

Title	鋳造における湯流れのシミュレーションに関する研究
Author(s)	大政, 光史
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3060101
DOI	10.11501/3060101
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【1】

氏名	大 政 光 史
博士の専攻分野の名称	博士（工 学）
学位記番号	第 1 0 0 6 4 号
学位授与年月日	平成 4 年 2 月 27 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科 冶金工学専攻
学位論文名	鑄造における湯流れのシミュレーションに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 大中 逸雄 (副査) 教授 飯田 孝道 教授 黄地 尚義

論 文 内 容 の 要 旨

鑄造における基本的な現象のひとつは高温の溶融金属の移動，すなわち湯流れである。この流れは自由表面を有しており，しかも，自由表面が移動して鑄型内を充滿してゆく。鑄型内部での現象を把握することは，鑄造欠陥のない鑄物製品をつくるために必要である。しかし，鑄型内部を直接観察することは困難であるので，近年コンピュータを用いた数値シミュレーションが行われている。しかし，湯流れの数値シミュレーションについては，まだ理論的検討が不十分で適用範囲も狭い。

そこで，本研究では，自由表面を有する湯流れをシミュレーションできるアルゴリズムを提案し，低圧鑄造のモデル実験と内部流速分布等を比較して妥当性を評価し，その他の鑄造法にも適用できる汎用湯流れシミュレーション方法を開発することを目的とした。本論文はこれらをまとめたもので，次の 6 章から構成されている。

第 1 章では，湯流れについて従来行われた研究について，その特徴と問題点を挙げ，本研究の目的を述べた。

第 2 章では，物理法則から直接的に差分式を導く直接差分法を用いて，表面張力や接触角を考慮した湯流れ解析の方法を提案した。本解析方法による数値解と厳密解とを比較して，計算精度を確かめた。また，流れ計算に付随する各種の問題点について考察を行った。

第 3 章では，試作した低圧鑄造装置を用いた水モデル実験で流れの可視化を行い，キャビティ内部の 2 次元的な流速分布を測定した。この実験結果をコンピュータシミュレーション結果と比較して，流れに乱れがない範囲内では十分正確に計算できることがわかった。

第 4 章では，表面張力や接触角の異なるアルミニウム溶湯，水銀および水について，モデル実験と数

値解析を行い、湯流れ挙動に与える影響を検討した。その結果、表面張力や接触角の影響で水平方向へ流れる湯先の高さが変化し、充填挙動が変化する場合があるため、鑄造方案決定のときには、表面張力と接触角を考慮してシミュレートする必要があることを明らかにした。

第5章では、実際の鑄型に近い形状や鑄造条件での解析を行った。重力鑄造法とダイカスト法における溶湯の流れ挙動を示し、文献データと比較して同様にシミュレートできていることを確かめた。

第6章では、上記各章の総括を述べた。

論文審査の結果の要旨

鑄型への注湯時の溶湯の流動挙動、すなわち湯流れ挙動を定量的に推定することは、健全な鑄造品を製造するために極めて重要であるが、形状が複雑で自由表面を伴う流動であるため、その解析は容易ではない。本論文は物理的モデル実験およびコンピュータシミュレーションによりキャビティ内の湯流れ挙動を把握するとともに、実用的な湯流れシミュレーション方法を開発することを目指したもので、主な成果は次の通りである。

- (1) 物理法則から直接的に差分式を導く直接差分法を用いて、表面張力や接触角を考慮した湯流れのコンピュータシミュレーション法を提案し、厳密解と比較することによって精度良く計算できることを確かめている。また、流れ計算に付随する各種の計算上の問題点について考察を行い、対流項については風上差分法を用いる必要があることを示している。
- (2) 試作した低圧鑄造装置を用いた水モデル実験を行い、キャビティ内部の2次元的な流速分布を測定し、コンピュータシミュレーション結果と比較して実用的に十分な精度で計算できることを示している。
- (3) 表面張力や接触角を変化させた物理的モデル実験を行い、水平方向へ流れる湯先の高さが表面張力や接触角により変化することを見出すとともに、コンピュータシミュレーションでもこれを再現できることを示している。また、表面張力や接触角により溶湯による鑄型の充填挙動が変化する場合があるため、ガス抜き位置などの鑄造方案決定のときには、これらを考慮してシミュレートする必要があることを明らかにしている。
- (4) 実際の鑄型に近い形状や鑄造条件での解析を行い、本解析方法が実用的な条件でも適用できる可能性を示している。

以上のように、本論文は表面張力や接触角を考慮した湯流れのシミュレーション法を提案し、モデル実験と比較することによって計算の妥当性を確かめ、また、各種鑄造法および実際の鑄型に近い複雑な形状の場合のシミュレーションを行い、鑄型内部の湯流れの挙動を把握し、鑄造方案の最適化に役立つ可能性があることを示しており、冶金工学、特に鑄造工学の分野に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。