

폴리우레탄 함량과 블렌드 시간이 Nylon 6/PU 블렌드의 결정구조 및 기계적 특성에 미치는 영향

윤철수, 지동선

단국대학교 섬유공학과

Effects of the Polyurethane Contents and Blend Time on the Crystalline Structure and 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. 서론

열가소성 폴리우레탄(PU)은 우수한 탄성을 갖는 유용한 고분자중의 하나로 섬유나 플라스틱에 널리 사용되고 있다. PU는 상온보다 높은 유리전이 온도(T_g)를 갖는 유리상의 hard segment와 상온보다 낮은 유리전이 온도(T_g)를 갖는 고무상의 soft segment로 구성되어 있으며 열역학적으로 비상용성으로 인하여 미세 상분리 구조를 가지게 되어 고무보다 높은 탄성률과 우수한 인장 회복거동을 갖게 된다[1-3]. 반면 Nylon 6는 범용고분자 이기는 하나 연신성, 고탄성률과 내충격강도 등의 문제점을 갖고 있어서 폴리우레탄을 도입한다면 나일론 6의 단점을 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 본 연구에서는 용융블렌드를 이용하여 폴리우레탄을 나일론 6에 도입한 후 폴리우레탄의 함량과 블렌드 시간이 제조된 Nylon 6/PU 블렌드의 결정구조와 기계적 특성에 미치는 영향을 알아보았다.

2. 실험

2.1 원료

나일론 6은 상대점도 3.20, 무게평균 분자량이 42,400인 (주)효성의 제품을 사용하였고, 폴리우레탄 SKC사에서 제조한 에스테르계의 S160D^B를 사용하였다.

2.2 블렌드제조

블렌딩시 수분에 의한 분해를 최대한 줄이기 위해 나일론 6과 폴리우레탄 각 원료

를 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 용융블렌딩 방법으로 블렌드를 제조하였다.

2.3 X-선 회절분석

원료와 블렌드들의 결정구조의 회절 패턴을 알아보기 위하여 1.542 Å의 파장을 갖는 Ni 필터로 여과한 Cu K α 선을 이용한 X-ray(Bruker, GADDS, Germany)를 사용하였다. 이때 조건은 40kV, 45mA으로 하여 회절 패턴을 얻었으며, 디지털 영상에 의해 X-ray 회절 사진을 얻었다.

2.4 인장특성 측정

인장강도, 신도, 및 인장탄성률 등의 기계적 특성을 측정하기 위하여 사출성형기를 이용하여 길이 145 mm, 폭 10mm로 하여 시편을 제조하였으며 인장시험기는 LR10K(U.S.A.)를 사용하였다. 이때 load cell은 500 N, gauge length는 105 mm, cross head speed는 10 mm/min으로 하였으며 동일 시료에 대해 7개의 시편을 만들어 측정한 후 평균값을 구하였다.

2.5 충격강도의 측정

Nylon6/PU 블렌드의 충격강도를 측정하기 위하여 사출성형기(miniMax Molder, Bowtech Co. BA915, Korea)를 이용하여 ASTM D256 방법에 따라 시편을 제조하였고, 충격강도 (kg_fcm/mm^2)는 Impact Tester(Testing Machines Inc. 43-02, Pendulum ; 30 kgcm/cm, U.S.A.)를 이용하여 notched Izod 법으로 7회 시험하여 평균값을 구하였다.

3. 결과 및 고찰

Figure 1은 나일론6과 폴리우레탄 원료의 X-ray 회절도를 나타낸 것으로 나일론6은 20.2°, 23.8°부근에서 2개의 결정회절피크가 나타나고 있었으며 폴리우레탄의 경우는 20.3°부근에서 1개의 결정회절피크가 나타나고 있었다.

폴리우레탄의 결정회절피크는 나일론6의 sharp한 2개의 완전한 결정회절피크에 비하여 broad한 형태의 결정회절피크가 나타남으로서 완전한 결정형태가 아닌 탄성체의 불완전한 결정들이 존재한다는 것을 알 수 있다.

폴리우레탄 함량과 블렌드 시간이 Nylon 6/PU 블렌드의
결정구조 및 기계적 특성에 미치는 영향

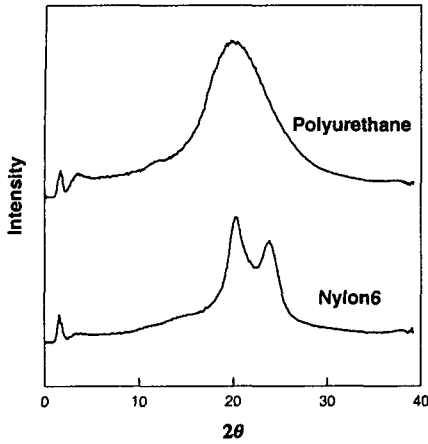


Figure 1. X-ray diffractograms of Nylon 6 and Polyurethane.

