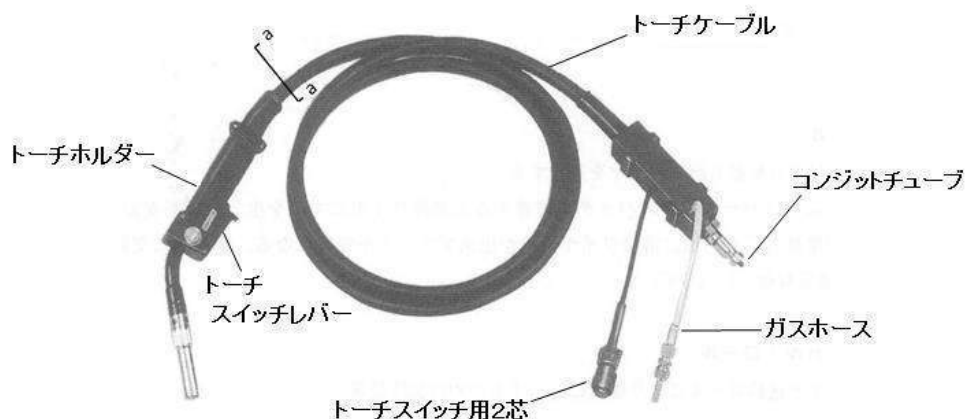


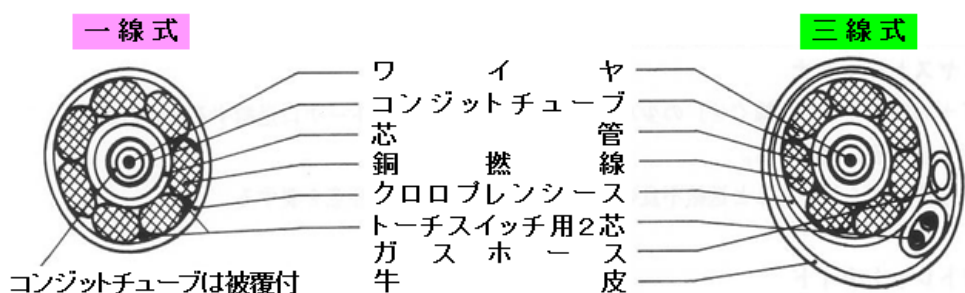
2015 年 6 月 1 日

溶接トーチの変遷は CO₂ 溶接法の歩みそのものです。CO₂ 溶接が高電流領域から出発したため半自動溶接も水冷仕様のピストル型トーチからスタートしました。その後半自動/全自動用および水冷/空冷用に分類され進展を遂げました。本稿では半自動・空冷トーチについて説明します。



▲ 図 021-01 半自動トーチの外観例 (図 021-01 a - a 部分の断面)

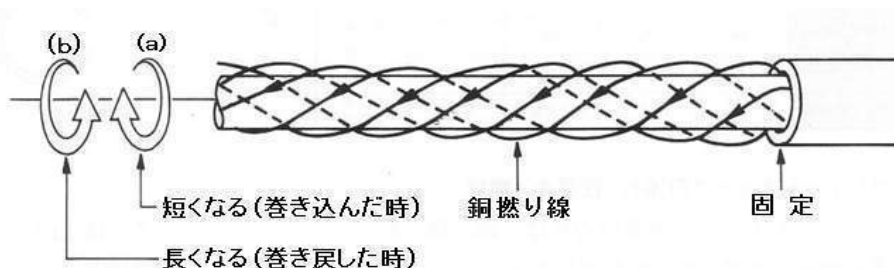
図 021-01 にほぼ現行使用中の半自動トーチの外観を示す。まずホルダーを溶接者が握り、トーチスイッチレバーの操作をします。トーチに求められることは①ワイヤの送給、②ガスの被包を良好なものとし、③電気容量および可撓性のあるケーブル(電纜)を有することです。一方、アークに最も近いので温度上昇による耐熱性の確保、スパッターおよびヒューム付着による詰まり対策などが必須項目です。



▲ 図 021-02 トーチケーブルの構成

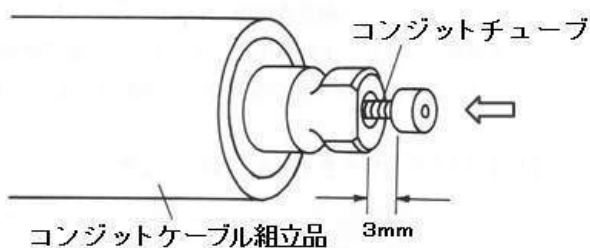
図 021-02 にトーチケーブルの主な変遷を示します。当初は「三線式」と称して送給ワイヤをガイドするコンジットチューブを含めたケーブル(電纜)、ガスホースおよび 2 芯リード線を主に牛皮で一体的に包んでトーチケーブルとしていましたが、取扱いが煩雑、牛皮が汚れやすく重くなるなど課題が多く 1970 年頃

一線式ケーブルに徐々に移行し、現在では殆どが一線式ケーブルとなっています。このように長所を有する一線式ケーブルですが以下のような課題があります。



▲ 図 021-03 中空ケーブルの挙動

その第1は、**図 021-03** に示すように**中空ケーブルの挙動からくるコンジットチューブの相対的な伸縮により「隙間ができる」**ことです。すなわち、電纜は7つの銅撚り線の束に分けられ中空ケーブルを構成しているため**振られ方**により伸縮し、ケーブルが**タオルを絞る要領で短くなれば**その中に挿入されているコンジットは相対的に長くなり、その先端部における隙間は生じなくて逆に**突っ張る**こととなります。一方ケーブルが**解ける方向に振じられると長くなり**、コンジットは相対的に短くなりその先端部には**「隙間」が生じません**。隙間が送給経路にできると途端にワイヤ送給が乱れます。

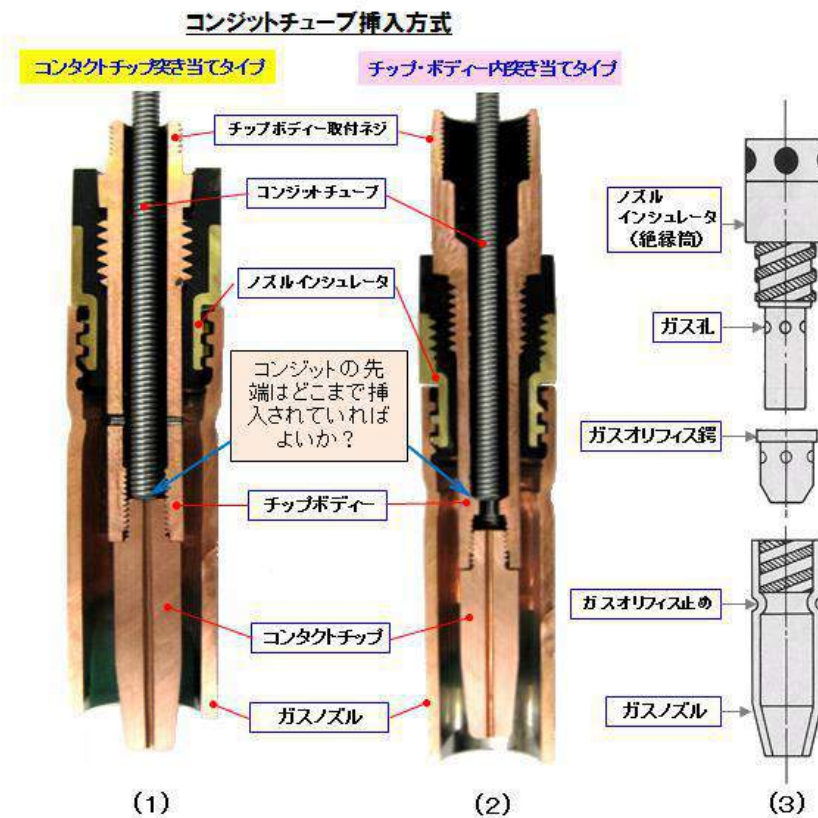


▲ 図 021-04 コンジットチューブの挿入

その対応としては、**図 021-04** に示すように**3 mm 程度長め**に予めコンジットチューブを挿入しケーブルの少々の長さ変化に対してもコンジット先端部に隙間ができないよう配慮することが求められます。また、シールドガスはトーチの送給装置側ホースから供給されますがコンジットチューブ外径と中空ケーブル内径にある隙間を流るため、トーチ後方へのガス漏れの恐れがあります。それらの防止策として**Oリング**および**被覆付き(収縮チューブ)コンジットチューブ**の適用がなされています。これらのガス漏れ対策も理解しながらトーチを取り扱しましょう！

2015 年 6 月 8 日

自動溶接用トーチは、半自動トーチと同様水冷高電流用トーチから出発しました。昭和 40 年代に入って短絡移行溶接の普及に伴い自動・専用機用に空冷式トーチがストレート型、カーブド型ともに採用されました。電纜、コンジットチューブ、ガスホースが個別に自動トーチに接続されるタイプのものからいわゆる一体化中空ケーブル方式に 1970 年頃より移行しました。また、トーチ先端部のチップ、ノズル、ノズルインシュレータおよびチップボディーなどの主要部品も形状、材質等に改善が加えられました。アークロボット時代に入り従来の自由給電式トーチに加え、強制給電式トーチなどが汎用的に適用される時代になってきました。ロボット溶接における品質、生産性の大きな部分は溶接トーチが占めていると言っても過言ではありません。ワイヤ送給性、給電性およびガスシールド性に溶接トーチが直結しているからです。またアーク溶接の産物であるヒューム、スパッターの発生に最も影響を受けるのも溶接トーチです。そのため生産準備段階の溶接トーチ選定と同時に適用時におけるきめ細かな日常管理が溶接トーチにはとりわけ重要です。



現状最も汎用的に適用されている自動（含むロボット）溶接トーチは空冷・カーブド・自由給電式タイプと推定できます。本稿ではこれらのトーチについて説明します。まずワイヤ送給性関連ですがコンジットチ

