

Title	電極現象を考慮したガスタングステンアーク溶接の総合数値解析に関する研究
Author(s)	山本, 健太郎
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/57517
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

【110】

氏 名	山 本 健 太 郎
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 3 8 2 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 22 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻
学 位 論 文 名	電極現象を考慮したガスタングステンアーク溶接の総合数値解析に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 田 中 学 (副査) 教 授 中 田 一 博 教 授 平 田 好 則 教 授 片 山 聖 二

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、静止ガスタングステンアーク (GTA) 溶接を対象とした「電極 - アークプラズマ - 溶融池」の一体化モデルを構築し、これに基づいた数値計算シミュレーションによる解析を行い、溶接中の陰極および陽極における物理現象が溶融池形成に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

第1章は緒論であり、本論文の背景と目的、研究の方針を述べた。

第2章では、本論文の数値計算において基本となる静止GTA溶接の「電極 - アークプラズマ - 溶融池」一体化数値計算モデルについて説明し、また、アーク溶接プロセスをモデル化するに当たり用いた仮定やモデル化の基礎となる電磁流体方程式、境界条件、計算手法についても説明を行った。

第3章では、前章で述べた静止GTA溶接の一体化モデルを基に、溶融池から生じる鉄蒸気挙動をモデル化し、鉄蒸気がアークプラズマに与える影響を考慮した計算を行った。その結果、溶融池から生じる金属蒸気は陽極表面における電流密度を低下させ、溶融池への入熱や溶融池内の対流に影響を与えていることが分かった。また、シールドガスおよび溶接材料の種類によってアークプラズマ中での金属蒸気の分布やその影響が異なることが明らかとなった。

第4章では、過去の実験から得られた情報を基に陰極作動中の電子エミッターの挙動をモデル化し、また、純タングステン電極の場合には、溶融による電極先端形状の変化を考慮するために電極表面形状計算も取り入れた。そして、タングステン電極内の電子エミッターの有無およびその違いがアークプラズマに与える影響について検討した。その結果、電子エミッターの仕事関数、融点、そしてリチャードソン定数の違いが電極先端におけるアークルーツ部を支配し、電極近傍のアーク電流密度を変化させ、結果的にアークプラズマ温度やプラズマ気流速度に強く影響を与えることが明らかとなった。

第5章では、第3章および第4章で得られた知見をふまえ、溶融池から生じる金属蒸気および陰極における電子エミッターの影響を考慮した総合的な数値計算シミュレーションを行い、陰極として用いるタングステン電極の違いがアークプラズマだけでなく溶融池形状にも影響を与えるということを示した。

第6章では、本論文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

ガスタングステンアーク (Gas Tungsten Arc = GTA) 溶接プロセスは、非消耗電極式のアーク放電を利用した溶接プロセスであり、その現象は非常に複雑なものとなっている。そのため、溶接技術は溶接工の経験や技能といったノウハウに大きく依存している、というのが現状である。より高精度で高度な溶接技術を確立するには、科学的な観点から溶接現象を理解する必要がある。

本論文は、このような観点から、静止 GTA 溶接を対象とした「電極 - アークプラズマ - 溶融池」の一体化モデルを構築し、これに基づいた数値計算シミュレーションによる解析を行い、溶接中の陰極および陽極における物理現象がアーク溶接プロセスに及ぼす影響について検討したものである。

本論文で明らかにされている主な点は、以下の通りである。

- (1) 溶接中に生じる金属蒸気は陽極表面における電流密度を低下させ、溶融池への入熱や溶融池内の対流に影響を与えており、陽極における現象を考える上で重要な要素であることを明らかにしている。
- (2) シールドガスや溶接材料の種類によって、溶融池の表面温度に違いがあり、それに伴い、金属蒸気分布の傾向が大きく異なっていることを明らかにしている。
- (3) 陰極であるタングステン電極に添加されている電子エミッターの仕事関数、融点、そしてリチャードソン定数の違いが電極先端におけるアークルーツ部を支配し、電極近傍のアーク電流密度を変化させ、結果的にアークプラズマ温度やプラズマ気流速度に強く影響を与えることを明らかにしている。
- (4) タングステン電極における電子エミッターの違いがアークプラズマの状態を変化させ、ひいては、溶融池形成メカニズムにも影響することを明らかにしている。

以上のように、本論文は、溶融池から生じる金属蒸気およびタングステン電極内の電子エミッターに着目し、GTA 溶接中の陽極および陰極における物理現象がアーク溶接プロセスに及ぼす影響を明らかにしている。本論文で得られた電極現象に関する知見は、アーク溶接プロセスの本質的な理解に向けての指針を与えるものであり、今後のプロセスの最適化や新たなプロセスの開発に向けても、大きく貢献できるものと期待できる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。