

다성분계 고분자 블렌드의 내충격성 향상에 관한 연구

김정호[†] · 서영수^{*}

수원대학교 화학공학과, *대구대학교 화학공학과

(1999년 8월 20일 접수)

Improvement of Impact Properties of Multicomponent Polymer Blends

Jeong Ho Kim[†] and Young Soo Soh^{*}

Department of Chemical Engineering, University of Suwon, Suwon 445-890, Korea

^{*}Department of Chemical Engineering, Taegu University, Jinrangmyun, Kyungsangun, Kyungbook, Korea

[†]e-mail : jhkim@mail.suwon.ac.kr

(Received August 20, 1999)

요약: 다성분계 블렌드의 내충격성 증진에 대해 연구하였다. LDPE, HDPE, PP, PS, PET 등을 성분으로 포함하는 블렌드의 내충격성 향상을 위한 상용화제로 에틸렌/프로필렌 고무 (EPR) 또는 스티렌/에틸렌부틸렌/스티렌 블록공중합체 (SEBS)를 단독으로 첨가하는 것보다 EPR 및 SEBS를 동시에 첨가하여 주는 이중상용화제가 효과적인 것으로 나타났다. 또한 블렌드중 LDPE, HDPE 및 PP의 함량이 높아질수록 이중상용화제중 EPR의 효과가 높아지는 것으로 관찰되었으며 LDPE 및 HDPE가 동시에 블렌드에 포함되는 경우가 각각이 단독으로 들어갈 때 보다 내충격 강도가 높아지는 것으로 나타났다. 이와 같은 내충격성 향상 효과는 다성분계 블렌드의 모폴로지와 관련되어 분석되었다.

ABSTRACT: Investigation was made on the improvement of the impact properties of multicomponent blends. Blends containing LDPE, HDPE, PP, PS and PET showed higher Izod impact strength when ethylene propylene rubber (EPR) and styrene ethylene buthylene styrene block copolymer (SEBS) were added simultaneously as a dual compatibilizer to the blends than only either EPR or SEBS was put into the blends. As the amount of LDPE, HDPE or PP increased in the blends, EPR in the dual compatibilizer became to play more important role in determining the impact properties of the blend. Higher impact strength was observed when the blend contained both LDPE and HDPE at the same time in comparison with the blends having only either one as a component. The effect of a dual compatibilizer was analyzed in terms of the morphology of multicomponent blends.

Keywords: multicomponent, blend, dual compatibilizer, EPR, SEBS.

서 론

고분자 블렌드의 중요성은 이미 잘 알려져 있는바와 마찬가지로 여러 용도에서 블렌드의 각 성분의 장점을 이용한 제품들이 개발되어 사용되고 있다. 초기에는 성분간에 상용성이 있는 블렌드들이 주목을 받았고 이후 부분적으로 상용성이 있는 블렌드를 거쳐

서 최근에는 성분간에 상용성이 없는 경우에도 상용화제 등을 이용하여 이들을 이용하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.¹⁻⁵ 즉 성분간의 계면 접착력을 강화시키기 위한 반응형 또는 비반응형 상용화제가 활발히 이용되고 있다. 성분간에 상용성이 없는 경우에는 블렌드의 내충격성이 낮아지게 되는데 혼합 플라스틱에서 성분간의 비상용성으로 인하여 계면 접착

력이 약할 경우 기계적 물성 가운데 내충격성이 가장 큰 영향을 받기 때문인 것은 잘 알려져 있는 사실이다.⁶⁻⁸ 즉, 블렌드에 충격이 가해지면 성분간의 약한 계면을 따라 재료가 파괴되어 나가기 때문에 내충격성이 매우 낮아지게 된다. 따라서 충격강도가 상승되었다는 것은 비상용성이던 성분간의 계면이 강화되었음을 뜻하게 되므로 물성의 향상 및 성형가공성의 증진을 보이는 것으로 생각할 수 있게 된다. 지금까지 연구개발 및 사용되고 있는 블렌드는 주로 2가지 종류의 고분자를 성분으로 하고 있는 경우가 많고 여기에 내충격성을 보장하기 위해 고무성분을 첨가하는 경우가 많다. 최근 들어 블렌드의 성분이 3성분 이상인 경우에 대한 연구가 많이 진행되고 있고 이러한 경우의 모폴로지에 대한 연구결과도 활발히 보고되고 있다.

