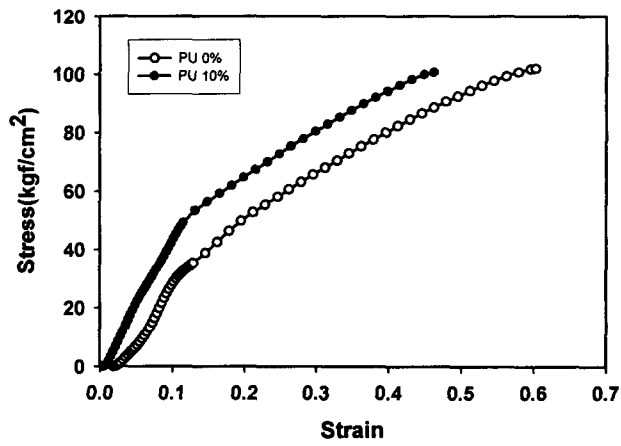


Figure 4. Stress-strain relation of coated fabrics.