

## ＝タングステン電極研磨への考え方と研磨装置の実例＝

前話ではアークの性状に大きな影響をおよぼす電極形状について、手持ちの技術図書および関連資料より引用し紹介しました。

本話では、電極形状をはじめとした電極研磨の実際について、**第一にどのように考えて対応すべきものか**、**第二に市販されている研磨装置はどのような点に工夫**、**改善がなされているのか**、以上の 2 点について既に発行されている研磨装置メーカー関連資料を参考にさせていただき説明を致します。

## 1. 電極研磨への考え方

### 1) はじめに

筆者のようにほぼティグ溶接適用に、昭和 40 年代前半から携わったものの一人として思い出すことは、タングステン電極研磨の実作業にタングステン研磨機など特別なものはなく、通常はグラインダーとペーパーサンダーの手動研磨であった。また、先端形状を円錐状に整えるのに大変苦勞し、先端角度などにはバラツキが多く出ました。

当時東亜精機(株)住吉工場に勤務しており、ティグ溶接の多くは二輪向けフレームのヘリ継手溶接に多く適用されていました。ヘリ継手の場合にはアーク発生位置が継手の特徴で、出っ張っているのでアークのふらつきの影響も緩和され、かなりのトーチ前進角をとって実施していました。

また、円筒型ケースの縦溶接継手にも適用され、タングステンの熱膨張によるアーク長の変動に気付かされました。さらに公団住宅用扉にボンデ鋼板が適用されティグ溶接を適用する際、ブローホールの抑制に苦勞したことがあります。

この時代のティグ溶接は高周波起動によるアークスタートでしたが、高周波がその表皮効果のせいであちこちに飛び回り起動性が悪く、かつタングステンを汚染し、何回も削りなおしたことなど思い出されます。

1980 年代後半以降のティグアーク現象、タングステン電極への学術的 pursuit、インバータ溶接電源の進展と電極研磨技術の pursuit、専用研磨装置の開発・市販化はティグアーク溶接技術の一層の普及と進展に大きく貢献したものと感じます。

溶接の対象を自動車関連部品についてみると、CO<sub>2</sub>・マグ (マグパルス) 溶接がインバータ電源の開発・普及と相まって進展した時代であり、とくにパルスマグ・パルスミグを適用したスパッターレス化は急速に進みました。しかしスパッター発生をゼロに抑えることはできず、ティグ (ティグファイラー) 溶接にその代役を求められました。

しかしティグ溶接の課題は種々あり、とりわけ大きな課題はタングステン電極の寿命が短じかく、生産性を阻害することでした。電極の長寿命化とバラツキの狭幅化にメーカー各位が取り組むなかで、寿命向上につながる電極研磨技術および装置が開発され、普及につながったものと考えます。

## 2) 電極研磨への考え方

電極研磨装置メーカー各位\*1) のご意見、考え方を参考にさせて頂きながら、「電極研磨への考え方と研磨装置への理解」と題し、電極先端研磨の管理における重要性について表 230-01 に作ってみました。以下、この表にしたがってコメント致します。

ティグアーク溶接製品を高品質に維持するためには最近では、①高性能インバータ溶接電源、②操作性・シールド性・冷却性良好なティグトーチおよび③シールドガスの種類を夫々選択して適用されますが、④としてタングステン電極の選定と研磨作業が必須要件となってきました。

なぜ、電極研磨がそこまで必須要件であるかは、電極先端形状が「アーク性状（現象）の良否」を決め、手動溶接のみならず自動溶接ではとくに要求される「溶接条件の再現性に寄与」できるからです。

それでは、電極棒の先端研磨の管理をどのように考えていけばよいでしょうか。

以下にあげた4つの課題について表 230-01 を参照しながらコメントをします。

### ① 代表的なアーク性状、溶け込み深さと電極先端形状との関係

ア) ティグアークが「軟らかい」・溶け込み；「浅い」・・・円錐型（鋭角）先端部はシャープさが必要。

イ) ティグアークが「硬い」 ■ 溶け込み；「深い」・・・円錐型（鈍角）アークが拡がらず、集中する。

ウ) ティグアークが「硬い」 ■ イ) より溶込みが「深い」・2段円錐型

なお、補足すればアーク性状と電極材質にも明確な関係があり資料\*2) を参考に以下に引用します。

ア) ティグアークが「軟らかい」・・・2%La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-W

イ) ティグアークが「硬い」・・・2%ThO<sub>2</sub>-W

### ② 溶接長さと電極先端形状の関係

溶接長の長い場合は、パイプ縦継ぎティグ溶接で終日アークストップ無し状態で行うなどの事例があります。アーク起動回数少なく、電極先端への起動による悪影響はほぼ皆無となりますが、一旦アークが不調になれば製品不良に直結するので、電極先端形状の維持、再現性が強く求められることとなります。

