

# タンデム GMA 溶接プロセス

大縄 登史男\*・上山 智之\*・牛尾 誠夫\*\*・中田 一博\*\*・山崎 圭\*\*

## 1 はじめに

昨今の溶接構造物の低コスト化への要求に対し、溶接工程の高スループット化で対応しようとする流れが一層顕著なものとなってきている。

オートメーション化やロボット化による高効率化もさることながら、溶接そのものを高速化、高効率化することに対する期待が高まっている。つまり、溶接速度の高速化であり、1パス当たりの溶着量の増大化である。

しかし、従来の方法で溶接速度を高速化すれば、ハンピングやアンダカットの発生など困難な課題が待ち受けている。実際、通常の溶接構造物生産ラインにおけるGMA溶接での溶接速度の上限は1.5m/min.程度であると考えられる。

そこで、それらの困難な課題を克服する一つの手法として、1トーチに2本のワイヤを配してGMA溶接する

\*オオナワ トシオ・ウエヤマ トモユキ/㈱ダイヘン  
\*\*ウシオ マサオ・ナカタ カズヒロ・ヤマザキ ケイ/大阪大学接合科学研究所

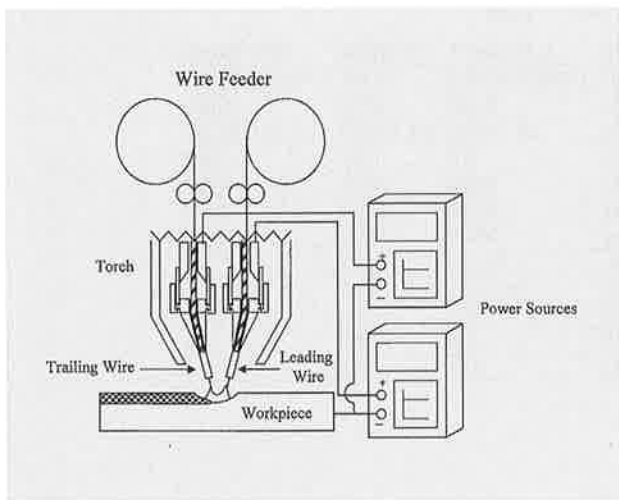


図1 タンデム GMA 装置

タンデム GMA 溶接法を開発したので紹介する。

## 2 タンデム GMA 溶接装置の構成

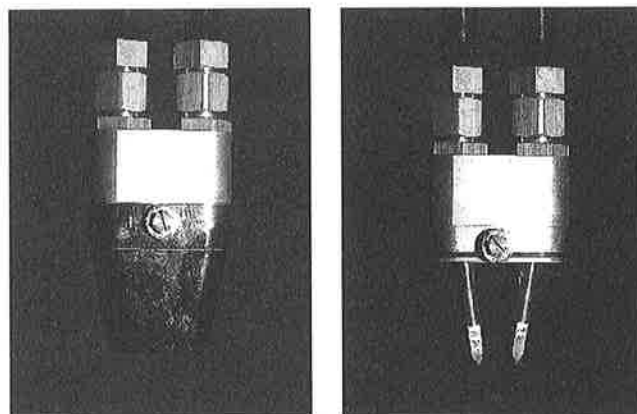
図1はタンデム GMA 溶接装置の構成を示したものである。2台の溶接電源にはインバータ制御式パルスマグ溶接電源を用い、2本の溶接ワイヤを1つのノズル内に送給し、近接してそれぞれ2本のアークを発生させるようになっている。

溶接トーチは写真1に示すようにそれぞれ絶縁された給電チップを配備しており、2台の溶接電源からそれぞれ独立して溶接電流、電圧およびパルス条件などの溶接パラメータを自由に設定することができる。このため、溶接の裕度が飛躍的に拡大することになる。

## 3 タンデム GMA 溶接の適用効果

写真2(次ページ)はタンデム GMA 溶接法を用いて高速重ねすみ肉溶接を行った場合のビード外観および溶込み形状を示したものである。

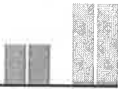
ギャップ幅1.6mmにおいて、溶接速度4 m/分でもア



(a) ノズル装着状態

(b) ノズル非装着状態

写真1 タンデム GMA 用試作トーチ



溶接速度	マクロ断面	ビード外観
4m/min. 下向き	先行:400A 追従:140A 上板:2.3mm 下板3.2mm	
4m/min. 下向き	先行:400A 追従:140A 上板:2.3mm 下板3.2mm ギャップ:1.6mm	
8m/min. 下進30°	先行:400A 追従:175A 上板:1.6mm 下板1.6mm	

