

日鉄溶接

# ぴいど

No. 75  
2022 SEPTEMBER

神髄を聞く

## 伝統は革新によって 守られる

株式会社羽二重団子 代表取締役  
澤野 修一さん

日鉄溶接工業株式会社

溶接フォーラム

再生可能エネルギー  
風力分野向け溶接材料について

製品ガイド

建築鉄骨向けシームレスフラックス入りワイヤ  
「SXワイヤ」Q&A

建築鉄骨現場溶接向け  
可搬型5軸ロボット「NS-ROBO Multi® E」

ユーザーを訪ねて

堀井鉄工 株式会社

岩永工業 株式会社

ものづくり最前線

さまざまなお客様ニーズに対応した  
ソリッドワイヤの多品種少量生産を実現

当社習志野工場 製造グループ

事業部だより

～Be with you for the best welding～  
海外の溶接サポートも我々にお任せください!



神髓を聞く

## 伝統は革新によって守られる

株式会社羽二重団子 代表取締役

澤野 修一さん

秋の彼岸が明けると、月を愛でるのに良い気候となります。お月見と言えばお団子。文政2(1819)年の創業以来、200年以上にわたって親しまれている羽二重団子の7代目当主・澤野修一さんに、羽二重団子の魅力と団子づくりへのこだわりをうかがいました。

### 明治の文豪たちに愛された名物

—— 羽二重団子が誕生した経緯を教えてください。

**澤野** 先祖は植木屋でした。江戸時代の古地図を見ると、植木屋と書いている地図もあれば、茶屋と書いてある地図もあります。天保年間(1830～44年)の古地図には「藤の木茶屋」と書かれています。音無川のほとりの王子街道沿いの根岸の里に茶店を構えて、田舎団子を出したところ評判になり、団子専業になっていきました。正確な年代はわかりませんが、お客様から「羽二重のようにきめが細かいから、羽二重団子にしたらどうか」とご命名をいただき、菓名と商号になりました。

—— なぜ明治の文豪たちに愛されたのでしょうか。

**澤野** 文学者とはご縁ができたことは、正岡子規さんが根岸に住まわれたことが大きかったですね。明治のころ、根岸の里は粋で風雅な住宅地でした。子規さんは明治25(1892)年にやってきましたが、晩年は寝たきりになられて、明治35(1902)年に亡くなります。その前年から死の直前までの日常を克明に書かれた随筆『仰臥漫録』<sup>きょうがまんろく</sup>を読むと、妹の律さんに「病人が団子を食べたいと言ったら、買ってこい」「律は気が利かない女だ」などと憎まれ口を書いています。寝たきりの状態にもかかわらず、餡付3串、焼き1串をぺろりと食べています。食べることが生きるこ

とだったのかもしれませんが。律さんに「あとが苦しくなるから、そんなに食べるのはおよしよ」と言われても、「いや、おれは食うんだ」といった悶着があったのではないかと想像できます。

子規さんは羽二重団子に関連する句を残しておられます。「芋坂も團子も月のゆかりかな」「芋坂の團子屋寝たりけふの月」といった親しみのある句です。大変ありがたいことだと思っています。

こうして子規さんが好んでくださったおかげで、親友の夏目漱石さんも明治38(1905)年、『ホトトギス』に連載され



正岡子規の死後、子規庵を長く守ってきた弟子の寒川鼠骨が子規の筆跡をまねて書いた短冊「芋坂も團子も月のゆかりかな」

た『吾輩は猫である』のなかで「芋坂へ行って團子を食いましょうか。先生あすこの團子を食ったことがありますか。奥さん一辺行って食って御覧。柔らかくて安いです」「(吾輩は)主人と多々良君が上野公園でどんな真似をして、芋坂で團子を幾皿食ったかその辺の逸事は探偵の必要もなし(興味がない)」というくだりを書いてくださいました。

そもそも団子とは街道筋の食べ物でした。しかし明治時代になると徒歩の旅がなくなり、だんだん消滅するのではないかと思われていました。それを惜しんでおられた方々が「近頃うまいものがなくなった」と言って、団子を大事にしてくださった。応援してやろうという気持ちがあったのかもしれませんが。そのおかげで今日まで何とかやってこられました。

## 材料の吟味と手間を惜しまず 時代の価値観に合わせて改良

——羽二重団子はどのようにつくられているのでしょうか。

**澤野** お米は庄内産の上質なうるち米に限定しています。団子はとにかく良くつくこと。よそが300つくなら、うちは600つけ。倍の手間をかけろ。そういう家訓が残っています。手間をかけることで良い生地ができます。

白と杵でつかない団子もあります。代表的なのが京都の花見団子です。お米の粉と砂糖に水、3色の色粉を加えて丸めて蒸かしたもので、全然ついていないものが多いのです。京菓子は上生菓子としての美しさと抹茶に合う甘さが必要ですし、京菓子司は白と杵を持っていない店も多いと思います。白と杵でつくのは江戸庶民の菓子の特徴です。良くつくことで、光沢と粘りとシコシコした歯ざわりの良い生地が出来上がります。ついていない団子とは生地が違うんだというこだわりが、私たち江戸庶民の団子づくりの矜持です。

小豆は北海道産です。生餡をつくる時、ざらめを少なめに煮上げ、小豆の風味を味わっていただけるようにしています。これは伝統的な作り方です。焼きのしょう油は濃い口をずっと使ってきました。あるとき、



羽二重団子本店(東京・日暮里)店内に飾られている江戸・明治時代の帳簿類

お客様から「辛くなくなったね」と言われました。仕入れ先のしょう油を確かめたところ、近年のヘルシー志向に合わせて塩分を下げていることがわかりました。味がわかるお客様がいらっしゃることに改めて驚きました。

