

再生プラスチックの成形技術に関する研究（第2報）

—特殊エンプラ再利用時の成形条件の確立—

萩原 義人・原川 守・大内 英俊*

Study on Molding Technology of Recycled Plastics

— Establishment of Molding Conditions of Recycled Special Engineering Plastics —

Yoshihito HAGIHARA, Mamoru HARAKAWA and Hidetoshi OUCHI

要 約

耐熱性が高いために、特に電機・電子分野で今後使用量がますます増大するであろう特殊エンプラ（LCP, PAR, PSF）の再生材をバージン材へ0, 10, 20, 30, 40, 50%混合したときの強度（引張強さおよび曲げ強さ）、硬度、表面粗さ、耐候性の試験を行った。その結果、強度、表面粗さは再生材の混合率によってほとんど影響されなかったが、硬さは、LCPに関して混合率が増加するごとに僅かに低下し、耐候性は、混合率が増加するごとにPAR, PSFで黄色変化が認められた。

1. 緒 言

近年、プラスチック製品は、衣・食・住のみならず多方面で欠かすことの出来ない必需品となっている。しかし、それに伴うプラスチック廃棄物の増大は、これらの不法投棄や燃焼処理における有害なガスの発生のため、環境に悪影響をおよぼしている。

一方、プラスチック関連企業では、環境への悪影響を削減するために廃プラスチックの減量化と素材の有効利用を図ることを目的として、加工工程から発生するスプル、ランナ、および不良品等を再び製品加工の材料（再生材）として用いているが、バージン材との混合割合によっては、成形不良や強度劣化などを起こし製品の信頼性をそこねる。

そこで、前報²⁾では、現在、使用頻度の高い樹脂材料（PP, ABS, PC）の再利用を目的として、各成形条件における試験品の評価を行った。本報は、同様の目的で耐熱性が高いために、特に電機・電子分野で使用量が増大するであろう特殊エンプラの液晶ポリマー（LCP）、ポリアリレート（PAR）、ポリサルホン（PSF）について、各々のバージン材に再生材の混合割合を変えた試験片を作成し、それらの物性評価を行った。

2. 実験方法

2-1 試験片の作成

使用した樹脂材料は、LCPがポリプラスチック(株)製のベクタラ、PARがユニチカ(株)製のU-ポリマー、PSFがテイジンアモコ(株)製のポリサルホンである。

まず、前報と同様に日精樹脂製の射出成形機（75t型）を用いて、引張および曲げ試験片（図1）を作製した。

作製した試験片は、各々のバージン樹脂材料にそれぞれの再生材を0, 10, 20, 30, 40, 50%混合した試験片と再生材のみの試験片の計7種類である。各試験片作製時の成形条件は表1に示す。

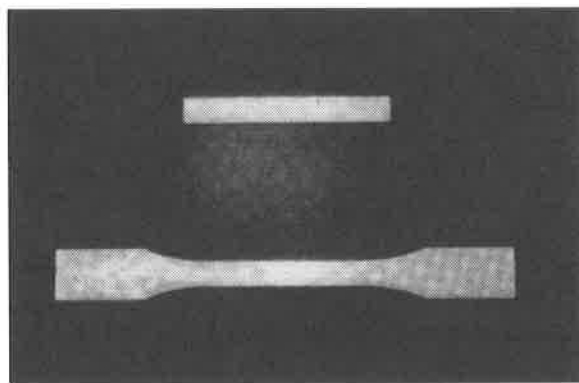


図1 試験片

表1 試験片作製条件

樹脂材料	LCP	PAR	PSF
乾燥温度(℃)	140	140	145
乾燥時間	4	4	4
樹脂温度(℃)	270~290	340~370	380~390
金型温度(℃)	110	130	110

*山梨大学工学部機械システム工学科

2-2 試験片の評価

試験項目, 試験機器, 試験条件は表2に示す。

表2 評価試験機器と試験条件

試験項目	試験機器	試験条件
強度試験	材料試験機 UCT-30T (株)オリエンテック	引張試験 試験速度10mm/min 曲げ試験 試験速度 2mm/min 支点間距離 60mm
硬さ試験	ロックウェル硬度計 ARK-A (株)明石製作所	圧子 径6.35mmの鋼球 基準荷重 98N 試験荷重 980N
粗さ試験	Surfcorder DSF1000 小坂研究所	触針先端半径 5 μ m 測定力 4mN
耐候性試験	サンシャインウェザーメーカー WEL-SUN-HC(H) スガ試験機(株)	試験時間 500h 光源 サンシャインカーボンアーク灯 降雨条件 60分間運転中12分先降り運転

