

ぼうだより

Vol.516

技術がいど

2023 Winter

●技術レポート

洋上風力向け溶接施工法および溶接材料



2 年頭のご挨拶

7 技術レポート

洋上風力向け溶接施工法および溶接材料

13 神溶会コーナー | サポーターリレー

1- 関西地区

2- 九州地区

15 ほっとひといき | 日本の素材百科

絹と西陣織

17 解説コーナー | 試験・調査報告

水素昇温脱離分析について

19 営業部ニュース

溶接ご法度集-26

各種母材におけるご法度(2) ステンレス鋼編 その2

21 知恵袋コーナー | 用語解説

機械安全



●年頭のご挨拶

謹んで新年のご挨拶を申し上げます。
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。



(株) 神戸製鋼所 執行役員 溶接事業部門長
末永 和之

皆様、新年明けましておめでとうございます。

昨年は、就任直後の神溶会70周年記念全国総会を皮切りに、初めて全国8地区の総会にも参加させていただきました。地区によって主要な業種やお客様が異なっており、ニーズも違っていることを改めて認識しました。お客様の声をしっかりと吸い上げ、集約して次のアクションへ繋げていくためには、地域に応じたマーケティング活動が欠かせません。当社は「品質」を経営の柱に掲げ、「世界でもっとも信頼される溶接ソリューション企業」であり続けることを目指していますが、この実現に向けて、今年も神溶会会員の皆様と一緒に、マーケティング活動をより充実させていきます。

昨年を振り返ると、新型コロナウイルスの感染拡大に加えて、これに起因した海外の都市ロックダウンによる半導体不足や物流の停滞、さらにロシアによるウクライナ侵攻と、これによるエネルギー高騰をはじめとした物価の高騰や大幅な円安など、経済活動を営む環境が激変した一年でした。この結果、10月には4回目となる価格改定をお願いするなど、皆様には多大なご負担をお掛けすることになってしまいました。

一方、カーボンニュートラルやデジタル・トランスフォーメーションは、SDGsの社会への浸透や働き方変革の加速などで、よりいっそう進展しています。溶接分野におきましても、溶接現場の生産性向上や自動化への期待が大きくなっていると思います。これをビジネスチャンスと捉え、お客様の声に応えていけるよう製品・サービスの高度化や、溶接ソリューションの展開をいっそう加速していく所存です。

今年の干支である卯は、その跳躍する姿から「飛躍・向上」を象徴するものとされています。これら製品・サービスや溶接ソリューションを、神溶会の皆様とともに市場浸透し「飛躍の年」となるよう活動していきたいと思っています。

この2023年が皆様にとって、より良い1年となりますよう祈念申し上げます。



神溶会会長 | (株) 神戸製鋼所 溶接事業部門 マーケティングセンター 国内営業部長
広崎 成一

神溶会会員の皆様、新年明けましておめでとうございます。

新春は穏やかに迎えられたこととお慶び申し上げます。

「物の始まりが一ならば、国の始まりが大和の国、島の始まりが淡路島。

泥棒の始まりが石川の五右衛門ならば ～略～ 」

このセリフが寅さんの啖呵売口上だとすぐにピンと来た方は、私と同じく昔のお正月の定番映画「男はつらいよ」通の方ですね。(50歳以下の方は厳しいか?) 昨年、神溶会70周年記念誌を編纂する中で、各種行事における各地区の始まり自慢のようなエピソードを数多く発見しました。寅さんならば「ご存じ神溶会の始まりが関西ならば、賀詞交歓会の始まりが関東。拡販キャンペーンの始まりが東北・四国ならば、合同地区総会の始まりは中国・九州・・・」といった感じでしょうか。昨秋に8地区にて実施した地区総会では会員皆様、当社社員に地区への愛着をいっそう深めていただけたらという思いで、地区ごとにさわりのエピソードをご披露させていただきました。さて、話が前後しますが昨年は5月に神戸で開催した70周年記念全国総会を皮切りに、地区分会や秋の地区総会開催へと続き、感染対策で制限はしながらもようやく対面での交流が図れ、神溶会活動の復活に繋がる良い年であったと感じています。自身にとりまして70年の歴史と伝統を振り返れたことで、意を新たに今後、今後の発展に向け歩むきっかけとなり、改めて会員各社様の多大なご協力には深く感謝申し上げます。「和を以て尊しとなす、されど和して同ぜず」互いに協調し合いながらも、それぞれの主体性を尊重していくというのが神溶会の強みです。71年目の今年は歴史を糧にしながらも、今、そして、つなげる未来について、会員皆様とざっくばらんに多く語り合える年にできればと思っています。

寅さんからつなぎ、卯さんのように一緒に飛躍して参りましょう。

●年頭のご挨拶

謹んで新年のご挨拶を申し上げます。
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。

マーケティングセンター 国内営業部

東日本営業室 前室長
藤原 一成



関東神溶会会員の皆様、新年おめでとうございます。

さて、新春ご挨拶の貴重な紙面をお借りして恐縮ですが私こと、この度1月1日付けで神戸製鋼所溶接事業部門の関係会社で脱臭フィルターの製造・開発・販売をしています神鋼アクテック(株)へ異動することになりました。

東日本営業室には2016年6月に着任以来、6年6ヶ月間に渡り公私ともに多大なるご支援・ご協力をいただきましたこと、心より感謝申し上げます。皆様には本当に感謝、感謝、感謝です。

在任中は2017年の品質不適切行為、昨今の新型コロナの蔓延と思いがけないことがありましたが、皆様と取り組んだ値上げ、新商品PR、ゴルフ、お酒と思い出深い活動となりました。

新任地でも皆様にご指導いただきましたことを胸に刻み業務に邁進したいと思います。

最後に皆様の益々のご健勝と神溶会、ならびに会員各社様のさらなる発展を祈念いたしましてご挨拶に代えさせていただきます。

東日本営業室長
入口 高明



本年1月に東日本営業室に着任しました入口（いりぐち）と申します。本年からよろしくお願ひいたします。私、入口は1993年入社以来21年間、8地区神溶会のうち5地区の神溶会活動に関わらせていただき、これまで神溶会の歴史とともにさまざまな経験を積ませていただきました。その後は直営営業部門に異動し、大手調達部門との年契価格交渉を担当。ある大手ユーザ様と半年にわたり十数回の価格交渉を重ね、値上げ合意いただいたことも貴重な経験となっております。

今回、関東神溶会の皆様とは3度目のお付き合いとなります。東日本大震災時の種々対応や神溶会制度改革～運用開始を最後に、直近12年間は関東神溶会活動から離れておりましたので、神溶会の変遷に追いつき・追い越すべく、より多くの神溶会活動に参画し、多くの会員の皆様と関わってまいります。関東神溶会会員の皆様とともに発展すべく、今後ともご支援をよろしくお願い申し上げます。

中日本営業室長
木村 憲一郎



昨年も新型コロナの影響が続き、ウィズコロナを余儀なくされた一年でしたが、制約はあるものの、さまざまな活動が再開された年となりました。5月には神溶会70周年記念の全国総会の開催を皮切りに、7月には4年ぶりに国際ウエルディングショーが東京で開催されました。また、秋には全国に先駆けて「ビギナーサポーター講習会」を名古屋地区と浜松地区の2会場で開催し、多くの方にご参加いただきました。そして、東海神溶会地区総会も2年ぶりに開催し、無事盛況に終えることができました。ご参加いただきました皆様のご理解とご協力にあらためて厚く御礼申し上げます。

さて、この一年を振り返りますと、度重なる鋼材と副資材の価格高騰によって、溶接材料においても価格改定を断続的に行わなければならず、昨年に続き一年間で二度に渡る価格改定を実施いたしました。あらためてこのたびの価格改定へのご理解とご協力につきまして心より感謝申し上げます。いまだ半導体不足や関連部品の入手困難に加え、世界情勢不安による不透明感が続き、我々を取り巻く環境も予断を許さない日々が続いております。当地区で大いに影響ある自動車業界において各メーカーとも至近では挽回・増産計画が発表され、今後の平常化が期待されつつあります。また、建築鉄骨分野においても需要は緩やかながら上向いており、全体としてコロナ前の景況感に戻りつつあることも伺えます。神溶会活動におきましては、昨今のコロナ感染者数急増で、第8波の影響も騒がれておりますが、最大限の感染症対策を講じながら、溶接サポーター制度や地区分会、デリバリー担当者会議など、これまで見送ってきた活動を開催し、神溶会会員の皆様とのコミュニケーションを通じて、互いに成長できることを楽しみにしております。最後になりますが、会員各社様のご発展と皆様のご健勝を祈念しご挨拶に代えさせていただきます。



西日本営業室長
濱 俊彦

関西神溶会の皆様、そして全国の神溶会の皆様、新年明けましておめでとうございます。

昨年5月に海外部門から西日本営業室に異動し、神溶会の皆様と再びお付き合いさせていただくことになりました。神溶会70周年記念総会、国際ウエルディングショー、関西神溶会総会など息つく暇もない半年でしたが、これらの活動を通じて、神溶会の歴史と団結力をあらためて強く感じることができました。

さて、昨年は新型コロナの周期的感染拡大、国際紛争、部品不足、コスト高や円安などの要因により、溶接材料需要が期待したほど回復せず、同時にさまざまな製品の価格改定が繰り返された一年でした。当社も溶接材料などの値上げに踏み切りましたが、関西神溶会の皆様の絶大なるご支援により、市場からの理解を得ることができました。深く感謝申し上げます。

本年は卯年で、古くから「飛躍する年」と言われています。また卯年生まれの方は温厚でコミュニケーション能力が高く、誰とでも仲良くなれるそうです。世界中のリーダーが卯年生まれのように振る舞い、さまざまな問題が解決されることで、誰もが成長と飛躍を感じられる年になることを切に願います。

