

PP/PSブレンドの機械的特性の改善とリサイクル特性

下原伊智朗、田平公孝、大橋俊彦

Improvement of mechanical properties on PP/PS blend and recycling characteristics

SHIMOHARA Ichiro, TAHIRA Kimitaka, OHASHI Toshihiko

In order to recycle the plastics like polypropylene (PP) and polystyrene(PS) recovered from home electronic products, In this study, the improvement of the mechanical property and recycling characteristics of the PP/PS blend were examined.

The izod impact strength was improved when SEBS compatibilizer was added to the PP/PS=70/30 blend. There was seldom the change on the mechanical properties of the PP/PS/SEBS blend which repeated 5 time extrusions with the first one.

キーワード：リサイクル、ポリプロピレン、ポリスチレン、SEBS

1 緒言

家電リサイクル法の施行に伴い、冷蔵庫、洗濯機などの大型家庭電化製品が再商品化を目指して、分別収集と解体処理が行われるようになった。しかし、有価物の回収は金属が主体であり、プラスチックの再利用はあまり進んでいない。家電で多く使用されているプラスチックは、ポリプロピレン(PP)とポリスチレン(PS)であるが、冷蔵庫などの処理においては、これらは分離されず一括して破碎されている。1)このような混合プラスチックを成形すると、機械的特性が低下する傾向がある。そこで、このような混合プラスチック、特にPPとPSの混合破碎品を成形する場合の機械的特性の改善について検討した。また、その改善された樹脂を繰り返し成形した時の特性の変化についても検討した。

2 実験方法

2.1 試料

実験には、市販ペレットのPPブロックコポリマー(J705M (株)グランドポリマー)、PS(US310 出光石油化学(株))を用いた。機械的特性改善のために以下の4種類の相溶化剤を用いた。

C1: PP-g-PS (MFR 15g/10min)

C2: PP-g-PS (MFR 2g/10min)

C3: 水添スチレンブタジエンラバー(HSBR)

C4: 水添スチレンエチレンブチレンスチレンブロックコポリマー(SEBS)

2.2 試料作成

PPペレット、PSペレット及び相溶化剤を乾燥後、所定の比率でドライブレンドし、二軸混練押出機(株)日本製鋼所 TEX-30)によって熔融混練し、ペレットとした。シリンダー温度は210、スクリーン回転数100rpmとした。次に、射出成形機(株)日本製鋼所 J75E)により、JIS試験片を作成した。

繰り返し特性の試料は、所定配合のペレットを、二軸混練押出機によって、5回混練を繰り返し、繰り返し成形評価サンプルを作成した。

2.3 測定

機械的特性は、材料試験機(島津製作所(株)AG-100kN)、アイゾット衝撃試験機(株)安田精機製作所 NO.258)により、JIS規格に準じて測定した。

3 実験結果と考察

3.1 PP/PSブレンドの機械的特性

PPにPSをブレンドした場合の機械的特性を図1に示す。ブレンドの引張強さ、曲げ強さはそれぞれの樹脂の強さの加成性の直線からは低くなるが、PPの強度を基準に考えると、PS75%までほとんど変化はなく、PPの特性を保持したままであるといえる。