チューブをトーチの根元から先端まで挿入するタイプ（図 022-01 参照）と、トーチ先端部はインナーチューブなどと称するガイドチューブが適用されコンジットチューブはトーチ根元からインナーチューブまでの 2 タイプがあります。いずれにしてもつなぎ目でギャップができないよう注意が必要です。前 21 話でも触れましたが、コンジットチューブが部品名「チップボディー」の中心を通してほぼチップのネジ元まで挿入されるようになっています。図 022-01 (1)に示すコンタクトチップ突き当てタイプと図 022-01 (2)のチップボディーテーパ部突き当てタイプがあります。いずれも突き当てがしっかり設定され、ギャップが生じないようにセットして下さい。

ガスシールド性に関しては、図 022-01 (3)にみるようにガス孔を有するチップボディーとガスノズルの間にガスオリフィスというガス整流の役目を果たす部品を適用するのが通例です。給電性に最も影響を及ぼすものはコンタクトチップですが別の機会に詳しく説明することにします。本稿で強調しておきたいことは、ノズル、オリフィスを外してチップボディーのガス孔を観察した時、コンジットチューブの挿入が確認できれば「良好」、確認できなければ「不良」と判断します。挿入が確認できない時はコンジットチューブが短くなり奥に引っ込みギャップができ、送給不良、給電不良を呈しやすく、ガス送給も片寄りを生じやすくなり溶接品質に大きな影響を与えることとなります。お客様の現場トーチをみますとほぼトーチ 20 本につき 1 本がこのような「不良」状態にあります。是非、参考にしてその目で点検して下さい。

2015年6月22日

第20話で4ロール方式に関わる取扱い上の課題を紹介してみたいと記した。ガスシールドアーク溶接業界では溶接ワイヤの送給性改善に、溶接ワイヤおよび送給装置およびその関連部品を挙げて一貫して取り組みがなされてきた。その成果のひとつが2ロールから4ロールへの切り替えです。現行では軟鋼系送給装置にも4ロール方式が標準装備される時代になってきた。取扱いをされる皆様は4ロールだから安心！とイメージされるでしょう。溶接機器メーカーの営業マンからは「最近では4WDになってからワイヤ送給性に関するトラブルが大幅に減少して助かっている！」と聞いています。なるほど、2ロール方式に比べ、送給ロールU溝を通る溶接ワイヤへの加圧力Fが1/2程度で済むためワイヤの変形および銅メッキなどの剥がれが少なく送給性は改善できます。しかし、2ロール方式の送給装置では経験したことがない不都合な事象が、4ロール方式の場合に多くのお客様の溶接工程で発生していることが判りました。

それらの一例を図023-01~03に示します。



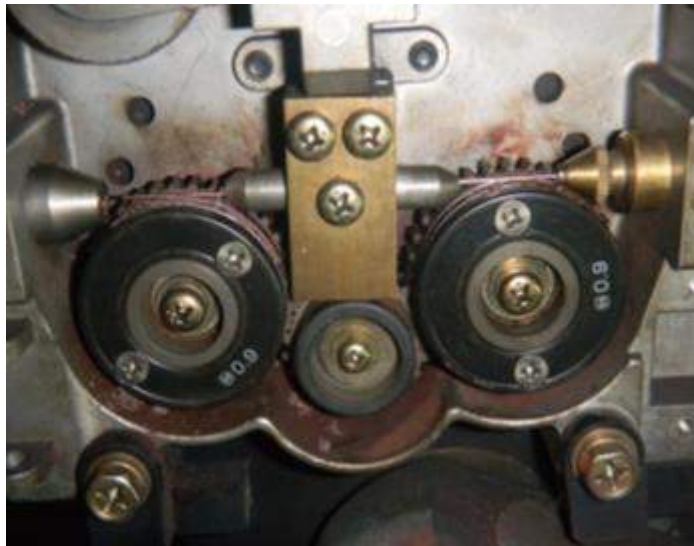
▲ 図023-01 4ロール送給装置における銅粉などの発生例（ロール下方に銅鉄粉が落下、堆積）

図023-01では送給装置ローラ周りおよびローラ下部に猛烈な銅粉、鉄粉の堆積をみることができます。



▲ 図 023-02 4ロール送給装置における切粉発生例（中間ワイヤガイドが取り外されている）

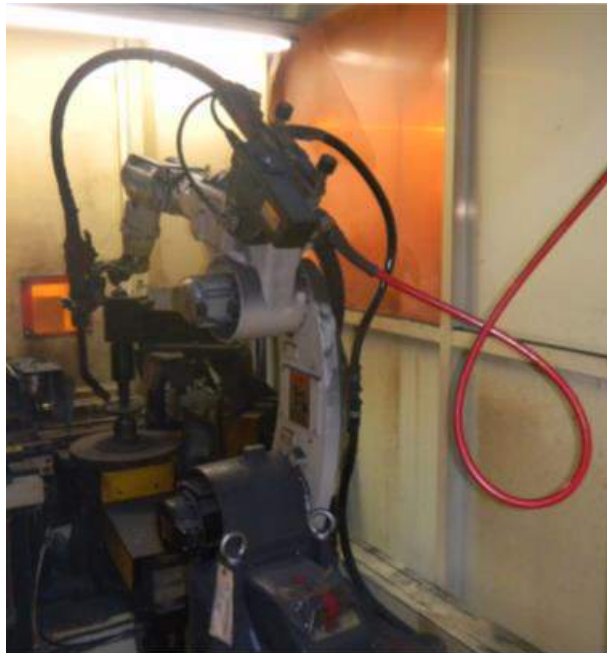
図 023-02 では、4WD送給ローラ間のガイドチューブが外されています。送給ワイヤにキズがつくのを防止するためと聴きました。



▲ 図 023-03 4ロール送給装置における銅粉などの汚れ（ローラ溝に銅粉が異常発生）

図 023-03 では同様に4WD送給ローラの溝およびローラ周りに銅粉・鉄粉が赤黒く付着しています。

これらの事象は当社の溶接研究室に所有するアークロボットによっても再現することができました。どうやら4ロール送給装置にも落とし穴があることを把握できたのです。



▲ 図 023-04 4ロール送給装置と1次側コンジットの取付
外観例（1次側コンジットが1ターン巻かれて送給装置へ）

どのような設定の時にこのような不都合な事象が発生するかと言うと、まさに図 023-04 に見るようにペールパックからコンジットチューブを介して送給装置に送給する溶接ワイヤにおいて、1次側コンジットチューブ（パック-送給装置間のコンジットチューブ）が1ターン巻いてある場合に生じやすいことがわかりました。原因の推定としては、パック巻きワイヤは残留振じりを付与しながら1ターン毎にパックに花柄模様を描きながら収納されています。それらのワイヤが引き出される時コンジットチューブが振じれているとそれらの中心部を通過する溶接ワイヤにもコンジット振じりが伝達され、4ロールの入り口側ローラ部でローラ溝の上下、左右方向に脱線しながら中間ガイドを通して出口側ローラへと送給されることを確認しました。このような振じりの倍加によりローラ溝からの脱線、ガイドチューブへの偏芯などによるワイヤ表面キズの発生、銅粉、鉄粉の発生、詰まりおよびつまみ状のワイヤ線ぐせなど多くの送給不良要因を作り出します。以上でおわかりのように、「4ロール送給方式を適用する場合は、1次側コンジットをターンさせないことが必須となります」。是非取扱い標準に加えながら日常管理も含め、対応されることをお奨めします。

2015 年 7 月 6 日

溶接品質の維持、安定化にはスムーズなワイヤ送給と確実な給電が求められます。本話から **4 回**にわたって「**溶接ワイヤとその取扱い**」について説明します。スプール巻き 20kg ワイヤはほぼ 2,250m、250kg パック巻きワイヤでは長さはほぼ 28,150m と長い。これらの溶接ワイヤは果たして一様で、バラツキはないのでしょうか。何を基準に溶接ワイヤを考え、理解し、取り扱ってあげばよいのでしょうか。以下にそれらの基準とすべき項目とその概要を記します。

1) 溶接ワイヤの銘柄、規格

適用中のワイヤ銘柄が取り替わっていた事例を経験したことがあります。スプール、パックなどの**銘柄表示**、**JIS 規格表示**をワイヤ交換作業の際には**必ず確認**しましょう。

2) 溶接ワイヤの梱包形態

ペイルパック巻きとスプール巻きがあります。形態の違いによりワイヤ線ぐせなどの状況が大きく異なってきます。ペイルパックワイヤの取扱いには習熟しましょう(次回、第 25 話参照)。

3) ワイヤ径のチェック

適用中の溶接ワイヤ径のチェック(ノギス、マイクロメータ)を行いましょう。**コンタクトチップの孔径選定には必須項目**です。現状では銅メッキワイヤの最終伸線工程でダイヤモンドダイスが適用されワイヤ径が細かく管理できるようになっています(補足 024-01 参照)。

溶接ワイヤ径 1. 2φ の場合

ワイヤ径は、ダイヤモンドダイス仕上げ伸線法では、通常 1.185~1.193 程度の仕上がり寸法。

溶接ワイヤ径 1. 0φ の場合

同様に、0.985~0.993 程度。

▲ 補足 024-01 溶接ワイヤ径測定例

4) ワイヤの線ぐせ

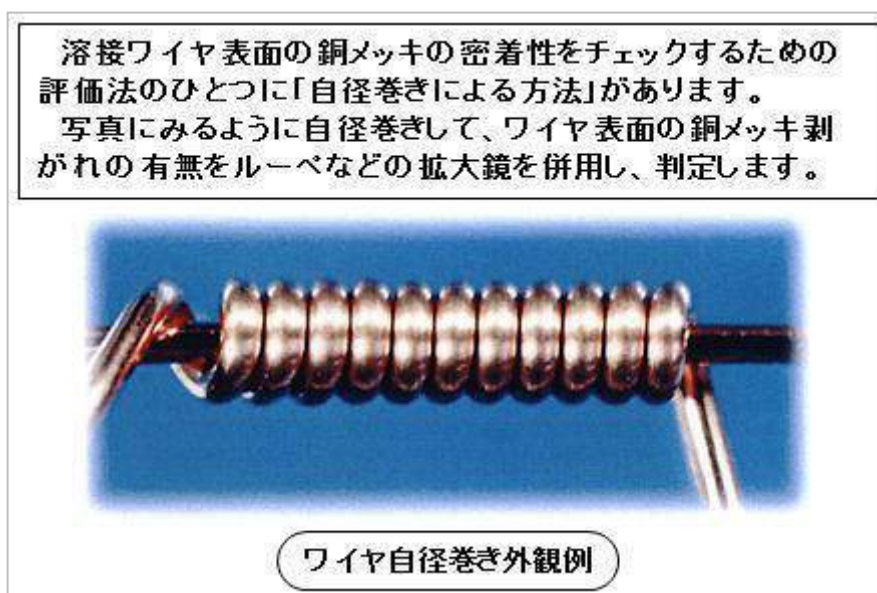
線ぐせとはスプール巻きの場合、輪径および立ち上がり。パック巻きの場合、ピッチ、横曲り、立ち上が

