

前話では P 社のスーパーアクティブ溶接法（S-AWP 溶接法）による電流・電圧波形と溶接ワイヤの正送・逆送のタイミングを重ね合わせ、そこから溶滴移行およびアーク性状を推定して表 268-1 に示した。また電流波形を X 軸に、アーク電圧波形を Y 軸に入れた時のリサージュ波形を描き、S-AWP 法（以下 SA 溶接法と称す）における特徴を探索した。

さらに、正送・逆送の送給システムの効果を知るために、従来法である正送のみの溶接機でほぼ同じ電流・電圧・速度・ガス条件にして各波形を比較することにした。結果の一例を図 269-1 に示す。

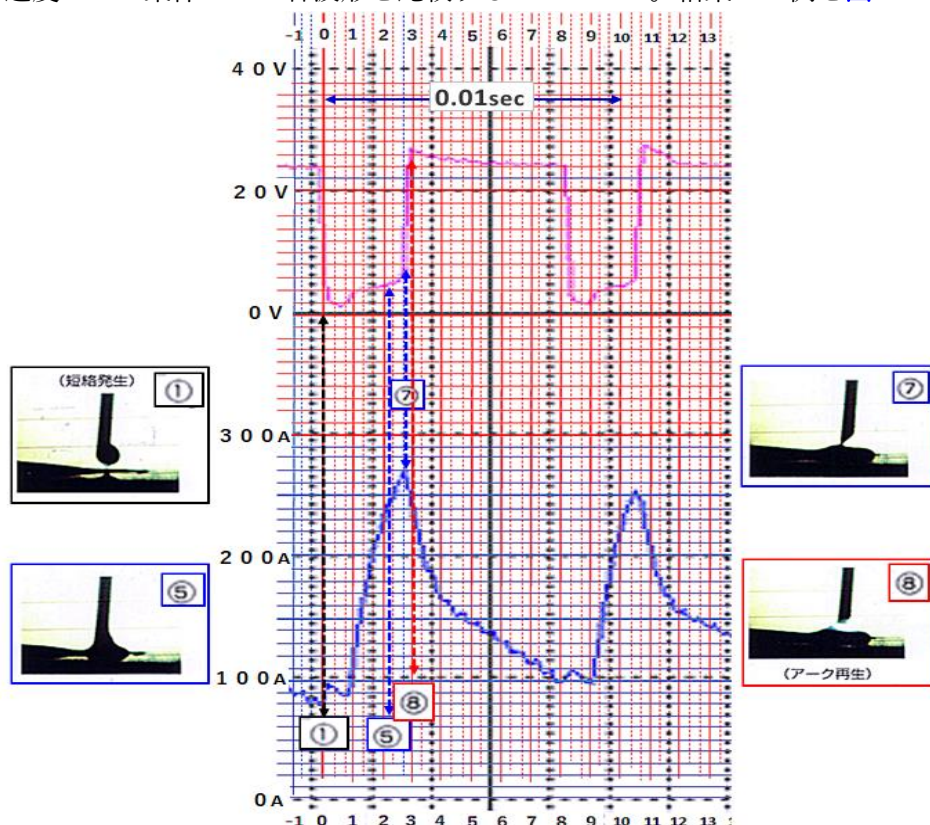


図269-1 従来形インバータ制御350A型溶接電源による短絡移行溶接波形

図 269-1 より分かることは、タイミング①で短絡発生、⑤では短絡電流によりワイヤが溶融するとともに溶滴と溶融池の双方の表面張力、および短絡電流による電磁ピンチ力が作用して吸い取られ、⑦までくると、ワイヤ先端部が糸状に細くなりまさに短絡終了を迎え、⑧ではアーク再生へとつながって行く。このようにワイヤ送給が正送オンリーのため溶滴移行のためには電磁ピンチ力の力を借りなければスムーズな移行を保証できない状態になると考えられる。溶滴移行への効果は表面張力と電磁ピンチ力がほぼ半々で作用している、と筆者などは先輩に教えられてきた。

また、図 269-2 には図 269-1 で得た電流・電圧波形をリサージュ波形に展開したものを示します。タイミング 00 で短絡を開始し、22 の再アーク直前を経て 30 でアークし 80 までアーク継続後、81 でアーク消失、正送のみですから次の短絡を迎えます。このようにほぼひとつのループを形成することになります。

