

金型内計測システム
MOLD MARSHALLING SYSTEM

圧力波形のヒント集

波形形状で分かること

<目次>

● 波形形状で分かること ①～⑰

① 一般的な圧力波形と成形工程	3
② ゲートシールしていない波形	4
③ 圧力が頭打ちしている波形	5
④ VP切換が遅い波形	6
⑤ VP切換が早い波形	7
⑥ 肉薄製品の波形	8
⑦ 肉厚製品の波形	9
⑧ 型開きまで圧力保持される波形	10
⑨ 流入バランスが崩れた波形	11
⑩ 保圧完了後、圧力上昇する波形	12
⑪ 射出速度に影響される波形	13
⑫ 保持圧力設定による影響の波形	14
⑬ 保圧時間設定による影響の波形	15
⑭ 保圧リミット速度による影響	16
⑮ 金型温度による影響の波形	17
⑯ HRバルブゲートの波形	18
⑰ 流入時ゲート詰まりの波形	19

● 金型内圧力センサで出来ること

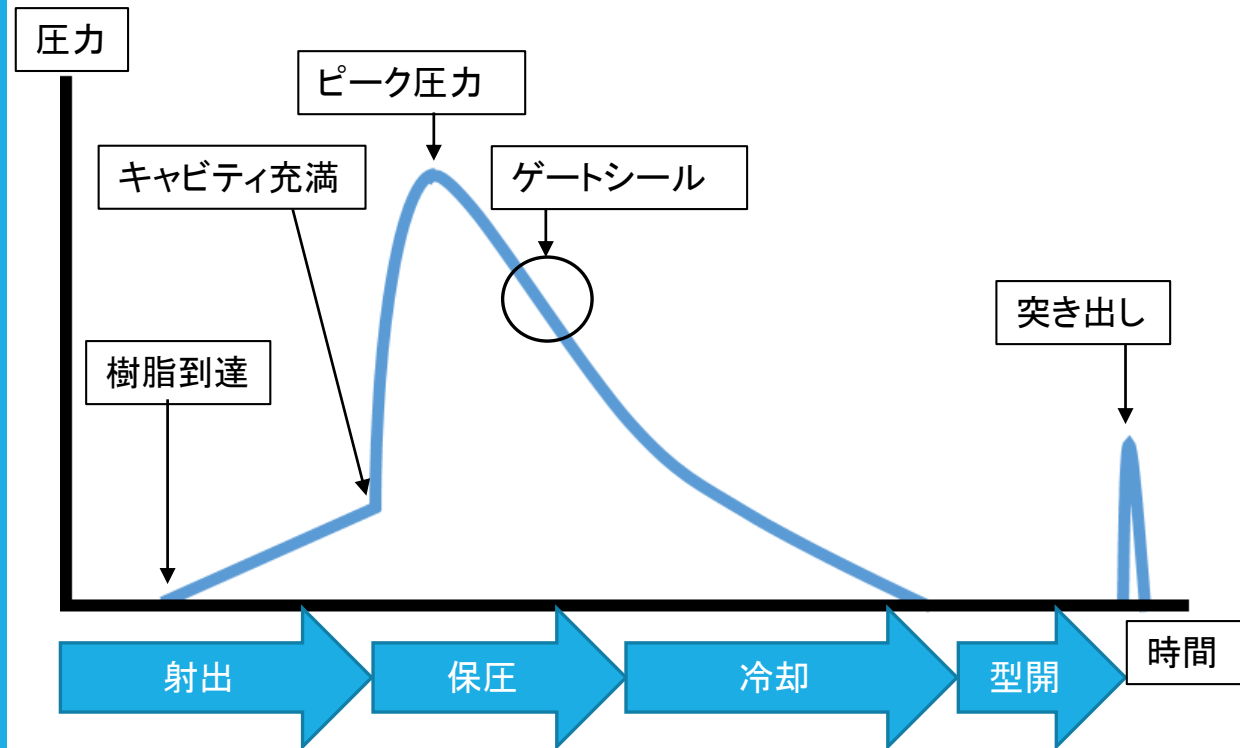
・ 金型完成から量産成形までの流れ	20
・ 使用事例	21～22

波形形状で 分かること①

一般的な圧力波形と成形工程

確認事項

- 成形品の品質
- 射出速度
- 射出ピーク圧力
- 保圧



成形工程や樹脂の状況により波形が変化する。

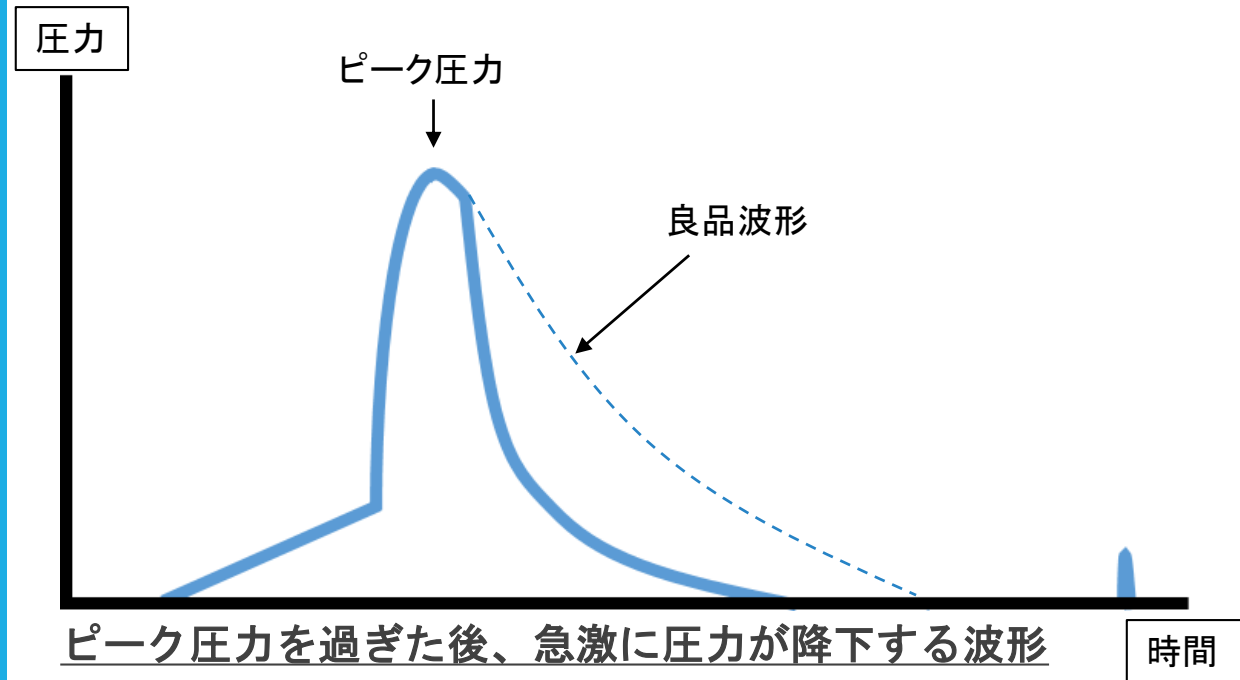
ゲートシールはゲートの樹脂が固化し、キャビティへの樹脂流動が停止する状態。通常、保圧完了までにゲートシールしていて波形で確認出来ないが、保圧完了時に圧力が急激に降下する場合、樹脂がゲートを逆流している状態であり、ゲートシールしていない事が判断できる。

