

ぼうだより

技術がいと

2016 Winter

Vol.489

●技術レポート

二相ステンレス鋼とその溶接材料について





2 年頭のご挨拶

7 技術レポート

二相ステンレス鋼とその溶接材料について

12 特集

Brazil Welding Show 2015 開催

13 営業部ニュース

新 銘柄のおはなし サブマージアーク溶接材料、TIG、OW

17 ほっとひといき | 古都の手仕事を訪ねる ~メイド・イン・キョウトの現在

古くて新しい「畳」で、人の心と縁を繋ぐ

21 神溶会コーナー | サポーターリレー

1- 中日本地区

2- 中国地区

25 解説コーナー | 溶接レスキュー隊119番

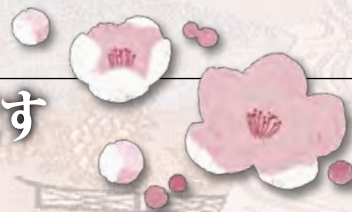
**『オーステナイト系ステンレス鋼の鋼板および
溶接 金属部の磁性』について**

27 知恵袋コーナー | 用語解説

IoT/インダストリー 4.0



あけましておめでとうございます



常務執行役員(現 常務取締役) 溶接事業部門長
奥石 房樹

皆様、新年明けましておめでとうございます。

昨年を振り返りますと、国内市場は建築鉄骨・造船分野が比較的堅調に推移をしましたが、海外市場は原油価格の下落に伴うエネルギー分野の低迷や、中国、アセアン地域の景気減速などにより、溶接材料の需要環境が大きく悪化しました。本年度、神戸製鋼グループの新しい5カ年の中期経営計画がスタートします。これから始まる5カ年も大きな市況の変化があると想像しますが、そのような中でも、溶接事業部門のビジョンである「世界で最も信頼される溶接ソリューション企業になる」活動を深化させたいと考えています。

「信頼される溶接ソリューション」の提案を継続するために、高性能・高品質な溶接材料や高機能な溶接ロボットシステムなど、皆様の「溶接」に貢献する新しい技術開発へ挑戦していきます。また安定した品質の製品を納期通りに提供する「ものづくり力」の向上も果たしていきます。神溶会の方々と共に「技術サービス力」「技術営業力」の向上にも努めていきます。昨年より、本誌は「ぼうだより」と「技術がいど」が合併しました。本誌にて、溶接ソリューションに必要な「技術」「ものづくり」「営業」「サービス」の取り組み状況や目指すべき方向性をタイムリーに発信し、皆様と情報共有しながら、いろいろな意見・ニーズもお聞きしたいと考えます。

今年は、3月に北海道新幹線の新青森駅から新函館北斗駅間が開業し、北海道、本州、九州が新幹線で結ばれます。また、8月にはリオデジャネイロで4年に一度の夏季オリンピックが開催され、私もビール片手に世界のアスリート達を応援したいと思います。

この2016年が皆様にとって、より良い一年になることを祈念申し上げます。



神溶会会長 溶接事業部門 営業部長
有園 博行

神溶会の皆様、新年明けましておめでとうございます。

人生半ばも過ぎますと、月日の経過速度が増していく感覚もありますが、1年の老いを悲観するよりもむしろ、1年間の記憶が鮮明に残ると解釈したいものです。

昨年、2015年を振り返りますと、我々を取り巻く市場環境は、概ね堅調な推移であったと思います。また、日本の製造業、ものづくりの面でも歴史に残る幾つかのトピックスがあった1年でもありました。

次世代燃料自動車の本格化や、約50年振りの国産旅客機の飛行成功等、力強い技術進化を感じさせるニュースは、最近、話題のドラマである「下町ロケット」とともに、日本のものづくり力の底力を感じさせてくれるトピックスでした。また、一方では、世界的なカーメーカーの自動車排気ガスの規制逃れ、国内では建築用免震ゴム製品基準の不正や杭打ち工事データの改ざん等、製品の品質だけでなく、私達の生活環境、日常生活の安全に大きな影響をもたらす不正行為が明るみになりました。

溶接というものづくりのベースの技術に携わる者として、こと品質に関しては、他人事ではなく、改めて心を引き締め、日々の営業の業務に対峙していかなければなりません。弊社溶接事業部門は、世界で最も信頼される溶接ソリューション企業たることを理念としています。お客様の溶接に関するあらゆる課題解決に対応することは勿論の事ですが、まず、安定した品質、安心できる品質を、お届けすることが基盤であることを肝に銘じたいと思います。

新年を迎え、世界の政治経済の動向等不透明な部分は多々あるものの、国内市場は、2020年の東京オリンピックに向かって、期待の持てる需要環境です。この環境の中で、現在のお客様の抱える課題、求められるニーズにお応えできるよう、神溶会の皆様と共に、「ものづくり力」、「商品力」、「技術営業力」を発揮する1年としたいものです。

本年も神溶会活動へのご理解とご支援をよろしくお願い致します。



●年頭のご挨拶

あけましておめでとう ございます

平素は、神鋼溶接材料ならびに溶接ロボットシステムの販売に多大なるご高配を賜り、誠にありがとうございます。



東日本営業室長
近藤 和之

2015年を振り返りますと首都圏をはじめとした大型の鉄骨案件、中小では物流倉庫案件が旺盛で半年から1年半先まで仕事量を確保しているファブが多く見受けられるようになってきております。ただ建築鉄骨をはじめあらゆる業種において、溶接工等の技能者不足の懸念材料があり、軒並み半年遅れの着工となってきている状況です。それを補う為に省力化・自動化を目的とした鉄骨溶接ロボットシステム、その専用ワイヤの受注が2014年を上回る見込みとなってきておりますが、今、お客様が求められているのは、溶接ロボット以外の半自動溶接においても省力化・効率化が必要とされてきております。

そう言った中で、今年の東日本営業室の活動計画ですが、関東神溶会独自キャンペーン『ディスカバーキャンペーン～新しいニーズを発掘しよう～』と銘打ち、技術格差を追及した高付加価値商品を中心に、お客様への作業効率化、いわゆる人手不足を補う省力化・効率化のご提案を行ってまいります。電弧棒、FCWを中心に現場の声から新たな溶接施工に対するニーズを発掘し、最大販売量の確保、新商品を開発していきたいと考えておりますので、1件でも多くのお客様への同行巡回をよろしくお願い申し上げます。また、このキャンペーンを通じて溶接サポーターの方々を中心に神鋼溶接材料商品知識の講習会を実施しております。必ず日々の営業活動にお役に立つ内容となっておりますので、是非とも多数のご参加をお待ちしております。

今年の干支は「申年」ですが、実は、私自身「年男」でございます。「申」の語源は「伸ばす」という意味がありますが、この1年、神溶会の皆様と共に色々な意味で伸びていく・伸ばしていく年にしていきたいと思っております。

最後になりますが、神溶会の皆様にとって今年も素晴らしい1年になりますようご祈念申し上げますとともに本年も変わらぬご支援・ご協力をよろしくお願い申し上げます。



中日本営業室長
伊藤 崇明

昨年1年間の東海地区／主要業種の動向について振り返りますと、まず自動車ですが、年初の1月～3月こそ年度末の駆け込み需要もあり販売・生産共に好調に推移したものの、2015年上期、すなわち4月～9月については新車販売の不振が続き、これに伴って生産計画も下方修正を余儀なくされました。しかし10月以降は主要車種のフルモデルチェンジや旺盛な北米市場への輸出強化等で再び生産の底上げが図られており、当面は好調を持続する見通しです。

一方の鉄骨ですが、昨年、一昨年が目玉だった名古屋駅前及びささしま地区の再開発プロジェクトが一段落し、その後の物件動向が気になるところでしたが、愛知・岐阜を中心とした地場の中規模物件や名古屋港周辺的大型商業施設の建設等が切れ目なく計画されており、引続き好調を持続する見通しです。その一方、主要ファブの多くで加工能力の限界や労働力不足に直面しており、当社溶接ロボットの導入検討も含め、今後如何に省人化、生産効率化を図って行くかが重要な鍵となっています。

神溶会活動では、東海地区で3年ぶりとなるサポーター講習会(参加者:50名)、また地区独自の企画として溶接初心者を対象としたセールスフレッシュマン短期講習会(参加者:50名)を開催致しました。対象の方が若手主体ではありましたが、皆さん真剣に受講して頂きとても頼もしく感じた次第です。今後もこうした方々を軸に連携強化を図り、ユーザーニーズに合致した新規拡販を積極的に実施して行きたいと考えております。

最後になりますが、神溶会会員の皆様にとって今年も素晴らしい年となりますようご祈念申し上げますと共に、変わらぬご支援・ご協力のほど宜しくお願い申し上げます。



西日本営業室長
藤原 一成

昨年の当地区の溶接材料需要ですが、大型建設機械の大幅な生産ダウンにより建機向けの需要が減退しました。一方、小型建機は好調を維持し、全般的には、鉄骨・橋梁業界も前年並みに推移、自動車部品関連も国内向け自動車の減少を海外輸出で補う形で堅調に推移した結果、概ね前年並みの需要量と見ております。しかしながら、秋口より大手企業から中小企業への需要盛り上がりが行きわたらない状況で、お隣中国の景気があやしくなりつつあります。また、年末には業界大手の(株)東京鉄骨橋梁と片山ストラテック(株)が経営統合するとのニュースが飛び込んでまいりました。これらの変化が、今後、私達の事業にどのような影響がでてくるか良く注視して行くと共に、変化に対応出来る柔軟さを持ち合わせて活動して行きたいと思っております。

本年度の方針ですが、「現場密着営業の実践」に心掛けたいと思っております。昨年11月より取り組んでいる「トリプルWコンテスト(顧客、神溶会、当社がそれぞれWin-Winの関係を築きたいとの思いから命名)」もその一つと考えています。このトリプルWコンテストをしっかりとやり切り、提案営業に弾みを付けたいと思っております。また、簡単なようでなかなか難しいのですが、「当たり前」の事を「当たり前」にやり切る事を肝に銘じて活動してまいります。本年も溶接サポーター活動を初めとした種々の神溶会活動を計画しております。本年も従前同様、神溶会活動に積極的にご参画いただきますようお願い申し上げます。

最後になりましたが、会員各社の益々のご発展と皆様のご健勝を祈念いたしましてご挨拶に代えさせていただきます。



東日本営業室 北海道営業所 所長
寺道 隆太

昨年を振り返りますと、北陸新幹線が開業し、沿線地域では観光客の増加をはじめ、開発ラッシュや企業の進出など、さまざまな経済効果をもたらしました。今年3月には新青森⇄新函館北斗間で北海道新幹線の開業を予定しており、否が応でも周辺の産業界は期待してまいります。

道内の溶接関連業界に話題を移しますと、昨年は特に建築鉄骨部門での旺盛な需要により、REGARC™鉄骨溶接ロボットシステムと、その専用ワイヤFAMILIARC™MG-56R(N)を多く販売することができました。

今年に関しましても、1972年札幌オリンピック開催にあわせて建設され老朽化した商業ビル、ホテルの建替えや、各種総合病院の移転や増築が予定されており、道内鉄骨ファブ各社とも相応の受注残を抱える状況となっております。

ただし、特に昨年後半あたりから言えることですが、「受注残を多く抱えていることが必ずしも加工量が多い」とは限らないし、逆に「受注残が多くなっても、稼働率が高い」ファブも散見されます。これは、技能者の人手不足、設計の遅延や変更、着工認可の遅れ、施工承認の厳格化などが影響しているようです。

今後、私たちが神溶会の皆様を通じて、必要な商材をタイムリーに供給し、かつ、不用意に過剰在庫や長期滞留在庫を発生させないためには、ユーザー様に対してもう一歩踏み込んで情報を収集、共有し、「私たちに何ができるのか？」をよく考えて行動することが肝要となります。

神溶会ではこれまでに、溶接知識や技術レベルにあわせた『溶接サポーター制度』と各種業界に沿った専門知識の取得を目指した『業種別マイスター制度』の2本柱で、神溶会全体の技術営業力の底上げを図って参りました。今年はその成果が一層問われる年だと考えています。今年も各種講習会、ユーザー同行巡回、拡販キャンペーン等企画していきますので、引き続き、神溶会活動へのご理解とご協力、何卒よろしくお願い申し上げます。

