

폴리에스테르계 액정고분자 강화 PET의 상용성 향상

길은석, 김성훈, 최영엽, 최영근*, 오영수*

한양대학교 공과대학 섬유공학과

*선경 인더스트리 섬유연구소

서론

폴리에스테르계 열방성 액정 고분자는 높은 강도와 탄성을, 내화학성, 내열성, 내후성 및 충격 흡수성을 갖는 등 우수한 성질을 갖는다. 과거에는 고강도, 고탄성을 요구하는 산업용 자재로서 새로운 액정고분자의 개발에 많은 연구가 진행되었으며 근래에는 열가소성 범용 고분자와 높은 기계적 성질을 지니는 열방성 액정 고분자를 강화제로 하는 분자 복합재료에 관심이 모아지고 있다.^{1,2} 폴리에스테르계 열방성 액정 고분자는 블렌드물내에서 전단응력 방향으로 분자쇄들이 높은 배향도를 갖는 섬유상을 형성하여 강화제로서 높은 인장 성질을 부여하게 된다. 액정 고분자는 탄소섬유 및 무기섬유와 같이 일반적으로 사용되는 강화제와는 달리 용융 점도를 낮추고 또한 결정화 속도를 높이는 등 가공에 도움을 준다.³

하지만 랜덤 코일형 분자 배향을 지닌 일반 범용 고분자와 rigid한 분자들로 이루어진 액정고분자와의 상용성 문제는 최종 제품에 커다란 영향을 미치게 된다.

본 실험에서는 PET에 유연한 분자구조를 갖는 액정 고분자 및 rigid한 분자구조를 지니는 액정고분자를 블렌드하여 각각의 상용성을 조사하였다. 또한, PET에 유연한 분자쇄를 갖는 액정고분자를 “coupling agent”로 하는 삼상계 블렌드를 시도 하였으며 이상계 블렌드와 비교하여 관찰하였다.⁴ 이때, LCP/LCP 블렌드시 미세구조 및 화학 반응을 조사하여 상용성 및 이러한 상용성의 원인을 알아보려 하였다. 또한, PET에 각각의 액정고분자들을 블렌드한 블렌드물과 순수 PET와의 결정화 과정을 비교하여 액정고분자들이 PET의 결정화 과정에 어떤 영향을 미치는가를 조사하였다. 이러한 기초적인 조사를 통하여 최종적으로 PET 및 PET/LCPs 블렌드물의 기계적 성질을 조사하여 액정고분자가 PET의 기계적성질에 어떠한 영향을 미치는가 규명하였다.

실험

사용된 열방성 액정고분자는 p-hydroxybenzoic acid/6-hydroxy-2-naphthoic acid(73mol%/27mol%)(HBA73/HNA27), Ethylene terephthalate/p-hydroxybenzoic acid(40mol%/60mol%)(PET40/PHB60) 및 (20mol%/80mol%)(PET20/PHB80), 그리고 본 실험실에서 블렌드한 (HBA73/HNA27)/(PET40/PHB60)의 블렌드물들 및

3. A. M. Sukhadia, D. Done, and D. G. Baird, *Polymer Engineering and Science*, Mid-may 1990, Vol. 30, No. 9, p 519-526
4. Cheng-Fang Ou and Chen-Chong Lim, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 54, p 1223-1231 (1994)

Table 1. The ratio of respective segments from the relative intensity changes of proton NMR absorptions.

Materials		The ratio of respective segments in materials		
		EG segment	TA segment	HBA segment
PET40/PHB60		1	1.04	1.26
Soluble fraction from (PET40/PHB60)/ (HBA73/HNA27) 50/50 blends	0 min annealed at 325°C	1	1.04	1.46
	10 min annealed at 325°C	1	1.06	1.56
	30 min annealed at 325°C	1	1.14	1.74

