



# NIPPON STEEL

日鉄溶接

# WELD

No. 83  
2026 JANUARY

神韻を聞く

自家製鋼の玉鋼で  
日本刀づくりの伝統を守り続ける  
刀工 平田祐平さん  
村下 平田のどかさん

ユーザーを訪ねて

佐藤鉄工株式会社  
北日本造船株式会社

溶接フォーラム

建築構造用TMCP鋼材、  
建築構造用高性能  $550\text{N/mm}^2$  鋼材  
および建築構造用高性能  $590\text{N/mm}^2$  鋼材の  
溶接施工指針と適用溶接材料について

製品ガイド

WELDREAM. + Plus

ロボット溶接にも適用可能な  
 $590\text{MPa}$  級ソリッドワイヤ  
**YM-60C(M)**

溶接Q&A

中・高炭素鋼を溶接する際の注意点

品質ガイド

ペールパック製品の取り扱い注意点

支店紹介

News Flash

# 神髄を聞く

自家製鋼の玉鋼で  
日本刀づくりの伝統を  
守り続ける

刀工 平田 祐平さん  
村下 平田 のどかさん

自然豊かな東京・奥多摩の地で、自家製鋼の玉鋼を使って日本刀をはじめ  
包丁やナイフづくりに打ち込む平田ご夫妻。唯一無二の刃物づくりの神髄を伺いました。

## 五感を研ぎ澄まして 玉鋼をつくり鍛錬する

—— 祐平さんはなぜ刀工になろうと思われたのでしょうか。

**祐平** きっかけになったのは、高校時代に熱中していた剣道でした。剣道の原点である日本刀に興味を持つようになり、自分の手でつくりたいと思うようになりました。

刀工は日本に約 170 人いますが、自家製鋼の玉鋼から日本刀をつくる人はごくわずかです。大半が日刀保たたらと呼ばれ、日本美術刀剣保存協会が奥出雲で操業するたたら製鉄の玉鋼が使われています。そのなかで備州長船の刀匠・

上田祐定に弟子入りしました。僕の親方の親方は今泉俊光先生で、戦時中に陸軍受命刀匠として日本刀をつくり、軍に納めていました。厳しい耐久試験に合格した軍刀を僕も拝見させていただきましたが、身幅があって、ゴツかったです。しかし戦後、靖国たたらが途絶えてしまい、材料問題が危惧されていました。その今泉先生から教えを受けた僕の親方は、さらに河内國平先生のもとでたたら製鉄の研究を続け、自家製鋼の玉鋼から日本刀をつくるようになった経緯を持っていました。

13 年にわたり修行を続けるなか、親方の工房を見学に訪れたのぞみと出会い、結婚しました。そして 2019 年に独立し、

## たたら炉づくり



炉底に粘土を塗る



炉壁にも粘土を塗り付ける



炉を組み立て 1 週間以上かけて  
粘土を乾かす

## 鍛錬



玉鋼を 1,200°C



玉鋼(左)と鍛錬した刀身

僕の地元に近い東京・青梅に平田鍛刀場を立ち上げました。  
—— のどかさんはどのように世界唯一の女性村下となつたのでしょうか。

**のどか** 夫が独立したときは職人ではありませんでした。夫が作業に集中できるようにサポート役として、経理や営業を担当していました。でも何か手伝えることはないかなと思うようになり、たたら製鉄なら砂鉄と木炭を入れて不純物を除けばできるのでしょうかという軽い気持ちで始めました。簡単そうに見えたわけです(笑)。鉄づくりの難しさを全く知りませんでした。

夫の真似をして一生懸命やってみたのですが、盛大に失敗しました。同じ条件だったのになぜだろうと疑問を持ち、鉄のことを本格的に考えるようになりました。硬くなったり、柔らかくなったり、鉄はどんな組織体になっているのだろうかと興味を持ち始めました。鉄の“沼”にハマっていきました(笑)。

**祐平** たたら製鉄は難しく、いくつもの決まり事を守らないと玉鋼はできません。いくらマニュアルで教えてもらっても気候が違うだけで操業方法は変わってきます。また、ある程度できるようになっても、さらなる飛躍のためには創意工夫が求められます。

**のどか** 炭の大きさ、砂鉄の量、炎の色や風の音など気を使うことがあります。その一つひとつ全てが品質に影響します。五感をフルに使って作業します。炉から出ているヒントを見逃さないことが大切です。そんな細かいところに技術が隠されています。

**祐平** 6年あまりが経過し、立派な村下となりました。

**のどか** ほめられても現状に満足しないことを心がけています。成長が止まってしまうからです。うまくできても自分のあら探しをして、次に活かすようにしています。チャレンジ精神をなくさないように気を付けています。

## 美しいもの、良いものは世界共通

—— インスタや YouTubeなどを駆使して情報を発信し、海外から多くの見学者が訪れています。

**祐平** 日本の刀鍛冶は自己 PR があまりうまくありません。腕が良くても気づいてもらえない。美しいもの、良いものは世界共通です。

**のどか** 数えたことはありませんが、海外から年間 100 組以上の方々が見学にいらっしゃいます。ナイフや包丁づくりを体験される方もいます。

**祐平** なかには自分で玉鋼をつくって刀鍛冶をやってみたよというアメリカやトルコの方がいました。切先や反りなど、どこか体配が違うのですが、その情熱に驚かされました。

**のどか** 日本では刀がつくれる材料が身の回りにありますが、海外ではないものが多い。海外の方はそれをどうにか別のもので代用して、創意工夫してつくる力にあふれています。

**祐平** 負けてはいられないです。

—— 今後の抱負をお聞かせください。

**祐平** 自家製鋼に合った独自の鍛錬方法を編み出しながら、日本刀づくりの伝統を守り続けていきたいと思っています。

**のどか** たたら製鉄の職人は刀鍛冶よりもさらに減少しています。たたら製鉄の魅力を発信して、男女問わず携わる人が増えていくことを願っています。



まで加熱する

切れ目を入れ、折り返して鍛着する

酸化しないように藁灰と  
粘土汁をかける

叩き延ばし成形する



## 確かな溶接の技術と品質で 社会インフラの整備・維持管理に貢献する



生産本部  
生産業務部長代理  
橋爪 忠雄 氏



立山工場全景



立山工場外観

佐藤鉄工株式会社は1910(明治43)年の創業以来、全国各地のダムや河川の水門設備、鉄管、橋梁などのインフラを支えてきた。研究開発から設計、製造、現場施工まで直営工主体の大型鋼構造物メーカーとして強みを發揮する同社を訪ね、お話を伺った。

### —貴社の歩みを教えてください。

「当社は佐藤組(現在の佐藤工業)の鉄工部門として富山市で創業し、1973(昭和48)年に独立して設立されました。立山工場は1971(昭和46)年、新港工場は1991(平成3)年に建設。1997(平成9)年には、同業他社に先駆けてISO9001認証を取得し、建設省(現在の国土交通省)が推進したISO9000sのパイロット工事にも参画しました。現在では水門・鉄管事業、橋梁・鉄構事業、水門・橋梁の補修・維持管理を行う保全事業、環境関連事業の4分野を柱に事業を展開し、溶接に関する鋼構造物づくりに注力しています」