最後になりましたが、会員各社の益々のご発展と、皆様のご健勝とご多幸を心より祈念申し上げ、新年のご挨拶とさせていただきます。



●年頭のご挨拶

あけましておめでとう ございます

平素は、神鋼溶接材料ならびに溶接ロボットシステムの販売に多大なるご高配を賜り、誠にありがとうございます。



東日本営業室 東北営業所 所長
塩路 政司

2015年を振り返り、東北地区を取り巻く環境とは言いましてやはり、主要業種である鉄骨分野が一昨年から引き続き、首都圏案件、地元案件を豊富に抱え、高操業にて推移したと思います。ただ4月～6月にかけて、人手不足による図面の遅れや工程の変更に伴う加工減があり、上期は少し低調で推移しましたが、秋口から徐々に遅れていた図面や工程が解消されつつあり、年明けから年度末にかけて、徐々に加工量が上がってくると予想されます。また今年度は特に各ファブリケーターの収益が見込まれ、鉄骨溶接ロボットシステム他、工場内の設備更新や増設が年度末に向け加速している状況です。

全般的に慢性化しつつある溶接工、現地作業員等の人手不足と収益が改善され、中小企業等投資促進税制の活用が要因と思われます。東北地区では東日本大震災から約5年が経過しようとしていますが、12月に仙台市営地下鉄東西線が開業し、嵩上げ工事もうまく落ち着いてきた感じがあり、三陸沿岸の復興道路を初めとする都市開発が少しずつ実施されようとしています。このような市況の中、ご承知の通り情報が早ければ早いほど様々な対応や戦略が立てられることもあり、出来るだけ早く、また正確な情報提供を頂き、これからの案件の一つずつ丁寧で的確な対応をとって行きたいと思っています。また、昨年8月には東北地区では10回目を迎えた溶接サポーター講習会を実施し、累計で173名もの溶接サポーターの方々が誕生しております。溶接に関する問題解決及び提案営業が出来る営業マンの方々が神溶会会員各社様に在籍されていることが、当社としては非常に心強く思っております。今年も更なるスキルアップを目指し企画立案を図って参りますので宜しく願い申し上げます。

今年は申年ですので、神溶会会員の皆様方にとりまして、病が去る、悪いことが去る1年でありますことを祈念申し上げますと共にご支援、ご協力をお願い申し上げます。



西日本営業室 中国営業所 所長
上田 恒裕

中国地区を取り巻く環境は、昨年秋口から再度緩やかな回復基調にあります。業種や扱い商品によって温度差が大きくなると思われます。主力の造船業界は為替や新規制の影響により受注環境は改善しており年末には約3年分の手持ち工事量を確保しています。しかし中小造船が得意としていますバルクの受注は大幅に減少しておりバルク専業メーカーは苦戦しています。

鉄骨業界は、大手ファブは首都圏の再開発物件を中心に半年以上の仕事を確保、中小ファブさんも地場物件を中心に半年程度の仕事に目処を付けており、今年は昨年以上の仕事が期待できると思われます。

自動車に関しては全体的には苦戦していますが、マツダは「スカイアクティブエンジン」の評価に加え、新車の投入効果もあり大健闘しています。唯一の懸念材料は昨年にも触れましたが製造業の人材不足が、益々厳しくなりつつあります。その影響もありこの1年、自動化・省力化・高能率化に関連した設備機器の受注は好調であります。

本年度の活動ですが昨年に引き続き、「最大販売量の確保」と「人材育成」に注力したいと考えています。鉄骨業界には①極低スパッタを実現したREGARC™ロボットシステムの販売②鉄骨向けFCW (FAMILIARC™ MX-Z200MP・FAMILIARC™ DW-50BF) の販売。ラインウエルダー等の設備機器に注力したいと考えています。自動車にはソリッドワイヤ専用の矯正器であります「AMT-KS」をデモ機の活用による販売を計画しています。

人材育成に関しましては、溶接サポーターの継続とともに、業種マイスター「鉄骨・自動車・造船」も順次開催を予定しています。宜しくお願い申し上げます。

最後になりますが、中国神溶会会員各位の益々の発展と、皆様のご健勝を祈念申し上げるとともに、変わらぬご支援をお願い申し上げます。



西日本営業室 四国営業所 所長
原田 正義

昨年の6月より四国営業所長を拝命して以降、あっという間に駆け抜けた感のある半年間ではありましたが、神溶会の皆様からのご指導、ご支援を頂き何とか務めることができました。改めて心より感謝申し上げます。

市況について皆様と情報交換をさせて頂いている中では、今年も四国地区の需要環境は概ね好調が継続するものと感じております。造船は一昨年からの積みあがった受注船の建造により稼働水準が高い状況が続いており、鉄骨でも四国域内の商業施設や病院など民間案件は依然として豊富であることから、当面の仕事量は確保できるものと見ています。

しかし、中長期的には活況が継続するとの楽観的見通しはできません。景況感に左右されず、お客様より常に選択され続けるメーカーとなるためには、神溶会の皆様方からの声に耳を傾け、しっかりとサポートできる体制づくりと関係強化への取組は必要不可欠と考えております。

まず、昨年からの溶接ロボットシステムの営業拠点を大阪から四国に移すことにより、溶接材料とロボットシステムとのシームレスな営業対応を可能としており、今後も溶接ソリューション営業体制の充実を図って参ります。

また、神溶会としては、昨年は四国地区にフィットした業種別サポーター活動として「造船エキスパート講習会」を開催し、ご好評を頂きましたが、今年もエキスパートサポーター制度をはじめ、更なる活動の充実を図っていく所存です。

今年の干支である「申」とは、字体の通り、軸が真っ直ぐに伸びて体を成しているとの意味もあるそうです。四国営業所も神溶会という軸を中心にして、皆様と共に売上拡大に向け真っ直ぐに邁進していきたく思いますので、本年も引き続きのご支援、ご協力の程宜しくお願い申し上げます。



西日本営業室 九州営業所 所長
高橋 昌弘

昨年は“ものづくり補助金制度”や“設備投資促進税制”等、政府施策の追い風もあり、設備・機材の販売が好調な1年でありました。当社溶接ロボットシステムの受注も好調に推移しております。一方、消耗品である溶接材料は設備・機材ほどの伸びはなかったものの、鉄骨及び造船のお客様の稼働が高水準で推移しましたので、出荷量全体として前年比微増となりました。本年は、鉄骨、造船の稼働水準は継続するものとみております。また購入された設備等が本格稼働し、溶接材料の使用量も増加することが期待できる一年になるとみております。

神溶会活動においては、昨年実施しました溶接サポーター向け企画「FCWキャンペーン」で皆様の多大なるご理解、ご支援をいただき、大きな成果を挙げることができました。108名のサポーターの方に参画いただき、500回近いPRを重ね、販売実績も予想を上回る結果を得ることができました。サポーターで培った知識、技術を駆使し、顧客ニーズに合ったPRを行うことの重要性を再認識いただけたかと思います。

2年連続で独自企画を開催しましたが、このような企画は単発で終わらず『継続』していくことが実績に結び付いていくと確信しております。本年も形を変えながらも独自企画を予定しております。奮って参画いただきますようお願い申し上げます。

本年末には皆様と笑顔で1年が振り返れるよう、神溶会活動の運営に注力してまいりますので、引き続きご理解、ご支援のほどよろしくお願い申し上げます。

二相ステンレス鋼とその溶接材料について

石田 雅俊

(株)神戸製鋼所 溶接事業部門 技術センター 溶接開発部

1. はじめに

二相ステンレス鋼は、写真1に示す通りフェライト相とオーステナイト相から成るステンレス鋼であり、オーステナイト系ステンレス鋼の弱点である耐応力腐食割れ性と、フェライト系ステンレス鋼の弱点であるじん性を補完した性能を有している。このため後述する特徴を生かして、石油化学工業、ケミカルタンカー、海洋構造物から橋梁等、様々な分野に適用が拡大している。写真2に二相ステンレス鋼の主な適用事例を示す。本稿では二相ステンレス鋼とその溶接材料について概説する。

2. 二相ステンレス鋼の特徴

二相ステンレス鋼のミクロ組織は、フェライト相の素地にオーステナイト相が微細に分散析出したもので固溶化熱処理の状態では両相の比率はほぼ1:1となる。この状態がミクロ組織の点で最も安定しており、二相ステンレス鋼の強みを発揮できるものとなっている。二相ステンレス鋼の特徴には、一般的なオーステナイト系ステンレス鋼と比較して、

- ・熱膨脹係数が小さく、熱伝導度が大きい
- ・室温強度が高い
- ・孔食や応力腐食割れに対する抵抗性がある

といった長所と、

- ・窒素含有量が高い
- ・熱処理による組織変化が大きく、耐食性をはじめとする諸性質が変化する

といった配慮を要するものがある。後者は溶接熱影響部(以下、HAZ)の特徴として後述する。

二相ステンレス鋼は、組成面からはスタンダード、スーパー、リーンの3つのグレードに大別される。各グレードの特徴は次のようになる。

◇スタンダード：22%Cr-5%Ni-3%Mo-0.15%Nの組成を有する、文字通り“標準的な”二相ステンレス鋼である。

◇スーパー：スタンダードから主にMoやNの含有量を増やし、室温強度と耐孔食性を向上させている。

◇リーン：スタンダードから主にNi、Moの含有量を減らすことで、低コスト化を図っている。ちなみに“リーン”とは“薄めた”という意味である。

表1に二相ステンレス鋼の各グレードの化学成分の一例を、図1に各種ステンレス鋼の引張強さと耐孔食性指数：PREWによる相对比较を示す。耐孔食性指数：PREWは、 $Cr+3.3(Mo+0.5W)+16N$ という数式で求められる指標で、数字が大きいほど耐孔食性に優れることを示す。

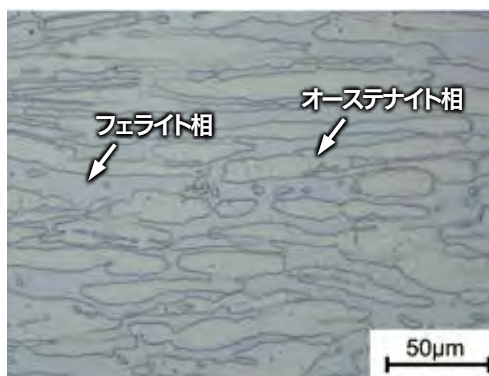


写真1 二相ステンレス鋼(S31803)のミクロ組織 一例

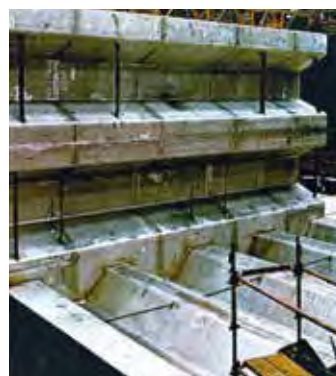


写真2-1 ケミカルタンカーのホルゲート状隔壁



写真2-2 香港ストーンカッターズ橋（主塔の海拔175m以上部分）

表1 代表的な二相ステンレス鋼の化学成分一例値 [mass%]

	UNS No.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	W	N	PREW※
スタンダード 二相鋼	S31803	0.02	0.5	1.5	0.02	0.001	0.4	22.1	6.0	3.0	-	0.12	33.9
	S32205	0.02	0.4	1.4	0.03	0.001	0.3	22.1	5.6	3.1	-	0.18	35.2
スーパー 二相鋼	S32750	0.02	0.4	0.7	0.02	0.001	0.1	25.6	7.0	3.8	0.1	0.28	42.8
	S32760	0.03	0.3	0.7	0.02	0.001	0.6	25.4	7.0	3.5	0.6	0.21	41.3
リーン 二相鋼	S32101	0.03	0.7	4.9	0.03	0.001	0.2	21.6	1.5	0.2	-	0.22	25.8
	S32304	0.02	0.5	1.5	0.02	0.001	0.2	22.7	4.7	0.3	-	0.10	25.3

