



NIPPON STEEL

日鉄溶接

ビルド

No. 72

2021 SEPTEMBER

神髄を聞く

食べる楽しみをプラスすることで、 キャンプはより楽しくなる

アウトドアコーディネーター

小雀 陣二さん

溶接フォーラム

橋梁用溶接材料について

製品ガイド

コマツ 鉄骨溶接ロボット(RAL20 シリーズ) ×
日鉄溶接工業 フラックス入りワイヤ(SX-26、SX-55)

国内初

鉄骨溶接ロボット(多関節)型式認証取得

ユーザーを訪ねて

日東河川工業株式会社

中国工業株式会社

ものづくり最前線

量産化と高品質の両立を目指し、
ソリッドワイヤの製造実力に磨きをかける

当社光工場 製造グループ

日鉄溶接工業株式会社

表紙 世界の絶景めぐり「愛のトンネル」ウクライナ

神髄を聞く

食べる楽しみをプラスすることで、 キャンプはより楽しくなる

アウトドアコーディネーター
小雀 陣二さん



キャンプはブームを超えて、今や日本のアウトドアカルチャーの1つとして定着しました。アウトドアで過ごす楽しさを伝え続けている小雀陣二さんに、お話をうかがいました。

身近になったアウトドアレジャー

—— 小雀さんがアウトドアにハマったきっかけを教えてください。

小雀 10代後半のころ、僕はマウンテンバイクに夢中でした。丹沢や箱根の山中で走っていました。また友だちと山へ行ったり、カヤックで川下りもしていましたが、キャンプは仕方なくやっていました(笑)。でもキャンプ中、山や川原でコーヒーを飲むためにバーナーを買い、やがて簡単な料理をつくるようになると、どうせならおいしい料理が食べたくなるものですね。山の頂に登頂する達成感と、登っているときの景色を見る満足感、そこにさらにおいしいごはんをつくって食べる楽しみをプラスすることで、より楽しさと充実感が得られます。こうしてアウトドアにハマっていきました。

—— 山ガールで登山ブーム、ソロキャンプやおうちキャ

ンプでキャンプブームとアウトドアレジャーが身近になりました。小雀さんはどのように感じていますか。

小雀 僕がキャンプ料理を雑誌で紹介し始めた2004年ころは、山にメシを食いに行くわけじゃないのだから、チャラチャラするなという風潮がありました。

山ガールも初めはスカートをはくとは何事だと言われていました。日本では女性だか、男性だかわからないユニセックスのものを着ていました。本当にダサかった。でも欧米では女性らしいスタイルでアウトドアを楽しみたいという考え方が普通でした。あのようなスタイリッシュな着こなしになったら素晴らしいのにといい思いで、僕も雑誌で新しい商品を紹介していました。

今は全然そんなことはありませんが、昔は保守的な人が多かった。それが登山ブームやキャンプブームで大きく変わりましたね。

ライフワークのアラスカ旅

—— 小雀さんのお気に入りのキャンプ地を教えてください。

小雀 アラスカです。ここ数年はガイド仕事でお客様とともに、川旅とハイキングを楽しんでいます。アラスカには十数回訪れているのですが、1回もオーロラを見たことはありません(笑)。夏にしか行かないので見たことがないのです。夏のアラスカは白夜で、夜中の2~3時に夕方を迎え、1~2時間後にはどんどん明るくなっていきます。

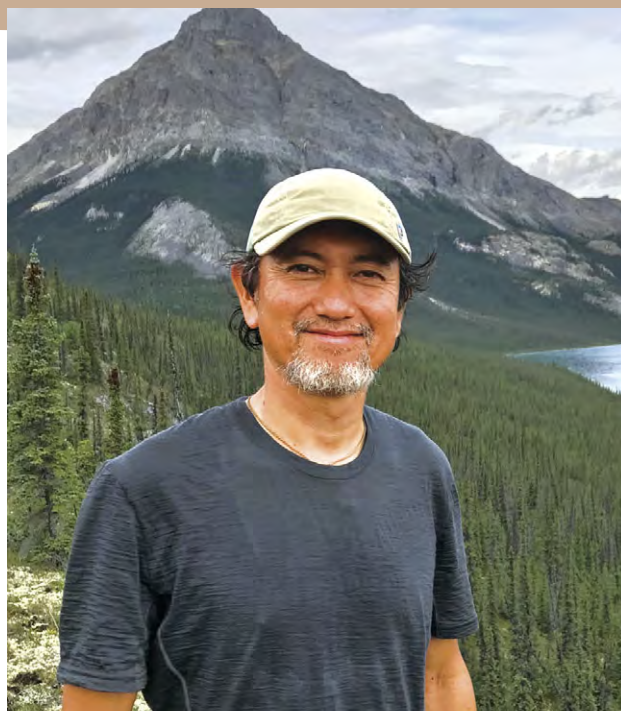
ツアーは1週間くらいで、お客様の意向にできるだけ沿って案内するとともに、朝昼晩の3食も提供しています。クマが出没するため、食事はにおいが出るものは避けています。テントと食材保管場所、食べる場所を最低でもそれぞれ100メートルくらいは離します。

あと問題なのは、荷物が多くならないように、食材を切り詰めなければならないということです。定期便とチャーター機を乗り継いで現地に向かうのですが、定期便といっても20~30人ほど、チャーター機に至ってはお客様と僕とパイロットしか乗れない。そうすると重量制限があります。ガイドによってはリスクもあるから、食料をすごく切り詰めていました。朝はパンにチーズとハム、昼はビスケット、夜は缶詰。僕からすると、それでは乏しくて食事の楽しみがないと驚きました。大自然を満喫するのだから、食は我慢しようということだったのでしょ。

だから僕は楽しみを増やしてあげたいと思いました。3食の献立を考えて食を充実させるとともに、町にも立ち寄ってガイドします。今まで川の旅しかしていないのに、観光もできて、食も充実していると喜んでもらっています。僕もそうすることで楽しんでいます。

—— アウトドアを楽しむうえで気を付けたいことを教えてください。

小雀 自分がいた形跡を残さないことです。焚火で料理したあともきれいに片づけることです。その場所を借りて遊



プロフィール 小雀陣二 / Junji Kosuzume

アウトドアメーカー勤務を経て、2003年からアウトドアコーディネーターとなる。雑誌や広告の野外撮影をサポート、メーカーとコラボして新たなキャンプ道具の企画・開発も行う。手軽で簡単なアウトドア料理のレシピを紹介する『焚き火料理の本』(山と溪谷社)など著書多数。

ばせてもらっているだけなので、そこは一番気を付けてほしいですね。立つ鳥跡を濁さずです。

あとは臨機応変さです。天候によって行動予定を変えることはアウトドアの必須です。スケジュール通り帰らなければならないとか、ここへ行くと決めたら行くとか、臨機応変に対応できず、それで事故が起きたりしています。アウトドアは天候と密接につながっています。そこはチェックして行動しなければなりません。情報を得ることが大事です。準備が足りていない人が多いように感じます。だから事故につながります。常に備えてほしいですね。

雑誌や本は教科書ではありませんが、僕らも警告を発信していくことも役目かなと感じています。自然に学ぶことは多いので、多くの人に楽しんでもらいたいのですが、準備

や知識、経験がないといけない部分があります。ガイドさんなどと一緒に行って学んで吸収して、そこから広げていってほしいですね。最初からネットの情報だけで武装した気分になっても、実際行ってみたらそうじゃない。そこは注意してほしいですね。少しずつステップアップしてもらえたらいいなと思います。



アラスカ北部、ブルックスレンジエリアの中心部にあるタカフラ湖でのキャンプ風景。曇りや雨が多い地域だが、このツアーでは青空で無風の晴天が続いた。



スモーキーグリルドキャロット ©矢島慎一

味付けはオリーブオイルと塩。ニンジンを細かくカットせず、形を残すのもポイント。肉料理との相性は抜群。『焚き火料理の本』では56のキャンプ料理が紹介されている。



量産化と高品質の両立を目指し、 ソリッドワイヤの製造実力に磨きをかける 当社光工場 製造グループ

日鉄溶接工業は2020年、光工場（山口県光市）のソリッドワイヤ製造ラインで伸線機の設備更新を行い、生産能力の増強を図っている。現状の生産量20%アップを目指すソリッドワイヤのものづくりの現場を紹介する。

生産効率を高め、生産量20%アップの実現へ

鉄骨、橋梁、産業機械、造船や建築構造用などの各種突合せ溶接継手やすみ肉溶接継手などに使用され、その性能や溶接作業性の良好さから好評を得ている当社のソリッドワイヤ。光工場は、ソリッドワイヤ量産品の生産拠点として安定供給の使命を担っている。

