

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | プラズマ切断の切断機構と切断品質制御に関する研究  |
| Author(s)    | 松山, 欽一  |
| Citation     | 大阪大学, 1992, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/38394">https://hdl.handle.net/11094/38394</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 松 山 欽 一

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 0 4 9 9 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 4 年 12 月 28 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 プラズマ切断の切断機構と切断品質制御に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)  
教 授 西 口 公 之

教 授 丸 尾 大 教 授 仲 田 周 次 教 授 黄 地 尚 義

教 授 高 城 敏 美

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、プラズマ切断面品質上の欠点である切断面の傾き（ベベル角や上縁の肩だれ）を抑制しながらしかもドロスの付着もない高品質な切断を実現することを目的とし、切断溝形成機構を解明した後、この成果に基づいた切断品質確保策実現の可能性について吟味した結果をまとめたものである。本論8章と緒論、結論から構成されている。

緒論ではプラズマ切断に関する研究現状と本研究の目的並びに方針を述べている。

第1章では、母板極点挙動について観察し、この母板極点分布域を中心として切断溝が板厚方向に原則的に3領域に区分されることを明らかにしている。

第2章では、母板極点挙動と切断溝形成現象及びドロス付着現象との関連性を観察し、切断溝の形成状況が定性的にはこの母板極点分布状況に対応して変化するが、定量的には作動ガス種類の影響を強く受けることを明らかにしている。

第3章では、数値計算シミュレータを利用して作動ガスの種類によるプラズマ熱源特性の違いとその支配要因を吟味し、解離現象の影響が強く出ること明らかにしている。

第4章では、切断前面形状と切断速度のみから切断溝各部の溶融必要熱量を推定する手法を重み付き残差法を利用して開発し、切断に必要な各部熱量を無次元的な形で求めている。またプラズマアーク熱源の半径方向熱流分布特性推定策も開発している。

第5章では、熱源の侵入到達深さをガウジング深さで代表し、この影響要因を実験的に検討するとともに、切断前面中央部での溶融必要熱量とアークからの供給熱量の釣合式を作成し、プラズマ切断での熱源侵入到達深さの支配要因を理論的に導出している。

第6章では、これまでの結果をもとに切断溝形状推定アルゴリズムを作成し、この計算結果に実験結果を対比することによってプラズマアーク切断の切断溝形成の支配要因を解明し、熱源の半径方向分布の形が切断特性に特に影響していることを明らかにしている。

第7章では、切断溝形成に対する母板極点エネルギーと溶融金属流による二次溶融効果を詳しく観察し、切断溝上

縁の肩だれ量と母板極点エネルギー量の関係、溶融スラグの湯流れ性とドロス付着特性の関係を明らかにしている。

第8章ではこれまでの結果を踏まえてプラズマ切断のベベル角と上縁の肩だれを抑制し、ドロスフリーでしかも切断面の傾きが少ない高品質な切断を実現する方策を吟味し、高純度酸素プラズマ利用の効果と水添加によるアーク熱源の半径方向分布特性制御の効果、及び、切断ノズル形状とトーチ高さによる熱源抑制の効果を実験も交えて明らかにしている。そして12mm厚程度以下の板材に対しては、ベベル角が極めて小さくしかも上縁の肩だれが少ない、ドロスもほとんど付着しないプラズマ切断の実現が可能であることを示している。

結論では、本論文で明らかにした事項の要点をまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、プラズマ切断での母板極点挙動と切断溝形成現象、ドロス付着現象、プラズマアークの熱源特性とその支配要因、母板溶融必要熱量、切断溝中での熱源の侵入到達能力とその支配要因、これをもとにした熱源減衰特性支配パラメータの導出を行い、これらを統合して切断溝形成モデルを作成し、このモデルに立脚した計算アルゴリズムを用いた切断溝形状支配要因の抽出を行い、プラズマ切断機構を明らかにするとともに、プラズマ切断の欠点である切断面の傾きをほぼ抑制した高品質切断の実現指針を与えたもので、以下に示すような重要な成果を得ている。

- (1) ガウジング限界深さまでの全板厚範囲でみたプラズマアーク切断の切断前面は、母板極点分布域である領域を挟んで、Ⅰ～Ⅲの3つの領域に区分され、通常の有限板厚切断ではこれらの領域の一部で切断溝が形成され、各領域の比率とその分布状況に対応して切断溝中での湯流れや切断溝形状、板裏面のドロス付着特性が特徴付けられることを見出している。
- (2) プラズマ切断の切断溝形成状況は、作動ガスや周囲ガスの種類（単原子ガスか二原子ガスかの区別）によって特徴付けられ、同じⅠ～Ⅲの領域区分になっていても作動ガスがアルゴン系ガスか窒素系ガスかによって切断溝中での母板極点分布や湯流れの状態が変化し、切断面の傾き（ベベル角）やドロス付着特性が左右されることを示し、この原因が作動ガスの解離の有無による熱源の半径方向分布の相違にあることを数値計算シミュレータを利用して見出している。また、この熱源の半径方向分布が切断溝形状を決める主要因となることをこのシミュレータを利用して実証している。
- (3) 切断溝中での母板溶融必要熱量を推定する手法を重み付き残差法を利用して開発し、切断前面の溶融必要熱量を算出するとともに、切断中のアーク発生位置情報を利用した熱源半径方向分布の推測手法を確立し、切断溝での熱源侵入到達深さの支配要因と熱源の減衰特性支配パラメータを見出している。
- (4) プラズマ切断の欠点である切断溝上縁部に認められる肩だれ現象が主として母板極点エネルギーに起因して発生することを見出し、切断電流を小さくするとこの肩だれ量が低減できることを示すとともに、これらの成果をまとめてプラズマ切断機構とその支配要因を論考している。
- (5) 解明された切断機構をもとに、ベベル角と上縁の肩だれがほとんど無く、しかもドロスも付着しないという高品質なプラズマ切断の実現の可能性を論考し、ノズル構造の改良と高純度酸素プラズマ切断の採用または適正な設計をした水添加プラズマの採用によってこれが達成できることを示している。

以上のように、本論文はこれまで明らかにされていなかったプラズマ切断の切断溝形成機構を体系的に研究し、その切断機構を明らかにするとともに、その成果を用いて切断面の欠点であるドロスフリーとベベル角の低減および上縁の肩だれ低減を同時に実現する方策を論じ、それを高純度酸素プラズマの利用と水添加プラズマの利用によって実現できることを示したもので、溶接工学ならびに生産技術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。