

前話では、文献 P-1*¹⁾ を通して、デジタル溶接機の特徴とその実際について説明をスタートしました。それによれば、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る。考え方としては、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、としている。

本話では、引き続き CO₂/マグ溶接機のフルデジタル制御、溶接電源とデジタルフィーダなどへの考え方を学習し、さらにそれらに対応する製品の概要および特性について述べられており、2000 年初頭以降大きく進化するデジタル溶接機の基礎的な資料のひとつとして、しっかり理解していきたい。

2.5 CO₂/マグ溶接機におけるフルデジタル制御

定電圧特性の CO₂/マグ溶接機では単に定電圧の高速フィードバック制御を行うだけでは不十分である。そのわけは消耗電極式であるため、ワイヤ送給量の安定性が溶接出力の安定化に直結するためである。

従来は一般的にプリントモータを使用し、モータが回転した際に発生する誘起電圧を利用して、モータ回転数を検出する誘起電圧フィードバック方式を用いていた。しかし、モータから発生する誘起電圧に個体バラツキが多少あるため、モータへの回転数入力指令値が一定でも出力される回転数は変化してしまう。結果、溶接機間に個体バラツキが発生し、さらには溶接結果の再現性が不十分になってしまっていた。

この要因の対処法は、エンコーダをモータ軸に取り付け、エンコーダからのパルス信号をフィードバック制御に適用したエンコーダフィードバック制御 搭載のデジタルフィーダ (送給装置) である。このエンコーダからのパルス信号はモータの回転数を正確に検出することができるため、正確に検出された回転数に対しフィードバック制御を行っている。また、このフィードバック制御を行うために電源側の定電圧制御用とは別にモータの制御用に CPU を追加している。CPU のスペックは電源側と同じく 32bit RISC CPU を用いている。モータ回転に関しても高速フィードバック制御を行うことにより、ワイヤ送給の安定化と再現性 100% を実現できた。

2.6 溶接電源とデジタルフィーダ

溶接電源と送給装置で各々 CPU を搭載することにより、安定した溶接電圧出力、安定したワイヤ送給を実現することができたが、各々ばらばらに動作していたのではその効果は薄れてしまう。そこで溶接電源とデジタルフィーダ間のデータを相互間で通信により送受信する方式を採用した。

このことにより溶接電源とデジタルフィーダ間の駆動のための同期を取るために必要な信号はもちろんのこと、その他に付加されるデータ、例えばモータ回転数を溶接電源に送信するなどこの送受信によって行っている。結果、各々の高速フィードバック制御が生かされたことはもちろんであるが、ワイヤ送給に応じて溶接出力を自在にコントロールすることが可能となった。

2.7 CPUのスペック拡大による拡張効果

32bit RISC CPUを採用したことで、CPUの特徴を生かした拡張効果も得ている。それがメモリ機能、メモリ機能を応用した外部機器接続機能、ロボット通信機能、パソコン通信機能である。ここでは詳細略。

3 製品概要と特徴

3.1 フルデジタルティグ溶接機

■ここでは、製品 YC-300BM2/BZ2 について説明。但し特徴の詳細は「溶接技術」第 48 巻第 8 号にて紹介済みとしている。ここでは簡単な説明にとどめる。

<BM2/BZ2の特徴>

① 小型軽量化であること

*メインエンジン部となる電力変換回路におけるインバータ周波数の最適化と内部冷却効率の徹底した改善による。

*デジタル制御による制御部（プリント基板内制御部）の縮小化

② アークスタート性能

*従来インバータ機に比較して 2 倍以上の電流立ち上がり速度 (di/dt) を実現。スタート性能の向上。
要因；(ア) アークスタート用の高周波高電圧発生装置に新回路採用。

(イ) デジタル制御による高速フィードバック制御により安定したアークスタートの実現。

③ (BZ2 タイプ) 99チャンネルのユーザーメモリを備える。また高度な使い方に対応可能、さらに拡張機能として通信機能が充実（詳細略）。

3.2 フルデジタル CO2/マグ溶接機

■ここでは、製品 YD-350GB1 について説明。

(a) デジタルフィーダ

この溶接電源の最大の特徴は、やはりデジタルフィーダにある。そこでまずデジタルフィーダの性能について説明する。エンコーダは写真 253-1 のようにモータの上部に取り付けられている。さらに今回、一般に使用されているプリントモータに対し応答速度の速いウォームギアモータを採用した。このエンコーダからのパルス信号を利用したエンコーダフィードバック制御について模式的に示したものが図 253-1 である。

