The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	デジタル波形制御電源を用いたサブマージアーク溶接現象の解明と極狭開先溶接技術に関する研究
Author(s)	阿部, 洋平
Citation	大阪大学, 2021, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/82228
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。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

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　　阿部　洋平　　）	
論文題名	デジタル波形制御電源を用いたサブマージアーク溶接現象の解明と極狭開先溶接技術に関する研究

論文内容の要旨

本論文はデジタル波形制御電源を用いたサブマージアーク溶接（SAW）現象と各種溶接パラメータの影響を解明し，2.25Cr-1Mo鋼を対象とした1層1パス極狭開先溶接技術を確立することを目的として実施したものである．

第1章では，SAWと極狭開先SAW技術について説明し，実用化時の課題が「溶接欠陥（アンダカット，融合不良）の防止」と「溶接部の靭性確保」であると述べた．これらの課題解決にデジタル波形制御電源が有効であるが，本電源を適用するにはSAW現象の解明，各種溶接パラメータの影響評価，溶接条件選定プログラムが必要であると示した．SAW現象観察と溶接条件選定プログラムについて先行研究例の概要と問題点を紹介し，最後に本研究の目的を述べた．

第2章では，基礎研究として溶接現象の解明と溶接パラメータの影響度評価を実施した．観察にはX線および高速度カメラを用いた．本手法を用いて観察された結果から，溶滴移行形態やスラグ，溶融池の流動，キャビティの形成過程等，これまで可視化されていなかったSAW現象を明らかにした．また，EN比や溶接電流，電圧等の各種溶接パラメータを変化させ，それらのパラメータが溶接現象やビード幅，溶着断面積といった溶接部の形状に及ぼす影響について考察した．

第3章では，極狭開先SAW実用化の課題である「溶接欠陥の防止」を達成する適正溶接条件の選定手法を提案した．溶接中に生じる開先幅の変化やトーチの狙い位置の変化をトーチ-開先壁間距離で表し，溶接欠陥との関係を実験的に整理し，欠陥原因を考察した．次に，ビードオンプレート溶接時の溶接入熱，ビード幅，溶着断面積から融合不良発生の判定モデルを作成し，判定モデルにより，トーチ-開先壁間距離に応じて融合不良が生じない溶接条件の範囲を明らかにした．

第4章では，極狭開先SAWに適した溶接条件を自動で選定するための溶接条件選定プログラムを開発した．溶接条件から溶接部形状を予測するためのモデルを考案し，その原理を述べた．次に，目的の溶接部形状を得るための溶接条件を選定するための最適化手法を述べた．最適化には，Nelder-mead法と遺伝的アルゴリズムを適用した．開発したプログラムにはビードオンプレート溶接結果を学習させた．最後に，実際の極狭開先を模擬した試験体で検証実験を行い，開発したプログラムの精度とその有効性を示した．

第5章では，極狭開先SAW実用化の課題である「溶接部の靭性確保」できる溶接条件を選定した．靭性はシャルピー衝撃試験で評価した．靭性に影響を及ぼす因子が粒径（再熱領域）と酸化物であることを解明し，目標の靭性を得るために必要な再熱領域幅と酸素量の目標値を決定した．次に，溶接部への酸素混入過程を考察し，溶接部の酸素量を減少させるのに有効な溶接パラメータを明らかにした．これらの結果を基に第4章で作成した溶接条件選定プログラムを用いて溶接条件を選定し，目標の靭性を達成した．最後に，選定した溶接条件で極狭開先SAWを実用化した際の効果を試算し，従来の施工法と比較することで開発した技術の有効性を示した．

第6章は結論であり，本研究で得られた知見について総括した．

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　阿部　洋平　）	
論文審査担当者	（職）　氏　名 主 査　教授　田中　学 副 査　教授　大畑　充 副 査　教授　井上　裕滋

論文審査の結果の要旨

デジタル波形制御電源を用いたサブマージアーク溶接(SAW)現象と各種溶接パラメータの影響を解明し、2.25Cr-1Mo鋼を対象とした 1 層 1 パス極狭開先溶接技術を確立することを目的として実施したものである。本論文の内容は以下のとおりである。

(1) X 線および高速度カメラ観察により、溶滴移行形態やスラグ、溶融池の流動、キャビティの形成過程等、これまで可視化されていなかった SAW 現象を明らかにしている。また、EN 比や溶接電流、電圧等の各種溶接パラメータを変化させ、それらのパラメータが溶接現象やビード幅、溶着断面積といった溶接部の形状に及ぼす影響について考察している。

(2) 極狭開先 SAW 実用化の課題である、溶接欠陥（融合不良、アンダカット）防止のため、溶接中に生じる開先幅の変化やトーチの狙い位置の変化をトーチ-開先壁間距離で表し、溶接欠陥との関係を実験的に整理し、欠陥原因を考察している。ビードオンプレート溶接時の溶接入熱、ビード幅、溶着断面積から融合不良発生の判定モデルを作成し、判定モデルにより、トーチ-開先壁間距離に応じて融合不良が生じない溶接条件の範囲を明らかにしている。

(3) 極狭開先 SAW に適した溶接条件を自動で選定するため、溶接条件から溶接部形状を統計的に予測するためのモデルと、Nelder-mead 法と遺伝的アルゴリズムによる最適化手法を考案している。開発したプログラムにはビードオンプレート溶接結果を学習させ、実際の極狭開先を模擬した試験体で検証実験を行い、開発したプログラムの精度とその有効性を示している。

(4) 極狭開先 SAW 溶接部の靭性に影響を及ぼす因子が粒径（再熱領域）と酸化物であることを解明し、目標の靭性を得るために必要な再熱領域幅と酸素量の関係を明らかにしている。溶接部への酸素混入過程を考察し、溶接部の酸素量を減少させるのに有効な溶接パラメータが入熱量とフラックス塩基度であることを明らかにし、溶接条件を最適化することで目標の靭性を達成している。最後に、選定した溶接条件で極狭開先 SAW を実用化した際の効果を試算し、開発した技術の有効性を示している。

以上のように、本論文は未解明な点が多いサブマージアーク溶接現象を X 線透過観察から明らかにしており、本論文で得られた知見はサブマージアーク溶接のみならず、今後の溶接分野における研究開発に大きく貢献すると期待できる。また、開発した極狭開先 SAW が適用されると大きなコストダウン効果が得られ、この溶接法の工業的価値は高い。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。