

ぼうだより

Vol.526

技術がいと

2025 Summer

●技術レポート

AXELARC™ 新ワイヤ送給制御プロセス



2 技術レポート

AXELARC™ 新ワイヤ送給制御プロセス

7 特集

2025年度 神溶会全国総会 京都にて開催

13 知恵袋コーナー | 用語解説

バックシールド

15 神溶会コーナー -1

サポーターリレー (四国地区)

17 営業部ニュース

新人営業マンのための溶接基礎講座

第10回『SN鋼の溶接材料について』

19 ほっとひといき | Turning Point ~成功への分岐点

教えることは学ぶこと。豊かな学びの円環をつくる

陶芸家 生駒 啓子さん

21 解説コーナー | 試験・調査報告

非破壊試験 (第2回)「超音波探傷試験 (UT)」

24 神溶会コーナー -2

Mail from Netherlands



AXELARC™ 新ワイヤ送給制御プロセス

小川 亮 (株) 神戸製鋼所 溶接事業部門 技術センター

1. はじめに

新ワイヤ送給制御プロセスAXELARC™(アクセルアーク)は、建設機械をはじめとする中厚板の幅広い溶接用途向けに、2024年11月より溶接ロボットシステムとして販売を開始した。本レポートでは溶接の高能率化・高品質化に貢献するAXELARC™の特性を紹介する。

また、AXELARC™は中厚板のみならず、溶融合金化亜鉛めっき鋼板など、薄板溶接への有用な特性も複数見出されており、従来溶接法との比較とともに紹介する。

2. AXELARC™とは

AXELARC™のワイヤ送給制御の目的は、図1に示す一般的なワイヤ送給制御の特徴である短絡の制御ではなく、図2に示すように溶滴を慣性により振り落とすことにある。そのため、ワイヤの送給速度に適した正逆の振幅と周波数により、1振り1ドロップを実現させている。

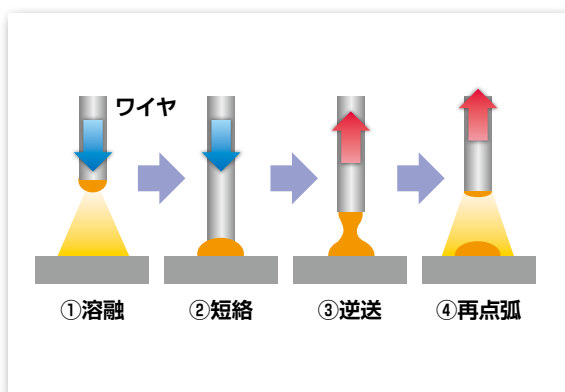


図1 一般的な短絡を伴うワイヤ送給制御

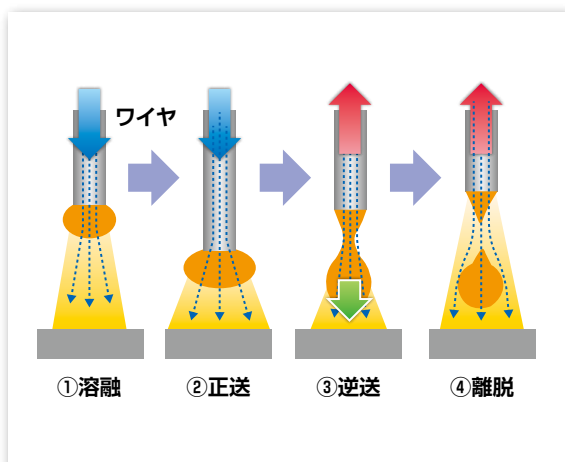


図2 慣性を利用したワイヤ送給制御

3. AXELARC™の特長

3.1. スパッタが少ない

規則的な1振り1ドロップの制御により、溶滴はほぼ短絡することなく溶融プールに移送されるため、スパッタは発生しにくい。ビードオンプレート溶接による従来法とのスパッタ発生量の比較を図3に示す。広い電流領域において、概ね従来の10分の1以下である。

次に下向すみ肉溶接の一例を図4に示す。従来法では大粒のスパッタが母材に付着しているが、AXELARC™ではほとんど付着していない。また、図5に同一電流による溶接中のスパッタ飛散状況を示す。スパッタの飛散は非常に少ない。

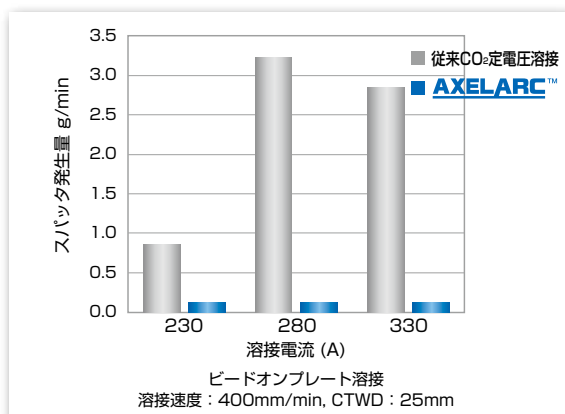


図3 スパッタ発生量の比較



図4 下向すみ肉溶接における母材へのスパッタ付着比較



図5 スパッタ飛散状況（下向きすみ肉溶接）【動画】

3.2. ワイヤ溶融速度が大きい

低スパッタとともにAXELARC™のもう一つの大きな特長は、ワイヤ溶融速度が従来法よりも大きい点である。溶接電流の出力は、ワイヤの正逆送給に合わせてピーク期間とベース期間を設けており、パルス溶接と同様に定電圧溶接と比べると、同一ワイヤ送給速度における平均電流は小さい。従来CO₂定電圧溶接と比較して約20%高く、パルスMAG溶接と比較しても約15%高い。溶接速度の向上や多層盛溶接におけるパス数低減など、高能率化に有効な特性である。同一平均電流におけるワイヤ溶融速度を図6に示す。

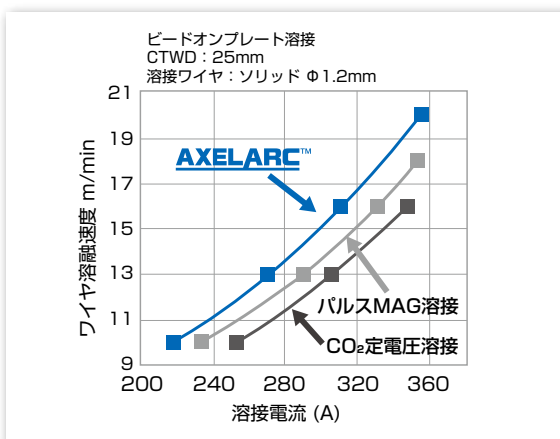


図6 溶接電流とワイヤ送給速度

3.3. 安定した溶込みとフラットな余盛形状

AXELARC™はシールドガスに100%炭酸ガスを用いるため、従来の炭酸ガスアーク溶接と同様にお椀型の溶込み形状となる。混合ガスを用いたパルスMAG溶接を含めた、各溶接法の下向きすみ肉溶接の断面マクロを図7

に示す。従来の炭酸ガスアーク溶接と比較し、さらに特徴的な点は、ワイヤ送給速度7m/minにおいても、フラットなビード形状が得られているところにある。これは一般的な炭酸ガスアーク溶接法が短絡移行であるのに対して、AXELARC™は短絡が少ない溶滴移行に起因していると思われる。

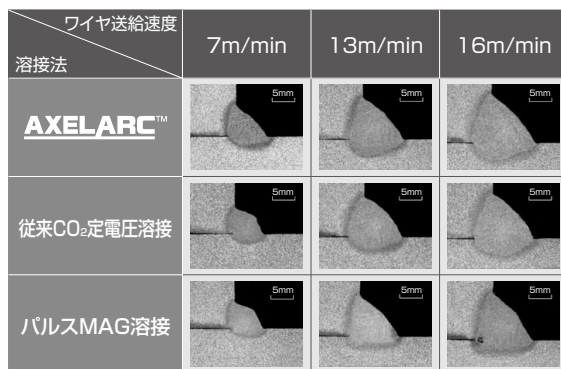


図7 下向きすみ肉溶接における溶込み形状

4. 中厚板溶接への適用検討

中厚板の溶接に用いられるワイヤ送給速度15m/minを超える領域において、AXELARC™の特長を活かすことにより、高能率化への効果が期待できる。以下にすみ肉溶接における溶接速度の向上と、開先溶接における積層数低減の一例を示す。

4.1. 下向きすみ肉溶接の一例

脚長14mm、2層2パスの下向きすみ肉溶接のビード外観と断面マクロを図8に示す。同じ平均溶接電流において、パルスMAG溶接と比較した結果、溶接速度は約20%アップした。また、溶接速度が大きくなっても、溶込み形状は炭酸ガスアーク溶接特有のお椀型の深い溶込みが得られている。



図8 下向きすみ肉溶接における能率向上一例

4.2. 水平すみ肉溶接の一例

下向きすみ肉溶接と同じく、パルスMAG溶接との比較を脚長9mmの水平すみ肉溶接にて行った。ビード外観と断面マクロを図9に示す。水平姿勢においても速度アップが可能である。溶込みは深く、ビード形状もパルスMAG溶接に見られる小さなアンダカットは認められず、溶接速度は約30%アップした。

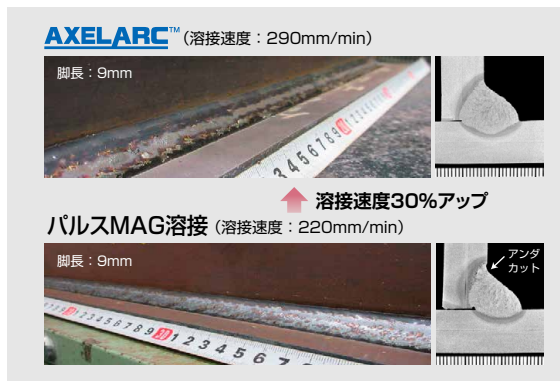


図9 水平すみ肉溶接における能率向上一例

4.3. レ形開先の一例

開先内ではウィービングすることが多いため、開先面や溶融池の状態によっては、アーク長の変化や短絡が発生しやすい。したがってスパッタ発生量の増加が懸念されたが、その影響はほとんどなかった。

レ形開先の多層盛溶接における中間層の溶滴移行画像と、ビード外観を図10に示す。溶滴移行画像は継手立板側に接近した時の様子を示している。ワイヤの先端の延長線上に溶滴を移送する動きに大きな変化はなく、慣性を利用するAXELARC™は、溶滴移行の指向性が一般の溶接に比べて強いと思われる。図11に最終層まで仕上げたビード外観と断面マクロを示す。若干の小粒スパッタの付着が認められるが、工具などを使わなければ除去できないような大粒スパッタの付着は認められない。