が臨機応変に対応できたと思います。現在も土木工事が続いている、来年以降2~4号機の現場溶接を順次行う予定です」

### —溶接品質の維持・向上のための人材育成についてお聞かせください。

「溶接技能者の8割は当社従業員です。社内に練習場を設置しており、各自が腕を磨く環境を整えています。全国溶接技術競技会への出場や資格取得を奨励するなど、人材育成に努めています。また河北潟放水路防潮水門の現場溶接にあたっては、事前に工場から溶接技能者4人を選抜し、日溶工殿のフラックス入りワイヤSF-DP3とSF-DP8を使って訓練を重ねたことで良い成果をあげることができました」

### —貴社の強みを教えてください。

「国土交通省や都道府県からの社会インフラの整備・維持管理に関わる受注が多く、品質責任はきわめて重大であると考えています。当社は日本で初めて水圧鉄管の工場溶接を行った実績を持っています。過去に高速道路の鋼橋で溶接内部のキズが多数見つかった際、当社製品には異常なキズはありませんでした。『顧客志向』に徹した地道なものづくりがお客様の信頼につながっていると自負しています」

### —最近では二相ステンレス鋼SUS329J4Lを用いた防潮水門の現場溶接について論文を発表されました。

「現場溶接で二相ステンレス鋼のすみ肉溶接は経験していましたが、突合せ溶接は初めてでした。入熱量とバス間温度に制限があって、母材の割れが危惧されます。また溶接部は完全溶込みで放射線透過検査に合格しなければなりません。そこで2023年末から日鉄ステンレス殿(現在の日本製鉄ステンレス事業部)と日溶工殿の協力のもと共同研究を開始しました。2024年夏に施工試験を行い、現場溶接で求められる品質をつくり込むための技術を確立することができました」

その成果をもとに2025年1月、北陸農政局様の河北潟放水路防潮水門で1号機の現場溶接を実施しました。共同研究では入熱量を抑えるための溶接条件出しや施工方法に試行錯誤ましたが、その経験から実際の現場溶接でのさまざまな問題に対して現場担当者

### —今後の抱負をお聞かせください。

「特に水門製品は一品一様が多いため、工場でラインが組めませんが、現場を含めて多関節溶接口ボットを導入して自動化・省人化を図ることを検討しています。すでにステンレス鋼のすみ肉溶接で多関節溶接口ボットの導入にチャレンジしているところです」

社会インフラの整備・維持管理は、人々の営みが続く限り必要です。これからも広くお客様の要望に応えながら、社会の発展への貢献を続け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-DP3 SF-DP8 YM-26 FC-1 SF-1V

#### 会社概要

創業 1910(明治43)年

資本金 2億2,847万円

所在地

設立 1973(昭和48)年

従業員数 307人

本社・立山工場 〒930-0293 富山県中新川郡立山町鉢木220 TEL.076-463-1511

代表 代表取締役社長 坂本 良文

新港工場 〒934-0031 富山県射水市奈良の江7-4 TEL.0766-84-3400



## 機能的で美しい高付加価値船を世界中の海へ送り出す

製造本部 本部長  
山端 明広 氏品質管理部  
技術管理課 課長  
庭田 保 氏工作部 部長  
二子 大輔 氏

八戸本社工場全景

北日本造船株式会社は八戸本社工場、北沼工場、豊洲工場、久慈工場と4つの工場を構え、各工場で機能分担して効率良く船舶を建造している。ケミカルタンカーを主力に各種多様の高付加価値船をつくる同社を訪ね、お話を伺った。

### —貴社の歩みを教えてください。

「当社は古くから漁業で栄えてきた八戸で地場唯一の造船所として強みを發揮してきました。1969(昭和44)年、多くの漁船が寄港する八戸で、鋼製船舶の建造・修理を行う企業が必要との地元要請を受け、市当局や鉄工関連の団体が中心となり青森県の誘致企業として設立されました。

その後の諸外国による排他的経済水域の設定など漁業を取り巻く環境の変化で、漁船建造・修繕受注は激減しましたが、こうした状況にも順次対応して、1980年代は冷蔵運搬船を主軸にLPG船、RORO船を建造、さらに2000年代以降は現在の主力であるケミカルタンカーのほか、バルクキャリア、冷凍船にも範囲を広げています」

### —貴社の強みを教えてください。

「受注を得るためには他社との違いを示す必要があります。市場のニーズを的確にキャッチして柔軟に対応するプロダクトミックス戦略で生き残ってきました。また北東北という立地で、夏は涼しく、冬は大変寒い環境ですが、積雪がほとんどなく、この北の地でありがら長年にわたり造船業を継続できる地の利があると考えられます。

当社は関東以北では最大規模の造船メーカーで、当社の主力船種は800種類以上ある化学薬品の運搬が可能なケミカルタンカーと呼ばれる高付加価値船です。この船舶の特色は、タンク部分が

フルステンレスになっているため、酸化や腐食への耐久性が非常に高く使い勝手の良い製品である反面、ステンレスの溶接には非常に高い技術と知識が必要になります。当社は半世紀の間で培ってきた高度な技術力を活かし機能的で美しい船舶に仕上げることを可能とし、船舶を世界中の海へ送り出しています」

### —溶接技術の維持・向上はどのように取り組まれていますか。

「直線的な溶接は台車などを使ってできますが、ブロック搭載では複雑な形状が多く、斜めや上向きの溶接はロボット導入による自動化はなかなか難しいのが現状です。そのため資格取得を奨励しています。当社では溶接技能者526人が960個にのぼる資格を取得しています。これまで若手はOJT制度で班長などに教わりながら技能を磨いてきましたが、最近では各工場で社内コンクールを開催し切磋琢磨を促しています。コンクール上位入賞者のヘルメットに金銀銅の星マークを貼ることで、モチベーションアップにつなげています」

### —ステンレス溶接にはFC-DP8を採用していただいている。

「ステンレス溶接は変形が生じたり、湿気の管理が難しいのですが、全姿勢溶接が可能でビード形状や耐欠陥性など品質に優れ、取り扱いしやすい製品だと思います。当社は溶接技能者の約3割を外国人が占めています。ステンレス溶接は初めての技能者が多く在籍しています。ケミカルタンカー建造が今後も続くため、技能向上と能率改善が大きなテーマとなります。日溶工殿の改善によってワイヤの送給性が良くなりました。スラグ剥離性のさらなる向上にも期待を寄せています」

### —今後の抱負をお聞かせください。

「舵板をプロペラの両脇に配置することにより、舵部分の抵抗を低減し省エネ性能に優れたゲートラダー<sup>®</sup>システムを搭載した高付加価値船の建造にもチャレンジし、国際競争力をさらに高めていきます」



ブロック搭載



プロペラ取付



半自動溶接



採用いただいている主な製品 SF-1 SM-1F FC-DP8 BF-30×Y-DP8 YT-DP8

#### 会社概要

設立 1969(昭和44)年  
代表 代表取締役社長 根城 信吾  
資本金 1億円  
従業員数 1,350人(協力会社含む)

