폴리우레탄 함량과 블렌드 시간이 Nylon 6/PU 블렌드의 열적 및 동역학적 특성에 미치는 영향

윤 철 수, 지 동 선

단국대학교 섬유공학과

Effects of the Polyurethane Contents and Blend Time on the Thermal and Dynamic Mechanical Properties of Nylon 6/PU Blend

Cheol Soo Yoon and Dong Sun Ji

Department of Textile Engineering, Dankook University, Seoul, 140-714, Korea

1. 서 론

나일론 6은 유연한 분자사슬로 구성된 고분자이지만 분자간에 많은 수소결합을 형성하고 있기 때문에 비교적 높은 용융온도를 가지고 있으나 연신성이 좋지 않고 고탄성의 섬유를 얻기가 어려우며 상온 및 저온에서의 내충격성도 취약하다고 알려져 있다[1]. 나일론 6의 이러한 단점은 각종 산업용소재로 이용할 경우 많은 문제점을 유발하게 되어 이를 극복하기 위한 연구들이 시도되고 있다. 그중 나일론 6에 액체암모니아나 요드 등을 이용하여 가소화 하거나 용제를 사용함으로써 해결하고자 하는 연구들이 진행되어 왔었다[2,3]. 그러나 최근 들어서는 가소제 또는 용제 등과 같은 처리제를 사용하지 않고 고분자 재료들의 특성을 살려 2종 이상의 고분자를 조건변화에 따라 조합하여 원하는 특성의 고분자를 만드는 고분자 블렌드에 관한 연구가 활발히 진행되어지고 있으며 이러한 방법으로 개발된 블렌드물은 범용플라스틱부터 슈퍼엔지니어링 플라스틱에 이르기까지 다양하게 개발되었다[4]. 따라서 나일론 6의 문제점을 해결하기 위하여 본 연구에서는 열가소성 고분자 소재인 폴리우레탄[5-7]을 용융블렌딩 방법에 의해 나일론 6에 도입하고자 한다. 도입시 폴리우레탄의 함량과 블렌드 시간을 변화함으로써 Nylon 6/PU 블렌드의 열적 및 동역학적 특성에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보고자 한다.

2. 실험

2.1 원료

나일론 6은 상대점도 3.20, 무게평균 분자량이 42,400인 (주)효성의 제품을 사용하였

고, 폴리우레탄 SKC사에서 제조한 에스테르계의 S160D®를 사용하였다.

2.2 블렌드제조

블렌딩시 수분에 의한 분해를 최대로 줄이기 위해 나일론 6과 폴리우레탄 각 원료를 진공오븐에서 48시간 이상 충분히 건조한 후 Haake Rheomix(600P. Germany)를 사용하여 블렌딩 온도는 250℃, 20 rpm으로 하여 5, 10, 15, 20분간 혼련하였으며 나일론 6/폴리우레탄 블렌드의 무게조성비는 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, 50/50으로 하여 용융 블렌딩 방법으로 블렌드를 제조하였다.

2.3 시차주사 열분석

제조된 블렌드를 시차 주사 열량계 (DSC, TA Instrument 2100, U.S.A.)를 이용하여 질소 분위기 하에서 약 5~10 mg의 시료를 10℃/min의 승온 및 냉각속도로 -50~250℃의 온도범위에서 측정하여 열분석 곡선을 얻었다.

