

6 廃プラスチック及び混合物の成形技術と物性試験 (第1報)

化学部 佐藤 壱
末光 宣雄

1 はじめに

本県には、プラスチック製品製造企業が約50社あるが、リサイクルの困難な熱硬化性樹脂製品製造の企業が多く、特にFRP製の廃船処理等の処理対策には苦慮している。そこで、廃プラスチックの再利用技術の確立を目的として、微粉碎した熱硬化性廃プラスチック (FRP) を、熱可塑性廃プラスチックのフィラーとして混合し、試験片を試作した。その物性を調べたので、第1報を報告する。

2 実験方法

(1) 廃材の粉碎処理

FRPはFRP造船メーカーの廃材と、強化プラスチック成形の技能検定実技試験時にできた廃材を、5~10cm程度にコンタマシーンで裁断し、それをプラスチック粉碎機で粉碎し、ボールミルで16時間粉碎したあと、150 μ mのふるいで通過した物をFRP微粉末材料 (以下FRPと言う) とした。

熱可塑性樹脂には、日用雑貨製品成形工場で廃材として処理されている、ポリエチレン (リニア- (125 J) が主、以下PEと言う) をプラスチック粉碎機で粉碎してそのまま使用した。

(2) 混合ペレットの作成

FRPの混合割合の異なる7種類の混合ペレットを作成した。

PE100に対し、FRP100・80・60・40・20・10・5部を重量ではかり取り、V型混合器に入れて15分間混合した。混合物を射出成形機のホッパーに入れ、PEとFRPが分離しないように注意しながら、テストピース用金型で成形した。成形はシリンダー温度180 $^{\circ}$ Cで行った。この成形物とスプール・ランナーを粉碎機で粉碎し混合ペレットとした。

FRP微粉末と比較するために、プラスチックフィラー用のコロイド炭酸カルシウム (以下CaCO₃と言

う) を上記と同様にPE100 I 対し100・80・60・40・20部混合したペレットを5種類作成した。

(3) テストピースの作成

各混合割合のペレットを射出成形機を用いて、成形温度180 $^{\circ}$ Cでテストピースを成形した。

(4) 混合割合の測定

各テストピースのFRP及びCaCO₃の混合割合を正確に求めるために、FRP混合ペレットは625 $^{\circ}$ Cで、CaCO₃混合ペレットは900 $^{\circ}$ Cで灰化した。その灰分から、下記の方法で算出した。

$$\text{FRPの混合割合 (FRPの重量\%)} = \frac{(\text{FRP混合物の灰分} - \text{PEの625}^{\circ}\text{Cの灰分})}{(\text{FRPの灰分} - \text{PEの625}^{\circ}\text{C灰分})} \times 100$$

$$\text{CaCO}_3\text{の混合割合 (CaCO}_3\text{の重量\%)} = \frac{(\text{CaCO}_3\text{混合物の灰分} - \text{PEの900}^{\circ}\text{C灰分})}{(\text{CaCO}_3\text{の灰分} - \text{PEの900}^{\circ}\text{C灰分})} \times 100$$

混合物の割合 (PE100部に対して) =

$$\frac{100 \times \text{混合物の重量\%}}{100 - \text{混合物の重量\%}}$$

PEの625 $^{\circ}$ C灰分 : 0.653%

PEの900 $^{\circ}$ C灰分 : 0.641%

FRPの灰分 : 36.65%

CaCO₃の灰分 : 55.34%

(5) 比重測定

テストピースを空気中で重量測定後、テストピースを細い糸で吊るし、天秤に載せたエチルアルコールの中に入れ、その重量変化を測定し下記の方法で比重を計算した。

$$\text{比重} = \frac{\text{テストピースの重量} \times \text{アルコールの比重}}{\text{重量の変化量}}$$

アルコールの比重 : 0.793

(6) 引張り強度・伸び・弾性率の測定

万能試験機（島津制作所製AG-5000E）を用い、引張り速度50mm/minで行った。伸びは最大荷重までの歪み量から求めた。引張り弾性率は歪量が0.01~0.1mmの間で求めた。

(7) 針入試験

熱分析装置（セイコー電子工業製H-5000のTMA）の先端に金属の針を取付け、常温で行った。0.5gの荷重位置から毎分200gで400gまでの荷重をかけ、その時の変位量を針入試験の値とした。

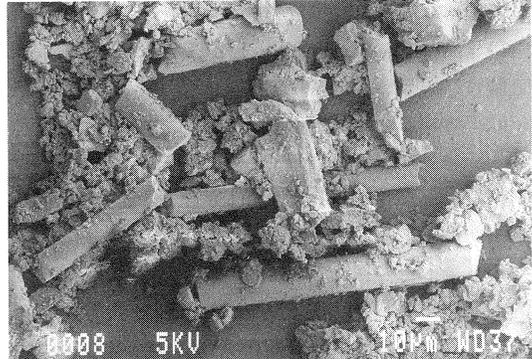


写真1 FRP微粉砕物の形状

3 結果と考察

(1) 粉砕物及び混合ペレットの性状

FRP微粉砕物の形状は写真1のとおりでガラス繊維は100μm程度に切断しており、樹脂は小さく粉砕している。また、粒度分布の測定の結果は図1のとおりであり、平均粒子径は11.87μmであった。

