

ぼうだより

技術がいと

2018 Autumn

Vol.500

●技術レポート

片面サブマージアーク溶接の終端割れ防止技術



2 技術レポート

片面サブマージアーク溶接の終端割れ防止技術

6 特集

1- 世界に飛躍する **ARCMAN™** 鉄骨溶接システム

2- 「ぼうだより」500号特集

—世代を超えて BEYOND GENERATIONS

15 営業部ニュース

1- ユーザールポ 旭イノベックス株式会社 石狩工場

「人財」を育み、確かな技術力で「革新」を起こす

2- 溶接ご法度集-11 各種溶接材料編 (1)

19 ほっとひといき | KOBELCO 書房

「がん」研究と医療のいま

21 神溶会コーナー

Mail from Korea

22 解説コーナー | 試験・調査報告

溶接部のじん性評価方法

25 知恵袋コーナー | 用語解説

溶着速度

片面サブマージアーク溶接の終端割れ防止技術

横田 大和

(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

片面サブマージアーク溶接は、片側からの一層の溶接で完了することができる高能率な溶接法であり、裏当て方法の違いからFCBTM*, RFTM*, FABの3つの施工法に分けられ、それぞれの特徴に応じて造船、橋梁などの分野の板継溶接に広く採用されている。同施工法は、50年ほど前に開発・実用化されているが、現在でも解決されていない課題の一つに溶接継手終端部の凝固割れ（以降、終端割れと称する）が挙げられる。終端割れ防止は、これまでも幾つかの方法が提案・実用化されているが高防止率と補修作業不要を両立できず、溶接品質や作業効率の向上の観点から根本的な解決手段が望まれている。

本稿では、終端割れ発生のメカニズムと従来防止法の特徴を紹介するとともに、シミュレーション解析技術を最大限活用して得た終端割れ防止に有効な諸因子と、実溶接での検証結果について述べる。

*FCBTM, RFTMは当社の商標

2. 終端割れ発生メカニズムと従来防止技術

継手終端部では、図1に示すように第1電極がエンドタブに乗り上げると同時に鋼板に急激な変形が生じ、この

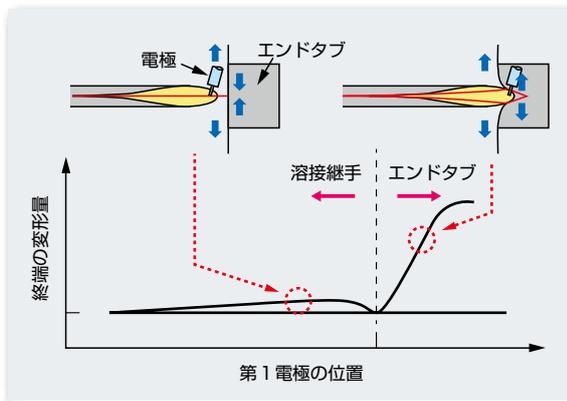


図1 終端割れの概要¹⁾

変形により溶接金属の最終凝固部に引張応力が加わることで終端割れが発生することがある¹⁾。

従来の終端割れ防止技術の一例とその特徴を表1および図2に示す。

シーリングカスケード法は、継手終端部にシーリングビードを層状に置き、裏ビードを形成させずに拘束ビードを残すことで変形を抑制する。割れ防止率は高いものの、溶接後の補修溶接が100%必須となる²⁾。

表1 従来の終端割れ防止法

終端割れ防止法	長所	短所
シーリングカスケード法	高防止率	補修必須
スリットタブ法	薄板で高防止率	タブ板が大きい
クレータ会合法	高防止率	補修必須

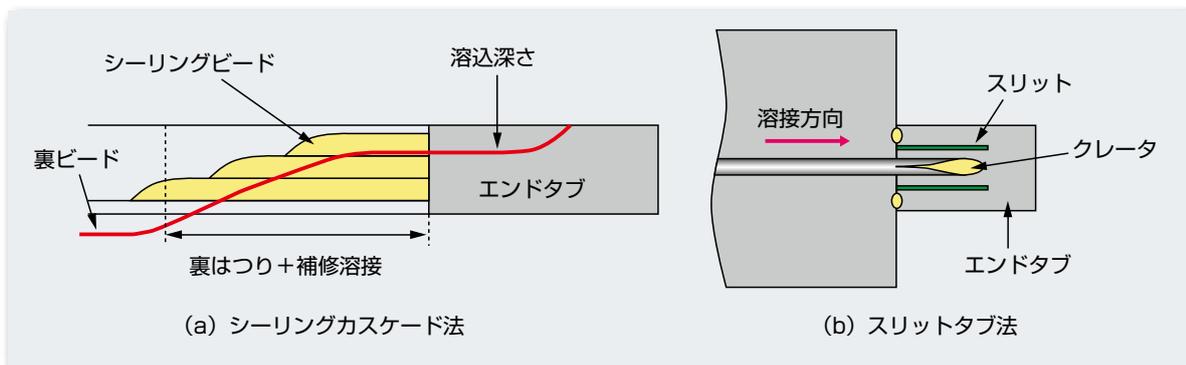


図2 従来の終端割れ防止法(模式図)¹⁾

スリットタブ法は、エンドタブにスリットを設けることで、急激な変形を抑制しアークがエンドタブに乗り上げてエンドタブの拘束力を維持する。薄板では比較的防止率は高いものの入熱の高い厚板では防止率は低く、また面内仮付方法によっては効果が発揮されない場合がある²⁾。

いずれの防止方法も一長一短であり、防止率と能率の両方に優れた終端割れ防止法とは言えない。

3. FEMシミュレーションによるひずみ抑制因子の抽出

従来の実溶接のみによる検討では、実験室で試験可能な鋼板サイズに限定されるため、実ワークサイズの終端割れに対しての妥当性が評価できない。そこで、大阪府立大学との共同研究から、同大学が保有する理想化陽解法FEM³⁾を用いた熱伝導解析と熱弾塑性解析に基づき、ひずみ抑制因子の抽出を行った。

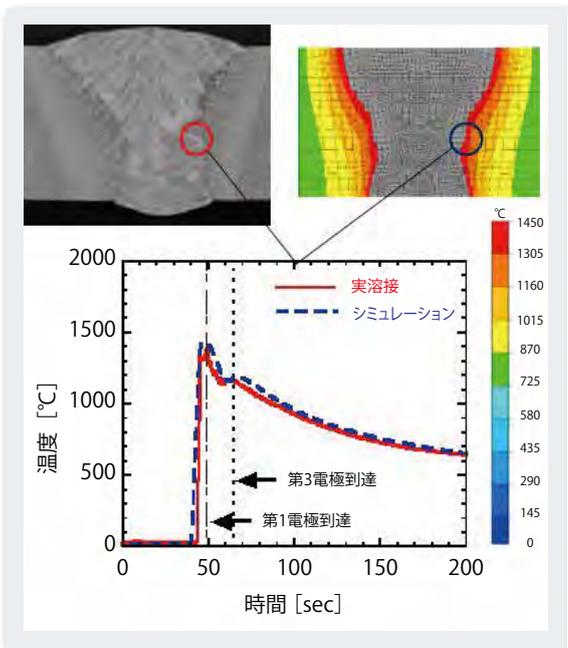


図3 理想化陽解法FEMによる熱伝導解析の一例

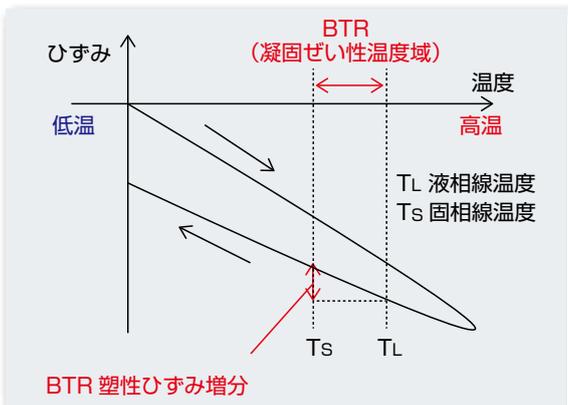


図4 凝固割れの発生モデル

熱伝導解析では、図3に示すように実溶接と類似した溶込み形状が得られ、熱影響部の昇温・冷却速度も実溶接とほぼ同じ結果が得られている⁴⁾。

熱弾塑性解析では、図4に示す冷却過程のBTR(凝固ぜい性温度域)に作用する塑性ひずみ増分(以下、BTR塑性ひずみ増分と称する)を割れ発生の指標とし、各種の因子について評価した結果、表2に示すタック溶接間隔や溶接速度などでBTR塑性ひずみ増分が小さくなり、継手終端部のひずみを抑制できることが示唆された。

4. 実溶接によるシミュレーション結果の検証

4-1. 実験手法

実溶接の継手終端部における変位と非破壊検査から、シミュレーションで抽出された諸因子について検証を行った。溶接施工法と供試材料を表3に示す。

継手終端部における変位は、図5に示すように、溶接

表2 シミュレーションによる諸因子の効果

諸因子	BTR塑性ひずみ増分	
	大	小
タック溶接間隔	長 →	短
溶接速度	速 →	遅
エンドタブ幅	狭 →	広
エンドタブ取付強さ	弱 →	強
板幅	狭 →	広
板長	影響なし*	

*一定の長さ以上では影響なし

表3 溶接施工法と供試材料

溶接材料	施工法	3電極FCB™片面SAW
	ワイヤ	
表フラックス		FAMILIARC™ PF-I55E
裏フラックス		FAMILIARC™ PF-I50R

* FAMILIARC™は当社の商標



図5 継手終端部の変位速度測定方法⁵⁾

片面サブマージアーク溶接の終端割れ防止技術

中の溶接線に対して垂直方向の治具の動きをカメラで動画撮影し測定した。得られた変位をタイムプロットし、最も傾きの大きい箇所を変位速度と定義して割れ発生の指標とした。また、溶接後の試験体は、JIS Z 3104に基づき最終端から700mmの範囲を放射線透過試験し、割れの有無を調査した。

4-2. 諸因子の変位速度抑制効果

実溶接の結果は、表4に示すようにシミュレーションの結果と傾向が一致し、これら諸因子によって溶接中の

表4 諸因子と終端のひずみの関係

諸因子		シミュレーション	実溶接
		BTR塑性ひずみ増分	変位速度
タック溶接間隔	長→短	↓	↓
溶接速度	速→遅	↓	↓
エンドタブ幅	狭→広	↓	↓
エンドタブ取付強さ	弱→強	↓	↓
板幅	狭→広	↓	↓
板長		影響なし*	-

*一定の長さ以上では影響なし

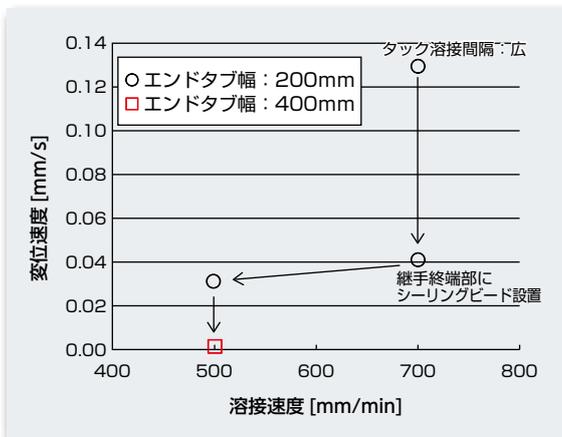


図6 諸因子と変位速度の関係⁵⁾

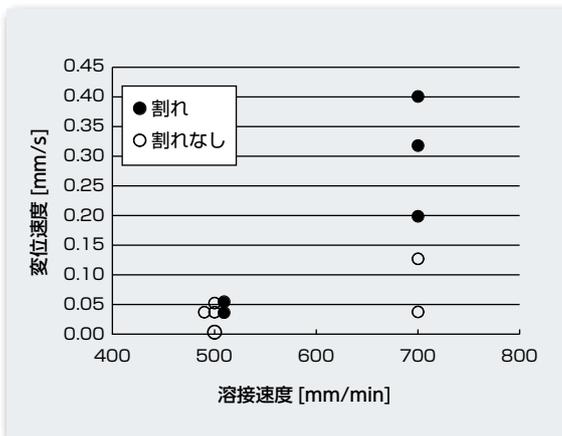


図7 低速度溶接条件で認められた割れの例

継手終端部の変位速度を低下可能なことが確認された。

一例として、「タック溶接間隔」、「溶接速度」、「エンドタブ幅」の影響を実溶接の板厚20mmで検証した結果を図6に示す。継手終端部のタック溶接をシーリングビードにすることで、さらに低速度溶接条件の採用とエンドタブ幅を拡大することで、変位速度の低下が認められる。

