

Title	A study on weld pool formation process in plasma keyhole arc welding
Author(s)	Nguyen Van, Anh
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/69577
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。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

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 (NGUYEN VAN ANH)

論文題名

A study on weld pool formation process in plasma keyhole arc welding
 (プラズマキーホールアーク溶接の溶融池の形成プロセスに関する研究)

論文内容の要旨

The main purpose of this study is to clarify weld pool formation process and the correction between weld pool convection with welding defects in plasma keyhole arc welding through experimental observation.

In chapter 1, a general review on PKAW process was described to show the present issues. Based on the above issues, the purpose of this study was determined. Also this chapter proposed the methodology to solve purpose of this study.

In chapter 2, methodology of the comprehensive experiment including measurement of three-dimensional convection inside weld pool, measurement of convection on the surfaces of weld pool, measurement of temperature field on weld pool surfaces was described in details. In addition, welding conditions, welding apparatus system, coordinate system, etc. were also described in details.

In chapter 3, the results of the comprehensive experimental measurement were presented for discussing the relative strength of driving forces of the weld pool convection to find the dominant factor to control the weld pool formation process. Consequently, the shear force due to plasma flow was found to be the dominant driving force in weld pool formation process in PKAW. Thus, the heat transport in the weld pool is considered to be governed by two large convective patterns near keyhole: (i) eddies pair on the surface (perpendicular to the torch axis), (ii) eddies pair on the bulk of the weld pool (on the plane of the torch). They are formed with equal velocity of approximately 0.35 m/s and are mainly driven by shear force. Furthermore, the flow velocity of weld pool convection becomes considerably higher than that of other welding process such as TIG welding and GMA welding due to larger plasma flow velocity. Thus, since shear force is primarily determined by the pattern of the plasma flow around the keyhole, it is strongly influenced by the keyhole shape.

In chapter 4, based on the results in chapter 3, the influence of welding parameters on the weld pool formation process through changes of arc and keyhole states was discussed. The series of welding parameters were changed including: nozzle diameter; plasma gas flow rate; welding current; welding speed to discuss the relationship between the convection and heat transportation of weld pool with welding defect formation process during welding process. As a result, it is found that, in PKAW, generally two large eddies are produced in the weld pool just behind the keyhole mainly through the shear force by the plasma flow acting on the weld pool surface. The magnitude, extent and direction of the shear force is thought to be determined primarily by the keyhole shape.

In chapter 5, based on the results in chapter 3 and chapter 4, PKAW was applied to plasma-MIG hybrid welding process of thick steel plates with square grooves based on the understanding of the weld pool formation process of PKAW.

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (ヌ エ ン ヴ ァ ン ア ン)	
	(職) 氏 名
論文審査担当者	主 査 教授 田中 学
	副 査 教授 浅井 知
	副 査 教授 井上 裕滋

論文審査の結果の要旨

プラズマアークは低電流であっても母材表面への高い入熱密度とアーク圧力を得ることができることから、高速溶接や深溶け込みを実現すると共に熱ひずみを減少させることも可能となる。これらの長所から、プラズマアークはレーザ溶接と同様にプラズマキーホールアーク溶接 (Plasma Keyhole Arc Welding = PKAW) に用いられているものの、溶接の安定性確保が難しく技術的課題として指摘されており、その解決には溶融池形成プロセスに関する深い理解が不可欠となる。

本論文ではPKAWにおける溶融池形成プロセスを科学的・定量的に理解するために、2組のX線透過システムによる溶融池内部に生じる三次元流動のステレオ同期観察及び高速度ビデオカメラによる溶融池表面における二次元流動の観察や二色測温法による溶融池表面の二次元温度場の計測から成る統合的な実験観察を行い、特にせん断力や電磁力、マランゴニ力、浮力といった溶融池流動の各駆動力が溶融池形成プロセスに及ぼす影響を明らかにしたものである。

本論文で明らかにされている点は以下の通りである。

- (1) PKAW においてはプラズマトーチの拘束ノズルにより生成された高速プラズマ流が引き起こすせん断力が溶融池流動の駆動力として最も支配的となる。
- (2) キーホール後方の溶融池にはせん断力を主な駆動力とした二つの大きな渦が形成され、これが溶融池内での熱輸送及び溶融池形成に強い影響を及ぼす。
- (3) 溶接条件により溶融池に加わる入熱密度やアーク圧力が変化しキーホール形状が変化する。このキーホール形状の違いが溶融池に働くせん断力に大きく影響し、渦の形成の変化を通じて溶融池形成プロセスが決定される。

以上のように、本論文はPKAWにおいて溶融池流動の各駆動力が溶融池形成プロセスに及ぼす影響を明らかにしたものである。本研究により得られた溶融池流動の各駆動力が溶融池形成プロセスに及ぼす影響に関する知見は、PKAWの安定性確保に必要不可欠なものであり、PKAWの高度な制御や高度な溶接品質の実現に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。