

# プラスチック射出成形技術の合理化（第4報）

井澤 徹\*

## 1. 緒言

射出成形機によるプラスチック製品の成形加工には、樹脂の温度や射出速度及び圧力更に金型温度等の種々の条件を的確に設定する必要がある。これらの条件については、やってみなければ分からないという部分があり経験と勘によるところが多く、各オペレーターによりばらつきが見られる。これを、少しでも理論的にしようと平成4年度から始めたのが当事業であるが、成形条件を設定するセオリーはあるものの製品形状、成形機、材料等によりいまだ明確に理論と現象が説明され得ないところがある。したがって、当事業の目的である成形条件が品質に及ぼす影響についても、傾向は見られたがいまだ明解な知見を得られたとは言い難い。そうかといってこの基本的なことにこだわっていても業界のニーズに遅れをとることに成りかねないことから、平成6年度から世に出始めている新しい成形技術についても実証試験を行っている。平成6年度はCPN（一休み）成形と射出圧縮成形について、その残留内部応力に及ぼす効果について検証した。本年度は業界で注目されている型内加工についてゲートカットを中心にその技術的背景と当所の金型を使った事例について報告する。

## 2. 型内加工

### 2.1 型内加工とは

型内加工とは型内に溶融した樹脂を注入後まだ樹脂が硬化しない内にゲートカットや局部圧縮及び穴開け等の加工を施すものでありその概要を第1図に示す。

適用用途	樹脂充填	加工後
ゲートカット	オーバーラップゲート 製品部、ランナ、ゲート、ピン	
	トンネルゲート 製品部、ランナ、ゲート、ピン	
	サイドゲート 製品部、ゲート、ピン	
	ディスクゲート 製品部、ゲート、スリーブ	
局部圧縮	ひけの低減 ウェルドの軽減 製品部、ひけ、ウェルド、ピン	
	薄肉形成 製品部、ピン	
穴開け	製品部、Eピン、スリーブ、Eピン	

型内ゲートカットの主な利点は

- ① 成形後のゲートカット工程が省略できる。
- ② ゲートサイズを大きくできるので低圧成形ができ、製品の残留歪を低減できる。
- ③ ゲートカット部がきれいに仕上がる。
- ④ 小型成型品のヒケが防止できる。

が上げられる。

型締め中にエジェクターピンを動作させ、ゲートを切断する考え方（型内ゲートカット）は古くからあるが、その具体化は1975年出願の熱硬化性樹脂への応用の特許に始まる。その後、熱可塑性樹脂にトライした人も多数いたようであるが失敗していたようである。しかし、コントローラを主とした技術の進歩と、製造業のグローバル化による原価低減と高品質化のニーズにより現在大きく分けて2方式の型内加工システムが実現している。

その一つは従来の油圧エジェクタシリンダーをコントロールする2段突き出し方式であり、もう一方は成形機本体の油圧源の他に型内加工専用の油圧駆動源を使った振動加圧シリンダーによる方法である。後者には、成形機に組み込んだ油圧シリンダーによる方法と、金型内に油圧シリンダーを組み込む方式の2通りの方法があり、どちらも振動加圧制御が可能であり型内加工の機能が多様化できる利点がある。苦手な材料は、いわゆる「柔らか物」といわれる材料で、押し込み跡が膨れ上がりやすく、成形条件面での工夫がある。ファイラーのある方が難しく感じられるが、実は逆に剛直な材料の方がきれいに切断・押し込みができる。表1はエジェクターを利用する方法とゲートカット専用装置の比較である。

表1. 基本動作の比較

エジェクタによる二段突き出し	専用駆動装置による加工
① エジェクト動作と独立して動作が出来ない	① エジェクト動作と独立させて動作が出来る
② 加圧プレートが動作し型開後加圧プレートとエジェクタプレートが同時に前進する動作しかできない	② エジェクターとして使うことも可能
③ エジェクタシリンダーの容量が大きいので微動作がしにくく、加振ができない	③ あらゆるタイミングで動作できる。
	④ 加振動作が出来る（直押し～10Hz）

エジェクターによる二段突き出しは専用装置による方法より機能面で劣るが、経費が少なくすむという大きな利点があること。製品によってはこの方法で十分なものが多数存在する。

2.2 成形事例

第2 図は今回使用した金型の製品の略図である。この製品に適応できる型内加工はゲートカットを始めとして 穴開け、局部圧縮による薄肉成形及び肉厚部の引け防止などが可能であるが、今回はサイドゲートをオーバーラップゲートに改造して型内ゲートカットをエジェクターの2 段突き出しを利用して実験した。