所在地 八戸本社工場 〒031-0801 青森県八戸市江陽3-1-25  
北沼工場 〒039-1161 青森県八戸市大字河原木字北沼15-14  
豊洲工場 〒039-1162 青森県八戸市豊洲7-11  
久慈工場 〒028-0001 岩手県久慈市夏井町閉伊口第8地割74-15

TEL.0178-24-4171  
TEL.0178-20-2300  
TEL.0178-80-7561  
TEL.0194-52-8851

# 建築構造用TMCP鋼材(TMCP325,TMCP355)、 建築構造用高性能550N/mm<sup>2</sup>鋼材(TMCP385) および建築構造用高性能590N/mm<sup>2</sup>鋼材(SA440)の 溶接施工指針と適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 齋藤 雅哉

## 1 はじめに

近年では、都市再開発の活発化やインフラの老朽化対応、さらには持続可能な建築への意識の高まりなどにより、構造材料に対する需要は複雑化・多様化しています。都市部における高層ビルや大型商業施設の建設が進む中で、鉄骨造の需要が高まっています。鉄骨は高強度でありながら比較的軽量で、工場でのプレファブ化が進んでいるため、現場での施工性が高いという利点があります。また、鉄骨はリサイクル性にも優れており、環境負荷の低減にも貢献します。今後は建築のデジタル化、すなわちBIM(Building Information Modeling)やCIM(Construction Information Modeling)などの導入が進むことで、構造設計と材料選定の高度化が促進され、さらに高強度鋼材の適用による鋼材重量の削減が進むと考えられます。

しかし、高強度鋼材の溶接施工では、強度低下やじん性低下、割れなどの溶接欠陥に注意する必要があり、健全な溶接金属部を得るために、一般社団法人日本鉄鋼連盟より溶接施工指針が示されています。本稿では、それらの施工指針に関して紹介します。

## 2 予熱温度について

溶接施工指針では、「溶接割れ防止が重要な課題であり、鋼材の化学成分組成、板厚、継手形状、溶接方法、使用する溶接材料の種類及び気温、天候等に応じて、必要とする予熱を行わなければならない。」<sup>1)</sup>とされており、一般的な予熱温度を表1に示します。

表1 本溶接における一般的予熱温度<sup>1) 2)</sup>

鋼種	溶接法	板厚(mm)				
		t < 32	32 ≤ t ≤ 40	40 < t ≤ 50	50 < t ≤ 75	75 < t ≤ 100
TMCP325 TMCP355	被覆アーク溶接(低水素系)	—	—	25°C以上	25°C以上	50°C以上
	ガスシールドアーク溶接	—	—	予熱なし	予熱なし	予熱なし
	サブマージアーク溶接	—	—	予熱なし	予熱なし	予熱なし
	エレクトロスラグ溶接	—	—	—	—	—
TMCP385	被覆アーク溶接(低水素系)	予熱なし	50°C以上	50°C以上	50°C以上	50°C以上
	ガスシールドアーク溶接	予熱なし	予熱なし	予熱なし	予熱なし	予熱なし
	サブマージアーク溶接	予熱なし	予熱なし	予熱なし	予熱なし	予熱なし
	エレクトロスラグ溶接	—	—	—	—	—
SA440*	被覆アーク溶接(低水素系)	100°C以上			100°C以上	125°C以上
	ガスシールドアーク溶接	60°C以上			80°C以上	100°C以上
	サブマージアーク溶接	60°C以上			80°C以上	100°C以上
	エレクトロスラグ溶接	—			—	—

\* SA440は板厚19mm以上。

「気温が5°C以下になる恐れがある場合、被覆アーク溶接、炭酸ガスシールドアーク溶接では、表1よりも25°C高い予熱温度を適用する。気温が-5°C未満となる場合は溶接を行わない。」<sup>1)</sup>とされています。

また、「フラックス入りワイヤによる炭酸ガスシールドアーク溶接の予熱温度は、被覆アーク溶接(低水素系)に準じる。」<sup>1)</sup>とされていますが、近年ではソリッドワイヤよりも拡散性水素量が低いフラックス入りワイヤも開発されています。そのようなワイヤを使用する場合は、鋼材の溶接割れ感受性組成と溶着金属の拡散性水素量のパラメータから予熱温度を推定するPwによる方法や、さらに溶接入熱量と溶接金属の強度の影響を考慮したCENによる方法などを用いて予熱温度を推定することが可能です。

### 3 溶接入熱について

溶接施工指針では、「溶接部の機械的性能は溶接条件に大きく左右される。特に入熱とバス間温度は重要で、それらが高過ぎると、溶接部の強度や衝撃値が低下することから、予めそれらの最大値を定め、管理する必要がある。」<sup>1)</sup>とされており、最大入熱とバス間温度が表2のように規定されています。

表2 最大溶接入熱及び最大バス間温度<sup>1) 2)</sup>

鋼種	溶接方法	溶接部位	入熱 (kJ/cm)	バス間温度 (°C)
TMCP325	ガスシールドアーク溶接	溶接組立箱形断面柱角継手	≤ 30 <sup>*1</sup>	≤ 250
			≤ 40 <sup>*2</sup>	≤ 350
		ダイアフラム、仕口 突合せ、すみ肉	≤ 30 <sup>*1</sup>	≤ 250
			≤ 40 <sup>*2</sup>	≤ 350
	サブマージアーク溶接	溶接組立箱形断面柱角継手	≤ 700	≤ 250
		突合せ、すみ肉	≤ 200	≤ 250
	エレクトロスラグ溶接	ダイアフラム	≤ 1150	—
TMCP355	ガスシールドアーク溶接	溶接組立箱形断面柱角継手	≤ 30 <sup>*2</sup>	≤ 300
			≤ 40 <sup>*3</sup>	≤ 350
		ダイアフラム、仕口 突合せ、すみ肉	≤ 30 <sup>*2</sup>	≤ 300
			≤ 20 <sup>*2</sup>	≤ 350
			≤ 40 <sup>*3</sup>	≤ 350
	サブマージアーク溶接	溶接組立箱形断面柱角継手	≤ 700	≤ 250
		突合せ、すみ肉	≤ 200	≤ 250
	エレクトロスラグ溶接	ダイアフラム	≤ 1150	—
TMCP385	ガスシールドアーク溶接	溶接組立箱形断面柱角継手	≤ 30 <sup>*2</sup>	≤ 250
			≤ 40 <sup>*3</sup>	≤ 350
			≤ 30 <sup>*3</sup>	≤ 400
		ダイアフラム、仕口 突合せ、すみ肉	≤ 30 <sup>*2</sup>	≤ 250
			≤ 20 <sup>*2</sup>	≤ 350
			≤ 40 <sup>*3</sup>	≤ 350
			≤ 30 <sup>*3</sup>	≤ 400
	サブマージアーク溶接	溶接組立箱形断面柱角継手	≤ 700	≤ 250
		突合せ、すみ肉	≤ 200	≤ 250
	エレクトロスラグ溶接	ダイアフラム	≤ 1200	—
SA440	ガスシールドアーク溶接	溶接組立箱形断面柱角継手 ダイアフラム、仕口 突合せ、すみ肉	≤ 30	≤ 350
			≤ 40	≤ 250
	サブマージアーク溶接	溶接組立箱形断面柱角継手	≤ 650	≤ 250
		突合せ、すみ肉	≤ 200	≤ 250
	エレクトロスラグ溶接	ダイアフラム	≤ 1000	—

