

再生プラスチックの成形技術に関する研究（第3報）

—各種再生樹脂材料の繰り返し成形における最適条件の確立—

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

廃棄プラスチックの削減を目的として、加工工程から発生するスプル、ランナ、不良品等を再生材として利用するために県内のプラスチック関連企業において使用量が多いポリプロピレン（PP）、ポリカーボネート（PC）、また、これから使用頻度の高くなる液晶ポリマー（LCP）を繰り返し成形した試験片について強度（引張強さおよび曲げ強さ）、硬度、表面粗さ等の試験を行った。その結果、繰り返し成形回数が増加にともなう強度は、LCPでは劣化の傾向を示したが、PP、PCではほとんど変化しないことが分かった。また硬度は、PP、LCPが繰り返し成形回数が増すごとに僅かに低下傾向を示し、PCは変化が見られなかった。さらに表面粗さは、PP、PC、LCPともに変化が認められなかった。

1. 緒 言

近年、プラスチックは、衣・食・住の面でのみならず機械・電子分野に至る多方面で欠かすことの出来ない素材となっている。しかし、それらの使用量の増大に伴ってプラスチック廃棄物の不法投棄、また燃焼処理における有害なガスの発生は、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、および不良品等を回収し、再び製品加工の材料（再生材）として用いている。しかし、これらと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がそなわれることが多い。

前報^{1,2)}では、ポリプロピレン（PP）、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン（ABS）、ポリカーボネート（PC）、液晶ポリマー（LCP）、ポリアリレート（PAR）、ポリサルホン（PSF）等について再生材の混合率を変えた試験片に対する評価を行ったが、これらの物性値には、ほとんど差異が認められなかった。

本報は、第1、2報で使用した樹脂の中からPP、PC、LCPを選択し、各々のバージン材を第1段として順次繰り返し成形することにより得られた試験片について物性評価を行った。

2. 実験方法

2-1 試験片の作製

使用した樹脂材料は、PP（株）グランドポリマー製のグランドポリプロ、PC（帝人化成（株）製のパンライト）、LCP（ポリプラスチック（株）製のベクトラ）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、図1に示す引張および曲げ試験片を作製した。

試験片の作成方法は、各々のバージン材料を成形して得たものの中から評価試験分だけを抜き取り、その後、残った成形品を粉砕し、これらを用いて再び成形を行うという作業を10回繰り返し、1つの樹脂材料につき10種類の試験片を作成した。また、各試験片作製時の成形条件は表1に示す。

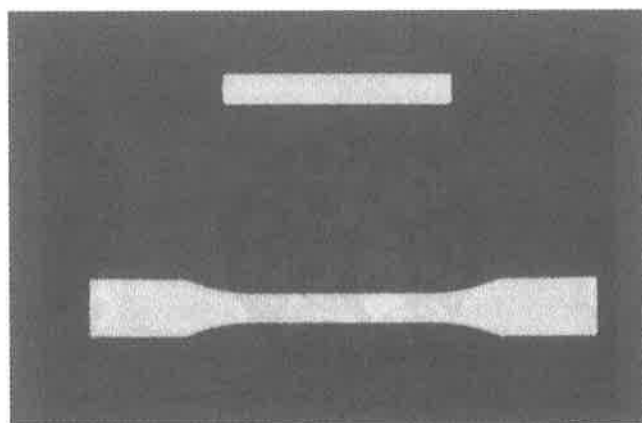


図1 試験片

*山梨大学工学部機械システム工学科

表1 試験片作製条件

樹脂材料	P P	P C	LCP
乾燥温度 (°C)	—	120	140
乾燥時間	—	5	4
樹脂温度 (°C)	190~210	290~310	270~290
金型温度 (°C)	60	120	110

2-2 試験片の評価

試験項目, 試験機器, 試験条件は表2に示したとおりである。

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 5μm 測定力 4mN

3. 実験結果および考察

3-1 成形回数と強度

成形回数1~10回の各樹脂材料により成形した試験片の引張および曲げ強さを図2~4に示す。

PP (図2), PC (図3) の場合, 繰り返し成形回数が10回までは, 引張および曲げ強さはほとんど繰り返し成形回数に影響されないことが分かった。しかしながら, LCP (図4) は繰り返し成形回数の増加にともない引張および曲げ強さともに低下傾向を示した。この原因は, 再生材が成形時の加熱により, 酸化劣化および分子主鎖の切断が起これり, 平均分子量が低下したためと考えられる。

3-2 再生材混合率と硬さ

成形回数1~10回の各試験片における硬度試験結果を図5に示す。

図が示すとおり, PCの硬さには, ほとんど変化が見られなかったが, PP, LCPの硬さには, 繰り返し成形回数の増加にともない, 若干ではあるが低下する傾向がみられた。この原因として, LCPは平均分子量の低下によるものだと考えられる。PPに関しては, 繰り返し成形回数によって試験片の強度に変化が見られなかったのは, PPの分子構造の平均重合度, 結晶化度, 結晶の配列度, 分子構造の柔

