

탄성중합체 함유량 변화에 따른 폴리아미드-6,6/탄성중합체 블랜드물의 특성

이 용 · 이 창 우 · 차 윤 호 · 함 영 민[†]

단국대학교 공과대학 화학공학과

(1999년 1월 11일 접수)

Properties of PA 6,6/Elastomer Blends with Various Elastomer Content

Yoong Lee, Chang-Woo Lee, Yoon-Ho Cha and Yeong-Min Hahm[†]

Department of Chemical Engineering, College of Eng., Dankook Univ., Seoul 140-714, Korea

(Received January 11, 1999)

요약: 본 연구는 용융법에 의한 폴리아미드 6,6(PA 6,6)과 에틸렌-프로필렌 고무(EPM) 및 무수 말레인산 그래프팅 EPM(EPM-*g*-MA)과 블랜드시 탄성중합체 함유량 변화에 따른 이성분 PA 6,6/EPM[EPM-*g*-MA] 블랜드물과 EPM : EPM-*g*-MA 조성비(wt%) 변화에 따른 삼성분 PA 6,6/EPM/EPM-*g*-MA 블랜드물을 제조하여 블랜드물 내 탄성중합체의 평균 입자크기, 입자 형상 및 분포 등의 변화를 분석하고 이에 따른 블랜드물의 기계적, 열적 특성변화를 고찰하였다.

본 연구결과, 이성분 블랜드물 중 PA 6,6/EPM-*g*-MA 블랜드물은 PA 6,6/EPM 블랜드물에 비하여 EPM-*g*-MA의 평균 입자크기와 분포, 충격강도 및 상대결정화도 등이 향상되었고 PA 6,6/EPM-*g*-MA 블랜드물 중 가장 큰 충격강도의 향상을 보인 PA 6,6/EPM-*g*-MA(70/30) 블랜드물은 폴리아미드 6,6의 충격강도에 비하여 약 25배 향상되었으며 상대결정화도는 약 7배 증가하였다. 그리고 삼성분 블랜드물 중 조성비가 70 : 15 : 15(PA 6,6 : EPM : EPM-*g*-MA)일 때 블랜드물 내 탄성중합체 평균 입자크기는 0.56 μ m이면서 고른 입자분포를 얻을 수 있었을 뿐만 아니라 이러한 블랜드물의 충격강도는 제조된 모든 블랜드물의 충격강도에 비하여 가장 높았다.

ABSTRACT : In this study, binary polyamide 6,6(PA 6,6)/ethylene-propylene rubber(EPM) or EPM-*g*-maleic anhydride(EPM-*g*-MA) blends and ternary PA 6,6/EPM/EPM-*g*-MA blends with various elastomer content were prepared in order to investigate the degree of influence of elastomer content and average particle size, morphology, and distribution of dispersed elastomer on mechanical and thermal properties of blends.

According to the results, notched Izod impact strength and relative crystallinity of binary blends modified with EPM-*g*-MA as well as average particle size and distribution of dispersed elastomer in such blends were more improved than those of binary blends modified with EPM. Notched Izod impact strength of blend whose composition ratio(wt%) was 70 : 30(PA 6,6 :

[†]e-mail : yhahm@ns.dankook.ac.kr

EPM-*g*-MA) was the highest among the binary PA 6,6/EPM-*g*-MA blends. The impact strength was increased by 25 times and its relative crystallinity was increased by 7 times when compared with those of polyamide 6,6. In the case of ternary PA 6,6/EPM/EPM-*g*-MA blend of which composition ratio was 70 : 15 : 15(PA 6,6 : EPM : EPM-*g*-MA), the elastomer was finely distributed with the average particle size of 0.56 μ m. The Izod impact strength of this blend was the highest of all blends prepared with different elastomer content.

Keywords : binary blend, ternary blend, elastomer, notched Izod impact strength, relative crystallinity.

I. 서 론

소재의 경량화, 원가절감, 생산성 향상을 위해 금속 재료에서 고분자 재료로 대체 필요성이 인식되는 가운데 많은 고분자 재료가 개발되었고 특히, 기존의 재료를 바탕으로 한 블렌딩 기술에 의한 신소재 개발은 새로운 고분자를 합성하는 것보다 시간과 노력을 절약할 수 있으며 기존 재료들이 갖고 있는 물성의 단점을 보완할 수 있으므로 더욱 활발한 연구가 진행되고 있다.¹⁻³

폴리아미드(polyamide)는 내열성, 내마모성 등이 우수하나 높은 충격강도를 요하는 분야에 사용함에 있어 한계성을 갖고 있으므로 적절한 탄성재료(elastomeric material)와의 블렌딩을 통한 특성개질 및 향상에 대한 노력의 일환으로 산소, 오존에 대한 저항성이 뛰어난 탄성중합체인 EPM(ethylene-propylene copolymer)와 블렌딩할 수 있으나, 두 고분자간 높은 극성차이로 인한 상용성(compatibility)이 저하되어 접촉계면의 개질 없이는 상용화(compatibilization)되기 어렵다.¹⁴ 용융에 의한 bulk method나 용매를 이용한 solution method 등에 의하여 무수 말레인산(maleic anhydride),⁵⁻⁷ maleic esters,⁸ fumaric acid 또는 다른 불포화 산² 등을 EPM에 그래프트(graft)시킬 수 있다. 혼합기나 압출기를 사용하여 블렌딩을 행하는 melting method,⁹ 혹은 고분자 단량체가 고분자화(polymerization)되는 과정에서 블렌딩을 행하는 in situ 중합방법을 이용하여⁸ 개질된(modi-

