

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 (第2報) ポリプロピレン / 微粉碎 FRP の耐衝撃性改善

大橋俊彦, 下原伊智朗, 田平公孝, 梶岡秀

Improvement of the Impact Strength of Polypropylene/Fine Milled FRP Composites.

OHASHI Toshihiko, SHIMOHARA Ichiro, TAHIRA Kimitaka, and KAHJIOKA Hideshi

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. Especially, polypropylene is very mainly used as the car components. Then, it will be developed the molding technology and quality control technology of the mixture blended the different material in polypropylene.

In this year, was studied on the using PP as the matrix of PP/FRP composite for the purpose of the material recycling of the FRP.

By mixing with the FRP, the tensile strength and the impact strength of PP lowered, because the affinity of FRP and PP is very low. Then, it was studied that the tensile strength and the impact strength of PP/FRP were improved by increasing the affinity of FRP and PP. As the result, the impact strength of PP/FRP was improved, but the elastic modulus and the tensile strength shouldn't greatly lower.

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) はプラスチックといえながら、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⁾。

例えば、ケミカルリサイクルは通常でも高コストな手法であるが、FRP は樹脂含有量が低い²⁾ため更にコスト高になり、サーマルリサイクルも同様の理由で熱効率が悪く焼却灰の処理という二次的な問題も発生する。そのため FRP 廃材の利用法としては、セメント原料としての利用等も検討されているが、セメントメーカーでは FRP を資源としてではなく廃棄物として扱って (資源の場合はメーカーが FRP 廃材を金を出して購入するが 廃棄物の場合は処理費用を取って引き取る) いる、或いは粉碎が必要で経費がかかるなどの理由でほとんど利用されていない。

リサイクルの方法としては低コストで数回繰り返しての再利用が可能な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融して再成形・再利用するという可逆的方法がとれない。これまでに FRP の一種である SMC 成形品の充填剤としての利用が検討されている²⁾が、同じ FRP であるため繰り返し再利用は困難であり、十分な物性が出ない等の理

由もあり、実用化されていない。

廃 FRP を数回繰り返して再利用するためには、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マテリアルリサイクルが望ましいが、FRP とポリオレフィンの親和性が小さいため、単に溶融混合しただけでは機械的特性の著しい低下を引き起こす。

そこで、これらの問題を解決するために、ポリオレフィン樹脂と FRP の親和性を改善する方法について検討を行った

2. 実験方法

2.1 材料

再生 PP は対衝撃性のブロックタイプ、廃 FRP は混練と成形のしやすさから 30 ミクロンメッシュの粉碎品を用いた。また、表面処理剤は耐衝撃性の改善を考慮して軟質系のもので選定し、図 1 に示す 3 種類のポリマーを用いた。

C1 は市販のポリエステル用相溶化剤で、ポリプロピレンとメタクリル酸またはメタクリル酸メチルのブロック共重合体である。C2 は市販の軟質樹脂で水添 SBR (スチレン-ブタジエンブロック共重合体 (ゴム)) である。これは本来表面処理剤として市販されているも

のではないが、その構造から耐衝撃性改善に効果があると期待して第3成分として用いた。C3はプロピレン- α -オレフィン共重合体にスチレンまたはメタクリル酸を反応させることにより合成した3)。

2. 2 成形

再生PP、廃FRP、表面処理剤を所定量量り取り、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、ワイゼンベルグ押出し機により溶融混練して複合材料を作成した。廃FRPの均一な分散を図るために、混練は二回繰り返して行った。

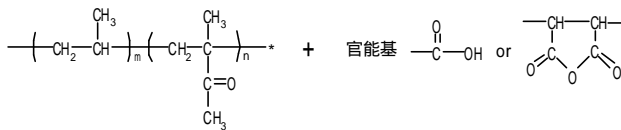
作成した複合材料を超小型射出成形機により成形し、引張試験片とアイゾット衝撃試験片4)を作成した。

2. 3 評価

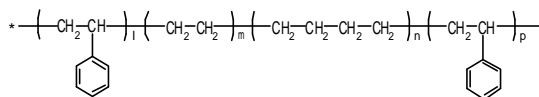
引張試験とアイゾット衝撃試験は前報記載4)のジグを用いて行い、複合材料の機械的特性を評価した。

