

Title	GMA溶接における溶滴移行現象のモデル解析
Author(s)	門田, 圭二
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/26859
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	門田圭二
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第25515号
学位授与年月日	平成24年3月22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	GMA溶接における溶滴移行現象のモデル解析
論文審査委員	(主査) 教授 平田 好則 (副査) 教授 中田 一博 教授 田中 学

論文内容の要旨

本論文では、GMA溶接における溶滴移行現象のメカニズム解明を研究目的として、数値モデルを構築し、電極ワイヤ端に形成される溶滴とアークプラズマの挙動を解析した。本論文は6章で構成されている。以下に各章の概要を示す。

1章では、研究の背景と意義、目的について記した。GMA溶接では電極ワイヤが溶融し、溶滴となって移行するため、アークが不安定である。溶滴移行現象を制御するためには、そのメカニズムを解明する必要があり、モデル解析を行うことにした。

2章では、本研究で構築した液滴移行モデルの基礎式、仮定、計算手法、境界条件などを記した。溶滴移行現象の解析モデルを段階的に構築するため、まず、導電性を有する液体がノズルから流出する現象に置き換え、パラメータを限定した。また、電磁力の作用を考慮するため、液滴直下に導電領域を設ける仮想アークモデルとした。構築した数値モデルの精度を調べるため、水滴の移行現象を観測し、数値解析結果と比較した。

3章では、液滴移行モデルによる解析結果を記した。実用的には、GMA溶接における溶滴がワイヤ径より大きい場合をグローブユラー移行、小さい場合をスプレー移行と呼ばれ、スプレー移行のほうがアークは安定である。モデル解析では、液体の表面張力及び粘性、流出速度、電流値をパラメータとし、移行形態を調べた。その結果、これらのパラメータがグローブユラー移行とスプレー移行の遷移現象に及ぼす影響が定量的に明らかとなった。さらに、液滴先端における力のつり合いから移行形態の予測が可能であることも示した。

4章では、GMA溶接の溶滴移行現象を表現するため、液滴移行モデルとアーク放電モデルの統合化について記した。とりわけ、自由表面を有する溶滴とアークプラズマとの境界における電流および熱、運動量の授受に関して、物理モデルを反映させる数値計算の取り扱いを中心に述べた。また、溶滴からアークプラズマに混入する鉄蒸気を計算モデルに取り込む考え方も記した。

5章では統合モデルによる計算結果を示した。GMA溶接においては、溶滴の成長に応じてアーク形状が変化し、アーク形状とともに電流経路が変化する相互作用が溶滴移行現象を支配していることが明らかになった。また、アーク形状が溶滴部分の電気抵抗とアークプラズマ部分の電気抵抗のバランスによって変化することを示した。

6章では、本研究における結果の総括と今後の展望について示した。

本論文では、GMA溶接における溶滴移行現象のメカニズム解明を研究目的として、数値モデルを構築し、電極ワイヤ端に形成される溶滴とアークプラズマの挙動を解析している。本論文は6章で構成されている。以下に各章の概要を示す。

1章では、研究の背景と意義、目的について述べている。GMA溶接では電極ワイヤが溶融し、溶滴となって移行するため、溶接アークが不安定である。溶滴移行現象を制御するためには、そのメカニズムを解明する必要があり、モデル解析を行うこととしている。

2章では、本研究で構築した液滴移行モデルの基礎式、仮定、計算手法、境界条件などを記述している。溶滴移行現象の解析モデルを段階的に構築するため、まず、導電性を有する液体がノズルから流出する現象に置き換え、パラメータを限定している。また、電磁力の作用を考慮するため、液滴直下に導電領域を設ける仮想アークモデルとしている。構築した数値モデルの精度を調べるため、水滴の移行現象を観測し、数値解析結果と比較している。

3章では、液滴移行モデルによる解析結果を記述している。実用的には、GMA溶接における溶滴がワイヤ径より大きい場合をグローブユラー移行、小さい場合をスプレー移行と呼ばれ、スプレー移行のほうが溶接アークは安定であるが、この移行形態を支配する因子をモデル解析により検討している。液体の表面張力及び粘性、流出速度、電流値をパラメータとし、グローブユラー移行とスプレー移行の遷移現象に及ぼす影響を定量的に明らかにしている。さらに、液滴先端における力のつり合いから移行形態の予測が可能であることも示している。

4章では、GMA溶接の溶滴移行現象を表現するため、液滴移行モデルとアーク放電モデルの統合化について検討している。とりわけ、自由表面を有する溶滴とアークプラズマとの境界における電流および熱、運動量の授受に関して、物理モデルを反映させる数値計算の取り扱いを中心に記述している。また、溶滴からアークプラズマに混入する鉄蒸気を計算モデルに取り込む考え方も述べている。

5章では統合モデルによる計算結果を示している。GMA溶接においては、溶滴の成長に応じてアーク形状が変化し、アーク形状とともに電流経路が変化する相互作用が溶滴移行現象を支配していることを明らかにしている。併せて、アーク形状が溶滴部分とアークプラズマ部分の電気抵抗のバランスによって変化することを示している。

6章では、本研究における結果の総括と今後の展望について述べている。

以上のように、本研究では製造各分野で広く活用されているGMA溶接プロセスを対象とし、その性能・生産性の向上に直結する溶滴移行現象の解明に向けて、新たに数値解析モデルを開発している。そして、電流やシールドガス、ワイヤ物性などの多くのパラメータが溶滴移行現象に及ぼす影響について、モデル解析を通して定量的に明らかにしており、学術的に重要な成果である。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。