

特殊鋼

2021
Vol.70 No.1

1

The Special Steel

特集／最近の溶接技術



特殊鋼

1 目次 2021

【編集委員】

委員長	井上幸一郎 (大同特殊鋼)
副委員長	白神 哲夫 (中川特殊鋼)
委員	宇田川毅志 (愛知製鋼)
〃	福岡 義晃 (神戸製鋼所)
〃	西森 博 (山陽特殊製鋼)
〃	小川 道治 (大同特殊鋼)
〃	浜田 貴成 (日本製鉄)
〃	正能 久晴 (日本金属)
〃	殿村 剛志 (日本高周波鋼業)
〃	及川 誠 (日本冶金工業)
〃	北園 大輔 (日立金属)
〃	蓑口 光樹 (三菱製鋼)
〃	阿部 泰 (青山特殊鋼)
〃	高橋 秀幸 (伊藤忠丸紅特殊鋼)
〃	岡崎誠一郎 (UEX)
〃	池田 祐司 (三興鋼材)
〃	関谷 篤 (竹内ハガネ商行)
〃	平井 義人 (平井)

「2021年新年挨拶」

……………	一般社団法人特殊鋼倶楽部 会長 樋口 眞哉	1
-------	-----------------------	---

《年頭所感》

「年頭に寄せて」……………	藤木 俊光	3
「年頭所感」……………	山下 敏明	5
「年頭所感」……………	樋口 巳芳	6
「年頭所感」……………	宇都宮 悟	7
「年頭所感」……………	山中 敏幸	8
「年頭所感」……………	木本 和彦	9
「年頭所感」……………	須田 守	10
「年頭所感」……………	山下 匡史	11
「年頭所感」……………	越川 和弘	12
「年頭のご挨拶」……………	谷口 徹	13

《需要部門の動向》

産業機械……………	一般社団法人日本産業機械工業会 片岡 功一	14
-----------	-----------------------	----

【特集／最近の溶接技術】

I. 総論

溶接・接合技術の最近の動向…	(株)神戸製鋼所 大津 穰	18
----------------	---------------	----

II. 最近の溶接技術

1. アーク溶接……………	日本製鉄(株) 児玉 真二	23
2. 特殊熱源溶接……………	大同特殊鋼(株) 山下 正和	27
3. ろう付……………	東京ブレイズ(株) 松 康太郎	32

III. 被溶接材料

1. 工具鋼……………	大同特殊鋼(株) 永治 仁	37
-------------	---------------	----

2. 構造用鋼、高張力鋼、低温用鋼	日本製鉄(株)	加茂 孝浩	41
3. ステンレス鋼	日本冶金工業(株)	吉田 統樹	45
“特集”編集後記	(株)神戸製鋼所	福岡 義晃	65

■業界のうごき	50
▲特殊鋼統計資料	53
★倶楽部だより（2020年10月1日～11月30日）	57
☆特殊鋼倶楽部の動き	60
☆一般社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧	64

特集／「最近の溶接技術」編集小委員会構成メンバー

役 名	氏 名	会 社 名	役 職 名
小委員長	福岡 義晃	(株)神戸製鋼所	鉄鋼アルミ事業部門 線材条鋼ユニット 線材条鋼商品技術部 次長
委 員	西森 博	山陽特殊製鋼(株)	東京支社部長 市場開拓・CS
〃	浜田 貴成	日 本 製 鉄 (株)	棒線事業部 棒線技術部 棒線技術室 室長
〃	殿村 剛志	日本高周波鋼業(株)	富山製造所商品技術部（東京駐在）担当 次長
〃	及川 誠	日本冶金工業(株)	ソリューション営業部 部長
〃	蓑口 光樹	三 菱 製 鋼 (株)	技術開発センター 主任研究員
〃	関谷 篤	(株)竹内ハガネ商行	技術部長
〃	渡辺 豊文	中 川 特 殊 鋼 (株)	鉄鋼事業部 技術部長



新年あいさつ

「2021年新年挨拶」

一般社団法人特殊鋼倶楽部 会長 ^ひ樋 ^{ぐち}口 ^{しん}眞 ^や哉



2021年の年頭に当たり、新年のご挨拶を申し上げます。

昨年は、コロナに始まり、コロナに終わった一年でした。

特殊鋼業は、2019年度の下期から、米中貿易摩擦の影響などで厳しい状況にありましたが、そのような中で2020年に入りコロナ禍が広がり、需要が急減しました。2020年の特殊鋼の熱間圧延鋼材生産高は、12月22日に経済産業省が発表した鋼材需要見通しによれば、前年比24.1%減の1,457万トンと、2009年の1,327万トンに次ぐ低い水準となる見込みです。

特に4－6月期は前年同期比4割以上の減少と大底になりました。7－9月期からは、自動車、建設機械などを中心に需要が回復してきましたが、店売りなど分野別に濃淡がある状況です。そのような中、市場価格はリーマンショック時に比べれば下がっておらず、皆様が「特殊鋼の本当の価値」の認知に努められた結果だと思っています。

特殊鋼流通業界におきましても、極めて厳しい年となりましたが、素晴らしい話がありました。全日本特殊鋼流通協会会長及び特殊鋼倶楽部副会長を3期6年にわたり務められた佐久間特殊鋼株式会社 佐久間貞介様が、2020年秋の叙勲を受章されました。特殊鋼業界へのご功績の賜物であり、同時に特殊鋼業界にとっても大変な栄誉と感じております。

さて、今年も、コロナ次第の年となるでしょう。しかしながら、特殊鋼業界が産業、社会に貢献していくために挑戦すべき課題は明確になっていると思います。キーワードは、デジタル、グリーン、タフネスです。

デジタルに関しましては、高炉メーカーでは、鉄鋼製造プロセスのIoT化、データインフラ整備、AIを含めたデータサイエンスなどの取り組みが進められています。また、会員各社におかれても、

コロナ禍の対応として、管理部門では、テレワークやオンライン会議の活用により、業務の進め方を改革する機会となっていると思います。オンライン会議やデジタルツールを活用した新たな営業活動も進められており、提案型営業への変革が求められていくと思われます。特殊鋼倶楽部の会員は、メーカー、商社、問屋と業態や会社規模が異なっており、デジタルトランスフォーメーション(DX)タスクチームを立ち上げ対応している会社もあれば「DXとは何か」との会社もあるといった状況かと思っています。このような状況を踏まえ、人材確保育成委員会において、まずは、「DXとは何か」、「会員の先行事例紹介」等の講演会を年度内に実施すべく検討を進めています。

グリーンに関しましては、菅首相が、2050年脱炭素化社会の実現を目指すとの宣言を行われました。特殊鋼業界自身がこの実現に向けて努力していくとともに、需要産業への貢献を加速していく必要があります。市場開拓調査委員会では、「自動車産業における特殊鋼製品のサプライチェーンの変化に関する調査」を本年度実施しており、車の電動化やグローバル化の進展に伴うサプライチェーンの変化を調査中で、会員の皆様に役立つ情報提供を目指しております。また、広報誌「特殊鋼」2021年3月号では、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)殿のご協力を得て、「水素社会実現に向けての活動と水素環境下で使われる特殊鋼の紹介」を特集予定です。

タフネスに関しましては、日本の特殊鋼業は、幾多の試練を勝ち残って、生産量では30年間で3割増え、技術では世界一の水準を維持し、我が国製造業の競争力の根幹を支えてきた「しぶとい成長産業」です。コロナ禍により、これほどまでの試練を受けたのは歴史上初めてのことでありますが、国際競争力を有する顧客と力を合わせれば、

今回の試練に耐え勝残ることができます。我々がやるべきことは変わっていないと思いますが、コロナ前に想定していた未来の変化はもっと手前に来るでしょう。我々が長年をかけて磨をかけてきたもの、品質、開発力、提案力やそれら技術の中核とした顧客との信頼関係、これらの真価がこれまで以上に問われています。一方で、変化のスピードは今まで以上に加速し、それに迅速に柔軟に対応することがより必要となっています。

材料工学の話に飛びますが、鋼において「強度（ストレングス）」と「靱性（タフネス）」は基本的には相反する特性です。しかしながら、結晶粒微細化という鋼の強化機構は、強度と靱性を共に向上させます。翻って、特殊鋼業において、厳しい競争環境を勝ち残るための最大の要素は、競争基

盤としての強くてタフな現場です。「強さとタフネス」とは、結晶粒のように一人ひとりが、異なる角度、視点、立場で、自らの仕事を深く考えた上で、チーム特殊鋼の組織として連携して困難な課題や高い目標に取り組むことだと思います。

