

=溶接学会誌にみる TIG 溶接技術の最近の歩み (7) =

本話では溶接学会誌 2012-2016 年における「II 溶接・接合および関連機器-1.アーク溶接機器」欄にみる動向のなかで、(1.1 市場動向, および 1.3 TIG・プラズマ溶接プロセス) に着目してそれらの進展について学んでいきたいと思ひます。なお、「動向」欄の作成要領は、第 240 話に示したものとしました。また、次話の 247 話まで続く (アーク溶接機器) 欄では GMA 溶接法に関する進歩も目覚ましいのでその関連記事も部分的に引用し、記述しています。

1. 「アーク溶接機器」 2006-2010 ; (1.1 市場動向, 1.3 TIG・プラズマ溶接プロセス)

溶接学会誌引用文献 (レビュー&トレンド) の目次一覧を表 244-01 に示します。

溶接学会誌 2012~2016年の = 特集「溶接・接合をめぐる最近の動向」 = 欄より引用
表 246-01 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
8	恵良 哲生 (株ダイヘン) Vol. 81 No.5 2012 p 62~64	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 GMA 溶接法 1.3 GTA, プラズマ溶接法 1.4 複合プロセスによる高効率化 1.5 その他
10	恵良 哲生 (株ダイヘン) Vol. 83 No.5 2014 p 51~53	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 GMA 溶接法 1.3 GTA 溶接法 1.4 複合プロセス 1.5 その他
12	小野 貢平 (株ダイヘン) Vol. 85 No.5 2016 p 62~64	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 GMA 溶接法 1.3 TIG・プラズマ溶接法 1.4 複合プロセス 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

各年次のトレンドとその変遷 (2006-2010) における記事を最終ページの表 242-02 に示します。以下各年次ごとの筆者なりの要約を示し、かつ記事に掲載されている代表的な図表を添付します。

2-1) 2012年 (1.1 市場動向, 1.3 GTA・プラズマ溶接プロセス)

1.1 市場動向 2012年

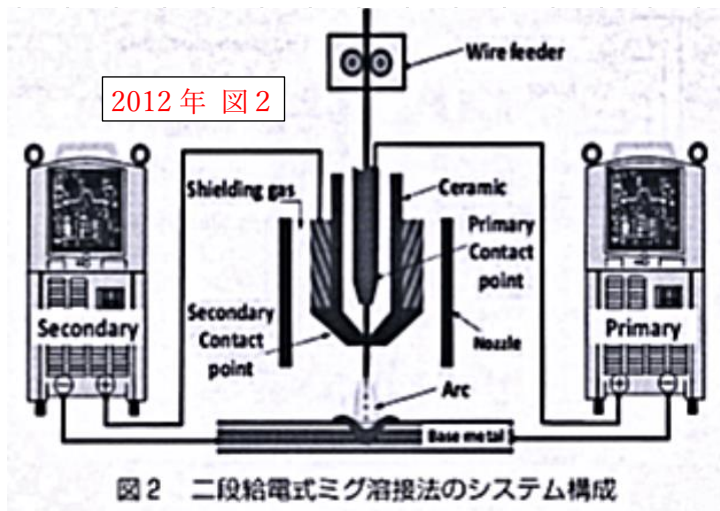
- ① 溶接作業の自動化, 全業種で進む。
- ② 溶接ロボットで使用する溶接材料に求められる品質は「低スパッタ」と「ワイヤ送給性」
- ③ 自動車業界において2010年は「電気自動車元年」素材をはじめ, 様々な技術革新も進行。

1.2 GMA 溶接法 2012年

- ① 特記事項 ; 溶接専用 LSI 「Welbee (Welding Best electronic engine)」が開発される。
- ② 二段給電式ミグ溶接法の紹介 (図 2)

