

プラスチック射出成形の基礎

〈その10〉

(成形加工技術編)

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)

1. 総 論

射出成形品は、各種の工業製品におけるねじ立て、リベット、溶融による接合、接着剤による接着、メッキやホットスタンピングなどの二次加工を施すような特別な場合を除けば、一般に「一工程で完成品」といわれ、金型から取り出せば即完成品、商品として取り扱われている。

しかし、射出成形法は加熱、可塑化された樹脂を閉じられた金型の中（キャビティ）に強制的に高圧で充填させられ、冷却・固化後に成形品を取り出す方法であるため、それらに起因した各種の不具合、トラブルが発生する。

射出成形法で成形品を創っている限り成形不良が発生するのは避けることは現時点では非常に困難で、射出成形では成形不良はどこまでも付きまとう、という言葉をよく耳にし、頭の痛い問題である。

射出成形の不具合、トラブルにはいろいろな現象があり、その発生メカニズムもまた複雑である。

その(1)でも述べたとおり、ある1つの要因だけで発生するものは少なく、その多くは各種の要因が関連し合っ起こる場合が多い。

成形不具合の要因として

- ① 原料（使用樹脂（Materials））の性質に問題または欠陥がある
- ② 成形品の意匠デザインと設計（Manufactured goods or Moldings）に問題または欠陥がある
- ③ 成形機械（Machine）の能力不足
- ④ 金型の構造、設計技術（Mold design）に問

題または欠陥がある

- ⑤ 金型製作技術（Manufacture or Make）に問題または欠陥がある

- ⑥ 成形条件の設定など成形加工技術（Method）が不適當または経験不足などが相互に深く関連し合っている。

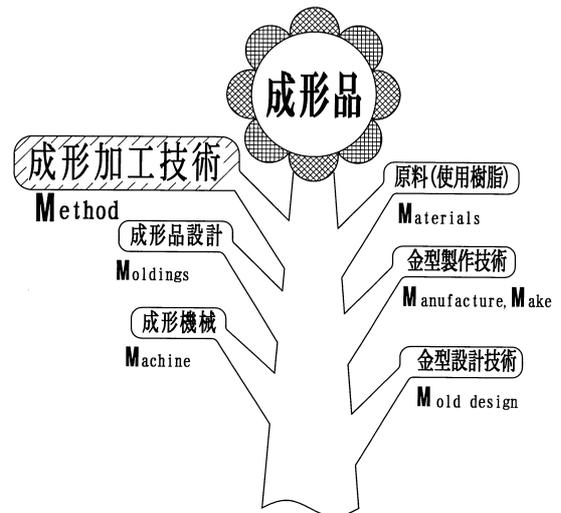


図92 成形品の6要因 (6M)

なかでも⑥の成形加工技術の面では、製品である成形品を作り上げる最終段階であるため、特に注意深く作業が進められる。

実際の成形作業では「やってみなければわからない」的な未知で不確定な要素が多分にあるのも事実（過去において実績のある成形作業ではその成形条件などのデータは記録、保存されている）で、関連する知識、技能、技術、経験が増して必要で、何度か試行錯誤的な作業を繰り返しながら進めていくこ

とになる。

射出成形における成形条件は、大きなパラメータとして温度、圧力、時間、量、速度、位置の6つの要因がある。

成形加工の段階においてトラブルが発生した場合、むやみにそれらの要因（成形条件）を変えても決して良い結果は望めないのは当然で、逆に結果を悪くすることさえある。

使用する樹脂、金型、成形機械などを総合的に把握して、適切な成形条件を効果的に組み合わせ（成形加工技術）ていくことが必要である。

また、非常に困ることは、ある成形不具合対策が、逆に他の成形不具合を助長させたり、新たな不具合を発生させたりすることが多いことである。

射出成形の原理を正しく理解したうえで、成形品を注意深く観察し、成形状況を適切に把握することも重要である。

金型を例にとってみれば、成形品を成形する金型は、1個1個の金型部品が精度よく加工されていても、金型として組み立てられた場合の静的組み立て誤差や、実際に射出成形機械に組み込まれて作動させたときの温度の影響や動的誤差も問題となってくる。

厄介なことにそれらの要因が複雑に関連し合っ、成形加工時の不具合を起こすケースが多いので、ある1つの解決法が必ずしも適当であるとは一概に言えない。

したがって、ある不具合が発生した場合、その原因がいずれの要素に起因しているものなのかを的確に判断するとともに、当面の解決法と根本的な解決法を区別し、それらの対策法を確立しておくことが必要である。

成形不具合防止とその対策の詳細については、各ケースによって異なるのでそれぞれの経験を生かし、成形不具合対策データを蓄積されることが必要である。

近年は、射出成形技術の分野でもコンピュータの利用技術が盛んに取り入れられ射出圧力、射出量、射出時間、保圧、保圧時間、金型温度、樹脂温度、エジェクタ量と速度など各種のパラメータが詳細に設定可能で、その再現性も図れるようになってきた。

