

ぼっだより

Vol.517

技術がいと

2023 Spring

●技術レポート

鉄骨溶接ロボットシステム

バス間温度測定機能のご紹介



2 技術レポート

鉄骨溶接ロボットシステム
パス間温度測定機能のご紹介

6 特集

初となる 全国溶接技術競技大会 2部門同時出場

9 営業部ニュース-1

新人営業マンのための溶接基礎講座
第1回「ながし」

11 知恵袋コーナー | 用語解説

異材溶接

13 ほっとひといき | 日本の素材百科

果実・種と植物油

15 営業部ニュース-2

溶接ご法度集 -27

各種母材におけるご法度(2) ステンレス鋼編 その3

17 営業部ニュース-3

ユーザールポ 株式会社残間金属工業

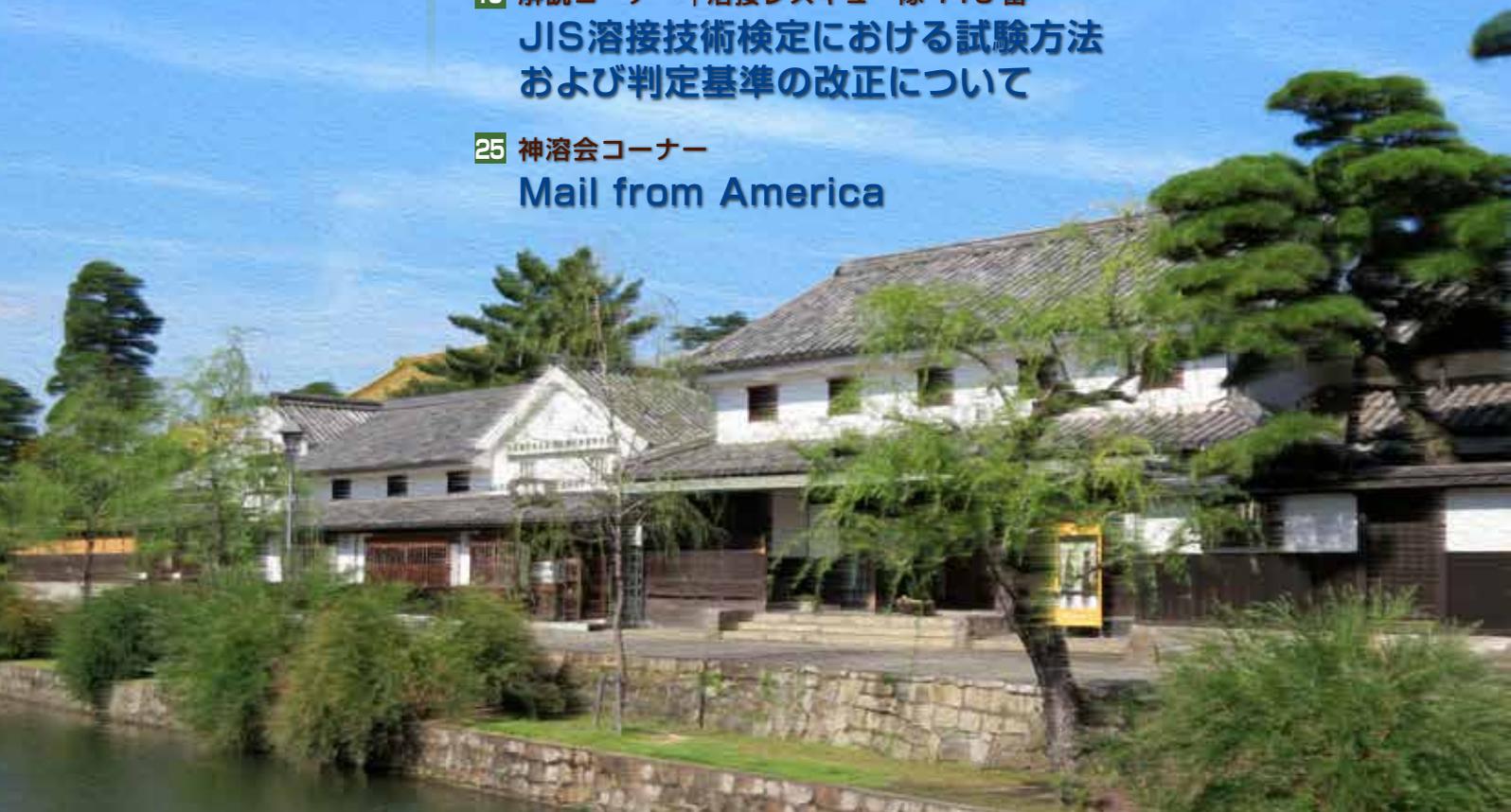
「地域」に愛され「社会」に貢献する企業であり続ける

19 解説コーナー | 溶接レスキュー隊 119 番

JIS溶接技術検定における試験方法
および判定基準の改正について

25 神溶会コーナー

Mail from America



鉄骨溶接ロボットシステム パス間温度測定機能のご紹介

新井 敦士 (株) 神戸製鋼所 溶接事業部門 技術センター 溶接システム部

1. はじめに

日本溶接協会が認定している溶接技能者数は、ここ20年の間20万人前半で横ばい推移しています¹⁾。しかし少子高齢化により溶接士の減少が考えられ、鉄骨ファブリケータにおいても人手不足が加速し、効率化や省人化を実現する自動化システムの需要がさらに高まることが予想されます。当社鉄骨溶接ロボットシステムは、長時間無人運転を実現するために、スラグ自動除去機能やエラースキップ機能など多くの機能・機器を開発してきました²⁾。

溶接部の適正な性能を確保するため、2000年に建築基準法が改正され、鉄骨製作工場の工場認定制度の性能評価基準では鋼材、ワイヤ種ごとに入熱やパス間温度管理の基準が定められました(表1)。これにより、単一継手ではパス間温度が管理値以下になるまで待つ必要があるなど、サイクルタイムが長くなることが課題となっています。

本レポートでは、これまで開発したパス間温度管理による待ち時間を削減する機能と、新たに開発したパス間温度の測定を自動化し、サイクルタイム短縮を実現するためのパス間温度測定機能について紹介します。

2. パス間温度管理と
これまでの当社の取組み

パス間温度とは、多層溶接において、次のパスを溶接する直前の溶接パスおよび近傍の母材の温度のことであり、継手の指定された位置のパス間温度が管理値以下(下限値は予熱に必要とされている温度)となるように溶接することが必要です。母材の温度が管理値以下になるまで次パスの溶接を開始できず、待機する時間が発生します。このような課題を解決するために当社ではパス分割機能とパス間停止機能を開発しました。

2.1 パス分割機能

パス分割機能とは、複数の継手を溶接する場合、1パスか複数パスに分けて溶接する機能です。一括で単一継手を溶接する場合よりもパス間温度の上昇を抑えることができます。表2にパス分割機能の仕様を示します。また本機能では、全継手の溶接を同時進行的に行えるためスラグ除去を全継手一括で行うことができ、トーチの持ち替え動作を削減することでサイクルタイムの短縮が可能になります。

表1 溶接材料と入熱量・パス間温度³⁾

鋼材の種類	溶接材料		入熱(kJ/cm)	パス間温度(°C)
400 MPa 級鋼	JIS Z 3312	YGW11、15	40 以下	350 以下
		YGW18、19	30 以下	450 以下
490 MPa 級鋼	JIS Z 3312	YGW11、15	30 以下	250 以下
		YGW18、19	40 以下	350 以下
400 MPa 級鋼 STKR・BCR・BCPに限る	JIS Z 3312	YGW11、15	30 以下	250 以下
		YGW18、19	40 以下	350 以下
490 MPa 級鋼 STKR・BCPに限る	JIS Z 3312	YGW18、19	30 以下	250 以下

表2 パス分割機能

オプション	内容
1パス目のみ分割	各継手で1パス目のみを溶接し、残りの継手を一括で溶接します。
パス分割	各継手を1パスか複数パスで分割します。

2.2 パス間停止機能

パス間停止機能とは、ロボットを任意のパスの溶接開始前にあらかじめ指定した時間だけ停止させる機能です。表3にパス間停止機能の仕様を示します。パス分割機能の効果を発揮し、溶接線の少ないワークに効果的です。

3. 非接触式温度センサを使用したパス間温度測定機能

従来の機能では、あらかじめ継手別にパス間温度を人が測定・記録し、どのように動かすかを判断する必要があります。また、パス分割機能では、ロボットが継手間を移動する回数が増えるため、パス間温度を超えないよ

うな継手についてはサイクルタイムが長くなるなどの課題がありました。これらの課題を改善するため、パス間温度測定機能を開発しました。ロボットに非接触の温度センサを搭載し、温度測定をロボットが実施します。通常運転中もパス間温度測定が可能となり、機器の精度範囲内で母材の温度を測定します。測定したパス間温度は自動で記録します。これにより、サイクルタイムの短縮、安全性の向上、ヒューマンエラーの防止、省人化によるトータルの生産性向上を実現します。

3.1 システム構成

パス間温度測定機能のシステム構成を図1に示します。ロボットの手首に温度センサを取り付け、温度センサを使用するときのみ開くスパッツ防止カバーを装

表3 パス間停止機能

オプション	内容
タイマ	ロボットはパス間停止時に設定した時間が経過するまで待機し、その後動作を再開します。
一時停止	次のパスを溶接する際に外部入力待ちとなり、外部入力待ちスイッチをオペレータが入力することで動作を再開します。

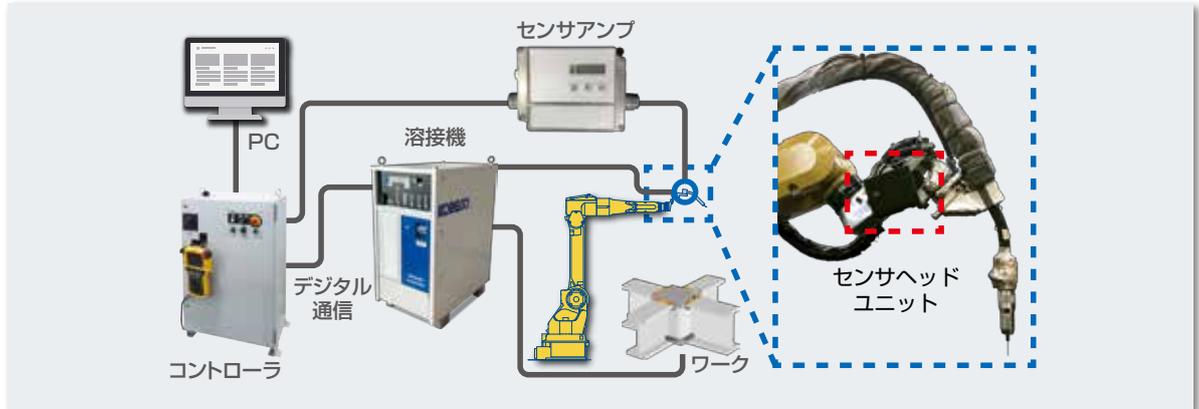


図1 パス間温度測定機能のシステム構成

表4 温度センサ仕様

項目	内容
測定温度範囲	100℃～550℃ 100℃以下の場合は“100℃以下”と表記する。 550℃以上の場合は“550℃以上”と表記する。
測定視野	約φ15mm 測定距離510mmにおけるスポット径
測定精度	±9.1℃ 周囲温度23℃、測定対象温度250℃での、 表面状態などの影響を除いた計算値
使用周囲温度	-20～+85℃（ヘッド）
付帯機器	レーザー光源（赤色・ライン型） クラス2（JIS C 6802）

鉄骨溶接ロボットシステム パス間温度測定機能のご紹介

着しています。溶接動作に影響のない位置配置や構造にすることで温度センサとトーチの持ち替え動作を不要としました。

温度センサの仕様を表4に示します。測定温度範囲は100～550℃です。また温度センサについては使用時間や環境の変化により誤差が生じる可能性があり、当社では1年ごとの定期校正を推奨しています。また付帯機器として十字のラインポインタを搭載しており、測定中は図2のとおり、目視でも狙い位置が確認できます。付属の治具を使用することでセンサの取り付け位置にずれがないかを判断することができます。

