

=溶接学会誌にみる TIG 溶接技術の最近の歩み (5) =

本話では溶接学会誌 2006-2010 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えます。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。但し、本話より 247 話まで続く (アーク溶接機器) 欄では MAG・MIG 溶接プロセスに関する進捗も素晴らしく、その都度 MAG・MIG の関連記事も TIG 溶接に関係が深いため、記事として採用しています。

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 244-01 T I G 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 T I G 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 244-02 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) 2006 年 (1.1 市場動向, 1.3 TIG・プラズマ溶接プロセス)

1.1 市場動向 2006 年

90年代から始まった溶接電源のデジタル化さらに進展

- インバータの制御周波数  
従来の数倍の 80 kHz から 120 kHz までに高まる  
よりきめ細やかな電流・電圧制御が可能に!

- ① MAG / CO<sub>2</sub> 溶接における低スパッタ化技術の開発
- ② デジタル技術の進展は TIG 溶接電源にも波及  
→ 交流 TIG 溶接機周波数 400 Hz 程度まで設定可能
- ③ 溶接機の「顔」としてのフロントパネル様変わり
  - 可変抵抗器によるダイヤル設定からタッチパネルやジョグダイヤルによる操作に転換
  - 電流・電圧計から 7 セグメント LED モジュールによる直読方式が主流になる

### 1.3 TIG・プラズマ溶接プロセス 2006年

- ① 溶接電源各社からデジタル制御を謳った電源が登場。  
\* 低電流域でのアーク安定性が向上。  
\* 溶接条件を溶接機に記憶・読み込みで条件管理ができ、高い再現性が得られ、好評。
- ② プラズマ溶接装置が最近注目。  
\* 垂鉛メッキ材への適用 \* 0.1mm以下のSUS材 \* テーラードブランク材への適用など
- ③ 超音波TIG溶接法の開発 → アルミニウムのTIG溶接におけるブローホール抑制
- ④ A-TIG (Active TIG) 溶接技術と、金属酸化物フラックス塗布効果
- ⑤ A-A-TIG (Advanced A-TIG) 溶接法の開発 → A-TIG+酸化性ガスの積極的利用

### 2-2) 2008年 (1.1市場動向, 1.3 TIG・プラズマ溶接プロセス)

#### 1.1 市場動向 2008年

- ① 2000年からフルデジタル化加速, 溶接機個体差吸収され, 外部環境変化への安定性格段に向上
- ② 高インバータ周波数化に伴う高性能, 高機能化したフルデジタル溶接機への買い替えが下支え
- ③ アーク溶接へのユーザからの要望; ■ 生産性向上 ■ 溶接品質向上 ■ 省エネ効果

### 1.3 TIG・プラズマ溶接プロセス 2008年

- ① ホットワイヤTIG → パルス通電方式採用によりビードオン溶接で7m/minまで良好を確認
- ② 高速TIG溶接が可能な新工法の開発 (TOPTIG溶接)

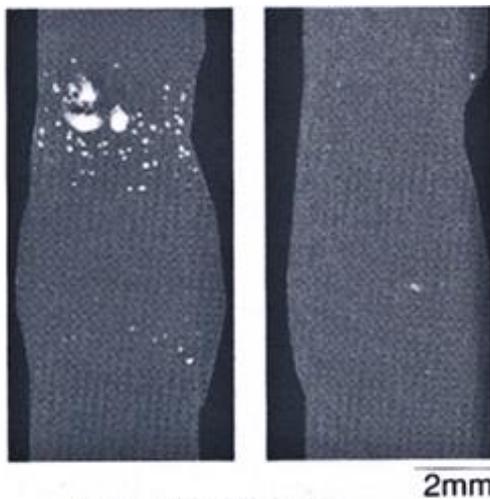


図4 超音波TIG溶接法  
(a) 通常TIG 100A  
(b) 超音波TIG (20 kHz)