※ PREW=Cr+3.3(Mo+0.5W)+16N

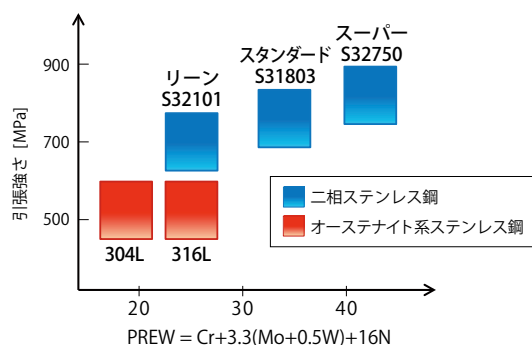


図1 各種ステンレス鋼の耐孔食性指数：PREWと引張強さの相对比较

3. 二相ステンレス鋼溶接部の特徴

3.1 二相ステンレス鋼のHAZ

二相ステンレス鋼母材は、熱処理工程によりオーステナイト相・フェライト相バランスが最適化されている。しかし、二相ステンレス鋼のHAZは、溶接入熱や板厚等によって変わる冷却速度に応じて相バランスと両相の組成が変化するため、耐食性や機械的性能が劣化し問題となる場合がある。すなわち、ボンド部近傍の高温HAZは、溶接入熱によってオーステナイト相が一旦フェライト相に固溶してから冷却過程で再度オーステナイト相として析出することで最終的に二相組織となるが、溶接入熱が極端に小さく冷却速度が著しく速い場合、オーステナイト相の再析出が遅れ、フェライト相中にNが固溶しきれなくなった結果、Cr窒化物が析出し、その周囲にCr欠乏層が形成されて耐食性が劣化する。一方、ボンド部から少し離れた低温HAZでは、溶接入熱が極端に大きく冷却速度が著しく遅い場合、フェライト相の粗大化やシグマ

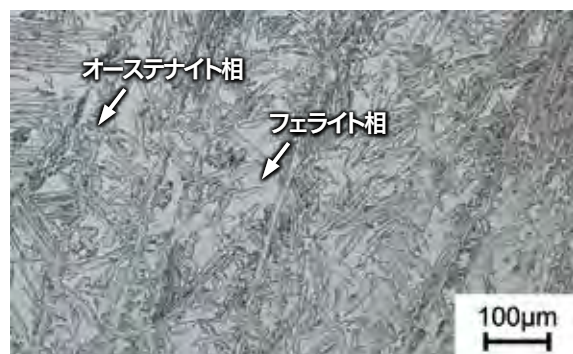


写真3 二相ステンレス鋼溶接金属のミクロ組織一例
(フラックス入りワイヤ、溶接まま)

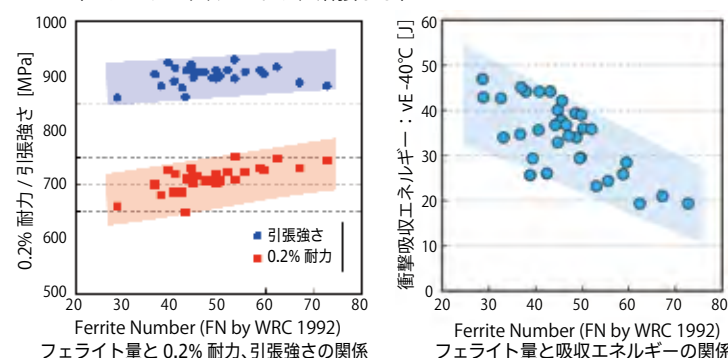


図2：スーパー二相ステンレス鋼FCW溶接金属のフェライト量と機械性能の関係

相などの金属間化合物の析出が起こり、耐食性やじん性が劣化する。つまり高温HAZにはオーステナイト相が十分に析出できる程度に遅い冷却速度、低温HAZには有害な析出物を抑制できる程度に速い冷却速度が必要であり、両者を満足させるための冷却速度の管理、具体的には溶接入熱や予熱・パス間温度の管理が大切となる。¹⁾

3.2 二相ステンレス鋼の溶接金属

写真3に示す通り、二相ステンレス鋼溶接金属では鋼材と異なりフェライト相とオーステナイト相が複雑に分布しているが、溶接ままの状態で所定の性能が得られるように化学成分やミクロ組織が調整されている。図2に溶接金属中のフェライト相の含有量（以下、フェライト量）と機械性能の関係を示す。フェライト量が増加すると室温強度が向上する一方、じん性が劣化する傾向がある。またフェライト量は耐孔食性にも影響するため、良好な機械性能・耐孔食性を得るためには、溶接金属のフェライト量が適切な範囲、例えば30～65FNになるように、溶接材料選定と溶接施工管理（母材希釈、冷却速度）への配慮が必要となる。さらに溶接金属は、調質工程を経て製造される鋼材と比較するとやや耐食性が劣る傾向にある。そこで、溶接金属は鋼材よりも若干高合金（高PREW）となるように設計されている。また、溶接ままの状態ではオーステナイト相とフェライト相の比率を最適化するため、鋼材よりも高Ni組成とする場合が多い。²⁾³⁾

ここで、溶接金属のフェライト量の測定方法について説明する。上記のように、溶接金属のフェライト量は機械性能・耐孔食性に影響することから、その量を把握・管理することが重要となる。測定方法には、ミクロ組織によるポイントカウンティング法や溶接金属の化学成分を使って各種組織図から推定する方法、あるいはフェライトスコープ等の磁気的な装置を用いて測定する方法がある。このうちポイントカウンティング法は現場的ではなく、実際にはフェライトスコープを用いた測定や組織図法が多用され特に溶接継手のフェライト量管理には、フェライトスコープが一般的に合否判定の指標として用いられることが多い。ここでフェライトスコープとWRC-1992組織図法のフェライト量には差があることに留意する必要がある。図3にフェライトスコープとWRC-1992組織図法によるフェライト量の相関を示す。

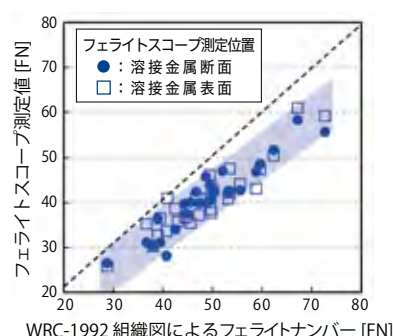


図3：フェライトスコープとWRC-1992組織図法によるフェライト量の関係

4. 当社の二相ステンレス鋼用溶接材料

当社では、スタンダード、スーパー、リーンの各グレードに対応した溶接材料を揃えている。表2に二相ステンレス鋼の各グレードに対応する溶接材料の一覧を示す。

二相ステンレス鋼の溶接材料で鍵となるのが、極めて高いN量である。二相ステンレス鋼の溶接では、一般的なオーステナイト系ステンレス鋼と比べてNに起因したブローホールやピット、ガス溝等の気孔欠陥が発生しやすい。例えば、フラックス入りワイヤや被覆アーク溶接棒を用いた溶接では、横向きや上向きといった溶接姿勢

でX線性能が不良となりやすい。そのため、当社の二相ステンレス鋼溶接材料は、溶接金属の化学成分調整によってNの溶解度を高めるとともに、スラグの凝固温度・粘性を最適化することで、優れた耐気孔欠陥性が得られるように設計している。また、被覆アーク溶接棒、フラックス入りワイヤ、サブマージアーク溶接材料は、被覆やフラックス中のスラグ形成剤によって溶接金属を大気から保護するが、溶接金属中のNはこのスラグのはく離性を著しく劣化させてしまう欠点がある。スラグはく離性

表2 当社二相ステンレス鋼用溶接材料一覧

対象とする 母材のグレード	共金系 溶接材料のグレード	施工法※1	銘 柄※2	AWS規格	ワイヤ径 [mm]
スタンダード 二相鋼	E2209系	GTAW	PREMIARC™ TG-S2209	A5.9/A5.9M ER2209	1.6, 2.0, 2.4, 3.2
		SMAW	PREMIARC™ NC-2209	A5.4/A5.4M E2209-16	2.6, 3.2, 4.0, 5.0
		FCAW	PREMIARC™ DW-329AP	A5.22/A5.22M E2209T1-1/-4	1.2
		FCAW	PREMIARC™ DW-2209	A5.22/A5.22M E2209T1-1/-4	1.2
		SAW	PREMIARC™ PREMIARC™ US-2209 / PF-S1D	A5.9/A5.9M ER2209 [ワイヤ]	2.4, 3.2
スーパー 二相鋼	E2594系	GTAW	PREMIARC™ TG-S2594	A5.9/A5.9M ER2594	1.6, 2.0, 2.4, 3.2
		SMAW	PREMIARC™ NC-2594	A5.4/A5.4M E2594-16	2.6, 3.2, 4.0, 5.0
		FCAW	PREMIARC™ DW-2594	A5.22/A5.22M E2594T1-1/-4	1.2
リーン二相鋼	E2307系	FCAW	PREMIARC™ DW-2307	A5.22/A5.22M E2307T1-1/-4	1.2

※1 GTAW：ティグ溶接、SMAW：被覆アーク溶接、FCAW：フラックス入りワイヤによるアーク溶接、SAW：サブマージアーク溶接

※2 **PREMIARC™** は、当社高合金系溶接材料の冠ブランド (以下、省略する)

表3 神戸製鋼所の二相ステンレス鋼溶接材料の性能 一例

対象とする 母材の グレード	銘 柄	全溶着金属の主要化学成分 [mass%]						
		C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	N
スタンダード 二相鋼	TG-S2209	0.008	0.39	1.67	8.7	22.7	3.10	0.16
	NC-2209	0.028	0.54	1.14	8.8	23.1	3.34	0.15
	DW-329AP	0.023	0.57	0.66	9.4	23.0	3.40	0.14
	DW-2209	0.028	0.61	0.74	9.1	22.7	3.30	0.13
	US-2209/PF-S1D	0.021	0.31	1.56	8.9	23.0	3.28	0.15
スーパー 二相鋼	TG-S2594	0.019	0.44	0.57	9.3	25.0	3.82	0.28
	NC-2594	0.035	0.55	0.66	9.8	26.6	3.86	0.25
	DW-2594	0.026	0.50	1.18	9.6	25.7	3.79	0.24
リーン二相鋼	DW-2307	0.026	0.45	1.26	7.9	24.6	0.03	0.15

※1 PREW=Cr+3.3(Mo+0.5W)+16N

※2 FNW：WRC-1992組織図法によるフェライトナンバー [FN]

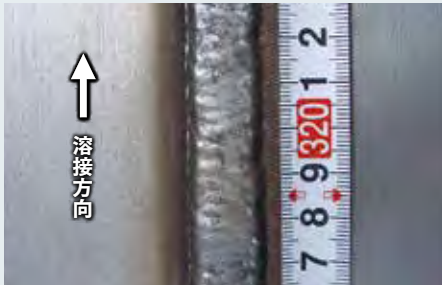
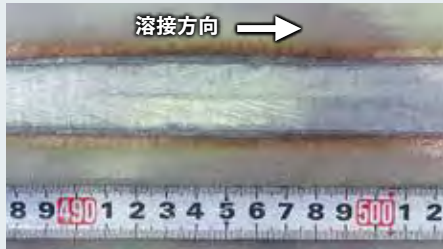
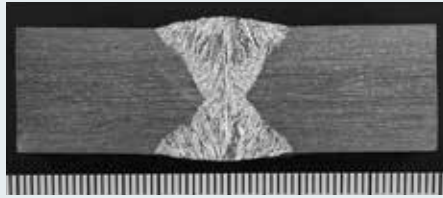
二相ステンレス鋼とその溶接材料について

5. 溶接材料選定のポイント

二相ステンレス鋼を溶接する際には、基本的には同グレード、場合によっては上位グレードの溶接材料の選択を推奨する。例えば、スタンダード鋼の場合はAWS規格のE2209相当の溶接材料、あるいは高グレードのE2594相当の溶接材料を使用する。一方、二相ステンレス鋼を一般炭素鋼やオーステナイト系ステンレス鋼と異材溶接する場合は、溶接金属の耐孔食性や強度レベルが低グレード側母材と同等以上になるように溶接材料を選択することが推奨される。溶接材料の選定表を表5、表6に示す。

が不良であると、ビード表面にスラグの焼き付きが生じて溶接作業の妨げになるほか、スラグ巻込みの原因にもなりやすい。当社材は、スラグ組成の最適化により良好なスラグはく離性を実現している。表3に当社の二相ステンレス鋼用溶接材料の性能一例を示す。また表4に、当社の溶接材料を用いて作製した二相ステンレス鋼溶接継手のビード外観と断面マクロの一例を示す。

表4 二相ステンレス鋼溶接継手のビード外観、および断面マクロ一例

	DW-2594 (施工法：FCAW)	US-2209 / PF-S1D (施工法：SAW)
溶接条件	ワイヤ径：Φ1.2mm 溶接姿勢：立向上進 (3G) 溶接条件：160A(DCEP)-26V-15cpm 積層要領：1st 1層2/パス 2nd 1層1/パス	ワイヤ径：Φ2.4mm 溶接姿勢：下向 (1G) 溶接条件：450A(DCEP)-32V-35cpm 積層要領：1st 1層1/パス 2nd 1層1/パス
ビード外観		
断面マクロ		

