

次世代溶接技術の現象解明及び適用検討に関する研究

Analysis and Development in Advanced Welding Technologies

山根 敏^{1*}、中嶋 徹²、山本 光²
Satoshi Yamane¹, Toru Nakajima², Hikaru Yamamoto²

¹ 埼玉大学 大学院 理工学研究科
Department of Environmental Science and Human Engineering, Saitama University
² 株式会社日立建機
Hitachi Construction Machinery Co.Ltd,

Abstract

The formation of stable back beads in the first layer weld during one side multilayer welding is important to achieve high quality welded metal joints. The authors thus employed the switch back welding method for welding V groove joints, with 4mm root gap, without using backing plates. In this method, the power source, wire feed motor, and robot manipulators are the computer based cooperative control. In this robotic welding system, there are 4 personal computers. In order to achieve the good quality of the welding, it is important to trace the welding line. The personal computer for controlling of the robot is synchronized with other computers, i.e., the computer controls other units. The suitability of the welding conditions for each root gap was verified by observation of the arc, molten pool and external appearance of back beads.

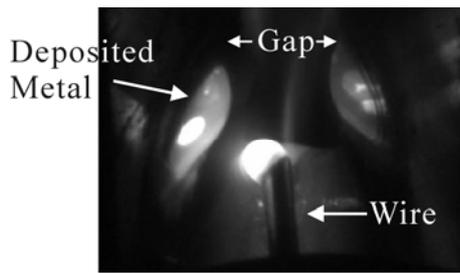
Key Words: Cooperative control in welding system, Weld pool control, Feed-forward control

1. はじめに

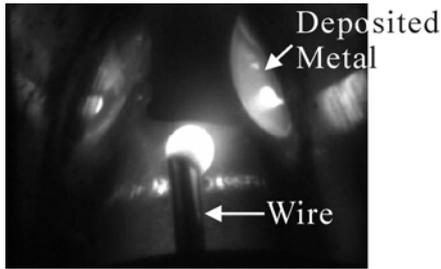
GMA 溶接において高効率・高品質溶接を実現するために、ロボット、溶接電源、シールドガスおよび溶接材料などが重要である。これを行うためには、溶接機器だけでなく、シールドガス、溶接ワイヤなどの溶接材料についての開発も行われており、高張力鋼板や亜鉛メッキ鋼板などの材料も改良されている。とくに、自動溶接を行う場合、再現性、操作性および高速制御など

の観点から、溶接電源を含む周辺機器のデジタル化が進んでいる。しかし、より精度の高い溶接を実現するためには、これらを同時に協調制御することが重要である。溶接電流および溶接電圧などをセンシングし、溶接状態を推定し、この推定結果に同期して、インプロセスにて溶接電源、ワイヤ送給速度およびロボットモーションを制御する。アーク溶接の自動化および高能率化技術において、インプロセス制御を行うためには、センシングが重要な課題となる。また、厚板の多層溶接において、安定な裏波を得るためには、溶接現象のセンシングとともに、その現象の安定化が必要となる。

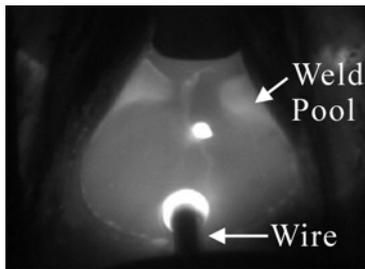
* 〒338-8570 さいたま市桜区下大久保255
電話：048-858-3732 FAX：048-858-3732
Email：yamane@mail.saitama-u.ac.jp



(a) Arc discharge to left root edge during high speed motion.



(b) Arc discharge to right root edge during high speed motion.



(c) Arc discharge to weld pool during slow speed motion.

Fig.3 Typical weld pool images.

を制御するスイッチバック溶接法を提案し

た。これを Fig.2 に示す。具体的に、4mm ギャップの場合、まず、トーチが 9mm を 11.25mm/s で前進し、同じ速度で 9mm 後退する。その後、9mm を 1.8mm/s で前進する。このように、高速前進・後退および低速前進を一周期として溶接を行う。スイッチバック動作時の溶融池画像を Fig.3 に示す。高速前進時には溶融池前方にトーチが移動する。アークはルートエッジ近傍に出る。そのアークにより、ルートエッジおよび開先表面に熱を与え、溶融金属のぬれ性を向上させ、裏ビードを形成し易くしている。また、溶滴もルートエッジに溶着させる。高速後退時に溶着量が多くなると、左右の溶滴が接触し、表面張力によりブリッジを形成し、溶融池を作る。低速前進時において、熱を溶融池および開先表面に与えるとともにビードを形成する。溶融池の温度が上昇し、溶落ちが生じる前に、トーチモーションを高速前進に切り替える。