이러한 다성분계 블렌드중 한 예로서 혼합 페플라스틱을 들 수가 있다. 즉, 산업계에서 발생하는 페플라스틱과 일반가정에서 발생하는 페플라스틱의 차이로서 산업계인 공장에서 발생하는 페플라스틱은 대개 종류가 단일종이거나 또는 혼합되어 있더라도 수지의 종류가 확실하고 혼합정도가 크지 않기 때문에 분리가 용이하여 재료로서의 재활용이 용이하다. 그러나 가정에서 발생하는 일반 페플라스틱은 여러 가지 종류의 수지가 혼합된 채로 수거되므로 혼합된 페플라스틱을 그대로 용융시킨 후 재생 제품을 만들게 되면 이종의 플라스틱간의 비상용성에 의해 제품의 물성이 크게 저하되어 재활용이 어려워지게 된다.

따라서 이를 방지하기 위해서는 혼합 수거된 페플라스틱을 분리 공정을 거쳐서 각각의 단일종으로 분리하여 재활용하여야 하는데 이는 선별 기술자체가 아직 개발 단계에 있고 경제적으로도 고가의 장비를 필요로 하기 때문에 타당성이 높다고 하기는 어렵다. 따라서 여러 가지 종류의 플라스틱이 섞여 있는 혼합 페플라스틱을 분리 공정을 거치지 않고 적절한 상용화제를 이용하여 직접 재료 재활용 제품을 제조하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

현재 두 가지 종류의 고분자 블렌드에 적합한 상용화제는 많이 개발되어 있으나 세가지 또는 그 이상의 블렌드에 대한 상용화는 그 연구가 많지 않으므로 본 연구에서는 저밀도 폴리에틸렌 (LDPE), 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE), 폴리프로필렌 (PP), 폴리스티렌 (PS) 및 폴리에틸렌테레프탈레이트 (PET) 등 여러

종류의 수지가 혼합되어 있는 다성분계 블렌드에 대한 내충격성 향상 기술에 대하여 연구하였다.

실 험

실험재료로서 LDPE는 한화석유화학의 5301을 사용하였고 HDPE는 호남석유의 6200B, PP는 SK의 730F를 사용하였다. PS는 미원유화 제품을 이용하였고 PET는 SKI의 고유점도(IV) 0.8인 것을 사용하였다. EPR은 금호고무의 KEP 070P를 사용하였고 SEBS는 Shell사의 Kraton G1652를 사용하였다.

수지는 실험하고자 하는 종류와 조성에 따라 혼합한 후 직경이 30 mm이고 L/D 비가 25인 압출기를 통과시키면서 용융 혼합하였다. 압출기를 나온 블렌드는 냉각된 후 pelletizer에서 적절한 크기의 펠렛으로 만들어졌다. 압출기의 온도 및 rpm 등은 각 실험 조건 및 조성에 따라 약간의 차이가 있었는데 대체로 160 °C에서 280 °C 사이에서 압출기의 각 부분에 따라 단계적으로 차이를 두었다.

여기서 얻어진 펠렛은 압축 성형기에서 조성에 따라 200 °C 부근에서 압축성형에 의해 두께 3 mm의 판 모양으로 제조한 후 시편 성형기에서 필요한 시편으로 만들어 사용하였다.

제조된 시편은 Lloyd사의 LR-10K UTM에서 인장강도, 인장탄성율, 신율 등이 측정되었고 충격강도는 진성정밀의 JS-303 Izod 충격 시험기에서 측정되었다. 기계적 물성과 충격강도 이외에 충격 시편의 파단면에 대해 주사 전자현미경 사진을 JEOL사의 SEM으로 관찰하여 보았다.

결과 및 고찰

다성분계 블렌드중 5성분 또는 6성분의 고분자가 혼합된 블렌드에 대한 내충격성 강화 실험에 앞서서 먼저 3성분계에 대해 실험하여 기초자료로 활용하였다. 다성분계 블렌드중 LDPE, PP 및 PS가 혼합된 3성분계에 대해 상용화제 및 내충격 보강제로 작용할 수 있는 EPR 또는 SEBS를 첨가하였을 때에 대해 먼저 실험하였는데 이 3성분계에 대한 기계적 물성 결과를 Table 1에 나타내었다. 일반적으로 LDPE와 PP의 2성분계에 대해서는 EPR이 효과적인 것으로