PREW ※1	FNW ※2 [FN]	機 械 性 能				備 考
		0.2% 耐力 [MPa]	引張強さ [MPa]	伸び [%] (G.L.=4D)	吸収エネルギー vE 0°C[J]	
35.5	51	598	773	39	270	DCEN, 100%Ar
36.5	51	667	845	30	97	DCEP
36.4	49	605	823	30	55	DCEP, 100%CO ₂
35.6	46	639	820	28	73	DCEP, 80%Ar+20%CO ₂
35.9	57	618	798	29	69	DCEP
42.0	42	721	870	31	286	DCEN, 98%Ar+2%N ₂
43.3	50	750	935	28	55	DCEP
42.0	49	712	905	27	55	DCEP, 80%Ar+20%CO ₂
27.1	41	571	750	29	58	DCEP, 80%Ar+20%CO ₂

二相ステンレス鋼とその溶接材料について

表5 二相ステンレス鋼の各グレードに対する推奨溶接材料

	溶材グレード		2307系	2209系	2594系
鋼材グレード	神鋼銘柄	GTAW	—	TG-S2209	TG-S2594
		SMAW	—	NC-2209	NC-2594
	母材鋼種	FCAW	DW-2307	DW-329AP DW-2209	DW-2594
		SAW	—	US-2209/PF-S1D	—
リーニ二相鋼	UNS S32101 UNS S32304		◎	○	○
スタンダード二相鋼	UNS S31803 UNS S32205		×	◎	○
スーパー二相鋼	UNS S32750 UNS S32760		×	×	◎

GTAW: ティグ溶接, SMAW: 被覆アーク溶接, FCAW: フラックス入りワイヤによるアーク溶接, SAW: サブマージアーク溶接

◎: 適用可能な共金系溶接材料 ○: 適用可能な溶接材料 ×: 適用不可

表6 異材溶接時の推奨溶接材料

母材1	母材2	炭素鋼・低合金鋼	オーステナイト系ステンレス鋼	
			304L系	316L系
リーニ二相鋼	309L系、309MoL系、2307系	309L系、309MoL系、2307系	309L系、309MoL系、2307系	309MoL系、2307系
スタンダード二相鋼	309L系、309MoL系、2209系	309L系、309MoL系、2209系	309L系、309MoL系、2209系	309MoL系、2209系
スーパー二相鋼	309L系、309MoL系、2594系	309L系、309MoL系、2594系	309L系、309MoL系、2594系	309MoL系、2594系

6. 施工上の留意点

二相ステンレス鋼の溶接は、概ねオーステナイト系ステンレス鋼と同様の取り扱いができる。しかし二相ステンレス鋼の長所を最大限引き出すために、前述に重ねて改めて以下の配慮を推奨する。

6.1 入熱制限 (各溶接方法共通)

二相ステンレス鋼はCr、Moを多く含むため、過大な入熱により溶接部の冷却速度が著しく遅くなった場合、溶接部が700～800℃の温度域に長時間保持されることによりシグマ相が生成し、じん性が著しく劣化することがある。一方、入熱が極端に小さく冷却速度が著しく速くなった場合は、特にボンド部近傍の熱影響部においてCr窒化物が析出し、Cr欠乏層が形成されることにより耐食性が劣化することがある。また、溶接部のフェライト量は冷却速度にも影響されるため、適切なフェライト量を確保する観点からも、過小・過大な入熱を避ける必要がある。アメリカ石油協会APIのガイドラインでは、例えば5～25kJ/cmの入熱管理が推奨されている。⁴⁾

6.2 ティグ溶接のシールドガス組成

一般にステンレス鋼パイプ周溶接のルートパスでは、100% Arガスをシールドガスとしたティグ溶接が用いられる。しかし、二相ステンレス鋼用の溶加材(ソリッドワイヤや切断線)を100% Arガスでティグ溶接すると、溶加材のN量よりも溶接金属のN量が低くなる傾向にある。これは溶加材のNがすべて溶接金属には移行せず、一部が溶融プール中からN₂ガスとして放出されることに起因する。これによって溶接金属のフェライト量過剰やPREWの低下

が起こり、じん性や耐孔食性の劣化が生じるリスクがある。そのため、溶接材料や母材のN量によっては、シールドガス中に2%前後のN₂ガスを添加することが望ましい。

6.3 サブマージアーク溶接の高温割れ予防

二相ステンレス鋼溶接材料は、一般的なオーステナイト系ステンレス鋼溶接材料(完全オーステナイト系を除く)と比較してやや耐高温割れ性に劣ることが知られており、特に大入熱のサブマージアーク溶接にてその危険性が高まる。耐高温割れ性はビード形状にも大きく左右されるため、狭開先・大電流・高速度の条件を避けるなど事前に十分な溶接条件の確認を行うことを推奨する。

7. おわりに

本稿では、二相ステンレス鋼とその溶接材料について概説した。二相ステンレス鋼は今後も国内外においてさらなる適用拡大が見込まれる。本稿がその溶接施工の一助となれば幸いである。

[参考文献]

- 1) 渡邊 博久: スーパー二相ステンレス鋼溶接材料, 溶接学会誌 第80巻, 第2号 (2011), p.6～10
- 2) 池田 哲直: 二相ステンレス鋼の溶接, 溶接技術, 2月号 (2011), p.72～78
- 3) 才田 一幸: ステンレス鋼の溶接性, 溶接学会誌 第79巻, 第6号 (2010), p.40～50
- 4) API TECHNICAL REPORT 938-C: Use of Duplex Stainless Steels in the Oil Refining Industry, American Petroleum Institute

Brazil Welding Show 2015 開催

Kobelco Welding of America 柳本龍作



溶接に関するブラジルで最大の展示会Brazil Welding Show 2015が、10月20日から23日まで、サンパウロ市のExpo Center Norteにおいて、盛大に開催されました。同展示会は、2011年の初開催以降、隔年で開催されており、今回が第3回目になります。開催地であるサンパウロ市は、言わずと知れたブラジルの中心都市であり、約2,000万人とされる同市の都市圏人口は南半球で最大です。BRICsブームで湧いた2000年前後から外資系企業の進出も相次ぎ、今では世界有数の産業都市となったこのサンパウロ市において、今回の展示会にもブラジル国内外から多くの方が来場されました。

Brazil Welding Showは、金属加工に関する南米最大の展示会Corte & Conformaçãoとの共同開催であり、工作機械に関する展示も数多く見られました。Brazil Welding Showでは、溶接材料・電源、ロボットメーカー、代理店など約60社が出展し、Corte & Conformaçãoでは切断機メーカーを中心に約120社が出展しました。我々、Kobelco Welding of Americaも、南米市場でのKobelcoブランドの存在感を高めるべく、初開催以来4年振りの出展を致しました。今回は同市場での主力製品ステンレスフラックスコアードワイヤを中心に製品サンプル・パネル展示を行いました。当社ブースには、ブラジルのみならず、近隣国チリ、ペルー等からも来場頂き、特長あるKobelco製品について、とても多くのお客様が興味を示

してくださったように思います。

ちなみに、ブラジルの一般的な国民的気質は、陽気でおおらか、友好的と言われます。そして、推定約150万人に上る海外最大の日系人社会が存在するなど、有数の親日国家としても知られております。最近のブラジル経済は、政治問題や資源価格の下落等で以前ほどの勢いはなくなっておりますが、来場されたお客様は、皆とても明るい表情でそんなことは微塵も感じさせず、常にフレンドリーでポジティブな会話を繰り返す中で、景気回復に向けた勢いや期待を垣間見られた気がしました。

ブラジルは約851万km²(世界第5位)という日本の約22.5倍の国土に、人口約2億人(世界第5位)を有する中南米最大の国です。多種多様かつ豊富な天然資源を有し、穀物や肉類をはじめ世界有数の農業生産を誇り、経済規模(GDP)は世界第7位まで急成長しました。昨今の経済低迷も何のその、誰もが認める羨ましいほどの大きな潜在力を有しております。この大国ブラジルにおいても、我々Kobelcoは「世界で最も信頼される溶接材料メーカー」をモットーに、お客様に長くご愛顧頂ける高品質な溶接材料の提供に努め、技術サポート体制をより一層充実させていきたいと思っております。

次回開催は2年後のサンパウロになりますが、お越しの際は、ぜひKobelcoブースにもお立ち寄りください。Até breve, Obrigado!(ポルトガル語で、またお会いしましょう!)

2年にわたる本連載も今号で最後となります。これまで触れていない建築、造船、化工機、造管等で使用されているサブマージアーク溶接用材料、建築や土木で現地溶接に使用されるセルフシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤの銘柄についてお話いたします。

本文中の商標表記は次の通りです。[F] FAMILIARC™ [T] TRUSTARC™ [P] PREMIARC™

<サブマージアーク溶接用材料>

●US-XXX

サブマージアーク溶接法は、日本に導入された当時はユニオンメルト法と呼ばれていました。ユニオンメルト法はこの溶接法を開発したユニオンカーバイド社が付けた名前、長らくこの名前で呼ばれており、ユーザさんで両面サブマージアーク溶接を「ユニオン」と呼んでいることもあります。

US-XXXはサブマージアーク溶接用ワイヤを指し、Uはユニオンメルト (Unionmelt) 法から、SはSHINKO (神鋼) から取ったものです。代表的な銘柄では造船他で幅広く使用される[F]US-36、高張力鋼 (590MPa級) 用[T]US-49、低合金鋼用 (1.25%Cr-0.5%Mo鋼) [T]US-511 等があります。

US-BXXはバンド溶接用フープ (Band hoopのB)、US-HXXは硬化肉盛用、HARDFACINGのH)、US-Wは耐候性鋼用 (Weather ProofのW) のサブマージアーク溶接用ワイヤを指します。

●G-XX

神戸製鋼がサブマージアーク溶接用フラックスの生産を開始したのは昭和34年 (1959年) になります。溶接材料技術、製造技術は先に述べたユニオンカーバイド社との技術提携によっており、銘柄名も同社のものをそのまま使用しLinde Grade20, Linde Grade 50, Linde Grade80等の溶融フラックスを製造していました。例えばLinde Grade 50は、グレード50、[F]G-50、リンデNo.50等と呼称されており、技術提携解消後も、[F]G-50の呼称が神戸製鋼銘柄として定着し[F]G-50、[F]G-55、[F]G-60、[F]G-80等として今日まで続いています。

●MF-XX

サブマージアーク溶接用フラックスは、各種鉱物質、および/あるいは金属を原料にして成分調整したものに均質に混合したもので、均質化する方法 (製造方法) により溶融フラックスと焼結フラックスに大別されます。

溶融フラックスは、各種鉱物質原料を溶融して成分を均質化した後、凝固・粉碎・粒度調整したものです。前述のG-XXは溶融フラックスであり、その後神戸製鋼が独自開発した溶融フラックスにはMF (Melt Flux) の銘柄名が付いています。

代表的な銘柄としては、軟鋼から低合金鋼等に幅広く使用される[F]MF-38、[F]MF-38A、主に下向・水平すみ肉に使用される[F]MF-53や[T]MF-63、低合金用に使用される[T]MF-27や[T]MF-29等があります。

数字の部分のXXは、初期の製品ではフラックスの主成分の一つ、SiO₂のおおよその含有量に由来しており、[F]MF-38、[T]MF-27、[F]MF-44、[F]MF-53等が該当します。その後の製品では同様に二けたの数字であっても直接成分とは関係なく命名されています。

●PF-XXX

サブマージアーク溶接用フラックスのもう一つの分類にボンドフラックス (焼結フラックス) があります。ボンドフラックスは粉状の各種フラックス原料を、水ガラスを粘結剤としてとして粒状にしたのち焼き固めたものです。英語で「粒状にする」「丸める」のことをPelletizeといい、PF-XXXのPFはPelletized Fluxの頭文字に由来しています。



サブマージアーク溶接用材料

【T】PF-100H、【T】PF-200、【T】PF-200S、【T】PF-500等は低温鋼、耐熱鋼等低合金鋼の溶接に使用されるフラックスです。3桁の数字はリンカーン社のサブマージーク溶接用フラックスの銘柄が8XX等3桁の数字であることが念頭にあってつけたようですが、数字自体には特別な意味はありません。

(PF-HXXX)

