

複合法によるプラスチック材料の高機能化

- 複合法による樹脂の難燃化処理 -

仁平 敬台* 落田 仁**

1. 緒 言

現在プラスチックに関しては、「リサイクル法」及び「廃棄物処理法改正」等により、排出量の削減、再生資源の利用促進、処理法の強化が求められている。PET（ポリエチレンテレフタレート）においても、小型ボトルの自主廃止解除されるなどで消費量は増加し、それに伴って発生する廃棄物の再生資源化が問題となっている。そこでリサイクルの用途を拡大させるため、PETを他の樹脂とのポリマーアロイ（2種以上の重合体を混合または化学結合させたブレンドポリマー）とし、材料の改質を行うことにした。今回の研究は、家電製品等に使用される低価格の難燃性樹脂を開発することを目的に行った。ベースとなる樹脂は低価格化を実現するため、廃PET等の再生材の利用を目標とした。

2. 研究方法

2.1 ベース材料となる樹脂の調製

難燃性材料を開発する前提条件として、ベースとなる材料（樹脂）を選定するため、主原料、副原料、添加剤等の配合割合を決める配合試験を行った。使用した主原料は、PETのバージン材、副原料としてポリスチレン（PS）、ポリプロピレン（PP）、ポリカーボネート（PC）。相溶化を促す添加剤として、スチレンブタジエンゴム、無水マレイン化変性ポリオレフィン等を用いた。これらを表1に示す。

表1 使用原料及び相溶化剤

材料・相溶化剤	略号	使用グレード
ポリエチレンテレフタレート	PET	日本ユニチカ MA-1334
ポリスチレン	PS	出光 NF20
ポリプロピレン	PP	出光 J-700G
ポリカーボネート	PC	三菱エンジニアリング NOVAREX
無水マレイン化変性ポリオレフィン	MODIC	三菱化学
スチレンブタジエンゴム(SBR)	A	Shell Kraton D-KX65CS
スチレンブタジエンゴム(SBR)	B	Shell Kraton D-KX155CP
エポキシオリゴマー	C	-
リン系熱安定剤	P1	-

次に試験機を用いてこれらの原料を割合合計250とし、ペレットを作製した。これらのペレットを使用して材質試験用試験片を成形が研した。試験項目は、引張強度、Izod 衝撃強度、電子顕微鏡観察等を行った。使用した試験機は下記の通りである。

引張試験機 島津サバール 4880 型
Izod 衝撃機 CEAST 社 6545 型
電子顕微鏡 日本電子 JSM-5800LV
試験機 栗本鐵工所 S1KRC 型

*繊維工業指導所 **ALBA ファイナリティ

表2に各試験片の原料配合比を示す。

表2 原料配合比

No.	使用樹脂	相溶化剤	配合(%)
1	PET	-	100
2	PET	PS	75/25
3	PET	PS A	75/25/10
4	PET	PS B	75/25/10
5	PET	PP	75/25
6	PET	PP A	75/25/10
7	PET	PP B	75/25/10
8	PET	MODIC	75/35
9	PET	MODIC B	75/25/10
10	PET	- A	75/-/25
11	PET	- B	95/-/5
12	PET	- B	90/-/10
13	PET	- B	75/-/25
14	PET	PC C P1	70/30/0.3/0.5
15	PET	PC C P1	70/30/0.3/1.0
16	PET	PC C P1	60/40/0.3/1.0

2.2 UL規格による燃焼試験

UL規格は消費者保護の観点から、電気製品が原因で火災事故などの不祥事が発生するのを、未然に防止しようという目的で制定されたもので、検査は米国保険業界が資金を出して設立したUnderwriters Laboratories Inc.によって行われる。このため、同所の頭文字をとってUL規格と呼ばれている。UL規格では、電気製品の部品に関する種々の要求性能試験規格はUL 746に、また燃焼に関する規格はUL 94に記されている。UL 94には水平燃焼試験規格94HBと垂直燃焼試験規格94Vの二つの方法があり、難燃性材料は94Vが適用される。

表3 UL 94Vによる主な燃焼性の判定

要求事項	V ₀	V ₂
着火後の有炎燃焼時間	10秒以下	30秒以下
10回の合計燃焼時間	50秒以内	250秒以内
2回目の着火時間	30秒以下	60秒以下

3. 結果及び考察

各試験片のIzod 衝撃強度及び引張強度を表3に示す。

表3 試験片の衝撃強度及び引張強度

No.	Izod衝撃強度 (Kgf·cm/cm)	引張り降伏強度 (Kgf/mm ²)
1	1.55	5.4
2	1.50	4.1
3	2.49	3.9
4	3.11	3.7
5	1.58	3.4
6	3.18	2.6
7	3.86	3.3
8	3.03	2.8
9	2.36	2.2
10	3.03	3.4
11	3.32	4.5
12	3.54	4.4
13	3.67	3.1
15	4.80	5.9
16	6.00	5.9