——伝統の味をどのように守られているのでしょうか。また現代人の嗜好に合わせて変えたところはあるのでしょうか。

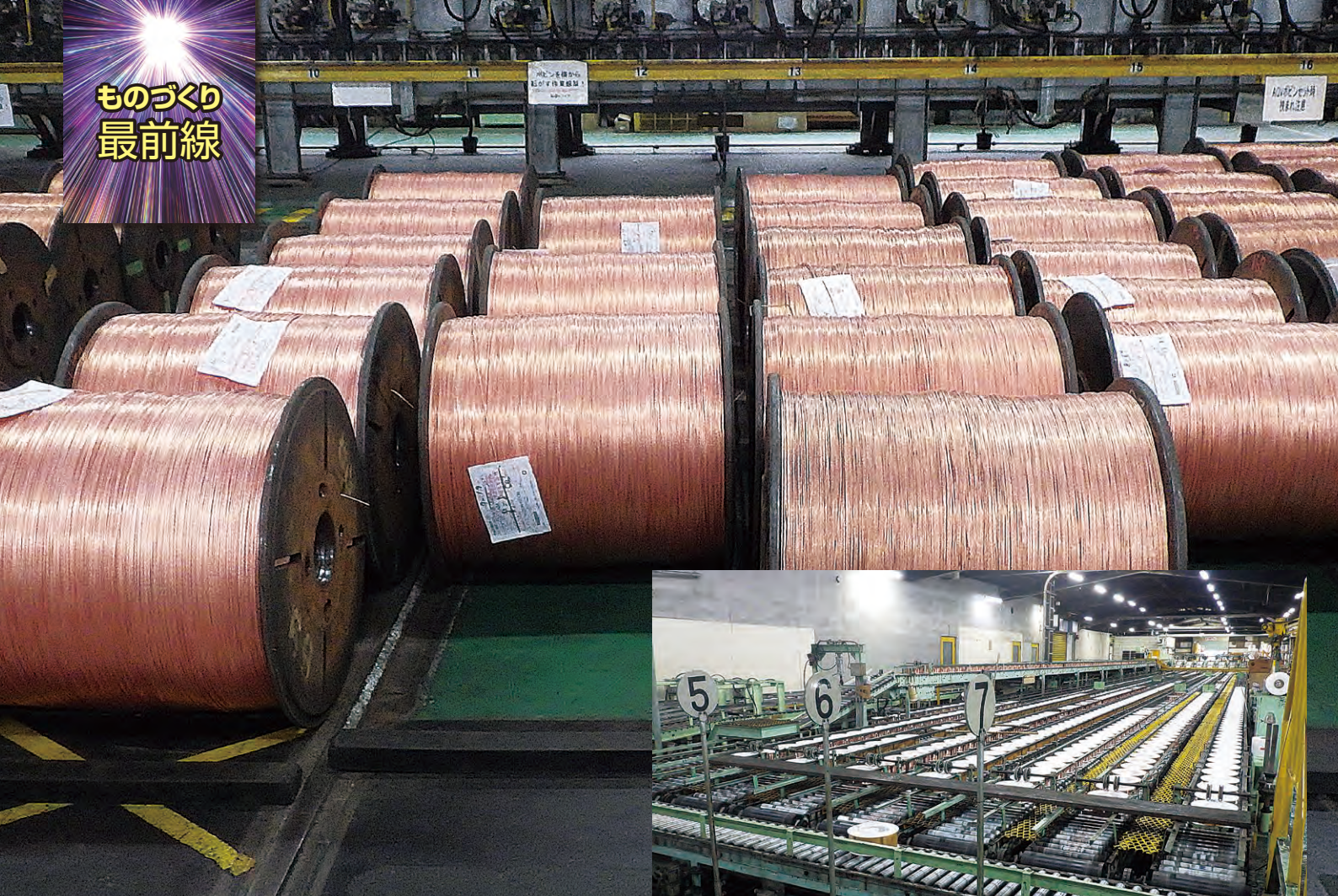
**澤野** 江戸時代と全く同じという考え方は良くないと思っています。例えば、現代は小食の時代となりました。1人前4串で出していましたが、今や2串でも多いという方もいらっしゃいます。そこで1串4個から1串2個のミニをつくり始めました。谷中大団子とも呼ばれていましたが、時代に合わせて1個の大きさも変えました。

また本来、団子はすぐ硬くなるものです。つきたてのおもちは軟らかいけれど、時間が経つと硬くなります。これはデンプンがベータ化するからです。けれどもコンビニで売っている団子は硬くなりません。「なぜ硬くなるの?」となるわけです。頑なに無添加にこだわっていると、召し上がっていただけなくなる。そこでデンプンをベータ化しにくくするため、酵素などを加えるようになりました。「今日中にお召し上がりください」と言っている限り、夜中の11時59分に食べても何とか美味しく食べられるように、時代の価値観に合わせて改良しました。

さらに今まで踏ん切りがつかなかったのですが、新型コロナの影響もあり、2020(令和2)年に冷凍商品化しました。全く生と同じようにはいきませんが、電子レンジで温めて食べれば、まあまあ煮上げ直後のような風味が味わえるようになりました。そこでオンライン販売に踏み切りました。急速冷凍と真空パックをイノベーションと呼んでくださるお客様もいらっしゃいますが、そんな大層なものではありません。やむにやまれぬ世の中の事情で仕方なしに踏み切りました。ただし、遠方で滅多に買いに来られないお客様から「送ってもらって大変美味しくいただきました」というおはがきをいただくと、冷凍商品化して良かったなと思っています。

古い店の仲間たちも「伝統は革新の連続だ」とおっしゃいます。先祖が培った大事なものを自分が壊しているのではないかという心配とか、これで大丈夫かなと迷うこともあります。しかし全く同じ仕事をしていけばいいのではなく、ある程度工夫なりを重ねていくことで何とか続いていくものなのだと思います。

「花より団子」という言葉があります。かつて団子はポピュラーな食べ物でした。小説家の田山花袋さんは大正5(1916)年に団子はなくなってしまうのではないかと心配されていましたが、団子がなくなることはありませんでした。現在、オンライン販売で販路は多少広がりました。ほしいと思われるお客様に届けられるようになりました。そういう改良を重ねていくことを課題として、これからも団子づくりを続けていきます。



## さまざまなお客様ニーズに対応した ソリッドワイヤの多品種少量生産を実現

### 当社習志野工場 製造グループ

ソリッドワイヤは、その使いやすさ（良好な溶接作業性と深い溶込みの高エネルギー溶接）から、自動車や車両、産業機械、鉄骨、橋梁、造船などの軟鋼、490N/mm<sup>2</sup>級高張力鋼を使用した各種構造物の溶接に幅広く使われている。そのさまざまな業種のお客様ニーズに対応したソリッドワイヤの多品種少量生産を実現している当社習志野工場のものづくりの現場を紹介する。

#### 生産計画の範囲で 可能な限りまとめ生産

大電流での送給の安定性、アークのソフトさが好評で、当社製品の中で最も多く愛用されているYM-26。低電流域でも溶接条件範囲が広く安定した溶接が可能で、薄板の溶接のエース的な存在となっているYM-28。こうした代表的な銘柄から特殊な銘柄まで、当社習志野工場では多種多様な業種向けのソリッドワイヤの多品種少量生産を行っている。

「光工場は一般銘柄の生産が多いのですが、習志野工場はいろいろな業種向けの銘柄を生産しています。多品種少量生産では銘柄ごとに製造条件が異なるため、細かく条件を設定して対応しています。なかでも線径サイズの切り替えが頻繁になるため、仕上げ伸線がキーポイントになります」（東条和弘グループ長）

ソリッドワイヤの製造工程を見ると、まず受け入れた原線の表面に付着しているスケール（酸化被膜）を酸洗して洗い落とす。そのあと石灰で錆防止したワイヤを一次伸線して中間径で巻き取る。この時点でワイヤは硬く、このままでは製品径まで仕上げ伸線できな



左から東条和弘グループ長、川原輝彦リーダー、宮崎豊作業長、菊池祐造チームリーダー

いため、焼鈍して軟らかくする。そしてワイヤ表面に銅めっきを施したあと、仕上げ伸線工程で製品径まで伸線する。そのあとは最大20キロのスパール巻き工程、最大400キロのパールバック工程に分かれて包装し、製品を出荷している。

「仕上げ伸線工程では、なるべくまとめ生産を心がけています。線径にバリエーションがあるため、切り替えが多くなるほど、生産ロスや労働負荷につながるからです。線径サイズが変わると伸線機の中にあるワイヤをすべて引き上げて、ダイスを入れ変えたあと、仕上げ具合の調整をしなければなりません。この切り替えのために2〜3時間かかります。だから納期に迷惑がかからないよう可能な限り切り替えを遅らせて、仕掛りがそろい次第、切り替えを行います。その繰り返しです。毎日、生産計画とにらめっこして、前工程の作業長と連絡を取り合って調整しています」(宮崎豊作業長)

