

アーク溶接 第 260 話 グループ GP1 の紹介／アーク溶接機とロボットの「融合」 高木柳平
 --- 「TAWERS」による船出---

本話よりパナソニック殿執筆による 2000 年以降のアーク溶接機器関係の (P-2, P-3, P-4, P-5 および P-6) 各文献を、グループ GP1, GP2 および GP3 にわたって紹介させていただきます (詳しくは表 257-2 参照願います)。

パナソニック殿のフルデジタル制御溶接電源・送給装置については既に第 254~256 話において紹介しました。そのなかで、繰り返しになりますがデジタル溶接機の最大の特徴は、再現性 100%であり、条件設定入力に対し再現性 100%の出力を得ようとするものでありました。溶接出力を CPU に取り込み閉ループいわゆるフィードバック制御を行ない、一方出力されるアーク現象は時々刻々変化しているためフィードバック制御は高速化が必須の条件となり、32bit の RISC CPU により実現できた。また、デジタル溶接機の特徴は個体差・個人差を排除でき、操作性が一段と優れ・機能向上が達成できる点にありました。

標題にも示しましたように、パナソニック殿のフルデジタル制御溶接電源は、ロボットとの融合による「TAWERS」による船出となりました。

「TAWERS」の語源は、溶接機およびロボットを共に開発・製造・販売している会社として「これぞアーク溶接ロボットだ」と言えるロボットシステムを開発するにあたって命名した「The Arc Welding Robot System」の頭文字を取ったものとの説明がなされています (文献 P-4 より引用)。

P-8 文献の「進化する TAWERS」のなかで示される P 社のアーク溶接機器・ロボットの開発過程を図 260-1 に見ることにします。

2004 年 11 月：TAWERS (溶接機とロボットとの融合) が Launching

図にみるように以下のものが新製品・新機能として掲げられています。

- ① SP-MAG, ② Normal-Pulse, ③ Lift Start, ④ Welding quality Control

2005 年 07 月 ① HD-Pulse・・・などと続いていきます。

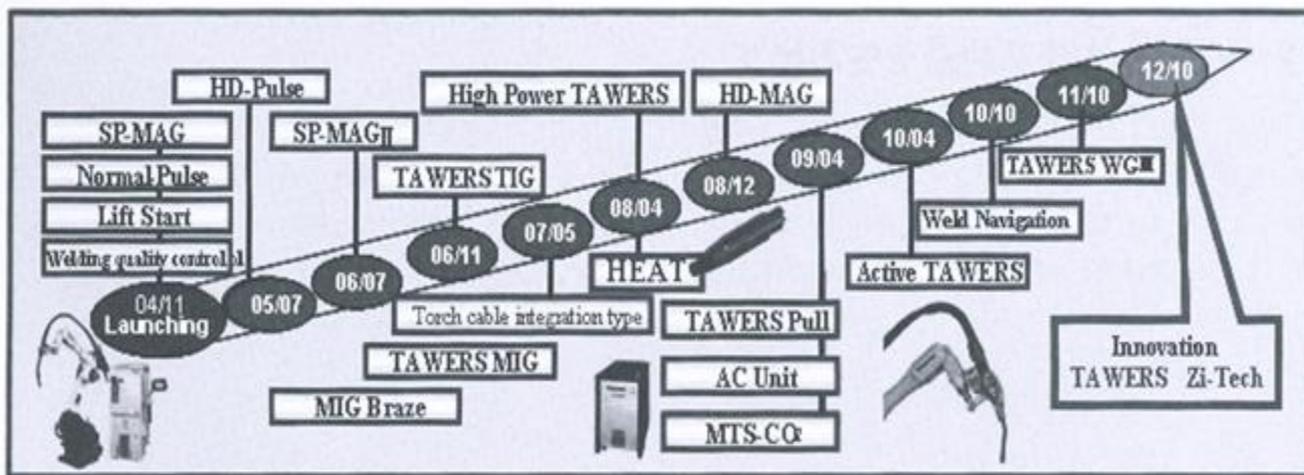


図 260-1 進化する TAWERS (P-8 文献より引用)

本話では P-2, P-3 文献をグループ GP1 として、TAWERS に関する説明の紹介に主力に置きます。P 社が 2000 年代初めから開発され、大切にされている代表的な波形制御技術である SP-MAG および HD-Pulse についての説明はグループ GP2 として第 261 話で紹介をします。さらにグループ GP3 として、CO2 溶接における溶融池安定化制御法である MTS 制御および新入熱制御