り、輪径。チェックするにはチップからインチング操作で送出したワイヤ（パック巻の場合はパック 1 巻き分ほぼ 3mを引き出す）を床面に置いて調べて下さい。

線ぐせの良否は、溶接品質に直結しますからビードずれ、ビード不安定などの課題が生じた時、パックワイヤ段階、送給装置出口、トーチ・チップ出口などに分け線ぐせ品質をチェックすることをお勧めします。

5) ワイヤ表面性状のチェック

パック巻きの場合は線ぐせと同時に**ワイヤ表面キズの有無、表面汚れ**などもチェックして下さい。さらにメッキ有りの場合はメッキ厚、メッキの密着性を、メッキなしの場合は錆発生有無を目視観察で行ってください。なおメッキ密着性の確認方法として**図 024-01** に自径巻きによる観察例を示す。メッキカスは殆どが銅粉で一部鉄粉。送給経路が赤くなっていたら銅粉発生と認識し必ず対策を施すこと。


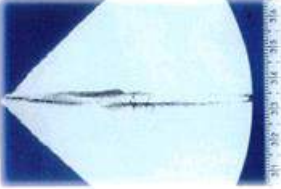




▲ 図 024-01 溶接ワイヤの自径巻きによる表面観察例

6) ワイヤ表面の潤滑状況チェック

表面油の塗布の有無および多少をチェックのこと。ワイヤ送給をスムーズに行うには表面油の微量（1cc程度／ワイヤ 10kg）塗布がなされていなければなりません。

ワイヤ表面観察として**図 024-02** に濾紙、あるいは綿による拭き取り事例を示します。表面油分が少ないと拭き取った結果がきれいに見え、油分が多いと拭き取った結果が黒く、汚い状況になります。きれいだから「良好」、ある程度黒く油分多いから「不良」と判断しないでください。**お客様の良好な溶接工程の溶接ワイヤを選んで表面拭き取りを事前に行い、ある程度のサンプルを蓄積した上で拭き取りによる良否判定を行ってください。**

拭き取り素材	ワイヤ表面汚れ 少ない	ワイヤ表面汚れ やや多い
濾紙による 拭き取り		
綿による 拭き取り		

▲ 図 024-02 溶接ワイヤ表面状況観

このような地道な管理を日常から積み上げていけば、溶接異常時の対応は自信をもって、素早くできます。
また、コンジットチューブ内を溶剤で脱脂洗浄した後は、必ず専用の油分を少量塗布してください。

2015 年 7 月 21 日

溶接ワイヤの形態は主にスプール巻きワイヤとペイルパック巻きワイヤに分類できる。本話ではペイルパックワイヤの取扱い上の注意点と考え方について説明する。

大容量ペイルパック巻きワイヤ（以下パックワイヤと略す）の特長はその呼称のように 1 パック当たり 250 kg、300 kg などの大容量で、スプール巻きに比べ取り換え頻度が少なく作業能率に優れることにある。一方パックワイヤは振じりを入れながら収納され、引き出す段階で振じりを開放しながら引き出される。よって振じり開放を阻害する下記禁止事例のようなことがあってはならない。

【禁止事例】

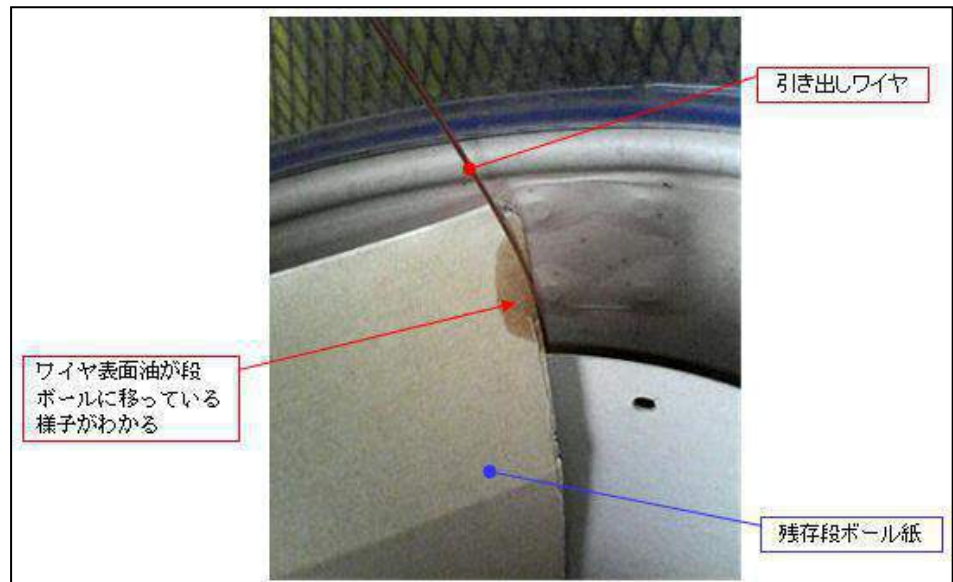
- 1) 引き出し専用透明傘の適用をせず、パック天盤に穴をあけ電氣的に絶縁した金具を設けそこからワイヤを引き出す。
- 2) ワイヤ二段矯正器を透明傘の内側に取り付けること。

これらの場合はいずれも振じり開放がスムーズに行われないのでトーチ先端でワイヤが暴れやすくなります。

これらを前提にしながら、パック巻きワイヤの取り扱いの要点を記します。

■ 輸送時のワイヤ押さえ金具、段ボール類の取り外しは正常か確認

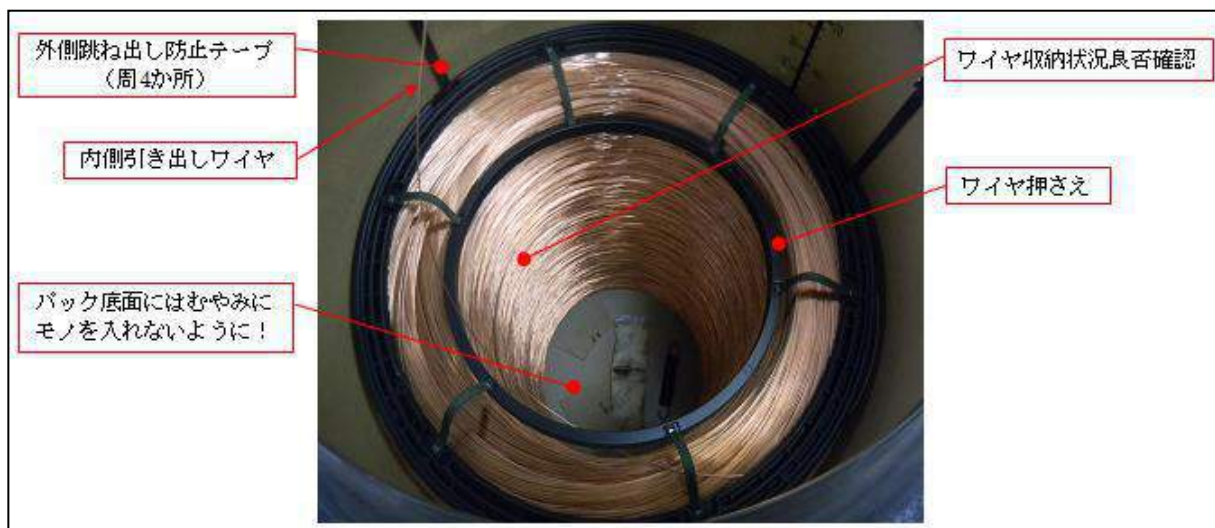
パックワイヤは収納段階で振動を付与し高比重を大きくするよう製造されており、トラック輸送時の振動、衝撃などによる収納崩れを防止するためワイヤ押さえ金具、段ボールパッドが適用されている。それらを確実に取り外して下さい。取り外しが不完全であると思いつけない引き出しトラブルにつながります。その一例を図 025-01 に示します。



▲ 図 025-01 パック内筒側に残った段ボールに引き出しワイヤが引っ掛かった事例（ワイヤ表面の油が段ボールに吸われている）

■ 正常にワイヤが収納されているか、跳ね出し、もつれはないか

まず、最初に目視で観察して下さい。収納ワイヤの上端にはワイヤ押さえが取り付けられており、引き出し時にワイヤ使用量に従って下降していきます。斜めになっていたりすると下降せず、引き出しワイヤの入り線りが生じやすくなり「もつれ」などのトラブルにつながります。（図 025-02 参照）



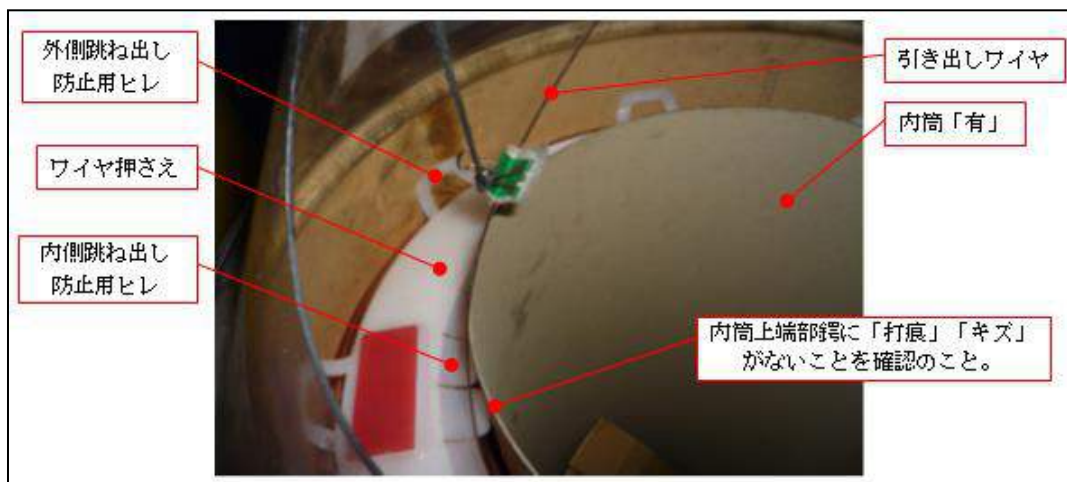
▲ 図 025-02 内筒「なし」パックの外観例

■ 適用パックの内筒の有無

*内筒「なし」の場合；内側収納ワイヤの収納性を確認（図 025-02 参照）

*内筒「有」の場合；内筒上端にキズ、凹みはないか確認（図 025-03 参照）

これらの不具合（キズ、凹み）が生じていれば引き出し時にワイヤがスムーズに内筒周辺を回転できず、凹みに留まりながら引き出される結果、**絞られ内筒に巻きつく**などトラブルにつながります。