波形形状で分かること②

ゲートシールしていない波形

確認事項

- 製品のヒケ
- バリ（型開き）ではないか
- 計量不足
- チェックリング異常



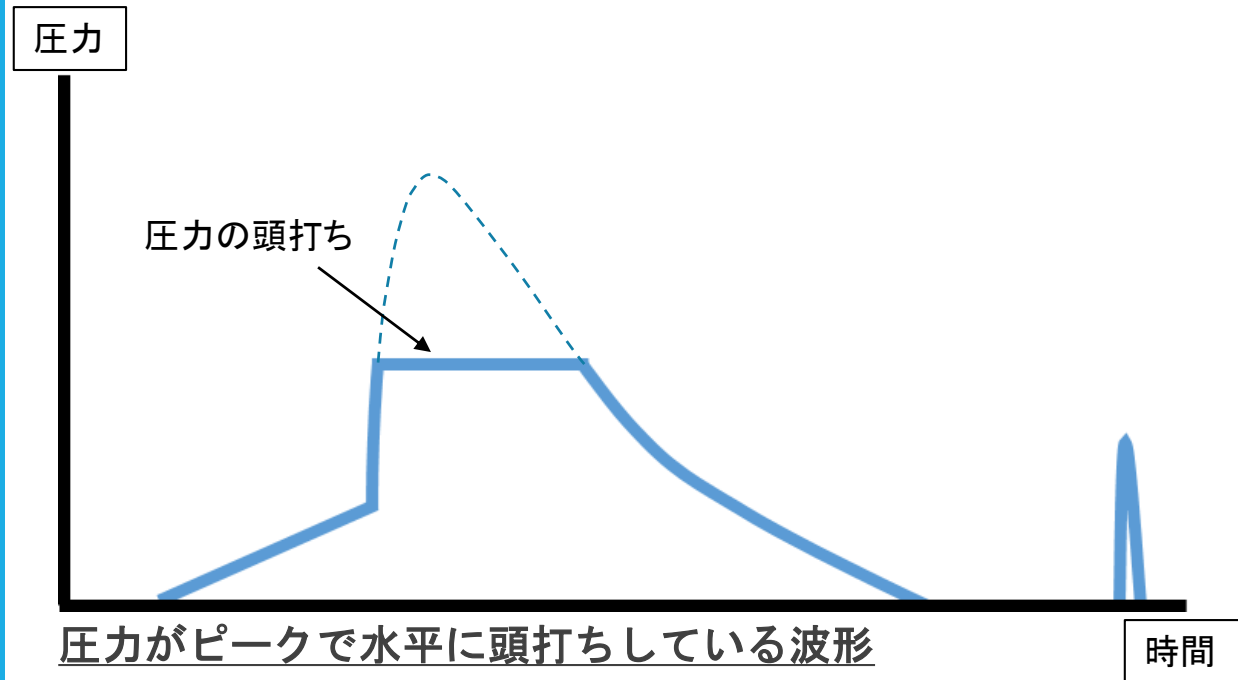
ゲートシールしていないため、ヒケが発生している可能性あり。もしくは計量不足、スクリュのチェックリング異常により射出される樹脂量が少なくなっていないかを確認する。

波形形状で分かること③

圧力が頭打ちしている波形

確認事項

- 保圧設定値
- 金型加工寸法



保圧設定と比較して、型内圧力が極端に小さくないか。また、保圧設定を変更しても全く頭打ちしているレベルに変化がないか。

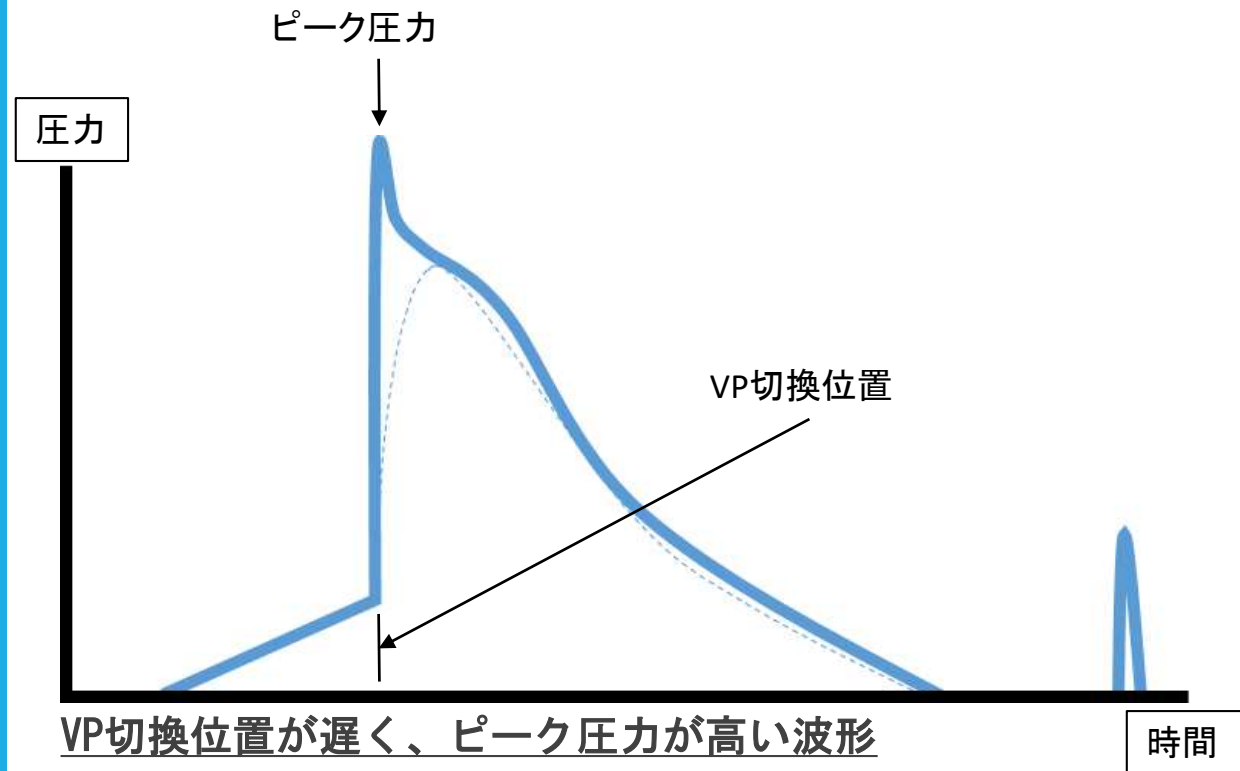
圧力センサボタン形に乗せたエジェクタピンツバ部がストローク中に金型と干渉し、圧力を検出できない。（圧力センサ設置不良、圧力センサ設置時の金型加工寸法不良）

波形形状で 分かること④

VP切換が遅い波形

確認事項

- VP切換位置（タイミング）
- 保圧リミット速度



保圧リミット速度が大きい場合にも同様の現象となる可能性がある。

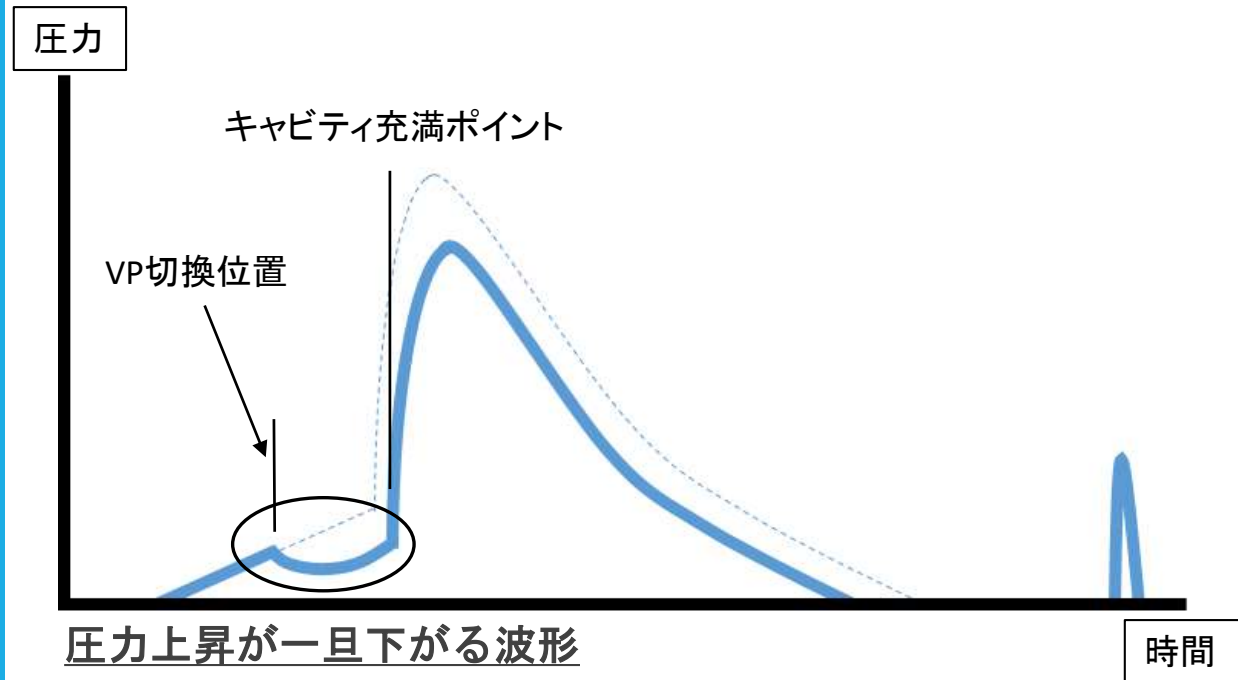
品質に問題なければ良いが、ピーク部分の急激な上昇はVP切換位置（タイミング）を早める、もしくは保圧リミット速度を小さくする等して調整をする。