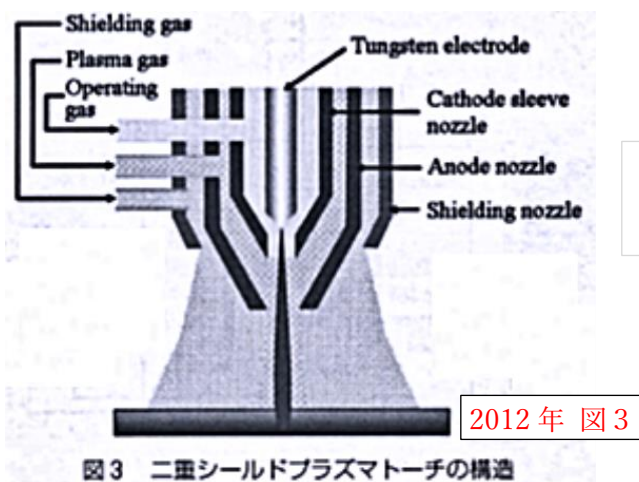
1.3 GTA, プラズマ溶接法 2012年

- ① ティグ溶接法の高効率化例としてパルス通電加熱ホットワイヤティグ溶接法を紹介
- ② WC粒子を含んだ材料の硬化肉盛溶接への適用が検討。耐摩耗性の高い硬化肉盛溶接が可能。
- ③ 二重構造ノズル方式のトーチを適用したプラズマ溶接性能の調査結果が報告された (図3)。



二段給電式ミグ溶接法 (図2)

2 台の溶接電源を用いて第一給電点から直流パルス電流を通電し、第二給電点から直流定電流を通電する手法である。二段給電式溶接法の場合、従来のミグ溶接法と比較して温度上昇により溶融池の表面張力が低下していると考えられ、溶け込みが深く、ぬれ性が格段に向上するのが特徴である。(本文より)



二重シールドプラズマトーチの構造 (図3)

詳細説明は、表 246-02 参照のこと。

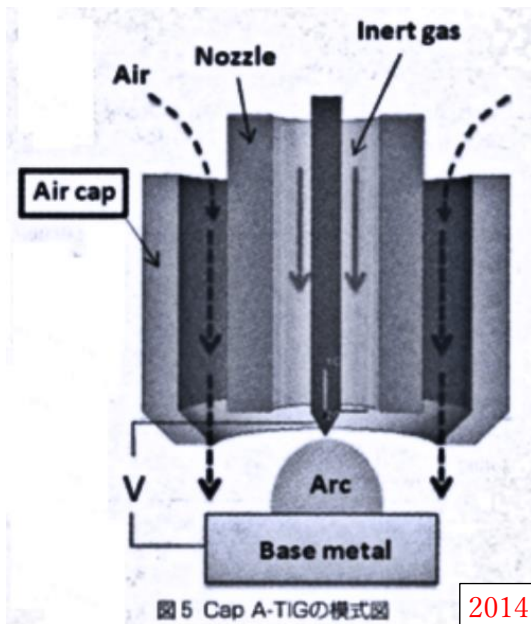
2-2) 2014年 (1.1 市場動向, 1.3 GTA 溶接法)

1.1 市場動向 2014年

- ① 高強度鋼の利用を目的とした技術報告多数；100% ArのMIG溶接の安定化に向けたワイヤの成分や構造検討。
- ② レーザとTIG溶接の複合プロセスによる厚板の溶接
- ③ 垂鉛メッキを施した高張力鋼の溶接におけるブローホール低減を目的としたプロセス開発の報告多数。

1.3 GTA 溶接法

- ① TIG溶接において深い溶込みを得る「Cap A-TIG」という溶接法が提案された。(図5)
 - トーチのノズルにキャップを取り付け、そのノズルとキャップの間から酸素を導入する方式。
- ② シールドガスに適量の酸素を混入する「Advanced A-TIG」という方法も提案された。
- ③ 溶融池に磁場を作用させて発生する電磁力によりビード形状を制御する手法 (溶融池磁気制御法)
 - ECPM法 (Electromagnetic Controlled Molten Pool Welding Process)



Cap A-TIG 溶接法 (図5)
 詳細説明は、表 246-02 参照のこと。

2014年 図5

2-3) 2016年 (1.1市場動向, 1.3 TIG・プラズマ溶接法)

1.1 市場動向 2016年

- ① アーク溶接機の生産台数と金額の推移 (図1), アーク溶接機の平均単価の推移 (図2)
- ② 全業種において溶接作業の自動化進展。
 - 特に厚板向けの高電流域における低スパッタ化や高能率化を目的とした溶接技術の進化が顕著。
- ③ レーザ・アークハイブリッド溶接に関する技術開発報告目立つ。
 - 大型構造物厚板の高効率溶接への適用や造船業界への適用報告

1.2 GMA 溶接法

<特記事項>

- ① 溶接電源のデジタルインバータ制御化技術の進化, GMA 溶接法の技術革新を支える。
- ② 中高電流域における低スパッタ化が課題

1.3 TIG, プラズマ溶接法

- ① TIG 溶接法の高効率化事例; マグネシウムの交流TIGにAATIG法を適用し, 深溶け込み化達成。
- ② 2電極プラズマ溶接法
 - 先行電極でキーホール溶接, 後行電極でアンダーカット平滑化。板厚対速度を従来の約2倍へと向上

