

第 267 話では、P 社の正逆送ワイヤ送給を伴うアクティブワイヤ溶接法について説明をし、第 268 および 269 話では、過去に測定したことがあるスーパーアクティブワイヤ溶接法による電流・電圧波形を披露しコメントを加えました。溶接対象が軟鋼系であり、主なねらいがスパッタ低減にあるなかで、正逆送ワイヤ送給制御とその電流波形制御は、“微小短絡”と“アーク反力”の両者の課題を同時に解決することが可能となったと事例を挙げて説明がなされている。

本話では、自動車業界で広く普及してきている亜鉛めっき鋼板溶接へのアクティブワイヤ溶接法の適用について、考え方と原理および効果について P 社の文献 P-8、P-9 から引用しながら紹介します。

亜鉛めっき鋼板の溶接については、筆者も大同特殊鋼時代に溶接ワイヤ販売促進のために研究・開発および適用上の課題解決に向けてしっかり取り組んだ経緯があります。詳しくは本溶接技術だより第 70~71 話および第 120 話~129 話、さらには第 130 話には「まとめ」として記述してあります。参考にして下さい。このような背景、経験を踏まえて、P 社殿の文献を読ませて頂きました。

筆者は正送・逆送制御と電流波形制御の組み合わせによる亜鉛めっき鋼板溶接への効果を直接確認したことがないため文献の引用に留めさせていただきますが、大変な技術革新につながっていると感じています。

1) 「TAWERS Zi-Tech」の開発

P 社殿では、亜鉛めっき鋼板溶接用にスパッタおよび気孔の大幅な低減を可能とする「TAWERS Zi-Tech」を開発した。

2) 亜鉛めっき鋼板溶接時の課題・・・スパッタ発生および気孔残存の要因

図 270-1 に亜鉛めっき鋼板溶接時の課題を示す。溶接中の溶接金属は鋼の融点である約 1500℃以上に達している。ところが亜鉛めっき鋼板の表面にメッキされている亜鉛の沸点は 907℃であり溶融金属の温度に対して低いため、亜鉛は気化し蒸気化する。

図 270-1 にみるように、母材の合わせ面に存在する亜鉛は溶接部周辺であることから熱影響を受け蒸気化する。この熱影響部から蒸気化した亜鉛の蒸気が溶融池の底から溶融金属を通過して外部に拡散しようとする。これらの亜鉛蒸気が飛散および溶融池表面を激しく揺動することによるワイヤ先端との不規則な短絡により、スパッタが激増する。また、溶融金属の凝固速度が速い場合、亜鉛蒸気が外部に拡散しきれずに溶融金属が凝固し、溶接ビード内あるいは溶接ビード表面に気孔として残存する。これが多量のスパッタと気孔残存の要因です。

以上のことから、亜鉛めっき鋼板溶接のスパッタ発生および気孔を低減するためには、亜鉛蒸気の円滑な外部への排出がこれらの課題を解決する重要なポイントである。

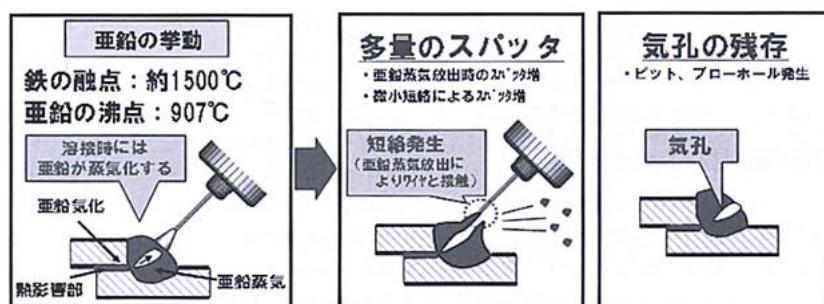


図270-1 亜鉛めっき鋼板溶接時の課題

3) TAWERS Zi-Tech の原理

TAWERS Zi-Tech は、炭酸ガス溶接で効果のある「TAWERS Zi-Active」とマグ溶接で効果を発揮する「TAWERS Zi-Pulse」という二つのソリューションからなる。この2つのソリューションの共通する原理は次に示す通りである。

重要なポイントは、円滑に亜鉛蒸気を排出することである（図 270-1）。アーク力を適正にコントロールすることで継手ルート部上の溶融金属をアーク力で押し分け、継手ルート部を露出させることにより亜鉛蒸気を安定して排出させることが可能となる。