2006年 図4

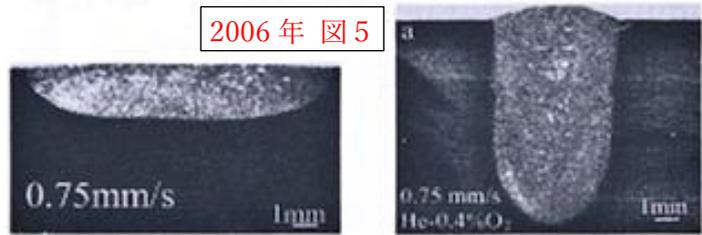


図5 AA-TIG溶接法 (a) 通常TIG (b) AA-TIG

2006年 図5

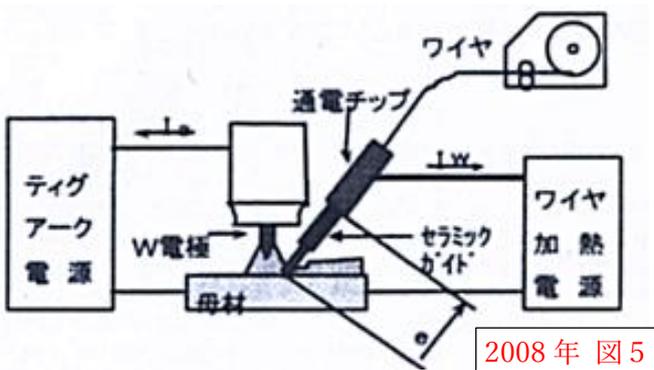


図5 ホットワイヤTIG溶接法の原理

2008年 図5

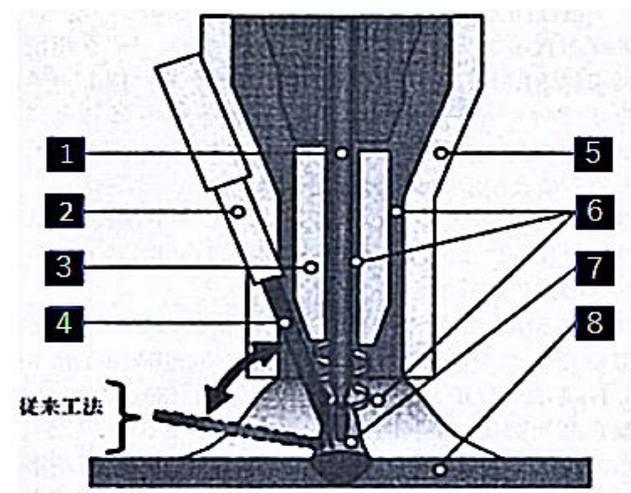


図6 TOPTIG溶接

2008年 図6

10000~16000°K  
4000~10000°K

- 1- 電極
- 2- ワイヤノズル
- 3- 2系統シールド
- 4- 添加棒
- 5- トーチノズル
- 6- シールドガス
- 7- 強力アーク
- 8- 被溶接材

### 1.1 市場動向 2010年

- ① 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減産
- ② 溶接現場の最優先課題は；
  - 徹底したコストダウン, 溶接の高速化
  - 消費電力の削減・・・高効率化, 高溶着化
  - 自動車などの業界では・・・軽量化→アルミや高張力鋼板の適用  
排気処理系 S U S 部品の薄肉化

### 1.3 TIG・プラズマ溶接プロセス 2010年

TIG溶接の高効率化をテーマにハイブリッド化, or 施工法を工夫した事例の報告多数。

- ① SEDAR-TIG (Super Energetic Dual Arc-TIG) 溶接法の開発
- ② パルス通電加熱ホットワイヤシステムを用いた超高速 TIG 溶接法の開発
- ③ 施工法の工夫による高効率化事例の紹介
- ④ 磁場を利用した高効率化
- ⑤ 新プラズマ溶接法とその適用