同時に、何かを始めるのに縁起が良い年とも言われています。関西神溶会の活動は徐々に再開しておりますが、今年はアイデアを駆使しながら、あらゆる神溶会活動をコロナ以前の姿に戻し、会員各社様のお役に立てるように尽力していく所存です。

本年も、皆様からの変わらぬご指導、ご鞭撻を賜りたく、何卒よろしくお願い申し上げます。



東日本営業室 北海道営業所 所長
辻 高弥

昨年を振り返ると、新型コロナ以降の景気低迷に加え、昨今の鋼材・資機材高騰などの影響により、道内の建築鉄骨需要は低迷が続きました。加えて、ウクライナ情勢に端を発する家畜飼料や肥料の高騰が農畜産業者の経営を圧迫し、牛舎建設や農業関連施設の計画にも悪影響が出ています。溶接材料の需要も低迷し、コロナ前の水準には遠く及ばない状況です。一方で、2030年度に北海道新幹線の札幌延伸が予定されており、札幌駅前を始めとする大型再開発案件が複数計画されています。また新千歳空港では国際線の運航も再開され、札幌や函館市内などで外国人観光客の姿を見かけるようになりました。今後、ホテル・リゾート開発などのインバウンド関連需要の回復にも、期待をしたいところです。

さて、厳しいコロナ禍の2年間、2万トンもの鉄骨需要を創出してきたのが、北海道日本ハムファイターズの新球場、北海道ボールパーク「エスコンフィールド」です。開閉式屋根を備えた天然芝球場、芝の育成を促すガラス壁、異業種とコラボした体験施設など、さまざまな楽しい仕掛けが用意されています。BIG BOSS就任初年度は、残念ながら最下位に終わりましたが、BIG BOSSという呼び名を卒業した新庄監督のもと、今年3月30日に新球場での開幕戦を迎えます。ぜひとも現地で観戦できることを心待ちにしたいと思います。

昨年、神溶会は70周年を迎えました。北海道でも総会や道内8地区での分会を3年振りに開催し、会員の皆様と対面での交流を再開できたことは、本当に嬉しい限りでした。今年は、サポーター講習会の再開など、皆様のお役に立てる企画を考え、神溶会のさらなる発展を目指して参ります。新球場におけるファイターズの大きな飛躍とともに、落ち込んだ道内の景気も好転することを期待し、会員皆様とともに喜びを分かち合える一年になることを祈願申し上げます。本年も神溶会活動へのご理解・ご協力のほど、よろしくお願い申し上げます。

●年頭のご挨拶

謹んで新年のご挨拶を申し上げます。
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
渡邊 宙史

昨年は神溶会70周年記念全国総会をはじめ、地区総会や溶接サポーターなど、ようやく本格的な神溶会活動を、再開できた年となりました。まだ手探りではありますが、ウィズコロナ時代の経済活動の方向が、徐々に定まってきたと思われます。このような中、ロシアによるウクライナ侵攻に端を発した資源高や円安の影響のため、溶接材料も2回の価格改定を実施致しました。あらゆる製品が高騰する中、一昨年に引続き東北神溶会の皆様にご協力いただき、心より感謝申し上げます。鉄源市況の先行きは不透明ですが、カーボンニュートラルへの対応が課題となる中、すぐさま鋼材価格ならびに溶接材料の価格が下落するとは考えにくい状況です。そのため東北では、去年7月に上市した「新 鉄骨溶接システム NEW REGARC™」を積極的に提案し、サイクルタイム短縮によるコストダウンや自動化による人手不足への対応により、ユーザーへ貢献していきたいと考えております。

今年の東北地区の経済状況ですが、円安による生産工場の国内回帰の流れにより、大型工場の建設が相次いで計画されており、「2024年問題」による物流中継拠点の需要拡大や首都圏再開発案件と併せて、各鉄骨ファブとともに堅調な稼働になると予想されます。自動車分野や建設機械分野についても、依然部品の供給が不安定なものの需要は好調を維持しており、円安による恩恵と相まって増産傾向にあります。また、今年は秋田港・能代港の洋上風力発電や東北大学の次世代放射光施設「ナノテラス」が本格的に稼働し、東北地区における産業のイノベーションや付加価値の創出につながると考えられています。昨年同様に各産業の恩恵を東北神溶会の皆様とともに享受して参りたいと思いますので、引き続き緊密な連携をよろしくお願い申し上げます。

最後になりますが、会員各社様のご発展と皆様のご健勝を祈念し、ご挨拶に代えさせていただきます。本年も神戸製鋼ならびに東北神溶会をよろしくお願い申し上げます。



西日本営業室 中国営業所 所長
澤田 啓太郎

昨年は、神溶会70周年記念全国総会、国際ウエルディングショー、そして3年振りの中国神溶会総会や地区分会の開催など、その都度悩みながらも、ウィズコロナでの神溶会活動を無事に実施できたのは、神溶会の皆様のご支援や日頃のご理解のお陰であります。改めて心より感謝申し上げます。そして70周年を迎えた神溶会ですが、次の10年に向けて皆様とともに新たなステージを築いて参りたいと思います。

中国地区を取り巻く環境は、業種による明暗とユーザー個々に温度差はあるものの、「コロナ前と比べて」という景況感が語れるまでようやく回復してきました。建築鉄骨では、全国に比べ中国地区の立ち上がりが鈍いという状況が続いておりましたが、先行指標はすでにコロナ前の水準まで回復傾向にあります。自動車では、半導体不足などによる生産調整も峠を越えた模様で、年明け以降どこまで挽回生産されるかを注視しています。さらに最大業種である造船分野も大底を打って緩やかな回復に転じております。本年は実需ベースで本格的な回復が実感できるだろうと大いに期待しております。

また、このように外部環境が目まぐるしく変化している時こそ、我々のビジネスや仕事のやり方を変えるチャンスでもあります。カーボンニュートラルやDXといった新たなキーワードも加わり、この先どう変わっていくだろうか、少しの期待感とそれ以上の不安もありますが、失敗を恐れず前を向いて果敢に取り組んでみるのが、今こそ重要なのではと思います。その行動で何がみつかるか、とても楽しみです。そんな期待を胸に、この2023年も神溶会の皆様とともに駆け抜けたしたいと思います。

最後となりますが、神溶会会員各社の益々の発展と皆様のご健勝、そして広島カープの復活を祈念申し上げます。



西日本営業室 四国営業所 所長
宇治原 宏昭

昨年に四国営業所へ赴任し早1年が経過致しました。コロナの感染状況をみつつ神溶会活動の再開や、度重なる主要原材料の値上げを受けての価格改定など、重要テーマが多かった1年であったと感じています。特に活動関連では神溶会70周年記念全国総会と地区総会の開催により、これまで中止が続いていた会合に関して、感染対策を万全に施すことで安心かつ有意義な場として復活することが、会員様同士の絆にお役立ちできると感じた次第です。

お客様を取り巻く環境を伺いますと、概ね半導体やそれに起因する部品の長納期化、労働者不足などが需要の伸びをやや押し下げっていますが、それでも先々まで仕事はあり、それに伴い設備投資の話は増えてきているようです。建築鉄骨分野では特に事業再構築やものづくりといった補助金と合わせた溶接ロボットシステムの導入検討を始め、造船では石油に代わる代替エネルギーの話題が本格化してきており、当社としては、溶接材料だけではなく装置と一体となった提案がより重要視されてくると感じております。四国営業所では昨年、国際ウエルディングショー出展商品のご紹介を主体とした地区分会を再開致しましたが、今年はこのような機会を積極的に設けていき、お客様の生産性向上にお役立ちできる内容の神溶会活動を目指していきたいと考えております。新型コロナウイルス感染から3年が経過しウィズコロナがスタンダードとなった今、人の育成の場としてもご活用いただければ幸いです。

高松の駅前にもホテルや商業施設の再開発計画が動き出すようです。我々の目指す未来は多くの人が居心地の良い、快適な暮らしができることに変わりはなく、新しく建設される建物を見上げながら、その未来づくりの一端を担うことをモチベーションにして過ごしていきたいと考えております。

最後になりましたが、四国神溶会会員の皆様のご発展とご健勝を祈念し、ご挨拶に代えさせていただきます。



西日本営業室 九州営業所 所長
伊藤 崇明

昨年も新型コロナが猛威を振るい、夏頃には“第7波”で感染者のピークを迎え、秋口には再び増加が懸念される“第8波”が到来するなど、依然として収束の見通しが立たない状況が続いています。そうした中、昨年5月には神溶会70周年記念全国総会を、また10月には3年ぶりとなる九州神溶会総会を開催させていただきました。いずれもコロナの影響で制約が残る形での運営とはなりましたが、会員各社の皆様の積極的なご参加とたくさんの励ましの言葉を頂戴し、改めて神溶会の皆様に支えられていることを痛感した次第です。この場をお借りして御礼申し上げたいと思います。

さて九州域内の業種別動向ですが、建築鉄骨は大型案件を中心に豊富な物件を有しており、主要ファブのほとんどが1年～1年半の仕事量を確保していますが、度重なる鋼材価格の高騰やコラムの長納期化によって、思うように稼働を上げられないファブも散見されます。またS造からRC造に設計変更されるケースも増えており、当社鉄骨向けソリッドワイヤの出荷量にも影響が出ています。自動車は半導体を中心とした部品調達難の影響が長引き、昨年前半まで減産が続いていましたが、夏頃から改善傾向に転じ、モデルチェンジのタイミングで増産を計画するなど、徐々にではありますが生産回復の兆しも見えてきています。造船分野については、この下期からようやく回復が本格化するユーザが増えてきており、総じて線表も24年まで積み上がって来ています。一部の造船所ではコロナ禍の経営悪化に伴い、人員を削減した影響で思うように稼働が上がらず、人手の再確保が最優先課題となっているようです。