さて、今年の干支は「辛丑（かのとうし）」です。痛みを伴う幕引きと大きな命の芽吹きを意味するそうです。コロナ禍からの回復は未だ道半ばですが、変革の必要性和危機感を持って課題に迅速に取り組み、「強さとタフネス」を高める1年にしようではありませんか！

最後に皆様と特殊鋼倶楽部会員各社のますますのご発展を祈念いたしまして、私の新年の挨拶とさせていただきます。

〔山陽特殊製鋼(株) 代表取締役社長〕





年頭所感

「年頭に寄せて」

経済産業省 製造産業局 局長 藤木 俊光



明けましておめでとうございます。令和3年の年頭に当たり、一言御挨拶申し上げます。

まず、新型コロナウイルス感染症でこれまでににお亡くなりになられた方々の御冥福をお祈り申し上げますとともに、健康面や生活面などで影響を受けておられる方々に、心からお見舞い申し上げます。また、産業界の皆様からは、医療・生活物資の増産など、様々な形で御協力をいただき、改めて感謝申し上げます。

この感染症の拡大という未曾有の危機を乗り越えるため、私たちは生活様式のみならず、産業構造や社会システムを転換させていかなければなりません。ウィズコロナ・ポストコロナの時代に向け、我が国製造業においては、特に、①「グリーン社会」への転換、②「デジタル化」、③サプライチェーンの再構築をはじめとする「レジリエンス」の強化について重点的に取り組んでいく必要があります。

昨年、我が国は「2050カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことを宣言致しました。これを実現するためには、エネルギー分野だけでなく、鉄鋼、化学などの産業分野も、革新的なイノベーションを推進し、製造プロセス等を大きく転換させていくことがカギとなります。これを支援するため、昨年は、第3次補正予算案において、重点分野における技術開発・社会実装に向けた取組を10年間に渡り支援する2兆円基金の創設を決定しました。環境対応は、もはや経済成長の制約ではなく、新たなビジネスチャンスにつながる成長戦略そのものです。昨年末にお示したグリーン成長戦略と、分野ごとの「実行計画」に基づき、産業界の皆様とともに、経済と環境の好循環を実現してまいります。

また、デジタル社会の急激な進展への対応も不可欠です。非接触や非対面といった「新たな日常」

の実現や、ポストコロナ時代における我が国製造業の国際競争力強化に向けて、この潮流に乗り遅れぬようアクションを起こしていく必要があります。

例えば、自動車産業においては「CASE」と呼ばれる大変革を迎えており、対応を加速していかなければなりません。様々なプレイヤーが、インターネットを通じた情報と車の接続、自動走行、シェアリングサービス、電動化などを進めるグローバル競争の中で、我が国の自動車産業が競争力を確保することが重要です。

さらに、個々の製造現場においても、デジタル化の重要性はますます高まっています。新型コロナウイルス感染症だけでなく、世界各地での地政学的リスクや自然災害等、サプライチェーン寸断を引き起こす不確実性が高まる中、こうした不測の事態に柔軟・迅速に対応するダイナミック・ケイパビリティ（企業変革力）の強化が喫緊の課題です。近い将来、製造業においても5G等の無線通信技術の本格活用が見込まれる中、生産ラインの柔軟性を高めることで、仮に不測の事態が生じた際にも製品の増産や代替生産等を可能とすべく、研究開発をはじめとした取組を進めてまいります。

今回のコロナ禍では、生産拠点の集中度が高い製品や、国民が健康な生活を行う上で重要な製品などのサプライチェーンの脆弱性が顕在化しました。これを踏まえ、サプライチェーン強靱化のため、令和2年度1次補正及び予備費において国内投資促進事業費補助金を約3,000億円措置し、既に約200件の取組の支援を決定しております。これに加えて、第3次補正予算案では、約2,000億円の追加措置を閣議決定致しました。これにより、サプライチェーンの一層の強靱化を進めてまいります。

さらに、米中対立を背景とした、米国による輸出管理強化の動きや、昨年12月1日に施行された

中国の輸出管理法も注視しなければなりません。自社のサプライチェーン上のリスクを把握するなど、海外市場におけるビジネスが阻害されることのないよう万全の備えをお願いいたします。仮にサプライチェーンが不当に分断されるようなことがあれば、経済産業省が前面に立って産業界の皆様をサポートしてまいります。

サプライチェーン全体での取引適正化や、取引条件の改善も重要な課題です。2016年9月に発表した「未来志向型の取引慣行に向けて」に従い、昨年は、型管理問題や働き方改革に伴うしわ寄せ防止などの取組を精力的に進めてまいりました。具体的には、2月に「素形材産業取引適正化委員会」を設置し、「素形材産業取引ガイドライン」の改正案や普及のための対応策などについて議論を行いました。また、5月には「未来を拓くパートナーシップ構築推進会議」において、取引先との新たな連携や望ましい取引習慣を遵守することを宣言する「パートナーシップ構築宣言」の仕組みを導入し、大企業と中小企業の共存共栄の関係を構築することで合意しました。産業界の皆様には、引き続き「パートナーシップ構築宣言」を作成・公表していただけるよう、改めて御協力のほどお

願い申し上げます。

また、昨年、我が国は8年間の交渉を終え、RCEPに署名しました。これにより、世界全体のGDP及び貿易総額の約3割を占める巨大な自由貿易圏が成立することとなります。また、日英EPAにも署名し、英国のEU離脱後、日EU・EPAに代わるものとして、日英間のビジネスの継続性が確保されました。これからも自由貿易の旗手として、自由で公正なルールに基づく国際経済体制を主導する役割を果たしてまいります。

最後に、新型コロナウイルスの感染拡大を受け、我が国経済は戦後最大の落ち込みを記録し、「新たな日常」への模索が続くなど、我々は多くの課題に直面しています。こうした中、今年は延長された東京オリンピック・パラリンピックが予定されています。人類が新型コロナウイルスに打ち勝った証しとして、また東日本大震災から復興しつつある姿を世界に発信する場としてこれが開催できるよう、私自身も皆様とともに全力を尽くしてまいります。

末筆ながら、産業界の皆様の益々の御発展と、本年が素晴らしい年となることを祈念して、年頭の御挨拶とさせていただきます。

「年 頭 所 感」

一般社団法人特殊鋼倶楽部
副 会 長
やま した とし あき
山 下 敏 明



新年あけましておめでとうございます。令和三年の年頭に当たり謹んで新年のご挨拶を申し上げます。

昨年世界は未知の病原菌、新型コロナウイルスの感染拡大により未曾有の混乱に陥りました。まず、新型コロナウイルスに罹患しお亡くなりになられた方々のご冥福をお祈り申し上げ、闘病中の方々に心からのお見舞いと、そして今なお最前線で懸命に治療に当たられている医療従事者の皆様に感謝を申し上げます。

新型コロナウイルス感染拡大により世界各地でロックダウンが行われ、国内では非常事態宣言が発出されるなど人々の日常生活はこれまでと根本から変わらざるを得ませんでした。連日報道される感染拡大情報やマスク不足等に誰しも相当な危機感を覚え、3密回避のため人々は外出を控え休日も自宅に籠るような日々が続きました。また、国を跨いだ移動や大規模イベントの開催も不可能となり、日本中が楽しみにしていた2020年東京オリンピック・パラリンピックも開催延期となりました。

感染拡大に伴う世界経済への影響は大きく、特に20/4-6期の主要国実質GDPは前年比▲9%減少と、リーマンショック時の3.5倍もの落ち込みとなりました。我々特殊鋼業界でも主要需要業態である日系自動車会社をはじめ、4-6月期は全ての業態で生産活動が停滞したため、特殊鋼需要は前年対比約4割減と歴史的水準まで減少しました。夏場以降、各国・各企業による感染対策により徐々に需要は回復しましたが、10月に経済産業省から発表された10-12月期の特殊鋼需要見通しは前年比▲16%の水準までの回復に留まっています。11月には韓国によるステンレス棒鋼のアンチ・ダンピング課税延長措置に対してWTOパネル報告が出され、日本政府の主張がほぼ認められるなど明

るいニュースもありましたが、秋以降の感染再拡大、米国大統領選挙の混乱、米中貿易戦争の先行き不透明感などもあり、予断を許さない厳しい事業環境が続いていると思います。

この新型コロナの影響により各企業の「働き方」にも大きな変化がありました。出張自粛や在宅勤務、オンライン会議の拡大など、これまで顔を合わせて行っていた仕事のほとんどが画面越しへと切り替わりました。メリットやデメリットは業種や職種によっても異なるかと思いますが、「Afterコロナ」の時代となっても、各企業ともこの変化を前提にいか生産性向上を図るかが課題になってくると思います。