写真2 タンデムGMA法による溶接施工例(マグ)

ンダカットのない正常ビードが得られた。また、傾斜20°の下り坂において溶接速度8 m/分で重ねすみ肉溶接を行った場合、このようにタンデムGMA溶接法を用いれば、ワイヤを2本用いることで溶着量が増加し、先行、追従ワイヤが溶接過程において役割分担させることができるため高速溶接が可能となる。

先行ワイヤの役割は大電流を流すことによる十分な溶

融金属の確保とガウジングである。追従ワイヤの役割は、そのアーク力によって、溶融金属がプール後方に流れて行くのを抑え、溶融池を保持することによりハンピングを防止し、さらに溶融金属を補充しガウジング領域を満たすことである。

図2に溶接速度—平均電流値についての溶接条件マップを示す。追従ワイヤの平均電流値が先行ワイヤの4割程度であるとき、最も高速側まで溶接条件裕度が拡大する。

写真3(以下、次ページ)は先行ワイヤにソリッドワイヤ、追従ワイヤにフラックスコアードワイヤを用いたタンデムCO<sub>2</sub>アーク溶接法によって溶接速度1 m/分ですみ肉溶接を行ったビード外観と溶け込み形状を示したものである。

タンデムGMA溶接法では上述したような効果によって高溶着溶接も可能であり、溶接速度が1 m/分であるにもかかわらず脚長10mm程度が得られている。

#### 4 パルスタイミング制御法

パルスマグ溶接におけるタンデム法において、パルスのタイミング制御をいかに行うかが、スパッタ発生の低減やアークの安定に大きな影響を与える。そして、できる限り高い平均電流が得られる方法が望ましい。これらの要求を満たすために本システムの開発では図3に示すように2本のワイヤに対して同時にパルスピークを通電