fied) EPM과 폴리아미드를 블렌딩하게 되면 이들 사이의 그래프트 반응에 의한 그래프트 공중합체(PA 6,6-*g*-modified EPM) 형성으로 두 상간의 계면장력의 저하를 유도하게 된다. 이로 인하여 두 상의 응집력(cohesion)이 향상되어 폴리아미드 상 내에 EPM 상의 분산 정도가 증가되며 블랜드물의 연성과 크랙(crack)에 대한 저항성이 높아져 폴리아미드의 취약한 특성인 충격강도가 높아진다.^{10,11} 탄성중합체와 폴리아미드 블랜드물의 충격강도에 영향을 주는 변수로는 탄성중합체 함유량, 입자크기, 입자분포, 모듈러스, 유리전이 온도, 폴리아미드의 구조, 폴리아미드와 개질된 EPM의 점도 등이 있다.¹²⁻¹⁶

범용 플라스틱인 폴리아미드 6의 경우 탄성중합체와 블렌딩시 탄성중합체의 개질정도, 탄성중합체의 함유량, 개질된 탄성중합체와 개질되지 않은 조성비 및 혼합온도 변화 등 다양한 실험조건에 따른 폴리아미드 6의 기계적 특성에 관한 연구는^{5,13,15,17} 보고된 바 있으나, 폴리아미드 6에 비해 내열성 및 강성이 우수한 폴리아미드 6,6의 경우는 이에 관한 연구가 많지 않다.

본 연구에서는 폴리아미드 6,6과 무수 말레인산으로 일정하게 개질된 EPM-*g*-MA와 개질되지 않은 EPM 등의 탄성중합체 함유량 및 EPM-*g*-MA과 EPM 조성비 변화에 따른 이성분 및 삼성분 블랜드물을 제조한 후 블랜드물 내 탄성중합체의 입자형상 및 평균 입자크기 변화가 기계적, 열적 특성에 미치는 영향을 고찰하고자 하였다.

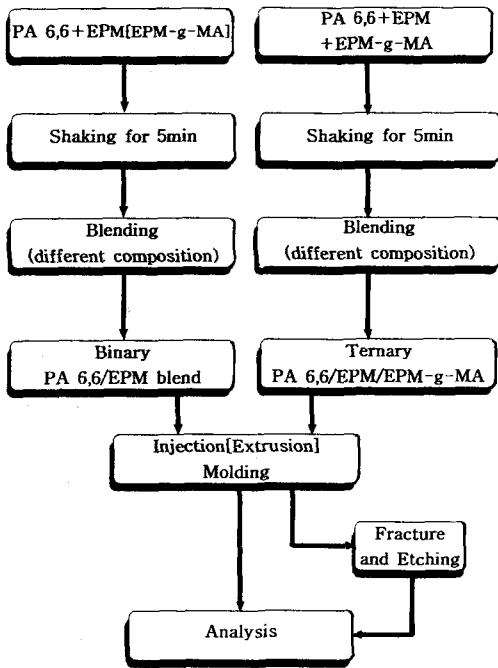


Fig. 1. Flow chart for preparation of binary/ternary blend.

II. 실험

1. 블랜드물 제조

본 연구는 KEP 070P[EPM]와 Exxelor 1801 [EPM-g-MA]를 분산상으로, Technil 27A[PA 6, 6]의 이성분(binary) 블랜드물과 삼성분(ternary) 블랜드물을 Fig. 1에 제시한 공정도에 의하여 Table 1과 같이 제조하였다.

블랜드링시 직경이 25φ, L/D=36인 twin screw extruder를 사용하였으며, 혼합속도는 250rpm, 혼합 온도는 압출기 내 다섯 영역인 solid conveying zone, melting zone, melting conveying zone, mixing zone, die zone을 각각 270, 265, 265, 255, 255℃로 유지시켰다.

블랜드물의 제조는 분산상의 고른 분포와 일정한 형태의 적당한 평균 입자크기에 의한 높은 충격강도를 갖는 이성분 블랜드물의 조성비를 고정한 후 EPM:

Table 1. Experimental condition and composition ratio of binary/ternary blend

Variation Condition	Binary Blend Composition Ratio		Ternary Blend Composition Ratio
	PA 6,6:EPM	PA 6,6: EPM-g-MA	PA 6,6:EPM: EPM-g-MA
Composition	100 : 0		
	90 : 10	90 : 10	
	80 : 20	80 : 20	70 : 5 : 25
	70 : 30	70 : 30	70 : 15 : 15
	60 : 40	60 : 40	70 : 25 : 5

Table 2. Characteristics of polymers and reagents used in experiment

Polymer and Reagent	Supplier	Properties
P o l y m e r	Technil 27A [PA 6,6]	Rhone Poulenc Specific Gravity =1.14 Melting Point =around 260℃
	KEP 070P [EPM]	KumHo Poly. Chem. Ethylene : Propylene =73 : 27(wt%)
	Exxelor 1801 [EPM-g-MA]	Exxon Chem. modified EPM by maleic acid content : 0.7wt%
R e a g e n t	O-Xylene[C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂] (98%)	Aldrich 98%, density=0.87
	formic acid[HCO ₂ H] (96%)	Aldrich 96%, density=1.227

EPM-g-MA 조성비를 일정하게 변화시켜 삼성분 블랜드물을 제조하였다.