Table 1. Mechanical Properties of LDPE/PP/PS

LDPE/ PP/PS	EPR (phr)	SEBS (phr)	tensile strength (N/mm ²)	tensile modulus (N/mm ²)	break strain (%)	area under stress-strain curve (N-mm)	Izod impact strength (kg·cm/cm)
35/35/30	-	-	7.1	780	3.1	224	3.6
"	10	-	5.5	636	4.2	252	5.5
"	20	-	4.9	365	8.4	435	7.9
"	-	10	11.4	375	12.1	1333	8.3
"	-	20	10.0	259	29.4	3053	12.7
"	10	10	9.4	292	19.6	2320	14.0

알려져 있고 LDPE 또는 PP와 PS의 2성분계는 SEBS에 의해 기계적 물성이 증진되는 것으로 알려져 있다.⁹

따라서 본 연구에서는 EPR 또는 SEBS를 블렌드 중량 100에 대하여 10중량(10 phr) 또는 20중량(20 phr)을 첨가하여 보았다. 그 결과는 Table 1에서 보인 바와 같이 LDPE/PP/PS가 35/35/30으로 혼합한 블렌드의 경우 Izod 충격강도가 3.6 kg·cm/cm이었는데 반해 상용화제로 EPR 또는 SEBS를 첨가하였을 경우 충격강도가 5 kg·cm/cm 이상으로 증가하는 것을 보여주고 있다. 또한 EPR보다는 SEBS를 넣었을 때 더 큰 폭으로 증가하였다. EPR이 LDPE와 PP사이의 상용성만 증진시키는 반면에 SEBS는 LDPE 또는 PP와 PS사이의 상용성을 증진시키므로 자연스러운 결과로 보여진다. 다음으로 동시에 두가지 상용화제(이중상용화제)를 넣었을 때의 효과를 보기 위하여 EPR과 SEBS를 각각 10 phr씩 총 20 phr을 첨가하여 보았다. 결과는 역시 Table 1에 보인 바와 같이 충격강도가 EPR 또는 SEBS를 단독으로 20 phr 넣었을 때 보다 더욱 증가하였다. 즉 EPR 또는 SEBS를 단독으로 20 phr 첨가하였을 때는 충격강도가 각각 7.9 및 12.7 kg·cm/cm이었는데 비해 EPR과 SEBS를 동시에 10 phr씩 첨가하였을 때는 14.0 kg·cm/cm로 SEBS를 20 phr 첨가한 경우와 유사하였으나 약간 더 크게 증가하였다. 인장강도는 EPR 첨가의 경우는 상용화제를 첨가하지 않은 원래의 3성분계 경우보다 감소하였으나 SEBS를 첨가한 경우는 증가하였고 EPR과 SEBS를 동시에 첨가한 경우도 증가하였다. 또한 Table 1에서 볼 수 있듯이 인장시험시의 stress-strain curve 밑의 면적도

Table 2. Mechanical Properties of HDPE/PP/PS

HDPE/ PP/PS	EPR (phr)	SEBS (phr)	tensile strength (N/mm ²)	tensile modulus (N/mm ²)	break strain (%)	area under stress-strain curve (N-mm)	Izod impact strength (kg·cm/cm)
35/35/30	-	-	13.6	1068	1.7	211	2.8
"	10	-	8.8	951	2.6	270	5.3
"	20	-	6.3	682	3.7	290	7.6
"	-	10	15.2	634	9.7	1470	6.5
"	-	20	12.3	428	14.3	1809	10.0
"	10	10	10.7	410	11.0	1652	10.8

SEBS를 20 phr 첨가한 경우 및 EPR, SEBS를 10 phr씩 첨가한 경우가 유사하게 크게 증가하였다.

LDPE 대신에 HDPE를 사용하여 HDPE/PP/PS가 35/35/30으로 혼합된 3성분계의 경우도 Table 2에 보인 바와 같이 유사한 결과를 나타내었다. 즉 EPR 또는 SEBS의 첨가에 의해 충격강도가 증가하였고 SEBS가 보다 효과적이었으며 또한 EPR과 SEBS를 동시에 첨가하는 것이 내충격강도 향상에 있어서 보다 효과적이었다. 이는 경제성 면에서 보더라도 EPR이 SEBS보다 가격이 저렴하므로 SEBS의 상당부분을 EPR로 대체하면서 유사한 효과를 나타낼 수 있다는 뜻이므로 매우 의미있는 결과로 생각되어졌다.