また、コンピュータ利用による金型設計・製作

(CAD/CAM) 技術、実際の成形品設計から溶融樹脂が射出・充填される過程の樹脂流れ状況などを解析できるシミュレーション技術（流動解析）などもできるようになってきた。

その結果かなり有効なツールとして活用されるまでになってきたが、現時点ではまだまだ問題点も多いようである。

しかし、熱可塑性樹脂における射出成形の基本的な原理、メカニズム、成形サイクル(①加熱・可塑性、②充填、③固化、④成形品取り出し)は何等変わっておらず、今後ともあまり大きな変化は考えられない。

最も大切なことの1つは何故そのような不具合、トラブルが発生したのか。その要因は何か、何が原因でその対策はどうしたらよいか、を見極めることが最も重要なことと考える。

その要因、原因を見極めることを間違うとその対策、解決への道のりは遠く、険しいものとなってくる。

射出成形に関する技術は、コンピュータ利用技術によって、今後もますます進歩・発展することは明白である。それに関連して射出成形に関する不具合、トラブル、成形不良の問題もますますクローズアップされてくるものと思う。

以下に実際に直面する各種の不具合、成形不良、トラブルなどについて述べる。

2. 型開き、離型不良 (Sticking)

成形過程において、成形品を可動側金型（コア）に食いつくようにして金型を開放（型開き）し、その後エジェクタ（突き出し）ピンやストリッププレート、エア、またはそれらの組み合わせによって成形品を突き出して取り出すのが一般的である。

型開き工程において

- ① 成形機の通常の型開き操作だけでは型開きしない
- ② 成形品が固定側の金型（キャビティ）に残る
- ③ 可動側の金型（コア）に強く食いついて、エジェクタピンなどで成形品を突き破ったり、破れなくても白化させるなどのトラブルがある。

これらのトラブルは品質の面や生産性にも大きな

影響を与え、厄介な障害の1つである。

成形過程を観察してみると、樹脂充填時に射出圧力によってキャビティは若干膨らみ、コアはごくわずかに収縮するが、そのままの状態では固化してしまうと、金型が開きにくくなったり、型開き不良を起こす。

その場合、金型の剛性不足、樹脂充填圧の過大が原因として考えられ、予想される樹脂圧に十分耐え得る型板剛性が必要である。

それぞれの金型部品が精度良く加工され、快適に組み立てられた場合には、スムーズにその機能が発揮される。

しかし、そうでない場合には

- ① 摺動部のかじり
- ② 温度上昇による熱膨張
- ③ エジェクタプレートの平行度不良
- ④ エジェクタピン、プレートに異物を挟む
- ⑤ エジェクタピンの不均衡

などの不具合が発生することにもなる。

離型不良の要因として

- 1) 成形品設計が良くない
 - ・前挙の成形品の設計の項で述べたアンダーカット、抜き勾配、金型表面の磨きなどの不適切
- 2) 金型構造の欠陥、不良
 - ・前挙の金型設計の項で述べたアンダーカット、抜き勾配、成形品エジェクト方式などの不適切
- 3) 成形条件の不適合
 - ① 上記①～⑤の突き出しプレート作動不良
 - ② 成形品デザイン
 - ③ 金型構造
 - ④ ショートショット（充填不足）、オーバーパック（過充填）
 - ⑤ ノズルタッチ部の不具合
 - ⑥ スプルーのアンダーカット、磨き不良
 - ⑦ リブ、ボスの磨き不良
 - ⑧ 突き出し装置の選定不良
 - ⑨ 深い容器 ➡ 真空状態の開放

などが考えられる。

当面の対策として

- ① 射出圧力、保圧（二次圧）を下げる

- ② 射出量を減少させる
- ③ 加熱筒設定温度（樹脂温度）を下げる
- ④ 金型温度を適正にする（特に箱形成品）
- ⑤ 冷却時間を長くする
- ⑥ 離型剤を塗布する

などして離型不具合の減少に努める。

根本的な対策としては

- ① 抜き勾配を大きくする
- ② アンダーカット部分を無くする
- ③ 金型の仕上げ、仕上げ方向は型開き方向に
- ④ 金型の磨きを入念に
- ⑤ エジェクト方式の検討（形状、数、位置）