\* 1 YGW11 の場合 \* 2 YGW18、YGW19 の場合 \* 3 G59XX、G59JXX の場合  
※ 4 中間層の入熱は平均値としてもよい。

## 4 適用溶接材料について

各種溶接方法における鋼種ごとの当社溶接材料の使い分けを表3に示します。

表3 溶接材料の使い分け一覧

溶接方法	溶接部位	用途	TMCP325	TMCP355	TMCP385	SA440
被覆アーク溶接 (低水素系)	組立溶接 補修溶接など	全姿勢溶接	L-55 (E4916)	L-60 (E5916)	L-60 (E5916)	L-60 (E5916)
ガスシールドアーク溶接	BOX柱角継手 ダイアフラム 仕口(染フランジ) 突合せ(柱継)	下向溶接	YM-26 (YGW11) YM-55C (YGW18) SX-26 (T49J) SX-55 (T55)	YM-55C (YGW18) YM-60C (G59J) YM-60C (M) (G59J) SX-55 (T55) SX-60 (T59J)	YM-55C (YGW18) YM-60C (G59J) YM-60C (M) (G59J) SX-55 (T55) SX-60 (T59J)	YM-60C (G59J) YM-60C (M) (G59J) SX-60 (T59J) SX-60CF (T59J)
		横向溶接	YM-26 (YGW11) YM-55C (Y) (YGW18)	YM-55C (Y) (YGW18)	YM-55C (Y) (YGW18) YM-60C (G59J) YM-60C (M) (G59J)	YM-60C (G59J) YM-60C (M) (G59J)
		立向溶接	SF-1V (T49J)	SF-55V (T55)	SF-55V (T55) SF-60V (T59J) SF-60L (T59)	SF-60V (T59J) SF-60L (T59)
		全姿勢溶接	SF-1 (T49J)	SF-60 (T59J)	SF-60 (T59J)	SF-60 (T59J)
	すみ肉	水平溶接	SM-1F (T49J) SM-1FT (T49J)	SF-60 (T59J)	SF-60 (T59J)	SF-60 (T59J)
サブマージアーク溶接	BOX柱角継手	1バス	NSH-60S × Y-DL (S581-H)	NSH-60S × Y-DL (S581-H)	NSH-60S × Y-DL (S581-H)	NSH-60S × Y-DL · HF (S621-H4)
	BOX柱角継手	多層	NSH-60 × Y-DL/Y-D (S582-H)	NSH-60 × Y-DL/Y-D (S582-H)	NSH-60 × Y-DL/Y-D (S582-H)	NSH-60S × Y-DL · HF (S624-H4)
	すみ肉(BH)	下向溶接	NF-800R × Y-D (S502-H) NSH-60 × Y-DL (S582-H)	NF-800R × Y-D (S502-H) NSH-60 × Y-DL (S582-H)	NF-800R × Y-DM (S582-H) NSH-60 × Y-DL (S582-H)	NF-800R × Y-DM (S582-H) NSH-60 × Y-DL · HF (S624-H4)
エレクトロスラグ溶接	ダイアフラム	立向溶接	YM-55HF × YF-15I (YES562-S)	YM-55HF × YF-15I (YES562-S)	YM-55HF × YF-15I (YES562-S)	YM-60E × YF-15I (YES602-S)

\*()内は、下記のJIS記号とします。

溶接棒: JIS Z 3211、ソリッドワイヤ(YM): JIS Z 3312、フラックス入りワイヤ(SF、SM、SX): JIS Z 3313、

サブマージアーク溶接: JIS Z 3183、エレクトロスラグ溶接: JIS Z 3353

※SA440のスキンプレートとTMCP385の内ダイアフラムなど異なる鋼種の組み合わせの場合、溶接材料は低グレードの鋼種であるTMCP385に合わせて選定してください。

※上記一覧の適用板厚は60mmまでとします。それを超える場合は、適宜技術対応をさせていただきますので、当社ホームページより別途お問い合わせください。

## 5 各種機械的性質について

各種溶接材料を用いた場合の継手溶接試験における機械的性質の一例を表4に示します。

表4 継手溶接試験における機械的性質の一例

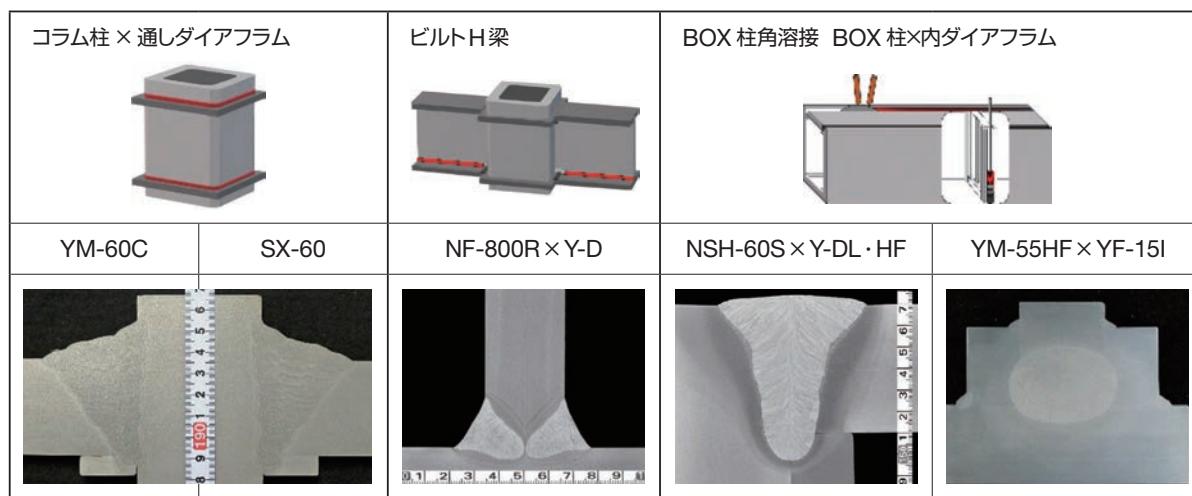
溶接方法	溶接材料	強度 クラス (MPa)	特長 <sup>*1</sup>	入熱 (kJ/cm)	パス間 温度 (°C)	耐力 (MPa)	引張 強さ (MPa)	吸収 エネルギー (J)
被覆アーク溶接 (低水素系)	L-55	490	一般SMAW	≤30	≤100	483	575	233 (-5°C)
	L-60	590	一般SMAW	≤30	≤100	530	646	203(0°C)
ガスシールド アーク溶接	SX-26	490	低スパッタFCW	≤30	≤250	485	577	95 (0°C)
	YM-55C	550	一般SW	≤30	≤250	460	557	111 (0°C)
	YM-55C(Y)	550	一般SW	≤20	≤250	481	575	158 (0°C)
	SX-55	550	低スパッタFCW	≤30	≤250	467	576	124 (0°C)
	SF-55V	550	立向用FCW	≤40	≤350	500	607	82 (0°C)
	YM-60C	590	一般 SW	≤30	≤250	650	699	95 (0°C)
	YM-60C(M)	590	高じん性SW	≤30	≤250	643	712	131 (-5°C)
	SX-60	590	低スパッタFCW	≤30	≤250	643	697	88 (0°C)
	SF-60V	590	立向用FCW	≤40	≤150	556	641	74 (-5°C)
サブマージ アーク溶接	NSH-60S×Y-DL	550	1パス大入熱	≤700	—	485	620	77 (0°C)
	NSH-60S×Y-DL・HF	590	1パス高HAZ	≤700	—	535	670	110 (0°C)
	NSH-60×Y-DL・HF	590	多層	≤200	≤250	569	691	97 (0°C)
	NF-800R×Y-D	520	すみ肉	≤200	≤250	485	620	69 (0°C)
	NF-800R×Y-DM	590	すみ肉	≤200	≤250	520	660	77 (0°C)
エレクトロ スラグ溶接	YM-55HF×YF-15I	550	高じん性	≤1150	—	440	610	180 (0°C)
	YM-60E×YF-15I	590	高じん性	≤1150	—	520	700	170 (0°C)