温度センサから取得したデータはセンサアンプとコントローラを経由しPCに送信され、測定した温度はPCモニターと教示ペンダント画面で確認できます。

3.2 パス間温度測定フロー

3.2.1 鉄骨ソフトの入力

パス間温度測定機能の処理フローを図3に示します。鉄骨ソフトでワークサイズに加え、ワイヤ種別とパス間温度の設定値を入力し、溶接をスタートします(図3青枠)。設定値には初期値として表1で示した各継手のパス間管理温度を設定しています。人手作業はここまでで、以降は自動で処理し、ワークサイズに合わせた教示データを生成後、ロボットの動作を開始します。

3.2.2 パス間温度の測定

ロボットは、溶接開始直前に測定箇所へ移動し温度を測定します(図3橙枠)。測定箇所は図4に示すとおり、溶接線の中央かつセンシングで検出した開先から



図2 パス間温度測定時の様子

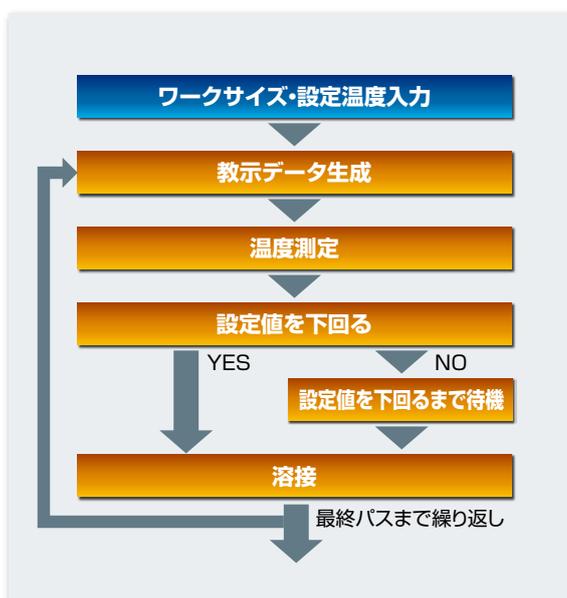


図3 パス間温度測定機能のフロー

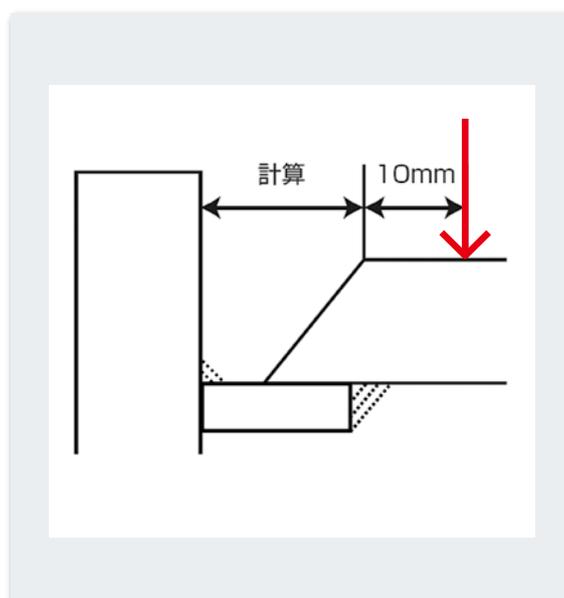


図4 パス間温度測定箇所

10mm離れた箇所です。ここで設定値より温度が高い場合は設定値以下になるまでロボットが待機します。測定中の温度は、図5に示すとおりPCの画面で確認でき、測定した温度が設定値以下になるとロボットが溶接を開始します。これを最終パスまで繰り返します。



図5 パス間温度測定時のPCモニタの様子

3.3 パス間温度の記録

当社では溶接電流、アーク電圧、入熱量などを自動で記録し、施工レポートとして出力する機能があります。この施工レポートには、パス間温度を記入する項目を用意していますが、従来は人が測定したパス間温度を記入する、またはPCから入力する必要がありまし

た。本機能を使用することで、測定したパス間温度のデータを自動で入力できます(図6)。これにより温度データの入力作業の削減や入力ミスを防止できます。

4. おわりに

当社鉄骨溶接ロボットシステムで新たに開発したパス間温度測定機能について紹介しました。本機能により作業者がパス間温度の測定に要している時間を他の作業に活用でき、サイクルタイム短縮や品質安定化が期待できます。またパス間温度測定のために、作業者が安全防護柵の中で作業することがなくなり、安全性の向上も実現できます。

今後も、溶接品質向上、生産効率向上および省人化を実現する製品・機能を開発し、お客様の課題解決に貢献していきます。

参考文献

- 1) 一般社団法人日本溶接協会溶接情報センター：
溶接関係の統計 - 溶接技能者認証者数の推移 -、
<http://www-it.jwes.or.jp/statistics/statistics2.jsp>、
(2023-02-22)
- 2) 橋本潔ほか：鉄骨溶接ロボットシステムの開発状況、
R&D神戸製鋼技報、Apr.2002、Vol.52 No.1、pp.64-67
- 3) 日本建築学会編「鉄骨工事技術指針・工場製作編」
2018、p.384

工事名称					作業日	2022/06/30
柱番号					ロボット名称	
継手名					オペレータ	
母材		部位		コラム	記録者	
板厚	32mm	ルート間隔	8.9mm	横層図		
開先角度	35°	溶接姿勢	下向姿勢			
溶接材料	規格					
	ワイヤ径					
	メーカー					
	銘柄					
管理	パス間温度	250°C				
	溶接入熱	30000J/cm				
パス	区間	溶接電流(A)	アーク電圧(V)	溶接速度(cm/min)	溶接入熱(J/cm)	パス間温度(°C)
1	直線	318	34.8	24.0	27666	100°C以下
	コーナ	301	33.3	24.0	25058	
2	直線	295	35.8	26.8	23644	100°C以下
	コーナ	289	34.4	26.2	22767	
3	直線	280	36.0	26.3	22996	100°C以下
	コーナ	269	35.1	25.2	22480	
	直線	263	35.7	25.3	23060	
	コーナ	247	33.6	30.0	16598	
14	直線	270	33.3	31.3	17235	132
	コーナ	231	33.4	27.9	16592	
15	直線	264	33.6	31.6	16842	145
	コーナ	235	33.6	27.8	17041	
16	直線	254	33.9	29.7	17395	143
	コーナ	245	33.7	26.3	18836	

図6 測定した温度が自動記録された施工レポート



初となる 全国溶接技術競技大会 2部門同時出場

昨年開催された、第67回 全国溶接技術競技会（以下、全国大会）に、コベルコ溶接テクノ株式会社より伊藤文孝氏と古家駿氏が、ダブル出場の快挙を果たしました。

なんと、両名の溶接技術指導をされている、金子和之マイスター（1995年出場、優秀賞）以来の、全国大会出場です。大舞台を終えられたお二人に、お話を伺いました。

2022年度 第67回 全国溶接技術競技会 東北地区青森大会

【開催概要】

日時：2022年9月25日（日）

場所：青森県立青森工業高等学校

競技種目は「被覆アーク溶接の部」および「炭酸ガスアーク溶接の部」の2種目。各位都道府県代表の112選手が、溶接日本一を目指して、熱戦を繰り広げました。

競技種目：被覆アーク溶接（以下、手溶接）の部 ：伊藤 文孝
炭酸ガスアーク溶接（以下、半自動溶接）の部：古家 駿



2022年 第65回神奈川県溶接技術コンクール表彰式にて

被覆アーク溶接の部 準優勝：伊藤 文孝／炭酸ガスアーク溶接の部 準優勝：古家 駿



金子 和之マイスター
好きな銘柄：☑ DW-Z100

古家 駿さん
好きな銘柄：☑ MG-51T
自分のイメージに近い
裏波ビードを形成しやすい
ワイヤなため。

伊藤 文孝さん
好きな銘柄：☑ LB-52U
低水素系の中でも、同じような運棒を
しても同じ結果にならないので面白い。

（3名とも、コベルコ溶接テクノ株式会社）

神奈川県代表選手として推薦され、全国大会への出場を果たしました!!

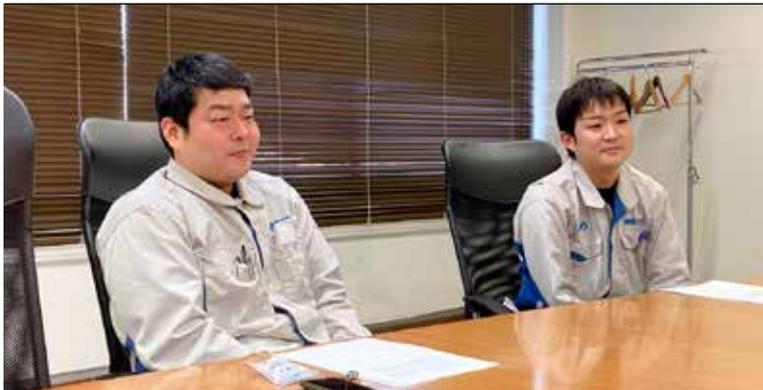
溶接との出会い

◆ 溶接はいつ頃から始めましたか。

伊藤：高校の時にはほとんど、溶接をした記憶がありません。ガス溶接を少しやりましたが、旋盤加工などが中心でしたので、入社してから本格的に溶接に携わ

りました。

古家：高校時代に、教師から「高校生溶接コンクールに出場してみないか」と声をかけられ、それがきっかけで溶接を始めました。当時、神奈川県大会で3位に入賞した経験があります。



インタビューを受ける伊藤さん（左）、古家さん（右）

◆入社して最初に溶接をやってみてどうでしたか。

伊藤：明らかに先輩より下手なのはわかるが、なぜ、上手く溶接ができないかわからない状況が続き、ひたすら反復練習を行っていました。少し溶接が上達したかなと思えるようになったのは、1年ぐらいたってからです。周りの役に立ちたい一心で、一生懸命取り組みました。その結果、徐々に仕事を貰えるようになり、少しずつ自信がついてきたことを覚えています。

古家：高校生コンクールに出場し、溶接に携わっておいたことが、良い経験となりました。誰でもそうだと思いますが、はじめは凄い火花で熱く、火傷しそうで少し怖かったのですが、練習すればするほど、上達していく面白さがありました。工業高校には、ほとんど半自動溶接がなく、被覆アーク溶接が主流なので、社会人になってから、半自動溶接を始めました。

◆入社のきっかけや、最初のお仕事を教えてください。

古家：高校生コンクールで溶接の魅力を知って、溶接に関わる仕事をしたいと思い、入社しました。

伊藤：仕事として溶接をやってみたくて漠然と思った記憶があります。入社して10年ぐらいは溶接開発班で自動機や半自動に携わり、ヒューム量やスパッタ量などの基礎的なデータを測定し、データを作成していました。

◆アーク溶接に最初に携わった銘柄は。

伊藤：MG-50かDW-100でビードオンプレート（平板）から始めました。最初はかなり難しかったです。

古家：高校生当時、高校生コンクールに出場するため、B-10、B-14、B-17の3種類からB-14を選んで溶接したのが最初でした。また、入社してから最初に溶接したのは、DW-Z100とMG-50で、ビードオンプレート（平板）でした。

溶接競技会体験記

◆神奈川県溶接技術コンクール（以下、神奈川県大会）についてお聞かせください。

伊藤：「大会に出てみないか」と、金子マイスターから

声をかけていただき、神奈川県大会に向けて、手溶接を始めることになりました。初年度に自分の力量・位置を確認し、2年目に本腰をいれて頑張ろうというつもりでしたが、大会後「準優勝」という結果を聞き驚くとともに「たまたまいっちゃったな」という複雑な感情でした。

古家：半自動溶接での神奈川県大会出場は3回目で、1、2回目は力が発揮できず、非常に悔しい思いをしました。3度目の正直ではないですが、曲げ試験やX線を重視して練習に取り組み、ようやく3年目に花が開いた感じでも嬉しかったです。

