

アーク溶接 第266話 グループGD4の紹介／ティグ溶接機の進歩について 高木柳平 --- 溶接電流調整機能，正弦波パルス機能，交流周波数制御など ---

ダイヘン殿執筆のティグ溶接機に関しては，第251話において，D-1 文献より引用しながら紹介しました。また，三田常夫氏論文より引用し，アルミ交流ティグ溶接における交流周波数の影響なども学習しました。本話では，2000 年以降のティグ溶接機とその技術進歩について，ダイヘン殿が発表している論文の中から標題にも示した**電流調整機能，正弦波パルス機能，交流周波数制御**などの，主要テーマに関する進歩について紹介させていただきます。

1. 電流調整機能 (D-7 文献より引用)

- ティグ溶接において，わが国での適用は一部に限られるが，フットペダル（足踏みスイッチ）による溶接中の電流微調整が欧米では多用されている。この操作をトーチスイッチで実現した機能が「**トーチスイッチによる電流微調整機能**」である。パソコンのマウスの操作と同様に，トーチスイッチをシングルクリック（0.3 秒以内の短時間押し）すると，溶接電流はあらかじめ設定された値だけ減少する。また，トーチスイッチをダブルクリック（0.3 秒以内の短時間押しを 0.3 秒以内に繰り返す）すると，溶接電流は所定の設定値だけ増加する。
- 例えば，図 266-1 のように溶接電流を 60A とし，シングルクリックによる電流減少値を 10A，ダブルクリックによる電流増加値を 20A に設定している場合，溶接中にトーチスイッチをシングルクリックすると溶接電流は 60A から 10A 減少して 50A になる。再度シングルクリックすると 40A となり，次にダブルクリックすると 20A 増加して，溶接電流は 60A に戻る。なお，トーチスイッチを 0.3 秒以上長押しするとクレータ処理へ移行して溶接を終了する。
- ティグ溶接では，両手で溶接操作をすることが多いが，溶接中の溶接電流を簡単に変えられるので，溶接の状況に対応して被溶接物への入熱を任意に制御できる。

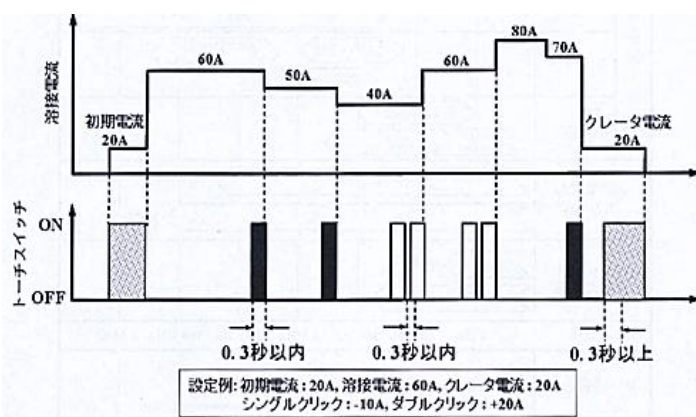


図 266-1 トーチスイッチによる電流微調整

2. 正弦波パルス機能 (D-2 文献より引用)

；サイレントパルス機能によるアーク音の低減

- 直流ティグ溶接電流をパルス状に制御すれば，アークの指向性が高まるとともに裏波溶接，極薄板の溶接，板厚違い溶接などが容易に実現できる。しかし，従来の矩形波パルス電流では不快なアーク音が大きく作業環境の騒音障害となっている。
- 図 266-2 に示すようにパルスピーク電流 300A，ペー

