

## 4 エンジニアリングプラスチックの応用研究 (ポリアセタール樹脂の再利用について)

化学部 末 光 宣 雄

### 1 はじめに

環境問題に対する社会的関心の高まりを背景としてプラスチック廃棄物に関する諸問題も解決されなければならない大きな課題として指摘されている。

廃棄物による環境の汚染を防止するためには、すでに廃棄され散在している廃棄物の収集、処理の方法を確立する一方、可能な限り発生源に近い段階で収集し、再利用の方法を見いだすのも有力な手段の一つと考えられる。

射出成形法によるプラスチック成形品を製品化する際に不要部分として除かれる、スプルー、ランナー等は、上述の例に該当し、樹脂の種類、履歴、グレードの特定が可能である。これらは物性の低下が許容範囲内で、かつ、汚染さえ無視し得る程度であれば、再度、粉碎して成形し、製品とすることが出来る。

現状においても、特に汎用樹脂を使用し日用雑貨品などを成形する場合には、既にこのようなことが行われているが、どの程度まで繰り返して使用することができるかについては、定量的な確認がなされているとはいえ、成形現場での経験に依存しているのが実状である。

そこで、汎用樹脂に比べて高価なエンジニアリングプラスチックの一種であるポリアセタール樹脂について、機械的強度に着目した繰り返し使用の限度を簡単かつ定量的に把握する手法の確立を試みた。

### 2 実験及び結果

#### 2.1 使用機器

- ・射出成形機 (株)日本製鋼所製 J100S
- ・メルトインデクサー 宝工業(株) L207
- ・赤外分光光度計 日本分光工業(株) IR-810
- ・万能試験機 (株)島津製作所製 AG-5000E
- ・熱分析装置 セイコー電子工業(株)
- ・電気炉、加熱プレス、粉碎機、その他

#### 2.2 使用樹脂

- ・市販ポリアセタール樹脂 (ホモタイプ)

|           |         |                        |
|-----------|---------|------------------------|
| 樹脂物性…………… | 透 明 性   | 不透明                    |
|           | 比 重     | 1.42                   |
|           | 引張強さ    | 7.00kg/mm <sup>2</sup> |
|           | 伸 び     | 45%                    |
|           | 曲げ強さ    | 10.5kg/mm <sup>2</sup> |
|           | 曲げ弾性率   | 310kg/mm <sup>2</sup>  |
|           | ガラス転移温度 | 95℃                    |

#### 2.3 実験操作

材料の物性低下の度合いを知って、繰り返し使用限度の目安とするための試験は、簡単で、しかも、物性と試験結果の因果関係が理論的に説明可能で、かつ、明確な結果が得られるものでなければならない。

こうした条件をみたす試験項目をさがすため、まず、同一材料を使って射出成形を繰り返した場合の物性低下の最大要因を加熱と考え、樹脂ペレットについて、電気炉中で、210℃、30分加熱、室温放冷30分のサイクルを繰り返し、融点、MFR、密度、赤外吸収強度等の変化を測定した。

融点は、熱分析装置により、MFRはメルトインデクサーによって測定した。また、赤外吸収強度は加圧してフィルム状とした試料を用いて測定した。

これらのなかから一定の熱履歴をうけた時点で急激かつ明確な変化を示したこと、測定操作が比較的容易であることから、熱劣化の目安とする測定項目として赤外吸収強度を選択した。

つぎに、射出成形、粉碎を繰り返した樹脂について、赤外吸収強度と機械的強度の変化の相関を確認するために以下の実験を行った。

標準的成形条件で試験片を成形し一部を保存、他を粉碎し、これを用いて再度成形することを繰り返し、各回毎に、引っ張り試験片、曲げ試験片、及び赤外吸収強度測定用試料を採取した。

機械的強度の測定は、JISを参考として、万能試験機によって行った。

2.4 結 果

① 加熱冷却処理後の物性変化

各項目測定結果

| 処 理 回 数          | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 融 点 (°C)         | 147<br>~182 | 146<br>~183 | 146<br>~182 | 146<br>~185 | 145<br>~185 |
| 密度 (g/cm)        | 1.42        | 1.42        | 1.41        | 1.41        | 1.40        |
| MFR<br>(g/10min) | 16          | 18          | 20          | 25          | 29          |
| 赤 外 吸 収          | 図1          |             |             |             |             |
| 表 面 変 化          | 無           | 無           | 淡黄色         | 黄色          | 淡褐色         |