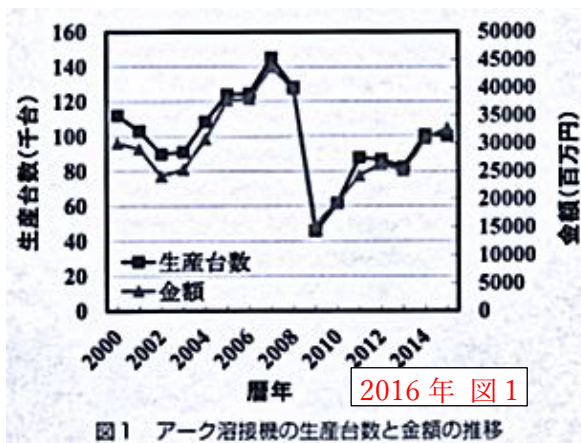


表 246-02 各年次における T I G 溶接関連レビュー&トレンドとその動向

2012年 (NO.8)	2014年 (NO.10)	2016年 (NO.12)
<p>1.1 市場動向</p> <p>* 2009年にはリーマン・ショックの影響で45896台(前年比36%)と一気に急減。その後2010年から回復基調を示し、2011年は87749台(前年比142%)と2002年の景気の底と同程度まで回復している。(図1)</p> <p>* 溶接作業の自動化、全業種で進む。</p> <p>・溶接ロボットで使用する溶接材料に求められる品質は「低スパッタ」と「ワイヤ送給性」</p> <p>・自動車業界において2010年は「電気自動車元年」素材をはじめ、様々な技術革新も進行。</p> <p>* 低スパッタ技術を中心に、アーク溶接の応用化技術に関する最近の動向について紹介。</p> <p>1.2 GMA 溶接法</p> <p>スペースの都合で省略、特記事項のみ記す。</p> <p><特記事項> ; 溶接専用LSI「Welbee (Welding Best electronic engine)」が開発される。</p> <p>1.3 GTA, プラズマ溶接法</p> <p>* ティグ溶接法は高品質溶接の代表例であるが、マグ・ミグ溶接法と比べて単位時間当たりの溶着量が少なく、高効率化が求められている。</p> <p>* ティグ溶接法の高効率化例としてパルス通電加熱ホットワイヤティグ溶接法を紹介</p> <p>・低入熱性を用いてWC粒子を含んだ材料の硬化肉盛溶接への適用が検討されている。</p> <p>・従来法ではビード上部に耐摩耗性の低い領域が形成される場合があるが、本溶接法では、溶着金属の凝固速度が遅くなりWC粒子の沈降する前に凝固するため、耐摩耗性の高い硬化肉盛溶接が可能である。</p> <p>* 一方、プラズマ溶接法では、ティグ溶接法に比べてビード幅が狭く、深い溶込み溶接が可能であり、高速溶接にも適しているため、薄板分野を中心に導入が進んでいる。</p> <p>・溶接性能が溶接トーチの構造に大きく依存していることから、二重構造ノズル方式のトーチを適用したプラズマ溶接性能の調査結果が報告されている。</p> <p>・二重ノズルトーチの構造は(図3)に示す通りであり、タングステン電極を二重のノズルで囲った構造になっている。</p> <p>・パイロットアーク発生後は、タングステン電極とカソードスリーブノズル間にガスを流さない(ほぼ無気流)ので、Arガス中の不純物、気流によるタングステン電極の消耗および変形が極端に少なくなる。</p> <p>この効果により長時間の溶接でも電極先端部の形状変化はほとんど見られず、ビード外観及びマクロ断面も安定するという結果が得られる。</p>	<p>1.1 市場動向</p> <p>* 2011年には2002年時の生産台数程度に回復したものの、以降はほぼ横ばいの傾向である。</p> <p>* 最近の技術傾向として、高強度鋼の利用を目的とした技術報告が多くみられた。</p> <p>アークが不安定となる100%ArのMIG溶接を、ワイヤの成分や構造から安定化させる技術や、TIG溶接と併用することで安定化させる技術が提案されている。</p> <p>・レーザとTIG溶接の複合プロセスによる厚板の溶接も報告されている。</p> <p>・垂鉛メッキを施した高張力鋼板の溶接で課題となる、溶接部のブローホール低減を目的としたプロセス開発も数多く報告されている。</p> <p>1.3 GTA 溶接法</p> <p>* シールド性を考えれば、シールドガスに大気を混入させないようにするのが通常であるが、適度に大気を混入させることで、TIG溶接において深い溶込みを得る「Cap A-TIG」という溶接法が提案されている。(図5)</p> <p>* TIG溶接における能率の改善には、熔融金属の表面張力の差に起因する対流を利用し、溶接中央部で深さ方向の流れを発生させることで、深い溶込みが実現できることが近年の研究により、わかってきた。