Fig. 1에 HDPE/PP/PS에 EPR 또는 SEBS가 첨가되었을 때의 모폴로지 변화 SEM 사진을 보였다. Fig. 2(a)와 (b)는 Fig. 1(a) 및 (b)와 동일한 시편을 PS만이 용해되는 THF에 침적시켰다가 빠져 적은 SEM 사진이다. Fig. 1(a)와 (b)에서 보이는 구형 입자들이 Fig. 2(a)와 (b)에서는 모두 사라진 것을 알 수 있는데 이로부터 Fig. 1의 구형입자들이 PS인 것을 확인할 수 있었다. HDPE와 PP는 SEM 사진으로는 명확하게 구분되지는 않는데 매트릭스를 형성하고 있는 것으로 관찰되고 있다. Fig. 1(a)는 HDPE/PP/PS가 35/35/30으로 혼합된 경우의 사진인데 상분리가 일어나 PS가 구형으로 보이고 또한 여기저기에 PS가 빠져나간 반구형의 구멍이 보이고 있다.

Fig. 1(b)는 EPR이 20 phr 첨가된 경우의 SEM 사진으로 상분리된 구형 PS가 여전히 보이고 있으나 매트릭스가 유연하게 변화된 모습을 보여주고 있어서

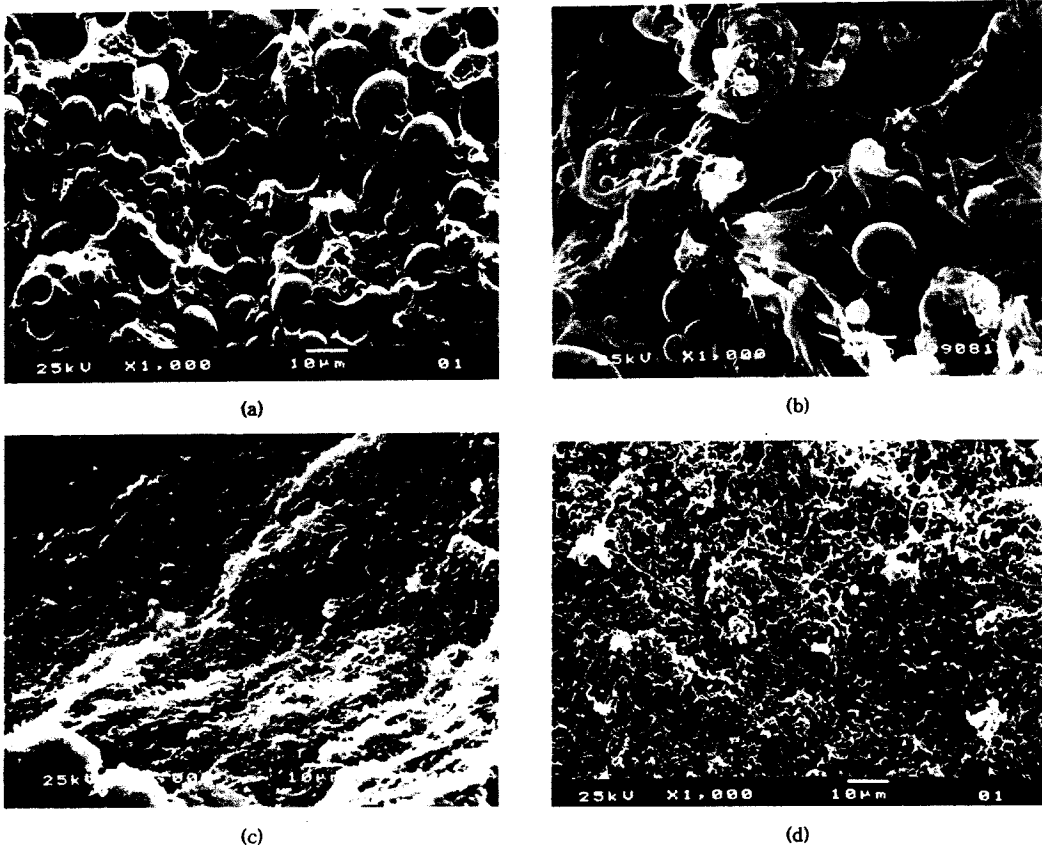


Figure 1. SEM pictures of (a) HDPE/PP/PS (35/35/30), (b) HDPE/PP/PS/EPR (35/35/30/20), (c) HDPE/PP/PS/SEBS (35/35/30/20), and (d) HDPE/PP/PS/EPR/SEBS (35/35/30/10/10).

