

(ポリプロピレンをベースとした廃プラスチックのマテリアルリサイクル技術の開発)

2 粗粉碎 FRP/PP 複合材料の機械的特性改善 (第4報)

大橋俊彦, 下原伊智朗, 田平公孝

(Study on Material Recycling of Wasted Plastics by Compounding with Polypropylene)
Improvement of the Mechanical Properties of the roughly crushed FRP and PP Composite (4th report)

OHASHI Toshihiko, SHIMOHARA Ichiro and TAHIRA Kimitaka

In near future, material recycling will be very important for the plastic molders. Therefore, it is required that the development on the reuse technology of many kind of wastes arose in the factory will be supported.

In this study which succeeded the results in last year, the improvement of the mechanical properties of the composite material with the recycled PP and roughly crushed FRP (PP/FRP composite) was researched, for the purpose of the material recycling of FRP those recycling was very difficult. The results in this year were as follows.

The excellent compatibilizer and its composition was found. It was found that the impact strength of the PP/FRP composite was greatly improved without lowered the strength and modulus by mixing this compatibilizer.

And it was found that this compatibilizer had the good affinity for glass fiber and unsaturated polyester (include the calcium carbonate) which were both of main component of the FRP.

キーワード：ポリプロピレン, FRP, 相溶化剤, 耐衝撃性

1 . 緒 言

繊維強化複合材料 (FRP) は, 樹脂が熱硬化性である上に繊維・無機充填材を大量に含むため, リサイクル困難な材料である¹⁾。

リサイクルの方法としては低コストで数回繰り返し再利用できる可能性があるマテリアルリサイクルが望ましいが, FRP は熱可塑性樹脂と異なり単一溶解して再成形・再利用するという可逆的方法がとれない。樹脂系材料との複合化としては, 粉碎した FRP を同じ FRP の一種である SMC 成形品の充填剤として利用することを検討した例がある²⁾。しかし, 繊維が短く切断されていること, 強化作用のあるガラス繊維 (GF) の含有量が5割に満たないことなどの理由で, 本来の用途上必要な SMC の強度を維持することが困難であり, 実用化されていない。

我々は, 強度・剛性等が SMC 程小さくなく, リサイクルによる機械的特性の低下が小さいポリオレフィン樹脂との複合化による機械的特性の向上を期待し, FRP とポリプロピレン (PP) の複合化マテリアルリサイクルについて検討した³⁾。

昨年度は, 粗粉碎 FRP と PP の複合材料の機械的特性改善について検討した結果, スチレン系相溶化剤の添加により衝撃強さは向上するが剛性が低下し, 酸

系相溶化剤の添加は強度の向上に効果があるが衝撃強さが低下する, という知見を得た⁴⁾。

本年度は, 相溶化剤について更に検討を重ね, 強度・剛性をほとんど低下させることなく耐衝撃性を大きく向上させることのできる配合条件を見出したので, 報告する。

2 . 実 験 方 法

2.1 材料

再生 PP は耐衝撃性のブロックタイプで MFI = 30g/10分 (230) のものを用いた。

表 1 機械的特性改善のために用いた相溶化剤

C 1	酸系と軟質スチレン系の等量混合
C 2	*****
C 3	*****
C 4	*****
C 5	PO-g-St (軟質スチレン系)

廃 FRP は SMC 製浴槽をハンマークラッシャーで破碎し、20mm メッシュのスクリーンを通して捕集した粗粉碎品を、更に分級し、5 mm のメッシュを通過したものを実験に用いた。

相溶化剤は新たに 4 種類のポリマー (C1 ~ C4) を合成し、前年度の研究で最も耐衝撃性の改善効果が高かった PO-g-St (軟質スチレン系)(C5) とその効果を比較した。