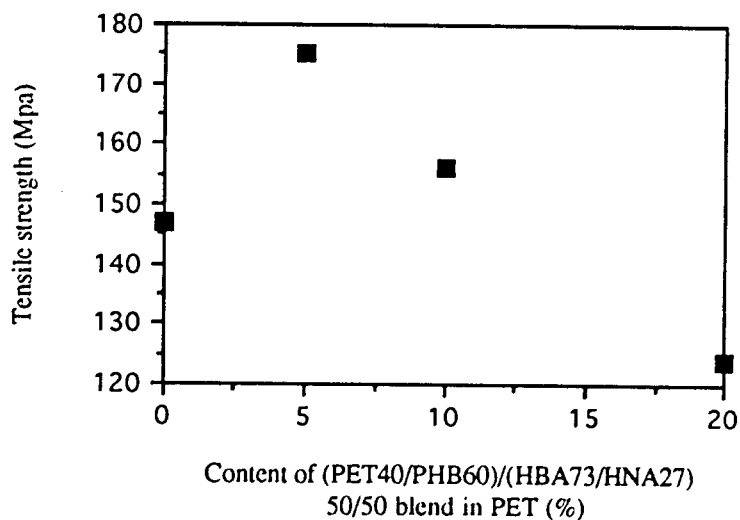


Figure 1. Tensile strengths of PET blends with (PET40/PHB60)/(HBA73/HNA27) 50/50

(PET20/PHB80)/(PET40/PHB60)의 블렌드물들을 사용 하였다.

PET(SKC Co.)에 액정고분자들 및 제조한 LCP/LCP 블렌드물들을 각각 무게비에 따라 Brabender Plassti-corder(Twin screw)를 이용하여 블렌드하였다.

TGA분석을 통하여 PET 및 액정고분자들의 열안정성을 조사하였으며, DSC(Perkin Elmer DSC 7)을 이용하여 PET 및 PET/LCP 블렌드물의 열적 성질을 10 °C/min의 승온속도로 상온에서 300°C까지 승온한 후 다시 10°C/min의 속도로 상온까지 냉각하여 조사하였다. 또한 180°C, 190°C, 200°C, 그리고 210°C의 온도에서의 등온 결정화 과정을 조사하였다.

폴리에스테르계 LCP/LCP블렌드로 PET40/PHB60을 PET20/PHB80 및 HBA73/HNA23에 각각 무게비에 따라 용융 혼합하였으며 가공온도에서 열처리 시간에 따른 변화를 관찰하였다. 제조한 블렌드물들의 morphology를 SEM으로 관찰하였으며, *o*-chlorophenol/chloroform (40/60) 및 CDCl₃/CF₃COOH (40/60)을 용매로 하여 용해되는 부분과 용해되지 않는 부분을 얻어낸 후 열적성질 및 NMR 측정을 하였다. 또한, PET 및 PET/LCPs 블렌드물들의 기계적 성질을 조사하였다.

결과 및 고찰

PET와 PET40/PHB60은 상용성이 있음을 morphology 및 열분석으로 알 수 있었으나 PET20/PHB80 및 HBA73/HNA 27은 PET와의 상용성이 적었으며 두 물질간 계면 접촉상태가 좋지 못하였다. PET와 상용성이 우수한 PET40/PHB60은 삼상계 블렌드에서 "coupling agent"의 역할을 하여 morphology 관찰시 계면 접촉상태가 향상되었음을 볼 수 있었다. Table 1에서 볼 수 있듯이 NMR조사를 통하여 LCP/LCP 블렌드시 두 액정고분자간에 화학적 반응이 일어났음을 알 수 있었으며 이러한 사실로 볼때 rigid한 액정고분자와 화학적으로 연결되었는 PET40/PHB60이 최종적으로 PET와의 계면접착을 향상시켰음을 알 수 있었다. 하지만 Fig. 1에서 보듯 삼상계 블렌드에서 tensile strength는 조성비에 따라 측정하였을 때 5%에서 최대값을 갖았다.

액정고분자들과 본실험실에서 제조한 (PET40/PHB60)/(HBA73/HNA27) 50/50을 PET에 각각 무게비로 10% 블렌드하여 DSC로 승온 및 냉각 곡선을 관찰하고, 등온 결정화 DSC조사에의한 데이터 값을 Avrami equation에 맞춰 해석 하였다. 이식에 의해 얻은 결정속도 상수의 비교시 순수 PET에 비해 PET/LCP 블렌드물의 경우 결정 속도가 증가함을 알 수 있었다.

Reference

1. J. F. Croteau and G. V. Laivins, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 39, p 2377-2394 (1990)
2. Wan-Chung Lee and Anthony T. Dibenedetto, *Polymer Engineering and Science*, March 1992, Vol. 32, No. 6, p 400-408