逆に短い溶接長さの場合はアーク起動の占める割合が大きくなり、電極先端への悪影響は多くなることは避けられません。また、起動・停止の繰り返しにおいてエンド部の後流ガス時間（アフターフロー時間）の設定なども電極先端部の酸化につながりやすいので長めの設定が求められます。

何れの場合にも留意すべきことは、電極の再現性が劣化してアーク不良を生じた場合には、電極先端部をよく観察し、その結果に基づいて対応することが必要です。その際、電子エミッター（酸化物）の挙動を考慮するとともに、先端電極の角度の影響なども電流密度をイメージしながら判断し、汚染状況および酸化状況などの評価も入れながら、「その場」に適合したベスト条件を作り上げて下さい。

### ③ 電極再現性維持に向けた溶接トーチに求められることは？

トーチと電極の再現性には密接な関係があります。ティグトーチの説明は次話で予定しますので、ここでは触れません。了解下さい。

#### ④ 電極先端再現性維持に向けた研磨装置とその主な作業上の要点とは

最近の電極研磨装置では再現性維持にむけてどのような諸点に改善，工夫がなされているのでしょうか。それらを知る前に 1980 年代以前のグラインダー研磨の時代にはどのような課題があったのかを理解しておきたい。

通常のグラインダーでは，技術以前の課題として削り粉の飛散，回転による巻き込まれなどの安全上の恐れが大きくありました。研磨課題としては，**研磨形状**と**研磨粗度**に悩みがあり，**削り方**および**削る方向**にも大きな制約が生じました。

図 130-01 にみるように電極軸縦方向に研磨する場合と横方向の場合では，研磨の残痕が大きく異なり，横方向研磨では先端部の強度が弱まり，かつ電子エミッター（酸化物）の分布にもバラツキを生じやすく，その結果アーク起動性に劣ることになります。一方，縦方向研磨は強度およびエミッター分布に優れるなどの指摘が電極研磨装置メーカー\*3) より早くから示されていました。

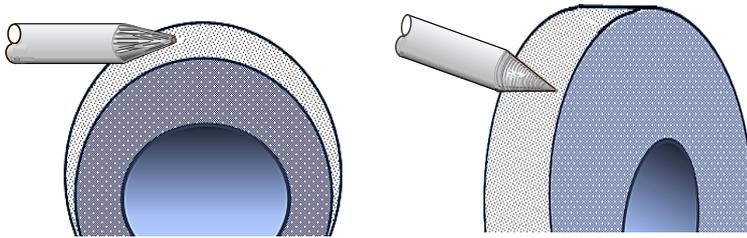


図 230-01 グラインダー研削による電極研磨と残痕の付き方

最近の開発された電極研磨装置では，安全課題に配慮して研削方式はホイール式が一般化されてきています。また，ホイール式のなかで一般的には電着ダイヤモンドホイールが適用されますが，耐熱・耐久性に優れる「ボラゾンホイール」を採用している装置メーカー\*4) もある。