波形形状で 分かること⑤

VP切換が早い波形

確認事項

- VP切換位置（タイミング）
- 保圧リミット速度



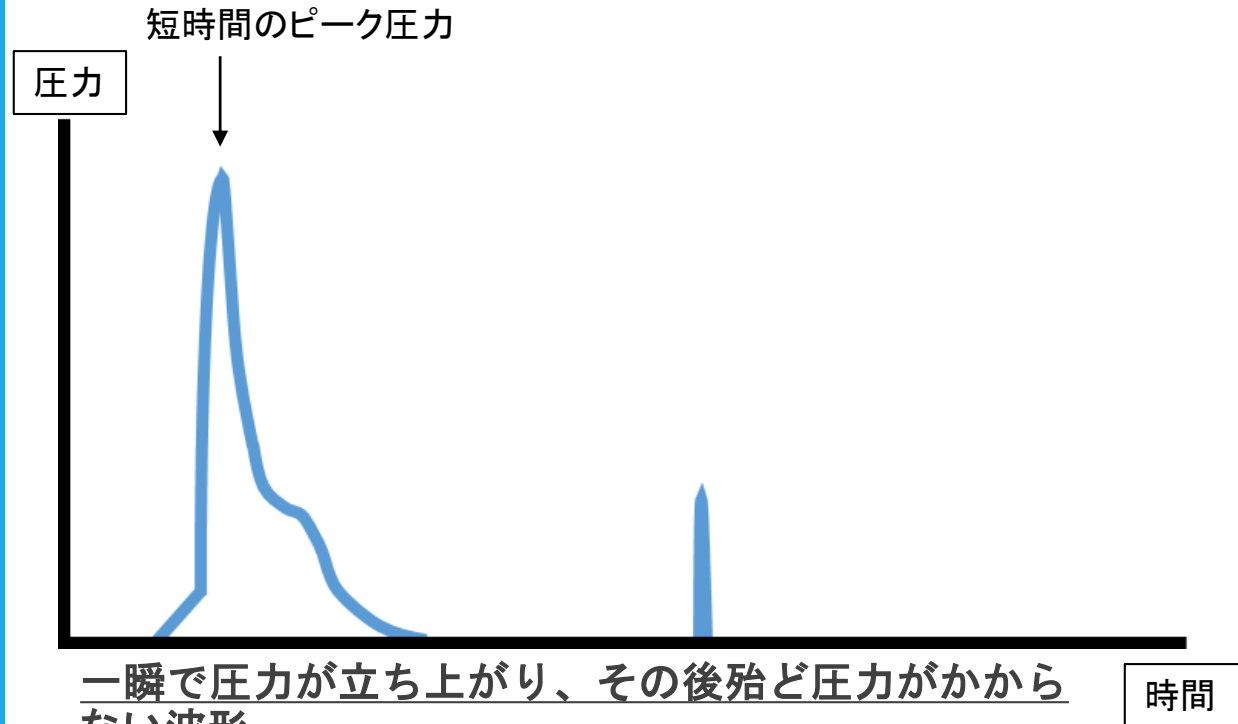
VP切換位置が早く、キャビティが充滿する前にVP切換を行っている。これにより流入速度が変わるような現象となる。VP切換位置を合わせる、保圧リミット速度を射出速度とあわせる等の調整を行う。

波形形状で 分かること⑥

肉薄製品の波形

確認事項

- ピーク圧力の安定度
- サンプリング速度設定



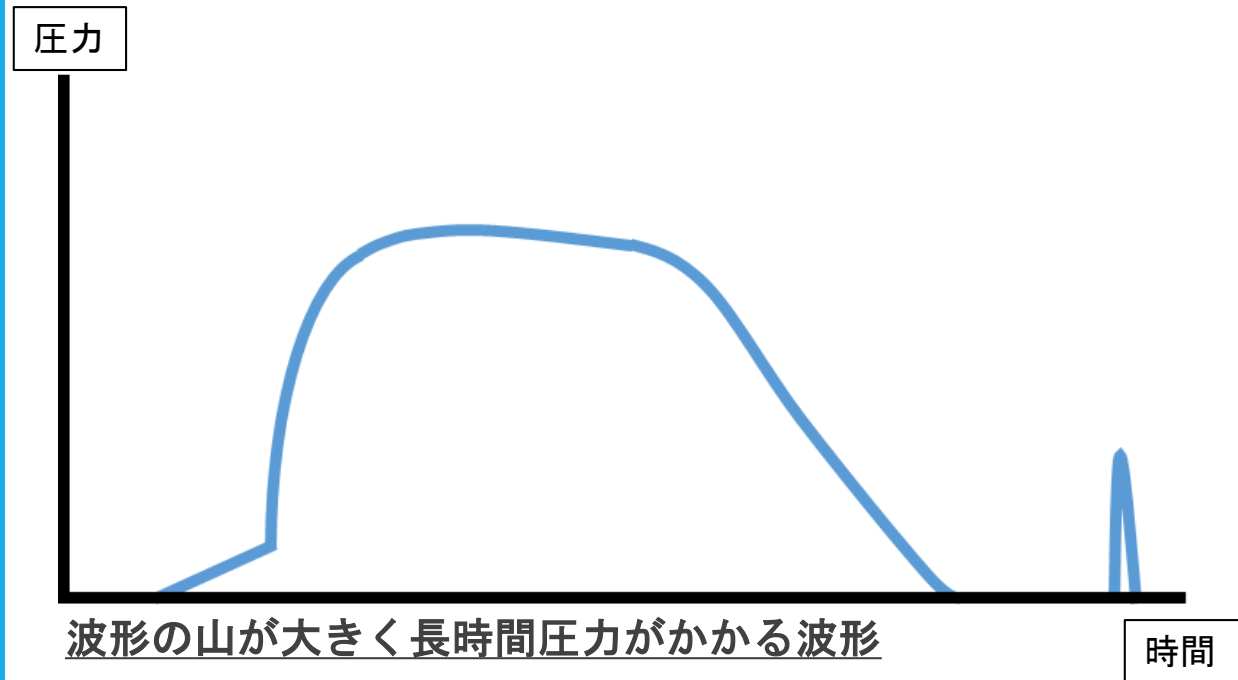
肉薄成形品に多い波形で、高速射出で冷却固化が早いため保圧が殆どかからない。ピーク圧力は短時間であるため、安定計測するには計測器側のサンプリング速度を早く設定をする。