各強度は5回測定の平均値

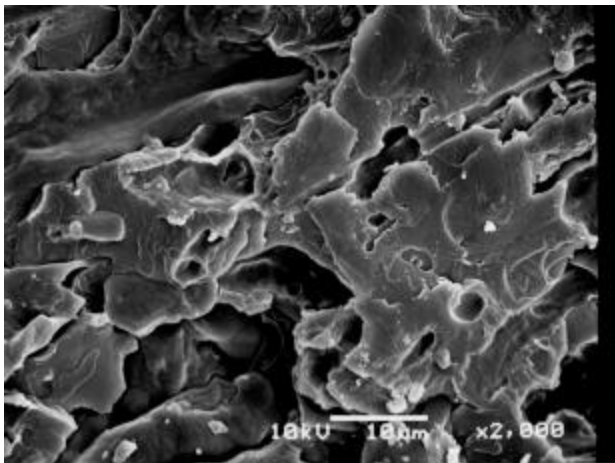


図1 試験片No.3の断面(×2000)

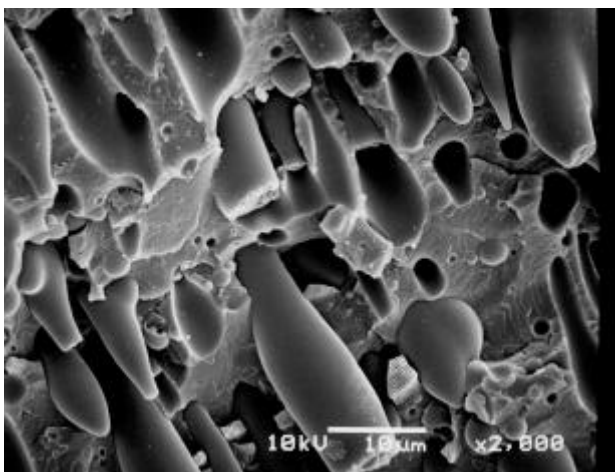


図2 試験片No.4の断面(×2000)

3.1 PET - PSの系

Izod 衝撃強度は相容剤を含んだもの(No.2)から相容剤を添加したものA(No.3), B(No.4)と変えたことで増したが、引張り降伏強度は減じた。この現象を電子顕微鏡観察したところ、相容剤を混ぜたものは、分散しているにもかかわらず、剥がれたような跡が見られ(図1, 2), 衝撃強度の変化の原因がこの構造によるものと思われる。

3.2 PET - PPの系

この系においても衝撃強度及び電子顕微鏡観察による断面の構造は、PET-PS 系と同様な傾向を示した。しかし、引張り降伏強度においては、相容剤A(No.6)を添加したものがBを添加したものよりも引張り降伏強度が減少した。

3.3 PET - MODICの系

PET-PP-Bの系で衝撃強度が上昇し、引張り降伏強度もある程度の値を示したことから、PETと相互作用と思われる材料をブレンドし、物性の改善を図った。用いた樹脂は、PPの分子末端をマレイン化したもの(MODIC)で、同様な測定を行った(No.8,9)。しかし、衝撃強度、引張り降伏強度は増せず、期待したほどの物性の改善は見られなかった。

3.4 PET - その他の系

相容剤のPETへの影響を検討するため、相容剤のみをブレンドし(No.10,11,12,13)、物性評価した。結果は、表3に見られるように、今まで行った系のなかで最も高強度を示した。

3.5 PET - PCの系

PETにPCと相容剤を添加したアロイ化試験を行った。この結果、相容剤Cが0.5%のもの(No.14)で可燃性は不可、1.0%のもの(No.15,16)は良好であった。以上の結果より、ベース材料とする樹脂は、No.15 または No.16 とすることが適当と考えられる。No.16 について燃焼試験を行った結果、難燃性は94V2 クラスに合格であった。

4. 結 言

難燃性材料を開発する前段階として、ベースとなる材料(樹脂)を選択するため、PETにポリスチレン(PS)、ポリプロピレン(PP)、ポリカーボネート(PC)を配合したポリマーアロイの材料試験を行った。その結果、衝撃強度、引張り降伏強度、成形性等を考慮し、最終的にPET-PC系のポリマーアロイをベース材料とすることにした。No.16(PET:60 PC:40 P1:0.3 C:1.0)の試験体は、Izod 衝撃強度 6.0(Kgf·cm/cm)、引張り降伏強度 5.9(Kgf/mm²)と良好な値を示した。PCは溶融温度が220~240℃で、成形時は約300℃に達する程度で自己熱硬化性質を持っているため、PETに40%配合することによって94V2クラスの難燃性を示した。しかしPCのベース材料はPSやPPに比べて比重が2~3倍になるため、低比重化を実現させるためには、リサイクルPC等の活用が望まれる。また現在、難燃剤として臭素化ポリスチレンの配合試験を行っており、目標の94V0クラスの難燃性は実現できそうである。

参考文献

- 1) プラスチックス44, No.9, P18-50(1993)
- 2) プラスチック成形技術9, No.8, P9-19(1992)