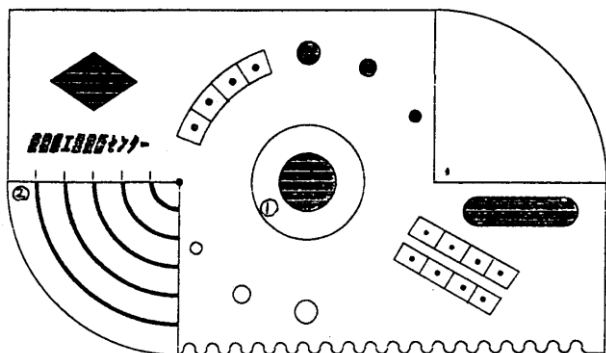


図2 試作プレートの概略

第3 図に金型の改造部分（エジェクタープレートに追加）を示す。

通常、可動側取付プレートのエジェクターロッド穴はロッドのあそび部分になっているが、ここに円形プレートを追加してゲートカットピンの駆動部とした。このプレートにはゲートの厚さを2.5mm に設計したのでその間だけエジェクタープレートが駆動しないようにギャップを設けその距離だけカットピンを移動してオーバーラップゲートを製品の中へ押し込む方式を採用した。

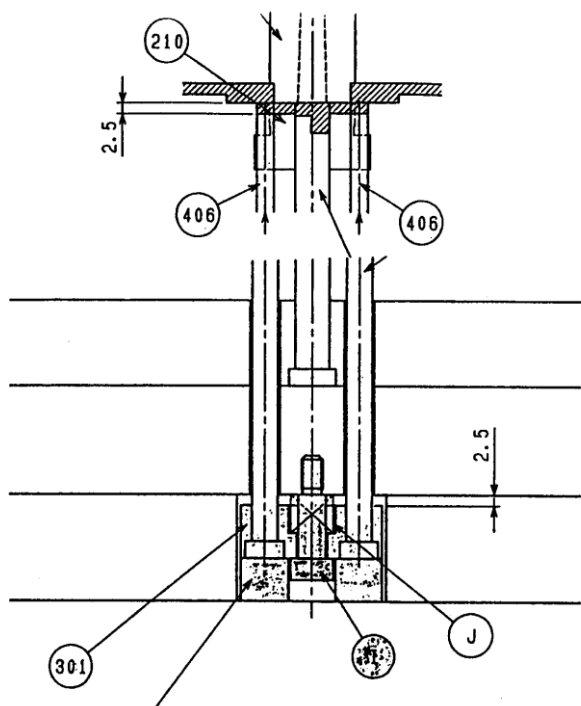


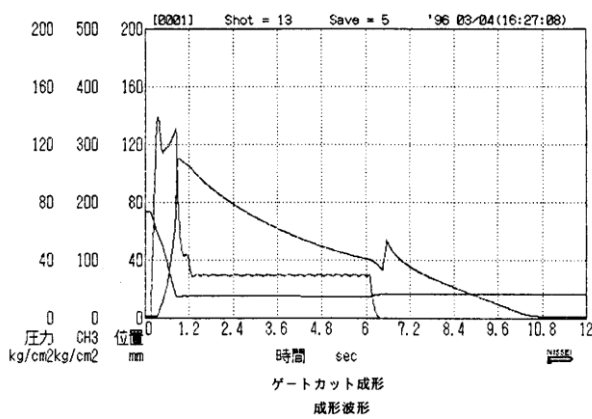
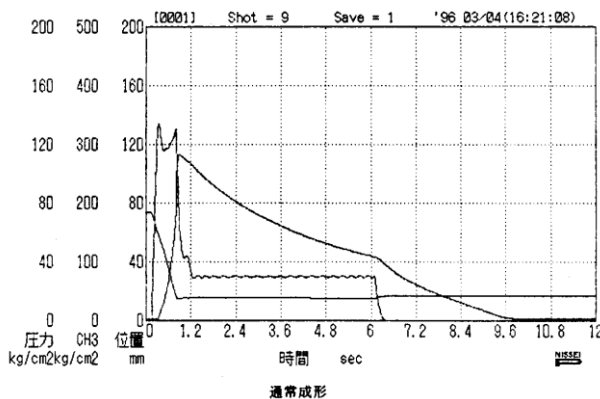
図3 ゲートカット機構