軟性³⁾等の様々な要因の影響が考えらる。

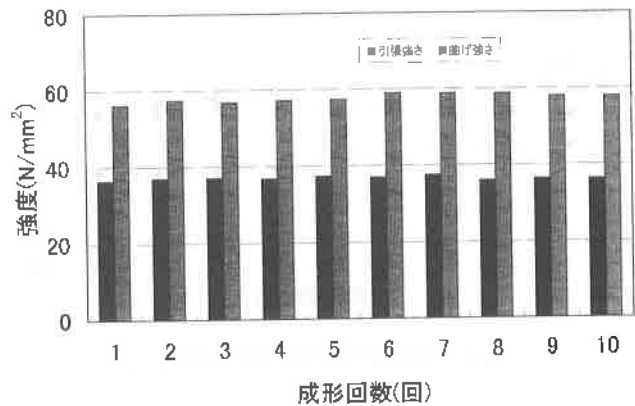


図2 PPの引張強さと曲げ強さ

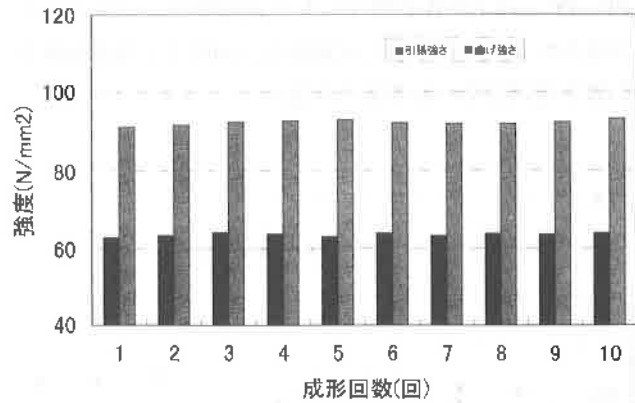


図3 PCの引張強さと曲げ強さ

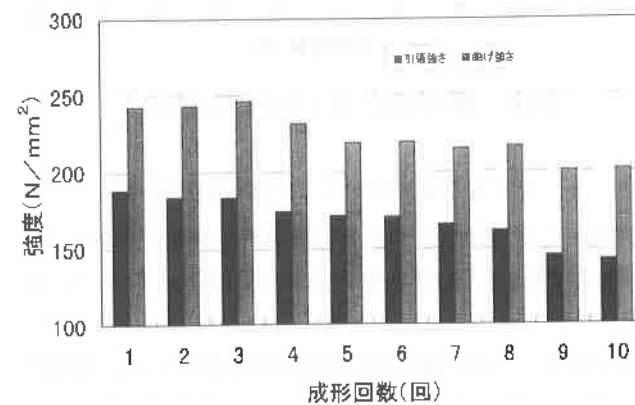


図4 LCPの引張強さと曲げ強さ

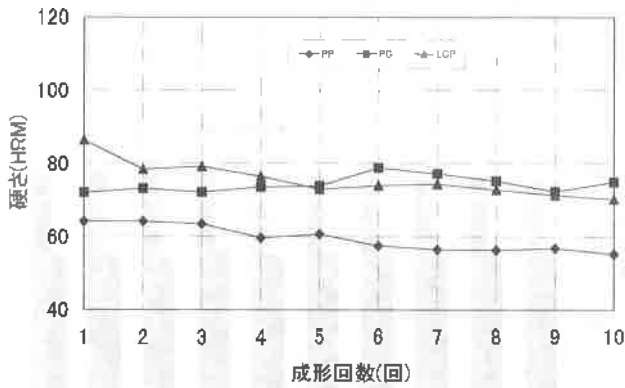


図5 成形回数に伴う硬さ変化

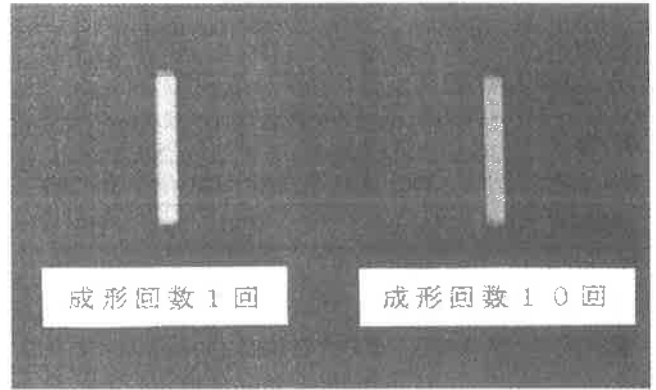


図7 PPの変色

3-3 再生材混合率と表面粗さ

図6は成形回数1~10回の各試験片の表面粗さを示す。PP, PC, LCPの各試験片ともに表面粗さにはほとんど差が見られなく、繰り返し成形回数が10回までは表面粗さに影響を及ぼさないと考えられる。