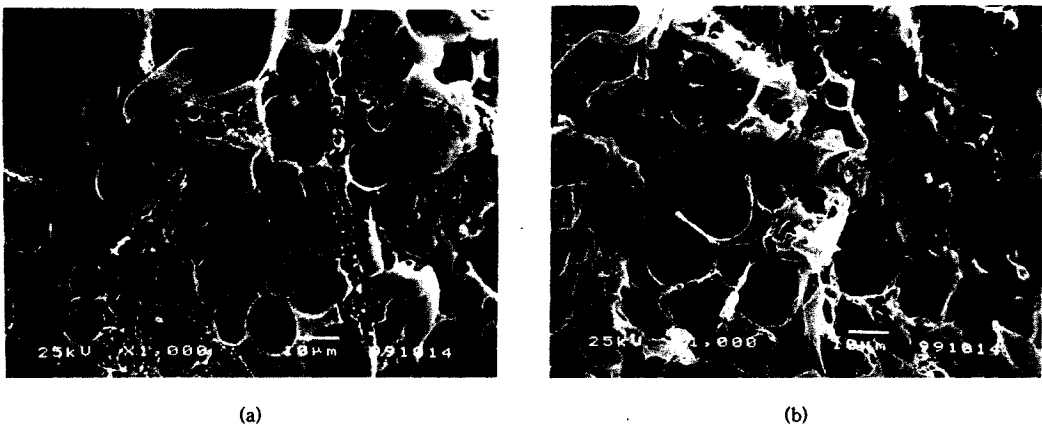


Figure 2. SEM pictures of same specimens as in Figure 1(a) and (b) after treated with THF (a) HDPE/PP/PS(35/35/30) and (b) HDPE/PP/PS/EPR(35/35/30/20).

EPR 첨가시의 충격강도 증가를 설명해 주고 있다. 여전히 구형이 빠져나간 것으로 보아 PS와의 상용성은 증가되지 않았으나 HDPE/PP 매트릭스는 EPR로 인하여 상용성이 증가되고 또한 EPR에 의한 매트릭스의 유연성 증가도 함께 작용하여 내충격성이 증가한 것으로 보인다. 특히 Fig. 2(b)에서 보면 HDPE/PP 매트릭스가 유연하게 되어 변형이 일어난 것이 관찰되고 있다. SEBS가 20 phr 첨가된 Fig. 1(c)의 경우는 구형의 PS는 거의 보이지 않아서 PS와 HDPE 및 PP가 거의 대부분 상용성이 증가되어 있는 것으로 보인다. 다만 매트릭스에 있어서 Fig. 1(b)의 경우와 같은 유연한 변형은 보이지 않고 있다.

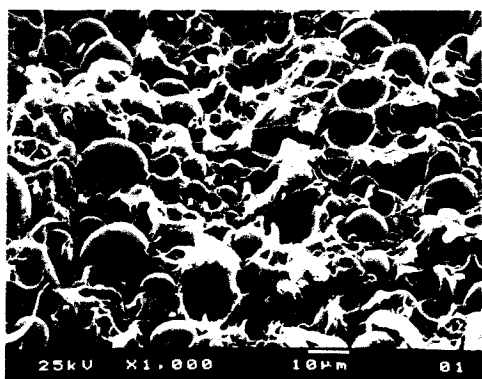
EPR과 SEBS가 10 phr씩 동시에 첨가한 경우의 사진인 Fig. 1(d)에서 보면 PS 구형입자는 거의 보이지 않지만 아주 작은 구형이 간혹 보이고 있다. 그런데 매트릭스의 변형은 매우 미세하게 유연한 변형이 일어나 있어서 내충격강도의 향상을 설명해 주고 있다. 즉 매트릭스를 형성하는 HDPE/PP가 EPR에 의해 유연한 변형을 일으키고 있으면서 PS는 여러 장소에서 일종의 응력의 집중장소로 작용하여 내충격 강화기구를 유발하고 있는 것으로 보여진다. 이는 PS와 매트릭스간의 계면 접착력이 어느 정도 존재한다는 것을 전제로 하는데 PS의 구형입자가 거의 보이지 않을 정도로 작아졌다는 점에서 매트릭스와 PS간의 접착력은 어느 정도 있는 것으로 보인다. 다성분계 블렌드의 모폴로지를 분석한 Meier 등의 논문을 보면 HDPE/PP/PS의 3성분계 블렌드의 경우 HDPE/PP간의 계면장력은 1.1 dyne/cm로 HDPE/PS 또는 PP/PS간의 계면장력인 5.9 및 5.1 dyne/cm보다 훨씬 작다.⁸ 따라서 HDPE, PP, PS 3성분계는 계면의 에너지를 최소화하기 위하여 HDPE와 PP가 가능한한 PS와의 접촉계면 면적을 줄이려는 경향이 있게 되어 PS는 구형이 되고 HDPE는 상대적으로 PS보다는 PP와 더 많은 계면을 형성하게 된다. 또한 열역학적으로는 PS는 HDPE보다는 PP와의 접촉이 많아지게 되지만 용융 혼합과정중에 열역학적 평형이 이루어질 수는 없으므로 HDPE와 PS의 계면도 존재하게 된다. 따라서 3성분계는 PP/PS, HDPE/PP, HDPE/PS의 3가지 계면이 형성되게 된다.

