



Title	熱間工具鋼SKD61の溶接凝固割れ現象と割れ感受性軽減に関する研究
Author(s)	橋本, 匡史
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49551
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	はし 橋 もと 本 ただ 匡 ふみ 史
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 2 9 5 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 21 年 3 月 24 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	熱間工具鋼 SKD61 の溶接凝固割れ現象と割れ感受性軽減に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 小 溝 裕 一 (副査) 教 授 西 本 和 俊 教 授 池 内 建 二 教 授 片 山 聖 二

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は金型の補修溶接で問題となる凝固割れの原因追及および割れの感受性軽減を目的として行った。対象鋼種は熱間鍛造およびダイカストなどに用いられる汎用的な熱間工具鋼SKD61であり、耐磨耗性、焼戻し軟化抵抗などの性質を満足するため高炭素含有の特徴を有しているが、溶接性を考慮しておらず凝固割れに敏感な成分系である。実際に施工するとアーク溶接クレータおよびパルスレーザ溶接ビード内において凝固割れが発生しており、その箇所が急速冷却部に対応していることから急冷凝固の影響が考えられる。

しかしながら、金型の補修溶接に関する報告は適用事例や施工法が主であり、冶金的観点から溶接凝固過程を検討した例は数少ない。そこで、補修溶接時に問題となる急冷凝固挙動を動的に観察するため、第三世代の放射光施設に設置されているアンジュレタビームを利用した時分割型の回折手法により、高時間・空間分解能でその場観察した。その結果、熱間工具鋼SKD61は急冷凝固により平衡状態図から予測される凝固モードと異なる挙動を示し、初晶として選択される相が δ -フェライトから γ -オーステナイトへと移行することがわかった。その現象はデンドライトの先端半径、過冷度および凝固速度の関係を記述できるKGTモデルからも証明でき、実験・理論的に凝固モード遷移の可能性を明らかにした。そして、初晶選択を考慮して凝固割れ感受性を評価すると、急冷凝固下において凝固脆性温度範囲が極端に広がり凝固割れに敏感な状態へと遷移することがわかった。その要因は初晶の移行による凝固偏析の助長であり、凝固速度依存型のミクロ偏析モデルからSi、PおよびSの低減が有効な手段であると判明した。それらの低減による凝固割れ感受性への影響を検証するため、高速度カメラを用いた凝固割れ挙動のその場観察を行った。SiおよびP低減は急冷凝固下において凝固脆性温度範囲、最低延性および限界歪み率などの高温延性を改善し、凝固中における残留液相率の急激な減少がその機構であった。また、Si低減による割れ感受性軽減はそれ自体よりも、 γ -オーステナイト中の炭素固溶限の増加による炭素偏析の減少に起因することがわかった。そこで、異相晶出モデルにて凝固末期に生成される一次炭化物量を見積もると実験結果と同様の傾向を得ることができた。

よって、熱間工具鋼SKD61の補修溶接で問題となる凝固割れは、急冷凝固下における凝固モード遷移が影響しており、割れ感受性の軽減はSiおよびPの低減が効果的である。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は金型の補修溶接で問題となる凝固割れの原因追及および割れの感受性軽減を目的として行った。対象鋼種

は熱間鍛造およびダイカストなどに用いられる汎用的な熱間工具鋼 SKD61 であり、耐磨耗性、焼戻し軟化抵抗などの性質を満足するため高炭素含有の特徴を有しているが、溶接性を考慮しておらず凝固割れに敏感な成分系である。実際に施工するとアーク溶接クレータおよびパルスレーザ溶接ビード内において凝固割れが発生しており、その箇所が急速冷却部に対応していることから急冷凝固の影響が考えられる。

しかしながら、金型の補修溶接に関する報告は適用事例や施工法が主であり、冶金的観点から溶接凝固過程を検討した例は数少ない。そこで、補修溶接時に問題となる急冷凝固挙動を動的に観察するため、第三世代の放射光施設に設置されているアンジュレタビームを利用した時分割型の回折手法により、高時間・空間分解能でその場観察した。その結果、熱間工具鋼 SKD61 は急冷凝固により平衡状態図から予測される凝固モードと異なる挙動を示し、初晶として選択される相が δ -フェライトから γ -オーステナイトへと移行することがわかった。その現象はデンドライトの先端半径、過冷度および凝固速度の関係を記述できる KGT モデルからも証明でき、実験・理論的に凝固モード遷移の可能性を明らかにした。そして、初晶選択を考慮して凝固割れ感受性を評価すると、急冷凝固下において凝固脆性温度範囲が極端に広がり凝固割れに敏感な状態へと遷移することがわかった。その要因は初晶の移行による凝固偏析の助長であり、凝固速度依存型のミクロ偏析モデルから Si、P および S の低減が有効な手段であると判明した。それらの低減による凝固割れ感受性への影響を検証するため、高速度カメラを用いた凝固割れ挙動のその場観察を行った。Si および P 低減は急冷凝固下において凝固脆性温度範囲、最低延性および限界歪み率などの高温延性を改善し、凝固中における残留液相率の急激な減少がその機構であった。また、Si 低減による割れ感受性軽減はそれ自体よりも、 γ -オーステナイト中の炭素固溶限の増加による炭素偏析の減少に起因することがわかった。そこで、異相晶出モデルにて凝固末期に生成される一次炭化物量を見積もると実験結果と同様の傾向を得ることができた。

以上のように、本論文は、熱間工具鋼 SKD61 の補修溶接で問題となる凝固割れに関して基礎的な検討を行い、補修用説示の割れは、急冷凝固下における凝固モード遷移が影響しており、割れ感受性の軽減は Si および P の低減が効果的であることを示した。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。