

올레핀 계열 고분자의 전기방사에 관한 연구

이창환, 이근형*, 김익수*, 김주용

송실대학교 유기신소재·파이버공학과, *신슈대학교 섬유공학과

Thermal Behavior of Polypropylene/swnt Fibers Produced by Electrospinning

Chang-Hwan Lee, Keun-Hyung Lee*, Ick-soo Kim*, Jooyong Kim

Department of Organic Material & fiber Engineering, Soongsil University, Seoul, Korea

*Dept. of Functional Machinery & Mechanics Faculty of Textile Science & Technology, Shinshu University, Nagano, Japan

1. 서론

폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리부텐, 폴리(4-메틸-1-펜텐), 그들의 공중합체와 같은 올레핀 고분자는 플라스틱 산업에서 가장 많이 사용되는 고분자이다. 그 중에서도 폴리프로필렌은 입체규칙성을 가지는 선상의 고분자로 구성된 대표적인 수지로서, 인장강도, 인장 탄성율, 내약품성 등과 같은 우수한 성질을 가지고 있을 뿐만 아니라 낮은 원료 단가로 인해 그 상업성이 매우 우수하다. [1] 1990년대 들어 나노기술이 여러 첨단 산업분야에 접목되면서 섬유분야에서도 나노직경의 섬유에 대한 관심이 증대되기 시작하였다. 나노섬유를 제조할 수 있는 다양한 방법으로 연신 (drawing), 상분리법 (phase separation), 자기조립법 (self-assembly), 전기방사 (electrospinning) 등이 알려져 있지만, 다양한 고분자의 적용과 기계의 단순성 무엇보다도 상업화의 가능성의 측면에서 볼 때 전기방사법이 가장 기대되는 기술이라 할 수 있다. 전기방사법은 1934년 Formhals에 의해 최초로 특허된 이후, 상대적으로 등한시되었다가 1990년 초 Akron 대학의 Reneker 교수 연구실에 의해 다양한 고분자로부터 나노직경의 섬유를 제조할 수 있는 것이 알려지면서 다시 부흥되었다.[2] 2000년 이후 전기방사에 관련된 논문수와 다양한 연구 분야에서 보고되는 것만으로도 본 기술에 대한 학계의 관심은 매우 크다고 말할 수 있을 것이다. 최근까지 다양한 합성 및 천연 고분자가 전기방사에 의해 성공적으로 제조되었음에도 불구하고, 플라스틱 산업에서 가장 광범위하고 많이 사용되고 있는 올레핀 계열의 고분자의 전기방사에 관한 연구는 극히 제한되어져 왔는데, 이것은 낮은 극성과 용매의 제한성 그리고 올레핀 계열의 고분자가 가지는 고유의 우수한 내화학적 성 때문이다.

따라서, 본 연구에서는 syndiotactic polypropylene을 용매를 이용하여 용액을 제조한 후, 전기방사법을 이용하여 서브마이크론의 직경을 가지는 멤브레인을 제조하였으며, 탄소 나노 튜브를 첨가하여 열적 거동을 고찰하였다.

2. 실험

2.1. 시료 및 실험조건

본 연구에 사용된 재료는 Syndiotactic Polypropylene (s-PP) (Mw: 127,000, Mn: 54,000)을 Aldrich사로부터 구입하였고, cyclohexane, DMF의 혼합용매에 60℃에서 용해되었다. SWNT (Single wall carbon nanotube)는 일진 나노테크에서 구입하여 사용하였다. 모든 화학약품은 정제 없이 그대로 사용하였다.

2.2. 전기방사

22gauge needle에 High voltage generator(HARb-100*6, Matsusada, Japan)를 사용하여 정전계 영역(12 kV)을 형성 시켰으며, 균일한 섬유형성의 농도를 최적화하였다. 노즐과 섬유 집적판 사이의 거리는 15 cm로 유지 후 sPP 나노 섬유를 방사하였다.

