Polypropylene/Nylon6 블렌드 필라멘트의 물리적 특성에 관한 연구

한 승 산, 이 태 균, 신 현 세
단국대학교 섬유공학과

A Study On The Physical Properties of Polypropylene/Nylon6 Blend Filaments

Seung San Han, Tae Gyun Lee, and Hyun Sae Shin
Department of Textile Engineering, Dankook University, Seoul, 140-714, Korea

1. 서 론

고분자 블렌드는 각각의 고분자가 갖고 있는 고유한 성질을 상호보완 및 개선하여 새로운 고분자 물질을 개발하는 방법으로 최근까지 관심의 초점이 되어왔다. 특히 두 성분이 분산상 혹은 연속상으로 존재하는 비상용성 블렌드계는 두 성분 중에 어느 것이 분산상(혹은 연속상)을 형성하고 어떤 특성을 나타낼 것인지 등을 예견하기란 쉽지 않지만 기계적 고분자 혼합기의 보급으로 보다 큰 가능성과 그에 상응하는 결과가 기대되고 있다[1]. 이러한 비상용성 블렌드계에 대한 연구로서 구성 고분자와 동일한 구조를 갖거나 상용성이 있는 고분자로 이루어진 블록 공중합체 또는 그라프트 공중합체를 상용화제로 첨가하는 방법[2]이 보고되고 있으며, 복수의 성분을 압출기 내에서 혼합하여 용융방사할 경우 타원형 및 matrix-fibril 구조를 갖는 블렌드 필라멘트에 대한 연구[3] 등이 보고되고 있다. Polypropylene(이하PP)는 필름이나 용기 등의 포장 및 산업용 용도로 널리 사용되고 있으며 물의 투과에 대한 차단성은 우수하나 탄성회복력이 작고 유기용제나 가스에 대한 차단성이 낮고 내광 및 내열성이 좋지 못하다[4]. Nylon6은 강도가 매우 우수한 결정성 고분자로써 탄성회복, 인장강도가 크고 내마모성, 열에 대한 저항성 및 내약품성 등이 우수한 엔지니어링 플라스틱이다[5]. 그러므로 Nylon6의 이러한 장점을 이용하려는 연구[6]들이 다수 진행되고 있지만, 제3의 소재개발 측면에서 큰 의미가 있는 PP/Nylon6 블렌드 필라멘트에 대한 실질적이고 기본적인 연구는 지금껏 극히 미흡한 실정이라 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 PP/Nylon6을 직연신용융방사기를 사용하여 Nylon6의 함량을 변화시켜 블렌드 필라멘트를 제조한 후, 열적특성과 morphology 그리고 기계적 특성에 미치는 영향을 실험적으로 분석 고찰하고자 하였다.

2. 실 험

2.1 원 료

PP(Mw 195,000, Korea Yuhwa Petrochemical Ind. Co.) 및 Nylon6(Mw 42,400, Hyosung T&C Co.)을 사용하였다.

2.2 PP/Nylon6 블렌드 필라멘트 제조

혼합용융시 PP는 건조과정 없이 그대로 사용하였으며 Nylon6은 수분에 의한 분해를 최대로 줄이기 위해 열풍건조기(Kum Kang Machinery Co., Korea)로 120℃에서 24시간 이상 충분히 건조한 후 사용하였다. PP와 Nylon6을 무게조성비 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, 50/50, 40/60, 20/80로 Compounding한 후 이를 방사온도 250℃에서 직연신용융방사기를 이용하여 Single Screw Extruder(L/D = 30, 60rpm)를 통해 mixing, 압출, 용융방사하여 블렌드 필라멘트를 제조하였다. 이 때 Quenching은 Air cooling으로 하였고, 방사Nozzle은 ϕ 0.7mm, 36holes인 것을 사용하였다.

2.3 열 분석

제조된 Filaments를 시차 주사 열량계(DSC, TA Instrument 2100, U.S.A.)를 이용하여 질소분위기 하에서 약 5~10mg의 시료를 10℃/min의 승온 및 냉각속도로 0~300℃의 온도범위에서 측정하여 열분석 곡선을 얻었다.

