実験指南

アーク溶接の電流・電圧測定方法*

廣 田 幸 伯**

Measurement Method of the Arc Welding Current and Voltage*

by HIROTA Yukinori**

キーワード アーク溶接, 溶接電流, 溶接電圧, 測定方法

1. はじめに

アーク溶接は、溶接材料（材質と板厚）と継手形状に対し、最適な溶接方法例えば、CO₂/MAG 溶接か、MIG 溶接か、TIG 溶接か等を選定する。選定した溶接方法に従い、溶接機を選定し、溶接条件を設定し、溶接作業に入る。溶接施工に際し、リモコンもしくはコントローラ（図1）により、適正な溶接電流を決める。CO₂/MAG 溶接や MIG 溶接では最近の溶接機であれば、溶接条件表に基づき、溶接電流を設定すると、一元電圧（溶接電流・適正なワイヤ突出長に対する標準的な適正溶接電圧）が設定されており、簡単に溶接施工を開始することができる。溶接時、実際に出力されている溶接電流や溶接電圧は溶接機の前面パネルに配置された指示計器もしくはデジタル表示にて確認することができる（図2）。また、最近のフルデジタル溶接機であれば、溶接電流および溶接電圧等の出力については、パソコンなどにcsvファイルで取り出すことも可能となってきた。

しかし、ユーザから溶接電流や溶接電圧はどのように測定すればよいかといった問い合わせを多くいただくのも実状である。本稿では、溶接電流および溶接電圧の基本的な測定方法を紹介させていただく。

2. 溶接電流測定方法

溶接電流を測定する上で、溶接電流の何を測定するかで使用する測定機器が異なる。

ここでは「溶接電流値」と「溶接電流波形」の測定方法について説明する。

図1 溶接電流・溶接電圧調整器

溶接電流値を正確に測定する場合、「分流器（平形シャント）と電流指示計器」を使用するのが一般的である。消耗電極式溶接機の場合、図3に示す様に、溶接機出力ケーブルに対し直列に分流器（平形シャント）を接続し、分流器（平形シャント）の出力電圧を指示計器に入力し、指示計器の指示値を読み取り溶接電流値を測定する。

計測システムの一例を示す。分流器（平形シャント）は、例えば横河電機(株)製2216であれば500 A 通電時でシャント端子間で50 mV 電圧降下し、出力される。指示計器は、横河電機(株)製201141を使用し分流器（平形シャント）の出力（最大50 mV）が入力され、電流指示値を測定できる。この方法は、CO₂/MAG 溶接や MIG 溶接で利用できるが、TIG 溶接では使用できない。これは、TIG 溶接では、溶接スタート時に数 kV の高いピーク電圧の高周波もしくは高電圧が出力されるため、計測器が破損してしまうためである。特に注意が必要である。

次に、溶接電流波形を測定する場合を説明する。図4に消耗電極式溶接機の場合の電流プローブによる電流波形測定時の接続方法の一例を示す。日本テクトロニクス(株)製の電流プローブ A6304XL により溶接機出力ケーブルをクランプし、電流プローブ出力を日本テクトロニクス(株)製の電流アンプ AM503B に接続し、電流アンプ出力を BNC ケーブル（同軸ケーブル）により日本テクトロニクス

* 原稿受付 平成 20 年 3 月 24 日

** 正 員 松下溶接システム株式会社 Member, Matsushita Welding Systems Co., Ltd

(a) デジタル溶接機

(b) アナログ溶接機

図2 溶接機前面パネル（出力表示）

図3 溶接電流値測定回路

図4 溶接電流波形測定回路

ス(株)製のオシロスコープ TDS3012B に掃引し電流波形を測定する。電流プローブを使用する場合、溶接ケーブルをクランプすることで測定が可能となるため非常に簡単に測定することができる。但し、注意点としては、電流プローブには電流の向きが矢印表示してあり、矢印方向に電流が流れた場合にオシロスコープ画面上プラス側に表示することとなる。また、電流プローブには電流定格があり、定格を超える電流を流した場合、計測器の破損につながるため注意が必要といえる。また、直流のみ測定可、交流も測定可といった仕様もあるため使用する測定器には注意が必要である。

3. 溶接電圧測定方法

溶接電圧を測定する場合も溶接電圧の何を測定するかで使用する測定機器が異なる。

ここでは「溶接電圧値」と「溶接電圧波形」の測定方

法について説明する。

消耗電極式溶接機の溶接電圧値を測定する場合、溶接機の実出力端子間（プラス・マイナス間）に電圧用指示計器を接続し、指示計器の指示値を読み取り溶接電圧値を測定する（図5）。この場合は、平均電圧を測定することができる。例えば、電圧用指示計器では横河電機(株)製 201139などが使用できる。

消耗電極式溶接機の溶接電圧波形を測定する場合は、電圧プローブを溶接機の実出力端子間（プラス・マイナス間）に接続し、電圧プローブ出力をオシロスコープに掃引し溶接電圧波形を測定する（図6）。一例を示すと、日本テクトロニクス(株)製電圧プローブ P6131 を溶接機出力端子間に接続し、電圧プローブ出力を日本テクトロニクス(株)製オシロスコープ TDS3012B に掃引し画面上に表示する。溶接電圧測定時の注意点としては、オシロスコープの入力定格すなわち耐電圧を確認する必要がある。溶接機の無負荷電圧は約 70 V 程度であり、オシロスコープの定格入力電圧が 70 V 以上あることが必要となる。定格入力電圧以上の電圧が印加される場合は、10:1 もしくは 100:1（日本テクトロニクス(株)製 P5100）の電圧プローブを使用し、オシロスコープへの入力電圧を減衰させ入力することが必要となる。また、TIG 溶接機の溶接電圧を測定する場合は、スタート時に数kV程度の高電圧が印加され測定器を破損するため、1000:1（日本テクトロニクス(株)製 P6015A）といった電圧プローブを使用しなければならない。また、オシロスコープを使用する場合、サンプリング周波数が高いため、データ数が多く、長いサンプリング時間のデータを取り込むことができないため、1 周期のパルス波形や 1 周期の短絡波形等詳細の波形確認をする場合に適用する。溶接施工の間の比較的長い周

図5 溶接電圧値測定回路

図6 溶接電圧波形測定回路

期、10秒や20秒の間の測定をする場合は、サンプリング周期の長い日置電機株式会社アナライジングレコーダ8835を利用すると測定することが可能となる。

4. 最後 に

今回は、溶接電流および溶接電圧の基本的な測定方法を紹介した。今回の測定例はあくまで一例であり、使用できる計測器はさまざまなものが販売されている。また、それぞれの計測器については定格および注意点があるため、お使いになる計測器に関する取扱説明書等に準じて計測することが必要である。さらに、プローブを使用した測定技術については計測器メーカーから紹介されているものもあるのでご参照ください。

インバータ溶接機の場合、インバータ周波数が数十kHz～100kHzであり、計測器の入力インピーダンス等の影響により測定波形にひずみが生じる場合がある。特にノイズの影響や、波形がひずむような場合が確認された場合は、測定器に搭載されたフィルタリング機能を利用し、例えば5kHz程度以上の周波数成分をカットするといった操作が必要である。

溶接電流および溶接電圧波形を測定することにより、短絡溶接であれば、波形上「この期間が短絡状態で、この期間がアーク状態である」といった溶接の可視化ができる。測定した波形に基づき溶接の良否を議論することができる。

これらの測定が、アーク溶接をより定量的に評価し議論を進めるための一助となることを期待する。