

プラスチック射出成形技術の合理化(第1報)

-成形条件と成形品品質の一考察-

望月 政夫* 中島 秀樹*

1. 緒 言

プラスチック射出成形技術の合理化の一環として、成形品の材料、寸法、形状等による成形条件の設定が迅速にできるために、今年度はPP、PE、PSの汎用樹脂3種類を使用して成形試験を行った。特に今年度は、成形条件として加熱筒温度(成形温度)の変化に重点をおき、成形品の引張強度及び硬度試験を行い、成形条件の一考察を試みることにした。また、樹脂温度変化による流動特性を知るため、メルトフローインデクサを使ってMFR(メルトフローレート)の測定を行った。

その結果、MFRと荷重の関係が2次曲線で表されること、及び温度と荷重からおおよそのMFRが計算されることが分かった。また、加熱筒温度変化が物性に及ぼす影響があまりないことが分かった。

2. 実験方法

2.1 成形材料

- | | |
|---------------------|---------------|
| 1) PP (ポリプロピレン) | 三菱ポリプロ 6800JG |
| 2) HDPE (高密度ポリエチレン) | 出光ポリエチレン 130J |
| 3) PS (ポリスチレン) | 出光スチロール NF20 |

2.2 流動特性試験(MFR)

(1) 試験機器

メルトフローインデサ((株)東洋精機製作所)を用いて、測定を行った。

(2) 試験温度

- | | | |
|------------|--------------------|------|
| 1) ポリプロピレン | 190, 200, 210, 230 | の4種類 |
| 2) ポリエチレン | 180, 190, 200, 210 | " |
| 3) ポリスチレン | 200, 210, 220, 230 | " |

いずれも成形温度前後の温度を試験温度とした。

2.3 射出成形試験

(1) 金型の寸法測定(金型形状は図1に示す)

三次元座標測定機((株)東京精密)を用いて測定を行った。図1に示すとおり金型の形状はJIS-K7113の1号形試験片と、曲げ、衝撃及び荷重たわみ温度等の試験片作成に必要な十分な寸法をもつ形状とした。測定結果は、設計値の公差内であった。

*繊維工業指導所編織部

(2) 射出成形

1) 成形機

(日精樹脂工業(株))

型締力・80ton

型締方式・直圧式

6速6圧(保圧3段)

データ解析装置

圧力,温度,位置等の

測定,解析が可能

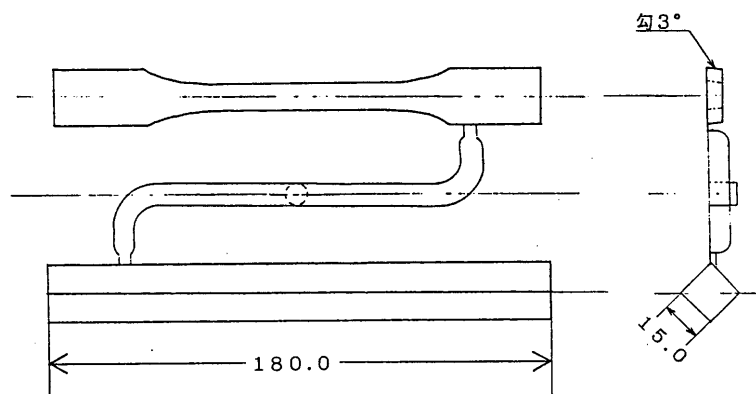


図1 金型設計図

2) 試験加熱筒(シリンダー)

温度

3種の樹脂について加熱筒の4部を表1のように設定した。各部の温度は一般に、ノズルと前部は同じにし、中部は前部より5~10 低く、後部は中部よりさらに5~10 低く設定する。これは、後部から段階的に温度を上げることによって計量を容易にし、さらにノズル部分で射出状態に設定し易くするためである。

表 1 加熱筒温度

樹 脂	P P				P E				P S			
	ノズル	前部	中部	後部	ノズル	前部	中部	後部	ノズル	前部	中部	後部
1	190	190	185	180	180	180	175	170	200	200	195	190
2	200	200	195	190	190	190	185	180	210	210	205	200
3	210	210	205	200	200	200	195	190	220	220	215	210
4	230	230	225	220	210	210	205	200	230	230	225	220

3. 実験結果と考察

3.1 メルトフローレイト(MFR)¹⁾

PP, PE, PS 各樹脂のメルトフローレイト測定結果は、図2, 3, 4のとおりである。各樹脂とも温度と荷重によりMFRがかなり違うことが分かった。また、各樹脂とも温度にかかわらず荷重—MFRの曲線は二次曲線となり、二次係数の大小により樹脂の流れ易さを判断できることが分かった。次に最小荷重(2.16kg)のMFRを1とした場合の各荷重の割合を*MFRとすると*MFR曲線は二次曲線となる(図5,6,7)。さらに温度と最小荷重における1/MFRの曲線は一次曲線となる(図8,9,10)。2つの曲線*MFR曲線と1/MFR曲線から必要な荷重・温度におけるおおよそのMFRを計算できることが分かった。