粉砕物中のガラス繊維の量は、36%であった。

炭酸カルシウムの形状は写真2のとおりである。

粒度分布は図2のとおりであり、平均粒子径は

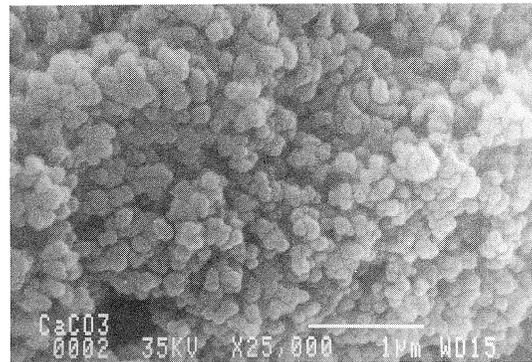


写真2 炭酸カルシウムの形状

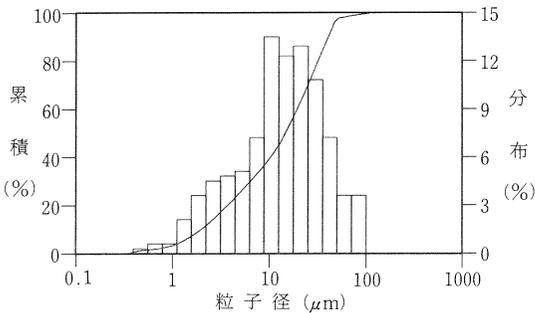


図-1 FRPの粒度分布

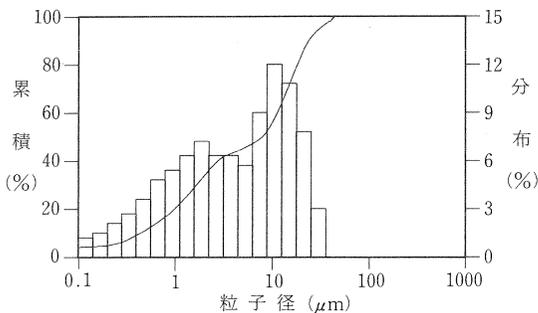


図-2 CaCO₃の粒度分布

表-1 混合ペレットのFRP・CaCO₃の混合割合 (PE100に対して)

混合樹脂の種類	フィラーの割合
FRP-5	6
FRP-10	11
FRP-20	22
FRP-40	45
FRP-60	61
FRP-80	82
FRP-100	107
CaCO ₃ -20	21
CaCO ₃ -40	41
CaCO ₃ -60	47
CaCO ₃ -80	73
CaCO ₃ -100	91

4.03 μm である。粒度分布測定器（セイシン企業製 SK LASER MICRON SIZER 7000S）での測定値は、写真観察と異なっているが炭酸カルシウムが微小であるため、分散が不充分であったと考えられる。

作成した混合ペレットの FRP 及び CaCO_3 の混合割合を測定した、結果は表-1 のとおりである。

(2) テストピースの物性

PE と FRP 及び PE と CaCO_3 の混合状態を調べるため、テストピース（各100部混合物）の破面を電子顕微鏡で観察した。

CaCO_3 混合物（写真-4）は分散、密着性共によく破面はきれいである。FRP 混合物（写真-3）は分散はしているが PE との密着がわるく、境界に隙間があり、細孔もある、これは射出成形機でのペレット作成時の混練り等の条件を再検討する必要がある。

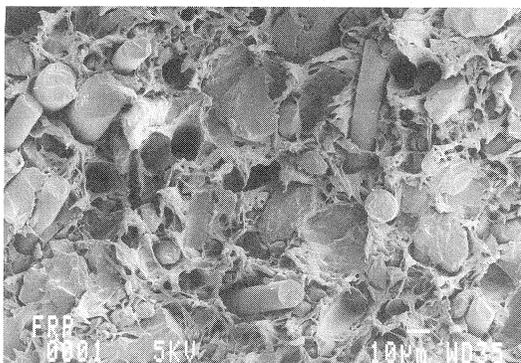


写真3 CaCO_3 混合物

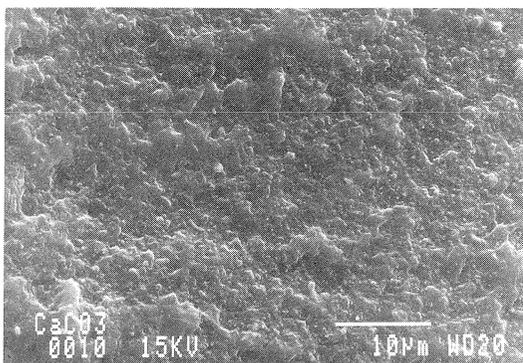


写真4 FRP 混合物

(3) 比重

比重は混合物の量に比例して大きくなる。(図-3) CaCO_3 混合物は直線的に増加しているのに対し、FRP 混合物は60部混合物まで直線的に増加しているが、それ以上は傾きが低下している、これは混合ペレット内に空隙が存在するためと考えられる。