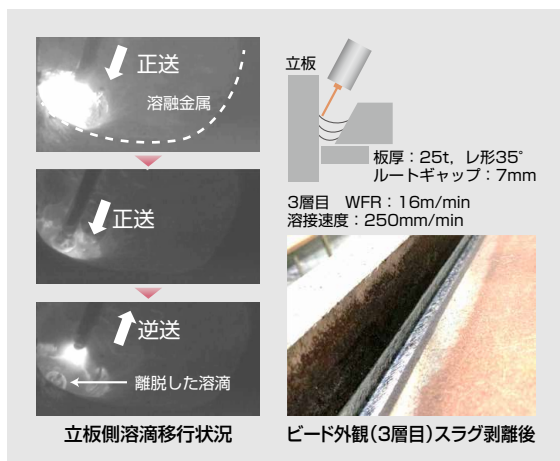


図10 レ形開先内の溶滴移行とビード外観

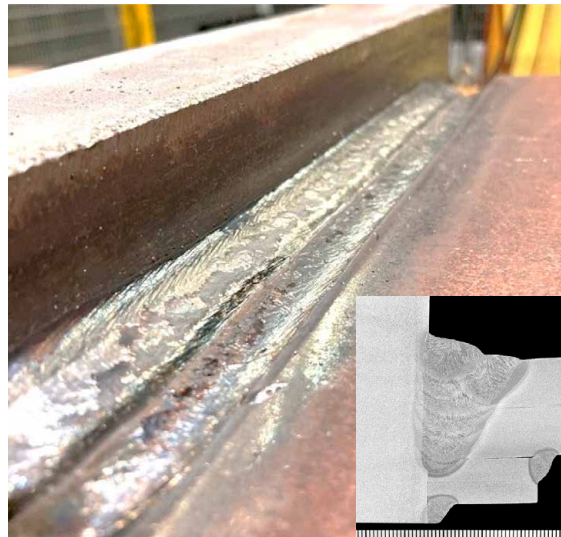


図11 ビード外観と断面マクロ

4.4. 突合せ溶接の一例

V形突合せ継手の多層盛溶接の積層数低減にトライした結果を紹介する。板厚20mmの突合せ継手の溶接条件と断面マクロを図12に、ビード外観を図13に示す。ワイヤ溶融速度が大きい特性を活かし、パルスMAG溶接では積層5層5パス施工に対して、AXELARC™は4層4パスにて仕上げる事が可能であった。溶接継手の単位長さ当りの溶接時間を図14に示す。溶接時間は約20%の短縮となった。

パス	溶接電流 (A)	ワイヤ送給速度 (m/min)	溶接速度 (mm/min)
1	330	17.5	280
2	330	17.5	260
3	330	17.5	240
4	330	17.5	220

板厚20mm, 50°V形, ルートギャップ 5mm

パス	溶接電流 (A)	ワイヤ送給速度 (m/min)	溶接速度 (mm/min)
1	320	14.1	290
2	340	15.2	270
3	340	15.2	250
4	340	15.2	230
5	340	15.2	210

パルスMAG溶接

図12 下向突合せ溶接における能率向上一例



図13 突合せ継手溶接ビード外観

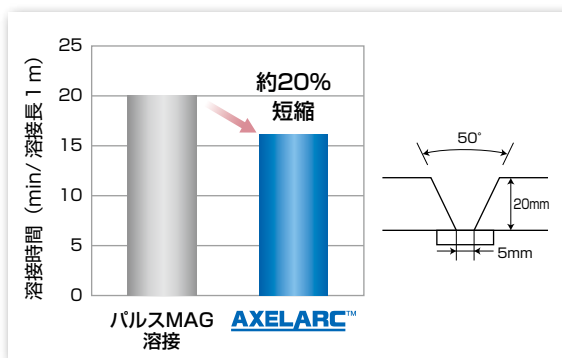


図14 下向突合せ溶接におけるアークタイム比較

5. AXELARC™ 溶接ロボットシステム

溶接ロボットシステムの構成を図15に示す。制御の司令塔はAXELARC™モードが搭載されたハイエンド溶接機SENSARC™RA500である。一般的な溶接ロボットシステムと異なる点は、新開発のプル側送給装置と、プッシュ側とプル側の送給装置間とのワイヤバッファが加わる点である。プル側の送給装置がワイヤの正送逆送を行い、ワイヤバッファはプッシュプル間のワイヤ送給バランスの調整を担う。もちろん、溶接ロボットARCMAN™の基本機能は一般システムと同様に扱うことが可能であり、例えばアークセンサも十分に機能する。



図15 AXELARC™ 溶接ロボットシステム基本構成

6. 薄板溶接への適用検討

AXELARC™は薄板溶接に対する有用な特性も複数認められる。溶融合金化亜鉛めっき鋼板（以下GA鋼板）などの薄板溶接への検討例とともにそれらの特性を紹介する。

6.1. スパッタが少ない

GA鋼板（2.3mmt）の重ねすみ肉溶接における、各溶接法とAXELARC™との比較結果を紹介する。図16に溶接中のスパッタ飛散状況を示す。激しく飛散するパルスMAG溶接に比べて、わずかに飛散する程度である。また、図17に溶接後の試験板を示す。テストピースに付着した茶色い筋状のものが、飛散するスパッタが接触した痕跡である。一般的なワイヤ送給制御法はほぼ痕跡がなく、最もスパッタ発生量が少ない。AXELARC™もパルスMAG溶接や従来のCO₂溶接に比べると、スパッタの発生量は明らかに少ない。

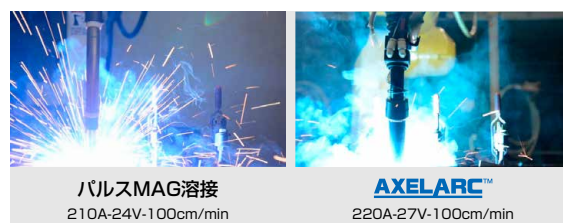


図16 スパッタ飛散状況(重ねすみ肉溶接)【動画】

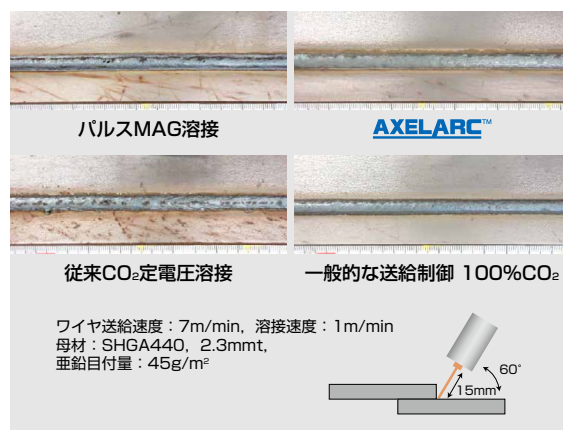


図17 溶接後の試験板外観

6.2. 深い溶込みと広くフラットなビード形状

同試験板の断面マクロにより、溶込み深さとビード幅を計測した結果を図18に示す。AXELARC™は幅広かつフラットであり、さらに溶込み深さも大きい。

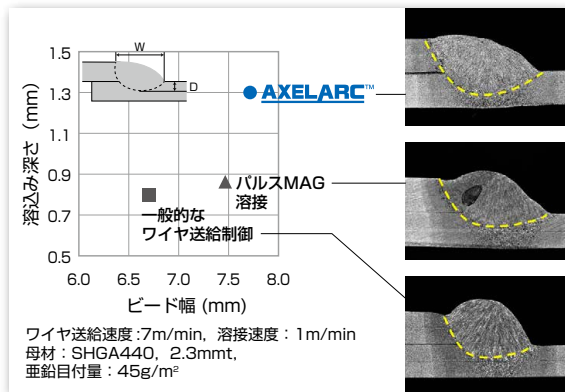


図18 各溶接法とのビード形状比較

6.3. 高速溶接性

ビードオンプレート溶接にて、AXELARC™の溶接速度に伴うビード形状の変化を、パルスMAG溶接との比較にて図19と図20に整理した。パルスMAG溶接はビード幅がやや狭く、余盛高さが大きい。一方、AXELARC™はビード幅が広く、余盛高さが小さいフラットな形状となる。また、溶接速度が大きな領域において、アンダカットやハンピングが発生しにくく、パルスMAG溶接に比べて高速溶接性に優れると言える。

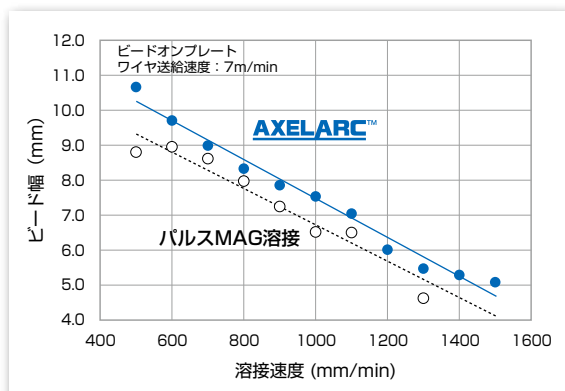


図19 溶接速度とビード幅

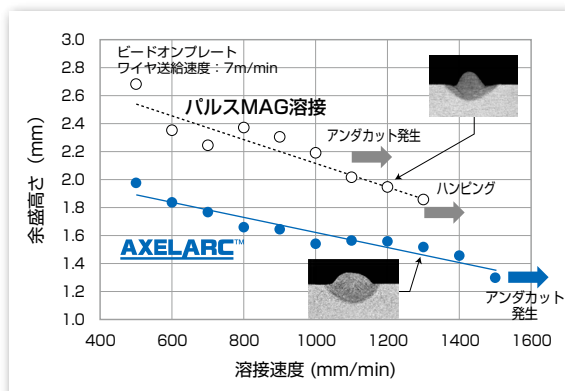


図20 溶接速度と余盛高さ

6.4. GA鋼板における耐気孔性

他の溶接法に比べ、AXELARC™は気孔欠陥の発生数が非常に少ない。明確なメカニズムの検証はこれからとなるが、深い溶込みや広くフラットな余盛を形成する過程が、耐気孔性に良い方向に作用していると思われる。X線透過写真を図21に示す。

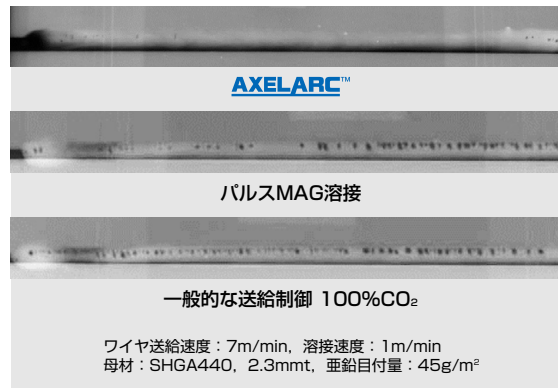


図21 X線透過写真

2.3mmのGA鋼板を用いた薄板溶接の適用検討を紹介した。薄板への適用メリットは、スパッタ低減に加え、高速溶接性、フラットなビード形状と安定した溶込み、GA鋼板における耐気孔欠陥性である。

