

# 폴리프로필렌의 용융전기방사 공정에서의 온도와 용융지수의 영향

조경제, 김한성

부산대학교 유기소재 시스템 공학과

## Effects of Temperature and MFR on Melt-electrospinning of Poly(propylene)

Kyung-Jae Jo and Han-Seoung Kim

Department of Organic Material Science & Engineering, Pusan National University, Busan, Korea

### 1. 서 론

고분자의 용융물과 용액에 정전기적 Charging을 통한 전기적 인력과 정전 반발력을 이용하여 나노 단위의 직경을 가지는 섬유 제조가 가능하다. 다양한 고분자 용액을 이용하여 전기방사를 연구한 사례는 상당히 많이 보고되어 지고 있다.[1-5] 그러나 이러한 고분자 용액을 이용한 시스템은 용매를 제거하는 공정이 필요하고, 용매의 제거 문제는 환경적인 문제와 에너지 소모 문제를 동반한다. 또한, 독성용매를 사용하는 경우에는 의학이나 약학 등의 분야에 사용되는 데 한계를 가질 수 밖에 없다.[6] 따라서, 최근에는 용매의 회수 공정이 필요 없는 용융물을 이용한 전기방사에 관한 연구에 대한 관심이 모아지고 있다.[7-10] 그러나 용융 전기방사의 경우 용액 전기방사 시스템을 이용한 경우보다 상당히 굵은 마이크로 레벨의 직경 분포를 가지는 섬유가 대부분이다. 용융 전기방사의 경우에는 고분자의 물성의 변화를 일으킬 수 있는 열에 의한 가열 공정이 포함되므로, 최적화조건을 얻기 위해 공정인자에 대한 다양한 연구가 수행되어야 할 필요성이 있다.

본 연구에서는 용융지수가 다른 두 가지의 이소텍틱 폴리프로필렌 고분자를 이용하여, 분위기 온도 및 방사거리 등의 조건 변화가 용융 전기방사 공정에 미치는 영향을 고찰하였다.

### 2. 실험

#### 2.1. 시료 및 실험조건

Melt-Index가 각각 900, 1500인 폴리미레社의 PP고분자를 사용하였다. 사용된 PP의 용점은 165°C이다. 각각의 실험에 세라믹 히터 내부에 30ml용량의 유리 주사기에 주입한 후, 8분간 예열하고, 20g의 고분자 칩을 주입한 뒤 재가열 하였다. 유리 주사기 분위기 온도는 330°C부터 410°C까지 20°C의 간격으로 5단계의 조건으로 설정하였다. 전기 방사 공정에서 35kV의 전압을 가하였으며, TCD조건은 10cm에서 18cm의 2cm간격으로 5단계로 설정하였다. 방사된 섬유는 30초간 포집되었다.

#### 2.2. 측정 및 분석

포집된 섬유의 미세구조는 전자주사현미경(HITACHI S3500N)을 이용하여 분석하였다. 촬영한 SEM 이미지의 분석을 통해 섬유의 직경분포를 측정하였다. 포집된 웹의 형상은 자체적으로 설계한 LASER scanning장치를 사용하였다. 시차주사열량분석 시스템(220C Seiko Japan)을 이용하여 열적성질과 구조를 분석하였다.

### 3. 결과 및 분석

PP의 melt index값에 따른 용융 전기방사를 통해 섬유에 관한 분석 내용 중 일부인 섬유의 직경 분

포를 Fig.1에 나타낸다. 같은 분위기 온도 조건에서 MI 1500의 PP의 경우에 MI 900의 PP를 사용한 경우보다 상대적으로 가는 형태의 섬유가 만들어 졌다. 410℃의 높은 용융온도를 적용한 경우, PP MI 1500시료는 TCD 10cm조건에서 방사가 되지 않았다. 이것은 높은 온도에서 방사한 높은 MI 고분자의 경우 상대적으로 낮은 고분자 점도가 콜렉터 상에서도 유지되기 때문이라고 생각된다. 따라서, 동일 시료를 동일 온도 조건에서 TCD 18cm 조건에서 실험한 경우에는 충분한 냉각과 고화 시간의 확보를 통하여 전기방사가 가능했다.