2.4 전자 주사 현미경 분석

조성비에 따른 PP/Nylon6 블렌드 필라멘트의 단면구조를 관찰하기 위하여 ion coater로 금 코팅을 한 후 전자 주사 현미경(SEM, Hitachi, model S-510, Japan)을 사용하여 관찰하였다. 단면은 필라멘트를 에폭시에 embedding하여 경화시킨 후 이것을 절단하여 만들었다.

2.5 X-선 회절 분석

PP/Nylon6 블렌드 필라멘트 결정구조의 회절양상을 알아보기 위해 45kV, 200mA의 조건으로 Cu Kα로 X-ray 회절 분석 장치(Mac Science, MX18, Japan)를 사용하였다.

2.6 인장특성

인장 특성을 알아보기 위하여 인장시험기 UTM(Instron model 4202, Instron Co., U.S.A.)을 사용하여 강도, 신도 및 Young's modulus를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

Figure 1은 PP/Nylon6 블렌드 필라멘트의 조성비에 따른 용융거동을 나타낸 것이다. 순수 PP의 용융온도는 165℃, Nylon6의 용융온도는 220℃에서 용융거동을 나타내고 있다. PP/Nylon6 블렌드 필라멘트에서 Nylon6의 함량이 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80 wt.%로 증가함에 따라 Nylon6에 기인한 PP의 용융온도는 167.3, 168.2, 167.2, 167.4, 166.4, 168.2, 167.4℃의 분포로 최대 1.8℃정도의 차이를 보였고, Nylon6은 222.5, 223.1, 223.8, 222.9, 223.4, 224.6, 224.1℃의 분포로 최대 2.1℃의 차이를 보여 대체로

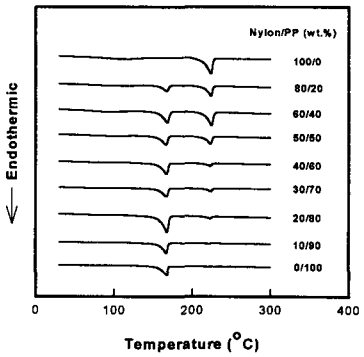

Figure 1. DSC curves of melting temperature of PP/Nylon6 blend filaments with blending ratio.

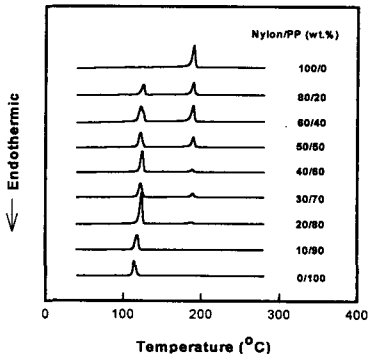

Figure 2. DSC curves of Crystallization temperature of PP/Nylon6 blend filaments with blending ratio.

큰 변화 없이 비슷한 값을 보임을 알 수 있었다. 그리고 Nylon6의 함량이 10~80 wt.%로 증가함에 따라 PP의 용융열량이 98.8~24.4J/g으로 74.4J/g 감소함을 알 수 있었고, 반면에 Nylon6의 용융열량은 약 69.9J/g 증가함을 알 수 있었다. 이는 각각의 고분자들이 함량에 따라 결정화를 형성하여 나타나는 결과라고 생각된다.

Figure 2는 PP/Nylon6 블렌드 필라멘트의 조성비에 따른 결정화거동을 나타낸 것이다. 순수 PP의 결정화온도는 114℃, Nylon6의 결정화온도는 190℃에서 결정화거동을 나타내고 있다. PP/Nylon6 블렌드 필라멘트에서 Nylon6의 함량이 10~80% wt.%로 증가함에 따라 Nylon6에 기인한 PP의 결정화온도는 118.3~125.3℃로 7℃ 증가하였으며 Nylon6의 결정화온도는 187.7~189.5℃로 1.8℃ 증가하였다. 이는 두 고분자가 함량에 따라 결정화를 이루지만 Nylon6의 함량 증가는 PP의 결정화에 방해가 됨을 알 수 있었다. 그리고 Nylon6의 함량이 10~80 wt.%로 증가함에 따라 PP의 결정화열량이 113~33.3J/g으로 79.7J/g 감소함을 알 수 있었고, 반면에 Nylon6의 결정화열량은 약 33.4J/g 증가함을 알 수 있었다. 이러한 결과도 역시 각각의 고분자들이 함량에 따라 결정화를 형성하기 때문이라고 생각된다.