■亜鉛めっき溶接ソリューションの原理

・継手ルート部上の溶融金属を押し分け、
ルート部を露出させることで亜鉛蒸気を安定して排出

■ソリューション

①CO ₂ 溶接 TAWERS Zi-Active	②MAG(90:10)溶接 TAWERS Zi-Pulse
・スパッタ発生量 ⇒ 75～95 %低減(対現行CO ₂)	・スパッタ発生量 ⇒ 30～60 %低減(対MAG(80:20))
・ブローホール発生量 ⇒ 大幅に抑制(極少化)	・ブローホール発生量 ⇒ 大幅に抑制(極少化)
★一般的なワイヤにて対応可能 ランニングコスト削減	★一般的なワイヤにて対応可能 ビード表面のスラグ抑制
対象：厚めの目付量(45～190 g/m ²)	対象：高速溶接(目付量45～90 g/m ²)

図270-2 TAWERS Zi-Techの原理および特徴

以下に TAWERS Zi-Tech の原理および特徴について図 270-2 によって説明します。

まず、「TAWERS Zi-Active」について説明する。

一般的な溶接では、アーク直下に溶融金属が存在し、継手ルート部は溶融金属で覆われている。しかし、TAWERS Zi-Active では、短絡開放後に即座にワイヤを引き上げ、アーク長を確保することで、炭酸ガスの集中したアークであっても溶融金属全体を押し分けることができ、継手ルート部を露出させることが可能となる。

つぎに、「TAWERS Zi-Pulse」について説明する。

マグガスは CO₂ ガスに比べてアークが広がる傾向を持っているため、アーク力を高めるためには、アーク長を短くし電流密度を高める必要がある。また、一般的なマグガス（Ar：CO₂=80：20）を用いた HD-Pulse 溶接に対しマグガス（Ar：CO₂=90：10）を用いた TAWERS Zi-Pulse 溶接は、CO₂ ガス比率が少ないため、溶滴の離脱性が向上するので溶滴の小粒化によりアーク長を短くできる。そして、この集中したアーク力により溶融金属を押し分ける効果が向上する。これにより、マグガスでありながら溶融金属を押し分けることができ、継手ルート部を露出させることが可能となる。

いずれのソリューションにおいても、溶融金属を後方に押し分けることで、亜鉛蒸気は溶融金属内部を通過することなく、継手ルート部から直接外部へ円滑に排出される。これにより、溶融金属の飛散および激しい溶融池の揺動を著しく低減させるので、スパッタおよび気孔を大幅に低減することが可能となる。

4) TAWERS Zi-Tech の効果

4)-1 TAWERS Zi-Active

これまでの Normal-CO₂ 溶接法と TAWERS Zi-Active 溶接法のスパッタ発生量を比較した結果を図 270-3 に示す。

亜鉛の目付量が 45g/m²、90g/m²、190g/m² の 3 種類の亜鉛めっき鋼板を溶接した場合の 1 分間当たりのスパッタ量を表わしている。

45g/m² の目付量では従来比 95%減に、90g/m² の目付量では従来比約 75%減に、190g/m² の目付量では従来比約 75%減にまで低減することが可能になっている。

これまでの Normal-CO₂ 溶接法と TAWERS Zi-Active の溶接ビード外観写真およびX線透過写真を撮影したものを図 270-4 に示す。

90g/m² の目付量では、Normal-CO₂ 溶接法ではブローホールの残存がやや多いが、TAWERS Zi-Active ではほとんど残存していない。190g/m² の目付量では、Normal-CO₂ 溶接法ではブローホールの残存が多いが、TAWERS Zi-Active ではほとんど残存していない。