▲ 図 025-03 内筒「有」パックの外観例

■外側ワイヤ跳ね出し防止テープは正常にセットされているか

引き出しワイヤは概ね内筒有無に拘わらず**内側から引き出すタイプが多い**（但し、外側引き出し方式の一部では採用されている）。内側引き出し時に外側からワイヤが跳ね出すトラブルを防止するため「**跳ね出し防止テープ**」が設けられている。これらが正常な取付けになっているか確認して下さい。（**図 025-02 参照**）

また、**パック底面にむやみにモノを入れないように！**と**図 025-02**に示しましたが、底面をきれいにしておけば引き出し時のワイヤ擦れなどに伴う銅粉、鉄粉発生の場合には容易に観察ができるためです。

以上。

No.A025

2015 年 7 月 27 日

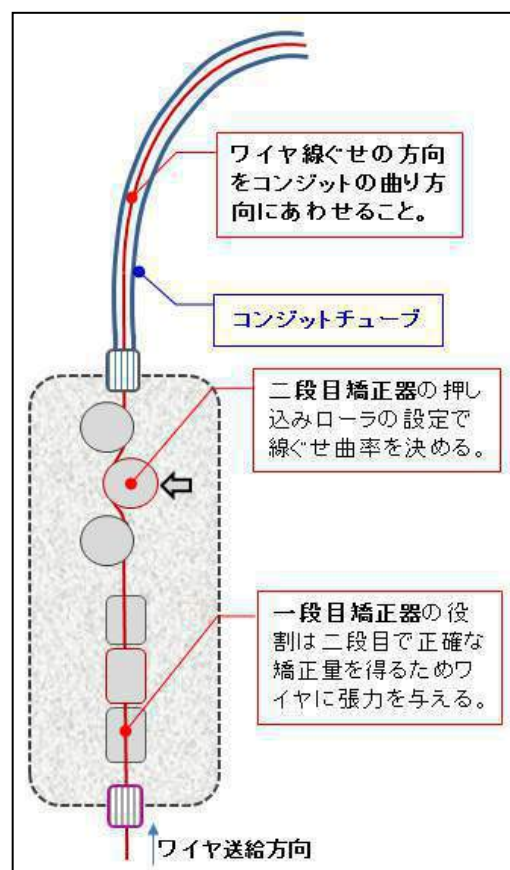
本話ではパックワイヤから送給装置に向けてワイヤを引き出し、導く過程における取扱いとその要点に関し説明する。

■パックワイヤ専用台車、パックの置き場所

一般的にパックワイヤは専用台車に搭載され移動する。パックワイヤは重量が大きいので吊る場合取手金具の水濡れによる強度低下などには注意すること。また狭い溶接工程内にパックを収めようとして無理なコンジットチューブの引き回しにならないように置き場所には十分な配慮が必要。

■透明引き出し傘が適用され、バンド金具でしっかり固定されているか

ほぼ円錐型の透明引き出し傘はその高さが 350~400mm に設計されている。この高さは振じりを入れて収納されたワイヤが振じりを開放できる空間をつくっているのです。この段階で振じりを開放できないとチップまで送給されそこで振じり開放となりワイヤが暴れる要因になる。また、透明傘はパック本体にバンド金具で確実に固定すること。固定されていないとワイヤの引き出し方向が定まらず、ワイヤ二段矯正器を適用しても線ぐせの悪いワイヤをコンジットチューブに送出してしまう危険が生じます（図 026-01 参照）。



▲ 図 026-01 (二段目矯正器の矯正方向とコンジット方向をほぼ一致させること)

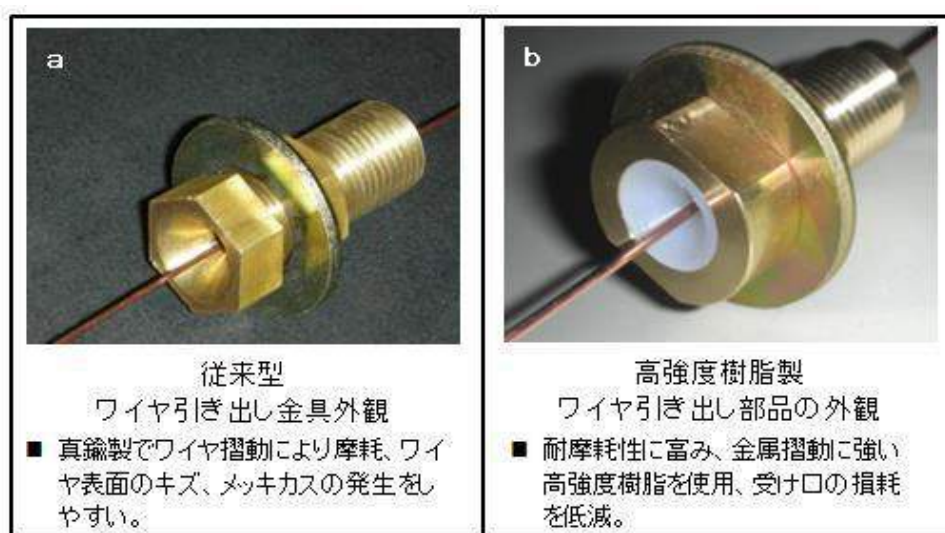
■透明傘から覗いて引き出しワイヤはスムーズに反時計方向に引き出されているか

パックから引き出されるワイヤの状態を観察し、スムーズに反時計方向に、引っ掛かり、踊りもなく回転しながら引き出されることを確認して下さい。

■透明傘直上の引き出し金具は正常か

パック底面に銅粉などがあれば、引き出し金具部でワイヤが擦れている証拠です。振じりの開放に伴うワイヤの揺動により通常の真鍮製の金具（図 026-02a）では擦れやすくメッキカス、キズを生じやすい。この点を考慮して図 026-02b にみるように高強度樹脂で製作した当社製引き出し部品（型式 S G 2）の適用を推奨します。

皆様の溶接工程内のパックの数だけご使用頂きたいと願っています。



▲ 図 026-02

■ワイヤ検出は銅粉を発生させない非接触式検出器の適用を推奨

図 026-03 にみるようにワイヤ検出用リミットスイッチのレーバーをワイヤに直接接触させる方式が従来適用されてきました。接触部の擦れにより銅粉が発生しやすく、キズが付き、ワイヤ表面の油分が拭き取られやすくなります。図 026-04 のようなローラ式接触の場合も意外と多くの銅粉を発生させるのが現状です。これらを守るため非接触式検出器（図 026-05）の適用を推奨します。



▲ 図026-03 リミットスイッチ+レバー式ワイヤ検出器
(ワイヤにキズを付けやすく、銅粉発生しやすい)



▲ 図026-04 ローラ式ワイヤ検出器の例
(銅粉発生が多くみられる)



▲ 図026-05 非接触式ワイヤ検出器

■ ワイヤ二段矯正器の取り付けとその設定

当社販売のバック直上取付け型ワイヤ二段矯正器の外観を図

026-06 に示します。この矯正器の目的はバックに収納されたワイヤの線ぐせを平準化しただけ様な引き出しワイヤを得ることです。チップから出るワイヤの最終的な線ぐせは送給装置入口の3点矯正器により付与します。ではどのように矯正量を調整するか。バックに近い一段目の3点矯正器は二段目で矯正効果を得るためにワイヤに張力を付与するためのものです。ワイヤ径 1.2Φの場合矯正量は 1.5~2.0mm の範囲で設定します。次に矯正効果を得る二段目の3点矯正器の押し込み量は 1.2Φの場合 1.2~1.6mm 程度で線ぐせを確認しながら設定して下さい。また注意しなければならないのは二段目の矯正器の設定方向を図 026-01 に示すように、接続コンジットと引き出しワイヤの線ぐせ方向をほぼ一致させることです。コンジットの中で踊りがなく良好な線ぐせのワイヤが得られます。



▲ 図 026-06 バック直上取付け型ワイヤ二段矯正器 型式「WS-1」

以上。

2015 年 8 月 3 日

溶接ワイヤ送給における着目点は線ぐせ良好なワイヤをスムーズに送給することです。「1 次側コンジット~送給装置入口間」における課題を以下に記します。なお既に説明した 1 次側コンジットの引き回し方については第 7 話、23 話を参照ください。

パックから引き出されたワイヤは透明傘頂部の引き出し口を経てワイヤ検出器（含む二段矯正器）、一次側コンジットへと導入されます。皆様の溶接現場を歩いていて見掛ける不適合事例は図 027-01 にみえるような透明傘の破損品を無理に使用していたり、透明傘のパック留めバンド金具がなく倒れていたり、二段矯正器を適用していても矯正ローラからワイヤが外れてキズがつく状況になっている場合などにしばしば出会います。このような不適合状況には敏感に反応し対処して下さい。



▲ 図 027-01 透明傘破損による 1 次側コンジットの倒れ（透明傘破損、引き出し金具締め付け不良などによるコンジット倒れはワイヤキズ、ワイヤ曲りに直結）

それでは当社商品の 1 次側コンジットライナーである **GF (Good Feedability) ライナー** について説明します。「一次側ライナー」への課題は以下の諸点が挙げられます。