同様に、スパッタレス制御を有する溶接電源使用による短絡移行波形の一例を図 269-3 に示す。タイミング 00 で短絡を開始し、21 で短絡終了直前となり、22 で再アーク直前を迎える。

続いて 30 で再アークを発生し、42 近辺で最大溶接電流を示した後、漸減し 102 までアークが継続し、110 でアーク消失、タイミング 111 で次の短絡を迎える。

これらスパッタレス制御電源の短絡移行波形では短絡時と再生アーク時を個別に制御できるため、正送オンリーであっても図 269-1 に比べて、スパッタ制御の観点からは确实さがあるが、まだこの段階の制御では再アーク時の下からのアーク押上げ力（アーク反力）への抑制制御は適用できていない。

なお、図 269-3 に対応するリサージュ波形は掲載スペースの関係で、割愛させていただきます。

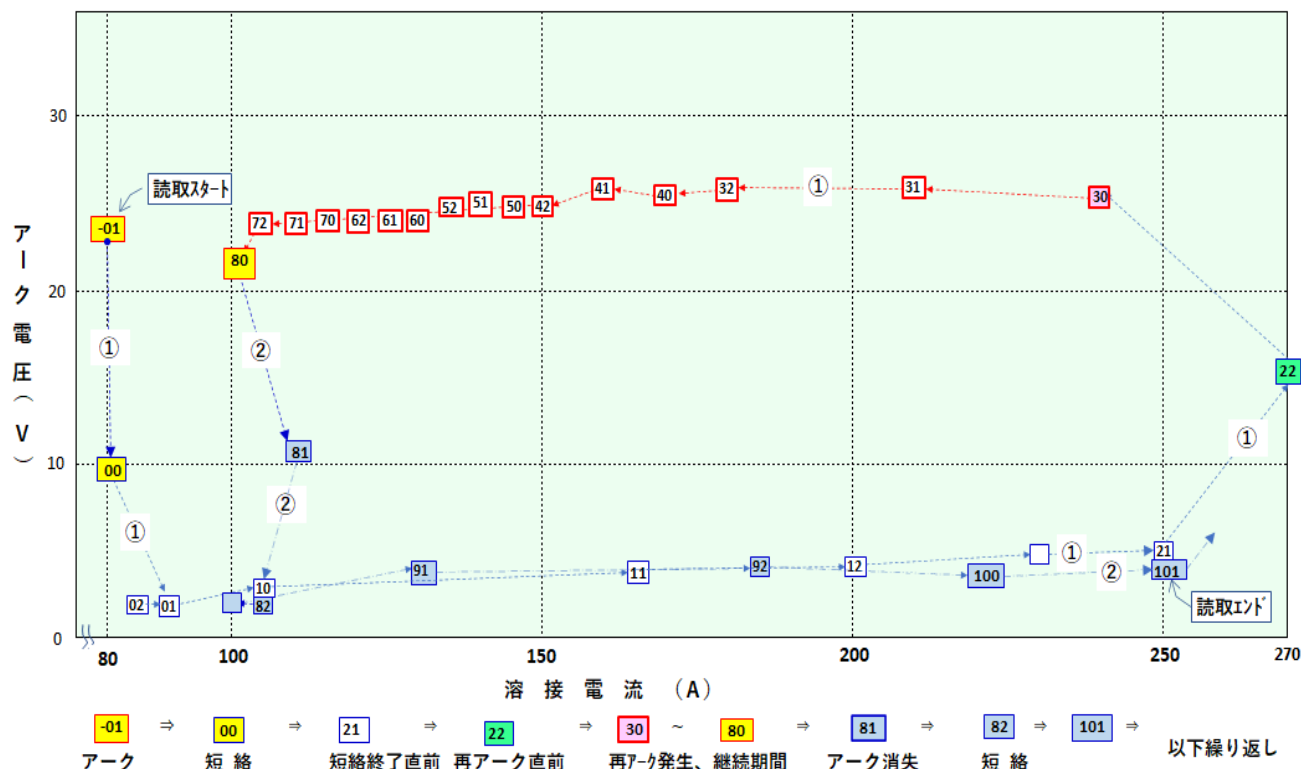


図269-2 従来形インバータ制御350A型溶接電源によるリサージュ波形の一例

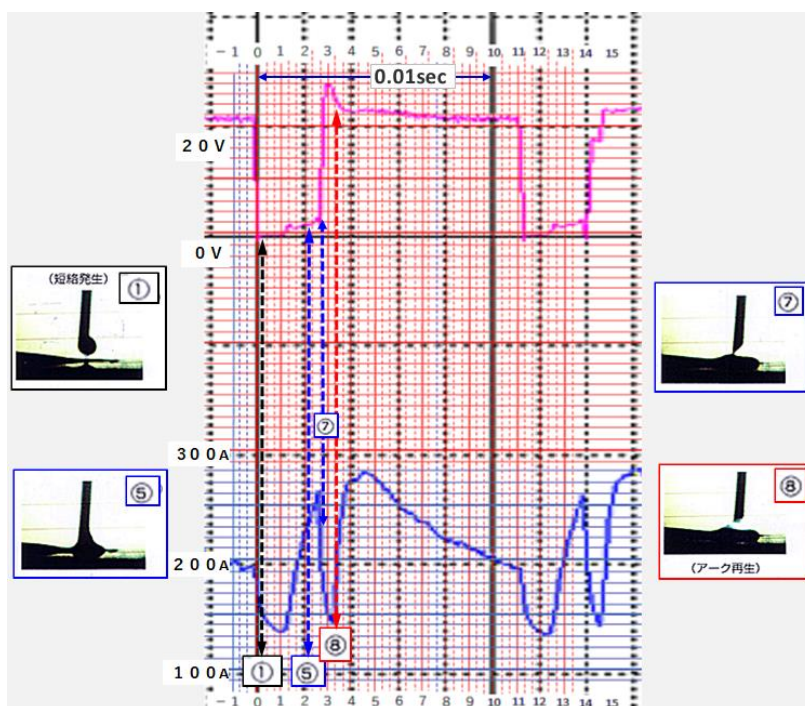


図269-3 スパッタレス制御電源における短絡移行溶接波形の例

このような背景があることを思い描きながらワイヤ送給が正送・逆送を交互に繰り返しながら溶接を行うSA溶接法について、前話 268 話のなかの表 268-1 および 図 268-2 ~図 268-5 を参照しながらコメントを加えます。

1) 代表的な電流・電圧波形 (図 268-2) に関するコメント

① 正直言って、筆者にとって正送・逆送溶接法に関する波形測定は初めてであり、また測定がお客様の溶接工程という制約のなかで、とにかく測定してから、現われる事象については考えましようと言う姿勢で臨みました。

多くの電流・電圧波形を採取しましたが、それらのなかで代表的な波形を図 268-2 に示す。チャートはスタート部・定常部・エンド部に分割。正送・逆送の周期は各部位毎に大きく異なり、制御上種々工夫がなされている模様と理解できます。

② 定常部に目を向ければ、ほぼ規則正しい正送・逆送短絡移行波形が現れています。但しこのチャートでは短絡域電流がアーク域電流に比べてかなり低い状況になっているケースです。今回採取したチャートのなかでは図 269-4 にみるように種々の電流レベルの状況が観察できました。参考にして下さい。