しかし一方では、図7に示すように一部の低速度溶接条件において、変位速度は小さいものの終端割れが認められた。

4-3. 凝固組織制御

低速度溶接条件で認められた割れ発生部の凝固組織を標準条件と比較した結果を表5に示す。低速度溶接条件では、ルート部の溶接金属の凝固が左右から真横に成長しており、割れが発生しやすい凝固形態であることが確認された。低速度溶接条件は、標準条件と入熱を合わせるため各電極の電流を低く設定する必要があり、このため第1、第2電極で形成された溶接金属の温度低下に加え、低電流により第3電極の溶込みが浅くなったことが重なったためと考えられる。第3電極の溶込みは、電流を増加させることで深くできるが、入熱増加による変位速度増加が想定され、第2-第3電極間距離の調整を選択した。

低速度溶接条件における第2-第3電極間距離と凝固組織の関係を表6に示す。第2-第3電極間距離調整により、ルート部における凝固組織は改善可能であり、溶接速度に応じた最適な電極間距離の選択が、凝固組織制御の観点で重要であることが確認された。

表5 標準条件と低速度溶接条件の溶込み形状

溶接条件	標準条件	低速度溶接条件
断面マクロ組織		
変位速度 [mm/s]	0.13	0.04

白点線：第3電極の溶込み

表6 第2-第3電極間距離と第3電極の溶込みの関係

第2-第3電極間距離 [mm]		
120 (標準)	100	80

白点線：第3電極の溶込み

片面サブマージアーク溶接の終端割れ防止技術

4-4. 板厚の効果

シーリングビードの採用、実ワークとのエンドタブの取付強化、低速度溶接条件、第2-第3電極間距離の最適化を行い、板厚12mm, 16mm, 20mm, 25mmの変位速度と割れ有無を調査した結果を図8に示す。板厚12mmを除き顕著な変位速度の低下が認められ、また、いずれの板厚においても終端割れは認められなかった。

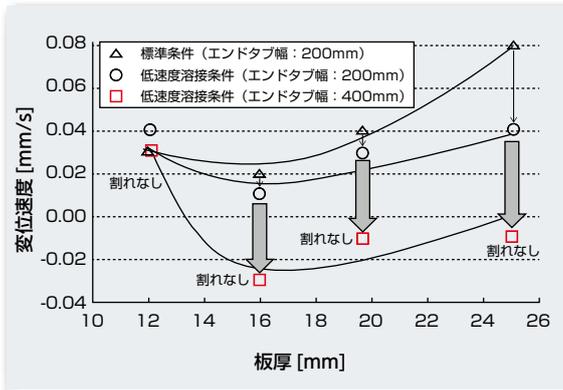


図8 板厚と変位速度の関係⁵⁾

5. 終端割れ防止機能を備えた装置開発

低速度溶接条件は、溶接継手終端部にのみ適用すればよく、それ以外の溶接開始から定常部では標準溶接条件で何ら問題はない。これを実現するには、溶接中に溶接条件と電極間距離の自動調整機能が必要となる。

急激な溶接条件変更は溶接品質上問題があり、図9に示すように終端割れ防止条件に移行する区間を設けている。具体的には、板の端部を検知した後に、指定した溶接条件移行区間で電流、電圧、溶接速度を緩やかに変化させると同時に電極間距離も設定された距離になるよう

移動させ、低速度溶接条件で継手終端部から溶接完了までを行う。なお、溶接条件移行区間と終端割れ防止条件区間における溶接金属の機械的性質は、従来の溶接条件と同等であることを確認している。

同装置機能は既に開発済みであり、実施工での評価が待たれる状況である。

6. おわりに

これまで得られた各種試験・調査の結果から、

- ①継手終端部へのシーリングビードの設置
 - ②エンドタブの幅拡大と取付強化
 - ③低速度溶接条件の採用
 - ④第2-第3電極間距離調整による凝固組織制御
- を採用することで、溶接などによる補修を必要とせず板厚25mmまで終端割れを防止できる可能性が示唆されている。

本技術は、溶接品質や生産性の向上への寄与が期待でき、今後は実ワークに近いレベルの評価などを実施し、早期の実用化を図りたい。

参考文献

- 1) 横田大和. 終端割れ. ぼうだより 技術がいで. 2018, Vol.497 p.19.
- 2) 田中和雄. サブマージアーク溶接における終端割れについて. 溶接だより 技術がいで. 1997, Vol.37. No.329. p.1-7.
- 3) 柴原正和ほか. Quar. J. JWS. 2011, 29-1 p.1-9.
- 4) 柴原正和ほか. 溶接構造シンポジウム 14講演論文集. 2014, p.247-254.
- 5) 横田大和ほか. 溶接学会全国大会講演概要. 2017-9, vol.101 p.90-91

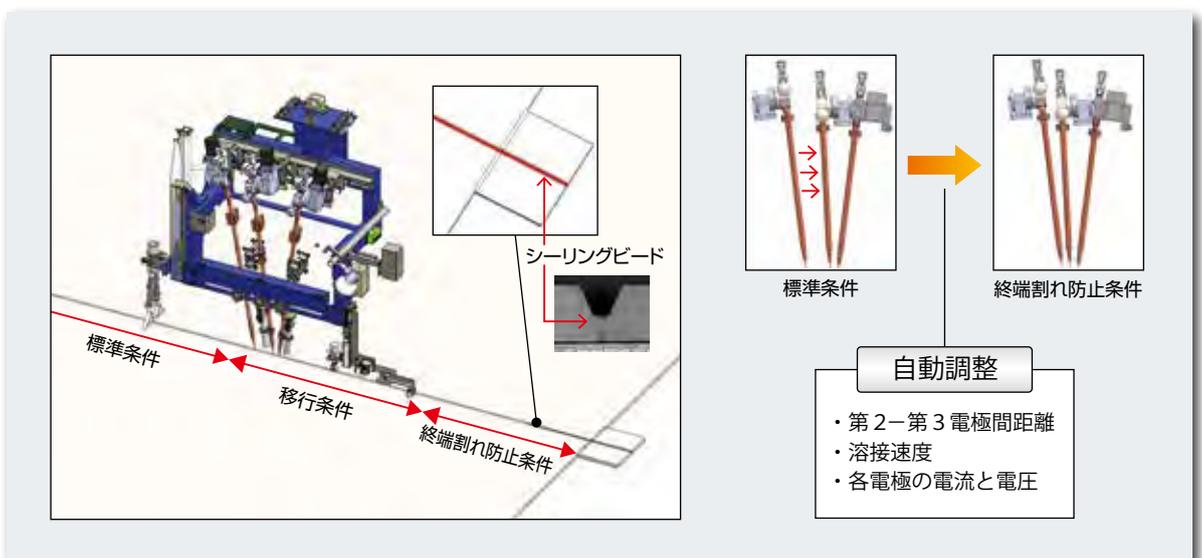


図9 終端割れ防止機能を備えた片面サブマージアーク溶接 (模式図)

世界に飛躍する **ARCMAN™** 鉄骨溶接システム

神戸製鋼はアメリカで初となる鉄骨溶接ロボットシステムをBeck Steel社（テキサス州ラボック）に納入しました。H形鋼を用いた構造が主体の米国向けに開発された新溶接システムは **ARCMAN™** MP、**SENSARC™** AB500、15トンポジション（18m）より構成。溶接材料は、ロボット溶接専用フラックス入りワイヤ **FAMILIARC™** MX-50R を使用します。同ワイヤはAWS D1.8 Seismic Supplement（耐震性構造建築物の溶接に関する附則）に準拠したワイヤです。



Beck Steel社



Beck Steel社納入の新システム

実ワークでのロボット教示は不要で、ワークの寸法をパソコンにインプットする簡単教示。ポジションによりロボット溶接の適用範囲を拡大し、ベースプレート、スチフナ、シェアプレートなどの低スパッタ溶接を実現しています。



簡単教示



ベースプレート



スチフナ



シェアプレート

Beck Steel社のJohn Beck Jr. 社長兼CEOより、溶接ロボットシステムの納入にあたり、神戸製鋼への期待を込めてメッセージをいただいています。



John Beck Jr. 社長 / Beck Steel, Inc.

私たちBeck Steelは、常に変化するマーケットに対応する「イノベーション」の必要性を痛感していました。生産性や溶接品質の改善は必須で、いくつかの会社にコンタクトしたところ、KOBELCOを採用してきた主にアジアでの評価から、KOBELCOは我々のような重量構造物を製造する産業のすべての要求に応える唯一のメーカーと知りました。もう一つ大事なことは溶接材料。KOBELCOは、私たちが必要とするものを提供できる、溶接材料でも比類なきメーカーです。

私にとって一番重要なのは、プロフェッショナルな人材です。KOBELCOは私たちの声を、何を望み、何を問題としているか、オペレータ教育を含むすべての懸念を聞き・理解してくれ、私はこの溶接ロボットシステムを使いこなすことができると確信しました。

私たちが提起したすべての問いにKOBELCOは応え、懸念は払拭されました。KOBELCOのプロフェッショナリズムはアメリカのメーカーにとっても見本となるものです。

* Beck Steel社の溶接ロボットシステムとJohn Beck Jr. 社長のインタビューはホームページに近日公開予定です。

世 代 を 超 え て

BEYOND GENERATIONS

おかげさまでもちまして「ぼうだより」は、1960(昭和35)年1月の創刊より、本号で500号を迎えることとなりました。これもひとえに読者の皆様の温かいご支援、ご愛顧の賜物と厚く御礼申し上げます。

本稿にて、昭和から平成に渡る神戸製鋼所の溶接事業・神溶会の歴史を、誌面を見ながら振り返りたいと思います。

初めて神戸製鋼が被覆アーク溶接棒の製造を手掛けたのは1930(昭和5)年。まず社内の補修溶接用として手塗り棒の生産を開始しました。その後、海軍と協力して高級溶接棒の国産化に成功、B-17の誕生です。戦中の1943(昭和18)年に被覆アーク溶接棒専門工場である日高工場が完成しています。

神鋼溶接棒の戦後は、祖国復興と工業生産の再建に真剣に取り組む男達が全国講習会のキャラバンを行うことから始まりました。この講習会を通して広く全国に神鋼溶接棒の名前と高い技術水準が知らされ、その後の基盤が築かれたといっても過言ではありません。

1952(昭和27)年日本で最初の専属制全国販売組織「神溶会」が誕生。全国どこでも、いつでも溶接材料が入手できる体制が整えられました。

のある人々の広い連絡機関とするために『神鋼棒だより』を発刊することとなった」とあります。世界水準の品質および品種の溶接棒が国産化され急速に溶接棒が進化する中、溶接棒の進歩発展は神戸製鋼がリードし日本の溶接工業界の発展につなげたいとの思いが込められています。なお、創刊前年の1954(昭和29)年には神鋼溶接技術補導所(現在の溶接研修センター)が神戸本社山手工場に設立されました。

「神鋼棒だより」創刊号の記事は「神鋼棒銘柄の名称の生い立ちについて」「神鋼棒の系統図」「新製品紹介(現存する銘柄ではHF-350、HF-600)」「イルミナイト型溶接棒について」でした。

1959(昭和34)年に鉄鋼事業部内の溶接部が溶接棒事業部として独立しました。

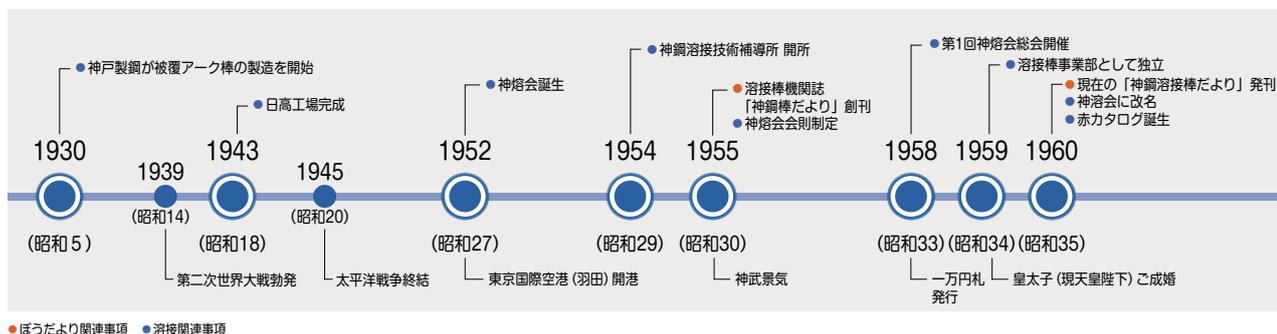
前史：溶接棒機関紙 「"Kobe Steel" Welding News 神鋼棒だより」