さて、まさに激動の中で迎えた令和三年ですが、今年は明るい話題が多くなることを心から期待したいと思います。まず何より新型コロナウイルスのワクチン普及と感染の抑え込みです。昨年複数の製薬会社によりワクチンの開発成功が報道されましたが、迅速な安全性確認と接種拡大に期待したいと思います。そしてその効果が確実なものとなれば、延期となっていた東京オリンピック・パラリンピックも万全の対策により必ず成功させられると思います。世界のトップアスリートの活躍は世の中を元気付け、困難な状況にいる人々の励みにもなるはずです。

我々特殊鋼業界を取巻く事業環境は、CO2排出削減や100年に1度の大変革期と言われる自動車CASEへの対応など、益々厳しさを増すことは間違いありませんが、将来に渡り日本の特殊鋼産業を守るためにも、このコロナ禍の困難な状況においてこそ、我々メーカーと流通の皆様が一致協力し前向きな気持ちで課題に取り組んでいけることを祈念して、新年のご挨拶とさせていただきます。

〔大同特殊鋼㈱ 取締役常務執行役員〕

「年 頭 所 感」

一般社団法人特殊鋼倶楽部
副 会 長

はじ
樋

み よし
巳 芳



新年明けましておめでとうございます。2021年の年頭にあたり、昨年を振り返りながら一言ご挨拶を申し上げます。

昨年を振り返ると、中国・武漢において新型コロナウイルス（COVID-19）が発生し、瞬く間に世界中に感染拡大が広がり、世界各地がパンデミックとなりました。その収束は現在に至ってもみられず、我々の社会生活及び経済活動に多大なる支障をきたしております。昨年は正に、新型コロナウイルス（COVID-19）一色に染まった一年と言えますが、此处にきて待望のワクチン接種が開始され、今後新型コロナウイルス（COVID-19）の収束が期待されるところです。

さて、特殊鋼業界では、2019年度下期から米中貿易摩擦の激化など世界的な通商摩擦の広がりや、中国など海外市場の需要低下が更に深刻化した時期にあり、国内外の市場における在庫調整も重なって、メーカー、流通ともに販売状況は悪化し、18年度の水準を約1割下回る数量に低下しました。しかし、2020年の年明けには「今の販売状況が20年末か20年度末まで続く」であるとか、「秋口から回復基調に向かう」などと悲観・楽観の見方が交錯していましたが、3月からは日本の特殊鋼メーカーの販売においても、新型コロナ禍の影響が顕在化し始めたため、先行きの見通しは一気に陰しくなってきました。

さらに、4月下旬から新型コロナ禍による需要低下が顕著となり、特殊鋼の生産・販売が急低下した時期に遭遇します。建設機械関連、一般産業機械関連の需要低調に加えて、自動車関連需要が完成車組立工場の停止などで一気に落ち込みがみられ、サプライチェーン全体の在庫調整にも広がりが見られました。また、一部の産業機械関連需要は堅調を維持するものの、全体を下支えする力は乏しいものとなりました。5月の熱間圧延鋼材生産量は、2009年5月以来11年ぶりに100万トンを下回り、5～7月は前年同期比のほぼ半減の状態が続きました。全日本特殊鋼流通協会の販売統計に

おいても5月（8万4千トン）は、異例の10万トン割れとなり、前年同月比51%の減少となりました。

一方、中国、北米に牽引される自動車関連需要の急速な回復や小型建機需要の回復などにより、8月下旬から特殊鋼生産は復調し始め、サプライチェーン全体の在庫補填もあり、10、11月と月を追って数量は増加をしてきました。

特殊鋼流通業界の販売量も同様であったと料しますが、品種・用途によっては、回復の足取りは異なり、ヒモ付き分野と店売り分野の間に温度差が生じたものとなりました。店売り市場の安値対応は散見されましたが、市況は大きく崩れることはなかったと思います。恐らくメーカーが本格的な店売り値下げに動かなかったことも市況を下支えた要因となったものと考えます。

他方、需要低調の下で販売ロットが小さくなり、手間の掛かる仕事が従来以上に増える傾向となり、物流経費はこれまで以上に上昇することとなり、その結果流通の採算は、数量減となり、マージンも低下して悪化することとなりました。

昨年を振り返ると、こうした状況にありましたが、2021年もコロナ禍の影響は払拭されず、厳しい需要環境、市場環境が続く見込みであると思われます。恐らく1～3月期並みのレベルが当面続くものと思われませんが、2021年丑年のたとえに「牛も千里、馬も千里」とあるとおり、早くても遅くても、また上手でも下手でも、行き着く結果は同じだから慌てるなどありますが、これを念頭にこの局面を業界一丸となって邁進していきたいと考えます。

樋口会長を中心に特殊鋼倶楽部において、流通業界の代表として業界全体の発展のために、微力ではありますが全力を尽くす所存でございます。

本年も引き続き、皆様方のご指導ご鞭撻を賜りますようお願いいたしますとともに、特殊鋼倶楽部ならびに特殊鋼業界全体のさらなる発展をお祈り申し上げ新年のご挨拶といたします。

〔辰巳屋興業(株) 代表取締役社長〕

「年 頭 所 感」

一般社団法人特殊鋼倶楽部
副 会 長

うつのみや
宇都宮

さとる
悟



新年あけましておめでとうございます。

令和3年の年頭にあたり昨年の特鋼業界を振り返りながら一言ご挨拶を申し上げます。

はじめに、新型コロナウイルスに感染された方々に謹んでお見舞い申し上げますとともに、最前線でご尽力頂いている医療従事者の皆様をはじめ、日々奮闘して頂いている全ての皆様に心より感謝申し上げます。

昨年の世界経済は、新型コロナウイルスにより大きく混乱させられた1年でした。景気急上昇が期待された東京オリンピックも開催延期となる中、各業界での生産・消費も滞り、経済活動は大きく冷え込みました。皆様に於かれましては、この古今未曾有の困難を乗り越える為、可能な限りの対策を日々取り組まれていることと存じますが、特殊鋼倶楽部と致しましても昨年4月7日に緊急事態宣言が出されて以降、新型コロナウイルスの感染拡大を防ぎながら、会員各社のご協力の下活動を続け、講演会や報告説明会等をオンラインで配信する等withコロナの様々な施策を進めております。Withコロナの新しいライフスタイルが模索されている中、現状の生活やビジネスが大きく変わることにも注視する必要があります。

さて、昨年は米国トランプ政権下での米中関係の悪化が顕在化した一年でした。2018年より勃発した米中貿易摩擦が加速しHuawei、TikTok、WeChat等に代表される中国企業に対する規制が強化され、輸出入、対内外投資、サプライチェーン等に於けるデカップリングが現実化され、米国政府は中国との経済関係の縮小を図っているといわれています。

更に、中国が発布した「香港国家安全維持法」や米国の「ウイグル強制労働防止法」等の問題もあり、早期の米中貿易摩擦の解消は厳しいものになりそうです。

然し乍ら、注目すべきは、上記の様な状況下に於いても、中国進出中の米国企業は、いち早くコロナ禍から抜け出し成長に舵を切った中国とのビジネスに引続き重点を置いており、市場から出ていく動きは見られておりません。生産拠点移管も検討していない在中国米企業は数多く、対中進出もコロナ禍で件数が減少しているとはいえ継続しています。

これは米中摩擦における在中国の米国企業の例ですが、我々日本企業も、世界の政治的な動き、変化を確り見ながらも、中国を含めた成長市場と正面から向き合うことが今年の重要課題ではと考えます。

さて、今後脱炭素社会に向け世界が大きく変わっていくことは既定路線となっており、特殊鋼業界も変革を迫られる時代となりました。電動車へのシフトが加速し、内燃機関用の特殊鋼需要が減少傾向となる一方、水素関連の需要が生まれ、更に進化した発電技術には今までに無い高品質の特殊鋼ニーズもあり、新たな挑戦が始まります。この変革を特殊鋼業界のチャンスとすべく、製販一体となり、持続可能な社会の実現を目指していくことが大事だと考えております。

2021年は丑年。牛は酪農や農業で人間を助け共に歩んできた歴史があり、大変な農作業も最後まで地道ながらも手伝ってくれる様子から丑年は「忍耐、我慢」や「芽が出る」年になると言われているそうです。

今迄申し上げた内外環境を踏まえ、今年を日本の特殊鋼の優位性を前面に国内外での更なる発展に向けて忍耐強く地固めする年とし、将来に繋げていければと切に願っております。

