Japan Welding Society

449

# 高周波パルス直流TIG溶接法の諸特性

三菱電機K.K.名古屋製作所　○後藤　徹
〃　木谷　基
三菱電機K.K.生産技術研究所　島田　弥

## Ⅰ. まえがき

最近，高周波パルス直流TIG溶接法が高能率，高品質の観点から注目をあびているが，我々は小電流域に於けるアークの安定化にパルス電流波形が大きく寄与しているとの観点のもとに，パルス電流波形とアークの硬直性，溶込み形状及び高速溶接限界について検討した結果を報告する。

## Ⅱ. 基本回路とパルス波形

図1(a)に示すようにアーク負荷と並列及び直列にトランジスタスイッチ$Sw_1$及び$Sw_2$を接続し，交互に開閉するダブルスイッチパルス発生方式を用いた。図1(b)－1,(b)-2に示す電流波形を比較すれば明らかなように，この方式では並列又は直列に単一スイッチを接続した従来のシングルスイッチパルス発生方式より波高値の著しく高いパルス電流が得られる。

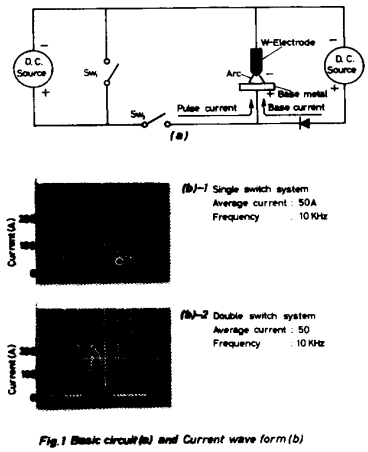


Fig.1 Basic circuit(a) and Current wave form(b)

## Ⅲ. アークの硬直性に対するパルス周波数及びパルスピーク電流値の影響

高周波パルスアークの硬直性を評価する目安として，アーク直下の水冷銅板上のアーク圧力を測定した。

図2は周波数に対するアーク圧力の測定結果であるが，図に見るように，アーク圧力は周波数の増大とともに増加し，5KHz以上でほぼ一定となる。これに対応して5KHz以上のアーク柱外観は半径方向に収縮し十分硬直化されていると判断される。

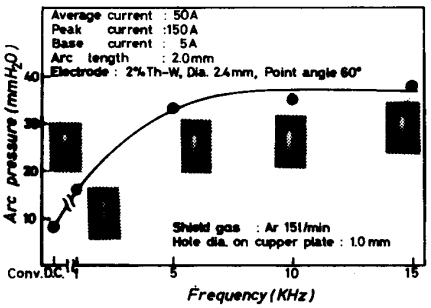


Fig.2 Relation between arc pressure and frequency

図3は周波数を10KHzに固定した場合のアーク圧力に対するピーク電流値の影響を調べた結果である。一般に陽極表面部のアーク圧力は陰極直下の中心部圧力$p_0 = I_{eff}^2/S = \delta \cdot I_{eff}$（$I_{eff}$実効値電流，S:陰極表面積，δ:陰極表電流密度）と比例関係にあると言われている。これをもとに図中の計算値$p_{cal}$はSを一定と仮定してConv.D.C.アークのアーク圧力を基準に計算した値を示しているが実測値とよく一致している。このことからSは実効値電流$I_{eff}$に対しほぼ一定であり，

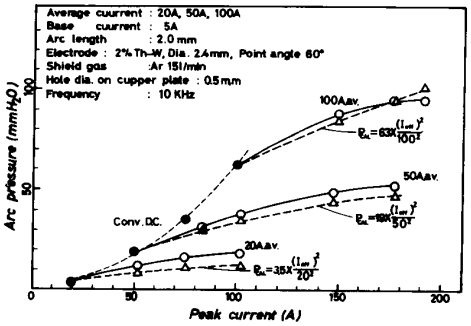


Fig.3 Relation between arc pressure and peak current



NII-Electronic Library Service

陰極点電流密度$\delta$は$I_{eff}$にほぼ比例していると言える。又ベース電流$I_b$がピーク電流$I_p$に対して十分小さい条件下では，方形波パルス電流の場合$I_{eff}^2 = I_p \cdot I_{av}$($I_{av}$：平均電流)，三角波パルス電流の場合$I_{eff}^2 = \frac{2}{3} I_p \cdot I_{av}$と表わされるから，いずれの場合でもアーク圧力即ちアークの硬直性は$I_{av}$一定に於いて$I_p$にほぼ比例すると言える。