神溶会が本格的に稼働し始めた1955(昭和30)年は、神武景気が始まった年でもあります。昭和31年には日本が国連に加盟しました。同年の造船進水量は世界一となっています。

1955(昭和30)年1月1日に「ぼうだより」の前身「神鋼棒だより」が発行されました。溶接部試験課(当時)による作成で、手書き・ガリ版刷りの全12ページ。発刊の辞で「最近の溶接棒の進歩発展を解説しながら神鋼棒の各種銘柄を紹介し、また神鋼溶接棒とつながり



前身の『神鋼棒だより』(1955年発行)は、手書き&ガリ版刷りでした。



1 「神鋼溶接棒だより」 —現在の「ぼうだより」のはじまり

昭和30年代後半は「もはや戦後ではない」という経済白書のことばに表されるように、日本が高度経済成長を成し遂げた年代です。政府は所得倍増計画を発表し、1964（昭和39）年の東京オリンピック開催に向けて東海道新幹線などの建設も進みました。

溶接棒事業部では、1961（昭和36）年に藤沢工場、翌年には茨木工場が相次いで完成。同年には神鋼溶接技術補導所が藤沢に移転し神鋼藤沢溶接教習所として発足しています。溶接材料としては、1962（昭和37）年には立向進溶接棒の開発と実用化、1964（昭和39）年片面自動溶接法（FCB™、RF™）の開発、1965（昭和40）年炭酸ガスアークフラックス入りワイヤ（DWワイヤ）の開発実用化と技術開発が進んでいます。

1960（昭和35）年に業界専用雑誌第一号として誕生した「神鋼溶接棒だより」は、技術知識のほかに代理店さんとの座談会、旅行記、特約店訪問記など神溶会と一体となった誌面でした。その目的は、生産者と販売関係者の緊密な連携のために、神鋼棒販売網に対して工場の動き、業界の情報を互いに知りあうためであり、創刊号の記事は、「最近のハイテン」「溶接棒のできるまで」「相談室」「特約店訪問記」「統計（鋳工業生産指数、機械受注状況、厚中板および溶接棒生産高）のページ」となっています。

翌1961（昭和36）年からはセールス知識の講座、サービスカー需要家訪問などの記事が新たに加わっています。昭和30年代を振り返ってみると、1961（昭和36）年の「第一回ジャパン・ウエルディングショー」の開催に見られるように溶接業界の発展、技術の急速な進歩が「棒だより」の内



『神鋼溶接棒だより』新生第1号の表紙は、干支の子（ねずみ）

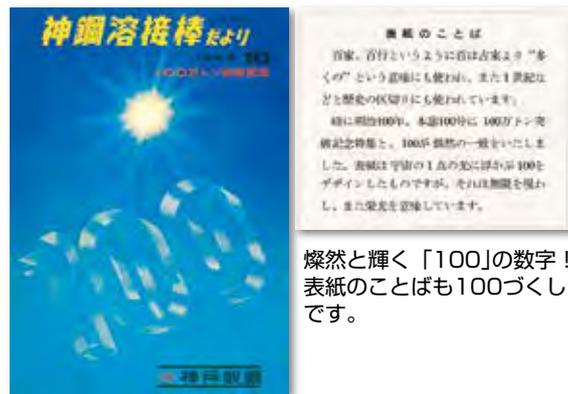
容を充実させ、当時あまり聞きなれなかった「マーケティング」という用語がよく使われています。なお技術記事の内容は好評につき、1961（昭和36）年にはユーザ向けに「季刊 神鋼溶接棒だより」が、別冊として発行されました。

2 100号達成—100万トン突破記念

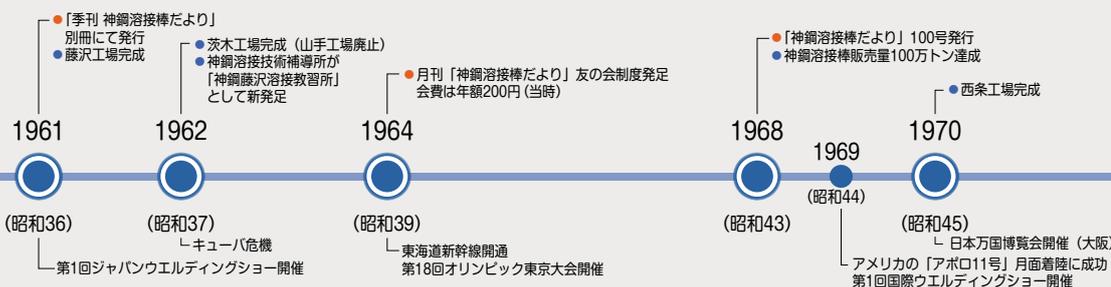
経済成長が最高スピードに達した1968（昭和43）年、国民総生産が世界2位となり、GNPという言葉が広くもてはやされるようになりました。1969（昭和44）年にはアポロ11号が月面に着陸、1970（昭和45）年には大阪で万国博が開催。世にいう「いざなぎ景気」で活況に満ちた経済活動が行われていました。このころまでの「神鋼溶接棒だより」は昭和36年10月号＝56ページ、昭和41年1月号＝42ページで、とくに技術解説に多くのページを割いています。1967（昭和42）年からは毎月発行が定着しました。

1968（昭和43）年には神鋼溶接棒販売量100万トンを達成し、同時に100号を発行。当時の記事を見ると1967（昭和42）年「インドネシアより第6回現場指導者溶接コース参加」、1969（昭和44）年「速度250キロで突っ走る山陽新幹線試作車。オールアルミをMIG溶接で」などの見出しが目につきます。

1970（昭和45）年の毎号の表紙は万国博の各パビリオンを紹介しました。明るい話題で満ちているのが昭和40年代前半の特徴です。



燦然と輝く「100」の数字！
表紙のことばも100づくし
です。



3 「技術がいど」誕生

1971（昭和46）年の円切上げに始まり、1973（昭和48）年の第一次オイルショック、1976（昭和51）年からの低成長時代への突入と、昭和40年代後半から50年代にかけて日本経済は大変動の時代を迎えます。

これに呼応して「棒だより」も様々なアイデアで誌面作りに取り組んでいます。1971（昭和46）年から1977（昭和52）年までは、正方形に近い変形サイズで発行されました。表紙に切り絵が登場し、その原画プレゼントが実施されたり（昭和48年）、「今月の体力づくり講座」と題してサラリーマンの健康管理が取り上げられた（昭和49年）のも、激動の時代での創意工夫とみなすことができます。

販売網機関誌の兄弟ともいえる技術専門誌「技術がいど」の発行は1975（昭和50）年1月から。翌年にソリッドワイヤの最新鋭工場 福知山工場が誕生したことから合わせ、こうした専門月刊誌が発行されたことは溶接業界に新しい波が訪れたことを示しています。

いど」の発行は1975（昭和50）年1月から。翌年にソリッドワイヤの最新鋭工場 福知山工場が誕生したことから合わせ、こうした専門月刊誌が発行されたことは溶接業界に新しい波が訪れたことを示しています。

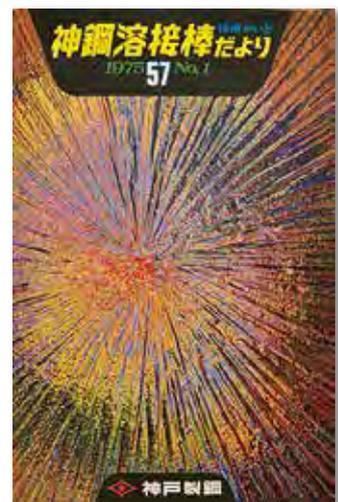
300号(1984年/昭和59年11月)

4 ～環境、溶接ロボット、フラックス入りワイヤ～の時代

1977（昭和52）年にJISが改定され、業界のなかで労働安全衛生の問題がクローズアップされました。1978（昭和53）年の見出しに「低ヒューム時代来る。ゼロードキャンペーン実施中！」とみられるように、「棒だより」でもこうした新しい溶接時代に対応し積極的な普及活動を行ってきました。同年に皆様ご存知のZERODE-44が上市されています。



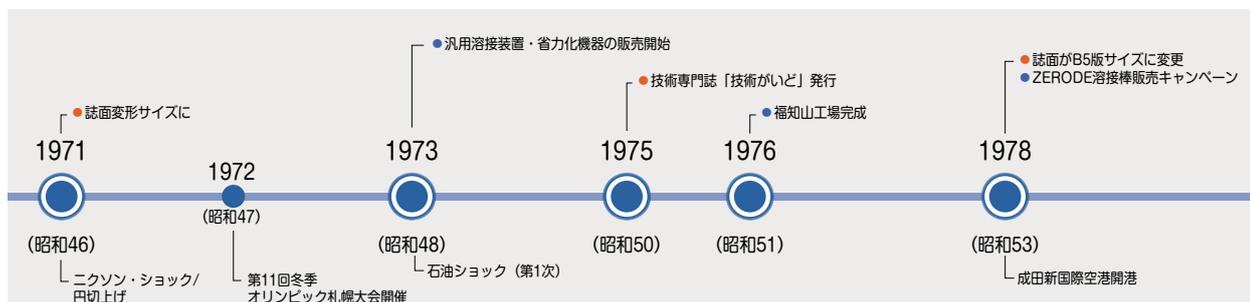
1973年にはクイズ「あなたならどう答えますか」(1962年～)の優秀解答者1名に、表紙の切り絵をプレゼント。



技術がいど誕生！
（「季刊神鋼溶接棒だより」から通巻のため第57号から）



1973年10月号の特集「体力づくり」



1978（昭和53）年には誌面がB5版サイズに、翌年には横書きから縦書きへ変更されています。1979（昭和54）年「アークマン ウェルディングショーで公開」、1980（昭和55）年「工場は今・・・」、昭和56年から続く「ディーラー訪問」、「経営講座」「装置ロボット関係の特集」などが掲載されています。1979（昭和54）年に溶接ロボットARCMAN™を上市、80年代にかけてARCMAN™S、EXシリーズが登場、1983（昭和58）年1月に装置ロボット室が新設されるなどロボット化のニーズが高まっている時代背景が伺えます。

1986（昭和61）年より「お先にワイヤ」のキャンペーンが始まりました。1985年に神鋼フラックス入りワイヤを「お先にワイヤ」と命名。80年前半より造船を中心に使用が拡大してきたフラックス入りワイヤを、一般市場にも拡大する試みです。ちなみに1983（昭和

58）年の全溶接材料に占める被覆棒の比率は50%、半自動用ワイヤが38%で、フラックス入りワイヤの比率はわずか4%でした。同年の「神鋼溶接棒だより」のユーザーポでは、DW-100やMX-100を採用されたユーザの声や、神溶会会員社の皆様のキャンペーンへの熱心な取り組みが記載されています。1987（昭和62）年には「ステンレス鋼でも『お先にワイヤ』』としてDWステンレスワイヤシリーズが紹介されています。軟鋼用フラックス入りワイヤとしてはMX-100S、100T、DW-110が紹介されています。

