

ぼうだより

Vol.488

技術がいと

2015 Autumn

●技術レポート

生産支援ソフト AP-SUPPORT™ 導入事例



2 技術レポート

生産支援ソフト AP-SUPPORT™ 導入事例

8 特集

神鋼溶接サービス株式会社

設立20周年記念式典

9 営業部ニュース

1- ユーザールポ 有限会社七祐建設

人材と設備が織り成す製品づくり

2- 新 銘柄のおはなし -10

フラックス入りワイヤ

13 ほっとひといき | 世界の水辺

消火栓が伝えるスイス・レマン湖と水の恵み

16 解説コーナー | 試験・調査報告

シュリーレン法によるシールドガス観察

17 神溶会コーナー

Mail from Singapore

18 知恵袋コーナー | 用語解説

被覆剤の作用

生産支援ソフト AP-SUPPORT™ 導入事例

武富 康宏、近藤 亮、谷口 裕児、本田 修平

(株)神戸製鋼所 溶接事業部門 技術センター 溶接システム部

1. はじめに

神戸製鋼所は、建築鉄骨業界、建設機械業界、鋼製橋梁業界や鉄道車両業界等へ、数多くの溶接ロボットシステムを納入しています。神戸製鋼所の ARCMAN™ 溶接システムの最大の特長は、溶接材料、溶接ロボット、溶接電源、ポジショナ、移動装置、クランプ治具など周辺装置を含め自社開発しており、お客様の多様なニーズに対応したシステム提案をできることにあります。このシステム提案力を応用し、溶接ロボットシステム用アプリケーションソフトの展開が進められています。

本稿では、アプリケーションソフトの一つである溶接ロボットシステムの稼働状況を「見える化」するための生産支援ソフト AP-SUPPORT™ の新機能と導入事例について紹介します。

2. 生産支援ソフト AP-SUPPORT™ に関して

溶接ロボットシステムを導入した生産現場では、安定した生産を維持するためにサイクルタイムやアーク発生率が計画通りであるかを管理する必要があります。しかし、そのためのデータは多岐に渡っており、管理するためには多くの時間と労力が掛かります。また、安定生産状況が維持できていない場合には、阻害する要因を解消する必要がありますが、図1に示すとおり溶接ロボットシステムは様々な機器で構成され、そのうちの一つが不調になるだけで、エラー停止や溶接不良が発生する場合があります。問題が発生したときの原因究明には正確な状況把握と豊富な経験・知識が必要となりますが、これ

らが十分ではない場合には問題解決までに多くの時間が掛かり、生産に支障をきたす場合もあります。このような課題を解決するために、溶接ロボットシステムの稼働状況の「見える化」を行い、生産管理データを容易に収集、把握できるシステムとして、生産支援ソフト AP-SUPPORT™ システムを2010年に上市し、多くのお客様に導入されています。AP-SUPPORT™ システムは、図2のように溶接ロボットシステムのロボットコントローラに AP-SUPPORT™ ソフトを搭載した端末を接続した構成となっています。表1に AP-SUPPORT™ の代表的な機能を記します。