◆毎日、溶接をしないと感覚は鈍りますか。

伊藤：やはり何日も触らないと、まったく違ったものになってしまいます。逆に何をやってもダメになることもあり、その時は溶接ではないガス切断をしたり、少し間を空けていました。基本的には、毎日1時間でも溶接を行わないと鈍ってしまいます。

古家：私も同じで、溶接に何日も携わらなければ、感覚が鈍り、うまくいっていた時のようには溶接ができません。極力、毎日溶接ができるように取り組んできました。

◆毎日溶接をやって飽きてしまいませんか。

伊藤：現場の方にはそう聞かれたこともありますが、まったく飽きることも嫌になることもありませんでした。ただ、金子マイスターからは「線引きをしないと深みにはまってしまうこともあるよ」と言われました。

古家：基本的に毎回、溶接をするたびに、次回はこうしようと改善点や課題が出てきたので、飽きることはなかったです。

◆晴れて神奈川県代表になられ、全国大会に向けて、どのような練習をされましたか。

伊藤：中身重視（曲げ試験やX線）で神奈川県大会に臨みましたので、全国も同じく外観より中身重視。最終的に、外観を整えていく感じで臨みました。

古家：神奈川県大会よりさらにビード外観を整え、特に曲げ試験のアベレージを向上させるために反復練習



神奈川県溶接技術コンクール 炭酸ガスアーク溶接の部



を行い、普段通りで臨めるように、本番に近い環境で練習を行いました。

◆ 全国大会はどうでしたか。

伊藤：全然緊張しないと言ったらうそになりますが、全国は普段の自分に近い状態で出られました。100%の力が出せたかと言われると疑問ですが、神奈川県大会より全国大会の方が、会場の雰囲気は良かったです。

古家：悔いが残る結果でありましたが、全国の方々との競い合えたというのは、非常に良い経験ができました。

◆ 自身の結果をご覧になって、感想は？

伊藤：外観は自分が、思っていたより点数を貰えました。中身重視で練習してきたので、多少自信をもっていましたが、中身で結果が悪かったのがショックでした。しかし、神奈川県大会の結果をもってしても入賞は難しかったと思います。

古家：少し緊張した結果が、曲げ試験に影響しました。曲げ試験対策に力を入れてきたのでショックでした。

◆ 溶接の楽しさと難しさとは。

古家：始めはうまくいかなかったことが、練習を繰り返すことでビードが真つすぐに引け、上達していく様さまが、ビード外観に現れるところです。

伊藤：溶接の楽しさは上達に限界がなく、一つのものを作るのに、何百通りのやり方があり、一つのやり方だけではないことだと思います。試行錯誤を重ねるうちに上達するなら、それも楽しさであり、難しさです。



全国溶接技術競技会 被覆アーク溶接の部

◆ これから溶接にどう向き合っていけますか。

伊藤：材料選定や施工のアドバイスをを行うのが仕事ですので、自分が溶接できるだけではいけません。どのように伝えれば、お客様自身が溶接できるようになるのか。さまざまな技術の引き出しを持ち、いかに人に伝えていくのか、そういうことを考えながら仕事に向き合っていきたいと思います。

古家：今後、被覆アーク溶接部門と半自動溶接部門の2部門での全国大会出場を目指し、溶接技術を高めたいと思っています。先輩方の溶接技術を吸収し、練習を重ねてまいります。

最後に

◆ 溶接はセンスと努力の2択だったら…。

努力です!! (お二人とも)

※金子マイスターも…。

※文中の商標を下記のように短縮表記しております。

FAMILIARC™ →



金子和之 溶接マイスターから

金子和之さんのプロフィール▶ <https://www.boudayori-gijutsugaido.com/magazine/vol505/special02.html>

Q:神奈川県大会の結果について…

当社から全国大会へ出場してほしいと何年間も思い続けていたので、大変喜ばしい出来事でした。しかも、まさかCSGから二人同時に出場を果たせるとは、夢にも思わなかったです。しかし、20数年間全国大会出場の機会がなく、私が退職するまでには無理かなと諦めかけていたので、感無量です。

溶接指導に長らく携わっていると、時々インスピレーションが湧くことがあります。今回も何の根拠もありませんが、伊藤君の溶接ビードを初めて見たときに「コイツ、行けるかもしれない!」と感じました。コンクールは、人によって合う合わないもありますが、のめり込める人やリベンジを果たしたいという気持ちが強い人は、コンクールに向いているかと思えます。逆に、極度に緊張してしまう人やもう恥はかきたくないと思う人は、難しいですかね。

Q:全国大会に向けてのアドバイス。

本番前の一定期間、練習を続けていると波が来ます。ビード外観が良くても、X線・曲げ試験がダメな時があります(本番では、ビード継ぎや割れが発生しやすい課題が与えられている)。

同じことをやっていても、結果がかけ離れてくる時が…ちょっととしたことが違うだけなのですが、本人にはそれが判らない。それを一人で悶々と抱え込むと底なし沼にハマりますので、第三者が客観的に見てアドバイスする機会が必要だと思います。

コンクールで頂点に立てたとしても、必ずしも100%満足した実感が得られるかと言えば、そうではないように思います。絶対どこかに、何かしらの課題が残る気がします。神奈川県大会で2位に入賞したものの、彼らが自分自身で気づき修正したいと感じた部分を直せるよう、コーチしました。

Q:マイスターからお二人へ。

ファブリケータに在籍していると、溶接する鋼材の材質が限定されますが、溶材メーカーではハイテン材やステンレス材のほか、さまざまな材質の鋼材を溶接することができます。より多くの材質の施工体験をして、どのように施工すれば性能がでるかなどを考え、より高い溶接技術を習得して再度コンクールに出場し、全国制覇に向けて挑戦していただきたいです。コンクールに何度か出場していると他の会社の出場者との交流ができ、人生の上でも大変プラスになるので、これからも積極的に出場してほしいと思っています。





『ながし』について

溶接現場で「ながし」、「ダウン」あるいは「下進」という言葉を耳にしたことがあると思います。「ながし」とは「流し溶接」のことを示しており、立向下進溶接のことを言います。立向下進溶接は、上から下へ溶接していくと溶融池（プール）が重力に引っ張られ、下方向に向けて流れていくことから「ながし」と呼び慣わされたものと思われます。

立向下進溶接では、溶接速度が速いため溶接箇所の肉厚が比較的薄く、溶融池が垂れ下がってくるため溶込みが浅くなり、またのど厚が確保しにくいことから強度が低く脆くなる傾向があり、重要な溶接にはあまり向いていないとされています。そのため溶接継手の要求事項と照らし合わせて、下進か上進を検討することが、非常に重要になります。

一般的に立向姿勢では下向姿勢の20～30%減、上向姿勢では10～20%減の比較的弱めの電流値で溶接します。

「ながし」が可能な溶接材料

① 被覆アーク溶接棒

FAMILIARC™ RB-26

JIS Z 3211 E4313/AWS A5.1 E6013 相当

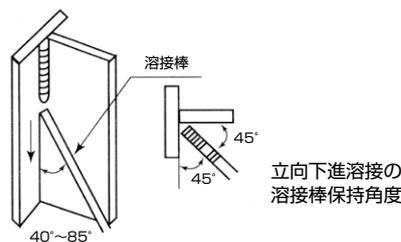
昭和26年にできた溶接棒で、Rはルチール(Rutile)、
Bはスラグシールド系を表します。

軟鋼用被覆アーク溶接棒

用途：軟鋼を用いる鉄道車輛、自動車などの薄板・軽構造物の溶接
棒端色／黒色

高酸化チタン系(E4313)は化粧棒として知られ、光沢のある美しいビードが特長です。外観を重視する溶接に適しています。スパッタは少なく、スラグかぶり・はく離が良好。溶込みが浅く、特に立向下進溶接を主体とする薄板、軽構造物の溶接に最適です。

棒径 (mmφ)	棒長 (mm)	下向／立向下進 (A)	立向／上向 (A)
1.6	250	20~45	20~45
2.0	300	30~65	30~65
2.6	350	45~95	45~95
3.2	350	60~125	65~125
4.0	400	105~170	100~150
5.0	400	150~220	125~190



立向下進溶接の
溶接棒保持角度

FAMILIARC™ LB-26V

JIS Z 3211 E4948/AWS A5.1 E7048 相当

世界で初めて開発した立向下進専用棒！
VはVertical Down(立向下進)を示します。

軟鋼～550MPa級鋼用被覆アーク溶接棒

用途：造船、建築、橋梁などの溶接
識別色／青色 二次着色／緑色

立向の能率向上目的に開発された立向下進専用の低水素系溶接棒です。かつて造船で多く使用されました。スラグは自然はく離し、溶着金属の耐割れ性、機械的性質も良好です。立向上進に比較して高電流が使用できるので作業能率が向上します。

棒径 (mmφ)	棒長 (mm)	下向／立向下進 (A)	立向／上向 (A)
3.2	400	75~135	110~160
4.0	450	110~185	140~210
4.5	450	150~220	180~240
5.0	450	190~260	220~270
5.5	450	220~300	260~330



(立向下進) FAMILIARC™ LB-26V

② フラックス入りワイヤ

FAMILIARC™ DW-Z100

JIS Z 3313 T 49J 0 T1-1 C A-U/
AWS A5.20 E71T-1C

Zは「ヒュームゼロ(Zero)スパッタゼロ(Zero)」を目指したワイヤの意味

軟鋼～550MPa級鋼用フラックス入りワイヤ

用途：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

ソフトで安定したアーク、スパッタが少なく、ビード外観・形状やスラグはく離が良好など、バランスの良い優れた溶接作業性が特長です。全姿勢で高電流(例:230A～250A)を使えるので、姿勢が混在する環境で高効率な施工に寄与します。

ワイヤ径 mm		1.2
電 流 範 囲 A	下 向	120～330
	立向下進	200～300
	立向上進・上向	120～260
	横 向	120～280
	水平すみ肉	120～330



(立向下進) FAMILIARC™ DW-Z100

FAMILIARC™ MX-100T

JIS Z 3313 T 49J 0 T15-1 C A-U/
AWS A5.18 E70C-6C、A5.18 E70C-6M

薄板溶接が安定して可能。Tは薄板(Thin plate)を示します

軟鋼～550MPa級鋼用フラックス入りワイヤ

用途：薄板の突合せおよびすみ肉溶接、ならびにパイプの初層裏波溶接

ショートアーク溶接ができるメタル系ワイヤです。低電流(50-180A)でアークが安定し、薄板溶接ができます。ソリッドに比べて溶落ちに強く、0.8mm厚前後の薄板も容易に溶接できます。ショートアークでの全姿勢溶接が可能です。

ワイヤ径 mm		1.2
電 流 範 囲 A	下 向	50～300
	立向下進	50～300
	立向上進・上向	50～180
	横 向	50～300
	水平すみ肉	50～300

③ ソリッドワイヤ

FAMILIARC™ SE-50T

JIS Z 3312 YGW12

SEは銅めっきなし！
銅めっき粉が発生せず、優れたワイヤ送給性(Smooth)
溶接ヒュームに銅成分が含有されないため職場環境にも優しい(Ecology)

軟鋼～550MPa級鋼用ソリッドワイヤ

用途：自動車、車輻、造船、鉄骨産業機械などの突合せおよびすみ肉溶接

低～中電流域の安定性に優れ、全姿勢や薄板溶接に適します。突出し長さの変動にも条件範囲が広く、高速溶接にも適します。銅めっきに替わる、ワイヤの表面処理技術と新たな製造技術の組合せにより、画期的なワイヤ送給性が生み出されました。

ワイヤ径 mm		1.2
電 流 範 囲 A	下 向	80～280
	立向下進	80～280
	立向上進	50～180
	上 向	50～140



(立向下進) FAMILIARC™ SE-50T

異材溶接

はじめに

異材溶接とは、異なる材質の母材同士を溶接し、異材継手を作製することをいいます。この場合の「異なる材質」とは、金属材料が持っている物理的性質や化学的性質等を指し、同じ鋼でも、例えば高張力鋼と耐候性鋼の溶接は異材溶接となります。異材溶接において、健全な溶接継手を作製するためには、適切な溶接材料の選定と溶接条件(希釈率)の管理が必要になります。異材溶接にはさまざまな母材の組合せがありますが、本稿では比較的適用されることが多い、ステンレス鋼と炭素鋼の異材溶接を中心に解説します。