原線は、日本製鉄（株）などの大手ミルメーカーから直径5.5ミリの2トンコイルで入荷される。前工程は、原線酸洗工程と伸線めっき工程に分かれる。まず原線酸洗工程では、酸洗したあと、伸線めっき工程でダイス荒れを起こさないように潤滑剤をワイヤ表面に施し、乾燥させ、キャリア巻取りして伸線めっき工程へと搬送する。伸線めっき工程では5.5ミリから中間線径まで伸線機で細く伸ばしていき、焼鈍炉で熱処理を行う。焼鈍炉から出てきたワイヤの表面にはスケールができるため、酸洗したあとアルカリ中和してワイヤ

を水で洗い流してから、電気銅めっきを施している。

「前工程では塩酸などの危険物を取り扱っているため、作業者には保護具を身に付けることを徹底して、安全を確保しながら、後工程への安定供給を心がけています。なかでも原線酸洗工程では、ペイオフ時にワイヤのからみ、もつれが発生するため、日々改善を行い、稼働率を上げる工夫しています」（芳野拓哉チームリーダー）

「光工場のソリッドワイヤの生産量は、前工程の能力で決まるといっても過言ではありません。ワイヤには硬いものから軟らかいものまで、実にいろいろあります。硬いワイヤは熱処理時間を長く取って、後工程で生産しやすいワイヤをつくらなければなりません。そのため、硬いワイヤは、軟いワイヤに比べ生産能力が20～30%低下します。近年このような難しいワイヤの比率が高くなっており、量産が厳しく、安定して大量生産することが難しくなっている状況ですが、伸線機の設備更新や現場力を最大限に活かし、



技術開発本部 生産技術部 光工場 製造グループ
 左上から山岡清考作業長、久村晃三製造責任者、高山誠司作業長
 左下から芳野拓哉チームリーダー、上田忠チームリーダー、藤田礼治チームリーダー

生産効率向上を目指しています」(久村晃三製造責任者)

目標はお客様からのクレームゼロ

伸線機は1号機に新しい設備を導入し、直流式から交流式に切り替えた。2号機は立ち上げ当初からの旧設備のままだが、1号機と同じように交流化した。これまでの直流式では電圧の影響を受けるため、作業者は頻繁にダイヤルを操作しなければならなかった。ダイヤル操作で目を離れた瞬間、貯線釜の巻き数が多くなり、ワイヤがからまって断線する不具合が毎日のように発生していた。しかし交流化や機械の入れ替えによって、不具合が大幅に減少したことで、高稼働率を達成している。

「交流化によって、絶縁不良も考えなくてよくなり、作業負担は大幅に減りました。伸線めっき工程の能力が高まると原線をどんどん供給しなければなりません。伸線めっき工程の作業者は余裕ができた分、原線酸洗工程に協力して作業を進めています。また後工程に対しても常に安定的にワイヤを供給するため、作業者と話し合いながら不具合の防止に取り組み、極力休憩時間をなくす改善に取り組んでいます。このように余力ができたことで、前後の工程改善につながる安定した作業ができるようになりました」(高山誠司作業長)

前工程で電気銅めっきを施されたワイヤはキャリア巻取りされ、後工程へ運ばれる。後工程は直結パール巻き工程と直結整列巻き工程に分かれる。直結パール巻き工程では中間線径のめっき線を、仕上げ伸線で最終製品径に伸ばし、パールパックに装填していく。

「銘柄がたくさんあるため、チェックシートを作成しています。チェックシートだけでなく日報も回収して確認します。さらにワイヤを前工程から受け入れるとき、現品票が付いています。バーコード管理も行っており、トリプルでチェックして異材混入防止を図っています。その間、ワイヤに疵が入っていないかなど、製品の出来栄にも目を光らせています」(藤田礼治チームリーダー)

もう1つの直結整列巻き工程もまた、仕上げ伸線後にスプールに自動整列巻取りされ、段ボール包装される間、チェックシート、日報、バーコード照合によるトリプル管理を実施している。

「作業長からの生産計画に合わせて現場に指示を出します。不良品を出さないことに細心の注意を払っています。特に若手作業員が配属されているので、事細かに指導しています。私たち昔の世代は先輩から厳しい指導を受けながら仕事を覚えましたが、今は厳しさだけではだめで、仕事の面白さや気付きの大切さを教え若手の意欲を引き出すように指導しています」(上田忠チームリーダー)

「後工程はお客様に直結するため、同じものをより良くつくるためにはどうしたらいいのかを日々考えながら製品をつくっています。目標はお客様からのクレームゼロです。前工程の努力を無にしないように、装填方法などの改善に鋭意取り組んでいます。量産だけでなく、品質も担保しなければなりません。その両立は大変難しい面もありますが、クレームゼロの実現に向けて頑張っています」(山岡清考作業長)

量産化と高品質を実現し、お客様の満足に答えるため、光工場製造グループは日々ソリッドワイヤの製造実力に磨きをかけている。



ユーザーを訪ねて

日東河川工業株式会社

河川インフラの 長寿命化に貢献する



取締役生産本部長
黒田 満夫 氏



生産本部製造課
課長
松原 健二 氏



生産本部製造課
課長代理
高橋 樹生 氏



本社工場

日東河川工業(株) 殿は、水門の総合メーカーとして、私たちの暮らしや財産を守る河川インフラの整備に貢献している。大小さまざまな規模の水門や付帯構造物・設備を設計・製作・施工する同社を訪ね、お話をうかがった。

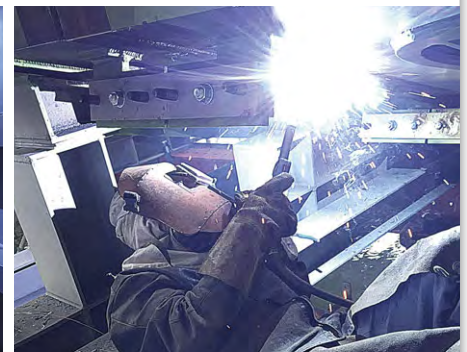
— 貴社の事業について教えてください。

「創業時から治水・取水を目的とした農業用水のための堰である転倒ゲート、放流設備や水路に貯留水を取り込む取水設備、海岸に設置され防潮用ゲートとして使用される横引きゲートなどの設計・製作・施工を行ってきました。水に関する公共的な工事に携わり、実績は2万5,000件に及びます。

最近では2016～21年に香東川総合開発事業^{こうとうがわ}梶川ダム取水設備工事で、取水設備工事^{かばかわ}(製作・据付)1式、上部取水ゲート1門、下部取水ゲート1門を請け負いました。香東川の河口部は高松市街地に隣接しており、洪水が発生すると甚大な被害が予想され、治水対策が望まれていました。また香川県は年間降水量が少ないため、深刻な水不足に見舞われることから、新たな水源の確保が強く求められていました。治水・利水の両面で地域の社会インフラ整備に貢献できました」

— 貴社の強みを教えてください。

「社会インフラ整備で求められることは耐久性です。当社の強みは鉄、ステンレス、アルミなど各材料の特性に応じた溶接技術に関する技術知識と施工及び管理に関する職務能力を持った技術者がいることです。溶接管理技術者は構造物の製作着手前に作業従事者と打ち合わせを行い、施工要領書の内容に対する指示を徹底しています。一方、製缶工程を含めた作業従事者には、溶接作業指導者が教育指導に当たり、溶接技能者 JIS 適格性証明書の取得を奨励しています。このような人材育成や技術の維持・向上によって、要求される品質・性能の水準を持続しうる製品を製作しています」



— ニツツ材をご採用いただくメリットをお聞かせください。

「最近の構成部材は耐久性に優れた二相ステンレス鋼が多く使われています。このような施工実績のない材質に対応する溶接材料を使う際、日溶工殿に技術的サポートをしていただけ、対応の早さを含めて大きなメリットを感じています。さらに商社を通して継続的に安定供給していただけることもあり、溶接材料は現在100%ニツツ材を購入しています」

— 今後の抱負をお聞かせください。

「これまで東日本大震災に伴う復旧・復興工事が多かったのですが、最近は国土強靱化を図る河川工事や老朽化した河川管理施設の修繕・更新が加速しています。新しい施設建設や全面改修は少ないものの、インフラメンテナンスのためのリニューアル工事が増えています。その際、構成部材には二相ステンレス鋼が使われ、インフラの長寿命化が図られています。その長寿命化を実現するためには溶接品質が重要です。これからも長年の信頼と実績をバックボーンに、独自のテクノロジーを駆使して、自然災害から私たちの暮らしや財産を守っていくことに貢献していきたいと考えています」

採用いただいている主な製品
SF-308L SF-309L
SF-2120 YT-DP8
SM-1F YM-26
YM-28

会社概要

創業 1953(昭和28)年
代表者 代表取締役社長 向阪 敬
資本金 2,400万円
従業員 114人
本社 〒760-0007 香川県高松市中央町 5-3 電話 087-833-4433
本社工場 〒761-2103 香川県綾歌郡綾川町陶 1500-33 電話 087-876-5701