이렇게 제조된 블랜드물은 상온에서 물성 분석를 행하였으며, 본 연구의 블랜드물 제조에 사용된 고분자 재료와 시약을 Table 2에 제시하였다.

2. Molau test¹⁸

블랜드링시 그래프트 공중합체인 (EPM-g-MA)-g-PA 6,6 형성을 확인하기 위하여 블랜드물을 무색 용매인 개미산에 녹였을 때 탄성중합체 상이 용매 내에

상 분리가 일어나는 음성 반응(negative phenomena)의 경우 (EPM-*g*-MA)-*g*-PA 6,6이 형성되어 있지 않음을, 탄성중합체가 용매 내에 현탁액 상태이면서 백색 용액으로 변하는 양성반응(positive phenomena)의 경우 (EPM-*g*-MA)-*g*-PA 6,6가 형성된 것으로 관찰할 수 있다.

3. 기기 분석

3.1 인장강도 시험

시편은 ASTM D 638에 의거 사출성형으로 제작하였으며 INSTRON(model No. 4302)을 사용하여 55mm/min 속도로 10회 측정하여 평균치를 구하였다.

3.2 충격강도 시험

시편은 ASTM D 256에 의거 압출성형으로 제작된 1/4" 두께의 시편을 notching machine으로 1/10" notch로 가공하여 notched Izod impact strength를 TINIUS OLSEN(Model 66. USA) Impact tester를 사용하여 10회 측정하여 평균치를 구하였다.

3.3 주사 전자 현미경(SEM) 관찰

분산된 탄성중합체 입자 형상 및 분포를 확인하고자 제조된 각각의 블랜드물을 액체질소하에 급냉시켜 절단한 후 파단면을 xylene으로 1시간 동안 에칭(etching)시켜 블랜드물의 파단면을 진공하에서 금으로 코팅하여 JEOL 사의 JSM-5800을 사용하여 주사 전자 현미경으로 관찰하였다.

3.4 분산상 입도 분석

블랜드물 내 분산상인 탄성중합체의 평균 입자크기를 조사하고자 image analyzer(Olympus, DS60)를 사용하여 탄성중합체 입자 50개의 크기를 측정하여 평균을 구하였다.

3.5 DSC(Differential Scanning Calorimeter) 분석

폴리아미드 6,6과 탄성중합체를 블랜드하였을 경우 탄성중합체에 의한 블랜드물의 열적 거동인 용융 온도, 결정화 온도 변화를 관찰하고자 DSC(TA 2010)을 사용하여 승온 속도를 20°C/min로 300°C까지 온도를 상승시킨 다음 열적 history를 제거하고자 5분간 유지한 다음 감온 속도 20°C/min로 -60°C로 감온한 후 다시 300°C까지 20°C/min 승온하면서 열분석을 행하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 블랜드물의 형태학적 특성

Table 1의 조성비에 의해 제조된 이성분 블랜드물의 파단면의 SEM 사진을 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 EPM 함유량이 10과 20wt%인 블랜드물의 경우 EPM은 타원형이면서 크기 차가 심하며, EPM 함유량이 30과 40wt%인 경우는 EPM형상이 일정하지 않고 고른 분산을 얻을 수 없는 것으로 나타났다.

Fig. 3에 개질된 탄성중합체인 EPM-*g*-MA이 첨가된 경우의 SEM 사진을 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 EPM-*g*-MA 함유량이 30wt%인 블랜드물 내 EPM-*g*-MA의 형상이 거의 일정하면서 고른 분산을 얻을 수 있었으나 EPM-*g*-MA의 함유량 40wt%인 블랜드물의 경우는 EPM-*g*-MA의 분산 정도가 다소 고르지 않은 분포를 보였다.

동일한 조성비하에 각 블랜드물의 파단면을 분석하였을 경우 PA 6,6/EPM-*g*-MA 블랜드물 내에서만 탄성중합체의 고른 분포를 얻을 수 있는 이유는 PA 6,6/EPM-*g*-MA 블랜드물 내에 (EPM-*g*-MA)-*g*-PA 6,6 그래프트 공중합체 형성으로 인한 계면장력의 저하로 상용성이 증가하였기 때문이다. 이때 제조된 이성분 블랜드물에 대한 Molau test를 통해 PA 6,6/EPM-*g*-MA 블랜드물 내에 그래프트 공중합체인 (EPM-*g*-MA)-*g*-PA 6,6의 형성을 확인하였다.