など成形品の設計と金型の設計・製作の面から検討が必要となる。

3. コアの倒れ、偏肉

樹脂をキャビティ内に射出充填したとき、コアの

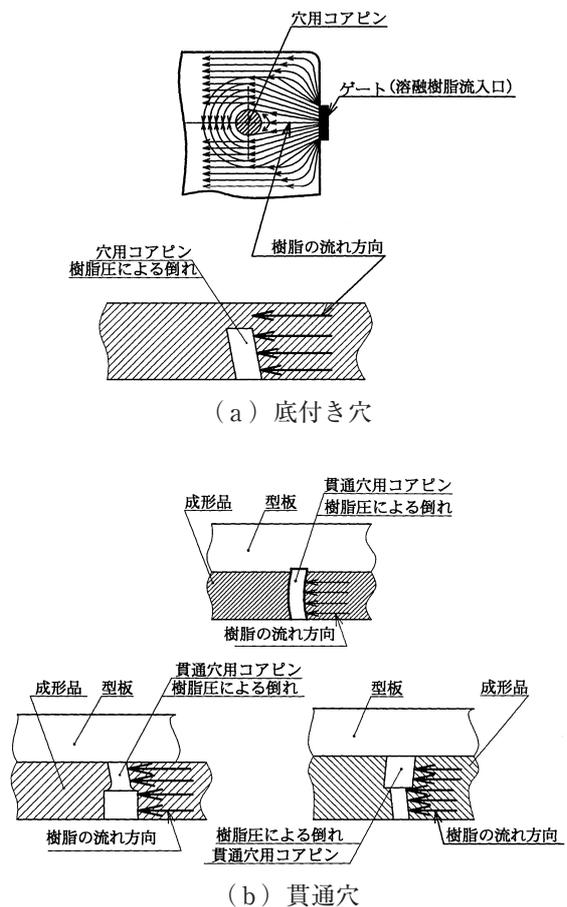


図93 コアピンの倒れの例

倒れ、キャビティとのずれなどが現れることがある。一度これらのトラブルが現れると、偏肉はますます大きくなる。

これは肉厚が薄い成形品や深さが深い成形品によくみられるトラブルである（写真26）。

ゲート位置、成形品形状の不均衡、成形品の肉厚が偏っている、インサート、入れ子などの不都合などが考えられる。

金型組み立て時にコアの倒れ、コアとキャビティに偏り（芯が出ていない）があれば、これは金型の設計、製作、組み立て不良である。

以下にそれらをまとめると

- ① 樹脂の流れ ➡ コアの周りをバランス良く ➡ ゲート形式、位置
- ② コアの一部（先端、他端など） ➡ キャビティ部で受ける
- ③ 多数個取り ➡ 可動側型板と固定側型板との温度差
- ④ コアとキャビティ ➡ 同芯



写真26 偏肉しやすい形状例（コップ）

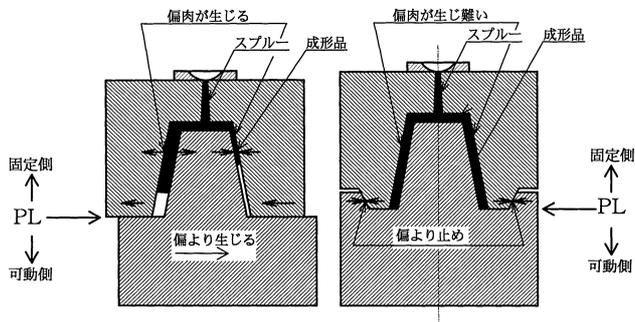


図94 偏肉

⑤ インロウ（偏り止め）構造 ➡ 図94
など金型の面からの検討が必要となる。

4. 白化 (Whitening, Clouding)

射出成形において白化 (Whitening, Clouding) とは、成形品を離型する際、エジェクタピンなどで無理に突き出しを行ったため、部分的に大きな応力を受けて割れ、破れなどが発生するまでには至らないが、成形品の表面に裏側の突き出しピンなどの跡が白っぽく変化する現象である。

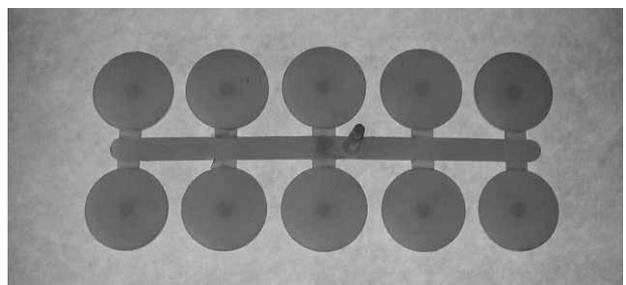


写真27 白化

成形品が金型のコア部への密着が強固で、それに対する突き出しピンの先端部の面積が不足した場合などである。

当面の対策として

- ① 過充填を避ける
- ② 射出圧、保圧を低くする
- ③ 冷却時間を十分とる（特に肉厚部）
- ④ 離型剤を塗布（他の不具合を発生させる場合もあるので注意が必要）

などを行い、成形品を金型から無理なく突き出せるようにして白化の減少に努める。

根本的な対策として

- ① アンダーカット部を無くする
- ② 抜き勾配を大きくとる
- ③ エジェクタピンの数を増やす
- ④ エジェクタピンの径を太くする
- ⑤ 金型の仕上げ方向は型開き方向にする
- ⑥ 金型の磨きを入念にする

など成形品設計と金型設計・製作の両面から検討を行い、成形品を無理なく突き出せるようにする。