主要事業内容

- 河川工事一式
- 各種転倒堰・昇降樋門・エアラバーゲート・開扉・引扉・各種弁管及び附属機械器具・鉄骨・橋梁・水管橋・除塵機・揚水機・クレーン・その他鋼構造物の設計・製作・販売・施工



ユーザーを訪ねて

中国工業株式会社

LPガス容器で エネルギー供給を支える



総務部 資材課 課長
澤 鉄也 氏



本社・高圧機器工場



中国工業(株)殿は、1955(昭和30)年から高圧ガス容器の製造・販売を開始し、なかでもLPガス容器で6,000万本以上の実績を誇っている。LPガス容器のトップメーカーの同社を訪ね、お話をうかがった。

— LPガス容器における貴社の強みを教えてください。

「街角やご家庭の軒下などでよく見かける小型LPガス容器の3本に1本は当社製で、皆さんの暮らしに欠かせないエネルギー供給を支えています。容器の成形から溶接、検査、仕上げまで一貫通貫で工場生産しており、欠陥のない安全に長く使える製品を、生産効率を高めて安く、安定供給することが私たちの使命であると考えています。

現在、日本国内での家庭用LPガスは5~50kgの鋼製高圧容器に充てんされ配送されています。当社では、取り扱いが楽になるだけでなく、LPガス配送時のCO₂排出量の削減を実現するため、容器の軽量化に取り組んできました。容器が1gでも軽いほうがお客様の配送時のCO₂排出量は減りますから、母材を高張力鋼に変えて板厚を薄くし約15%の軽量化を実現しました」

— 容器の安全性や溶接品質の維持・向上をどのように図っているのでしょうか。

「長手はロボット、継手は半自動で溶接しています。ほぼ自動化されているのですが、溶接とは何かがわからなければ品質管理が

できないので、若手はどこに配属されても溶接の教育訓練を行い、JIS規格に基づく溶接技能者資格検定の取得を奨励し、溶接技術を習得させています。

品質管理については、高圧ガス保安法に

よる厳格な各種検査を実施しています。外観検査は工程内に検査員を配置し、全数目視検査を行っています。出来上がった製品は、301本に1本ごとに放射線透過の非破壊検査で、溶接部の内部欠陥の有無を確認しています。さらに耐圧試験では漏れや異常な膨張がなく、強度が維持できているかを確かめます。そしてバルブを取り付けたあと気密試験を行い、不具合のない製品を塗装して出荷しています。これらの検査データを日々持ち寄って、不具合が発生する前にいち早く察知し、製造ラインの改善につなげています」

— ニツツ材をご採用いただくメリットをお聞かせください。

「母材の高張力化に伴い、溶接材料をYM-28Sに変えています。YM-28Sは大電流溶接の移行域でアークが安定し、スパッタの少ない良好な溶接作業性と平滑で美しいビード外観が得られ、溶着金属の靱性も優れています。品質、価格、安定供給共にかなう溶接材料メーカーは他にありません。ブローホールはつきものなのですが、穴が開かない夢の溶接材料を開発していただけたらうれしいですね。今後ともよろしく願います」

— 今後の抱負をお聞かせください。

「家庭用LPガス容器は世帯が増えないと、需要は増えません。近年オール電化住宅も増えました。しかし大規模災害によりライフラインが寸断された状況では、LPガスは安全かつ迅速にエネルギー供給が可能です。こうした経営環境のなか、生き残っていくためには競争力を高めていくことが至上命題です。2020年10月には国内で初めてFRP(繊維強化プラスチック)製LPガス容器の生産・販売を開始しました。新製品の開発とともに、従来の鋼製容器の生産効率の向上を図り、一層競争力を高めていきます」



採用いただいている主な製品
YM-25S YM-28
YM-28S YM-60C
Y-CM YF-15 L-55

会社概要

創業 1950(昭和25)年
代表者 取締役社長 野村 實也
資本金 17億1,000万円
従業員 291人
本社 〒737-0192 広島県呉市広名田1-3-1
電話 0823-72-1212
高圧機器工場 〒737-0192 広島県呉市広名田1-3-1
電話 0823-72-1215

主要事業内容

- 高圧ガス容器(LPガス及びその他の高圧ガス)、LPガスバルク貯槽、LPガス貯槽、その他の高圧ガス貯槽の製造販売、高圧ガス製造・消費プラント及び関連設備の設計施工及び検査、オールプラスチック(コンポジット)容器の製造販売
- 鉄鋼メーカー向け熱処理用インナーカバー、その他各種鉄構製品の製造販売
- 飼料用タンク及びコンテナ、畜産機材、薬品タンク、脱臭装置及びその他各種FRP製品の製造販売

橋梁用溶接材料について

技術本部 市場開発技術部 商品技術グループ 主幹 中澤 博志

1 はじめに

橋梁は人々の暮らしを長期にわたって支えてきた生活に欠かせないインフラ設備であり、現在もなおその重要な役割を果たしています。高い性能はもちろんのこと、建設や運用管理にあたって安全性、長期耐久性、経済性が求められます。近年ではそのソリューションとして鋼橋の建設コスト低減のために産学連携研究プロジェクトの成果に基づき開発された高性能橋梁用鋼材 SBHS^{1,2)} や、同一塗装・架設環境下で普通鋼に比べ塗装周期を約 2 倍に延長することができる日本製鉄(株)製の塗装周期延長鋼材 CORSPACE^{® 3)}、耐塩害性を高めたニッケル系高耐候性鋼 NAW-TEN^{® 4)} など、さまざまな新しい鋼材が提案されています。

本稿では従来鋼材ならびに近年開発された新しい橋梁用鋼材に適用される溶接材料について紹介します。

2 橋梁に適用される鋼材の一例

代表的な橋梁用鋼材の一例を表 1 に示します。

表 1 橋梁用鋼材の特性一例（板厚 16mm を超え 40mm 以下の場合）

用途・種類	JIS 規格	機械的性質			化学成分 % ※ 1									
		耐力 MPa	引張強度 MPa	衝撃性能 J	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	N	
一般構造用 圧延鋼材 CORSPACE 含む	SS400 SS490	G 3101	≥ 235 ≥ 275	400-510 490-610	— —	—	—	—	≤ 0.050	≤ 0.050	—	—	—	—
溶接構造用 圧延鋼材 CORSPACE 含む	SM400A SM400B SM400C	G 3106	≥ 235	400-510	— vE0 ≥ 27 vE0 ≥ 47	≤ 0.23 ≤ 0.20 ≤ 0.18	— ≥ 0.35 ≥ 0.35	2.5C ≤ 0.60-1.50 0.60-1.50	≤ 0.035	≤ 0.035	—	—	—	—
	SM490A SM490B SM490C		≥ 315	490-610	— vE0 ≥ 27 vE0 ≥ 47	≤ 0.20 ≤ 0.18 ≤ 0.18	≤ 0.55	≤ 1.65	≤ 0.035	≤ 0.035	—	—	—	—
	SM520B SM520C		≥ 355	520-640	vE0 ≥ 27 vE0 ≥ 47	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.65	≤ 0.035	≤ 0.035	—	—	—	—
	SM570		≥ 450	570-720	vE-5 ≥ 47	≤ 0.18	≤ 0.55	≤ 1.70	≤ 0.035	≤ 0.035	—	—	—	—
溶接構造用 耐候性熱間 圧延鋼材	SMA400AP SMA400BP SMA400CP	G 3114	≥ 235	400-540	— vE0 ≥ 27 vE0 ≥ 47	≤ 0.18	≤ 0.55	≤ 1.25	≤ 0.035	≤ 0.035	0.20 - 0.35	—	0.30 - 0.55	—
	SMA400AW SMA400BW SMA400CW		≥ 235	400-540	— vE0 ≥ 27 vE0 ≥ 47	≤ 0.18	0.15 - 0.65	≤ 1.25	≤ 0.035	≤ 0.035	0.30 - 0.50	0.05 - 0.30	0.45 - 0.75	—
	SMA490AP SMA490BP SMA490CP		≥ 355	490-610	— vE0 ≥ 27 vE0 ≥ 47	≤ 0.18	≤ 0.55	≤ 1.40	≤ 0.035	≤ 0.035	0.20 - 0.35	—	0.30 - 0.55	—
	SMA490AW SMA490BW SMA490CW		≥ 355	490-610	— vE0 ≥ 27 vE0 ≥ 47	≤ 0.18	0.15 - 0.65	≤ 1.40	≤ 0.035	≤ 0.035	0.30 - 0.50	0.05 - 0.30	0.45 - 0.75	—
	SMA570P		≥ 450	570-720	vE-5 ≥ 47	≤ 0.18	≤ 0.55	≤ 1.40	≤ 0.035	≤ 0.035	0.20 - 0.35	—	0.30 - 0.55	—
	SMA570W		≥ 450	570-720	vE-5 ≥ 47	≤ 0.18	0.15 - 0.65	≤ 1.40	≤ 0.035	≤ 0.035	0.30 - 0.50	0.05 - 0.30	0.45 - 0.75	—

