

Title	オーステナイト系ステンレス鋼の肉盛溶接と二相ステンレス鋼の溶接に関する研究
Author(s)	安田, 功一
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46852
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	安 田 功 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 19851 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 17 年 11 月 22 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	オーステナイト系ステンレス鋼の肉盛溶接と二相ステンレス鋼の溶接に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 小林紘二郎 (副査) 教 授 豊田 政男 教 授 西本 和俊 助教授 廣瀬 明夫

論 文 内 容 の 要 旨

石油化学工業や原子力発電などのエネルギー産業分野におけるプラント装置の中核をなす圧力容器の溶接に関して、特に γ 系ステンレス鋼と炭素鋼の異材溶接継手の課題として肉盛溶接技術分野における3種類の割れ発生問題を取り上げ、割れ発生メカニズムを明らかにすることによって、割れの抑制技術を提案した。また石油エネルギー開発分野で今後ますます増大すると予想される過酷腐食環境油田の開発において、その環境に耐えうる有望な材料となる二相ステンレス鋼の溶接部の材質劣化、とくに耐食性の劣化を課題として取り上げ、二相ステンレス鋼本来の優れた特長を損なわない溶接材料、溶接施工による組織制御技術を提案した。本論文で得られた成果を以下に要約する。

- (1) 圧力容器内面ステンレス鋼肉盛溶接部の熱影響部に応力除去焼鈍熱処理によって発生する再熱クラッド下割れを対象に、溶接熱履歴が溶接熱影響部の材質変化、熱応力、および旧 γ 結晶粒径に及ぼす影響について基礎的な検討を行い、割れ発生機構を明らかにした。その結果から割れを防止する高能率肉盛溶接施工方法を提案した。
- (2) 圧力容器内面ステンレス鋼肉盛溶接部の熱影響部に水素によって発生するの水素クラッド下割れについて、割れの特徴、割れ発生条件、割れ抑制方法などを調査・検討した。種々の影響因子を変化させて割れ再現試験を実施した結果、この水素クラッド下割れは溶接材料の拡散性水素量や溶接施工時のパス間温度管理などを適切に実施すれば割れ発生の可能性はほとんどないことを明らかにした。
- (3) 高温・高圧水素を取り扱う化学反応容器内面の γ 系ステンレス鋼肉盛溶接部の母材と溶接金属界面近傍において発生する剥離割れを対象に境界部遷移層の性状および圧力容器操業停止時の水素拡散挙動について検討した。また、剥離割れの発生に及ぼす諸因子の影響について検討し、溶接金属遷移層組織を制御することによって剥離割れを有効に抑制する手法を提案した。
- (4) 二相ステンレス鋼溶接部の組織、機械的性能、耐食性能などの材質変化について検討し、高 PREN ($\geq 34\%$) の母材に 10 kJ/cm 以上の溶接入熱で高 Ni 系 (7~7.5%Ni) 溶接金属を溶接することによって優れた耐食性を有する溶接部を得ることができることを明らかにした。
- (5) 二相ステンレス鋼の恒温変態過程における γ 相析出現象に関する速度式を用いて、化学組成および溶接冷却速度の異なる二相ステンレス鋼溶接金属の冷却後の γ 量を簡易的に予測する手法を提案した。

以上の成果から各溶接技術分野において、課題を解決するための有効な材料設計指針および溶接施工指針を得た。

論文審査の結果の要旨

本論文は、圧力反応容器内面の γ 系ステンレス鋼肉盛溶接部における割れの抑制技術と優れた耐食性を有する二相ステンレス鋼溶接継手の実用化技術について研究したものである。前者の技術分野では3種類の割れについて、その発生メカニズムを明確にして溶接施工能率を考慮した割れ抑制技術を提案している。また後者の技術分野では二相ステンレス溶接継手の材質変化を把握して材料設計指針と溶接施工指針を明確にし、優れた耐食性能を実現するための溶接継手の組織制御技術を提案している。本論文で得られた成果は以下に要約される。

- (1) 圧力容器内面の γ 系ステンレス鋼肉盛溶接部の熱影響部に応力除去焼鈍熱処理によって発生する再熱クラッド下割れを対象に、溶接熱履歴が溶接熱影響部の材質変化、熱応力、および旧 γ 結晶粒径に及ぼす影響について検討し、割れ発生機構を明確にしている。その結果から割れを防止するための高能率肉盛溶接施工方法を提案している。
- (2) 圧力容器内面の γ 系ステンレス鋼肉盛溶接部の熱影響部に水素によって発生するの水素クラッド下割れについて、割れの特徴、割れ発生条件などを明確にしている。これらの結果から肉盛溶接面の偏析管理、溶接材料の拡散性水素量管理、溶接施工時のパス間温度管理などを適切に実施することにより割れ発生を抑制できることを明らかにしている。
- (3) 高温・高圧水素を取り扱う化学反応容器内面の γ 系ステンレス鋼肉盛溶接部界面において発生する剥離割れを対象に境界部遷移層の性状および圧力容器操業停止時の水素拡散挙動を明確にしている。剥離割れの発生に及ぼす諸因子の影響について検討した結果、溶接金属遷移層組織を制御することによって剥離割れを極めて有効に抑制する手法を提案している。
- (4) 二相ステンレス鋼溶接部の組織、機械的性能、耐食性能などの材質変化を明確にし、その結果から材料設計指針および溶接施工指針を提案しており、高 PREN ($\geq 34\%$) の母材に 10 kJ/cm 以上の溶接入熱で高 Ni 系溶接金属を溶接することによって優れた耐食性を有する溶接部が得られること明確にしている。
- (5) 二相ステンレス鋼の恒温変態過程における γ 相析出現象に関する速度式を用いて、化学組成と溶接条件によって冷却後の γ 量を簡易的に精度良く予測する手法を提案している。この手法によって上記材料設計および溶接施工指針に従った管理が可能となる。

以上のように、本論文は γ 系ステンレス鋼肉盛溶接部の割れ抑制技術および二相ステンレス鋼溶接継手の耐食性向上技術を確立することを目的に、材料、力学、施工などの総合的な観点から種々の現象を正確に捉え、そのメカニズムを解明している。これにより課題解決のための有効な材料設計指針および溶接施工指針を導き、実用的な解決手法を提案しているなど工業的に高く評価できる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。