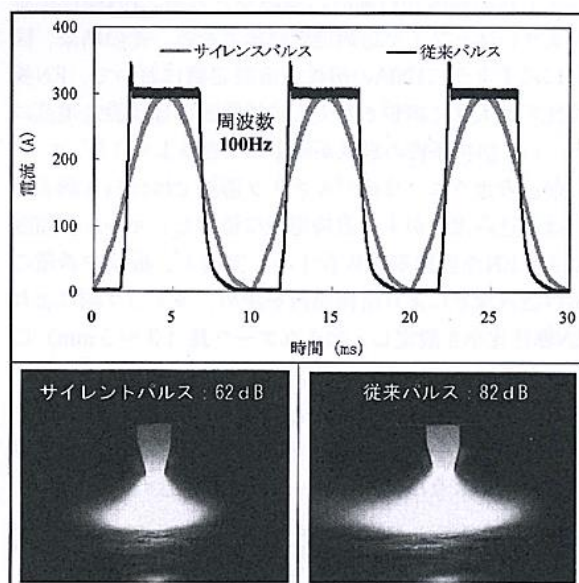


図 266-2 サイレントパルス機能の特徴

ス電流 4A, パルス周波数 100Hz の矩形波パルス条件ではアーク音が 82dB と大きい。測定位置はアーク中心線から 1m 離れたところにした。

- 作業環境を改善するために同図に示したサイレントパルス電流波形を開発した。矩形波パルスと同じ平均電流および周波数で、アーク音は 20 dB も低減している。さらに、サイレントパルスのアーク形状は矩形波パルスより集中しており、アーク力も弱いため薄板の溶接に最適である。

3. 交流周波数制御

- ・本テーマに関しては、以下に示す文献において夫々説明されている。

対象文献；D-2（交流周波数可変による溶接性改善）

D-7（AC 周波数可変制御）

D-9（交流周波数制御）および D-10（交流周波数制御）

これらの要旨を以下に記します。

① D-2・・・交流周波数可変による溶接性改善

- 図 266-3 に交流周波数 50Hz と 200Hz のビード外観を比較して示す。50Hz ではビードが広がりやすいが、交流周波数を 200Hz まで上げればビードおよびクリーニング幅は均一で、やや狭くなっていることがわかる。このように交流周波数の増加にともないアークの集中性が向上し、入熱分布も狭くなる。

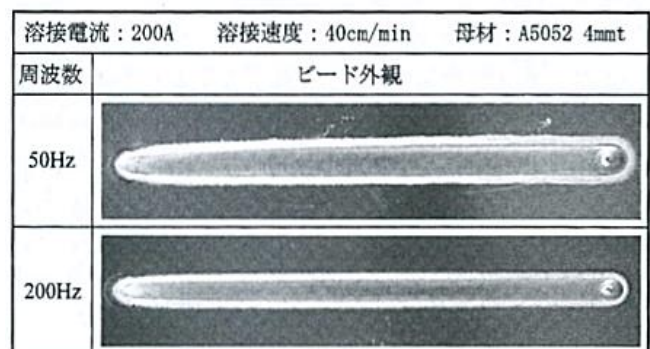


図 266-3 交流周波数可変による溶接性改善

② D-2・・・交流周波数調整にともなう出力電流低減の自動補正

- 従来の波形制御法では交流周波数が調整されても交流波形のピーク電流が一定であるため、図 266-4 に示すように交流周波数が高いほど出力電流の平均値が減少する。設定電流 200A の場合、50Hz における出力電流は 200A であるが、200Hz における出力電流は設定値より 20A も低くなる。このため、溶込み深さが減少し、溶接条件調整は不便であった。

新開発の波形制御法では、交流周波数の増加に連動して交流周波数のピーク電流を自動的に高く設定することにより出力電流の減少を補正している。同図に示すように出力電流の減少量を半分以下に抑えることができ、溶込み深さはほぼ一定である。

