

폴리우레탄에 의한 CNT 나노복합체의 형상회복 성질

이선영, 소향화, 조재환
건국대학교 섬유공학과

Shape Recovery Properties of CNT Nanocomposites Based on Polyurethane

Sun Young Lee, Hyang Hwa So, Jae Whan Cho
Department of Textile Engineering, Konkuk University, Seoul, Korea

1. 서론

최근 형상기억고분자에 대한 연구가 다양한 분야에서의 응용 가능성으로 인하여 매우 활발하게 이루어지고 있다. 특히 폴리우레탄(PU) 형상기억 고분자가 우수한 물성을 나타내는데, 이는 hard segment와 soft segment의 상분리된 구조와 생체친화성에 기인하고 있다. 그러나 여전히 PU은 역학적 성질 면에서 더 향상된 물성을 가질 필요가 있는데, 이는 최근의 나노기술과 더불어 한층 발전 하고있다. 즉, PU에 CNT를 복합화하면 기계적, 열적 및 형상회복 성질 면에서 모두 향상시킬 수 있다.

본 연구에서는 다중벽 탄소나노튜브(multi-walled carbon nanotubes, MWNTs)와 폴리우레탄을 복합화하여 PU-MWNT 나노복합체를 제조하고, 이의 형상회복 특성을 중심으로 고찰하였다. 이 때 MWNTs의 분산성 향상을 위하여 산처리에 의해 화학적으로 개질한 나노튜브를 사용하였으며, 이에 의한 형상기억 효과를 분석하였다.

2. 실험

본 연구에서 사용할 PU 시료는 two-step 방법으로 합성하였다. Polyol로는 poly(ϵ -caprolactone)diol (PCL, MW=3,000), isocyanate로는 methylene bis(p-phenyl isocyanate) (MDI), 쇠연장제로는 1,4-butanediol (BD)를 사용하였고, 몰비는 1:6:5로 설정하였다. 이렇게 제조한 폴리우레탄과 다중벽 탄소나노튜브(purify>95%, CVD process)를 합성하여 나노복합체를 제조하였다. MWNT는 사용에 앞서 혼합용매(황산: 질산=3:1)로 90°C/10min 및 140°C/5min에서 산처리한 후 초음파 분산기를 이용하여 분산시켜 사용하였다. 시료의 구조적, 열적 및 기계적 특성 측정에는 FT-IR, DSC, Instron 인장시험기 등을 이용하였다. 특히 형상회복 특성의 측정은 본 연구실에서 제조한 측정장치를 이용하였으며, 이로부터 형상회복력을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서 사용한 MWNT 및 PU의 구조 분석을 위하여 FT-IR 분석을 행하였다. 산처리한 MWNT 표면의 관능기 도입여부를 확인할 수 있었다. 90°C/10min 및 140°C/5min에서 산처리한 두 가지 경우 모두 3000~3500cm⁻¹ 부근의 OH stretching peak와 1740cm⁻¹ 부근의 C=O stretching peak가 raw MWNT의 값 보다 증가하였다. 나노복합체 내에서의 MWNTs의 분산은 SEM 측정을 통하여 이루어졌다. MWNT의 함량이 많은 경우, MWNT의 분포가 증가하였다. 나노복합체의 역학적 성질은 인장 시험으로부터 고찰되었으며, 복합체를 100% 인장시킨 후 이때의 응력을 측정하였다. 측정 결과,

MWNT의 함량이 증가됨에 따라 응력값도 증가하는 것을 알 수 있었다. 특히 MWNT의 개질조건이 90°C/10min인 경우가 140°C/5min인 경우보다 그 값이 더 크게 나타났다.

PU-MWNT 나노복합체에 대한 형상회복 거동이 일정한 온도에서 시간의 변화에 따라 변화하는 형상회복력을 측정함으로써 이루어졌다. Figure 1은 본 연구에서 나타난 대표적인 형상회복력-시간의 관계를 나타낸다. 초기의 형상회복력이 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였지만, 어느 정도 시간이 지남에 따라 거의 평형 형상회복 평형값을 보인다는 것을 발견할 수 있었다. 이와 같은 형상회복력은 실제로 충분히 응용가능한 값을 알 수 있었으며, 특히 순수한 PU에 비하여 탄소나노튜브가 함유된 나노복합체의 경우 형상회복력이 크게 증가하였음을 알 수 있었다. 이는 MWNTs가 PU의 역학적 성질의 향상뿐만 아니라 형상회복 거동에도 크게 기여를 한다는 것을 말해준다.

4. 결론

형상기억 폴리우레탄에 MWNT를 복합화한 PU-MWNT 나노복합체에 대한 형상회복력 측정을 바탕으로 본 연구에서 얻은 나노복합체가 순수한 PU에 비하여 충분히 우수한 형상기억 거동을 갖는다는 것을 알 수 있었다. 인장시험에서의 역학적 성질 면에서도 raw MWNT를 사용한 시료보다 개질화된 MWNT를 사용할 경우 더 우수한 역학적 성질을 얻었다. 즉, 개질화된 MWNT가 나노복합체의 역학적 성질을 향상시키며, 또한 형상회복 성질에도 크게 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

Acknowledgements: This work was supported by the SRC/ERC program of MOST/KOSEF (R11-2005-065) and Korea Research Foundation Grant (KRF-2004-005-B00046).

참고문헌

1. Q. Meng, J. Hu, and Y. Zhu, *J. Apply. Polym. Sci.*, 106, 837 (2007).
2. A. Lendlein and S. Kelch, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 41, 2034 (2002).
3. J. W. Cho, J. W. Kim, Y. C. Jung, and N. S. Goo, *Macromol. Rapid Comm.*, 26, 412 (2005).

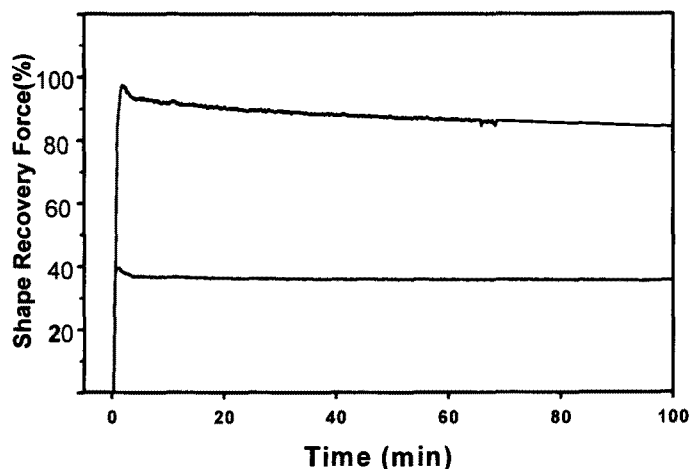


Figure 1. Typical curve of normalized shape recovery force for PU-MWNT nanocomposites versus time measured at a constant temperature of 50°C.