曲げ弾性率は、PSの比率が高くなると共に、向上する。

しかし、衝撃強さは逆に低下し、PS30%でほぼPS100%の衝撃強さと同じになり、PPに比べかなり耐衝撃性が低下する。

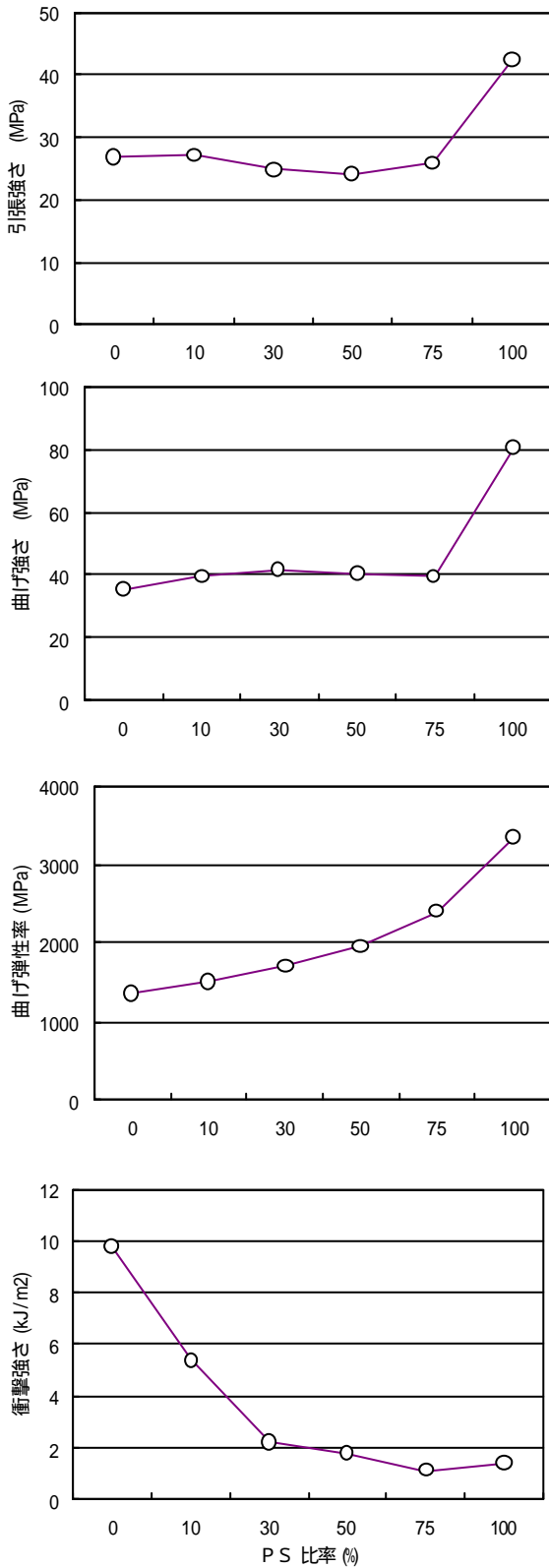


図1 PP / PSブレンドの特性値

3.2 相溶化剤の効果

PP / PSブレンドの機械的特性を改善するために、相溶化剤の添加について検討した。衝撃強さが低下したPP / PS = 70 / 30のブレンドに対して、10, 20, 30%の相溶化剤を配合したときの機械的特性を図2に示す。

相溶化剤C1とC2は、PP鎖とPS鎖を同じ分子内にもち、PP, PSそれぞれの成分と親和性が高く、両ポリマーの分散状態を上げると考えられる共重合ポリマーである。2)