## 徹底した品質管理で歩留り向上とクレームゼロ目指す

大量生産に比べて、多品種少量生産の品質管理は難しいと言われる。習志野工場では徹底した品質管理で歩留り向上とクレームゼロ活動を展開している。

「仕上げ伸線工程では品質確認も重視しています。ワイヤに疵があったり、くびれなどの成形不良があると、製品にならないからで

す。ワイヤの状態について、全製品サンプルを切り出し、拡大鏡を使って360度確認しています。自分たちがつくったものが間違いないか。ちゃんとしたものづくりができているのか。さらに後工程へも行き、品質の状況を聞き取りして、不具合品の早期発見に努めています」(菊池祐造チームリーダー)

品質確認では、さらに新たなチャレンジとして、ワイヤ表面の油量が適正範囲であるかを製造現場だけでなく、品質管理と連携してコントロールする試みを始めた。品質管理で測定した数値を製造現場にフィードバックし、PDCAを繰り返すことによって、生産管理や品質管理の継続的な改善を実践している。

「細かく見ていかないと2トン、3トンという単位で不良品が出てしまうので、歩留まりに影響します。品質の良いものを納期通りにしっかりつくれるようにしていきたい。そのため職場環境の改善にも取り組んでいます。夏場は熱中症を防ぐため、水分や塩分の補給を促すとともに、ネッククーラーや空調服といった対策グッズを積極的に導入して、安全対策を講じてきました。仕上げ伸線工程では新しい機械も導入しました。より効率的につくれるよう、これからも創意工夫していきます」(川原輝彦リーダー)

習志野工場では徹底した品質管理で、歩留り目標の達成と、お客様からの品質へのクレームゼロの実現を目指し、ソリッドワイヤの多品種少量生産に磨きをかけています。

# コマツ製建築鉄骨溶接ロボット RAL20



ユーザーを訪ねて

堀井鉄工株式会社

## 安定した品質を確保するために



取締役製造部  
兼 資材部長  
栗山 拓也 氏



生産管理部  
副部長  
吉田 勝也 氏



本社全景

堀井鉄工(株) 殿は 2020(令和2)年、創業90周年を迎えました。これまで2,400件を超える建築物を施工してきた同社を訪ね、お話をうかがった。

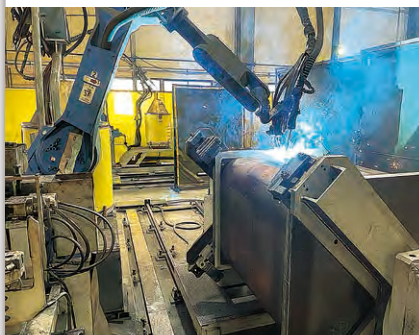
### — 貴社の歩みを教えてください。

「3代目の現社長が2004(平成16)年に就任してから、06(平成18)年に第1工場を増築したのを皮切りに、07(平成19)年には第2工場の増築、08(平成20)年には第3工場を新築し、切板やアングル、軽量形鋼などの二次部材の加工工場を設置。14(平成26)年には第4工場を新築し、小型のH形鋼専用加工工場として、第1工場同様に材料の受入から製品の出荷まで一貫生産を行っています。また、一次加工の需要が高まるなか、19(平成31)年に一次加工専用工場として、三郷工場を新築。多くのファブリケータからの一次加工依頼を受けています。

施工実績は8割が関東で、地元は2割程度ですが、北陸新幹線関連で黒部宇奈月温泉駅や糸魚川駅、公共施設では建築家の隈研吾さんが設計した複合施設TOYAMAキラリなど、著名物件を手がけてきました」

### — 貴社の強みを教えてください。

「一貫生産が強みです。品質管理や工程管理がやりやすく、お客様の要望に応えることができます。例えばコラム開先まで、一次加工の全てを自社加工できる豊富な設備を持っています。あらゆる形状製品加工をスピーディに柔軟に対応することができます」



連結ロボット (RAL20)

### — コマツ製ロボットへのSX-55の適用について教えてください。

「さらなる生産性の向上を図るためにはロボットによる

効率的な溶接が欠かせません。これまで溶接材料は全て日鉄溶接工業製で、手溶接ではYM-26、ロボットではYM-55Cを主に採用してきました。

コマツ RAL20 については SX-55 に切り替えようと検討しています。初めて開発中の SXワイヤを使わせていただいたとき、ヒュームが気になったのですが、そのあと見事に改良されました。スパッタが大幅に減り、スパッタ除去の作業時間が短縮されることに魅力を感じています。現在、費用対効果を検証するとともに、当社が使いこなせるようにコマツ殿と日鉄溶接工業殿の知見をお借りして、より安定した溶接品質を確保することに取り組んでいるところです」



三郷工場(一次加工工場)

### — 品質の維持・向上を担う人材育成について教えてください。

「次世代を担う若手社員の育成に注力しています。現在のコロナ禍といった状況下、どのように教育を行えばよいか考えたうえで、社内のパソコンを使って、いつでも若い人たちがスマートフォンで勉強できる環境づくりを進めています。教育資料は社内の管理部門で作成しています。技術資料を残して、技術を伝承していくツールとしても活用したいと考えているところです。働き方改革ということで長時間の残業ができません。講習会を開こうと思っても全員を集めるのも難しい。こういうツールを使って勉強したい人に学べる環境を整えて、管理者の技術向上につなげています」

### — 今後の抱負をお聞かせください。

「コロナ禍、働き方改革など、我々を取り巻く社会環境が大きく変わってきています。時代のニーズに対応できる人材育成を進めるとともに、鋼のスペシャリストとして建築鉄骨に留まらず、あらゆる分野に目を向けて、2030年の創業100周年に向けチャレンジしていきたいと考えています」

#### 会社概要

採用いただいている主な製品

YM-26 YM-55C SX-55

創業 1930(昭和5)年  
設立 1954(昭和29)年  
代表者 代表取締役 堀井 鉄也  
資本金 4,500万円

従業員 97人  
本社・工場 〒930-2226 富山県富山市八町6059-1  
電話 076-436-0161  
主要事業内容 ○鋼構造物工事業(鉄骨建築)



ユーザーを訪ねて

岩永工業株式会社

## 生産効率アップを目指して採用



生産本部  
製造グループ  
製造第3エリア  
佐藤 真通 氏



本社・工場内観



本社・工場全景

岩永工業(株)殿は2021(令和3)年、創業78期を迎えました。Hグレード認定工場として、西日本一帯から首都圏に至るまで旺盛な鉄骨需要に応える同社を訪ね、お話をうかがった。

### — 貴社の歩みを教えてください。

「当社は造船の鉄鋼請負会社として創業し、船体ブロックをつくっていました。その後、鉄骨事業に参入するため、1978(昭和53)年にHグレード認定を取得しました。1982(昭和57)年現在地に本社・工場を移転した当時は、造船技術を活かして陸上部門では鉄骨、橋梁、水門、歩道橋などを手がけていましたが、建設業が活況となるとともに、鉄骨ファブリケーターとして認められ、現在では鉄骨事業を専門として年間1万2,000トンの鉄骨を製作しています」

