

Title	GTA溶接における溶融池形成現象に関する研究
Author(s)	寺崎, 秀紀
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44239
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	寺崎秀紀
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17835 号
学位授与年月日	平成 15 年 3 月 25 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	GTA 溶接における溶融池形成現象に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 牛尾 誠夫 (副査) 教授 豊田 政男 教授 黄地 尚義 教授 中田 一博

論文内容の要旨

本研究は、GTA における陽極熱輸送と溶融池内での対流熱輸送現象に関する検討に基づいて GTA 溶接における溶融池の形成現象について明らかにすることを目的とした。特に、プラズマ状態と陽極溶融量との相互関係および溶融池内対流の駆動力の力学的バランスに注目し、2つの熱輸送現象に関する検討を行った。また GTA 溶接における溶融池形成の制御の例を示す意味で深溶け込み GTA 溶接法の開発を行った。

第 1 章は緒論であり、本研究の背景と目的、ならびに本研究に関する研究の現状と問題点および研究遂行の方針を述べた。

第 2 章では、アルゴン GTA の陽極熱輸送現象について検討した。検討においては、分割陽極を用いた陽極での電流、入熱密度測定、レーザー散乱によるアークプラズマの電子温度測定、ステンレス鋼の溶融断面積測定をアーク長および陰極先端角度の関数として行い、陽極における入熱密度変化と陽極溶融量変化を関係づけた。

第 3 章では、ヘリウムシールドガスを用いた場合の陽極熱輸送現象に関して、アークプラズマへの金属蒸気の混入の影響を考慮しながら検討を行った。検討においては、陽極での電流、入熱密度測定、水冷銅陽極使用時および溶接中のヘリウム GTA を対象とした電子温度測定、溶接中ヘリウムプラズマ内の金属粒子密度測定、アーク長の関数としての溶融断面積測定を行い、アークプラズマに対する金属蒸気の影響を示しさらに陽極における入熱密度変化と陽極溶融量変化をヘリウム GTA 溶接においても関係づけた。

第 4 章では、溶融池内対流熱輸送について検討した。検討においては、活性フラックスを用いた GTA 溶接法を取り上げて活性フラックスの塗布の有無により溶融池形状を変化させた。そして、その条件において溶融断面積形状、アークプラズマおよび溶融池観察、アークプラズマの分光分析、レーザー散乱による電子温度測定、溶融池の表面張力測定、溶融池表面温度測定を行い、溶融池内対流の駆動力の作用と形成される溶融池の形状についてアークプラズマと溶融池との相互関係の中で関係づけた。

第 5 章では、まず第 2 章から第 4 章での知見を基に GTA 溶接の溶融池形成現象についてまとめた。そしてその結果に基づく溶融池形成の制御例として、ビードに生成されるスラグが少なくかつ深溶け込みが可能な深溶け込み GTA 溶接手法の開発を行った。

第 6 章では、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

GTA 溶接における溶融池形成現象を理解することは、溶融池形成の制御、具体的には溶融池の溶け込み量や形状の制御を可能とし、形成される溶接ビードの品質安定化や溶接プロセスの高効率化ばかりでなく、GTA 溶接の数値解析モデルやそれを取り入れたシミュレーション技術、さらには自動化技術など、GTA 溶接プロセスの今後の工学的展開において極めて重要である。

本論文では、レーザ計測法などの種々の実験結果に基づいて GTA 溶接系における熱輸送現象に関して検討を行うことにより、GTA 溶接における溶融池形成現象に関していくつかの新しい知見を得ている。本論文の成果を要約すると次の通りである。

(1)GTA における陽極溶融量は、陽極入熱において大きな割合を占める電子による入熱密度、すなわち電子のエンタルピーによる入熱密度と陽極材料の仕事関数に相当するエネルギーによる入熱の密度により主に支配されていることを明らかにしている。そしてこれら 2 つの入熱密度に強く関係するアーク電流密度が陽極溶融量の変化に大きな影響を与えることを示している。

(2)ヘリウム GTA の陽極における電流、入熱密度はアルゴン GTA の場合に比して大きいことおよび溶接中のヘリウム GTA においてはアークプラズマが溶融池から発生した金属蒸気に影響され、アークプラズマの電子温度が明らかに低下することを明らかにしている。また、この電子温度低下はヘリウムに比べて電離電圧の小さい金属蒸気がアークプラズマ中の電気伝導度を上昇させるためであることを示している。さらにこれらの結果がヘリウム GTA 溶接によって形成される溶融池がアルゴン GTA によるものと異なることの原因であることを示している。

(3)溶融池内対流現象においては、マランゴニカ、アーク緊縮に起因する電磁気力およびプラズマ気流によるドラッグ力の 3 つの駆動力が重要であり、これらの 3 つの駆動力のバランスによって対流方向が変化し、それによって溶融池内での熱の輸送の向き、すなわち溶け込み形状が決定されることを示している。特にマランゴニカは内向きおよび外向き対流発生のトリガとしての役割を果たし、トリガが発生すれば残りの 2 つの駆動力の作用が決定され、対流が進行することを明らかにしている。

(4)トリガとしてのマランゴニ対流を内向きに発生させるには、微量の表面活性元素の添加で十分であることおよびマランゴニ対流の発生機構としては表面活性元素の濃度に対する表面張力の依存性が挙げられることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、レーザ計測法などの種々の実験結果に基づいて GTA 溶接系における熱輸送現象に関して検討を行うことにより、GTA 溶接における溶融池形成現象に関して新しい知見を得ている。本研究で得られた成果は、GTA 溶接における溶融池形成現象の理解のための指針を与え、溶融池形成の制御の今後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あるものと認める。