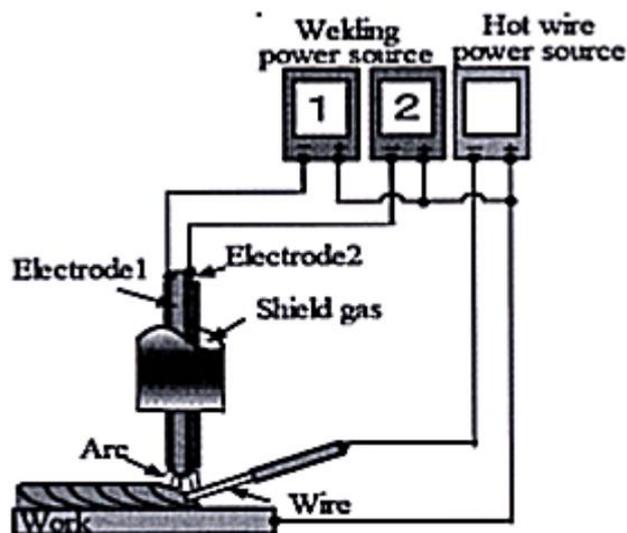


図5 SEDAR-TIG の機器構成

2010年 図5

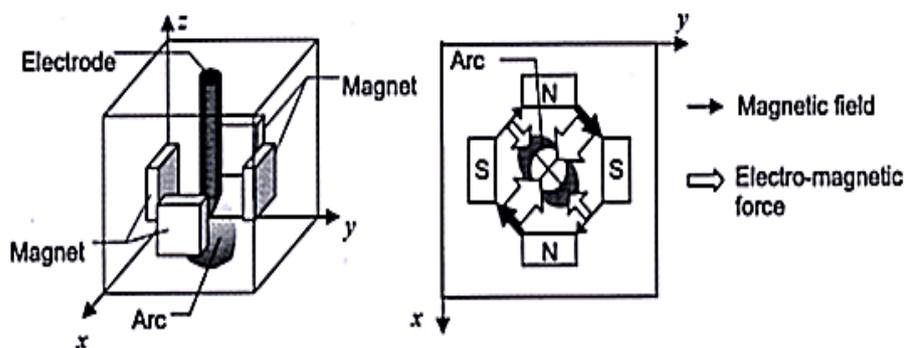


図6 カスプ型磁場によるアークの楕円形状化の原理

2010年 図6

次話では、溶接学会誌にみる TIG 溶接技術の最近の歩み (6) として、「溶接機器」2006-2010 (1.4 新技術, 1.5 その他) の記事の概要を紹介します。

