

プラスチック射出成形の基礎 その2

ポリテクカレッジ浜松 生産技術科 岡 達
(浜松職業能力開発短期大学校)

2.6 射出成形の過程

2.3でも述べたように、熱可塑性樹脂は加熱されると可塑性・溶融し、冷却すると固化する性質がある。

射出成形法はこのような熱可塑性樹脂の性質をうまく利用した加工法で、簡単に言えば「閉鎖している金型のキャビティ（成形品となる彫り込んだ空間部分）に可塑性・溶融した材料を射出・注入し、冷却・固化させた後、金型から成形品を取り出す」ことによって所要の製品を一工程で作り出す加工法、といえる（図6 成形サイクル）

すなわち、第1段階では成形材料（ペレット）を加熱筒内で加熱・溶融・可塑性させる過程である。

加熱筒内では加熱すると同時にスクリーを回転させることによって可塑性の一層の促進と脱泡を行う段階である。

加熱筒用のヒータは、設定温度にコントロールされ、加熱・可塑性の動作は常時行われている。

第2段階では、十分可塑性された溶融樹脂を金型に射出・注入し、キャビティの隅々まで充填させる段階である。

第3段階では、キャビティに充填された溶融樹脂が固化するまで冷却する。その場合、冷却に伴う成形品の収縮分を補うため、ゲートシール完了まで保圧（2次圧）を加えながら成形品の固化を図る段階である。

冷却過程と並行して、次の射出・注入サイクルに備えて必要な樹脂量の計量も行われる。

第4段階では、金型を開放し、キャビティ内で十

分冷却固化された成形品を取り出す段階である。

成形品を取り出した後、次の射出・注入、充填の段階に備えて金型の閉鎖を行って1サイクルが完了する。

「図7 射出成形過程」により概略を説明する。射出成形機械に取り付けられた通常円錐形をした容器（ホッパー）に、十分乾燥された成形材料（米粒状になっていて「ペレット」という）をそのつど補給し、蓄えておく。