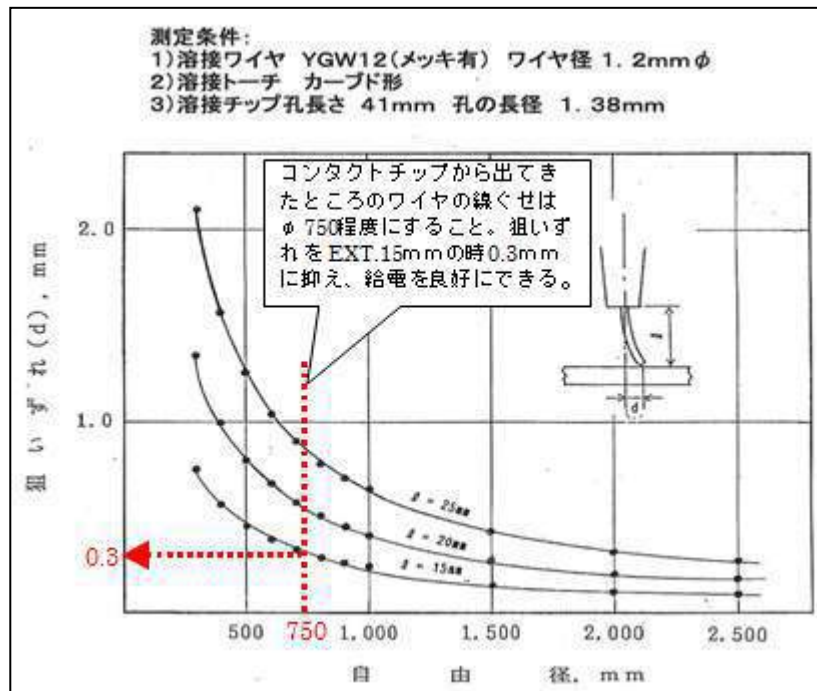
- ① 送給装置からみると送給ワイヤは引き張り側にあるのでライナーの内径はある程度大きい方が好ましく、**GF ライナーの標準寸法は内径Φ4×外径Φ8 と内径を大きく厚肉**にしています。
- ② GF ライナーは図 **027-02** にみるように透明性があり、ライナー内部におけるワイヤ表面汚れ有無の観察が可能。従来品はコンジットに被覆が施されていたので観察不可。

- ③ 従来の重量のある被覆コンジットではロボット動作による揺動が激しく、揺れが止まりにくい。これらの揺れによる微振動が給電性に悪影響を及ぼしスパッターが増加し、アークを不安定にする。**GFライナー**は高強度樹脂チューブのため軽量で揺動を抑えやすい。
- ④ **GFライナー**はチューブ内面がテフロンと同じく潤滑性に優れ、送給ワイヤ表面をキズつけにくい。
- ⑤ **GFライナー**は、**専用MCナイロン継手**により容易に取付けが可能で、任意の切断長さのライナーを適用できます。**GFライナー**の納入長さ仕様は**10、30、50&100m**と品揃えしてあります。



▲ 図 027-02 社商品一次側コンジット「GFライナー」
(当社商品カタログ「GFライナー」より抜粋)

次に送給装置入口側に取り付ける**3点矯正器**について紹介します。現状4ロール式送給装置への3点矯正器取付けはオプション品扱いの場合が多い。これは4ロール式ではワイヤ送給性、給電性の確保が容易だろうという推測の上での判断と考えますが、この考えは大きな間違いです。4ロール式を適用すると送給ワイヤは輪径の大きな、いわゆる直線に近い線ぐせになる傾向にあり、Φ1.2ワイヤと自由給電式トーチの組合せで言えば**図 027-03**にみるようにΦ700~800の輪径を必要としますが3点矯正器が付属していなければ所要輪径を得ることはできません。



▲ 図 027-03 チップ出口のワイヤ線ぐせ (自由径) と狙いずれ量の関係

4 ロール送給装置には3点矯正器は必需品と考えて下さい。当社の3点矯正器の外観を図 027-04 に示します。取り付けの際には矯正量(mm)と矯正方向を確認して設定して下さい。滑らかなワイヤ送給性を日常的に確保するためには専用のワイヤ表面潤滑剤の助けを借りる場合があります。

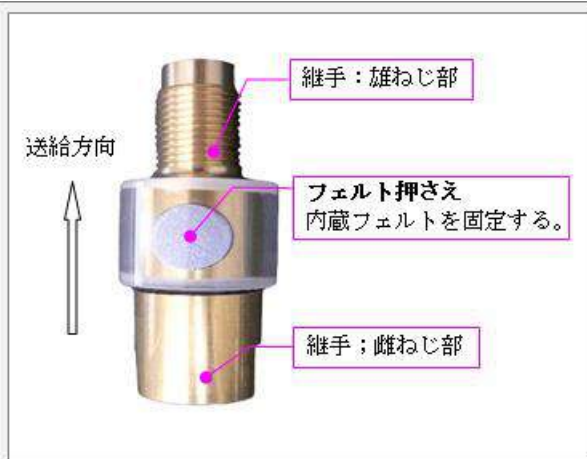


▲ 図 027-04 送給装置入口側取付け「3点ワイヤ矯正器」 (矯正量と矯正方向を適正に設定して下さい)

当社では専門メーカーである株式会社日本科学エンジニアリング様と共同開発した「洗浄と潤滑」を同時に満足させる LL コンジットクリーナー(図 027-05) および、それらを併用する商品「フキツール」(図 027-06) をパックワイヤ引き出し部あるいは3点矯正器入口部に取り付け送給性改善に役立てて頂きたい。



▲ 図027-05 洗浄と潤滑を兼ね備えた「LLコンジットクリーナー」



▲ 図027-06 送給ワイヤの汚れ拭き取りと潤滑を与える当社商品「フキール」のセット 外観

以上。

ガスシールドアーク溶接の 3 つの基本の一つは「スムーズなワイヤ送給を行うこと」と繰り返し強調してきました。

お客様のアーク自動・ロボット溶接設備を点検させて頂く場合、**溶接ワイヤ→1 次側コンジット→ワイヤ送給装置 (図 028-01 参照)**の順に進め、ロボットアーム上に搭載された「**ワイヤ送給装置の日常点検はどのようにされていますか**」と常に質問することにしてあります。多くは「**ペイルパックワイヤを取り替えた時に点検する程度**」という回答です。アーク溶接品質を良好に維持・継続するためにはワイヤ送給系の果たす役割は大きく、**点検は毎日 1 回と決めて行ってください**。このようにすれば、品質に自信をもって対応できます。



図 028-01 ロボットアーム上のワイヤ送給装置
■送給装置周りが汚れている 「きれいにしましょう！」

ワイヤ送給装置の取扱いは機器メーカーの取り扱い説明書およびそのアドバイスに従い実施することが好ましいが「**日常点検の実際**」については多く触れられていません。そこで「**送給装置周り日常点検重要項目**」を以下に記します。参考にして下さい。

【ワイヤ送給装置周りの日常点検項目】

① **1 次側コンジットの接続**は適正ですか、接続部などが不連続でワイヤにキズ、曲りを与えていませんか。

② **3点矯正器**は付属していますか、また適正な矯正が行われていますか、ワイヤがローラ溝から外れていませんか。

③ **ワイヤ径とローラ溝の再確認**

④ 送給ワイヤはローラ溝にスムーズに入っていますか、加圧ローラを外し点検して下さい。**ワイヤがローラ溝を逸脱したり、浮き上がったりしていませんか。**（図 028-02 参照）

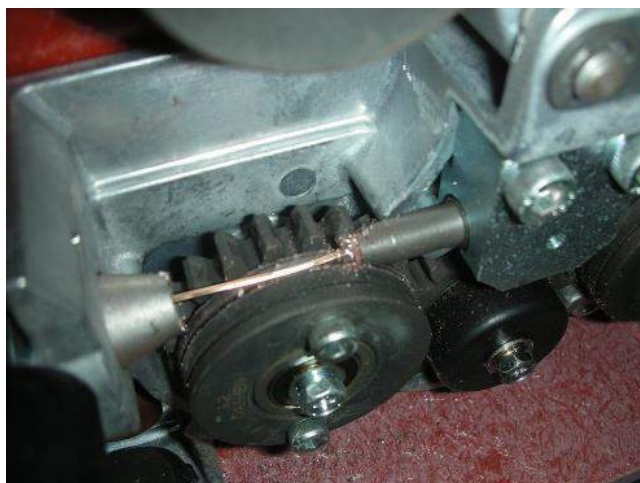


図 028-02 4WD送給装置周りのワイヤ異常
■ワイヤの溝外れ、擦れはコンジット引き回し方法に原因があります。

⑤ **加圧ローラ**は適正に作用させていますか、加圧力（荷重）が大き過ぎませんか、逆に小さ過ぎませんか

⑥ **送給ローラと加圧ローラの間隙**は送給ワイヤを挿入した時にチェックしておいて下さい。例えば、ほぼ新品時でコピー普通紙3枚分などです。**ローラ摩耗の目安**となります。

⑦ ワイヤ入口側**ガイド部品**、4WD送給装置では**中間ワイヤガイド部品**およびワイヤ出口側（受け口とも言う）**ガイド部品**が脱落していませんか、正常に装着されていても「受け口」の外観は良好ですか。

⑧ **送給装置ローラ周りおよび下部に銅粉、鉄粉などが落下して赤く、黒くなっていますか**、そのような場合は早急に原因を探し対策して下さい（図 028-03 参照）。



図 028-03 4WD送給装置周りの銅粉、鉄粉
■直ちに異常と判定し、原因と発生箇所を見つけ対策してください。

⑨ **スプール巻きワイヤ**を適用する場合、送給装置はどの向きに設置されていますか。20キロリール適用の場合、使いはじめと使い終わりに送給変動が生じていないことを確認して下さい（**図 028-04 参照**）