融点については温度幅がわずかに拡大、密度についてはわずかに減少する。MFR(溶融粘度)は210°C、荷重2.16kgの測定条件では増大傾向にある。

表面変化は加熱時間が長くなるにつれ、乳白色から淡褐色へ変化する。

また、赤外吸収強度は加熱時間の合計が2時間を越えると明かな変化が現れる。(図1) 1750cm<sup>-1</sup>付近の吸収が増大する。

② 成形を繰り返した樹脂の機械的強度変化と赤外吸収強度の変化

各項目測定結果

| 成 形 回 数                            | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|
| 引 張 強 さ<br>(kg/mm <sup>2</sup> )   | 7.04 | 7.04 | 7.04 | 7.04 | 6.32 |
| 引 張 弾 性 率<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | 327  | 306  | 304  | 306  | 279  |
| 曲 げ 強 さ<br>(kg/mm <sup>2</sup> )   | 11.1 | 10.8 | 10.8 | 10.9 | 9.8  |
| 曲 げ 弾 性 率<br>(kg/mm <sup>2</sup> ) | 330  | 327  | 321  | 324  | 297  |
| 伸 び (%)                            | 11.9 | 14.2 | 14.5 | 12.9 | 12.6 |
| 赤外吸収強度                             | 図1   |      |      |      |      |

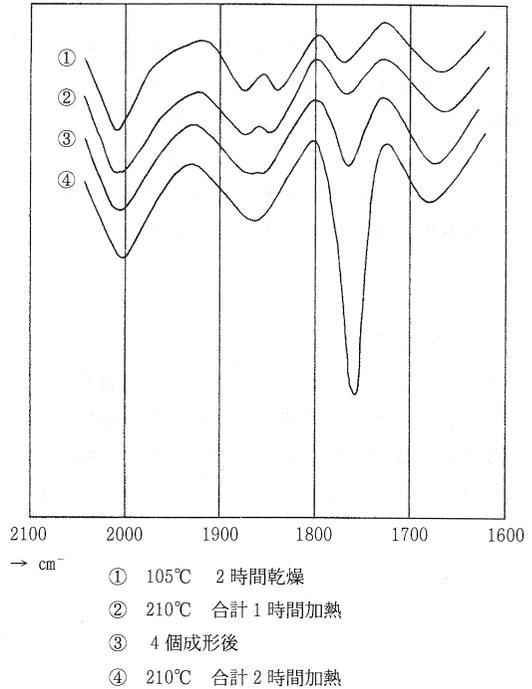


図1 乾燥後、加熱処理後、繰り返し成形後の赤外吸収強度変化

伸び及び赤外吸収強度を除いた各測定値は、4回成形後の試験片までは、同じか、変化は僅かである。5回成形後には、明らかに変化する。赤外吸収強度は4回成形後の試料から1750cm<sup>-1</sup>付近の吸収が増大する。

3. 考 察

ホモタイプのポリアセタールは、基本単位が、 $-CH_2-O-$ であり、主鎖中にC-Oを有しC-H結合よりC-O結合のほうが弱いために主鎖切断し易く連続的に解重合をおこし易いとされる(ジッパー反応)。コーポリマータイプのは、これを防ぐために主鎖にC-C結合を導入しており、用途によって2つのタイプの使い分けがされている。

今回の実験に使用したホモタイプの場合、加熱による融点範囲の拡大、溶融粘度の増加は樹脂の、熱分解による低分子化を示しており、構造的には分解によって生ずるC=O結合の急激な増加が1750cm<sup>-1</sup>付近の赤外吸収強度の増大に寄与しているものと思

われる。

機械的強度は分子構造の変化と直接的に関連しており、実験結果をみても樹脂の低分子化に伴い、伸び以外の機械的強度は低下している。

従って、これら強度の低下は、融点、MFR、あるいは外観上の変化からも推定可能ではあるが、赤外吸収強度の変化を測定するのが最も確実な方法である。

#### 4. まとめ

以上の結果から、ポリアセタール樹脂成形時のスプルー、ランナーの再使用については、樹脂の赤外吸収強度の変化、特に $1750\text{cm}^{-1}$ 付近の吸収強度の増大を繰り返し使用限度の目安とすれば良いことがわ

かった。今回の実験では機械的強度の低下がない事を条件とした場合、4回程度の再使用が可能である。

他の成形用樹脂については、まず物性低下の最大要因を特定し、次にその要因によって顕著な変化をしめし、かつ、問題とされる物性項目と直接関連すると思われ、なお、比較的容易に測定が可能な試験項目を見だし、次に、実際に成形を繰り返した試験料について、物性と試験項目との関連を確認する操作を行えば良い。

こうした手順は一見2度手間のようにあるが、1度この関連を確認しておけば、成形条件を変えた場合などには、簡単な赤外吸収強度の変化を調べさえすればよいことになる。