

プラスチック射出成形における品質不良撲滅を実現させる方法

1. 成形加工中に品質不良が発生する要因は何処にあるか

一般的に成形加工中に起きていることは、「**金型のガス抜き・エア抜きが不完全の為、チョコ停が多く発生している**」ことに尽きると思います。

特に成形部門と金型部門の対立やコミュニケーション不足が金型に反映されてしまいます。

当社も昔は成形部門と金型部門でお互い言い分があり、あまり良い関係ではありませんでした。



成形部門の言い分

- この金型で生産を開始したところ数時間でショートが発生した。その度に金型を下して掃除すると計画通りの生産は出来ないので改善してほしい。



金型部門の言い分

- 何度も量産開始後に急ぎで改善を求められた。ベントを増やし、急いで届けるとバリが発生したので再度修正を求められた。『やってられないよ』と叫びたくなる。
- 本来は試作時点で生産性を確かめ、型検のNG修正までに指摘するべき。NG箇所の修正時に一緒に対処でき負担が軽減できる。

金型部門としては、ベントを増やすにしてもベントは金型屋任せで結果だけ判断されたらたまらないでしょう。お互い相手の都合も考えて対処すれば良いのですが相手方に非を求めます。土壇場で動くのではなく量産前までに対処しておけば余裕をもって改善出来ると思います。量産しないと解らないと思う人も多いので対処法を下記にまとめてみました。



POINT

※注目すべきは、金型の汚れ（特にエアベント）を取り除くと暫くは良品が取り続けられることです。仮に金型が全く汚れずに当初の状態が維持出来たとすれば、いつまでも良品を取り続けることが可能になります。金型が汚れないようにする方法を深く考えることです。

2. 金型は何故汚れるのか

金型の汚れの最大の要因は、『**樹脂が溶融されたときに発生したガス**』です。

3. ガスで金型が汚れないようにする方法は

- 加熱筒で発生したガスを**スプルー直下やランナーエンド（ゲートを通過する手前）**で取り除くことで製品形状部（キャビティ・コア）のベントの排気負担を軽減できる。
- 製品形状部（キャビ・コア）の**エアベントを増やす**と排気能力が増し、汚れを防ぐことが出来る。
- 生産数量に見合った量のエアベント**を設け、排気力を高めることで汚れに対処出来る。

4. 代表的な不良の大部分はベント不足

日本において本格的に成形加工が開始されてからすでに55年も経過しています。

しかし、未だに金型を製作すると「ショート」、「バリ」、「ウエルド」、「ガス焼け」等の問題が根絶されないのは何故でしょうか？

大方の人は成形条件を調整（特に充填圧）する事で問題を解決しようとしています。成形条件の調整だけで品質の安定を図っても未来永劫に品質が安定することは無いでしょう。

成形加工において代表的な品質不良として「①ショートショット」、「②バリ」、「③ウエルド」、「④ガス焼け」があります。これらの不良が発生する原因を考えて見ましょう。

①ショートショット（未充填）

ショートショットは、樹脂が成形機の加熱筒内で熔融される時に発生するガスによってエアベント詰りを起し、内圧が上昇し型内のエアが圧縮され樹脂の充填を妨げられることで発生します。

②バリ

バリは、元々隙間が大きい箇所に樹脂が入り込んで発生することと、充填圧が高過ぎてパーティング面が開いたり歪んだりしたところに隙間が生じ発生します。

③ウエルド

ウエルドは、充填途中コアピンなどで分岐され、樹脂が変わるところに発生します。ベントがガスで詰まってくると型内の内圧が上昇し流動性が妨げられ急激に樹脂温が低下し目立つようになる。

④ガス焼け

ガス焼けは、最終充填箇所のエアベントが完全に詰まると、型内のエアが圧縮され型内の温度が急激に上昇し、樹脂の発火点を越えた最終充填箇所に発生します。

上記の①～④の項目の問題点は金型の内圧が上昇することで、スムーズな充填が出来なくなり発生します。上記の4項目とも、全てがベント不足により発生します。対策は「ベントを増やすこと」です。

これらのことは成形に携わっている人なら皆が解っていることです。しかし、積極的に増やそうとしないのは、ベントの入れる位置と深さが解らないことが要因と思われます。

5. 効果的なエアベントを考えて実施する

- ①ベントの幅や深さを幾らにしたらよいのか解らない
- ②ベントを取り過ぎてバリが出るのが怖い

～①、②の問題を解決する方法～

- ベントを増やすことで排気能力が確実にアップします。
- 現状の充填圧でもバリが入り込まない深さにすることです。
- ベントの幅は広くてもバリには影響しないので、出来る限り広くすることです。
- ベント深さの目安は樹脂カタログにある推奨値を参考にすることで防ぐことは可能です。