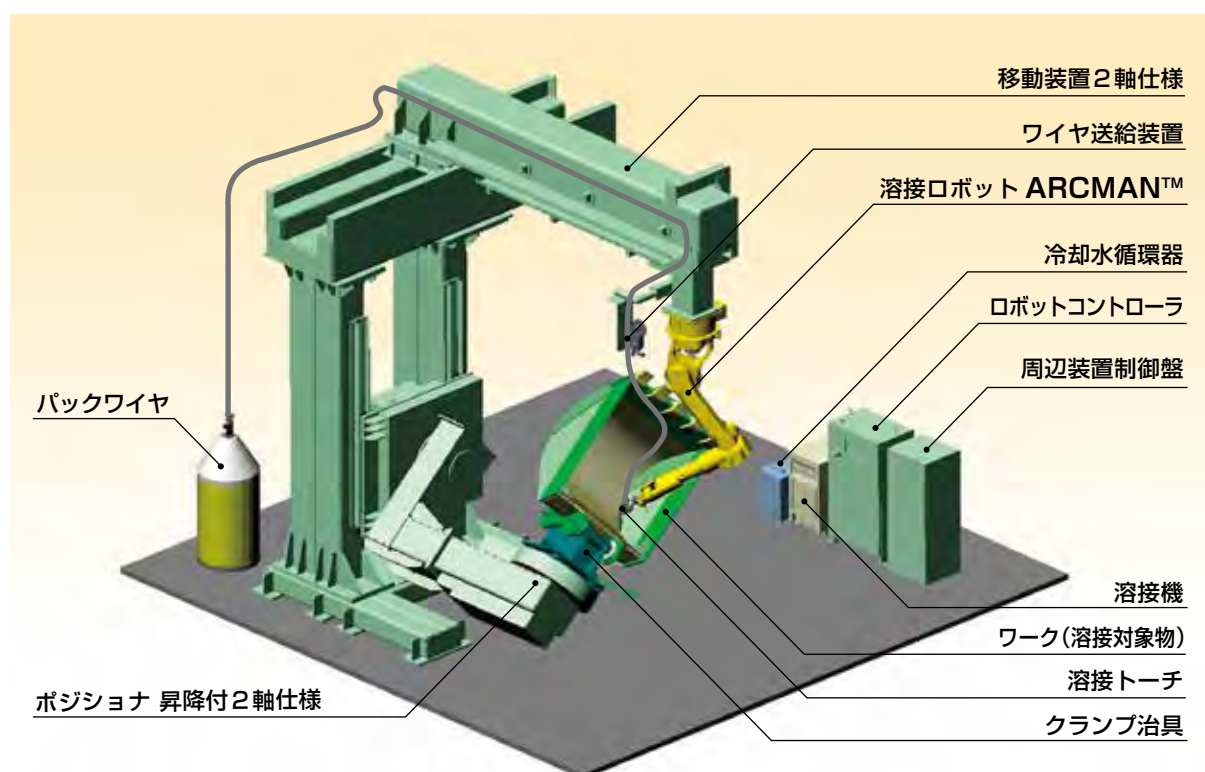


図1 溶接ロボットシステム構成例

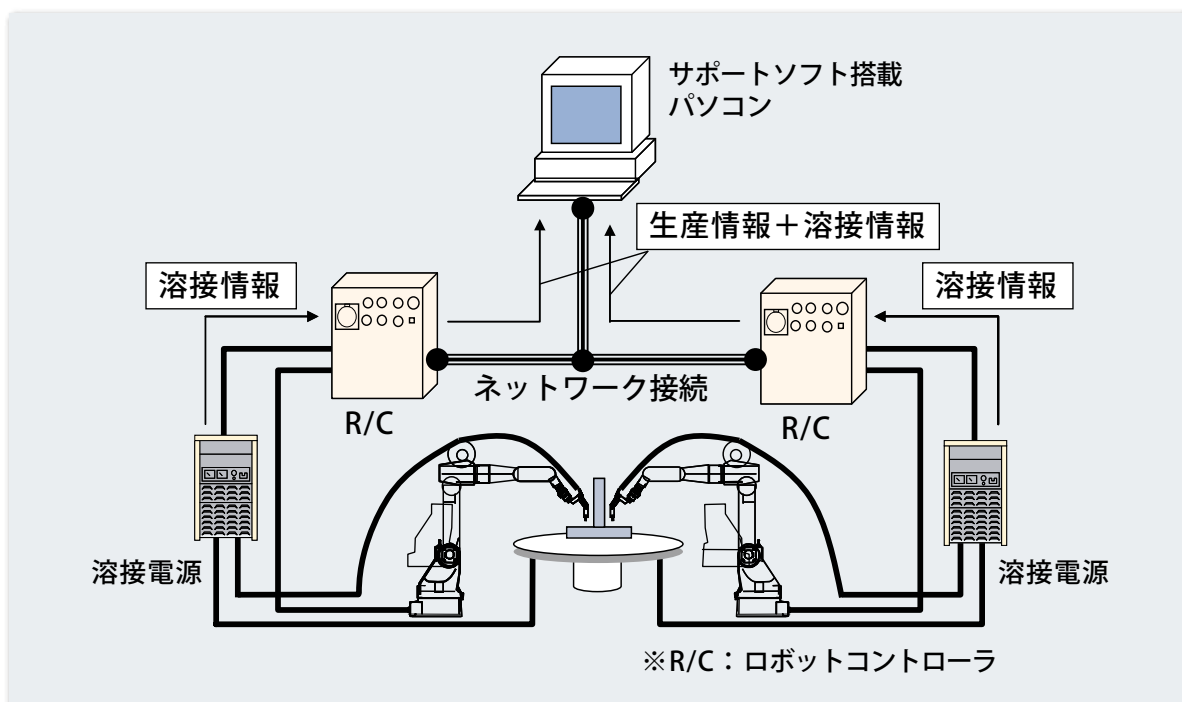


図2 AP-SUPPORT™システム構成例

表1 AP-SUPPORT™の代表的な機能

機 能	概 要
稼働履歴の収集	ARCMAN™の稼働履歴はロボットコントローラに自動保存されます。 AP-SUPPORT™ではこのデータを自動的に接続したPC外部に取り込みを行います。
稼働履歴の出力	AP-SUPPORT™は、収集したデータから、作表やグラフ入りの稼働実績月間報告書を作成できます。 報告書はマニピュレータ毎やワーク毎に分けて出力することができます。 また、日、週、月の期間を指定した出力も可能です。
稼働履歴解析支援	収集するデータには、教示変更履歴やエラー内容、対応操作履歴も含まれます。 AP-SUPPORT™は、上記データの解析を支援し、生産性の改善をサポートします。
ビューワ機能 (オプション)	LAN接続され、AP-SUPPORT™を搭載したパソコンを使用することにより、生産現場から離れた事務所等で、複数台のARCMAN™の稼働状況をライブでモニタリングできます。

3. AP-SUPPORT™ 新機能紹介

AP-SUPPORT™はお客様の使い勝手を向上させるために日々改良を続けています。

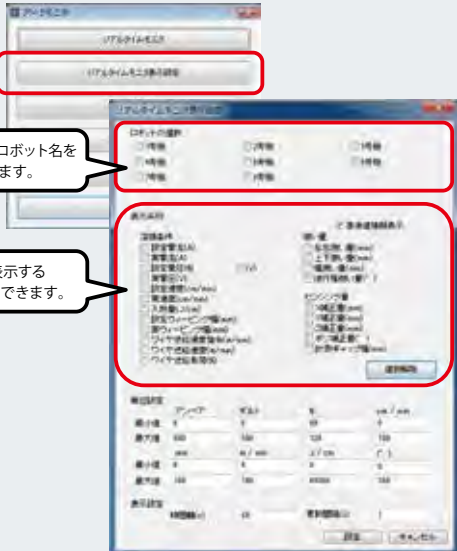
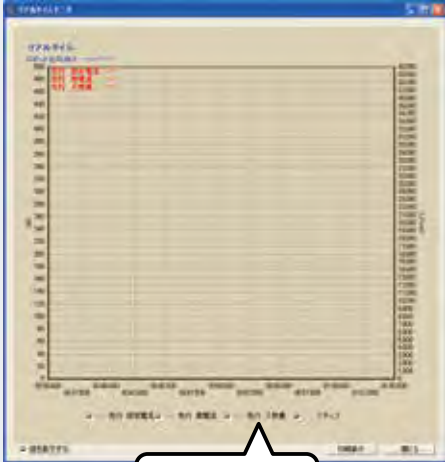
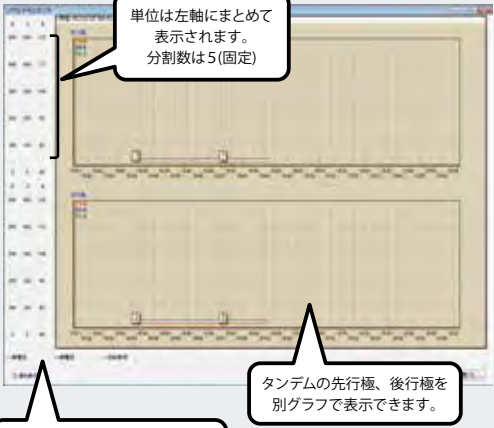
AP-SUPPORT™のワークモニタ機能では、ロボットコントローラから溶接に関する情報として、溶接電流、溶接電圧、溶接速度、センシング補正量、アークセンサ補正量、ワイヤ送給情報等を取得し、グラフ表示することができます。過去のバージョンでは、同時に表

示できるロボット台数が最大2台でしたが、最新バージョンでは10台まで拡張され、接続した10台のロボット全ての状況を俯瞰して見ることができるよう改良されています(表2、表3参照)。また、最大2単位だった同時に表示できる項目は、図3に示すとおり最大10項目に改善され単位数の制限はなくなり、多くの情報を同じ画面上で表示できるようになっています。

表2 AP-SUPPORT™最新バージョンでの機能改善

項目	V2.04	最新バージョン
表示グラフ数	2グラフ	10グラフ
ロボット選択	2グラフに同じロボットを選択可	1ロボット1グラフ (表示ロボットは選択可)
表示項目	最大2単位 (項目数に制限なし)	最大10項目 (単位数に制限なし)

表3 AP-SUPPORT™機能改善（両面）

項目	V2.04	最新バージョン
設定画面		 グラフ表示するロボット名を選択できます。 グラフ表示する項目を選択できます。
グラフ表示	 これまでは、2単位のみ表示できました。	 単位は左軸にまとめて表示されます。分割数は5(固定) タンデムの先行極、後行極を別グラフで表示できます。 表示する単位は左側にまとめて表示されます。(最大10単位)