ただし、適用できる板厚の限界は存在し、1mm程度以下では溶落ちする可能性があり、この領域は一般的な短絡を伴うワイヤ送給制御法が適している。

7. おわりに

AXELARC™は、スパッタが非常に少なく、かつ溶込み形状など、炭酸ガスアーク溶接の良い所はそのままに、ワイヤ溶融速度が大きく、加えて耐気孔欠陥性などの特性を持ち合わせている。極薄い板厚以外であれば、厚板から薄板までAXELARC™が適用可能な板厚範囲は非常に広く、さまざまな溶接構造物への適用を提案していきたい。

今回は溶接材料には触れなかったが、AXELARC™に最適な溶接材料も商品化している。次回の技術レポートにて詳しく紹介する。



2025年度 神溶会全国総会 京都にて開催

5月8日（木）京都ホテルオークラにて、神溶会全国総会が開催されました。神溶会の会員である商社・地区指定商社の代表、マスコミ各社、当社溶接事業部門幹部のほか総勢約90名が参加いたしました。総会後の懇親会では、旧交を温めるとともに、交流の場としても大変有意義なものとなり終始賑やかな雰囲気の中で閉会となりました。

2025年度 神溶会全国総会 式次第	
一、開会の辞	
一、挨拶	株式会社神戸製鋼所 執行役員 溶接事業部門長 末永 和之
一、挨拶並びに営業概況報告	株式会社神戸製鋼所 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 神溶会会長
一、2025年度神溶会審議・報告事項	
一、特別講演 『オラの愛する元気な日本』	（休憩） ダニエル カール
一、地区指定商社代表挨拶	高知溶材株式会社 代表取締役社長 小澤 幸一
一、閉会の辞	



株式会社神戸製鋼所
執行役員
溶接事業部門長

末永 和之

本日はご多忙の中、『神溶会全国総会』にご参集いただき、誠にありがとうございます。

また平素より、当社の溶接材料ならびに溶接ロボットシステムの拡販、神溶会の諸活動に積極的にご参画いただき、高い席からではございますが、厚く御礼申し上げます。

はじめにKOBELCOグループについて紹介いたします。

当社グループの中期経営計画では、「稼ぐ力の強化と成長追求」および引き続き「カーボンニュートラルへの挑戦」の2点を最重要課題として掲げております。これらの重要課題の達成に必要な「変革」を「KOBELCO-X」と総称し、変革を通じたサステナビリティ経営の強化を図っていきます。

KOBELCOグループ全体では、素材系事業・建設機械での販売数量の減少がある一方で、機械・エンジニアリングにおける受注採算の改善に加え、価格やコストの改善効果を取り込み、昨年度に続いて高い利益水準を確保できる見通しであり、2024年度のグループ連結売上高は2兆5,800億円、連結経常損益は1,400億円を見込んでおります。

当社グループが持つ総合力を活かし、さまざまな個性を持つ人材と多様な技術や事業との『掛け算』により新たな価値を創造し、競争優位性を発揮することで、事業の拡大・発展はもとより、社会への貢献を果たしていきます。

このような中、溶接事業部門におきましては、「品質を経営の柱」とし、「品質・技術」「信頼・安心」「誇り・責任」を基盤に「世界で最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。

また、溶接を通じ社会に広く貢献し、「いかなる事業環境においても安定した収益を確保する」事業体を目指して、社会課題の解決と持続可能な社会の実現に向け挑み続けています。

次に最近のトピックスをご紹介します。

1つ目は、この4月より、大阪・夢洲において2025年大阪・関西万博が開催されています。当社もフューチャーライフゾーンにある「未来の都市」パビリオンに出展しております。当社ブースは「象徴」「リアル」「ダイナミック」の3つのゾーンで構成されており、未来に進化・発展していく、ものづくり・街づくりを表現しております。

2つ目は、昨年、プレスリリースでもお知らせしたとおり、現在、藤沢事業所の溶接研修センターをリニューアル中です。これまでの溶接に関する知識や溶接技量の習得に加えて、溶接ロボットの講習も実施可能となり、人手不足への対応や人材育成に一層貢献できるものと考えています。今年の秋に竣工の予定ですので、ぜひご期待ください。

米国のトランプ関税など、外部環境は日々激しく変化しています。当社グループとしましては、信頼される技術・製品・サービスを提供し続けるとともに、お客様とのコミュニケーションを大切に、神溶会の皆様と明るい未来を実現していきたいと願っています。

皆様のご期待にお応えすべく、今後も一層の精進を重ねてまいりますので、引き続きご指導、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。あわせて、変わらぬご支援を賜りますよう、心よりお願い申し上げます。

最後に、各社様のますますのご繁栄と、本日で出席の皆様方のご健勝を心よりお祈り申し上げ、私の挨拶とさせていただきます。



営業概況報告



株式会社神戸製鋼所
溶接事業部門
マーケティングセンター
国内営業部長
神溶会会長

広崎 成一

平素は神溶会活動に対し、会員の皆様から深いご理解とご協力を賜り、誠にありがとうございます。全国の営業概況を報告させていただきます。

1. 業種別景況感と需要動向

(1) 建築鉄骨

2024年度は働き方改革による実働時間の減少、人手不足による図面・現場工事の遅れ、資機材の高騰により中小物件を中心に計画の見直しや延期が相次ぎ366万トという結果となりました。昨年度に引き続き400万ト

割れとなり、厳しい需要環境の1年でした。

2025年度は秋口以降、首都圏を中心とした大型物件の着工が予定されており、385万ト程度と微増とみております。

(2) 造船

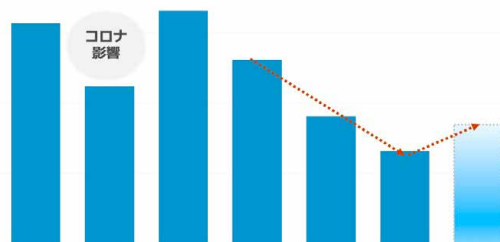
2021年度以降の受注量は10百万総トを超えており、大手造船ヤードが撤退した現在の日本国内における建造能力から鑑みますと、非常に高い実績で推移しております。全世界的にも20年を超える老朽船の更新やカーボンニュートラルの環境対応船への置換、コロナによる船腹量の見直しを背景に新造船の受注量が好調であります。

足下、日本の各ヤードでも手持ち工事を約3年確保しており、工事も潤沢と言える状況となります。各ヤードではさらなる工事量の確保に向けて、生産性向上や省人化に向けた設備投資を積極的に行っております。2025年度の鋼材加工量は横ばいではあるものの、2030年度に向けて増加基調が見込まれております。

全国鉄骨需要量推移

19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度見通	25年度予測
457	412	466	431	391	366	385

単位：万ト

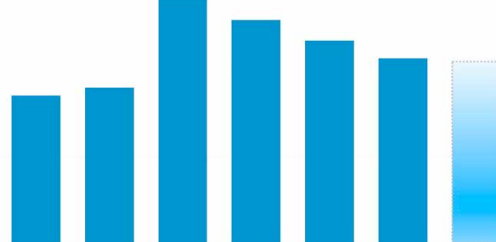


出典 鋼構造ジャーナル、鉄構技術、当社予測

国内新造船 受注量推移

19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度見通	25年度予測
8.5	9.1	14.3	12.9	11.7	10.7	10.5

単位：百万総ト



出典 受注量：日本船舶輸出組合より当社予測（暦年）

溶接材料需要動向 建築鉄骨

全国鉄骨需要量予測

19実績	20実績	21実績	22実績	23実績	24見通	25予測
457	412	466	431	391	366	385

単位：万ト

働き方改革 人手不足 資機材高騰

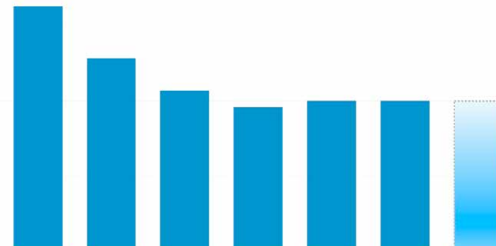
2年連続「400万ト割れ」

超大型案件の着工に期待

国内新造船 竣工量推移

19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度見通	25年度予測
16.2	12.8	10.7	9.6	10.0	10.0	10.0

単位：百万総ト



竣工量：日本造船工業会より当社予測（暦年）

溶接材料需要動向 造船

国内造船鋼材加工量予測

21年度	22年度	23年度	24年度見通	25年度予測
262	265	274	265	265

全世界で新造船受注は好調

手持ち工事量(約3年)を確保

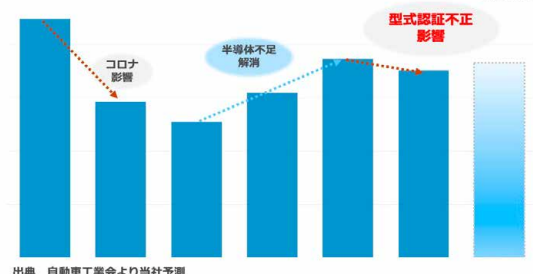
生産性向上/省人化の設備投資

(3) 自動車

一部完成車メーカーの型式認証不正影響により当初計画を大きく下回り、前年度比微減の852万台となりました。米国政府の関税措置影響の不透明感はあるものの、型式認証不正影響は2024年度下期には解消され、堅調な国内販売とバックオーダーに支えられており、2024年度比微増の866万台程度とみております。

国内完成車台数推移

19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度見通	25年度予測
949	793	755	810	873	852	866



溶接材料需要動向 自動車

国内完成車生産台数予測

23年度実績			24年度見通			25年度予測		
上期	下期	年度	上期	下期	年度	上期	下期	年度
439	434	873	414	438	852	421	445	866

型式認証不正影響は解消

CARメーカーのバックオーダーを抱え国内販売は堅調

米国政府による関税措置影響は不透明

(4) 溶接材料総需要

業種動向を踏まえた溶接材料総需要の推移です。造船以外の業種における需要低迷が大きく影響し、

2024年度は前年度を下回る209千トとみております。2025年度は建築鉄骨にて下期以降の需要回復を期待するものの、ほぼ横ばい程度に留まる見込みです。

国内溶接材料需要推移

19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度見通	25年度予測
257	216	231	227	223	209	211



溶接材料需要動向 溶材需要

国内溶接材料総需要予測

23年度実績			24年度見通			25年度予測		
上期	下期	年度	上期	下期	年度	上期	下期	年度
112	111	223	104	105	209	104	107	211

人手不足や資機材高騰による需要減少

米国による関税措置の影響は不透明

新たな需要に期待

一方で、自動車および造船分野においても新たな需要が生まれ始めておりますので、ご紹介いたします。

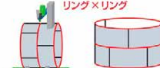
まずは自動車業界における「低スラグワイヤ」についてです。長期間走行した自動車の足回り部品に錆が発生する場合があります。これは、足回り部品の溶接部に残ったスラグが電着塗装後に剥離し、その部分を起点に錆が発生することが原因です。こうした課題の解決に向けて、自動車業界では電着塗装性の向上に対するニーズが高まっており、当社ではワイヤの成分を調整した「低スラグワイヤ **FAMILIARC™ MIX-1TR**」を上市いたしました。輸出を含め、2021年度以降は大きく数量が伸長しており、今後もさらなる市場拡大が期待されます。

