

3 PE と FRP 粉末混合物の成形性と物性

化学部 佐藤 堯

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企業が多く、特にFRP製の廃船等の処理対策には大変苦慮している。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）と、熱可塑性廃プラスチック（PE）の混合ペレットを作成し、射出成形により試験片と製品を試作した。試作した試験片と製品についてその物性を調べたので報告する。

2 実験方法

2.1 試料の調整

FRPは兼松産業機械(株)の粉碎機で粉碎したFRP粉末を使用した。

熱可塑性樹脂には、日用雑貨品成形工場で廃材として処理されているポリエチレン（以下PEと言う）をプラスチック粉碎機で粉碎して使用した。

2.2 使用機器の種類と名称

成形機：(株)日本製鋼所製（JSW J100S）

粉碎機：ダイコー(株)製（ペレット作成用）

熱分析装置：セイコー電子工業製（SSC/5200H）

メルトインデクサー：宝工業(株)製

万能試験機：島津製作所製（AG-5000E）

粒度分布：セイシン(株)（SK LASER MIRON SIZER 7000S）

2.3 混合ペレットの作成

PEの粉碎物100部（重量比）に対してFRP粉末を40・60・80・100部（重量比）の割合で混合した。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を用い射出成形温度180度で成形した。成形したテストピースとスプルー・ランナーを破碎、混合する操作を3度繰り返し、混合ペレットとした。

2.4 混合ペレットの特性

50～550℃の熱特性をTG/DTAで測定した。メルトフローインデックスは180℃、荷重5kg、ストローク25mmで測定した。

2.5 引張り強さ、伸び率、引張り弾性率

引張り試験は、試験速度30mm/min、伸び率は最大荷重までの歪み量、引張り弾性率は荷重2.5～7.5kgfで求めた。

2.6 曲げ弾性率

曲げ試験は試験速度2mm/min、弾性率は荷重0.1～0.6kgfで求めた。

2.7 収縮率

収縮率は金型寸法と製品寸法から求めた。金型寸法は長さ91.27mm、幅10.21mmである。

2.8 比重

比重はテストピースの空気中の重量とエチルアルコール中の重量から求めた。

2.9 成形性

製作したベン立て金型を用いて、混合ペレットを射出成形して成形性を調べた。

3 実験結果及び考察

3.1 混合ペレットの特性

FRP粉末の形状を写真1に示す。粒度分布の測定結果は図1に示すとおり、平均粒子径は13.6μmであった。FRP粉末中のガラス繊維量（625℃灰分）は56%であった。

PE、FRPの単身及び混合ペレット（PE：FRP=100：100）のTG/DTAによる熱分析を行った結果を図2に示す。重量変化は、FRP単身では345℃、PE単身では440℃で重量減が起きている。FRP単身の345℃での残量はFRP中に残留しているスチレンモノマーが分解したものと考えられる。この混合ペレットに適した射出成形温度である180℃では、減量率が0.3%と少なく、成形性への影響は殆

どない。

メルトフローインデックスの結果を図3に示す。



写真1

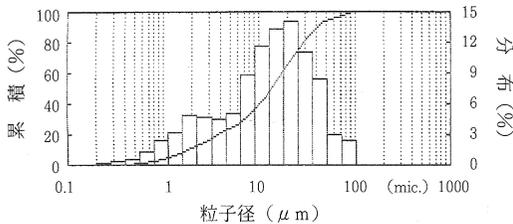


図1 FRPの粒度分布

TG/DTA	<Sample>	<Comment>
<Name>	コンゴウベレット	PE-ONLY
コンゴウベレット	18.463mg	FRP-ONLY
<Date>	(10.000mg)	PE-100/FRP-100
93/07/08 15:17	<Reference>	ネップンカイオンド
	Pt 0.000mg	<Sampling>
		0.2 sec
<Temp.program [C] [C/min] [min]>		
1* 20.0-700.0	10.00	0.00
<Gas>		
N2	200.0 ml/min	
	0.0 ml/min	
	0.2 sec	