1. 溶接材料の選定

ステンレス鋼と炭素鋼・低合金鋼および、ステンレス同士の異材溶接における溶接材料の選定に関する基本的な考え方は以下のとおりです。

- ①継手に要求される性能(機械的性能、耐食性など)がどちらかの母材以上になるようにする。
- ②シェフラーの組織図などを用いて、異材継手における溶接金属の化学成分を予測し、2～20%のフェライトを含むオーステナイト鋼溶接金属が得られる溶接材料を選定する(高温割れ防止)。
- ③母材HAZに対するPWHTの可否を考慮して候補を選定する。

- ④溶接物が熱サイクルの激しい環境で使用される場合は、熱膨張係数が両母材の間中となるようにする。
- ⑤コストも考慮して候補を選定する。

具体的な母材の組合せと選定される溶接材料の組合せについては、表1に示す「神鋼溶接総合カタログ」に記載の表のとおりです。今回は表1の中から、特に適用されることが多いステンレス鋼と炭素鋼の異材溶接の説明を以下に述べます。

1-1. オーステナイト系、マルテンサイト系、フェライト系ステンレス鋼と炭素鋼の溶接

オーステナイト系、マルテンサイト系、フェライト系ステンレス鋼と炭素鋼の溶接には、主に309系の溶接材料を適用します。マルテンサイトによる硬化と高温割れの発生を防ぐために、溶接金属に数%のフェライトを含有させる必要があるためです。

異材溶接金属の成分は、母材および溶接材料の成分と母材希釈率から計算することができ、これを逆算して適正な溶接材料と希釈率を選定します。また、シェフラーの組織図を用いることで、これらを簡便に推定することができます。例えばSUS304と軟鋼(SS400)の溶接の場合、図1に示すように、プロットされた2つの母材を結ぶ直線を相対希釈率で案分した点(同等の場

表1 異材溶接における溶接材料の種類

母材A*1 / 母材B*1		炭素鋼 低合金鋼	オーステナイト系ステンレス鋼	
			SUS304	SUS316L
オーステナイト系 ステンレス鋼	SUS304 SUS316L	309, 309L Ni 6082**2	308	316L
フェライト系 ステンレス鋼	SUS409L SUS430	309, 309L Ni 6082**2	309	309LMo
マルテンサイト系 ステンレス鋼	SUS410	309, 309L Ni 6082**2	309	309LMo
省合金型二相 ステンレス鋼	SUS821L1 SUS323L	309LMo 2209	309L, 309LMo 2209	309LMo 2209
汎用二相 ステンレス鋼	SUS329J3L	309LMo 2209	309L, 309LMo 2209	309LMo 2209
スーパー二相 ステンレス鋼	SUS327L1	309LMo 329J4L	309L, 309LMo 329J4L	309LMo 329J4L
スーパー オーステナイト	SUS312L SUS836L	Ni 6625	309LMo Ni 6625	Ni 6625 Ni 6276
ニッケル合金	NCF625	Ni 6625	Ni 6625	Ni 6625
	NW0276	Ni 6276	Ni 6276	Ni 6276

*1 JIS G 4305, JIS G 4902など

*2 約400℃以上の熱サイクルを受ける場合はニッケル合金を使用します。

合は中点)を求め、その点と溶接材料(309系)の化学組成を直線で結び、この直線を両母材の平均希釈率で案分した点が溶接金属の化学組成となります。フェライトが数%含まれるような範囲が希釈率の管理範囲と推定できます。309系の溶接材料を使用しても、溶接の際に炭素鋼側の溶込みを大きくしてしまうと、溶接金属中のフェライトが減少し、高温割れのリスクが上昇してしまうことがわかります。

なお、溶接継手が激しい熱サイクルを受ける場合や、高温で長時間使用される場合、PWHTを行う場合は、Ni合金系の溶接材料を適用します。理由としては、Ni合金は炭素鋼とオーステナイト系ステンレス鋼の中間の熱膨張係数であるため熱サイクルによる熱疲労が比較的起こりづらいことや、高温環境下でもC原子が拡散しづらく、母材の脱炭・浸炭現象を防止できることなどが挙げられます。PWHTの条件は、継手に要求される性能を考慮して決定します。

1-2. 二相ステンレス鋼と炭素鋼の溶接

二相ステンレス鋼も、オーステナイト系ステンレス鋼との異材溶接と同様、主に309L系の溶接材料を適用します。表1では309LMo系を記載していますが、ステンレス鋼と低合金鋼の異材溶接の場合、309Lでは強度が不足する場合がありますためです。SUS329J3Lのような

汎用二相ステンレスや、SUS821L1のような省合金型二相ステンレス鋼と炭素鋼の溶接には2209系の溶接材料を適用することもできます。SUS327L1のようなスーパー二相ステンレス鋼と炭素鋼の溶接には、329J4L系の溶接材料を適用することもできます。

2. 溶接施工上の注意点

溶接材料選定を中心に述べましたが、実施工においては予熱、パス間温度、PWHT、溶接条件についても十分に考慮される必要があります。オーステナイト系ステンレスと炭素鋼の場合には、電気抵抗の低い炭素鋼側にアークが偏りやすいため、溶接電流が高すぎる場合には希釈が過大となり適正な溶接金属成分とはならず、低すぎる場合にはステンレス側の融合不良が生じやすくなります。

それぞれの異材溶接部位について十分な配慮を行い、確認を行うことが重要です。

〈参考文献〉

- ・ 神鋼溶接総合カタログ(2022年版), 株式会社神戸製鋼所
- ・ 溶接学会・日本溶接協会編, 溶接・接合技術総論, 産報出版

(株) 神戸製鋼所 溶接事業部門
技術センター 溶接開発部 馬庭 啓史

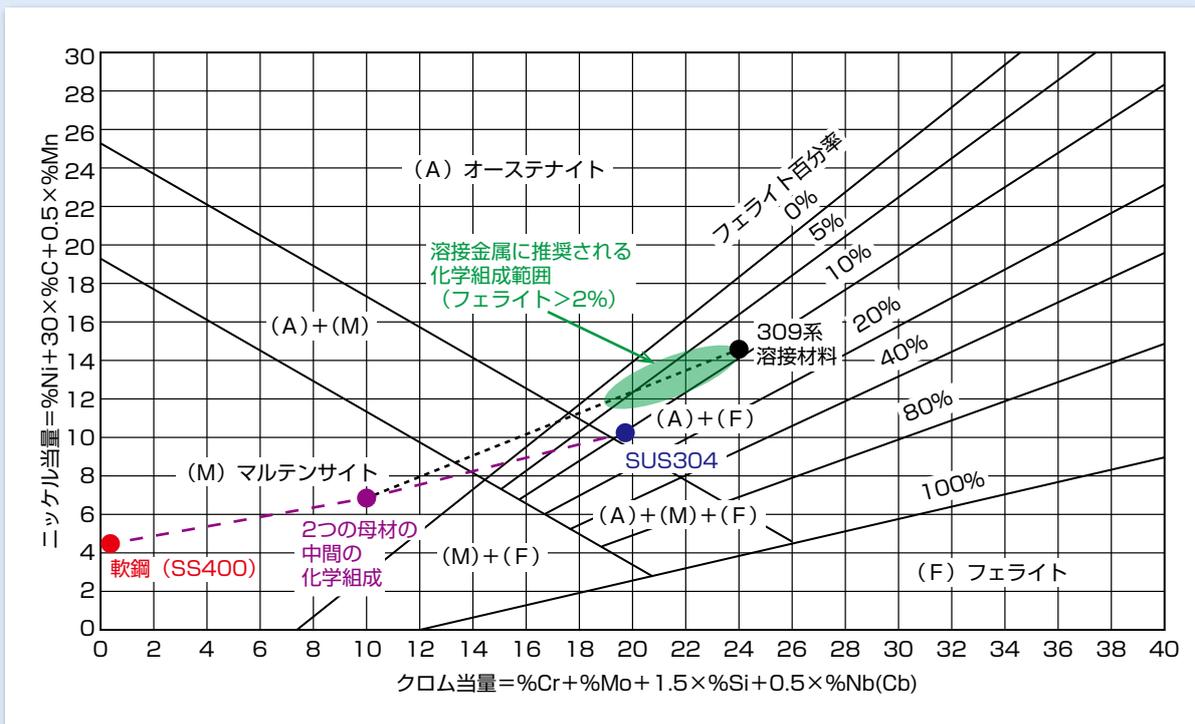


図1 シェフラーの組織図を用いた異材溶接時の希釈率の管理範囲の推定



【第11回】果実・種と植物油

自然界は「油」原料の宝庫だ。古代から、私たちは植物の恵みを受け取っては油を搾り、さまざまに利用してきた。京都府乙訓郡の離宮八幡宮境内には、「本邦製油發祥地」と記された碑があるという。曰く「平安時代の初め、神主が『長木（ながき）』という道具で荳胡麻（えごま）の油を搾り、灯油に用いた。これが我が国製油の始まりとされている」。

土器のうつわに油を注ぎ、麻などの芯材に吸わせて神前に火を灯す。こうして使われる燈明油は、古代日本ではきわめて貴重なものだった。植物油の利用は、油と灯火を神に捧げる祭祀からはじまったのだ。

植物油の原材料と用途

植物油の原材料は多種多様である。大豆、荳胡麻（えごま）、ひまわり、綿花、落花生に紅花といった多くの植物種子から油を得ることができるし、トウモロコシの胚芽から作られるコーン油、オイルパームの果肉から作られるパーム油などもある。また、米ぬかから製造されるこめ油は、ほかの油と比較すると国産原料の使用率が高い。

用途は食用ばかりではない。たとえば日本では、古くから荳胡麻油や亜麻仁油が丈夫な塗膜をつくり、艶を出すとして建材や工芸用の塗料に用いられてきた。ほかにも髪油として長い歴史を持つ椿油を筆頭に、化粧品用途にも各種植物油の人気は高い。また近年、大豆油や菜種油などに由来するバイオディーゼル燃料は、軽油とほぼ同等の性能を持つ代替燃料になり得るとして活用が進んでいる。

このように、植物油の品種も用途も挙げはじめればきりが無い。だが、ここでは私たちの日々の食卓に上るような、ごく身近な植物油の原料について紹介してみよう。

◆ 菜種（なたね）

菜種とは、アブラナの子実のこと。2019～20年の植物油においてパーム油、大豆油に次いで世界3番目の生産量を誇り、特に日本国内においては、食用油の全生産量のうち6割を占める人気品種だ。日本では野菜として、

また油を採取するために古くから栽培されてきた作物だが、現在では、原料の大部分を海外栽培の「キャノーラ種」に依存している。



◆ 胡麻（ごま）

食用油の原料となるのは、主に白胡麻だ。胡麻油を得るには生の胡麻を搾る方法と、胡麻を焙煎してから搾る方法があり、焙煎が深いほど油の香りは強く、濃い色になる。現在、原料のほとんどは海外で生産されており、日本国内での消費量のうち、国産胡麻の収穫量が占める割合は0.1%にも満たない。



◆ オリーブ

オリーブの主な生産地は、スペイン・イタリアをはじめとする地中海諸国だ。オリーブの果肉に含まれる油分は収穫直後から酸化が始まるため、収穫後はすばやく搾油せねばならな

い。日本でも各銘柄のオリーブオイルを輸入するだけでなく、近年では国内生産が活発化している。香川県小豆島とその近辺をはじめ、今では、全国各地で栽培と搾油が盛んに行われている。