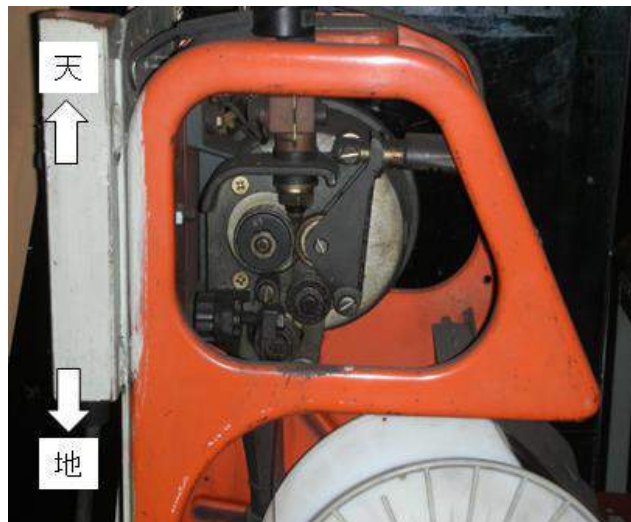


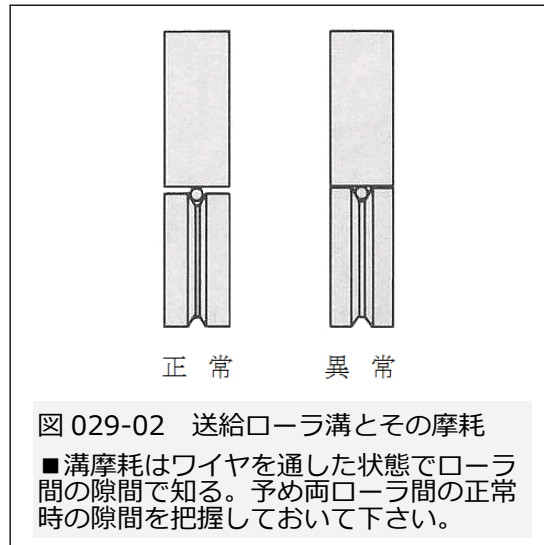
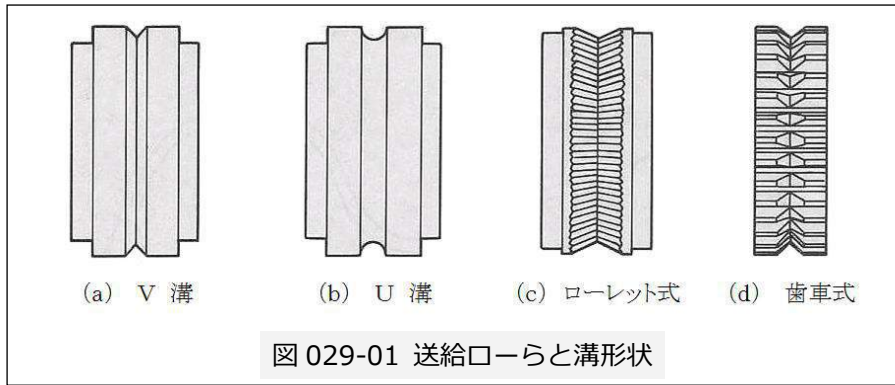
図 028-04 好ましくない送給装置取り付け例
■スプール軸が軸受仕様でないでスプールワイヤの重量により速度バラツキを生じやすい。水平位置取り付けが好ましい。

⑩ スプール巻きワイヤの場合、**リール脱落防止ストッパー**を効かせているか確認下さい。リール落下による災害を防止して下さい。

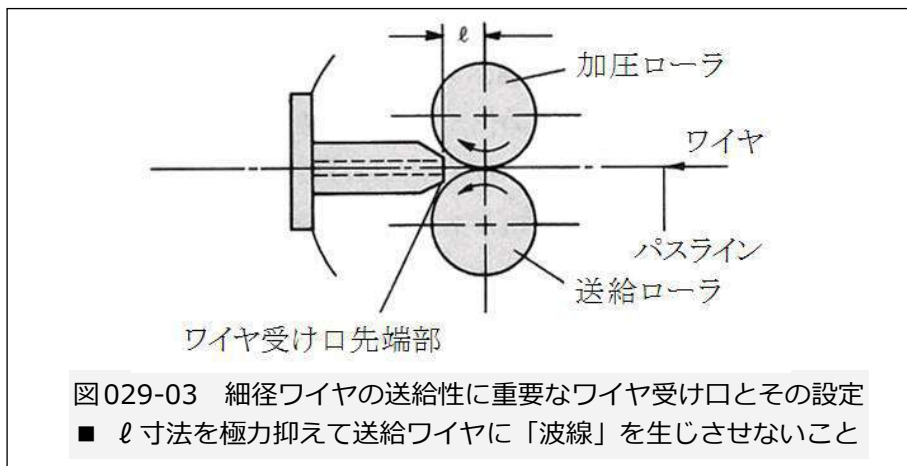
次回は**送給装置とその取扱い(2)**として加圧の掛け方、送給ローラの溝、細径ワイヤ送給におけるワイヤ受け口の重要性および送給ローラ周りの油脂分の必要性などについて解説します。

送給装置には周知のように、主にシングル駆動と称する**2ローラタイプ**と4WDと称する**4ローラタイプ**があります。前にも触れましたが、従来4WDは細径ワイヤと軟質ワイヤ（アルミ系など）の送給用に専ら適用され、軟鋼系Φ1.2ワイヤなどの送給容易な対象にはシングル駆動で十分と考えられてきました。それがなぜ現状ロボット溶接用では4WD送給装置が一般化したのでしょうか。推察するところは「**4WD送給ではシングル駆動に比べ加圧力が半分で済む**」ためと考えています。なぜ加圧力が半分であると都合がよいかと言いますと、送給ワイヤの変形が抑制されチップ孔にスムーズに通じ、ワイヤ表面にキズが付きにくく、メッキ剥離も少なく、スムーズでムラのない送給に寄与できるからです。では、ワイヤへの加圧力はどのように決めれば良いのでしょうか。現状ではワイヤ径と材質により送給装置加圧ハンドルの標示目盛により適正な設定が可能となります。**加圧力設定への考え方は、強すぎると**コンタクトチップなどにおける溶着が生じた場合、送給ワイヤに無理な力を与え「**波線**」を作ってしまう。するとトーチケーブル内のコンジットもキズがつくと同時にダメージを受けることになります。これは避けて下さい。一方、**加圧力が弱すぎると**何らかの要因で送給抵抗が増した場合、**スリップ**して送給速度にバラツキを生じやすくなります。適正な加圧設定のひとつの方法は、**トーチを水平よりほぼ30度程度傾斜させワイヤインチングしたとき「ワイヤがぐるぐる巻き状になってスムーズに送り出される程度に加圧する**」ことです。この設定の場合、水平からの角度が45度～面直と大きくなるにつれ抵抗が増加するので、スリップしやすく、送給バラツキを観察できます。

次に**加圧ローラに設けられている溝**（図029-01、029-02参照）について触れます。軟鋼ソリッドワイヤは細径からΦ1.6程度までほぼ「**U溝**」が採用されています。U溝の片側角度はほぼ15～20度で、両側では30～40度の溝角度となっています。なおアルミなどの軟質ワイヤには加圧力が大きくなるよう溝角度90～120度のV溝ローラが適用されています。またΦ2.0以上の軟鋼系ソリッドワイヤ用には送給力アップのためローレット式あるいは歯車式ローラが用いられます。また**細径FCW、細径MCWなどのコールドワイヤへの送給装置には極力ワイヤの変形を抑制することが大切で、送給性能に優れた4WD式送給装置の適用が求められます。**



Φ0.6 などの極細径ワイヤは自動車板金や薄板溶接分野で適用されています。小生も昭和 50 年当時の東亜精機勤務の時、自動車板金用単相 CO₂ 溶接機の開発に携わり 4WD 方式送給装置を採用し製品化に成功した経験があります。Φ0.6 ワイヤの送給で課題のひとつは**ワイヤ受け口**の設計でした。細径ワイヤになればなるほど図 029-03 にみる l 寸法を小さく保持し受け口に送給されるワイヤが「波線」になることを抑制することでした。また細径の場合、ワイヤ受け口の先端部にキズなどの異常が発生すれば新品に交換しましょう。



なお、送給装置取扱いで大切な考えをもうひとつ示します。それは、**送給性を良好にするための潤滑性維持の話です**。溶接ワイヤに関してはワイヤ 10kg 当たり約 1.0g or 1.0cc の油が塗布されているとお話しましたが、送給装置のローラおよびワイヤガイド周りにも微量の油が必要です。一般的に油、ミストのあるプレスショップに近い溶接工程のワイヤ送給性は良好であり、乾燥しきった環境の溶接工程の送給性は一般的に悪いと考えて下さい。送給装置周りもメッキカスなどで汚れるので有機溶剤などを使用してクリーンにすることが大切ですが、その後に当社製 LL コンジットクリーナなどの**潤滑剤の少々**の塗布を必ず行いましょう。

以上。

No.A029

本稿第 21 話で半自動空冷トーチの歩み、第 22 話で自動溶接用トーチの発達について夫々説明しました。ここではそれらを背景として溶接トーチとその取扱いについて述べます。

はじめに溶接トーチに対する考えの一端を記します。「溶接トーチ」はアークに最も近くで働き、溶接品質の良否を左右し、溶接設備の中で最も大切なものの一つであり、生産準備をする段階で「どのような仕様の溶接トーチを選定するか」が大変重要な課題です。参考として、表 030-01 に「トーチ選定にあたって必要な検討項目例」を示します。

表030-01 溶接トーチ選定時の検討課題

No.	検討項目	事 例	溶接トーチへの影響
1	適用溶接法	CO ₂ 、マグ・ミグ、パルスマグ・ミグ溶接など	耐熱性→空冷or水冷
2	主な溶接条件	溶接電流(A)、アーク電圧(V)、速度(cpm)	耐熱性→空冷or水冷
3	溶接入熱量	60×電流×電圧÷溶接速度	耐熱性→空冷or水冷
4	主な継手形状	突合せ、重ねすみ肉、T字すみ肉	輻射熱の大小
5	給電方式	自由給電式/強制給電式	給電によるアークの安定
6	トーチ形状	ストレート式/カーブ式	ストレート式は強制給電で
7	ワイヤの線径	トーチ形状、コンジット内径、チップ孔径	ねらいずれの抑制
8	スパッター付着	ノズル、チップのスパッター付着対策	材質、形状
9	スパッター付着	スパッター防止剤、スパッター除去装置など	防止剤の選定など
10	溶接ヒューム	スパッター付着対応と同じ	トーチの汚れ、ガス孔の詰まり