なお1987（昭和62）年3月号より隔月発行となり、「ぼうだより」となりました。

同年5月号で神溶会シンボルマークを募集し、同年10月の神溶会総会にてシンボルマークをお披露目しています。



新しい溶接時代に対応した普及活動（1978年）

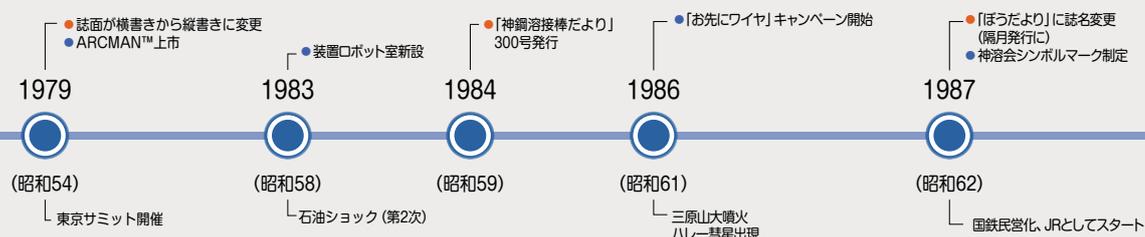


ARCMAN™登場（1979年）



培われてきた伝統を「紫」、向上するための改革を「赤」、永遠の繁栄を「金」でカラー表現。そして、3つの三角形を、メーカー、問屋、ディーラーにたとえ、三位一体で常に前進している神溶会の躍動感をデザイン処理で表わします。

誌上でお披露目された神溶会シンボルマーク



5 バブル経済崩壊と平成到来～400号

1989（平成元）年以降も、お先にワイヤのキャンペーンは「ザ・クリエイション」「ザ・クリエイションΣ」と継続して行われました。「顧客を創る」「商品を創る」「人を創る」をテーマに、神溶会各支部による独自企画を行っています。いわゆる「マーケティング活動」に通じるところがあり、1990（平成2）年には「使ってみませんか！企画提案型営業の図表」をテーマに、企画提案の手掛り・開拓セールスでの工夫・企画提案でも大切な歓談話術などが、1年を通し掲載されています。

同年の国際ウエルディングショーではアークマン鉄骨溶接システム（コア溶接、コア・仕口兼用ロボットシス

テム）、大電流M×溶接法などが展示されました。翌91（平成3）年には神溶会が40周年をむかえ、新たなる飛躍と結束を誓う記念全国大会が開催されています。

またグローバル化が進む中、神戸製鋼の海外事業が初めて紹介されたのが1990（平成2）年です。以降、海外新拠点の紹介など海外事業に関する出来事の掲載が始まります。

1995（平成7）年に阪神・淡路大震災が発生、建物や道路橋の倒壊が発生しました。翌年1月には橋脚耐震補強工事の推奨施工法（DW-Z100×PICOMAX）の概要が掲載されています（「技術がいど」にて詳細を説明）。

1995年末には、職場環境に配慮した「低ヒューム・低スパッタなクリーンワイヤ“Zシリーズ”（DW-Z100、



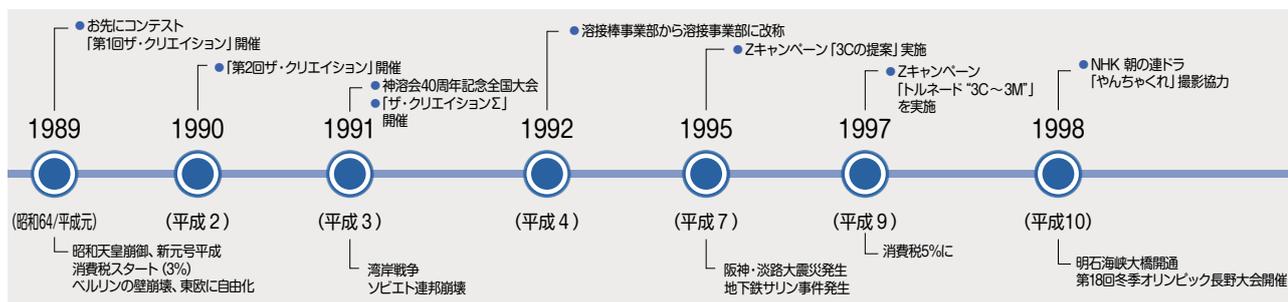
お先にワイヤのキャンペーン「ザ・クリエイション」



マーケティング活動につながる連載も（1990年）



FCWのキャンペーンは平成の幕開けとともに！



110、MX-Z100、100S、200)の開発完了に合わせ“Zキャンペーン「3Cの提案」”がスタート。3Cは「Clean (クリーン・職場環境改善)」「Comfortable (快適)」「Cost down (コストダウン)」の3つの頭文字から取り、溶接に求められる課題を解決するこれらの商品の普及をキャンペーンの目的としています。

1997(平成9)年にはZキャンペーン「トルネード“3C～3M”」を実施。鉄骨ロボットの特集を掲載しています。また、1998(平成10)年9月には同年放送のNHK朝の連続ドラマ「やんちゃくれ」への溶接技術指導を取材、掲載しています。

1999(平成11)年5月には創刊400号を迎え、同月、神戸製鋼所東京本社は、現在の品川区大崎ONビルに移転しました。

6 ミレニアム ～溶接サポーター制度スタート～

21世紀に入り、2001(平成13)年神溶会50周年記念アルカディア2001キャンペーン「Good Jobコンテスト」を全国展開しました。テーマを「環境への取り組み」とし、“銅めっきレス”SEワイヤシリーズ、“薄板用DW

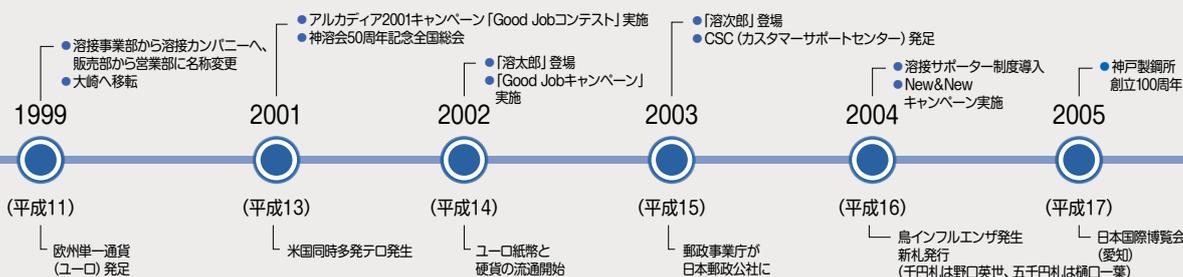
ステンレス”DW-Tシリーズを重点商品としています。翌年には「Good Jobキャンペーン」が実施されました。

また2001年11月には「ぼうだより」にて17年間連載した「うちの会社、うちの社員」が最終回をむかえ、神溶会五十周年記念誌として、総集編が作成されました。2002(平成14)年春号にて新キャラバンカーの名称を募集、それぞれ「溶太郎」「溶次郎」と命名され、現在に至っています。2004(平成16)年には初の試みとして、国際ウエルディングショーでの屋外展示・実演が行われています。今年鉄骨溶接ロボットを搭載した「溶子」が誕生したのは、皆様の記憶に新しいと思います。

2004(平成16)年末からは耐棒焼け性など作業性を改良し新しく生まれ変わったステンレス鋼用被覆アーク棒「NCシリーズ」と「Z-44」を重点商品として、「New&New キャンペーン」が実施されました。3,000社を超えるお客さんを訪問、被覆棒の使用状況と神戸製鋼への意見・要望など生の声をお聞きし、商品開発やサービス向上につなげる活動です。なお、同年下期には、現在に続く資格奨励制度「溶接サポーター制度」がスタートし、初年度は167名の溶接サポーターが誕生しています。2006(平成18)年には初の女性サポーターが誕生し、冬号にて合格者喜びの声や苦労話、資格取



デビュー当時のキャラバンカー



得後の変化などを語っていただきました。

2007（平成19）年より年4回発行、A4サイズとなりました。「溶接レスキュー119番」「よくわかるロボットシステム」の連載が始まっています。ユーザーポでも、溶接ロボットシステムを使用されるユーザさんが紹介されることが多くなってきたようです。同年冬号で今ではおなじみの、3冠商標（FAMILIARC™,

TRUSTARC™, PREMIARC™）を発表しています。※

2011（平成23）年3月に東日本大震災が発生、7月より「がんばろう！東北 支え合おう！神溶会」をスローガンに、東北支援キャンペーン「神溶会60周年記念ベストパートナーキャンペーン」を実施しています。全国約2,000名の溶接サポーターの技術営業力を活かし、鉄骨業種をメインとした鉄骨エキスパート資格認定と



A4にサイズを変更



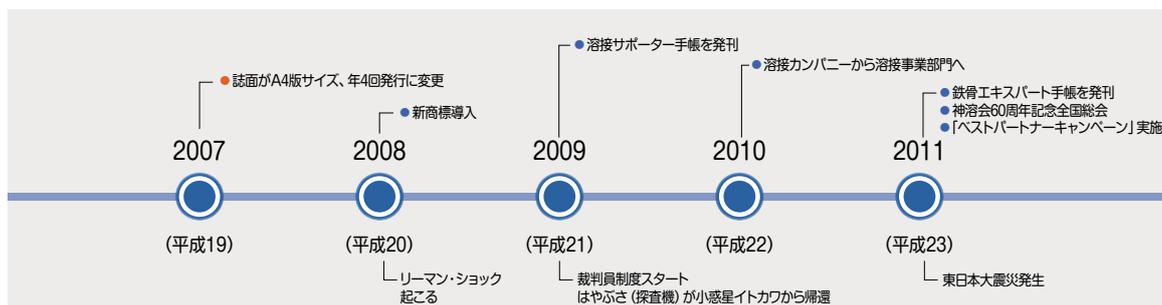
世界統一ブランドの確立をめざし2008年に導入（2007年冬号で発表）



東北復興支援「ベストパートナーキャンペーン」からの支援報告（2011年）



キャンペーン期間の売上の一部を寄付
溶接ニュース 2012年（平成24年）
3月20日より





現在も続く「業種別マイスター制度」がスタート（2011年）

こんにち
今日の「ぼうだより 技術がいで」に
なりました。(2015年4月)

REAGARC™鉄骨システム及び専用ワイヤ[®]MG-56R (N) や[®]MX-Z200MP、自動車用ソリッドワイヤを重点商品とした活動です。同キャンペーン期間中の売上の一部を、独立行政法人 高齢・障害・求職者雇用支援機構宮城職業訓練支援センター（通称 ポリテクセンター宮城）に災害見舞金として提供、溶接を通じての復旧・復興への一助としてお役に立てました。

同年には溶接サポーター制度のフォローアップ企画として「業種別マイスター制度」を春号で発表、第一弾として「鉄骨エキスパート」が同年4月よりスタートしています。その後業種別マイスターは自動車、造船に拡大。本年実施の「Beyond Generationsキャンペーン」に際して、鉄骨溶接ロボットシステムが加わりました。

7 Web化から「ぼうだより 技術がいで」へ —そして「ぼうだより」500号

2012（平成24）年より「技術がいで」とともに、「ぼうだより」もWeb化・一般公開されました。「技術がいで」の記事は2005（平成17）年号から、「ぼうだより」は2012（平成24）年号からのバックナンバーをホームページで公開しております。

2015（平成27）年春号より「ぼうだより」「技術がいで」を合併、神戸製鋼溶接事業部門の刊行誌「ぼうだより 技術がいで」として生まれ変わりました。神溶会、ユーザの皆様、神戸製鋼や神溶会のニュース、溶接材料・溶接システムの最新技術や商品情報を始め、用語解説・溶接119番、溶接ご法度集など調べものや皆様の困りごとの解決のお役に立つ記事を引き続き紹介しています。

「技術レポート」「用語解説」「溶接110番・119番」「試験・調査報告」「溶接基礎講座」「新・銘柄のおはなし」などの過去の記事は「ライブラリ」にアップされております。調べものなどにお役に立ていただければ幸いです。

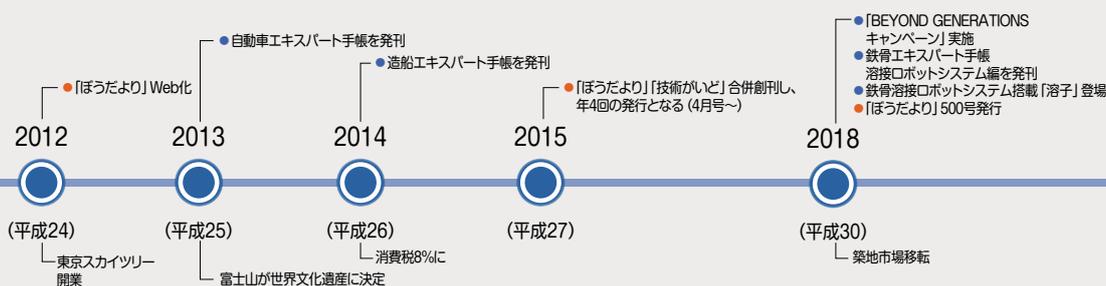
これからも編集部一同、皆様のお役に立つ誌面作りを心掛けてまいりますので、引き続きのご愛読と、ご指導・ご鞭撻のほどお願い申し上げます。