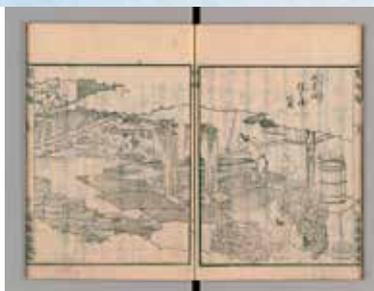
燈明油から食用油へ—— 山中油店の台帳から

京都にある山中油店の創業は江戸時代後期、文政年間。このころの油商人らは郊外の製造地から菜種油を仕入れては燈明油として市中に運び、販売していた。

当時、江戸では天ぷら屋台が流行ったというが、小さな商家や職人たちが暮らす京都の下町では食事も質素だったようだ。明治の頃になると、菜種油の燈明が石油ランプやガス灯へと置き替わる一方で、ようやく京都にもたくさんの食用油を使う洋食文化が広がっていった。山中油店に残る台帳を紐解くと、京都では明治後期～大正期にかけて、燈明油に代わり食用油の需要が大きく伸びたことが見て取れるという。

油の商いは、多くの受難も乗り越えてきた。たとえば昭和10年代には、戦中の物資不足から油の配給制が敷

かれた時代があった。また1973年、第一次オイルショックの打撃は大きく、このころ、個人経営の油専門店の多くが廃業を余儀なくされたという。山中油店の台帳に脈々と記され続けた販売履歴は、日本人の食習慣と生活が大きく変化した激動の時代の記録でもあるのだ。



江戸時代の製油風景。大きな音と臭いが出るため、郊外で搾油作業が行われた。
大蔵永常『製油録 2巻』天保7(1836)年刊行
(国立国会図書館デジタルコレクションより転載)



創業200年を数える、山中油店

風味豊かな国産菜種油を、昔ながらの方法で

原料から油を得る方法は、大別して2種類ある。現代において一般的なのは「抽出法」といって、ヘキサンなどの溶剤を用いて原料に含まれる油脂を取り出す方法だ。そして、もうひとつの手法が「圧搾法」。文字通り、油分の多い原料を押しつぶすように搾って油を得る、昔ながらの方法である。手間も時間もかかる上に得られる油の量も少ないが、栄養、色、風味を損なわず、素材由来の個性豊かな油ができあがる。



山中油店 国産なたね油

山中油店の「国産なたね油」も、この圧搾法でつくられた油だ。材料の菜種を窯に入れて薪木で火を入れ、かき混ぜながらムラなく均一に

焙煎する。焙煎した菜種を搾り機に少量ずつ投入すると、輝くような琥珀色の油が機械の下に搾り出されて溜まっていく。溜まった油は3日間ほど置いて不純物を取り除き、上澄みだけを搾り出して加熱殺菌する。最後にろ紙で濾して、タンク内で1週間ほど寝かせたものを瓶に詰める。

仕上がった油は香り豊かで、口に含まれとわずかにナッツ類のような香ばしい後味が残るが、後を引かず爽やかに消えていく。「菜種油って、こんなにしっかりと味がするの?」と驚くお客さんも多いという。この個性の強さこそが、本来の菜種素材の持ち味であり、圧搾でつくる油の面白さだ。

だが、令和元年の日本への菜種輸入量は年間2,359,000t(財務省「貿易統計」より)に対し、国内で生産

される菜種の収穫量は、わずかに年間約3,580t(令和2年産、農林水産省統計部「作物統計」より)。気候条件や病害虫によって収穫量が不安定になることもままある。毎年、一定量の国産原料を確保することだけでも容易ではない。

現代、私たちが生活する場所のそばには菜の花畑も搾油の作業場も無く、昔ながらの作り手の姿はひどく見えずらくなってしまった。それでもひとつの瓶の油というものは、昔も今も変わらず大地から生まれた農産物由来のものであり、製油職人らの手間暇と技術の産物なのである。



薪木の釜で菜種を煎る
工房地あぶら(岩手県一関市)

お話をうかがった人

「株式会社 山中油店」

専務取締役 浅原 貴美子さん



山中油店が取り扱う油は、食用油のほかに建築・工芸用の塗装用油、髪や手肌の手入れに使う化粧油など、取り扱い品目およそ50種類にも及ぶ。

「私たちは、産地の国内外を問わず、生産地まで足を運んで独自に買い付けをします。産地の人々の懸命な仕事ぶりをお客様に申し伝えることができるのは、商人しかいないからです。お客様には、各々の油の個性を楽しんで選んでいただければ嬉しいです。」

そう語るの、専務取締役の浅原さん。近年は、オメガ3脂肪酸やビタミンEなど、良質な油脂成分の話題がTV番組などで注目を集めて「油ブーム」が起きているが、良い油は依然、希少品のままだ。

国産に限らず、オリーブオイルのような輸入品についても品薄事情に大差はない。特にヨーロッパでは、現在、バイオディーゼル燃料用途などで需要が大きく増えており、油の価格が高騰している。そのうえ不安定な国

際情勢の影響を受けて、輸送コストも上昇するばかりだ。

「お客様に十分な品物をお届けできないのは心苦しいことです。でも、産地の方々すでに精一杯やってくださっている姿も知っていますから。産地とお客様の間を繋ぐ立場ゆえに、浅原さんには品薄の状況に対して複雑な葛藤があるという。」

「説明を尽くしてご理解をお願いしていくしかないんです。難しい局面こそ、お会いして、現場を見て、お互いに信頼関係で繋がっていることはとても大切です。生産者さんと私たちもそうですし、お客様と私たちも同じ。こうした関係作りが、私たちの商いの根本にあります」。浅原さんが語る言葉には、いつも、商いの相手に対する深い尊敬が滲む。

江戸時代の創業から、実に200年間を見つめ続けた目利きの油商人。そのまなざしは、時を経ても変わらないものを知っている。

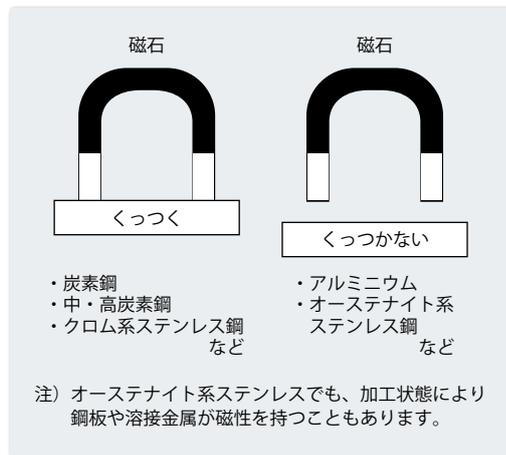
今回は、ステンレス鋼の溶接施工でのご法度を中心に解説いたします。

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

ご法度¹²³

磁性の有無に無関心でいるのはご法度！

鉄が磁石にくっつくのは誰でもご存知ですね。
 しかし、磁石でくっつかない金属も数多くあります。アルミニウムなどはその代表ですが、オーステナイト系ステンレスもその一つです。
 磁石にくっつく金属とくっつかない金属では、溶接の仕方はまったく異なります。
 たとえば、磁石でくっつく金属は予熱して溶接できますが、くっつかない金属は予熱しない方がよいケースがあります。
 鋼種が不明な場合は、まずは磁石を使って大まかな鋼種を確認しましょう。



*オーステナイト系ステンレス鋼の磁性については、溶接110番・溶接レスキュー隊119番で詳細を解説しています。

ぼうだより 磁性

*オーステナイト系ステンレスでも、加工状態により鋼板や溶接金属が磁性を持つこともあります。

ご法度¹²⁴

フェライト系ステンレス鋼、マルテンサイト系ステンレス鋼を予熱せずに溶接するのはご法度！

磁石でくっつくフェライト系およびマルテンサイト系ステンレス鋼は、オーステナイト系ステンレス鋼とは異なり、溶接に際して十分な熱管理が必要です。
 オーステナイト系ステンレス鋼が熱をかけることを嫌うのに対して、これらの鋼種は予熱し同じパス間温度をキープして溶接することが必要です。予熱なしでは、遅れ割れが発生したり、良い機械性能を得られない場合があります。

溶接施工上の注意点

	マルテンサイト系 ステンレス鋼	フェライト系 ステンレス鋼	オーステナイト系 ステンレス鋼
予熱温度	200~400℃	100~200℃	不要
後熱温度	700~760℃	700~760℃	基本的に不要
予熱の目的	遅れ割れの防止 ・熱影響部の硬化を防止する。 ・水素の放出を早める。	遅れ割れの防止 ・水素の放出を早める。	耐食性が悪くなるため 通常予熱は行わない。
後熱の目的	遅れ割れの防止 ・熱影響部の軟化 ・水素の放出 ・残留応力の除去 機械的性質の改善	遅れ割れの防止 ・水素の放出 ・残留応力の除去 切欠きじん性の改善	耐食性、機械的性質の改善 (固溶熱処理) 応力腐食割れの防止 (応力除去焼鈍)
注意事項	硬くなること (焼入れ硬化性)	・475℃脆化 ・高温加熱による脆化 (900℃) ・シグマ相による脆化 (600~800℃)	・高温割れ ・熱影響部の耐食性

ご法度¹²⁵

フラックス入りワイヤを送給装置にかけたままにしておくのはご法度！

一般に、ステンレス鋼用フラックス入りワイヤは12.5kg巻きであり、一日で使い切ることは少ないでしょう。

残りのワイヤを送給装置にかけたまま長期間放置すると、ワイヤ表面に付着したほこりなどによって送給性が損なわれたり、溶接金属にピットが発生することがありますので、注意が必要です。

ご法度¹²⁶

ステンレス鋼は腐食しない、と考えるのはご法度！

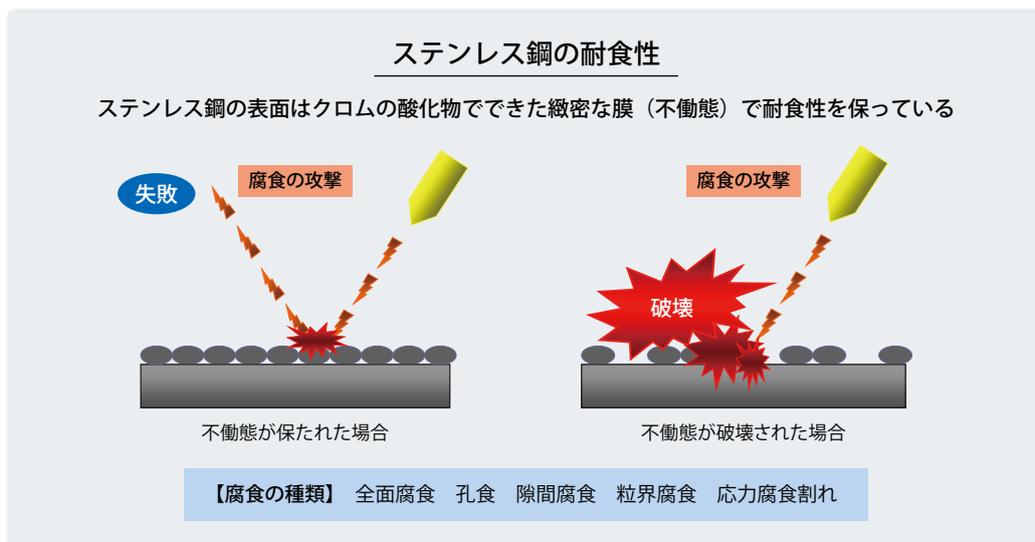
ステンレス鋼は多くの環境で優れた耐食性を発揮します。それは、ステンレス鋼の表面にCrを主成分とする不動態皮膜があるためです。

しかし、この不動態皮膜も塩素イオンを含むような環境（海水）などでは容易に壊されてしまい、腐食が進行します。その対策として、Crを多く含有するに2相系ステンレスやスーパーステンレス鋼が用いられます。