(例えば, $1/MFR$ 曲線から必要な温度の $1/MFR$ を計算・ M とおく, $*MFR$ 曲線から必要な荷重の $*MFR$ 計算・ M とおく, その結果, $1/M \cdot M$ で MFR が計算できる)

メルトフローインデクサは低圧用試験機であるため, 実際の射出成形機の圧力には遠く及ばないので実用性に欠けるところがある。このため実際の使用に近い圧力の得られる高化式フローテスタ-やスパイラルフロ-金型等が使われて試験が行われているのが実情である。²⁾

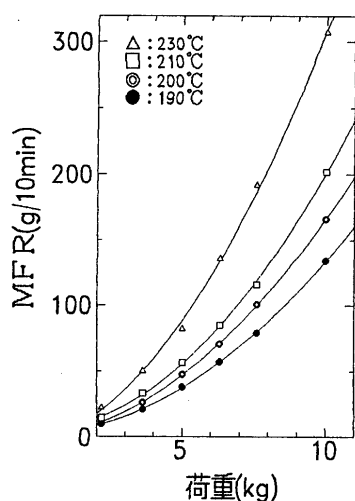


図2 PP のMFR 曲線

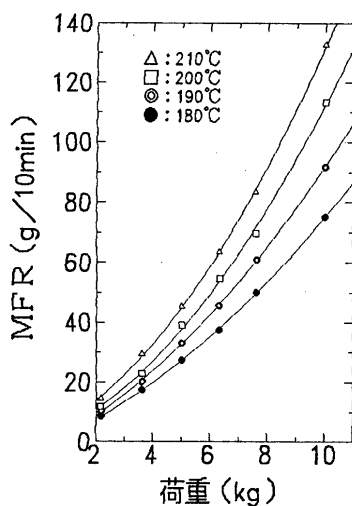


図3 PE のMFR 曲線

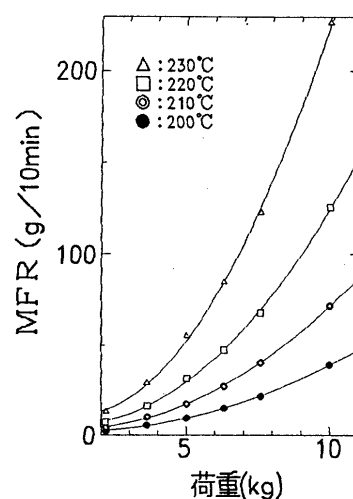


図4 PE のMFR 曲線

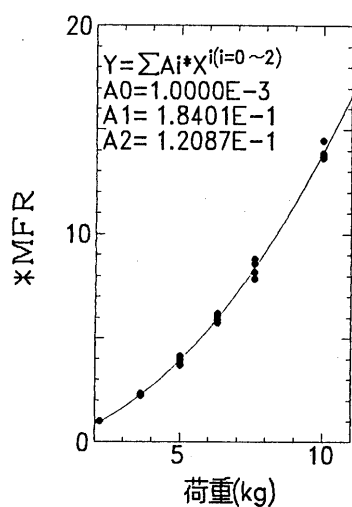


図5 PP の*MFR 曲線

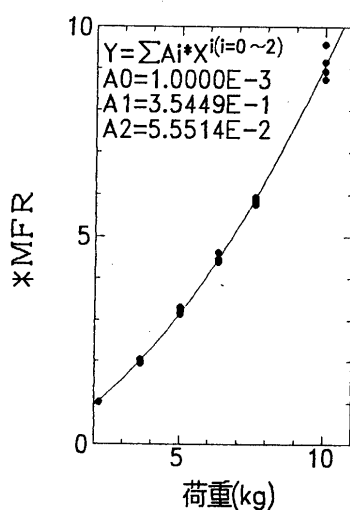


図6 PE の*MFR 曲線

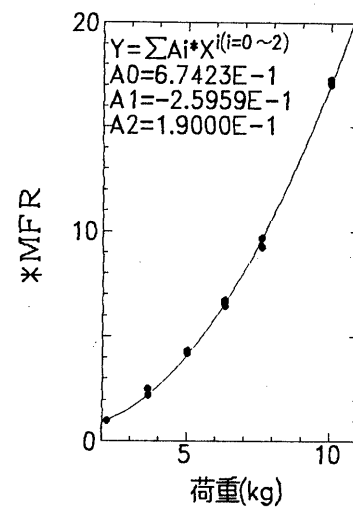


図7 PS の*MFR 曲線

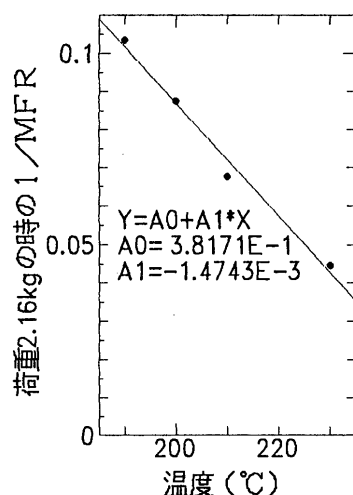


図8 PPの1/MFR曲線

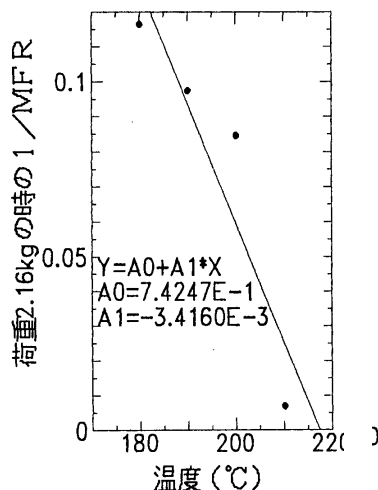


図9 PEの1/MFR曲線

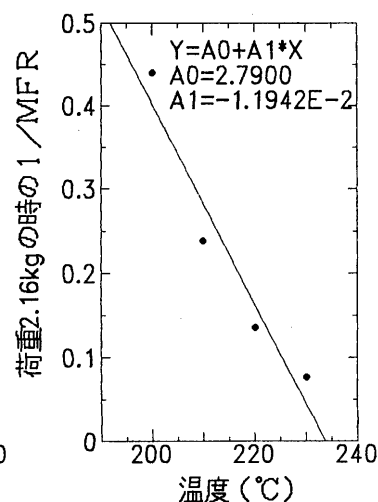


図10 PSの1/MFR曲線

3.2 加熱筒温度条件による成形品の物性

表2 加熱筒温度条件と成形品の物性

樹脂 加熱筒 種類	P P		P E		P S	
	引張強度	硬 度	引張強度	硬 度	引張強度	硬 度
1	2.49	75	1.85	- 20	4.50	118
2	2.49	74	1.86	- 13	4.53	117
3	2.47	72	1.83	- 22	4.45	117
4	2.40	74	1.82	- 23	4.42	119