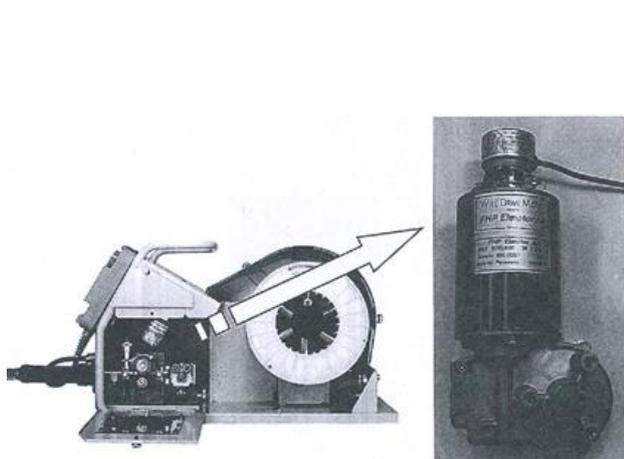


写真 253-1 モータとエンコーダ外観

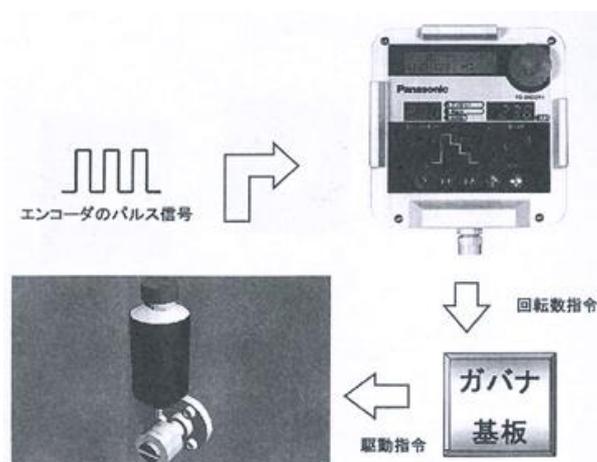


図 253-1 エンコーダとフィードバック模式図

まず、モータが回転するとその回転数に応じてエンコーダはパルス信号を出力する。この回転数に対応したパルス信号をコントローラ側に搭載した CPU へ入力し、CPU はエンコーダからのパルス信号によって現在の回転数を認識し、回転数補正を加えモータ駆動用のガバナ回路へモータ指令信号を入力する。このような流れにより、フィードバック制御を形成している。さらに、モータの駆動周波数も従来の 400Hz から 1 kHz にまで速度を上げることで、指令信号に対するモータ回転の応答性を向上している。その結果が図 253-2 および図 253-3 である。

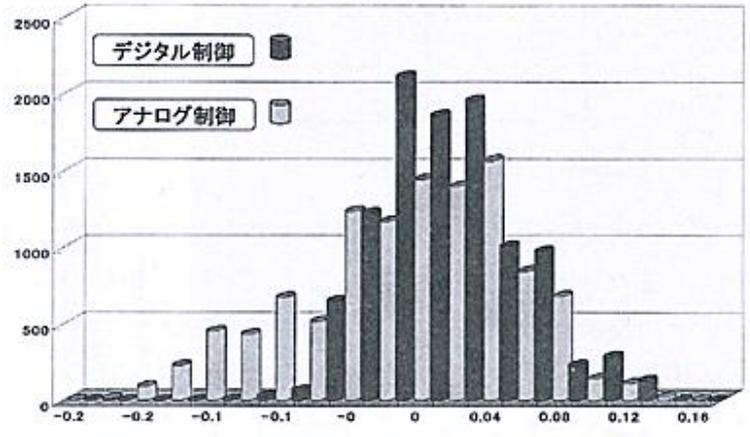
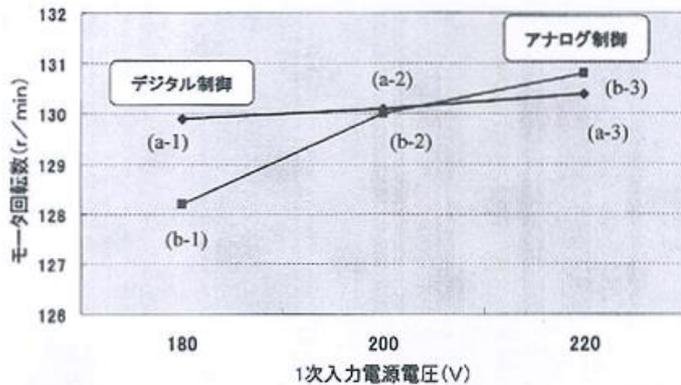


図 253-2 ワイヤ送給速度変位分布 (55r/min 設定時)

図 253-2 は定速送給時のワイヤ送給速度変位分布を示している。アナログ制御における分布は標準偏差 $\sigma = 0.06$ であるのに対し、デジタル制御での分布は $\sigma = 0.04$ となり、従来機に対し安定した送給を実現することができている。

図 253-3 は入力電源電圧変動に対するモータ回転数変動とその時のビード外観を示している。



デジタル制御では入力電源電圧変動による影響を $\pm 0.2\%$ まで抑えることができ、従来機とは差が生じていることがわかる。また、ビード外観に対してもモータ回転数の変化の大きい 180V 入力時のビード外観に差が現れている。

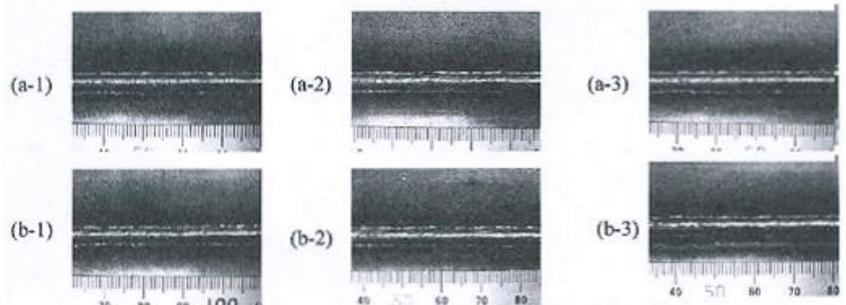


図 253-3 電源電圧変動時のワイヤ送給量変化とビード外観

結果として、条件設定に対する精度はもちろんのこと、モータに加わる外乱、例えばトーチケーブルを曲げた場合などの負荷や入力電源電圧変動による外乱に対してもワイヤ送給の安定性が確保され、ビード外観も入力電源電圧に変動が生じてほとんど変化しない。

次話では、引き続き文献 P-1 に依拠しながらフルデジタル溶接電源の高速フィードバック制御による安定度の高い溶接性能、およびアークスタート性の改良ポイントなどについて見ていく予定です。

以上。

*1) 文献 P-1； 米森 茂樹・濱本 康司・川本 篤寛 松下溶接システム(株) 技術部