続きまして、造船業界です。国際海事機関 (IMO) は2050年に海運業界におけるCO₂排出量ゼロを宣言しております。CO₂を大量に排出する重油炊きから代替燃料の一つとしてLNG燃料へ置き変わっております。LNG燃料タンクには極低温特性に優れた9% Ni鋼が用いられており、至近、各ヤードではLNGタンクを自社で製作する動きが加速されております。当社としては、

9% Ni鋼用に最適な溶接材料を揃え、小型可搬型溶接ロボット **ARC MAN™** PORTABLE KI-700もラインナップに加え、9%Ni鋼の需要を取込んでまいります。

新規需要 造船業界ニーズ

9%Ni鋼用 溶接メニューの一例

リング製作 Ring Seam Welding (Ring: Divided Section of Cylindrical Tank)	リング×リング溶接 Ring × Ring Seam Welding
 立向：FCW	 下向：SAW 横向：FCW
溶接姿勢 (Position) : 立向 (30)	溶接姿勢 (Position) : 下向、横向 (10, 20)
溶接方法 (Method) : 半自動溶接 (Semi-automatic arc welding) PREMIARC™ DW-N609SV 自動 (Auto) 小型可搬型溶接ロボット KI-700 (Portable Welding Robot KI-700)	溶接方法 (Method) : 半自動溶接 (Semi-automatic arc welding) PREMIARC™ DW-N609SV サブマージ溶接 (Submerged arc welding) PREMIARC™ PF-N5 PREMIARC™ US-609S

2. 2025年度重点活動

(1) 価格の維持

鉄鋼原料市況は軟化の様相を呈しておりますが、副原料は高騰や高止まりしていることに加え、設備更新費用や労務費を含んだ加工費、運賃費用などは今後の上昇も不可避な状況にあります。引き続き当社の安定供給を継続していくためにも、神溶会の皆様とともに適正な価格で推移できるよう活動を行ってまいります。

(2) 販売活動の強化

溶接サポーター制度のさらなる活性化を目的に2024年度にサポーター再認証制度を制定し、1,300名超の方に更新いただきました。2025年度はこのサポーターの皆様との巡回による積極的な拡販活動を実践してまいります。

また、新たに「優秀サポーター制度」を新設し、顕著な拡販成果を上げられたサポーター様を、翌年の地区総会にて表彰させていただきます。今後とも、積極的な同行巡回および拡販活動へのご協力をよろしくお願いいたします。

神溶会販売活動の強化

▶ サポーター再認証活動による拡販強化

2024	2025
Step 01 サポーター再認証制度 ● 全国で 1,313名 が更新(92.3%)	Step 02 技術営業の実践 ● 優秀サポーター表彰制度の新設

3. AXELARC™ のご紹介

当社は、**AXELARC™** 技術および溶接ワイヤを自動車・二輪業種で広くご活用いただくためにPanasonic CONNECT株式会社様と協業することを決定し、プレス発表いたしました。

自動車・二輪業種への展開

AXELARC™ 技術及び溶接ワイヤを
自動車・二輪業種で広くご活用頂くために
Panasonic CONNECT株式会社様
と協業することを決定しました。

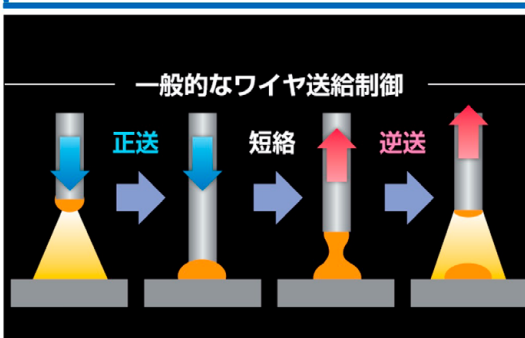
KOBELCO × **Panasonic CONNECT**



一般的なワイヤ送給制御の短絡移行と異なり、**AXELARC™** プロセスは溶滴移行に慣性力を活用した規則的なドロップ移行を実現し、このプロセスに最適な**AXELARC™** 専用ワイヤを組合せることで自動車業界におけるさまざまな溶接課題を解決してまいります。

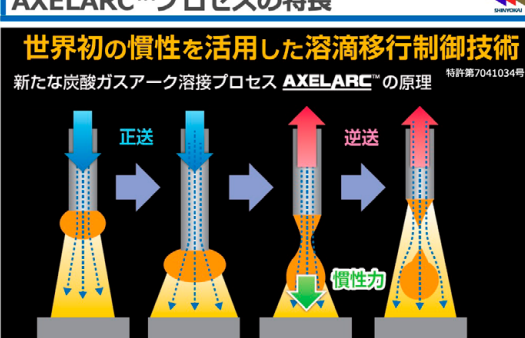
AXELARC™ プロセスの特長

一般的なワイヤ送給制御



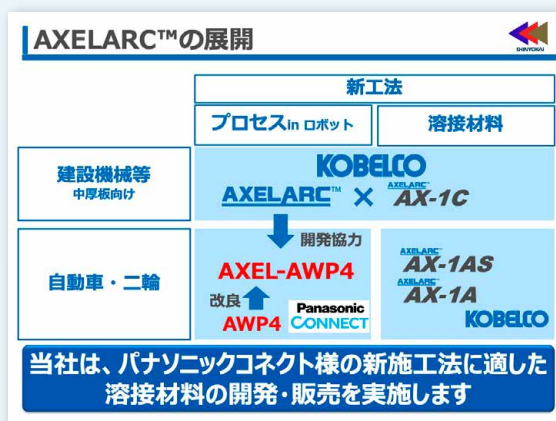
AXELARC™ プロセスの特長

世界初の慣性を活用した溶滴移行制御技術
新たな炭酸ガスアーク溶接プロセス **AXELARC™** の原理 特許第7041034号



AXELARC™プロセスの特長としては、低スパッタ、耐ギャップ性、深溶込み、耐気孔性、100% CO₂、高速溶接性、そして高溶着速度が挙げられます。これらは、自動車業界の溶接において求められるニーズを幅広くカバーしています。さらに、溶接条件の許容範囲が広いことも大きな特長の一つです。

最後に、**AXELARC™**の展開についてご紹介いたします。昨年秋より、建設機械など中厚板用途向けに、当社の溶接ロボットシステムと溶接ワイヤの組合せで販売を開始しております。今回の発表では、自動車・二輪業種向けに、Panasonic CONNECT様が新たに開発された溶接プロセス「AXEL-AWP4」に適した溶接ワイヤを、当社が開発・販売することとなりました。



ご挨拶（抜粋） 地区指定商社代表



高知溶材株式会社
代表取締役社長
小澤 幸一様

当社と神戸製鋼所様とのお付き合いは、当社創業の昭和22年頃にまでさかのぼります。昭和45年頃までは、神鋼棒を月間20トン、他社製溶接棒を月間100トンほど販売しておりました。

転機が訪れましたのは、私がまだ5歳だった昭和45年に発生した台風10号の際でございます。高知市内全域が水没し、当社も全商品が水没するという甚大な被害を受けました。当時は天災に対応する損害保険もなく、困窮していた中、神戸製鋼所様だけが水没した商品の補填をしてくださり、早い段階から復旧のご支援を賜

りました。

このご恩に感激した先々代社長は、すべてのお客様を訪問し説明のうえ、月間100トンの他社製溶接棒をすべて神鋼棒に切り替えました。これが、現在の高知県における神戸製鋼所様の圧倒的なシェアの礎となったと聞いております。

また、先代社長の時代である平成10年に発生した高知豪雨の際にも、本社が再び水没の被害を受けましたが、その際も真っ先にご支援くださったのが神戸製鋼所様でございました。

このような歴史を通じて、私自身も先々代、先代に続き三代にわたり、神戸製鋼所様のファンでございます。今後とも、力強いパートナーシップのもと、末永くお取引を賜りますようお願い申し上げます。

最後になりますが、神溶会のますますのご発展と、会員各社様のご繁栄、そして本日で列席の皆様のご健勝を心よりお祈り申し上げ、ご挨拶とさせていただきます。

バックシールド

1. はじめに

バックシールドとは、主に突合せ片側溶接継手の裏波溶接時に、裏面からガスを当てて裏波ビードを酸化から保護することをいいます。この方法やガスの呼び名は規格や法規により「バックシールドガス」「バックリングガス」「ガスバックリング」「バックパージガス」「裏当てガス」「裏ガス」「裏面からのガス保護」などさまざまありますが、ここでは日本国内で一般的に使用されている「バックシールド」と呼称します。

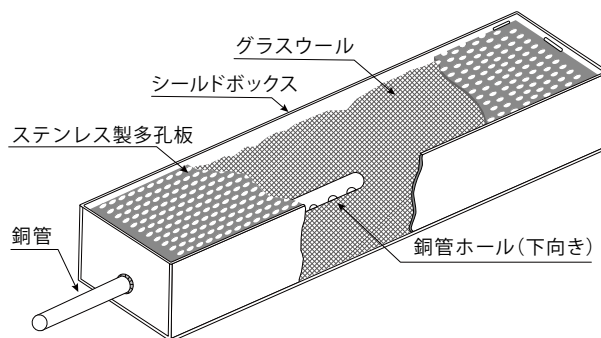
2. バックシールドの目的

鉄鋼材料の溶接では、特にクロムモリブデン鋼やステンレス鋼などのCr含有量の多い鋼材を裏波溶接する場合、バックシールドを適用しないと裏波ビードが酸化し、凹凸が激しくなるなど裏波ビード形状不良が発生しやすくなります。また、X線透過試験で不合格となることもあります。そのため、これらの鋼材の裏波溶接時にはバックシールドが適用されます。

3. バックシールドの方法

酸化防止が目的ですので、バックシールドガスには不活性ガス、特にアルゴンガスが一般的に使用されます。一方で、アルゴンガスより安価であり、かつ化学的安定性に比較的優れる窒素ガスの活用事例も見られます。ただし、窒素ガスはチタンやアルミなど一部の材料で使用できないことがあるので、十分な検討が必要です。

バックシールドの方法は溶接継手の形状により異なりますが、板材では箱形の治具を用いる方法、管の溶接では溶接部の両端を封止してガスを流す方法が一般的に使用されます。封止するための治具は自作されることも多いですが、市販もされており、バルーンタイプや水溶性の紙などのタイプがあります（図1）。これらの治具を用いる場合は、予熱時や溶接時の熱の影響で治具が損傷しないように、開先からある程度の距離を確保して設置する必要があります。



自作の板材用バックシールド用治具一例



自作の管用バックシールド用治具一例



市販の管用バックシールド用治具一例（バルーンタイプ）

図1 バックシールド用治具一例

十分にバックシールドの効果を得るためには、裏面の酸素濃度の管理が重要です。特に管の溶接時は、管内部の空気がバックシールドガスで十分置換されたことを確認しなければなりません。確認方法としては、シールド箇所とガスの流量から置換に必要な時間を算出する、酸素濃度計を使用する、開先面に薄いステンレスの板を置き溶接して裏の酸化具合を見る、などの手法が挙げられます。