\*1 SMAW/溶接棒、SW/ソリッドワイヤ、FCW/フラックス入りワイヤ

※溶接継手の機械的性質は母材の成分、気候条件、溶接電源の種類、開先形状、溶接条件などによって変化するため、溶接材料はJIS Z 3111の溶着金属性能として保証されております。本結果は、継手溶接試験結果の一例であり、溶接金属の性能を保証するものではありません。

溶接金属部のマクロ写真の一例を表5に示します。

表5 マクロ写真の一例



## 6 おわりに

当社は、建築鉄骨向けにお客様のご要望にお応えできる溶接材料をご用意しております。今後も社会のニーズに合わせた高品質な溶接材料の開発、改良に努めてまいりますので、変わらぬご愛顧のほどよろしくお願ひ申し上げます。

### 引用文献

- 1) (一社)日本鉄鋼連盟／建築構造用 TMCP 鋼材 溶接施工指針 第2版
- 2) (一社)日本鉄鋼連盟／建築構造用高性能 590N/mm<sup>2</sup> 鋼材(SA440) 設計・溶接施工指針 第3版

# ロボット溶接にも適用可能な590MPa級ソリッドワイヤ **YM-60C(M)**

技術本部 研究所 浅野 宏弥

## 1 はじめに

近年の建築鉄骨分野においては、構造物の大型化、高層化、大スパン化などに伴い、建築鋼材の高強度化や厚板化の傾向にあります。特に超高層の建物に関しては、一部の柱に建築構造用 550N/mm<sup>2</sup> TMCP 鋼材（以下、TMCP385 材）の冷間成形角形鋼管が使用される事例が増えています。冷間成形角形鋼管は塑性変形に伴って角部の強度が高くなるので、この部分でも十分な継手強度を確保する必要があり、TMCP385 材には 1 ランク高い強度の溶接材料である 590MPa 級のソリッドワイヤが選定されます。

一方で溶接施工においては生産性向上のために高入熱・高パス間温度条件が強く望まれており、従来の 590MPa 級のソリッドワイヤでは、母材である TMCP385 材の機械的特性を必ずしも満足できない場合がありました。

そこで、良好な溶接作業性、高い生産性、溶接金属の優れた機械的特性を兼ね備えた溶接材料「WELDREAM  Plus」 YM-60C (M) を開発しました。YM-60C (M) は高入熱・高パス間温度で溶接されても引張強さが 550 MPa 以上、0°Cでのシャルピー吸収エネルギーが 70J 以上を溶接金属で達成しています。また、ロボット溶接にも適用可能で、自動化による省力化も可能です。以下に本商品の特長と溶接特性を紹介します。

WELDREAMは日鉄溶接工業株式会社の登録商標です。

## 2 YM-60C(M)の特長

- ① 良好な機械的性質を有する溶接金属が得られます。
- ② ビード止端部の形状が良好で、深い溶込みが得られます。
- ③ ロボット溶接にも適用可能です。
- ④ シールドガスは 100% CO<sub>2</sub>専用です。

## 3 商品諸元

YM-60C (M) の諸元を表 1 に示します。590MPa 級のソリッドワイヤで、シールドガスは 100%CO<sub>2</sub>ガス用、主に下向・水平すみ肉、横向姿勢溶接に適用いただけます。

表 1 YM-60C(M)の諸元

銘柄	規格	適用 溶接姿勢	シールドガス	ワイヤ径 (mm)
YM-60C(M)	JIS Z 3312 G59JA1UC3M1T	下向 水平すみ肉 横向	100%CO <sub>2</sub>	1.2 1.4

## 4 溶着金属特性

YM-60C (M) の溶着金属の機械的性質一例を表 2 に、同溶着金属化学成分一例を表 3 に示します。良好な機械的性質を有する溶着金属が得られます。

表 2 YM-60C(M)の溶着金属の機械的性質一例

銘柄	ワイヤ径 (mm)	丸棒引張試験			シャルピー衝撃試験	
		耐力 (MPa)	引張強さ (MPa)	伸び (%)	試験温度 (°C)	吸収エネルギー の平均値(J)
YM-60C(M)	1.2	604	676	24	-5	123
	1.4	596	670	23		123

表3 YM-60C(M)の溶着金属化学成分一例 (mass%)

銘柄	ワイヤ径 (mm)	C	Si	Mn	P	S	Mo
YM-60C(M)	1.2	0.07	0.59	1.47	0.006	0.012	0.28
	1.4	0.07	0.54	1.41	0.009	0.011	0.27

## 5 溶接継手特性

YM-60C(M)の溶接条件を表4に、鉄骨工事技術指針に基づいた溶接継手の機械的性質一例を表5に示します。優れた溶接金属特性が得られます。また、写真1に断面マクロー例を示します。安定した溶込みが得られます。表6に適用鋼種とそれに応じた適切な入熱およびバス間温度を示します。

表4 溶接条件<sup>\*1</sup>

銘柄	鋼板 (板厚)	溶接姿勢	開先形状	溶接電流 (A)	アーク電圧 (V)	溶接速度 (cm/min)	入熱 (kJ/cm)	バス間温度 (°C)
YM-60C(M)	BT-HT™ 385B (25mmt)	下向	レ形 35 度 ルートギャップ 7mm	340	37	19	39.7	350 以下

\*1 ワイヤ径：1.2mm、予熱：なし、シールドガス：100%CO<sub>2</sub>、ガス流量：30L/min

BT-HT は日本製鉄株式会社の厚板商品名です。

表5 YM-60C(M)の溶接金属の機械的性質一例

銘柄	丸棒引張試験			継手引張試験	シャルピー衝撃試験	
	耐力 (MPa)	引張強さ (MPa)	伸び (%)	引張強さ (MPa)	試験温度 (°C)	吸収エネルギー の平均値(J)
YM-60C(M)	513	621	24.8	600	-5	128
BT-HT™ 385B 規格値	385～505	550～670	15以上	550以上	0	70以上

