

パルスアーク溶接において溶滴がパルス電流に同期してスプレー移行するための条件因子としては、電極径、アーク電圧（平均電圧およびピーク電圧）、溶接電流（ベース電流およびピーク電流）、パルス周波数、パルス幅および遮蔽ガスの種類などがあげられる。

従来のパルスアーク溶接の実験データをみても、これらの因子を変化させてスプレー移行する範囲を実験的に求めているが、これらの因子のうちピーク電流、パルス幅、パルス周波数は互いに関連があり、同一結果を得る溶接条件も1つでなく数多く存在する。

本研究ではパルスアーク溶接における溶滴の移行状態を高速カメラで観察すると共に溶滴を電極端より離脱せしめる力が主としてパルス電流による瞬時的ではあるが強いピンチ力によるものと考え、この短時間のピンチ力の時間積分により溶滴が高速に加速され母材へ移行するものと考え、この溶滴の最終速度がスプレー化の程度を示すものと仮定して諸因子の関係式を導いた。

今パルス電流の波形を Fig. 1 のような形にあてはめて溶滴に作用する離脱力を計算してみる。溶滴に作用する力として溶接電流の自乗に比例するピンチ力による離脱力およびこれと反対方向に作用する表面張力が考えられるが、ここでは表面張力の強さを表わすものとして臨界電流 I_c を使用すると、溶滴が1回のパルス電流により得る運動量は、溶滴の質量を m 、最終速度を v_τ とし、電極の送給速度を無視すれば

$$\text{溶滴の運動量 } mv_\tau = \int_0^\tau [a(I_p - I_b) \sin \pi \frac{t}{\tau} + I_b - bI_c]^2 dt \quad \dots\dots\dots (1)$$

1 回のパルス電流で移行する溶滴の質量 m の平均値は、電極の溶融速度をパルス周波数 f_p で除した値であるから、同じパルス電流でも、パルス周波数あるいは溶滴の比重によつて溶滴の移行速度が異なるわけである。同じ溶融速度でもパルス周波数、電極の材質によりパルスの効果が異なり、同じ移行状態（移行速度）を得るにはピーク電流およびパルス幅を (1) 式の関係より求めて調整すればよいことがわかる。また (1) 式において $I_p \gg I_c$ では mv_τ の概略値は、

$$mv_\tau \approx kI_p^2 \tau \quad \dots\dots\dots (2)$$

と表わされる。溶滴の移行速度は (2) 式より、電極の溶融速度を v_m 、パルス周波数を f_p とする

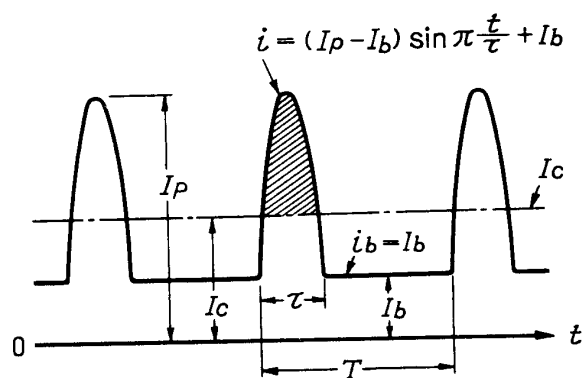


Fig. 1. Pattern of pulsed current

と、溶接の移行速度 v_t は

$$v_t = \frac{f_p}{v_m} k I_p^2 \tau \quad \dots\dots\dots (8)$$

で表わされる。(8)式より、同じ移行速度を得るためには、パルス周波数 f_p が $\frac{1}{2}$ になれば、 $I_p^2 \tau$ を2倍にする必要がある。これは1回に移行する溶滴の質量が2倍になるためと考えられる。

このように良好な溶接結果を得るための溶滴移行速度が与えられると必要なピーク電流値、パルス幅の組合せが決定される。

Photo.1はアルミニウムのパルスアーク溶接の溶滴の移行現象の高速度写真を示す。写真は1/60秒の全コマ数を示す。パルス電流は6コマ目から15コマ目に流れている。溶融金属はピンチ力により11コマ目から母材に向かつてのび17コマで母材に達している。