酸素濃度が十分に下がったら（置換できたら）、酸素濃度が上がらない程度にバックシールドガス流量を下げて溶接を開始します。管溶接の場合、終端部（封止部）はガスの吹き上げによる溶接不良が発生しやすいため、一度ガスを止める必要があります。2層目以降も初層で形成した裏波ビードに達した熱で酸化することがあるので、裏波ビードに影響がないと思われるビード高さになるまでシールドを続けます。

このように、バックシールドを使用した裏波溶接では治具の選定・設置や酸素濃度の管理など、考慮すべき事項が多くあります。特に大径管の場合は使用するガスの量が膨大になりコストが掛かる上に、誤ってシールドガスが残留している箇所に入人が立ち入った際に酸欠による事故のリスクも考えられ、安全面での対策も考える必要があります。

4. バックシールドの省略手法

神戸製鋼所では、従来裏波ビードの酸化防止のためバックシールドが必要であったクロムモリブデン鋼やステンレス鋼に対し、バックシールドを適用しなくても健全な裏波溶接が可能であるティグ溶接材料をラインナップしています（表1,図2）。また、裏波ビードは酸化しにくいものの、従来材では裏波ビード形状が不安定になりやすいためバックシールドを推奨していた一部の低温用鋼用ティグ溶接材料でも、化学成分の最適化によりバックシールドを省略できるタイプの製品を新たに開発しています。

ソリッドタイプのバックシールド省略施工については、2024年1月号の「ぼうだより技術がいど」に詳細を記載していますので、併せてご参照ください。
技術レポート（Vol.65 2024-1）
「高クロム鋼用バックシールド省略施工」
https://www.boudayori-gijutsugaido.com/gaido/catalog/techreport/#target/page_no=716

表1 バックシールド省略施工用ティグ溶接材料

鋼種	銘柄	タイプ
低温用鋼	TG-SX1NA	ソリッド
	TG-SX50LT	
2.25Cr-1Mo鋼	TG-SX2CM	ソリッド
5Cr-0.5Mo鋼	TG-SX5CM	ソリッド
9Cr-1Mo鋼	TG-SX9CM	ソリッド
9Cr-1Mo-V鋼	TG-SX91CM	ソリッド
ステンレス鋼	TG-Xシリーズ	フラックス入り

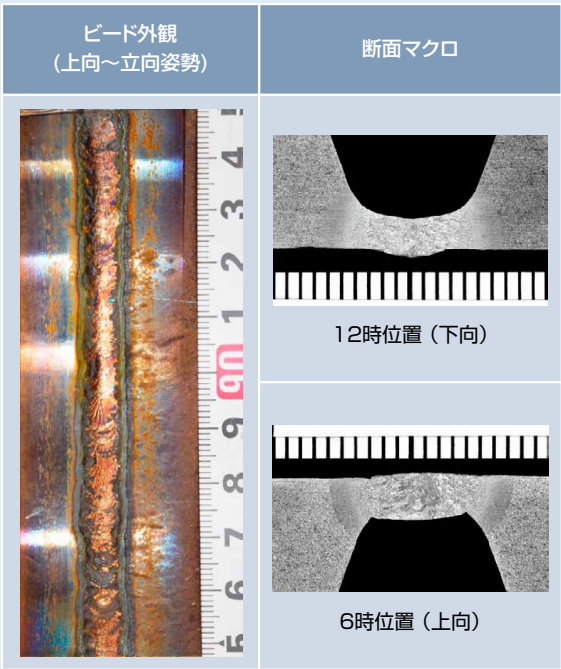


図2 TG-SX91CMの水平固定管の裏波ビード外観および断面マクロ一例（母材: 火STPA28）

（株）神戸製鋼所 溶接事業部門
技術センター 溶接開発部 磯野 晋也

※文中の商標を下記のように短縮表記しております。
TRUSTARC™ → T PREMIARC™ → P



サポーターリレー(四国地区)

こんにちは、西日本営業室 四国営業所の三好です。本コーナーで四国地区をご紹介しますのは、2年ぶりとなります。四国営業所は香川県高松市を拠点として、四国4県を管轄し、現在は当社3名・関連会社含めて5名の小規模な体制ではありますが、地域のお客様と密接な関係を築きながら営業活動を展開しています。今回は新型コロナウイルスの5類移行に再開した対面での講習会「Challenge 4 to Expert」と「溶接サポーター活動」についてご紹介いたします。

■「Challenge 4 to Expert」

講習会を通じた代理店様との交流や知識研鑽を目指し、①薄板、②鉄骨、③造船、④自動化と業種別選択式の内容で、2023年度に「Challenge 4 to Expert」を開催いたしました。タイトルに含まれる「4」は四国にかけてと、4つのテーマをすべて受講いただくと溶接エキスパートになれる！とのふれこみで、ネーミングをしています。

四国は特に造船業種が盛んなエリアでもあり、船級認定など造船に関わる溶接知識から法規関係、造船向け当社溶接材料を中心に説明を行い、造船顧客担当者様を中心に熱心な質問をいただきました。また、コロナ禍での自粛から対面での活動再開に向け不安なところもありましたが、最終的には開催数20回、14社延べ266名と多くの方に参加いただき、広く人の交流が図れたことにも感謝いたしております。



Challenge 4 to Expert 講習会

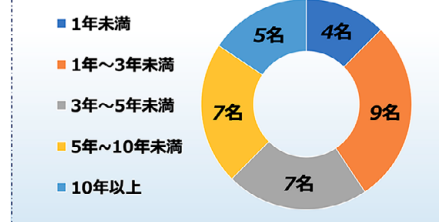
■「溶接サポーター～WES2級講習会」

24年3月には2年ぶりとなる「溶接サポーター講習会」を愛媛県新居浜市で開催いたしました。

溶接関連の業務経験は1年未満～10年以上と幅広い方々に参加いただき、製品知識と技術知識編に分けた座学とともに、溶接機のセッティングや実技を体験いただき、受講者32名中31名が新規サポーターとして無事合格されました。また当日アンケートを実施し、今後は商品・技術知識を意識した講習会の開催を望む声が一番多い結果となりました。学んだ知識は「能動的な拡販・提案活動に活かしたい」「溶接実技経験から、お客様の会話が理解できる」「ユーザ訪問を恐れず、製品に触れ、現場で動ける営業担当者」を目指すといった力強い言葉をいただき、これからも溶接への関心向上や人材育成にお役立ちできれば何よりと思います。また同年にWES2級取得に向けた講習会も開催し、受講者10名中8名が見事WES2級の資格を取得されました。

溶接サポーター参加者について

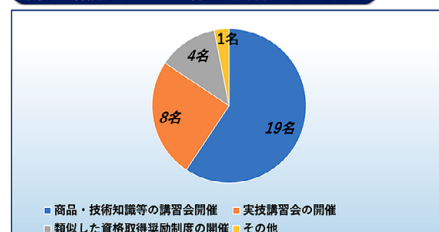
経験年数



経験年数

アンケート結果

今後の溶接サポーター活動に期待することは？



今後の溶接サポーター活動に期待することは？



溶接サポーター 座学



溶接サポーター 実技



溶接サポーター再認証活動 講習会

■「溶接サポーター再認証活動」

24年度より溶接サポーター資格取得者を対象に、3年ごとに講習会と試験を実施し、合格者の方に再認証資格を付与する制度が開始となりました。2025年3月末までに19社68名の方に受講いただき、68名すべての方が資格更新いただいております。溶接ワイヤの絡みやキンクといったトラブルは多くの方が経験されており、動画での発生メカニズムと対処方法の説明が特に分かりやすいと好評でした。また、これまで面識が少なかった方もおられましたが、講習会開催後に溶接材料選定などの技術相談の問い合わせも直接いただけるなど、再認証活動を通じて幅広い関係構築を図ることができました。

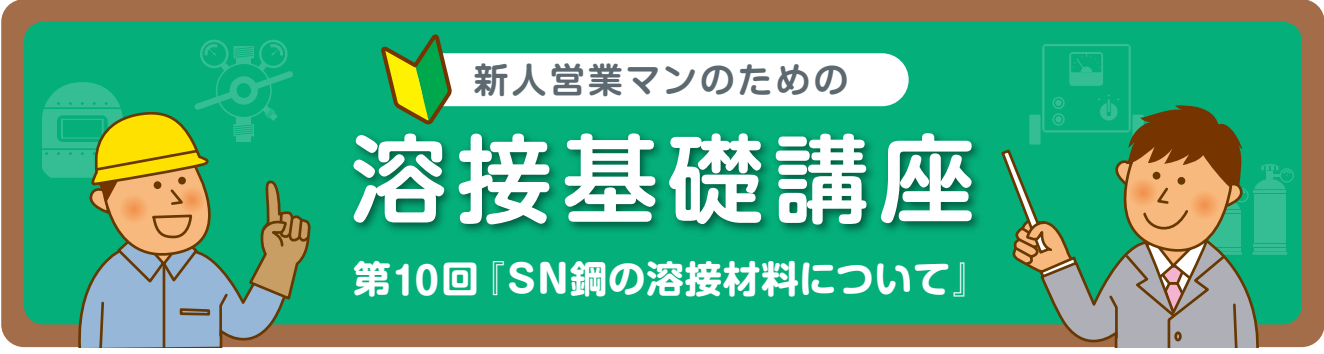
■最後に

四国営業所は少人数制ということもあり、全員が

溶接材料のみならず溶接システムの営業活動も兼務していることが特徴です。これからもワンストップサービスを意識し、地域の発展とお客様の満足のために、四国地区での活動をさらに充実させてまいります。

以上が、四国地区の至近のサポーター活動となります。今後も会員各社様のご繁栄と四国地区の溶接事業が一層の発展を遂げることを願っております。引き続き神溶会活動へのご協力を賜りますよう、何卒よろしくお願い申し上げます。

(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
西日本営業室 四国営業所 三好 寛明



第10回目は、「SN鋼の溶接材料」について解説をいたします。

高層ビルの構造は、鋼材の特徴である「軽量で粘り強い」という特性を活かした設計により、鉄骨にコンクリートで補強した鉄骨コンクリート造(SRC造)と、鉄骨を主にした鉄骨造(S造)などがあります。従来、これらに使用される素材である鋼材は、JIS適合品である一般構造用圧延鋼材(JIS G 3101)や溶接構造用圧延鋼材(JIS G 3106)が使われてきました。これらの鋼材は一般的な構造物に用いる材料であることから、建築構造物として使用してもすぐに問題になることはありません。しかしながら多くの大地震の経験から建物の再使用はできなくても、人的被害を最小限にするための研究が進められ、図1の鋼材の強度特性に示すような鋼材のもつ塑性域での変形能力を活用し、地震エネルギーを吸収させ、建物内の人や物の損害を最小限に抑えることができるようにとの観点から開発されたのが「SN鋼」です。