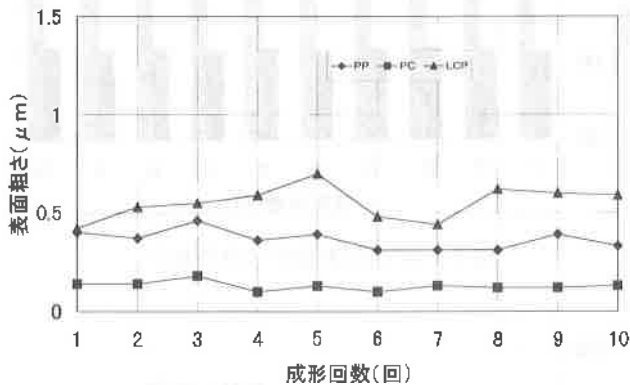


図6 成形回数に伴う表面粗さの変化

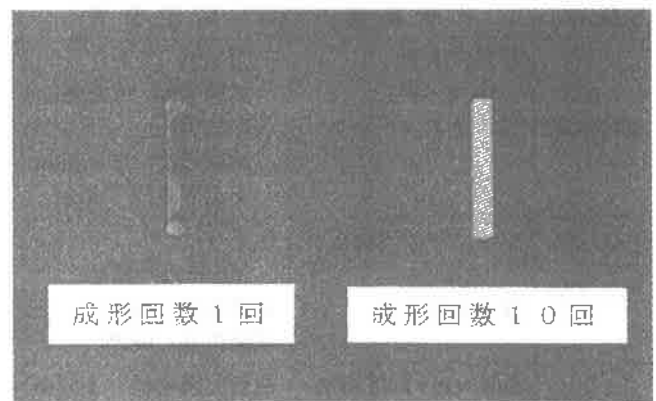


図8 PCの変色

3-4 繰り返し成形回数による各試験片の変色

繰り返し成形回数による各樹脂材料の変色評価のため、成形回数1回と成形回数10回の試験片を図7, 8, 9に示す。

プラスチックは、通常射出成形時の加熱や日光、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⁹⁾する。図から明らかなように成形回数が増すとPP, PC, LCPの各樹脂ともに表面全域にわたって変色が認められた。

また、外観上から粉碎時もしくは成形時に混入したと考えられる異物が成形品に確認されたが、再生材使用時には十分な工程管理が必要と考えられる。

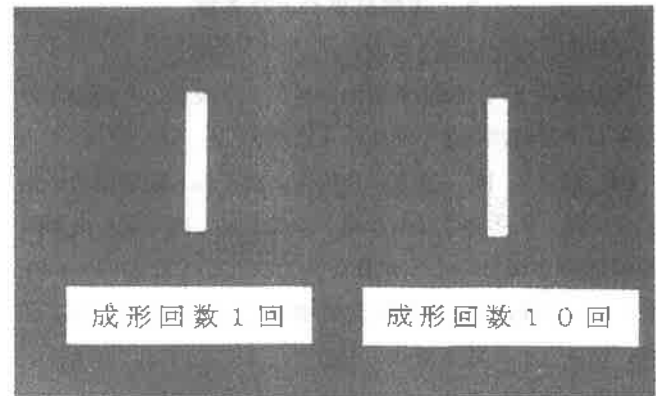


図9 LCPの変色

5. 結言

県内のプラスチック関連企業で使用頻度が高く使用量の多いと考えられるポリプロピレン (PP), ポリカーボネート (PC), およびこれから使用量の増加が見込まれる液晶ポリマー (LCP) を繰り返し成形した試験片の強度 (引張強さおよび曲げ強さ), 硬度, 表面粗さについて検討した結果, 以下のことが確認できた。

(1)PP, PCでは, 繰り返し成形した試験片の強度 (引張強さおよび曲げ強さ)にほとんど変化が見られなかったが,

柔軟性等による様々な要因が考えらる。LCPでは、繰り返し成形回数が増加にともない低下する。

(2)PP, LCPの硬度は、繰り返し成形回数が増加にともない僅かに低下する。

(3)表面粗さに関しては、各樹脂材料ともに繰り返し成形回数による変化がほとんど認められなかった。

(4)PP, PC, LCPは、成形回数が増すごとに変色が認められた。

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（1995）11
- 2) 萩原義人，上條幹人；山梨県工業技術センター研究報告，11（1997）112
- 3) 萩原義人，原川 守，大内英俊；山梨県工業技術センター研究報告，12（1998）92
- 4) 栗原福次；プラスチックの劣化，日刊工業新聞社（1970）1
- 5) 廣恵章利，本吉正信；プラスチック物性入門（1996）23
- 6) 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（1996）8

