

産学共創基礎基盤研究プログラム 平成 29 年度中間評価結果

1. 研究課題名：鉄鋼材料の凝固過程におけるマッシブ的変態の解明と新しい凝固・ casting 原理の構築

2. 研究代表者：安田 秀幸（京都大学 大学院工学研究科 教授）

3. 研究概要

研究代表者らは、従来から包晶反応で凝固することにより凝固割れや γ 相の粗大化が起こると考えられてきた炭素鋼やステンレス鋼において、 δ 相から γ 相へマッシブ的な変態が生じている可能性があるとの知見を得、凝固プロセス制御のための新指導原理の構築を目標に、実験と理論計算による研究を進めている。具体的には、放射光を用いてマッシブ的変態のその場観察を行い、連続 casting 等の実プロセス条件下でマッシブ的変態が生じることの検証を進めると同時に、実験と理論計算を併用し、マッシブ的変態の機構解明と変態制御に有効な因子の探索に取り組んでいる。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

放射光を活用したオリジナリティの高いその場観察実験により、炭素鋼のバルク試料に加え、平衡状態図では γ 相が初晶であるステンレス鋼においても、包晶反応ではなく δ 相から γ 相へのマッシブ的変態が選択されることを明らかにした。これは、連続 casting 等の産業界で実際に活用されている鉄鋼材料の凝固プロセスにおいても、多くの成分系で、マッシブ的変態によって凝固が進行していることを示唆するものであり、従来の理解を覆す重要な成果である。さらに、計算材料科学により γ 相の核生成とその後の組織形成への影響を解明しつつあると共に、マッシブ的変態におよぼす介在物や Ti 添加の効果を実験的に明らかにするなど、マッシブ的変態の機構解明及びその制御への道筋を開きつつある。本研究の成果を、casting・凝固プロセスにおける欠陥の抑制や組織制御に繋げることができれば、産業競争力強化への貢献は大きい。また、従来の理解を覆す新しい凝固理論が確立されつつあることは、新たな学理創出としての意義も大きい。なお、学会発表は積極的に行われているものの論文発表はまだ少なく、貴重な成果が多く得られていることから、より積極的な対応をお願いしたい。

研究マネジメントの面では、研究代表者によるリーダーシップの下、実験、観察、解析のグループと計算材料科学のグループが密接に連携し、成果をあげている。また、産学共創の場及びサイトビジットにおけるコメントや要請をよく取り込んで研究を進めており、企業との共同研究に発展している点や、得られた知見を鉄鋼材料以外へ拡張しようという積極的な姿勢も評価できる。

4-2. 今後の研究に向けて

マッシュ的変態の制御技術に関して、Ti 添加が有効に働くメカニズムの解明を通して、より汎用的な制御技術とその指導原理の解明を目指すと共に、Ti 以外に界面の移動速度を減少させる元素があるかどうかについても、引き続き検討していただきたい。

一方、原子スケール計算では、緩和後の γ 核の構造が初期条件に依存しないかどうか、依存するとしたらそれは本質的なことかどうか等を検証し、モデルの科学的正当性を高めていただきたい。

前述のように、優れた成果が多く得られていることから、より積極的に論文発表や知財化を進めていただきたい。また、科研費（基盤研究S）と本研究による成果の棲み分けに留意をお願いしたい。

4-3. 総合評価及び研究継続の可否

総合評価 A、研究継続 可

従来は包晶反応として理解されていた鉄鋼材料の凝固プロセスがマッシュ的変態で進行していることを見出し、その機構解明と制御技術の確立に繋がる多くの新しい知見が得られている。

研究を継続し、実験と理論計算の密な連携によって、新しい凝固理論を構築すると共に、鑄造・凝固プロセスにおける欠陥の抑制や組織制御を実現するための新指導原理の確立を進めていただきたい。

以上