

=溶接学会誌にみる TIG 溶接技術の最近の歩み (6) =

前話では、2006 年-2010 年に掛けてのレビュー&トレンドの「アーク溶接機器」欄のなかの ( 1.1 市場動向, および 1.3 TIG・プラズマ溶接プロセス ) を主体に、各記事より引用させていただきました。

とくに、市場動向としては 2008 年 9 月のリーマン危機の影響で、今まで堅調であった自動車産業までそのあおりを受けて減産、厳しい背景のもとで自動車などの業界では軽量化要求に対し、アルミや高張力鋼板の適用が進み、排気処理系 SUS 部品の薄肉化にも取り組みが行われた。一方、溶接電源のデジタル化がさらに進展し、インバータの制御周波数も従来の数倍に高まり、より細やかな電流・電圧制御が可能になった。TIG・プラズマ溶接プロセスでは、プラズマ溶接装置に注目が集るとともに、TIG 溶接の高能率化をテーマにハイブリッド化が検討され始め、施工法を工夫した事例が多数報告された。

引き続き本話では、同じく 2006 年-2010 年における「アーク溶接機器」(1.4 新技術, 1.5 その他) を見ることにします。

1. 「アーク溶接機器」2006-2010 ; (1.4 新技術, 1.5 その他)

溶接学会誌引用文献 (レビュー&トレンド) の目次一覧を [表 245-01](#) に示します。

溶接学会誌2006~2010年の =特集「溶接・接合をめぐる最近の動向」= 欄より引用  
表 245-01 TIG 溶接関係文献 (レビュー&トレンド) の一覧

整理 NO.	執筆者 (所属) (敬称略) 文献 NO. および記載ページ	文献の主要目次 と TIG 溶接関連目次
2	大繩 登史男 (株ダイヘン) Vol. 75 No.5 2006 p 51~54	第 II 部 産業界の最近の動向と溶接工学 II 溶接・接合および関連機器 1 アーク溶接機器 1.1 市場動向 1.2 MAG・MIG 溶接プロセス 1.3 TIG・プラズマ溶接プロセス 1.4 新技術 1.5 その他
4	廣田 幸伯 (松下溶接システム(株)) Vol. 77 No.5 2008 p 67~70	第 II 部 産業界の最近の動向と溶接工学 II 溶接・接合および関連機器 1 アーク溶接 1.1 市場動向 1.2 MAG・MIG 溶接プロセス 1.3 TIG・プラズマ溶接プロセス 1.4 新技術 1.5 その他
6	恵良 哲生 (株ダイヘン) Vol. 79 No.5 2010 p 60~62	第 II 部 産業界の最近の動向と溶接工学 II 溶接・接合および関連機器 1 アーク溶接 1.1 市場動向 1.2 MAG・MIG 溶接法 1.3 TIG・プラズマ溶接法 1.4 新技術 1.5 その他

2. 「各年次におけるレビュー&トレンドとその動向」からみた概要

「各年次における TIG 溶接関連レビュー&トレンドとその動向」(2006-2010) における記事を最終ページの [表 245-02](#) に示します。

[表 245-02](#) の具体的な記事を参照しながら、各年次の主な流れを以下に記します。また記事のなかの図 (写真) も参考として添付しました。なお、記事および図表についての詳細は溶学誌の原文を参照して頂きますようお願いいたします。

## 2-1) 2006年 (1.4 新技術 1.5 その他)

### 1.4 新技術 2006年

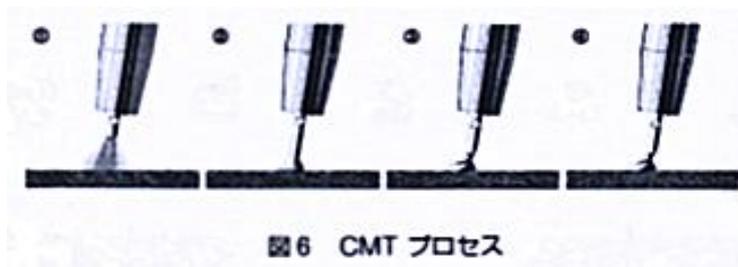
本項, TIG溶接関連の記事なし。従って, マグ溶接関連を記す。

- ① **建機分野においてタンデム法が普及。** 高速・高能率に貢献。
  - パルスマグ溶接電源を用いた際のパルスタイミング制御に有効な方法を見出している。
- ② **短絡移行モードにおけるスパッタ制御方式の変遷**
  - ここ10年以上にわたって日欧の溶接機メーカーでは電流波形による調節のみ。
  - アルミのMIG溶接においてドイツのDr.Huismannにより開発されたCSC法が一つのきっかけとなり, **電流波形とワイヤ送給を同時に制御するアイデアが定着。**
  - **デジタル制御方式**が威力を発揮。

その成果のひとつが**CMT (Cold Metal Transfer) プロセス (図6)**

### 1.5 その他 2006年

- ① **ロボット溶接におけるスタート方式の改善**
  - 従来はスクラッチスタート、これらを改善してサーボフィーダによる引き上げスタート。
  - マニピレータの動作によるワイヤ引き上げスタート方式の開発。