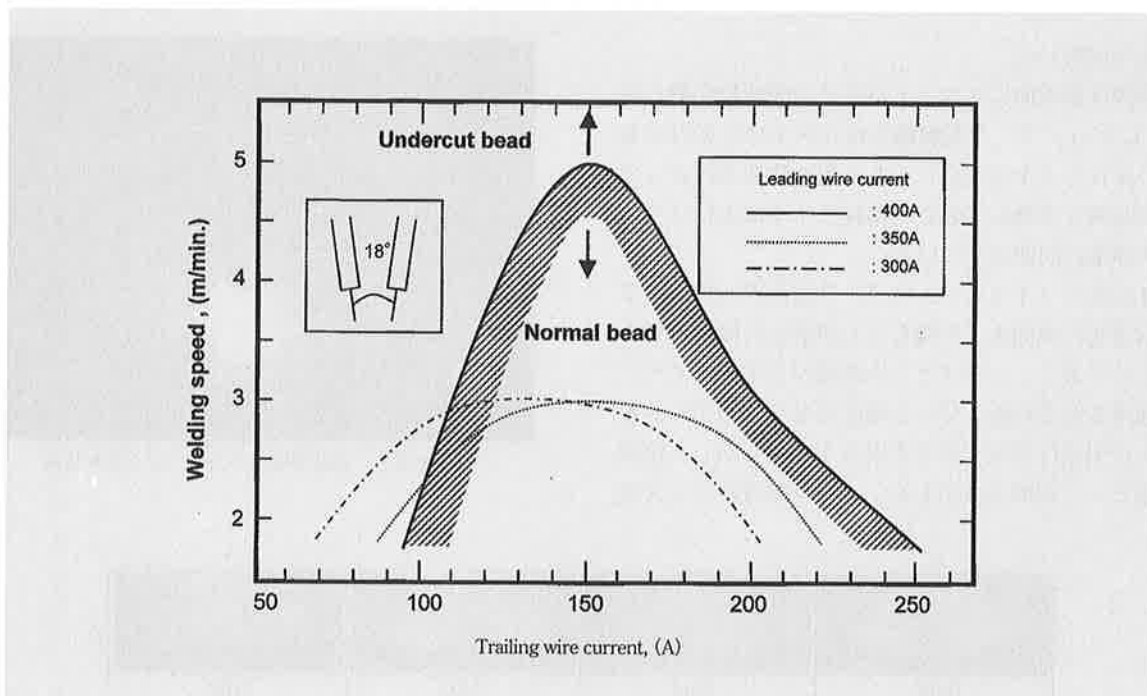


図2 タンデムGMA法の溶接条件マップ

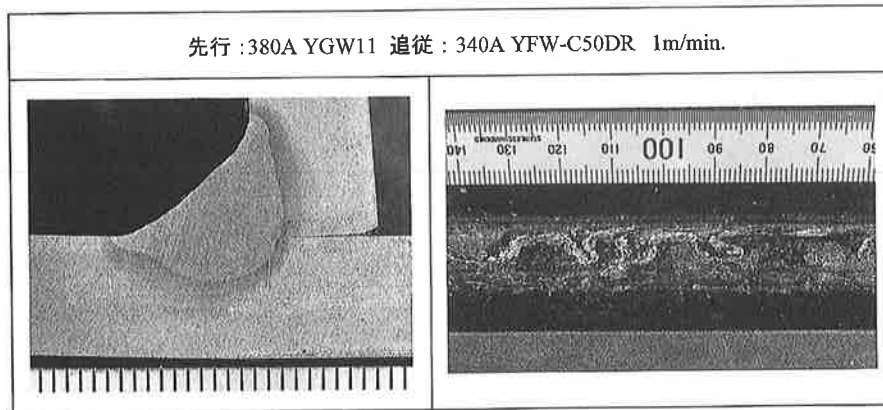


写真3 CO<sub>2</sub>溶接における溶接施工例

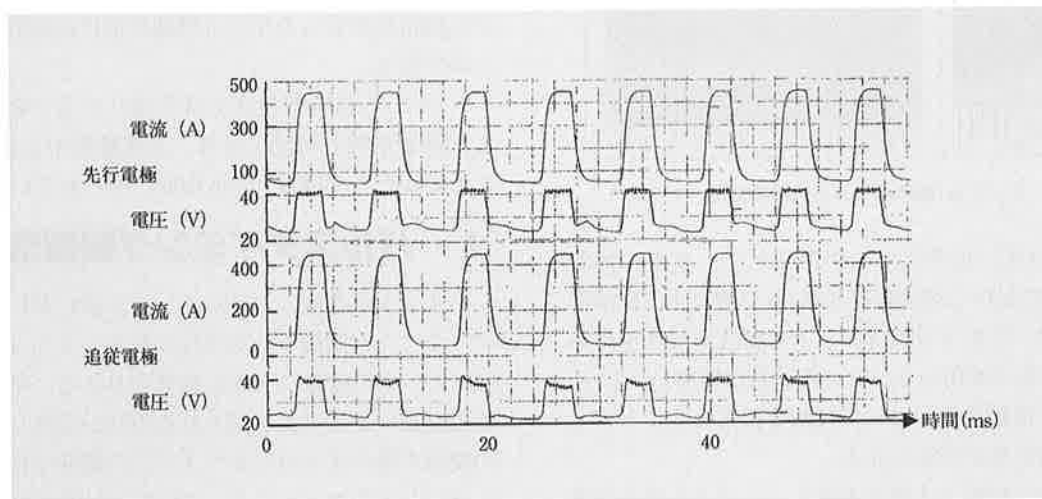


図3 同時型制御における溶接電流・電圧波形

する方法を採用した。

溶接電源は基本的にユニットパルスの周波数変調方式 (PFM) によってアーク長制御を行うタイプのものであるので、先行ワイヤは完全にパルス周波数変調によってアーク長制御を実施しており、追従ワイヤは先行ワイヤのパルス通電に同期させている。

写真4は先行ワイヤにパルスピーク電流が通電されてから溶滴離脱の瞬間までを捕らえた溶滴移行観察結果を示したものである。パルスピーク電流が2本のワイヤに同時に通電されるため、ピーク期間では2つのアークが強く互いに引き付け合うようすが分かる。しかし、溶滴の移行はピーク期間では生じず、アーク電流がベース電