3. 実験結果および考察

3-1 再生材混合率と強度

再生材を0~50%混合した試験片と再生材のみの引張および曲げ強さを図2~4に示す。

LCP (図2), PAR (図3), PSF (図4) の場合は, 再生材混合率が増加しても試験片の引張強さ, 曲げ強さとも強度にはほとんど影響のないことが分かった。

3-2 再生材混合率と硬さ

再生材を種々混合して作成した試験片および再生材のみからなる試験片の硬度試験結果を図5に示す。

LCPおよびPSFの硬さは, ほとんど変化が見られなかったが, PARは再生材混合率の増加にともない, 若干ではあるが硬さが低下する傾向がみられた。この原因は, 再生材が成形時に加熱されたことで, 酸化劣化および分子主鎖の切断による平均分子量の低下を生じたためだと考えられる。

3-3 再生材混合率と表面粗さ

表3はバージン材と再生材を10~50%混合して作成した試験片と再生材のみで作成した試験片の表面粗さを示す。

LCP, PAR, PSFの各試験片とも表面粗さにはほとんど差が見られず, バージン材へ再生材を混合しても粗さは影響されないものと考えられる。

3-4 各樹脂試験片の耐候性

図6, 7, 8は試験片の耐候性試験結果を示す。

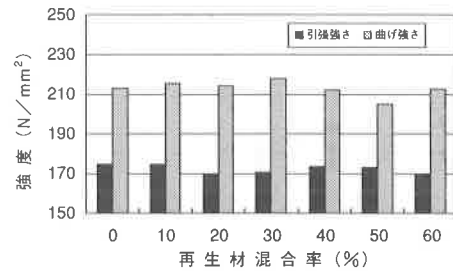


図2 LCPの引張強さと曲げ強さ

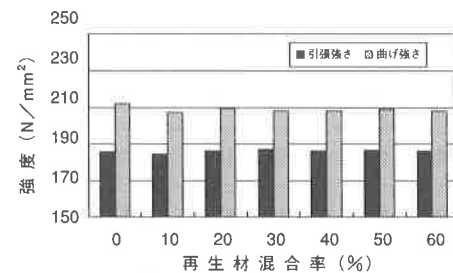


図3 PARの引張強さと曲げ強さ

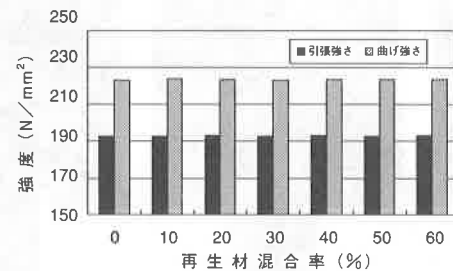


図4 PSFの引張強さと曲げ強さ

通常プラスチックは日光や風雨にさらされることで酸化劣化が促進され, 黄色化・褐色化する。図から明らかなようにLCP, PAR, PSFの各樹脂についても表面全域に渡って変色が認められた。また, 図示していないがLCPについては再生材の混合率の影響による明らかな変色の差は見られなかったが, PAR, PSFは, 再生材混合率の増加にともない変色の度合いが大きくなることが確認された。

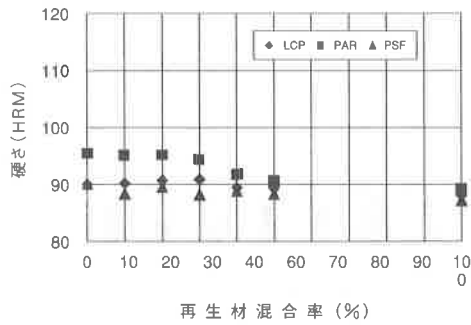


図5 再生材混合率に伴う硬さ変化

表3 再生材料混合率に伴う表面粗さの変化 (単位: μm)

再生材料混合率	0%	10%	20%	30%	40%	50%	100%
LCP	0.82	0.87	0.69	0.72	0.74	0.71	0.64
PAR	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
PSF	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