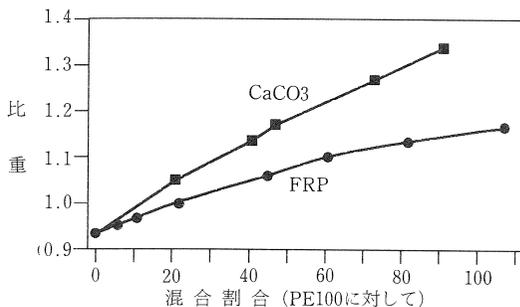


図-3 比重と混合割合の関係

(4) 引張り強さ

FRP 混合物の引張り強さは混合量が増えると低下する(図-4)。20部混合物で PE の約96%、60部で90%、100部で86%の強度を示した。補強効果はなかった、これは PE との密着性が悪いからであり、混合ペレットの製造法を改善すれば補強効果が期待出来る。

CaCO_3 混合物は80部混合物までは強度が増すが、100部では PE と同程度の強度であった。

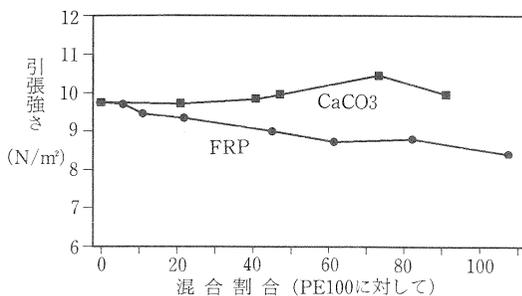


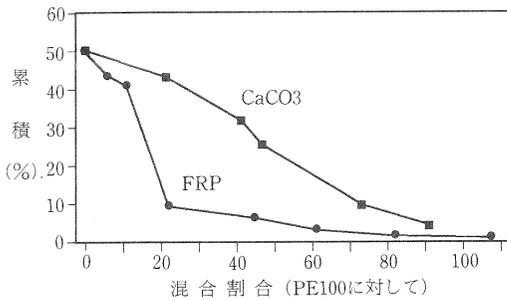
図-4 引張り強さと混合割合の関係

(5) 伸び

伸びと混合割合の結果は図-5 のとおりである。FRP 混合物は10部混合までは40%程度伸びるが、

20部以上では、10%以下に伸びが低下する。

CaCO₃は混合量に比例して低下する。

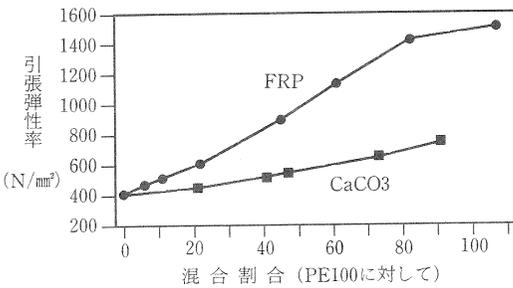


図一五 伸び率と混合割合の関係

(6) 引張り弾性率

引張り弾性率と混合割合の結果は図一六のとおりである。

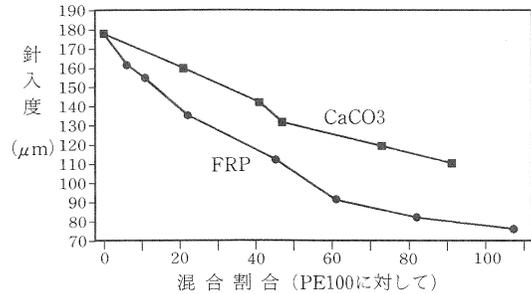
混合量が増加すると共に引張り弾性率も大きくなるが、FRPの増加はCaCO₃に比べ2倍以上大きくなった。



図一六 引張り弾性率と混合割合の関係

(7) 針入度試験

針入度は混合割合が多くなると小さくなる(図一七)。FRP混合物はCaCO₃混合物に比べ針入度が小さく、硬くなっている事がわかった。



図一七 針入度と混合割合の関係

4 まとめ

本実験では、FRP 廃材の粉末を粉砕しポリエチレン廃材に混合し、射出成形して諸物性を測定した。その結果をまとめると、

- (1) 引張り強度は5～15%程度低下した。
- (2) 伸びは小さくなり、引張り弾性率は非常に大きくなった。
- (3) FRPの混合割合が多くなると、硬くなり伸びが低下した。
- (4) 比重はCaCO₃混合物よりも小さくて軽い。
- (5) 本実験では、FRP 廃材による補強効果はなかったが、混合ペレット作成をペレタイザーで行えば高強度の材料が期待できると思われる。