2023年の干支は“癸卯（みずのとう）”。これまでの努力が実を結び、勢いよく飛躍する年となることが期待されます。コロナ前の状況に戻るのにはまだ先となりそうですが、常に明るい未来を描きつつ、ウィズコロナの中でできることを最大限実行していきたいと考えています。今後とも神溶会会員各社の皆様のご支援・ご協力をよろしくお願い申し上げます。

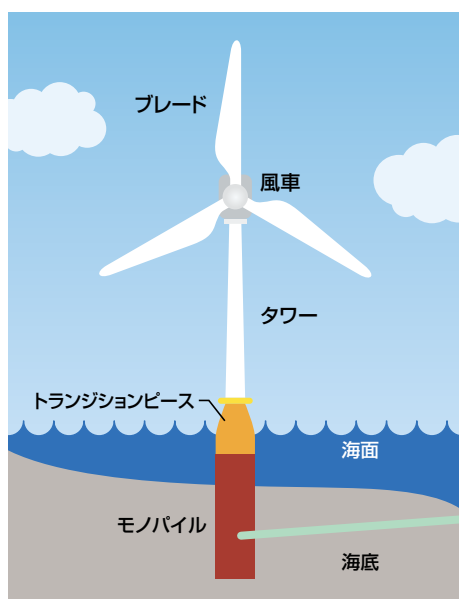
洋上風力向け溶接施工法および溶接材料

加納 覚

(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

2000年初頭から地球温暖化を筆頭とする環境問題解決のため、世界規模でCO₂排出量の低い発電方法に対して注目度や関心が高まり、例えば太陽光や風力などの再生可能エネルギーを活用する発電設備の導入を各国が加速させています。中でも風力発電設備は、風力事情が良好な欧州を中心に敷設が進み、近年さらなる大型化で発電容量を高められる洋上風力発電設備に注目が集まっています。洋上風力発電設備には、風車を支えるタワーや海面下のモノパイルなどが基礎部位として用いられます。それらは、極厚板で大径の鋼製単管を溶接して製作されます。単管製作では、縦方向や円周方向の溶接が不可欠で、極厚板の高効率な溶接施工法が望まれています。本稿では、極厚板における縦方向(縦シーム)の溶接に好適な溶接施工法 **SESLA™** と、円周方向の溶接に好適な狭開先サブマージアーク溶接材料について紹介します。



モノパイル敷設前の外観写真

2. 新エレクトロスラグ溶接法 **SESLA™**¹⁾

SESLA™は、エレクトロスラグ溶接の長所(スパッタやヒュームが少なく、耐風性が良好)を維持しながら、短所(溶接長の制限)を克服しています。新エレクトロスラグ溶接装置SG-3(図1)のスラグ浴制御機能に、水冷摺動銅板方式を採用することで、長尺溶接が可能と

なりました。また、自動上昇機能や自動做い機能を具備し、溶接中のデータロギングにも対応しています。**SESLA™**では、表1に示すフラックス入りワイヤ **FAMILIARC™** ES-X55E、フラックス **FAMILIARC™** EF-4(溶融タイプ)および裏当て材の **FAMILIARC™** KL-4を使用し、溶接を行います。**SESLA™**の構成を図2に示します。



図1 新エレクトロスラグ溶接装置SG-3

表1 **SESLA™**の専用溶接材料

フラックス入りワイヤ	FAMILIARC™ ES-X55E
フラックス	FAMILIARC™ EF-4
裏当て材	FAMILIARC™ KL-4

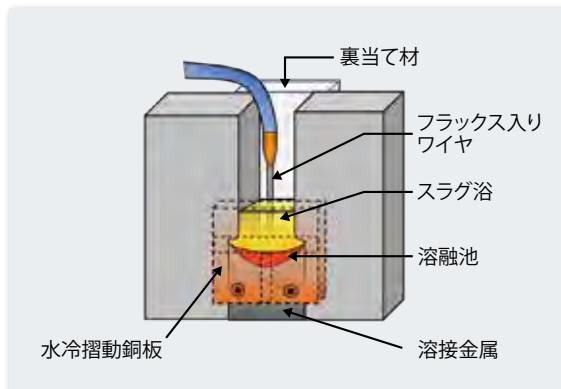


図2 **SESLA™**の構成

2-1. 極厚板溶接への適用

SESLA™では、トーチのオシレート範囲が拡張され、1パスで溶接可能な最大板厚が80mmとなっています。表2に示す板厚80mmの極厚板溶接において、図3に示す良好な溶込みと溶接性が確保されることを確認しています。

表2 板厚80mmの試験条件および溶接条件^{*1}

板厚 (mm)	開先角度 (°)	ルートギャップ (mm)	溶接速度 (mm/min)	入熱量 (kJ/mm)
80	20	12	15	76

^{*1} 母材：SM520C



図3 板厚80mmにおける溶接継手の断面マクロ

新エレクトロスラグ溶接法 **SESLA™**

『ぼうだより 技術がいど』技術レポートのVol.507、Vol.508 およびYouTubeにて、ご紹介しております。



立向自動溶接 **SESLA™** 新エレクトロスラグ溶接プロセスのご紹介



立向自動溶接 **SESLA™**の使い方

2-2. 入熱と溶接金属の機械的性質

JIS G 3106 SM490A鋼板を用い、入熱が溶接金属の機械的性質に及ぼす影響を調査しました。比較としてエレクトロガス溶接(以下、EGW)における溶接金属の機械的性質も併記しています。入熱と強度の関係を図4、-20℃吸収エネルギーとの関係を図5に示します。

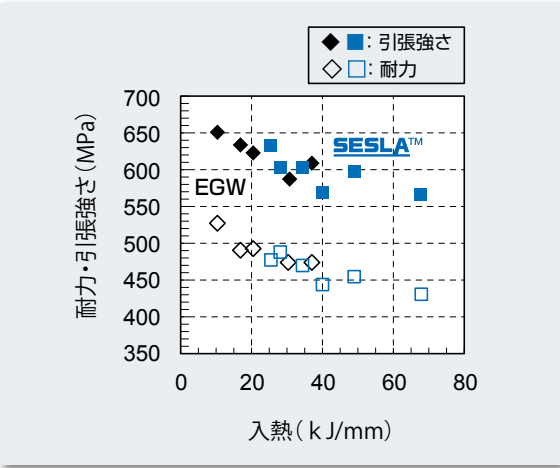


図4 入熱と強度(溶接金属)の関係

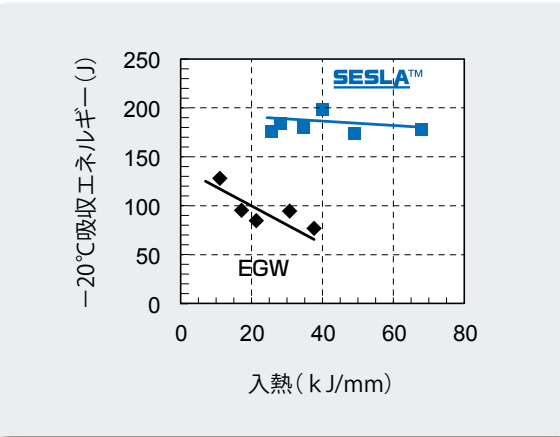


図5 入熱と吸収エネルギー(溶接金属)の関係

SESLA™の強度は、EGWと同様に入熱の増加とともに低下しますが、じん性は大幅に劣化せず、維持できることを確認しています。

3. 狭開先サブマージアーク溶接材料

極厚板における溶接施工の高能率化手段として、開先の狭開先化が挙げられます。狭開先サブマージアーク溶接では、スラグはく離性の劣化や融合不良などの溶接欠陥が課題でした。それらの課題を解決すべく鋭意開発に取り組み、スラグはく離性に優れ、耐欠陥性も確保した狭開先サブマージアーク溶接材料として、FAMILIARC™ US-29HK / TRUSTARC™ PF-H55LT-Nを開発しています。FAMILIARC™ US-29HKは炭素鋼用ソリッドワイヤ、TRUSTARC™ PF-H55LT-Nは、ふっ化物-塩基性酸化物系の焼結フラックスです。

その特長は、狭開先サブマージアーク溶接においてYP460鋼までの高張力鋼に対応し、-60℃までのじん性が良好、直流(DCEP)および交流で使用できます。また、溶接のままで使用を推奨します。(表3)

表4に FAMILIARC™ US-29HK/ TRUSTARC™ PF-H55LT-Nの組合せで、直流(DCEP)で溶接した場合の拡散性水素量を示します。溶接作業性と同様に、フラックス組成の最適化で、拡散性水素量は約3mL/100gと低い値を示します。

表4 FAMILIARC™ US-29HK/ TRUSTARC™ PF-H55LT-Nにおける拡散性水素量^{*1}

極 性	拡散性水素量 (mL/100g)			
	N-1	N-2	N-3	Avg.
直流 (DCEP)	3.2	3.3	3.3	3.3

^{*1} JIS Z 3318準拠、ガスクロマトグラフ法
溶接条件：500A-30V-400mm/min

表3 狭開先サブマージアーク溶接材料の規格分類およびその特長

ソリッドワイヤ FAMILIARC™ US-29HKの規格分類	JIS Z 3351 YS-S5
フラックス TRUSTARC™ PF-H55LT-Nの規格分類	JIS Z 3352 SAFB1 (フラックスの種類：ふっ化物-塩基性酸化物系, FB)
溶着金属の規格分類	JIS Z 3183 S532-H
特 長	・良好なスラグはく離性 ・狭開先での優れた耐欠陥性を確保 ・高張力鋼 (YP460鋼まで) に対応し、-60℃までのじん性が良好 ・直流 (DCEP) および交流 (AC) で使用可