ベントの表面積に対する裏逃げの加工方法次第で10倍以上の効果をもたらすことも可能です。
裏逃げの深さや幅が狭いとヤニが外部に届く前に内壁に粘着します。そうすると接着剤となり直ぐにヤニが溜まります。裏逃げの深さや幅は可能な限り大きくし、最短距離で外部に届く形状にすることで効果が倍化します。

6. 理想的な金型製作するにはベントを当初から盛り込んだ型設計が必須

今後、金型製作にあたって実施することは、「設計時点で生産数量に応じたベントを考慮すること」です。
次に「成形条件は絶対に固定すること」です。

『一回目の試作から量産まで同一条件で必要な生産を全う出来る金型を製作すること』です。

理想的な金型とは、低圧成形が出来る金型を製作することです。当社では投影面積の計算値の
『40%以下の型締力でパーティング面にバリが出ない充填圧』で成形可能な金型を製作します。

7. 無停止成形の極意・・・「低圧成形出来る成形条件で成形する」

- 型締力を計算値の40%以下で成形する。

成形開始時にショートショットが出た場合は最終充填箇所に向かってベントを増やす。

- 充填圧を上げて成形しない。

ベント幅については最終充填箇所に近くなるほど幅は広く、深さも深めにする。

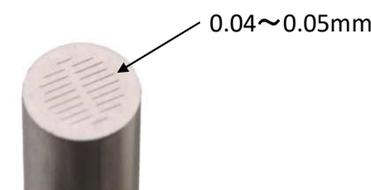
- 試作開始から量産まで成形条件を固定する。

最初からずっと同じ成形条件で進めて行けば、型検時のNG部の修正が1回で済みます。

試作の度に成形条件が変われば寸法が変化し金型の完了日が定められない。

8. 実施例(ベント幅に選定による低圧成形)

ABS樹脂に対しベント幅0.04~0.05mmでガストースをご購入いただいているお客様がおります。「こんな広いベント幅で樹脂漏れしませんか？」と尋ねたところ、「漏れない充填圧で成形しているので大丈夫」と返答されました。



型締圧は計算値で「50トンのところ1トン以下」でやっているそうです。それでも外観にヒケも無く、全く問題が出ていないようで、**一ヶ月以上も無停止成形が出来ている**とのことでした。

当社でも無停止成形を実施しています。型締圧は計算値の40%以下で行っており、成形条件は1年中変えず固定のままです。当社はコネクタが90%以上ですが、コアピン折れは殆ど無くなりました。金型の寿命も倍以上に延びています。生産計画通りに進み納期遵守率もほぼ100%になりました。

当社では、奇数月に工場見学会を開催し、その様子を実際に目で見ていただいております。開催日はホームページやプラモール通信(メールマガジン)でご案内しております。

終わりに

当社においても、昔は成形条件を調整しながら良品を取ることに明け暮れておりました。

しかし、充填圧の上げ下げで調整をしていた間は常に品質が不安定で不良率も高く、苦勞の連続でした。

チョコ停を起さず無停止で最後まで良品を取り続けるにはどうすれば出来るかを必死に考えました。

何度も実験を重ねた結果、**「金型の内圧の上昇を抑えられれば可能」**だと確信できました。

具体的な方法としては、加熱筒内で発生したガスをスプルー直下やランナーエンドで除去する為のベントを設けることで、製品部のベント詰りが抑えられました。更に、製品形状部のキャビ・コアにも生産数量に応じた量のエアベントを設けることで実現しました。夢と思っていた無停止成形が可能になったことで品質不良が殆ど発生せず、生産計画通り順調に進むので、あらゆる無駄が無くなり稼働率もアップし、大幅な原価低減が実現しました。

何よりもの大きな成果は、改善によって生み出された副産物として『ガストース』を開発し、当社として初めての自社開発商品として販売出来たことです。その後も続々と新商品が生まれ、当社の大きな柱になっております。当社が成形工場で成果が上がったノウハウを広めることで、あらゆる成形工場が無停止成形を可能な工場にしたいと思い、当社の工場見学会と各地方に赴き、近くに会場を借りて講演活動を続けております。