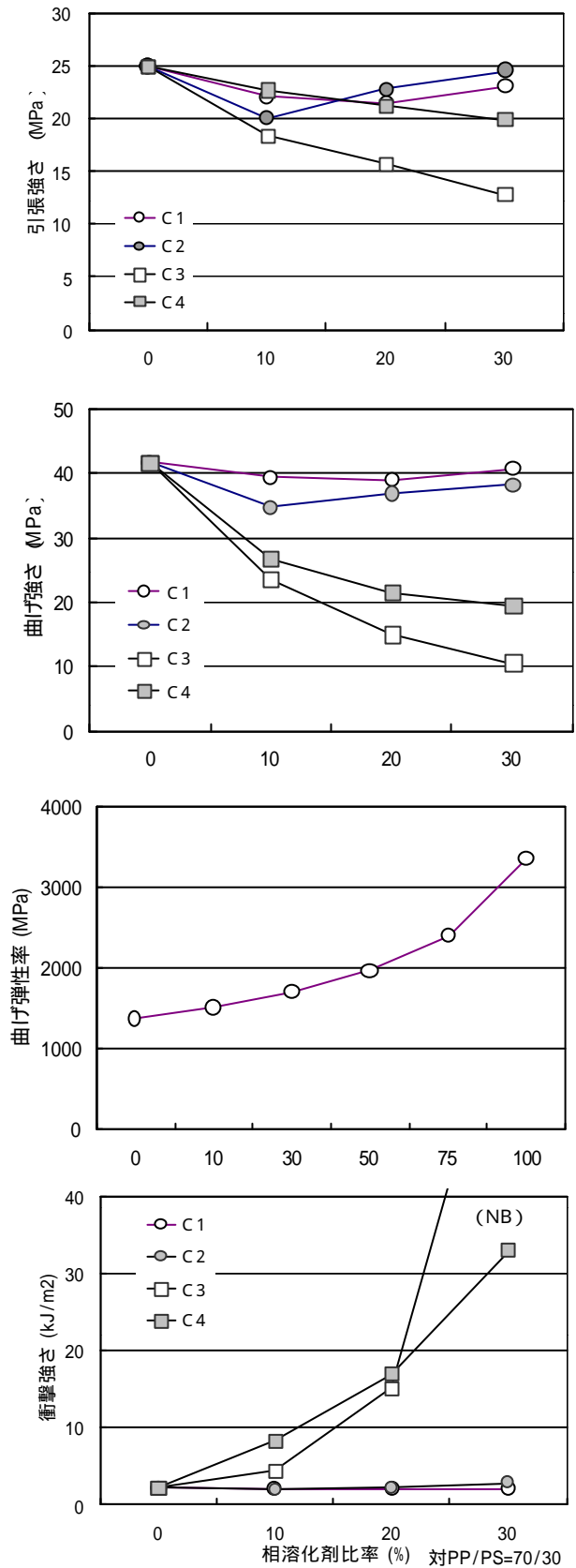


図2 PP / PS / 相溶化剤ブレンドの特性値

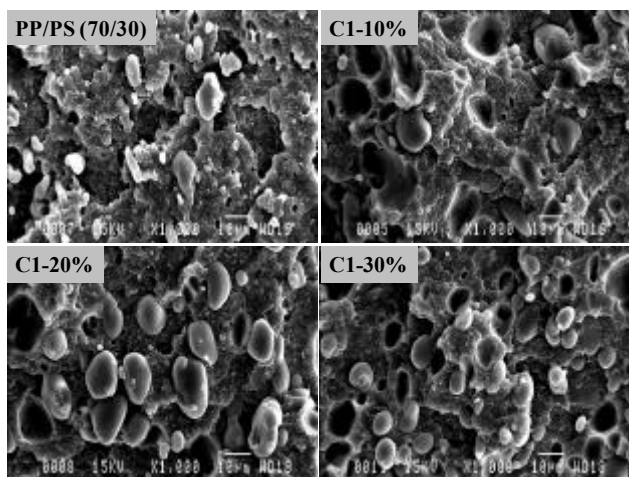


写真1 PP/PS/C1ブレンドの衝撃破断面

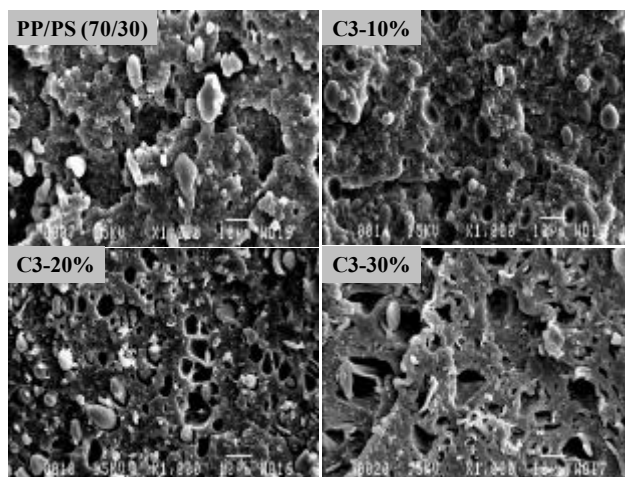


写真3 PP/PS/C3ブレンドの衝撃破断面

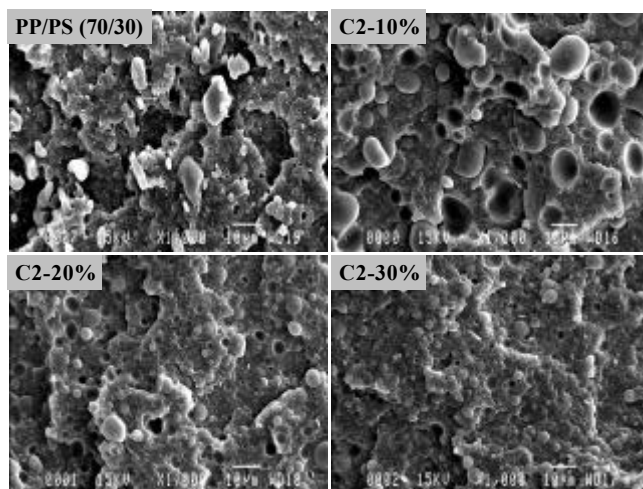


写真2 PP/PS/C2ブレンドの衝撃破断面

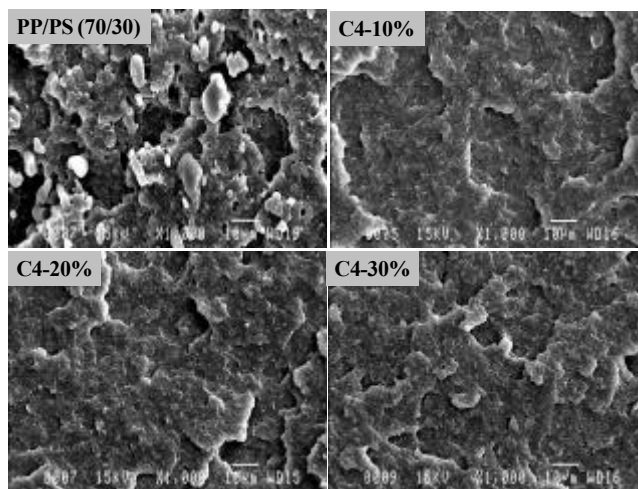


写真4 PP/PS/C4ブレンドの衝撃破断面

C1を配合した場合の引張強さは若干低下した。曲げ強さ、曲げ弾性率についてはあまり変化がなかった。衝撃強さについても変化がなかった。

C2では、引張強さ、曲げ強さは10%の配合で一旦低下するが、20、30%と徐々に回復する。曲げ弾性率は、10%配合で低下しその後あまり変化がなかった。衝撃強さは、10、20%では変わらなかったが、30%で若干向上が見られた。