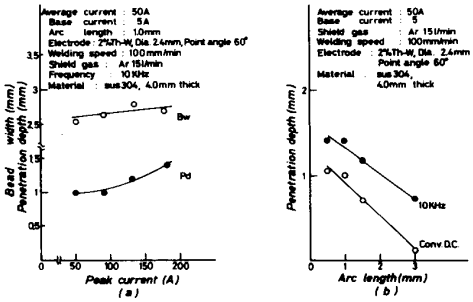


Fig.4 Relations between penetration and peak current, and arc length

## Ⅳ. 溶け込み特性

図4(a)は$I_{av}$一定で$I_p$を変化させた場合の溶込み形状を示しているが，溶融池表面が殆んどくぼんでいないのにかかわらず$I_p$の増大とともに溶込み深さは増大しており，このことから$I_p$の増大とともに集中熱源化していることがうかがえる。また図4(b)はアーク長の変化に対する溶込み深さの変化を示しているが，Conv. D.C.アークと比べて10 KHzアークの場合には溶込み深さの変動が少なく，溶接品質の安定化に有利な特性を有していると判断される。

(a) Conv.D.C. (b) 10 KHz
Welding direction ⟶

Fig.5 Typical arc configurations in high speed welding

## Ⅴ. 薄板の高速溶接特性

図5は高速溶接に於けるアーク外観を側方から撮影した写真であるが，Conv.D.C.アークの場合には後方へ大きく傾斜しているのに対し，硬直化した10 KHzアークの場合にはアークの倒れが殆んど見られない。図6は厚さ0.3mmのステンレス板上に片面溶接ビードを形成させた場合の溶接欠陥発生限界速度を比較したものである。図6(a), (b)に見るように，Conv.D.C.アークの場合は高速化にともない先ず陽極点が左右に振れてビード蛇行現象が発生し，ついで陽極点の不連続移動による不連続ビードが発生するようになるが，硬直化した10 KHzアークの場合にはこれらの限界速度が大巾に高速側に移行している。但し，アンダーカットについては，図6(a)のトーチ前進角0度の場合に10 KHzアークの方がアンダーカット発生限界速度が低くなっているが，これはアーク圧力が強いため溶融池前方にガウジング域を形成しやすいためであると判断される。しかしトーチ前進角45度の場合には，図7(b)のクレータ形状から判るように10 KHzアークの強力なアーク圧力は溶融池前方への気流となって溶融金属を前方へ吹き流すため，図6(b)に見るようにアンダーカット発生限界速度はトーチ前進角0度の場合とは逆にConv.D.C.アークに比較して著しく高速側に移行している。

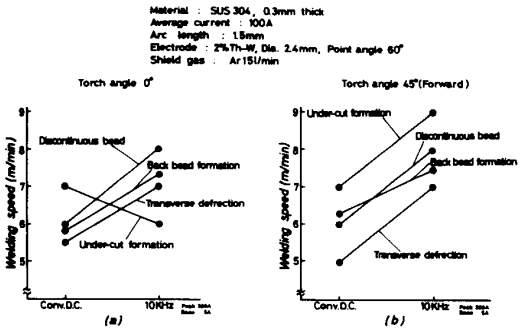


Fig.6 Boundary speed lines in high speed welding

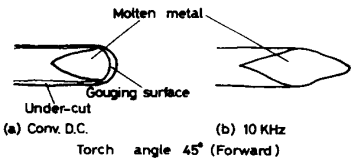


Fig.7 Comparison of crater configurations



NII-Electronic Library Service