波形形状で 分かること⑦

肉厚製品の波形

確認事項

- ヒケがないか
- サンプルング速度設定



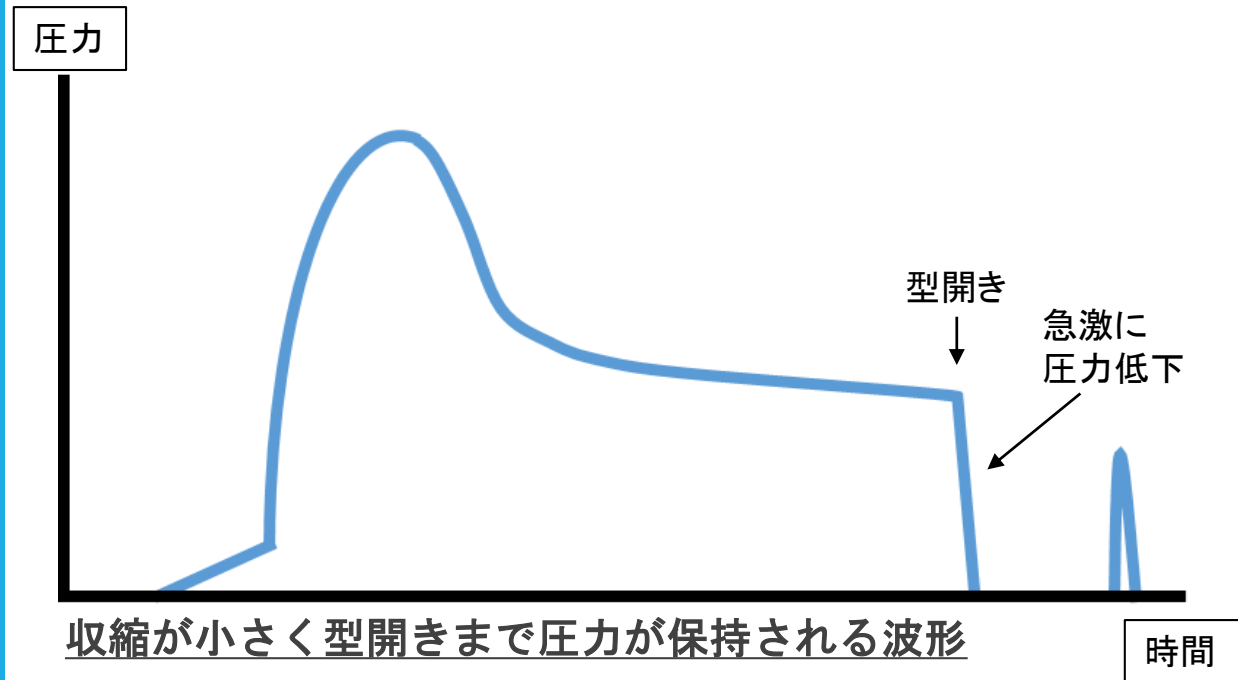
肉厚成形品の場合、長時間保圧をかけないと収縮が大きくひけてしまうためこのような形になる。なだらかな形状の為、サンプルング速度は高速でなくても管理が可能。

