

高品質・高効率ロボット溶接システムの開発に関する研究

Development of High Efficiency Robotic Welding

プロジェクト代表者：山根 敏 (理工学研究科・准教授)

Satoshi YAMANE (Graduate School of Science and Engineering, Associate Professor)

1 はじめに

多層溶接において、高品質な結果を得るためには安定な初層溶接結果を得ることが重要である。そこで、裏当て材を用いずに溶接するスイッチバック法を提案し、ギャップに対する溶接条件について検討した。この溶接方法はトーチを揺動させるだけでなく、その揺動中心を前後にも移動させる。すなわち、揺動中心を高速で前進し、その後、高速で後退した後、溶融池を安定させるために低速で前進させる。本プロジェクトでは、デジタル化した溶接システムにより、通常の溶接ロボットを用いてスイッチバック溶接を行うため、トーチ揺動と溶接電流波形の関係および、トーチ揺動が裏ビード形成に与える影響について検討を行った。まず、トーチの揺動周波数が10Hz、5Hz および2.5Hz において、高速度ビデオカメラにより、スイッチバック溶接を撮影した。これを元に、トーチ揺動が裏ビード形成に与える影響について調べた。つぎに、CCD カメラを用いて溶融池を観察し、溶滴がルートエッジに溶着し、溶融池を形成する過程について調べ、ギャップに対する溶接条件を求めた。

2 システム構成

画像メモリ、コンピュータ、CCD カメラおよび溶接電源からなるデジタル化したロボット溶接システムを Fig.1 に示す。トーチモーションに同期して、コンピュータがリアルタイムで周辺機器を制御する。コンピュータ間の通信は10MbpsのEthernetを用いて、リアルタイム通信で行った。これを行うために、コンピュータのリアルタイムOSとしてRTLinuxを用いた。トーチ前方にCCDカメラを固定し、これを用いて溶融池表面を撮影する。アーク光はとても強いので、この影響を軽減するためにCCDカメラのシャッターが開いている1msの間、電流を30Aに下げる。また、近赤外領域において、アーク光の相対強度が下がり、溶融池からの光の相対強度が増加する。この特徴を利用し、950nmのバンドパスフィルタも用いた。

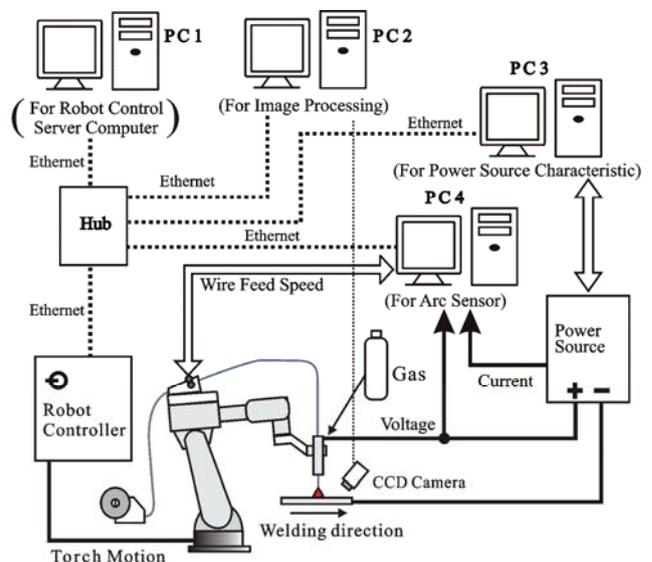


Fig. 1 System configuration.

3 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、これらの値からギャップを線形補間する。すなわち、現在のトーチ揺動中心位置から、ギャップを推定する。それに従って、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た。これを Fig.2 に示す。各種ギャップ幅に関する溶接条件を基礎実験により求めた。なお、溶接条件はビード形状に依存するので、トーチ揺動周波数に依存しない。ギャップの広がりとともに、平均の溶接速度は遅くなる。また、揺動中心の高速動作時にルートエッジ近

傍で、パルスピーク電流のアークを出すために、ワイヤ送給速度は低速動作時のものよりも速くなっている。

トーチ揺動周波数を 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.3 に示す。また、溶融池画像も同図に載せる。溶接の進行とともにギャップが狭くなっている。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。