HDPE/PP/PS의 3성분계에 SEBS가 첨가되면 이 SEBS는 주로 PS의 계면 즉 PS/PP 및 PS/HDPE의 계면으로 이동하게 되고 PS의 분산상 크기는 작아지게 되고 계면도 강화되게 된다. 따라서 상용화에 의해 PS가 HDPE와 PP의 가운데 위치하여 이들의 결합을 간접적으로는 강화하는 역할도 하게 되겠지만 그러나 여전히 HDPE와 PP의 계면이 존재할 것이므로 EPR이 여기에 작용하는 것은 자연스러운 것으로 보인다. 이 경우 HDPE와 PP의 계면 강화와 내충격 강화가 일어날 것으로 보이며 LDPE/PP/PS의 3성분계에 대해서도 유사한 분석이 가능할 것으로 생각된다.

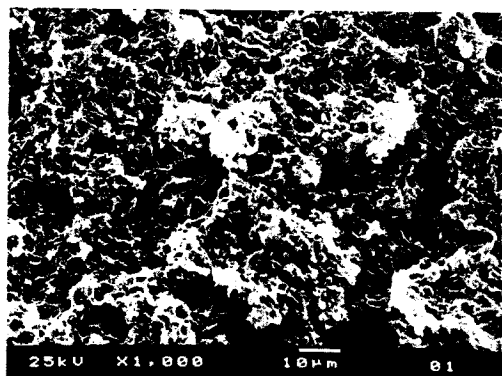
다음으로 위의 3성분계에서 PP와 PS의 함량은 그대로 두고 LDPE와 HDPE를 동량으로 혼합하여 LDPE/HDPE/PP/PS를 17.5/17.5/35/30으로 한 4성분계에 대해 실험하여 보았다. 그 결과를 Table 3에 나타내었는데 역시 3성분계의 결과와 유사하였다. 다만 LDPE와 HDPE가 각각 동량으로 17.5%씩 혼합된 경우 이중상용화제를 이용하면 20.9 kg·cm/cm까지의 충격강도가 얻어지는데 비해 LDPE 또는 HDPE가 단독으로 35% 들어가 있는 경우에는 Table 1 및 Table 2에서 보인 바와 같이 각각 14.0과 10.8 kg·cm/cm로 LDPE 및 HDPE가 동시에 들어간 경우의 내충격강도가 더 높게 나타났다. 이는 다소 의외의 결과인데 HDPE가 LDPE 내부에서 결정화 등에 의해 충격시 stress concentration site 등으로 작용하여 내충격강도 상승에 기인하였기 때문으로 생각된다. Fig. 3에 이 4성분계 블렌드의 파단면 SEM 사진을 보였는데 EPR 및 SEBS가 동시에 첨가된 경우인 Fig. 3(b)와 HDPE만 들어간 Fig. 1

Table 3. Mechanical Properties of LDPE/HDPE/PP/PS

LDPE/ HDPE/ PP/PS	EPR (phr)	SEBS (phr)	tensile strength (N/mm ²)	tensile modulus (N/mm ²)	break strain (%)	area under stress-strain curve (N-mm)	Izod impact strength (kg·cm/cm)
17.5/17.5/ 35/30	-	-	10.0	831	1.6	157	3.0
"	20	-	5.5	593	4.2	290	13.6
"	-	20	11.3	352	20.0	2331	19.0
"	10	10	9.9	291	19.7	1862	20.9



(a)



(b)

Figure 3. SEM pictures of (a) LDPE/HDPE/PP/PS (17.5/17.5/35/30) and (b) LDPE/HDPE/PP/PS/EPR/SEBS (17.5/17.5/35/30/10/10).

