

金型の温度上昇に関する考察
Consideration concerning rise in heat of metal mold

Troubleshooting of metal mold at molding temperature rise

[TAKAO INJECTION MOLD ENGINEERING CO.,LTD.] (株)タカオ設計事務所 設計技術 鷹野 肇

1. はじめに

近年、製造業の国内空洞化とあらゆる製品の値下がり傾向は一向に歯止めが掛けられず、客先の金型業界へのコストダウン要求は悲鳴に近い声高で叫ばれている。そして省力化の波はより安価で高品質を求めるため、製品の軽量化と経済性で薄肉成形を促進し、対象成形機のサイズダウン、最高肉縮力設定で高速高圧成形、アニール効果やL/Tと転写性向上、及び外観品質などである。これら諸条件を満たす金型においては過去の常套的手段を覆し、高温度成形に耐えうる過酷な環境化でその耐久性を求められる。本稿ではこの昇温傾向にある金型にスポットをあて考察してみる。

2. 金型温度上昇の分析と対処

所謂“熱交換器”と言われる樹脂金型は、金型内外からの強い圧力と荷重負荷の他、加熱冷却のヒートサイクルに曝され、あまつさえその構造内部に数百度の加熱源を持つホットランナー金型においては何事かいわんやである。そこで、高温度金型で懸念される事象の分析と対処の概念をまとめた。まず金型温度分布モデル(図1)の事例で考察してみる。

* Hajime Takano 設計技術
〒270-0163 千葉県流山市南流山6-24-13, TEL(04)7158-5357

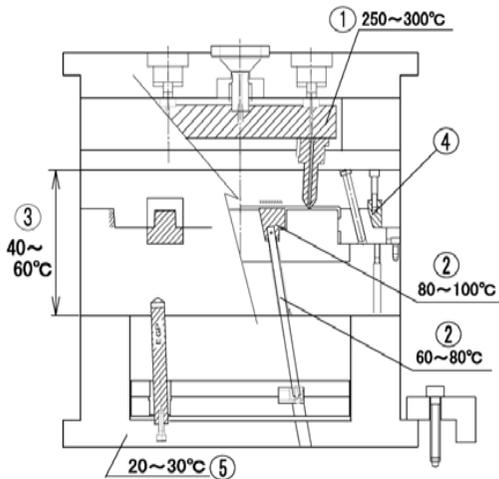


図1 金型温度分布モデル

(1) 機械的特性の考察

一般成形時に設定される150°C前後までの金型温度では、表1で判るように機械的特性の低下は余りない。例外的構造物としてホットランナーマニホールド周辺は、温度脆性の注意が必要である。

(2) 熱膨張の考察

昇温時におけるトラブルの重要ファクターであり、決して無視してはならない。一般鋼材の熱膨張量式を表2に示す。

(3) 構造部ごとの考察

各金型構造部における (イ) 昇温 (ロ) 現象 (ハ) 対策の概念、をまとめてみた。

- ① ホットランナーマニホールド (図1)
 - (イ) 昇温: 300°C前後に昇温されたホットランナーシステムはゲートピッチのセンターズレや、250°C~300°C付近でおこる青熱脆性がある。
 - (ロ) 現象: ゲート開閉部の損傷や青熱脆性によるマニホールドブロック等の損傷が起こる。
 - (ハ) 対策の概念: ホットランナーシステムによってその対応策が確立されており、各マニュアルに沿って対応する事が肝要である。又、青熱脆性の少ない耐熱鋼、ステン鋼などの高合金鋼を用いる事が賢明である。
- ② ルーズコア (傾斜コア、直上コア) (図1, 2)
 - (イ) 昇温: 温調付きコアと温調なしコアでは、昇温現象は大きく異なる。
 - (ロ) 現象: 作動不良、カジリ、コアロッドバーの破壊、外観異常などがある。熱膨張したコアの抵抗算出を図2, 3及び表3に示す。このモデルの突出力は約5 tonにもなり、このような過剰な抵抗がルーズコア構造の最も多いトラブル要因である。
 - (ハ) 対策の概念: 熱膨張を予め予測減寸したコアハメアイの設定、蓄熱影響の小さいコアデザイン (図4, 5) にする。

