

Title	タンデムパルスGMA溶接による薄鋼板の高速溶接システム開発に関する研究
Author(s)	上山, 智之
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46991
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	うえ やま とも ゆき 上 山 智 之
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 20330 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科生産科学専攻
学位論文名	タンデムパルス GMA 溶接による薄鋼板の高速溶接システム開発に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 中田 一博 (副査) 教授 豊田 政男 教授 平田 好則 助教授 田中 学

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、タンデムパルス GMA 溶接プロセスによる高速溶接ビード形成のための基本要件ならびにこの溶接プロセス特有の不安定要因であるアーク干渉問題を統合的に検討して、薄鋼板の溶接において高品質を確保しながら飛躍的に生産性を向上するための溶接システム開発と実用化に向けて研究を行ったものであり、全体を 6 章で構成した。

第 1 章は緒論であり、本研究の必要性に対する背景および研究目的、ならびに本研究を遂行するための方針について述べた。

第 2 章では、2 本の電極ワイヤの配置を任意に設定できるタンデムパルス GMA 溶接トーチを試作し、薄鋼板の高速溶接ビード形成に及ぼす電極ワイヤ間距離、角度ならびに 2 電極ワイヤに通電する溶接電流配分の影響について検討してアンダカットやハンピングの発生しない高速溶接ビードを得るための基本要件を明らかにした。

第 3 章では、近接する 2 つのアークにおける異常な電圧上昇とそれによるアーク切れ発生頻度に及ぼす電極ワイヤ間距離および 2 電極ワイヤへ通電するパルス電流の位相の影響について検討し、2 電極ワイヤ間に作用する引き寄せ力によるアークの移動距離を導く簡易な電磁気学的モデルを構築してアーク電圧の異常上昇発生頻度との関係を考察した。さらに、シールドガス組成の影響がアーク電圧異常上昇およびアーク切れ発生頻度に及ぼす影響についても検討し、これらを総合的に考察してタンデムパルス GMA 溶接におけるアーク干渉とそれによるアーク切れの発生機構を明らかにした。

第 4 章では、第 3 章において明らかにしたアーク干渉とアーク切れ発生要因に基づいて、ベース電流の増加によるアーク干渉防止手法および追従ワイヤにおけるパルスピーク電流の通電開始を先行ワイヤに対してわずかに遅延させるパルスタイミング制御法を考案し、アーク切れの発生を回避する方法を提案した。また、両手法のメリットを生かした溶接電流波形制御法を考案し、先行および追従電極ワイヤへ通電する溶接電流配分が異なった条件下でもアーク切れが防止できた。さらに、2 電極ワイヤへ通電するパルスタイミング制御を行いながらワイヤ送給変動や突き出し長の変化などの外乱が先行および追従アークに発生してもアーク長が変動しない制御手法を提案した。

第 5 章では、第 2 章から第 4 章までの成果に基づいてタンデムパルス GMA 溶接ロボットシステムを開発し、薄鋼板の実用溶接構造物において本システムを適用して溶接速度 3 m/min 以上の高速溶接が実現できた。

第 6 章は総括であり、本研究で得られた結果について総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高能率でより付加価値の高い薄鋼板の溶接構造物の生産に適した GMA 溶接技術の確立を目指して、タンデムパルス GMA 溶接法に着目し、溶接速度を従来比 2 倍以上に向上して良好な溶接結果を得るための高速溶接システムの開発と実用化に関する研究を行ったものである。

本論文では、まず、2 電極ワイヤの配置を任意に設定できる溶接トーチを試作し、2 電極ワイヤ間角度および距離ならびに 2 電極ワイヤに配分する溶接電流比率が高速溶接ビード形成現象に及ぼす影響について明らかにし、薄鋼板の高速溶接におけるタンデムパルス溶接トーチ構成パラメータと溶接条件の最適化を行い、4.5m/min までの高速溶接が可能であることを示している。

これらの最適化は安定したアークが得られていることが前提であり、実用面において信頼性の高い高速溶接が安定して行うために、タンデムパルス GMA 溶接法特有の不安定要因であるアーク干渉問題について、近接する 2 電極アークによってもたらされるアーク電圧の異常上昇とその結果生じるアーク切れの頻度が電極間距離および 2 電極ワイヤへ通電するパルス電流位相に影響されることを示し、とくに、高速溶接において最適化した 2 電極ワイヤ間距離で且つ 2 電極ワイヤに通電されるパルス電流の位相が逆位相となる場合においてアーク電圧の異常上昇とその結果生じるアーク切れが多発することが明らかにしている。このような現象は、相互のアークがローレンツ力に基づいて引き寄せ合い、それによるアークルートの移動を契機として発生することから、2 電極アークによって相互に引き寄せられるアークの移動距離を表現する簡易な電磁気学的モデルを構築し、この移動距離算出モデルによる結果においても良い一致を示している。さらに、シールドガス組成の影響がアーク電圧異常上昇およびアーク切れ発生頻度に及ぼす影響についても明らかにし、これらを総合的に考察してタンデムパルス GMA 溶接におけるアーク干渉とそれによるアーク切れの発生機構を明らかにしている。

このようなアーク干渉発生要因に基づいて、ベース電流の増加によるアーク干渉防止手法および追従ワイヤにおけるパルスピーク電流の通電開始を先行ワイヤに対してわずかに遅延させるパルスタイミング制御法を考案し、アーク切れの発生を回避する方法を提案している。また、両手法のメリットを生かした溶接電流波形制御法を考案し、先行および追従電極ワイヤへ通電する溶接電流配分が異なった条件下でもアーク切れの防止を提案している。さらに、2 電極ワイヤへ通電するパルスタイミング制御を行いながらワイヤ送給変動や突き出し長の変化などの外乱が先行および追従アークに発生してもアーク長が変動しない制御手法を提案している。

最終的には、以上の提案技術を包含したタンデムパルス溶接ロボットシステムを開発し、実用薄鋼板溶接構造物に対して平均溶接速度 3 m/min 以上で溶接を行い、良好なビード外観・溶け込み形状を有していることを実証し、実用化に向けての基盤技術を確立している。

以上のように、本論文はタンデムパルス GMA 溶接における高速溶接ビード形成現象観察、アーク電圧の異常上昇およびアーク切れ発生頻度によるアーク干渉の定量評価と解析、溶接電流波形制御の検討などを行うことにより、高速溶接を実現するための溶接トーチ構成要件ならびに溶接条件設定指針、2 電極アークの相互干渉発生機構、アーク安定化制御方法など、薄鋼板の高速溶接に適したタンデムパルス GMA 溶接システムの実用化に関わる新しい知見を得ている。本研究で得られた成果は、自動車産業をはじめとする薄鋼板溶接構造物を取り扱うあらゆる産業界ならびに生産科学の発展において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あるものと認める。