ライブラリ

※2008年より商標を冠した呼称に切り替えました。
文中の商標を一部下記のように短縮表記しております。

FAMILIARC™ → [®]F



『人財』を育み、確かな技術力で『革新』を起こす — 旭イノベックス株式会社 石狩工場

北海道石狩市は、札幌市の北側に隣接し、江戸時代初期から交通の要所として重要な役割を果たし、西蝦夷地の鮭の交易で大いに賑わいました。市名の由来は市内を流れる石狩川からきており、先住民のアイヌ民族の言葉で石狩川を指す「イシカラペツ」に由来しています。その意味は「曲がりくねって流れる川」また「神様が作った美しい川」と言われています。

今回は、その石狩に鉄骨工場を構える、旭イノベックス株式会社 石狩工場を訪問し、萬副工場長、山口部長代理にお話を伺いました。



工場全景



よるす 萬副工場長



山口部長代理

■ 本日はお忙しい中、お時間をいただきまして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。早速ですが、まず御社の概要についてお聞かせください。

取材に先立ちまして、昨年御社、福知山工場を見学させていただき感謝申し上げますとともに、ご多忙な時期にも関わらず、迫工場長様はじめ工場管理者の皆様には、丁寧な説明をしていただきました。日々使用する溶接材料の品質管理、線材に懸ける思い、技術力を拝見させていただき、改めて御礼申し上げます。

さて当社は、昭和27年5月に札幌市で旭鉄工所として創業しました。当時は水門の設計・製造・施工が主でした。その後暖房機関連、橋梁分野へと事業を拡大し、昭和49年に、鉄骨の加工・組立業務をスタートさせました。昭和60年にはグループの建築鉄骨分野を担う旭製作所を設立しました。まさに、この石狩工場の前身です。その後、事業ごとに分かれていたグループ3社（旭鉄工所、旭製作所、旭イノベックス）を統合し、平成19年に『旭イノベックス株式会社』が誕生しました。

会社名のイノベックス=INOVEXとは、Innovation（革新）を繰り返し、Excellent（優れた）なものづくりと会社経営によって社会に貢献し続けるという強い意思が込められています。

■ 日々の改善・革新を重んじる印象を、私も常々感じております。では、御社の強みを教えてください。

強みは、人です。当社では、『人財（じんざい）』と書きます。製品は、多くの人が関わり、人の手によって生み出されます。すなわち「製品を生み出す担い手=人」を育むことが、会社経営の根底にあります。

中でもキーテクノロジーの溶接は、技能継承と若手社員の定着という2つの課題があります。当社では、熟練社員と若手社員がマンツーマンで目標と計画を立て、資格取得や技量向上を目指す仕組みがあり、会社もそれを支援しています。

つい先日は、新入社員に幅広くものづくりに関心を持って欲しいという考えから、コベルコROBOTiX（株）第二事業部に依頼し、「石松」の操作指導勉強会を実施しました。さまざまな選択肢を与え、若手が自分で考え、モチベーションを高められる環境を、もっと作っていきたいです。

■ さまざまな選択肢の中で、個々が自分で考え、行動する力が育まれるのですね。では、神鋼の溶接材料は、どのような場面でご使用いただいていますでしょうか。

建築鉄構事業部方針として、複雑な形状の製品に果敢に挑戦しています。例えば、写真のような四股のパイプ柱が出てきた時には、等身大の模型を作り、考えられる問題点を洗い出しました。模型を作って、初め



工場内



事務所棟



複雑な形状の柱（模型）



実物溶接時



REGARC™ 搭載天吊柱大組溶接ロボットシステム

て溶接姿勢が制限されることがわかります。こういった付加価値の高い製品を作る中で、御社の製品は不可欠です。溶接部位を考慮し、適切なトーチ姿勢での作業可否を把握し、後処理のない『魅せる溶接』で

■ MX-Z200MP、DW-100Vを使用しています。
またNew MG-56は、従来ワイヤと比べソフトなアーク感で、半自動の溶接技能者が高く評価しています。加えてアークの安定性も良く、「石松」にも搭載し使用しています。

■ ご評価いただき誠にありがとうございます。一方で、昨年7月に道内初となりました REGARC™ 搭載天吊柱大組溶接ロボットシステムのお話を伺いたいの

ですが、ご採用いただいた経緯をお聞かせください。
当社では「天吊特殊マルチ」という名で呼んでいます。柱溶接や仕口溶接の現機能はもとより、中間溶接のスペースに配置することで、前工程の流れから連続して溶接できる部位を増やし、多様な使い方を期待して採用を決めました。今後は、溶接技能者とロボットの融合で、さらなる時間短縮、作業の効率化を実践していきたいと考えています。

■ 現在はコア増産用としてすでに使いこなされているようで、大変嬉しく思っています。それでは、弊社

に対するご要望をお聞かせください。
1つ目が、30°狭開先ソフトの REGARC™ 対応と、型式認証の取得です。2つ目が、建築鉄骨向けCADとの連携による教示時間の短縮・簡略化です。

■ 時間と単位時間あたりの生産性向上は業界全体の発展につながることから、ぜひとも、開発を進めていただきますようお願いいたします。

3つ目は溶接材料の安定供給、4つ目が、新たな溶接材料の開発です。溶接材料を評価することも、溶接技能者の技量向上につながりますので、ぜひ、これからもいろいろと提案をお願いします。



柱大組15トン2アーク



REGARC™ 搭載柱大組20tシングル

■ 貴重なご意見ありがとうございます。建築鉄骨業界は、神鋼として重要と考える業界の1つです。作業負荷低減や、生産性向上につながる新製品開発は、引き続き尽力してまいります。それでは最後に、御社の今後の取り組み、抱負について教えてください。

これまで、札幌ドームや北海道新幹線 新函館北斗駅など地域のランドマークとなる案件を数多く施工してまいりました。その中で、自社の技術力を高めながら、お客様や仕入れ先との絆を深めてきました。当社としては、引き続き人財を育て、高い技術力でもって、業界の発展、地域や社会に貢献していければと考えております。

■ 力強いお言葉をありがとうございます。

ご多忙の中、取材に協力いただきました萬副工場長、山口部長代理には、心より感謝申し上げます。

今回の取材を通じて、会社全体で人を育て、高みを目指そうとする社風を改めて強く感じました。取材中、「自分の子どもを入れたいと思える業界にしたい」というお話がありました。現状の業界の厳しさ、大変さを感じる一方で、業界に革新を起こし、トップランナーとして、変化を恐れず挑戦していこうとする決意のようにも感じることが

できました。
最後になりますが、旭イノボックス株式会社の皆様の今後益々のご活躍をお祈り申し上げます。



工場全景+ヤード

※文中の商標を下記のように短縮表記しております。

FAMILIARC™ → F

レポーター：鏡味 芳徳

(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

2018年9月北海道胆振東部地震により被災された方々に心よりお見舞い申し上げます。
被災地の一日も早い復興をお祈り申し上げます。

今回は溶接材料に関わるご法度「被覆アーク溶接棒(被覆棒)」の第4弾です。

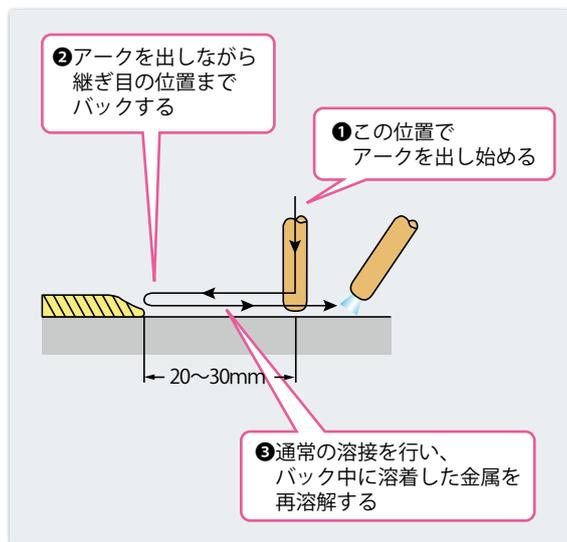
※本文中の溶接110番・119番および用語解説バックナンバーは、以下URLよりお入りください。
 ぼうだより 技術がいどライブラリー <http://www.boudayori-gijutsugaido.com/library/>

ご法度 51

低水素系被覆棒をそのままアークスタートするのはご法度!

低水素系被覆棒をアークスタートすると、スタート部にブローホールが発生する傾向があります。これは、フラックスの融点の高い、低水素系被覆棒の本質的な短所です。これは、溶接者の技量で欠点をカバーすることができます。この方法が「バックステップ法」です。右図のようにスタート箇所の20~30mm前方にアークを発生させて、少し後戻りしてから前進します。この方法によりスタートブローホールはほぼ防止できます。

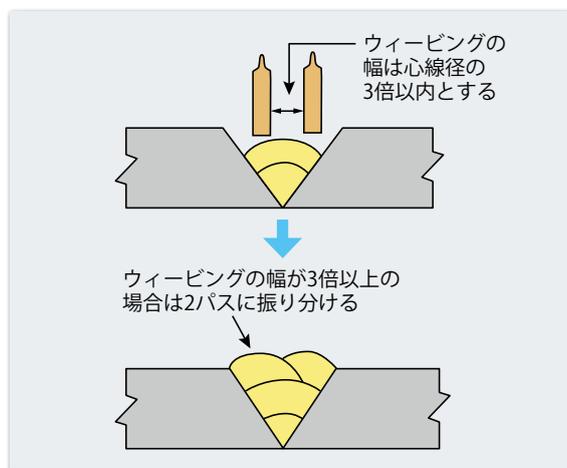
(さらに詳しい情報は)
 ぼうだより 技術がいどライブラリー 溶接110番・レスキュー隊119番
http://boudayori-gijutsugaido.com/gaido/catalog/110/#target/page_no=1
 ・低水素系溶接棒によるアークスタート時の気孔欠陥と対策について



ご法度 52

ウィーピング幅を棒径の3倍以上にするのはご法度!

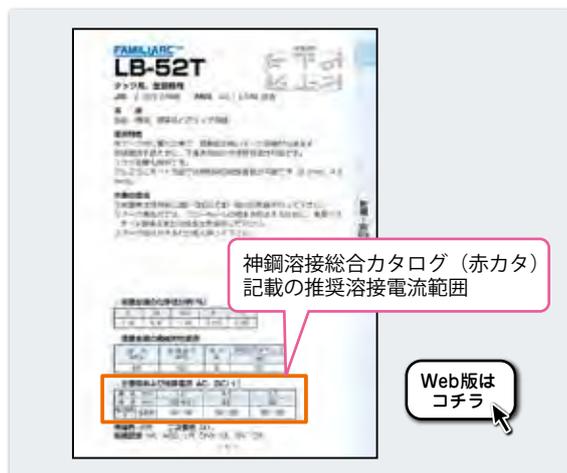
被覆棒を溶接線方向に一直線に溶接したビードを「ストリンガービード」と呼びます。一方、溶接棒をジグザグに運棒し、幅広いビードを置くことを「ウィーピング」と呼びます。ウィーピングの幅が広すぎると、ブローホールや融合不良の原因となります。そのため、被覆棒を動かす幅は棒径(心線の径)の3倍までと言われています。棒径4.0mmでは、12mmがウィーピング幅の最大値です。ここでいう幅とは、ビードの幅ではなく運棒の幅なので、ビードの幅は4倍程度となります。



ご法度 53

メーカー推奨の電流範囲から逸脱するのはご法度!