### — 貴社の強みを教えてください。

「当社には、他社の鉄骨ファブには少ない30トン天井クレーンを保有しています。以前は橋梁などを製作していたので、工場の軒高が高く、大型の構造物を製作することができます。また、工場が海に面しているため、陸上輸送ができない構造物などを海上輸送することができ、その実績も多数あります。

このほか、鉄骨のS造・SRC造などタイプを問わず、製作することができます。首都圏の著名な鉄骨の製作実績もあり、その経験から技術力と管理力が磨かれたと自負しています」

### — 主な施工実績を教えてください。

「東京国際展示場、中之島フェスティバルタワー、チャンネルシティ博多、長崎大学病院、長崎原爆病院、九州国立博物館のほか、来年竣工予定の長崎市庁舎では約7,000トンの鉄骨製作にも携わっています。さらに、空港施設や半導体メーカー工場など、大型物件の受注が決定しています」

### — 鉄骨需要に応えるための自動化についてお聞かせください。

「当社は30年前に九州で初めてコマツ製ロボットを導入し、24時間連続操業を実現した実績があります。当初はいろいろな制約もあり、

欠陥を出していましたが、現在の発生率は約0.1%まで向上しました。ロボットを使いこなしたいという技術スタッフの創意工夫によって達成することができました。

さらに2021年12月には6台目となるコマツ製建築鉄骨溶接ロボットRAL20を導入しました。日鉄溶接工業製ワイヤSX-55との組み合わせによって、スパッタ発生量が大幅に減り、スパッタ除去の作業時間が短縮されたことで、溶接品質の確保と工数削減によるコスト低減に期待を寄せています」



コマツ製建築鉄骨溶接ロボットRAL20シリーズを使用したSXワイヤの溶接風景

### — 今後の抱負をお聞かせください。

「現在の受注環境はとても良く、九州地区だけで年間約1万トンの受注ができています。九州以外の引き合いもありますが、現在のところ手が出せない状況です。生産計画・品質確保を考慮し、自社100%を目指しています。

今後については増員・ロボットを含め、設備計画を見直し、年間1万4,000トンの生産目標を計画しています。また、難易度の高い物件の受注もあり、多様性を持った受注を進めていきます。ロボット・溶接材料、また働き方改革など、いろいろな面での新しいチャレンジを行い、競争力を高め、創業80周年に向け、これまで培ってきた技術力や管理力を継承していきます」

採用いただいている主な製品  
**SX-55**

#### 会社概要

創業 1946(昭和21)年  
設立 1948(昭和23)年  
代表者 代表取締役 岩永 洋尚  
資本金 3,000万円

従業員 85人  
本社 〒851-2101 長崎県西彼杵郡時津町西時津郷1000-137  
電話 095-882-2511  
主要事業内容 ○鋼構造物製造業(鉄骨加工业)

# 再生可能エネルギー 風力分野向け溶接材料について

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  
技術本部 市場開発技術部 商品技術グループ 主査 千葉 竜太郎

## 1 はじめに

洋上風力発電は、海洋上(湖、港湾内を含む)における風力発電設備のことであり、陸上での風力発電に比べ、風の流れを遮る障害物(山、樹木、建築物など)がないことにより安定的に大きな風力が得られるため、再生可能エネルギーの一つとして注目を浴びています。本稿では、カーボンニュートラル社会実現に向け、重要なエネルギーとして位置づけられる洋上風力発電および洋上風車の敷設工事に使用されるSEP船(Self-Elevating Platform: 自己昇降式台船)向け溶接材料について紹介します。

## 2 洋上風力発電に適用される鋼材の一例

洋上風力発電に適用される代表的な鋼材を表1および表2に示します。

表1 洋上風力に適用される鋼材一例(国内)

鋼材種類			機械的性質		
区分	規格番号	記号	0.2% 耐力 MPa	引張強度 MPa	衝撃性能 vE0°C J
溶接構造用 圧延鋼材	G 3106	SM490A	≥ 315	490-610	—
		SM490B			≥ 27
		SM490C			≥ 47
		SM520B	≥ 355	520-640	≥ 27
		SM520C			≥ 47

表2 洋上風力に適用される鋼材一例(海外)

規格	YP クラス			
EN10225	S355	—	S420	S460
各船級	YP355 (A~F)	YP390 (A~F)	YP420 (E~F)	YP460 (E~F)

## 3 洋上風力発電向け溶接材料

洋上風力発電は、ジャケットやモノパイルと呼ばれる着床式とセミサブタイプの浮体式に区分されます。日本国内の場合、着床式は地中に杭を打ち込み、その上にトランジションピースおよびタワーを設置するため、建築基準法が適用され、国土交通省の管轄となりJISで運用されるケースが多いです。

一方で、水深が深いところに設置する際は浮体式が採用され、鋼材はEN10225規格および各種船級協会の海洋構造物用鋼板が使用されます。風車の大型化に伴い、タワーや下部構造のモノパイルなど板厚が80mmを超える極厚鋼板が使用されます。

洋上風力発電向け溶接材料の一例を表3に示します。



写真1 洋上風力発電(モノパイルタイプ)一例  
ブレード・タワー・トランジションピース・鋼管杭(基礎)



表 3 洋上風力発電向け溶接材料の一例

区分	溶接材料		特徴	該当 JIS or AWS	TS MPa	vE J	適用鋼種例
国内向け	FCAW	SF-1	全姿勢 (CO <sub>2</sub> )	Z 3313 T49J0T1-1CA-UH5	580	0℃ : 95	SM490
		SF-60L	全姿勢 (CO <sub>2</sub> )	Z 3313 T592T1-1CA-N3M1-UH5	630	-20℃ : 100	SM520
	GMAW	YM-26	下向・横向 (CO <sub>2</sub> )	Z 3312 YGW11	560	0℃ : 120	SM490
		YM-60C	下向・横向 (CO <sub>2</sub> )	Z 3312 G59JA1UC3M1T	655	-20℃ : 95	SM520
	SAW	NF-1 & Y-D	狭開先	Z 3183 S532-H	560	-20℃ : 140	SM490,520
		NSH-60 & Y-DL	大入熱 (15kJ/mm以下)	Z 3183 S582-H	650	-20℃ : 100	SM490,520
	SMAW	L-55	低水素系全姿勢	Z 3211 E4916-U	550	-20℃ : 160	SM490
		L-53	低水素系全姿勢	Z 3211 E5716-U	590	-20℃ : 210	SM520
海外向け	FCAW	SM-3A	裏波 (Ar-CO <sub>2</sub> )	A5.18 E70C-GM H4	595	-40℃ : 70	S355
		SF-3A	全姿勢 (Ar-CO <sub>2</sub> )	A5.20 E71T-9M-J H4	615	-40℃ : 80	S355
		SF-3M	全姿勢 (CO <sub>2</sub> )	A5.20 E71T-9C-J H4	595	-40℃ : 115	S355
		SM-47A	裏波 (Ar-CO <sub>2</sub> )	A5.28 E80C-Ni1 H4	630	-40℃ : 110	S460
		SF-3AM	全姿勢 (Ar-CO <sub>2</sub> )	A5.29 E81T1-Ni1M H4	640	-40℃ : 105	S460
		SF-47E	全姿勢 (CO <sub>2</sub> )	A5.29 E81T1-Ni1C-J H4	620	-40℃ : 115	S460
	SAW	NF-1 & Y-E	狭開先	A5.23 F8A4-EG-G	600	-40℃ : 130	S355
		NB-55E & Y-D	大入熱 (10kJ/mm以下)	A5.17 F7A8-EH14	610	-40℃ : 200	S355
		NB-60L & Y-DM3	多層盛	A5.23 F8A8-EG-G	640	-40℃ : 170	S460
	SMAW	L-55SN	極低水素系全姿勢	A5.5 E7016-G	580	-40℃ : 140	S355
		L-57SN	極低水素系全姿勢	A5.5 E8016-G	610	-40℃ : 160	S460

