

복합섬유의 고속방사에 있어서 섬유구조형성(III)

- PET/PE 복합의 효과 -

김경효, 조현옥

부산대학교 공과대학 섬유공학과

1. 서론

복합섬유의 용도는 그 기능에 따라서 다양하지만 그 중에서도 자기접착성을 살려서 부직포의 재료로 사용되는 예가 많다. 즉 sheath/core형 복합섬유 중 sheath 성분은 core 성분보다 용점이 낮은 폴리머를 사용하여 열융착에 의한 접착제로서의 역할을 담당하게 한 섬유가 전형적이다. 한편, 고속방사법은 방사과정 중에 섬유의 구조 형성을 현저하게 진행시키는 방사법이지만[1, 2], 복합섬유의 고속방사에 있어서는 각 구성성분이 서로 영향을 미치면서 세화·고화가 진행되므로 개개의 폴리머를 단독으로 방사하는 경우와는 다른 구조형성기구가 관여하는 것으로 알려져 있지만 아직 명확한 상호작용은 보고된 바가 없다. 본 연구자들은 이미 열융착형 부직포의 용도로 이용되는 HDPE/PET와 LLDPE/PET의 sheath/core형 복합섬유를 고속방사하여, 제조된 복합섬유의 구조형성과 물성을 평가하고 아울러 각각의 구성성분의 구조형성과 복합방사에 의한 영향을 평가한 바 있다[3, 4]. 그러나, 이 경우에는 core 성분의 PET는 섬유구조형성이 촉진되었으나, sheath 성분에 해당하는 HDPE와 LLDPE의 섬유구조형성은 억제됨을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 이러한 상호작용에 의한 구조형성을 검토하기 위한 일환으로 이미 보고되었던 HDPE/PET, LLDPE/PET형 복합섬유와 그 성분이 반대로 배열된 PET/HDPE, PET/LLDPE형 복합섬유를 같은 방법으로 고속방사하여 복합섬유를 제조하고, 제조된 복합섬유의 구조형성과 그에 영향을 미치는 각 성분들의 구조형성과 그 상호작용을 규명하고자 한다.

2. 실험 방법

2.1 고속·복합방사

sheath/core형의 PET/HDPE, PET/LLDPE 복합섬유 제조에 사용된 HDPE는 Melt Flow Rate(MFR)가 11(g/10min)이고 LLDPE는 50으로 유변물성이 서로 다른 폴리머를 사용하였고, PET는 범용 폴리머로 고유점도가 0.62(dl/g)인 것을 사용하였다. 방사는 복합 방사장치를 이용하여 토출온도 290℃에서 직경 0.5mm의 노즐로부터 총토출량을 5g/min으로, 토출량비는 1:1로 하였다. 방사구로부터 330cm 떨어진 곳에 있는 고속 권취기를 이용하여 방사속도 1~6km/min의 시료를 채취하였다.

2.2 실험

분자의 배향정도를 검토하기 위하여 간섭현미경을 이용하여 복굴절률을 계산하였으며, 방사된 섬유의 열적 성질을 검토하기 위하여 시차주사열량계(Shimadzu DSC-50, Japan)를 이용하였으며, 결정구조의 확인은 X-선 회절장치(D/max-III-A type, Rigaku Co., Japan)를 이용하여 적도선의 회절프로파일을 얻었다. 또한 비결정분산거동의 평가를 위해서 Rheovibron(DDV-II-C type, Toyo Baldwin Co., Japan)을, 기계적 물성 평가는 인장시험기(Fafegraph-M, Textecho Co., Germany)를 사용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

폴리에틸렌은 일반적으로 구멍을 형성하고 있거나 혹은 결정의 배향성이 낮은 경우 복굴절률이 거의 0에 가까운 값을 나타낸다. 본 연구자들의 연구에 의하면, 폴리에틸렌 섬유를 고속방사하여 복굴절률을 측정한 결과 방사속도 증가에 따라 복굴절률의 증가 양상은 HDPE의 경우는 S자형으로, LLDPE의 경우는 직선적으로 증가한다고 보고하였다[5, 6]. Figure 1은 PET/HDPE, PET/LLDPE 복합섬유에 있어서 core 성분인 폴리에틸렌만의 복굴절률을 방사속도의 증가에 따라서 나타낸 것이다. 전반적으로 복굴절률은 아주 낮은 값을 나타냄을 알 수 있다. 특히 HDPE의 경우 방사속도가 3~4km/min에서 급격히 감소함을 보이고 있는데 이는 PET 성분의 배향결정화가 나타나는 방사속도대와 거의 일치함을 알 수 있다. 반면 LLDPE의 경우는 전반적으로 거의 0에 가까운 값을 나타냄을 알 수 있다. 이러한 차이는 두 폴리에틸렌간의 신장점도의 차에 의한 분자배향의 결과로 생각된다.

Figure 2는 복합섬유중 sheath 성분인 PET 만의 복굴절률을 방사속도의 증가에 따라 나타낸 것이다. 방사속도 증가에 따라 두 복합섬유중의 PET 성분은 모두 분자배향이 촉진되어 복굴절률이 증가하는 것을 알 수 있다. 그리고 PET 성분의 배향결정화가 나타날 것으로 예상되는 4km/min 이상의 방사속도에서는 상대적으로 낮은 점도를 가지는 LLDPE(50)와 복합한 PET 성분의 복굴절률이 조금 높은 값을 나타냄을 알 수 있다.