写真1に示す衝撃試験破断面のSEM写真を観察すると、PP/PS=70/30に見られるPS分散粒子は、C1を配合すると、小さくなるよりもむしろ大きくなっている。C1-30%でも依然として粒子は大きい。また粒子表面も非常になめらかになっており、PSとPPの接着性の向上や分散性に効いていないと考えられる。ただし、混練時の押出安定性は非常に良くなった。

写真2の破断面を見ると、C2の10%配合ではPS粒子の大きさはあまり変化がない。しかし20、30%となるに連れて、粒子が小さくなり分散状態が良くなっていく。これは、強度及び衝撃強さの変

化とよく対応している。

C3、C4は、柔軟な相溶化剤であり、衝撃特性の向上が期待される。

図2に示したようにC3、C4の相溶化剤では、衝撃強さは、添加量に従って向上し、C3-30%では破断しなくなった。引張特性、曲げ特性は添加量に応じて柔軟性が上がる傾向が見られた。C4よりもC3を添加したもののほうが柔らかい材料となる。

衝撃試験の破面を写真3、4に示す。C3-20%ではPS粒子の周囲にボイドの発生が見られ、このボイド形成が衝撃時のエネルギーを吸収したものと考えられる。C3-30%では更にマトリックス樹脂の大きな変形が観察される。ここではマトリックスのせん断変形のエネルギーがボイド形成のエネルギーに加算されて、衝撃のエネルギーを大きく吸収していることがわかる。

