



Title	超狭開先GMA溶接におけるワイヤの溶融挙動とその溶接プロセスに関する研究
Author(s)	中村, 照美
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/1108">https://hdl.handle.net/11094/1108</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	中 村 照 美
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 7 1 7 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 14 年 3 月 25 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	超狭開先 GMA 溶接におけるワイヤの溶融挙動とその溶接プロセスに関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 松 縄 朗  (副査) 教 授 黄 地 尚 義    助教授 平 田 好 則

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、GMA 溶接におけるワイヤの溶融挙動に着目し、開先幅 5 mm 以下の超狭開先内で、突出し長さ制御により開先内のアーク入熱分布制御と安定溶接を可能とする超狭開先 GMA 溶接プロセス開発における基礎的知見をまとめたもので、7 章で構成されている。

第 1 章では本研究の背景と必要性和目的について述べた。

第 2 章では狭開先化に伴う開先内でのアーク現象の特徴を調べた。超狭開先内でのアーク安定性確保と溶込み確保の観点から、アーク力による開先底部での掘り下げ作用の強い  $\text{CO}_2$  埋れアークが超狭開先溶接に対して有効であることを示した。埋れアークのアーク力と重力ヘッドの関係を実験的に評価し溶接条件範囲を求めた。開先底部の溶融を確保し良好なビード形状を得るためには、開先底部と上部にアーク熱を供給することが必要であり、アーク発生点位置を制御する観点から突出し長さ制御の重要性を明らかにした。

第 3 章ではワイヤの突出し長さを制御するために非定常状態でのワイヤの溶融挙動を検討した。各種溶接条件でのワイヤの非定常溶融挙動を、一次元非定常熱伝導モデルにより明らかにした。さらに、アークによる溶融の等価電圧と溶滴の過熱温度の関係を明らかにし、ワイヤ溶融挙動の定量的な検討を可能とした。

第 4 章では第 2 章と第 3 章の知見を利用して GMA 溶接プロセスシミュレータを提案した。超狭開先での GMA 溶接実験との照合を行い、超狭開先内での GMA アーク挙動シミュレーションが可能であることを示した。この GMA プロセスシミュレータにより適切な溶接条件の選択が可能となることを示した。

第 5 章ではアーク熱分布を広範に制御するために、GMA 溶接プロセスシミュレータをワイヤ送給速度が変動しても使用できるように拡張した。アークの発生点位置であるワイヤ先端位置を効果的に制御するために、パルス電流波形とワイヤ送給速度変動パターン間の位相差を制御した位相制御型 GMA 溶接プロセスを GMA プロセスシミュレータから提案した。位相差により超狭開先内でアーク入熱分布を変えることができ、溶込み形状制御が可能となることを示した。

第 6 章では超狭開先 GMA 溶接の溶接金属の靱性を向上するために、溶接金属の酸素濃度を低減する溶接プロセスを検討した。超狭開先底部の溶融に有効で安定溶接が可能な  $\text{CO}_2$  アークと溶接金属の靱性の良好な MIG アークを周期的に繰り返して、酸化性（活性）ガス濃度を低減し、超狭開先内で安定溶接が可能となる溶接プロセスを GMA プロセスシミュレータから提案した。この溶接プロセスにより溶接金属の酸素含有量を抑制できることを示し、溶接

金属の靱性向上に対して有効な方法であることを示した。

第7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

本論文は、超狭開先を対象として低周波パルスによる開先内でのワイヤ先端挙動に着目し、超狭開先内のガスメタルアーク挙動をシミュレーションできるプロセスシミュレータを提案し、これを用いて開先内におけるアーク不安定や溶融不安定の解決を図り、アーク熱を板厚方向に適正に分布制御して、超狭開先内でのアーク入熱分布制御と安定な溶接ビード形成を可能とするガスメタルアーク溶接プロセスに関するものである。得られた主要な成果を次に要約する。

- (1)開先巾の狭隘化に伴うアーク現象を詳細に調べ、炭酸ガスシールドにおける埋もれアークの採用と同時に、低周波パルス電流による電極ワイヤの溶融現象を利用して先端部を上下に揺動することにより、ビード底部および開先上部の溶融確保が出来ることを明らかにしている。
- (2)低周波パルス溶接におけるワイヤ突出し長さの非定常溶融挙動を定量的に解析できる一次元非定常熱伝導モデルを構築し、その解析結果が実験と良い一致を示すことを明らかにし、モデルの適応性を実証している。
- (3)上記のモデルを基礎に、開先内における溶融金属の重力ヘッド、アーク特性およびガスメタルアーク溶接の電気回路を考慮したプロセスシミュレータを開発し、適正溶接条件の設定が可能であることを実証している。
- (4)プロセスシミュレータの解析結果から、新しいワイヤ送給速度の位相制御型超狭開先ガスメタルアーク溶接法を提案し、溶込み形状の制御も可能となることを明らかにした。
- (5)溶接金属の靱性を向上させるために、シールドガスとして炭酸ガスとアルゴンガスを周期的に流す方法を開発し、プロセスシミュレータによる解析で適正溶接条件を明らかにすると共に、溶接金属の靱性が MIG 溶接と同等となることを実証している。

以上のように、本論文は、開先幅 5 mm 以下の超狭開先内で、突出し長さ制御により開先内のアーク入熱分布制御と安定溶接を可能とする超狭開先 GMA 溶接プロセス開発における基礎的知見をまとめたもので、機械物理工学および生産加工工学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値有るものと認める。