Figure 3은 방사속도에 따른 PET/HDPE(11) 복합섬유의 역학적 손실 $\tan \delta$ 의 온도의존성을 나타낸 것으로, 비결정 영역의 마이크로브라운 운동에 관련하는 α 피이크는 방사속도가 증가함에 따라 그 강도가 감소하고 있으며 이는 결정화도의 증가 즉, 비결정 분율의 감소에 기인하는 것으로 생각할 수 있다. 방사속도가 증가함에 따라 최대 $\tan \delta$ 피이크 온도가 저온쪽으로 조금 이동하는 것은 방사속도가 증가할수록 비결정영역에 존재하는 비교적 긴장도가 높은 tie molecules의 증가로 인해 비결정 분자사슬의 평균적인 배향도 및 응집밀도는 저하되기 때문인 것으로 추측된다.

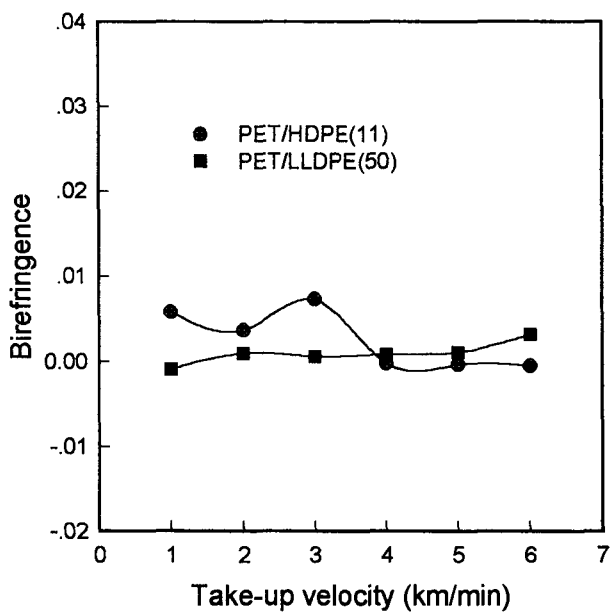


Figure 1 Change of birefringence with take-up velocity for PE component in PET/PE bicomponent fibers.

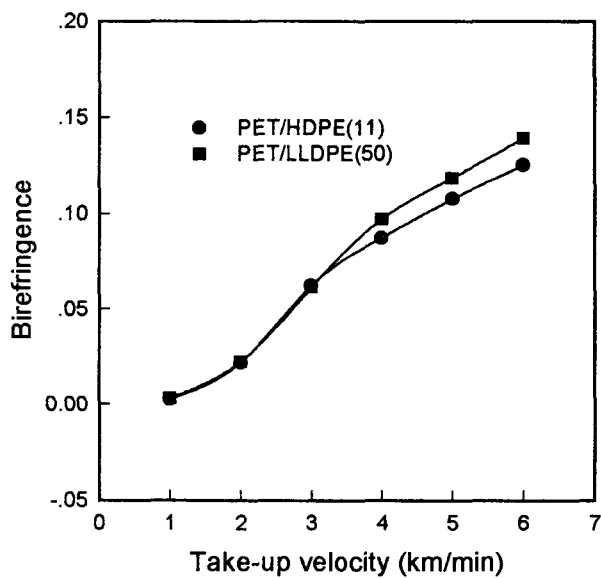


Figure 2. Change of birefringence with take-up velocity for PET component in PET/PE bicomponent fibers.

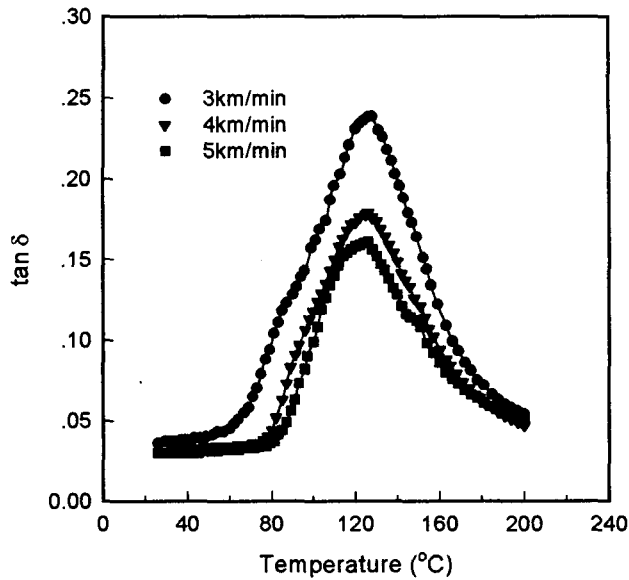


Figure 3. Tan δ values of PET/HDPE(11) sample according various take-up velocities.

4. 참고 문헌

1. 久保榮一, 渡邊正晴, “最新の紡絲技術”, 日本纖維學會編, p.120, 高分子刊行會, 京都, 1992.
2. A. Ziabicki and H. Kawai(Ed.), “High Speed Fiber Spinning”, Chap. 10, John Wiley & Sons, N.Y., 1985.
3. H. H. Cho, T. Kikutani, *J. Korean Fiber Soc.*, **33**(4) 360 (1996)
4. H. H. Cho, K. H. Kim, J. D. Jang, *J. Research Inst. Ind. Technol.*, **53** 287 (1997)
5. H. H. Cho, K. H. Kim, *J. Korean Fiber Soc.*, **35**(4) 195 (1998)
6. H. H. Cho, K. H. Kim, *J. Korean Fiber Soc.*, **35**(5) 263 (1998)