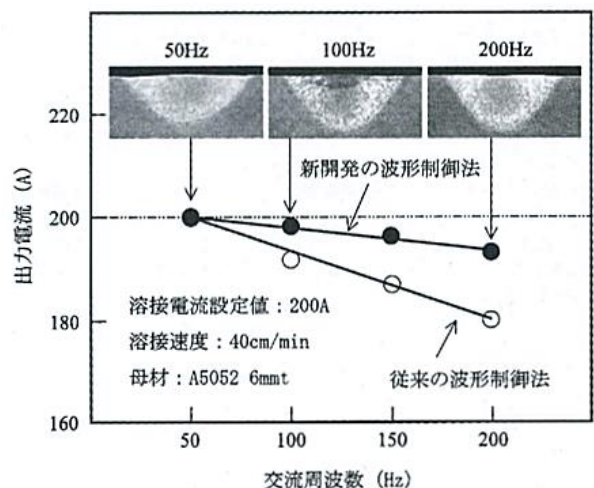


図 266-4 交流周波数調整にともなう出力電流低減の自動補正

③ D7・・・TIG 溶接機による入熱制御／AC 周波数可変制御

- インバータ制御式 AC ティグ溶接電源では、EP および EN それぞれの極性電流値や極性時間比率を任意に可変することができた。しかし、最近のデジタル・インバータ制御式 AC ティグ溶接電源では、極性電流や時間だけでなく、AC 周波数を任意に可変することができる。

AC周波数を高くすることによって、アークの指向性・集中性が向上し、AC ティグ溶接でも DC ティグ溶接に類似したアーク特性が得られる。

- **図 266-5** は AC 周波数とアルミニウム合金のティグ溶接における溶け込み形状の関係を示したものである。AC 周波数の増加によってビード幅および溶込み深さが増大し、クリーニング幅は減少する。とくに AC 周波数が 200Hz を超えるとその効果は著しく、溶け込み深さは大幅に増加し、ビード止端がより一層明瞭に区別できるようになる。

AC周波数	ビード外観	断面マクロ
25Hz		
50Hz		
100Hz		
200Hz		
250Hz		
AC100A, EP時間比率30%, シールドガス:Ar(20リットル/min) 母材:A5052, 6mmt		

図 266-5 ビード形状に及ぼす AC 周波数の影響

④ D-9&D-10・・・交流周波数制御

- インバータ制御式交流溶接電源は、**図 266-6** に示すように、2 種類のインバータ回路を持ち、出力レベルと極性をそれぞれのインバータ回路で独立に制御する。
 このため、極性による出力レベル差や極性維持時間の大幅アンバランスが存在しても、サイリスタ制御式溶接電源などのように溶接変圧器を焼損することはない。

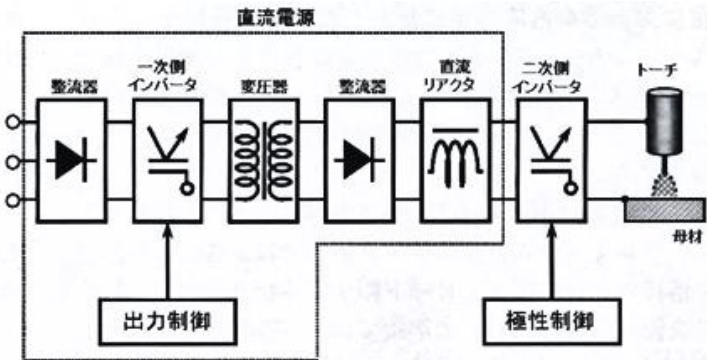


図 266-6 インバータ制御式交流ティグ溶接電源の構成

そして、**表 266-1** のように、EP 極性時間比率を大きく変化させてビード形状を制御することや電極消耗を低減させることが可能である。

- また、極めて短い間に極性を反転させることができるので、サイリスタ制御式溶接電源で必要とされていた、極性反転時の高周波電圧の重畳は不要になり、ノイズは大幅に低減される。

表 266-1 E P 極性時間比率の影響

溶接電流波形	ビード形状		電極消耗 φ3.2mm×W+2%CeO ₂ (AC・200A×6分)
	ビード外観	断面マクロ	
 EN EP EP:10%			
 EN EP EP:30%			
 EN EP EP:50%			