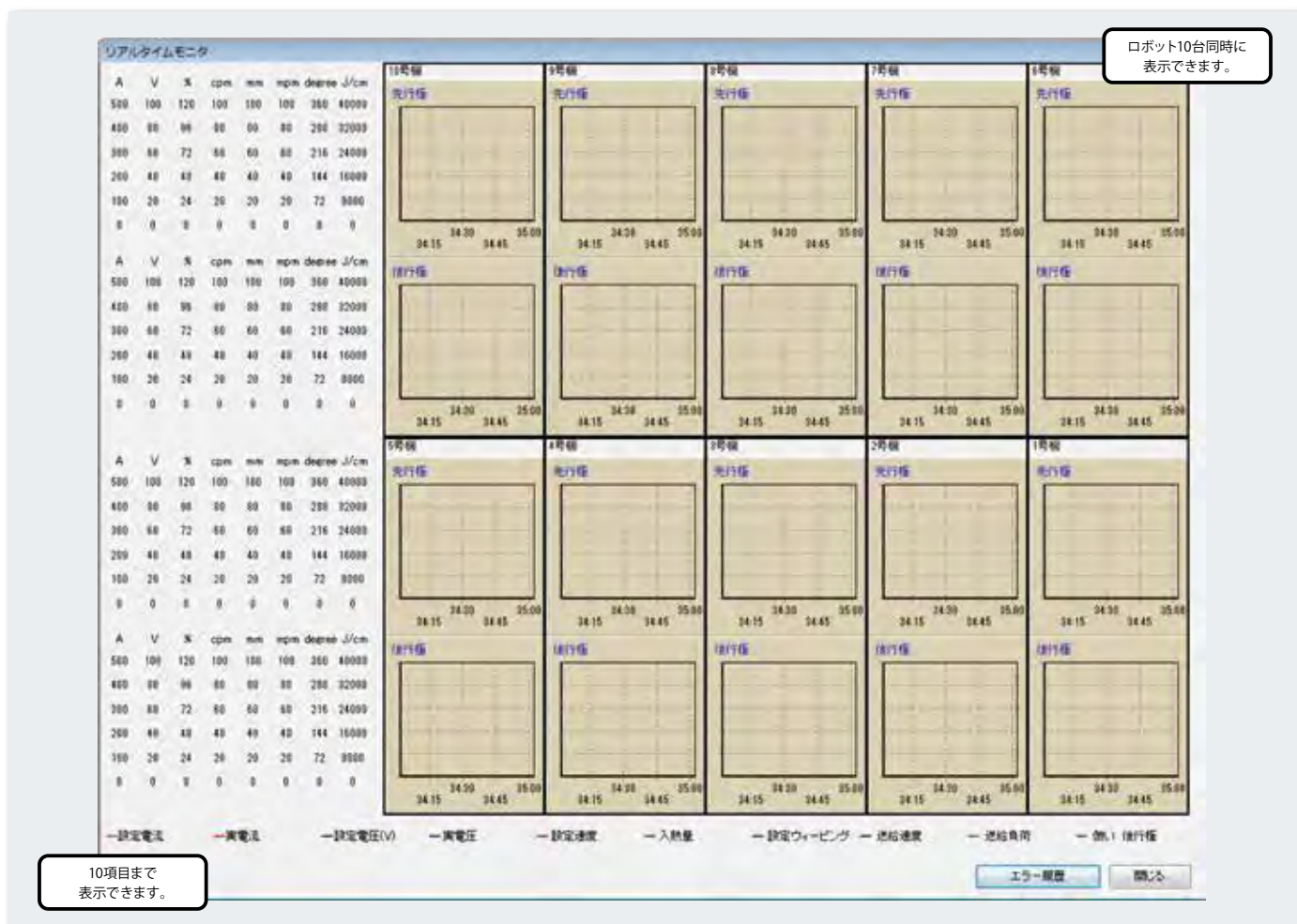


図3 AP-SUPPORT™機能改善（複数台ロボット同時表示）

4. AP-SUPPORT™ 導入事例

AP-SUPPORT™を導入し、ロボット稼働状況が改善した事例を紹介します。

4.1 導入事例①

○背景

溶接前のワイヤタッチセンシング時にセンシングエラーが多発していたため、エラーが発生するワーク機種や、エラーが発生する箇所を特定することを主目的に、AP-SUPPORT™を導入して頂きました。

○調査・解析結果

AP-SUPPORT™を導入し、約250台を生産したデータを蓄積しました。

溶接開始部で行うワイヤタッチセンシング時に空振りを主原因とするセンシングエラーが18%近く発生していました。開始点センシング時の空振

りの原因を調査したところ、図4のように溶接開始部位の一方の壁の低さが低いワークが多い場合に多発していることが判明しました。

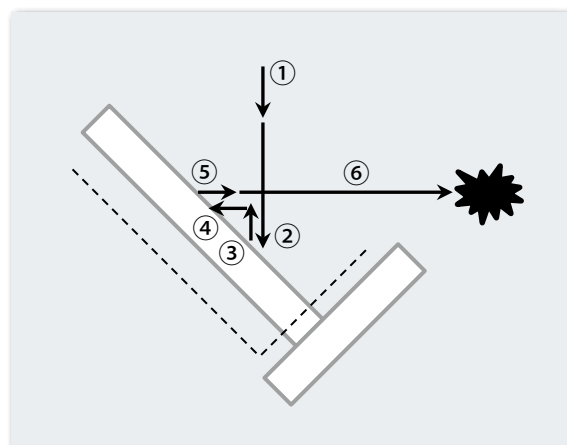


図4 開始点センシングミス時のロボット動作

○改善実施内容

開始点センシングに新動作シーケンスを採用した機能を追加しました。この新動作シーケンスの場合、図5のようにセンシング動作を斜め方向に動くことにより、壁が低いワークの場合でも確実にセンシングすることができます。また、センシングミス（空振り）をした場合でも、再度センシングを行うリトライ機能を備えており、エラー発生要因を極力低減させています。

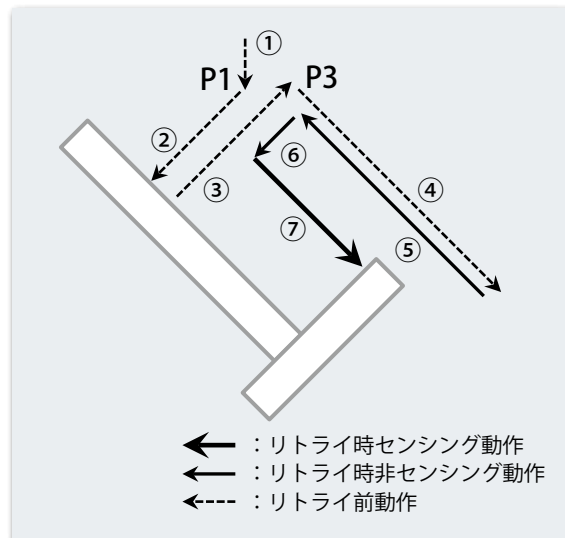


図5 開始点センシング新動作シーケンスのリトライ動作

○改善後調査

上記改善策を実施後、約250台を生産したデータを蓄積しました。結果、溶接開始部でのセンシングエラーは6%まで減少し、生産性の向上が図れました。

表4 導入事例①効果

項 目	改善前	改善後
収集データ量 (生産台数)	250台	250台
エラー発生率	18%	6%

4.2 導入事例②

○背景

お客様主体で生産現場の改善活動を実施されており、神戸製鋼が協力できるアイテムとして、AP-SUPPORT™を紹介し、導入頂きました。

○調査・解析結果

データ収集期間を約1ヶ月として、ワーク約120台を生産したデータを収集・蓄積しました。

発生していたエラーのうち87%がノズル接触エラーでした。ノズル接触が多く発生しているワークの場合、平均エラー発生間隔時間は18分、アーク発生率は80%となっていました。

ノズル接触エラーが発生しているワーク、部位を詳細に解析したところ、特定ワークの特定5部位で全体の50%程度のエラーを占めている状態でした。

○改善実施内容

特定ワークの特定5部位を中心にトーチ姿勢の見直しを実施しました。溶接に大きく影響がないと

判断された部位では、ノズル接触回避機能の追加を実施しました。

○改善後調査

改善策を実施した後、当該ワーク100台を生産したデータを収集したところ、平均エラー発生間隔時間は26分、アーク発生率は84%となり改善されたことが分かりました。

表5 導入事例②効果

項 目	改善前	改善後
収集データ量 (生産台数)	120台	100台
エラー発生間隔	18分	26分
アーク発生率	80%	84%

4.3 導入事例③

○背景

お客様で稼働状況を管理される指数として、溶接ロボットシステムの稼働率やエラーの発生回数を管理し、生産性改善に役立たせるために、AP-SUPPORT™を導入して頂きました。

○調査・解析結果

ワーク3機種80台を生産したデータを収集しました。

エラー発生間隔時間は平均260分、ワーク1台を生産するときのエラー発生回数は0.4回/台でした。

エラー発生は非常に低い状況ですが、その中で多く発生している箇所に注目したところ、ノズル清掃後のワイヤタッチセンシング時にノズル接触が発生していました。

○改善実施内容

上記の状況からノズル清掃が十分にできておらず、ノズルとチップ間でスパッタ等による短絡が発生していることが想定されたため、自動運転中のノズル清掃回数の増加と、ノズル清掃装置の定期的なメンテナンスを推奨しました。

○改善後調査

上記対策を実施後、ワーク3機種90台を生産したデータによると、エラー発生間隔時間は平均325分、ワーク1台を生産するときのエラー発生回数は0.3回/台に改善することができました。

お客様では、今後も1ワークあたりのエラー発生回数とエラー発生間隔時間を稼働状況の指標として継続的に記録することとなり、この指標を算出する際に、AP-SUPPORT™を有効活用して頂くこととなっています。

表6 導入事例③効果

項 目	改善前	改善後
収集データ量 (生産台数)	80台	90台
エラー発生間隔	260分	325分
エラー発生回数	0.4回/台	0.3回/台

4.4 導入効果まとめ

各お客様において既納入の溶接ロボットシステムにAP-SUPPORT™を導入することで、生産中に発生するエラーを簡単に収集することができ、収集したデータおよび実際のワークの形状等を考慮した対策を講じています。対策として、ロボット動作やタッチ姿勢等の教示修正に加え、センシングエラーを回避するためのロボット機能を導入することで、エラー停止の回数が低減しています。稼働状況の指数は個々のお客様で管理指標が異なるため、エラー発生率やエラー発生間隔

時間等で評価を行っていますが、それぞれのお客様で稼働率の向上に貢献できていることが分かります。

また、導入事例③では、もともとエラーの発生頻度が低い状況でしたが、その中においてエラー発生の傾向を掴むことができた例になっています。エラー発生頻度が多い状況を調査したことにより、ノズルの清掃状況が良くないことが想定されたことから、ノズル清掃機など付帯装置のメンテナンスの必要性を早期に発見し、その対応を的確に提案することができています。

5. おわりに

本稿では、溶接ロボットシステムの課題の一つである稼働状況の「見える化」を実現した生産支援ソフトAP-SUPPORT™の最新機能と、導入事例を紹介しました。多数のお客様がAP-SUPPORT™を導入し、データを蓄積・解析することにより、導き出した具体的な対策を施し、かつ新しいロボット機能を追加することで