2.2 成形

PP/FRP 複合材料は以下のようにして作成した。再生 PP, 粗粉碎廃 FRP, 相溶化剤を所定量秤量し、樹脂製容器中で振蕩することによりドライブレンドした後、(株)小平製作所製 RII-2-CC 型熱ロールで混練し、得られたコンパウンドを東邦マシナリー(株)製 TM-30 型熱プレス成形機で成形して、厚さ 3 mm の平板を作成した。

混練温度は 180℃, プレス成形温度は 180℃ であった。

2.3 評価

強度と剛性(弾性率)は、島津製作所(株)製材料試験機 AG10kT を用いて、曲げ試験法にて測定した。衝撃強さは安田精機製作所(株)製アイゾット衝撃試験機により評価した。

また、衝撃試験後の複合材料の破断面を日本電子(株)

製 JSM-800 型走査型電子顕微鏡により観察し、FRP と PP の界面の密着性について検討した。

3. 結果と考察

3.1 相溶化剤の効果の比較

PP/FRP 複合材料の機械的特性に及ぼす各種相溶化剤の添加効果を、FRP 含量 10%, 相溶化剤添加量 5% の場合について比較した。その結果を図 1 に示す。

スチレン系相溶化剤と酸系相溶化剤を混合して用いた場合(C1), 顕著な効果は得られず、特に耐衝撃性はほとんど向上しなかった。

そこで、いくつかの異なる化学構造を有する相溶化剤を合成し、PP/FRP 複合材料の機械的特性改善効果を調べたところ、そのうちのひとつ(C3)が非常に顕著な改善効果を示すことがわかった。この相溶化剤 C3 の PP/FRP 複合材料への添加は、前年度の研究で最も耐衝撃性改善効果の大きかったスチレン系相溶化剤 PO-g-St (C5) よりも更に大きな改善効果を示し、しかも強度、弾性率をほとんど低下させなかった。