블랜드시 EPM:EPM-*g*-MA 조성비의 변화가 블

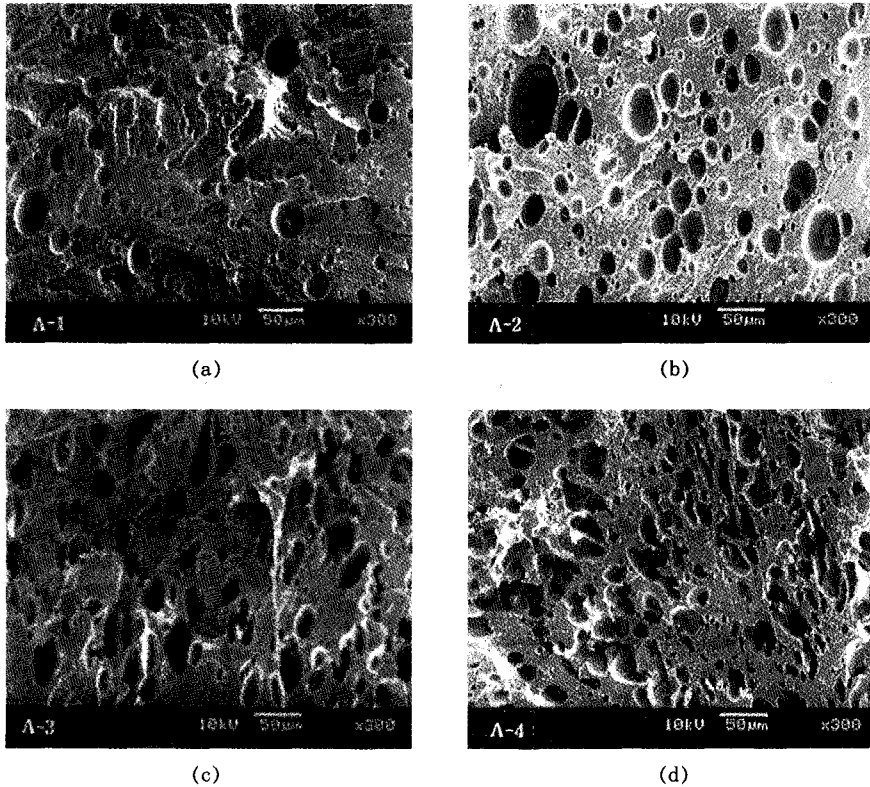


Fig. 2. SEM photographs of PA 6,6/EPM blends with various composition. (a) 90/10, (b) 80/20, (c) 70/30, (d) 60/40.

랜드물 내 분산된 탄성중합체의 크기 및 형상 그리고 분포정도에 미치는 영향을 분석하고자 PA 6,6 상에 분산된 EPM-*g*-MA 형상이 일정하면서 고른 분산을 보인 블랜드물의 PA 6,6:EPM-*g*-MA의 조성비와 동일하게 PA 6,6:탄성중합체의 조성비를 70:30으로 고정하고 EPM:EPM-*g*-MA 조성비를 변화시켜 제조한 삼성분 블랜드물의 파단면을 Fig. 4에 제시하였다. 그림에서 보는 바와 같이 EPM-*g*-MA 함유량이 5wt%에서 15wt%이상으로 증가함에 따라 블랜드물 내 탄성중합체의 입자크기가 현저히 감소하였고 분산성도 크게 향상되었다. 또한, Fig. 2에서 30wt% EPM을 함유한 PA 6,6/EPM 블랜드물의 파단면과 Fig. 4의 EPM:EPM-*g*-MA=25:5 조성비로 제조된 PA 6,6/EPM/EPM-*g*-MA 블랜드물의 파단면을

비교 분석해보면, 적은 양의 EPM-*g*-MA이 첨가됨으로써 분산상의 형태가 일정해지며, 분산성이 향상될 수 있음을 확인하였다.

이성분 PA 6,6/EPM-*g*-MA 블랜드물의 평균 입자크기와 삼성분 블랜드물의 평균 입자크기를 나타낸 Fig. 5에서 보는 바와 같이 이성분 블랜드물의 경우, EPM-*g*-MA 함유량 30wt%일 때 $0.50\mu\text{m}$, EPM-*g*-MA 함유량 40wt%일 때는 $0.65\mu\text{m}$ 로서 평균 입자크기는 $0.15\mu\text{m}$ 만큼 커짐을 나타냈으며 삼성분 블랜드물의 경우는 평균 입자크기가 $0.50\sim 2.9\mu\text{m}$ 범위를 갖음을 확인할 수 있다. 또한 삼성분 블랜드물 내 EPM-*g*-MA 함유량이 15wt%에서 30wt%로 증가함에 따라 탄성중합체의 평균 입자크기는 큰 변화가 없음을 확인할 수 있다.