また、衝撃試験後の複合材料の破断面を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。

C-1 PP/PMMA/有機酸系ブロック共重合体 (他社特殊グレード)



C-2 水添SEBS (市販品)



C-3 PO/PSt or PMA グラフト共重合体 (合成品)

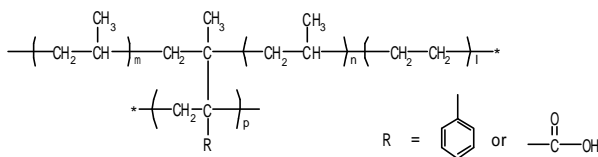


図1 実験に用いた相溶化剤

3. 結果と考察

3. 1 PPに対する廃FRP添加の影響

FRPはPPよりも弾性率、引張り強さ、衝撃強さなど構造部品として使用するときに必要な全てについてPPよりも優れている。従って、両成分の親和性を改善することによりFRPは強化剤としての作用を示すはずである。

PPと粉碎廃FRPの複合材料の機械的特性を図2に示す。FRPの添加量が増えると材料の弾性率は高くなるが、引張り強さ、衝撃強さ、破断伸びが低下する。特に衝撃強さと破断伸びの低下が著しい。これは、材料に異物が混在したときの典型的な変化であり、FRPが強化材としてよりもむしろ異物として作用していることを示している。

3. 2 PP/FRP複合材料に対する表面処理剤の添加効果

材料としての実用を考えると、耐衝撃性の低下は大きな問題である。そこで、FRPとPPの親和性を改善するために第3成分のポリマーを表面処理剤として添加し、機械的特性の改善効果について検討した。

PP/FRP複合材料に市販の樹脂(C1,C2)を添加した場合の機械的特性に対する影響を図3、図4に示す。

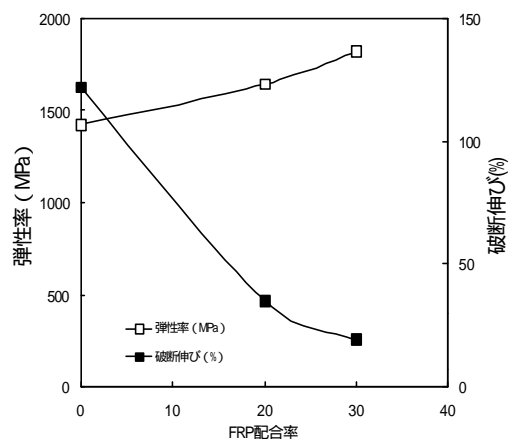
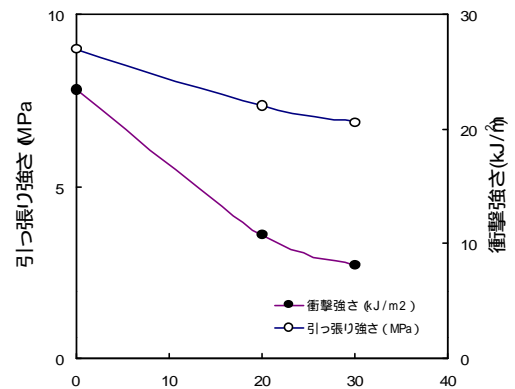