最後になりましたが、特殊鋼業界の益々の発展と業界に携わる皆さまのご活躍とご健勝を祈念致しまして新年のご挨拶とさせていただきます。

〔三井物産スチール(株) 代表取締役社長〕

「年 頭 所 感」



愛知製鋼(株) お客様本部 やま なか とし ゆき
本 部 長 経 営 役 員 山 中 敏 幸

明けましておめでとうございます。2021年を迎え、謹んで新年のお慶びを申し上げますと共に、年頭にあたり一言ご挨拶をさせていただきます。

まずは昨年を少し振り返ってみたいと思います。昨年は、一昨年に始まった米中貿易摩擦の影響による中国経済の減速、更にはその影響を受けた国内やアセアン・インド経済の減速により、調整を余儀なくされた状況から、少し回復の兆しが見え始めた年初のタイミングで、コロナ禍が広がり始め、昨年前半は、リーマンショック時に匹敵するような大減速を経験しました。生産調整に次ぐ生産調整が続き、我々特殊鋼業界も皆が疲弊しきった状況であったかと思えます。

年後半に入りますと、まずは主要な需要先である自動車業界の生産回復が先導する形で、少しずつ特殊鋼の需要も回復し始め、終盤には建機・産機業界等も生産回復が顕著となり、更に足元に至っては供給能力が不足するほどの需給逼迫状況になってまいりました。急降下から急上昇までを、たった一年間で経験するという、まさに何が起きるか分からない、を実体験した一年でありました。

また年後半には、需要の回復を上回るスピードで、主原料である鉄スクラップ等が急騰したため、収益的には大変厳しい一年でもありました。新年早々ではありますが、当然の自助努力だけでは補えない部分は、需要各業界の皆様にもご理解を求めているかざるを得ないと考えます。

また、コロナ禍との共存も余儀なくされ、その

中で、在宅勤務やWeb会議など、新しい働き方を経験された方も多かったのではないのでしょうか。コロナ禍はこれからも続きそうですので、今年はその中で、どうやってお客様との信頼関係を築き、確度の高い情報をスピーディに入手できるようにするのか、しっかりと考えていきたいものです。

さて本年は丑年であります。また十干では辛の年にあたり、辛丑（かのと・うし）の年ということになります。辛は「新」と音が同じなので、植物が枯れて新しい世代が生まれようとする状態の意味があります。丑は「紐」を表しているようで、種子の中に芽が生まれているものの、まだ伸びることができない状態を表しているそうです。つまり、変化が生まれ、新たな生命が兆し始めるということで、全く新しいことにチャレンジするのに適した年ということだと思います。

本年は超繁忙の中での幕開けとなりました。人材育成や財務基盤強化といった足元固めはもちろん重要ですが、それに加えて、しっかりと収益を上げ、業界全体の課題である設備老朽化問題に本気で取り組み、着実に課題を解消していかなければなりません。そうしなければ、お客様に対する供給責任を果たせないだけでなく、我々特殊鋼業界にとっても、明るい未来はないと言っても過言ではないでしょう。

最後になりましたが、特殊鋼業界のさらなる発展と、業界に携わる皆様方のご健勝を祈念いたしまして、新年の挨拶とさせていただきます。

「年 頭 所 感」

（株）神戸製鋼所
常務執行役員

木 本 和 彦



新春を迎え謹んでお慶び申し上げます。

年頭にあたり謹んでご挨拶申し上げます。

新型ウィルスとの戦いが始まり、およそ一年がたちます。一年という時間は、長い歴史から見れば、わずかなものです。しかし、未だ混乱の最中にあり、出口の見えないまま続いた戦いは、私たち当事者にとって、とても長い時間でした。

新型ウィルスによる混乱は、私たちに「日常」という言葉が持つ輝き、かけがえの無さを思い出させてくれました。お客様の声を聞き、注文を頂き、生産する。市場の将来を予測し、仲間と議論し、行動する。それらを通じて、社会に貢献し、家族を養う。それが私たちの愛すべき「日常」でした。

しかし、私たちが直面した現実、先行きが見えない中、私たちの生活や経済活動が制約され、お客様とのコミュニケーションもままならぬまま、取引や生産が落ちるに任せる以外にないものでした。それは、これまでの日常とは程遠く、受け入れ難いものでした。

振り返れば、一昨年、私たち特殊鋼事業者の「日常」は脅かされていました。お客様への材料供給に総力をあげていた前年から、急激な市場活動水準の低下に見舞われ、将来の成長見通しは下方修正されました。昨年、私たちのスタートは、「構造変化への対応」という難題でした。

それから一年、構造変化への対応に事業環境の急変が加わり、会員各社の事業運営には、これまでにない施策が求められています。中には、事業

の存続に関わるものも含まれると思います。それほど、私たちを取り巻く環境は厳しいものであると思います。

新年を迎え、私たちの心は決して平穏ではありません。私たちは、経験したことのない事態に対処しようとしています。明るい未来に向け、克服する以外に答えのない道です。

おぼろげながら、出口は見え始めています。市場の停滞は底を打ち、経済活動は回復に向かい始めています。市場規模は後退しましたが、回復は、成長のリスタートです。新しい秩序も作られようとしています。社会のデジタル化や環境意識の高まりは、私たちにとって機会でもあります。

のちに、本年を含む数年間は、私たちの社会、鉄鋼業、特殊鋼事業者にとって転換期と呼ばれることになるでしょう。後年、できうる最大の対処をもって転換期を乗り越えたと評されるよう、会員各社の皆様と一緒に対処したいと思います。

結びに、我々の特殊鋼は、強固なサプライチェーンを通じ、世界中のお客様の信頼を得てきました。特殊鋼は、最高の品質を得ることに妥協しない、我が国の歴史と文化が生んだ、世界に誇る製品です。私たちは、事業環境の悪化に臆することなく、技術を磨き、品質と効率を向上させ、さらに強いサプライチェーンを作ることに努力し続けます。

本年、私たちはそのような「日常」に戻ります。

そう祈念して、新年のご挨拶とさせていただきます。

「年 頭 所 感」

JFEスチール(株)
常務執行役員

十 だ
須 田

まもる
守



2021年の輝かしい新春を迎え、謹んでお慶び申し上げます。

年頭にあたり、昨年を振り返りながら一言ご挨拶を申し上げたいと思います。

2020年は教科書の1ページに大きく記されることになるであろう、新型コロナウイルスの世界的パンデミックに尽きる年となってしまいました。

日本ではGW明けに落ち着いたと思われましたが、8月の第2波、11月の第3波と先行きが見通せない日々が続きました。流行語大賞の“3密”を初め、“ソーシャルディスタンス”、“クラスター”など、初めて耳にする言葉も増えました。またテレワーク・在宅勤務が急速に進み、当初は戸惑いもありましたが、今後の仕事の形態や働き方に關しても大きな変化の一年になったと思われま

す。IMFは(10月)2020年度の世界経済は前年比▲4.4%、2021年+5.2%と予測し、回復しつつあるとされている一方、道のりは遠く長く、不確実性が高いとしております。

鉄鋼(特殊鋼)を取り巻く環境に目を転じますと、昨年の4-6月についてはコロナ影響によるお客様の生産減及び在庫調整で大幅に落ち込みましたが、7月以降、自動車分野は在庫回復の動きもあり実需を上回るニーズが見られます。また建機関連も自然災害復旧需要などで復調基調となりました。

弊社の特殊鋼棒線事業につきましては、仙台の直棒精整ラインの再稼働による増強、炉外精錬設備のトランス更新、製品倉庫の改築による置き場能力拡大で安定供給のベースを整えてきました。また昨年より設備診断などで成果が出ているデータサイエンスの活用範囲を広げることで、商品開

発、操業改善のスピードアップを図り、数量変動にも機動的に対応する操業体制の構築にも取り組んで行く予定です。更に昨年4月には宝武鋼鉄集団との合併によりBJSSを立ち上げました。これにより中国における日系自動車、建機向け等に高級鋼拡大を図って行きたいと考えております。販売環境面では高炉原料、スクラップ共に上昇、資材費・物流費も高水準を維持しております。また表面形状や寸法、規格等各種エキストラについて付加価値を反映した価格体系の再構築、加えて物流コスト負担のあり方などの検討を進める予定です。お客様に丁寧に説明しご理解を賜りたいと考えております。

2021年は十干が「辛(かのと)」で、十二支が「丑(うし)」の「辛丑(かのとうし)」となります。「辛」は痛みを伴う幕引き、「丑」は殻を破ろうとする命の息吹、そして希望を意味するとされております。またこの2支は「土生金」と呼ばれる「相生」の關係にあり、相手の力を生かし強め合う關係になるとされております。つまり辛いことが多いだけ、大きな希望が芽生える年になることを指し示しているとのこと。まさにこの2021年に相応しい干支と言えるのではないのでしょうか。

特殊鋼業界に於いても新型コロナとの戦い、国内外の不透明な状況が続いておりますが、現在の苦境を乗り越え、一層強靱で存在感のある業界へ成長できることと信じております。