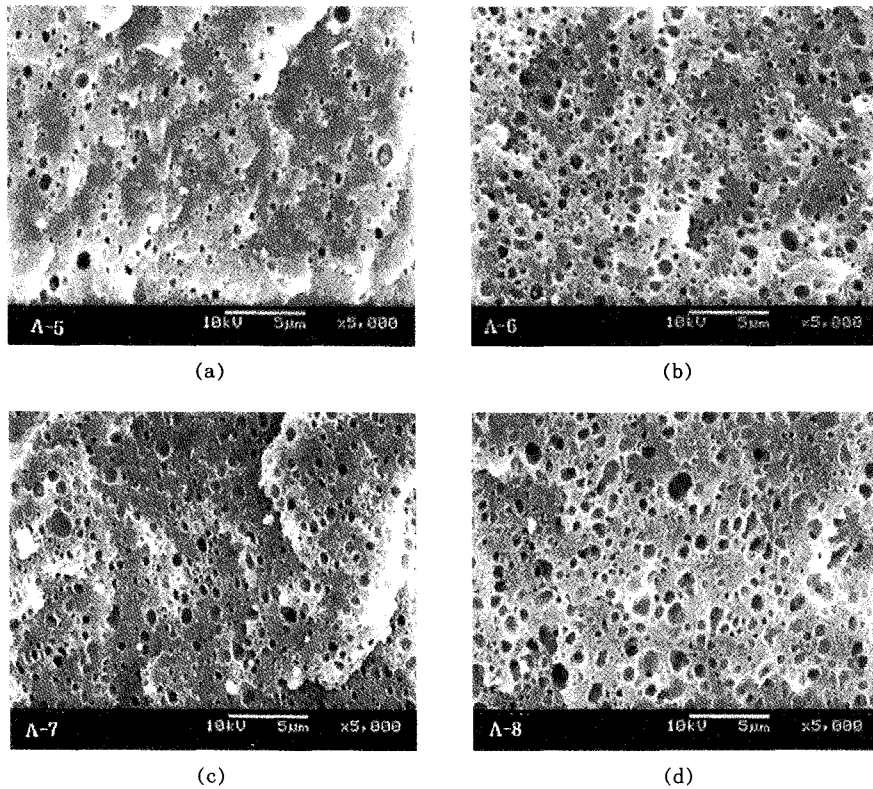


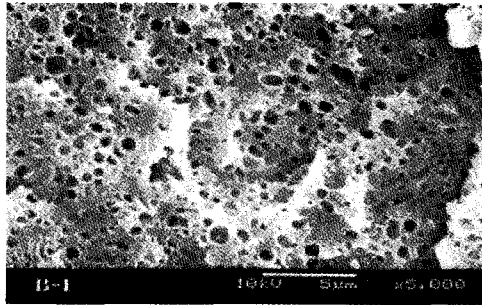
Fig. 3. SEM photographs of PA 6,6/EPM-*g*-MA blends with various composition. (a) 90/10, (b) 80/20, (c) 70/30, (d) 60/40.

30wt% EPM-*g*-MA를 함유한 이성분 블랜드물의 파단면인 Fig. 3의 (c)와 15wt%와 25wt% EPM-*g*-MA를 함유한 삼성분 블랜드물의 파단면인 Fig. 4의 (a), (b) 및 Fig. 5의 결과로부터 전체 탄성중합체의 함유량을 30wt%로 고정한 조건하에서 EPM-*g*-MA의 함유량이 15wt%이상의 블랜드물 내 분산된 탄성중합체 형상과 크기 및 분산정도가 비슷함을 알 수 있다.

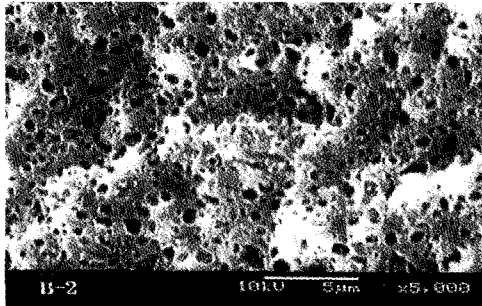
위의 블랜드물의 형태학적 특성 분석 결과로부터 이성분 블랜드물 중 PA 6,6/EPM-*g*-MA(70/30) 블랜드물과 삼성분 블랜드물 중 PA 6,6/EPM/EPM-*g*-MA(70/15/15) 블랜드물 내에서 거의 일정한 형태의 탄성중합체가 고른 분포를 하고 있다.

2. 블랜드물의 기계적 특성

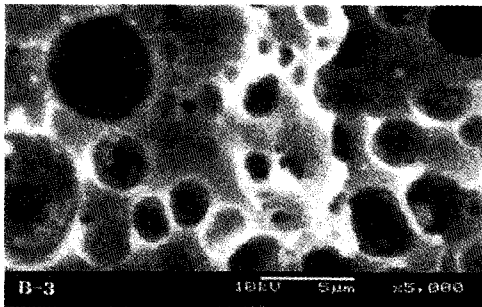
EPM과 EPM-*g*-MA 함유량을 각각 10~40wt%로 변화시키면서 폴리아미드 6,6과의 블랜딩에 의한 이성분 블랜드물을 제조하여 탄성중합체 특성과 함유량 변화에 따른 블랜드물의 인장강도와 모듈러스를 Fig. 6에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 인장강도와 모듈러스는 블랜드물 내 분산된 탄성중합체 특성과는 무관하게 탄성중합체 함유량이 증가할수록 감소함을 보이고 있다. 이는 블랜드물에 인장력을 가하게 되면 탄성중합체가 인장력을 흡수하는 역할을 하게 되며 탄성중합체 양이 증가할수록 이러한 효과가 증가하기 때문으로 사료된다. 또한, PA 6,6/EPM-*g*-MA 블랜드물이 PA 6,6/EPM 블랜드물에 비하여 낮은



(a)



(b)



(c)

Fig. 4. SEM photographs of PA 6,6/EPM/MPM-g-MA ternary blends. (a) 70/5/25, (b) 70/15/15, (c) 70/25/5.

인장강도와 모듈러스를 보이고 있는 것은 EPM-g-MA와 폴리아미드 6,6 블렌딩시(EPM-g-MA)-g-PA 6,6 그래프트 공중합체 형성으로 인하여 응력 분산이 잘 이루어지기 때문인 것으로 사료된다.

한편, 제조된 이성분 블렌드물의 충격강도와 신장률 변화는 Fig. 7에서 알 수 있듯이 PA 6,6/EPM 블렌드물일 때는 폴리아미드 6,6과 거의 같은 값으로서 낮

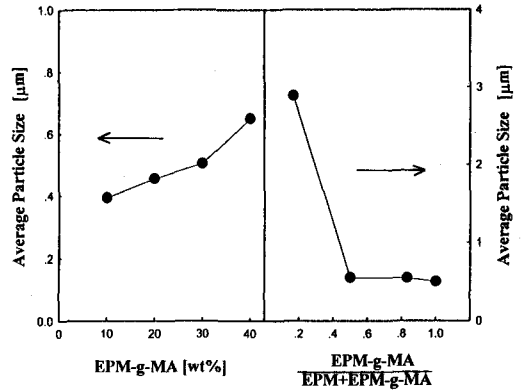


Fig. 5. Variation of average particle size with the composition for binary and ternary blend.

