



Title	固液混合体および凝固時の固液共存領域の流動現象に関する研究
Author(s)	杉山, 明
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39754
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 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	すぎやまあきら 杉山明
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 12471 号
学位授与年月日	平成8年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科冶金工学専攻
学位論文名	固液混合体および凝固時の固液共存領域の流動現象に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 大中 逸雄 教授 柴田 俊夫 教授 飯田 孝道 教授 原 茂太 教授 碓井 建夫 教授 八尾 伸也

論文内容の要旨

本論文は、レオキャストリング、粒子分散強化型金属基複合材料、連続鋳造等で見られる固液共存状態にある材料の流動現象に関する一連の研究をまとめたものであり、序論、本文4章、および総括の6章で構成されている。

第1章の序論では本研究を行う目的、従来の研究をふまえた研究の背景、及び本論文の構成について述べている。

第2章では平板状単純形状キャビティ内に鉛直上向きに流入する水-固体粒子混合体の流動現象について述べている。このなかで、水-固体粒子混合体の固相率を増加させることによって自由表面形状の乱れが抑制されること、急拡大部への流入直後に慣性力、及び粒子間衝突によって固相率の低い部分が生じることなどを示している。

第3章では第2章に比べてより実際的な鋳型に流入する水-固体粒子混合体の流動現象を調べた結果について述べている。直方体中子を配置した平板状キャビティではガスの巻き込みが生じるが、直方体中子がない場合に比べて自由表面形状の乱れがより抑制されること、重力鋳造を行った結果、固相率が増加すると湯道内に流動できない部分が生じることなどを示している。

第4章では数値計算プログラムを用いて固液混合体の流動の予測に対する単相液体近似の妥当性ならびに限界を調べている。すなわち矩形キャビティ内に直方体中子を配置した場合の充填挙動や重力鋳造の数値シミュレーションを行った結果、全体的に見て良い一致が見られ、単相流体近似で固液混合体の流動をある程度計算可能であることを示している。

第5章では固液共存域に生じるV偏析の生成機構に関して調べている。水-固体粒子混合体、凝固途中の塩化アンモニウム水溶液に人工サクションを加え、V偏析が固体粒子のすべりではなく固相の再溶解によって形成される可能性を示している。

第6章は本研究を総括するものである。

論文審査の結果の要旨

金属材料を製造する上で固液共存状態における流動が製品品質に大きな影響を及ぼす場合が少なくない。固液共存状態を利用する製造法としてはレオキャストリング、粒子分散強化型金属基複合材料の鋳造などがある。また連続鋳

造などの製造過程では固液共存領域での流動現象が鑄造欠陥の原因となる。本論文ではこのような固液混合体の流動現象について主に水-プラスチック粒子混合体及び塩化アンモニウム水溶液を使用して行った研究結果をまとめたものであり、主な成果を要約すると次のとおりである。

- (1)単純矩形キャビティ内へ鉛直に流入する固液混合体の流動現象について調べ、固相率の増加に伴って自由表面形状が安定することを見出し、自由表面の安定は単なる見かけ粘度の増加では説明できず、自由表面近傍での固体粒子の増加を考慮したモデルの必要性を指摘している。また、キャビティ内で生じる固体粒子濃度の不均一分布について、その発生条件及び形成機構を明らかにしている。
- (2)中子を配置した鑄型内における固液混合体の流動現象を調べ、中子には整流子としての効果もあり、中子を配置することによって自由表面形状がより安定すること、 $2\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ 程度の小さな中子でも整流効果があること、単相液体では固液混合体ほど効果がないことを見出している。また、中子近傍におけるガスの巻き込み条件を調べ、本実験における中子の整流子としての最適条件を明らかにしている。
- (3)重力落とし込み鑄造を想定した実験を行い、単純矩形キャビティの場合と同様に、固相率の増加に伴い充てん中の自由表面形状が単相液体に比べより安定することを見出している。また、高粘度単相液体の場合と異なり、固相率が増加すると湯道を完全に満たした状態で充てんが行われ、ガスが残留する場面があることを見出している。
- (4)以上のような固液混合体の流動を層流モデルに基づいた単相液体近似によって数値シミュレーションし、自由表面の細かな波動の計算は困難であるものの、充てん過程の概略はシミュレーションできることを明らかにしている。
- (5)連続鑄造などの製造過程で凝固収縮によって生じる固液共存領域での流動を、固液混合体、及び塩化アンモニウム水溶液を用いて人工的に液体を吸引するという新たな手法でシミュレーションし、従来固液共存領域における等軸晶粒子のすべり機構で説明されているV偏析が、固液共存領域における等軸晶粒子の再溶解によって形成されることを明らかにしている。

以上のように、本論文では固体粒子-水混合体、ならびに塩化アンモニウム水溶液を用いて、固液混合体の流動について調べ、自由表面形状安定性、固体粒子濃度分布、V偏析生成機構に関する新しい知見を得ており、材料工学、とく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。