

Title	数値解析による鋳造品の品質予測に関する研究
Author(s)	長坂, 悦敬
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3089984
DOI	10.11501/3089984
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏 名	なが 長 坂 悦 敬
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 3 0 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 4 年 4 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	数 値 解 析 に よ る 鋳 造 品 の 品 質 予 測 に 関 す る 研 究
論 文 審 査 委 員	(主 査) 教 授 大 中 逸 雄
	教 授 佐 分 利 敏 雄 教 授 斎 藤 好 弘

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、複雑な形状を有する鋳造品の品質を事前に予測するために、凝固および熱伝導現象を効率よくシミュレーションできる凝固熱伝導解析システムを開発するとともに引け巣欠陥の予測方法および熱処理後の金属組織や残留応力の予測方法を検討した一連の研究成果をまとめたもので、次の9章から構成されている。

第1章では、本研究が必要とされる背景、従来の研究の概要と問題点、および本研究の目的と概要について述べた。

第2章では、計算時間が短く、コンピュータのメモリ容量が少なくても精度の高い計算結果が得られる線形内挿前進差分法について述べるとともに、厳密解、有限要素法、従来の差分法との比較を行った結果、十分な精度が得られることを示した。

第3章では、L字交差部を持つ鋼鋳物について、実験によって得られた温度履歴および凝固時間分布を凝固熱伝導解析結果と比較し、よい一致が得られることを示した。

第4章では、注湯時の熱移動を数値実験によって検討し、堰位置、注湯時の鋳型加熱位置などが後の凝固過程に与える影響を定量的に明らかにした。

第5章では、凝固熱伝導解析システムを用いた引け巣欠陥の予測方法について、先ず、従来の各種方法の適用性の限界について実例をもって検討し、さらに、引け巣欠陥を定量的に予測する方法を開発し、種々の鋳物に適用した結果、引け巣欠陥を精度よく予測できることを示した。

第6章では、製品図をいくつかの基本形状に分けて入力すれば自動的に要素分割が行えるようにした3次元要素分割プログラムを開発したことによって複雑な形状をもつ実際の鋳造品が解析可能になったことを示した。

第7章では、連続冷却時の金属相変態予測方法について検討し、球状黒鉛鋳鉄のオーステンパー処理に適用した結果、厚肉部の硬度分布を変態温度の平均値から推算できることを明らかにした。

第8章では、焼入れ時の内部応力の発生を計算できる熱弾塑性応力解析方法を検討し、鋼および鋼鋳物の焼入れ後の残留応力を予測した結果、よい一致が得られることを明らかにした。

第9章では、本研究で得られた結果を総括した。

論文審査の結果の要旨

鑄造プロセスにおいては、種々の鑄造欠陥の制御と実体強度の保証が容易でないことが依然として重要な問題となっている。

本論文は、このような問題に対して、鑄造品の品質を事前に予測するために開発した凝固および熱伝導の効率的な数値解析方法、複雑な3次元形状の取扱い方法、引け巣欠陥や熱処理後の組織・残留応力の予測方法について研究した結果をまとめたものであり、主な成果は次の通りである。

- (1) 各要素ごとに異なる時間ステップを与えても従来法と同程度の計算精度が得られる線形内挿前進差分法を提案し、総繰返し計算回数を少なくすることにより、計算時間の著しい短縮が可能であることを示している。
- (2) 引け巣欠陥の予測方法として、高固相率領域では最大固相率勾配の方向に溶湯が補給され、低固相率領域では重力方向に溶湯が移動するものと仮定して、溶湯移動を熱伝導計算から推定することにより、引け巣発生位置と大きさを予測する方法を提案している。また実験結果と予測結果を比較し、この方法により、引け巣欠陥が実用的に予測できることを示している。
- (3) 鑄物、鑄型全体をいくつかの基本立体に分けて入力した後、直交メッシュを自動発生し、各々の直交分割要素がどの基本立体に含まれるかを判断することによって自動的に差分計算用の直交分割要素データを作成できる3次元プリプロセッサを開発し、複雑な形状の製品に実用的に適用できることを示している。
- (4) 熱処理における連続冷却過程での相変態の汎用的な予測方法を球状黒鉛鑄鉄のオーステンパー処理に適用し、厚肉部分のベイナイト組織が予測可能であることを明らかにしている。
- (5) 熱伝導解析と組織の予測方法を熱弾塑性応力解析プログラムと組合せることにより、鋼および鋼鑄造品の焼入れ時に発生する内部応力を定量的に予測することに成功している。

以上のように、本論文は、実際の鑄造品の品質を予測するための数値解析方法とその適用方法について、多くの新しい知見を与えており、その成果は学術・応用の両面において冶金工学、特に鑄造工学の分野に貢献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。