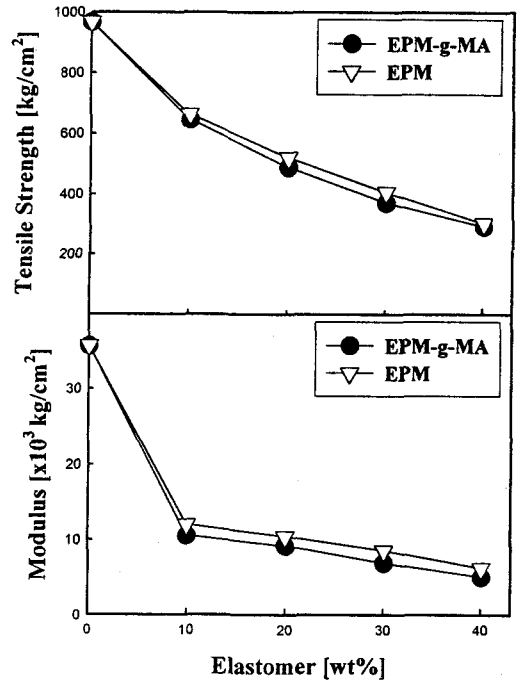


Fig. 6. Variation of tensile strength and modulus of polyamide 6,6/EPM/EPM-g-MA blend with composition.

은 수치를 나타내었다. 그러나 PA 6,6/EPM-g-MA 블렌드물일 경우는 EPM-g-MA 함유량이 늘어남에 따라 증가되다가 EPM-g-MA 함유량 40wt%에서는 감소함을 보였다. 이와 같은 이유는 PA 6,6/EPM-

g-MA 블랜드물의 경우 EPM-*g*-MA 함유량이 0wt%에서 30wt%로 증가함에 따라 (EPM-*g*-MA)-*g*-PA 6,6 그라프트 공중합체 형성의 증가로 인하여 Fig. 3과 같이 EPM-*g*-MA 입자의 고른 분포 및 적당한 크기로 인하여 충격강도와 신장률이 향상된 것이며 EPM-*g*-MA 함유량 40wt% 블랜드물은 미반응의 EPM-*g*-MA가 블랜드물의 충격강도를 저하시켰을 것으로 사료된다.

전체 탄성중합체의 함유량을 30wt%를 고정한 후 EPM:EPM-*g*-MA 조성비를 0:30, 5:25, 15:15, 25:5, 30:0로 변화시켜 제조된 삼성분 PA 6,6/EPM/EPM-*g*-MA 블랜드물의 충격강도와 인장강도를 나타낸 Fig. 8에서 알 수 있듯이 EPM-*g*-MA 함유량이 0wt%~25wt%와 같이 변함에 따라 충격강도는 향상되었고 인장강도는 거의 변화가 없다. 충격강도의 향상은 EPM-*g*-MA 함유량이 증가함에 따라 (EPM-*g*-MA)-*g*-PA 6,6 그라프트 공중합체의 형성

이 증가하여 스트레스 분산이 잘 이루어지기 때문이고 인장강도의 경우 이성분 PA 6,6/EPM-*g*-MA(70/30) 블랜드물의 인장강도의 값과 삼성분 블랜드물의 인장강도의 값들과 거의 동일한 수치를 나타내고 있으므로 탄성중합체와 폴리amide 6,6 블랜드물의 인장강도는 탄성중합체의 특성과는 관계없고 탄성중합체의 함유량에 따라 변함을 알 수 있다.

제조된 삼성분 블랜드물의 신장률은 이성분 PA 6,6/EPM-*g*-MA 블랜드물과 같은 경향성을 보이고 있음을 Fig. 9에서 확인하였다.

또한, Fig. 7과 Fig. 3의 (c) 및 Fig. 8과 Fig. 4의 (a), (b)로부터 30wt%의 EPM-*g*-MA를 함유한 이성분 블랜드물 내 EPM-*g*-MA가 모두 (EPM-*g*-MA)-*g*-PA 6,6 그라프트 공중합체를 형성하지 않음을 추측할 수 있으며 이로 인하여 PA 6,6/EPM-*g*-MA(70/30) 블랜드물의 충격강도를 저하시켰을 것으로 사료된다.

위의 블랜드물의 기계적 특성 분석결과로부터 조성비 PA 6,6:EPM:EPM-*g*-MA=70:15:15인 블랜드물의 충격강도가 가장 높았다.