用途・種類		JIS規格	機械的性質			化学成分 % ※ 1								
			耐力 MPa	引張強度 MPa	衝撃性能 J	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	N
橋梁用 高降伏点 鋼板 CORSPACE 含む	SBHS400 SBHS500 SBHS700	G 3140	≧ 400 ≧ 500 ≧ 700	490-640 570-720 780-930	vE0 ≧ 100 vE-5 ≧ 100 vE-40 ≧ 100	≦ 0.15 ≦ 0.11 ≦ 0.11	≦ 0.55	≦ 2.00	≦ 0.020 ≦ 0.020 ≦ 0.015	≦ 0.006	—	—	—	≦ 0.006
	SBHS400W SBHS500W SBHS700W		≧ 400 ≧ 500 ≧ 700	490-640 570-720 780-930	vE0 ≧ 100 vE-5 ≧ 100 vE-40 ≧ 100	≦ 0.15 ≦ 0.11 ≦ 0.11	0.15 - 0.55	≦ 2.00	≦ 0.020 ≦ 0.020 ≦ 0.015	≦ 0.006	0.30-0.50 0.30-0.50 0.30-1.50	0.05-0.30 0.05-0.30 0.05-2.00	0.45-0.75 0.45-0.75 0.45-1.20	≦ 0.006
Ni系 高耐候 性鋼 NAW- TEN	1% Ni	日本製鉄規格	≧ 235 ≧ 355 ≧ 450	400-540 490-610 570-720	※ 2 ※ 2 vE-5 ≧ 47	≦ 0.18	0.15 - 0.65	≦ 1.25 ≦ 1.40 ≦ 1.40	≦ 0.035	≦ 0.035	0.50 - 1.00	0.70 - 1.70	≦ 0.08	V値※3 ≧ 1.20
	3% Ni		≧ 235 ≧ 355 ≧ 450	400-540 490-610 570-720	※ 2 ※ 2 vE-5 ≧ 47	≦ 0.18	0.15 - 0.65	≦ 1.25 ≦ 1.40 ≦ 1.40	≦ 0.035	≦ 0.035	0.30 - 0.50	2.50 - 3.50	≦ 0.08	V値※3 ≧ 1.50

※ 1 : SBHS700 及び SBHS700W は上記化学成分に加え、Mo ≦ 0.60、V ≦ 0.05、B ≦ 0.005 の規定あり。

※ 2 : A → 衝撃値規定なし B → vE0 ≧ 27 C → vE0 ≧ 47

※ 3 : V値 = 1 / {(1.0-0.16C) * (1.05-0.05Si) * (1.04-0.016Mn) * (1.0-0.5P) * (1.0+1.9S) * (1.0-0.10Cu) * (1.0-0.12Ni) * (1.0-0.3Mo) * (1.0-1.7Ti)}

* CORSPACE 及び NAW-TEN は日本製鉄(株)の登録商標です。

3 橋梁各種部材の溶接法と溶接材料の紹介

橋梁の主構造は上部構造、下部構造、支承部、路上、排水設備など様々な部材で構成され、図1に示す鋼鈹桁(I桁)及び図2に示す鋼箱桁の製作では、各鋼種に適した溶接材料の選定が必要であり、また生産性及び作業環境を考慮した溶接姿勢、溶接方法を選定する必要があります。