4 おわりに

デジタル化した溶接システムを用い、通常の溶接ロボットによりスイッチバック溶接を行うため、トーチの揺動周波数が 10Hz、5Hz および 2.5Hz において、トーチ揺動が裏ビード形成に与える影響について検討した。その結果、揺動中心が高速前進・後退する時において、トーチがルートエッジに近づいたときに、電流をパルスピークにすることにより、その電流によるアークはルートエッジから開先表面に出る。これによりルートエッジ部に熱を与え、良好な裏ビードが生成できる。また、2.5Hz のトーチ揺動周波数においてギャップを 4.5mm から 2mm まで変化させ、裏ビードの制御実験を行った。ギャップより広く、安定な裏ビードが得られ、良好な溶接結果を得た。一般に、熟練溶接技術者が裏当て材を用いずに突合せ溶接を行った場合、約 2 から 3mm のギャップ範囲でしか対応できない。しかし、溶接機器およびトーチモーションを協調して規則的に制御することにより、熟練溶接技術者よりも広いギャップに対応できた。

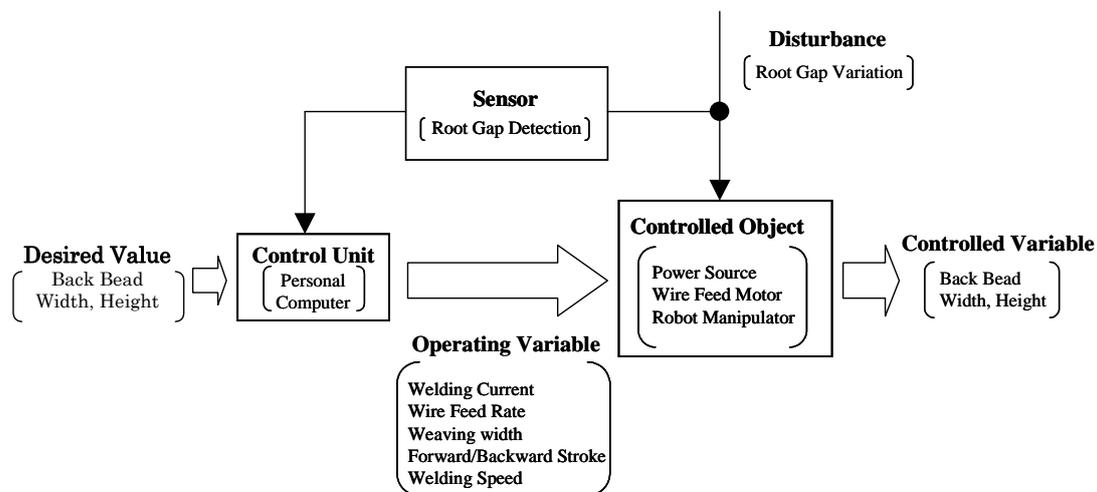


Fig.2 Block diagram of the feed forward control.

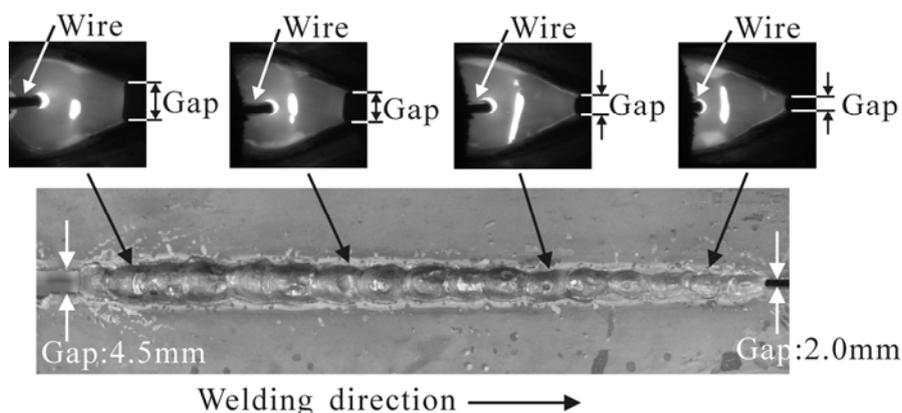


Fig.3 Bead appearance.