プラスチック成形の専門工場などでは、各成形機に分配される材料は乾燥と供給が一元化され一括管理されている。

ホッパーのゲートを開くと成形材料は加熱筒内へと流入していく。

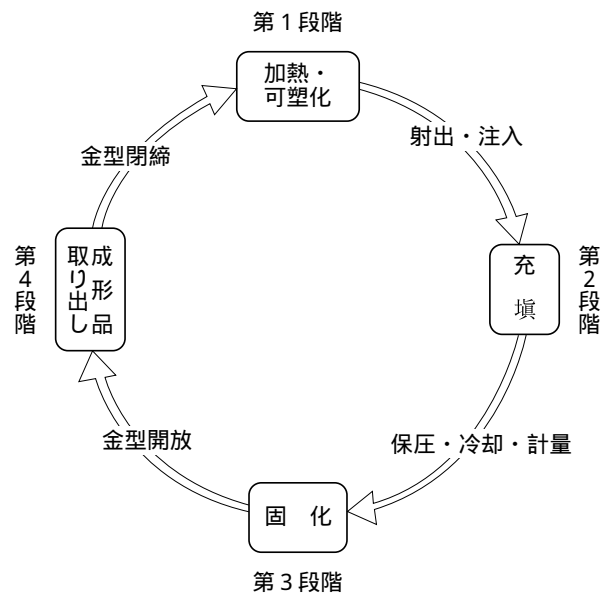


図6 成形サイクル

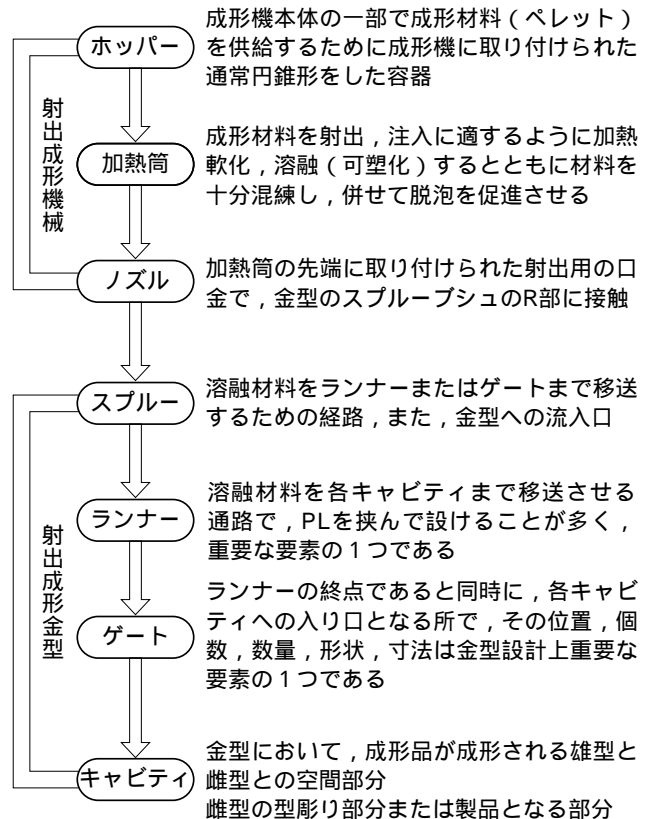
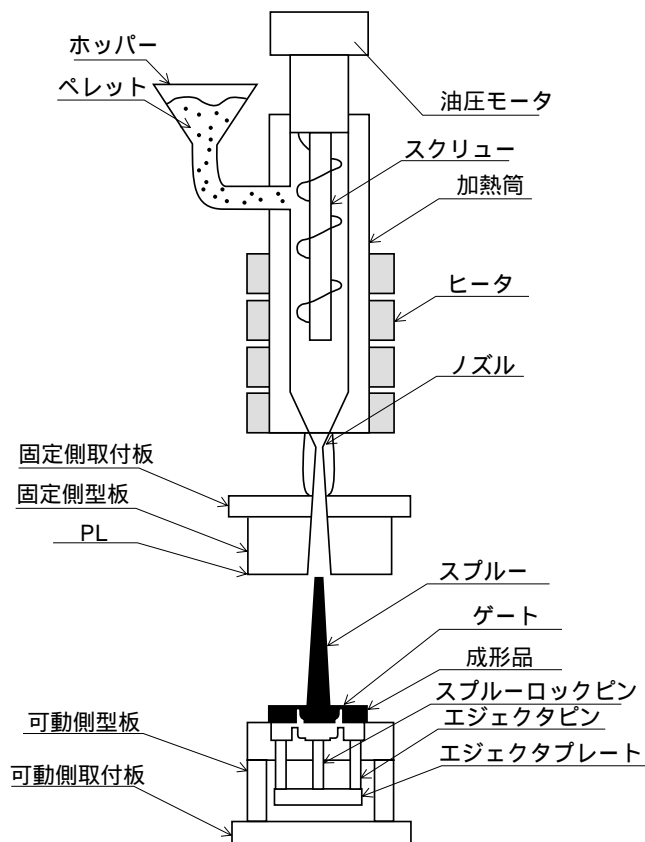


図7 射出成形過程

加熱筒はその外側をヒータで囲まれ、設定された温度にコントロールされている。

加熱筒内へ流入してきた成形材料は徐々に加熱され、可塑性してくる。

加熱筒内にはスクリューがあり、油圧モータで回転させるようになっていて、成形材料の混練と可塑性および脱泡の促進、実際の成形品を成形するのに必要な熔融材料（射出量）の計量などの役目を担っている。

計量を終えた熔融材料は、加熱筒下部にある射出用ノズルから成形金型のスプルーシュを介してランナー、ゲートを通してキャビティの隅々まで充填されることになる。

充填された熔融樹脂は、時間の経過とともに冷却・固化が進行する。

十分固化が進めば、金型を開放して、エジェクタピンやストリッププレートなどで金型から成形品を取り出して1サイクルが終わる。

次のサイクルの準備動作として、金型の閉締を行い、新しいサイクルに入ることになる。

金型の閉締から 射出・注入 冷却・固化 金型開放 成形品取り出し 金型閉締までの1サイクルに必要な時間は、成形品の形状、大きさ、成形条件にもよるが、概して小型成形品では10～20秒程度で、少し大きくなると30～60秒程度の時間が必要である。

3. 成形品設計の進め方

成形品の設計を行う場合、一般的に2通りの場合が考えられる。

その1つ目の場合は、発注者が形状、大きさ、製品材質、色、機能などの仕様が指定される場合である。

その場合、成形品の設計者が発注者と相談をしながら細部の意匠・デザインなども含めて打ち合わせ

を行い、成形品設計の変更などを行いながら詳細設計を行う。

2つ目の場合は、発注者から用途、構造、機能、色を含めた外観などの大まかな製品仕様や希望要求を聞き取り、成形品設計者の側でデザイン、形状、大きさなど全面的な成形品の詳細設計を行う方法である。

成形品設計に当たって設計者は、成形品の意匠デザインと設計、成形材料、射出成形機械、金型の設計と製法、それに加えて成形加工方法などについての広範な知識が要求されることになる。

なかでも意匠・デザインを含めた成形品の設計の良否が、製品の成功・不成功を決定づけると言っても過言ではない。

意匠・デザインを含めた成形品の設計が合理的に行われた場合には、金型の設計、とりわけ金型の形状、構造が簡素化でき、結果として金型の製作コストを低下させることができる。

金型の形状、構造が複雑でなくなれば成形加工も容易となり、成形加工上のトラブルも減少し、結果として成形コストも低下させることができるので、製品のコストを低下させることができる。