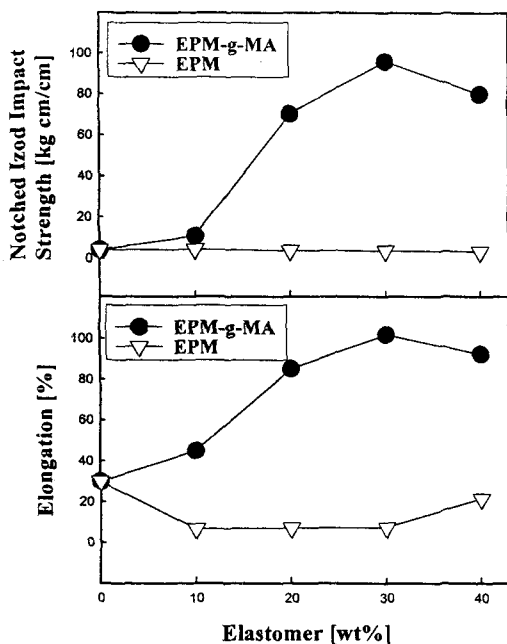


Fig. 7. Variation of notched Izod impact strength and elongation at break of polyamide 6,6/EPM/EPM-*g*-MA blend with composition.

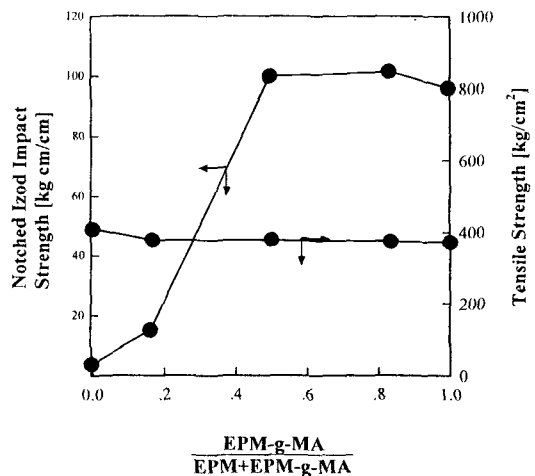


Fig. 8. Notched Izod impact and tensile strength for polyamide 6,6/elastomer(70/30) as a function of various elastomer content.

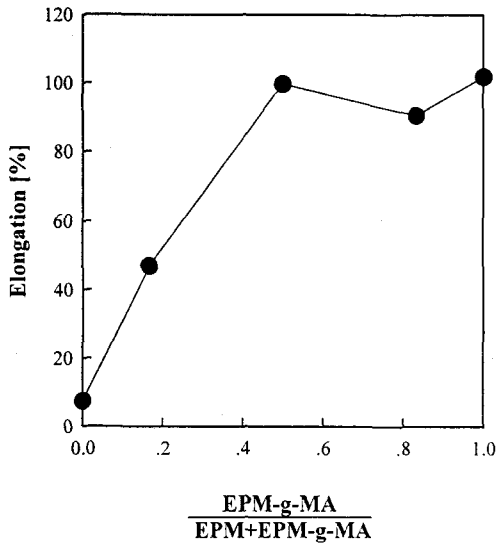


Fig. 9. Elongation at break for polyamide 6,6/elastomer(70/30) as a function of various elastomer content.

3. 블랜드물의 열적 특성

Fig. 10은 이성분 블랜드물의 용융온도와 재결정온도 및 상대결정화도 변화를 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 용융온도는 변화가 없고 재결정온도도 탄성 중합체 표면 특성과는 무관하게 함유량 10wt% 이상에서는 변화가 없다. 또한, 상대결정화도는 PA 6,6/EPM-g-MA 블랜드물의 경우 함유량 30wt%에서 극대값을 가지고 함유량 40wt%에서는 감소함을 보였다.

한편, PA 6,6/EPM-g-MA 블랜드물의 용융온도가 PA 6,6/EPM 블랜드물보다는 다소 높고 재결정온도의 경우 낮음을 보였다. 이는 PA 6,6/EPM-g-MA 블랜드물 내 그래프트 공중합체인 (EPM-g-MA)-g-PA 6,6 형성으로 두 상간의 상용성이 높아져 용융온도가 다소 높게 나타난 것이며 이로 인하여 재결정온도가 낮아져 결정화를 용이하게 하였을 것으로 사료된다. 또한, 30wt% 이상 EPM-g-MA 함유한 PA 6,6/EPM-g-MA 블랜드물의 상대결정화도는 EPM-g-MA가 결정화시 기핵제로 작용한 것이 아니

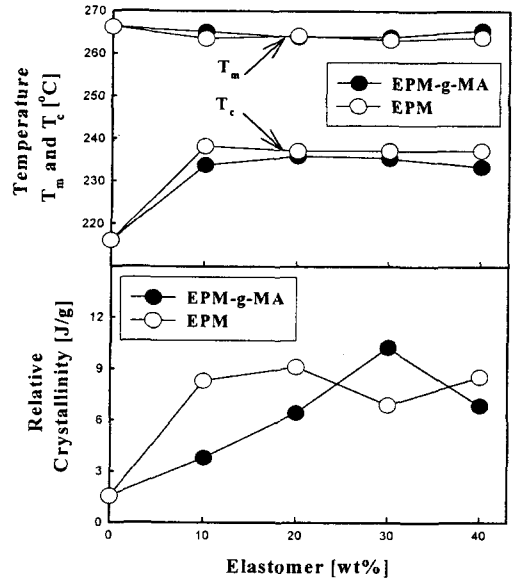


Fig. 10. Variation in fusion heat, recrystallization enthalpy and relative crystallinity with various elastomer content of binary PA 6,6/EPM[EPM-g-MA] blend.