法である HEAT 工法などの紹介を第 262 話にて予定します。ご了承ください。

1. 溶接ロボットと溶接機の関係・・・アーク溶接ロボットの変遷

- 1980 年代に登場したアークロボットは、マニュアル用の溶接電源とプレイバック型のロボットを一方方向のアナログ指令で「接続」したものであった。人手不足解消と 3 K からの作業者の解放に効果を挙げ溶接業界に大いなる貢献を果たしてきた (図 260-02)。
- 1990 年代に入るとバブル経済と共に熟練作業者の不足が深刻化し、より高度な溶接施工を行えるロボットが要望されるに至り、ロボットと溶接機を相互にシリアル通信で「結合」することによって、より緻密な施工条件指示が行える「溶接電源内臓ロボット」が製品化された。以後、ロボットと溶接電源の通信結合は業界のスタンダードとなっている。
- 2000 年に入ると国際競争が激化し、国内溶接産業の空洞化に歯止めを掛けるために更なる生産性の向上や溶接品質の向上が切望され、溶接制御をすべてデジタル量にて行うフルデジタル溶接機が発売され、卓越した溶接性能のみならず溶接再現性や溶接条件出し時間の短縮が大いに評価され業界の新しい流れになっている。

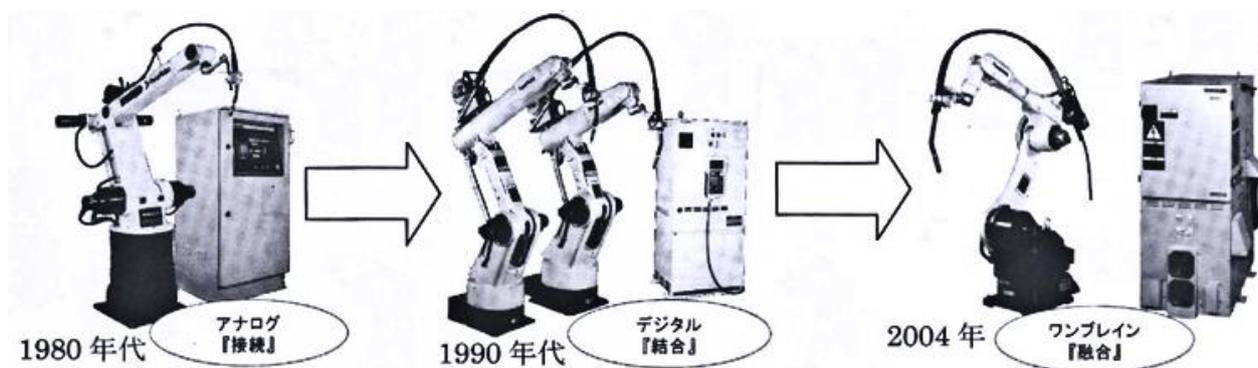


図 260-02 アーク溶接ロボットの変遷

- 2004 年 10 月には、次代を担う「溶接ロボットの理想」を追求し、「溶接機とロボットの新しい関係」として考案された「融合」というコンセプトにより、ロボットと溶接機を一体化した制御装置によって、「ロボットの動作制御」と「溶接波形制御」を一元的に制御する溶接電源融合型ロボット「TAWERS」を開発製品化し販売を開始し、各方面より高いご評価をいただいている (写真 260-01)。

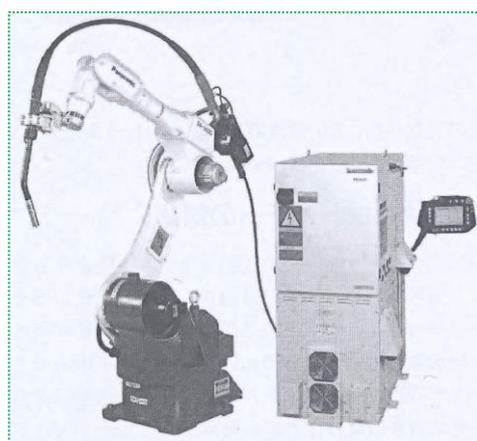


写真 260-01 「TAWERS」外観

2. 溶接電源融合型ロボットと波形制御技術

2.1 ハードウェアの構成 (本項は P-2 文献より引用)

- 図 260-03 が TAWERS のハードウェアの構成である。従来の電源内臓タイプは G2 ロボットコントローラの下部に溶接電源が内蔵されていたが、波形制御を行う頭脳の部分が上部のロボットコントローラ側に移動しているので、従来電源が入っていた部分には溶接パワーユニットが入っている。