最後になりましたが、特殊鋼業界に携わる皆様方にとりまして本年の更なる発展を遂げる輝かしい年となりますよう、祈念致しまして、新年のご挨拶とさせていただきます。

「年 頭 所 感」



日本金属(株) 専務取締役 やま した まさ し 山下 匡史

皆様、明けましておめでとうございます。令和3年の年頭に当たり、一言ご挨拶申し上げます。

2020年の世界経済は、米中貿易摩擦や地政学的な不確実性はあったものの、エスカレートが続けてきた米中の貿易戦争に関しては、米国経済を含め世界全体に悪影響を及ぼすことが懸念されていたスマホ等への追加関税賦課の回避や既往の関税も一部が軽減されるなど通商協議の『第一段階』の合意が成立し、世界の政治的・経済的混迷も一応ピークを越えたと考えることができました。

また、国内においても、災害からの復旧・復興と安全・安心の確保、経済の下振れリスクを乗り越えようとする者への重点支援、未来への投資と東京オリンピック・パラリンピック後も見据えた経済活力の維持・向上を柱とし策定された「安心と成長の未来を拓く総合経済対策」の政策効果もあいまって、我が国経済は、雇用・所得環境の改善が続き、経済の好循環が進展する中で、内需を中心とした景気回復が見込まれるとの予測もあり、緩やかな成長が期待できると予想していました。

しかし、2019年に最初の症例が確認された新型コロナウイルスは、瞬く間に世界へ流行が広がり、多くの国で感染の抑制を目的とした渡航制限や外出制限等が実施されるなど、国境を越えた人や物の交流だけではなく、国内においても人や物の交流が制限され、その結果、経済活動は急速に悪化しました。

特殊鋼業界におきましても、足下では中国経済の回復や国内においても自動車などの回復、また、行動様式の変化に伴う需要で堅調な動きがみられておりますが、経済活動の制限による需要の低迷や在庫調整に伴う売上の減少などにより、非常に厳しい事業環境となりました。

現在の国内外の新型コロナウイルス感染拡大状況は、来年も何らかの形で経済活動に影響を及ぼすと考えられます。その切り札として期待されているワクチンは、既に接種を始めた国はあるものの、現時点では有効性や安全性は分からない部分が多く、過度な期待を戒める声もあります。また、米国大統領選挙で民主党のバイデン候補の当選が確実となり、その中で注目を集めるのが対中国政策であり、米・中の2大国の関係は、世界の政

治・経済にも大きな影響を与えることは間違いない状況です。

さて、当社は昨年東陽理化学研究所殿と共同で、メタリック感と深みのある黒を実現した黒加飾ステンレス鋼『Fine Black』仕上を開発しました。この『Fine Black』仕上は、ステンレス鋼の代表的なカラー発色技術であるインコ法を基本としています。インコ法は色斑の抑制が課題としてあげられますが、発色に最適な表面処理を形成する圧延とその表面処理工程及び条件の確立に加え、色彩が安定する発色条件及び特殊な加飾液を開発したことにより、メタリック感と深みのある黒を安定して発色させる体制を確立しました。また、新たな硬膜処理（ハードニング）を施すことで十分な耐候性・耐摩耗性などの物性を向上させており、東陽理化学研究所殿と協業がなければ生まれなかった製品です。ある企業の商品開発の責任者の方のコメントで『企業と企業で新しいイノベーションを起こしていかないと新しい製品が生まれてこない時代となっている』とありましたが、まさに当社の『Fine Black』仕上それが該当する製品となりました。これからも、当社の中期経営計画の方針の一つである『リレーションシップの深化』を実践し、素材の付加価値を高める活動も継続して行い、業界及びお客様への発展に貢献してまいります。

新型コロナウイルス感染症の拡大は、テレワークやオンライン会議システム導入など、業務の進め方を改革するチャンスに恵まれました。また、テレワークや在宅勤務、巣ごもりといった行動様式の変化は、新しい需要の創出や既存事業の拡大につながるなどポジティブな側面もありました。なお、新型コロナウイルスに関しては、「ネガティブ」であり続けるため、マスクの装着や手洗い、人の集まりを避けるといった従来どおりの感染対策が重要です。なぜなら、日本語では悪い意味で使われる事の多い言葉「ネガティブ」ですが、新型コロナウイルスのような病気では「陰性」と言う意味があるからです。

最後になりますが、今年が皆様にとって良い年になることを祈念して新年のあいさつとさせていただきます。

「年 頭 所 感」

日 本 製 鉄 (株) こし かわ かず ひろ
執行役員棒線事業部長 越 川 和 弘



新年明けましておめでとうございます。2021年の年頭にあって一言ご挨拶を申し上げます。

まず初めに昨年を振り返りますと、米中貿易摩擦に端を発した世界経済の減速によって日本も景気後退を余儀なくされ、先行きの不透明な中、年が明けました。その環境下で新型コロナ禍が発生し世界中でロックダウン等の対策が実施される中、日本でも4月の非常事態宣言以降経済活動が完全に停滞する事態となりました。その後の世界の立ち直りは地域によって大きくばらつき、中国がいち早く立ち上がる一方、中国以外の国々では経済活動は回復しつつも新型コロナの第二波、第三波への対応に追われている状況です。

こういった環境下、鋼材需要は前年からの間接輸出向けを中心とした減少に加え、2020年上期には新型コロナ影響によって大幅な減となりましたが、足下は自動車分野向けを中心に在庫回復も含めた需要の戻りが加速しつつあると考えられます。

2021年は、世界経済は回復に向かう見通しではありますが、新型コロナの収束や米大統領選の結果を受けた通商問題の変化等を引き続き注視していく必要があります。先が見通しづらい中において、日本の特殊鋼は世界で広くご使用を頂いていることからグローバルでの需要動向の変化に柔軟に対応していく準備が必要だと考えます。

当社においても、昨年九州製鉄所の上工程構造対策や室蘭製鉄所の高炉改修を完了し新たに立ち上げた供給体制によって、BCP対応も含めた備えを更に強化してまいります。

又、昨年の新型コロナによる製造業のグローバルなサプライチェーンへの影響によって、その見

直しの動きも想定されますが、日本の特殊鋼が最終需要家まで含めたすり合わせによって造り込んでいる品質と機能は製造業の競争力に直結しており、現在のサプライチェーンに対するお客様からのご期待は今後も非常に大きいと考えられます。従って、特殊鋼業界としては今後もサプライチェーンを安定的に維持し供給責任を全うしていかなければなりません。その為にも再生産可能な水準の収益確保は業界として必須であり、お客様に取引適正化への更なるご理解を頂くべく引き続き丁寧な取り組みを進めていく所存です。

我々特殊鋼業界の将来を考えますと、自動車業界における「CASE」や、様々な業界におけるIoTやAIによる抜本的なビジネスモデルの見直しといった大変革と共に、「チャレンジ・ゼロ」を始めとする持続的成長社会の実現や様々な環境問題への対応等、社会全体の課題解決に向け高品質・高機能な日本の特殊鋼の活躍の場が益々広がる可能性があると思われます。特殊鋼業界としても、従来にない発想によって特殊鋼の新たな出番を創出していく取り組みを進めたいと考えます。

又、社会全体の取り組みとして、新型コロナ後の新しい生活様式をこれから確立していかなければなりません。特殊鋼業界も一体となって働き方改革や新たな営業のあり方の模索といった観点から取り組みを進めて、働く人にとっても尚一層魅力のある業界を築くべく力を合わせていきましょう。

特殊鋼業界に関わる皆様方にとりまして、2021年が新型コロナを克服し、様々な新たな取り組みが前進していく素晴らしい一年となりますよう祈念致しまして、新年のご挨拶とさせていただきます。

「年頭のご挨拶」

日立金属(株) 執行役
金属材料事業本部副本部長

たに ぐち
谷 口

とおる
徹



皆様、新年明けましておめでとうございます。

本年も会員企業の皆様がご家族共々ご健勝に過ごされることを祈念しております。

昨年は新型コロナウィルスの流行の影響が日本経済にも大きな影を落とし、我々製造業においても需要の変動が激しい大変な一年となりました。一方で、特殊鋼業界への影響が最も大きい自動車産業においては、昨年の夏頃から徐々に生産も復調してきており、特殊鋼製品に関しても生産の回復が進んできていると認識しております。

本年も、新型コロナウィルスや昨年末の米国大統領選挙の世界経済への影響等、まだまだ市場環境の大きな変化が起きる事が予想されますが、変化を変革のチャンスと捉えてしっかりと対応して行きたいと考えております。

さて、ここ数年来、米中貿易摩擦の経済影響やニューノーマルと呼ばれる生活様式の変化に伴う消費行動の変化などもあり、将来を見通した事業計画を立案しがい環境が続いておりますが、製造業においてはこのような大きな変化に対してフレキシブルに対応していく力が強く求められております。