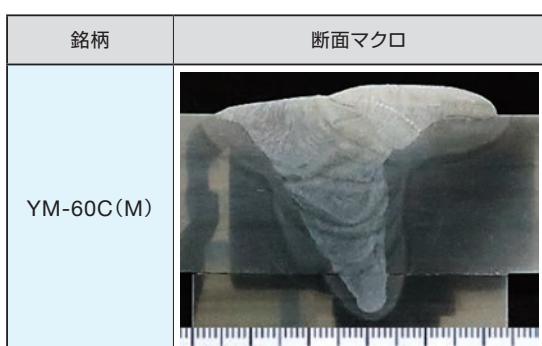


写真1 YM-60C(M)の断面マクロー例

表6 適用鋼種と入熱

適用鋼種	入熱 (kJ/cm)	バス間温度 (°C)
550N/mm <sup>2</sup> 級鋼材	40 以下	350 以下
590N/mm <sup>2</sup> 級鋼材	30 以下	350 以下

## 6 おわりに

理想の溶接を実現するブランド「WELDREAM」の新商品としてロボット溶接にも適用可能な 590 MPa 級ソリッドワイヤ「YM-60C(M)」を紹介しました。本溶接材料が溶接施工における生産性改善と品質向上の一助になれば幸いです。

Q

## S45C や SCM440 等の中・高炭素鋼を溶接する際の、溶接材料の選定と溶接施工上の注意点を教えてください。

A

炭素鋼は含有する炭素量によって表 1 のように低炭素鋼、中炭素鋼および高炭素鋼に分類されます。使用用途によって、クロム、ニッケル等の元素を添加したり、成分を調整することで、特殊な性質を持たせています。また、鍛造や鋳造品であっても、炭素量が 2.14%以下の場合は炭素鋼(鍛鋼、鋳鋼)に分類されます。表 2 に JIS に規格化されている鋼種の一例を示します。

中・高炭素鋼は炭素量(炭素当量)が高いことから溶接による急熱急冷により熱影響部が著しく硬化し、溶接部の延性が低下することで割れなどの欠陥が生じ易くなります。溶接材

表 1 炭素鋼の分類

種別	炭素量(%)
低炭素鋼	≤ 0.25
中炭素鋼	0.25 ~ 0.60
高炭素鋼	0.60 ~ 2.14

料の選定、溶接施工要領に十分注意する必要があります。

溶接材料は、同一化学成分の溶接材料でなく溶接部に要求される性能によって、以下のように選定します。

① 単に接合する場合、低強度で耐割れ性の良好な低水素系溶接材料を選定します。予熱や直後熱が困難な場合、ステンレス鋼と炭素鋼の異材溶接に使用する 309 系オーステナイト系ステンレス鋼溶接材料を適用する手法もあります。溶接材料選定の一例を表 3 に示します。

また、極低水素シームレスフラックス入りワイヤ SF-1CF を適用すると予熱温度低減を図ることが可能です。図 1 に S45C の溶接に SF-1CF を適用した場合の予想予熱温度を示します。S45C の実際の炭素当量にもよりますが、SF-1CF の適用により、通常の溶接材料を適用するよりも、予熱温度の低減が可能で、作業負荷を軽減できます。

② 母材に近い強度が必要な場合、耐割れ性を考慮しながら母材強度に近い強度レベルの溶接材料を選定します。溶接材料選定の一例を表 4 に示します。

溶接施工上、最も注意すべき点は、低温割れの防止対策です。中・高炭素鋼は、表 4 に示すように炭素量(炭素当量)が高く、溶接すると母材の熱影響部が著しく硬くなります。拡散性水素が硬化組織に集約することで水素せい化の起因となり、ビード止端部やルート部などに割れが発生する危険があります。

低温割れの防止には、低水素系溶接材料を使用し、拡散性水素量の低減と溶接金属中の水素を放出させるための予熱や直後熱の実施が重要です。予熱温度は鋼材の炭素当量を参考に設定し、溶接線を中心として 100mm 程度の範囲がまんべんなく設定温度になるまで加熱してください。脱水素を目的に行う直後熱は、溶接終了後、溶接部の温度が下がる前に 300°C 以上で 1 時間程度保持することが望ましく、その後、徐冷します。

また、表 4 に示す 600 ~ 650°C の溶接後熱処理は、残留応力除去を目的とし、これらも低温割れのリスク低減に有効です。熱処理までに時間が掛かる場合や熱処理ができない場合は、必ず 300°C 以上の直後熱を施してください。

マグ溶接で施工する場合、高温割れに注意してください。中・高炭素鋼を高電流で溶接すると母材溶込みが過大となり、溶接金属中の炭素量が増加し高温割れ発生の可能性があります。その対策として、溶込みの最小化を狙い低電流・低入熱での施工や、1 ~ 2 層は被覆アーク溶接にて施工し、残りをマグ溶接で行う手法もあります。

S45C や SCM440 等の中・高炭素鋼を溶接する際は表 3 や表 4 を参考にし、上記に記載した施工上の注意点を守って施工してください。

表 2 JIS 分区による中・高炭素鋼の一例

大別	中別	小別	JIS 記号例
炭素鋼	低炭素鋼	構造用圧延鋼材	SS, SB, SM, SN
		構造用合金鋼鋼材	S_C, SCr, SMn, SMnC, SNC, SCM, SNCM, SACM, SGV, SBV, SQV
	中・高炭素鋼	工具鋼鋼材	SK, SKS, SKD, SKT, SK H
		特殊用途鋼鋼材	SUJ, SUP, SUM
		炭素鋼鋳鋼品	SC, SCW
		構造用合金鋼鋳鋼品	SCC, SCMn, SCSin, SCMnCr, SCMnM, SCCrM, SCMnCrM, SCNcrM
		特殊用途鋼鋳鋼品	SCMnH
		炭素鋼鋳鋼品	SF
		構造用合金鋼鋳鋼	SFVA, SFVC, SFVQ, SFCM, SFNCM

表3 中・高炭素鋼を単に接合する場合の溶接材料例

母材の炭素当量* (Ceq %)	低炭素鋼用溶接材料					ステンレス鋼溶接材料**			
	SMAW	GMAW	FCAW	GTAW	予熱温度*** (°C)	SMAW	GMAW	FCAW	GTAW
0.40 ~ 0.49	L-43LH S-16LH	YM-26 YM-28	SF-1 SF-1CF	YT-28	150 以上	S-309-R	YM-309	SF-309L	YT-309
0.50 ~ 0.59					200 以上				
0.60 ~ 0.69					250 以上				
0.70 ~ 0.79					300 以上				
0.80 以上					350 以上				

\* 炭素当量 Ceq % (JIS) = C+Mn/6+Si/24+Ni/40+Cr/5+Mo/4+V/14

\*\* 母材熱影響部の硬化防止の観点から 100°C 以下の若干の予熱を推奨

\*\*\* SF-1CF を用いる場合、実際の炭素当量、板厚によって予熱温度低減が可能です。予熱しない場合でも、気温が 5°C 以下の時は、20°C 以上になるように加熱してください。