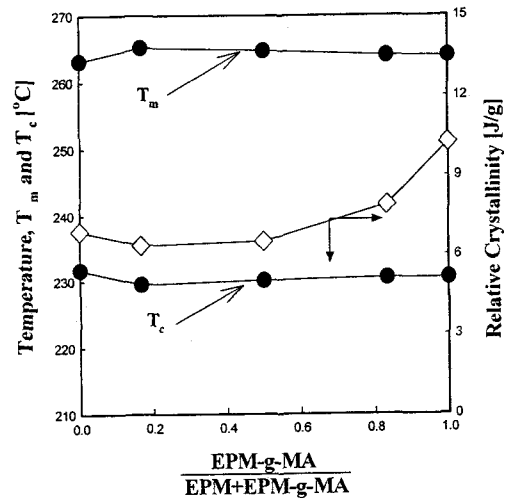


Fig. 11. Variation of fusion heat, recrystallization enthalpy and relative crystallinity with various elastomer ratio level for ternary PA 6,6/EPM/EPM-g-MA blend.

라 블랜드물의 결정화도를 감소시키는 역할을 하고 있는 것으로 추측된다. 이러한 결과는 이성분 블랜드물

의 탄성중합체 함유량 변화에 따른 충격강도를 제시한 Fig. 7과 일치함을 보이고 있다.

삼성분 블랜드물의 경우 용융온도와 재결정온도 및 상대결정화도 변화를 나타낸 Fig. 11에서 보는 바와 같이 EPM-*g*-MA 함유량이 0wt%에서 30wt%까지 변하는 동안 용융온도와 재결정온도는 변화가 거의 없으나 상대결정화도는 증가하였다. 따라서 삼성분 블랜드물 내 EPM-*g*-MA은 기핵제로 작용하여 블랜드물의 상대결정화도를 향상시키는 것으로 사료된다.

그러므로 위의 결과들로부터 이성분 및 삼성분 블랜드물 중 PA 6,6/EPM/EPM-*g*-MA(70/15/15) 블랜드물일 때 분산상인 탄성중합체의 고른 분포와 적당한 입자크기에 의하여 높은 충격강도를 얻을 수 있었다.

IV. 결 론

탄성중합체 함유량 변화에 따른 폴리아미드 6,6와 탄성중합체 블랜드물에 관한 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 이성분 블랜드물 중 PA 6,6/EPM-*g*-MA 블랜드물이 PA 6,6/EPM 블랜드물에 비하여 충격 강도가 높았고 블랜드물 내 고른 분포를 하고있었다.
2. 이성분 블랜드물 중 조성비가 PA 6,6:EPM-*g*-MA=70:30일 때 가장 좋은 충격강도를 나타내었고 블랜드물 내 EPM-*g*-MA가 고른 분포를 하고 있었으며 상대결정화도 역시 가장 높았다.
3. 제조된 모든 블랜드물 중 삼성분 PA 6,6/EPM/EPM-*g*-MA(70/15/15) 블랜드물의 충격강도가 가장 높았고 블랜드물 내 분산상의 형상과 평균 입자크기는 이성분 PA 6,6/EPM-*g*-MA(70/30) 블랜드물과 거의 동일함을 확인하였다.

참 고 문 헌

1. M. Xanthos, *Polym. Eng. Sci.*, **28**, 1392 (1998).
2. S. Cimmino, I. D'Orazio, R. Greco, G. Maglio, M. Malinconico, M. Mancarella, E. Martuscelli, R. Palumbo and G. Ragosta, *Polym. Eng. Sci.*, **24**, 48 (1984).
3. I. S. Miles, "Multicomponent Polymer Systems", Longman Scientific & Technical, New York (1992).
4. A. A. Collyer, "Rubber Toughened Engineering Plastics", Chapman & Hall, London (1994).
5. R. J. M. Borggreve and R. Gaymans, *Polymer*, **30**, 63(1989).
6. A. J. Oostenbrink and R. Gaymans, *Polymer*, **33**, 3086 (1992).
7. F. Speroni, E. Castoldi, P. Fabbri, and T. Casiraghi, *J. Mater. Sci.*, **24**, 2165 (1989).
8. R. Greco, G. Lanzetta, G. Maglio, M. Malinconico, E. Martuscelli, R. Palumbo, G. Ragosta, and G. Scarinzi, *Polymer*, **27**, 299 (1986).
9. D. F. Lawson, W. L. Hergenrother, and M. G. Matlock, *J. Appl. Polym. Sci.*, **39**, 2331 (1990).
10. E. Martuscelli, F. Riva, C. Sellitti, and C. Silvestre, *Polymer*, **26**, 270 (1985).
11. G. Serpe, J. Jarrin, and F. Davans, *Polym. Eng. Sci.*, **30**, 553 (1990).
12. S. Wu, *Polymer*, **26**, 1855(1985).
13. M. T. Hahn, R. W. Hertzberg, and A. J. Manson, *J. Mater. Sci.*, **18**, 3551 (1983).
14. R. J. M. Borggreve, R. J. Gaymans, J. Schuijjer, and A. Ingen Housz, *Polymer*, **28**, 1489 (1987).
15. S. Y. Hobbs, R. C. Bopp, and V. H. Watkins, *Polym. Eng. Sci.*, **23**, 380 (1983).
16. A. J. Oshinski, H. Keskkula, and R. D. Paul, *Polymer*, **33**, 268 (1992).

17. R. Greco, M. Malinconico, E. Martuscelli, R. Ragosta, and G. Scarinzi, *Polymer*, **29**, 1418 (1988).
18. R. J. M. Borggreve, R. J. Gaymans, and J. Schuijjer, *Polymer*, **30**, 71 (1989).