造船、鉄骨、橋梁等で使用される【F】PF-H45、【F】PF-H52、【F】PF-H55E、【T】PF-H80AK等のHは高性能等を意味するHigh Quality /High GradeのHから取っており、数字は溶接金属の強度に由来するものや、【P】PF-H13M (13% Cr-Mo) のように合金組成に由来するもの等があります。

(PF-IXXX)

フラックスとワイヤを組合せて使用する溶接法の高効率化には様々な方法があります。溶接に際しワイヤとともに熔融するフラックス中に多量の鉄粉、あるいは合金粉を添加して溶着速度を増加させる方法も広く採用されています。

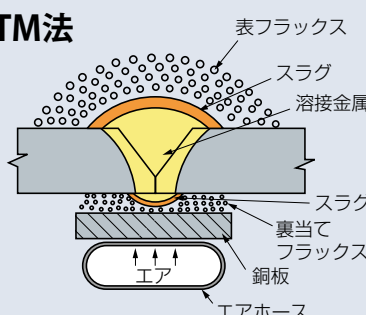
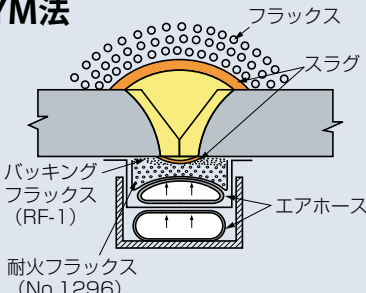
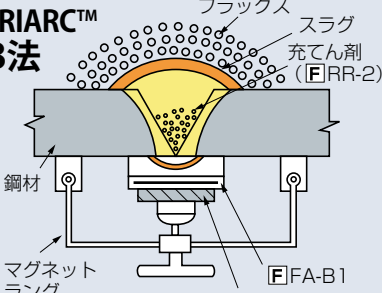
PF-IXXはボンドフラックスであることを表すとともに、鉄粉 (Iron Powder) を大量に含有していることを示しています。PF-IXXXはワイヤのみならずフラックスからも溶着金属を供給でき、同一電流下でもPF-HXXXやPF-XXXに比べ1.5倍の溶着効率を得ることができます。造船の片面溶接 (FAB法、FCB/RF法) や建築鉄骨の4面ボックス柱の角溶接用のフラックスに適用され、厚板の1パス施工を可能にし、かつ溶接高速化を実現しています。造船の片面溶接施工法については表1をご参照ください。

(PF-BXX)

石油プラント機器等へのステンレス鋼等の耐食合金肉盛溶接や各種ロール表面への硬化肉盛溶接では平滑で母材希釈の少ない安定した溶接ビードを高性能で施工することが要求されます。

これに対し、サブマージーク溶接の要領で施工し、溶接材料として薄肉 (板厚0.4~0.6mm)、広幅 (25~500mm) の板状電極とフラックスを組合せて使用し1ラン溶接で電極と同幅の肉盛ビードが得られるバンド (アーク) 溶接法あります。

表1 片面サブマージーク溶接法の種類

片面溶接法	特 徴
FCBTM法  表フラックス スラグ 溶接金属 スラグ 裏当てフラックス 銅板 エア エアホース	電極特性：交流 電極数：2~4電極 板厚範囲：10~40mm (3電極：35mm、4電極：40mm) 高電流域で裏ビードが安定しやすい。 裏ビードに横割れが発生する場合がある。 ワイヤ：【F】US-36 表フラックス：【F】PF-155E、【F】PF-H55EM 裏当てフラックス：【F】PF-150R
RFYM法  フラックス スラグ バックングフラックス (RF-1) 耐火フラックス (No.1296) エアホース	電極特性：先行極は直流、その他は交流 電極数：2~4電極 板厚範囲：8~30mm (3電極：30mm、4電極：25mm) 銅板裏面との密着性が確保しやすい。(目違い、サーピン、薄板に有効) 高電流域で裏ビードがやや不安定。 ワイヤ：【F】US-36 表フラックス：【F】PF-I55E、【F】PF-H55E 裏当てフラックス：【F】RF-1 下敷きフラックス：【F】No.1296
FAMIRIARC™ FA-B法  フラックス スラグ 充填剤 (【F】RR-2) 鋼材 マグネットラング 【F】FA-B1 裏当て補助材	電極特性：交流 電極数：1, 2電極 板厚範囲：10~25mm (1電極：16mm、2電極：25mm) 傾斜溶接が可能 (登り：3°~6°、横3°~6°) 設備化が容易。 裏当て材はサーピン用、目違い用もある。 また、マグネットクランプを用いない、【F】FA-B1もある。 軟鋼：【F】US-36、【T】MF-38、【F】RR-2、【F】FA-B1 軟鋼~490MPa級高張力鋼：【F】US-36、【F】PF-152E、【F】RR-2、【F】FA-B1

FAMILIARC™
TIG
PREMIARC™

神戸製鋼では、この溶接法に適用される溶接材料（帯状電極・フラックス）にはともにBandのBが付けられています。帯状電極/フラックスの組合せでは[P]US-B309L/[P]PF-B1、[P]US-B347LP/[P]PF-B1FP（ステンレス鋼）、[P]USB-43/[P]PF-B350H（口丸の肉盛用）といった銘柄があります。

また、バンド溶接には電極の溶融をエレクトロスラグ溶接の要領で、溶融スラグ中の通電抵抗発熱による方式もあります。この方式に使用されるフラックスはガス発生量を極力抑えるとともに、溶融した時の電気伝導性を良くしています。代表的な銘柄としては[P]US-B309LCb/[P]PF-B7FK等があります（写真1）。



写真1 肉盛溶接の施行例

<TIG>

●TG-SXXX

溶接法の中にTIG（ティグ）溶接という方法があります。Tungsten Inert Gasの頭文字を取ったもので、タングステン電極でアークを発生させ、ワイヤ（溶加材）をアークに挿入、アルゴン等の不活性ガス（Inert Gas）でアークをシールドします。

TIG溶接に使用するソリッドワイヤは全て、[F]TG-S50のようにTG-SXXXで統一されています。TG-SはTungeten Gas Solidの頭文字から命名されています。

神戸製鋼にはTG-Xで始まる、ステンレス鋼用のTIG溶接用フラックス入りワイヤがあります。ステンレスのパイプをTIGで裏波溶接する際に、パイプの中にもシールドガスを流さないと裏ビードが酸化したり、不安定になったり等の問題が生じます。TG-Xワイヤで溶接すると裏ビードがスラグで保護されるためバックシールドが不要となります。（但し、溶接後裏ビードに付着したスラグを処理すること、また運棒操作にテクニックが必要となります。）

TIG溶接は能率が良くない、高価なアルゴンガスを使用する必要がある等の欠点がありますが、スパッタが少なく溶接金属の健全性は一番であり、薄板の溶接、裏波溶接、アルミやチタン等溶接の難しい金属の溶接にはなくてはならない溶接法です。（表2 TIG溶接材料一覧をご参照ください。）

表2 TIG溶接材料一覧

軟鋼～490MPa級鋼用（FAMILIARC™）		ステンレス鋼用（ソリッドワイヤ）（PREMIARC™）	
銘柄名	適用鋼種・特徴	銘柄名	適用鋼種・特徴
TG-S50	軟鋼～490MPa級鋼、アルミキルド鋼	TG-S308	SUS304
TG-S35	軟質、高延性	TG-S308L	SUS304L
低温・高張力鋼用（TRUSTARC™ TG-S709S除く）		TG-S309	SUS309S、ステンレス鋼と他鋼種との異材溶接
TG-S62	550MPa～590MPa級鋼	TG-S309L	ステンレス鋼と他鋼種との異材溶接、低C
TG-S80AM	780MPa級鋼	TG-S316	SUS316
TG-S709S	ハステロイ系ワイヤ、9%Ni鋼用（PREMIARC™）	TG-S316L	SUS316L、低温使用のSUS316
TG-S1N	Ni含有、-60℃までじん性良好	TG-S309MoL	ステンレス鋼と他鋼種との異材溶接、低C
TG-S3N	3.5%Ni鋼用、-100℃までじん性良好	TG-S310	SUS310S等
TG-S60A	550～610MPa級鋼用	TG-S317L	SUS316LN, SUS317L
TG-S9N	9%Ni鋼用共金材	TG-S347	SUS347
低合金鋼用（TRUSTARC™）		TG-S347L	SUS347, 低C
TG-S56	Mn-Mo, Mn-Mo-Ni鋼用	TG-S410	SUS403, 410等
TG-S63S	Mn-Mo, Mn-Mo-Ni鋼用	TG-S2594	スーパー2相ステンレス鋼
TG-S1CM	1～1.25%Cr-0.5Mo鋼	TG-S2209	2相ステンレス鋼
TG-S1CML	1～1.25%Cr-0.5Mo鋼、低C	TG-S410Cb	SUS403, 410, 410L, 405
TG-SM	0.5%Mo鋼		
TG-S2CM	2.25%Cr-1%Mo鋼		
TG-S2CML	2.25%Cr-1%Mo鋼、低C		
TG-S2CW	2.25%Cr-W-Nb-V鋼、低C		
TG-S5CM	5%Cr-0.5%Mo鋼		
TG-S90B9	A5.28 ER90S-B9合致、9%Cr-1%Mo-Nb-V鋼	ステンレス鋼用（フラックス入りワイヤ）（PREMIARC™）	
TG-S9Cb	9%Cr-1%Mo-Nb-V鋼	TG-X308L	SUS304, 304L
TG-S12CRS	ASTM A213 Gr.T92, T122	TG-X309L	ステンレス鋼と他鋼種との異材溶接
TG-S2CMH	2.25%Cr-1%Mo-V改良鋼	TG-X316L	SUS316, 316L
TG-S9CM	9%Cr-1%Mo鋼	TG-X347	SUS347

<セルフシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤ>

●OW-XXX

ワイヤに内包するフラックスからシールドガスを発生させ、外部からシールドガスを供給しないで行うアーク溶接をセルフシールドアーク溶接といいます。「ノーガス溶接」といった方が通りが良いかもしれません。また昔は「オープンウェルド」とも呼ばれていました。

ワイヤは主に交流で使用するOW系と、直流DC(－)で使用するOW-S系があります。OWはOpen Weld(オープンウェルド)の頭文字を取ったものです。OW-SのSはSmall Diameter(細径)ワイヤであること、直流「正極性」で使うことから来ているようです(表3)。

同溶接法の最大の特長は、シールドガスが不要であり風速約10m/sまでの風に強いことです。一方でヒューム発生量が多い、等の課題はありますが、ガスボンベ不要であり、風に強いというメリット故に屋外での現場作業の多い土木建築関係で根強い人気があります。



TIG



セルフシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤ

表3 OW銘柄一覧

特 長	適用板厚	溶 接 機 と 極 性	ワイヤ径 (mm)	銘 柄 名 (FAMILIARC™)
高 能 率	中厚 (≤ 20 mm)	交流垂下 (AC) 直流定電圧 (DCEP)	2.4 3.2	FLOW-56A
横向重視	中厚 (≤ 20 mm)	直流定電圧 (DCEN)	1.6 2.4	FLOW-S50H
低電流重視	薄板 (≤ 5 mm)	直流定電圧 (DCEN)	1.2	FLOW-S50T

(株)神戸製鋼所 溶接事業部門 営業部
営業企画室 原田 和幸

ぼうだより 2014年1月号(Vol.479)から2年、11回に渡る本連載はこれにて終了となります。長きに渡りご愛読賜り、誠にありがとうございました。

皆様に神戸製鋼の銘柄に親しみを感じて頂く機会となれば幸いです。

なお、過去ぼうだよりの連載分(Vo.479～487)は

「(旧) ぼうだより」バックナンバーよりご覧頂けます。

http://www.boudayori-gijutsugaido.com/back_number/



第9回 古くて新しい「畳」で、 人の心と縁を繋ぐ

—— 西脇畳敷物店

古くは奈良時代から、ほとんど形を変えずに現代にまで受け継がれてきた稀な建築資材、「畳」。高い断熱性と保温性があり、優れた吸放湿性は、高温多湿の日本の住まいと暮らしにマッチする。い草のさわやかな香り、家族が揃う居間での団らん、畳の上でのんびり昼寝。利点を挙げれば限りないほど、日本人に愛され続けた床材である。

畳にとって、最大の興隆期が訪れたのは、高度経済成長期以降のことだ。国が豊かになるとともに住宅が増え、畳の需要も大いに高まり、一時は生産が追いつかないほどだったという。

