

日本のものづくり基礎技術05 ~成形不良防止の原則編~

青葉 堯

社団法人日本工業技術振興協会

1. 射出成形金型の誤差と成形の誤差

- 成形品は金型と厳密には相似形ではないが、相似形として金型を単純化する。
- 単純化した分、成形品に誤差を生じる。
- 誤差を認めて単純化することで、成形品のばらつきを少なくする。
- 成形品のばらつきを平均値 μ (ミュー) と標準偏差 (シグマ) で管理する。
- 成形品のばらつきは、金型の誤差と成形の誤差で生じる。
- 金型の誤差は、図面指定寸法と μ との差である。
- 成形の誤差は、 $\mu \pm 3$ とする。(3 の管理)
- 金型の誤差に寸法公差の 1/3 を割り付け、成形の誤差に 2/3 を割り付け、別々に管理する。
- 金型の誤差は、設計誤差 (1/2) と工作誤差 (1/2) とする。
- 従って工作誤差は寸法公差の 1/6 となる。
- 成形の誤差は、成形条件のばらつきである。
- 成形材料の僅かな違い(着色)で金型内の流れ方が違ってくる。
- 金型温度の僅かな違い (± 1) で成形品の外観と寸法が違ってくる。
- 金型温度の精密調整が非常に重要である。
- 成形条件は成形材料のロットごとに新たに設定する。

2. 射出成形金型の設計誤差と工作誤差(成形収縮率)

- 成形品は金型よりも少し小さくなる。その程度を成形収縮率と呼ぶ。
- これは常温での大まかな比較であるが、金型設計するときは厳密に必要である。
- 部位により収縮率を変えて金型設計すると金型がねじれた形状になり、製作困難になる。
- 設計の誤差には成形材料のばらつきを含む。
- 成形収縮率の数値は、成形工場のノウハウである。カタログで決めることはできない。
- 金型の工作誤差もある。工作誤差を設定しなければ加工できない。
- 測定機の能力も重要である。測定できないものは工作できない原理である。

3. 射出成形金型の強度確保(インロウ)

- 射出成形金型は、高い圧力(40MPa)でずれたり変形しないことが基本である。
- コアとキャビティは高精度のよりどめ(インロウ)でかみ合わせる。
- 大形金型でも小形金型でも同じ原理であるが、大形金型ではとくに重要である。

4. 射出成形品成形ひずみ防止の原理

- 成形時には高い圧力(40MPa)がかかるので成形のひずみが大きい。
- ゲート部とウエルドライン部は強度が低い。成形材料によって異なる。
- 光弾性を利用して成形品の内部歪みを観察する。
- 無理のない成形をするためには金型のエアーベントが重要である。
- 成形直後(24時間以内)に出荷してはならない。
- 成形直後(24時間以内)に塗装(または真空蒸着、めっき)してはならない。(注)
- 成形品は保管用ラックに入れて倉庫に保管する。
- 出荷時に保管用ラックから出荷用箱に入れ替える。
- 箱に入れ替えるときに全数を外観検査する(納入不良防止事例)。

(注) 成形品にガスが付着していることも重大である。塗装(または真空蒸着、めっき)をするとふくれが出る。保管時間はふくれ不良が出なくなるまで必要である。

5. 射出成形品外観不良防止の原理

- 成形品の欠陥は外観、寸法、強度の順で、まず外観に現れる。
- 可塑化工程ではブラックスポットなどである。
- シリンダー温度を調整する(温度を下げる)。
- 解決しないときは成形機のスクリーを掃除する。
- 工場の環境整備が非常に重要である。
- ショートショットステージではフローマーク、ウエルドラインなどである。
- 射出速度(多段制御)を調整する(速くする)。
- 金型温度の調整をする(温度を上げる)。
- 解決しないときは金型のエアーベントを拡大する。

- 金型のみがきが非常に重要である。

(注) シンクマーク対策は寸法不良対策です。

6. 射出成形品寸法不良防止の原理

- フルショットステージでは寸法相違、シンクマークである。
- 寸法の設定値は成形条件では変更できない(金型を修正するしかない)。
- 寸法相違もシンクマークも同じ対策である(圧力を十分にかける)。
- スクリューポジションを調整する。
- 射出圧・保圧(多段制御)を調整する(圧力を上げる)。
- 金型温度の調整をする(温度を上げる)。
- 解決しないときは金型を修正する。
- エアーベントを拡大し末端まで圧力がかかるようにする。
- シンクマークの場所に圧力が伝わるようにする(追加ランナー設置)。
- シンクマークの場所は肉厚の変化を小さくする(全体肉厚増加)。

7. 射出成形品強度不良防止の原理

- 成形材料の取扱が良くない(乾燥不足、異物混入、再生材使用)。
- 可塑化工程では成形材料の滞留、過熱が原因である。
- シリンダー温度を調整する(温度を下げる)。
- ショートショットステージではウエルドライン部が弱い。
- 射出速度(多段制御)を調整する(速くする)。
- フルショットステージではオーバーバックが原因である。
- スクリューポジションを調整する。
- 解決しないときは金型を修正する。
- エアーベントを拡大し末端まで圧力がかかるようにする。
- 強度不足部分の肉厚を増やすことは非常に効果がある。

(参考資料) ショートショットステージとフルショットステージ(詳細は別項)

射出成形(インジェクションモールドイング)は、加熱されて可塑化されたプラスチック成形材料(本書ではメルトと言う)が金型内に流れ込み、金型内に充満し、その後、金型で冷却されて固化するという原

理である。メルトが金型内に充満する寸前までのメルトが動いている状態をショートショットステージ(著者の命名)と言う。メルトが金型内に充満し、メルトの流れが停止した状態をフルショットステージ(著者の命名)と言う。