## 4 高能率溶接施工用溶接材料のご紹介

### 4-1 高能率サブマージアーク溶接法

板厚 100mm を適用した一般的なサブマージアーク溶接では、40 パス程度の多層溶接が必要となります。本稿ではモノパイルの長手および円周方向のシーム溶接などの狭開先・多層盛りが可能な熔融型フラックス NF-1 を適用したサブマージアーク溶接を紹介します。

表 4 に示しますように、狭開先においても優れた剥離性が得られることから、板厚 100mm では 25 パス程度の高能率な溶接が可能となり、かつ開先断面積を小さくすることで溶接材料使用量の削減および生産性向上に貢献できます。

また、大入熱溶接を適用したボンドフラックス NSH<sup>®</sup>-60 のラインナップも取り揃えており、お客様のご要望に応じた最適な溶接施工法が提案可能です。NSH<sup>®</sup>-60 の詳細については、『びいど』No.74 溶接フォーラム P7-8 をご覧ください。

表 4 NF-1 を適用した狭開先多層溶接の一例

溶接材料		鋼材		溶接条件					
フラックス	ワイヤ	鋼種	板厚 mm	電極	電流 A	電圧 V	速度 cm/min	入熱 kJ/cm	パス数
NF-1	Y-D or Y-E	SM490B	100	L (3.2 φ) T (3.2 φ)	500 500	34 32	50	40	25

溶接材料		鋼材				
フラックス	ワイヤ	0.2% 耐力 MPa	引張強度 MPa	衝撃値 vE-40℃ J		
				上面側	中央側	下面側
NF-1	Y-D	550	598	76	88	91
	Y-E	579	628	131	118	118



写真 2 マクロ断面写真の一例 (板厚 100mm)

※ NSH は日鉄溶接工業株式会社の登録商標です。

## 4-2 全姿勢用シームレスフラックス入りワイヤ

風車の大型化に伴う極厚鋼板の溶接では、高能率かつ補修率の低い高品質な溶接施工が求められます。そこで、板厚100mmを適用した全姿勢用シームレスフラックス入りワイヤSF-3Mの特徴について紹介します。

SF-3MはCO<sub>2</sub>ガス用のルチル系シームレスフラックス入りワイヤで、全姿勢溶接にて優れた溶接作業性を有し、溶接部の極めて低い拡散性水素量を達成することから、低温割れ発生リスクを抑え、また-40℃の低温域で良好な靱性が得られます。

表 5 SF-3M を適用した立向上進溶接の一例

溶接材料			鋼材		溶接条件				
銘柄	ワイヤ径 mm φ	シールド ガス	鋼種	板厚 mm	姿勢	電流 A	電圧 V	速度 cm/min	入熱 kJ/cm
SF-3M	1.2	100% CO <sub>2</sub>	S420ML	100	立向 上進	220	23	15	20

溶接金属機械的性質				
0.2% 耐力 MPa	引張強度 MPa	衝撃値 vE-40℃ J		
		上面側	中央側	下面側
561	629	103	112	112

溶着金属拡散性水素量 (JIS Z 3118)	2.95 ml/100g
-------------------------	--------------

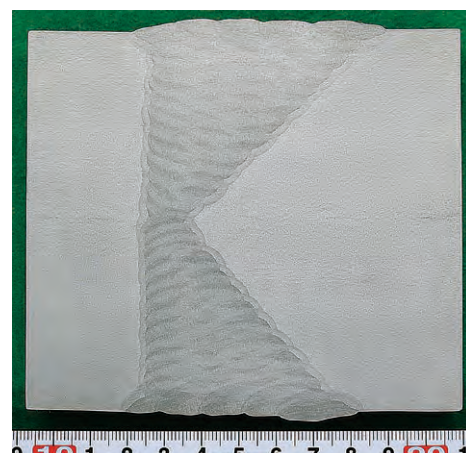


写真3 マクロ断面写真の一例  
(板厚 100mm)

## 5 YP690級鋼用溶接材料について

洋上風車の敷設工事に使用されるSEP船は、海面から船体を持ち上げる長尺レグに高強度極厚のYP690級鋼材が適用されます。長尺レグは、ラック(Rack)部材と半円状のコード(Chord)部材を組み合わせたラック&コードの適用が多く、ラック部材は178mm(7inch)と板厚が非常に厚いものが多いため、溶接部における品質要求としては、優れた機械的性質はもちろんのこと、低温割れ発生防止や溶接欠陥のない極めて高品質な要求があります。そこで、当社では厳しい要求品質に対応したYP690級鋼用溶接材料を取り揃えているため、表6に一例を示します。

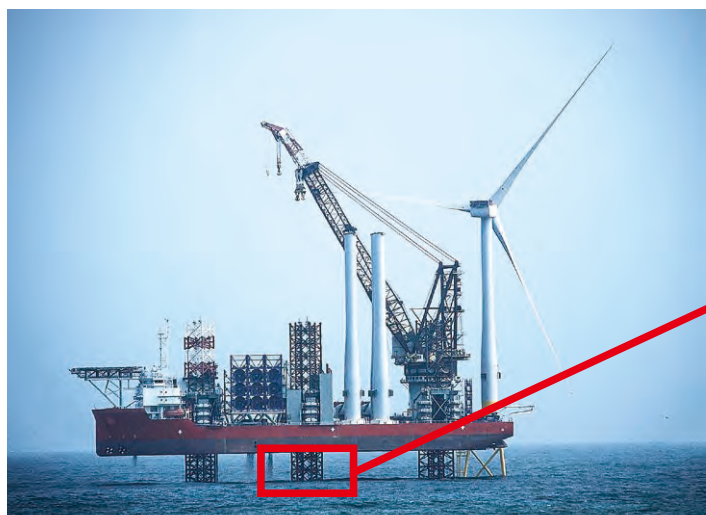


写真4 SEP船の一例

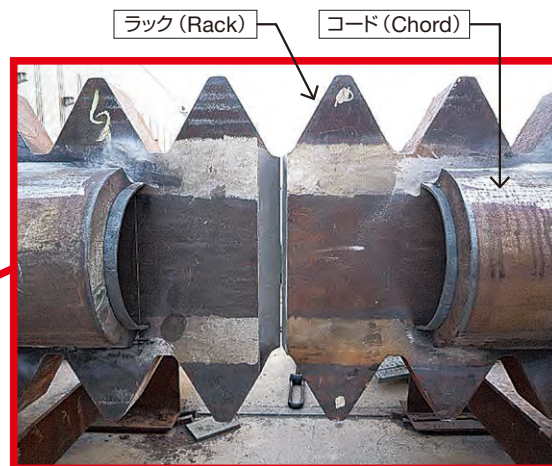


写真5 ラック & コード部材の一例

表 6 YP690 級鋼用溶接材料の一例

溶接材料		極性	溶接 姿勢	船級				
				NK	ABS	DNV	LR	BV
SMAW	L-80SN	AC/DC	全姿勢	KMW5Y69 H5	5YQ690MW	5Y69 H5	5Y69m H5	5Y69 H5
SAW	NB-250J [Flux] Y-80J [Wire]	AC/DC	下向	KAW4Y69M H5	5YQ690M H5	V Y69M H5	5Y69M H5	A4Y69M H5
GMAW	YM-80A (Ar-CO <sub>2</sub> )	DCEP	下向	KSW4Y69G (M2)	4YQ690SA	IV Y69MS	—	—
FCAW	SF-80A (Ar-CO <sub>2</sub> )	DCEP	全姿勢	KSW4Y69G (M2) H5	4YQ690SA H5	IV Y69MS H5	4Y69S H5	SA4Y69 H5
FCAW	SM-80A (Ar-CO <sub>2</sub> )	DCEP	下向	—	4YQ690SA H5	IV Y69MS H5	—	—