反対に、成形品の設計が合理的に行われなかった場合には、金型構造も複雑となり、金型の設計、製作も面倒となり、結果として金型製作時間も長引くことになる。

金型構造が複雑になれば、金型の動作不良のトラブルやバリ発生、成形品の離型不良など成形加工の工程でのトラブルが発生し、成形サイクルの不調をきたすことになる。

また、各種の成形不良や予期をしていなかった事故やトラブルが発生して不良品を作ってしまう。場合によっては生産中断に追い込まれ、結果として目標生産数量を達成できなくなり、関係各方面に多大なる迷惑をかけることになり、関連企業との信頼関係までも失いかねない結果となる。

成形品のコストは金型の製作費、成形材料費、成形加工費および利潤を含めた諸々の経費から算出できる。

そこで成形材料費、成形加工に要する費用や諸経

費は各社それほどの差異は存在しないものと思う。問題は「金型」自身の価格である。

金型の価格の内訳をみると、金型そのものの材料費、金型の設計費用と金型製作費および諸経費からなっている。

金型材料費と金型の設計費用および諸経費は各社それほどの差異は存在しないが、問題は金型製作費である。

いかにして金型構造を簡略化し、金型部品の加工時間を減少させ、トラブルの少ない金型を設計・製作するかにかかっている。

そのためにも成形品の意匠・デザインは重要な要素の1つといえる。

次に成形品の意匠・デザインも含めた設計上の基本的な考え方として、

工作容易な形状、デザイン

成形容易な形状、デザイン

重心の近くにゲートを設定できる形状、デザイン

精度（外観、寸法、物性など）などを満足できるような形状、デザイン

局部的に応力が集中しないような形状、デザイン

成形性のよい材料で、肉厚を薄くできるような形状、デザイン

金型痕の対策を考慮に入れた形状、デザイン

貫通穴、底付き穴、ねじ穴などの場合、2次加工との関連を考慮に入れた形状、デザイン

インサート位置、穴あけ位置の検討

などを十分検討、考慮して成形品の設計を進める。

成形品の設計の良・不良が成形品（製品）のコストにかかる比重は、非常に大きく重要な位置を占めると言ってもよい。

図8に成形品のコストと金型製作に要するコストの関係を示す。

3.1 成形品構造設計の要点

射出成形法は前述したように、加熱、溶融（可塑性）した樹脂を閉じた金型のキャビティ部に射出し、充填された樹脂を冷却・固化させ、金型を開いて成

形品を取り出す加工法である。

その成形品は、量産を前提とした高度の生産性が要求される。

したがって、成形品を設計するうえで意匠・デザインも重要であるが、成形性と加工技術上の諸問題をも念頭に入れておくことを忘れてはならない。

成形品に要求される基本的なものは機械的、化学的性質の他に、耐老化性、耐候性などがあるが、成形時における成形サイクルの短縮と残留応力による変形やクラックの防止などは、最も大切な要素の1つと言える。

製品、成形品設計の中には、製品の重要な要素として意匠・デザイン的なものがあるが、これはその道の専門家に委ねることにする。

成形品の企画・設計をする場合、金型内に注入する、また金型内から成形品を取り出す、という工程があるため肉厚、抜き勾配など成形品の構造上の重要な要素がある。

以下に射出成形品を設計するうえでの一般的な要素、留意事項を述べてみる。

(1)分割線（パーティングライン：Parting Line = PL）
金型内で冷却・固化された成形品を取り出すためには、金型を開かなければならない。

金型は一般に雄型（コア：Core）と雌型（キャビティ：Cavity）のセットでできており、雄型と雌型（場合によっては可動側と固定側）の合わせ面のことを分割（面）線（パーティングライン：