2.3. 측정 및 분석

전기방사로부터 형성된 섬유의 형태분석을 위해 시차주사전자현미경(JEOLJSM-6360, Japan)를 사용하였으며, 시차열량분석법(Perkin-Elmer DSC-7, USA)과 열중량분석법(Q500 V5.3 Build 171, USA)을 사용하여 SWNT 함유량에 따른 열적 성질을 상호 비교 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

나노웹의 표면을 SEM으로 확인한 결과, nano~submicron scale의 섬유분포를 보이는 웹의 표면을 살펴볼 수 있었으며(Fig 1. a), TGA분석 결과 s-PP의 열 안정성은 SWNT의 첨가량의 증가에 따라 향상되는 것을 알 수 있었다.(Fig 1. b) DSC 측정 결과 130°C 부근에서 endothermic peak이 형성되는 것을 확인할 수 있었다. Cousin과 Smith[3]는 강화재가 기지 내부에 있을 때 고분자 사슬의 움직임을 방해하여 Tg가 고온으로 이동한다고 보고하였는데, 본 실험에서도 마찬가지로 SWNT에 의해 s-PP사이의 상호인력이 작용함으로써 고분자 사슬의 움직임을 방해하였으며, sPP와 SWNT간 계면결합력이 열에 의한 분자쇄 운동을 방해하여 나타난 결과라 판단되어진다.(Fig 1. c)

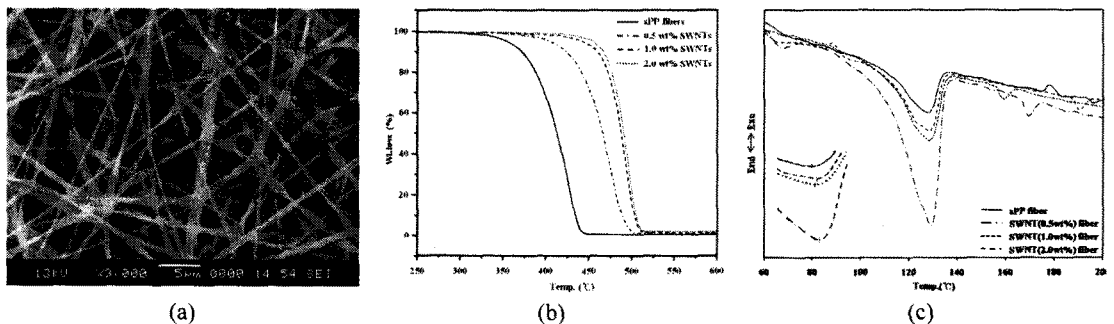


Figure 1. Characterization of syndiotactic/SWNTs nanofiber (a) SEM image of electrospun sPP/2.0wt% SWNT, (b) Thermogravimetric analysis of sPP/SWNTs nanofiber and (c) DSC thermograms of sPP/SWNTs nanofiber

4. 결론

본 연구는 Syndio tactic polypropylene/single wall nano tube 나노 복합체의 제조 및 열적 거동에 대해 살펴보았다. 전기방사방법을 이용하여, sPP를 나노웹으로 제조할 수 있었으며, SWNT첨가 시 열적 성능이 향상 되는 것을 알아볼 수 있었다.

5. 참고문헌

1. J. H. Jeung, T. W. Son, S. K. Lim, B. H. Mun, and S. S. Kim, "Preparation of Hygroscopically Modified Polypropylene(I)", *J. Korean Fiber Soc.*, 34(1), 16-21(1997).
2. A. F. Spivak, Y. A. Dzenis and D. H. Reneker, "A model of steady state jet in the electrospinning process", *Mech. Res. Commun.*, 27(1), 37-42(2000).
3. Cousin, P. and Smith, P., "Dynamic Mechanical properties of Sulfonated Polystyrene Alumina Composites", *J. Polym. Sci. Polym. Phys.*, 32(3), 459-468(1994).