- 最近のデジタルインバータ制御式交流ティグ溶接機では、極性電流およびその時間のみでなく、交流周波数を任意に変化することが可能である。
- 交流周波数を高くすることによって、アーク圧力は再掲する図 266-7 にみるように上昇し、交流アークであるにもかかわらず、そのアーク圧力は直流のアーク圧力に近づく。すなわち、交流周波数を増加させると、交流アークの指向性・集中性が向上し、交流溶接においても直流溶接に類似したアーク特性が得られるようになる。これらの点では、図 266-5 で見たとおりである。

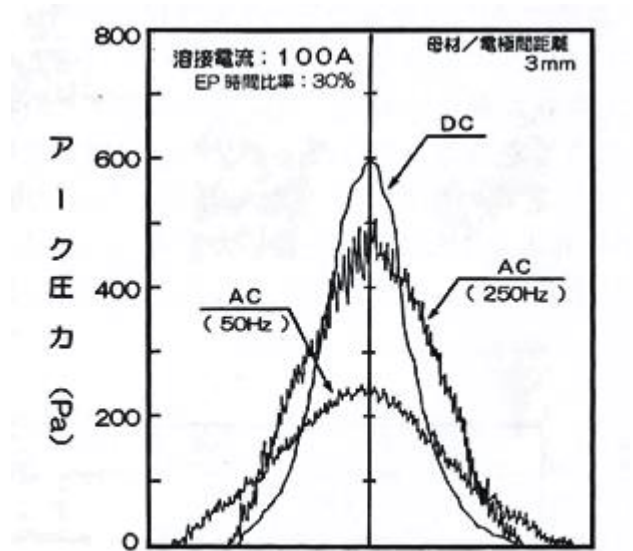


図 266-7 アーク圧力分布に及ぼす交流周波数の影響

- さらに交流周波数制御の効果の一例は、図 266-3 に見たように、アルミニウム合金のティグ溶接では、熱伝導の影響で、溶接の進行に伴ってビード幅が広くなりやすい。しかし交流周波数 200Hz の溶接では、溶接の進行に伴うビード幅の増加はほとんど認められない。
- また、角溶接などで、交流周波数 50Hz の場合には肩垂れを生じてビード幅は広がるが、交流周波数が 200Hz の場合には肩垂れをほとんど生じない美しいビード外観が得られる。

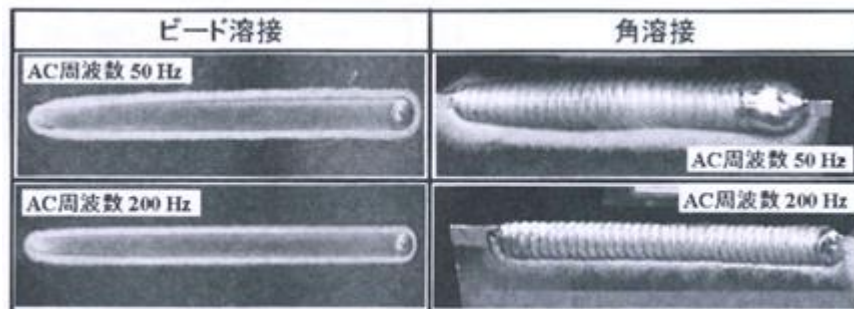


図 266-8 交流周波数制御の効果

- ティグ溶接電源における交流周波数制御は上記のように数百 Hz 程度であるが、インバータスイッチング出力をそのまま利用して可聴周波数を超えた数十 kHz の高周波交流ティグアークの研究開発も行われており、超音波を利用した溶接部のブローホール低減や無騒音アークの実現が期待される。

次のD社殿文献紹介は、グループ GD 5 として、「Welbee について知る」を主題に第 271 話で行ないます。なお、残りのD社文献紹介としては電流波形制御とその進化、亜鉛めっき鋼板の溶接およびシンクロフィードGMA溶接法とその概要の3テーマを予定しています。

次話では、パナソニック殿文献のグループGP 4として、「アクティブワイヤ溶接法(1)」を紹介します。
以上。