図2 PP/FRP複合材料の機械的特性

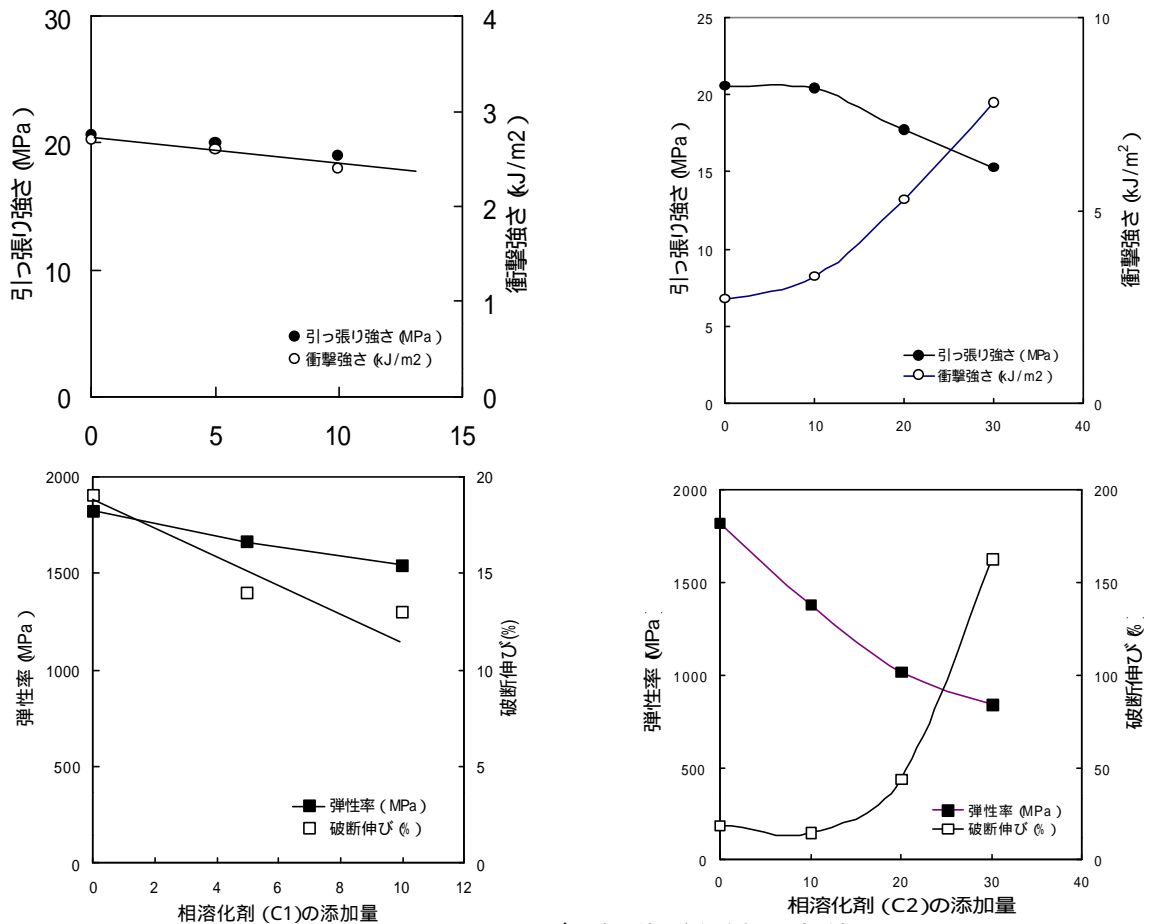


図5 PP/FRP 複合材料の機械的性質に及ぼす市販相溶化剤の添加効果

どちらの場合も軟質樹脂であるために弾性率が低下するが、C1の添加で衝撃強さが改善されないのに対し、C2では改善効果がある。これは、C1が相溶化剤(飽和ポリエステル、ポリアミド用)で有るのに対し、C2が本来衝撃吸収能を有するゴム状の軟質樹脂であることによると思われる。

このことから、PP/FRP 複合材料の相溶化剤としては単にFRPとPPの親和性を改善するだけでなく、衝撃吸収能を有するように設計すると良いと思われる。そこで、図5のような概念で相溶化剤C3を合成した。