용액 전기방사의 경우 전기방사 공정 조건에 따른 제조된 섬유의 미세구조의 차이는 미미한 것으로 보고 되어지고 있다. 그러나 용융 전기 방사의 경우 냉각 조건의 차이에 기인한 구조적인 변화를 기대 하였으나, DSC를 통한 열분석 결과에서는 특별한 차이점이 나타나지 않았다. 몇몇의 경우에  $\beta$  상의 결정이 나타나기도 했으며, Tg paek가 나타난 경우도 있었으나 그 차이는 미미하였다.

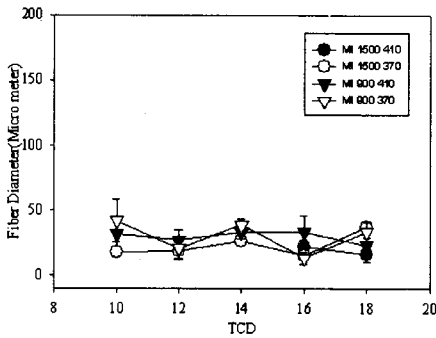


Fig 1. 용융전기 방사된 섬유의 직경

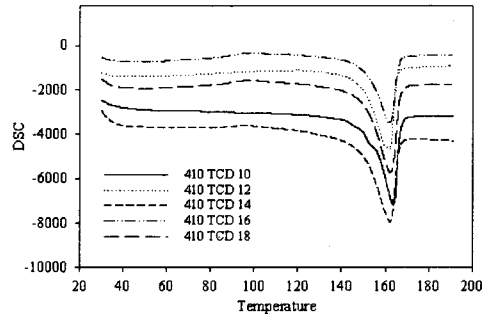


Fig 2. 410℃에서 방사된 시료의 DSC

#### 4. 참고 문헌

1. J. M. Deitzel, J. Kleinmeyer, "The Effect of Processing Variables on Morphology of Electrospun Nanofibers and Textile", *Polymer*, 42, 261-272(2001).
2. Thandavamoorthy Subbiah, G.S Bhat, R.W Tock, S. Parameswaran, S. S Ramkumar, "Electrospinning of Nanofibers" *Journal of Applied Polymer Science* vol 96, 557-569(2005)
3. C. Kim and K. S. Yang, "Preparation and Characterization of PAN-based Web of Carbon Nanofibers by Electrostatic Spinning", *Carbon Science*, 3, 210-218(2002).
4. J. M. Deitzel, W. Kosik, S. H. Mcknight, N. C. Beck Tan, J. M. Desimone, and S. Crette, of Polymer Nanofibers with Specific Chemistry", *Polymer*, 43, 1025-1029(2002).
5. P.K Baumgarten "Electrostatic Spinning of Acrylic Microfibrers", *J.Colloid Interface Sci*,36,P71(1971)
6. R. Dersch, M. Steinhart, U. Boudriot " Nanoprocessing of polymers: application in medicine, sensors, catalysis, photonic" *Polym. Adv. Technol.* 2005;16:276-282
7. Jong. Sang Kim, Dai soo Lee "Thermal Properties of Electrospun Polyesters" *Polymer Journal* Vol. 32. no7 pp616-618(2000)
8. Jason Lyons, Christopher Li, Frank Ko "Melt-electrospinning part1 : processing parameters and domestic "g polymer 45(2004) 7597-7603
9. Paul D. Dalton, Julia Lleixz Calvet, Ahmed Mourran "Melt-electrospinning of Poly-(ethylene glycol-block-ε-caprolactone)" *h biotechnology journal* 2006. 6
10. Seungsin Lee, S. Kay Obendorf "Developing Protective Textile Materials as Barriers to Liquid Penetration Melt-Electrospinning" *h JAPS* vol 102, (2006) 3430~3437