



Title	球状黒鉛鑄鉄鑄物のひけ巣予測に関する研究
Author(s)	岩根, 潤
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44893
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	岩 根 潤
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 18780 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 16 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科知能・機能創成工学専攻
学 位 論 文 名	球状黒鉛鑄鉄鑄物のひけ巣予測に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 大 中 逸 雄 (副査) 教 授 南 埜 宜 俊 助 教 授 中 谷 彰 宏

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、産業界で多用されている球状黒鉛鑄鉄の機械的性質に大きな影響を及ぼすひけ巣の生成機構と数値シミュレーションによるひけ巣の予測法を開発し、その有用性を示したもので、以下の 6 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、従来のひけ巣予測方法とその問題点、および本研究の目的について述べている。

第 2 章では、球状黒鉛鑄鉄の凝固時の体積変化を推定するために、球状黒鉛鑄鉄の凝固モデルを組み込んだ実用的な凝固シミュレーションプログラムについて記述している。このプログラムでは、球状黒鉛鑄鉄の凝固モデルとして、黒鉛を覆っているオーステナイト殻を通じての炭素拡散が凝固を律速するモデルを用いている。また、冷却速度と過冷度、過冷度と黒鉛核密度の関係に実験式を用いることにより、温度、固相率、体積膨張係数を推定している。

第 3 章では、計算時間が短くメモリが少なく済む VOXEL 法により、凝固シミュレーションで得られた体積膨張係数を用いて、凝固中の鑄物の弾性熱応力解析を行い、ひけ巣を予測する方法について述べている。この方法では、実用性の観点から、鑄物の物性値は液体部分、固体部分ともに固体として扱っている。また、ある凝固率あるいは時間ごとに弾性変形解析を行い、解析で得られる応力状態と単純形状の鑄物に生じる実際のひけ巣発生状態を比較し、実用的なひけ巣推定パラメータを検討している。そして、ある時間ごとに最大引張主応力を計算し、その最大値がある臨界値（以後これをひけ巣発生臨界応力という）以上の領域体積または体積率からひけ巣を推定する方法を提案している。

第 4 章では、種々の形状の球状黒鉛鑄鉄鑄物製品について、第 3 章で提案しているひけ巣推定法を適用し、実際のひけ巣発生状況と比較している。また、ひけ巣発生臨界応力は、鑄型の種類・強度の関数として整理でき、本ひけ巣予測法が、種々の鑄型を用いた鑄造品にも適用できることを示している。さらに、溶湯補給を考慮して応力解析に用いる体積膨張係数を変えることにより、押し湯を変更した場合のひけ巣発生状況の違いを予測する方法についても検討している。

第 5 章では、棒状鑄物にひけ巣が発生しにくいことを、弾塑性熱応力解析により説明している。また、弾塑性熱応力解析では、ひけ巣発生条件と考えられる圧力を用いてひけ巣を予測できる可能性があることを示している。

第 6 章では、以上の研究結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、従来、明確になっていない球状黒鉛鋳鉄鋳物におけるひけ巣発生機構を明確にしつつ、そのひけ巣発生機構に基づいた、より精度の高いひけ巣予測方法を確立することを目的として行ったものである。本研究で得られた知見を要約すると以下の通りである。

- (1) 凝固遅れ部の膨張が周辺部の膨張に比べて小さいために負圧を生じ、気泡核が発生する、もしくはすでに巻き込まれている気泡核が成長する臨界圧力以下となったときひけ巣が発生するという、球状黒鉛鋳鉄のひけ巣発生機構の仮説を立て、凝固時の黒鉛生成シミュレーションと熱応力解析を組み合わせ、鋳物内部の応力状態を推定し、その鋳物のひけ巣発生状況と比較することで、この仮説がほぼ成立することを立証している。
- (2) 球状黒鉛鋳鉄の凝固モデルを用い、実験的に求めた冷却速度と過冷度、および過冷度と黒鉛核密度との関係式を使用することで、実際の鋳物の凝固時の温度変化、固相率、黒鉛体積率、体積膨張係数の時間変化を求める実用的な凝固シミュレーションコードを開発している。
- (3) 上記の凝固シミュレーションにより求めた黒鉛膨張を考慮した等価熱膨張係数を利用して、計算時間、メモリが少なく済む VOXEL 法により、凝固中の鋳物の弾性熱応力解析し、凝固遅れ部の最大引張応力によりひけ巣欠陥を定量的に推定する方法を提案し、種々の実際の鋳造品に適用できることを示している。

以上のように、本研究は、従来明確になっていなかった球状黒鉛鋳鉄におけるひけ巣生成機構の解明と従来困難であったひけ巣欠陥の定量的予測に大きく貢献するもので、鋳造工学の進歩および関連する工業技術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。