ところが、平成に入るところには、和室の少ない間取りの高層マンションやデザイン住宅が増え、日本人を取り巻く住環境が大きく様変わりした。日本の畳表の生産量は、2005年には800万枚近くあったものが、この10年足らずで半分に減少している。

今回は、日本人の“畳離れ”が囁かれる業界で、果敢なチャレンジを続ける京都・西陣の老舗「西脇畳敷物店」を訪ねた。



京都・西陣にある創業146年の老舗「西脇畳敷物店」。



店内の壁にはTV出演時の記念写真や、来店した芸能人のサイン色紙がびっしり飾られている。中央にはなんと、“畳のスノーボード”が。

洋間やマンションへの畳導入も

西脇畳敷物店は、1869年(明治2年)の創業以来、今年で146年目を迎える老舗畳店だ。5代目の西脇一博さんは、昨今の“日本人の畳離れ”について、「今は、畳の歴史の中でも過渡期にあたるんじゃないでしょうか」と語る。

国内資源だけでものづくりをしなければならなかった時代は終わり、海外からもさまざまな建築資材が入って来るのが現代だ。日本の木造建築はもちろんいいものだが、鉄筋の住宅にも優れた部分はある。素材の選択肢が増えれば、どんな家を建てるのかというバリエーションも増える。今までになかった選択肢が広がる中で、畳の需要が一時的に落ち込むのも、ある意味では「自然のなりゆき」だと西脇さんは捉えている。

「一方では、足元が冷えるとか、膝が痛いとか、音が響くからとか色々なご事情で、洋間に畳を敷きたいというご要望も多くなりました。でもね、ひとくちに既存の部屋に畳を敷くと言っても、そう簡単な話ではないんですよ」。

古来、日本家屋の造りは柱や敷居が壁から飛び出さず、平坦につながっている。一方、洋風建築の家は、まず壁ありきの設計で、柱や扉の建具などは凹凸を成しながら配置されていることが多い。また、装飾的な建具が使われている場合は、装飾部品の突起や曲線まで計算に入れねばならず、部屋はさらに複雑な形状になる。さらに言えば、床下の深さも通常の和室とは異なるため、畳自体の厚みも細かく調整し直さねばならない。

西脇さんら畳職人は、そんな部屋固有の形状に合わせて、四角い畳の形をミリ単位で削り、装飾建具に沿うよう曲線すら切り抜いて、部屋にぴったり入る畳をつくる。こうなると、緻密な加工に技術を要するだけでなく、全てがオーダーメイドの作業になり、手間も時間もずいぶんかかる。

「ただし、畳の作り方と施工方法自体は、1,000年前とほとんど同じなんです。完成されていて、改良の余地がないんですね。1,000年もの間変わらないものって、他にあるでしょうか。大したものですよ」。

1,000年間で大きく変わったことといえば、仕事のサイクルの早さだろうか。住環境や生活様式の変化によって「今朝引き上げた畳を張り替えて、夕方には納品して欲しい」という要望も珍しくなくなった。スピードが求められるようになったことで、手作業では間に合わない部分を、機械に頼るようになった側面はある。



畳床は、米を刈り取った後の稲わらを30cm以上にも積み重ね、それを5～6cmの厚みにまで圧縮して作る。畳床を見ると、稲わらがギュッと縫い縮められている様子が分かる。

現在では、畳を縫う作業は機械に任せることが多いそう。しかしそれも、今までは人間の手で作業してきたのと同じ動作を、機械に肩代わりさせているに過ぎない。

「畳ってというのは、今までもそうやって、柔軟に時代の波を乗り越えながら、今の時代までたどり着いたと思うんです」。



畳表の張り替え作業の様子。現在は、樹脂系の素材を畳床に用いることも多くなった。稲わらに比べると軽くて扱いやすく、虫食いの被害に遭わないなど利点もある。



マンションの柱に合わせて、四角く切り抜かれた畳。



畳表は、長く刈り取った草を選び分け、茎の真ん中あたりの太い部分を使って編まれている。根もとに近い部分と、葉先の細い部分は切り落とされる。

西脇畳敷物店の5代目、西脇一博さん。



畳表の余分な箇所を切り落とす、専用の「包丁」。



畳に縁を付ける作業の途中。畳の断面の様子が見える。



色柄の異なる畳の縁(へり)生地ストック。模様や色によって身分などを示す時代もあったが、現在ではそうした風習はなくなった。



畳の縁を縫いつける機械。作業内容自体は、従来、人が手作業で行っていたことと同じである。

めざすは“世界総畳化”!?——「日本畳楽器製造」

畳の生産量が一時的に減ること、問題はそれだけに留まらない。西脇さんが危惧するのは職人の数が減ること、そして生産者である草農家の数が減ることである。特に、東日本大震災以降は東北の米農家が打撃を受けたことから、畳床の原料となる稲わらも、適切な価格で必要量を確保することが難しくなった。業界全体のパイは、確実に小さくなりつつある。

そんな状況の中、西脇さんが5年前、畳のPR活動のために立ち上げたバンドユニット、その名も「日本畳楽器製造」。畳のギター、ウクレレ、サックス、三味線にお琴、各種鳴り物まで、多種多様の“畳楽器”が演奏に参加する。ライブでは、歌と演奏はもちろん、西脇さんの軽妙なトークと、「タタミ紙芝居」、景品付きの「畳ウルトラクイズ」など、畳について知ってもらう企画を挟みながら展開していく。

現在、趣旨に賛同して演奏活動に参加してくれるメンバーは90名以上。子どもやお年寄りの福祉施設、地域のまつりやイベントなど、常に出演のオファーが絶えない状態だという。

「畳はあくまでも敷物、楽器にするなんて愚の骨頂だと言われたら、それは確かにその通りなんです。けど、歴史の中で異端と呼ばれた人って、どんな偉人でも皆、最初はそんなものだったんじゃないでしょうか。たとえば茶道だって“畳を切ってその下で火を起こ

して、茶を沸かす”なんてこと、きつとごく草創期には、とんでもないって文句言う人もいたんじゃないかな」。

畳の魅力をもっと多くの人に知ってもらうとともに、畳という素材の持つ新しい可能性も探りたい。日本畳楽器製造での活動は、そんな西脇さんの想いに裏付けられている。

「特に若手職人には、僕がこうして取材を受けたりTVに出たりして面白く仕事している姿を見てもらえたらって思います。無理やり親から家業を継がされて、渋々仕事するんじゃないでね。若い子たちが“自分の仕事って、結構いい仕事だよな”って捉えて、目標を持って、頑張って仕事を続けてくれるように」。

西脇畳敷物店でも、現在は2名の弟子を住み込みで受け入れ、若手の育成に努めている。昼間の仕事が終わると、彼らは「京都畳技術専門学院」という訓練校の夜学に向かう。そこで、畳の製作技術から経営ノウハウまでを学び、卒業と同時に自分たちの地元に戻っていく。ほとんどは、地方の畳店に生まれた「跡取り息子」たちだそうだ。

「僕の仕事は、ただ、バトンを繋ぐだけ。1,000年以上も続いてきたものを、今さら僕がちょっと頑張ったからって劇的に変わるものでもないでしょう。ただ、諸先輩から受け取ったバトンを、なるべくいい形で、きれいに繋ぎたいと思うんですよね」。



京都市内地下街でのイベントライブの様子。お客さんと一緒に、簡単な振り付けを練習する一幕も。



「タタミ紙芝居」で畳素材の利点や性質などを紹介する西脇さん。クイズやトーク也大いに盛り上がる。



畳のゆるキャラ「たたミンくん」。地域の小学生の声から生まれたキャラクターだそうで、イベント時には、子どもたちに囲まれる人気者。



ハート形の畳ウクレレ。四角以外の形を作るときは、洋服の型紙のように型を取って作製することも。畳の「定石」とは異なる畳楽器の作り方を試行錯誤した経験が、本業の畳の施工時にも役に立つことがあるというから面白い。



日本畳楽器製造の名物、「くまモンギター」。熊本県は、全国の畳表のうち約95%を算出する一大産地であることから。



アーティスト・silsil(シルシル)さんに提供した“畳のキャンバス”。2015年10月、silsilさんの個展「四季を泳ぐ。」にて展示された。(http://silsil.info/)

「職人の町・西陣」で畳屋を営むということ

昨年、西脇さんは、父の方彦さんとともに、ある特別な仕事を手掛けることになった。世界文化遺産にも登録されている「上賀茂神社」での式年遷宮の際に使われる畳である。式年遷宮とは、定められた年限に社殿を建て替え、御神体を遷す祭儀のことで、上賀茂神社で定められている年限は21年ごと。2015年10月15日に行われた式年遷宮は、第42回目となる。

上賀茂神社の式年遷宮の際、御神体が鎮座される神聖な畳には、何百年も前に作られた独自の様式があり、それと寸分の狂いもなく同じものを作らねばならない。西脇畳敷物店が、およそ120年前、2代目の頃から代々受け継ぎ納めてきた仕事である。

「譲れない歴史の重みとでも言うんでしょうか。身が引き締まる思いがしましたね。結局、シンプルなものを徹底的に狂いなく作ることが、一番難しいと思うんです。変わった形のものを作るのは、実は、時間と手間さえかければできること。それよりも、気の抜けた部分をどこにも作らず、緊張感を維持してものを作ることのほうがずっと難しい」。

西陣は、織物の町である。街中には職住一体で機織り、紡績、染色など着物と帯の仕事に従事する人が数多く住まう。特に西陣織は、世界でも稀に見る細かい分業制で、場合によっては30以上の工程に

分かれて分業を行っているそうだ。

呉服業界は、小さな傷ひとつで100万円の商品が10万円になる世界だ。分業のどこかの段階で手を抜く職人が一人でもいれば、そのミスは、全体に影響する。

「だからでしょうね、この辺のお客さんは、この畳はどうも色ムラがきついつとか、線が真っ直ぐ通ってないとか、鋭く品物を見抜く目がある。皆さん毎日、細かい着物地を、目を皿にして見ているような職人たちですよ。そりゃ、畳みたいにぎっくり編んだものが見えないはずがないでしょ」と、西脇さんは笑う。

第一は、高い技術で信頼してもらえる仕事すること。だがそれに加えて、畳職人は、常にその家に上がりこみ、プライベートに踏み込みながら仕事をするようになる。地域における人間的な信用や付き合いの仕方、そんなことが普通以上に大切になる土地柄であり、仕事柄でもあるのだ。

「よその店は〇〇円だったけど、お宅はいくら？っていうような商売じゃないんですよ。ある意味、インターネット通販とは真逆の商売なんです。畳職人は、人間の、心のひだの部分みたいな繊細なところを汲み取れなかったらダメじゃないかと思うんです」という、西脇さん。

そんな畳屋の商売は、果たして“古くさい”のだろうか。これから高齢化社会を迎える日本では、今後、

案外、お客さんのニーズを汲み取るための最先端のスタイルになり得るかもしれない。

西脇さんのつくる畳は、今もこれからも、人々が結びあう縁(えにし)の真ん中にある。

(文：石田 祥子)



「畳でGO！」(2015年11月7日 京都市内「ゼスト御池」でのライブ動画)



上賀茂神社(賀茂別雷神社/かもわけいかづちじんじや)。昨年10月15日には、21年に一度の式年遷宮が執り行われた。



西脇さんは、大学卒業後10年間をサラリーマンとして過ごしたが、33歳のころ「長男だから、当然自分が継ぐものと思って」と、実家に戻って畳職人へと転身した。

【取材協力】

西脇畳敷物店

<http://www11.plala.or.jp/nishiwakitatami/>



サポーターリレー(中日本営業室)

今回は中日本営業室のサポーター活動についてご紹介させていただきます。

中日本営業室では東海3県と静岡県西部地区を管轄しております。

東海地区の主力業種としては自動車、鉄骨が挙げられますが、このような地域性を加味し、マイスター制度の一環として、2011年「鉄骨エキスパート講習会」、2013年「自動車エキスパート講習会」を開催しましたが、総勢120名もの沢山のサポーター資格者の方にご参加頂くことができました。また、昨年度秋にはさらなる知識の習得を目的として「自動車・鉄骨フォローアップ講習会」を開催しましたが、60名の方にご参加頂くことができました。どの講習においても、我々の予想を上回る方にご参加頂いており、サポーターの方の溶接知識習得への意識の高さには驚かされるばかりです。今後もこうした業種別講習会で身に付けた専門の知識を活かし、ユーザーからの信頼をより強固なものとして拡販に繋げて頂けることを期待しております。