課題を解決しており、生産性向上が成されています。

神戸製鋼所では、今後も溶接ロボットシステムおよびAP-SUPPORT™等の専用ソフトウェアのさらなる機能充実を図ることで安定生産の支援を強化し、お客様の生産現場での課題を解決する溶接ソリューションを提案し続けます。

【参考文献】

- 1) 福永敦史：技術がいど,Vol.51 2011-3,p1-6
- 2) 近藤亮：技術がいど,Vol.54 2014-7,p1-4

神鋼溶接サービス株式会社

設立20周年記念式典

2015年10月2日(金)藤沢市民会館にて、神鋼溶接サービス株式会社の設立20周年記念式典が従業員、来賓の方々(神鋼および関係会社、取引会社)合わせ、およそ200名参加の下開催されました。

初めに同社中野利彦代表取締役社長が「本日20周年を迎えることができたのも、従業員の方々の日々の努力の賜物と思っております。また、多くの会社からのご支援・ご指導に対し御礼を申し上げます。至近10年間を振り返りますと、溶接事業部門からの要請に対し、高い技術力、技能で迅速に対応することを推進して参りました。また、経営基盤の強化として、溶接接合に関わる試験調査、教育、コンサルティングにも注力して参りました。安全・品質に関しましては、日々の業務の中での地道な努力により着実に向上しており、ISO9001の品質マネジメントシステムやISO14001の環境マネジメントシステムも的確に運営し、お客様から高い評価を頂いております。さらには、最近ではISO17025という試験場認定を取得致しました(ISO17025については後述にて説明)。

2016年度からの次期中期計画は「技術・信頼・挑戦」に基づき経営ビジョンを策定しました。このビジョンの達成と10年後のあるべき姿の実現に向け、今後とも社員一丸となって努力して参りますので、変わらぬご支援・ご指導をよろしくお願い致します。」と挨拶。



中野社長

(株)神戸製鋼所 常務取締役
奥石溶接事業部門長

続いて、(株)神戸製鋼所 常務取締役 溶接事業部門 奥石房樹殿より「この20年の間、経営環境の変化や困難も多々あったものと思います。その中で一環して溶接事業部門の基礎技術を支えて頂き、また、ともに新しい溶接接合を開発に挑戦して頂いたことに、改めて感謝致します。技術

部に所属していた折には、ともに開発し、製品化(実用化)できたことは良い思い出となっております。お客様のトラブル発生時には迅速に対応頂き、同社の顧客に対応する力が溶接事業部門の業績を支えており、社会貢献も果たしているのではないかと思います。」と挨拶されました。続いて神戸製鋼所労働組合 溶接支部 副執行委員長 二宮慶美氏よりご挨拶。溶接事業部門技術センター永田学センター長より、乾杯の挨拶と続きました。

和気藹々の中、全員参加のピンゴゲームでさらに会場は盛り上がりました。

途中、歴代社長の挨拶、神鋼藤沢協力会・藤沢神鋼くろがね会への感謝状贈呈、若手社員による決意表明等を行い、盛会のうちに閉会となりました。

労働組合 溶接支部
二宮副執行委員長

永田技術センター長

木平 哲男氏
(第三代社長)茂木 勘司氏
(第四代社長)決意表明 技術調査部試験室
川西さん決意表明 技術調査部試験室
杉山さん

カンパニー

神鋼溶接サービス(株)の紹介

1995年に(株)神戸製鋼所100%出資の溶接・接合に関わる試験調査会社として設立されました。業界を常にリードする溶接総合メーカー神戸製鋼所で長年に亘って培われてきた豊富な経験と高い技術力に基づいて、主に金属材料の溶接・接合に関わる試験・分析・評価および溶接研修センター等を提供しています。

ISO/IEC 17025(試験所認定)取得拡大

神鋼溶接サービスは引張試験、衝撃試験、曲げ試験、硬さ試験を2014年に取得し、本年には化学分析、水素試験、すみ肉溶接試験を取得致しました。

これにより、溶接材料のJIS第三者認証に関わるすべての試験が実施できる認定試験所として、日本初の認定を取得しました。

神戸製鋼およびグループ会社がJISマーク取得の審査を受ける際、同社を利用することによって試験能力に関する審査を割愛

することが可能になります。また、同社の認定範囲であれば、通常の試験報告書も国際的に受け入れ可能なものとなります。

ISO/IEC 17025とは？

ISO/IEC 17025に基づく試験所認定は、特定の機械・物理試験(引張試験、衝撃試験、曲げ試験、硬さ試験、化学分析、水素試験、すみ肉溶接試験等)を実施する試験所に対して、技術能力を証明するもの。

日本では、公益財団法人 日本適合性認定協会(JAB)が認定を行っている。JABIは「試験所・検査機関を認定する国際試験所認定協力機構(ILAC)」および「各国での適合性評価を行う相互承認協会(MRA)」に加盟しており、JABが認定した試験所による報告書、すなわち神鋼溶接サービスの報告書にはMRA複合シンボル(ilac-MRA、JABの各シンボル)をつけることができ、そのまま信頼できる報告書として、国際的に受け入れ可能となる。

人材と設備が織り成す製品づくり — 有限会社七祐建設

高知県南国市（なんこくし）は高知県内では人口第2位の市。高知龍馬空港のほか、道路では高知自動車道が走り、文字通り空・陸の玄関口となっています。北部は四国山地に位置する山林、また南部は太平洋を臨むことができます。竜馬伝が色濃く残る地域であり、この時期は脂ののった戻りかつおのたたきが旬ともなっています。



前田社長

今回はこの南国市に本社工場を構える有限会社七祐建設殿を訪問し、前田社長にお話を伺いました。

■ 本日はお忙しい中、お時間を頂きましてありがとうございます。また、日頃より弊社の溶接材料ならびに溶接システムを御愛顧頂き、誠にありがとうございます。早速ではありますが、御社の概要についてお聞かせください。

当社は昭和55年に高知県高知市神田で創業を開始しました。当時は鉄骨に関わらず、鋼構造物全般を扱っていましたが、その後は鉄骨に専念することになりました。平成に入ってから全鋼協のグレードもR→Mと規模を拡大し、平成15年には本社近隣に第二工場を新設しました。鉄骨ファブリケーターの中では後発に当たりますが、品質への拘りと適切な設備投資、従業員のやる気にも後支えされ、良いお客様にもめぐり合え、現在ではHグレードを取得するに至っています。

■ 品質への拘りと適切な設備投資について詳しく教えてください。

溶接の部分では極力自動化を進めています。従業員もAW資格保有者は4名在籍していますが、自動化することでも溶接品質の統一化が図れます。また、最近ではISO9001の認証取得を進めており、本社工場を含めた計4拠点で取得しています。このISO9001取得では、全社員が取り組んだことで、社員の間にも絶対に悪い製品を市場へ供給してはならないという自覚が再度生まれ、品質への意識と自信がさらに深まりました。

設備投資の部分では、2年前より香川の綾川にも新工場を設立し、本格稼働をしています。本社・綾川の2工場体制となって以降、本社では主に切板加工と鉄骨加工、綾川工場では一次加工からプラズマとレーザーを



本社工場全景



第2工場全景



南国市風景



第3工場予定地



ARCMAN™鉄骨柱大組立2アーク溶接ロボットシステム

使用した切板加工、一部で鉄骨加工の体制を引いていましたが、受注体制強化の中で本社ではレーザー切断の導入、綾川では本社から溶接ロボットの移設を決定しました。また、ここに来て本社近隣に第三工場を設立し、16年4月立上げを目指すことにしました。一次加工ラインも新設し、無人夜間運転で安定稼働をする神鋼の15トン柱大組立2アークロボットの導入を決定しました。

■ この度は、ご発注頂きましてありがとうございます。御社では神鋼溶接ロボットの他にも、三菱エンジニアリング㈱殿の石松、大政、小政、大五郎等もお持ちですが、それぞれの特徴や感想はいかがでしょうか？

石松等はロボットと言うより、自動機となるが持ち運びがしやすい、1名でも複数台を監視できる、導入コストが安い等のメリットがあります。複数台持っているのも、昼間の溶接能率としてもかなり高い。一方で、やはり溶接の監視がある程度は必要ですので、どうしても作業員が張り付きとなる。工程が間に合わなくなってきて夜間運転等は難しいですね。神鋼溶接ロボットの場合は完全な無人運転が可能で、溶接欠陥も非常に少なく、ビード外観も良い。夜間でも安心して任せられます。溶接工も不足しがちですし、今後も期待したいと思います。

