

Title	共晶相を活用したFe-Cr-Ni合金の凝固割れ防止技術に関する研究
Author(s)	小薄, 孝裕
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59957
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	小 薄 孝 裕
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 25635 号
学位授与年月日	平成24年9月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻
学位論文名	共晶相を活用した Fe-Cr-Ni 合金の凝固割れ防止技術に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 小溝 裕一 (副査) 教授 廣瀬 明夫 教授 才田 一幸 教授 南 二三吉

論文内容の要旨

本論文では、凝固割れの点から忌み嫌われているものの鋼材の高機能化の点より積極的な添加が望まれる元素量を低減せずとも凝固割れ感受性を低減できる共晶相を活用した新しい手法を開発することを目的とした。そのために、まずSUS304系及びSUS347H系溶接金属の凝固現象とBTRの関係を明らかにした。そして、本研究にて新たに提案した共晶相を活用した凝固割れ手法の適用事例として、耐溶接割れ性から見た高P添加オーステナイト系ステンレス耐熱鋼の成分設計の考え方について述べた。その後、高P含有オーステナイト系溶接金属の凝固割れ防止手法について検討を行い、希土類燐化物及びCr系炭化物の晶出を活用した高P含有オーステナイト系溶接金属の凝固割れ防止手法を提案し、その妥当性を検討した。本論文は8章より構成されている。

第1章は緒言であり、本研究の背景と凝固割れに関する研究事例並びに凝固割れ予測手法の現状について特徴を示し、凝固割れ防止手法の限界について提議した。そして、本研究の目的と構成について述べた。

第2章では、ステンレス鋼溶接金属における凝固モード制御の理解を深めるために、凝固速度の高速化に伴う凝固モード遷移挙動を放射光を用いた時分割X線回折システムを用いてその場観察した。そして、凝固モード遷移を考慮したステンレス鋼溶接金属における凝固モードを簡便に推定しうる数値モデルも提案した。

第3章では、凝固過程にてNbCが晶出するSUS347H系鋼を対象に、放射光を用いた時分割X線回折システムを用いて溶接凝固過程におけるNbCの晶出挙動を明らかにした。そして、NbCの晶出を考慮したオーステナイト系ステンレス鋼溶接金属凝固過程におけるマイクロ偏析挙動を予測可能な数値モデルも提案した。

第4章では、次世代18-8系耐熱鋼として開発を進めている高濃度のPを添加したオーステナイト系ステンレス耐熱鋼に注目し、高P化により懸念される凝固割れとHAZ割れを防止可能な最適母材成分設計の考え方について検討した。

第5章では、高濃度のPを含有する場合において凝固割れ感受性を低減可能な共晶相を活用した新しい凝固割れ防止手法として、希土類燐化物の晶出を用いたPの無害化効果について検討した。

第6章では、同じく共晶相を活用した新しい凝固割れ防止手法の一つとして、Cr系炭化物の晶出を用いた凝固割れ感受性低減手法を提案し、Pの無害化効果について検討した。

第7章では、Cr系炭化物の晶出を活用した凝固割れ防止手法のメカニズムを液相の残存形態の点から明らかにするために、マルチフェーズフィールド法を用いて溶接凝固過程での組織形態の変化を計算した。

第8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

本論文では、凝固割れの点から忌み嫌われているものの鋼材の高機能化の点より積極的な添加が望まれる元素量を低減せずとも凝固割れ感受性を低減できる共晶相を活用した新しい手法を開発することを目的とした。そのために、まず SUS304 系及び SUS347H 系溶接金属の凝固現象と BTR の関係を明らかにした。そして、本研究にて新たに提案した共晶相を活用した凝固割れ手法の適用事例として、耐溶接割れ性から見た高 P 添加オーステナイト系ステンレス耐熱鋼の成分設計の考え方について述べた。その後、高 P 含有オーステナイト系溶接金属の凝固割れ防止手法について検討を行い、希土類燐化物及び Cr 系炭化物の晶出を活用した高 P 含有オーステナイト系溶接金属の凝固割れ防止手法を提案し、その妥当性を検討した。本論文は 8 章より構成されている。

第 1 章は緒言であり、本研究の背景と凝固割れに関する研究事例並びに凝固割れ予測手法の現状について特徴を示し、凝固割れ防止手法の限界について提議した。そして、本研究の目的と構成について述べた。

第 2 章では、ステンレス鋼溶接金属における凝固モード制御の理解を深めるために、凝固速度の高速化に伴う凝固モード遷移挙動を放射光を用いた時分割 X 線回折システムを用いてその場観察した。そして、凝固モード遷移を考慮したステンレス鋼溶接金属における凝固モードを簡便に推定しうる数値モデルも提案した。

第 3 章では、凝固過程にて NbC が晶出する SUS347H 系鋼を対象に、放射光を用いた時分割 X 線回折システムを用いて溶接凝固過程における NbC の晶出挙動を明らかにした。そして、NbC の晶出を考慮したオーステナイト系ステンレス鋼溶接金属凝固過程におけるマイクロ偏析挙動を予測可能な数値モデルも提案した。

第 4 章では、次世代 18-8 系耐熱鋼として開発を進めている高濃度の P を添加したオーステナイト系ステンレス耐熱鋼に注目し、高 P 化により懸念される凝固割れと HAZ 割れを防止可能な最適母材成分設計の考え方について検討した。

第 5 章では、高濃度の P を含有する場合において凝固割れ感受性を低減可能な共晶相を活用した新しい凝固割れ防止手法として、希土類燐化物の晶出を用いた P の無害化効果について検討した。

第 6 章では、同じく共晶相を活用した新しい凝固割れ防止手法の一つとして、Cr 系炭化物の晶出を用いた凝固割れ感受性低減手法を提案し、P の無害化効果について検討した。

第 7 章では、Cr 系炭化物の晶出を活用した凝固割れ防止手法のメカニズムを液相の残存形態の点から明らかにするために、マルチフェーズフィールド法を用いて溶接凝固過程での組織形態の変化を計算した。

第 8 章では、本研究で得られた結果を総括した。

以上のように、本論文では溶接凝固割れ低減の新しい手法を取り扱っており、こうした研究成果の溶接工学・溶接技術の開発研究への貢献は多大である。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。