2.4 동역학적 특성측정

제조된 nylon6/PU 블렌드의 동력학적 특성을 알아보기 위하여 (DMA, TA Co., DMA 2980, U.S.A.)를 사용하였으며 시료는 폭 10mm, 두께 0.5mm, 길이 50mm로 제조하여 초당 1Hz의 주파수로 변형을 주고 이에 대한 tan δ 값을 구하였으며 이때 질소기류하에서 -100~100까지 2℃/min의 승온 속도로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

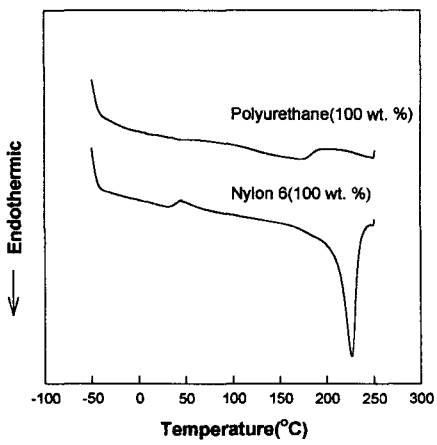

Figure 1. DSC curves of Nylon 6 and Polyurethane.

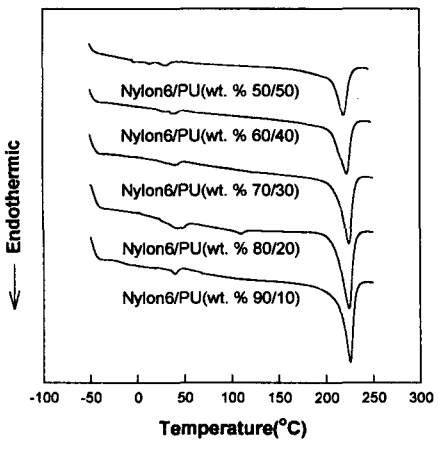

Figure 2. DSC curves of Nylon6/PU blend(blending time 5 min.).

Figure 1은 블렌드에 사용된 순수 나일론 6과 폴리우레탄의 용융거동을 나타낸 DSC 곡선이다. 나일론 6은 226.51℃에서 sharp 한 형태의 용융거동이 나타나고 있으며, 폴리우레탄은 탄성체의 불완전한 결정으로부터 나일론 6의 sharp 한 DSC 곡선에 비하여 broad한 형태로 173.23℃에서 용융거동이 나타나고 있다.

Figure 2는 나일론 6과 폴리우레탄을 사용하여 제조한 블렌드 중 블렌드 시간이 5분인 nylon 6/PU 블렌드들의 용융거동을 나타낸 DSC 곡선이다. Nylon 6/PU 블렌드의 무게조성비가 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, 50/50로 변화함에 따라서 블렌드내의 나일론에 기인한 용융온도가 225.43, 224.80, 224.59, 226.26, 218.86℃로 나타남으로써 약 6.57℃정도 융점강하 현상이 나타나는 것을 알 수 있었다. 또한 블렌드내의 폴리우레탄에 기인한 용융거동은 나타나지 않고 있다. 이는 용융블렌딩시 탄성체로서의 불완전한 결정들이 나일론의 결정들과 상호작용으로 인하여 결정화의 감소로부터 나타난 결과라고 사료된다.

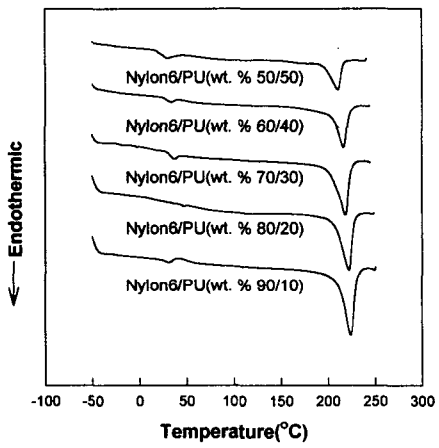

Figure 3. DSC curves of Nylon6/PU blend(blending time 20 min.).

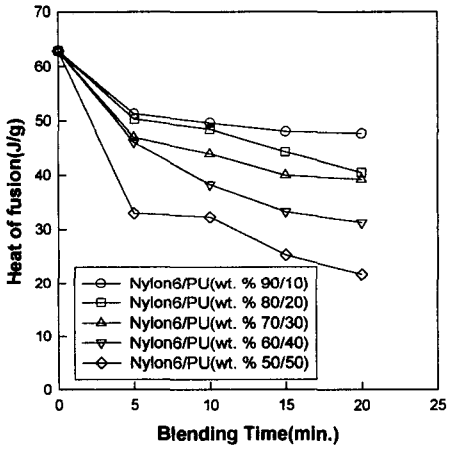

Figure 4. Changes in the heat of fusion of Nylon6/PU blends with blending time.

