

＝ プラズマアーク溶接とその思い出 ＝

前話では、各シールドガスのプラズマ気流中における働きについて 1990 年代中頃時点であるが、教本「溶接プロセスの物理」のなかで今後の検討課題として提示された、ことを記した。

本話では、筆者が直接 1970 年代半ば頃経験した「プラズマアーク溶接」について振り返ってみたいと考えます。

当時筆者は溶接機メーカーの東亜精機(株)に在籍しており入社 7~8 年目を迎えて、アーク溶接機器の研究・開発を担当していました。

TIG 溶接機について言えば、シリコン整流方式からようやく 1973 年にサイリスタ制御方式の開発ができた段階で、小電流域におけるアークの安定化は大きな課題としていました。

そのような中で、将来の LNG タンカーの建造を予測し、日本冶金グループとして、当時の森社長の熱い思いから「材料から機器まで」製品化することになり、その一環として東亜精機は 1972 年にスイスのセッション社と技術提携、翌 1973 年に右上写真*1) に見るようにマイクロプラズマ溶接機 Plasmaf়ix 40 を国産化しました。

初期の頃はデザインもヨーロッパ風で制御は可飽和リアクトル方式であったため、寸法・重量ともに大きく、アークスタート時の電流ビルドアップ時間、定電流特性、アーク追随性などの制御性能においては現在のインバータ式とは比較にならない程劣っていました*2)。

しかし、写真(a)および(b)に見るマイクロプラズマトーチは何れも操作性はよく、確かなアークを我々に教えてくれました。本話では、プラズマアークの原理などを説明(後話に説明予定)する前に、大雑把ですが Plasmaf়ix 40 を種々取扱い、ティグアークに比べてマイクロプラズマアークの優れている点など経験できた一端を、今ではおぼろげになっていますが記憶をたどり以下に記します。参考になれば幸いです。



図 215-01 にプラズマの発生方式の概要を示します。

この方式は**移行式**と呼ばれ、第 1 段階でパイロットアークを発生させ、その助けを借りて第 2 段階でメインアークに移行させる方式です。

パイロットアークは(a)に示すようにタングステン電極 1 と水冷メタルノズル 3 間に高周波を発生しパイロットアーク 7 を起動させ、次に(b)に示すようにパイロットアーク 7 を介して電極 1 のマイナス極と母材プラス極の間に溶接電源を接続し、主プラズマアーク (メインアーク 8) を発生させます。

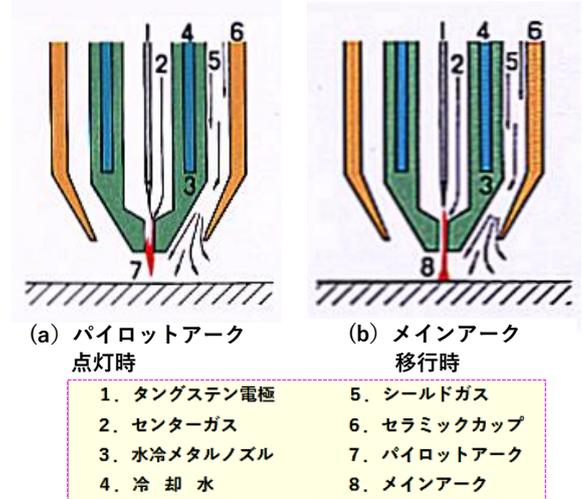
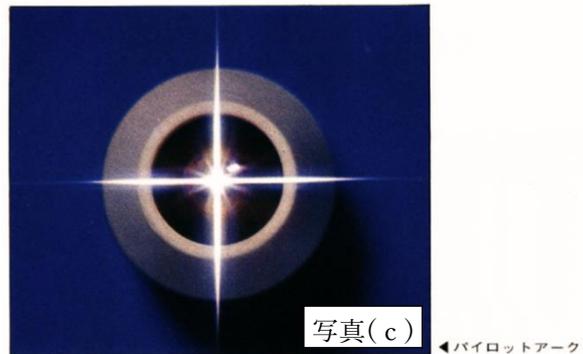


図215-01 マイクロプラズマアークの描画* 3)

1) パイロットアークの安定化について

パイロットアークの外観を当時の **Plasmafix 40** のカタログからコピーし右の**写真(c)**に示します。

メインアークへのスムーズな移行のためには、安定したパイロットアークの維持がかかせません。不安定にする要因のひとつに**水冷メタルノズル 3 内面**の酸化および煤付着などの汚れがあります。これらの発生要因を見極め対策する必要があります。とくに酸化については冷却不足が挙げられ、水質・水量・水圧・水温およびメタルノズル接続部の良否の確認が求められます。とくに水温については復水の温度管理が必要になります。



他のひとつは、安定した**センターガス 2**の供給です。センターガスにはアルゴンガスが適用されます。しかしその純度は超高純度アルゴンが求められ、フォーナイン (99.99%) とファイブナイン(99.999%) とも言われています。

最近のプラズマ溶接用のガス流量制御には精密な精度要求のほかに純度確保のためにマスフローコントローラが適用されるケースが出てきていますが、当時はそんな装置はなかった。そこで求められたのは、純度の良くない場合のアルゴンの見分け方であった。その要領はパイロットアーク炎の中に不純物があれば、発生している清純で一様なアーク炎中に時々赤色を帯びたスジ状の炎が混ざる。スー、スーと流星のように。その現象を理解して見分けなさい、などと教わった。参考になれば幸いです。