表2に各鋼種及び各部材に対応した溶接材料及び溶接方法の一例を示します。

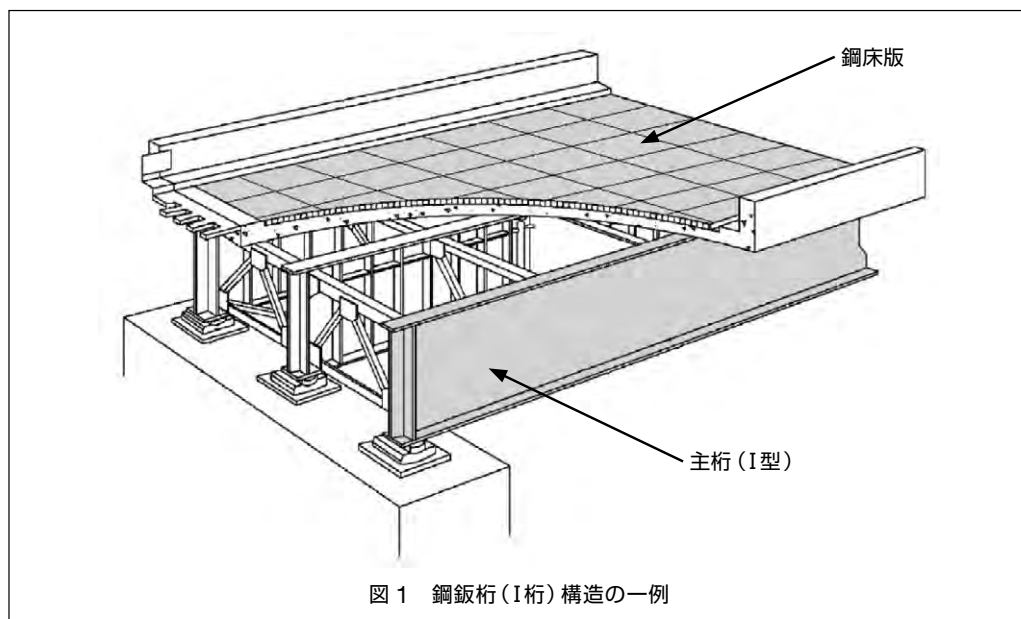


図1 鋼鈹桁(I桁)構造の一例

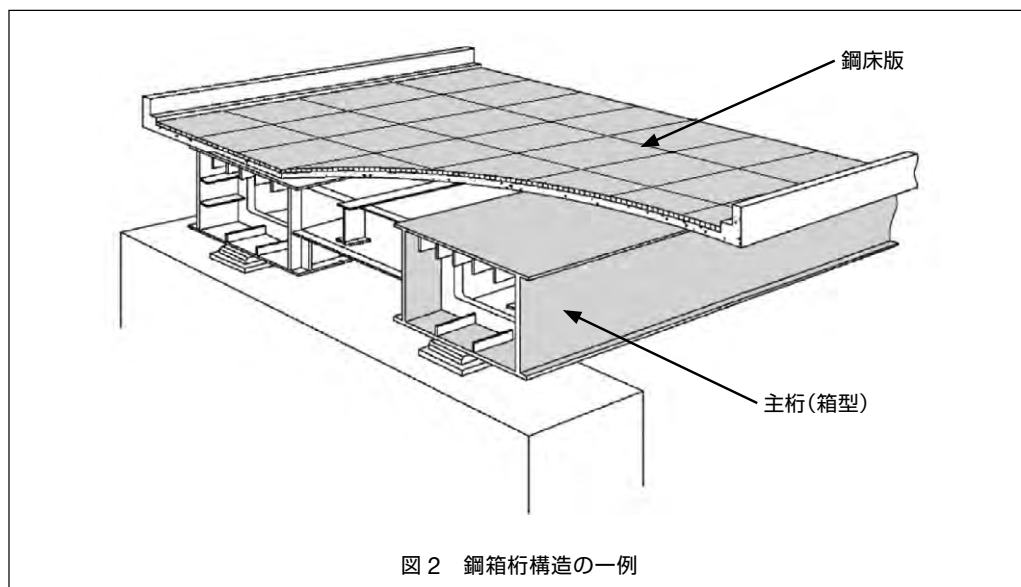


図2 鋼箱桁構造の一例

表 2 各鋼種及び各部材に対応した溶接材料及び溶接方法の一例

適用鋼材		各部材 ^{*4} に対応した推奨溶接方法及び溶接材料				
		GMAW		SAW	SMAW	
		フラックス入りワイヤ	ソリッドワイヤ	サブマージアーク溶接	被覆アーク溶接棒	
一般構造用 圧延鋼材 CORSPACE 含む	SS400 SS490	SF-1 (J,D,R,B) SM-1F (J,H,F,D,R,B) FCM-1F (J,H,F,D,R,B) SF-1・PX ^{*5} (J,D,R,B) SM-1F・PX ^{*5} (J,H,F,D,R,B)	YM-26 (J,D,R,B) YM-28 (J,D,R,B) YM-28S (J,D,R,B) YM-26・PX ^{*5} (J,D,R,B)	YF-15A&Y-D / YF-15&Y-D (J,B) YF-15A&Y-D&YK-D&SB-51(S) YF-15&Y-D&YK-D&SB-51(S) NF-800R&Y-D (J,H,F,B) NF-820&Y-D (J,H,F,B) YF-15&Y-D・PX ^{*5} (J,B) NF-820&Y-D・PX ^{*5} (J,H,F,B)	S-16 (D,R,B) L-55 (D,R,B) EX-50F (H,F,D,R,B) L-55・PX ^{*5} (D,R,B)	
	SM400A,B,C SM490A,B,C					
溶接構造用 圧延鋼材 CORSPACE 含む	SM520B,C	SF-55 (J,D,R,B) SF-55V (J,D,R,B)	YM-55C / YM-55AG (J,D,R,B) YM-55C・PX ^{*5} (J,D,R,B)	YF-15&Y-DM / YF-15B&Y-DM (J,B) YF-15&Y-DM&YK-CM&SB-51(S) YF-15B&Y-DM&YK-CM&SB-51(S) NF-800R&Y-DM (J,H,F,B) NF-820&Y-DM (J,H,F,B) YF-15B&Y-DM・PX ^{*5} (J,B) NF-820&Y-DM・PX ^{*5} (J,H,F,B)	L-55M (D,R,B) L-53 (D,R,B)	
	SM570	SF-60 (J,D,R,B) SM-60F (J,H,F,D,R,B) FCM-60F (J,H,F,D,R,B) SF-60・PX ^{*5} (J,D,R,B) SM-60F・PX ^{*5} (J,H,F,D,R,B)	YM-60C (J,D,R,B) YM-60A (J,D,R,B) YM-60C・PX ^{*5} (J,D,R,B)		L-60 (D,R,B) L-60S (D,R,B) L-60・PX ^{*5} (D,R,B)	
溶接構造用 耐候性熱間 圧延鋼材	SMA400 AP,BP,CP AW,BW,CW	SF-50W (J,D,R,B) FC-50W (J,D,R,B) SM-50FW (J,H,F,D,R,B) FCM-50FW (J,H,F,D,R,B)	YM-55W (J,D,R,B) FGC-55【P仕様】 (J,D,R,B)	NF-1&Y-CNCW (J,B) YF-15B&Y-CNCW (J,B) NF-1&Y-CNCW&YK-CNC&SB-51(S) YF-15B&Y-CNCW&YK-CNC&SB-51(S) NF-820&Y-CNCW (J,H,F,B)	CT-03Cr (D,R,B) CT-16Cr (D,R,B) CT-03CR2 (D,R,B) CT-16CR2 (D,R,B)	
	SMA490 AP,BP,CP AW,BW,CW					
	SMA570P	SF-60W (J,D,R,B) SM-60FW (J,H,F,D,R,B) FCM-60FW (J,H,F,D,R,B)	YM-60W (J,D,R,B)	NF-1&Y-60W / YF-15B&Y-60W (J,B) NF-1&Y-60W&YK-CNC&SB-51(S) YF-15B&Y-60W&YK-CNC&SB-51(S) NF-820&Y-60W (J,H,F,B)	CT-60Cr (D,R,B)	
	SMA570W					
橋梁用 高降伏点 鋼板 CORSPACE 含む	SBHS400	SF-1 (J,D,R,B) SM-1F (J,H,F,D,R,B) FCM-1F (J,H,F,D,R,B) SF-1・PX ^{*5} (J,D,R,B) SM-1F・PX ^{*5} (J,H,F,D,R,B)	YM-26 (J,D,R,B) YM-28S (J,D,R,B) YM-26・PX ^{*5} (J,D,R,B)	YF-15&Y-D / NF-1&Y-D (J,B) YF-15&Y-D&YK-D&SB-51(S) YF-1&Y-D&YK-D&SB-51(S) NF-800R&Y-D (J,H,F,B) NF-820&Y-D (J,H,F,B) YF-15&Y-D・PX ^{*5} (J,B) NF-820&Y-D・PX ^{*5} (J,H,F,B)	L-55 (D,R,B) L-55・PX ^{*5} (D,R,B)	
	SBHS500	SF-60 (J,D,R,B) SM-60F (J,H,F,D,R,B) FCM-60F (J,H,F,D,R,B) SF-60・PX ^{*5} (J,D,R,B) SM-60F・PX ^{*5} (J,H,F,D,R,B)	YM-60C (J,D,R,B) YM-60A (J,D,R,B) YM-60C・PX ^{*5} (J,D,R,B)	NF-1&Y-DM / YF-15B&Y-DM (J,B) NF-1&Y-DM&YK-CM&SB-51(S) YF-15B&Y-DM&YK-CM&SB-51(S) NF-800R&Y-DM (J,H,F,B) NF-820&Y-DM (J,H,F,B) YF-15B&Y-DM・PX ^{*5} (J,B) NF-820&Y-DM・PX ^{*5} (J,H,F,B)	L-62CF (D,R,B) L-60・PX ^{*5} (D,R,B)	
	SBHS700	SF-82WL (J,D,R,B)	YM-82C (J,D,R,B)	NB-250H&Y-80M (J,B) NB-80&Y-80 (J,B)	L-82 (D,R,B)	
	SBHS400W	SF-50W (J,D,R,B) FC-50W (J,D,R,B) SM-50FW (J,H,F,D,R,B) FCM-50FW (J,H,F,D,R,B)	YM-55W (J,D,R,B) FGC-55【P仕様】 (J,D,R,B)	NF-1&Y-CNCW (J,B) YF-15B&Y-CNCW (J,B) NF-1&Y-CNCW&YK-CNC&SB-51(S) YF-15B&Y-CNCW&YK-CNC&SB-51(S) NF-820&Y-CNCW (J,H,F,B)	CT-03Cr (D,R,B) CT-16Cr (D,R,B)	
	SBHS500W	SF-60W (J,D,R,B) SM-60FW (J,H,F,D,R,B) FCM-60FW (J,H,F,D,R,B)	YM-60W (J,D,R,B)	NF-1&Y-60W (J,B) YF-15B&Y-60W (J,B) NF-1&Y-60W&YK-CNC&SB-51(S) YF-15B&Y-60W&YK-CNC&SB-51(S) NF-820&Y-60W (J,H,F,B)	CT-60Cr (D,R,B)	
	SBHS700W	SF-82WL (J,D,R,B)	YM-80W (J,D,R,B)	NB-250H&Y-80MW (J,B) NB-80&Y-80W (J,B)	CT-80Cr (D,R,B)	
Ni系 高耐候 性鋼 NAW- TEN	1% Ni	12-400A,B,C	SF-50WLN (J,D,R,B)	YM-1N (J,D,R,B)	NF-320M&Y-204B (J,B) NF-820&Y-204B (J,H,F,B)	N-11 (D,R,B)
		12-490A,B,C				
		12-570	SF-60T (J,D,R,B)	YM-70C (J,D,R,B)		L-60S (D,R,B)
	3% Ni	15-400A,B,C	SF-50WN (J,D,R,B) SM-50FWN (J,H,F,D,R,B)	YM-3N (J,D,R,B)	NF-320M&Y-3NI (J,B) NF-820&Y-3NI (J,H,F,B)	CT-50N (D,R,B)
		15-490A,B,C				
		15-570	SF-60WN (J,D,R,B) SM-60FWN (J,H,F,D,R,B)		NB-55LM&Y-3NI (J,B) NF-820&Y-3NI (J,H,F,B)	CT-60N (D,R,B)