そこで、相溶化剤 C3 を添加した PP/FRP 複合材料の機械的特性について、詳しく調べた。その結果を次に示す。

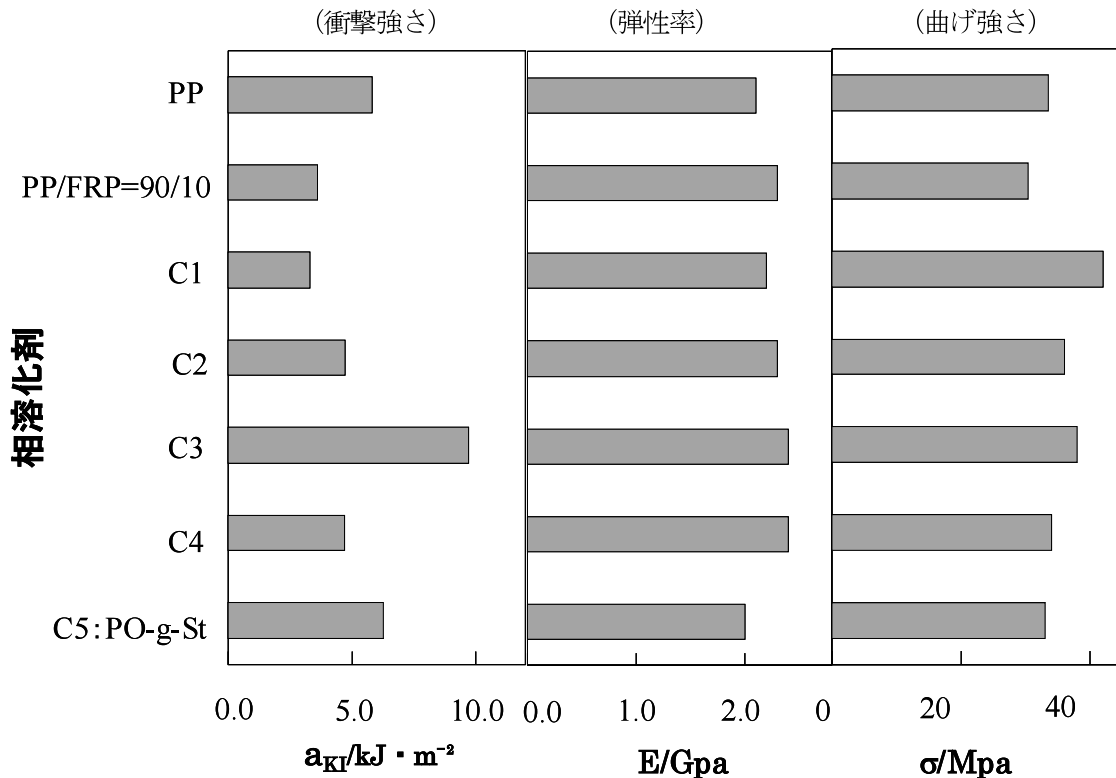


図1 相溶剤の添加効果の比較
FRP : 10wt%, 相溶化剤 : 5 wt%

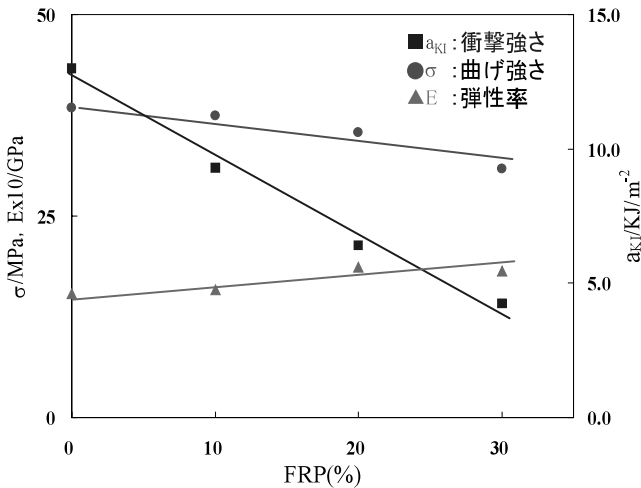


図2 PP/FRP 複合材料の機械的特性に対する FRP 量の影響

PP : block type (MI = 30gr/min (230))
 FRP : < 5 mm ,
 Compatibilizer : C 3 (10%)
 ロール混練 (180) , 熱プレス成形 (180)

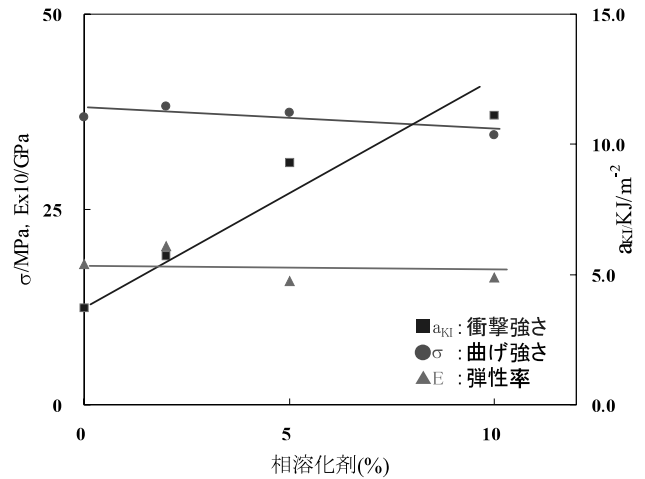


図3 PP/FRP 複合材料の機械的特性に対する 相溶化剤添加量の影響

PP : block type (MI = 30gr/min (230))
 FRP (10%) : < 5 mm (10%) ,
 Compatibilizer : C 3
 ロール混練 (180) , 熱プレス成形 (180)

3.2 相溶化剤を添加した PP/FRP 複合材料の機械的特性

相溶化剤 C 3 を一定量含む PP/FRP 複合材料の機械的特性に及ぼす FRP 含有量の影響について、図 2 に示す。アイゾット衝撃強さは、FRP 含有量の増加に伴って、著しく低下しているが、曲げ強さの低下はあまり大きくない。弾性率は若干増大している。