3-1. 溶着金属の諸性能

表5、表6および図6に直流(DCEP)および交流における溶着金属の化学成分、溶接のままの機械的性質を示します。

強度クラスは520MPa級で、-60℃までの吸収エネルギーが良好な溶着金属が得られることを確認しています。

表5 溶着金属の化学成分例 (mass%)

極 性	C	Si	Mn	P	S
直流 (DCEP)	0.07	0.29	1.85	0.013	0.002
交流 (AC)	0.08	0.27	1.73	0.013	0.002

表6 溶着金属の機械的性質例 (引張試験、溶接のまま)

極 性	耐力 (MPa)	引張強さ (MPa)	伸び (%)
直流 (DCEP)	514	603	28
交流 (AC)	534	618	29
JIS Z 3183 S532-H	≥420	≥520	≥19

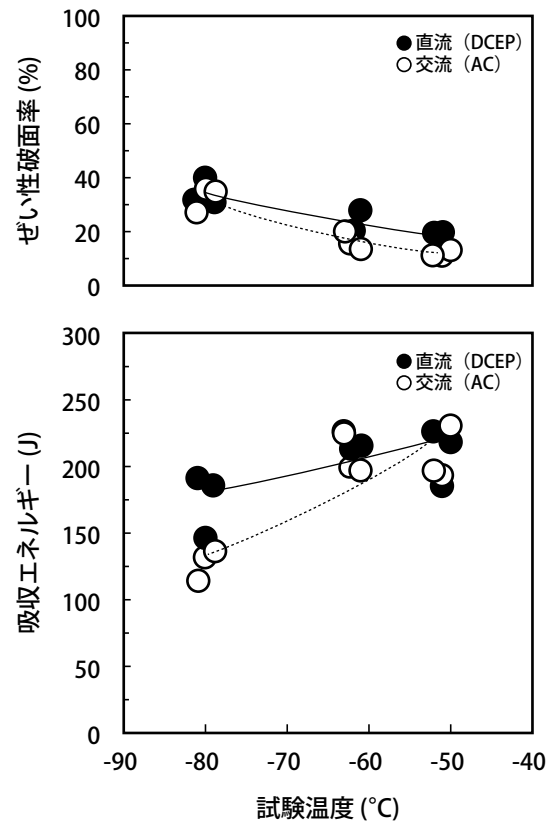


図6 溶着金属の機械的性質 (シャルピー衝撃試験、溶接のまま)



3-2. 溶接継手の諸性能

表7に示す溶接材料および鋼板の組合せで狭開先サブマージアーク溶接を行い、溶接継手の諸性能を評価しました。1st側はV形開先(開先角度：60度)、2nd側は狭開先(開先角度が16度、ルート開先はR=8のU形開先)に機械加工しています。

1st側と2nd側の開先形状、積層要領をそれぞれ図7および図8に示します。高能率化を目的にタンデム溶接とし、後行極には2.4mmの双極を適用した施工例となります。また、タンデム溶接の電極配置を図9、溶接パラメータを表8に示します。

溶接継手の断面マクロを図10に示し、溶接金属の化学成分を表9、その機械的性質を表10に示します。

溶接継手においても、強度を確保しつつ、-60℃で良好な衝撃性能を確保できています。

表7 狭開先サブマージアーク溶接における溶接材料および母材の組合せ

溶接材料	ソリッドワイヤ	FAMILIARC™ US-29HK 先行極：4.0mm dia. 後行極：2.4mm dia.×2対(双極)
	フラックス	TRUSTARC™ PF-H55LT-N、 10×48mesh
鋼板		JIS G 3106 SM490A、 板厚80mm

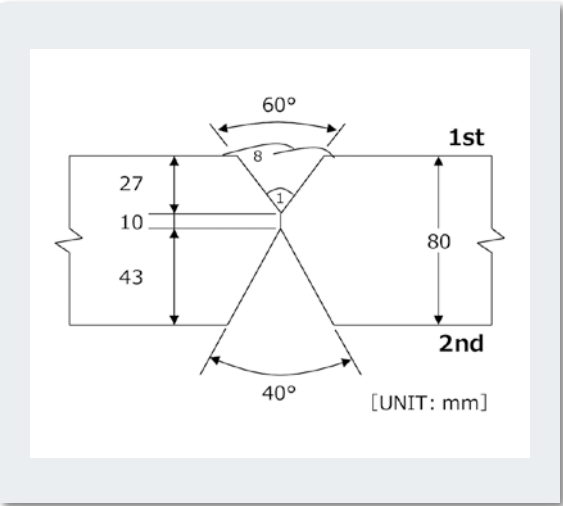


図7 1st側の開先形状と施工要領

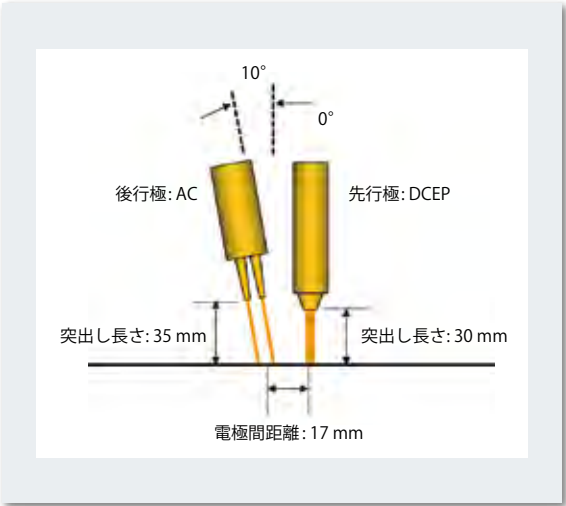


図9 タンデム溶接の電極配置

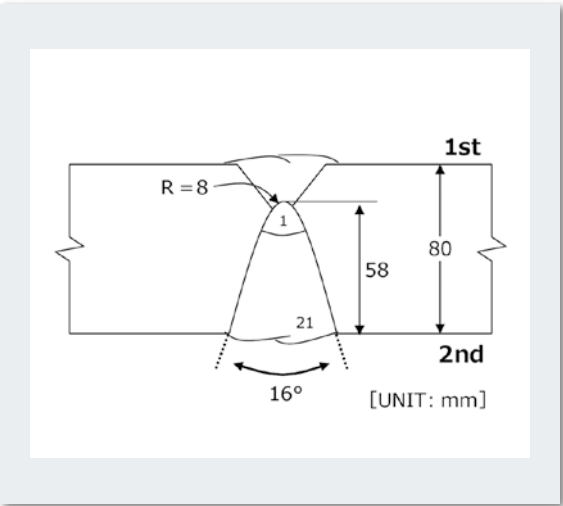


図8 2nd側の開先形状と施工要領
(機械加工で2nd側を狭開先に成形)



図10 溶接継手の断面マクロ

表8 溶接パラメータ

	パス番号	溶接条件	入熱 (kJ/mm)	予熱・パス間温度 (°C)
1st側	1	シングル、DCEP、600A-30V-600mm/min	1.8	100~147
	2	シングル、DCEP、650A-30V-600mm/min	2.0	
	3-8	タンデム、先行極：DCEP、650A-30V 後行極：AC、600A-32V-700mm/min	3.3	
2nd側	1	シングル、DCEP、600A-30V-600mm/min	1.8	
	2-21	タンデム、先行極：DCEP、650A-30V 後行極：AC、600A-32V-700mm/min	3.3	

表9 溶接金属の化学成分例 (mass%)

C	Si	Mn	P	S
0.09	0.30	1.78	0.014	0.003

分析位置：板厚中央

表10 溶接金属の機械的性質例

	耐力 (MPa)	引張強さ (MPa)	伸び (%)	吸収エネルギー(J)			
				試験温度：-60°C		試験温度：-40°C	
2nd側から7mm下方	496	618	33	112 123 127	Avg. 121	161 156 147	Avg. 155
板厚中央	580	634	28	162 181 152	Avg. 165	194 196 196	Avg. 195
2nd側から73mm下方	591	664	28	128 130 179	Avg. 146	184 185 183	Avg. 184

4. 施工上の注意点

【SESTMLATM】

- 溶接継手の熱影響部も含めた機械的性質の確保には、高入熱施工に対応した鋼板をご使用ください。
- 板厚80mm超の施工には、2パス施工が必要となります。施工条件については、当社へお問合せください。

【狭開先サブマージアーク溶接材料】

- 狭開先溶接では、特に初層の溶接に注意してください。入熱が3kJ/mm以上では、ビード形状が梨型となり高温割れの懸念が高まります。極力、低入熱の施工を心掛けてください。
- 低温割れ防止のため、使用前にはフラックスを300~350°Cで1時間程度、再乾燥してください。

5. おわりに

本稿では、極厚板の溶接に好適な溶接施工法 **SESTMLATM** と狭開先サブマージアーク溶接材料の「**FAMILIARTM** US-29HK / **TRUSTARCTM** PF-H55LT-N」を紹介しました。いずれも極厚板の高効率な溶接施工に寄与するとともに、良好な機械的性質を有する溶接金属が得られます。今後、溶接継手の健全性、信頼性が求められる洋上風力分野での幅広い適用が期待されます。

参考文献

- 1) 柿崎 智紀：新エレクトロスラグ溶接法 **SESTMLATM**，ぼうだより，2020，Vol.507，P2-P6



サポーターリレー(関西地区)