① 適用溶接法、適用溶接条件、溶接入熱量

溶接トーチ選定に際し第一に考慮しなければならないことは適用する溶接法と溶接条件に合致しているかと言う点です。端的に言えば空冷トーチでもつのか or 水冷方式を採用しないといけないかということです。溶接アークは溶接電流による $I^2 R t$ のジュール熱およびアークからの輻射熱がトーチ先端部に熱影響を及ぼすので耐熱性が強く求められます。短絡移行法に比べ短絡を殆ど発生させないパルス溶接法では同一電流でみると発生熱量は高く、より低い電流条件から水冷トーチの適用が必要となります。一方、CO₂ 溶接に比べ、マグ (Ar+20%CO₂) 溶接ではガスによる冷却作用が少ないのでトーチへの熱伝導が大きくなり過熱しやすくなります。また溶接条件では、溶接入熱量 Q (J/cm) を適用して耐熱性を推定、評価してほしい。

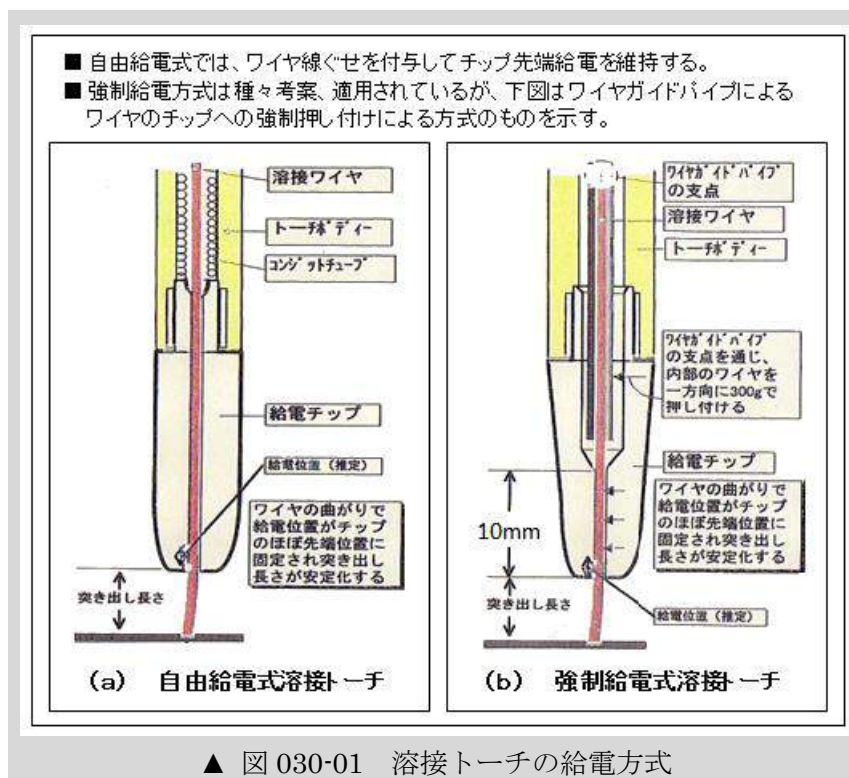
なお、溶接入熱量 Q (J/cm) = 60×溶接電流(A)×アーク電圧(V)÷溶接速度(cm/min)で表される。

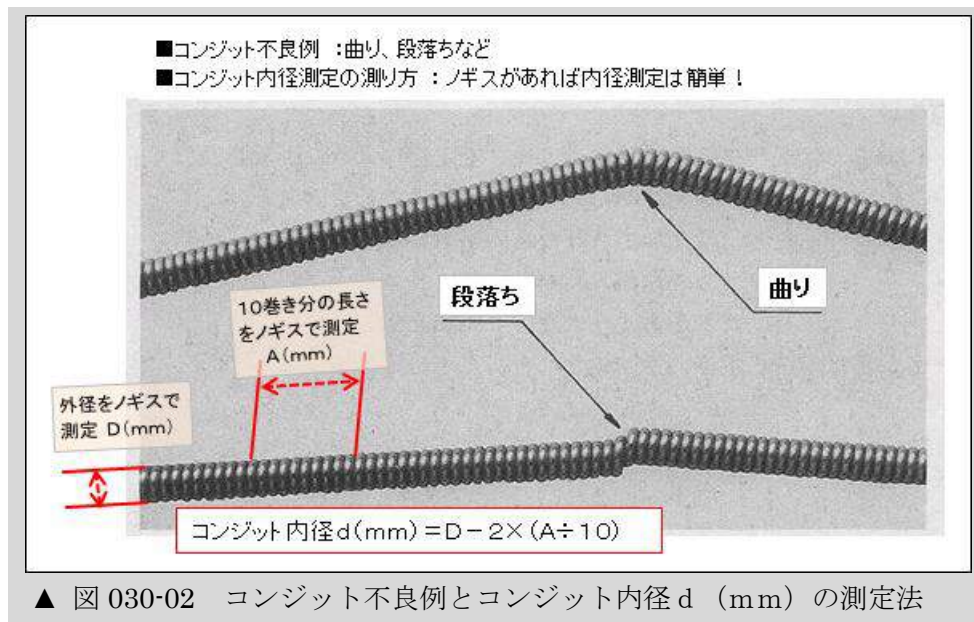
② 母材条件、とりわけ継手形状

母材条件で継手形状の要因がトーチの耐熱性に大きな影響を及ぼす。継手のなかで**突合せ継手の場合は180度**の開きがあるのに対し、**すみ肉継手の場合は90度**となり溶接アーク→母材→トーチ先端への輻射熱の影響が極大化します。溶接品がすみ肉継手の場合はこの点を配慮してトーチの熱容量を大きめにしてほしい。

③ 給電方式（自由／強制給電）とトーチ形状、ワイヤの線ぐせ

ここでトーチ形状はストレート式 or カーブド式を指します。敢えて給電方式とトーチ形状を併記した理由は、ストレート式トーチの場合、自由給電式トーチでは給電点が安定しない恐れが強いので**適正な線ぐせを3点矯正器適用により必ず付ける**ようにして下さい。ストレート式は給電性、線ぐせ性の双方に劣るため少なくともカーブドトーチにするか、できれば強制給電方式のストレートトーチを採用することが望ましい。カーブドトーチの場合はその中心を送給される溶接ワイヤのスプリングバック性によりチップ先端での給電性に多少の効果が期待できる。とにかくチップ先端 2mm における給電が良好な給電性とアーク安定性維持につながります（**図 030-01 参照**）。また、ワイヤの線ぐせはトーチ形状、チップ孔径のほかにコンジット or ライナー内径にも依存する。内径の過大なものを使用すると溶接ワイヤがコンジット内で踊りやすく、線ぐせ不良、アーク不安定につながりやすい。**ワイヤ径 $\Phi 1.2$ であればコンジット内径は 1.8~2.0mm が望ましい。**（**図 030-02 参照**）





④ スパッター、溶接ヒューム

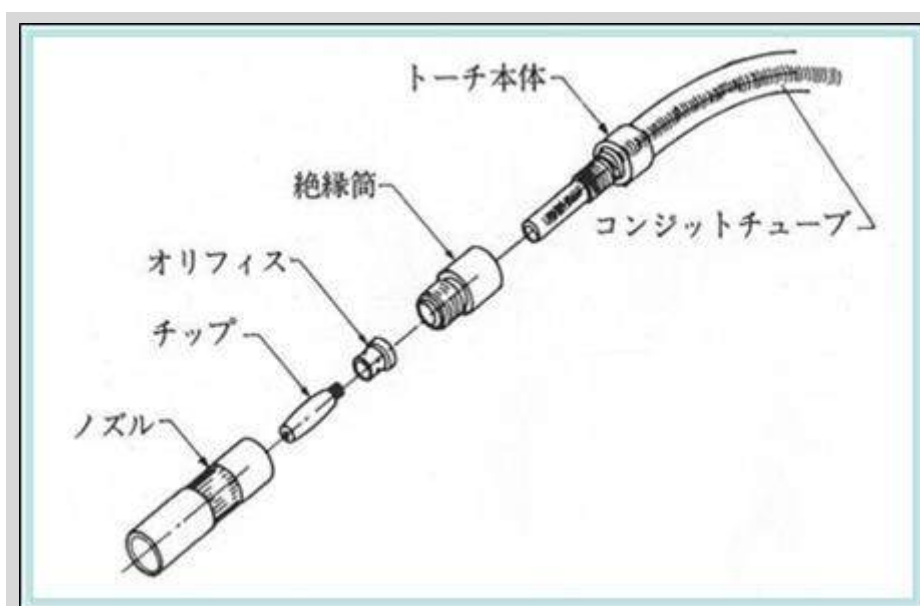
スパッター、ヒュームはCO₂、マグ溶接では必ず発生、トーチ周りに付着して様々な品質不良につながります。そのためロボット溶接では**スパッター防止剤の適用**、および**スパッター除去装置の併用**などが行われますが、専用機の場合はチップ、ノズルの清掃作業はその都度作業者の手に委ねられることが多く、作業者の負担が大きくなるとともに作業能率を低下させます。そのため、チップ・ノズル・チップボディーなど溶接トーチ先端部品の耐スパッター性改善に向けた取り組みが、形状・材質の面から、継続的になされています。具体的には稿を改めて書きたい。

以上。

No.A030

前話（第 30 話）では溶接トーチ選定上の留意事項について触れましたが、さらに大切なことは溶接トーチおよび関連部品の日常管理です。表 031-01 にトーチ部品の日常管理の一例を示す。

ここで、図 031-01 にあるような自動・空冷・カーブドトーチが適用されているとします。皆様の溶接工程にある溶接トーチの種類と部品管理の現状はいかがでしょうか。



▲ 図 031-01 自動・空冷・カーブドトーチの主要部品

表 031-01 に沿って以下に溶接トーチとその関連部品の日常管理の要点について説明します。

表031-01 溶接トーチおよび関連部品の日常管理(空冷・自動・カーブドトーチの場合を記す)