また、一定量の FRP を含む PP/FRP 複合材料の機械的特性と相溶化剤 C 3 の量の関係について、図 3 に示す。アイゾット衝撃強さは C 3 の量が増加すると著しく増大し、強度はわずかに低下する傾向にある。しかし、衝撃強さを改善すると弾性率は一般に低下するにもかかわらず、C 3 を添加した場合はほとんど変化していない。

図 2 および 図 3 から、FRP20%までの配合に対し相溶化剤の 5 ~ 15%程度を添加することにより、元の PP よりも優れた機械的特性の複合材料を得る可能性があることがわかった。

3.3 相溶化剤による PP と FRP の親和性改善効果

相溶化剤による PP と FRP の親和性改善効果を確認するために、アイゾット衝撃試験後の破断面を観察した。その結果を図 4 に示し、5 種類の相溶化剤による PP と FRP の親和性改善効果を比較した。

FRP は浴槽用の SMC と呼ばれる材質で、主成分として樹脂分 (炭酸カルシウム含有不飽和ポリエステル樹脂 (UP)) とガラス繊維 (GF) で構成されており、この両者と PP との親和性が優れた機械的特性発現の

ために必要である。

相溶化剤を添加しない場合 (a) は PP と UP が全く接着しておらず、PP と GF も接着していない。相溶化剤 C 1 の場合 (b) も同様で、酸系の相溶化剤を含むにもかかわらず GF との密着も良くない。C 5 の場合 (f) , 前報⁴⁾と同様に PP と UP の親和性はよいが、GF の接着は良くない。C 2 の場合 (c) , 分散粒子が観察され、相溶化剤自体の PP との親和性が不十分と思われる、C 4 の場合 (e) も PP と UP の接着が不十分である。これらに対し、C 3 添加系の場合 (d)

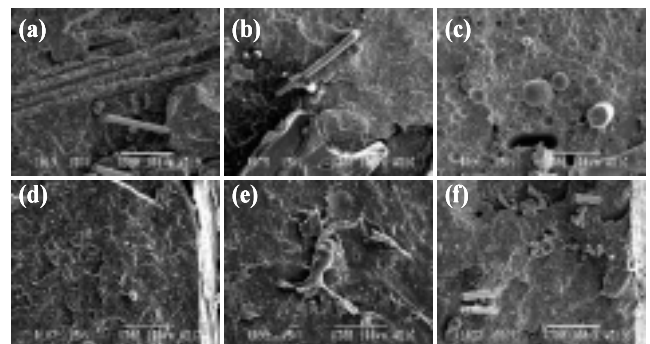


図4 アイゾット衝撃破断面

PP/FRP = 90/10
 相溶化剤 5% (a) none , (b) C 1 , (c) C 2
 (d) C 3 , (e) C 4 , (f) C 5
 PP : block type (MI = 30gr/min (230)) ,
 FRP : < 5 mm (10%) ,
 ロール混練 (180) , 熱プレス成形 (180)

は破断面が均質であり，PP と FRP の親和性が良好であることが伺われる。

4 . 結 言

FRP をマテリアルリサイクルするために，昨年度の研究成果を受けて PP と粗粉碎 FRP の複合化について検討した。その結果，以下のことがわかった。

- (1) 強度・剛性を大きく低下させることなく耐衝撃性を大きく向上させることのできる相溶化剤を見出し，優れた機械的特性を有する PP/FRP 複合材料を得ることができた。
- (2) この相溶化剤は，PP と FRP の親和性を改善する

効果があると思われる。

文 献

- 1) 野間口兼政：プラスチックエージ，7月臨時増刊号，p. 159 (1993)
- 2) 福田 宣弘：強化プラスチック，41，p. 17 (1995)
- 3) 大橋俊彦，下原伊知朗，田平公孝他，梶岡 秀：西部工業技術センター研究報告，44，p. 38 (2001)
- 4) 大橋俊彦，下原伊知朗，田平公孝他，梶岡 秀：西部工業技術センター研究報告，46，p. 25 (2003)