波形形状で 分かること⑧

型開きまで圧力保持される波形

確認事項

- センサピンの摺動
- 過充填でないか



非晶性樹脂(※)や充填量が多い場合に見られる。型開き時に圧力がゼロに落ちるが、完全に落ちきらない場合、センサピンの摺動が悪い可能性がある。

※非晶性樹脂は、結晶性樹脂と比較して収縮率が小さい。

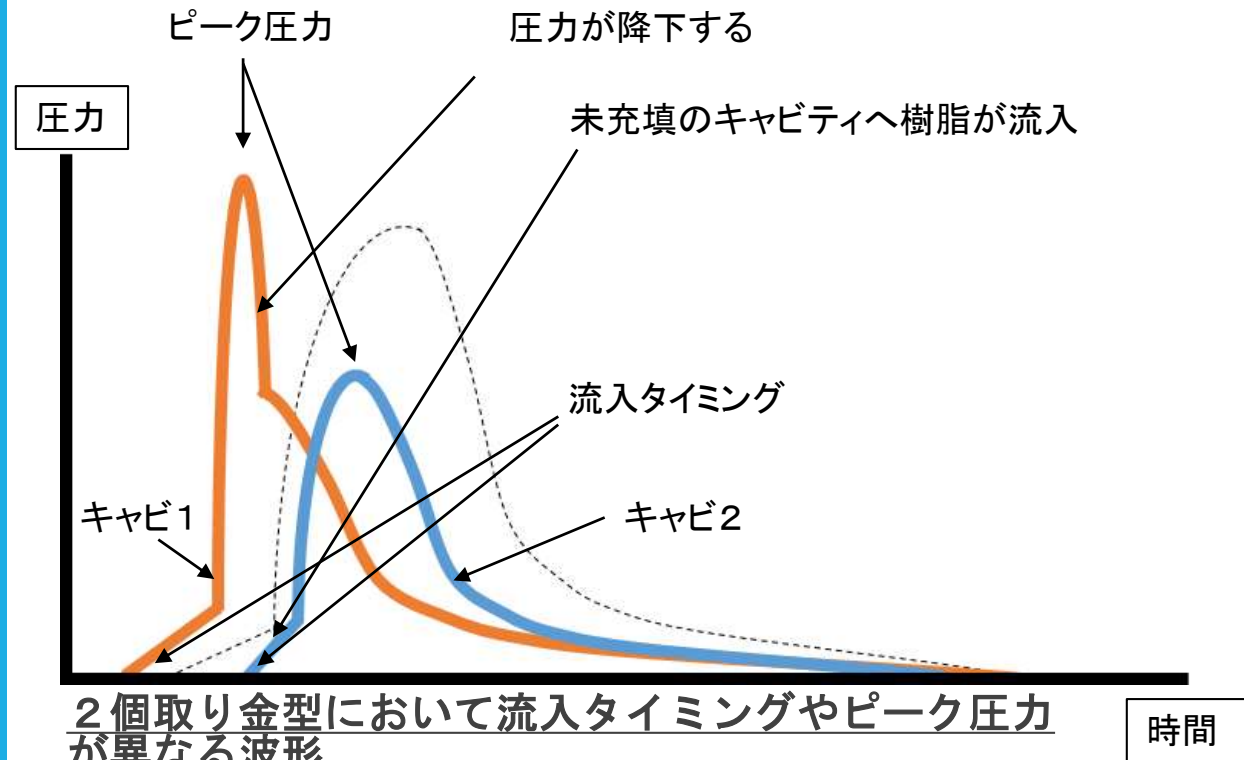
※収縮が小さい状態から型開き・製品取出しを行う為、離型にも注意が必要。

波形形状で分かること⑨

流入バランスが崩れた波形

確認事項

- バリ、ショート、その他品質
- ゲート加工寸法



ピンゲートでの一時的なゲート詰まりによるバランスの崩れ。最終的には両キャビティへ充填して成形品は取れるが、寸法や品質に違いがある可能性がある。

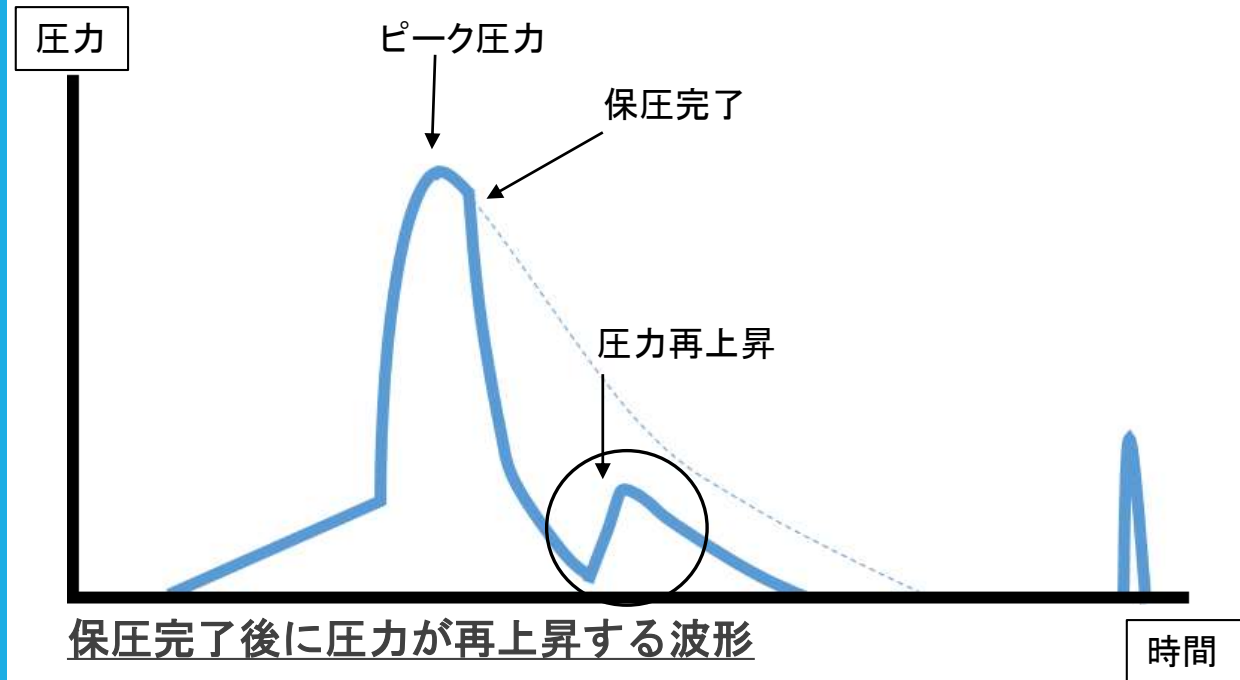
圧力が上昇するとゲート詰まりが解消され、もう一方へ樹脂が流れ、圧力が低下する。

波形形状で 分かること⑩

保圧完了後、圧力上昇する波形

確認事項

- ゲートシール
- 計量タイミング
- 背圧設定



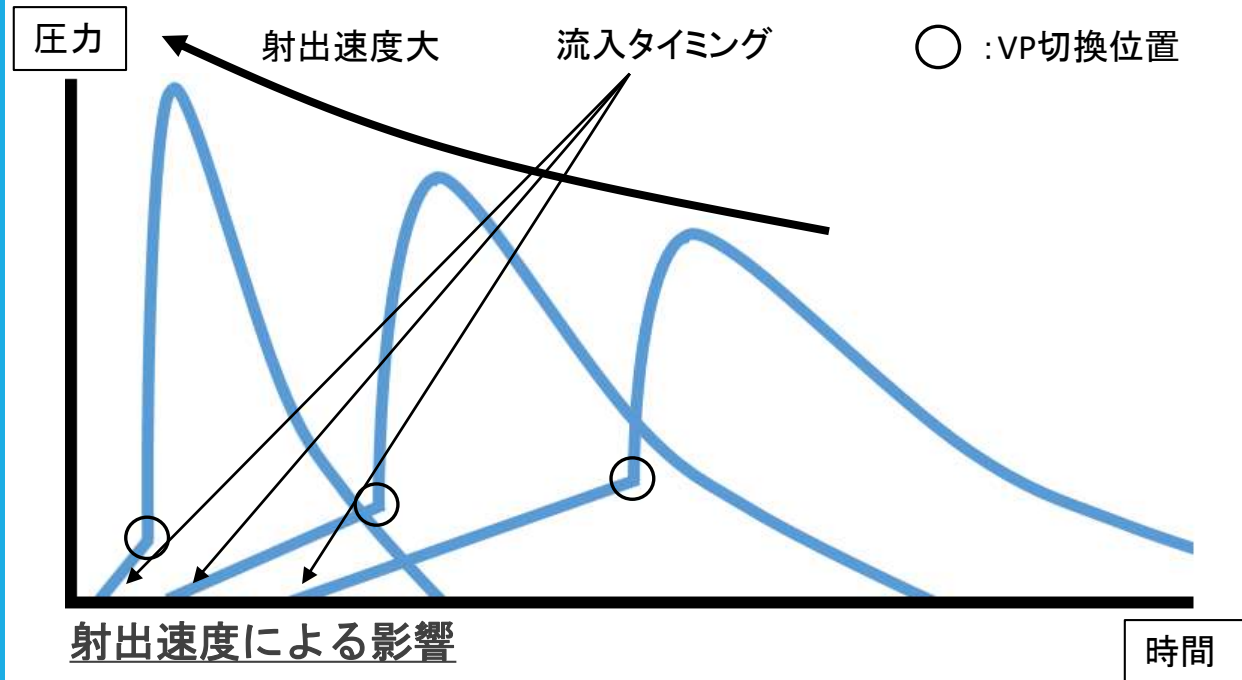
ゲートシールしておらず、計量時にノズルから樹脂が再流入して圧力が上昇。計量時の背圧設定が大きいと樹脂の再流入圧力がさらに大きくなる。計量タイミングを遅らせることで再流入を防ぐことも可能。