(d)를 비교하여 보면 분산상의 작아진 크기는 유사하였으나 Fig. 3(b)의 경우 여기저기 큼직한 흰 덩어리 부분이 관찰되어 이 부분들을 중심으로 내충격 에너지 흡수가 더 크게 일어난 것으로 보여졌다. 이 부분들은 EPR에 의해 유연화된 매트릭스의 변형부분으로 보여진다.

다음으로 4성분계중 더욱 극성이 큰 PET를 혼합한 경우에 대해 LDPE/PP/PS/PET를 25/25/25/25로 혼합한 4성분계 블렌드를 실험하여 보았다. 그 물성에 대한 결과를 Table 4에 보였는데 앞서의 경우들과는 달리 EPR의 효과가 줄어들어서 EPR만 단독으로 20 phr을 첨가하였을 때는 내충격도가 3.5 kg·cm/cm로 나타났다. 이는 상용화제가 전혀 첨가되지 않은 경우의 2.3 kg·cm/cm과 비교하여 거의

Table 4. Mechanical Properties of LDPE/PP/PS/PET

LDPE/ PP/PS/ PET	EPR (phr)	SEBS (phr)	tensile strength (N/mm ²)	tensile modulus (N/mm ²)	break strain (%)	area under stress-strain curve (N-mm)	Izod impact strength (kg·cm/cm)
25/25/ 25/25	-	-	15.2	850	4.0	422	2.3
"	20	-	9.1	594	6.0	503	3.5
"	-	20	12.1	317	20.0	1954	8.1
"	10	10	11.6	293	31.0	3892	9.3
"	5	15	10.1	265	15.0	1341	15.1
"	15	5	9.9	250	15.0	1245	7.5

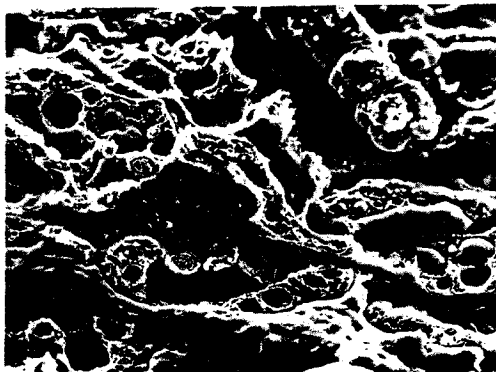
내충격성이 증가하지 않은 결과였다. 그러나 SEBS를 20 phr 넣었을 때는 8.1 kg·cm/cm로 증가하여 SEBS의 효과가 크게 증가하였다. 이 결과는 PET의 극성으로 보아 PET와 나머지 성분과의 계면강화가 특히 중요하다는 사실과 또한 앞의 예에서는 PE와 PP의 합이 전체의 70%였으나 이 경우는 PE와 PP의 합이 전체의 50%이고 나머지는 PS 및 PET로 합이 50%이므로 PE와 PP의 계면강화에 유효한 EPR의 효과가 줄어든다는 측면도 있는 것으로 보인다. 이 4성분계에서도 이중상용화제가 효과적이었는데 여기서는 EPR에 비해 SEBS의 효과가 큰 것으로 나타났으므로 이중상용화제중 EPR과 SEBS의 함량을 조절하여 15/5 phr 또는 5/15 phr로 변화시키면서 블렌드에 첨가하여 보았다. 결과는 Table 4에서 볼 수 있는 대로 EPR과 SEBS를 5/15 phr로 EPR보다 SEBS가 많이 첨가된 경우가 15.1 kg·cm/cm로 가장 높은 내충격성을 보여주었다.

위에서 언급한 대로 블렌드중의 PE와 PP의 함량 변화에 대한 EPR과 SEBS의 상대적인 효과를 확인하기 위하여 이 4성분계에서 PS대신 HDPE를 넣은 LDPE/HDPE/PP/PET 블렌드의 경우에 대해 실험하여 보았다. 결과를 Table 5에 보였는데 이때는 PE 또는 PP의 합이 75%이었고 따라서 EPR의 영향이 커져서 Table 5에서도 볼 수 있듯이 EPR만 첨가했을 경우에도 내충격성이 2배 이상으로 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 다성분계 블렌드중에 PE 또는 PP의 합이 많아질수록 EPR의 효과가 커지는 것을 알 수 있었다.