2006年 図6

## 2-2) 2008年 (1.4 新技術 1.5 その他)

### 1.4 新技術 2008年

- ① **レーザ・TIGアークハイブリッド溶接**
- ② **プラズマ・アークハイブリッド溶接**
  - 従来はTIG溶接再溶融による止端部形状平滑化→アーク用消耗電極にはREM添加ワイヤ採用
- ③ **プラズマ・MIGハイブリッド溶接**
- ④ **3電極MAG法の開発, 実用化 (図8)**

### 1.5 その他 2008年

- ① **TIG溶接機における操作性の改善**
  - 電極径・材料種類・継手形状・板厚の情報を入力するだけで, 溶接適正条件を自動選定。
  - トーチスイッチ操作で, あらかじめ任意に設定した電流変化量だけ電流出力を増減できる溶接電流調整機能が付加されたTIG溶接機も登場。
  - 今後もフルデジタル制御による高速・高精密な制御で溶接性能の向上, 操作面の向上, さらに, より知能化した溶接機が登場することになる。

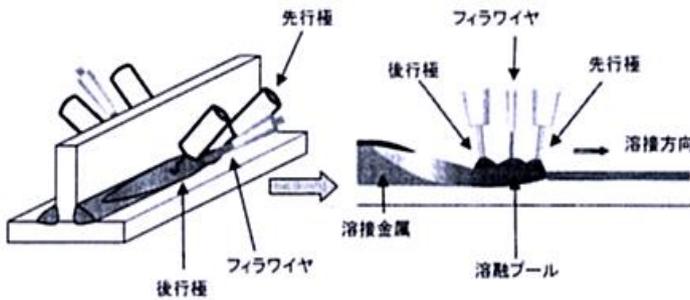


図8 3電極施工法の概略図

2008年 図8

### 3電極 MAG 法の実用化；

通常 2 電極で 1 つの溶融プールを形成することで、1 電極（80 cpm）と比較し高速溶接（1.5m/min）が可能になる。しかし、さらに高速溶接するためにはさらなる大電流化（高溶着化）が必要。すると、アークが干渉し、磁気吹き現象が発生。この課題解決のために本法が開発。先行極と後方極の中間に第 3 極としてフィラワイヤを挿入する溶接法。先行極と後方極は DC-EP に対し、第 3 電極は DC-EN とし通電加熱することで、アーク干渉が緩和され、溶融プールの安定化が実現でき、高速溶接 2 m/min が実現できる。 本文より。