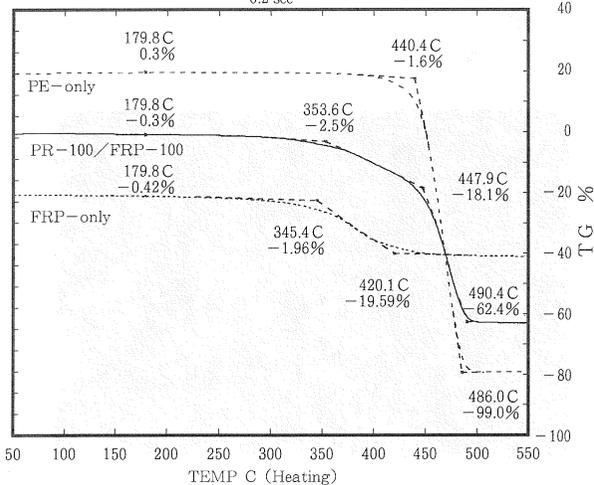


図2

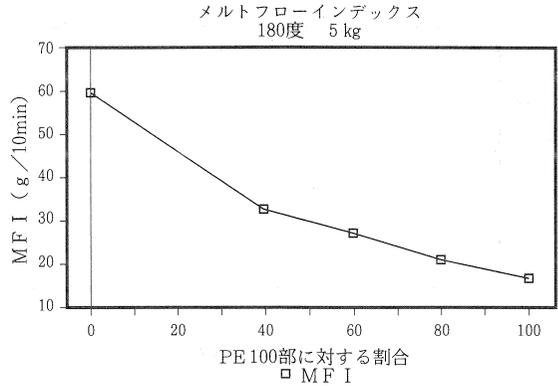


図3

PE単身で60g/10minに対し、FRP60部混合で27g/10min、80部で21g/10min、100部で17g/10minとFRPの混合割合が増える程、メルトフローインデックスが小さくなっている。

一般に、射出成形用樹脂はメルトフローインデックス10~30g/10min程度のもので成形しやすいので、PE単身よりFRPを混合する方が成形性がよくなると思われる。

実際に、射出成形を行った結果、PE単身に較べて混合ペレットの成形性が向上することが確認できた。

3.2 引張り強度・伸び率

引張り強度の結果を図4に示す。FRPの添加量が増えるとともに、引張り強度は徐々に低下し、FRP添加量が60部のとき最も低くなり、PE単身の引張り強度の90%に低下する。80部、100部添加では徐々に強くなる。これはFRPのガラス繊維の量が増えることにより、補強効果が現れたものと考えられる。

伸び率の結果を図5に示す。FRP40部までは急激に低下するが、それ以降は徐々に低下する。

3.3 引張り及び曲げ弾性率

弾性率の測定結果を図6に示す。引張り弾性率、曲げ弾性率はFRP量が増加するとともに大きくなる。一般にプラスチックは異物が混入すると硬くなるので、そのため弾性率が大きくなったと考えられる。

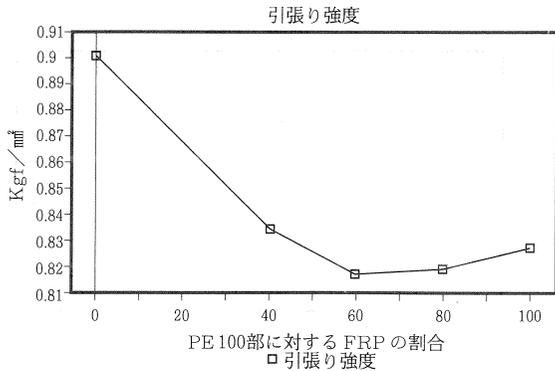


図4

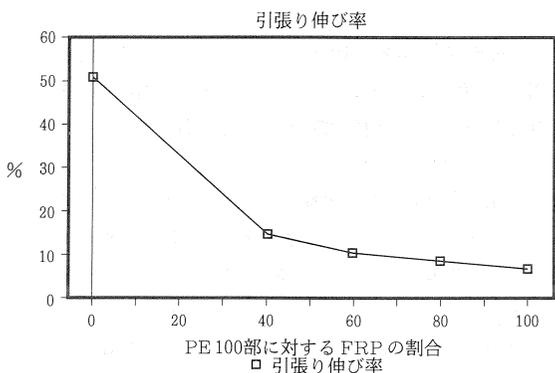


図5

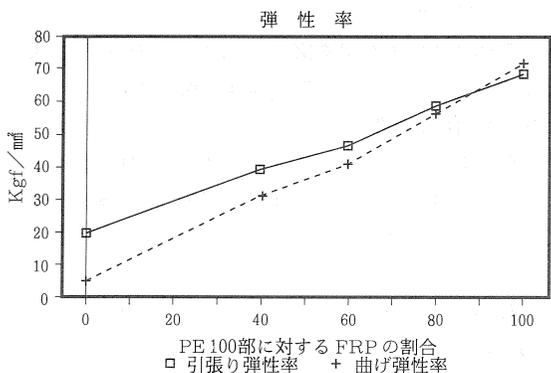


図6

3.4 収縮率

収縮率の測定結果を図7に示す。収縮率は長さ・幅方向ともFRPの混合割合が多くなるほど小さくなった。厚さ方向(射出方向)の収縮率変化が非常に小さいが、これはPEの特性であり、変化割合は混合物(フィラー)によって異なってくる。