溶接材料メーカーは、棒径ごと、溶接姿勢ごとに適正電流範囲を推奨しています。たとえば、イルミナイト系溶接棒の4.0mmでは、下向姿勢で120~180Aとなっています。この溶接電流範囲であれば、良好な溶接部が得られます。ところが、実際の現場では上限をオーバーしていることもあります。強すぎる電流は、ブローホールやアンダカット、スパッタなどが発生しやすくなります。注意しましょう。



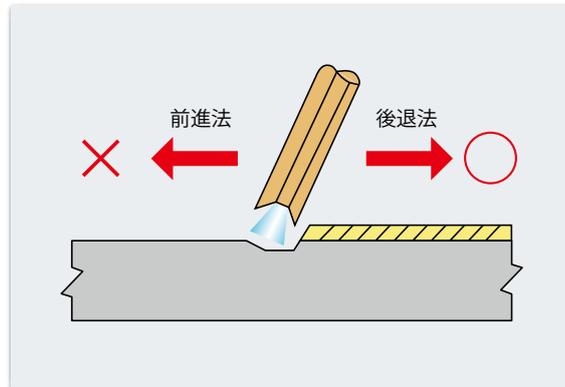
ご法度⁵⁴

溶接棒を前進法で溶接するのはご法度！

溶接棒を動かす方向には、右図のように「前進法」と「後退法」があります。

マグ溶接の場合は、この2つを使い分けませんが、被覆アーク溶接の場合には前進法を使うことはまずありません。

前進法で溶接すると、スラグ巻込み、ビード外観の乱れ、ブローホールの発生などが起こります。



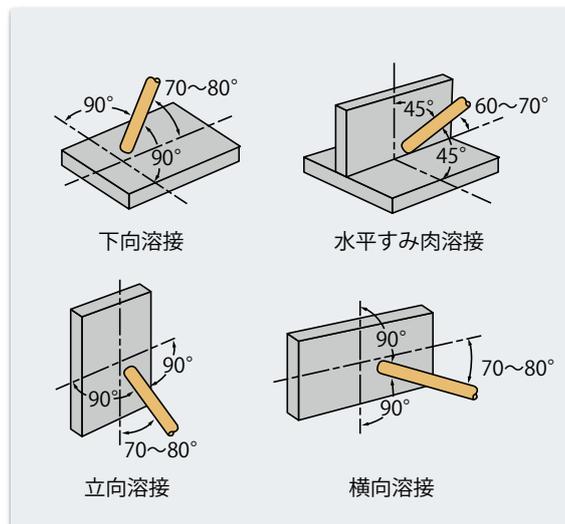
ご法度⁵⁵

溶接棒を大きく寝かせたまま溶接するのはご法度！

それぞれの溶接姿勢における適正な溶接棒の保持角度は、右図のとおりとなります。

溶接棒の保持角度を寝かせすぎると、必然的にアーク長が長くなってスパッタも多くなり、ビード外観も悪くなります。

常に正しい保持角度を保てるように、日ごろから訓練しましょう。

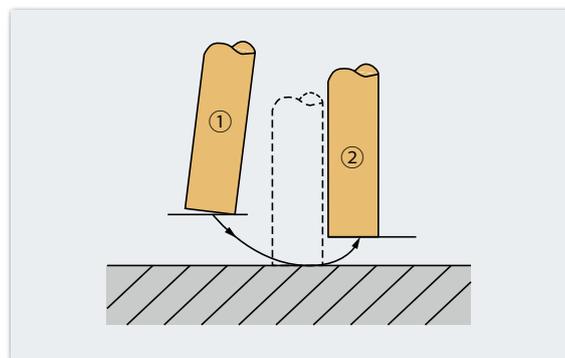


ご法度⁵⁶

アークスタートで溶接棒を母材に垂直にタッチするにはご法度！

溶接を始める際に、もっとも苦労するのがアークスタートです。最初のうちは溶接棒が母材にくっついてしまい、アークスタートができないものです。

アークスタートのコツは「マッチを擦るように」です。溶接棒先端で母材面を溶接方向に軽くこすってアークを発生させます。





「がん」研究と医療のいま

日本の「がん」患者数は年々増加している。同時に、国内には数百万人の「がんサバイバー（がんを克服した経験者、またはがん治療を継続している人）」が生活している。がんの診断と治療の技術は、近年、急速な進化を遂げてきた。

2018年10月、京都大学高等研究院の本庶佑特別教授へノーベル生理学・医学賞の授与が決定された。本庶氏の功績は、免疫の働きにブレーキをかける特定のたんぱく質を発見し、これを取り除くことで、がん細胞に対する免疫細胞の攻撃力を高める「免疫チェックポイント阻害薬」の開発に結びつけたことによるという。今回は、「がん」にまつわるホットなテーマを、読書で巡ってみよう。



トップ研究者が語る、「がん根治」の手がかりとは

『「がん」はなぜできるのか そのメカニズムからゲノム医療まで』

(国立がん研究センター研究所／編) (新書) ブルーバックス 2018/6/20

1962年の創設以来、がん撲滅に向けた最先端の医療・研究に取り組んできた「国立がん研究センター研究所」。そのトップ研究者たちが語る、がんのメカニズムとゲノム医療の最前線とは？

いまや日本人の「国民病」とも言われる「がん」。高齢化に伴い、今後も患者は増加すると予測されるが、現時点ではがんを根治する治療法は見つかっていない。しかし、分子標的薬によるオーダーメイド治療、免疫チェックポイント阻害薬などの画期的新薬が登場し、またゲノム医療の急速な進展もあって、「がん根治」の手がかりが見えてきた。

「がん」と聞けば、まだまだ死の病のイメージが付きまとう。だが、がん研究の進展とともに、いま、医療は「がん予防」の時代へと差し掛かっているのだそう。

たとえば、諸外国と比較すると、日本ではウイルスや細菌の慢性感染に起因するがんの割合が高いという。例を挙げるなら肝炎ウイルスと肝臓がん、ヘリコバクター・ピロリ菌と胃がんの関係がそう。また、がんの発病には遺伝的要因が大きいと考えがちだが、疫学的な調査によれば、「禁煙」「節酒」「食生活」「身体活動」「適正体重の維持」といった生活習慣による要因が圧倒的に大きな割合を占めるという。

これら「感染」や「生活習慣」に起因するがんには、いま以上に予防医療が大きな役割を果たしていくことになるだろう。

そしてもうひとつ、本書で最先端の話題として記述されているのが、がんの「予防薬」の話題だ。現在、日本では世界初の肝臓がん再発予防薬として期待される「非環式レチノイド（一般名ペレチノイン）」の臨床試験が行われている。

ハードルの1つとしてがん予防薬が保険適用になるかどうかは大きな問題です。医療は病気の人に対して行われるものというのが一般的な認識ですが、がんになる前のグレーゾーンの人に対して、どこまで医療が介入できるかといったことも社会全体で考えていかなくてははいけません。(P244-245)

再発の不安を抱えるがんサバイバーが増えるであろう、これからの時代に、「予防薬」は大きな期待の星である。それと同時に、「予防薬」という存在が、社会と医療の在り方を、また私たちの病との付き合い方を大きく変えるかもしれないことも、頭に入れておきたい。

もうひとつ、最新トピックスとして知っておきたいのが、2018年6月に国立がん研究センターに設置された「がんゲノム情報管理センター」の意義と役割だ。これまでは、日本の医療機関の多くが欧米の検査会社に遺伝子解析を依頼していたため、貴重なデータが海外に流出していた。しかし今年、遺伝子解析が国内の公的保険の対象となったことで、今後は大量のゲノム情報が国内で毎年解析され、蓄積されていくことになる。

民間医療保険が主体の諸外国とは違い、国民皆保険で公的医療保険が充実している日本だからこそ、国家レベルで貴重なビッグデータを得ることができます。(P280)

これを研究機関や製薬会社で活用できれば、いずれ、創業や新たなイノベーションにつながるかもしれない。「がん撲滅は、夢ではない」。私たちも、やみくもに病を恐れるのではなく、最新のデータと情報から積極的に学び、リスクを減らす道を選びたいものだ。

医薬にノーベル賞が出づらいのはなぜ？

『医薬品とノーベル賞 がん治療薬は受賞できるのか？』

(佐藤 健太郎／著) 角川新書 2016/9/10

2015年、大村智氏らが受賞したノーベル生理学・医学賞は、実に27年ぶりに医薬品開発に対して贈られたものだった。その間、エイズやC型肝炎などさまざまな病気の治療薬も開発されてきたが、いずれもノーベル賞受賞には至らなかった。

どのような医薬品を開発すればノーベル賞がとれるのだろうか？ がん治療薬をつくれればとれるのだろうか？ そもそも医薬品開発の難しさとはどこにあるのだろうか？ 十数年にわたって医薬品研究の現場に身を置いてきた著者が、医薬の現在と、あるべき未来を読み解く。



近代医薬の開発の歴史、医薬が病を治療するメカニズム、抗菌薬・抗ウイルス薬・抗寄生虫薬など各分野の医薬、さらには薬価問題について——。本書は、医薬にまつわるさまざまな分野のテーマをわかりやすく解説してくれる良書だが、今回はそのなかでも「がん」に言及するくだりを特に取り上げたい。

がんとノーベル賞との関係について、本書では一つの歴史的なエピソードが紹介されている。

1926年、デンマークのヨハネス・フィビゲルがノーベル生理学・医学賞を受賞した。これは、寄生虫がマウスにがんを発生させたと発表した功績によるものだった。ところが後に、この寄生虫原因説は誤りであったことが判明する。一方、日本では1915年、山極勝三郎が、コールタールをウサギの耳に塗りつけてがんを発生させることに成功している。実は、山極の研究のほうこそ正真正銘、がん研究の歴史に残る成果だったのだが……。

本来ならば、日本人初のノーベル賞受賞者には湯川秀樹（1949年物理学賞）ではなく、山極の名が刻まれてしかるべきだったはず。この件は、ノーベル賞史上最大の過誤といわれています。

ノーベル賞委員会はこれに懲りたのか、この後40年にわたって、がんの研究にノーベル賞を授与することはありませんでした。(P129)

画期的な新薬に対してノーベル賞を授与し、その中に重大な問題が発生したとなれば、賞の権威自体を問われかねない。そんな、医薬特有の「評価の揺らぎやすさ」こそ、医薬にノーベル賞が授与されづらい状況を作っている一因なのだ。

ただ、こうしたがん発生のメカニズムや、がんの増悪に関与する遺伝子の研究成果は、1990年代以降、徐々に「抗体医薬」として実を結び始める。抗体医薬とは、がん細胞の増殖や転移を促す受容体に“ふた”をして、がんの悪化を防ぐしくみの治療薬だ。しかし筆者は、抗体医薬分野における国内製薬会社の「出遅れ」について指摘する。

日本は優秀で高価な抗がん剤を海外企業から購入せざるを得ず、医薬品の大幅な貿易赤字の一因となっている。2015年の医薬品貿易赤字は、2兆円を突破してしまった。(P163コラム「出遅れた日本企業」より)

医薬品の貿易赤字は2018年現在でも解消されておらず、依然、国内大手製薬会社は苦境の中にある。一方、中堅製薬会社は抗体医薬分野を切り開き、上位企業を猛追する流れだ。状況次第では、今後、国内の製薬企業ランキングが大きく入れ替わることもあるかもしれないという。

「医薬品」というキーワードを通じて、病と闘う「戦場」のいまを知る——。本庶氏のノーベル生理学・医学賞に日本中が湧き立つ今こそ、最も読んでおきたい一冊だ。

One More !!