## 6 YP690級鋼溶接試験結果の一例

表7にYP690 鋼用溶接材料を適用した溶接金属性能の一例を示します。

表7 YP690級鋼用溶接材料の溶接金属性能一例

	溶接材料	極性	溶接姿勢	鋼種 板厚	入熱 kJ/cm	溶接金属機械的性質			拡散性水素量 JIS Z 3118 ml / 100g
						0.2% 耐力 MPa	引張強度 MPa	vE-40°C J	
SMAW	L-80SN (4.0φ)	AC	立向 上進	YP690 相当 50mm	36	758	835	107	2.4
		DCEP				799	861	98	
SAW	NB-250J × Y-80J (4.0φ)	AC	下向	YP690 相当 60mm	32	773	869	112	2.5
		DCEP				749	851	104	
FCAW	SF-80A (1.2φ) × Ar-CO <sub>2</sub>	DCEP	立向 上進	YP690 相当 38mm	22	795	825	76	2.5

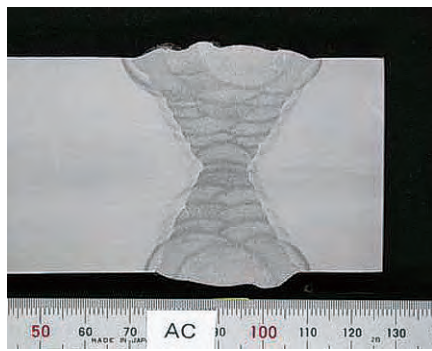


写真6 L-80SN 板厚 50mm 立向上進溶接による断面マクロ

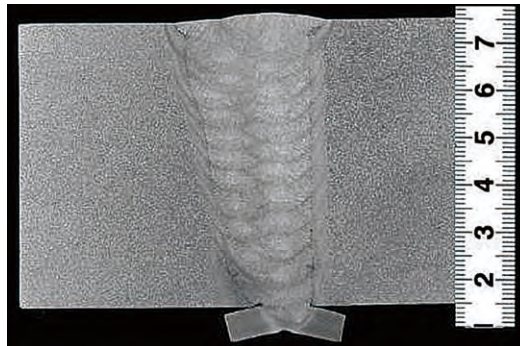
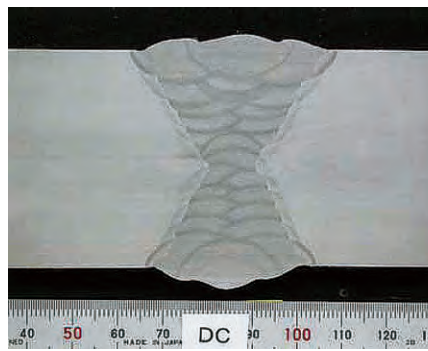


写真7 NB-250J&Y-80J 板厚 60mm 断面マクロ



写真8 SF-80A 板厚 38mm  
立向上進溶接による断面マクロ

## 7 施工上の注意点および留意事項

- 構造物の設計強度や使用目的に合わせた鋼材および溶接材料の選定が必要になります。
- 予熱温度の設定は、鋼種、板厚、適用溶接材料、拘束状態、溶接条件などの影響を受けます。  
必要予熱温度の決定についてご不明な点があれば、当社までお問い合わせください。
- YP690 級鋼を適用した溶接の際には、低温割れ防止のため 100°C以上の予熱を推奨いたします。  
また、大入熱での溶接は避けるようにしてください。

## 8 おわりに

以上、カーボンニュートラル社会実現に向け、重要なエネルギーとして位置づけられる洋上風力発電および洋上風車の敷設工事に使用されるSEP船向け溶接材料について紹介しました。本稿で紹介した溶接材料および新技術適用により、お客様の溶接に際しての品質向上および生産性向上、かつコスト低減の一助となれば幸甚です。

## 1 はじめに

理想の溶接を実現するブランド「WELDREAM®」として2015年より販売開始したSXワイヤシリーズ(SX-26、SX-55、SX-60)は、ソリッドワイヤの特長を活かしつつ、フラックス入りワイヤの長所を加えることで、お客様での溶接施工における作業負担を軽減でき、建築鉄骨分野を主とした構造物施工の高能率化に貢献しています。本章では、SXワイヤをご検討中のお客様や現在ご使用中のお客様に向けて、SXワイヤに関して良くあるご質問と回答を紹介します。

## 2 良くあるご質問と回答

## Q1 SXワイヤで多層溶接する場合、溶接スラグの除去頻度はソリッドワイヤと比べて多くなりますか？

A1 SXワイヤ溶接でのスラグ除去の頻度はソリッドワイヤと同等です。

SXワイヤの溶接で発生するスラグ量はソリッドワイヤ並みのため、スラグ除去無しで連続溶接をすることができ、スラグ除去頻度もソリッドワイヤ並みの管理が可能です。写真1に、簡易的な開先に連続多層溶接したビード外観を示します。目安として3～4パス毎での除去をお勧めします。

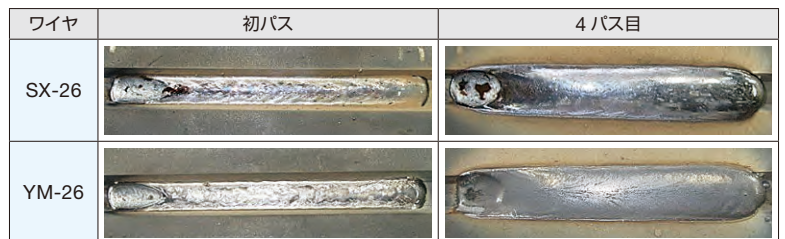


写真1 多層溶接での溶接ビード外観

## Q2 SXワイヤはFCWなので、溶着効率がソリッドワイヤより低下しませんか？

A2 ワイヤの送給速度が同一であれば、ソリッドワイヤとSXワイヤの溶着効率はほぼ同等です。

SXワイヤは、フラックス入りワイヤの分類(JIS Z3313)では溶接スラグの発生量が少ない「メタル系」に属し、フラックスは鉄粉が主体の金属粉で形成されています。SXワイヤは、内包するフラックスの占める割合を一般のメタル系ワイヤより低く設定することで、ソリッドワイヤの性質に近づけた製品になっているため、ソリッドワイヤと同等の溶着効率で施工することができます。写真2はロボットを用いて同一条件で溶接した継手の断面マクロです(左：SXワイヤ、右：ソリッドワイヤ)。どちらも同等の溶着量を確保できているのが見て取れます。



