

# 폴리에스테르 고속방사의 공정 해석

- 수치모사에 의한 접근 -

김경우, 김상용

서울대학교 섬유고분자공학과

고속방사는 높은 권취속도로 방사함에 의해 연신공정 없이도 1단계 공정으로 간편하고 효과적으로 고배향·고결정화도의 섬유를 얻기 위한 것이다[1]. 특히 상업적 중요성에 의해 폴리에스테르(PET) 섬유에 대한 연구가 가장 많이 이루어져 왔다.

고속방사는 방사응력이 커지면서 방사선상에서 neck상 변형[2-4]이나 결정화 같은 저속에서 나타나지 않는 특징을 보이게 되는데, 이때 결정화 현상은 섬유의 구조 형성과 neck상 변형의 설명[5,6] 등에 매우 중요한 현상이다.

결정화는 먼저 공기 마찰에 의한 응력을 많이 받는 filament의 표면에서 발생하며, 상대적으로 중심부분에서의 결정화는 느리게 진행된다. 따라서 고결정 영역인 skin부와 저결정 영역인 core부로 된 skin-core 구조가 형성되며, 이것은 권취속도가 높을수록 뚜렷이 나타난다[7].

고속방사 공정을 해석하기 위해 그 동안 많은 실험과 함께 수치모사가 이루어져 왔는데[8-10], 이때 수치모사는 섬유단면내 속도 및 온도 분포를 무시한 1차원 지배방정식을 이용함으로써 방사거리에 따른 직경 분포와 표면온도 분포 등은 어느 정도 예측이 가능했지만 결정화에 의한 skin-core 구조를 설명할 수는 없었다.

본 연구에서는 고속방사선을 축대칭 유동(axisymmetric flow)으로 보고  $r$ ,  $z$  두 방향에 대한 2차원 유한요소해석을 하였다. 이로써 섬유단면내 속도 및 온도 분포를 구할 수 있었으며 이로 인한 결정화도 분포를 얻음으로써 섬유의 skin-core 구조 발현을 설명할 수 있게 되었다.

### 참고 문헌

1. T. Kawaguchi, "High-Speed Fiber Spinning", Chapter 1, John Wiley & Sons, 1985.
2. J. Shimizu, N. Okui and T. Kikutani, "High-Speed Fiber Spinning", Chapter 7, John Wiley & Sons, 1985.
3. K. Fujimoto, K. Iohara, S. Owaki and Y. Murase, *Sen-I Gakkaishi*, **44**, 53 (1988).
4. K. Fujimoto, K. Iohara, S. Owaki and Y. Murase, *Sen-I Gakkaishi*, **44**, 171 (1988).
5. A. Ziabicki, *J. Non-Newtonian Fluid Mech.*, **30**, 157 (1988).
6. S. Zahorski, *J. Non-Newtonian Fluid Mech.*, **50**, 65 (1993).
7. J. Shimizu, N. Okui and T. Kikutani, *Sen-I Gakkaishi*, **37**, T-135 (1988).
8. H. H. George, *Polymer Eng. Sci.*, **22**, 292 (1982).
9. K. Katayama, M. G. Yoon, "High-Speed Fiber Spinning", Chapter 8, John Wiley & Sons, 1985.
10. J. Denton, J. Cuculo and P. Tucker, *J. Appl. Polymer Sci.*, **57**, 939 (1995).