

# CFD を用いた鋳造の解析

## 1. 緒言

鋳造とは、材料を融点より高い温度で熱して液体状態(溶湯)にした後、湯溜りに流し込み→湯口→湯口底→湯道→堰を通り、堰から製品の型(鋳型)に流し込み冷やして目的の形状に加工する方法である。

鋳造製品の製造過程で、溶湯を鋳型に流し込む際に湯口方案の設計(図1より①湯溜り、②湯口、③湯口底、④湯道、⑤堰、⑥ガス抜き穴などの形状や配置)により、製品(鋳物)の強度や欠陥に大きく影響を及ぼす可能性がある。しかし、鋳造現場では職人に頼る現場が多く、湯口方案の設計が最適な形状で行われているとは言えない現状がある。

本研究では、船の舵部品の湯口方案の設計を行い、解析ソフトを用いて溶湯流れの解析を行い最適な形状を求めた。

## 2. 解析方法

本研究では、ANSYS FLUENT を用いて解析を行う。解析ソフトでは、基礎方程式である Navier-Stokes 方程式(1)

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \nabla^2 \mathbf{v} + \mathbf{F} \quad \dots (1)$$

$\mathbf{v}$  は速度ベクトル、 $p$  は圧力、 $\mathbf{F}$  は外力ベクトル(0, -g, 0) である。(1)式を有限体積法によって求める。

解析条件とし、湯口方案の設計モデルは図1のモデルを用いて①湯溜り高さや⑥ガス抜き穴の形状や配置を変更し解析を行う。また、鋳型は砂型を想定し行う。

本研究では、湯流れの解析を目的としており、凝固はしないものだと考えると、鋳鉄と水は、ニュートン流体と考える。このことから本研究では、水を用いて湯口方案の解析を行う。

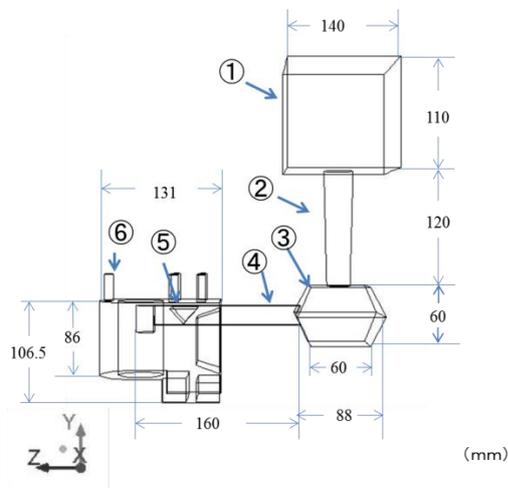


図1 湯口方案の設計とモデル

## 3. 解析結果および考察

図4は湯溜り高さを240mm、120mmの堰からの流入体

積を表した図である。図2と図4と図3が示すように、ニュートン流体が部品に流入する時間は120mmが0.07

4s程先に流入し始めたことがみられる。しかし、部品の容積(0.009m<sup>3</sup>)を高さ240mmが0.75s程先に満たされていることから、トリチェリの定理( $v = \sqrt{2gh}$ )からより、高さhと速度の関係性が得られた。

図2、図3は時間別の流入画像を示す。本研究では、砂型を想定しており、溶湯の乱れなどにより砂型の一部が削られ、異物を流入し欠陥となる。図2の0.78sと図3の0.76sからみてとれるように240mm流入速度が落ちることなく部品の壁に衝突しており鋳型の欠損が考えられる。

これらのことから比較すると、欠陥を抑える湯口方案の設計は120mmだと考えられる。

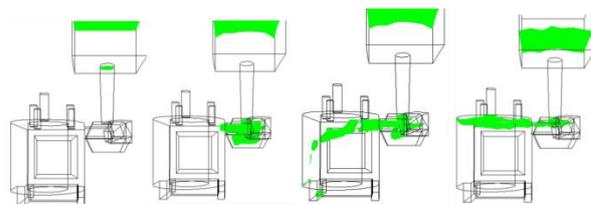


図2 湯溜り高さ120mm時の時間別流入画像(右から0.01s, 0.6s, 0.78s, 3.85s)

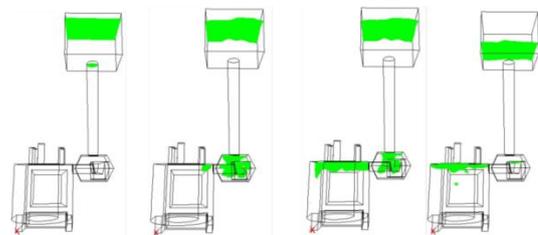


図3 湯溜り高さ240mm時の時間別流入画像(右から0.01s, 0.67s, 0.76s, 3.10s)

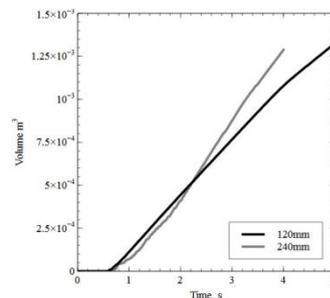


図4 堰から部品への流入体積

## 文献

(1) 鋳造方案に係るマニュアル

<[http://unit.aist.go.jp/col/ci/techno\\_kw/mono-kyohon\\_pdf/technote024.pdf](http://unit.aist.go.jp/col/ci/techno_kw/mono-kyohon_pdf/technote024.pdf)>