*二相ステンレス鋼用フラックス入りワイヤでの注意点は溶接110番・溶接レスキュー隊119番で詳細を解説しています。

ぼうだより 二相ステンレス

検索



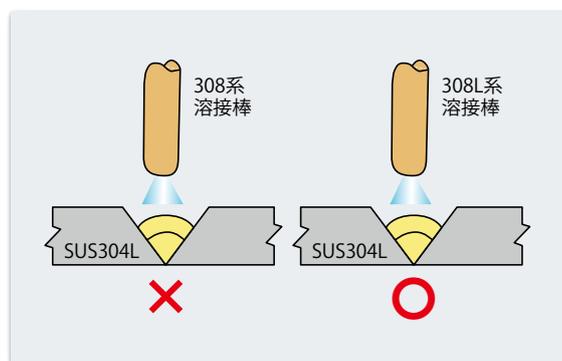
ご法度¹²⁷

SUS304Lを308系溶接材料で溶接するのはご法度！

SUS304Lの“L”は、ステンレス鋼の炭素含有量をとくに低く抑えていることを意味しています。低炭素とすることで、粒界腐食に強くなっています。

そのため、SUS304Lに使用する溶接材料も、鋼材に合わせ低炭素系のもを使用しなければなりません。つまり、308L系を使用するのが正解です。

*粒界腐食については、溶接ご法度集-26 ご法度(119)で解説しています。



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

『地域』に愛され『社会』に貢献する企業であり続ける — 株式会社残間金属工業

北海道の東部にある釧路郡釧路町は、雄大な釧路原野にあり、北は釧路湿原国立公園、南には青く広がる太平洋を望み、総面積の約8割を山林が占め、町内には多くの河川が流れる自然豊かな街です。釧路という名称は、諸説ありますが通路を意味するアイヌ語の「クシュル」から来ていると言われています。

今回、この自然の魅力があふれる街・釧路町に工場を構える、株式会社残間金属工業を訪問し、残間代表取締役社長、原取締役生産管理部長、菅原執行役員工場長、残間技術顧問の4名にお話を伺いました。



工場外観



事務所外観



残間代表取締役社長



原取締役生産管理部長



菅原執行役員工場長



残間技術顧問

■ 本日はお忙しい中、お時間を頂戴しありがとうございます。また、日頃より弊社の溶接材料および溶接システムをご愛顧いただき、誠にありがとうございます。まずは、御社の概要についてお聞かせください。

当社は、昭和32年に釧路市内で創業いたしました。創業当初は板金屋として、主に石炭を使用するルンペンストーブ（ルンペンはドイツ語で「使い捨て」の意）の製造をしていました。始まりは自宅の一室からでしたが、ストーブが口コミで広まり、市内に工場を借りる規模になりました。

その後、時代は石炭から石油へと移り変わっていったことから、先代の社長（現会長）が昭和53年に現在の釧路町に工場を構え、鉄骨製作中心にシフトしていき、昭和54年には株式会社残間金属工業に改組しました。釧路地域で鉄骨の製作を開始したのは後発でしたが、今では釧路地域唯一のHグレードの認定を受けるまでに成長しました。

■ 時代の流れを読み、会社が成長されたということで、改めて御社の得意分野や強みを教えてください。

当社の強みは、大きい重量物から、小物やステンレスまで幅広く手掛けていることです。少なくともはなりましたが、今でもルンペンストーブはもちろん、バーベキュー用の鉄板も製作しております。バーベキュー用の鉄板は釧路町のふるさと納税向けで、当社の女性社員が考案し、ふるさと納税を通して一般のお客様でもお買い求めいただけます。地域住民の方から自転車のペダルや車椅子の修理・溶接を頼まれることもあり、それらをきっかけに他の仕事につながることもあります。

■ 幅広い事業内容と、それを支える技術力が強みなのですね。続けて溶接についてもお聞きしたいのですが、現在の当社製品のご使用状況について、お聞かせください。



鉄骨天吊マルチワーク溶接システム



鉄骨柱大組立溶接ロボットシステム



半自動での溶接風景

当工場では神戸製鋼製の溶接システムと溶接材料を使用しています。ロボットは2007年に導入し、現在は天吊マルチワーク溶接システムと柱大組立溶接ロボットシステムを使用しています。導入の前年に仕事量が多く、ロボットの導入を決めました。今ではロボットなしでの稼働は考えられません。溶接材料についてはソリッドワイヤはもちろん、フラックス入りワイヤも多く使用しています。当初は溶融亜鉛メッキ構造物溶接の作業性向上のために導入し、その後スラグ系のDWシリーズの使用も始めました。今では溶込みの良さからMXシリーズ、特にMX-Z50Fを多く使用しています。ビードの美しさはもちろん良いですし、製品検査・外観検査の第一印象が良く、満足しています。

■ 嬉しいご評価ありがとうございます。溶接システムと溶接材料について広くご愛用いただいておりますね。それでは、当社への要望についても、お聞かせ願います。

1つ目は、システムを含めた溶接の教育体制やサポート拡充に期待しています。神戸製鋼グループとして溶接のVRトレーニングなどに取り組まれているとのこと、溶接に興味を持っていただける若い人の拡大にも期待しています。2つ目は、SDGsやカーボンニュートラルへの取り組みをお願いしたいです。時代の流れとして避けられない課題と考えております。

■ 貴重なご意見をありがとうございます。今後も、神戸製鋼グループ一体となって、お客様や社会の課題解決につながるメニューをご提案してまいります。最後に、今後の取り組みや展望、抱負について教えてください。

1つ目は、今後物件は大型化していくと考えており、月産能力の拡大が課題であり、大型物件への参画を狙うに当たり、設備面でカバーしていきます。省力化・自動化への対応と人の技術力の強化、両方に取り組んでいきます。2つ目は社員のやりがいや地域への貢献で

す。社員の多様性を大事にしたいと考えており、女性も働きやすい環境の整備にも取り組んできました。2019年からは釧路のプロアイスホッケーチームのスポンサーをしておりますが、引続き地域に貢献し、地元で愛される企業でありたいと考えています。



■ 今後の展望について強い意気込みありがとうございました。

ご多忙の中、取材にご協力いただきました残間代表取締役社長、原取締役生産管理部長、菅原執行役員工場長、残間技術顧問には、心より感謝申し上げます。今回、取材を通して、残間金属工業様が地域に愛されていること、また会社として地域に貢献されたいとの想いを強く感じることができました。その原動力に加え、幅広い事業内容や従業員の方々の多様性が残間金属工業様の強みにつながっていることを知ることができました。

最後になりますが、株式会社残間金属工業の皆様のご活躍を、心より祈念しております。



※文中の商標を下記のように短縮表記しております。

FAMILIARC™ →

レポーター：安藤 昇平

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 東日本営業室 北海道営業所

JIS溶接技術検定における試験方法および判定

1. はじめに

JIS溶接技術検定（以下検定という）とは、溶接技能者の技量を一定の基準（JIS、WESなど）に基づき評価・認証する試験です。この検定に関わる基準が2018年（JIS）、2021年（WES）に相次いで改正されたことにより、施工方法や外観判定基準が一部変更されました。今回は、検定の中で最も受験者数の多い炭素鋼の被覆アーク溶接（以下手溶接という）と半自動溶接における改正点について解説いたします。

2. 検定に関わる JIS、WES改正について

日本溶接協会では、JISとWESの両規格に基づいて溶接技能者の評価試験を実施しています。以下に、それぞれの規格の改正点と注意事項を項目ごと解説していきます。

2-1. JIS改正に伴う変更点と注意事項

【1】試験材料の形状および寸法の変更点について

①「薄板および薄肉管の試験材料の形状、寸法」

改正前：ルート面「1.6mm以上」
改正後：ルート面「任意」（図1参照）

開先の加工量（ルート面の量）が任意となり、溶接条件の選択肢が増えたように感じますが、逆に最適条件を絞り込む作業が困難になったとも言えます。裏波溶接は、①電流・電圧②開先の加工量（ルート面の量）③ルートギャップ、の3因子のバランスが上手く取れないと、良好な溶接はできません。条件出しの際には、同時に複数の因子を調整しないことが鉄則です。2つの因子を固定し、1つの因子だけを微調整しながら、丁寧に仕上げるのが条件出しのポイントになりますのでご注意ください。

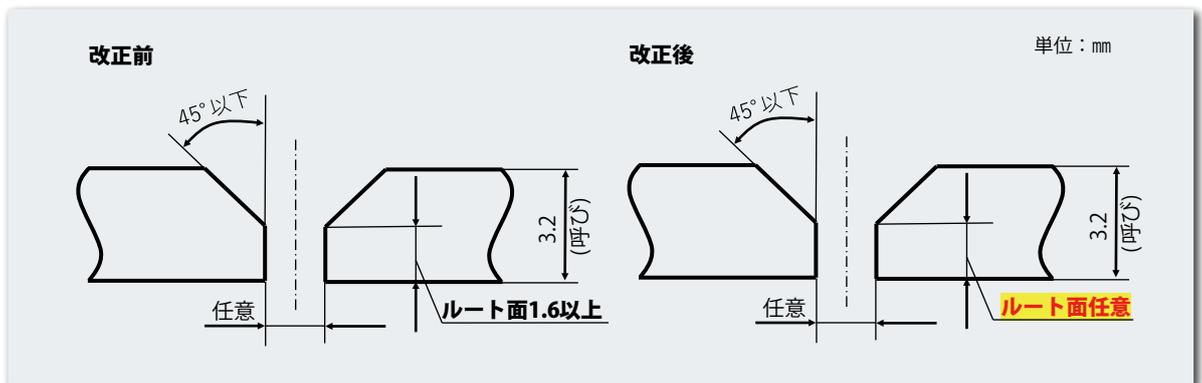


図1 薄板の開先形状一例

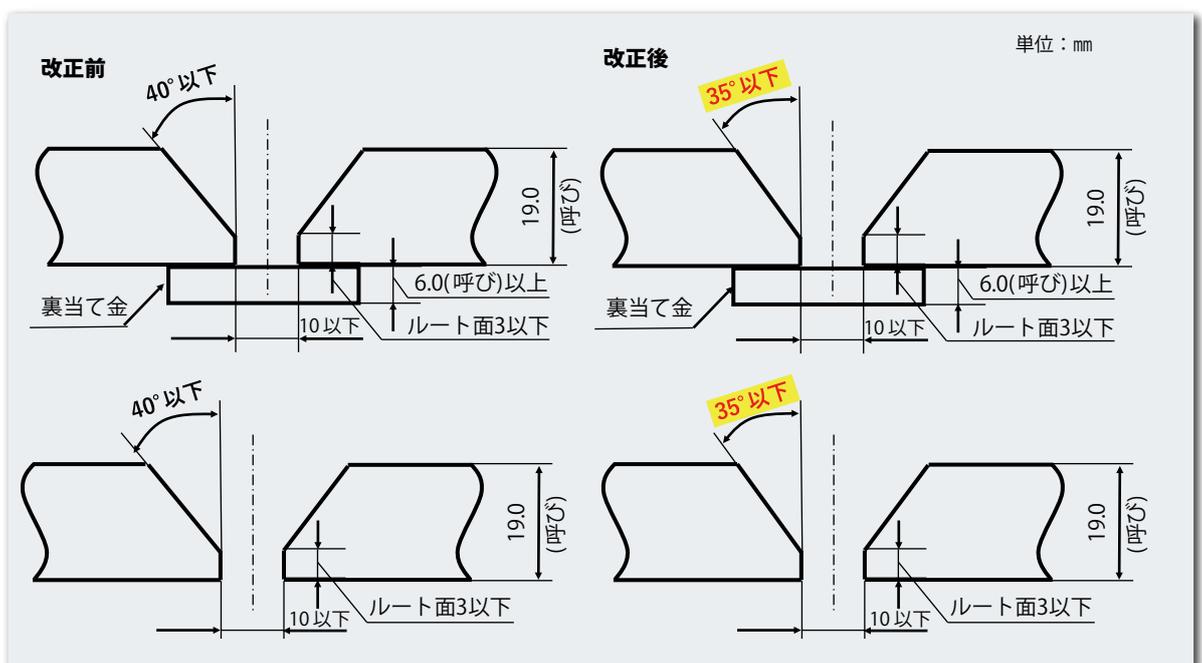


図2 厚板V形開先形状一例

基準の改正について

②「厚板および厚肉管の試験材料の形状、寸法」

改正前：ベベル角度「40°以下」
改正後：ベベル角度「35°以下」(図2参照)