特殊鋼業界においても既に変化の兆しは現れており、弊社において新型コロナの影響からいち早く回復を見せたのはIT関連の製品でした。丁度国内における5Gの普及開始と重なったこともあるかとは思いますが、やはり都市部における在宅勤務の普及や外出の抑制と言った生活の変化が消費行動そのものに影響したことも一因であると考えております。

長期の環境変化という観点からすると、ニューノーマルに伴う生活様式の変化は今後も継続すると考えられます。在宅勤務をはじめとしたニュー

ノーマルに従う生活は多方面で大きな変化をもたらしつつあります。代表的な例を挙げれば、各ご家庭におけるIT環境の整備に伴う消費行動の変化、外出を控えることによる宅配サービスの拡充やカーシェアリングの普及、家庭内時間の増加に伴う消費嗜好の変化、通勤頻度の低下に伴う遠隔地での住宅需要の増加など、数え上げればきりがありません。

一方で自動車業界においては、地球環境への影響を配慮した脱内燃機関という動きが最も注目されます。HEVやEVといった電気自動車の更なる普及には、電力供給の確保や充電スタンド等のインフラの拡充が必須であり、政策による環境規制の強化や普及に向けての支援がそのカギを握りますが、世界的に見ても自動車業界に対する環境配慮要求は年々高まっており、各国政府や各都市において新たな規制を作る動きが今後も更に加速するものと思われます。特殊鋼業界においてもこの様な変化は大きな影響を及ぼしますが、将来的に縮小する製品の行く末を案じるのではなく、各社で新しいビジネスチャンスをしっかりと見出して成長に繋げていくことが必要だと考えています。

新型コロナの影響もありまだまだ色々と不透明な環境ではありますが、本年は十二支の2番目の干支である丑年という事で、一年目に蒔いた種を芽吹かせて成長させる年とされています。将来を俯瞰しながらも今できる事を着実に実行し、将来の開花・結実に向けてしっかりと準備をして行きたいと思っております。

最後に、会員企業の皆様におかれましても、2021年が実りある一年となる事を祈念して、新年のご挨拶とさせていただきます。

産業機械

産業機械の2020年の回顧と2021年の展望

一般社団法人日本産業機械工業会 企画調査部 調査課長 片岡 功一

ま え が き

産業機械とは、生産システムから社会インフラまで、ありとあらゆる経済社会を支える資本財の総称であり、その範囲は膨大である。

ここでは、表1にある日本産業機械工業会の取扱機種について、当工業会の自主統計を元に2020年1～9月の実績、10～12月及び2021年の受注見込みを以下に述べる。

注1) 表1は「産業機械受注状況」を加工したものであり、調査対象は当工業会の会員企業である。

注2) 化学機械の中に、パルプ・製紙機械、冷凍機械及び環境装置の大気汚染防止装置・水質汚濁防止装置受注分を含む。

注3) その他機械の中に、環境装置のごみ処理装置受注分を含む。

注4) 製造業の「旧一般機械」は、2011年3月までの旧分類での「一般機械」+「精密機械」であり、新分類の「はん用・生産用機械」+「業務用機械」に対応する。

◇ 最近の受注動向

1. 概況

2020年1～9月の産業機械の受注総額は、内需・外需とも減少し、対前年同期比（以下同様）2.7%減の3兆5,966億円となった。

内需は、製造業、非製造業の減少により、2.1%減の2兆4,969億円となった。

外需は、欧州、北米、アフリカ、オセアニアの減少により、4.1%減の1兆996億円となった。

（ご参考）四半期の推移

需要部門別の四半期推移をみると、合計については、2020年4～6月期に2.4%増の9,459億円と2四半期ぶりに増加したものの、2020年7～9月期には5.5%減の1兆1,698億円と再び減少へ転じた。

内需の2020年7～9月期については、官公需が増加したものの、民需が製造業・非製造業ともに

表 1 2020年1月～9月 主な需要部門別の受注状況

上段：金額（百万円） 下段：前年同期比（%）

一般社団法人日本産業機械工業会

	製造業							非製造業		民需計	官公需	代理店	内需	外需	合計
	化学工業	石油・石炭	鉄鋼	旧一般機械	電気機械	自動車	その他を含む小計	電力	その他を含む小計						
ボイラ・原動機	12,324 ▲4.7	4,831 ▲33.7	9,791 ▲39.7	1,366 ▲54.4	16,109 72.1	1,726 ▲65.3	108,546 ▲13.3	519,545 ▲16.9	556,423 ▲18.0	664,969 ▲17.3	39,878 21.0	4,766 49.5	709,613 ▲15.6	310,865 ▲5.5	1,020,478 ▲12.7
鉱山機械	45 —	12 ▲70.7	208 ▲69.6	5 —	0 —	0 —	5,963 1.2	10 ▲85.3	7,777 ▲57.9	13,740 ▲43.6	0 —	274 ▲5.8	14,014 ▲43.2	855 ▲34.0	14,869 ▲42.7
化学機械 (冷凍を含む)	58,103 ▲21.8	23,695 ▲24.9	5,505 ▲62.0	66,587 ▲9.3	36,024 ▲21.5	12,539 7.0	261,096 ▲16.0	29,622 ▲38.3	91,652 ▲10.9	352,748 ▲14.8	122,091 25.1	112,901 ▲16.1	587,740 ▲9.1	359,954 19.6	947,694 0.0
タンク	726 ▲85.2	14,296 2.2	0 —	0 —	0 —	0 —	15,022 ▲20.5	318 ▲3.9	597 ▲0.2	15,619 ▲19.9	34 ▲39.3	0 —	15,653 ▲20.0	6,039 532.4	21,692 5.8
プラスチック 加工機械	7,357 ▲9.2	558 ▲6.5	15 ▲75.0	1,357 ▲26.5	1,108 ▲66.1	8,632 ▲42.3	40,956 ▲33.9	0 —	105 66.7	41,061 ▲33.8	67 1240.0	1,240 ▲47.7	42,368 ▲34.2	82,265 ▲21.0	124,633 ▲26.1
ポンプ	3,726 ▲16.1	1,728 ▲8.7	2,665 ▲33.7	264 ▲31.3	364 130.4	88 ▲79.3	20,012 ▲6.1	9,383 1.6	30,052 ▲34.0	50,064 ▲25.1	99,659 28.3	75,074 14.4	224,797 7.0	54,251 ▲16.6	279,048 1.4
圧縮機	5,682 3.1	1,892 ▲27.7	2,090 ▲12.0	27,756 ▲26.0	627 ▲38.0	213 ▲70.2	44,320 ▲22.9	2,467 9.9	10,697 0.1	55,017 ▲19.3	2,694 ▲18.3	33,741 ▲13.1	91,452 ▲17.1	88,270 ▲13.2	179,722 ▲15.2
送風機	430 ▲17.8	131 ▲24.7	2,994 ▲9.6	231 ▲11.2	52 ▲70.8	1,120 ▲24.1	5,661 ▲17.7	1,436 5.5	2,956 ▲23.8	8,617 ▲19.9	5,447 23.2	3,855 4.0	17,919 ▲5.1	3,020 161.9	20,939 4.5
運搬機械	6,139 ▲47.8	486 ▲6.7	8,540 ▲47.8	5,525 ▲39.7	8,934 173.0	11,197 ▲17.3	86,063 ▲1.3	33,735 49.1	146,129 18.4	232,192 10.3	4,072 ▲25.7	14,602 ▲20.2	250,866 7.0	83,843 ▲7.4	334,709 3.0
変速機	1,293 2.9	120 41.2	1,705 ▲24.4	1,472 ▲24.6	306 ▲10.3	1,509 ▲8.8	18,365 0.5	1,179 2.3	3,416 37.7	21,781 4.9	3,218 26.2	1,010 ▲18.6	26,009 5.9	3,988 ▲3.2	29,997 4.6
金属加工 機 械	301 ▲43.9	20 900.0	20,606 ▲31.9	2,624 130.0	815 17.8	6,240 ▲17.6	40,403 ▲18.9	0 —	1,511 ▲30.9	41,914 ▲19.4	72 ▲32.1	851 ▲27.9	42,837 ▲19.6	23,649 ▲39.6	66,486 ▲28.1
その他機械	3,505 ▲3.1	1,468 4.0	2,754 44.6	6,807 ▲40.9	188 ▲44.9	265 ▲93.6	58,118 ▲34.4	2,477 ▲68.7	56,950 ▲11.2	115,068 ▲24.6	355,565 137.2	3,041 43.6	473,674 55.5	82,686 ▲24.0	556,360 34.6
合計	99,631 ▲21.4	49,237 ▲18.1	56,873 ▲38.2	113,994 ▲18.7	64,527 ▲0.0	43,529 ▲28.9	704,525 ▲17.3	600,172 ▲16.4	908,265 ▲13.8	1,612,790 ▲15.4	632,797 69.2	251,355 ▲7.5	2,496,942 ▲2.1	1,099,685 ▲4.1	3,596,627 ▲2.7

