

成形条件調整による不良対策からの脱却

— 対症療法から根本原因対策へ。成形条件の固定化で無停止成形を目指す —

はじめに：なぜ条件調整を繰り返してしまうのか

射出成形の現場において、生産を続けるうちに製品品質が変化し、その都度、技能者が射出速度や圧力、保圧などの成形条件を調整して良品を維持しようとするケースがよく見られます。しかし、調整を重ねてもガス焼けや充填不良などの問題が頻発し、ついには条件調整だけでは対処しきれなくなることがあります。

ここで注目すべきは、ガス焼けなど条件調整でギブアップするも「金型、特にガスベントを清掃すると、当初の条件で毎回あっさりと良品が再現する」という現場の事実です。実はここに、品質安定化に向けた極めて重要な改善の手掛かりが隠されています。

1. ガスベントの詰まりと品質変化の隠れた因果関係

ベント（排気溝）に樹脂由来のヤニや付着物が堆積すると、キャビティ内の空気や発生したガスがスムーズに排出されなくなります。残留ガスの圧力（背圧）が高まると、樹脂の流動や充填が物理的に妨げられ、金型内の局所的な温度や圧力の分布が変化してしまいます。

この状態で成形条件を上げ下げすると、一つの不良が一時的に改善しても、また別の不良が引き起こされるという悪循環に陥ります。つまり、現場では以下のような負の連鎖が起きているのです。

【品質悪化の基本的な連鎖】

ベントの排気能力低下 → 残留ガス・背圧の増加 → 充填・保圧伝達の変化 → 品質のばらつき → 条件調整の繰り返し

2. 13の品質不良項目をどう捉え直すか

成形不良として代表的な以下の13項目を考えてみましょう。

①ショートショット ②バリ ③ヒケ ④ボイド・気泡 ⑤ウェルドライン ⑥フローマーク ⑦シルバーストリーク ⑧反り・変形 ⑨寸法不良 ⑩クラック ⑪ガス焼け ⑫くもり ⑬転写不良（シボ等）

上記の 13 項目において、成形開始時には発生していないと確認の上、生産を開始します。金型の別により不良内容は様々に変化します。ガスベント詰まりによる内圧上昇によって発生する不良項目はいくつあるでしょう。代表的な項目として 13 項目を挙げてみました。この項目の中から明らかにガスベント詰まりで発生するものは①、②、③、④、⑤、⑧、⑨、⑪、⑫、⑬の 10 項目は該当します。但し金型温度や樹脂温度、材料のバラつき乾燥不足、離形性の変化などが起きないように処置は必須です。ガスベントを制することを最重要と考えるべきです。他の 3 項目は事前に予測し対応策を立てていれば慌てることなく対処できます。対処法を金型ごとに分類しておくことで短時間のうちに問題解決が出来るようになります。

3. 「ヒケ」を例に見る、真の原因の見極め方

③の項目に挙げたヒケの原因がベント詰まりだと言うと、多くの技能者から強い反発を受けます。それは違う、保圧（充填圧）が足りないからだ。私は反論しました。保圧は成形開始から変わっていないと。保圧は勝手に下がるのですかと。私は真の原因を探ってみました。ガスベントは時間の経過とともに徐々に詰まっていきます。排気能力が徐々に低下します。型内に取り残された空気が製品の肉厚の間に入り込んだのがボイド（気泡）です。肉厚の厚い壁や底面に取り残された空気がヒケとなります。このことを証明しようと実験してみました。ベントが掃除された状態の時は、型内の空気は勢いよく外部に排気されます。外観として多少のヒケはあったが品質不良になるほどの深さではありませんでした。成形を続けるにつれてベントの詰まりと相まって徐々にヒケが深くなってきました。保圧は当初のままです。ヒケが出るところに、空気の塊が残っているのかを確かめるために保圧を上げ続けた所、ヒケは徐々に小さくなりました。しまいにはガス焼けが発生しました。次にヒケが出ている中心にガスベントを切ったところ、排気が進みヒケが元の良品の状態に戻りました。これでガスベントによってヒケを防ぐことの証明が出来ました。ヒケ以外のものでも同様なことが言えると思います。

以前の自社成形工場においても他の工場と同じ状況でした。ここに到達できたのは、ある製品で品質問題が発生し、対策としてガストースを製作し組み込んだ所大きな成果が出ました。他の工場にもお役に立つと思い特許を取って全国はおろか海外にも販売しています。今では無停止成形が常態化し夜間完全無人化によって品質不良率が 0.1% 以下まで低下出来ました。

成形条件を固定化するには、ガスベントを根本から改善し、以下の手順を実践することが効果的です。

- ① 基本の確認：まずは金型・ガスベントを清掃し、材料乾燥や温度などの基本条件を整える。
- ② 基準の明確化：良品が安定して得られる「基準条件」を決定し、その時の設定値と製品重量・寸法・外観などのデータを記録する。
- ③ 変化時の点検：生産途中で品質が変化した場合、すぐに条件を変更するのではなく、排気状態や設備、材料の状態をまず点検する。
- ④ 仮説の検証：ベント清掃の前後を「同じ設定条件」で比較し、不良の原因仮説（排気不全など）を検証する。
- ⑤ 対策と評価：必要に応じて排気能力の増強や吸引機構の導入を検討し、清掃周期の延長、設備停止回数の減少、不良率の低下で効果を評価する。

おわりに：対症療法からの脱却と次世代への継承

熟練の技能者が長年の経験と勘で品質を守ってきたことには、計り知れない価値があります。しかし、その貴重な技能を次世代へ継承していくためには、個々の不良に対して条件を調整する属人的な「対症療法」から脱却しなければなりません。「なぜ途中から品質が変わったのか」を物理的な現象として説明し、その原因そのものを除去する仕組みへと転換することが求められます。

ガスベントの清掃によって元の良品が繰り返し再現するという事実は、排気機能の維持が品質安定の鍵であることを示す強力な現場証拠です。排気能力を適切に確保し、ベント詰まりを抑制することは、成形条件の固定化、停止回数の削減、省人化、そして「無停止成形」への有力な道筋となります。

私たちが目指すべき姿は、「不良が出たら条件を変える工場」から、「品質が変わる原因を先回りして取り除く工場」へのパラダイムシフトなのです。

提言 個別の対症療法から脱皮し、内圧上昇を防ぐ改善で無停止成形の実現へ

作成者 株式会社プラモール精工 脇山高志