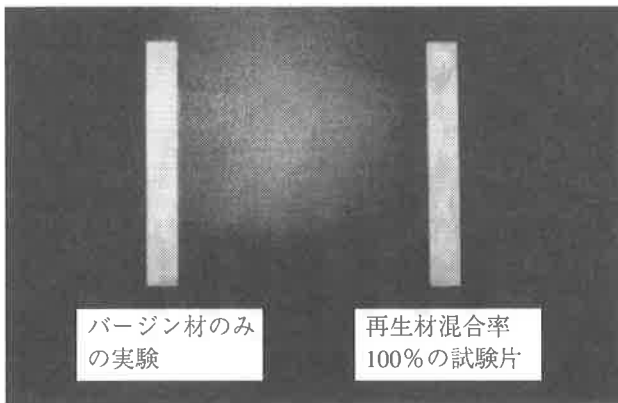


図6 LCPの耐候性

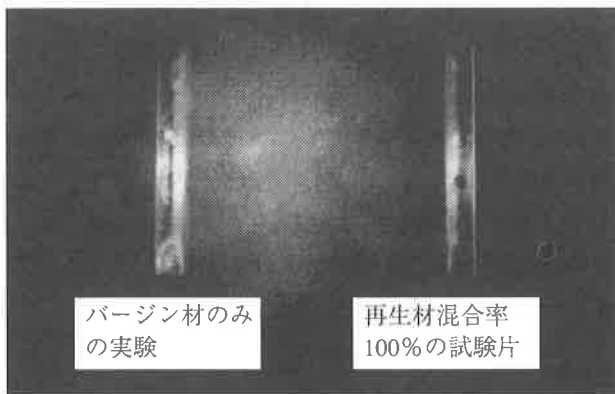


図7 PARの耐候性

プラスチックは射出成形時に加熱され、結果的に平均分子量が低下し、劣化を生じるが、前報のPP, ABS, PCに対する試験と同様に、今回の試験結果からも一度射出成形を行った後の再生材では、その成形品の物性値全てに影響す

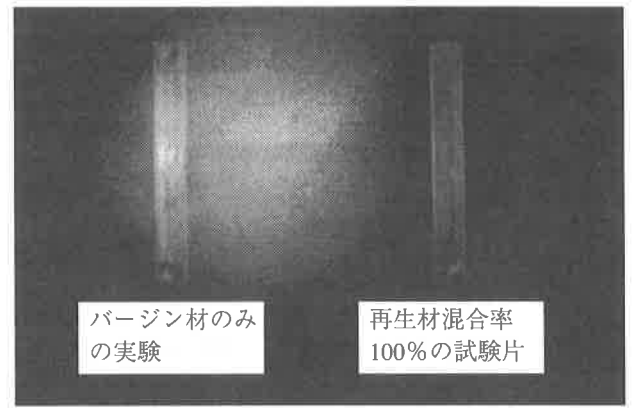


図8 PSFの耐候性

るほど平均分子量の低下がないものと推測される。しかし、LCP, PAR, PSFの強度試験、粗さ試験に変化が見られず、硬さ試験でPARに、耐候性試験でPAR, PSFに変化が見られたという結果については、分子構造の平均重合度、結晶化度、結晶の配列度等の影響が考えらるが、その中でも今回の試験で最も影響のある要因として各樹脂の分子構造の柔軟性が、一度射出成形時に加熱されたことで変化を生じ、各樹脂の物性値に影響をおよぼしたと考えられる。

5. 結 言

今後使用量がますます増大するであろう特殊エンプラの液晶ポリマー (LCP)、ポリアリレート (PAR)、ポリサルホン (PSF) のバージン材へ、それぞれの再生材を0, 10, 20, 30, 40, 50%混合した試験片と再生材のみの強度 (引張強さおよび曲げ強さ)、硬度、表面粗さ、耐候性について試験を行った結果、以下のことが確認された。

- (1) 強度 (引張強さおよび曲げ強さ)、表面粗さは再生材の混合率にほとんど影響されない。
- (2) 硬度は、PARで、混合率の違いによりわずかな差がみられた。
- (3) 耐候性は、PAR, PSFで混合率が増加するごとに黄色変化が認められた。
- (4) LCP, PAR, PSFのバージン材に、一度だけの射出成形で得られた再生材を混合した成形品は、物性値全てに悪影響をおよぼすほど、平均分子量の低下はないと推測される。
- (5) LCP, PAR, PSFの強度試験、粗さ試験に変化が見られず、硬さ試験でPARに、耐候性試験でPAR, PSFに変化が現れた原因としては、各樹脂の分子構造の柔軟性が、射出成形時に加熱されたことで変化を生じ、物性値に影響をおよぼしたためだと考えられる。

最後に、本研究を行うにあたり、御協力いただきました (株)ミナミ製作所、および県内プラスチック関連企業の方々、また山梨県中小企業人材開発センターに感謝申し上げ

げます。

参考文献

- 1) 日本分析化学会・高分子分析研究懇談会編：高分子分析ハンドブック，紀伊國屋書店11 (1995)
- 2) 萩原義人，上條幹人：山梨県工業技術センター研究報告，10,100 (1996)
- 3) 栗原福次：プラスチックの劣化，日刊工業新聞社，1 (1970)
- 4) 奥田 聰：プラスチックの耐食性とその試験・評価，日刊工業新聞社，8 (1996)
- 5) 廣恵章利，本吉正信：プラスチック物性入門，日刊工業新聞社，23 (1996)