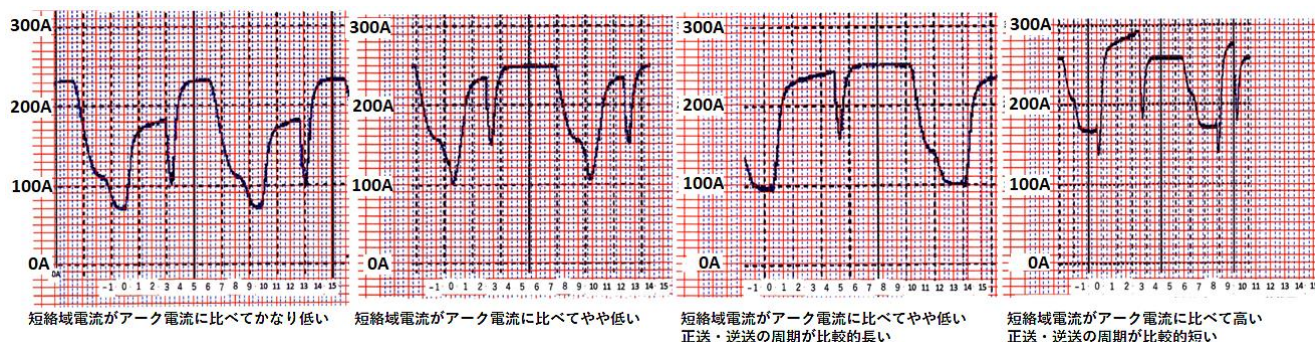


図269-4 SA溶接適用時の特長ある短絡移行溶接電流波形の例

2) 波形 (図 268-4) から読み取ったタイミングと正送・逆送およびアークの主な状況に関するコメント

以下、短絡期間（主に逆送期間）およびアーク期間（主に正送期間）に分けて、主に溶滴先端の状態を推定しながら移行する力の作用を考慮し、コメントします。

2) -1 アーク⇒短絡⇒アーク期間のタイミングにおけるワイヤ先端の状態

① 図 268-4 (表 268-1) に示すタイミングでは、00 ⇒ 31 までの逆送期間。

タイミング 00 でアークから短絡が開始し、逆送によるワイヤおよび溶融金属の引き上げ開始。引き上げは 30 まで継続するが、逆送期間のため過剰な先端部溶融量の形成が抑制される。タイミング 30 では表面張力による引張力と逆走力の相乗効果でくびれ発生を助長する。タイミング 31 ではくびれを検出し、電流を急減させている。

電磁ピンチ力の作用を抑止するとともに、さらに溶融池と先端部を引き離す力がワイヤ長さ方向に作用（表面張力↓↑と逆送による力↑）するため容易に離脱力を生むことが可能となる。一方、溶滴先端のシールドガスの急膨張を阻止し、これらの相乗効果でスパッタ発生を阻止できている。

2) - 2 アーク期間中におけるワイヤ先端の状態

① 図 268-4 (表 268-1) に示すタイミングでは、32 ⇒ 92 までの正送期間。

タイミング 31 ⇒ 32 ⇒ 41 ⇒ 60 ⇒ 92 にみるように極端に大きな先端溶滴を形成することなくアークが発生し、母材に適正な溶け込み深さを形成する。

溶滴が適正な範囲の粒滴の大きさのため、下からの押し上げ作用が小さく、大粒に急成長することなくアーク期間中に母材溶融と先端溶滴の適正な形成を促進する。

なお、逆送の速度および逆送距離、さらには正送速度および正送量などを任意に予め制御することによって、ワイヤの溶滴移行性を制御しかつアークに必要とする性質を付与することが期待できる。

以上のように **S A 溶接法** では、短絡期間にくびれ検出、電流急減により電磁ピンチ力の抑制と同時に溶滴周りにおけるガスの急膨張も無くスパッター発生を大幅抑制するとともに、アーク期間では過大な溶滴を作ることがないので、アーク反力となる溶滴押し上げ作用も小さくなり、正送分に応じた溶滴の形成が計画的になされと推定します。また、タイミング 60 にみるように溶け込み深さも十分形成できるように設定が可能で、言い換えれば短絡期間およびアーク期間の設定および高低がある程度 任意に設定できることが大きな特長であると推定できます。

おわりに

S A 溶接法 に関しては、わからないことだらけで、今回のチャートを採取する中で やっと、理解へのほんの入り口に立つことができた感じがしてきました。

やはりポイントのひとつは正逆送のメカを含めた理解であり、一方正逆送給に対応した溶接電流・アーク電圧の同期制御への理解とそれらの適正な設定です。

アーク安定化へのひとつの方策は、短絡期間とアーク期間を正逆送と関連付けて設定する場合、短絡電流を過大にしないよう留意する必要があります。

S A 溶接法 では、溶滴移行が電気制御的に一層細密化してきている一方、ワイヤ送給性、給電性のバラツキ要因のアーク安定化への影響が益々増大しているので、日常作業のなかでの点検項目に何を採用すべきかを考慮する必要があります。

そのため、主役のひとつであるワイヤへの監視を怠ることなく、送給系およびチップをはじめとする給電系への日常管理とその実行が大切となります。

さらに付け加えるとすれば、スパッタレス化に必須のトーチ前後角、傾斜角、ねらい位置などの設定にも正送・逆送とその制御をマッチングさせることが課題ではないかと感じます。

P 社殿では亜鉛めっき鋼板溶接の場合も含め「**溶接ナビ**」を充実させていますので、さらに進化した現在では **S A 溶接法** を使いやすさと制御レベルにおいて一段と押し上げておられるのではないかと期待するところです。

次話では P 社の文献紹介の最終として、「亜鉛めっき鋼板の溶接」について紹介します。

亜鉛めっき鋼板の溶接こそ、**S A 溶接法** の適用によってはじめて解決に向かった課題のひとつであると強調されています。筆者も大変な技術革新であると感じています。

以上。