開先角度が狭くなると開先断面積が小さくなり、溶接量が減少し身体への負荷は軽減します。しかし、溶接欠陥（融合不良、気孔欠陥など）のリスクは高まりますので、溶接速度や開先内の溶接金属量を各層で再確認することが大変重要です。受験前に何度か練習し、初層から仕上げまでの感覚を体に染み込ませておくことを心掛けてください。

【2】最終パス余盛幅上限値の規定について

「厚板・厚肉管の余盛幅について」

改正前：余盛幅上限値「50mm以下」
改正後：余盛幅上限値「38mm以下」

厚板・厚肉管以外でも、外観評価基準（余盛幅、余盛高さ）が変更されている種目があります（表1・2、図3参照）。

検定種目「SA-3H」を例に挙げ、注意点を解説します。厚板（裏当て金あり）では、ルート間隔は10mm以下と規定されています。例えば上限値（10mm）で組立溶接をすると、溶接前で上側開先幅は約30mm、溶接後では約34mmとなります（写真1参照）。この時点で、厚板の外観評価基準（38mm以下）の上限ぎりぎりの余盛幅となり、補修ビードやビード蛇行に対する余裕が、ほとんど残されていない状況になります。このことから、あらかじめ安全値を考慮してルート間隔を5mm程度とすることを推奨します。

表1 外観評価基準〈余盛幅Wの合格基準〉

		余盛幅 W	
		改正前	改正後
軟鋼	薄板	≤13 mm	≤12.0 mm
	中板	≤30 mm	≤30.0 mm
	厚板	≤50 mm	≤38.0 mm
ステンレス鋼	薄板	≤13 mm	≤11.0 mm
	中板	≤30 mm	≤30.0 mm
軟鋼	薄肉管	≤13 mm	≤18.0 mm
	中肉管	≤30 mm	≤30.0 mm
	厚肉管	≤50 mm	≤38.0 mm
ステンレス鋼	薄肉管	≤13 mm	≤11.0 mm
	中肉管	≤30 mm	≤30.0 mm

表2 外観評価基準〈余盛高さHの合格基準、許容長さL〉

		余盛高さ H		許容長さ L
		改正前	改正後	
軟鋼薄板・薄肉管	表	≤3 mm	≤3.0 mm	Hを超える部分の許容される長さ L ≤10 mm
	裏	≤3 mm	≤3.0 mm	
軟鋼中板・中肉管	表	≤5 mm	≤5.0 mm	
	裏	≤4 mm	≤4.0 mm	
軟鋼厚板・厚肉管	表	≤8 mm	≤7.0 mm	
	裏	≤4 mm	≤4.0 mm	
ステンレス鋼薄板・薄肉管	表	≤3 mm	≤3.0 mm	
	裏	≤3 mm	≤3.0 mm	
ステンレス鋼中板・中肉管	表	≤5 mm	≤5.0 mm	
	裏	≤4 mm	≤4.0 mm	

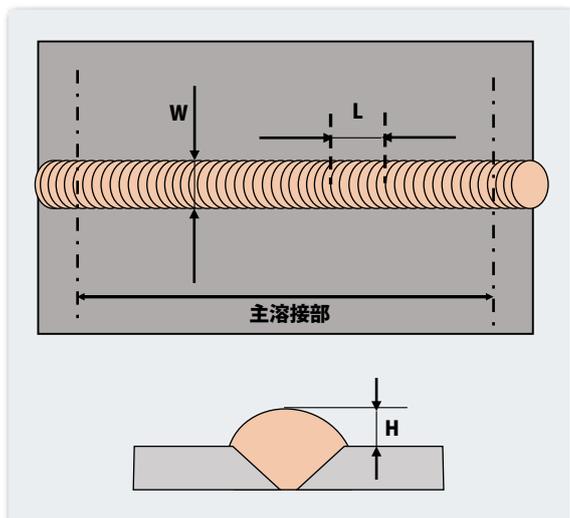


図3 外観評価基準〈余盛幅W、余盛高さH、許容長さL〉

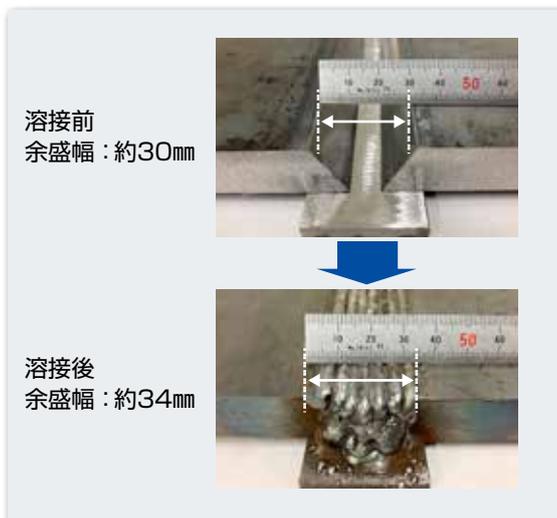


写真1 SA-3H〈ベベル角度：30° ルート間隔：10mm〉

【3】半自動溶接 中板レ形開先（裏当て金あり）のルート間隔の規定について

改正前：5mm以下
改正後：7mm以下（図4参照）

手溶接ならびに半自動溶接の中板・厚板では、改正前からレ形開先での受験が可能だったことはご存知でしょうか。今回の改正で半自動溶接に限りルート間隔の規定が緩和され、溶接条件の裕度が広がりました。しかし、レ形開先での受験者は非常に少ないため、各地区の受験会場へレ形開先での受験の可否を事前にご確認ください。

2-2. WES改正に伴う変更点と注意事項

【1】補修溶接の規定について

改正前：補修溶接は端から端まで同じ方向に溶接しなければならない。
改正後：補修の方向や長さは自由（図5参照）。

この改正により、以下のような補修溶接が可能となります。

- 1) 最終層表面の部分補修（写真2参照）
- 2) 始末端部の部分補修（写真3参照）
- 3) 立向溶接に対しての下進溶接での補修（写真4参照）

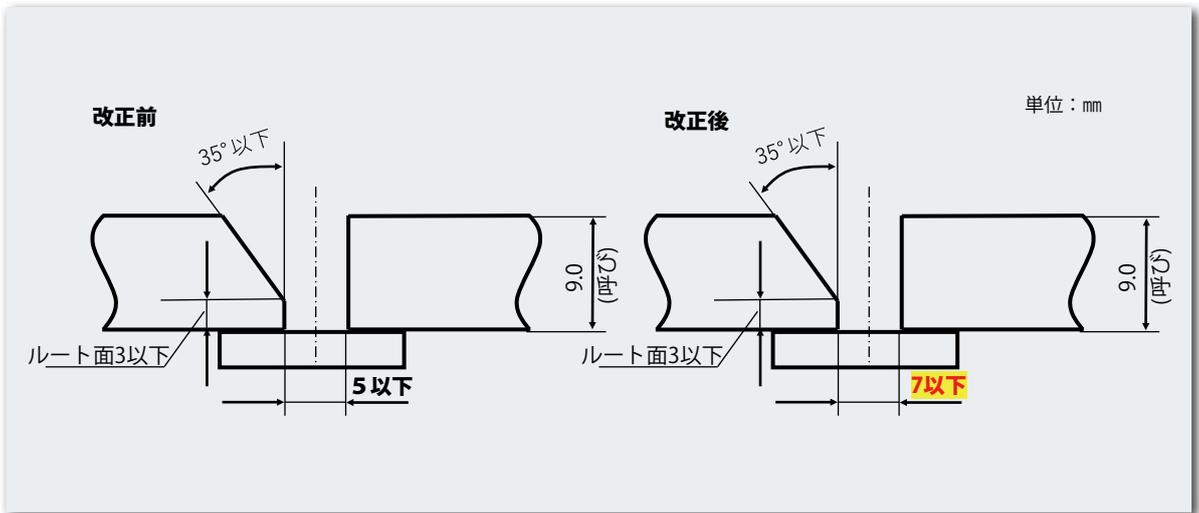


図4 中板レ形開先形状

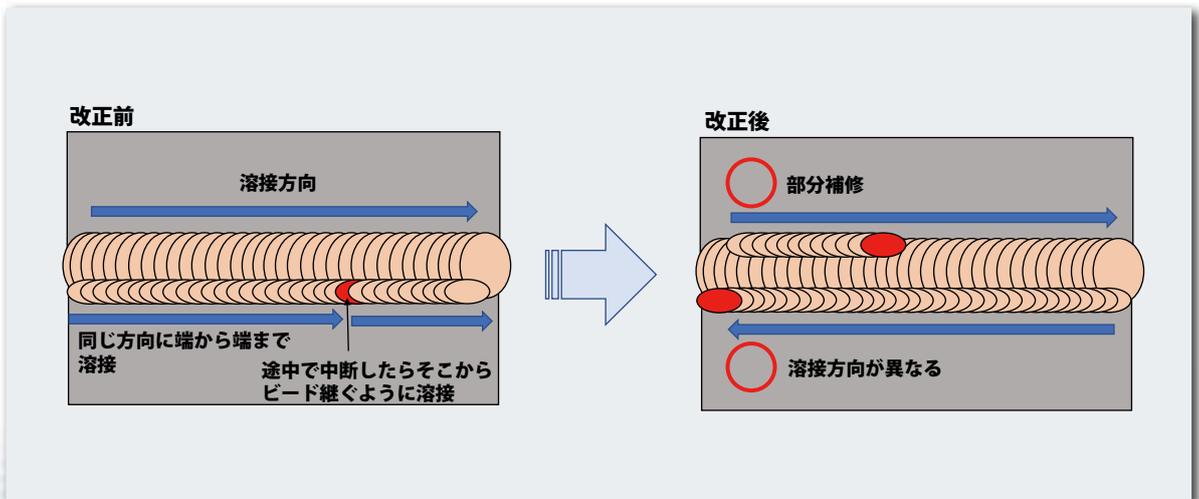


図5 最終層補修例

JIS溶接技術検定における試験方法および判定基準の改正について

補修溶接の注意点として、アークスタート部とクレータ部は、気孔欠陥などの発生リスクが高いため、曲げ試験範囲内に残らないように施工してください（写真5参照）。実際の検定では、曲げ試験範囲を示す線などはありません。補修溶接をする前にご自身で計測し、十分に確認してから施工することが重要です。また、補修溶接ビードも外観評価基準内（余盛幅、余盛高さ）に必ず収まるよう、施工してください。

【2】最終層各パス、溶接方向の規定について

改正前：最終層の溶接方向は同一方向に揃えなければならない。
改正後：最終層の溶接方向ならびに各パスで溶接方向を変更することが可能。

改正前は同一方向に溶接するため、始末端部にてオーバラップ・アンダカット・垂れ落ちなどが発生しやすい状況でした（写真6参照）。改正後は溶接方向が自由に選択できるため、始末端部のビード形状・外観を整えながら、施工することが可能になりました。ぜひお試しください（写真7参照）。