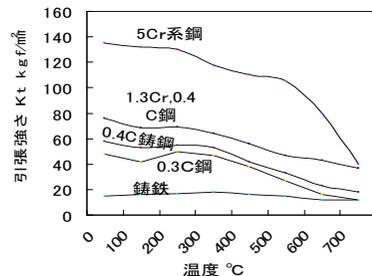


表1 常温高温およびの引張り強さ

一般鋼材の熱膨張量

$\lambda = \alpha \ell \Delta t = 1.2 \ell \Delta t \times 10^{-5}$

α: 熱膨張係数 1.2 × 10⁻⁵
t: 温度差
ℓ: 初期寸法

表2 熱膨張量

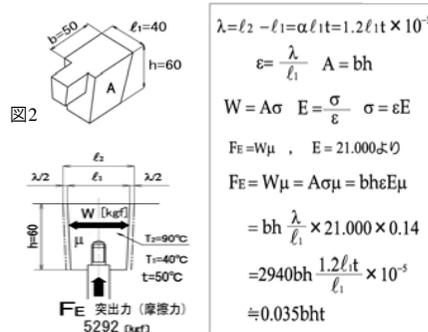


表3 摩擦力

図2

図3

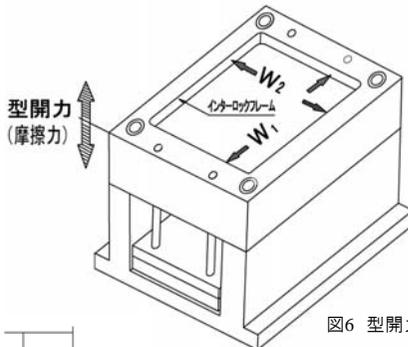


図6 型開力

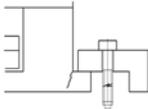


図7 取付板、クランプボルトの破壊

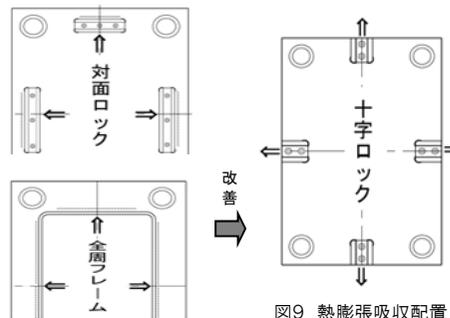


図8 熱膨張吸収不可配置

図9 熱膨張吸収配置

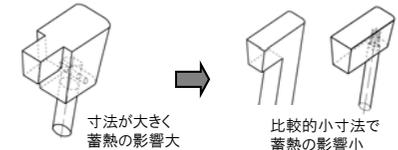


図4 異形断面接合コア

図5 断面一樣コア接合コア

- ③ 型板 (固定側と可動側型板の関係) (図1)
 - (イ) 昇温: 固定側、可動側間で若干の温度勾配による熱膨張差が発生し、ハメアイ精度誤差が生じる。
 - (ロ) 現象: 温度勾配によりシメシロ増加の寸法変位した型板同士は強い摩擦力が発生する。(図6) インターロックプレームブロックのカジリ、不整合 (図8) やクランプボルトの破壊、取付板の破壊がおこる。(図7)
 - (ハ) 対策の概念: 熱膨張が吸収できるインターロック構造が望ましい。(図9)
- ④ スライダーロックングのカジリ (図1)
 - (イ) 昇温: スライダー自身の蓄熱、固定側可動側型板同士の温度勾配が生じる。
 - (ロ) 現象: スライダーのカジリ、作動不良、アンギュラピンの破損がある。
 - (ハ) 対策の概念: 熱膨張を勘案したスライダーデザインや必要なスキマ設定をする。
- ⑤ エジェクタープレートの作動不良
 - (イ) 昇温: 型板と取付板の温度勾配が生じる。
 - (ロ) 現象: エジェクターガイドピンのセンターずれ及び、その対策とした過大荷重の早戻し装置の弊害がある。
 - (ハ) 対策の概念: 型板と取付板の温度差を予め予測し、ピッチエラーの吸収ができるエジェクターガイドピン部のハメアイを設定する。

3. 設計概念

樹脂金型においては、成形生産における最適金型温度の概念を念頭におかなければならない。金型各部は必ず“冷”と“熱”が存在し必要不可欠な両刃の剣でもある。したがって、熱の挙動を十分認識した上で機能を損なうことなく、熱膨張の吸収を計った型構造の設計をしなければならない。熱膨張はある程度予測でき、前述の通りその対応は十分可能である。

4. おわりに

以上のごとく、温度上昇に伴う諸現象については大きな危険をはらんでおり、われわれ設計者は、この事を十分認識し熱膨張の予測を見落としてはならない。当事務所では、金型部品販売のかたわら各種のエンジニアリングサービスを行っており、本稿に関する関連する考察も公開している。エンジニア諸兄の参考になれば幸いである。