皆さんこんにちは!! (株)神戸製鋼所 西日本営業室の小林です。本コーナーで関西地区を紹介するのはおよそ3年ぶりとなります。新型コロナ感染拡大で、神溶会活動においても制約が生じた時期がありましたが、関西地区では2022年夏にサポーター評価試験を実施したほか、出張講習会「関西神溶会 WELDING MEETING」を積極的に実施しています。今回はこれらの取り組みについてご紹介いたします。

溶接サポーター活動は2005年に始まり、大阪に限らず、兵庫や和歌山、石川、沖縄でも「地域密着型活動」として開催しており、会員各社様に積極的に参加いただいています。今年で14回目となり、今回は当初2021年4月の開催を予定していましたが、新型コロナの全国的な感染拡大の状況から2度の延期を経て、2022年7月に兵庫で開催することができました。今回の受験者は33名(過去最大)ということもあり、密を避けるため2日間に分けて開催しました。例年より早く梅雨明けし猛暑となることが予想されたため、できる限りの熱中症対策を講じました。予想通り評価試験当日は35℃を超える猛暑日でしたが、参加者全員がケガ・熱中症なく2日間無事に終えることができました。後日採点の結果、28名の方が合格し、神溶会溶接サポーターの仲間入りを果たしました。サポーター資格を取得された方には、さらなるレベルアップのため、ぜひWES2級合格を目指していただきたいと思います。

サポーター活動と並んで精力的に活動してきたのが「関西神溶会 WELDING MEETING」です。これは、神溶会発足70周年に向け神溶会会員の皆様との「キズナを深める」をテーマに、2019年からスタートさせた関西地区の独自企画です。会員各社様の拠点に当室営業スタッフが伺いし、ご要望に沿ったテーマで「MEETING」を実施するものとなります。具体的なテーマを紹介しますと「溶接用語の解説」という基礎的な内容から「中炭素鋼の溶接材料選定」「溶接トラブルシュー

ティング」など実践的な内容まで、多岐に渡るテーマをご用意しており、ご希望に合わせた内容で実施してきました。「テーマが絞られているため、内容に集中できて分かりやすい」「1時間程度の勉強会なので営業活動に支障が出ない」など、ご参加いただいた皆様から好評をいただいております。実施実績は20年度10回(96名参加)、21年度11回(123名参加)と新型コロナの影響で活動制限がある中でも精力的に活動しています。「関西神溶会 WELDING MEETING」のような活動は会員各社の営業の皆様とのコミュニケーション、当社の情報発信の場としても貴重な機会と捉えております。ご要望がありましたら当社営業担当が各拠点まで駆けつけますので、お気軽にご相談ください。

このように西日本営業室では地域密着型のサポーター活動や「関西神溶会 WELDING MEETING」を継続していくほか、溶接サポーターの方々とともに神戸製鋼ファンのお客を増やす営業を加速させていきます。引き続き神溶会活動へのご理解とご協力を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

西日本営業室 一同



溶接材料チーム



システムチーム



6月17日 サポーター事前講習会



7月6日 サポーター実技評価試験



WELDING MEETING (2020年10月大陽日酸G&W関西支社)

(株)神戸製鋼所 溶接事業部門 マーケティングセンター
国内営業部 西日本営業室 小林 邦彰

サポーターリレー(九州地区)

こんにちは、西日本営業室 九州営業所の坂本と申します。今回は3年振りの登場となります九州営業所の紹介と、サポーター制度を含む九州神溶会活動および九州営業所の重点活動の一部についてご紹介させていただきます。

●営業所紹介

現在、九州営業所は伊藤所長以下、溶接材料営業2名(坂本、小林)、溶材/システム営業兼務1名(石渡)、デリバリー/庶務担当2名(石田、八尋)の計6名が在籍しています。当営業所では九州7県と山口県の一部の溶接材料および溶接ロボットシステム販売を管轄としておりますが、建築・鉄骨、自動車、造船と溶接の主要業種が非常に盛んな地域でもあり、所員一丸となって、明るい雰囲気の中、日々の販売活動に取り組んでいます。

次に、九州地区の景況感に関して、特に建築・鉄骨業種については、博多駅周辺の再開発案件である「博多コネクティッド」や、九州最大の繁華街である天神地区再開発案件「天神ビッグバン」などの建築物件が目白押しであり、当面の間は活況に推移することが期待されます。また、去る22年9月23日には新たに武雄温泉駅～長崎駅間で西九州新幹線が開業し、それに伴い長崎駅周辺の再開発も活発化しています。今後、海外からの旅行者も少しずつ回復していく中で、福岡を中心に、九州各地のさらなる発展が期待されるところです。



九州営業所員



執務室の様子

●サポーター活動および九州神溶会活動

これまで会員各社様には、積極的に活動にご参画いただき、22年10月末時点で、累計のサポーター資格470名、業種別エキスパートについては、鉄骨111名、自動車69名、造船51名と、非常に多数の方に資格を取得いただいで参りました。

コロナ禍以降、九州神溶会活動に関しては、溶接サポーター活動だけでなく、地区総会や地区分会といった定期イベントについても、中止・延期を余儀なくされてきましたが、収束の兆しが見え始めた22年6月には、19年末以来約2年半振りとなる地区分会を5地区(福岡・佐賀・北九州・筑豊、大分、熊本、長崎)にて開催し、約80名

の方に出席いただきました。New **FAMILIARC™** MG-50や **NEW REGARC™** などの新商品の紹介に加え、ナップ溶接トレーニングの実演を行い、参加者からは活発なご意見・ご質問をいただく中で、改めて対面での活動の重要性を再確認することができました。

また、9月にはこちらも約2年半振りとなる溶接サポーター活動として、「鉄骨エキスパートサポーター講習会」を開催、新たに9名の鉄骨エキスパートが誕生しました。



鉄骨ES講習会

さらに10月27-28日には、3年振りとなる九州神溶会地区総会を、福岡県の海の中道に所在するホテル「ザルイガンズスパ&リゾート」にて開催し、盛会の内に終了することができました。

このように少しずつ神溶会活動を再開しておりますが、会員の皆様からは、営業マンの入れ替わりなどを背景に、サポーター制度の基本となる「溶接サポーター講習会」の開催を望む声を多数いただいております。23年春以降、複数地区での開催を計画して参りますので、積極的なご応募をお待ちしております。

●重点活動

九州営業所の重点活動の一つとして、グループ会社のコベルコ溶接テクノ(株)が販売窓口を担っているナップ溶接トレーニングのPR活動を積極的



ナップVRデモの様子

に行っています。本製品はVR空間上で溶接の練習を行うバーチャルトレーニングサービスであり、特に溶接経験の浅い方を対象に、溶接技能の習熟効果が期待されるものです。お客様でのデモにおいては、日々溶接作業に従事されているベテラン溶接士の方からも良好な反応をいただいております。本製品のデモを行うことで、お客様との接点強化や、溶接材料の新規顧客の掘り起しにも繋がるなど、波及効果も実感しています。訪問しての実演勉強会も対応しておりますので、ご興味のある神溶会会員各社様はぜひお声掛けいただければと思います。

最後に、九州神溶会活動は会員各社様の積極的なご参画によって成り立っており、日頃の活動へのご理解並びにご協力に厚くお礼申し上げます。積極的に各種イベントを企画して参りますので、引き続き神溶会活動へのご協力を賜りますよう、よろしくお願い致します。

(株)神戸製鋼所 溶接事業部門 マーケティングセンター
国内営業部 九州営業所 坂本 紀大



【第10回】

絹と西陣織

町じゅうが華やかなお祝いムードに包まれる日本の「成人式」は、世界的に珍しい行事のひとつだ。また、日本女性が晴れ着として身に付ける振袖のバリエーションほど、多種多様に粋を凝らした色柄や素材の民族衣装も、他には類を見ないだろう。

着物の伝統柄は、単に見た目の美しさから選ばれているだけのものではない。たとえば長寿を願う鶴、逆境に立ち向かう松竹梅、健康を願う亀甲紋に、円満と調和の象徴である七宝。希少な高級品の「絹」は、こうした祈りや願いを描く特別なキャンバスとして選ばれ、人々の人生の大切な節目を今も彩り続けている。

「生糸と絹」—日本の近代化を支えた輸出の花形産業

日本にも「シルクロード（絹の道）」が存在したことをご存じだろうか。東京都八王子市と神奈川県横浜市を結んでいたという「神奈川往環」のことだ。従来から、八王子市は大量の生糸や絹製品の集散地として栄えていたが、1859年に横浜港が開港したのち、生糸は瞬く間に日本の主力輸出品となった。八王子市から延びるこの街道は、ヨーロッパやアメリカへの旅立

ちの起点だったのだ。

政府は主力輸出品の生糸の品質をさらに向上させるべく、1872年、フランスの近代技術を導入した官営模範工場として富岡製糸場を開業した。生糸の海外貿易は、明治、そして大正時代になってもなお、絶頂期と呼ばれるほどの出荷額を継続した。生糸と絹は、近代化の過渡にあった当時の日本に莫大な外貨をもたらし、

発展を促した立役者だったのだ。

ただし、昭和4年の世界大恐慌で生糸の相場は大暴落。ちょうど日本国内では重工業品の生産比重が増しており、一方でナイロンやレーヨンなどの化学繊維のニーズが高まったこともあって、日本の生糸の長い黄金時代は一転、終焉を迎えることとなった。

いま、世界の生糸生産のうち約80%を担うのは中国で、次いでインドやベトナムだ。日本の着物や帯の素材となる生糸も、9割近くを輸入に頼っているのが現状である。

養蚕、製糸を経て絹織物へ

養蚕農家が、カイコガの幼虫である蚕を飼って繭を採る産業を「養蚕業」と呼ぶ。さらに、これらの繭から生糸を作るのが「製糸業」だ。

蚕の繭は、蚕が体内で作出すたんぱく質フィブロインを主成分としている。一個の繭から採れる糸の長さはなんと800~1,200mにもなるが、繭から引き出した生糸は製織材料としては細すぎる。そのため、数個の繭からほぐした糸を撚り合わせることで一本の糸にする。これが生糸である。