表 2 4 4 - 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><b>1.1 市場動向</b></p> <p>* 90年代から始まった溶接電源のデジタル化がさらに進展 → インバータの制御周波数が従来の数倍の 8 0 kHz から 1 2 0 kHz までに高まり、よりきめ細かな電流・電圧制御が可能になったことによる。</p> <p>* そのひとつの大きな成果として、MAG/CO2 溶接における低スパッタ化技術の開発が進む。</p> <p>* デジタル制御の進展は TIG 溶接電源にも波及、交流の TIG 溶接機においては、周波数が 400Hz 程度まで設定できる溶接電源が登場。</p> <p>* また、溶接機の「顔」としてのフロントパネルも様変わり。従来のポテンショメータ(可変抵抗器)によるダイヤル設定からタッチパネルやジョグダイヤルによる操作に転換。</p> <p>* また、電流・電圧計から 7 セグメント LED モジュールによる直読方式が主流となっている。</p> <p><b>1.3 TIG・プラズマ溶接プロセス</b></p> <p>* 溶接電源各社からデジタル制御を謳った電源が登場し、低電流域でのアーク安定性が向上。</p> <p>・溶接条件を溶接機に記憶、読み込みで条件管理ができ、高い再現性が得られ好評。</p> <p>* 注目を集めているプロセス；プラズマ溶接装置 &lt; T I G アーク対比プラズマ溶接の利点 &gt;</p> <p>①アークの集中性が良い ②電極がむき出しになっていないため、亜鉛メッキ材に対し電極の消耗、損傷が少なく、タングステン巻込みの溶接欠陥を生じないなど。</p> <p>* アルミニウムの TIG 溶接におけるブローホールを抑制する超音波 TIG 溶接法の開発 (図 4) 交流周波数を、可聴域を超える周波数に設定することで溶融池を振動させ、溶融池から気泡を強制的に排出させる方法。</p> <p>* A-TIG (Active TIG) 溶接技術とその効果</p> <p>・通常の溶接では、溶融池表面の熔融金属の移動方向は温度の高い溶融池中心から止端部に向けての流れとなり、この流れは温度勾配による表面張力対流(マランゴニ対流)やプラズマ気流によるドラッグ力が支配的要因。</p> <p>* A-TIG 溶接は、温度の高い溶融池中心の表面張力が高く、温度の低い止端部の表面張力が低くなることで、溶融池表面では止端部から中心部へ熔融金属の移動が生ずる。その結果中心部の温度の高い熔融金属が溶融池底部に沈み込むため深溶け込みが得られる。</p> <p>→ 金属酸化物フラックス塗布効果</p> <p>* この原理に加え、シールドガスに酸化性ガスを添加することで更なる深溶け込みが得られる A A-TIG (Advanced A-TIG) 溶接法が開発され (図 5)、2重シールドトーチの適用でとくに He + 微量 O2 条件で非常に深溶け込み形状が得られ、幅広い分野で実用が期待大。</p>	<p><b>1.1 市場動向</b></p> <p>* アーク溶接機の生産台数は 2002 年を底に 2007 年には一時期の停滞感を脱し、145,107 台と好転。</p> <p>* アーク溶接機は、2000 年から本格的なフルデジタル化が加速し、溶接機間個性差が吸収され、外部環境の変化に対する安定性が格段に良化。</p> <p>* 高インバータ周波数化に伴う高性能、高機能化したフルデジタル溶接機への買い替えが下支えしていることも好調の理由と考えられる。</p> <p>* アーク溶接へのユーザからの要望は</p> <p>①生産性向上</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・溶接の安定化・高速化</li> <li>・スパッタの低減</li> </ul> <p>②溶接品質向上</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・母材への入熱低減</li> <li>→ 薄板溶接での穴あき・溶け落ちの防止</li> <li>・部品精度のばらつき、母材間 GAP の裕度</li> </ul> <p>③省エネ効果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高効率化・高溶着化による電力量削減</li> </ul> <p><b>1.3 TIG・プラズマ溶接プロセス</b></p> <p>* ホットワイヤ TIG (図 5)</p> <p>フィルターワイヤに高電流を通電すると磁界が発生し、アークを偏向させる磁気吹き現象が発生する。本課題を解消するためパルス通電方式の工夫も実施されている。この結果ビードオンプレートでは溶接速度 7 m/min まで良好ビードが確認されている。</p> <p>* 高速 TIG 溶接が可能な新工法の開発 (図 6)</p> <p>従来、フィルターワイヤは電極と約 90° の角度で挿入され、トーチ周辺のサイズが大となり、施工箇所へのアプローチが困難であり、溶接速度も上げることができなかった。最近ではフィルターワイヤ挿入位置を電極と鋭角に配置することで、フィルターワイヤが陰極であるタンステン電極近傍・高温プラズマ内を通過することで、高い溶着速度が得られ、高速溶接が可能となるものも登場している。</p>	<p><b>1.1 市場動向</b></p> <p>* 2007 年は 145,107 台 (前年比 (116%) と一時期の停滞を脱して好調が続いたが、2008 年に再び下降し始め、2009 年には 50,090 (前年比 39%) と一気に半数以下に急減 (図 1)。</p> <p>・この減少は 2008 年 9 月にリーマン・ブラザーズが破綻した事が世界的な金融危機を招き、これまで堅調であった自動車産業までもがそのあおりを受け、各業界が大幅な減産を強いられたことを示している。</p> <p>・このような状況下で、溶接施工現場の最優先課題は、徹底したコストダウンであり、溶接の高速化に対する取り組みが行われてきている。</p> <p>・溶接業界においても高効率化・高溶着化による消費電力削減が課題のひとつ。</p> <p>・地球環境問題の一環として、輸送機器を中心に軽量化要求が強く、使用材料のアルミ化や SUS や鉄鋼材料の薄肉化への取組みが行われている。</p> <p>・とくに自動車等の業界では、アルミ材や高張力鋼板の適用および排気系 SUS 部品の薄板化が急速に進められた。</p> <p>・これらに加えて、溶接の安定化やスパッタ低減なども課題の 1 つである。</p> <p><b>1.3 TIG・プラズマ溶接プロセス</b></p> <p>* 市場に出回っている最近の溶接電源の大勢がインバータ制御式、or デジタルインバータ制御式溶接電源で国内で 9 0 % 以上を占める。</p> <p>* 最近では、TIG 溶接の高能率化をテーマにハイブリッド化や施工方法を工夫した例が多数報告</p> <p>① SEDAR-TIG (Super Energetic Dual Arc-TIG) 溶接法の開発；極厚板・狭開先に対して安定した施工と品質の確保を目的 (図 5)</p> <p>1本の溶接トーチに2本の電極を組み込み、夫々の電極に溶接電源を接続することで、アーク力を抑えながら大電流化及び高溶着速度化を可能開先深さ 190mm を安定して溶接できると報告有。</p> <p>② パルス通電加熱ホットワイヤシステムを用いた超高速 TIG 溶接法の適用が報告されている。</p> <p>③ 施工法の工夫による高能率化事例の紹介 (詳細略)</p> <p>④ 磁場を利用した高能率化 (図 6)</p> <p>・小型磁石により実現したカブス型磁場を用いてアーク形状を楕円形状に制御する方法。この工法により溶接線方向にアークを集中させて溶込みを深くすることや、溶滴移行が不安定となりやすい大電流域での安定化などに期待。</p> <p>⑤ 新プラズマ溶接法とその適用</p> <p>・電力関係のアルミ容器類、LNG 貯蔵設備などの中・厚板の溶接を対象に開先加工無し の 1 パスキーホール溶接が可能で、角変形の抑制に効果を発揮。</p>

以上。