セールスフレッシュマン短期講習会

2015年6月には、マイスター制度からもう一度、原点に立ち返るということをコンセプトに、東海地区独自の企画として「セールスフレッシュマン短期講習会」を開催致しました。

すでに藤沢研修センターで定期的に行われているセールスフレッシュマン研修がありますが、こちらは5日間に渡り、泊まり込みで受講して頂く講習のため、長い拘束期間や費用的な側面からどうしても参加できないという声に応えるべく、5日間の内容を1日に凝縮した「セールスフレッシュマン短期講習会」を企画しました。対象を入社1～2年目の方や、溶接業務に携わって間もない方としたため、参加者が少なくなることも懸念されましたが、結果として50名の方にご参加頂くことができました。限られた時間の中、座学のための講習となり

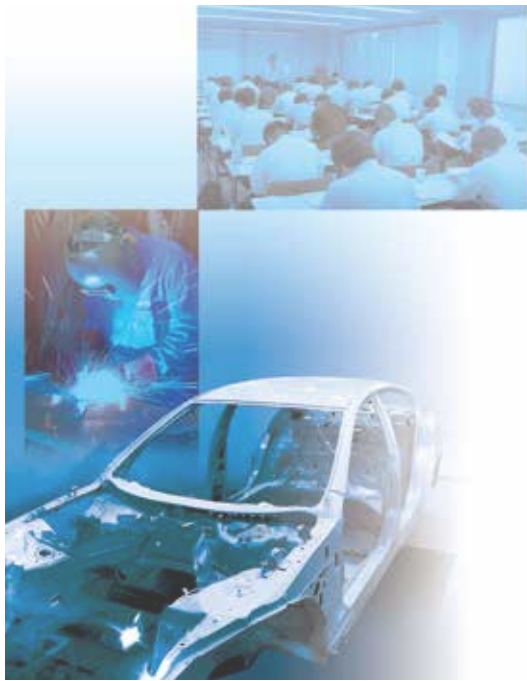
ましたが、どのような講義をすれば溶接全般に興味を持って頂けるか、また神戸製鋼の溶接材料に親しみを感じて頂けるのか、室員で試行錯誤しカリキュラムを組みました。具体的には「溶接冶金の基礎」「神鋼銘柄の由来について」「赤カタの見方」「溶材選定について」等の講義を中心に実施致しました。

講習終了後に行ったアンケートでは大変ためになったという有難い声の他、もっと多くの知識を習得したいという熱い想いを多く寄せて頂いた一方、カリキュラムの改善点のご指摘等厳しいお声も頂きました。

初の試みでもあり課題、改善点もありますが、今後のサポーター制度に繋げて行く上で、良い講習会になったと感じております。



鉄骨・自動車フォローアップ講習会



サポーター講習会(座学)



サポーター講習会(実技)

8月には3年ぶりに「溶接サポーター講習会」を開催し、約50名の方に受講頂きました。

「セールスフレッシュマン短期講習会」に参加された方も多く受講され、皆様の溶接知識の習得への貪欲な姿勢、神鋼溶接材料販売への熱意をひしひしと感じました。別日程で実施した実技講習では、残暑厳しい折、流れる汗も気にせず、溶接に取り組まれている姿は真剣そのものでした。結果、新たに多くの溶接サポーターが誕生致しました。このような皆様の積極的なご参画により、神溶会が支えられていることを再認識させて頂きました。

10月にはサポーター資格取得者の中からWES2級を目指す15名の方に「WES2級講習会」を受講頂きました。

2日間に渡る長丁場にも関わらず集中が途切れることもなく、緊張感のある講習となりました。後は皆様の実力を出し切り本番に臨んで頂くのみです。皆様の合格を心より祈念しております。

名古屋駅周辺の再開発やリニア新幹線の着工、日本初進出の大型テーマパークの建設とこれからも目が離せない東海地区。

日本の中心からサポーターの皆様と一丸となり“元氣”を発信して行きたいと思います。

(株)神戸製鋼所 溶接事業部門 営業部
中日本営業室 米田 祐介



サポーターリレー(中国地区)

こんにちは、中国営業所の高橋です。今回中国地区での溶接サポーター活動について、ご紹介させて頂きたいと思います。2015年9月末現在、中国地区の溶接サポーターは181名、WES2級を持つ溶接シニアサポーターは76名となっております。また、業種別マイスター制度としましては、鉄骨エキスパートサポーターは28名、自動車エキスパートサポーターは22名、造船エキスパートサポーターは46名の方に取得頂いております。この人数比からもお分かりになるかもしれませんが、中国地区は造船産業が特徴的な地域となっています。



商品知識講習会・座学



溶接コンクール



商品知識講習会・実技



最優秀賞 中国酸素株式会社・梅田様

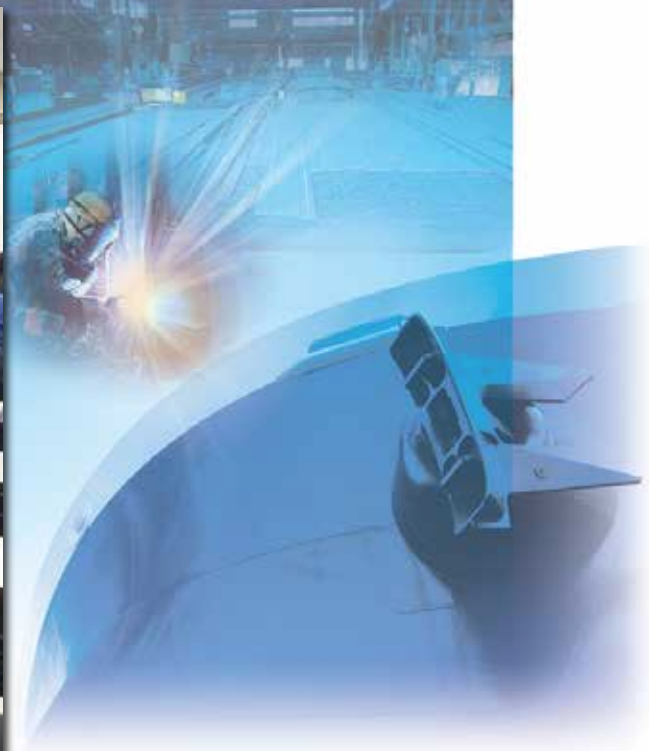
次に、具体的な取り組みについてご紹介します。写真は2014年3月に溶接サポーター制度のフォロー企画として開催した「商品知識講習会」「溶接コンクール」の一コマです。この企画では、電弧棒に焦点を当て、座学だけでなく実技も織り交ぜた「商品知識講習会」と「LB-52Tを用いて溶接の腕を競い合う「溶接コンクール」を同時に開催し、サポーターの方々の電弧棒への知識を深めて頂きま

した。「商品知識講習会」では、被覆系統ごとの違い、銘柄ごとの特徴、銘柄名の由来等を座学にご説明し、続いて講習内容を実感して頂くため、実技にて被覆系統ごとの溶接棒の作業性比較を行いました。その後実施した「溶接コンクール」では、「LB-52T」の特徴を生かし、仮付け～すみ肉溶接～下進溶接を「LB-52T」のみ使用し、テストピースを作成して頂きました。ひずみや外観にて採点を

実施致しましたが、上位はハイレベルな争いとなり、どのテストピースも選ぶのが難しい出来栄でした。その中で、栄えある最優秀賞に輝いた中国酸素株式会社・梅田様には、後日表彰式を行い、最優秀賞の授与をさせて頂きました。この「商品知識講習会」「溶接コンクール」は岡山、広島、山陰の3会場で開催した所、どの会場でもご好評を頂ける結果となりましたので、今後「ソリッドワイヤ編」「FCW 編」と続けていきたいと思ひます。

また、中国地区では戦艦大和で有名なように、古くから造船産業が盛んな地域です。現在でも造船所が数多くあるため、造船エキスパートの講習会にも力を入れています。前回の2015年3月開催の造船エキスパート講習会では、サポーターの方々の関心も非常に高く、下の写真のように定員一杯での講習会となりました。当日は参加者からの質問も多く、非常に活発な講習会となり、その後実施した確認テストにおいても、参加者みなさん非常に優秀な成績で、多数の方を造船エキスパートサポーターとして認定させて頂きました。近年中国地区では、造船産業だけではなく自動車産業も活況を呈しており、また、鉄骨産業も東京オリンピックが行われる2020年に向け、徐々に盛況となっていくと予想

されます。そのため、今後も中国地区では溶接サポーター講習だけでなく、各業種別のマイスター制度にも力を入れていき、サポーターの皆様の営業活動に貢献していければと思います。



(株)神戸製鋼所 溶接事業部門 営業部
西日本営業室 中国営業所 高橋 史明

造船エキスパート講習会

『オーステナイト系ステンレス鋼の鋼板および溶接

1. はじめに

当グループへの電話やメールでの技術相談には、中・高炭素鋼やステンレス鋼に関する溶材選定・施工法のお問い合わせが数多く寄せられます。その内容は様々ですが、先日頂いたステンレス鋼に関するお問い合わせが興味深い内容でしたのでご紹介致します。

その内容は、「時々、ステンレス鋼の仕事が入り、PREMIARCTM DW-308(フラックス入りワイヤ)を使用してステンレス鋼を溶接しているが、溶接金属部が磁石に反応することがあると聞いたことがある。それで問題はないのか、詳細を教示頂きたい。」という問い合わせでした。

確かに、オーステナイト系ステンレス鋼は非磁性(磁石に反応しない)であることは周知の通りと思います。

では何故、磁石に反応したのかを説明していきます。

2. オーステナイト系ステンレス鋼の磁性

ステンレス鋼の種類は、①Cr系ステンレス鋼のマルテンサイト系ステンレス鋼とフェライト系ステンレス鋼、②Cr-Ni系ステンレス鋼のオーステナイト系ステンレス鋼と二相系ステンレス鋼(オーステナイト50%+フェライト50%組成)等に大別されます(表1に、ステンレス鋼の分類と代表鋼種を示す)。Cr系ステンレス鋼や二相系ステンレス鋼は炭素鋼と同様に、強い磁性を持っています。これに対して、18% Cr-8% Ni鋼(SUS304)で代表されるオーステナイト系ステンレス鋼(固溶化熱処理を施された鋼板)は磁性がありません。この性質(非磁性)を利用して、変圧器の容器や船舶の操舵室、マグネットクランプ等、磁性を遮蔽する構造物等に多用されています。

3. オーステナイト系ステンレス鋼および溶接材料の加工硬化

オーステナイト系ステンレス鋼は図1に示すように、炭素鋼やフェライト系ステンレス鋼と比較すると、冷間での塑性加工によって硬化しやすい特性があります。この加工硬化の機構については十分に解明されていないようですが、常温における組織は常に安定したオーステナイト組織を示すかといえ、そうではないようです。常温以下まで過冷させたり、常温で塑性加工(曲げ・絞り等)を施すと容易にマルテンサイト組織を誘起して、加工硬化するとともに磁性を持つようになります。図2は、非磁性のオーステナイト系ステンレス鋼に塑性加工を施すと、Ni含有量の少ない鋼種は塑性加工の度合いによって加工誘起マルテンサイトの生成が著しくなり、導磁率も増加して行くことを示しています。加工誘起マルテンサイトの抑制は、鋼材の場合Niの含有量の増加が最も効果があり、SUS304(A)より安定なオーステナイト組成のSUS316(B)の使用が、効果的であることがわかります。

塑性加工により加工硬化する現象は溶接材料も同様であり、ワイヤを例に取り説明致します。

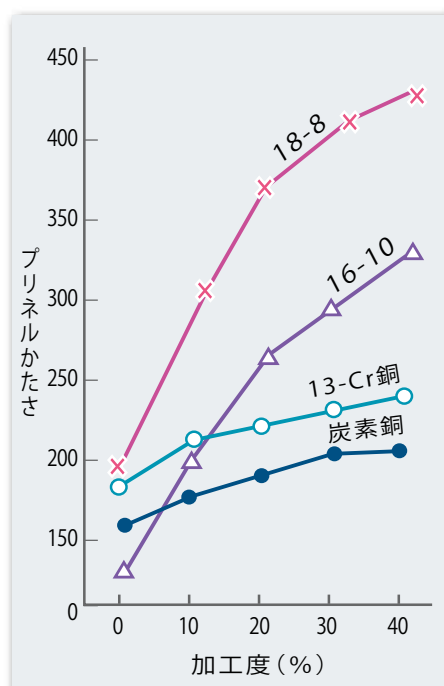
まずは成形工程にてフラックス入りワイヤの原型を作り、次工程にて製品径(1.2φ等)まで細く伸ばして製品にします。ワイヤを細くしていく段階において、ワイヤが伸ばされる際にワイヤ表面が加工硬化し、加工誘起マルテンサイトを生成します。このことにより、鋼板と同様に磁石に反応するようになります。