この時点の生糸はゴワゴワとした光沢のない繊維の束に過ぎないが、生糸を精練液で煮ると、繊維表面に付着したセリシンという成分が取り除かれ、しなやかで白く輝く絹糸へと生まれ変わる。正絹（本絹）とは、こうした絹糸100%で製織された生地のことだ。

絹素材は肌触りが良くて着心地も軽やか、吸湿性・放湿性ともに優れており、夏に涼しく冬は暖かい。絹が、日本に限らず世界中の婚礼衣装や礼装、いわゆる「晴れ着」のための高級素

材として用いられてきた理由は、なんといっても光沢のある優雅な見た目と、衣服素材としての高い機能性だ。

近年、扱いやすく安価な化学繊維による手軽な着物も人気を集めているが、それでも依然、礼装向けの着物と帯には、正絹による品物が選ばれ続けている。



繭玉

専門性の高い分業による高級品—「西陣織」

西陣織といえば、京都市で生産される高級絹織物の代名詞だ。着物や帯のほかに、能衣装、和装小物、ネ

クタイやショールなど、その用途は多岐にわたる。

西陣織製織の起点は、メーカーの

企画と発注に基づいて描かれる図案、いわゆるデザイン画だ。図案は、さらに紋意匠図という方眼紙上の設計図に写し取られ、現代ではコンピューターでデータ化されて後の工程へと引き継がれる。また、このデザインに



上:デザインの起点となる「図案」
中央:図案は方眼紙上に写し取られる 下:染色済の絹糸

基づいて、撚糸や糸染め業の職人から製織に必要な材料を引き揃えていく。

ただし、設計図と材料が揃っても、まだ織りは始めることはできない。必要な長さや本数の経糸を織機に準備する(整経)段階や、織機、ジャカード、綜絢、箆、杼といった機の各部位のメンテナンスなど、多くの専門職人が織機の準備工程に携わって、織り手ははじめて織機を動かすことができる。織る工程は、全部で15~20とも言われる各工程のうちのごく一部を占めるに過ぎない。

この「分業」こそが西陣織のキーワードだ。ひとりの職人は、ひとつの職域

だけに集中して知識と技術を深め研ぎ澄ましていく。熟練の職人の手だけをリレー方式で繋ぐことで、どの工程においても妥協なく、最高品質のものづくりをすることが可能になるのだ。

描くように織る。豊かな意匠と表現力

西陣織は、先染めの糸を使って精緻な文様を織り出す紋織物だ。凹凸のある立体的な織りは特徴的で、世界でもあまり類を見ない。糸が織り重なってつくる立体感は、繊細な色の濃淡や遠近感まで表現することができる。

着物や帯には、その格に見合った美の表現が必要不可欠とされる。西陣織の着物帯といえば、格の高い礼服向けの高級品。古典柄には、正倉院や法隆寺所蔵品の意匠、琳派の絵画のような美術作品から引用したモチーフがよく用いられる。とはいえ、美術作品の単なる模写ではない。縦(経)と横(緯)の糸の組み合わせでつくる織物は、多くの制限の枠内で表現せざるを得ないからだ。

西陣織は、図案ひとつとっても、図案=下書きという言葉から私たちが想起するようなラフスケッチとはずいぶん様相が異なる。図案家は、和紙の上に墨で下絵を描き、その上から日本画用の泥絵具で着色する。ニカワをまぜて溶いた絵具によって織地の

浮き沈みを表現し、金や銀の箔部分の輝きも完成品さながらに描き入れる。まるで絵画のような完成度だ。

それでいて、この図案には多くの設計情報が盛り込まれているというから興味深い。西陣織の経糸は、数百本から最大限でも8,000本。多色になるほど緯糸の数は増えるし、コストも膨れ上がる。また、使える組織*と色数にも限りがある。図案家は、こうした条件を考慮しながら、帯のための構図と色を選び、織りに必要な組織、材料、色数が読み取れるように描くのだという。

多くの人の手を経て技術の粋をつぎ込み、丹精込めて織りあげる。これこそ西陣織の輝きが、ひとの人生の大切な節目を飾るに値する所以なのだろう。

※組織(そしき):経糸と横糸の交差状態を指す言葉。織物のパターンのこと。



西陣織、振袖の帯

お話をうかがった人

「株式会社 絲屋善創」

加藤 直史さん



加藤さんは、祖父が大正13年に創業した老舗帯メーカーの息子として生まれました。本家から独立し「絲屋善創」を興してから、もう20年以上になる。

手掛けるのは、主に古典柄の礼装用袋帯だ。企画を図案家に相談し、自社オリジナルの図案をもとに紋意匠図をつくり、生糸などの材料調達も行い、整経から織りは始めるまでの段取りをして、織り手さんにお任せするまでを一貫して自社で担う。織りあがった製品は再び加藤さんの手に戻り、整理の後に仕立てを行って、ようやく即問屋など市場への流通経路に乗ることになる。

西陣織工業組合が発行する1社にひとつの証紙番号は、現在2,500番以上になるが、今でも営業を継続しているのはわずか200社以下。着物を着る人が減り、高級品を買う人も減り、作り手は高齢化している。「売れない」時代に入ったいま、加藤さんは、自ら積極的に小売店や催事の売り場に立つようにしている。

「小売店さんにはよく凄腕の販売員さんがい

て、お客様の年齢、体格、肌や目の色、好みをすべて把握し、着物知識に限らず幅広い教養があり、有職文様に慶弔文様、またそれらが作られた時代背景や由来にも明るかった。同じお客様は一人もおられないから、提案すべきものもみな違うんですよと教えられましたね」。

そもそも西陣織は、長きにわたって幾度も時代の変化を生き抜いてきたタフな産業でもある。絲屋善創でも、モダンな柄や帯地のバッグなどで新たな領域を開拓しているが、一方で、伝統的な帯こそが自らの本分という自負もある。

「お嬢さんには昔ながらの良い帯を、という親御さんの声は根強くあります。売り場でお話ししていると、自分に何を期待されているのか、何を作るべきなのかがよく見えるんです。変わるべきことと守るべきことを見極め、先人が知恵を絞って作り上げてきたものを、大切に次の時代に繋いでいかなければ」。

先人らが踏み固めて築いてきた道の続きを、加藤さんは紡いでいく。

(取材・執筆/石田祥子 記事監修/加藤直史さん)

参考文献:『日本の伝統的織りもの、染めもの』 三宅和歌子 編著 (2013年/日東書院本社) 『日本の美意識で世界初に挑む』 細尾真孝 著 (2021年/ダイヤモンド社)

水素昇温脱離分析について

1. はじめに

水素はもっとも軽い元素であるため、鋼などの金属材料中に侵入し、格子欠陥に多く偏析することや、材料に対する負荷や溶接などの熱によって生じる内部応力が高いところに多く偏析する傾向もあります。そして、それらの偏析部分における水素は、原子の結合力を弱めることや、空孔の生成を助長することなどにより、材料のぜい化を引き起こしていると考えられています¹⁾。このような現象を水素ぜい化といい、応力が付加された状態で使用されることの多い鋼構造物では、破壊に至ることもあります。具体的には、1950年代以降、橋梁などで使われる高力ボルトでみられる遅れ破壊、高圧水素ガス貯蔵タンクの破壊事故などが起こっています。また、鋼の溶接金属においては、熱影響部における低温割れの原因の一つと考えられています。近年では、橋梁などの大型構造物に限らず、自動車、鉄道、船舶などの各種業界で軽量化が求められており、鉄鋼材料は強度化の傾向にあります。強度が高まるほど水素ぜい化の感受性が高くなり、高強度化の大きな障壁となっています。

そこで今回は、鋼などの金属材料中における水素を検出・計測する手法の一つである水素昇温脱離分析についてご紹介させていただきます。

なお、水素昇温脱離分析は、TDA (hydrogen thermal desorption analysis) と略記されることが多く、本稿においても、以降はTDAとします。

2. 昇温式水素分析

前節で示したとおり、鋼などの金属材料中の水素は、さまざまなサイトにトラップされており、この水素濃度は、温度や結合エネルギーに依存します。温度の上昇に伴い、平衡関係が変化し、やがて水素が外部へ放出されます。

TDAは、連続的に加熱された試料から放出される水素を検出することで、水素の定量分析だけでなく、水素放出ピーク温度から存在状態の分離や水素とトラップサイトとの結合力の評価が可能な分析方法です。TDAには、アルゴンガス中加熱抽出-ガスクロマトグラフ法と真空中加熱-質量分析法の2種類が主に使われています²⁾。

水素放出ピーク温度はトラップサイトとの結合エネルギーの差により異なり、結合エネルギーが低い場合は低温側、結合エネルギーが高い場合は高温側で検出されます。特に、結合エネルギーが低く常温で拡散し得る水素を「拡散性水素」、結合エネルギーが高く常温で拡散し得ない水素を「非拡散性水素」といいます。

3. 分析例

実際に、TDAにより材料中の水素を分析した例をご紹介します。当社所有のTDA装置(図1, 2)は、真空中加熱-質量分析が可能です。溶接直後の軟鋼およびステンレス鋼の水素昇温脱離分析結果(昇温速度: 2°C/min)の一例を、図3に示します。本昇温条件では、軟鋼では200°C付近にピークが現れており、これは結晶格子内を自由に移動できる拡散性水素に由来するものと考えられます。一方、ステンレス鋼の550°C付近に現れたピークは、常温では非拡散性水素であると考えられます。さらに、ステンレス鋼のピーク幅が広いことから、軟鋼に比べ、複数のトラップサイトが存在することなどが推察されます。