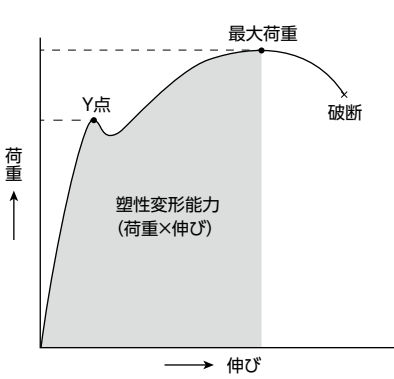


図1 鋼材の強度特性

1. SN鋼の概要

表1、表2に示すように、SN鋼は建築構造用圧延鋼材(New Structure)と呼ばれ、鋼材の引張強さにより400N/mm²級クラスのSN400A,B,C、490N/mm²級クラスのSN490B,Cに区分され、設計で想定される塑性変形(力を加えても形が戻らない変形)がおこるように、降伏点および降伏比の上限の規定をしています。さらに化学成分でP(リン)、S(硫黄)の上限値が低く設定され、鋼材の溶接性を表す炭素当量や、溶接時の割れやすさを表す溶接割れ感受性組成の上限も規定しています。また、柱材のように板厚方向の力の想定される鋼種(C)については、板厚方向の絞り値【材料の厚み方向の伸びやすさを示し「破断後断面積変化量÷元断面積×100(%)」で表される】を規定するとともに超音波検査を付加し、板厚方向の性能保持を図っています。

表1 SN規格とSS、SM規格の機械的性能の比較

項目	SS、SM								項目	SN					
板厚(mm)	降伏点 (N/mm ²)						引張強さ (N/mm ²)		板厚(mm)	降伏点 (N/mm ²)					引張強さ (N/mm ²)
	16 以下	16を 超え 40以下	40を 超え 75以下	75を 超え 100以下	100を 超え 160以下	160を 超え 200以下	100以下	100を 超え 200以下		6以上 12未満	12以上 16未満	16	16を 超え 40以下	40を 超え 100以下	100以下
SS400	245以上	235以上	215以上	215以上	205以上	205以上	400以上 510以下	400以上 510以下	SN400A	235以上	235以上	235以上	235以上	215以上	※ 400以上 510以下
SM400A,B	245以上	235以上	215以上	215以上	205以上	195以上	400以上 510以下	400以上 510以下	SN400B	235以上	235以上 355以下	235以上 355以下	235以上 355以下	215以上 355以下	
SM400C					-	-			SN400C		-	-	235以上 355以下	235以上 355以下	
SM490A,B	325以上	315以上	295以上	295以上	285以上	275以上	490以上 610以下	490以上 610以下	SN490B	325以上	325以上 445以下	325以上 445以下	325以上 445以下	295以上 415以下	※ 490以上 610以下
SM490C					-	-			SN490C		-	-	325以上 445以下	325以上 445以下	
-									グレードB、Cで降伏点上限規定のあるものは、降伏比80%以下 ※グレードA、Bの板厚6mm未満、グレードCの板厚16mm未満は規定なし						

表2 SN規格とSS、SM規格の化学成分 (mass%) の比較

項目		SS、SM					項目	SN								
	板厚(mm)	C max.	Si max.	Mn	P max.	S max.		板厚(mm)	C max.	Si max.	Mn	P max.	S max.	板厚(mm)	Ceq max.	Pcm max.
SS400	－	－	－	－	0.050	0.050	－	－						－	－	
SM400A	50以下	0.23	－	2.5×C 以上	0.035	0.035	SN400A	6以上100以下	0.24	－	－	0.050	0.050			
	50を超え200以下	0.25														
SM400B	50以下	0.20	0.35	0.60-1.50	0.035	0.035	SN400B	6以上50以下	0.20	0.35	0.60-1.50	0.030	0.015	40以下	0.36	0.26
	50を超え200以下	0.22						50を超え100以下	0.22					40を超え100以下		
SM400C	100以下	0.18	0.35	0.60-1.50	0.035	0.035	SN400C	16以上50以下	0.20	0.35	0.60-1.50	0.020	0.008	40以下	0.36	0.26
								50を超え100以下	0.22					40を超え100以下		
SM490A	50以下	0.20	0.55	1.65以下	0.035	0.035	－	－						－	－	
	50を超え200以下	0.22														
SM490B	50以下	0.18	0.55	1.65以下	0.035	0.035	SN490B	6以上50以下	0.18	0.55	1.65以下	0.030	0.015	40以下	0.44	0.29
	50を超え200以下	0.20						50を超え100以下	0.20					40を超え100以下	0.46	0.29
SM490C	100以下	0.18	0.55	1.65以下	0.035	0.035	SN490C	16以上50以下	0.18	0.55	1.65以下	0.020	0.008	40以下	0.44	0.29
								50を超え100以下	0.20					40を超え100以下	0.46	0.29

•炭素当量

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

•溶接割れ感受性組成

$$P_{CM} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$$

2. 溶接材料

溶接材料の選定については、従来の鉄骨建築で使われていた溶接材料が使用可能です。表3に代表的溶接材料を示します。

被覆アーク溶接は、主に組立溶接に使われますが、比較的ショートビードの溶接で急冷になりやすく、板厚が厚く溶接金属の割れが心配になるケースでは低水素系の被覆アーク溶接棒を選定します。

本溶接では、高能率・自動化を目標に炭酸ガスアーク溶接が多く使われています。厚板で短尺という鉄骨の溶接の特徴により高入熱・高パス間温度で施工することが多く、その結果溶接金属の強度が母材の強度以下になるおそれがあります。そのため使用するワイヤの種類により、適正な入熱量とパス間温度にて施工する必要があります。

GMAW用溶接材料【FMG-50(YGW11)】、【FMG-56(YGW18)】については、当社の **ARCMAN™** 鉄骨溶接ロボットシステムに適した【FMG-50R/56R】、**REGARC™** 搭載ロボットシステム専用に最適化された【FMG-50R(N)/56R(N)】、および **NEW REGARC™** 搭載ロボットシステム専用ワイヤである【FMG-50R(A)/56R(A)】をそれぞれラインナップしています。

表3 軟鋼～550N/mm²級鋼用溶接材料の代表例

溶接法	銘柄	JIS	主な用途
SMAW	FB-14	JIS Z 3211	E4319 U 造船、車両、建築などの構造物の溶接
	FZERODE-44		E4303 車両、軽量鉄骨、建築などの一般構造物の溶接
	FLB-26		E4316 U 造船、建築、橋梁、压力容器などの溶接
	FLB-52		E4916 U 造船、橋梁、建築、压力容器などの溶接
	FLB-52T		E4948 造船、橋梁、建築などのタック溶接
GMAW	FMG-50/50R/50R(N)/50R(A)	JIS Z 3312	YGW11 鉄骨などの突合せおよびすみ肉溶接
	FMG-50T		YGW12 重ね、すみ肉、突合せのショートアーク溶接に適する
	FMG-56/56R/56R(N)/56R(A)		YGW18 鉄骨などの突合せおよびすみ肉溶接
FCAW	FDW-Z100	JIS Z 3313	T 49J 0 T1-1 C A-U (旧 YFW-C50DR) 造船、橋梁、建築、タンク、鉄骨などの突合せおよびすみ肉溶接
	FMX-Z100		T 49J 0 T15-0 C A-U (旧 YFW-C50DM) 鉄骨、産機、建機などの突合せおよびすみ肉溶接
	FMX-Z100S		T 49J 0 T1-0 C A-U 突合せおよびすみ肉溶接 (下向、横向) に適する
	FMX-Z200		T 49J 0 T1-0 C A-U (旧 YFW-C50DM) 造船、橋梁、機械、車両、鉄骨などの下向すみ肉および水平すみ肉溶接
SAW	FMF-38/FUS-36	JIS Z 3183	S502-H 相当 産機、製缶、鉄骨、橋梁などの突合せおよび下向すみ肉溶接
	FMF-38A/FUS-36		S502-H 相当 鉄骨、橋梁などの突合せおよび下向すみ肉溶接
	FMF-53/FUS-36		S501-H 相当 鉄骨、橋梁などのすみ肉溶接
	FPF-I53ES/FUS-36L		S532-H 相当 鉄骨などのボックス柱角継手溶接

※文中の商標を右記のように短縮表記しております。 **FAMILIARC™** → **F**

Turning Point

成功への分岐点

コミュニティに交わって
暮らしながら、表現する

Profile

大阪府出身。京都精華大学・同大学院で学び、1996年に陶芸家として独立。2003年、京都市立芸術大学博士課程を満期退学。自らの立体造形作品を発表する傍ら、指導者としての経験も長い。

Vol.
02

教えることは学ぶこと。 豊かな学びの円環をつくる

陶芸家 生駒 啓子さん

京都西陣、紋屋町。町内に紋織りの技法を発明した西陣織の織屋があったことに由来する地名だ。江戸時代中期には、宮中に収める有職織物を取り仕切った“御寮織物司”と呼ばれた織元六家のうちの五家までが紋屋町内にあったとされる。そのうち三上家は、紋屋町に現存する唯一の紋屋である。紋屋町の三上家路地は、石畳の路地の正面奥に三上家が位置し、その両脇に棟続きの職人長家が連なる。陶芸家・生駒啓子さんが地元の大阪からこのうちの一軒に移り住んだのは、1996年のことだ。長屋の築年数は、現在およそ150年。歴史ある西陣の町の記憶を繋ぎながら、ここにはいまでも、路地に暮らす人々の足音と声が朗らかに響いている。

築150年の京町家を 作品制作の拠点に

生駒啓子さんのアトリエ探しは難航していた。大学院在籍中に陶芸の窯を買い、お金を貯めて、あとは場所さえあれば独立の準備が整うのだが、いい物件が見つからない。京都の民間団体、町家倶楽部ネットワークについての新聞記事を目にしたのは、ちょうどそんな時だった。

町家倶楽部は、京町家の家主と家を借りたい人との橋渡しを行っていた団体だ。明確な定義はないが、一般的には1950年より以前に建築された木造家屋のことを京町家と呼んでおり、特に京都・西陣地区の京町家の多くは、元々、西陣織の職人たちが働きながら暮らした職住一体型の家である。1990年代当時、こうした町家の多くが廃業などで空き家になっていた。かつて織機を設置していた広い土間は、陶芸の大きな窯を置くにはうってつけだ。

団体の説明会には、数百人もの候補者が詰めかけた。レストランやギャラリーな

ど事業を目的としたビジネスマンの姿も多く、少し怯みはしたが、生駒さんは、ただの学生だからこそできることもあると考えたという。「私にはお金も実績もないけど、他の候補者よりも時間だけはある。だから自分の足を使って、何度も通って探すことにしたんです」。

町家の借り手は、家賃さえ払えば誰でもいいというわけではない。地縁の強い土地柄で、家主側は、コミュニティに協力的で信頼できる借り手を強く求めている。生駒さんは、西陣へ何度も通ううちに世話役を務めてくれる町家倶楽部のメンバーと言葉を交わすようになり、次第に親しくなったという。生駒さんが三上家長屋の最初期の入居者に選ばれたのは、そうして築いた人間関係の延長線上での結果だった。