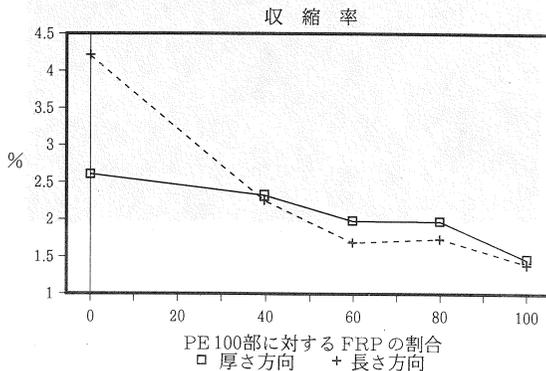


図7

3.5 比重

比重の測定結果を図8に示す。PEに較べてFRPの方が比重が大きいため、FRPの混合割合が増すほど直線的に比重が増すはずであるが、増加率が低下している。この原因は、混合ペレット成形品の破断面(写真2)から解るように、かなり空隙が生じているためである。これは、残留スチレンモノマーの蒸発や混合方法などに起因していると思われる。

一般的なプラスチック用フィラーである炭酸カルシウムを添加したときの比重の変化を図8に示す。

炭酸カルシウムの場合には添加量の増加とともに比重が直線的に変化していることが判る。



写真2

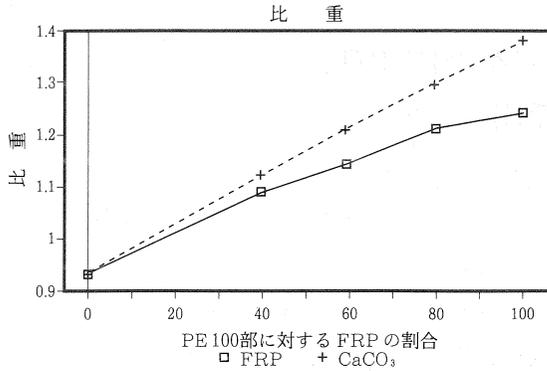


図8

3.6 成形性

PEにFRP粉末を混合することにより、流動性の良い射出成形に適した混合ペレットができた。この混合ペレットを用いた成形品を写真3に示す。

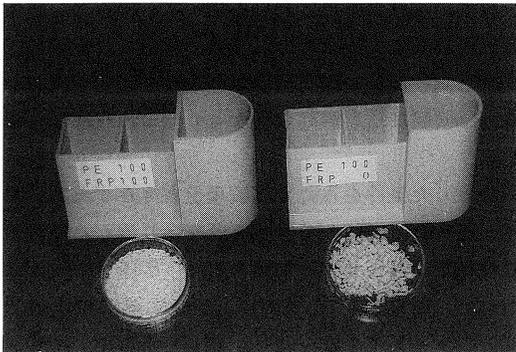


写真3

4 おわりに

本実験では、PE廃材とFRP廃材による混合ペレットを作成し、その射出成形性と諸特性を調べた。その結果をまとめると、

- (1) PE 100部にFRP 40～100部添加すると引張り強度がPE単身に較べ8～10%程度低下するが、比重はフィラーとして最も良く使われている、CaCO₃混合物よりも小さくて軽くなるため、重量当たりの強度は強くなる。
- (2) FRPの添加量が多くなるほど伸びが小さく、硬くなり、引張り及び曲げ弾性率が高くなる。
- (3) ペレット作成をフィラーの分散が十分にできるペレタイザーで行ったり、層溶化剤の添加や他の熱可塑性樹脂を混合することにより、高強度の材料が期待できる。
- (4) 流動性が良く、収縮率が小さいため、農業用資材やコンテナ等の大きな製品への利用が期待できる。

本研究において、FRP粉末を提供して頂いた兼松産業機械(株)と金型作成に全面的協力して頂いた、機械部の鶴岡一廣氏に感謝します。