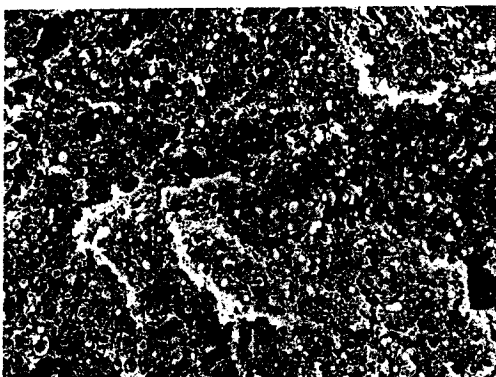
이상과 같은 실험을 통하여 다성분계 블렌드의 경

Table 5. Mechanical Properties of LDPE/HDPE/PP/PET

LDPE/ HDPE/ PP/PET	EPR (phr)	SEBS (phr)	tensile- strength (N/mm ²)	tensile modulus (N/mm ²)	break strain (%)	area under stress-strain curve (N-mm)	Izod impact strength (kg·cm/cm)
25/25/ 25/25	-	-	13.7	680	3.8	458	6.0
"	20	-	11.1	598	7.8	699	12.7
"	-	20	14.1	538	18.3	1954	21.3
"	10	10	12.7	420	27.4	3344	23.0



(a)



(b)

Figure 4. SEM pictures of (a) LDPE/HDPE/PP/PS/PET/ABS/SAN (13/13/24/15/23/9/3) and (b) LDPE/HDPE/PP/PS/PET/ABS/SAN/EPR/SEBS (13/13/24/15/23/9/3/10/10).

우에는 이중상용화제가 효과적인 것을 알 수 있었고 이를 혼합된 페플라ستيك에 적용하는 예로서 LDPE/

HDPE/PP/PS/PET/ABS/SAN의 7성분계 페플라 스틱의 대표적인 조성중 하나인 13/13/24/15/23/9/3에 대해 실험하여 보았다. 결과는 상용화제가 첨가 되지 않은 경우 충격강도가 4.7 kg·cm/cm로 나타났 으나 EPR과 SEBS를 10 phr씩 첨가할 경우 12.7까 지 증가될 수 있음을 확인하였다. 7성분계에 대한 SEM 사진 결과는 Fig. 4와 같이 이중상용화제에 의 해 상분리가 크게 작아진 것을 알 수 있었다. 따라서 다성분계의 경우 두 개의 상용화제를 동시에 사용하 는 것이 내충격성 향상에 효과적임을 7성분계까지에 대해 확인할 수 있었다.

결 론

LDPE, HDPE, PP, PS, PET 등을 포함하는 다 성분계 블렌드의 내충격성 향상에 대해 LDPE/PP/ PS 블렌드계, HDPE/PP/PS 블렌드계, LDPE/PP/ PS/PET 블렌드계 및 LDPE/HDPE/PP/PET 블렌 드계에 대하여 연구하여 LDPE, HDPE, PP 등의 계면은 EPR에 의해 상용성이 증진되고 이들과 PS 및 PET 등의 계면은 SEBS가 효과적이므로 EPR 또는 SEBS를 단독으로 첨가하는 것보다는 이들을 동시에 첨가하는 것이 내충격성 향상에 효과적인 것 을 확인하였다. 또한 PE, PP의 함량이 높아질수록 EPR의 영향이 높아지는 것으로 관찰되었으며 LDPE/HDPE/PP/PS계와 같이 LDPE와 HDPE가 동시에 블렌드에 포함되어 있는 경우가 LDPE/PP/ PS 또는 HDPE/PP/PS와 같이 LDPE와 HDPE가 단독으로 블렌드에 포함되어 있는 경우보다 내충격성 이 높음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. J. Leidner, "Plastics Waste", Marcel Dekker, Inc., New York, 1981.
2. R. J. Ehrig, "Plastics Recycling", Hanser Publishers, New York, 1992.
3. D. R. Paul, "Polymer Blends", Academic Press, Inc., New York, 1978.
4. M. M. Coleman, J. F. Graf, and P. C. Painter, "Specific Interactions and the Miscibility of Polymer Blends", Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, 1991.

5. O. Olabisi, L. M. Robeson, and M. T. Shaw, "Polymer-Polymer Miscibility", Academic Press, New York, 1979.
6. H. F. Mark, et al., "Encyclopedia of Polymer Science and Engineering", vol. 12, John Wiley and Sons, New York, 1988.
7. K. Chio, *Plastic Age*, 126 (1993).
8. H. F. Guo, S. Packirisamy, N. V. Gvozdic, and D. J. Meier, *Polymer*, 38, 785 (1997).
9. M. J. Folks and P. S. Hope, "Polymer Blends and Alloys", Chapman and Hall, London, 1993.