また、ビード外観写真より TAWERS Zi-Active ではスパッタ付着がほとんどないことも確認できる。

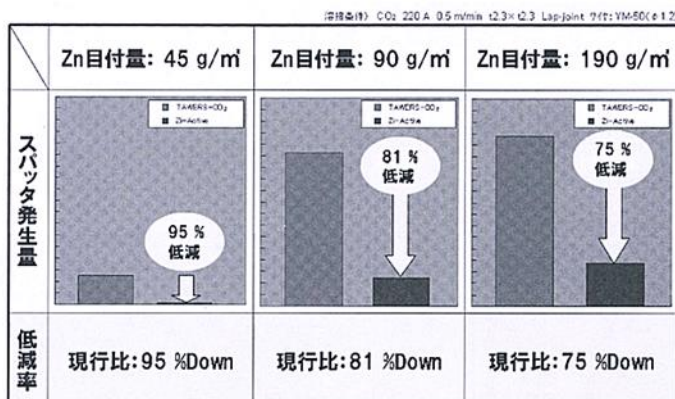


図270-3 TAWERS Zi-Activeのスパッタ発生量の比較

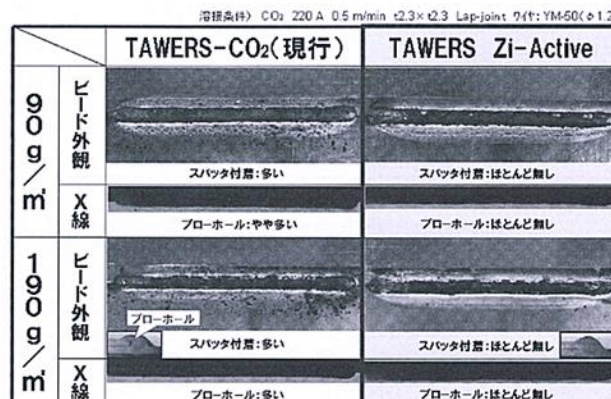


図270-4 TAWERS Zi-Activeのビード外観とX線透過写真比較

4)-2 TAWERS Zi-Pulse

TAWERS に標準搭載している HD-Pulse 溶接法と TAWERS Zi-Pulse 溶接法のスパッタ発生量を比較したグラフを図 270-5 に示す。亜鉛の目付量が 45g/m² の亜鉛めっき鋼板を溶接した場合の 1 分間当たりのスパッタ発生量を表わしている。

45g/m² の目付量ではマグガス (Ar : CO₂=80 : 20) を用いた現行の HD-Pulse 溶接に対してマグガス (Ar : CO₂=90 : 10) を用いた TAWERS Zi-Pulse 溶接の方が、スパッタ発生量を 63%低減することが可能となっている。

また、現行の HD-Pulse 溶接と TAWERS Zi-Pulse 溶接のビード外観写真およびX線透過写真を撮影したものを図 270-6 に示す。

45g/m² の目付量では、現行の HD-Pulse 溶接ではブローホールの残存が多いが、TAWERS Zi-Pulse 溶接ではほとんど残存していない。

以上より、Zi-Tech では、一般ワイヤを用いてワークへのスパッタ付着を少なくすることができ、かつ、ブローホールの残存もほとんどないことから、特殊なワイヤを用いなくてもスパッタ除去作業や手直し工程を極めて少なくでき、余分な後処理を著しく低減することが可能となっている。