波形形状で分かること⑪

射出速度に影響される波形

確認事項

- VP切換位置
- 成形品の表面品質、外観



射出速度を大きくすると流入タイミングが早く、ピーク圧力も高くなるよう変化する。

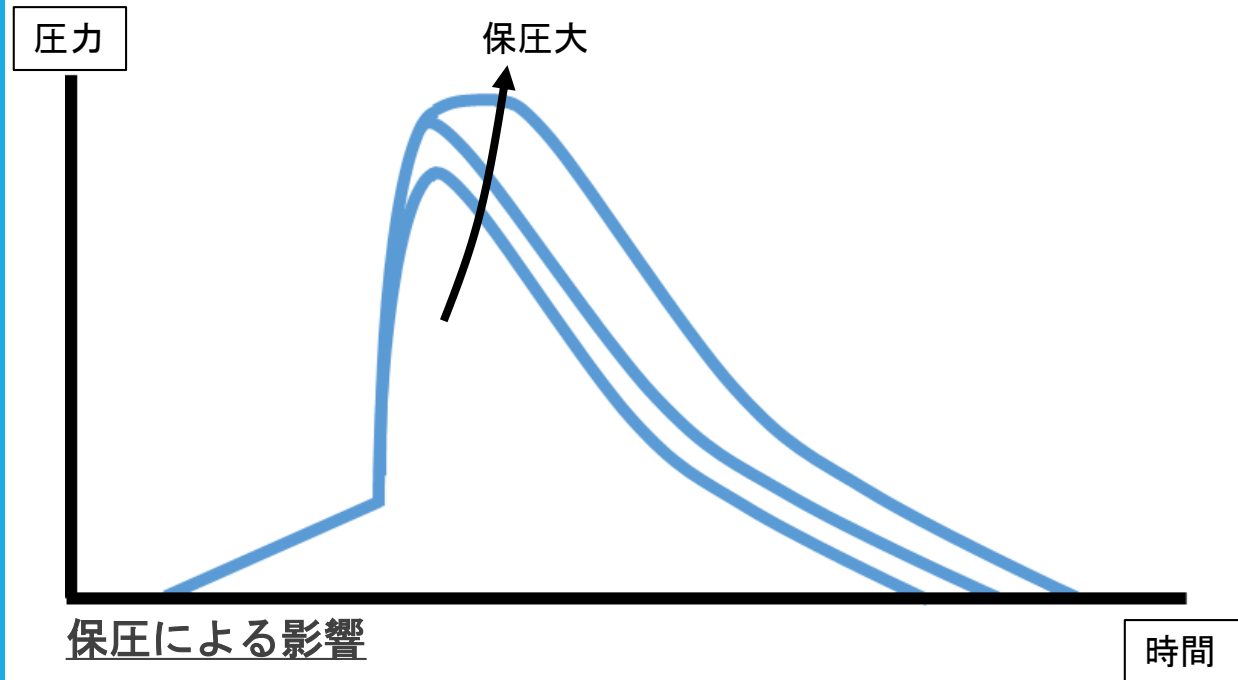
VP切換位置について、射出速度を変更した場合には都度変更・調整する必要がある。

波形形状で 分かること⑫

保持圧力設定による影響の波形

確認事項

- 成形品のヒケ、寸法、質量
- ピーク圧
- 積分値



設定値によりピーク圧力だけでなく、補充している期間にも影響する。

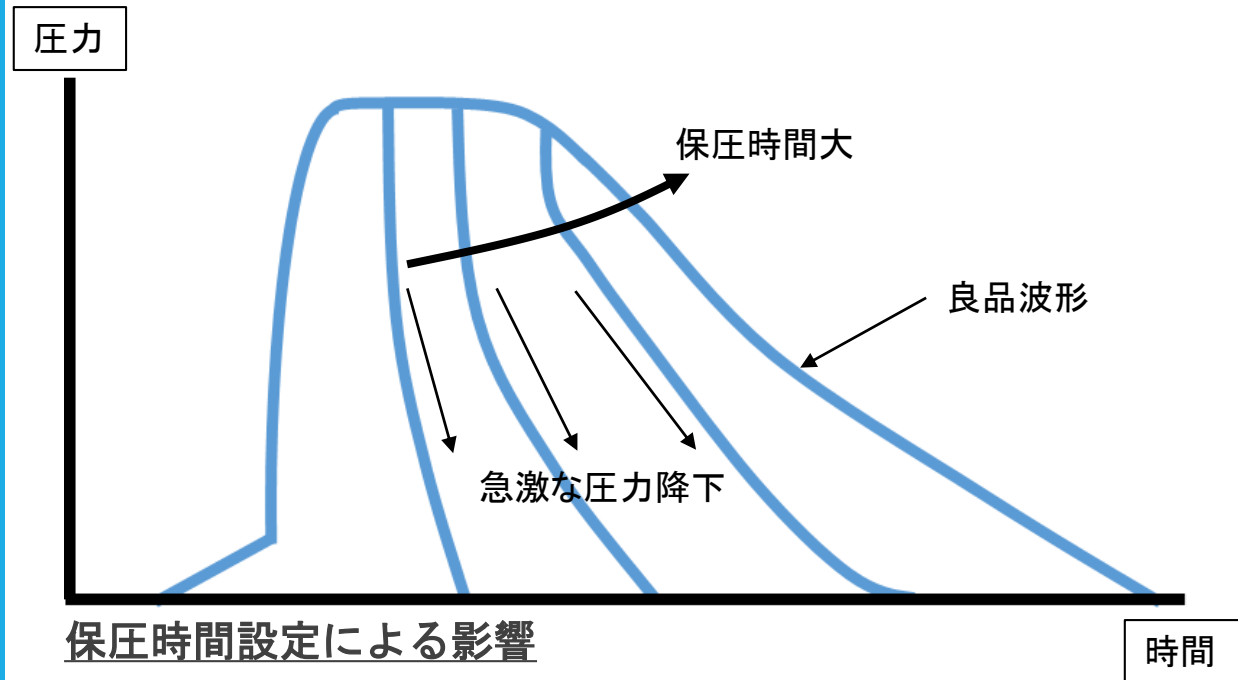
成形品質に大きく影響するため、成形品の評価結果と比較して確定する。

波形形状で 分かること⑬

保圧時間設定による影響の波形

確認事項

- ゲートシール時間
- 成形品質



ゲートシール前に終了すると樹脂が逆流し、急激に圧力降下する。

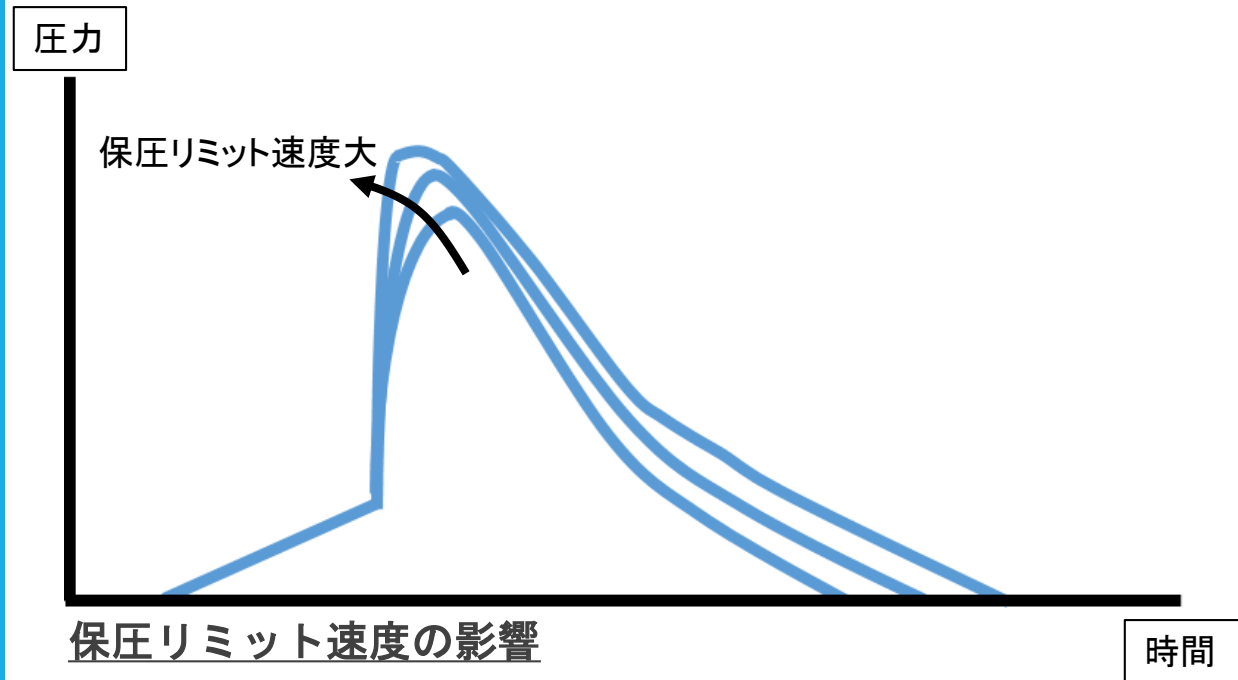
ゲートシール時間を把握し、適切な保圧時間を設定する。また、ゲートシールしていないと成形品品質のバラつきとなる可能性がある。

波形形状で 分かること⑭

保圧リミット速度による影響

確認事項

- 制御側での圧力オーバーシュート
- バリの発生状況、品質



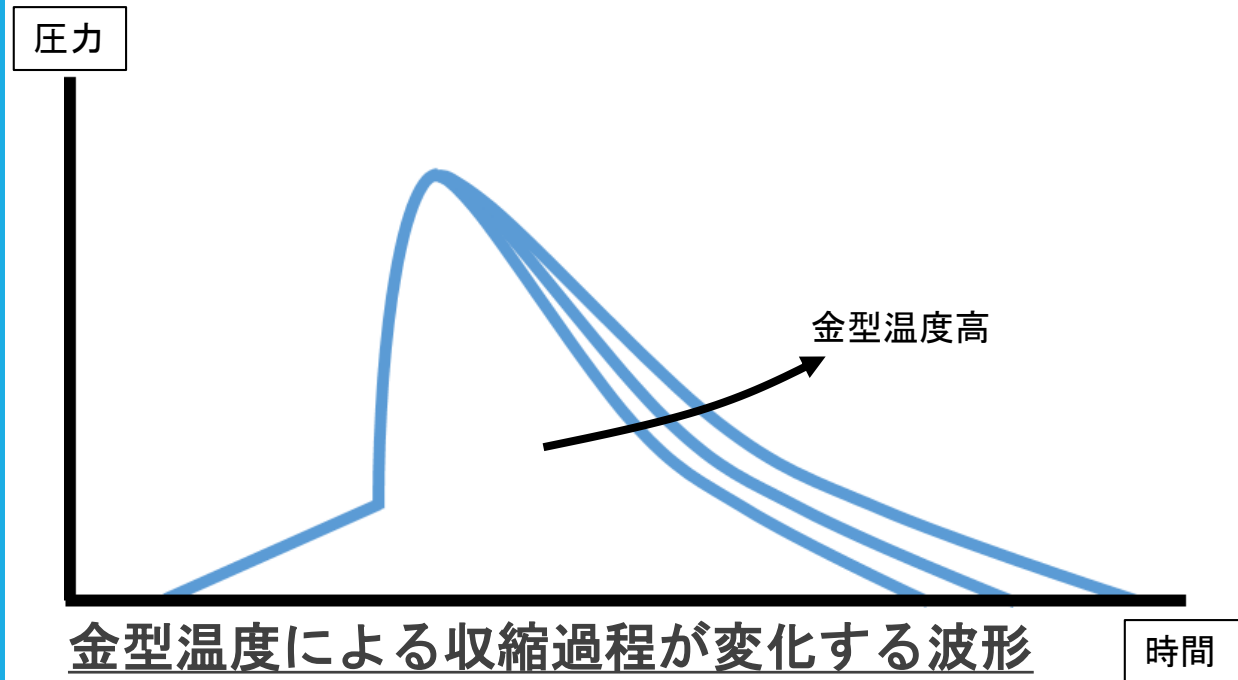
キャビティ充满後の加圧角度に影響し、結果ピーク圧力や収縮過程も変化が生じている。保圧リミット速度が大きすぎる場合、スクリュを制御しきれず保圧設定値をオーバーシュートしてしまい、大きな圧力がかかる可能性がある。