</p> <p>* 「Advanced A-TIG」は、シールドガスに適量の酸素を混入することで、溶融池の酸素量をコントロールし、表面張力の差を引き起こして深い溶込みを実現する対流を発生させている。</p> <p>* 「Cap A-TIG」ではトーチのノズルにキャップを取り付けて、そのノズルとキャップの間から酸素を導入している。</p> <p>・SUS304を対象に、ノズル-キャップ間のギャップを3mmとし、溶接電流180A、溶接速度2mm/s、アーク長3mm、Arシールドガス流量9l/minの条件で溶接すると、通常のTIG溶接の約3倍もの溶込みが得られることが示されている。大きな設備変更を必要とせず深溶け込み溶接が行なえるため実用面が高い溶接法として期待される。</p> <p>* 溶融池に磁場を作用させて発生する電磁力によりビード形状を制御する手法(溶融池磁気制御法; Electromagnetic Controlled Molten Pool Welding Process (以下、ECPM法)が提案されている。</p> <p>・このECPM法をホットワイヤTIGに適用し、反重力方向に電磁力が働くように裏面からコイルを用いて磁場を作用させると、ビードを持ち上げることが可能であることが示された。</p> <p>・特に、トーチ角度を後退角にすることで、上向き溶接において困難である裏波ビードのアンダカットを防止できると報告されている。</p>	<p>1.1 市場動向</p> <p>* 2009年には一気に前年比36%の45,869台と急減したが、2010年から回復傾向。2015年には100,223台と増加、維持。また、アーク溶接機の平均単価も2015年には330千円と東京五輪や円安の影響を受け高値維持の方向。(図1)</p> <p>* 溶接作業の自動化;</p> <p>全業種において自動化が進展。東京五輪による影響もあり、建築・橋梁および産業機械・電気機械の業種で自動化率が増加。</p> <p>そのような背景もあり、特に厚板向けの高電流域における低スパッタ化や高効率化を目的とした溶接技術の進化が顕著である。</p> <p>* 特にレーザ・アークハイブリッド溶接においては大型構造物厚板の高効率溶接への適用や、造船業界への適用に関する技術開発報告が目立つ。</p> <p>* 高効率化を支える低スパッタ技術を中心に、アーク溶接の応用化技術に関する最近の動向について紹介。</p> <p>1.2 GMA 溶接法</p> <p>スペースの都合で省略、特記事項のみ記す。</p> <p><特記事項> ;</p> <p>* 溶接電源のデジタルインバータ制御化等の制御技術の進化がGMA溶接法の技術革新を支える。</p> <p>* 中高電流域での低スパッタ化が課題。</p> <p>1.3 TIG, プラズマ溶接法</p> <p>* TIG溶接法は高品質溶接の代表例であるが、MAG・MIG溶接法と比べて単位時間当たりの溶着量が少なく、高効率化が求められている。</p> <p>TIG溶接法の高効率化例を紹介する。</p> <p>① アルミニウムより軽く比強度の高いマグネシウムにおいて、一般的に使用される交流TIG溶接では溶け込みが浅いという課題に対して、シールドガスに界面活性剤である酸素を添加し、溶融池に対するマランゴニ対流を制御して深溶込みを得るAA-TIG溶接が適用できるという報告がされている。</p> <p>② 一方、プラズマ溶接法は、TIG溶接法に比べてビード幅が狭く、深い溶け込みが可能であり、高速溶接にも適しているため、薄板分野を中心に導入が進んでいる。</p> <p>その特徴を活かした2電極プラズマ溶接法は、1つのトーチに2つのプラズマアークを近距離で発生させ、先行電極でキーホール溶接により完全溶込み溶接を行い、後行電極では高速溶接により発生するアンダーカットを平滑化する。その結果、板厚対速度を従来の約2倍へと向上させている。</p>

以上。