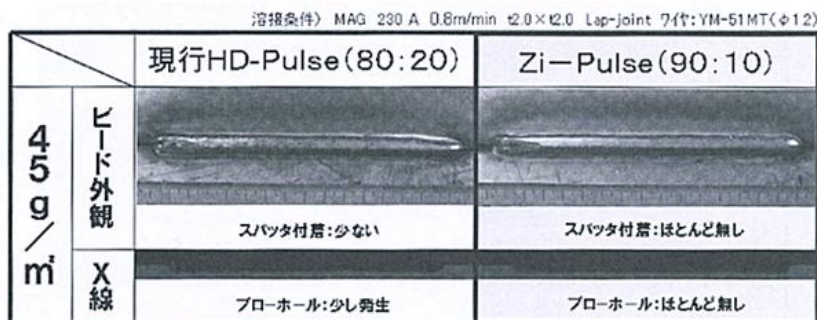


図270-6 TAWERS Zi-Pulseのビード外観とX線透過写真比較

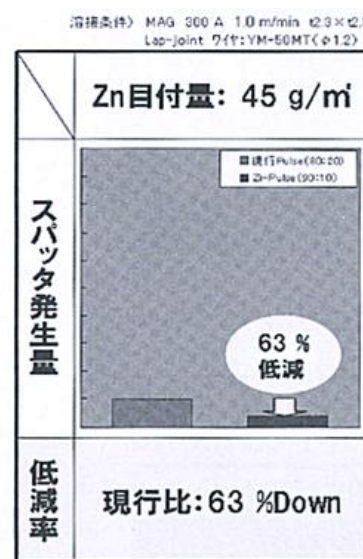


図270-5 TAWERS Zi-Pulse のスパッタ発生量比較

5) 亜鉛めっき鋼板溶接用の溶接ナビ

亜鉛めっき鋼板溶接における気孔の抑制ポイントは、溶融プールを後方に押し込み継手ルート部を露出し、亜鉛蒸気を円滑に外部に拡散することが重要であるということは前述した通りである。この溶融プールの流動状態および継手ルート部の露出に影響を及ぼす因子として、電流波形制御はもちろん重要なパラメータであるが、それ以外に溶接条件（溶接電流、溶接電圧、溶接速度）およびトーチ角度やねらい位置などが挙げられる。これらの溶接条件およびトーチ角度等の適正値は亜鉛めっき鋼板を溶接する場合とめっきの無い一般的な鋼材とは異なっており、亜鉛のめっき量や継手形状によっても適正値が異なっている。これら多数のパラメータの組み合わせを作業者が経験と勘を頼りに見つけることは非常に困難である。

このため、現場の作業者が亜鉛めっき鋼板の溶接ワークに対して容易に適正な溶接条件およびトーチ姿勢を設定できるように、TAWERS Zi-Tech では亜鉛めっき鋼板溶接用の「溶接ナビ」機能が搭載されている。(図 270-7)

亜鉛めっき鋼板の亜鉛めっき量、上板と下板の板厚、継手形状の溶接ワーク情報に対し、アーク溶接法情報となるパルスあり・なしの選択あるいはパルスモード種類の選択、シールドガスの種類、溶接ワイヤ突き出し長設定、ワイヤ材質、ワイヤ径を設定すれば溶接ワークに適した溶接電流、溶接電圧、溶接速度さらにはトーチ角度、ねらい位置を決定することができる。

これらは Zi-Tech を購入していただくと TAWERS 内部にデータベースとして搭載されている。これにより溶接ワークに適した溶接条件を決定するまでにかかる条件出し時間と作業者の労力を大幅に低減することができる。

6) TAWERS Zi-Tech のシステム構成

TAWERS Zi-Active のシステムの特長として、メインフィーダーに AC サーボモータを使用したサーボプルフィーダーをトーチ先端部に配置し、後方にはアシストフィーダーとしてワイヤブースターを採用している。TAWERS Zi-Active では 2010 年に発売したアクティブワイヤ溶接法で採用してきたワイヤ送給制御よりもさらに高精度に制御する必要があるため、サーボプルモータを改良している。これに併せて、サーボプルモータの空冷化も可能になっている。

以上のように、サーボプルフィーダーとワイヤブースターの周辺機器および Zi-Tech 溶接用ソフト等を標準 TAWERS (WGIII) にオプション追加・変更することで「TAWERS Zi-Active」へ進化させることができる。

また、TAWERS Zi-Pulse のシステム構成は、ノーマルフィーダー搭載の標準 TAWERS に、オプションソフトの追加ダウンロードのみで対応が可能になっており、極めて容易な構造になっている。

こうしたバージョンアップが後からでも可能であることが「進化する TAWERS」であり、TAWERS の最大の特長でもある。

以上で、P 社殿の文献紹介は終わりとさせていただきます。P 社殿に対して幾重にも御礼を申し上げますとともに、今後とも P-8 文献でコメントされておられますように、グローバルでの溶接現場における課題解決に向けてこれからも新しい溶接法を開発し、市場投入されますことを心より祈念申し上げます。

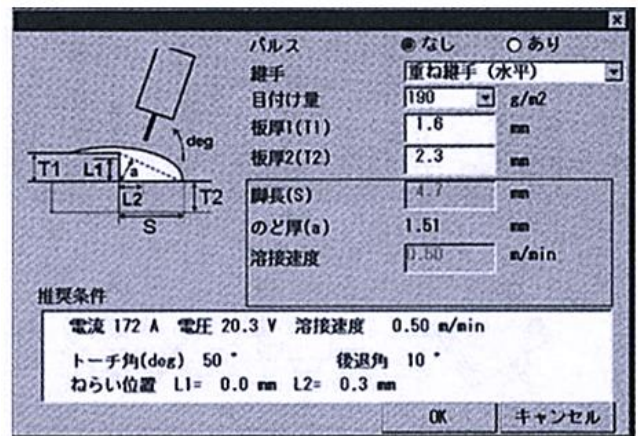


図270-7 溶接ナビ設定画面（亜鉛めっき鋼板溶接用）

以上。