ゲートカット及び製品突き出しの過程は、

- ① 射出及び補圧が完了した時点よりゲートカット前進動作（一段目の突き出し）が開始する。今回は位置仕様で2.5mm に設定したが前進時間で設定することも出来る。
  - ② 前進完了後ゲートカットは一時停止時間分（切口の固化時間分）停止する。
  - ③ 一時停止時間後、エジェクター後退限位置（最初の位置）迄後退する。
  - ④ ゲートカット動作完了後通常の動作に戻り計量がはじまる。
  - ⑤ 冷却後本来のエジェクター動作にて製品を突き出す。
- 以上の①～⑤である。

3. 結果及び考察

第4 図は第2 図の①の位置でとったゲートカットをしないとき（通常成形）としたとき（ゲートカット成形）の型内圧センターの波形である。ゲートカットによる内圧の上昇が明瞭に判別できる。



プラスチック射出成形  
図4 成形波形

チャートは省略するが、第2 図の②では変化が現れず内圧の伝搬は無いことが分かった。このことはゲート周辺部にオーバーパックによる残留応力が偏在することを示しており、今回もキャビティからの抜けが悪くなりテーパ角度を修正することが必要になった。一方では、ゲート付近の肉厚部のヒケがなくなる効果もあった。

## 4. 結 言

今回は型内加工の技術的意義と当所で行った事例について報告した。事例については製品の評価等まだ充分でない所があり、別の機会に報告する。この技術が企業に於て活用された例として、セラミックの成形に当所の設備を利用して適否を判断し、高価な設備を使わなくても可能なことが立証でき、現在試験稼働に入っている。また、アクリル製の厚物成形に於けるヒケ対策として本技術の導入が検討されている。この様に、業界誌などに掲載され、知識としては知られている技術でも、企業に普及するにはそれなりの手順が必要であり、今後もこの面での支援も取り上げて行きたい。

## 5. 「プラスチック射出成形技術の合理化」を終了に当たって（総括）

射出成形も成熟産業と評価されるようになりつつあり、独創的で目新しい技術開発が起りにくくなってきている。日本国内では、世代交替が始まっており第一世代から第二世代への交替が、うまく行われることが必要な時期に来ているのではないかと推察される。厳しい経済環境の中で生き残っていくためには、常に高付加価値の物作りを目指し、実現の具体的な方法を検索して行かなければならない。そのためには、共通な技術基盤の上に新たな独自技術を開発して行く必要がある。

これまで4報に渡って「プラスチック射出技術の合理化」として成形条件と品質及び新しい成形技術について報告してきた。これらは全て共通の技術であり開発的な要素を含んでいないが、射出成形にとっては普遍的課題であり、避けては通れない過程である。しかし、当所考えていたより、プラスチック及びその成形技術は複雑であり、奥の深い技術であることを痛感している。本事業で射出成形機と三次元座標測

定機を導入した訳であるが、どちらも担当者にとっては、初めて手に触れる機械であった。プラスチックは機械技術と化学・材料技術の境界に位置する学際技術であることから、教育の場で触れるチャンスはほとんど無に等しい。また、担当者はセンタターの方針が業界対応型から技術対応型に移行する中で、とまどいながら本事業を遂行してきた。しかし、曲がりなりにも第1段階をクリアし、他の公設機関及び業界とも共通の視点でプラスチックを捉えることができるようになった。

今後は機能性材料の開発を手始めに、金型及びCAEを含めた成形技術、用途開発及び構造解析による製品設計等、製造業を支援するために一貫性のある体制を整えて行かなければならない。このことが、バーチャル企業の研究室としての機能を分担することになり、オープンラボとしての設備充実につながることになる。その上に立って、他県の機関及び業界との棲み分けを考慮した独自性をもった研究テーマに挑戦して行かなければならない。

## 参考文献

- 1) 望月政夫、中島秀樹 茨城県工業技術センター研究報告 第21号 P134(1993)
- 2) 望月政夫、中島秀樹 茨城県工業技術センター研究報告 第22号 P33(1994)
- 3) 飯村修志 茨城県工業技術センター研究報告 第23号 P40(1995)
- 4) 今井、プラスチック 46 [12], P41(1995)
- 5) 森北、プラスチック 46 [8], P39 (1995)
- 6) 森北ほか、プラスチックエージ 40 [9], P128(1994)
- 7) 日精樹脂工業(株) ゲートカット動作説明書