各相溶材の添加によるPP/FRP 複合材料の機械的特性について図4にまとめて比較した。

その結果、C3の添加によりPP/FRP 複合材料の強度・弾性率を大きく低下させることなく、耐衝撃性を改善することができた。

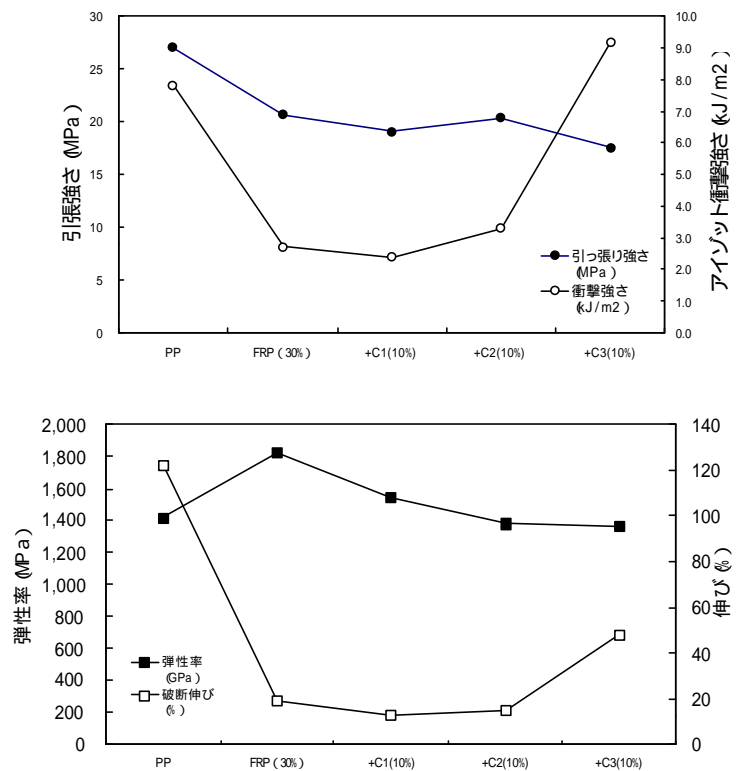


図4 相溶化剤によるPP/FRP 複合材料の機械的性質の改善

3.3PP / FRP 複合材料における PP と FRP の親和性改善効果の確認

PP / FRP 複合材料における 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6に示す。相溶化剤などを全く添加しない場合(a)はPP と FRP が全く接着しておらず、軟質樹脂 C2 の添加(b)ではPP と FRP は接着していないが、樹脂がのびて衝撃を吸収している。こ

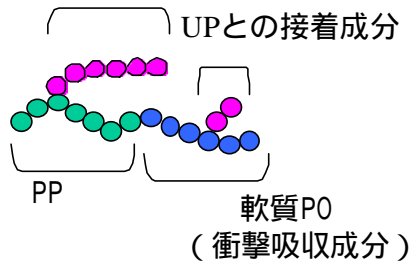


図5 合成した PP/FRP 複合材料用相溶化剤の概念

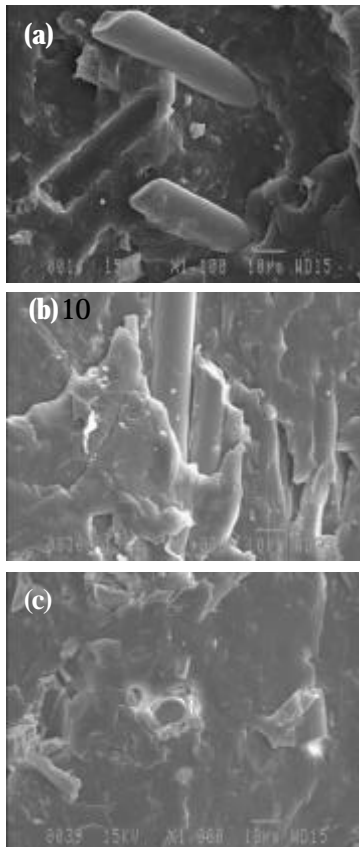


図6 アイゾット衝撃試験後の破断面

- (a) PP / FRP (SMC) (70 / 30)
- (b) PP / FRP (SMC) / C2 (80 / 15 / 5)
- (c) PP / FRP (SMC) / C-3 (80 / 15 / 5)

れに対し、相溶化剤 C3 の添加(c)により親和性が改善されていることがわかる。この図では、ガラス繊維とPP が非常に良く密着しているが、残念ながら全てのガラス繊維がこのように密着しているわけではなく、今後表面処理方法・条件を詳細に検討することにより、更に親和性を改善する必要がある。

4 . 結 言

FRP をマテリアルリサイクルするために PP と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) FRP との複合化により、PP の弾性率は大きくなるが、強度・耐衝撃性が低下する。これは PP と FRP の親和性が低いためである。

(2) PP と FRP の親和性を改善するために市販の飽和ポリエステル用相溶化剤 (C1)、ゴム状の軟質樹脂 (C2) および当所で合成したポリオレフィン系グラフト共重合体 (C3) の3種類を 3PP / FRP 複合材料に添加したところ、C3 によって耐衝撃性を改善することができた。

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：西部工業技術センター研究報告，43，p27(2000)
- 4)大橋俊彦，下原伊知朗，田平公孝他：西部工業技術センター研究報告，44，p40(2001)

付 記

本研究は産学官連携促進事業の1部として実施されたものである。