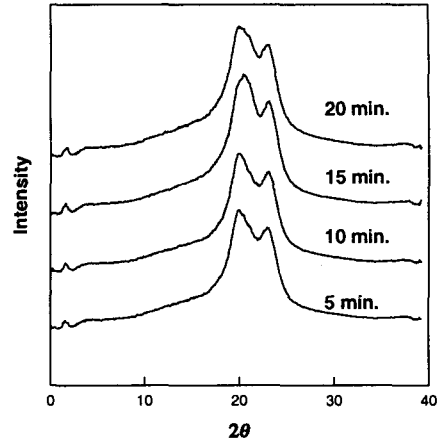


Figure 2. X-ray diffractograms of Nylon6/polyurethane(wt. % 90/10) blend with blend time.

Figure 2는 Nylon6/PU 블렌드에서 블렌드 무게조성비가 90/10인 블렌드들을 블렌드시간에 따라 나타낸 X-ray 회절도 이다. 먼저 폴리우레탄의 결정회절피크가 20.3° 부근에서 나타났으므로 나일론6과 블렌드를 하였을 경우에 나일론6의 20.2°부근의 결정회절피크와 겹쳐서 나타날 것을 예상할 수 있었다. 따라서 figure 2의 X-ray 회절도에서는 나일론에 기인한 결정회절피크 20.2°, 23.8°부근에서 블렌드시간에 관계없이 모두 나타나고 있었다. 그러나 블렌드 시간이 증가함에 따라 결정회절피크의 강도가 점차 감소하고 broad 해지는 것을 볼 수 있다. 이는 블렌드 시간이 5분에서 20분으로 증가함에 따라 나일론6과 폴리우레탄의 결정들이 서로간에 상호작용이 존재하며 이러한 상호작용으로 인해 결정화에 영향을 준다는 것을 알 수 있었다.

Figure 3은 Nylon6/PU 블렌드에서 블렌드 무게조성비가 50/50인 블렌드들을 블렌드시간에 따라 나타낸 X-ray 회절도 이다. 먼저 나일론6에 기인했던 약 20°와 23°부근의 결정회절피크가 블렌드시간에 관계없이 모두 나타나고 있었다. 그러나 폴리우레탄의 무게조성비가 50%로 증가함에 따라 나일론6과 같은 무게조성비를 갖게되어 나일론6의 결정회절피크와 폴리우레탄의 결정회절피크가 서로 중첩되어 나타나고 있으며 모든 블렌드들의 X-ray 회절도에서 폴리우레탄의 결정에 기인했던 20.3°부근의 broad하고 불안정한 결정형태의 피크가 나일론6의 결정회절피크에 영향을 주어 전체적으로 broad한 X-ray 회절도를 나타내고 있다.

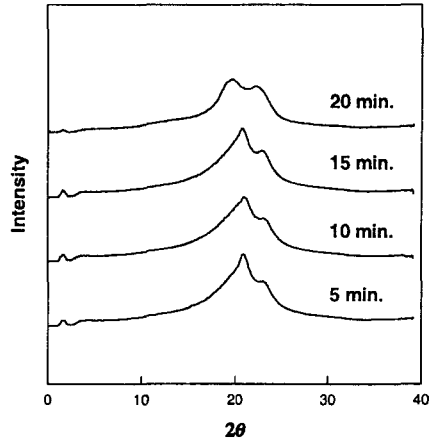


Figure 3. X-ray diffractograms of Nylon6/Polyurethane(wt. % 50/50) blend with blend time.

그리고 블렌드내의 폴리우레탄의 함량이 10, 20%인 블렌드들 보다도 더욱 서로의 결정들에 영향을 주어 완전한 결정들이 사라지고 있었으며, 또한 시간이 10분에서 20분으로 증가함에 따라 결정회절피크의 intensity가 크게 감소하는 것을 알 수 있었다.

4. 결 론

Nylon 6/PU 블렌드를 제조한 후 폴리우레탄의 함량과 블렌드 시간의 변화가 제조된 블렌드들의 결정구조와 기계적 특성에 미치는 영향을 고찰한 결과 nylon 6/PU 블렌드에서 폴리우레탄의 함량비가 증가하고 블렌드 시간이 증가함에 따라 두 고분자들이 용융된 후 재결정화가 일어날 때 서로의 결정들에 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 이는 X-선 회절분석에서 X-선의 intensity 감소로 인한 결정화 감소가 일어나는 사실로부터 확인하였다. 그리고 폴리우레탄의 함량과 블렌드 시간이 증가함에 따라 인장강도와 인장탄성률은 순수 나일론의 인장강도와 탄성률에 비하여 다소 감소하는 경향을 나타내었으며 신도는 크게 증가하는 경향을 나타내었다.

참고문헌

1. J. W. Cho, K. S. Woo, K. I. Sul, and B. C. Chun, *J. Korean Fiber, Soc.*, **38**, 1(2001).
2. M. S. Doh, S. I. Mah, S. J. Choe, S. W. Seo, and H. S. Lee, *J. Korean Fiber, Soc.*, **36**, 881(1999).
3. K. I. Ra, B. S. Seo, S. W. Seo, and H. S. Lee, *J. Korean Fiber, Soc.*, **38**, 155(2001).
4. Y. A. Kang, S. C. Choi, and Y. H. Lee, *J. Korean Fiber, Soc.*, **34**, 90(1997).