

ダイカスト金型におけるバリレス技術

The burr-less technology in die-casting die

[TOYOTA MOTOR CORPORATION] トヨタ自動車(株)

伊藤 雄大*
 増井 雄介**
 池田 真大***
 畑田 綾香****

1. はじめに

バリは製品内へ混入し不良となったり、型内に残存することで金型のヘタリを誘発させたりすることにもつながるため、バリレス化への取組みは重要である。今回、実機での測定と解析技術を用いながらバリレスに取り組んだ内容について紹介する。

多数の部品で構成される金型は、それぞれの構成部品間には必ず隙間を有する。その隙間をどれだけ小さくすれば溶湯の浸入を防ぎ、バリレスが実現できるのかを検討した。バリの発生は溶湯に作用する圧力、隙間量、溶湯の表面張力によって決まる。これらの関係式は Young-Laplace の式を変形した式(1)で示される。

$$D = \frac{4\sigma}{P} \quad (1)$$

(D : 隙間量、 σ : 溶湯の表面張力、 P : 溶湯圧力) ここで溶湯の表面張力 σ は、式(2)で表される。

$$\sigma = \eta \times 8.5 \times 10^3 \left[\frac{T_m}{M} \right] \quad (2)$$

(η : 粘度、 M : 原子量、 T_m : 融点)

粘度 η は式(3) Andrade の式にて示すことができる。

$$\eta = A \exp \left[\frac{E}{RT} \right] \quad (3)$$

(A : 物質依存の係数、 E : 流動活性エネルギー、 R : 気体定数、 T : 温度)

充填時の溶湯温度、式(1)~式(3)を適用することで、アルミニウムを浸入させない隙間量を算出することができる。

今回、V6 シリンダーブロックの金型合わせ面におけるバリレスに取り組んだ。溶湯の粘度はスリーブ内の溶湯温度の実測値 (563℃) を用い算出し、前述の隙間量と圧力の関係および 50 MPa の鑄造圧から、バリ発生の限界隙間は 0.12 mm 以下と算出することができる。この限界隙間以下に型変形を抑制するため、金型の隙間量低減に取り組んだ。

2. 隙間量低減の取組み

金型に発生する隙間は、製作公差にて発生する隙間と、鑄込みによる影響によって発生する隙間に層別することができる。鑄込みによる隙間への影響因子を検討してみると、熱影響と機械的荷重の2つに分けられる。機械的荷重による型変形に対しては、設備的な影響と条件による影響がある。設備的な影響に対する改善は、各ダイカストマシンメーカーで進められており、条件の影響に対しては、鑄造圧力の低圧化、射出のブレーキ制御などを進めている。

今回、熱影響による型変形を3つのステップに分け、隙間低減に取り組んだ。

(1) 鑄込み初期と安定期の型温差の低減

熱影響による型変形の1つ目が、鑄込み初期と安定期に発生する型温差である。金型合わせ面において、冷間時と熱間時の温度差は 80℃ 程度ある。金型高さが仮に 250 mm の場合、線膨張係数を $11.5 \times 10^{-6}/\text{℃}$ とし熱膨張量を算出すると約 0.1 mm となり、一般的な製作公差 (~0.06 mm) と合わせ、限界隙間 (0.12 mm) を超えてしまう。この温度差を小さくするためには、鑄込み初期の金型温度の引き上げが必要となる。今回、型内の冷却穴に熱媒体を流し、金型を予熱する方法を採用した。この予熱により鑄込み始めと安定期の型温差は 5℃ 程度まで縮めることができた (図1)。

(2) 金型部位ごとの型温差の低減

同じ金型の合わせ面内の型締め時の温度は、低温部で 80℃、高温部で 170℃ であり、90℃ の型温差が

*Takehiro Ito, **Yusuke Masui, ***Masahiro Ikeda, ****Ayaka Hatada :
 鑄造生技部
 〒471-8571 愛知県豊田市トヨタ町1

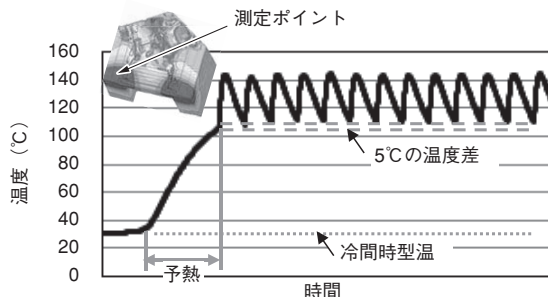


図1 予熱実施時の金型温度推移