■ 御社の今後の取り組みや、当社への期待・要望等についてお聞かせください。

現在は2工場体制で社員60名、月間加工量は1,400トン～1,500トンを維持し、受注エリアも四国、近畿、関東と拡大してきています。得意先のゼネコンからも管理能力等高評価を頂き、安定受注につながっています。設備関係も増強していますが、人材育成にも力を注いでいます。最近では溶接知識と実務に精通した技術者をコンサルタントとして招き、定期的に講習会を開催しています。設備も大事ですが、人材もとても大事。



山崎オバレーター



梁すみ肉溶接 FAMILIARC™MX-Z210 ビード外観

継続的な勉強会を開催し、従業員のレベルアップを図り、今後も高品質な製品作りを目指したいと思います。神鋼さんへは溶接総合メーカーとして、今後も溶接ロボットのさらなる進化や、溶接材料の開発、技術指導等をお願いしたいと思います。また、設備関係は全般的に言えるのですが、納期が長くなっており、第三工場の垂直立上げに向けても納期調整をお願いしたいと思います。

■ 貴重なご意見ありがとうございました。

納期についてはご迷惑をおかけしておりますが、最大限の努力をして参ります。また鉄骨業種向けには検討している溶接材料がありますので、今後紹介させていただきます。技術指導や講習会についてもカスタマーサポートグループとともにご協力させていただきます。

■ 終わりに

ご多忙の中、取材に応じて頂きました前田社長には心より感謝申し上げます。今後とも溶接全般においてご協力できるよう、努力して参ります。最後になりますが、有限会社七祐建設の皆様のご発展とご多幸を祈念申し上げます。

レポーター：杉山 国太郎

(株)神戸製鋼所 溶接事業部門 営業部
西日本営業室 四国営業所

FAMILIARC™

今号は造船、橋梁で広く使用され、最近では鉄骨の梁等でも適用が進むフラックス入りワイヤの銘柄についてお話をいたします。

本稿に記載しております品名は、全てFAMILIARC™につき商標表記を省略しております。(ex. DW-Z100, MX-Z200)

フラックス入りワイヤは「複合ワイヤ」とも呼ばれ、薄板をパイプ状に丸め、その中にフラックスと呼ばれる「粉」が充填された形状、となっています。フラックスは溶接金属の機械的性質、耐割れ性、耐気孔性および溶接作業性等の諸性能を考慮し、スラグ形成剤、アーク安定剤、脱酸剤、合金剤および鉄粉等から構成されています。充填フラックスは、そのタイプにより「スラグ系」(多量のスラグ形成剤を含む)と「メタル系」(鉄粉が主体)に分けられ、さらにスラグ系はスラグの塩基度等からルチール系(酸性スラグ)と塩基性系(塩基性スラグ)に分類することができます。

フラックス入りワイヤの種類は、ガスシールドアーク溶接用、セルフシールドアーク溶接用およびエレクトロガスアーク溶接用に大別され、日本ではガスシールドアーク溶接用がその大半を占め、かつその対象鋼種も軟鋼・490MPa級鋼、低温用鋼、高張力鋼、ステンレス鋼等多岐に渡るほか、肉盛溶接用もあります(肉盛用はDW-HXXX: HはHard FacingのH)。

神戸製鋼におけるフラックス入りワイヤの歴史は結構古く、最初のワイヤは昭和35年に開発されています(HS-50A)。これらのワイヤは基本的な形状は現在のフラックス入りワイヤと同じですが、電源は主として交流を使用する、ワイヤ径は3.2mm、溶接姿勢は下向・水平すみ肉が主である、ワイヤの断面形状もいくらか異なる、等の違いがありました。被覆アーク溶接棒全盛の中、能率の向上が期待でき、ルチールを主成分とするフラックスを用いた優れた作業性を有しており、このHS系ワイヤは高張力鋼用、Cr-Mo鋼用、硬化肉盛用等いろいろなタイプが開発され、DWシリーズが開発・普及するまでフラックス入りワイヤの主力銘柄でした。

1. DW-XXX

フラックス入りワイヤが造船を中心に一気に普及するきっかけとなった歴史的な銘柄がDW-100です。DWは外側が金属・内側がフラックスという構造から、Dual(2重の)Wire(ワイヤ)の頭文字から取ったものです。DW系ワイヤはスラグ系・ルチール系とも呼ばれ、ルチールという原料を多く使い比較的スラグ発生量の多いワイヤです。

当時のフラックス入りワイヤは、DW系ではDW-53Aという銘柄がありましたが1.2mm径がなく全姿勢溶接に難がありました。DW-100は昭和55年(1980年)に誕生しました。当時日本はオイルショックを契機とする造船不況から一転、建造ラッシュに転じた時期でしたが、造船不況時に設備能力・溶接士を大幅に削減していたため従来の溶接法では建造能力が不足していました。造船所からの要請を受け、全姿勢溶接を高電流で能率的に行うことができるDW-100を開発しました。アークがソフトでスパッタが少なく、ビード外観・形状が美しいDW-100は日本中の造船所に普及してきました。

DW-100の100は、当時は3桁の数字を使った銘柄は少なく、3桁の数字を使うことにより従来と異なる斬新なワイヤ、

100点満点のワイヤ、という意気込みを込めたと思われます。

1990年代初頭にはさらなる低スパッタ・低ヒュームを実現したZシリーズが開発されました。DW-100に比べ、DW-Z100はヒュームを30～35%、スパッタを35～40%削減したワイヤです。Zは「ヒューム0(Zero)スパッタ0を目指したワイヤ」、の意味であり被覆アーク溶接棒のZERODEシリーズから連綿と流れる神戸製鋼の「職場環境の改善」に掛ける意思の表れです。

DWワイヤは軟鋼・490MPa鋼用からステンレス、低温鋼用、高張力鋼用、肉盛用、エレクトロガスアーク用等数多くの銘柄が生み出されています。また、立向上進の作業性を向上させたDW-100V(VはVertical=立向の頭文字)、水平すみ肉溶接で1パス大脚長溶接が可能なDW-50BF(BFはBig Fillet=大脚長の頭文字)等、さらなる脱技能化・溶接効率化に繋がるワイヤを開発しています。

なお、DW-AXXXはシールドガスにAr混合ガスを使用する銘柄であることを示しています。

2. MX-100系

DW系ワイヤは比較的スラグ発生量が多いため、ソリッドワイヤに比べ多層溶接でいちいちスラグを取るのが大変です。そのためスラグ発生量をソリッドワイヤ並みに減らしてほしいとの要望がでてきました。そして完成したのがMX-100です。フラックスの中に多量の金属粉末(鉄粉)を含有するタイプで、一般的にはメタル系フラックス入りワイヤと呼ばれています。MX-100系はスラグの少ないソリッドワイヤと、高効率・低スパッタ・ビード外観/形状が良好なDW系ワイヤの良いところを取ったワイヤと言えます。

MXのMはMETAL(メタル)からとったものですが、Xは呼び方の響き、語感が良いこと、Excellentなワイヤというイメージを込めています。

MX-100系の中には、比較的スラグ(SLAG)発生量の多いMX-Z100S、薄板用の100T(Thin plate=薄板)、亜鉛(Zn)めっき鋼板用の100Z、船級規格E級鋼用の100E、またMX-100よりもさらに溶込みを深くしたMX-101等があります。

3. MX-200系

造船所では溶接の約7割は水平すみ肉溶接であり、溶接の能率化には水平すみ肉溶接の自動化・高速化が必須となります。造船所で使用する鋼板には錆防止のため無機ジंकブライマ等を塗布したペイント鋼板が使用されるため、ピットの発生が避けられませんでした。そのため耐気孔性を向上させ、かつ低スパッタでノズルへのスパッタ付着を減らし長時間の連続運転を可能にすること、ビード外観・形状が優れたワイヤの開発が要請されました。造船所と連携し、開発したワイヤがMX-200です。同ワイヤは簡易自動機やラインウェルダ等専用機との組合せでロンジの取付け等の溶接長の長