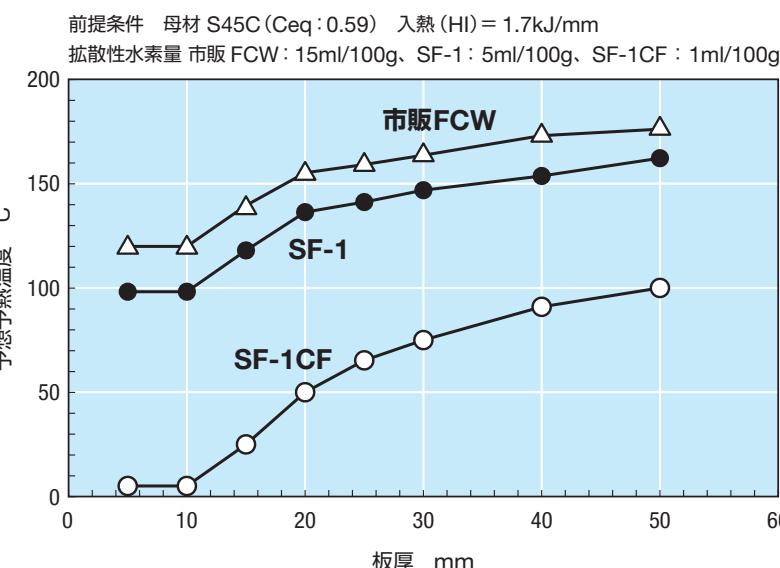


図1 S45C の溶接における板厚と予想予熱温度

表4 中・高炭素鋼に近い強度を望む場合の溶接材料例

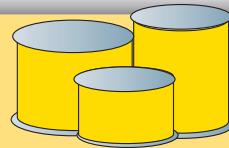
鋼種	引張強さ* (N/mm <sup>2</sup> )	ブリネル 硬さ* (HB)	母材の 炭素当量** (Ceq %)	予熱温度 (°C)	溶接後 熱処理 (°C)	溶接材料			
						SMAW	GMAW	GTAW	
機械構造用 炭素鋼鋼材	S30C	≥ 540	152 ~ 212	0.44	≥ 100	—	L-60	YM-55C	YT-60
	S35C	≥ 570	167 ~ 235	0.49	≥ 150	—	L-60	YM-60C	YT-60
	S40C	≥ 610	179 ~ 255	0.54	≥ 150	—	L-62	YM-60C	YT-60
	S45C	≥ 690	201 ~ 269	0.59	≥ 200	— ***	L-70	YM-70C	YT-70
	S50C	≥ 740	212 ~ 277	0.64	≥ 200	— ***	L-80	YM-80C	YT-80A
	S55C	≥ 780	229 ~ 285	0.69	≥ 250	— ***	L-80	YM-80C	YT-80A
炭素鋼鍛造品	SFA540A	≥ 540	≥ 152	0.47	≥ 150	—	L-60	YM-55C	YT-60
	SFA590A	≥ 590	≥ 167	0.52	≥ 150	—	L-62	YM-60C	YT-60
構造用 高張力炭素鋼 および 低合金鋼鍛鋼品	SCC5	≥ 690	≥ 201	0.58	≥ 200	— ***	L-70	YM-70C	YT-70
	SCMn5	≥ 740	≥ 212	0.69	≥ 250	— ***	L-80	YM-80C	YT-80A
	SCMnCr4	≥ 740	≥ 223	0.77	≥ 350	600°C 1hr	L-80	YM-80C	YT-80A
	SCCrM3	≥ 740	≥ 217	0.74	≥ 300	600°C 1hr	L-80	YM-80C	YT-80A
	SCMnCrM3	≥ 830	≥ 223	0.75	≥ 350	600°C 1hr	L-80	YM-80C	YT-80A
	SCNCrM2	≥ 880	≥ 269	0.83	≥ 350	650°C 1hr	L-80	YM-80C	YT-80A
機械構造用 合金鋼鋼材	SCM430	≥ 830	≥ 241	0.81	≥ 350	650°C 1hr	L-80	YM-80C	YT-80A
	SCM435	≥ 930	≥ 269	0.85	≥ 350	650°C 1hr	L-80	YM-80C	YT-80A
	SCM440	≥ 980	≥ 285	0.88	≥ 350	650°C 1hr	L-80	YM-80C	YT-80A

\* 焼入れ焼き戻し処理の場合

\*\* 炭素当量 Ceq % (JIS) = C+Mn/6+Si/24+Ni/40+Cr/5+Mo/4+V/14

\*\*\* 直後熱を実施(300°C 1hr)

# 溶接材料製品の取り扱いについて ペールパック製品の取り扱い注意点



## 1 クレーン編

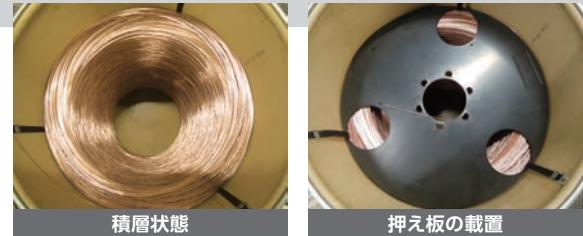
技術本部 生産技術部 光工場 品質管理グループ 主幹 片山 恭彦

### 1 はじめに

近年、自動車、鉄骨、橋梁、造船、建機業界では、生産効率向上のため溶接の自動化が進み、フラックス入りワイヤおよびソリッドワイヤなどの溶接用ワイヤを大容量包装できるペールパック製品の需要が増加傾向にあります。本稿では、ペールパック製品の特性および取り扱い注意点について紹介いたします。

### 2 ペールパック製品の特性

ペールパックは円筒状の容器内に溶接用ワイヤがループ状に積層され、このワイヤ積層体の上端に環状の押え板が載置されます。溶接用ワイヤの使用に当たって溶接用ワイヤ始端部が押え板の内側から引き出されます。ペールパックはJIS Z 3200に基づいた規格品で、当社では装填重量などにより違いはありますが、主に3種類が使用されています。



### 3 クレーンでの取り扱い注意点について

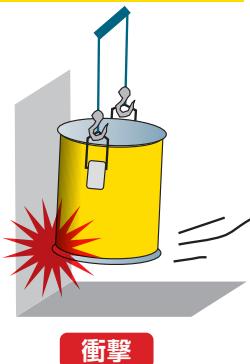
基本的な取り扱い方法は、ペールパック側面にも記載がありますが、クレーンでの取り扱いについて、注意すべき点と不具合発生につながる要因を説明します。

#### 3-1 クレーンによる搬送

クレーンによる搬送は慎重に行ってください。パックをぶつけるなどにより、積層がズレたり巻き乱れが生じる可能性があります。

また、パック側面に破損や凹みが生じると、押え板の正常な降下を妨げます。これによりもつれ・絡みの原因となります。

また、積層体の外側に隙間が生じて、引き出されるワイヤが落ち込み、送給不良や作業性不良の原因となります。



#### 3-4 横倒しや傾けて運ぶ

クレーンなどを使用してください。横倒しや傾けて運ぶとパック内装填ワイヤの積層が乱れてしまい、もつれ・絡みの原因となります。

また、積層体の外側に隙間が生じ、引き出されるワイヤが落ち込み、送給不良や作業性不良の原因となります。



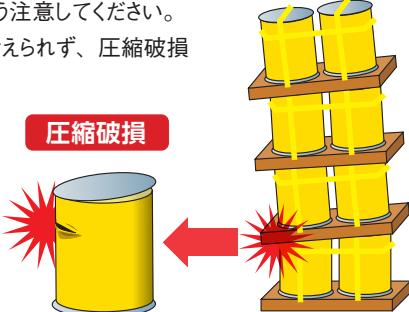
#### 3-5 パックを吊るとき

パックを吊る際は必ず蓋をして金バンドを閉めてから行ってください。蓋をしていないと、パック開口部が変形し、押え板が円筒状の容器に引っ掛かり降下を妨げ、もつれや絡みが生じる可能性があります。また、片吊り・三角吊り・斜め吊り、および2個同時吊りは絶対に行わないでください。吊り手部の破損、吊り具の破損によりパック落下の恐れがあります。



