

令和 4 年 5 月 9 日現在

機関番号：50101

研究種目：奨励研究

研究期間：2021～2021

課題番号：21H04078

研究課題名 砂の流動層利用によるフルモールド造型の最適化に関する研究

研究代表者

高橋 一英 (Takahashi, Kazuhide)

函館工業高等専門学校・技術教育支援センター・技術長

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 380,000 円

研究成果の概要：1.流動層方法：鋳型底から渦巻状ホースに複数穴をあけ、圧縮機で空気送入。2.発泡模型：渦巻形を採用。砂進入口数・向きを変え実験。砂流動では、重力落下でしか通路に滞留せず、砂を十分に通路に押込む力がない。3.改善策：流動層＋回転強制で通路に導き、砂充填率を上げるため、模型を砂埋没させ手動回転させる。(1)渦巻形：砂進入口は模型上部・中心の計3箇所。30回転は充填率100%。回転で砂進入口は塞がれず、通路に砂を補給し続ける。(2)格子形(縦5×横5)：砂進入口は模型上部1箇所。30回転は砂充填率100%。4.研究成果：模型を流動層の鋳型中央で埋没させ回転させる手法は有効である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

流動層＋回転強制で通路に砂を導き、発泡模型内部の砂充填率を上げるため、「発泡模型を流動層の鋳型中央で埋没させ手動で回転させる」手法は有効である。手動から機械的に回転させる仕組みを考案できれば、流動層と機械的アシストにより、フルモールド鋳造発泡模型の複雑で微細な内部形状に適用可能である。「砂の流動層利用によるフルモールド造型の最適化に関する研究」から、流動層を利用したフルモールド鋳造発泡模型の複雑で微細な内部構造の設計製作を実現可能にする適格条件を導くことができた。将来的に3Dプリンターと連携活用すれば、模型内部の複雑形状に制限がなくなり、砂込めの技術的信頼性にも向上が期待できる。

研究分野：鋳造

キーワード：流動層 フルモールド

1. 研究の目的

流動層は、密閉容器中の砂に空気を送入すると砂粒間の隙間に空気が入り込み、砂粒に流動性運動を与え、砂全体が液体同様の粘性と比重を持つ状態である。流動層を利用して、フルモールド鑄造発泡模型の複雑で微細な内部構造に対応可能な適格条件を導くことが研究目的である。

2. 研究成果

(1) 発泡模型(渦巻形) 模型寸法 120×120mm (渦巻の溝幅 4mm, 間隔 5mm, 深さ 10mm) の砂進入口 (1 箇所) を上向きで砂に埋めた場合、流動層の砂流動だけでは砂は上から下へ (重力落下) しか滞留せず、渦巻形状中心を超えない。湯口想定の上向きから直線部～渦巻下部で砂の進入は止まる。これは、発泡模型を固定して砂進入口を上・下・横の種々方向の実験結果から分かっている。流動層の砂流動だけでは、砂を渦巻形状に押し込む力がないことが撮影動画 (強化ガラス可視化鑄型) から分かった (図 1)。

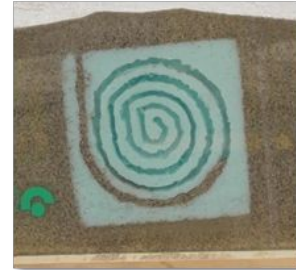


図 1 渦巻形_ガラス可視化

実験前は、液体の様に砂が流れ発泡模型の渦巻形状溝をすべて埋め尽くすと予測したが、上記の実験結果から、①砂進入口が砂で埋まり塞がれば空気流入も無くなり、それ以上の砂は入り込めず、発泡模型内部の砂の動きに進展なし。②砂進入口が下向きでは砂の動きが重力に逆らえず、渦巻上部まで到達する力はない。③流動層の砂は底からの上昇方向 (浮上力) が強く、砂進入口が上部横向きからでは砂の進入が殆どない。などが分かった。

(2) 発泡模型の砂進入改善策として、発泡模型を回転させる実験を行う。発泡模型をガラス面に固定した実験では、渦巻形状の溝すべてを埋めることができない。発泡模型を回転させることで、砂の進入を「流動層の砂流動力+発泡模型を回転させ砂を強制的に渦巻状通路に導く動作」により、発泡模型内の砂充填率を上げるため、「発泡模型を流動層の鑄型中央で埋没させ手動で回転させる」。発泡模型は単体の渦巻形状側に、溝を掘らない同じ大きさの発泡模型を組合せ、割型にする (図 2)。渦巻形と格子形の 2 種類で実験する。