※ 4：()内は各部材の省略記号

フランジ及びウェブの板継→J、水平すみ肉→H、下向きすみ肉→F、ダイヤフラム等の組立→D、リブ→R、箱組立→B、鋼床版→S

※ 5：CORSPACE 専用溶接材料

*表中の溶接材料銘柄 FGC、CNCW 及び CNC は日鉄溶接工業(株)の登録商標です。

4 溶着金属機械的性質の一例

表 3-1 及び表 3-2 に各種溶接材料の溶着金属機械的性質の一例を示します。

表 3-1 各種溶接材料の溶着金属機械的性質の一例

溶接方法	銘柄 (JIS 又は該当 JIS)	溶着金属機械的性能				溶着金属化学成分 % ^{※6}								
		耐力 MPa	引張 強度 MPa	衝撃性能		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
				試験温度 ℃	吸収 エネルギー J									
GMAW	YM-26 (YGW11)	460	560	0	130	0.07	0.52	1.11	0.016	0.011	—	—	—	—
	YM-28 (YGW12)	445	550	0	120	0.08	0.60	1.10	0.014	0.010	—	—	—	—
	YM-28S (YGW15)	480	565	0	145	0.08	0.45	0.85	0.011	0.015	—	—	—	—
	YM-55C (YGW18)	590	640	0	140	0.07	0.50	1.13	0.012	0.005	—	—	—	0.18
	YM-55AG (YGW19)	515	590	0	175	0.06	0.42	1.41	0.012	0.006	—	—	—	0.20
	YM-60C (G59JA1UC3M1T)	590	655	-5	120	0.07	0.38	1.38	0.011	0.012	—	—	—	0.35
	YM-60A (G59JA1UM3M1T)	580	650	-5	195	0.06	0.35	1.45	0.008	0.003	—	—	—	0.38
	YM-55W (G49JA0UC1-NCCJ)	575	625	0	90	0.06	0.48	1.05	0.006	0.008	0.50	0.21	0.61	—
	FGC-55 (G49A0UC1-CCJ)	500	585	0	95	0.08	0.45	1.02	0.012	0.013	0.38	—	0.43	—
	YM-60W (G57JA1UC1-NCCJ)	540	640	-5	110	0.07	0.38	0.83	0.011	0.007	0.58	0.46	0.50	—
	YM-82C (G78JA2UCN5M3T)	770	895	-20	70	0.08	0.60	1.43	0.005	0.005	—	2.45	—	0.58
	YM-80W (G78JA2UC1-N5M3T)	750	840	-20	75	0.07	0.51	1.28	0.011	0.007	0.35	2.43	—	0.42
	YM-26・PX (YGW11)	485	570	0	130	0.08	0.39	0.97	0.011	0.005	—	—	—	—
	YM-55C・PX (YGW18)	520	610	0	135	0.06	0.46	1.02	0.010	0.004	—	—	—	0.22
	YM-60C・PX (G57JA1UC3M1T)	555	630	-5	125	0.05	0.48	1.06	0.010	0.004	—	—	—	0.23
	YM-1N (G57AP6MN2M1T)	550	620	-60	95	0.05	0.35	1.12	0.006	0.003	0.20	0.99	—	0.23
	YM-70C (G69A2UCN4M3T)	610	720	-20	100	0.07	0.53	1.24	0.005	0.005	0.22	1.48	—	0.44
	YM-3N (G49AP6UMN7)	550	615	-60	170	0.05	0.25	0.71	0.007	0.005	0.23	3.21	—	—
FCAW	SF-1 (T49J0T1-1CA-UH5)	520	580	0	100	0.06	0.50	1.40	0.015	0.010	—	—	—	—
	SM-1F (T49J0T1-0CA-UH5)	510	570	0	90	0.05	0.53	1.50	0.016	0.011	—	—	—	—
	FCM-1F (T49J0T1-0CA-U)	515	575	0	85	0.04	0.55	1.52	0.015	0.010	—	—	—	—
	SF-55 (T550T1-1CA-G-UH5)	535	615	0	100	0.05	0.45	1.17	0.009	0.006	—	—	—	0.16
	SF-55V (T550T1-1CA-G-UH5)	560	645	0	95	0.04	0.61	1.32	0.013	0.007	—	—	—	—
	SF-60 (T59J1T1-1CA-N2M1-UH5)	570	620	-5	100	0.05	0.50	1.47	0.011	0.005	—	0.53	—	—
	SM-60F (T57J1T1-0CA-G-UH5)	600	660	-5	75	0.06	0.56	1.83	0.016	0.008	—	—	—	—
	FCM-60F (T57J1T1-0CA-G-U)	550	630	-5	75	0.04	0.68	1.79	0.016	0.010	—	—	—	—
	SF-50W (T49J0T1-1CA-NCC1-UH5)	500	580	0	100	0.04	0.35	0.80	0.015	0.008	0.34	0.44	0.47	—
	FC-50W (T49J0T1-1CA-NCC1-U)	505	570	0	110	0.03	0.40	1.00	0.017	0.005	0.41	0.44	0.53	—
	SM-50FW (T49J0T1-0CA-NCC1-UH5)	510	590	0	75	0.05	0.32	1.10	0.014	0.005	0.45	0.50	0.48	—
	FCM-50FW (T49J0T1-0CA-NCC1-U)	495	565	0	70	0.03	0.47	0.97	0.018	0.012	0.39	0.41	0.49	—
	SF-60W (T57J1T1-1CA-NCC1-UH5)	585	685	-5	115	0.05	0.50	1.18	0.012	0.005	0.42	0.61	0.51	—
	SM-60FW (T57J1T1-0CA-NCC1-UH5)	540	620	-5	70	0.04	0.46	1.12	0.017	0.006	0.35	0.45	0.52	—
	FCM-60FW (T57J1T1-0CA-NCC1-U)	530	615	-5	60	0.04	0.51	1.35	0.018	0.006	0.37	0.48	0.51	—
	SF-82WL (T78J2T5-0MA-NCC1J-UH5)	830	895	-20	90	0.08	0.38	1.74	0.012	0.004	0.24	2.61	—	0.80
	SF-1・PX (T49J0T1-1CA-UH5)	540	615	0	135	0.06	0.44	1.19	0.013	0.006	—	—	—	—
	SM-1F・PX (T49J0T1-0CA-UH5)	510	600	0	65	0.05	0.54	1.46	0.018	0.014	—	—	—	—
	SF-60・PX (T57J1T1-1CA-N1-UH5)	595	665	-5	80	0.05	0.55	1.57	0.011	0.006	—	0.53	—	—
	SM-60F・PX (T57J1T1-0CA-G-UH5)	570	640	-5	80	0.05	0.57	1.80	0.014	0.010	—	—	—	—
	SF-50WLN (-)	560	625	0	140	0.04	0.44	1.31	0.013	0.004	0.24	1.43	—	—
	SF-60T (T59J1T1-1CA-G-UH5)	580	645	-5	65	0.05	0.45	1.41	0.013	0.004	0.26	1.18	—	0.08
	SF-50WN (-)	460	540	0	130	0.04	0.28	0.51	0.010	0.007	0.32	2.73	—	—
	SM-50FWN (-)	460	540	0	115	0.04	0.35	0.75	0.013	0.008	0.31	2.57	—	—
	SF-60WN (-)	570	630	-5	95	0.04	0.45	0.91	0.009	0.005	0.29	2.58	—	—
	SM-60FWN (-)	520	610	-5	90	0.04	0.46	0.90	0.012	0.006	0.28	2.84	—	—