ボラゾンは GE（ゼネラル・エレクトリック）が開発した立方晶窒化ホウ素（CBN＝セラミックの一種）の登録商標であるが，一般名称化している。

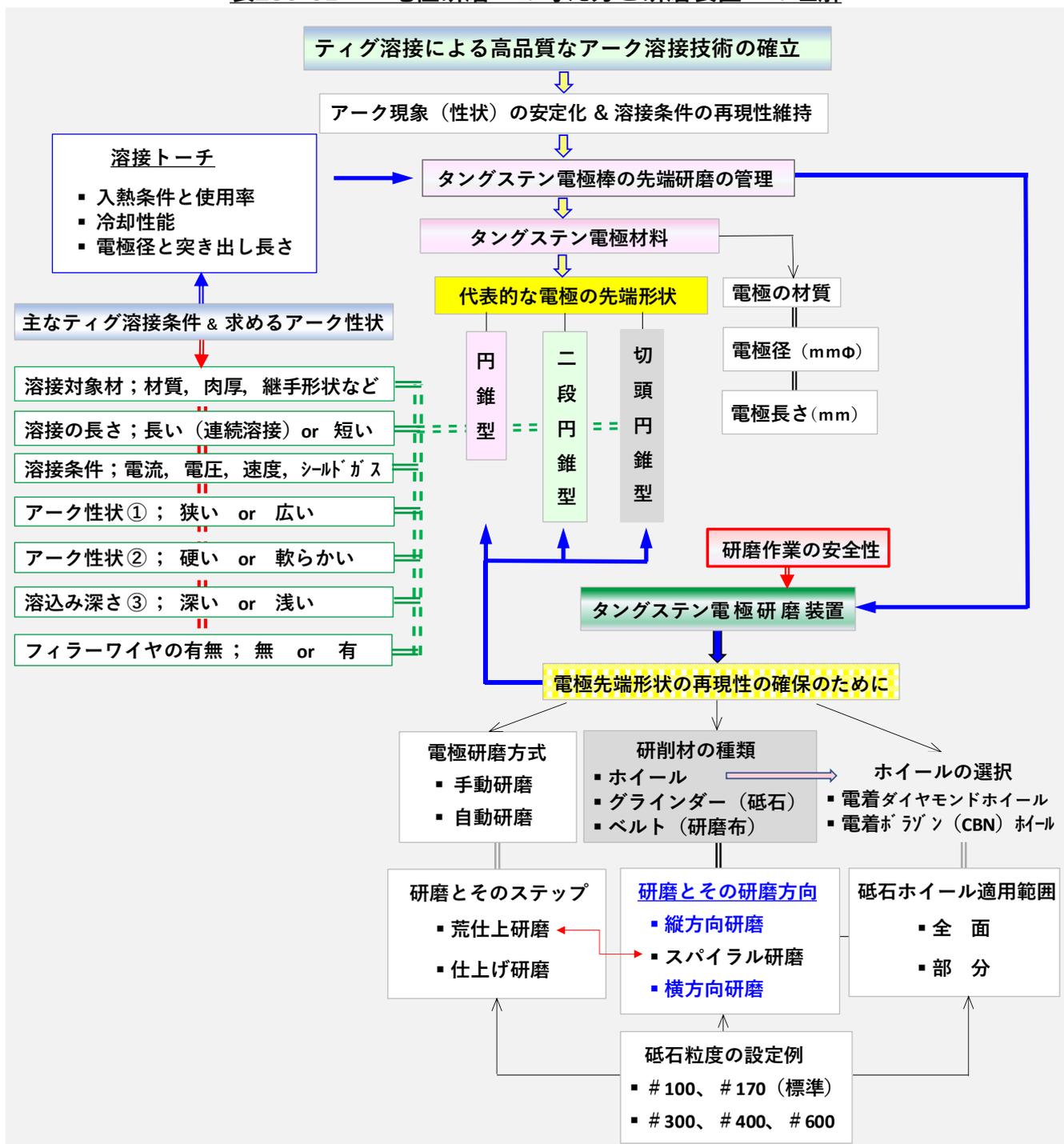
なお，ネットに示された電極研磨の動画\*4) を観察すると「自動研磨」の場合の一例として以下の様な手順とっている。

- ① タングステン研磨角度の調整を行う →
- ② 電極をチャックユニットにセットする →
- ③ 電極設定ゲージで電極の長さを設定・ネジを廻して調整・締めて固定 →
- ④ 1 mm 程隙間をあけます →
- ⑤ スイッチ ON（ホイール回転）→
- ⑥ タングステンチャックユニット回転・自動で研磨できます！ →
- ⑦ 研磨完了 →
- ⑧ 粉塵はダストケースに溜まります

また，研磨装置を取扱うに際して推奨するポイント\*4) として次の諸点が挙げられている。

- ア) ホイールの全面を使用すると良い。
- イ) スパイラル研磨は，縦方向研磨（仕上げ研磨）の前の荒仕上げの意味もある。
- ウ) 研磨中に，タングステン棒を廻しながら研磨すると早く安定して研磨できる。
- エ) 電極先端がダンゴ状になっても研磨できる
- オ) 安定したアークを得るには，使用後電極先端を 0.5～0.7 mm 除去する。
- カ) ヨコ方向研磨：研磨がスピーディー
- キ) タテ方向研磨：アーク起動性，小電流時のアーク安定性に優れる。
- ケ) スパイラル研磨：連続溶接時に最適

表230-01 電極研磨への考え方と研磨装置への理解



本話では紙面の都合で紹介できなかった「タングステン電極研磨機（装置）の実例」を、次話にて紹介します。

以上。

\*\*\*\*\*引用図書\*\*\*\*\*

- \* 1); 電極研磨装置メーカー各位; (株)ムラタ溶研 殿, ラメール (株) 殿, マツモト機械 (株) 殿
- \* 2); 田中 学 大阪大学 溶接学会誌 第 87 卷(2018)第 8 号 レビュー&トレンド 溶接アーク物理 p 15
- \* 3); ラメール(株)から削る方向の良否は早くから指摘され、「軸方向研磨」を推奨している。
- \* 4); (株)ムラタ溶研では、通常のダイヤモンド製に対し、ボラゾン製ホイールの有用性を早くからアピール。