2) マイクロプラズマアークの面白さ

右の写真は **Plasmafix 40** のカタログからコピーしたもので、十分緊縮した良好なアーク外観を呈しています。1970 年代初めのティグ溶接機を思い描けば、はるかに差別化できたアーク品質です。

ティグ溶接の小電流域におけるアークの安定化が求められていた時代で、そこに登場したのが **Plasmafix** で最初に求めたものはどのようなアーク性状が得られるかでした。



当時、営業担当はマイクロプラズマでメリットが出そうなお客様を掘り起こし、筆者らは実際にトライしてテストピースを製作、お客様に判定をして頂くのに余念がありませんでした。或る時、ステンレス製熱交換器の薄板へリ継手溶接品があり、手動溶接で対応したためマイクロプラズマ焼けしてしまいました。通常のアーク焼けとは違って、低電流で何日にもわたってジワーと焼いたので、「あなた、誰ですか?」と言われたのを思い出します。少々脱線しましたが、話を元に戻します。マイクロプラズマで溶接すると

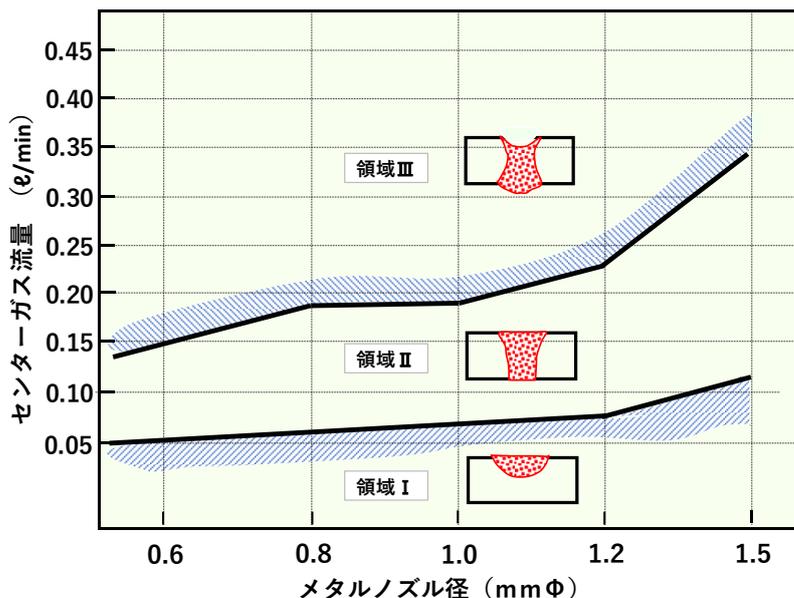


図215-02 メタルノズル径およびセンターガス流量と溶け込み形状*4)

初心者でも直ぐに技能を習得することができ、かつアーク性状の幅を広く選定できるということが分かりました。通常のティグ溶接では小電流域になればなるほど短いアーク長さに設定することが求められ、むやみな手振れは許されません。またアルゴンアークは一般的に集中度が弱く、速度への追随性に欠け、アーク長さを長くすることを不得手としていました。

ところが、Plasmafixでは図215-02にみるようにアーク性状を当時のティグアーク並みの領域Ⅰから、集中度を高め、プラズマアークの効果を発揮できる領域Ⅱを経て、さらに集中度の高い領域Ⅲまでを、メタルノズル径とセンターガス流量の設定でアーク径とアーク圧力を任意に設定できるということが判りました。

メタルノズルの径については適用電流を考慮した径の選定が必要です。この前提において例えば1.0Φでは1.2Φに比べアークは絞られる傾向ですが、反面ノズル側に熱負担が大きくなるという関係にあります。一方1.0Φでセンターガス流量について言えば、0.07 l/min以下では領域Ⅰとなり、メタルノズルで拘束されてはいるが緊縮度の少ないティグアークに類似の性状を示します。流量を上げて0.15 l/minと領域Ⅱの条件にするとノズルとガスの双方の作用が効いてプラズマ本来の安定した・緊縮度の高いアークが得られます。さらに流量をアップして0.30 l/minなどの領域Ⅲにしますと硬直性およびアーク圧力の高い性状のアークとなります。これらのアーク性状コントロールを知って、当時マイクロプラズマ溶接による考え方とその適用・展開に、大いに理解と満足を得たことを思い出します。

次話では、プラズマアークの発生原理をはじめ、パイロットアークの効果およびマイクロプラズマアークの基本的な考え方・特性などについて説明します。以上。

*1) 1974.8.1 作製 東亜精機(株) プラズマ溶接機技術資料 (NAS PLASMAFIX)
 *2) 平成11年3月作製 ナストーア溶接ハンドブック (IV編 プラズマアーク溶接より抜粋)
 *3) 1974.8.1 作製 東亜精機(株) プラズマ溶接機技術資料 (NAS PLASMAFIX)
 *写真(a), (b), (c)および(d) 同上技術資料より抜粋
 *4) 山野健司, 三野政信, 天崎敬三 ナストーア(株)近江工場 特集; プラズマ溶接・ティグ溶接最新事情 薄板用マイクロプラズマアーク溶接機 MP40P/MP50HP 1997年2月 溶接技術 p79