い水平すみ肉や部材の製作に使用されています。

その後、スパッタ・ヒュームをさらに減らしたMX-Z200、小脚長溶接が可能なMX-Z210、鉄骨・橋梁での多層溶接に適しビードの重ね目の揃いの良いMX-Z200MP (MPはMulti Pass、多層の意)、8mmを超える大脚長溶接が可能なMX-50H (Horizontal=横向溶接用ワイヤとして開発)、大脚長溶接が可能でかつビード形状に優れ、塗装性の良いMX-200F等がユーザーニーズに合せ開発されています。

なおMX-200系はJIS Z3313でルチル系 (例：MX-Z200 T 49J 0 T1-0 C A-U) に分類されていますのでご注意ください。

一方、造船所では溶接長の長いラインウェルダやビルトアップロンジの製作のさらなる効率化が要求され、新たな施工法の開発が進みました。MX-200/MX-Z200でロンジの両側を一度に溶接するツインシングル溶接法から、2つの電極で一つの溶融池を作りガス抜けをよくすることで耐気孔性を改善し溶接速度1.5m/分を実現したタンデム1プル法が1990年代に開発されました。さらに2000年代後半には、TRIFARC™法を開発、2.0m/分の溶接速度を実現しています。先行極と後行極の間にソリッドワイヤをアークを出さずにフィラワイヤとして挿入することで表面張力の影響により溶融池の揺動を抑制し、さらにフィラワイヤの極性を先行極・後行極と逆にすることによってアーク干渉を低減することで安定させ、ビード形状と耐気孔性をさらに改善しました。タンデム1プル用の専用ワイヤとしてMX-200H (High Speed) が、TRIFARC™用としてMX-200HS/MG-1HSがそれぞれ開発されています。

このように、神戸製鋼はユーザーニーズに応えるべく、様々な特長あるフラックス入りワイヤを開発してきました。多くの銘柄があるため、どの銘柄を使うか迷うところもありますが、表1 ソリッドワイヤとタイプ別のフラックス入りワイヤの溶接作業性比較、図3 フラックス入りワイヤの選び方の目安をご参考頂ければ幸いです。また、神戸製鋼のホームページに各種フラックス入りワイヤのパンフレットを掲載していますのでご参照ください。

<http://www.kobelco.co.jp/welding/products/pamphlet/index.html>

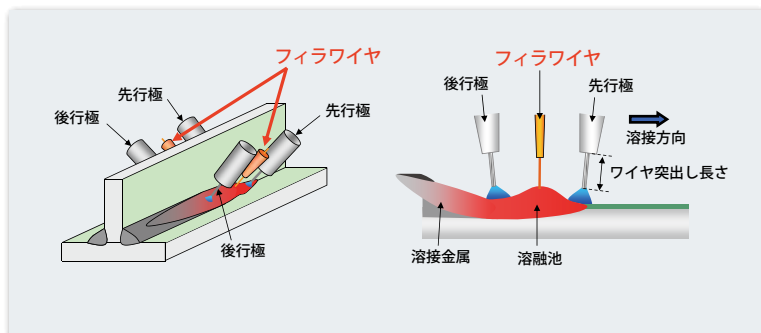


図1 TRIFARC™ (登録商標) 法のメカニズム

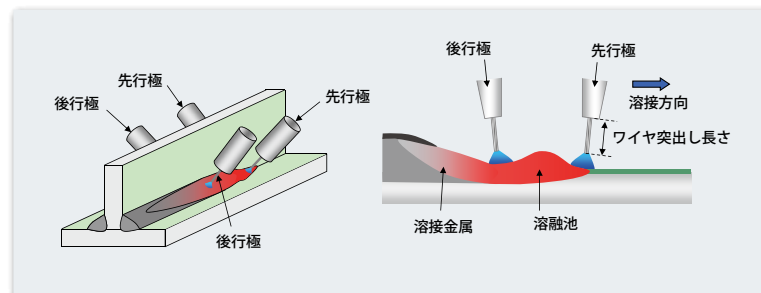


図2 タンデム1プル法のメカニズム

表1 ソリッドワイヤとタイプ別のフラックス入りワイヤの作業性比較 (一例)

	ソリッドワイヤ		フラックス入りワイヤ		
	高電流用	低電流用	スラグ系	メタル系	
				スラグが少ないタイプ	スラグが多いタイプ
溶込み	深い	浅い	やや浅い	普通	やや浅い
溶接姿勢	下向	全姿勢	全姿勢	下向	下向
	水平すみ肉			水平すみ肉	水平すみ肉
ビード外観	やや不良	普通	美しい	普通	美しい
スラグ量	少ない	少ない	多い	少ない	多い
スパッタ量	多い	少ない	非常に少ない	少ない	非常に少ない
アークの感じ	バチバチ	良い	非常に良い	良い	非常に良い
主な銘柄	MG-50	SE-50T	DW-Z100	MX-Z100	MX-Z200

(株)神戸製鋼所 溶接事業部門 営業部
営業企画室 原田 和幸

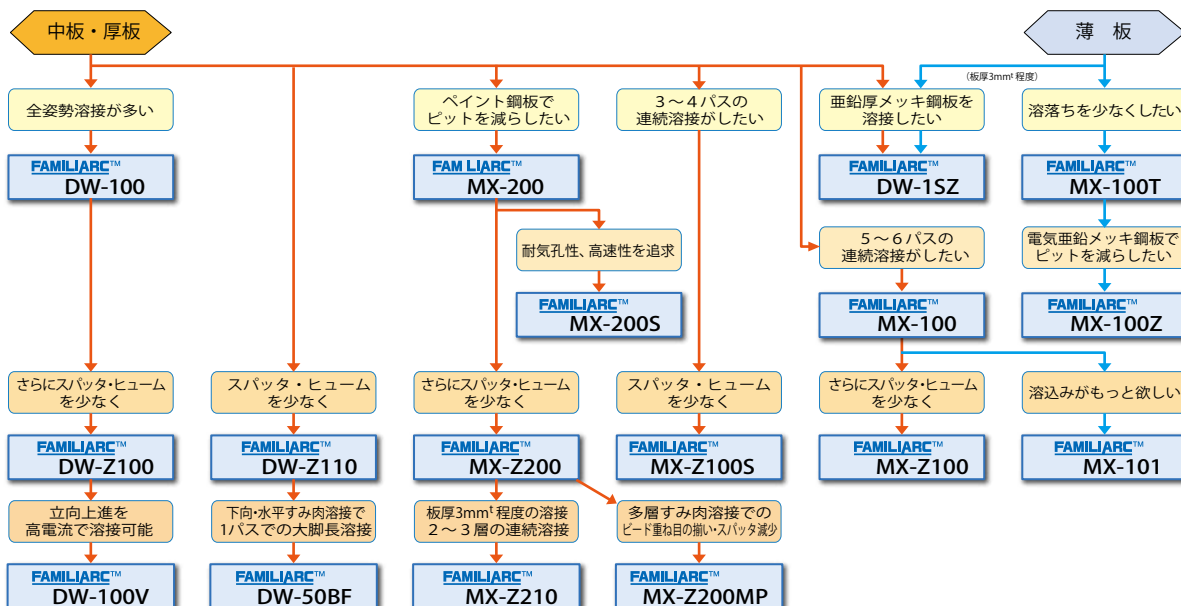


図3 フラックス入りワイヤの選び方の目安



文・写真：水中・水辺の
フォトジャーナリスト
高野 弘

消火栓が伝える スイス・レマン湖と水の恵み

山々と湖の国、スイス。レマン湖を望む小さな街で出合った消火栓。

その風格というか、「僕がこの街を守っているよ！」

とでも言わんばかりの迫力ある姿に、

「安全な水辺の旅をよろしくお願いします。」

と一礼。

さっそく出合った思わぬ被写体を通じて、

標高1,000mに近い山々の沢から流れ出た

水を追って、レマン湖までの

「水の恵み」を追った。



モントルーの街外れで出合った消火栓。街の信頼を得て立ち続ける。

<レマン湖の水と恵みを守る消火栓>

ジャズフェスティバルなど音楽や様々な芸術イベントの開催で有名な街「モントルー」。この街の郊外で出合った消火栓は一味違っていた。黒のボディと白いストライプが入り、姿全体を見ると火災時のみの対応だけでなく、街全体のそしてレマン湖の「水」と「恵み」をも守ってくれているような存在感がある。消火栓から伝わる強いメッセージを胸に、湖畔に向け坂を下り始める。周辺に広がるブドウ畑。ブドウの房にレンズを向けると強い太陽の光でそれぞれの粒が透けて見える。