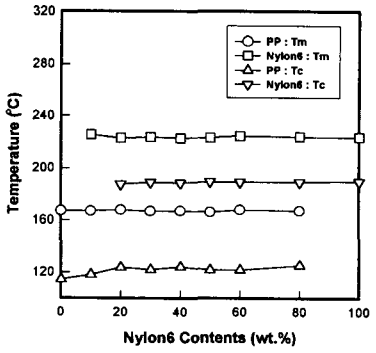

Figure 3. Changes in the melting temperatures and crystallization temperatures of PP/Nylon6 blend filaments with Nylon6 contents(wt.%).

Figure 3은 PP/Nylon6 블렌드 필라멘트의 Nylon6의 함량에 따른 용융온도와 결정화온도를 나타낸 것이다. Nylon6 함량이 10~80%로 증가할 때 PP의 용융온도는 166.4 ~168.2℃로 Nylon6의 함량이 증가하여도 용융온도는 대체로 큰 변화 없이 비슷한 값을 보임을 알 수 있으며,

Nylon6 또한 비슷한 경향을 나타내고 있다. 이러한 용융 및 결정화 거동의 결과는 PP/Nylon6의 블렌드를 용융방사할 경우 PP/Nylon6 블렌드 필라멘트의 두 고분자 주쇄상에서 서로간의 어떠한 화학적인 결합으로 인한 분해반응으로 공중합체가 형성되는 것이 아니라 물리적인 결합을 형성하는 것이라 생각되며, 또한 Nylon6의 함량이 증가함에 따라 PP의 결정화온도가 증가하는 것은 Nylon6이 PP의 결정화를 방해하기 때문에 나타난 결과라고 생각된다.

4. 결 론

분산상이 LCP와는 다르게 보통 열가소성 성분이라면 비록 그 성분이 피브릴이나 타원형 형태가 될 수 있을지라도 이 형태들은 분자쇄가 유연하기 때문에 이완되고 수축될 수 있다. 그러나 직연신용융방사기를 사용하여 제조한 PP/Nylon6 블렌드 필라멘트가 Extruder를 지나 방사구에서 나올때 Quenching이 된다면 이러한 형태들은 두 성분의 혼합상태에서 강직한 상태로 고정이 될 수가 있으리라 생각된다.

비상용성인 PP와 Nylon6의 조성비를 변화시키면서 기존의 블렌드 방식이 아닌 직연신용융방사기를 이용하여 PP/Nylon6 블렌드 필라멘트를 제조한 후 열적특성을 고찰한 결과, 순수 PP와 Nylon6의 용융온도와 Nylon6 무게조성비의 함량에 따른 PP/Nylon6 blend filament의 용융온도는 큰 차이를 보이지 않아 이 두 고분자는 화학적 결합이 아닌 물리적결합을 형성함을 알 수 있었다. 또한 Nylon6의 함량이 증가할수록 PP의 결정화 온도가 증가하는 경향을 나타내었는데, 이는 두 고분자가 함량에 따라 결정화를 이루지만 Nylon6의 함량이 증가할수록 PP의 결정화에 방해가 됨을 알 수 있었다.

5. 참고문헌

1. D. R. Paul and S. Newman, "Polymer Blends", Vol. 2, p. 167~217, Academic Press, 1978.
2. F. Ide and A. Hasegawa, *J. Appl. Polym. Sci.*, **18,** 963(1974).
3. H. Van Oene, *J. Coll. Inter. Sci.*, **40,** 448(1972).
4. T. Kikutani, S. Arikawa, A. Takaku, and N. Okui, *Seni Gakkaishi*, **51** (9), 408 (1995).
5. P. M. Subramanian, *Polym. Eng. Sci.*, **25**, 483(1985).
6. S. H. Goh, J. W. Barlow, and D. R. Paul, *J. Appl. Polym. Sci.*, **27,** 1091(1982).