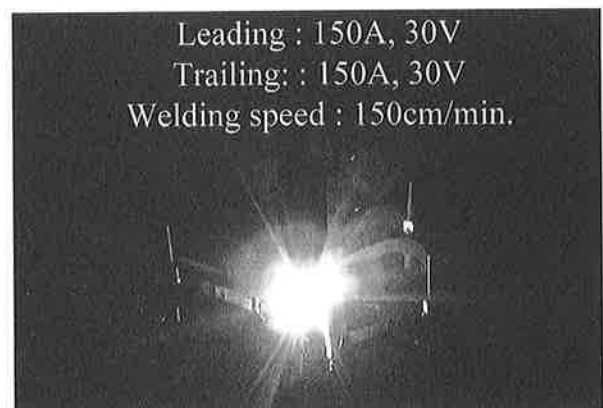


写真5 同時型制御でのスパッタ発生状況

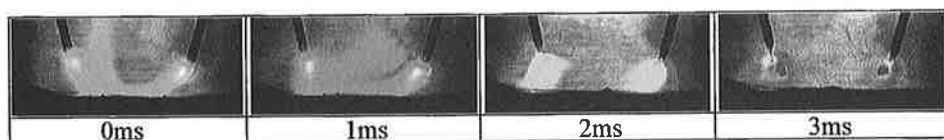


写真4 同時型制御における溶滴移行

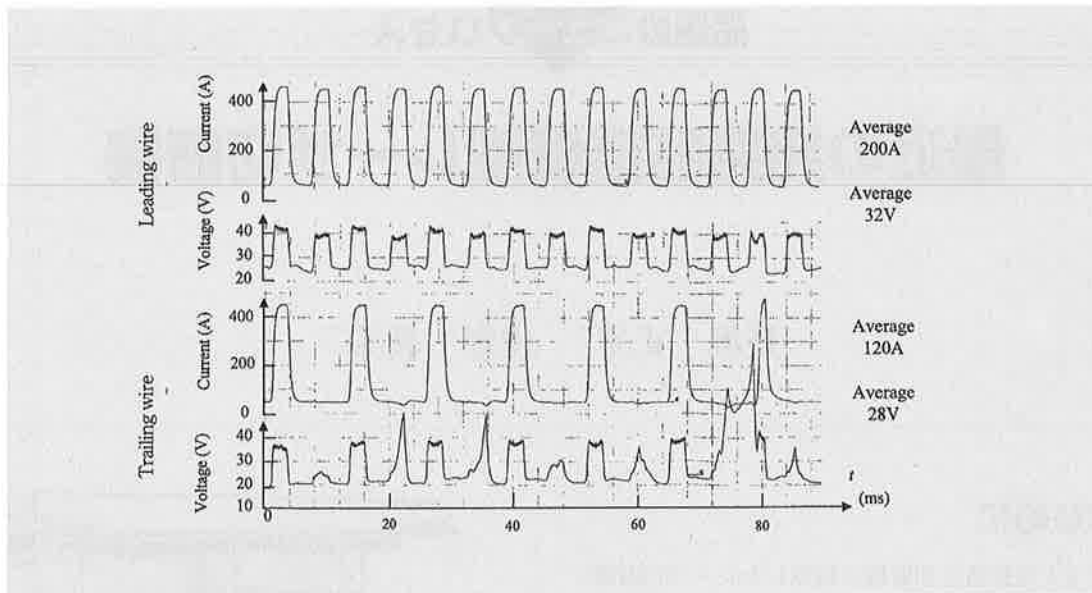
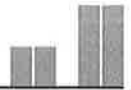


図4 同時型間引き制御における溶接電流・電圧波形

流に近い電流値に落ちた時に生じる。したがって、このような電流値では互いのアークの引き寄せ作用は小さく、溶滴の落下軌道はワイヤの中心軸方向から大きく逸れることなく、溶滴は溶融池に落下する。

このため、写真5に示すようにスパッタ発生が少ない安定したアークが得られる。

第3項で述べた通り、高速溶接を行う場合においては、

先行ワイヤと追従ワイヤで最適な平均電流比が存在するため、平均電流をコントロールする方法が必要になる。このような場合には、図4に示すように先行ワイヤのパルスに同期してパルスを入れる、入れないを制御することによって、追従ワイヤの平均電流値を調整することが可能となる。