続いて2回目の移行が28コマ目より行なわれているが、これは才1回目の移行により溶融金属が振動を起したもので、パルスアーク溶接のアーク電圧のオシログラムでも確認できることがある。一般にパルス電流による溶滴の移行は通常のスプレー移行と同様に溶融金属がピンチ力により長くのびて母材に接触してピチピチ音を発生することが認められる。これは短絡移行溶接の場合の短絡とは異なり溶融金属の短絡による溶接電流の増加は認められない。アーク長を大にすれば溶融金属と母材の接触はなくなる。

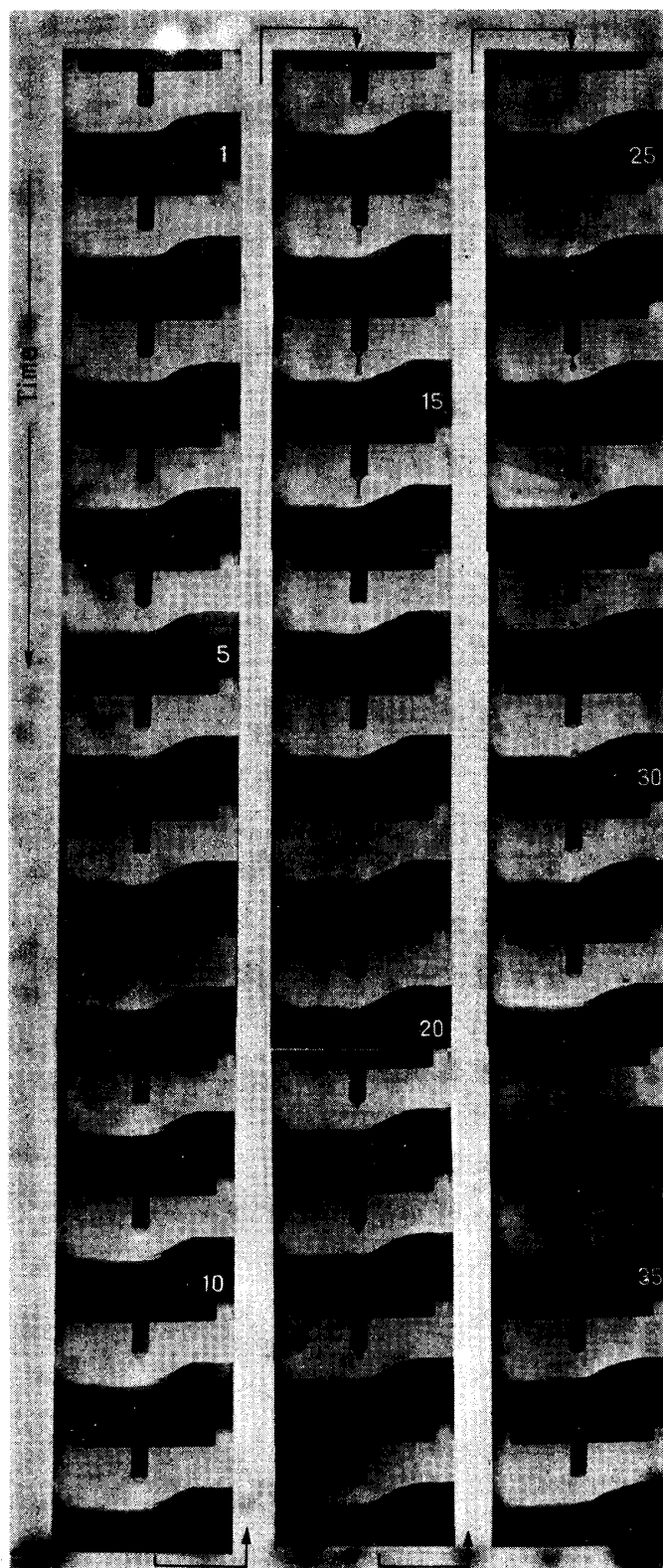


Photo. 1. High speed motion picture of pulse arc welding.

Al 3.2φ mean current 220A
peak current 550A
pulse width 4.6ms