表1 ステンレス鋼の分類と代表鋼種

分類	代表鋼種
Cr系	マルテンサイト系 SUS403, SUS410, SUS420J1 等
	フェライト系 SUS405, SUS430, SUS444 等
Cr-Ni系	オーステナイト系 SUS304, SUS316, SUS317 等
	オーステナイト・フェライト系(二相系) SUS329J1L, SUS329J2L, SUS329J3L 等

表2 主なフェライト量の測定方法

顕微鏡組織による方法		溶着金属のフェライト占積率を顕微鏡組織により測定する方法で、占積率=フェライト量。
磁気的な装置による方法	被膜計法(マグネゲージ)	永久磁石と、測定しようとする試片との間の磁性による吸引力が、フェライト量に対応して変化することを利用してフェライト量を測定する方法。
	磁気誘導法(フェライトスコープ)	測定しようとする試片に含まれているフェライトにより、磁気誘導が減衰することを利用してフェライト量を測定する方法。
	磁力対比法(フェライトインジケータ)	標準フェライト量に対応した磁性をもつインサートと、測定しようとする試片との間の吸引力を対比させ、フェライト量を測定する方法。JIS Z 3119-2006では規定より外れる。
組織図による方法		測定しようとする試片の化学成分からNi当量、Cr当量を算出して、組織図からフェライト量を推定する方法。組織図には、シェフラーの組織図、ディロン組織図及びWRC-1992の組織図がJIS Z 3119-2006で規定されている。

図1 冷間加工による硬化性の比較
〔ステンレス鋼便覧〕

金属部の磁性』について

4. オーステナイト系ステンレス鋼の溶接金属の磁性

オーステナイト系ステンレス鋼の溶接施工の際、発生する割れのほとんどが高温割れ(凝固割れ)です。高温割れとは、凝固温度あるいはその直下の高温で、溶接金属や熱影響部の粒界に発生する低融点化合物に起因する割れです。この高温割れの発生を防止するには、溶接金属中に数%～十数%のフェライトを含有させることが有効です。これは、りん(P)や硫黄(S)等の有害な不純物元素がフェライト組織内に固溶され、粒界への低融点化合物の偏析が減少して粒界が健全になり、割れの発生が抑制されると考えられています。このことから、溶接材料は数%のフェライトが含有された溶接金属になるよう、成分設計され製造しています。実はこのフェライトの性質は軟らかく延性に富みますが、強磁性を有しています。このためフェライトが数%含まれる溶接金属は、微弱ですが磁石に反応します。磁石に反応しても、耐食性には全く問題ありませんのでご安心ください。

5. おわりに

オーステナイト系ステンレス鋼の磁性について説明しましたが、一般的に非磁性で知られるオーステナイト系ステンレス鋼も、加工状態によりその鋼板や溶接金属が磁性を持つことが、ご理解頂けたと思います。

この現象を実際の映像で紹介しますので、表2のフェライト量の測定方法の説明と合わせてご覧ください。

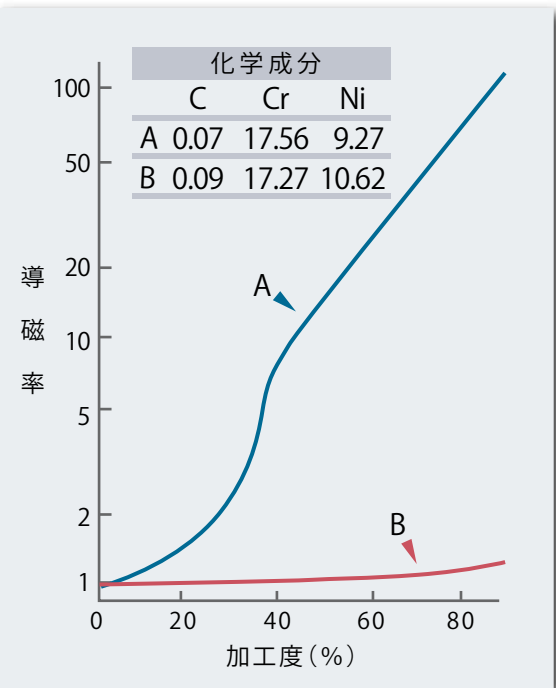


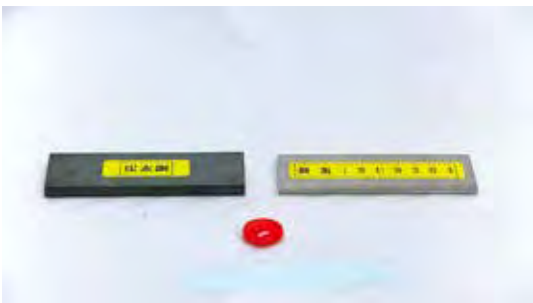
図2 オーステナイトステンレス鋼の導磁率に及ぼす冷間加工の影響〔ステンレス鋼便覧抜粋〕



画像① フェライトスコープの使用



画像② 母材と溶接部の磁性確認



画像③ 軟鋼とSUSで比較



画像④ DW-Tの磁性



画像⑤ TG-X308Lの磁性

(株)神戸製鋼所 溶接事業部門 営業部営業企画室
カスタマーサポートグループ 金子 和之

IoT/インダストリー4.0

IoTはモノのインターネット(Internet of Things)のことで、様々なモノに通信機能を持たせインターネットに接続したり、相互に通信する技術です。デジタル技術の進歩と通信モジュールの低価格化等により、パソコンや携帯電話等の比較的高価な装置だけでなく、ありとあらゆるものがインターネットへ接続されるようになってきました。家庭に近いところでは、スマートフォン等と通信できるスマート家電がその実例です。産業の分野では、建設機械やプレス機等の大型機械から工場の個別ラインまでが通信機能を持ち、遠隔監視や稼働状況・生産状況の把握、見える化が可能になってきました。

IoTは米国メーカ主導で広がってきており、産業用向けにも米GEがIndustrial Internetを提唱しています。これらの動きに対応してドイツで進められているのがインダストリー4.0(Industry 4.0)です。インダストリー4.0は第四次産業革命を表す言葉です。ドイツは自国を産業国として強化し生き残りを図るため、IoTを産業へ積極的にとりいれ効率化を進めようとしています。設計・製造計画・製造機械・製造現場・ベンダー先・検査等の情報の流れをシームレスにつなげることで、例え一品物であっても効率的に生産できる産業システムを目指していると思われます。

国内でもこれらに対抗して2015年6月にIVI(Industrial Value Chain Initiative)が発足しました。IoTと情報通信技術(ICT)を活用し、製造業の工場の連携を目指しています。工場へのICT応用は特に自動車産業で進んでいますが、一部には日本自動車メーカーはインダストリー4.0の目標をすでに達成しているのではないかとの声も聞かれます。

一方、インダストリー4.0では標準化・オープン化が重要なポイントとして位置づけられています。携帯電話がiPhone・Androidに席卷されたような国際標準化の波が押し寄せるかもしれません。

(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 小池 武

【参考文献】

鍋野 敬一郎 ドイツ政府が取り組む『インダストリー 4.0』の狙いと戦略を探る
<http://www.hitachi-solutions.co.jp/belinda/sp/special/column15/page02.html>

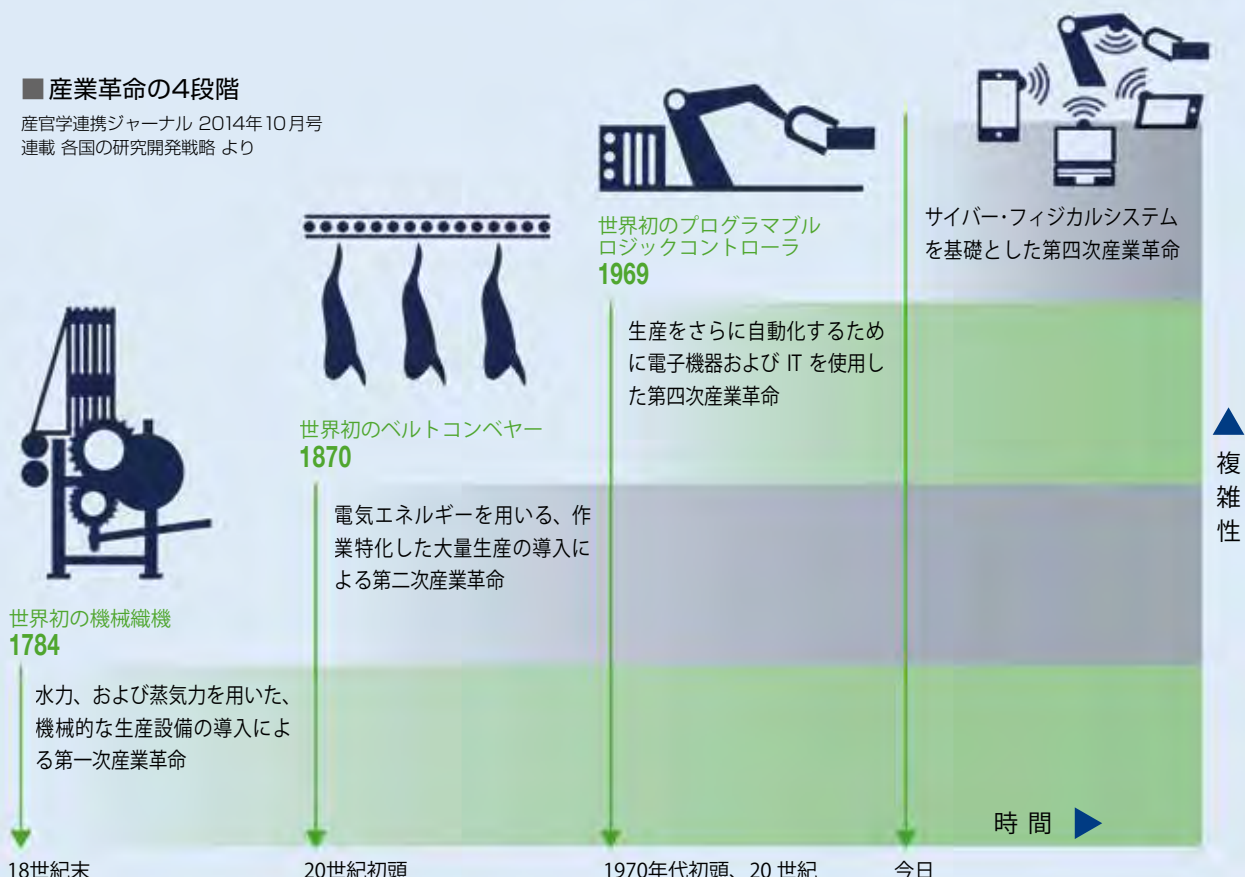
GE インダストリアルインターネット@ワーク
http://www.ge.com/jp/docs/1389000498785_Japan_IndustrialInternetatWork_0106s.pdf

JETRO インダストリー 4.0 実現戦略
<https://www.jetro.go.jp/world/reports/2015/01/c982b4b54247ac1b.html>

インダストリアル・バリューチェーン・イニシアチブ
<http://www.iv-i.org/>

■産業革命の4段階

産官学連携ジャーナル 2014年 10月号
連載 各国の研究開発戦略 より



表紙のことば **日本の風景** 京都の冬-清水寺



四季折々の美しさを背景に歴史ある古都京都。音羽山 清水寺 — 京都府

前号に引き続き今回も古都京都の風景です。

清水寺(きよみずでら)は、京都東山の音羽山の中腹に建つ歴史ある寺院です。創建は平安京遷都よりも古く延鎮上人により宝亀9年(778年)に開山されたと伝えられています。

清水寺は始め「北観音寺」と呼ばれていましたが、境内にわき出る清水が観音信仰の黄金延命水として神聖化され、一般にも清めの水として「清水」が知られるようになり、後に名称を「清水寺」に改められました。そんな清水寺の由来となった清水が、現在でも「音羽の滝」の名水として、多くの観光客に親しまれています。清水寺の一番の見所は「清水の舞台」で有名な本堂です。崖下からの高さは18mあり、舞台からは京都市内が一望できます。