## 2-3) 2010年 (1.4 新技術 1.5 その他)

### 1.4 新技術 2010年

TIG法以外を対象に、ハイブリッド化やコールド、ホットワイヤ添加による高能率化について紹介

#### ① コールドタンデム GMA 溶接法 (図7)

- 先行の溶接ワイヤでパルスアークを発生させ、後行の溶接ワイヤは通電せずに溶融池へ挿入。

#### ② ハイブリッド溶接法；プラズマGMA溶接法

#### ③ ホローカソード TIG-YAG レーザ同軸ハイブリッド溶接法

#### ④ 磁場を利用した溶融池磁気制御アーク溶接法

### 1.5 その他 2010年 (省略)

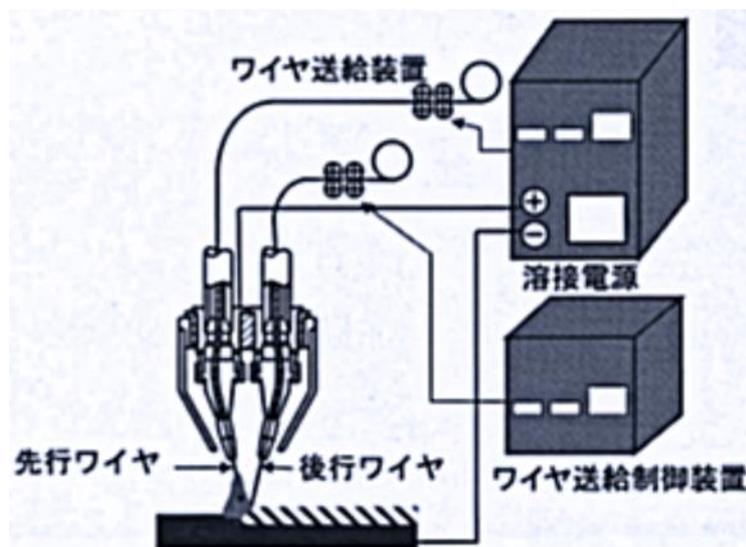


図7 コールドタンデム GMA 溶接システムの構成

2010年 図7

表 2 4 5 - 0 2 各年次における T I G 溶接関連レビュー&トレンドとその変遷

2006年 (NO.2)	2008年 (NO.4)	2010年 (NO.6)
<p>1.4 新技術</p> <p>① 建機分野ではタンデム法が一般的になってきており、それによる高速、高能率溶接が現実のものとなっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・タンデム溶接ほうでは2つのアークを近接して点弧させるため、互いの電磁的な干渉を抑制する技術が重要であり、それについての報告がある。</li> <li>・タンデム溶接における低スパッタ化にはパルスMAG溶接電源を用い、パルスタイミング制御によりパルスピーク電流を2台のパルス電源から同期して同時に通電する方法が有効。これにより、直流定電圧電源を用いたCO2法によるタンデム溶接法より発生スパッタ量が半分以下になると報告されている。(本項MAG溶接関連)</li> </ul> <p>② これまで、10年以上にわたって日本・欧米の溶接機メーカーは電流波形だけを調節することによって短絡移行モードでのスパッタがなく安定な溶接を可能にする方策を検討してきたが、必ずしも満足な結果が得られていなかったと思われる。</p> <p>ところが、アルミのMIG溶接においてドイツのDr.Huismannにより開発されたCSC法がひとつのきっかけとなって、電流波形とワイヤ送給を同時に制御するアイデアが定着し溶接現象の制御対象はその裕度が広がった。これにはデジタル制御方式が威力を発揮。その成果のひとつが、CMT (Cold Metal Transfer) と呼ばれるプロセスである。(本項MAG溶接関連)</p> <p>1.5 その他</p> <p>① ロボット溶接におけるMIG・MAG溶接のアーキスタート方法において、従来のスクラッチスタートに対し、サーボフィードを用いて、ワイヤ送給を瞬間的に逆転させる引き上げスタート方式が実用化されていた。</p> <p>これに対しマニピレータの動作によってワイヤ引き上げ動作を行うアーキスタート方式が開発され、スパッタのほとんど発生しないアーキスタートが実現されている(本項MAG溶接関連)</p>	<p>1.4 新技術</p> <p>① レーザ・TIGアークハイブリッド溶接 両溶接法のメリットを有するこの工法が、核融合や加速器といった高精度が要求される大形構造物に適用され、高速溶接も実現できている。</p> <p>② プラズマ・アークハイブリッド溶接 従来TIG溶接再溶融により止端部形状平滑化を実施していたが、本ハイブリッド法を適用することにより1パスでの高速溶接で平滑化が可能となり生産性向上につながったと紹介がある。プラズマ・アーク溶接ともに正極性で、アーク用消耗電極にはREM添加ワイヤを採用し、プラズマ側トーチ位置をオフセットし、湯流れをコントロールすることによりフランク角・曲率半径も大となり平滑ビードへの効果を発揮することが示されている。</p> <p>③ プラズマ・MIGハイブリッド溶接 プラズマ加熱による優れたぬれ性を示し、銅/炭素鋼異材溶接への適用も有効との報告あり。</p> <p>1.5 その他</p> <p>① T I G 溶接機における操作性の改善</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* <u>タングステン電極径・材料種類・継手形状・板厚の情報を入力するだけで、溶接適正条件を自動選定できる。</u></li> <li>* <u>トーチスイッチ操作で、あらかじめ任意に設定した電流変化量だけ電流出力を増減できる溶接電流調整機能が付加されたT I G 溶接機も登場している。</u></li> <li>* <u>今後もフルデジタル制御による高速・高精密な制御で溶接性能の向上、操作面の向上、さらにはより知能化した溶接機が登場することになるであろう。</u></li> </ul>	<p>1.4 新技術</p> <p>ここではT I G法以外を対象に、ハイブリッド化やコールドあるいはホットワイヤの添加による高能率化について紹介。</p> <p>① コールドタンデムGMA溶接法(図7)； 低スパッタ化、パルスMAGよりも高速・高溶着な溶接が可能。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・先行の溶接ワイヤでパルスアークを発生させ、後行の溶接ワイヤは通電せずに溶融池へ挿入することで溶着量増やすと同時に溶融池の凝固を速め、高速溶接時のアンダーカットやハンピングビードを抑制する効果を得ている。</li> <li>またフィラワイヤの挿入位置は溶融池の後方としているため、アークの熱量がフィラワイヤの溶融に奪われることがなく、フィラワイヤ挿入による溶け込み形状への影響はほとんど無い。</li> </ul> <p>② ハイブリッド溶接法；プラズマGMA溶接法が提案されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・GMA電極とプラズマ電極を同軸上に配置し、独自の電流波形制御の採用により、低ヒューム低スパッタのクリーンな溶接を実現している</li> <li>・アルミニウム材の溶接に適用した場合、硬質ワイヤを用いてもクリーンでかつスマットレスな溶接を実現しており、また、プラズマアークの効果による溶接ビード形状の改善は、高張力鋼板の溶接への適用が期待される。</li> </ul> <p>③ アーク以外の溶接法とのハイブリッド化による高能率化；</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ホローカソードTIG-YAGレーザ同軸ハイブリッド溶接法</li> </ul> <p>④ 磁場を利用した溶融池磁気制御アーク溶接法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電磁力によるビード形状制御や凝固組織微細化効果について報告あり。</li> <li>・更に、対向式磁極を用いることで、母材板厚方向の電磁力が溶融池内に発生することから、溶融金属の流動方向と溶込みを制御できる可能性が報告されている。</li> </ul> <p>1.5 その他 (省略)</p>

以上。