#### 3-6 その他

吊り手部にフックなどをセットする際は、斜めの力が掛からないようにしてください。また、吊り手部の頭頂以外の場所、またはPPバンド部を利用しないでください。吊り手部の破損、PPバンドの破損によりパックが落下する恐れがあるので、絶対にお止めください。



### 4 おわりに

今回、ペールパック製品の特性および取り扱い注意点について紹介しました。本報が、お客様のご理解の一助になれば幸いです。

## 中国支店

## 変化していく広島の街から

中国支店は男性3人、女性1人の計4人体制で広島・岡山・山口東部・島根・鳥取の5県を担当しており、造船を中心として建築鉄骨・自動車など、幅広いお客様へ当社製品を納入させていただいております。

当支店は2023年5月に現在の広島鉄砲町ビルディングへ移転し、日本製鉄・日鉄グループ会社と同じ居室で、全国で唯一各社との仕切りがない珍しい環境で、日鉄グループの強みを活かしながら営業活動に取り組んでいます。皆さんからのニーズにお応えできるよう少数精銳で対応してまいります。

広島と言えば、2025年3月に広島駅に新駅ビルの「minamoa（ミナモア）」がオープン、2025年8月には全国初となる路面電車が駅ビル2階に乗り入れる路線が開始しており、以前とは大きく変わった広島駅を見ることができます。

また、広島東洋カープやサンフレッチェ広島をはじめ、スポーツも盛んであり、人気の観光スポットや名物グルメも多数あるため、まだ来たことない方は一度「広島に来てみんさい！」



## 四国支店

## 地域とともに、進化し続ける支店へ

四国支店は男性3人、女性1人の計4人で構成されており、四国4県と因島、淡路島も営業エリアとして活動しています。四国地区は、造船業を中心に建機・建築鉄骨関連のお客様で占めており、日々お客様の課題解決に向け最適な溶接材料の提案・販売に努めています。

私たちの拠点である香川県は、日本で1番面積が小さい県ですが、四国では2番目に人口が多い地域です。近年JR高松駅前は開発が盛んで、2024年に駅直結の商業施設「TAKAMATSU ORNE」（讃岐弁で「高松に居るね」という意味）、2025年には収容人数1万人規模の「あなぶきアリーナ香川」が開業しました。サザンオールスターズを皮切りに、さまざまなイベントが催され県内外から沢山の人が集まり、とても賑わっています。

さらに、四国を舞台としたNHKの朝ドラ『らんまん』『ブギウギ』『あんばん』が続き、「四国」全体が大きく盛り上がっています！

その盛り上がりに負けないよう、四国支店員一丸となって取り組んでまいります！



## NewsFlash

## 『びいど』Web版へ移行

2026 7月  
START



当社季刊誌『びいど』につきまして、環境負荷低減や情報提供迅速化の観点から、次号84号（2026年7月）よりWeb版へ移行いたします。Web版は下記QRコードまたは当社トップ画面のバナーから閲覧できます。今後も年2回（7月末、1月初旬）発刊し、より充実した情報をお届けしてまいります。引き続きご愛読賜りますようお願い申し上げます。



## 包装デザインが新しくなります

「WELDREAM®」ブランドのリニューアル展開に伴い、一部溶接材料製品の包装デザインを変更することとなりました。

新しいデザインでは、従来のカラーよりも鮮やかな色調を採用し、英語表記の社名を大きなフォントで表示することで、より視認性を高めています。

製品のパッケージは旧パッケージから順次変更になります。



※ブランド展開の詳細は、当社PR誌『びいど』2023年5月号（No.77）または、当社ホームページ（https://www.weld.nipponsteel.com/）をご覧ください。

暑さ

長時間  
作業

人件費

ガス費

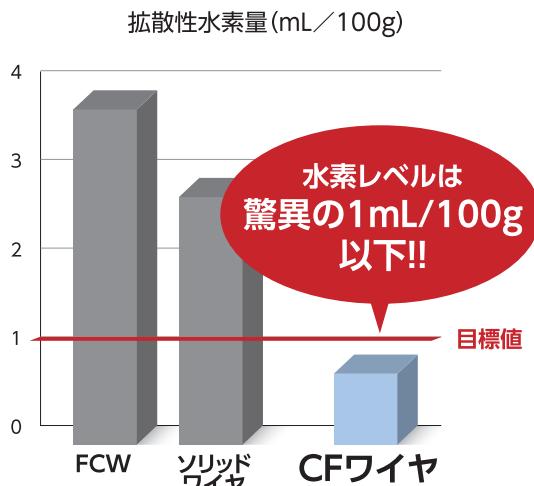
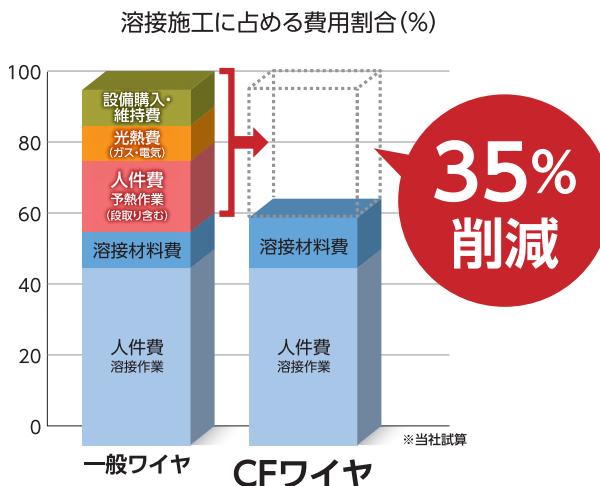
問題解決の救世主!

# 予熱作業を大幅軽減!!

極低水素シームレスフラックス入りワイヤ CFワイヤ

予熱作業に関わる人件費、光熱費、  
設備購入・維持費を  
**まるごと削減!**

従来の溶接材料では困難な  
**極低水素化が可能!**



CFワイヤはお客様のトータルコスト削減に貢献します

**WELDREAM** ★★ Premium

従来の溶接の常識を超える、より高機能・高性能な製品



極低水素シームレスフラックス入りワイヤ CFワイヤ

建築鉄骨向け  
780N/mm<sup>2</sup>級鋼用

SF-80CF  
SX-80CF

建設機械向け  
高強度鋼用

SX-80A.CF  
SX-100A.CF

耐摩耗鋼用

SF-1CF  
SX-60CF

「WELDREAM」は日鉄溶接工業株式会社の登録商標です。



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

© 2025 NIPPON STEEL WELDING & ENGINEERING CO., LTD.