『がんとお金の本』

(黒田 尚子／著、岩瀬 拓士／監修) ビーケーシー 2011/8/18

いまや男性は2人に1人、女性は3人に1人が「がん」になる時代。がんになると、医療のことだけでなく、治療費などお金の問題にも直面することになる。しかし、いざ患者になった時、お金に関する情報はとても少ないのが実情だ。

ファイナンシャルプランナーでもある著者自身は、乳がんの告知を受けた際のことを「がん告知を受けても、悠長に落ち込んでいるヒマなどない！ 人間、目標ややるべきことができると、気持ちも前向きになってくるものです」と振り返る。がんと闘ったリアルな体験談と、そのために必要な「お金の話」を、プロの視点でわかりやすく解説した本書。これからがんに立ち向かう患者と家族にとって、必携の1冊だ。



(文：石田祥子)



●神溶会コーナー

Mail from Korea

『Korean food in Busan』

Kobelco Welding Marketing of Korea Co., Ltd. 澤村 直希



ぼうだより読者の皆様、こんにちは。

2017年4月に韓国の釜山にあるKobelco Welding Marketing of Korea Co., Ltd. (KWMK) に赴任いたしました澤村です。まずはKWMKについて、紹介させていただきます。

KWMKは2011年に設立され、軟鋼および低温・HT鋼用FCWのKWK(Kobe Welding of Korea Co., Ltd.)製品とCr-Mo、ステンレス、Ni基溶材などのKSL(Kobe Steel Ltd.)製品を販売しています。組織としては、営業部門と管理部門に分かれており、営業部門は主にKWK製品を取扱う造船営業部とKSL製品を取扱う特殊溶材営業部、両方の技術サービスを実施する技術営業部の構成になっております。

現在、従業員は私を含めた日本人駐在員2名を合わせ、計7名が在籍しています。

釜山は日本の関西に似た雰囲気を感じ、方言も存在します。また、地下鉄が発達しており、非常に便利で金海空港からのアクセスも良いです。釜山ではショッピングを楽しむことももちろんですが、日本ではあまり味わえない食べ物(釜山名物)が数多くありますので、少しここで紹介したいと思います。

まずは何といっても「デジクッパ」です。KWMKの近くにも美味しいデジクッパが食べられる食堂がありますが、西面(ソミョン)には「デジクッパ通り」が存在し、観光名所の1つになっています。とんこつスープにご飯

や麺が入っていることが特徴ですが、日本のとんこつラーメンのように、店によって味が異なるため、自分の好きなお店を探すことも楽しみ方の1つです。

次は「ソルビン」です。日本のかき氷と同じですが、ボリュームがあるため、2人以上でシェアすることが一般的です。私が訪れた時はカップルや女性2人組が多いように思いましたが、男性2人組も何組か入店されており、日本とは少し文化の違いを感じました。味はいろいろありますが、オリジナルはきなこ味です。ソルビン店は日本の原宿にも進出していますので、一度気軽に訪れてみてはいかがでしょうか。

最後は済州(チェジュ)島直送の「ミナミアカザエビ」が食べられるお店を紹介します。日本に帰国した際、目にした雑誌に掲載されたこともあり、18時開店後すぐに満席となってしまいう人気店です。お店は西面にあり、「1984HADONG」という店名で、HADONGは釜山の隣町である慶尚南道(キョンサンナムド)の「河東(ハドン)」の地名から来ているようです。ちなみに河東はしじみが有名です。また、私の生まれた年と同じ1984が名前に入っていたこともあり、つい足を運んでしまいました。甘エビのように甘い味わいで、身がプリプリしています。さらに、済州島のお酒を楽しむこともできます。

さて、釜山には今回紹介した食べ物以外にもたくさんの魅力がありますので、皆さんも一度足を運ばれてみてはいかがでしょうか。



チャガルチ市場



デジクッパ



ソルビン



ミナミアカザエビ

溶接部のじん性評価方法

1. はじめに

じん性とは、ぜい性破壊に対する抵抗値＝ねばりを表します。では、ぜい性破壊とはどういったことを指すのでしょうか。例えば、ガラスや陶器をハンマーなどで叩いた場合、さほど力を加えなくても変形せずにパキッと割れてしまいます。このように変形を伴わず、低応力であっても瞬間的に割れてしまう現象をぜい性破壊と呼びます。ぜい性破壊は、金属でも起こります。

ぜい性破壊は、1940年代に米国で建造された全溶接構造の貨物船（リバティ船）の多くが、冬場の温度が低い時期に損傷・事故を起こしたことを契機に注目されました。事故発生原因は、以下の2点が挙げられています。

- ①応力集中が生じやすい構造設計かつ溶接残留応力などの存在により、各種溶接欠陥を起点とした割れが進化した。
- ②鋼材および溶接継手部の低温じん性が十分でなかった。

溶接構造物は、割れの起点となりうる溶接欠陥の存在、溶接残留応力、鋼材の組織変化などぜい性破壊が生じやすい条件がそろっています。上記事故をきっかけに、低温での切欠きじん性に優れた鋼材、溶接材料や施工方法の研究開発が進められました。

本稿では、破壊じん性評価方法としてよく用いられるシャルピー衝撃試験、落重試験およびCTOD試験についてご紹介します。

2. シャルピー衝撃試験

シャルピー衝撃試験は、その簡便さから一般的に広く行われている試験方法で、破壊に要するエネルギーでじん性を評価します。

試験の概略を図1に示します。試験片は、V形もしくはU型の切欠きを持つ角棒です。方法は単純明快で、所定の位置エネルギーとなる角度から既知重量の回転ハンマーを振下して試験片切欠き部の反対側をハンマーで打

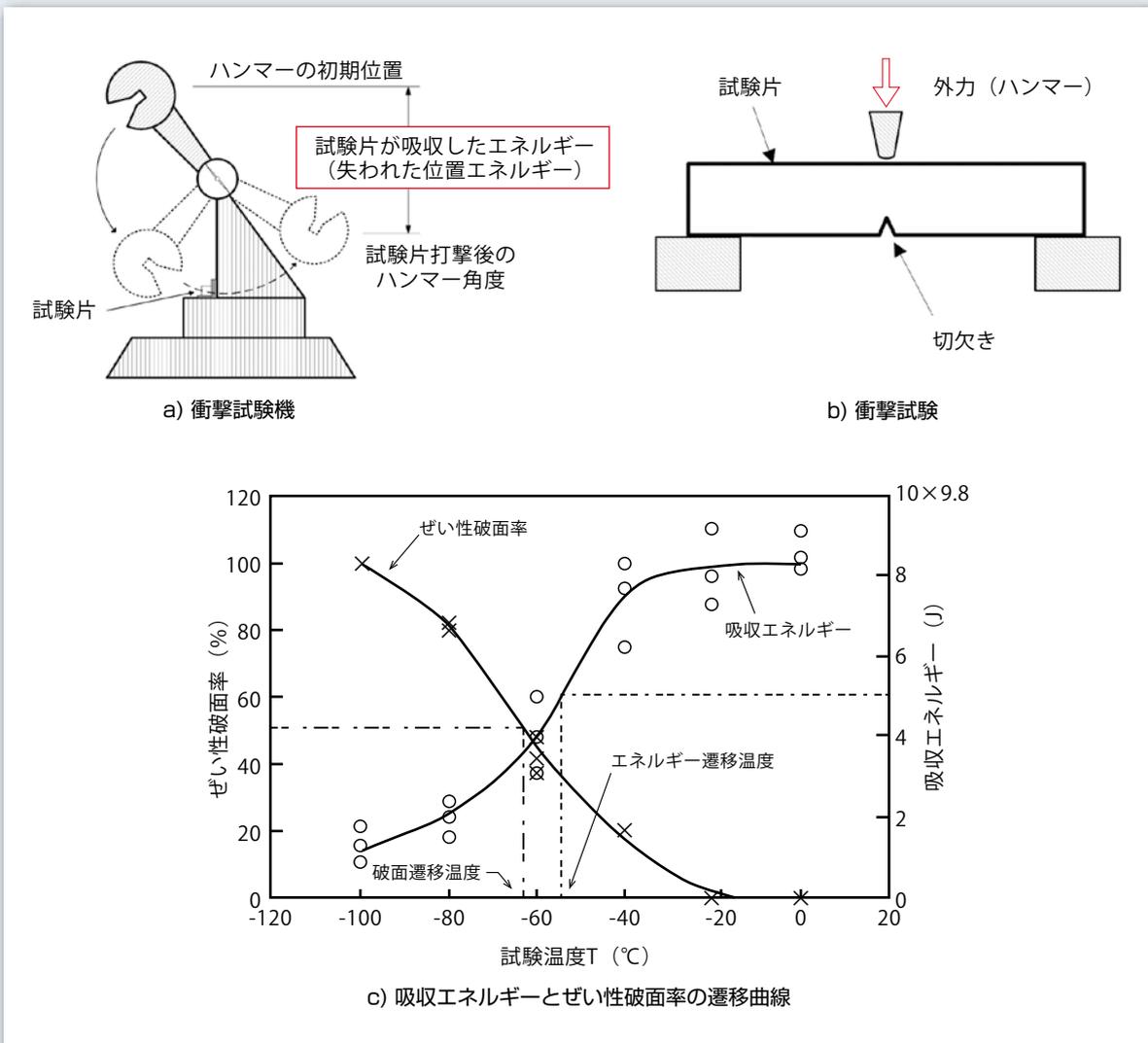


図1 シャルピー衝撃試験の概略図

溶接部のじん性評価方法

撃し、振り上がったハンマーの位置エネルギーとの差から、試験片が破壊に際して吸収したエネルギー（吸収エネルギー）を算出します。

一般的な鋼材は室温環境下で延性破壊することが知られています。切欠きを入れて高温～低温域でシャルピー衝撃試験を行うと、高温側では延性破面が100%であるのに対し、温度が低下するにつれぜい性破面の割合が増加します。吸収エネルギー、ぜい性破面率もしくは延性破面率を試験温度に対してプロットすると、エネルギー遷移温度（延性破面率が100%となる温度における吸収エネルギーの1/2の値に相当する温度）、ぜい性破面率が50%となる破面遷移温度（延性破壊からぜい性破壊に移る目安の温度）が求められます。遷移温度は、ぜい性破壊の発生を未然に防止するためのじん性評価指標として用いられており、構造物の最低使用温度設計や経年劣化調査などに役立てられています。

3. 落重試験

落重試験の概略を図2に示します。図2 a)に示すように、試験片中央にき裂発生用の極めてもろい溶接ビードを置き、ビード直角方向に切欠きを入れます。溶接ビードは、クラックスタータビードと呼び、自然き裂を想定したものです。次に、図2 b) のように溶接ビードを下側にして試験片を受け台に載せ、落錘を落下して試験片に衝撃を加えます。なお、衝撃を加えるための落重エネルギー（重りの質量×落下距離）は、材料の耐力に応じて求めます。落錘を落下させると、ビードの切欠き底部にぜい性き裂が生じ、試験片の横方向に伝播します（図2 c)）。

試験温度が高い場合、き裂は試験片の途中で停止しま

すが、試験温度が低くなるにつれき裂の一方あるいは両方が試験片の端部まで達します。き裂が試験片のいずれかの端部まで達した状態を破断、まったく達していない状態を非破断と判断します。試験は、2個の試験片を1組として5°C間隔で行います。2個の試験片が非破断であった温度より5°C低い温度をNDT温度と定義しています。すなわち、NDT (Nil Ductility Transition) 温度とは、溶接ビードから発生したぜい性き裂が試験片の端部に達する最高温度を示します。

シャルピー衝撃試験と落重試験それぞれから求めるじん性は異なりますので、例えば原子力発電で使用される容器のぜい性評価では、落重試験でNDT温度を求めた後、その温度よりも33°C高い温度で衝撃試験を行い、じん性に問題があるか否かを判断しています。

4. CTOD試験

今までご紹介したシャルピー衝撃試験や落重試験は、簡便にじん性を評価できる方法ですが、構造物そのものを直接評価できているとは言えません。一方、CTOD試験は、破壊力学での破壊指標の限界値を求める試験です。この試験では、き裂先端開口変位と呼ばれるCTOD (Crack Tip Opening Displacement) 値を求めます。

CTOD値は、ぜい性破壊の起こりにくさを表す特性値の一つであり、十分鋭い切欠き（疲労破壊）を有する試験片に外力を加えていったときに、ぜい性破壊を起こすまでに切欠き先端がどれだけ開口したかを測定する試験です。このCTOD値がぜい性破壊の起こりにくさを表す指標となります。構造物にき裂が生じた場合の許容量を把握して、設計しておくことは極めて重要で特に船舶、