波形形状で 分かること⑮

金型温度による影響の波形

確認事項

- 温調機（流量）
- 金型冷却回路（流路の変化）
- ゲートシール時間



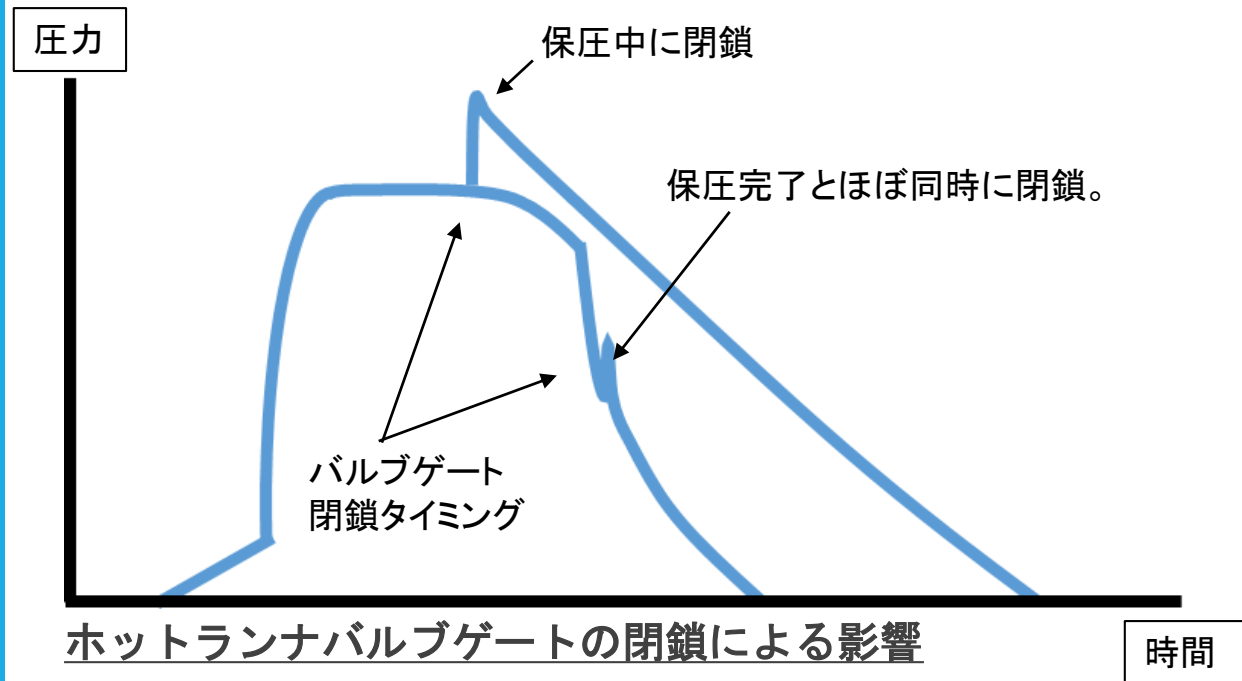
金型温度が高くなると、収縮が遅くなる。冷却効果が落ちているため、温調機や金型の冷却回路などにトラブルが無いかを確認をする。また、金型温度が変化することによりゲートシール時間も変化する可能性がある。

波形形状で 分かること①⑥

HRバルブゲートの波形

確認事項

- バルブ閉じタイミング
- ゲートシール



ホットランナバルブゲートの閉鎖による影響

バルブ閉鎖時に樹脂を押し込み、圧力上昇する。ゲートシールの状況とバルブ閉じタイミングにより複雑な挙動となる。保圧完了とほぼ同時に閉鎖する場合、バルブの閉鎖が遅れると上図のようになる。

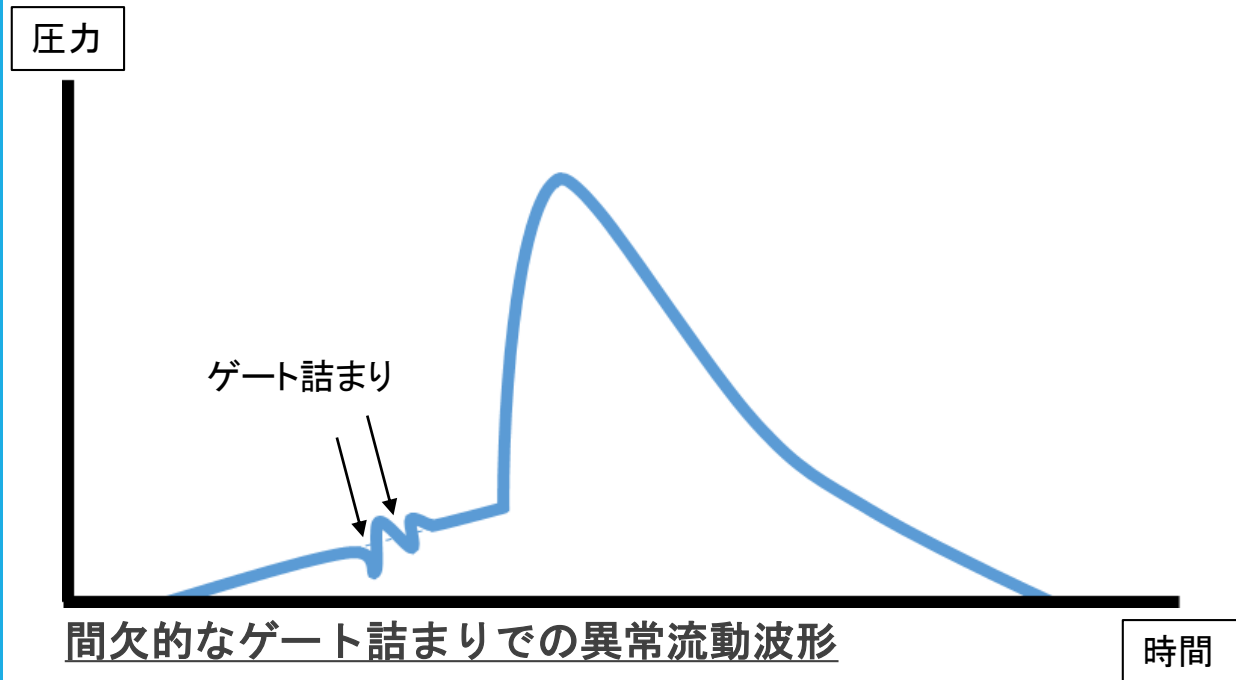
成形機側ではこの状況を把握できない。

波形形状で 分かること①⑦

流入時ゲート詰まりの波形

確認事項

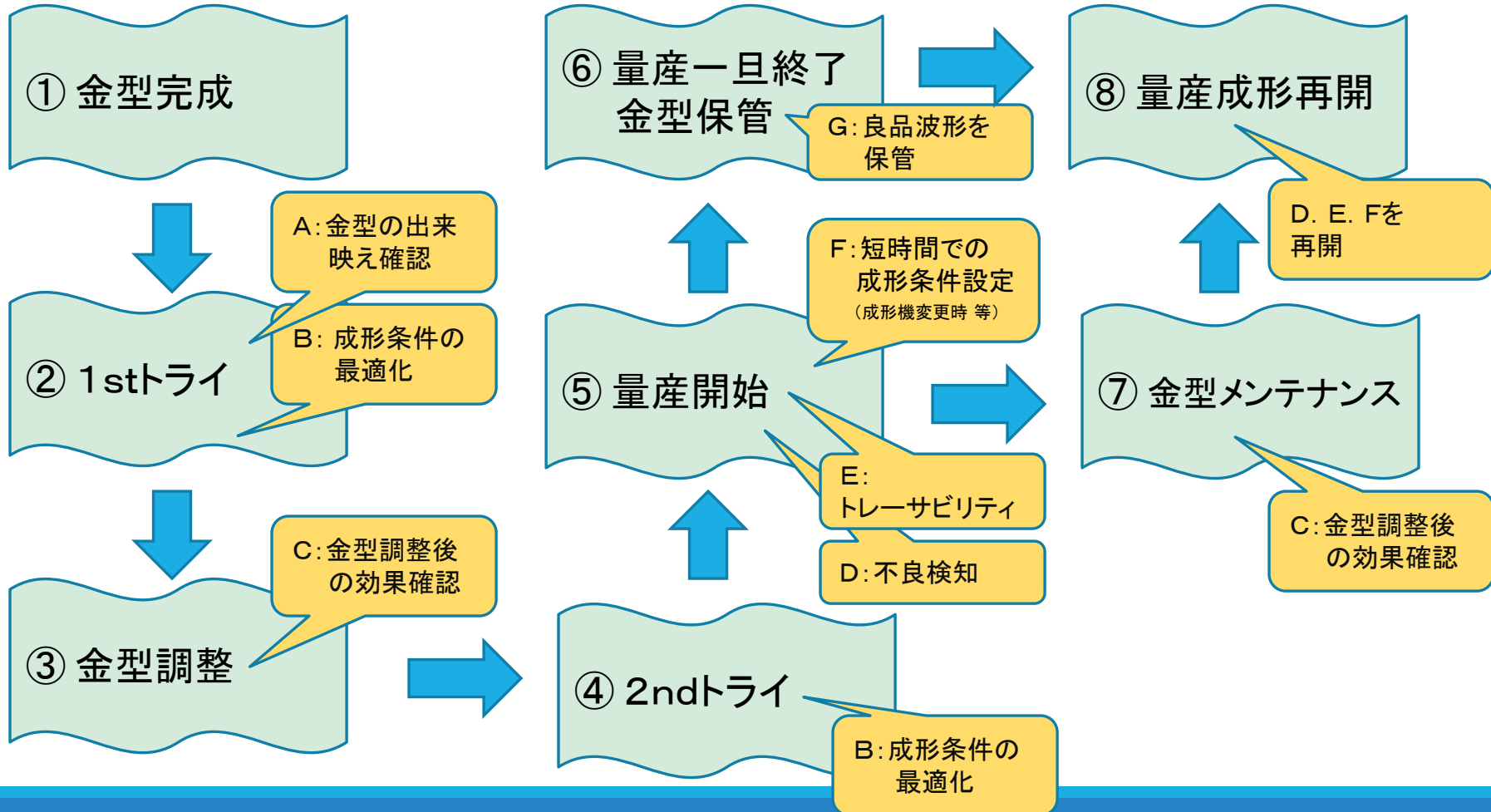
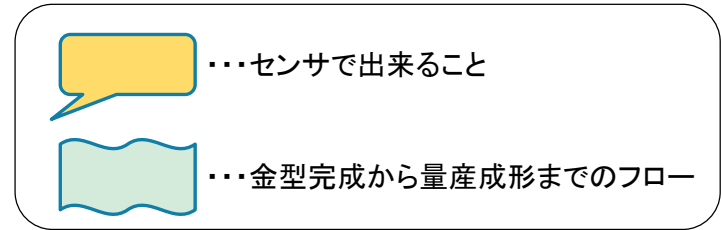
- 樹脂温度
- 金型温度
- 射出速度
- 樹脂溶融状態