このパワーユニットはロボットから見るとサーボモータ用のアンプと同じ位置づけとなっており、フィーダーアンプも関節軸や外部軸と同様な扱いになっている。

- 実際に波形制御を行うのは溶接制御カードで、ロボットのメイン CPU ボードのバスに直接接続している。この溶接制御カードはDSP (Digital Signal Processor) を搭載しており、ソフトウェアによって全ての波形制御を行う。
- 各 CPU 間はバス接続によるダイレクトメモリアクセスによってデータのやり取りを行っているので、現行のフルデジタル電源とロボット間のデータ転送レートを1とすると約 250 倍の速度でデータ転送ができ、同じ時間であれば250倍のデータ量を転送できることになり、このことが様々なメリットを生み出している。

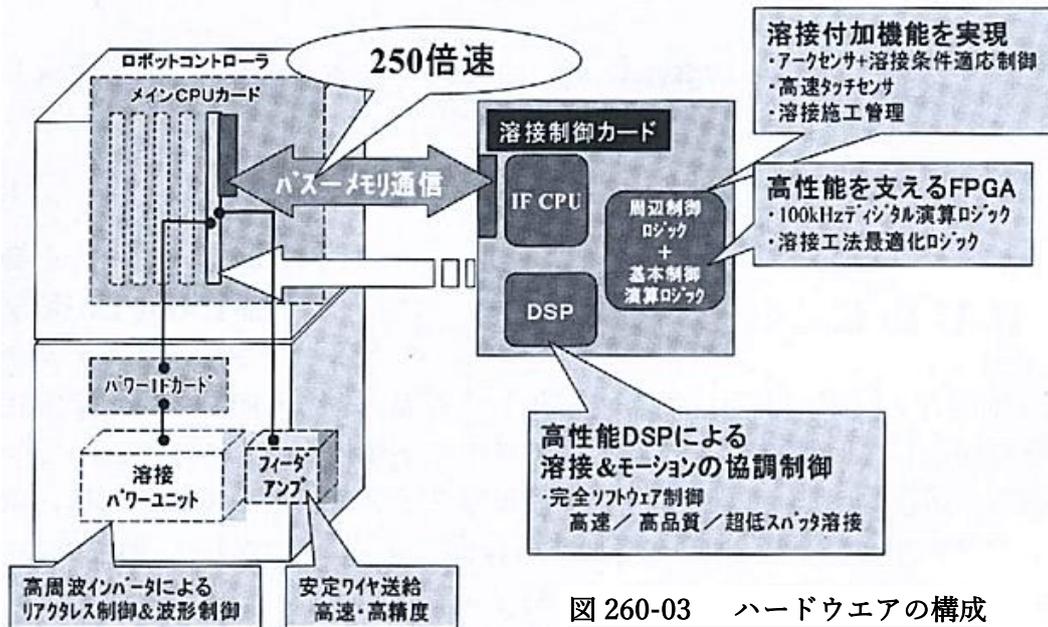


図 260-03 ハードウェアの構成

2.2 フルソフトウェア制御 (本項は文献P-2より引用)

- TAWERS の溶接波形制御に関する最大の特徴は「フルソフトウェア制御」を実現している点であり、100kHz すなわち 10μ 秒の高速ループ処理をすべてソフトウェアで行なっている。言い換えると1秒間に10万回アークを調整していることになり、より緻密でハイレスポンスな溶接波形制御を実現している。
- 電流制御方式はフィードバック制御に加え、フィードフォワードゲインをアクティブに切り替えていく新しい電流制御方式を開発し、短絡/アークの区別なく、あらゆる電流域、アーク長でこれまでにない良好な電流制御を実現している。

2.3 リアクタレス制御 (本項はP-2文献より引用)

- 従来のパルス電源では、ハードなリアクタンスの切り替えが必要であるため、出力端子を複数設けてパルス使用時と短絡使用時でケーブルの繋ぎ換えを行っていた。また、短絡溶接においても電流域によって最適なリアクタが異なるため、低電流域の性能を重視すると高電流域の性能が犠牲となり、高電流域の性能の良い電源は低電流域の特性が悪いと言った問題があった。
- TAWERS では、リアクタンスの動作を電圧フィードバックのソフトウェアアルゴリズムによって実現することによりハードウェアリアクタを不要とした。
- これによりプログラム上でリアクタンスを自由自在に設定することができるので、短絡でもパルスでも小電流から大電流まで理想的なアークを実現することが可能となった。

2.4 融合による新機能 (本項はP-3文献より引用)

- ロボットメイン CPU により溶接電源とロボットを制御する「融合」による新機能の1つに「リフトアップ機能」があり (図 260-04)、溶接開始時と終了時に効果を発揮する。