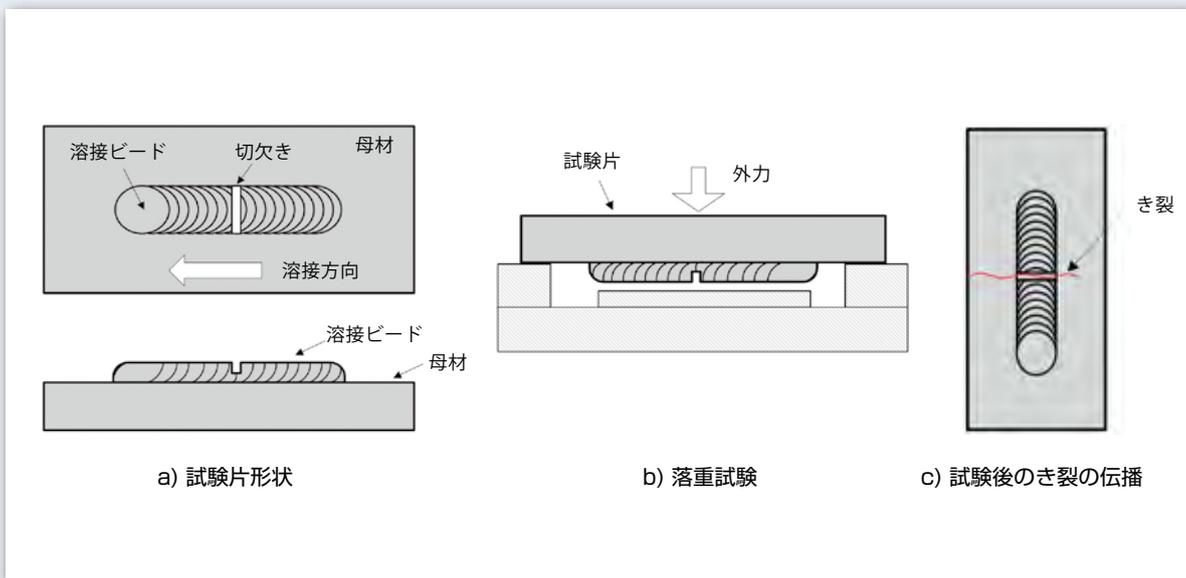


図2 落重試験の概略図

タンク、建設物などの重要構造物において、このCTOD値の保証が必須となっています。

試験片には図3に示す3点曲げ試験片以外にもコンパクト試験片が用いられます。試験片の厚さBは、原則として母材の板厚のままです。機械加工にて切欠きを入れ、その後疲労試験機にて、疲労予き裂を導入します。

溶接継手の場合には、溶接残留応力の影響で、そのままでは規格に適合した直線状の疲労予き裂が導入できないことが多くあります。そのため、溶接残留応力の緩和方法がいくつか規定されており、そのひとつがローカル・コンプレッションです。これは図4に示すように、板厚方向の試験片に対し局部的に圧縮をかけることで、残留応力を緩和する方法です。このとき、ひずみ量は0.5～1.0%を導入することが推奨されています。

試験では、構造物の使用環境（温度）において、試験片に荷重を加え予き裂に開口変位を生じさせます（図5）。開口変位が広がっていくと、不安定破壊が起こるため、その直前の開口変位をCTOD値として評価します。このCTOD値が大きい程ねばく、ぜい性破壊の起こりにくい材料です。

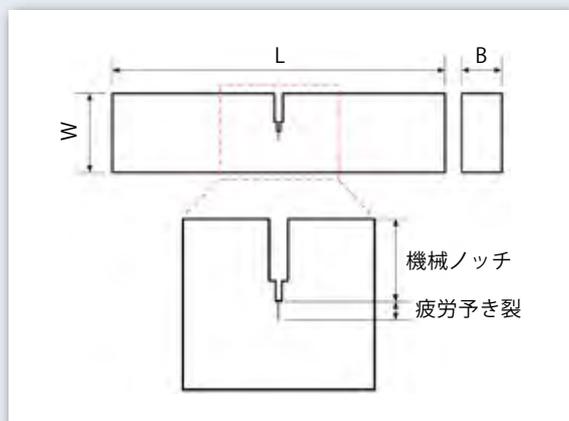


図3 CTOD試験片

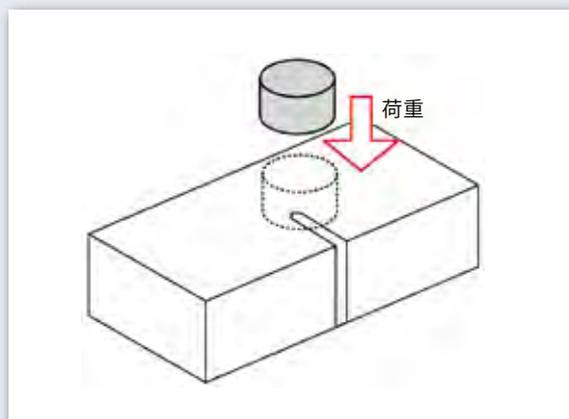


図4 ローカル・コンプレッション

5. おわりに

今回、3つの破壊じん性試験について述べました。ポイントとしては、まず最も数多く行われているのは、シャルピー衝撃試験だということです。なぜなら、試験片形状が定型である、試験方法が簡便であるというメリットを活かし、研究データが膨大にあるからです。ただし、厚板の溶接部から試験片採取する際には板厚表面付近あるいは板厚中央など特定の箇所から採取するため、全板厚の溶接部のじん性をそのまま評価しているとはいえません。

その点でCTOD試験は板厚のままの試験片を採取するため、溶接部のじん性を評価するのに適しています。デメリットとしては、き裂導入のむずかしさにあります。き裂は試験後の破面を観察・測定するため、場合によっては、規格を満たさず試験結果が無効となってしまうことがあります。また、どのような形態で破壊したかを判別する必要もあり、他の方法に比べ難易度が高く、膨大な時間がかかります。よって、この試験は船舶、タンクなどの重要構造物でのみ規定されています。

じん性の評価方法は、ご紹介したものの以外にも多岐にわたります。さらに溶接部においては、評価が複雑になることもあり、じん性評価を行う際には弊社にご相談いただけましたら幸いです。

<参考文献>

- 1) 溶接学会・日本溶接協会編：溶接・接合技術総論，産報出版
- 2) 金沢武，鋼材のぜい性破壊，高圧力第4巻第5号（1966）
- 3) 溶接学会，新版溶接・接合技術特論，産報出版

神鋼溶接サービス(株) 技術調査部
齊藤 直樹

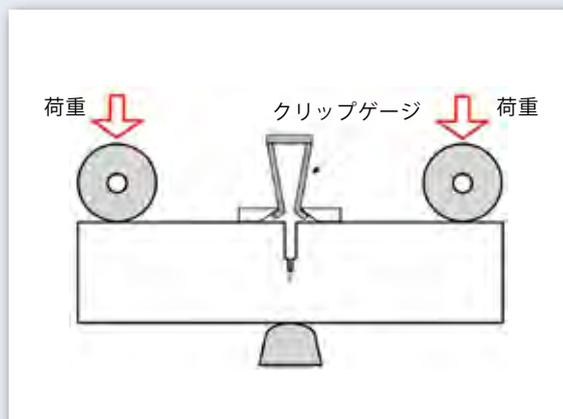


図5 CTOD試験

溶着速度

溶着速度は溶接の能率性を示す指標の一つです。本解説でも過去に取り上げたキーワードですが、改めて解説します。溶着速度は、単位時間当たりには得られる溶着金属の質量です。図1に炭素鋼用の被覆アーク溶接棒（イルミナイト系）と炭酸ガスアーク溶接用ワイヤ（ソリッドワイヤ、スラグ系&メタル系フラックス入りワイヤ）の溶着速度の一例を示します。図1から、被覆アーク溶接棒も炭酸ガスアーク溶接用ワイヤも溶接電流が高くなると溶着速度が速くなること、特に200～260Aの溶接電流範囲だけ抜き取って比較しますと、被覆アーク溶接棒<ソリッドワイヤ<スラグ系フラックス入りワイヤ<メタル系フラックス入りワイヤの順番で溶着速度が速くなることが判ります。溶着速度は、芯線径やワイヤ径、被覆やフラックスのタイプなどによって変化しますが、この変化は主に、被覆アーク溶接棒なら芯線、ソリッドワイヤならワイヤ、フラックス入りワイヤなら金属外皮といった電流の流れる部位の電流密度と、それによるジュール加熱の大小で理解することができます。それでは次に、炭酸ガスアーク溶接に多用される定電圧特性電源を前提として少し掘り下げてみます。

ワイヤは溶接時に給電チップから電流を受け取ります。この電流はチップ先端から突出されたワイヤを通して、アークを経て母材へと流れていきます。このときワイヤはジュール加熱されます。ジュール加熱の量は、電気抵抗が大きいほど大きくなります。今、仮にチップ先端から突出されるワイヤの長さ、すなわちワイヤ突出し長さが長くなる場合を考えてみます。ワイヤ突出し長さが長くなりますと、この部分の電気抵抗が大

きくなるためワイヤのジュール加熱量が大きくなり、ワイヤがより溶融してアーク長が長くなります。ここで定電圧特性電源の場合には、瞬時かつ自動的に、溶接電流を下げてワイヤの溶融を抑え、アーク長を元に戻そうとするアーク長自己制御作用が働きます。このため結果として、ワイヤ突出し長さを長くしても溶接電流が下がるが溶着速度は変わらない、ということになります。それではワイヤ突出し長さを長くしたうえで、さらに溶接電流を元の値と同じに調整するとどうなるのでしょうか？ 実は同一溶接電流ならワイヤ突出し長さが長いほど溶着速度は速くなります。図2*にその一例を示します。図2から、同一溶接電流ならばチップ-母材間距離（ここでは≒ワイヤ突出し長さとしします）が20mm→30mm→40mmと長くなると、溶着速度が増加することが判ります。

ただし、溶着速度を速くするためにやみくもにワイヤ突出し長さを長くすることは好ましくありません。シールド不良による溶金性能の劣化や溶接作業性の劣化、ロボットや自動機による溶接の場合には、ワイヤ狙い位置ずれなどが懸念されます。溶着速度を左右する因子の一つとして、ワイヤ突出し長さにご留意いただければ幸いです。

※出典元 日本建築学会大会学術講演概要集、(関東) 2011年8月、1543、pp1085～1086

(株) 神戸製鋼所 溶接事業部門
技術センター 溶接開発部 山下 賢

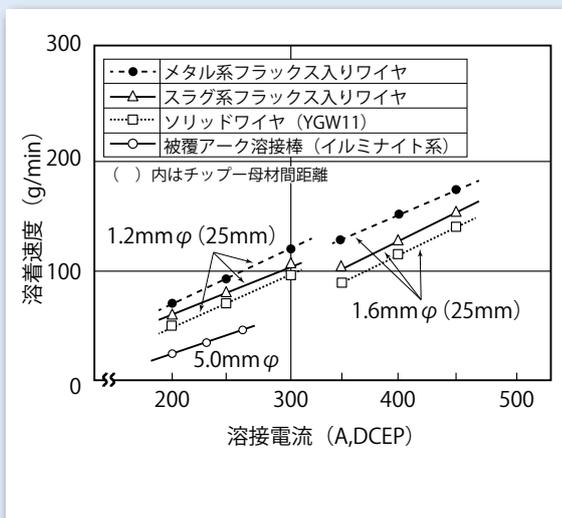


図1 溶着速度の一例

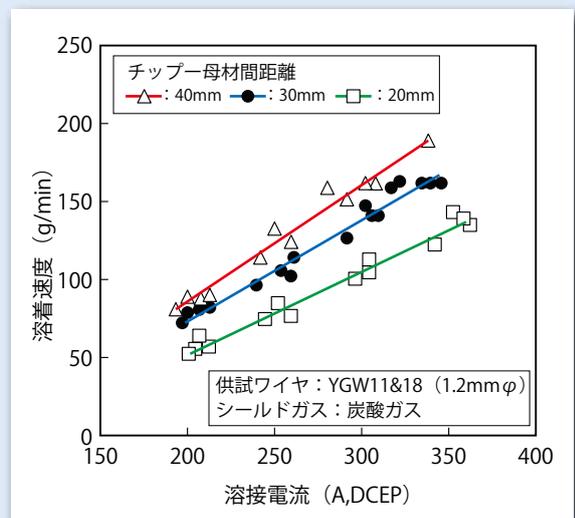


図2 溶着速度に及ぼすチップ-母材間距離の影響*

表紙のことば **日本の風景** 讃岐路の秋-大窪寺



四国八十八箇所結願所-第88番 大窪寺 — 香川県さぬき市

四国八十八箇所は、四国にある空海(弘法大師)ゆかりの88か所の寺院の総称で、四国霊場の代表的な札所です。四国全体を巡る全長1,400キロにも及ぶ円環構造となっており、始まりと終わりを持たない巡礼の道は、人々の様々な想いを受け止めます。

2015年文化庁により、「四国遍路～回遊型巡礼路と独自の巡礼文化～」が日本遺産の一つとして認定されました。

今も昔も多くのお遍路さんが、第88番結願所大窪寺を目指します。大窪寺は徳島県との県境に近い香川県山間部に位置し、県内ではいち早く秋が訪れる場所で、参道には紅葉、境内には大銀杏の木があり、お参りと紅葉見物でも賑わいます。