※網掛け部分は前年同期を上回ったところ

表 2 需要部門別四半期推移

上段：金額（百万円） 下段：前年同期比（％）

	2019年			2020年		
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月
製造業	275,570 ▲6.6	265,961 ▲11.8	263,812 14.5	256,881 ▲17.4	215,844 ▲21.7	231,800 ▲12.8
非製造業	148,497 ▲43.1	395,952 52.7	352,644 86.9	386,523 ▲24.0	287,745 93.8	233,997 ▲40.9
民需計	424,067 ▲23.8	661,913 18.0	616,456 47.1	643,404 ▲21.5	503,589 18.8	465,797 ▲29.6
官公需	128,714 ▲9.2	156,430 ▲27.0	140,237 ▲0.8	217,274 144.5	185,184 43.9	230,339 47.2
代理店	89,574 9.0	96,619 5.7	94,239 0.8	87,332 2.0	78,382 ▲12.5	85,641 ▲11.4
内 需	642,355 ▲17.7	914,962 5.6	850,932 30.1	948,010 ▲4.7	767,155 19.4	781,777 ▲14.6
外 需	281,308 ▲34.5	322,707 ▲4.2	294,827 ▲52.7	532,845 ▲1.8	178,780 ▲36.4	388,060 20.3
合 計	923,663 ▲23.6	1,237,669 2.8	1,145,759 ▲10.3	1,480,855 ▲3.7	945,935 2.4	1,169,837 ▲5.5

※網掛け部分は前年同期を上回ったところ

減少し、14.6%減の7,817億円となり、2四半期ぶりに前年同期を下回った。

外需の2020年7～9月期については、中東で製油所近代化の大型プロジェクトが計上されたことから、20.3%増の3,880億円となり、2019年1～3月期以来6四半期ぶりに前年同期を上回った。

注5) 表3は「産業機械輸出契約状況」を加工したものであり、調査対象は会員企業のうち大手のみである。

2. 需要部門別受注状況（2020年1～9月）

- ①製造業：化学、石油・石炭、鉄鋼、はん用・生産用、自動車、その他製造業が減少し、17.3%減の7,045億円となった。
- ②非製造業：建設、電力、卸売・小売が減少し、13.8%減の9,082億円となった。
- ③官公需：地方公務、その他官公需の増加により、69.2%増の6,327億円となった。
- ④外需：欧州、北米、アフリカ、オセアニアの減少により、4.1%減の1兆996億円となった。
 - 1) アジア：ボイラ・原動機、化学機械の増加により、10.2%増となった。
 - 2) アジアのうち中国：プラスチック加工機械、運搬機械、その他機械が減少したものの、ボイラ・原動機、風水力機械の増加により、0.4%増となった。
 - 3) 中国除くアジア：ボイラ・原動機、化学機械の増加により、14.2%増となった。
 - 4) 中東：ボイラ・原動機、化学機械の増加により、234.4%増となった。

表 3 世界州別受注状況

単位：前年同期比（％）

	2020年				構成比 2020年 1～9月
	1～3月	4～6月	7～9月	1～9月	
アジア	82.2	▲38.9	▲21.9	10.2	64.4%
うち、中国	▲17.8	▲7.6	37.6	0.4	17.0%
中国除くアジア	140.6	▲51.4	▲38.6	14.2	47.3%
中東	▲54.0	▲34.3	1420.3	234.4	16.7%
欧州	▲41.1	▲58.0	2.1	▲38.2	5.5%
北米	▲61.2	7.9	▲52.1	▲47.8	7.6%
南米	549.5	▲24.2	▲18.9	164.0	1.4%
アフリカ	▲91.1	50.3	▲45.0	▲79.5	0.5%
オセアニア	▲56.3	▲77.8	5.6	▲56.7	0.7%
ロシア・東欧	▲76.1	▲44.4	50.6	▲69.4	3.2%

※網掛け部分は前年同期を上回ったところ

- 5) 欧州：ボイラ・原動機の減少により、38.2%減となった。
- 6) 北米：ボイラ・原動機、化学機械の減少により、47.8%減となった。
- 7) 南米：ボイラ・原動機の増加により、164.0%増となった。
- 8) アフリカ：ボイラ・原動機の減少により、79.5%減となった。
- 9) オセアニア：化学機械、風水力機械の減少により、56.7%減となった。
- 10) ロシア・東欧：化学機械の減少により、69.4%減となった。

注6) ④外需の「風水力機械」は、ポンプ・圧縮機・送風機を合計したもの。

3. 機種別受注状況（2020年1～9月）

- ①ボイラ・原動機：電力、外需の減少により、12.7%減の1兆204億円となった。
- ②鉱山機械：鉱業、建設の減少により、42.7%減の148億円となった。
- ③化学機械（冷凍機械を含む）：化学、石油・石炭、鉄鋼、電気機械、電力が減少したものの、官公需、外需の増加により前年同期とほぼ同じ（0.0%増）の9,476億円となった。
- ④タンク：外需の増加により、5.8%増の216億円となった。
- ⑤プラスチック加工機械：繊維、電気機械、自動車、その他製造業（ゴム・プラスチック製造業を含む）、外需の減少により、26.1%減の1,246億円となった。
- ⑥ポンプ：官公需の増加により、1.4%増の2,790億円となった。
- ⑦圧縮機：はん用・生産用、外需の減少により、

15.2%減の1,797億円となった。

⑧送風機：官公需、外需の増加により、4.5%増の209億円となった。

⑨運搬機械：食品、電気機械、電力、運輸・郵便の増加により、3.0%増の3,347億円となった。

⑩変速機：情報通信機械、その他製造業、官公需の増加により、4.6%増の299億円となった。

⑪金属加工機械：鉄鋼、外需の減少により、28.1%減の664億円となった。

⑫その他機械：官公需の増加により、34.6%増の5,563億円となった。

◇ 今後の受注の展望

日本経済の状況は、12月14日に発表された日銀短観によると、大企業・製造業の業況判断がマイナス10（変化幅プラス17）と2四半期連続で改善したものの、水準としては依然として低く、先行きについても新型コロナウイルスの感染再拡大などが懸念され、厳しい状況が続くものとみられている。

一方、海外については、欧米での新型コロナの厳しい感染状況が続いており、景気の二番底が懸念されるなど、世界経済の腰折れリスクが高まっている。

なお、IMF（国際通貨基金）は、2020年の世界の実質成長率をマイナス4.4%と予測している。GDP伸び率がコロナ以前の水準となるのは米国と独が2022年、英国が2023年、日本は2024年とされている。

このような状況の中、2020年10～12月と2021年の産業機械受注は、次のとおり見込まれる。

<2020年10～12月>

・内 需

内閣府の機械受注によると、10月は民間設備投資の先行指標となる「船舶・電力を除く民需」の受注額が前月比17.1%増と2ヶ月ぶりのプラスとなり、基調判断を上方修正した。新型コロナの感染拡大前と比べ、受注額は低い水準が続いていたが、製造業を中心にここ数ヶ月で持ち直しの動きが見られたとしている。ただし、10～12月は官公需が前年同期比プラスを見込んでいるものの、民需・外需ともに減少するとの見通しである。

こうした中、10～12月の産業機械の民需については、業績が悪化するかな、不要不急の設備投資を先送りする動きが見られることから、需要環境の急速な改善は見込みがたく、多くの機種で前年度割れの状況が続くと思われる。しかしながら、中国を始め海外経済の回復で輸出が持ち直しつつあり、特に自動車産業などの回復が追い風となり、これまで先送りされていた設備投資計画が徐々に動き出す業種もあることから、これまでに比べて減少幅が縮小するものと見込まれる。

官公需については、防災・減災、国土強靱化対策に伴うポンプ等の発注の増加が続き、前年度を若干上回るものと思われる。

この結果、10～12月期の内需全体では前年同期を若干下回るものと見込まれる。

・外 需

中国向けの回復が一部の機種で見られ始めているものの、その他の地域については、いまだ需要環境の改善が見られておらず、産業機械の多くの機種で前年同期を下回る厳しい状況が続くものと思われる。

ただし、プラント等の大型プロジェクトのうち、コロナ以前から計画されていたものが成約していくとみて、この結果、10～12月期の外需全体では、プラント等の持ち直しにより、前年同期を若干下回る程度に減少幅が縮小していくものと思われる。