試料からの水素放出は、トラップサイトからの脱離が律速になるだけでなく、拡散律速が支配的になることもあります。よって、測定結果の解析には、結合エネルギーの大小のみならず、試料の厚さ、昇温速度、欠陥密度などにも注意を払う必要があります。また、トラップサイトの解析には、多くの場合、測定条件の異なる複数の結果を用いる必要があります。

4. おわりに

TDAについて、特徴および分析事例を紹介させていただきました。水素はもっとも軽い元素であるうえに含有量も多くの場合は微量であり、直接的な検出は技術的な困難さを伴います。したがって、実験方法や得られた結果には十分な注意が必要になります。

当社では、TDAの他に、全水素量測定や拡散性水素量測定なども対応可能であり、水素ぜい化についてお客様の課題解決に向けた提案をさせていただきます。水素ぜい化に関わるご相談がございましたら、お気軽にコベルコ溶接テクノまでご連絡ください。

〈参考文献〉

- 1) 海老原健一：日本材料学会誌 第71巻(2022) 第5号 p.481-487
- 2) 岡部俊明：検査技術 第17号(2012) p.23-28

コベルコ溶接テクノ(株)
ソリューション技術部 技術開発室
横須賀 智博

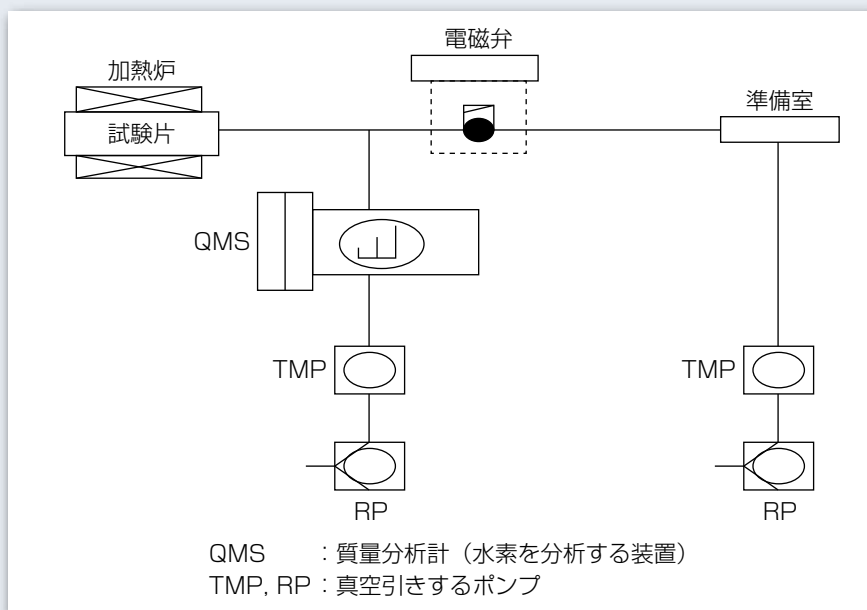


図1 水素昇温脱離分析装置の概略図



図2 水素昇温脱離分析装置の外観

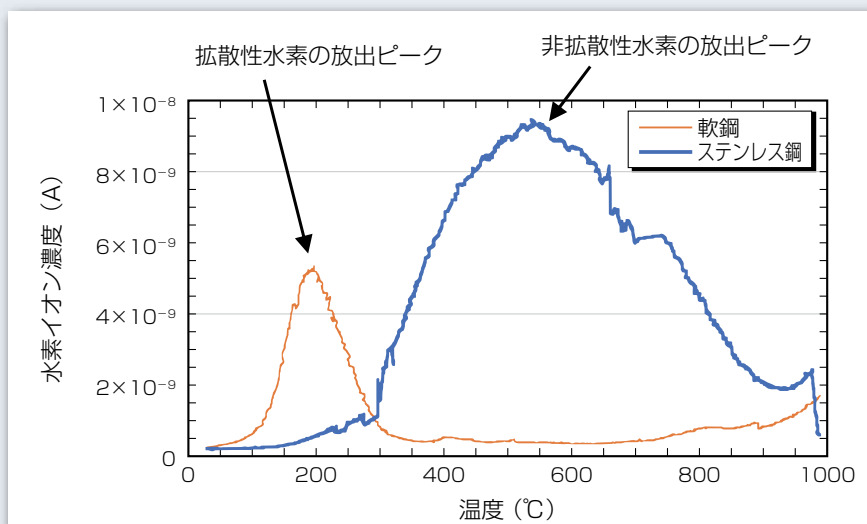


図3 溶接直後の軟鋼およびステンレス鋼の水素昇温脱離分析結果



ステンレス鋼の溶接でのご法度、第2弾となります。

ご法度(121) 炭素鋼とステンレス鋼の異材溶接は、中高炭素鋼の溶接に次ぐ、問い合わせの多いテーマです。

※本文中の溶接110番・119番および用語解説バックナンバーは、以下URLよりお入りください。
ぼうだより 技術がいどライブラリー <https://www.boudayori-gijutsugaido.com/library/>

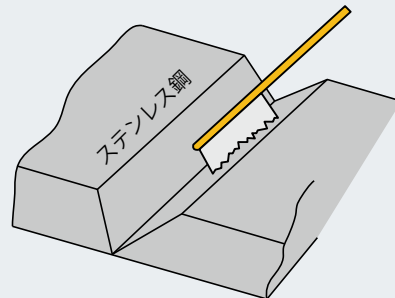
ご法度¹¹⁸

ワイヤブラシを炭素鋼用と共用するのはご法度！

ステンレス鋼には「もらい錆」という現象があります。ステンレス鋼自体は錆びにくいのですが、飛来した鉄粉が混じった粉じんやグラインダの粉が付着するなどして、錆の原因となります。

炭素鋼で作られたワイヤブラシから飛散した細かい鉄くずは錆の原因となります。必ずステンレス鋼でできたワイヤブラシを使いましょう。

ワイヤブラシもステンレス製を使う



ご法度¹¹⁹

オーステナイト系ステンレス鋼を連続して溶接するのはご法度！

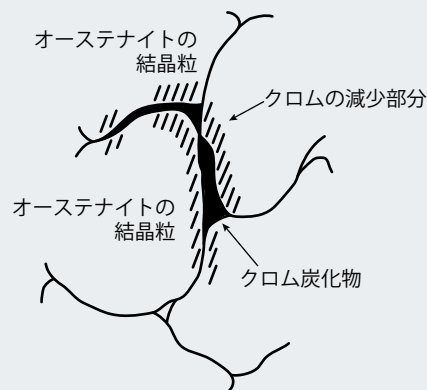
「連続」とは、パスとパスとの間に時間を空けず続けて溶接することを指します。

連続して溶接すると、溶接部近くの温度が上がり冷却速度が極端に遅くなります。その結果、結晶粒界にクロム(Cr)と炭素(C)が結合したものが形成され、粒界付近のCrが減少して、その部分が腐食されやすくなります。これを粒界腐食と呼びます。

粒界腐食を防ぐためには、Cの少ないステンレス鋼やTiまたはNbの入った安定化ステンレス鋼を使用します。

神戸製鋼では、Cの少ない溶接材料にはLow Carbonを意味する「L」がつけられています。

例) ■NC-38L、■TG-S308L、■DW-308L



〈粒界腐食のイメージ〉
*クロムの減少部分は耐食性が劣ります

ご法度¹²⁰

オーステナイト系ステンレス鋼用被覆アーク棒を高すぎる温度で乾燥するのはご法度！

これも、熱膨張係数と大いに関係があります。

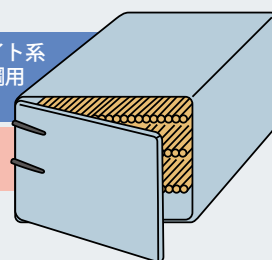
ご法度(116)で触れたように、オーステナイト系ステンレス鋼は炭素鋼と比較して熱膨張係数が大きいので、高すぎる温度で乾燥すると心線が膨張しフラックスが脱落するおそれがあります。

溶接材料メーカーもこの点を考慮して乾燥温度を推奨しており、おおむね150~200℃で設定されています。

* 溶接材料の乾燥条件は、神戸製鋼総合カタログをご覧ください。

オーステナイト系
ステンレス鋼用
NC シリーズ

150~200℃
に設定する



神戸製鋼 NCシリーズは、
150~200℃で30~60分乾燥します。

ご法度¹²¹

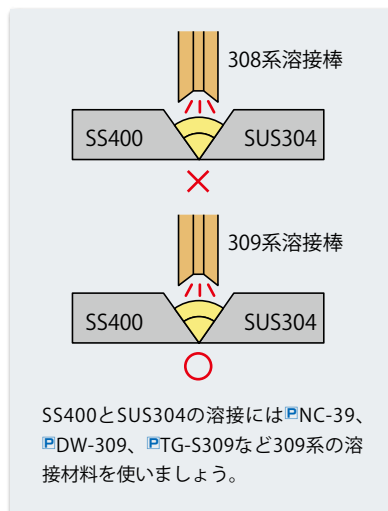
SS400とSUS304の異材溶接に 308系の溶接材料を使うのはご法度！

種類の異なる2種類の鋼材を接合する際は、基本的に次のことを考えます。
出来上がった溶接金属の成分は、SS400、SUS304および溶接材料の溶着金属の3つが混じったものとなります。そこで、その比率を考慮して溶接材料を選定します。

SS400とSUS304の接合には、309系の溶接材料を使うのが正解です。すなわち、溶接金属の耐食性に影響するCr、Niの含有量の多い溶接材料を使う必要があります。