No.	管理対象箇所/部品	日常管理項目、要点	溶接品質への影響
1	空冷トーチ	耐久性、耐熱性	チップなど変色はないか
2	ロボットトーチ	原位置の確認	機械的、熱的変形はないか?
3	(水冷トーチ)	耐久性、耐熱性	冷却水の復水温度は?
4	コンタクトチップ	チップの点検基準、取替え基準は?	品質への影響大きい
5	ノズル	ノズルの点検基準、取替え基準は?	品質への影響大きい
6	ガスオリフィス	ガスオリフィスの点検基準はありますか	点検基準に入れる
7	チップボディー	チップボディーの点検基準はありますか	点検基準に入れる
8	コンジット	コンジット内径の確認と挿入位置の点検	品質への影響重大

① 「空冷トーチ」、「ロボットトーチ」

溶接トーチへの要求特性の主要なものは**耐熱性、耐久性**が保持できているかということです。外観的にノズル、チップ、チップボディーなどの部品に変色が見られれば耐熱性不足と判断し対策して下さい。耐熱性が不足すると材質の銅（Cu）あるいは真鍮（Cu-Zn）の表面が酸化し、熱伝導性、電気伝導性が低下する一方材質軟化に伴い強度が下がり位置ズレなどにつながりやすい。

② 「水冷トーチ」

敢えて、ここで水冷トーチに触れます。CO₂ 溶接ではほぼ溶接電流 300A を超える場合、また、マグ、パルスマグ溶接では 250A を超えると水冷トーチが必要となります。水冷方式には種々ありますが、点検の要点はトーチを水冷している**復水の水温が 30℃を超えると水冷効果が急速に低減する**ことに着目し点検して下さい。

③ コンタクトチップ

溶接トーチ部品の中で最も取替え頻度が高く日常管理が必要な部品です。チップの良し悪しはアークの安定性および溶接品質に直結します。チップに対し深く考え、日常管理しながら溶接品質の安定維持に努めて下さい。

皆様の溶接工程においてチップの点検基準はどのようになっていますか。溶接製品数量毎、作業時間毎あるいは緊急時の点検などがあり、またチップ交換も溶接製品数量毎、作業時間毎あるいは緊急時の交換として実行されているのが現状でしょう。これらの場合、果たして適切な交換が行えているか疑問が生じます。早めの交換はチップの無駄使いにつながり、交換を遅らせれば品質の安定を損ないかねません。なぜチップ交換をするのでしょうか。現象的にはアークが不安定になり、スパッターの発生が増加し、溶接ビード外観が悪くなるためです。**当社ではお客様から受領した使用済みチップの診断を多く手掛けてきました。その中から把握できたことは、チップ寿命はおおよそ 70%が「チップ孔の詰まり」、30%が「チップ孔の孔拡がり」**です。チップ交換の日常管理を標準化すると同時に交換に対する精度を高め、改善にも努めましょう。

④ ガスノズル、ガスオリフィス

チップと同様日常管理が必要な対象部品です。ノズルはアークから輻射熱を吸収、温度上昇するとともにスパッター付着が避けられません。点検作業時にはスパッター除去などを行います。また決められたタイミ

ングでノズル交換が必要となります。一方ガスオリフィスもスパッター付着の影響を受けやすくガス孔の詰まりなどには点検が必要で、変形などがあれば即座に新品に取り換えて下さい。

⑤ チップボディー

チップを取り付ける「チップボディー」という部品について取扱い基準がない場合があり、古く摩耗した、ガス孔の変形したものを使っている場合が見受けられます（**図 031-02 参照**）。品質に直結しますので固執することなく外観的に問題があれば適切に取替え対応しましょう。



⑥ コンジット、ライナー

通常、コンジット or ライナーがチップの根元まで挿入されていますが、とくにコンジットの場合ガス孔から観察し十分に挿入されていることを確認して下さい。この点について機会あるごとに触れています（**第 22 話図 022-01 参照**）が筆者はアーク溶接品質を維持するための生命線と考えるからです。なお、トーチ部品については製品紹介、取扱いと日常管理に関しさらに深耕の予定です。

以上。

溶接トーチの先端に取り付ける**コンタクトチップ**（以下チップと略す）について本稿から **8 話**にわたって説明します。ひとつの部品にこれだけ説明するわけは、それだけアーク溶接技術、品質維持において重要な役割を持っているからです。早速、チップに対する基本的な考え方から説明しましょう。

1. チップに対する基本的な考え方（チップの主な役割は、以下の5点です。）

- ①**確実な給電**
- ②**スムーズなワイヤ送給**
- ③**良好な熱的耐久性と機械的強度、硬さの保持**
- ④**適正なワイヤターゲット性（狙い位置精度）**
- ⑤**良好なガスシールド性**

これらの機能が要求されるとともに、取扱い容易なコンタクトチップが求められている。

チップは、それだけがベストであればよいというものではなく、チップ孔を送給される溶接ワイヤの特性に大いに左右されるとともに、適用される溶接条件、シールドガスの種類さらには発生するヒューム、スパッターにも大きな影響を受けるので、広い視野からチップの良し悪し、適否を評価することが求められる。また、チップは取替え頻度の最も高いトーチ部品であり、溶接作業者の取り扱いおよび日常管理に大きく左右される。

2. チップとビード外観例（溶接ビードの一例を見てみましょう。）

図 032-01～図 032-03 にチップ不良に関連する溶接ビード外観の例を示します。図 032-01 は自動車部品の CO₂ 短絡移行溶接におけるビード外観不良発生例で、スタート直後より定常ビード部でくびれ、山高ビードになっている。同様に図 032-02 もスタート部から定常ビードも含め山高状の**ダンゴビード**になっている例を示す。





いずれも**不良の主因はチップ**にあり、**給電不良**と考えられる。給電が不良になるとワイヤは溶着するもののアーク停止時間が生ずるので適正なビード形状が得られなくなる。図 032-03 には農機部品の CO2 短絡移行溶接におけるビード外観不良発生の例で溶接スタート部からアークが不安定で「**ビード切れ**」を生じている。

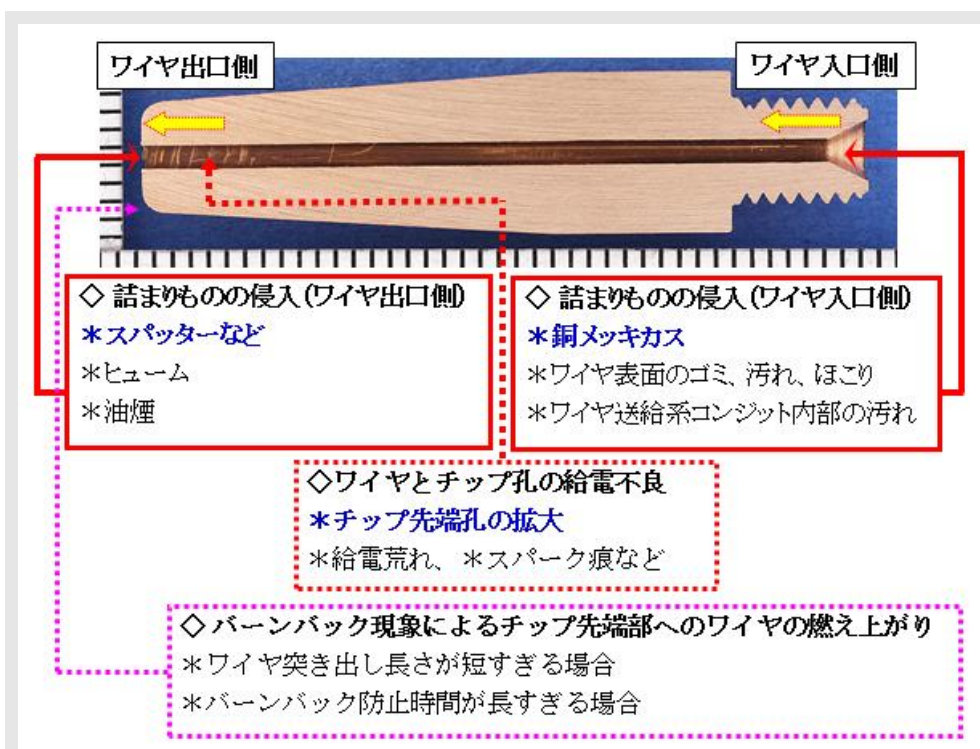


ビードは給電不良と送給不良が重なった状況となり、ビードの波が不規則で、部分的に大きな**ビード切れ**を呈している。またビードの両端にスパッター付着を伴うビラビラの状態になっている。これらは溶融池を移行ワイヤ、移行溶滴が激しく叩いたことを示すもので、それらの原因はチップ不良と推定できます。

生産準備段階で適正アーク条件の設定が確認され、日常の製造段階でこれら「**ビード切れ**」、「**溶着不良**」などを生ずる場合の多くはチップ不良が主因であり、まずは**チップ交換**で対応を図って欲しい。

3. チップ不良を生ずる4つの要因

当社ではお客様から受領した使用済みチップの診断を今日まで数多く実施してきました。その中で得た教訓は、**チップ不良の60～80%はメッキ粉などの詰まりによる送給不良**で、残りが**チップ先端孔の拡大による線ズレ、給電不良**と結論づけています。**チップ詰まり**の多くは送給ワイヤに伴ってチップ孔に運び込まれ、チップ孔先端より抜け出ることができなかった種々の「詰まりもの」がチップ先端10mm程度までに残留しワイヤの送給性、給電性を阻害するものと推定できます。チップを適正に使い、アークを安定化させ、品質を維持、改善する一歩は、これらの「詰まりもの」を極力抑制することであり、メッキカスなどの発生には敏感に対応して処置するよう心掛けて下さい。なお、「詰まりもの」が残留しにくい強制給電式トーチの適用が検討される傾向にありますので、それらのトーチ、チップに関しては稿を改めて説明します。



▲ 図 032-04 チップ不良を生じる主な4つの要因

- ① ワイヤ入口側からの詰まり (銅メッキカスなど)
- ② ワイヤ出口側からの詰まり (スパッターなど)
- ③ チップ孔拡大などにおける給電不良
- ④ ワイヤ出口側におけるアークの燃え上がり

次話では、**当社の主力商品であるコンタクトチップ**について技術的特長の面から説明申し上げます。

以上。