ピークスキルでの エクスチェンジ・プログラム

西陣での制作活動は、同じように京町

家で暮らすクリエイター仲間らも含め、刺激的な出会いに恵まれた。

1999年、生駒さんはアメリカ・ニューヨーク州ピークスキル市に滞在することになる。ピークスキルはアーティスト居住区を有し、国内外から積極的にアーティストを誘致している街だ。ニューヨークから西陣へ視察にやってきた都市プランナーが、生駒さんの作品を見て2か月間のエクスチェンジ・プログラムに参加しないかと声をかけてくれたのだ。

そこからは怒涛の勢いで、住む場所と作業場、資材をなんとか手配し、2か月間で制作から作品発表までをやり遂げた。文化や習慣の違いに戸惑うことはあったが、仕事や生活の雑事にペースを乱されず、ただ造形表現に没頭する時間は、日本国内では得がたい貴重なものだったという。英語力が不十分でも目の前に作品さえあれば、言葉の壁を越えて交流できた。当時出会った人たちとの親交は、今も続いているという。

学びたい人の 意欲と機会を支える

ピークスキルから帰国した後、生駒さんは京都市立芸術大学の博士課程に進学した。その後は母校でもある京都精華大学で、非常勤講師として18年間もの長きにわたり勤めたほか、現在は京都芸術大学の通信課程で対面授業を受け持つ。また、自身のアトリエでも「生駒啓子陶芸教室」を開き、約20名の生徒と日々作品づくりに向き合っている。

生駒さん自身は、学生時代からずっと昔ながらの師弟関係の中で育ってきた。展覧会に向けて、連日制作に追われる日々だった。師の言葉に黙って従うのが当たり前で、褒められる機会も多くはなかった。いざ自分が教壇に立ってみると、自身の経験と、現在の大学や学生の置かれた環境との違いに戸惑うことも少なくない。少子化やカリキュラムの変化に伴って、教えることの難しさも増しているように感じるという。

一方で、現在の生駒さんの教え子には80歳を過ぎた生徒もいれば、病気や子育てのため学びたいときに学べなかったという人もいる。生徒一人ひとりの背景に触れるたび、再び学ぼうとする意志を支えることに喜びを感じる。

「皆さん、それぞれの人生を持ち寄ってください、少しずつ分けてもらっているような気がするんです。技術を教えるだけでなく、人と人との関係が続いていくことが嬉しいですね」。

年に一度の「生駒啓子陶芸教室作品展」は、今秋2025年で開催20回目を迎える。老若男女、動機も背景もさまざまな生徒たちの力作がずらりと並ぶ。当初は生活のために始めた教室だったが、今になって思えば「一人で制作するよりも、日々がずっと充実している」と生駒さんは

感じている。一筋縄にはいかないにせよ、それでも、教える仕事はやっぱり面白い。

貪欲に学び、 成果をコミュニティに還す

京都精華大学・京都市立芸術大学の卒業生を中心に、生駒さんの師でもある佐藤敏氏から学んだ同門の教え子が集まり、絵付けを学ぶ勉強会「陶画塾」では、年に一度の「陶画塾展」が開催される。

生駒さん自身は、もともと絵付けに苦手意識を持っており、作品に絵を描くことはほとんどなかった。それでも、卒業後に何年も経ってからの「陶画塾」の誘いには「もう一度、佐藤先生の教えを受けられるなら」と迷わず応じ、参加を決めた。

忙しい中で通い続けるのは大変だったが「教える立場にある自分こそ、学びをやめてはいけない」という思いが支えになったという。あるときから陶画塾の運営の手伝いを任されるようになったことも、苦手を乗り越えるきっかけのひとつになった。続けていると、楽しさも増えてくるものだ。生駒さんは、佐藤氏が亡くなってからの現在も「陶画塾」で学び続けている。

生駒さんは、元来、学ぶことが好きだ。たとえば金継ぎを学んだのも、はじめは単に、陶芸家として知っておいた方がいいと考えただけのこと。決して使うあてがあつて学んだわけではないが、今では金継ぎ、絵付けともに大学で授業を受け持つこともある。2019年には渡米し、現地作家の作品に金継ぎをする機会にも恵まれた。いっどこで何の役に立つのかはわからなくても、それでもいつも、学んで身につけたものが、不思議と生駒さんの進む道を拓いていく。

しかし、家庭のこと、親のこと、自分の健康のこと……、歳を重ねるたびに考えねばならないことは増える。教える仕事の

手は抜けないが、造形作家として自身も成果を出さねばならない。

「時間は平等ですから、立ち止まる時間が増えていくのはみんな同じだと思うんです。でも、アメリカで制作をしてい



2021年の陶画塾展、
生駒さんの作品「鉄絵花草文睡蓮鉢」



「生駒啓子陶展 一確かなもの 不確かなもの」

ると、向こうの人はもっと人生を謳歌している感じがしたかな。彼らはいつから始めても遅くない、何歳からでもアーティストになれると言う。私も、まだまだ納得のいく作品を作りたいし、世界のいろんなところに行って、見たいもの、やってみたくことがたくさんある。欲張りなんですよ」。

学び続け、経験を重ねるたびに、生駒さんのつくる世界は豊かに深みを増していく。



(取材・執筆／石田祥子)



生駒啓子陶芸教室作品展



陶芸教室の様子

非破壊試験（第2回）「超音波探傷試験（UT）」

1. はじめに

溶接部の健全性を評価する非破壊試験(Non-destructive Testing、NDT)として、第1回では、放射線透過試験(Radiographic Testing、RT)の概要をご紹介しました。第2回は、超音波探傷試験(Ultrasonic Testing、UT)の概要についてご紹介します。

超音波探傷試験は、超音波の反射で材料中の不完全部または不連続部である「きず」を探す試験方法です。試験方法にはパルス反射法、透過法や共振法がありますが、最も広く実施されているのはパルス反射法です。今回は、パルス反射法による超音波探傷試験について解説します。

パルス反射法では、超音波探触子から指向性の強い超音波パルスを金属材料中に導入し、その反射で材料中のきずを検出し、位置や寸法を測定します。パルス波は、非常に少ない回数だけ振動する波です。たとえば、水面に水を上から連続して流し落としたときに水面に広がる波を連続波とすれば、水を一滴垂らしたときに水面に広がる波がパルス波と考えればよいでしょう。

なお、JIS Z 2300「非破壊試験用語」によれば、超音波とは「超音波探傷試験に用いる縦波、横波などの波の総称」で、注記には「一般的には20 kHz以上とされる」とあります。ちなみに、人の可聴域は、20 Hz～20 kHzとされています。

2. 超音波探傷試験の概要

超音波探傷試験の代表的なJIS規格には、下記があります。今回はJIS Z 3060を代表として、概要を解説します。

- ・JIS Z 2344 「金属材料のパルス反射法による超音波探傷試験方法通則」
- ・JIS Z 3060 「鋼溶接部の超音波探傷試験方法」
- ・JIS G 0587 「炭素鋼鍛鋼品及び低合金鋼鍛鋼品の超音波探傷試験方法」
- ・JIS Z 2345-1「超音波探傷試験用標準試験片－第1部：A1形標準試験片」
- ・JIS Z 2345-2「超音波探傷試験用標準試験片－第2部：A7963形標準試験片」
- ・JIS Z 2345-3「超音波探傷試験用標準試験片－第3部：垂直探傷試験用標準試験片」
- ・JIS Z 2345-4「超音波探傷試験用標準試験片－第4部：斜角探傷試験用標準試験片」

超音波には縦波と横波があり、主に溶接部の評価には横波による斜角探傷、鋼材の健全性評価や膜厚調査には縦波による垂直探傷が行われています。鋼中では、横波の音速は約3 230 m/s、縦波は同約5 900 m/sです。

超音波探傷試験の実施状況を図1に、超音波探触子の

一例を図2に、それぞれ示します。図3は標準試験片を使用して作成した探傷器のエコー高さ区分線で、H線に対し6 dB低い（エコー高さが半分になる）線をM線、さらに6 dB低い線をL線としています。JIS Z 3060では検出レベルの設定をM線を超えるきずを対象とするM検出レベル、またはL線を超えるきずを対象とするL検出レベルのいずれかとしています。一般的には、L検出レベルを採用することが多いようです。また、エコー高さの領域区分を、表1に示します。



図1 超音波探傷試験の実施状況



図2 超音波探触子の一例



図3 エコー高さ区分線

表1 エコー高さの領域区分

エコー高さの範囲	エコー高さの領域
L線以下	I
L線を超えM線以下	II
M線を超えH線以下	III
H線を超えるもの	IV

①使用器材の例

- ・超音波探傷器：
Aスコープパルス反射型デジタル探傷器
- ・超音波探触子：
斜角探触子(5C10×10A70、公称周波数5 MHz)
垂直探触子(2Z20N、公称周波数2 MHz)
- ・試験片：
1) 標準試験片：STB-A1
・入射点、屈折角の測定および測定範囲の調整用
2) 対比試験片：RB-41
・エコー高さ区分線の作成および探傷感度の調整用
・試験体と同等の音響特性の鋼材
- ・接触媒質：
1) 標準試験片にはマシン油
2) 対比試験片および試験体にはグリセリンペースト
- ・工具類：
グラインダ、タガネ、ハンマ、チッパ、ウエス、
有機溶剤、防錆油など

②斜角探傷試験

斜角探傷試験は、地震の震源を決定する三角測量法と同じような方法で実施されます。地震の震源は図4のような観測点が3箇所あれば観測点を中心とした地中における半球の交点から決定できますが、斜角探傷試験では標準試験片を用いて測定した斜角探触子の屈折角および鋼中の横波の速度に基づくきずからの反射時間で測定したビーム路程(距離)によって、試験体表面における「探触子きず距離」と同表面からの「きず深さ」を決定します。

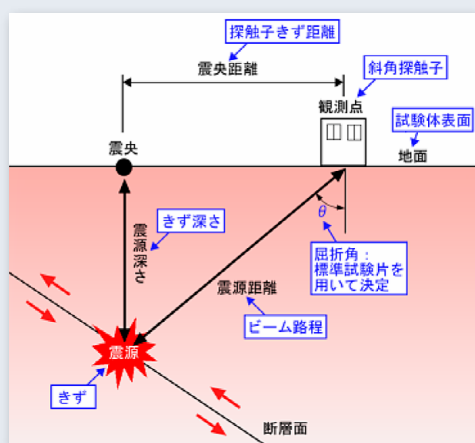


図4 地震用語を超音波探傷試験に置き換えた場合
(青字：斜角探傷試験における用語)

斜角探傷試験の概要ときず位置の推定方法を、図5に示します。超音波パルスをきずに直接当てる方法を直射法、検体の反対側表面で一度反射させる方法を一回反射法といいます。表面近傍のきずは直射法では検出が難しいので、一回反射法で探傷します。