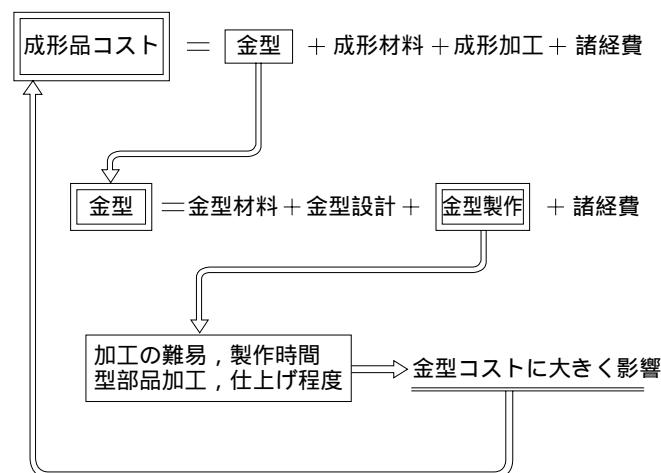


図8 成形品のコストと金型費

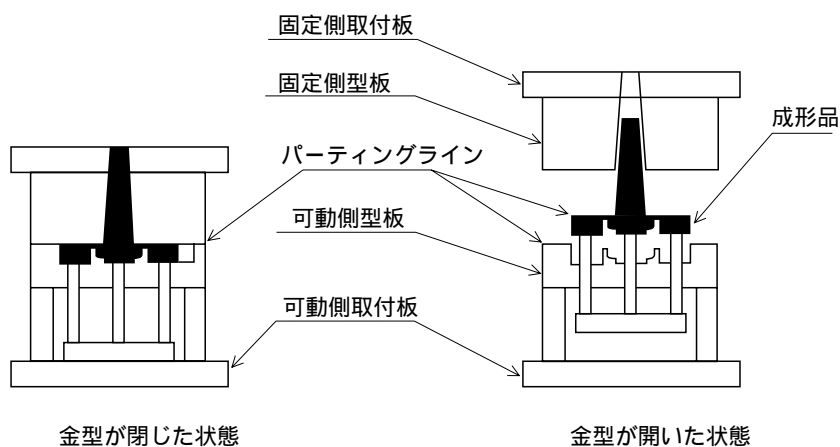


図9 パーティングライン

Parting Line = PL) ともいう (図9)

成形品の形状によっては、雄型または雌型の成品部が2個以上の部分から構成されることもある。この場合の合わせ面のこともPLという。

また、成形品の表面には、金型の分割面に沿ってその跡痕が細い線として残る。その残った跡(線)のこともPLという。

PLは金型には必要不可欠なもので、いろいろな利点もあるが、成形品には外観不良、バリ発生などといった障害となる点が多いので、細心の配慮が必要である。

PL設定上の一般的な留意事項として、

目立たない位置に、目立たない形状で

PLは可能な限り直線、単純な曲線、直線と簡

単な曲線を組み合わせで設ける (図10)

バリの発生を極力抑える工夫や仕上げ対策を考慮に入れた構造 (図11)

複雑なPLは、加工が難しいだけでなく、補修や修正などのメンテナンスの面でも手間がかかり、結果としてコストが高くなる

アンダーカット部の処理についての考慮

ゲートの位置や形状との関係

重要な寸法は、PLを横断しないようにする

金型(可動側と固定側:雄側と雌側)は完全には一致しないということの認識

製品は可動側にくっつくように配慮する

(次号に続く)

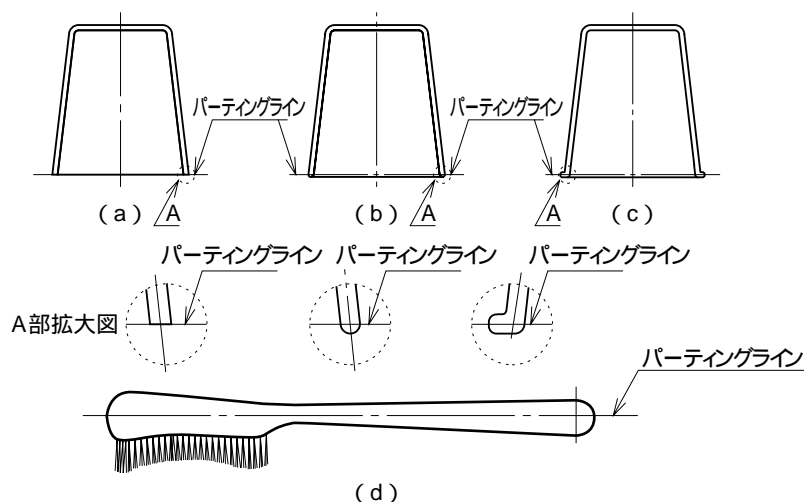


図10 パーティングライン例 (1)

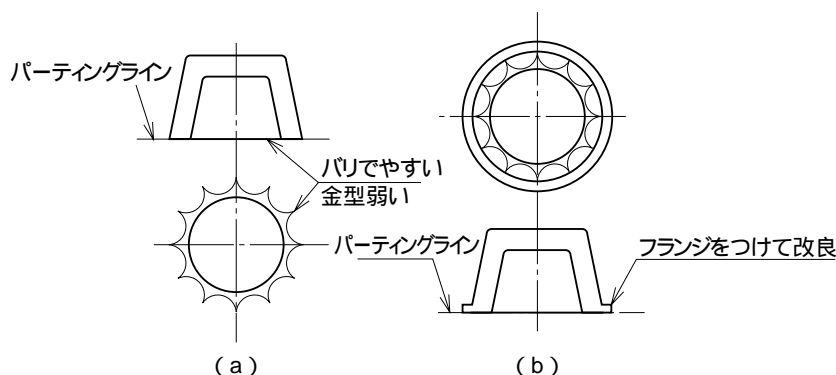


図11 パーティングライン例 (2)