- 溶接開始時は、送給される溶接ワイヤがワークにタッチした瞬間、ロボットアームをリフトアップさせ強制的に空間ギャップを設け、確実に良好なアークイグニッションを実現する。溶接終了時もロボットアームをリフトアップさせワイヤが溶融プールに接触したまま終了することなく、ロボットシステムの生産性に大きな効果を発揮する。
- これは、ロボットメイン CPU が溶接状態を認識しており、溶接状況に応じてロボットを任意に動作させることができる「融合」による大きな特長である。
- その他に、ワイヤ突き出し長さを、一定にロボット姿勢をコントロールできる「オートエクステンション」機能も融合による新しい機能といえる。

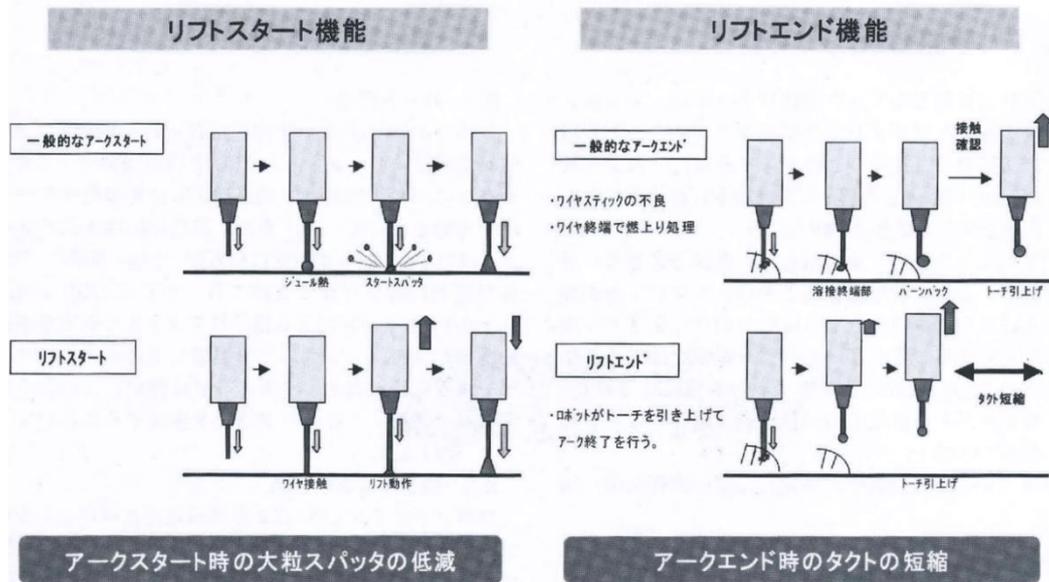


図 260-04 リフトアップ機能

溶学誌 2010 年 6 月号の P-6 文献には「アーク溶接の最新技術」の表題で廣田幸伯氏が以下のように述べておられる。部分的に引用させていただき、当時の「TAWERS」の進化の一端を以下に紹介する。

- . . . 溶接電源融合型のアーク溶接ロボット「TAWERS」が 2004 年に登場し、とくにここ 5~6 年で CO2/MAG 仕様から TIG, MIG, AC パルス、さらには HEAT 工法などさらなる進化を遂げてきた。この溶接電源はロボットメイン CPU と溶接制御カードでダイレクトにバス接続され、従来比 250 倍速の高速データ通信となり、また溶接電源はインバータ周波数 100KHz の超高速で出力制御し、DSP (Disital Signal Processor) による可変形電子リアクトルで緻密な溶接波形制御をフルソフトウェアで実現している。
- 前記「融合」によりアークセンサやアークモニタといった溶接の付加機能が容易に実現できる。従来アークセンサやアークモニタの機能は、溶接の様々な情報をハードウェア追加によりロボットが直接計測していた。ロボットと電源の融合により、溶接の情報は全てロボット内部に存在するため、ハードウェアの追加無しにソフトウェアの追加、あるいは変更により情報の処理を変えるだけでアークセンサやアークモニタ機能が実現可能となったことも大きな特徴といえる。 以下割愛します。

次話では、既に記しましたように P 社殿が 2000 年代初めから開発され、進化の基本として大切にされている低電流短絡移行領域でスパッタの大幅低減と低入熱安定溶接を目的とする SP-MAG 溶接法、および中電流グローブール移行領域 MAG 溶接である HD-Pulse 溶接法について、夫々グループ GR2 にまとめて説明をします。

以上。