

Title	高速回転アーク溶接における溶接現象と自動制御に関する研究
Author(s)	杉谷, 祐司
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/36882">https://hdl.handle.net/11094/36882</a>
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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</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・(本籍)	杉 谷 祐 司
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 8 7 7 8 号
学位授与の日付	平成元年 6 月 28 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	高速回転アーク溶接における溶接現象と自動制御に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 丸尾 大 (副査) 教授 西口 公之 教授 仲田 周次

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、狭開先溶接において側壁の溶込みを安定化し、且つアークセンサー方式による開先ならい制御が可能となる溶接法として開発した、高速回転アーク溶接法の溶接現象を明らかにし、その自動制御技術として開先ならいと、溶け込みと溶着量の同時制御法をプロセス制御システムとして確立するために行った研究の成果をまとめたものである。論文は7章から成っている。

第1章は緒論で、本研究の目的、背景及び必要性について述べている。

第2章では、高速回転アーク溶接法の基本的な溶接現象とその特徴を述べている。まず、高速回転アーク溶接トーチの原理的機構を示し、次に溶融池現象の特性として、アーク圧力が減少すること、アーク熱源が実効的に円周状分布をすることにより偏平で幅広のビードとなることを示している。アークの回転速度が溶融池の固有振動数と考えられるある値に一致すると、溶接ビードに偏向現象が生じることを示し、アーク回転による共振と対流について検討している。さらに、アークの高速回転によって溶接ワイヤの溶融速度が増加することを示し、溶滴の離脱機構を考察している。

第3章では、高速回転アーク溶接法を用いた狭開先溶接および水平隅肉溶接におけるビード形成について述べている。狭開先溶接では、ビード形状、側壁の溶込み深さに及ぼす溶接条件回転パラメータの影響を明らかにし、水平隅肉溶接では、溶接ビードの偏向現象、平滑化、溶込み深さ、スパッタなどに関するアーク回転パラメータの影響を検討している。

第4章では、高速回転アークの開先ならい制御について述べている。アークセンサー方式による制御の基本原理を示し、アーク長の変化に相当するトーチ高さの変化に対する溶接電流（またはアーク電圧）の変化割合を電流（または電圧）変化率として計算式によって推定し、アークの回転速度・揺動速度が

大なるほど電流変化率が大きくなることを実験的に検証している。これによって狭開先溶接および隅肉溶接において開先ならいが可能となることを示し、実験によって確認している。

第5章では、高速回転アーク溶接による突合せ溶接の溶込深さとビード高さの制御について述べている。ルート間隔が変化するときの溶込深さの制御法として、一つは、フィラーワイヤを添加制御する方法、他は、ビード高さが一定となるように溶着量を制御しつつ溶接電流を制御する方法が有効であることを示している。後者の方法によって、溶接電流、アーク電圧、ワイヤ送給速度、溶接速度などの多変数因子を同時制御して、溶込深さ、ビード高さ、ワイヤ突出し長さ、アーク長を一定に制御するシステムを構築している。

第6章では、本研究で開発した高速回転アーク溶接とその制御システムを実工事に適用した事例を述べ、施工作業の目的に応じて開発した自動溶接装置の特徴と適用効果を分析している。

第7章は、本論文の結論で、一連の研究成果を総括している。

## 論文の審査結果の要旨

溶接工程の自動化・ロボット化に際して、既存の溶接プロセスを前提にすると必ずしも十分な成果をあげ得ない。

本論文は、狭開先溶接において、開先の両側壁の溶込みを均等に確保しつつ、開先ならい制御を達成するため、溶接電極ワイヤ先端を高速で回転する、高速回転アーク溶接法を開発し、あわせて溶込み深さ、溶着量、ビード高さなどを自動制御する一連の研究で得た成果をまとめたもので、要約すると次のとおりである。

- (1) アークの高速回転にともなう溶接現象の基本的特性を明らかにしている。すなわち溶接ビードと、溶け込み形状が偏平化し、特定の回転速度で溶接ビードに左右非対称性が現れるのは、溶融池の固有振動によることなどを示している。
- (2) 高速回転アークでは、非回転時に比してワイヤの溶融速度が増大することを明らかにし、溶滴の離脱に遠心力が顕著に影響し、また細粒化することを見出している。
- (3) 狭開先溶接では、側壁の溶込みが確保され、中央溶込み深さが減少した周辺溶込み形に改善されることを示し、水平隅肉溶接では、重力による溶接ビードの下垂れ傾向が防止され、平滑ビードが得られることを明らかにしている。
- (4) アークを開先内で回転することによって溶接電流、アーク電力の波形に脈動が現れるが、この変化を信号としてアークセンサ開先制御が高精度で行なえることを実証している。
- (5) 定電流制御によるトーチ高さの変化が溶け込み深さの変化に相当することを見出し、トーチ高さが一定となるようにフィラーワイヤを添加制御することによって、溶込深さ、ビード高さが制御でき、ビード断面形状をほぼ一定に保てることを明らかにしている。
- (6) 開先のルート間隔が変化する突合せ溶接において、ビード幅、ビード高さに及ぼす溶接条件因子の

影響を解析し、CCDカメラを用いた画像処理によるルート間隔の実時間情報を用いて、溶込み深さ、ビード高さを一定に保つ制御系を開発している。

(7) 高速回転アーク溶接法とその制御システムを厚板の狭開先溶接をはじめ、隅肉溶接にも適用し、多電極化、タンデム化によって溶接工程の無人化・高能率化と高品質化が達成できることを多くの事例について検証している。

以上のように、本論文はアーク溶接の自動化について多くの有益な知見を提供するもので、溶接工学・生産加工技術の発展に貢献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。