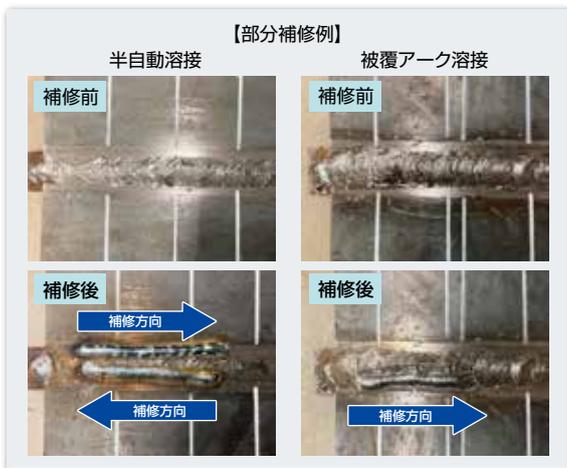


写真2 部分的な補修例



写真3 部分的な補修例

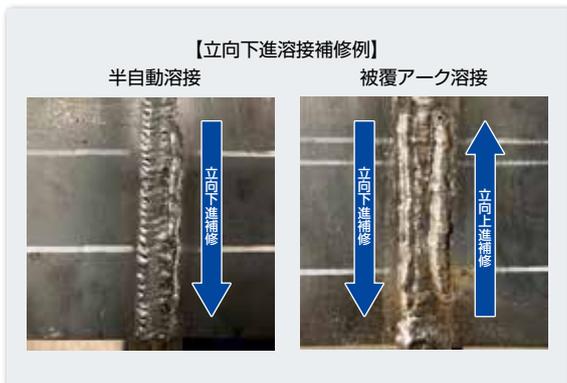


写真4 部分的な補修例

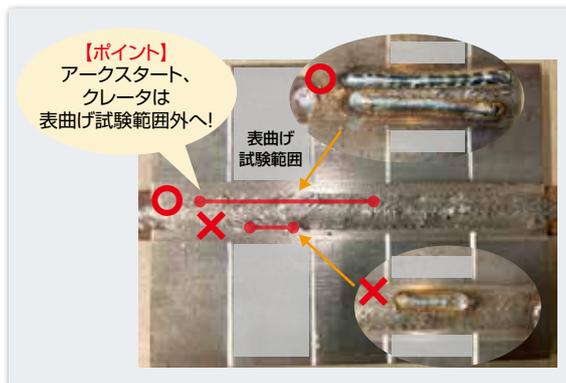


写真5 補修溶接の範囲



写真6 同一方向のビード外観例



写真7 交互方向のビード外観例

【3】薄板および中板の曲げ試験位置について

改正前：溶接後の最終ビード方向によって試験材に曲げ種類を打刻（図6参照）。
改正後：溶接前の試験材に曲げ種類を打刻（図7参照）。

薄板および中板の曲げ試験位置が厚板などと同様に事前に決められているため、曲げ試験範囲内で決してビード継ぎを行わないよう、ご注意ください。溶接条件が適正でない場合には、曲げ試験範囲手前で一度アークを中断し、再調整後に施工することを心掛けてください。それでも初層の裏曲げ試験範囲内での意図しないアーク切れは起こり得ます。このような場合でも、決して諦めず・焦らず・丁寧にビード継ぎを行い、最

後まで仕上げるのが重要です。その対処方法につきましては、動画を参考にしてください。
(動画：A-2F ビード継ぎのポイント)



動画 A-2F ビード継ぎのポイント

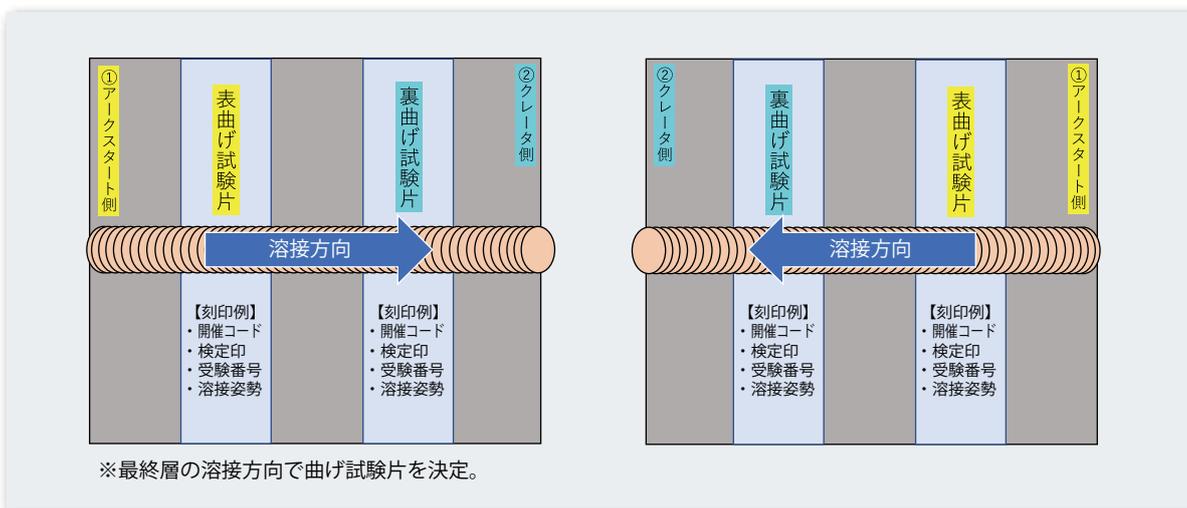


図6 改正前 曲げ位置例（薄板、中板）

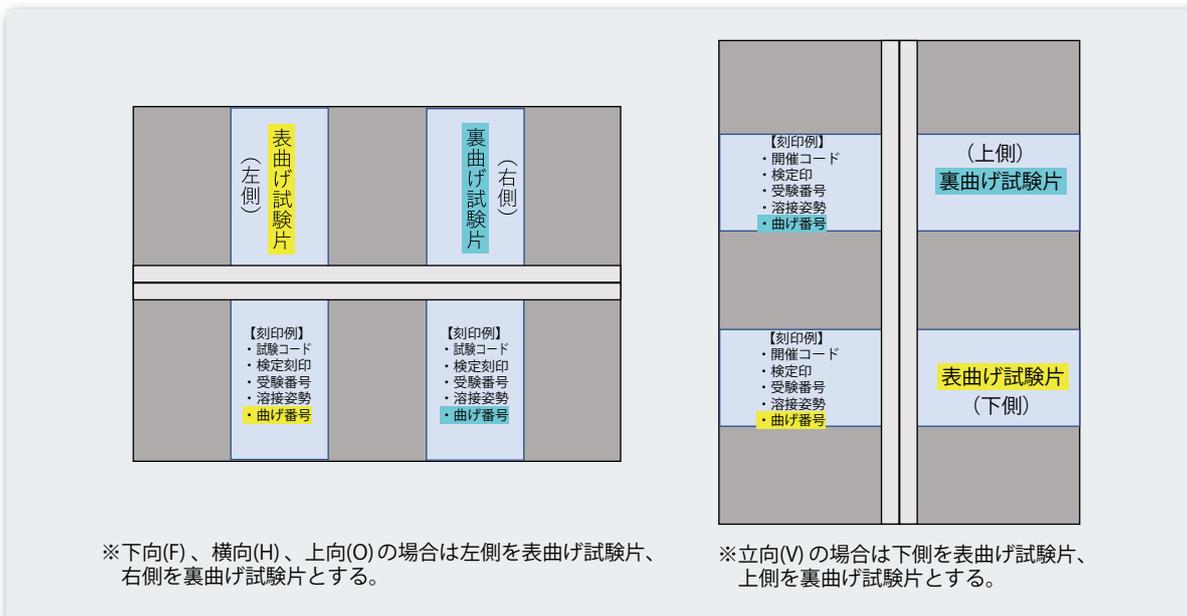


図7 改正後 曲げ位置例（薄板、中板）

JIS溶接技術検定における試験方法および判定基準の改正について

3. 溶接研修センターの紹介

当社溶接研修センターは(株)神戸製鋼所藤沢事業所に併設されており、毎月JIS溶接技能者評価試験受験コース(以下JIS受験コースという)を中心に各種溶接研修を開催しております。JIS受験コースで特筆すべきは、数日間練習したブース・溶接電源で受験が可能で、年間合格率は90%と高い数値を誇っていることです。

JIS受験コースに加え、溶接入門コース(アーク特別教育終了証発行)・ボイラー溶接士受験対策コース・外国人技能実習生向け実技コースなども随時開催中です。また、受講者のニーズに応えるオーダーメイド研修や出張研修も行っていますので、ご興味のある方はぜひお気軽にご相談ください(写真8参照)。
溶接研修センター 0466-20-3020



写真8 研修センター指導風景

4. おわりに

今回は検定に関わる主な改正点と、施工時の注意点について解説させていただきました。皆様の合格の一助になりましたら幸いです。より詳細な改正内容につきましては、最新の検定基準(JIS・WES)をご確認ください。また、受験会場により多少ルールが異なる場合が予想されます。事前に受験される会場にご確認されることをお勧めいたします。その他、溶接に関するご不明な点などございましたら、お気軽にご相談ください。

参考文献

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1)JIS Z 3801:2018 | 3)WES 8201:2021 |
| 2)JIS Z 3841:2018 | 4)WES 8241:2021 |

コベルコ溶接テクノ株式会社
CS推進部 CSグループ 秋山 了亮





●神楽会コーナー

Minute Maid
Mail from America

『コロナ禍明けの米国にて』

Kobelco Welding of America Inc. 石田 雅俊



2021年5月より米国のKobelco Welding of America Inc.(KWA)に駐在しております、石田と申します。当社は全米第4の都市ヒューストン近郊に1990年に設立され、米州向けにステンレスフラックス入りワイヤと軟鋼フラックス入りワイヤを中心とした溶接材料、および溶接ロボットシステムの販売を行っております。

米国では1年ほど前から(地域により濃淡はあるものの)新型コロナによる各種規制はほとんどなくなっており、業務・日常生活の両面で直接的な不便を感じることはありません。一方で、コロナ以後の人手不足や需給バランスの崩壊などにより、あらゆる物の価格が継続的に上昇しています。昨夏の消費者物価指数(CPI)の上昇率が8%を超えたことは記憶に新しいですが、体感的にはそれ以上のインパクトを受けております(飲料水や牛乳、カリフォルニア米などの必需品の値段は赴任直後と比較して倍になりました)。ここに急激な円安が重なったこと

で我が家の家計はまさに火の車でしたが、最近ではようやく生活にゆとりができてつあります。

これを将来の備えとして貯蓄や投資に回すか、消費に回すかは判断に迷うところでしたが、アメリカ住まいの地の利を活かすという観点から、我が家では消費全振りしていく方針となりました。金銭的な事情で過去2年間の旅行先は近隣(といっても車で片道何時間もかかります)の都市に限られておりましたが、最近では思い切ってフロリダ州のディズニーワールドに行ってきました(家族4人分×2日分のパーク入場料だけで\$1,500近くかかってしまいました)。

また、ここテキサス州では直近1年間に2度の日食イベント(米国時間2023年10月14日:金環日食、2024年4月8日:皆既日食)が予定されています。この大自然の瞬間を見逃す手はないと、我が家では天体望遠鏡に専用のNDフィルター、撮影用のスマホホルダーを購入し、準備万端で待ち構える予定でしたが、何とこれら機材一式が盗難被害に遭ってしまいました(泣)。米国ではまああることと諦めつつ、これらの再購入費の獲得と日食観測をモチベーションに業務に励む毎日です。

日本国内でも新型コロナによる規制が段階的に解除され、通常の生活が戻りつつあると伺っています。皆さまもコロナ禍明けを祝して米国にお越しいただき、コロナ(ビール)片手に(太陽の)コロナを観測するのはいかがでしょうか？



左：ウォルト・ディズニー・ワールド・リゾート50周年を記念した装飾が施されたシンデレラ城
右：第二次世界大戦にて旧日本軍と激戦を繰り広げた空母レキシントン(CV-16)
テキサス州コーパスクリスティにて博物館船として展示

表紙のことば **日本の風景** 倉敷美観地区



蔵屋敷と柳並木が川面に映る旧き商家町の面影残る倉敷川畔—岡山県倉敷市

倉敷の名は、周辺の所領から集めた物資を一時的に保管しておいた地を表す「倉敷地」に由来します。倉敷は1642(寛永19)年に幕府直轄地「天領」となり、備中、美作、讃岐三国の天領を統括する代官所が置かれ、物資輸送の集積地として、また、開発が進んだ周辺新田地帯の中心地として繁栄するようになりました。潮の干満を利用して多くの船が航行し、川沿いには、町家の倉敷格子や白壁土蔵のなまこ壁など、独特の美しい意匠を随所に有する町並みが形成されました。明治時代から大正期に建てられたモダンな建築物も町並み全体の統一感が保たれつつ混在しており、歴史と現代が調和する倉敷川を中心とした一带は「倉敷美観地区」と称され、国の重要伝統的建造物群保存地区に指定されています。

