

전기방사된 폴리우레탄 나노섬유 웹의 특성

김영운, 이태상, 이지완, 조영준*, 윤철수*, 이승구[†]
 BK21 FTIT, 충남대학교 유기소재섬유시스템 전공, *효성기술원

Characterization of Electrospun Polyurethan Nanofiber Web

Young Un Kim, Tae Sang Lee, Ji Wan Lee, Young Jun Cho*, Cheol Soo Yoon* and
 Seung Goo Lee[†]

BK21 FTIT, Department of Organic Materials and Textile System Engineering,
 Chungnam National University, Daejeon, Korea

*HYOSUNG R&D Business Labs, Anyang, Korea

[†]:lsgoo@cnu.ac.kr

1. 서론

나노섬유는 직경이 수십에서 수백 나노미터인 섬유상 소재로 가장 큰 장점은 기존 섬유에 비해 매우 큰 표면적을 갖는 것이며[1-2], 이러한 장점으로 인하여 나노섬유는 고성능 필터나 방호복, 항균성 드레싱, 약 전달물질 등 다양한 분야에서 응용될 수 있다[3-4]. 나노섬유는 제조시 주로 전기방사법을 사용하게 되는데 전기방사에서는 고분자 용액의 적합한 농도, 인가전압 및 방사거리 등의 방사조건이 설정이 매우 중요하다[5]. 본 연구에서는 우수한 물리적, 화학적 성질을 갖고 있으며 현재 섬유, 접착제, 열가소성 탄성체 등 다양한 분야에서 사용되고 있는 폴리우레탄(Polyurethane)을 나노섬유로 만들기 위하여 적합한 전기방사 조건을 찾고자 하였다. 또한 방사 농도에 따른 거동 변화와 웹의 물성을 연구 하였다.

2. 실험

본 연구에서 사용한 폴리우레탄은 (주)효성의 Spandex 원료를 사용하였고, 폴리우레탄의 농도 조절을 위한 용매로는 DMAc(Dimethyl acetamide)를 사용하였다. 전기방사시 폴리우레탄의 농도 및 점도에 따른 방사 거동의 변화를 알아보고자 5~20wt%로 용액의 농도를 변화시켜 방사하였고, 방사 전압과 방사거리는 각각 15~25kV와 15~25cm로 하였다.

전기방사된 폴리우레탄 웹을 주사전자현미경(SEM(JSM-7000F))을 이용하여 표면의 미세구조를 관찰하였고, 용액의 점도를 Viscometer(BROOKFIELD DV-II)로 측정하였다. 방사된 웹의 특성 분석은 인스트론(Instron)로 인장시험을 통하여 평가하였고, SEM으로 파단면을 관찰하였다. 또한 폴리우레탄 나노섬유 웹의 열적 특성을 DSC(Differential Scanning Calorimeter)와 TGA(Thermogravimetric Analyzer)를 사용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

다양한 폴리우레탄 용액 농도에서 전기방사한 나노섬유 웹의 표면미세구조를 SEM으로 분석하였다. 전기방사시 용액 농도가 10wt% 이하인 경우 낮은 점도로 인해 전기방사된 폴리우레탄 웹에 비드(bead)가 많이 관찰되었다. 반면에 12.5wt% 이상의 용액 농도에서 전기방사한 폴리우레탄 웹의 경우

는 비드가 거의 관찰되지 않았으며 매끄러운 섬유 표면형태를 나타내었다. 그중에서도 15wt% 농도 조건에서 방사한 경우 가장 균일한 섬유형태를 가지고 있는 것으로 관찰되었다. SEM 결과에서 전기 방사시 용액 농도에 따른 섬유의 직경 변화를 알 수 있었는데, 낮은 농도에서 전기방사한 섬유의 경우 높은 농도를 가진 섬유에 비해 대체적으로 섬유의 직경이 작은 것을 볼 수 있었다. 10wt% 농도에서 263nm로 가장 작은 섬유 직경을 나타내었으며, 20wt%의 경우는 1.612 μ m로 가장 큰 섬유 직경을 나타내었다.

섬유의 방사거동 관찰과 미세구조 분석을 통해 전기방사시 방사전압과 방사거리의 변화에 따른 영향을 알 수 있었는데 방사전압은 20kV 이상에서 방사한 경우가 가장 방사가 양호하게 잘 되었으며, 방사거리가 짧아질 경우 방사시 용매가 충분히 제거되지 않아 방사성이 떨어지는 것을 알 수 있었다. 방사된 나노섬유 웹의 물성을 평가하고자 15wt% 농도에서의 전기방사 웹을 인장시험을 통해 분석하였다. 인장시험시 웹에 잔존하고 있는 용매를 제거하고 웹의 균일성을 높이기 위하여 100~200 $^{\circ}$ C 온도에서 열처리한 후 측정하였다. 시험결과 열처리하지 않은 나노섬유 웹의 경우 가장 낮은 인장강도를 나타내었으며, 200 $^{\circ}$ C에서 열처리한 경우 가장 높은 강도와 신도를 나타내었다. 이러한 이유는 200 $^{\circ}$ C에서의 열처리로 인해 웹 내의 섬유간 결합(interfiber bonding)이 발생되어 강도와 신도가 크게 증가하고 전체적인 웹에서 수축이 발생하기 때문으로 보인다. 200 $^{\circ}$ C 이하로 열처리한 시료의 경우 열처리하지 않은 시료와 유사한 신도를 나타내며 강도는 약간 높은 것으로 나타났다. 이는 낮은 온도로 열처리한 경우 수축이 적고, 섬유간 결합이 발생하지 않아서 상대적으로 강도가 작게 나타난 것으로 생각된다. 이러한 전기방사된 폴리우레탄 웹의 전기방사 변수 및 열처리에 따른 기계적 물성과 특성의 변화에 대하여 심층적으로 분석하였다.

참고문헌

- [1] D. Li, Y.N. Xia, *Advanced Materials*, 16, 1151 - 1170, 2004.
- [2] D.H. Reneker, I. Chun, *Nanotechnology*, 7, 216 - 223, 1996.
- [3] C. Shin, G.G. Chase, D.H. Reneker, *Colloids and Surfaces*, 262, 211 - 15, 2005
- [4] J. Zeng, X. Xu, X. Chen, Q. Liang, X. Bian, L. Yang, X. Jing, *J. Controlled Release*, 92, 227 - 231, 2003.
- [5] O.S. Yordem, M. Papila, Y.Z. Menciloglu, *Materials & Design*, 29, 34 - 44, 2008.