太陽光が房の中で弾け、すくすく育つブドウ。



ブドウ畑と街とレマン湖。モントルー郊外のブドウ畑と丘陵地帯は世界文化遺産。



標高 1,000m を越えるダン・ド・ジャマン山麓で撮影。水はレマン湖へ向け流れる。

＜山から流れた水はやがて蛇口へ＞

スイス山岳地方からの雪解け水や地表に流れ出た清らかな水は、やがてモントルー周辺のブドウ畑に達し農作物を潤しそして街へ。水は止まらない。やがて街の蛇口から出る水は人々の生活を支える。

水辺の街は広大なレマン湖と山腹に広がるブドウ畑に挟まれ、湖畔に沿って広がっていた。恵まれた立地条件の中で育つブドウは質の高いワインを産する。生産量が少ない上、味が良いこともあり海外への輸出は少なく、殆どが地元や国内そして海外から訪れる観光客の消費で終わるといふ。農家の方に地元のワインが美味しい理由を訊ねてみた。



蛇口から流れる水は清く、人の心を、作物を育てる。

＜水と4つの太陽で育つ良質のワインの理由＞

次のような返事が返ってきた。「畑は4つの太陽のおかげで良いブドウが育つのです。それは、午前中の太陽、午後の太陽、そして夕方の斜光です。」正午近くの太陽は真上にあり暑く、確かに夕方の斜光はきつい。それでは、「最後の太陽は？」と訊くと、農夫は、胸をトントンと軽く叩きながら、「私たち、農夫のハートですよ!」と返してきた。なるほど、愛情をたっぷり注ぎ、太陽や水など自然の条件に恵まれてブドウが育ち、良質のワインが生まれるのだ。



レマン湖畔のシオン城

＜湖上のクルーズで出合ったレマン湖の恵み＞

レマン湖畔の街々への主な移動は、鉄道とそれぞれの港をクルージングで訪ねる方法がある。湖と山々の雄大な景色、ブドウ畑、おしゃれな街並みを湖上から楽しみながらの船旅は最高だ。太陽と青い空とブルーレイク。白い航跡を後にしながら進む船の上

で一時を楽しむゲスト達。ワインを飲みながらのランチは好評で、特に地元の魚料理が人気。山から流れる水は最後にレマン湖へとたどり着き、魚や水草など湖の生命を育てる。レマン湖で獲れる魚の定番

と言えば、「フィレ・ド・ペルシェ」（英語名パーチ、スズキの仲間）。フライにすると白身の肉質でサクサクとした食感が人気。ワインにも相性が良く、湖上クルージングのランチではフレంచిポテトとともに盛り付けられていた。



レマン湖畔のクルージング風景。乗船客は美しい風景を見ながら日光浴。

クルージングのランチで出てきた湖産名物のフライド・フィッシュ。



＜レマン湖を支える水の恩恵そして魚＞

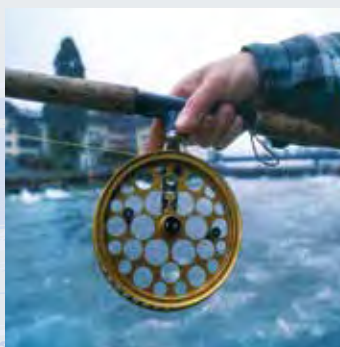
モントルーの街で出合った消火栓。湖畔の街を火災から、そして、「水の恵み」をも守る強いメッセージを得たおかげで撮影も順調に進み、一応の成果を見たものの一つ気がかりな被写体があった。クルーズで

食した魚を取材したい思いが残ったのだ。地元の人に聞くと、「近くのルツェルン湖で釣り人に出合えるよ!」とのこと。この機会にさっそく、レマン湖からルツェルン湖へ移動することに。



＜釣りの餌はナント、チーズ＞

幸い、電車で近い距離に街と同名のルツェルン湖はあった。さっそく、街を抜けると湖に接するロイス川の水辺で数人の釣り人に出合った。ロッド（竿）は太目で、リールがまたでっかい。円形のリールで、狙っている魚が大きいことを意味する。「釣れますか?」と声をかけてみる。気持ちよく言葉を返してくれ、しばらく水辺談義が続く。釣果のほど



ルツェルンの街で出合った釣り人の竿。リールが大きく日本では珍しいタイプ。



エサ箱で転がるチーズ。数少ないチーズから判断して数時間は釣り続けている。

は芳しくなく、ボウズ。餌を見せてもらおうとビックリ。なんとチーズを使っていた。さすが、チーズ王国、スイス。結局、日が沈むまでの間、釣果はゼロで、釣り人も納竿。

僕も、カメラをバックに戻し、ルツェルンの街で予約した宿泊先へ。釣り餌がチーズ。スイスらしい。水辺の旅はいつも驚きと発見がある。



シュリーレン法によるシールドガス観察

1. はじめに

溶接において、アークおよび溶接金属を大気から遮蔽する手段として、炭酸ガスやアルゴンガス等のシールドガスは良く使用されます。しかし、ガスの流量が適切でなかったり、ノズルにスパッタが付着したりすると、シールド不良によりブローホールやピットが発生することがあります。このように、シールドガスを適切に流すことは重要ですが、シールドガスは通常目視で観察することはできません。そこで、シールドガスが適切に流れているか確認する手段として使用されるのが、シュリーレン法です。今回は、このシュリーレン法について紹介したいと思います。

2. シュリーレン法の原理

シュリーレン法を使用した装置は、図1に示すような構成から成り立っています。原理は、平行光の場に透明な被検物をセットし、被検物を透過する光を集光させ、その焦点位置にセットされたナイフエッジを通して観測すると、ナイフエッジに近づく方向に屈折された部分は暗く、遠ざかる方向に屈折された部分は明るくなります。これにより、被検物の密度分布が明暗として観測されます。

3. 観察例

写真1は神鋼溶接サービスで使用している装置(株溝尻光学工業所)です。この装置を使用して、実際にシールドガスを観測した例を紹介します。

観察例1は半自動溶接ノズルのシールドガスを、シュリーレン法により観測した映像です。これは、市販されている内径16mmの溶接ノズルに炭酸ガスを20L/minの流量で流したのですが、動画を見るとノズル付近のガスは流れが真直ぐで安定しているのわかるかと思います。この領域は層流と呼ばれ、流れが安定しているため大気を巻き込み難く、この領域では良好な溶接ができると言われています。一方、ノズルから離れた位置ではガスの流れが安定しておらず、ガスが徐々に広がっています。この領域を乱流と呼び、ガスの流れが複雑で、大気を巻き込みやすいため、この領域で溶接をするとブローホールやピットの発生原因となると言われています。

次に、観察例2は、観察例1と同じノズルを使用して炭酸ガスの流量を50L/minに増加させた映像です。観察例2を見ると、層流の範囲がほとんどなく、ノズル付近から乱流になっているのわかるかと思います。一般的に、シールドガスの流量は20~25L/minが適切であると言われていますが、こ

の動画からも、炭酸ガスの流量50L/minは流し過ぎであり、欠陥が発生しやすくなっていることがわかります。

このように、層流の範囲はガスの流量やノズルの形状等により変化します。健全な溶接を行うには、層流の範囲を把握しておくことが大切です。

4. おわりに

上記では、溶接をしていない状態でのシュリーレン法の適用例を示しましたが、アーク溶接中はヒュームや熱が発生することによりシールドガスの流れも変化します。アーク光やヒュームが観測の邪魔になるため、アーク溶接中のシールドガスの流れを観測するのは長年困難とされてきましたが、近年ではアーク溶接中のガスの流れを観測できるようになってきています。

このように、シュリーレン法は現在も日々研究が進んでいる分野であり、今後皆様にもシュリーレン法に興味を持っていただければ幸いです。

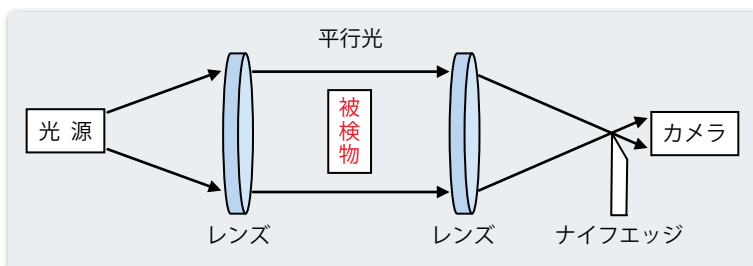
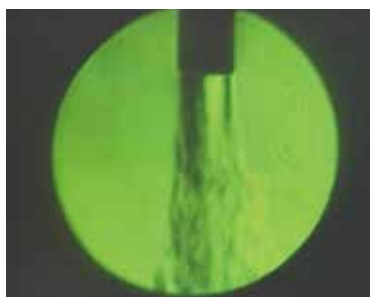


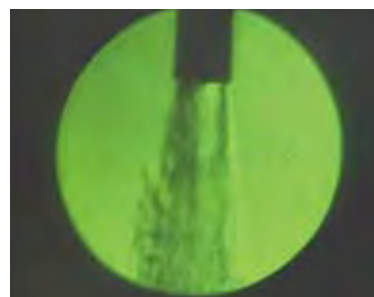
図1 シュリーレン法装置略図



写真1 シュリーレン法装置



観察例1 ガス流量：20L/min



観察例2 ガス流量：50L/min

〈参考文献〉

- ・溶接学会：溶接・接合技術 産報出版
- ・(株)溝尻光学工業所 ホームページ

神鋼溶接サービス(株) 技術調査部技術室
秦野 雅夫



●神溶会コーナー

Mail from Singapore

SG50 - Happy 50th Birthday Singapore!