4. 溶接条件のフィードフォワード制御

溶接前に、溶接開始点と終点のギャップを調べておき、これら値から線形補間により、現在のウィービング位置におけるギャッ

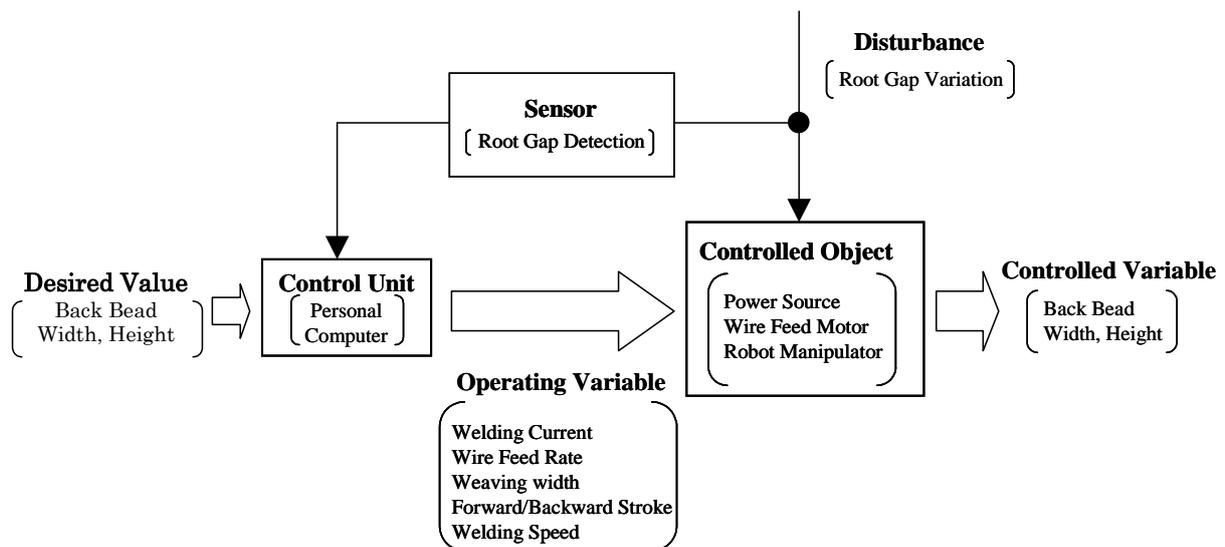


Fig.4 Block diagram of the feed forward control.

プを推定する。それによって、溶接データベースから溶接条件を選択し、裏ビードを制御するフィードフォワード制御システムを構築し、これを Fig. 4 に示す。各種ギャップに関する溶接条件を基礎実験により求め、これを Table 1 に示す。ウィービング周波数を 2.5Hz とし、溶接中のギャップ変動に関わらず、裏ビードを制御できるかどうかを確認するために、ギャップが 4.5mm から 2.0mm に変化する場合の制御実験を行った。溶接後の裏ビードの外観を Fig. 5 に示す。同図に示すように、ギャップが狭くなるとともに、裏ビードも狭くなっているが、これはギャップよりも広く、安定しており、良好な溶接結果を得ることができた。

5. まとめ

次世代の溶接システムの基礎技術として、協調制御システムは有効である。この特徴を用いて、溶接現象を安定化し、裏当て材

を用いない溶接方法を開発した。この方法は特別な改造を行わなくても市販の機器を組み合わせることで実現可能である。

参考文献

- [1] Y. Sugitani, W. Mao, M. Ushio, "Adaptive Control of Weld Bead Shape Utilizing Arc Sensor in One Side GMAW Process with Backing Plate", Doc. XII-1360-94, pp. 199-206 (1994).
- [2] 山本 光, 石原 利彦, 高野 悠敬, 江口 一彦, 山根 敏, 大嶋 健司: “バックングレスV開先継手におけるルートギャップ変動に対する裏ビードのフィードフォワード制御”, 溶接学会論文集, Vol. 20, No. 4, pp. 499-505 (2002)
- [3] 山根 敏, 田中 彬人, 山本 光, 金子 裕良, 大嶋 健司: “スイッチバック溶接のバックングレスV開先円周溶接への適用”, 溶接学会論文集, Vol. 25, No. 1, pp.86-94 (2007)

Table 1 Welding conditions.

Gap [mm]	Stroke [mm]	Welding speed [mm/s]	Fast speed torch motion			Slow speed torch motion		
			Traveling speed [mm/s]	Average current [A]	Wire feed [mm/s]	Traveling speed [mm/s]	Average current [A]	Wire feed [mm/s]
2	8	1.67	10	137	68	2.67	126	57
3	8	1.48	10	123	60	2.11	119	53
4	9	1.36	11.25	123	60	1.8	119	53
4.5	9	1.28	11.25	123	60	1.67	119	53

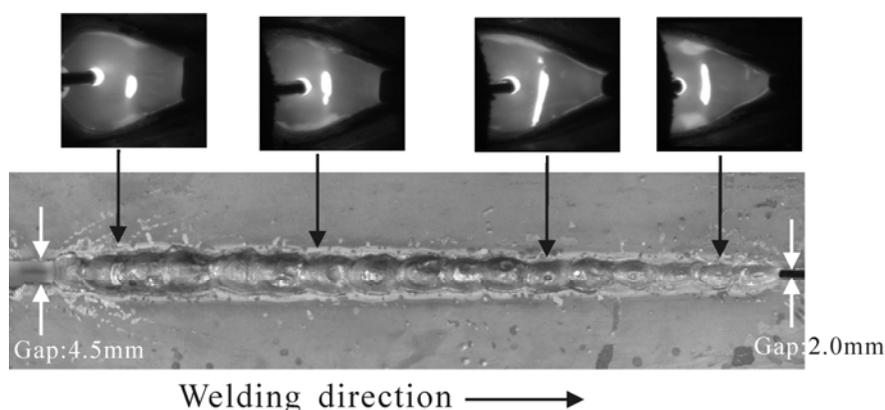


Fig.5 Bead appearance.