速度が遅い、樹脂温度・金型温度が低い、未可塑の樹脂流入の可能性がある。

流動過程で圧力が上下動する。ランナ側の圧力センサとは上下の動きが逆になる。

● 金型内圧力センサで出来ること ＜金型完成から量産成形までの流れ＞



● 金型内圧力センサで出来ること

<使用事例>

	項目／センサで出来ること	使用例	参考ページ
A	金型の出来映え確認 ・キャビティバランスの確認 ・ゲートバランスの確認 ・CAEとの比較検証 ・設計データ及びCAEへのフィードバック	4個取り金型に使用。各キャビティの同一箇所センサを装着。金型内圧力波形を確認することでキャビティバランスを確認することが出来る。バランスが悪い場合には波形の立ち上がるタイミングのズレや保圧時の圧力差などが確認できる。	11
		例えば1つの成形品に3点のピンゲートで充填するような場合、ゲート詰まりのように流動バランスが崩れても他のゲートから樹脂が流入し、成形品形状が出来てしまう。各ゲート通過後に圧力センサを設置することで、流入タイミング等のバランスを確認することが出来る。	19
		スーパーエンブラに代表される高価な樹脂においては製造ロットが小さく、ロットによる粘度の違いが生じる。CAEにおいては各種材料の粘度データの代表値を使用しているが、実測による圧力に合うようパラメータを調整することで解析精度を上げ、金型修正する際の精度向上にも貢献する。	
B	成形条件の最適化 ・数値的裏付けのある成形条件出し ・重要品質と関連のある数値の割り出し ・安定成形の確認	射出速度は充填の可能性が高くなるよう、圧力の損失が最も小さくなるように設定するのが理想的といえる。金型内であれば上流と下流の2点にセンサを設置し、この間の圧力損失が小さくなる速度を割り出すことで速度決定を行う。	
		VP切換位置についてはショートショットから成形品を見て決定する事が一般的に実施されている。射出を停止した段階で流動時の圧力が残っている為、実際には射出停止した後も樹脂は流動してしまい適正な位置は掴めない。圧力センサを装着することでキャビティが充満したポイントが波形から理解でき、適正な位置でVP切換位置を設定できる。	6~7
		ゲート直下に圧力センサを設置することで、ゲートシールしているかどうか比較的簡単に確認できる。保圧を切った際に樹脂圧力が急激に減少した場合にはゲートがシールしておらず、ゲートから樹脂が逆流した事が容易に確認できる。このセンサを利用しながら最短の保圧時間設定を行うことが出来る。	3~4 15

● 金型内圧力センサで出来ること

<使用事例>

	項目／センサで出来ること	使用例	参考ページ
C	金型調整後の効果確認 <ul style="list-style-type: none"> 調整前後の波形を比較し、効果を数値的に確認 次の調整の指針 設計へのフィードバック 	金型調整前に取得した圧力波形を基準波形としてバックグラウンドに表示しておき、どれだけ、どの部分が変わったかを視覚的に確認できる。また、成形条件の変更についても変更前後で比較することが可能となり、成形技術者の理解度を深める。	
D	不良検知 <ul style="list-style-type: none"> 量産時の不良監視・排出 数値のトレンドを見て変化を確認し、異常を予知 	16個取りの製品。ショートの出防止として各キャビティの最終充填部付近にセンサを設置。各センサのピーク圧力を監視し、このアラーム信号を成形機の停止信号へ接続することで不良品の混入を防ぐラインを構築。 ある程度の不良率は許容しているが、成形機をフル稼働させて生産数を増やしたい場合には、アラーム信号を不良信号として成形機、反転シュータ、取り出し機などに接続して不良のショットを廃棄するようにすることで稼働率を上げることができる。	
E	トレーサビリティ <ul style="list-style-type: none"> クライアントへの品質管理体制明示 	自動車部品メーカーに代表されるよう品質管理体制・トレーサビリティ要求は年々厳しくなっている。成形機側のデータも重要であるが、マルチキャビティの金型においてはキャビティ毎のデータも重要であり、センサ設置による管理をクライアントから指定されるケースも増加傾向にある。 成形におけるIoTの取り組みの一環としてセンサ設置の要望が増加。単に波形データのみ保存だけでなく、毎ショットのピーク値や積分値(波形面積)等予め演算したデータを保存しトレンドを確認できる為、工程における変動確認・異常予知が行える。	
F	短時間での成形条件設定 <ul style="list-style-type: none"> トライ時と成形機変更時、工場変更時の短時間立上 数値的に裏付けのある成形条件調整 	金型完成時に良品が取れたものの、量産の際には異なる成形機で生産することとなった。この時、スクリュのサイズ違いによる数値変換やMPaと%表示などの単位変換など煩雑であり、必ずしも一致するとはいえない。圧力センサでの波形を利用して良品時の波形と合わせるよう条件設定することで短時間で近い品質を再現することが出来、早期立ち上げが可能となった。	13~18
G	良品波形を保管	前回生産時の波形と比較し、変化や異常がないかを確認して次の生産を開始する。	

双葉電子工業株式会社

技術的な質問に関するお問合せ先

精機事業センター ソリューション部 MMS係

TEL. 0475-32-6358 (代) FAX. 0475-30-1076

お取引に関するお問合せ先

東京営業所 : TEL. 03-3616-1730 (代) FAX. 03-3616-1731

関西営業所 : TEL. 06-6746-7781 (代) FAX. 06-6746-7786

仙台出張所 : TEL. 022-287-0327 (代) FAX. 022-288-0072

広島出張所 : TEL. 093-512-8131 (代) FAX. 093-512-8132

名古屋営業所 : TEL. 052-745-2580 (代) FAX. 052-745-2575

九州出張所 : TEL. 093-512-8131 (代) FAX. 093-512-8132

浜松出張所 : TEL. 052-745-2580 (代) FAX. 052-745-2575

その他の質問に関するお問合せ先

精機事業センター 〒299-4395 千葉県長生郡長生村藪塚1080

TEL. 0475-30-0809 (代) FAX. 0475-30-0818

◎お問合せについて

この資料についてのお問合せは、最寄りの営業所をお願いいたします。
資料の記載内容は 2022年1月現在のものです。記載内容は予告なく変更することがあります。

202201L