単位 引張強度: kg/mm² ロックウェル硬度: R スケール

成形時における, 射出速度, 圧力, キャビティ内圧を表したグラフの一例を図11に示す。加熱筒温度が品質及び、成形条件にどのように関係しているかを, 簡単に考察してみたい。加熱筒温度の設定は, 各樹脂によってカタログ値としておおよそは決まっている。

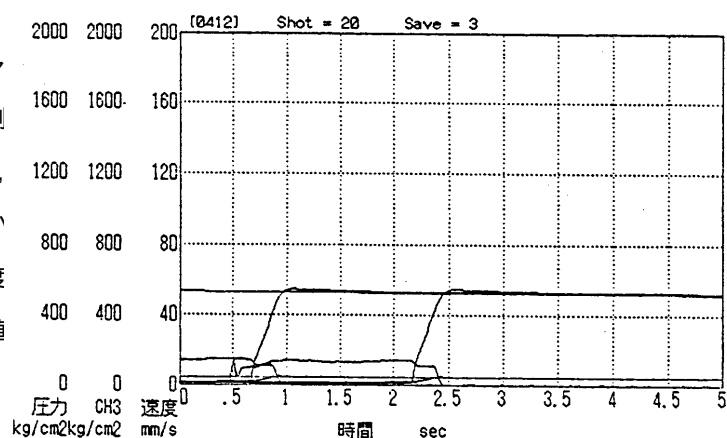


図 11 射出速度, 圧力, キャビティ内

温度により MFR も変化するので、温度変化にともなう成形条件の速度、圧力、計量(温度により比容積が違う)等を設定し直す必要が生じるのは、ごく当然であるといえる。例えば、樹脂の温度を高くすれば MFR は大きく、また密度が小さくなる(比容積が大きくなる)ので計量あるいは保圧、射出時間等をいくらか調整する必要が生じる。このように成形条件は、何らかの成形条件を変えると他の成形条件を変化させる必要性が生じてくる。このため加熱筒温度、速度、保圧等いろいろな成形条件に左右され易いといえる。また、表2を見ると、加熱筒温度によって物性はあまり変化がないことが分かる。このことは、加熱筒温度の変化を今回の設定温度範囲に取るならば、いずれの温度も成形条件として、取り得るということが分かった。他方、作業能率を考えた場合どの温度を取るかけ、大きな問題である。

4. 結 言

平成4年度技術指導施設費補助金により、射出成形機、三次元座標測定機を導入した。

4年度は、特に加熱筒温度分布に重点をおき、品質と成形条件について探ってきた。来年度は、電子コントローラの役割と成形品品質の関係を検討してみたいと考えている。

なぜならば、4年度導入した金型は、厚物の部類に入るため、今回行った1速2圧の成形条件ではなかなか内部ヒケのない良好な成形品が得にくいことが分かった。そこで、プログラマブルコントローラを利用した方法(特に保圧関係)を検討する必要がある。

また、今年度は汎用樹脂に重点をおいで試験検討してきたが、来年度はエンジニアリングプラスチックを対象に試験検討していきたいと考えている。

参考文献

- 1) やさしい射出成形/圧縮成形 編集 魔恵章利 三光出版
- 2) プラスチックの成形加工 山口章三郎 実教出版