神戸製鋼の溶接材料では、**P**NC-39（被覆アーク棒）、**P**DW-309（フラックス入りワイヤ）、**P**TG-S309（TIG）などが309系の材料となります。それぞれ炭素量の少ないタイプもラインナップしています。（**P**NC-39L、**P**DW-309L、**P**TG-S309L）

*炭素鋼とステンレス鋼の異材溶接の詳細は、以下のページをご覧ください。
ぼうだより 技術がいど Vol.487 溶接レスキュー隊119番「ステンレス鋼と炭素鋼の異材溶接について」



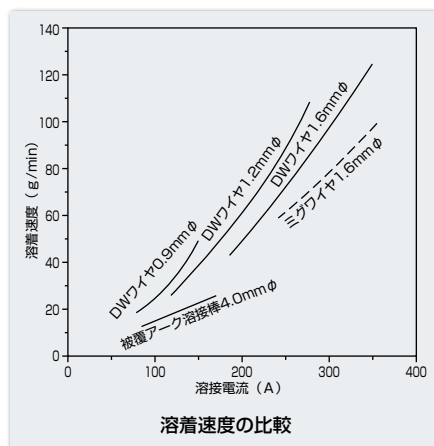
ご法度¹²²

ステンレス鋼の溶接も 能率を軽視するのはご法度！

ステンレス鋼の溶接も、被覆アーク溶接からフラックス入りワイヤによるガスシールドアーク溶接が主流となってきました。

フラックス入りワイヤはスパッタ（火花）が少ない、スラグが取れやすい、ビードが美しいなどの特徴があります。また、単位時間あたりの溶着金属量も、被覆アーク溶接の3倍と、非常に高効率です。

神戸製鋼のステンレス鋼用フラックス入りワイヤは、①下向・水平すみ肉溶接での作業性に優れた汎用タイプ ②低炭素ステンレス鋼用 ③立向・上向溶接でのビード形状に優れた全姿勢タイプ ④低電流でも安定したアークで薄板溶接に最適なTタイプ、などをラインナップしています。



*DWステンレスシリーズについては、ぼうだより 技術がいど Vol.509 技術レポート「ステンレス鋼用フラックス入りワイヤ用途別メニューと選び方」で詳しい解説があります。

DWステンレス タイプ別銘柄の一例

①汎用タイプ (DW-XXX)

銘柄	JIS Z 3323	主成分系	適用姿勢
P DW-308	TS308-FB0	20Cr-10Ni	下向, 水平すみ肉
P DW-309	TS309-FB0	24Cr-13Ni	下向, 水平すみ肉
P DW-316	TS316-FB0	19Cr-12Ni-2.3Mo	下向, 水平すみ肉
P DW-347	TS347-FB0	19Cr-11Ni-0.6Nb	下向, 水平すみ肉

③全姿勢溶接用 (DW-XXXP, DW-XXXLP)

銘柄	JIS Z 3323	主成分系	適用姿勢
P DW-308LP	TS308L-FB1	20Cr-10Ni	全姿勢
P DW-309LP	TS309L-FB1	24Cr-13Ni	全姿勢
P DW-316LP	TS316L-FB1	18Cr-12Ni-2.8Mo	全姿勢

②低炭素ステンレス鋼用 (DW-XXXL)

銘柄	JIS Z 3323	主成分系	適用姿勢
P DW-308L	TS308L-FB0	20Cr-10Ni	下向, 水平すみ肉
P DW-309L	TS309L-FB0	24Cr-13Ni	下向, 水平すみ肉
P DW-316L	TS316L-FB0	19Cr-12Ni-2.3Mo	下向, 水平すみ肉

④薄板溶接用 (DW-TXXX)

銘柄	JIS Z 3323	主成分系	適用姿勢
P DW-T308L	TS308L-FB0	20Cr-10Ni	下向, 水平すみ肉
P DW-T309L	TS309L-FB0	24Cr-13Ni	下向, 水平すみ肉
P DW-T316L	TS316L-FB0	19Cr-12Ni-2.3Mo	下向, 水平すみ肉

※文中の商標を下記のように短縮表記しております。

PREMIARC™ → **P**

コベルコ溶接テクノ(株) CS 推進部・営業部
https://www.kobelco-kwts.co.jp/
原田 和幸

機械安全

機械による労働災害は致命的な結果となりやすく、たとえ死亡しなかったとしても後遺障害で苦しむことも少なくありません。そのため、災害を起こさないよう、メーカー、ユーザ事業者、その労働者等の機械に携わる者すべてが「安全な機械とは何か」について理解し、機械の安全化に努める必要があります。

1. 機械安全の基本的な考え方

機械安全とは、機械を使用する際の安全を、技術によって確保する考え方です。機械安全を考えるうえで下記3点が大前提となります。

●人間のミスに備える（フールプルーフ）

人間は注意していてもミスをしてしまうものである。「人間の注意力に頼る安全」から、より信頼性の高い「機械に頼る安全」にする方がはるかに効果的であり確実である。

●機械の故障に備える（フェールセーフ）

機械が故障する確率は人がミスをする確率よりもはるかに低いが、故障しない機械はない。そのため、故障したときのリスクを考慮した安全性能を持たせる。

●絶対安全は存在しない

どんなにリスクを低減しても何らかは残ってしまい、リスクをゼロにすることはできない。国際規格（ISO/IEC GUIDE 51:2014）においても安全とは“許容不可能なリスクから開放されていること”と定義されており、絶対的な安全を意図していない。

機械安全では、「許容できるレベル（図1）」までリスクの低減を図ることが重要となります。

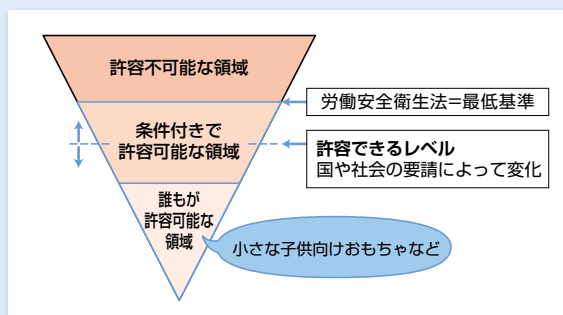


図1 リスクレベルの領域

2. リスク低減の3原則

機械のリスクを低減するにあたり、基本となる3つの原則があります。

●本質安全の原則

危険源の除去、または人に危害を与えない程度にする。
（例：エッジをなくす、動作速度の低下 など）

●隔離の原則

人と機械の危険源が接近・接触できないようにする。

（例：安全柵、可動部へのカバー など）

●停止の原則

一般的に機械は止まっていれば危険でなくなる。

（例：非常停止ボタン、インターロック など）

災害を防止するための事前措置である保護方策はこれらの原則に従って実施します。

3. 機械安全化への取り組み

先の3つの前提のもと、メーカーなどとユーザ事業者それぞれがリスクアセスメントと保護方策を実施します（図2）。機械災害の大部分は機械を適切に安全化することで防ぐことができます。

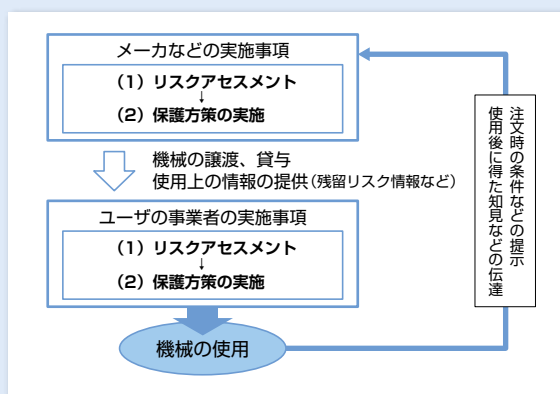


図2 機械安全化の手順

4. おわりに

神戸製鋼所では、お客様のさまざまなご要望に応えるべく、多種多様な溶接ロボットシステムを日々ご提案・ご提供しております。

お客様の安全を第一に考え、ポジショナや移動装置など溶接ロボットシステムを構成する各種装置のリスクアセスメントを実施し、残留リスクについては「残留リスクマップ」「残留リスク一覧」という形でまとめ、わかりやすい情報提供に努めています。

これからも、お客様の生産性向上などのご要望に応え続けるだけでなく、安心・安全に使っていただける溶接ロボットシステムを追求し、ご提案して参ります。

〈参考文献〉

- ・機械安全規格を活用して災害防止を進めるためのガイドブック, 平成26年度厚生労働省委託 中央労働災害防止協会, 平成27年3月
- ・「機械の包括的な安全基準に関する指針」の改正について, 厚生労働省, 平成19年7月31日基発第0731001号

（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 西川 玖美

表紙のことば 日本の風景 熊川宿の街並



わかさちょう

若狭と京を結ぶ鯖街道の面影が色濃く残る熊川宿 — 福井県若狭町

若狭は、北に若狭湾、南は京都へと続く山間部という、海の幸や山の幸に恵まれた地として知られています。鯖街道とは、御食国^{みけつくに}のひとつとして、朝廷に食料を献上していた若狭と京都を結ぶ道の総称で、食材に限らずさまざまな物資や人、文化をつなぎました。

天正17年(1589)、若狭の領主浅野長政が交通と軍事において重要な場所であることから、熊川に対し諸役免除を行い、近江国境に接する熊川宿は、江戸時代には200戸を超える大きな宿場町となり繁栄しました。

多様な形式の建物が建ち並ぶ街道沿いには昔ながらの用水路が流れ、奉行所・番所やお蔵屋敷の跡が残ります。情緒あふれる昔ながらの町並みを保存している熊川宿は、国の重要伝統的建造物群保存地区に選定されています。