写真2 ロボット溶接による積層比較(左：SXワイヤ、右：ソリッドワイヤ)

## Q3 SXワイヤは亜鉛めっき鋼板の溶接に使用できますか？

A3 使用できますが、通常の溶接材料と同様に亜鉛蒸気による気孔欠陥に注意が必要です。

写真3に示すように、SXワイヤは無機ジンクプライマーや溶融亜鉛などでめっき処理された鋼板の溶接に使用できますが、通常の溶接材料と同様にスパッタが多く発生し易く、亜鉛蒸気によるピットやブローホールなどの気孔欠陥が生じる場合があります。そのため、SXワイヤをめっき鋼板にご使用される場合は、溶接前に鋼板表面のめっきを除去することをお勧めします。



写真3 亜鉛めっき鋼板でのSX-26溶接ビード外観  
(母材:SM490A めっき厚:20μm 溶接条件:250A-28V)

## Q4 SXワイヤを低電流で使いたい場合はどうすればよいですか？

A4 低電流溶接の場合は混合ガス用SXワイヤ(SX-Aシリーズ)が適しています。

炭酸ガス用SXワイヤ(SX-26、SX-55、SX-60)は、高電流溶接に適したワイヤとして設計されています。電流、電圧、チップ-母材間距離などの溶接条件を適正に調整すれば使用できますが、得意な条件範囲とは言えません。低中電流での溶接をご検討の場合は、混合ガス用SXワイヤ(SX-Aシリーズ)をラインナップしております。写真4は低中電流での溶接ビード外観をSX-26とSX-50Aで比較したものです。SX-50A他、SX-Aシリーズは広い溶接条件範囲で良好なビードと溶接特性を得られます。

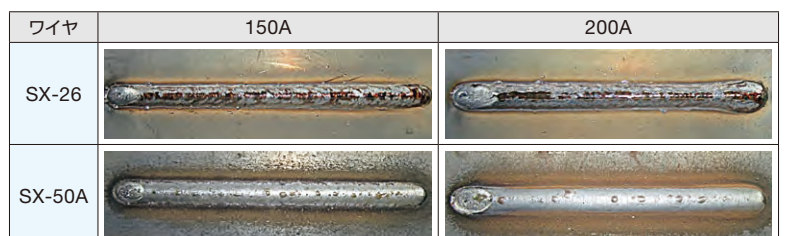


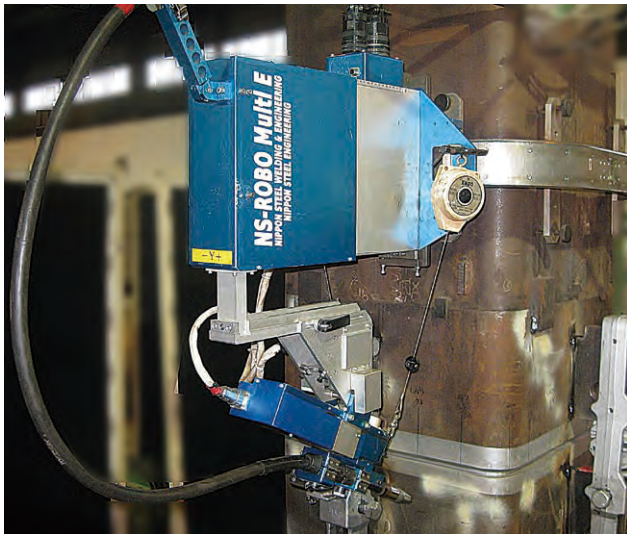
写真4 低中電流での溶接ビード外観

## 1 はじめに

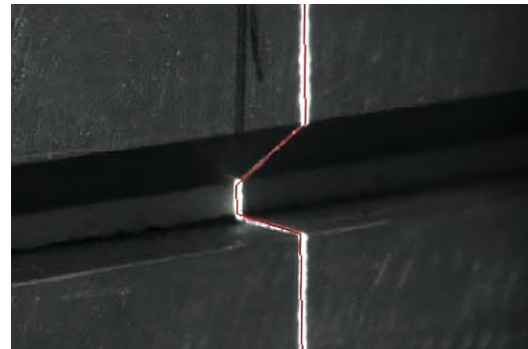
鉄骨工場の現場溶接では、少子高齢化による溶接施工作業者の不足や高齢化による熟練溶接作業者の減少により溶接作業者の確保が困難になりつつあります。このような課題の解決策として現場溶接の自動化による「省人化」や「溶接品質確保」を目指すため、日鉄エンジニアリング株式会社と共同で、可搬式直交型では世界初となる画像センシング機能保有の5軸ロボット「NS-ROBO Multi® E」を開発しました。

## 2 特長

- 1) 5軸制御の採用により4軸制御の従来機種に比べて溶接トーチ姿勢の自由度が大幅に増加。
- 2) トーチ狙い角の可変機能により良好なビード形成が可能。
- 3) 可搬式ながら、建方治具の自動回避機能を実現。
- 4) ラインレーザとカメラを使用した画像センシングによる高精度短時間の開先形状計測を実現。
- 5) 開先形状から当社溶材(YM,SX)に合った積層方法(溶接条件、狙い位置等)を自動計算。
- 6) タブレット端末による無線操作を実現。(別途溶接監視用ボタン式ペンダントも有)
- 7) ロボットの運搬や段取り替え労力の低減を考慮し、最大100mのケーブル長を実現。

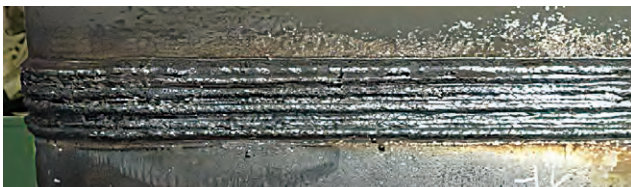


可搬型 5 軸ロボット NS-ROBO Multi® E(試作機)



レーザとカメラによる画像処理計測

SX-55  $\Phi$  1.2mm と組合せた最適積層方法によるビード外観



コラム溶接直線部



コラム溶接コーナー部

## 3 おわりに

今回、紹介しました NS-ROBO Multi® E では、量産機の開発を進めており、できるだけ早期の販売開始を目指しております。本稿で紹介した新型ロボットにより、お客様の溶接に際しての品質向上ならびに生産性向上の一助となれば幸甚です。

※ NS-ROBO Multi は日鉄溶接工業株式会社の登録商標です。

# ～ Be with you for the best welding ～

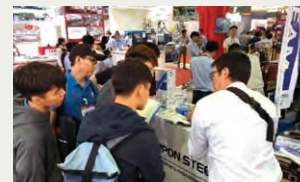
## 海外の溶接サポートも我々にお任せください!

