

既利用プラスチックの再利用化技術に関する研究

西川 孝* , 田中 雅夫* , 小西 和頼*

Quality Improvement of Recycled Plastics

by Takashi NISHIKAWA, Masao TANAKA and Kazuyori KONISHI

〔要旨〕

繰り返し押出成形を受けたポリプロピレン(PP)を用いて、示差走査熱量測定(DSC)および流れ試験を行い、得られた結果と成形回数との関係を検討した。その結果、成形回数の増加に伴い、DSCにおいては融点ピークの幅の広がりおよび融点の低下、流れ試験においてはメルトフローレート(MFR)が増加することが認められた。

1. はじめに

1995年 容器包装に係る分別収集および再商品化に関する法律(容器包装リサイクル法)が制定され、1997年からガラス瓶、缶(アルミ缶、スチール缶)、紙パック、PETボトルを対象として分別回収・リサイクルが開始された。そして2000年4月からはPETボトル以外のプラスチック製容器包装と紙パック以外の紙製容器包装が対象となった。こうしたすべてのプラスチックと紙の容器包装廃棄物のリサイクルは、世界でも初めての試みである^{1), 2)}。

プラスチックのリサイクルを進めていく上で、重要な問題のひとつとなっているものに「劣化」がある。すなわち、プラスチックの実用性能はリサイクルを行っていくと、一般に低下していくが、これはプラスチックの劣化が大きな原因であると考えられているからである。

そこで、本研究では汎用プラスチックのひとつであるポリプロピレン(PP)を取り上げ、繰り返し押出成形し、これによって作製した試料の劣化状態の評価を試みた。繰り返し押出成形を受けたポリプロピレン(PP)の力学的強度は低下し、20回押出成形を受けたPPは部分的に酸化劣化を起こす³⁾。今回はさらに、成形回数別に示差走査熱量測定(DSC)および流れ試験を

行い、得られた結果と成形回数との関係を検討した。

2. 実験方法

2.1 試料

ポリプロピレン(三菱ポリプロ MA-4)を、ユニオン・プラスチック社製VUSV型押出機(スクリュ径40mm, L/D=28, 単軸)で押出成形を行い、ペレットを作製した。これを最大20回繰り返し、成形回数別に試料を作製した。なお、成形条件は以下の通り。

成形温度 : 210°C

スクリュの回転数 : 40~45rpm

2.2 示差走査熱量測定

示差走査熱量測定(DSC)については、押出成形をそれぞれ、0回、5回、10回、15回および20回行った試料をティール・エイ・インストゥルメント・ジャパン(株)製、2920MDSCを用いて測定した。

測定温度範囲は-40°Cから250°Cとし、昇温速度10°C/minで、N₂気流中(流量30ml/min)で測定した。

2.3 流れ試験

流れ試験については、押出成形をそれぞれ、0回、1回、2回、3回、4回、5回、10回、15回および20回行った試料を(株)東洋精機製作所製、メルトインデックサA-111Aを用いて、JIS

* 応用材料グループ

K7210に準じて測定した．試験温度は230℃，荷重は21.18N，試験方法についてはA法で測定した．

3. 実験結果および考察

3. 1 示差走査熱量測定

押出成形をそれぞれ，0回，5回，10回，15回および20回行った各試料の融解曲線を図1 に，各試料の融解温度および融解熱量を表1 に示す．

一般に，高分子結晶は結晶サイズが小さいことと，結晶内部に格子欠損を多く含む点で熱力学的に不完全とされている．このような不完全性は結晶のエンタルピーを高める結果，融解熱 ΔH_m が小さくなるので融点が低下する⁴⁾．つまり，結晶化度の低下により融点の低下がもたらされる．また，結晶化度 α は，

$$\alpha = \Delta H_m / \Delta H_m^\circ$$

(ΔH_m° : 純物質の平衡融解エンタルピー)