※ 6：銘柄末尾に「PX」のついた溶接材料は、溶着金属化学成分に Sn が微量含有。

表 3-2 各種溶接材料の溶着金属機械的性質の一例

溶接方法	銘柄 (JIS 又は該当 JIS)	溶着金属機械的性能				溶着金属化学成分 % ^{※6}								
		耐力 MPa	引張 強度 MPa	衝撃性能		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
				試験温度 ℃	吸収 エネルギー J									
SMAW	S-16 (E4316-U)	460	540	0	220	0.07	0.58	1.10	0.013	0.008	—	—	—	—
	L-55 (E4916-U)	480	550	0	230	0.07	0.55	0.95	0.011	0.008	—	—	—	—
	EX-50F (E4940-G)	460	520	0	85	0.07	0.39	0.76	0.017	0.010	—	—	—	—
	L-55M (E5716-U)	570	640	-20	140	0.07	0.40	1.08	0.012	0.008	—	0.27	—	0.28
	L-53 (E5716-U)	530	590	-20	200	0.08	0.59	0.93	0.015	0.003	—	—	—	0.18
	L-60 (E5916-N1M1U)	540	640	-20	170	0.07	0.42	1.12	0.009	0.008	—	0.73	—	0.22
	L-60S (E5716-G)	580	650	-20	205	0.05	0.46	1.12	0.010	0.008	—	1.51	—	0.20
	L-62CF (E6216-N1M1)	590	660	-20	170	0.07	0.45	1.36	0.011	0.008	—	0.70	—	0.35
	L-82 (E78J16-GU)	855	935	-20	140	0.04	0.47	1.46	0.011	0.003	—	4.83	—	0.54
	CT-03Cr (E49J03-NCCAU)	440	535	0	100	0.07	0.16	0.36	0.019	0.004	0.37	0.16	0.48	—
	CT-16Cr (E49J16-NCCAU)	490	550	0	175	0.04	0.40	0.70	0.009	0.003	0.39	0.17	0.50	—
	CT-03CR2 (E4903-NCAU)	440	530	0	100	0.07	0.18	0.55	0.018	0.010	0.40	0.56	—	—
	CT-16CR2 (E4916-NCAU)	460	550	0	170	0.08	0.52	0.85	0.016	0.008	0.30	0.35	—	—
	CT-60Cr (E57J16-NCC1AU)	520	610	-20	120	0.07	0.38	0.67	0.017	0.009	0.44	0.62	0.56	—
	CT-80Cr (E78J16-N9M3AU)	835	930	-20	125	0.04	0.44	1.44	0.012	0.005	—	4.72	—	0.54
	L-55・PX (E4916-U)	500	605	0	190	0.07	0.61	1.10	0.012	0.003	—	—	—	—
	L-60・PX (E57J16-N1M1U)	610	700	-20	125	0.07	0.56	1.07	0.010	0.006	—	0.70	—	0.24
	N-11 (E5516-3N3APL)	510	610	-50	105	0.07	0.60	1.15	0.012	0.005	—	1.50	—	—
	CT-50N (E4916-G)	530	610	0	230	0.06	0.55	0.63	0.011	0.003	—	3.12	—	—
	CT-60N (E5716-G)	525	615	-5	190	0.04	0.60	0.70	0.012	0.003	0.36	3.54	—	—
SAW	YF-15A&Y-D (S50J2-H)	450	530	0	110	0.07	0.49	1.56	0.018	0.011	—	—	—	—
	YF-15&Y-D (S50J2-H)	465	550	0	120	0.07	0.45	1.51	0.017	0.005	—	—	—	—
	NF-1&Y-D (S532-H)	485	560	0	170	0.08	0.27	1.30	0.018	0.011	—	—	—	—
	NF-800R&Y-D (S502-H)	435	550	0	110	0.06	0.51	1.65	0.014	0.006	—	—	—	—
	NF-820&Y-D (S532-H)	490	560	0	90	0.06	0.61	1.76	0.017	0.010	—	—	—	—
	YF-15&Y-DM (S582-H)	560	630	-5	95	0.06	0.56	1.49	0.020	0.009	—	—	—	0.43
	YF-15B&Y-DM (S624-H4)	570	655	-20	85	0.06	0.44	1.62	0.020	0.008	—	—	—	0.41
	NF-1&Y-DM (S624-H4)	610	650	-20	85	0.07	0.24	1.33	0.015	0.009	—	—	—	0.42
	NF-800R&Y-DM (S582-H)	575	665	-5	80	0.06	0.52	1.70	0.018	0.007	—	—	—	0.48
	NF-820&Y-DM (S582-H)	580	675	-5	75	0.05	0.58	1.80	0.012	0.013	—	—	—	0.43
	NF-1&Y-CNCW (S50J2-AW1)	520	620	0	115	0.07	0.31	1.20	0.010	0.006	0.34	0.11	0.55	—
	YF-15B&Y-CNCW (S50J2-AW1)	510	600	0	120	0.07	0.45	1.31	0.014	0.007	0.37	0.11	0.55	—
	NF-820&Y-CNCW (S50J2-AW1)	490	570	0	75	0.05	0.66	1.57	0.011	0.006	0.35	0.14	0.56	—
	NF-1&Y-60W (S58J2-AW1)	560	645	-5	110	0.07	0.33	1.19	0.010	0.006	0.34	0.11	0.55	—
	YF-15B&Y-60W (S58J2-AW1)	520	630	-5	90	0.08	0.45	1.43	0.018	0.009	0.37	0.10	0.57	—
	NF-820&Y-60W (S582-AW1)	540	640	-5	70	0.06	0.60	1.67	0.012	0.008	0.37	0.10	0.56	—
	NB-250H&Y-80M (S804-H4)	740	845	-20	125	0.08	0.20	1.45	0.011	0.003	0.09	2.35	0.58	0.57
	NB-80&Y-80 (S80J4-H4)	760	870	-20	135	0.06	0.20	1.60	0.008	0.002	0.14	2.33	0.85	0.44
	NB-250H&Y-80MW (S80J4-AW3)	750	860	-20	120	0.08	0.22	1.44	0.016	0.003	0.09	2.38	0.57	0.58
	NB-80&Y-80W (S80J4-AW3)	790	900	-20	140	0.06	0.21	1.69	0.009	0.002	0.14	2.22	0.82	0.46
	YF-15&Y-D・PX (S50J2-H)	510	600	0	90	0.07	0.45	1.54	0.016	0.006	—	—	—	—
	NF-820&Y-D・PX (S532-H)	480	590	0	80	0.05	0.63	1.80	0.007	0.011	—	—	—	—
	YF-15B&Y-DM・PX (S624-H4)	595	695	-20	70	0.08	0.31	1.70	0.013	0.005	—	—	—	0.37
	NF-820&Y-DM・PX (S582-H)	565	660	-5	70	0.06	0.59	1.80	0.011	0.005	—	—	—	0.40
	NF-320M&Y-204B (-)	640	680	-20	120	0.05	0.55	1.68	0.014	0.007	0.10	0.97	—	0.37
	NF-820&Y-204B (-)	655	690	-20	65	0.04	0.60	1.75	0.013	0.008	0.10	0.93	—	0.40
	NF-320M&Y-3NI (-)	480	550	0	185	0.04	0.20	0.76	0.008	0.005	0.14	2.98	—	—
	NF-820&Y-3NI (-)	490	580	0	65	0.04	0.58	1.26	0.009	0.006	0.13	2.96	—	—
	NB-55LM&Y-3NI (-)	530	660	-5	150	0.08	0.26	1.31	0.010	0.005	0.28	2.93	—	—

※ 6：銘柄末尾に「PX」のついた溶接材料は、溶着金属化学成分に Sn が微量含有。

5 SBHS500 適用の溶接試験結果の一例

溶接作業効率の向上を目的とした、SBHS500 適用による予熱軽減や板厚 16mm 鋼床版の大入熱溶接（片面 1 パスサブマージアーク溶接）の溶接試験結果の一例を下記に示します。

表 4 試験条件

適用鋼材		溶接材料		試験区分	試験条件
鋼種	板厚 mm	溶接法	銘柄 (サイズ)		
SBHS500	77	FCW	SF-60 (1.2mm)	y 形溶接割れ ^{※7}	試験体温度条件: 5℃、25℃、50℃ 試験雰囲気条件: 温度: 22℃、湿度: ≥ 95% 溶接条件: 270A-29V-27cm/min シールドガス: 100%CO ₂ (25L/min)
	16	SAW	NF-320 (32×Dメッシュ) Y-DM (4.8mm) YK-CM (1.0mm) SB-51 (裏当材)	鋼床版想定 大入熱 1 パス	開先形状: V 開先 40° ルート間隔: 10mm カットワイヤ散布高さ: 18mm 溶接条件: 800A-32V-15cm/min 入熱: 102kJ/cm

※ 7: y 形溶接割れ試験は JIS Z 3158-2016 「y 形溶接割れ試験方法」に準拠。

表 5 SF-60 を適用した y 形溶接割れ試験結果

試験体温度	適用鋼材		溶接条件			
	鋼種	板厚 mm	電流 A	電圧 V	速度 cm/min	入熱 kJ/cm
5℃	SBHS500	77	270	29	27	17
25℃						
50℃						

試験体温度	割れ測定結果							
	表面割れ率 %	ルート割れ率 %	断面割れ率 %					平均
			1	2	3	4	5	
5℃	0	0	0	0	0	0	0	0
25℃	0	0	0	0	0	0	0	0
50℃	0	0	0	0	0	0	0	0

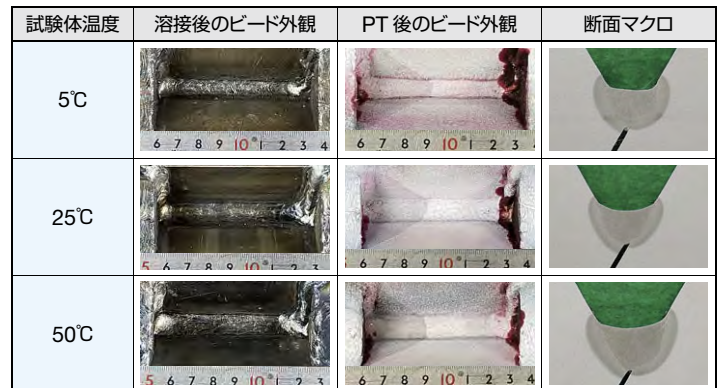


図 3 SF-60 を適用した y 形溶接割れ試験のビード外観、PT 外観、断面マクロ写真

表 6 SBHS500 鋼床版 (板厚 16mm) の大入熱片面サブマージアーク溶接 1 パス溶接試験結果

溶接材料	溶接金属の機械的性質例				
	入熱 kJ/cm	耐力 MPa	引張強度 MPa	吸収エネルギー J	
NF-320 & Y-DM YK-CM & SB-51	102	520	665	vE-20	vE-5
				105	117

溶接材料	溶接金属の化学成分例 %					
	C	Si	Mn	P	S	Mo
NF-320 & Y-DM YK-CM & SB-51	0.09	0.24	1.36	0.013	0.004	0.28

6 施工上の注意点及びその他留意事項

- 優れた性能を最大限に引き出すためには、設計・施工・管理技術を継続的改善し、素材メーカー、ファブリケーター、コンサルタントとの連携強化が必要と考えます。
- 各種鋼材を適用した溶接では道路橋示方書等^{2,5,6,7,8)}に示された Pcm 値と予熱温度の標準を参考とし、適正な温度管理と溶接条件の選定を推奨します。
- パス間温度の標準は 200℃以下を設定しています。
- SBHS 鋼は予熱温度低減を目標に開発されていますが、溶接材料の乾燥状態、雰囲気の状態（多湿など）、継手の拘束度などによっては予熱温度が高まる場合があります。

7 おわりに

以上、橋梁用溶接材料ならびに溶接継手性能一例を紹介しました。現在、SBHS 鋼及び CORSPACE など新しい高性能鋼材を適用した鋼橋建設が増加傾向にあり、弊社溶接材料を適用した継手研究評価報告⁹⁾及び多くの採用実績がございます。今後、本稿が橋梁用鋼材適用の溶接に際しての参考としていただければ幸いです。