### 主な業務

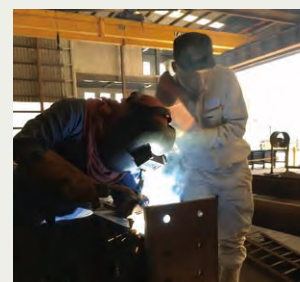
当社海外営業部は、国内での営業活動と同様に海外のお客様への営業・技術対応を行っています。具体的には日本で生産された溶接材料・機器の販売のみならず、パートナーである現地販売店様および日系商社様、グループ会社と共に幅広い分野のお客様へ適した溶接材料および施工条件の提案など、さまざまな溶接サポートも行っています。加えて、海外現地での溶接現場対応や各種講習会、展示会出展によるPR活動にも積極的に取り組んでおります。



北京エッセンにてパートナー商社様と当社スタッフ(上海)



METALEX VIETNAMにて製品説明を行う当社営業スタッフ(ベトナム)



溶接技能コーチング風景

### 主要分野—洋上風力を含む海洋構造物

ひとつの主要分野を紹介します。洋上風力を含む海洋構造物分野においては古くから欧州のお客様メインに販売があり、その主力製品であるシームレスタイプのフラックス入りワイヤ(代表銘柄 SF-3AM)は低温性能や極低水素等の優位性が認められ、欧州で一定の地位を築いています。

その歴史を振り返りますと、時は遡り1980年台初頭、北海油田開発に端を発した極北部のプロジェクトが動き出しました。北極海アラスカ沖のボーフォート海人工島構造物製作では780MPa級低温鋼用溶材の要望を受け、当社はこのプロジェクトに総力をあげて取り組み、溶接棒、ガスシールドアーク溶接用ワイヤ、片面サブマージアーク用溶材などのラインアップを揃えました。そうした中で、CTOD性能を有する当時としては画期的なチタン-ボロン系溶接材料は当社グループの独自技術として大きく評価され、さらに現在に至るまでその技術を磨き続けていることで信頼が得られています。

近年、カーボンニュートラルを背景とした世界的なクリーンエネルギー転換の取り組みにより洋上風力およびその設置船(Wind Turbine Installation Vessels:WTIV)建造向けの需要が高まっております。最近ではこれらの製品をアジアのお客様にも販売する機会が増え、高い評価を得ています。



Wind Turbine Installation Vessels

YP690 Rack & Chord 溶接風景  
(SAW Y-80J x NB-250J)



### 海外の溶接サポートも我々にお任せください!

国内外で長い間培ってきた溶接の知識と世界各国の頼もしいパートナーと共に海外のお客様の一助となるよう海外への営業を推進しております。皆様の海外現地法人で溶接材料が必要となった、また溶接のトラブルで困っているといった際には、ぜひお気軽に日鉄溶接工業にお声を掛けていただきたいと思います。

## 2022国際ウエルディングショーに出展

2022年7月13～16日、東京ビッグサイトで2022国際ウエルディングショーが開催され、4日間の来場者数は10万413人と大盛況でした。当社は「WELDREAM®・未来を繋ぐ」をコンセプトに社会に貢献できる溶接材料、溶接機器の展示を行いました。

①カーボンニュートラルに貢献する溶接材料・施工法として、洋上風力設備の高能率施工を実現する溶接材料やSEP船の製造に最適な高強度溶接材料、LNGタンクの製造に必要な9%Ni鋼用の溶接材料やプラズマ機器を展示。

②建築鉄骨溶接の自動化・省力化および高品質化として、現場溶接の自動化を目的とした「NS-ROBO Multi®E」(参考出展)、鉄骨製作の高能率化に貢献する「SXワイヤ」、高品質な鉄骨製作を可能とする「NF-800R」「NSH®-60S」などを紹介。

③国土強靱化・ライフサイクルコスト低減に貢献する溶接材料として、スーパーダイマ®、ZAM®、ZEXEED®に適用できる「SF/FC-309SD」、リン二相ステンレス鋼用の「SF/FC-2120」や低スラグワイヤ「YM-TX」などを紹介。

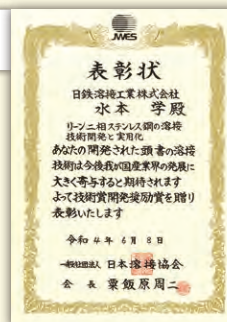
特に可搬型ロボットで初となる5軸ロボットの「NS-ROBO Multi®E」は同時に開催された鉄骨加工フォーラムでも高い注目を集めました。



## 第52回(2021年度)日本溶接協会賞 技術賞(開発奨励賞)を受賞

6月8日に第52回(2021年度)日本溶接協会賞の表彰式が行われ、日鉄ステンレス(株)と当社は「技術賞(開発奨励賞)」を受賞しました。受賞はリン二相ステンレス鋼NSSC2120®およびフラックス入りワイヤSF-2120の開発に関わるもので、件名は「リン二相ステンレス鋼の溶接技術開発と実用化」。当社から商品技術グループ・三浦利宏、研究所・水本学、行方飛史が表彰されました。詳細は当社ホームページをご覧ください。

NSSC2120®は、日鉄ステンレス株式会社の登録商標です。



## 役員体制について

当社は6月29日開催の定時株主総会および取締役会で、「役員体制」および「業務分担・役職委嘱」を決定しました。これにより役員、執行役員(重要な使用人)、参与の体制は下記の通りとなります。

役付等	氏名	業務分担・役職委嘱
代表取締役社長	妙中 隆之	
常務取締役	栗原 繁	技術本部長委嘱(品質管理・市場開発技術・研究・生産技術(工場含む)・機器・プラズマ・オプト担当)／技術本部 生産技術部長委嘱／技術本部 生産技術部 生産技術グループ長事務取扱／習志野工場・光工場担当、安全・環境・防災担当
常務取締役	中川 雅博	企画財務部長委嘱／総務担当、コンプライアンス・リスクマネジメント担当／購買担当、営業本部担当、海外営業担当／投資会社・海外事務所担当／購買部長事務取扱
取締役(非常勤)	高野 賢一	日本製鉄株式会社
執行役員	野瀬 哲郎	技術本部機器事業部・プラズマ事業部・オプト事業部管掌(習志野常駐)／技術本部長を補佐
執行役員	東川 美樹	技術本部 生産技術部 光工場長委嘱／技術本部 生産技術部 光工場 安全・環境・防災グループ長事務取扱／人事総務部部長兼務委嘱(業務改革・人材育成・特命事項)
執行役員	田村 章	営業本部長委嘱
執行役員*	芳野 直	海外営業部長委嘱(日鉄溶接工業(タイ)株式会社 代表取締役社長)、上海事務所長兼務委嘱／海外投資会社管理に関する事項につき中川常務取締役に協力
監査役	吉田 譲	
監査役(非常勤)	石丸 隆章	日本製鉄株式会社
参与	足達 智彦	技術本部 品質管理部長委嘱／技術本部 市場開発技術部長委嘱
参与	児嶋 一浩	技術本部 研究所長委嘱／安全・環境・防災部 安全・環境・防災グループ(富津地区 安全・環境・防災)兼務委嘱

注：\*印は新任者

溶接の常識を変える

# SXワイヤ

WELDREAM<sup>®</sup>

## ソリッドワイヤに対する優位性

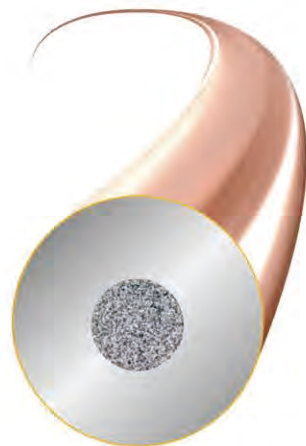
### 優れた溶接作業性

- ・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