で求められるが⁵⁾，表1 から，成形回数による結晶化度の変化と融点の変化に明瞭な関係は認められなかった．

しかし、図1 および表1 より，成形回数が増加するにしたがって融点ピークの幅が広くなり，融点が低温側にシフトしている．

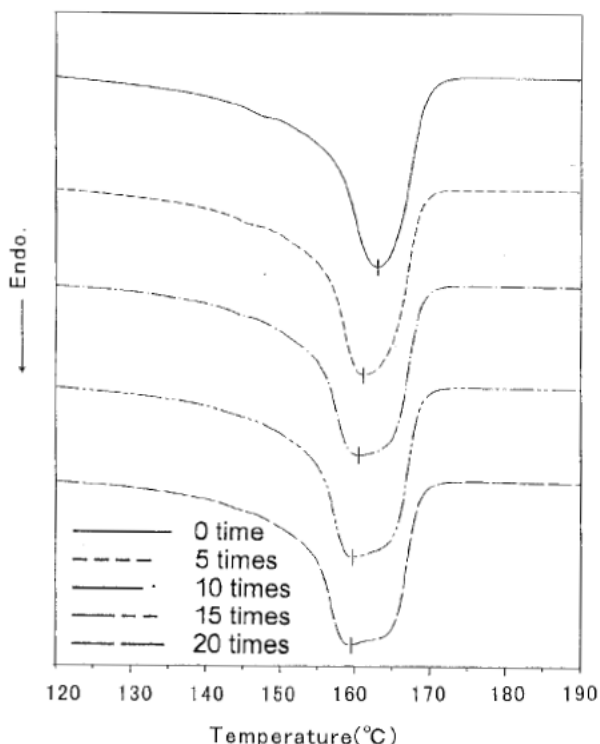


図1 PPの融解曲線

これは，劣化が進むにしたがって，樹脂の微少領域間で，劣化が進んでいる領域と，劣化の遅い領域が生じ，前者の領域の融点は低下し，後者の領域の融点は高い融点を保ち続けるために融点ピークの幅が広くなり，融点が低下した領域が多く現れた結果、融点の低下が生じたと考えられる．

表1 成形回数別融解温度および融解熱量

成形回数	T _m (°C)	ΔH _m (J/g)
0	163.0	82.8
5	161.1	81.9
10	160.5	81.6
15	159.7	81.6
20	159.5	82.6

3. 2 流れ試験

成形回数とMFR値との関係を，図2 および図3 に示す．図2 より，成形回数が5回増加すると，MFR値は約2倍になることがわかる．また，図3 より，成形回数の増加に伴ってMFR値が増加していくことがわかる．成形回数と力学的強度との関係³⁾と比較すると，成形回数による値の変化が遙かに大きかった．

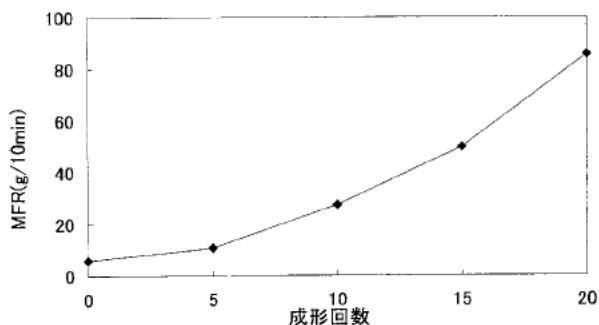


図2 成形回数とMFR値の関係(1)

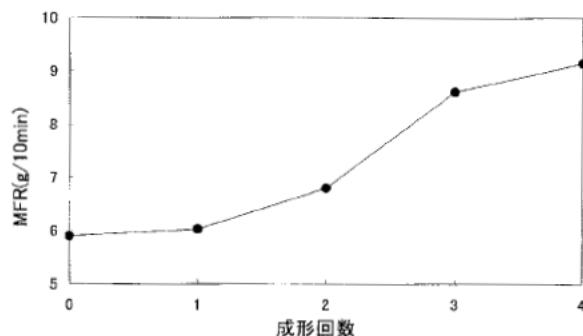


図3 成形回数とMFR値の関係(2)

4. まとめ

繰り返し押し出成形されたPPのDSC測定を行うと、成形回数が増加するに伴い、融解曲線のピークの幅は広がり、融点が少しずつ低下することがわかった。

さらに、流れ試験では成形回数の増加に伴いMFR値も増加した。これは成形回数と力学的強度との関係以上にPPの劣化の評価に有効であることがわかった。

謝辞

本研究において、示差走査熱量測定を行うにあたり御指導をいただいた京都工芸繊維大学猿

山靖夫助教授に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小林敏幸: 工業材料. Vol.48, No.3, p.5-8(2000)
- 2) 工業材料編集部: 工業材料. Vol.48, No.3, p.18-19 (2000)
- 3) 西川孝ほか: 三重県工技セ研報. No.21, p.60-62 (1997)
- 4) 高分子学会編: ”新高分子実験学8”. 共立出版, (1997)
- 5) 神戸博太郎ほか: ”新版熱分析”. 講談社, (1992)