参考文献

- 1) 一般社団法人 日本鉄鋼連盟 橋梁用鋼材研究会:高性能鋼の概要(橋梁向け)/ 2) 公益社団法人 日本道路協会:道路橋示方書・同解説II 鋼橋・鋼部材編 / 3) CORSPACE 塗装周期延長鋼(コルススペース) 日本製鉄(株)商品カタログ/ 4) NAW-TEN ニッケル系高耐候性鋼(ナウテン) 日本製鉄(株)商品カタログ/ 5) 日鉄溶接工業(株) New びいど No.53 溶接フォーラム 耐候性鋼用溶接材料/ 6) 日鉄溶接工業(株) New びいど No.54 溶接フォーラム ニッケル系高耐候性鋼用溶接材料/ 7) 日鉄溶接工業(株) New びいど No.60 製品ガイド 塗装周期延長鋼(CORSPACE) 用溶接材料/ 8) 日鉄溶接工業(株) New びいど No.63 溶接フォーラム SBHS 鋼用溶接材料/ 9) 上野康雄ら 橋梁用高降伏点鋼板(SBHS700相当鋼)の溶接性評価試験 片山技報 No.29 (2010)

コマツ 鉄骨溶接ロボット (RAL20 シリーズ) × 日鉄溶接工業 フラックス入りワイヤ (SX-26、SX-55)

国内初 鉄骨溶接ロボット(多関節)型式認証取得

技術本部 市場開発技術部 商品技術グループ 主幹 齋藤 雅哉

1 はじめに

地震が多い日本の建築構造物は、耐震設計法にて設計されており、溶接継手部に対する要求品質が極めて高くなっています。よって、従来のフラックス入りワイヤでは溶込みが浅く、高能率の溶接を行うと、要求品質(非破壊検査で欠陥なし)を安定して確保しにくい課題がありました。そのため、鉄骨溶接ロボットはソリッドワイヤが主体となっており、フラックス入りワイヤを使用する場合には、個別にAWの溶接施工要領書の取得や物件ごとに溶接施工試験を実施し、溶接部の性能確認を実施する必要があります。

このたび、コマツ産機株式会社と日鉄溶接工業株式会社はコマツ製 建築鉄骨溶接ロボット「RAL20」シリーズと日鉄溶接工業製 建築鉄骨・一般構造向け CO₂用フラックス入りワイヤ「SX-26・SX-55」の組み合わせで、400N/mm²～490N/mm² 級冷間成形角形鋼管と通しダイアフラムの溶接による国内初となるフラックス入りワイヤを適用した建築鉄骨溶接ロボット(多関節)型式認証^{※1}を取得しました。これにより、「RAL20」シリーズと「SX ワイヤ」の組み合わせでは、物件ごとの性能確認等は不要となります。



写真1 コマツ製「RAL20」と日鉄溶接工業製「SX ワイヤ」



写真2 鉄骨ロボット型式認証認定書

2 「RAL20」と「SXワイヤ」を組み合わせた場合の特長

- 建築鉄骨溶接ロボット型式認証の取得により、物件ごとの施工試験が不要になります。
ただし、物件適用の場合は施工要領書へのワイヤ名の事前記載が必要です。
- ソリッドワイヤと同等の深い溶込みが得られ、開先内溶接でも溶接欠陥のない溶接が可能です。
- ロボットにワイヤを一定期間設置したままでもフラックスの吸湿がなく、低水素の溶接特性を維持可能です。
それにより、ソリッドワイヤと同等の予熱管理が可能です。
- スラグ発生量を大幅に抑えており、ソリッドワイヤと同様の連続溶接が可能です。
- 大粒スパッタが極めて少ないため、スパッタ防止、除去作業等を大幅に軽減できます。

3 溶接性能

ロボット型式認証と同様の性能評価試験を実施した結果、全ての項目で十分な性能が確認されました。

表 1 鉄骨ロボット型式認証条件

認証記号	会社名	製品機種	鋼材	継手の部位	溶接姿勢
R210419 N02SDFN097	コマツ産機株式会社	RAL20 シリーズ	490N/mm ² 400N/mm ²	角形鋼管と 通しダイヤフラム継手	下向

板厚	ルート間隔	開先角度	溶接ワイヤ	シールドガス	エンドタブ	入熱	パス間温度
9mm ~ 40mm	4mm ~ 10mm	35°	SX-26 SX-55	CO2	なし	≦ 30kJ/cm	≦ 350℃

表 2 機械試験結果(32mm コラム× 36mm 通しダイヤフラム)

引張試験 (3箇所平均)			衝撃試験				超音波 探傷試験 (全線)
0.2% 耐力 MPa	引張 強さ MPa	伸び %	0℃吸収エネルギー J				
			平板部		角部		
			溶接金属	HAZ	溶接金属	HAZ	
565	630	27	116 118 116 (Ave 117)	227 225 244 (Ave 232)	123 93 96 (Ave 104)	236 231 260 (Ave 243)	合格



写真 3 SX-55 の溶接外観

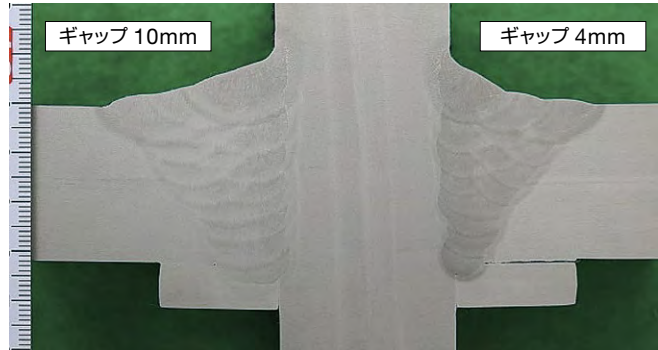


写真 4 SX-55 の溶込み形状

4 おわりに

コマツ産機は、1987年に建築鉄骨溶接ロボットを市場導入して以来、常に業界をリードする技術を取り入れてきました。これまで培ってきた技術・ノウハウを投入した高性能鉄骨溶接ロボット『RAL20』シリーズにより、お客様の品質・生産性向上にさらに貢献してまいります。

日鉄溶接工業は、理想の溶接を実現する『WELDREAM[®]』ブランド商品ラインナップを広げると共に、お客様への積極的な提案に全力で取り組んでまいります。

※ 1 建築鉄骨溶接ロボット型式認証制度

建築鉄骨ロボットの健全な普及促進を図るため、一般社団法人日本ロボット工業会がロボットの型式（製品機種の溶接基本仕様）に対して、JARAS 1012 (WES 8703)「建築鉄骨溶接ロボットの型式認証における試験方法及び判定基準」及び、JARAS 1013 (WES 8704)「建築鉄骨溶接ロボットの型式認証基準」に準拠した製品の適合性に関する認証を、建築鉄骨溶接ロボット型式認証委員会が行い、合格したものに与えられる認証制度。半自動溶接では、技量資格(JISや建築鉄骨溶接技量検定など)の取得により溶接部の性能が保証されますが、ロボットでは型式認証が同様の性能保証を示す制度。

WELDREAM[®] は日鉄溶接工業株式会社の登録商標です。

溶接の常識を変える

SXワイヤ



ソリッドワイヤに対する優位性

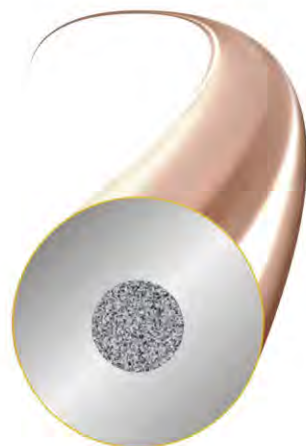
優れた溶接作業性

- ・低スパッタ
- ・柔軟な溶接条件範囲
- ・平滑なビード形状
- ・ソフトで安定したアーク
(溶込みの深さはソリッドワイヤと同等)

他社のFCWに対する優位性

当社独自の低充填メタル系シームレス構造

- ・スラグが少なく連続多層溶接が可能
- ・安定したターゲット性で自動溶接にも最適
- ・吸湿がなく拡散性水素量が圧倒的に低い



3大メリット

1. 省力化に最適

- ・スパッタ除去作業が大幅に短縮（除去作業時間75%減）
- ・適正電圧が広く経験に左右されず健全な溶接が可能
- ・高電流でも安定した高能率溶接が可能

2. 品質の向上

- ・拡散性水素量が低く低温割れ防止に有利
- ・ターゲット性に優れ自動溶接に最適
- ・止端部が滑らかで美しいビード外観を実現

3. 作業環境の改善

- ・アークがソフトで半自動溶接の疲労感を軽減
- ・ヒューム発生量を大幅に低減



高品質・短工期・人材確保に貢献！

トータルコストも削減！

Webでの
お問い合わせはこちら



NIPPON STEEL | 日鉄溶接工業株式会社

〒135-0016 東京都江東区東陽2丁目4番2号 新宮ビル TEL 03(6388)9000