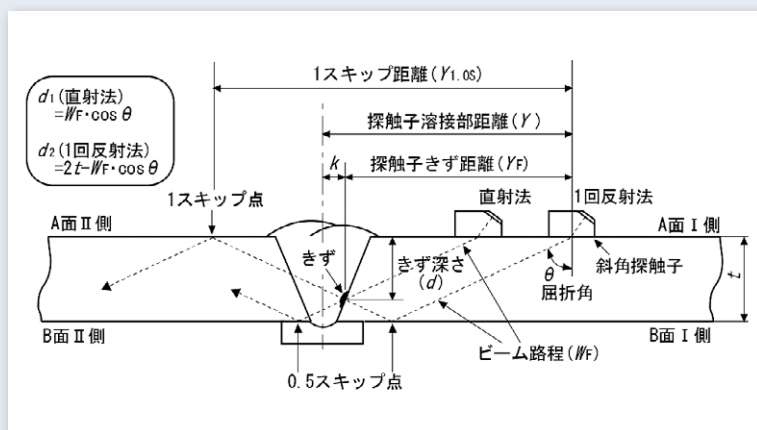


図5 斜角探傷試験の概要およびきず位置の推定方法

きずの位置は、下記の計算式で求めることができます。

〈直射法によるきずの位置の測定〉

- ・きずの深さ : $d = W_F \cdot \cos \theta$
- ・探触子きず距離 : $Y_F = W_F \cdot \sin \theta$
- ・基準線からきずまでの水平距離 :
 $k = Y - Y_F = Y - W_F \cdot \sin \theta$

〈一回反射法によるきずの位置の測定〉

- ・きずの深さ : $d = 2t - W_F \cdot \cos \theta$
- ・探触子きず距離 : $Y_F = W_F \cdot \sin \theta$
- ・基準線からきずまでの水平距離 :
 $k = Y - Y_F = Y - W_F \cdot \sin \theta$

きずの指示長さは、最大エコー高さを示す探触子溶接部距離において探触子を左右走査しエコー高さがL線を超える移動距離として、1 mmの単位で測定します。この方法は、L線カット法とも呼ばれています。ただし、公称周波数2 MHz～2.5 MHzの探触子を使用する場合には、最大エコー高さの1/2(-6 dB)を超える探触子の移動距離とします。この方法は、6 dBドロップ法とも呼ばれています。

③垂直探傷試験

垂直探傷試験によるきずの検出の概要を、図6(a)に示します。垂直探傷試験では標準試験片を用いて時間軸を調整すれば、超音波パルスが試験体に入射されて反射波が帰ってくる時間に縦波の音速を掛けることで、きずまたは試験体底面の反射源までの距離であるビーム路程(W_F または W_B)を求めることができます。

きずの指示長さは、最大エコー高さを示す位置の周囲を走査し、エコー高さがL線を超える探触子の移動距離(長径)とします(L線カット法)。ただし、探触子を接触させる部分の板厚が75 mm以上で、周波数2 MHzの探触子を使用する場合のきずの指示長さは、図6(b)～(c)に示すように、最大エコー高さの1/2(-6 dB)を超える探触子の移動距離とし1 mmの単位で測定します(6 dBドロップ法)。

非破壊試験（第2回）「超音波探傷試験（UT）」

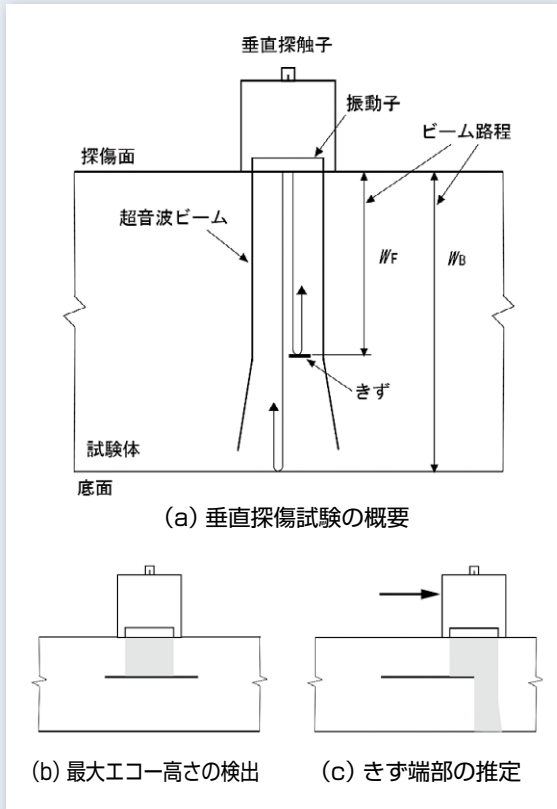


図6 垂直探傷試験の概要および最大エコー高さの検出からのきず端部の推定方法

3. きずの像の分類

斜角探傷試験および垂直探傷試験で検出されたきずは、JIS Z 3060附属書G「試験結果によるきずの分類方法」に従って、きずエコー高さの領域およびきずの指示長さにより表2のとおり分類します。

表2 きずエコー高さの領域およびきずの指示長さによるきずの分類（単位：mm）

領域		M検出レベルの場合はⅢ L検出レベルの場合はⅡおよびⅢ			Ⅳ		
板厚		18以下	18を超え 60以下	60を 超えるもの	18以下	18を超え 60以下	60を 超えるもの
分類	1類	6以下	$t/3$ 以下	20以下	4以下	$t/4$ 以下	15以下
	2類	9以下	$t/2$ 以下	30以下	6以下	$t/3$ 以下	20以下
	3類	18以下	t 以下	60以下	9以下	$t/2$ 以下	30以下
	4類	3類を超えるもの					

注記： t は、開先を取った側の母材の厚さ。ただし、突合せ溶接で突き合わせる母材の板厚が異なる場合は、薄い方の板厚とする。

4. 注意事項

探傷器の画面上には探傷の妨害となる溶接継手の裏当て金などに起因する形状エコー、残留エコー、林状エコーおよび斜角探触子のくさび内エコーなどの妨害エコーが現れることがあり、得られたエコーがきずエコーか妨害エコーかを判断する必要があります。その判断には、試験体の外観観察および開先形状の確認などが重要となります。

5. おわりに

今回、非破壊試験の解説の第2回として、パルス反射法による超音波探傷試験の概要、きずの像の分類方法および注意事項をご紹介しました。

超音波探傷試験は探傷器の調整、探触子の操作およびエコーの検出に技量が必要で、得られたエコーがきずによるきずエコーか試験体形状などに起因する妨害エコーか判断する力量も求められます。弊社には経験豊富な試験員がおりますので、超音波探傷試験の実施の際には、ぜひご相談・ご用命いただくと幸いです。

次回の第3回は、磁気探傷試験を解説します。

■非破壊試験（第1回）「放射線透過試験（RT）」

https://www.boudayori-gijutsugaido.com/gaido/catalog/exam/#target/page_no=197

コベルコ溶接テクノ(株) 品質保証グループ
グループ長 中川 武
(保有資格：RT3、UT3、MT3、PT3)
<https://www.kobelco-kwts.co.jp/>



●神溶会コーナー-2

Mail from Netherlands

『KWE 30周年記念式典』

KOBELCO WELDING OF EUROPE B.V. 榊山 一規



こんにちは！2023年1月よりオランダKobelco Welding of Europe B.V. (KWE)駐在の榊山と申します。KWEは神戸製鋼グループの欧州初の製造拠点として1994年にオランダ南部ヘールレン市に設立されました。1995年よりステンレス鋼フラックス入りワイヤ(FCW)の製造を開始し、現在では軟鋼、低合金鋼、Ni基合金などさまざまな鋼種向けのFCWを製造しています。造船、エネルギー、一般建築など幅広い業界のお客様へ製品を供給し、安定した高品質の溶接材料が幅広い業界から高い評価をいただいております。KWEでは得意とするエネルギー分野での活動を強化し、海洋構造物や陸上パイプラインプロジェクトにおいてKOBELCO製品を採用いただけるよう注力しています。さらに至近は、欧州で注目を集める再生可能エネルギーやカーボンニュートラル関連構造物に対する溶接材料ニーズ調査を通じて、新たなお客様の獲得を目指しています。当社は2025年9月15～19日ドイツエッセン市で開催される世界有数の溶接・切断の展示会「Schweissen & Schneiden」への出展を計画しております。もしご関心をお持ちいただけましたら、ぜひ当社のブースにお立ち寄りください。

さて、KWEは今年ステンレス鋼FCW製造開始から30周年を迎え、5月23日に記念式典を開催しました。式典には、神戸製鋼 末永事業部門長をはじめシェアホルダーの皆様、KWEの工場が所在するヘールレン市の市長・副市長、設立期から協力関係にあるオランダ外国投資庁、リンブルグ州地域開発機関の幹部をご招待し、KWEメンバー含む総勢94名が出席しました。来賓の皆様からご祝辞をいただいた他、ヘールレン市長より地元画家によるKWE社周辺の風景の記念スケッチの贈呈、記念植樹、末永事業部門長による勤続15、20、25、30周年の社員の表彰が行われ、これまでの30年の歩みを祝し、今後の発展を願う盛大なイベントとなりました。

最後にオランダでの生活にも触れておきます。私自身、KWE赴任まで一度も欧州旅行の経験がなかったこともあり、最近は近場の欧州旅行が休みの楽しみです。KWEの

あるリンブルフ州はベルギー、ドイツ、オランダの国境付近にあり、それぞれの国の観光名所に気軽に訪れることができます。日本人駐在員が住むマースリヒトは、リンブルフ州の州都であり、いかにも欧州らしい歴史ある美しい街です。オランダといえば北海沿いのキューケンホフ公園のチューリップやキンデルダイクの風車が有名ですが、オランダに来られた際は、ぜひ南部にも足を運ばれてはいかがでしょうか。



末永事業部門長式典挨拶



贈呈されたKWE社周辺のスケッチ



マーストリヒトを流れるマース川と旧市街（筆者撮影）

表紙のことば

日本の風景

世界自然遺産・屋久島・鹿児島



太古の記憶を今に伝える生命の森、世界自然遺産・屋久島 ―鹿児島県屋久島町

鹿児島県の南方、およそ60kmの海上に浮かぶ屋久島は、面積の約9割を森林が占める自然の宝庫です。年間を通して雨が多く、「ひと月に35日雨が降る」と言われるほどの多雨の気候は、豊かな生態系を育んでいます。島内には標高差に応じた多様な植物群落が垂直分布しており、南北に長い日本の自然植生をひとつの島の中で見ることができます。

標高1,000メートル以上の山岳地帯には、樹齢数千年に及ぶ屋久杉が自生し、なかでも屋久島最大の杉「縄文杉」は象徴的な存在として知られています。湿潤な気候は苔やシダの繁茂を促し、足元に広がる緑の絨毯が神秘的な森の風景を彩ります。

平成5（1993）年には、島の一部がユネスコ世界自然遺産に登録され、希少な自然環境の保全が図られています。屋久島の森は、生命の営みと時を超えた美しさを静かに物語っています。