C4では10%添加するだけで、破断面の様子が大きく変化している。C3-10%と比較しても、良分散状態であり、相溶性の高い材料であることが

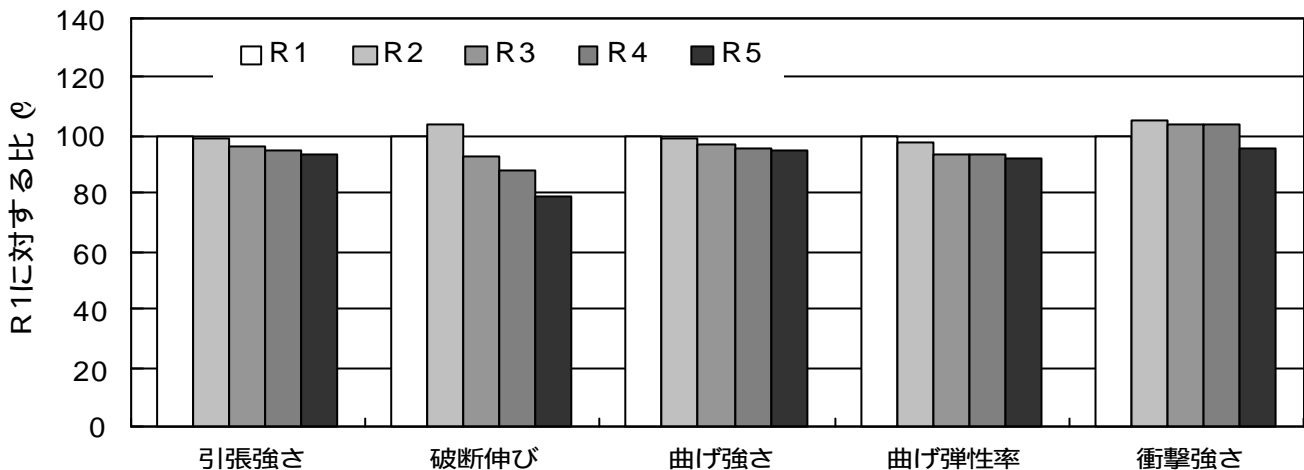


図3 PP/PS/C4ブレンドの繰り返し成形に伴う機械的特性の変化
PP/PS/C4=63/27/10

わかる。C4は添加量を増しても、C3とは異なり、モルフォロジーは、余り変化しない。これは、衝撃強さの添加量に対する変化と相関している。

これらの結果、PP/PS=70/30ブレンドには相溶化剤C4を10%添加した配合が、衝撃強さが大きく且つ、強度・弾性率の低下が少ないバランスの取れた材料になることが分かった。

3.3 繰り返し成形の特性変化

これまでの実験で、C4-10%の配合が最もバランスの取れた材料であることがわかったため、この材料を用いて、繰り返し成形を行った場合の機械的特性の変化について検討した。

ヴァージン材のPP, PS, C4をドライブレンドし、二軸押出機で熔融混練して得たペレットをR1とした。一部、評価試験用のペレットを抜き取った後、残りの全量を再び混練したものをR2とした。同様に混練してペレットをR5まで作成し、機械的特性を測定した。

図3に混練回数と機械的特性を示す。5回熔融混練を繰り返しても、強度は95%、曲げ弾性率は90%を保持している。衝撃強さは、ほぼ変化ない。メルトフローレート(MFR)は、熱履歴を受けるに連れて、7g/10minから16g/10minと増加していくが、この範囲であれば一般的な成形を行う際には問題とならない。

以上の結果、異物などの混入がないよう適切な管理を行っていけば、今回の配合のPP/PSブレ

ンド材料は、リサイクルしても特性の低下はほとんどないことがわかった。

4 結 言

PPとPSをブレンドした材料の機械的特性と繰り返し成形を行った場合の特性の変化について検討した結果、次のことがわかった。

- (1) PPにPSをブレンドしてもPS75%まで引張強さ、曲げ強さの低下は少ない。PS10%程度であれば、衝撃強さの低下も少なく成形材料として使用できる。PS30%以上では衝撃強さの低下が大きくなる。
- (2) PP/PSブレンドにC3、C4のような柔軟な相溶化剤を添加すると衝撃強さが著しく改善される。強度、弾性率とのバランスを考えるとC4を10%添加した材料が適切である。
- (3) 衝撃強さを改善した配合のPP/PS/C4ブレンドでは、5回までの繰り返し成形を行っても、機械的特性の変化はほとんどなかった。

文 献

- 1) 早田輝信: プラスチックスエージ, Vol.46(2000), 92
- 2) 井手文雄: 実用ポリマー設計, 工業調査会(1999), 235