①渦巻形状は、流動層での発泡模型回転と左右振り子の動作実験の 2 種類行う。砂進入口は、発泡模型上部の 2 箇所 (左上_2 溝幅, 右上横_1 溝幅) とする。発泡模型回転は鑄型砂に埋没させて回転させる。

A) 模型回転～20 回転、B) 模型回転～30 回転、C) 模型左右振り動作、D) 模型回転～30 回転 (渦巻形状の終端に中心穴をあけて渦巻溝と接続、砂進入口 3 箇所とする)。

②実験結果は、A)～D) の実験を砂の渦巻溝充填率から比較すると、A) の模型 20 回転では充填率 50% で失敗、B) は 60% で失敗、C) は渦巻 2 溝が埋まる程度で失敗、D) の模型 30 回転、砂進入口 3 箇所経路は充填率 100% 成功となった (図 3, 図 4)。

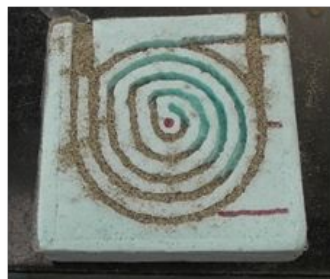
③上記②から、D) が渦巻形状の溝すべてを砂で埋め尽くしている。砂進入口は、a) 発泡模型上面の左側部 (湯口想定)、b) 上部右側面部、c) 渦巻中心部の計 3 箇所経路。これは、渦巻形状上部の縦と横、中心から砂が進入することになる。

発泡模型固定と回転の動作を比較すると。発泡模型固定 (静止) は、砂進入口からこぼれ落ちた砂が湯口通路に溜まり、次に砂進入口を塞ぎ砂の流入は止まる (失敗)。

発泡模型回転は、実験 D) の 30 回転継続により、砂進入口は塞がりかけた砂が回転することで強制的に排除され、砂進入口は塞がれず渦巻形状通路に砂を補給し続ける。これにより渦巻形状のすべての溝に砂が充填される結果となった。



図 2 割型



A) 20 回転_充填率 50% (失敗)



B) 30 回転_充填率 60% (失敗)

図 3 発泡模型回転実験 A), B)



C) 模型左右振り (失敗)
渦巻 2 溝埋まる程度



D) 30 回転 充填率 100% (成功)
(砂進入口 3 箇所経路)

図 4 発泡模型回転・左右振り子実験 C), D)

④格子形状は、格子寸法 $120 \times 120\text{mm}$ (砂進入口 1 箇所 縦 5 × 横 5 の格子溝、溝幅等は渦巻形同様)。砂進入口は、発泡模型上面の左側部 (湯口想定) 1 箇所、砂の中で 30 回転させる。発泡模型はテープを貼らない空気透過の条件。

結果 格子形状の溝充填率 100% 成功。すべての格子溝に砂が充填される結果となった (図 5)。

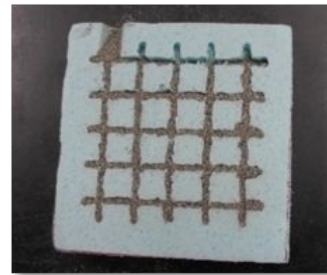


図 5 格子形回転 (成功)

(3) まとめ、発泡模型内の砂充填率を高めるため、「発泡模型を流動層の鋳型中央で埋没させ手動で回転させる」手法は有効である。手動から機械的に回転させる仕組みを考案できれば、流動層と機械的アシストにより、フルモールド鋳造発泡模型の複雑で微細な内部形状に適用可能である。「砂の流動層利用によるフルモールド造型の最適化に関する研究」から、流動層を利用したフルモールド鋳造発泡模型の複雑で微細な内部構造の設計製作を実現するための適格条件を導くことができた。将来的に 3D プリンターと連携活用できれば、模型内部の複雑形状に制限がなくなり、砂込めの技術的信頼性は飛躍的な向上が期待できる。

以上。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

—

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------