Figure 3은 제조된 블렌드 중 블렌드시간이 20분인 nylon 6/PU 블렌드들의 용융거동을 나타낸 DSC 곡선이다. Nylon 6/PU 블렌드의 무게조성비가 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, 50/50로 변화함에 따라서 블렌드내의 나일론 6에 기인한 용융온도가 224.11, 222.00, 218.62, 216.78, 210.78℃로 나타남으로써 약 13.33℃정도 융점강하 현상이 나타나는 것을 알 수 있었다. 또한 figure 2의 결과와 같이 폴리우레탄에 기인한 용융거동은 나타나지 않고 있다.

Figure 4는 제조된 블렌드들의 용융열량을 나타낸 그림으로서 폴리우레탄의 함량과 블렌드 시간이 증가함에 따라 용융열량이 감소하는 것을 알 수 있었으며 폴리우레탄의 함량이 50 wt.%, 블렌드 시간이 20분인 경우의 용융열량은 21.71J/g으로서 순수

나일론의 용융열량이 62.83 J/g 인데 비하여 약 41.12J/g 정도 용융열량감소가 가장 크게 나타났다. 이는 폴리우레탄의 결정들과 나일론 6의 결정간에 상호작용이 존재하여 나타난 결과라고 생각되어지며 폴리우레탄의 함량이 증가하고 블렌드 시간이 길어짐에 따라 상호작용은 더욱 활발하여 더욱더 많은 결정화 감소로부터 나타난 결과라고 생각된다.

4. 결 론

폴리우레탄의 함량과 블렌드 시간이 제조된 nylon 6/PU 블렌드들의 열적 및 동역학적 특성에 미치는 영향을 고찰한 결과 블렌드 내의 폴리우레탄에 기인한 용융거동은 나타나지 않았으며 나일론 6에 기인한 용융거동만이 나타났다. 또한 Nylon 6의 아미드기와 PU의 hard segment의 아미드기간에 상호작용이 존재하여 용융온도와 용융열량은 폴리우레탄의 함량이 증가하고 블렌드 시간이 증가함에 따라 감소하는 것을 알 수 있었으며 Tan δ 분석 결과로부터 모든 블렌드들의 유리전이 온도가 하나로 나타나 나일론 6과 폴리우레탄의 hard segment간에 상용성이 있으며 블렌드들의 유리전이 온도 변화는 PU 함량이 10~50 % 범위로 증가할수록 약 12℃ 정도 감소하여 PU의 함량에 크게 영향을 받는 다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Y. A. Kang, S. C. Choi, and Y. H. Lee, *J. Korean Fiber, Soc.*, **34**, 90(1997).
2. H. I. Kim, Y. H. Lee, and S. M. Park, *J. Korean Fiber, Soc.*, **34**, 201(1997).
3. A. E. Zachariades and R. S. Porter, *J. Appl. Polym. Sci.*, **24**, 1371(1979).
4. S. G. Lee, J. M. Im, S. C. Cho, K. Y. Choi, and J. M. Rhee, *J. Korean Fiber, Soc.*, **33**, 436(1996).
5. J. W. Cho, K. S. Woo, K. I. Sul, and B. C. Chun, *J. Korean Fiber, Soc.*, **38**, 1(2001).
6. M. S. Doh, S. I. Mah, S. J. Choe, S. W. Seo, and H. S. Lee, *J. Korean Fiber, Soc.*, **36**, 881(1999).
7. K. I. Ra, B. S. Seo, S. W. Seo, and H. S. Lee, *J. Korean Fiber, Soc.*, **38**, 155(2001).