Kobelco Welding Asia Pacific Pte.Ltd. (KWAP)

山崎 圭



ぼうだより・技術がいどの読者の皆様、こんにちは。

2014年4月にKobelco Welding Asia Pacific Pte.Ltd. (KWAP)に赴任しました山崎です。

弊社は、1979年にKobe Welding (Singapore)として設立され（2012年にアセアン地域の統括会社としてKWAPに社名変更）、以来36年に渡って被覆アーク溶接棒および配合溶材の生産・販売とKOBELCOグループ溶接材料の輸入・販売を行っています。主力商品であるKWAP製の被覆アーク溶接棒は、高品質溶接棒の代表格として、シンガポール市場に広く浸透しており、今後、新興諸国も含め、さらに活動範囲を広げていく計画です。その中で私は、シンガポール、マレーシア、中東といった地域での技術サービス活動やKWAP、KWM(Kobe Welding (Malaysia) SDN BHD)のQAサポート業務等を行っています。赴任以来、多くの課題に直面する日々ですが、ナショナルスタッフとともにKOBELCOブランドの浸透と拡大を目指して業務に励んでいます。

さて、今年、シンガポールは建国50周年を迎えました。街中の至る所で国旗と建国50周年を意味するSG50のロゴを目にします。1年を通して様々なイベントが催され、シンガポールは、お祝いムードに包まれています。SG50にちなんだ様々な商品が店先に並び、50%OFFセールもあちこちで開催されています。日本から見れば、たかだか50年の歴史ですが、この間にシンガポールは驚異的な経済発展を遂げました。現在の国民所得は、50年前の約90倍となり（日本の1.5倍）、建国わずか50年で東南アジアの中で最も豊かな国へと成長しました。し

たがって、この国の人々の愛国心は非常に強く、8月の建国記念式典では、シンガポールの国旗カラーである赤と白のTシャツを着て国旗を振り、パレードや戦闘機のショー、大量の花火を前に、皆さんの盛り上がりは大変なものでした。その愛国心むき出しの熱狂ぶりを少し羨ましく思いながらも、日本では味わえない国民総出のお祝いに便乗して楽しませて頂きました。

また、同じく今年、生誕100周年を迎えたのが世界的にも有名なカクテル「シンガポールスリング」、常夏のシンガポールを象徴する飲み物として有名です。本場のシンガポールスリングはジンベースですが、チェリーブランドー、パイナップルジュースやライムジュースが主体で、日本で飲まれるものよりも甘くて口当たりが良いと言われます。シンガポールに来られたら、ぜひ、元祖を味わってみてください。



マリーナベイでの建国記念花火ショー



生誕100周年を迎えたシンガポールスリング

被覆剤の作用

被覆アーク溶接棒は、鋼の心線に被覆剤を塗り固めたものです。裸の心線だけでは溶接が困難で、被覆剤には次のような役割があります。

- ①アークの集中性と安定性を良くします。
- ②保護ガスを発生し、大気中から酸素や窒素の侵入を防ぐカーテンとなります。
- ③スラグを形成して溶接金属を覆い、ビード外観を綺麗にします。
- ④スラグの融点や粘性等を調節し、下向だけでなく立向や上向姿勢の溶接を容易にします。
- ⑤溶接金属の脱酸を行い、機械的性質を良くします。
- ⑥溶接金属に適当な合金元素を添加し、必要とする特別な性質を与えます。

また、被覆剤は、酸化物、珪酸塩、有機物、炭酸塩、弗化物等多くの粉末原料が混合されています。代表的な原料の作用を表にまとめます（◎：主な作用、○：副次作用）。

アーク安定剤には、ルチール、イルミナイト、珪酸カリ等があり、アークが途切れないようにします。

ガス発生剤には、澱粉やセルロース等の有機物や石灰石等の炭酸塩があり、高温のアークで分解した水蒸気や炭酸ガスを放出し、大気から保護します。

スラグ形成剤として、種々の原料が寄与し、溶接作業性を確保することに加え、溶接金属のX線性能や衝撃性能と関連する塩基度の支配因子にもなります。

脱酸剤には、溶融金属中の酸素と結合して除去する作用があり、Fe-Mn、Fe-Si等があります。

合金元素添加剤として、Mn、Siのほか、Ni、Cr、

Mo、V等必要な特性に応じて調整します。

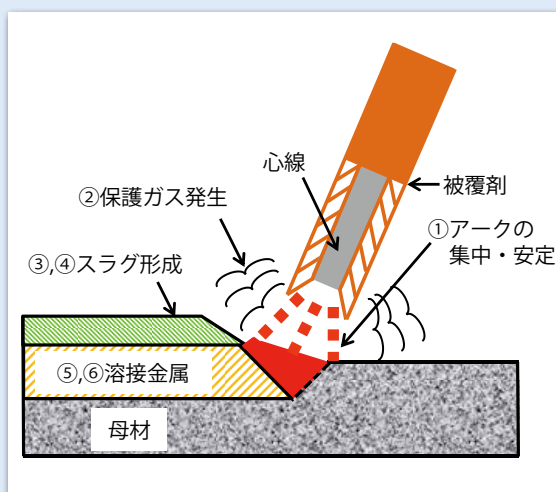
これら原料の組合せによって、被覆剤の系統はイルミナイト系、ライムチタニヤ系、高酸化チタン系、低水素系等に分類され、それぞれ特徴を活かして使用いただいています。

(株)神戸製鋼所 溶接事業部門
技術センター溶接開発部 濱田 悦男

軟鋼・490MPa級鋼用被覆アーク溶接棒 当社代表銘柄

イルミナイト系	®B-10, ®B-14, ®B-17
ライムチタニヤ系	®TB-24, ®TB-43, ®Z-44
高酸化チタン系	®RB-26, ®B-33
低水素系	®LB-26, ®LB-47, ®LB-52, ®LB-52U

®: FAMILIARC™



原料 \ 作用	アーク安定	ガス発生	スラグ形成	脱酸	合金元素添加
ルチール	◎		◎		
イルミナイト	◎		◎		
酸化マンガン			◎		
珪石			◎		
珪酸カリ	◎		◎		
珪酸ソーダ	○		◎		
澱粉		◎		○	
石灰石	○	◎	◎		
蛍石			◎		
Fe-Mn			◎	◎	○
Fe-Si			◎	◎	○

表紙のことば

日本の風景

宇治の秋-三室戸寺



紅葉の名所「三室戸寺」は、四季折々の花が見られる花の寺 — 京都府

約1200年前(宝亀年間、770～781)、光仁天皇の勅願により、岩淵より出現された千手観音菩薩を御本尊として創建されました。約5千坪の大庭園に四季折々の花が見られることから、一名「花の寺」といわれ、4月下旬～5月上旬の「ツツジ園」には、2000株の各種ツツジが咲き誇り、その規模は関西屈指だそうです。6月には50種・10000株のあじさいが咲き乱れ「紫陽花寺」とも称されています。本堂前の「蓮(はす)園」には、250鉢の色とりどりの蓮100種が6月下旬より8月上旬にかけ咲き、その光景は極楽浄土のようで、「蓮の寺」ともいわれます。

11月ともなると紅葉が始まり、「三室戸の紅葉」と称され、宇治の紅葉の名所です。

