



Title	Investigation of cathode spot behavior in arc welding
Author(s)	Phan Huy, Le
Citation	大阪大学, 2020, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/76553">https://hdl.handle.net/11094/76553</a>
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。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## Abstract of Thesis

Name ( PHAN LE HUY )	
Title	Investigation of cathode spot behavior in arc welding (アーク溶接における陰極点挙動の研究)
<p><b>Abstract of Thesis</b></p> <p>In this thesis, a comprehensive experimental study was done to make clear the behaviors of cathode spot in welding arc and apply this knowledge to improve the efficiency of the AC TIG welding on aluminum. In order to investigate the behaviors of the cathode spot, the observation experiments were produced with the high-speed camera video. Furthermore, the external magnetic field was applied to the AC TIG welding process of thick aluminum plates based on the understanding of the cathode spot phenomenon as a heat source.</p> <p><b>In chapter 1</b>, a general review of the aluminum welding and cathode spot phenomenon were described. From that, the present issues were pointed out to be the improvement of aluminum welding. Based on the above issues, the purpose of this study was determined.</p> <p><b>In chapter 2</b>, methodologies of the comprehensive experiment including high-speed observation of cathode spot in EP polarity of AC TIG welding, measurement surface condition with the cleaning action by cathode spot, measurement of temperature field on weld pool surfaces was described in details.</p> <p><b>In chapter 3</b>, the behaviors of cathode spot such as the formation, movement, distribution, and velocity during EP polarity in AC TIG welding was revealed quantitatively based on the HSVC observation. The first cathode spot appeared and divided on the solid surface outside the weld pool. Following this, those moved rapidly toward the weld pool center. The new cathode spot in EP polarity was formed by the division of old cathode spot. As the EP polarity time went by, almost the cathode spot had outward movement from the weld pool. The average number of cathode spot was very low around the center in argon case and almost zero within around a radius of 2.0 mm of helium case in the whole of EP polarity. The mechanism of gases (helium, argon) influence on behaviors of cathode spot is suggested to relate to the ionization potentials of gases and metal. The high ionization potential of helium gas led to the highly-ionized state inside the cathode spot. The strong electrical field led the high current per spot value, high velocity and the absence of cathode spot in the weld pool center of helium case.</p> <p><b>In chapter 4</b>, the influence of base metal was tested by changing of material from pure aluminum (A1050) to aluminum alloy (A50552). As a result, firstly, the average value of current per spot in case of A5052 was halved compared to that in case of A1050. Secondly, the central area, where the cathode spot did not exist, has a larger radius than that in case of A1050. Thirdly, the average velocity of cathode spots were lower than those on case of A1050. The easy evaporation of magnesium in A5052 could cause the change of the plasma properties over the weld pool, thus affecting the behaviors of cathode spot.</p> <p><b>In chapter 5</b>, to discuss heat transfer from AC arc to the base metal, the temperatures of weld pool surface in the start and the end of EP polarity were measured by two-color pyrometry method. As a result, the temperatures at the center at the start of EP polarity were greater than that at the end of EP polarity and decreased gradually toward the edge of the weld pool. At the start of EP polarity, the surface temperature at the central area increased up to around 2270 K (helium case) and 1400 K (argon case). The absence of cathode spot in the central area of the weld pool gave a prediction that the surface temperature below approximately 1300 K to be a necessary condition for the presence of cathode spot.</p> <p><b>The last chapter is</b>, to apply the findings in previous stages to improve the AC TIG welding of aluminum. The cathode spot, which is the heat source, could make the surface temperature locally increase. However, on the opposite side, the increase of surface temperature over 1300 K could lead to the expansion of cathode spot group. From that, the heat did not concentrate in the center. In this chapter, to concentrate the heat input of cathode spot in argon AC TIG welding of aluminum, the external magnetic field was applied. As a result, the penetration depth increased up to almost double by applying the optimum strength of the external magnetic field.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( PHAN LE HUYNH )			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教授	田中 学
	副 査	教授	浅井 知
	副 査	教授	西川 宏

論文審査の結果の要旨

本論文ではアーク溶接における陰極点挙動を総合的な実験観察を通じて解明するとともに、得られた知見をアルミニウムの交流ティグ溶接に適用し、その大幅な効率向上を実現している。具体的には超高速度ビデオカメラによる実験観察により陰極点挙動を明らかにし、これと併せて溶融池表面の温度分布を計測し、表面温度と陰極点挙動の関係性を解明している。さらに、アルミニウムの交流ティグ溶接において外部磁場を印加し、陰極点挙動を適切に制御することで、電流値一定のもと溶融池への入熱を大幅に向上することが可能となり、従来の溶接と比較して約 2 倍の溶込み深さを実現している。

本研究で明らかにされている点は以下の通りである。

- (1) 純アルミニウム (A1050) 板を使用した場合、溶融池中心に陰極点が存在しない領域が見られる。二色測温法による溶融池表面温度計測の結果と併せて検討することにより、表面温度が 1300K を超える領域では陰極点が存在できないことがわかった。
- (2) アーク溶接に使用するシールドガス種 (アルゴン及びヘリウム) の違いが陰極点挙動に及ぼす影響について検討した結果、ヘリウムの様に電離電圧が高いガスを用いる場合、陰極降下電圧が大きくなることにより、アルゴンの場合と比較して陰極点個数が減少するとともに、陰極点一個あたりの電流値が高くなることがわかった。これにより、陰極点の溶融池上での移動速度が増加することが示された。また、ヘリウム使用時には溶融池への入熱が増加し、その表面温度が上昇するため、陰極点不在領域が拡大することがわかった。
- (3) アーク溶接に使用するアルミニウム合金種 (A1050 及び A5052) の違いが陰極点挙動に及ぼす影響について検討した結果、A5052 を使用する場合、陰極点個数が増加し陰極点一個あたりの電流値が低くなることがわかった。次に、溶融池中心付近の陰極点不在領域が A1050 の場合と比較して拡大することが示された。また、陰極点の移動速度は電流値の低下に伴い小さくなった。A5052 は蒸発しやすいマグネシウムを多く含有する合金であり、母材から発生するマグネシウム蒸気の影響によりプラズマ特性が変化し、これが陰極点挙動に影響を及ぼしたものと推察される。

以上のように、本論文ではアーク溶接における陰極点挙動を詳細に研究し、陰極点挙動の主な支配要因を明確にしている。本研究により得られた知見を母材側の極性を陰極とする様々なアーク溶接に適用することで、溶接の高能率・高効率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。