・合 計

2020年10～12月の内外需合計は、前年同期に対して1割程度の減少が見込まれる。

なお、2020年通年では、受注金額としては4兆6千億円～4兆8千億円程度と見込まれる（2019年通年の実績は前年比4.5%減の4兆8,440億円）。

<2021年>

・内 需

2020年度の経常利益について前年度比で大幅な下落が見込まれる中、経済活動は持ち直しつつも、コロナ感染の終息の見通しが立たない状況で、企業は設備投資に慎重になっている。

しかし、わが国政府は第3次補正予算を伴う追加経済対策の実施を決めるとともに、税制改正大綱では企業のデジタル投資や省エネ投資等の促進への減税措置を導入するなど、企業を支援する姿勢を強めている。

感染再拡大の懸念の中、これら支援策を活用し、様々な産業が生産性向上やグリーン成長等に取り組み、現状を打開していくことで、緩やかな景気回復につながるものと思われる。

こうした中、民需については、先送りにされた5GやCASEへの対応に加え、オンライン化・デジタル化の進展加速により、電機・電子や自動車関連のみならず、その上流にある素材産業において、より付加価値の高い製品が求められていることから、先延ばしになっていた設備投資が徐々に持ち直していくと思われる。また、新しい生活様式の浸透を背景としたeコマースへの対応など、倉庫設備等の物流関連で成長の加速が期待される。

なお、電力向けの火力発電設備については、脱炭素化の進展や経済停滞に伴う発注量の減少により、厳しい受注環境が続くものの、バイオマス発電の需要は高水準を維持していくものと見込まれる。

官公需については、国土強靱化に関する需要の増加に加え、環境装置の更新需要が堅調に推移するものと思われる。

この結果、内需全体としては、前年度を底とした緩やかな回復となると見込まれる。

・外 需

米国経済の正常化には数年を要し、ユーロ圏の

2021年GDPも危機前の水準には達しないと見込まれている中、中国頼みの世界経済という見方もあるが、感染再拡大の成長率を押し下げるリスクは消えていない。また、米中摩擦の懸念も払拭されていない。

こうした中、プラント等の大型設備においては、2020年に落ち込んだアジア等でのエネルギー需要の持ち直しの動きを背景に、先送りされていたLNG関連の新增設計画の進展や、発電関連でのガス火力や再生可能エネルギーの導入の他、CO₂排出削減に貢献する事業を展開していくことで、徐々に改善していくと思われる。

また、コロナ対応やEPA・FTAの活用等に向けて、サプライチェーンの改革が求められており、第三国への生産移管に伴う工場集約、自動化・省力化等の生産設備の高度化ニーズが増加し、産業機械の受注も機種によってバラツキはあるものの、緩やかに回復していくものと見込まれる。

この結果、外需全体では、前年を若干上回るものと見込まれる。

・合 計

内外需を合計した2021年の産業機械受注は、前年を上回り、4兆9千億円程度に回復するものと見込まれる。

最近の溶接技術

I. 総 論

溶接・接合技術の最近の動向

(株)神戸製鋼所 溶接事業部門 技術センター 溶接開発部 主任研究員 おお 津 横

ま え が き

接合とは「つなぎ合わせること」であり、図1に示す通り、ボルトを用いるなどの機械的接合、接着などの化学的接合、アーク溶接などを含む冶金学的接合にまず大別される¹⁾。溶接は接合法の一

方法であるが、特に多くの産業分野において広く用いられており、最も一般的な接合法の一つである。

しかしながら、溶接はISO国際品質管理規格において「特殊工程」と位置付けられ、製造およびサービス提供に対してプロセスの妥当性確認が要求されており、その結果がそれ以降の監視または

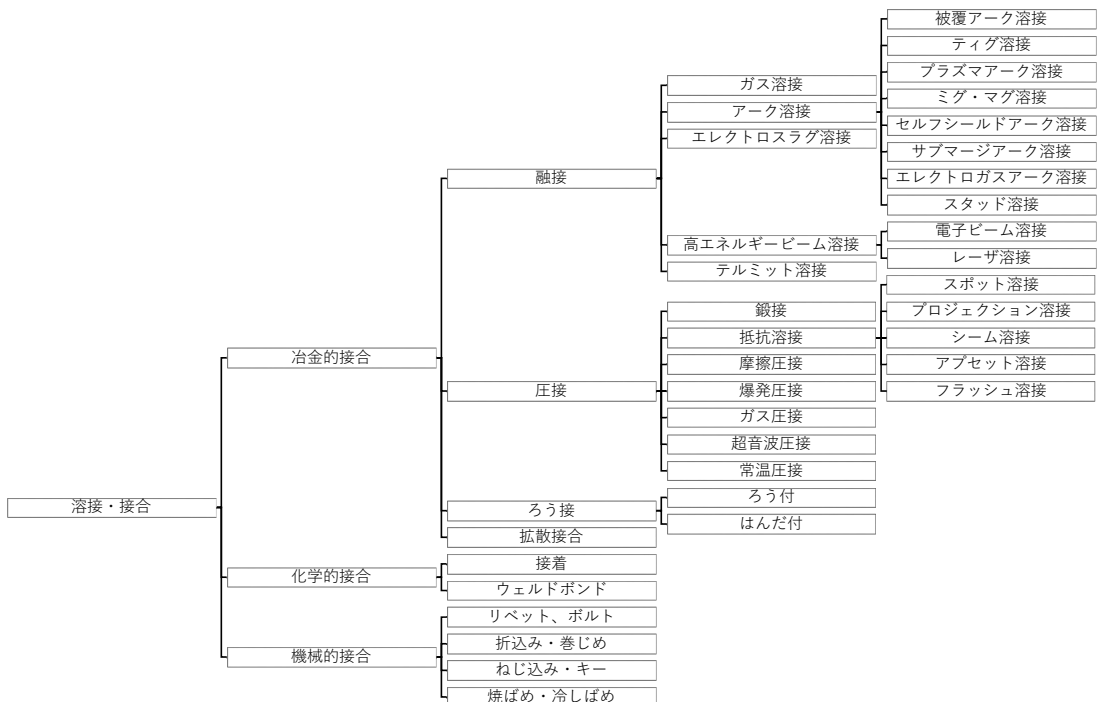


図 1 溶接・接合法の分類

測定で検証することが不可能と定義されている²⁾。すなわち、「プロセス」の管理を伴うことで溶接による接合部である継手の品質が確保できることが世界中で共通認識されている。こうした特殊性から、溶接に特化した知識、技術、資格を要した、管理者、技能者が必要とされるなど、専門家以外の人からは、よくわからない世界、というイメージが付きまとう。しかし昨今のデジタル技術の進歩によって、専門家でない人に対するとっつきにくさが払拭されつつある。単に知識や情報の検索性が向上し、わからないことの回答が迅速簡単に得られるようになったというだけでなく、技術の見える化・自動化もかつての予測を超えたレベルと速度で進んでいる。一方で、それらの実現・改善・改良のために旧来の装置・溶接材料の改善・改良も必要になってきて、さらに深い専門性が求められるようになってきたことは興味深い。

本誌では2015年に溶接・接合技術の最近の動向を紹介しており、本稿ではそれ以降の技術進展、自動化技術を紹介していきたい。

◇ 最近の技術進展について

ここではこの5年間における技術進展のうち、特に興味を引くいくつかを紹介していく。

建築鉄骨、自動車、建設機械、造船、エネルギーなど主要な業種において多用されるアーク溶接においては、装置、溶接材料、プロセスでそれぞれ、また組合せによる進展も見せている。装置関連では炭酸ガスを用いるMAG (Metal Active Gas) 溶接において、スパッタ低減・アークの安定・700A級の大電流での高品質溶接などを制御速度、精度、インバータ周波数など基本性能の向上で実現した電源が実用化されている³⁾。

また、自動車部品の溶接継手の課題となる塗装後の耐食性劣化を防止する技術が、スラグ生成における量の低減・位置制御をソリッドワイヤの成分設計と最適なプロセスとのセットで実現されている⁴⁾。

その他、専用ソリッドワイヤを使用して高エネルギー・高品質に建築鉄骨を溶接する炭酸ガスパルスアーク溶接法、自動車の軽量化を目的とした980MPa以上の高強度鋼板用の溶接材料、溶接時間を大幅に短縮できる厚板高能率溶接システムな

ども市場に登場した⁵⁾。さらに、アーク溶接においては強いアーク光と極端な明滅、また高温が発せられるため、従来は実験的なものを除いてカメラによる溶接の直接観察は難しかったが、これに対応したカメラが普及しつつあり、実施工で監視しながら溶接をすることができるようになっており、画像解析による溶接条件の適時調整などデジタル技術を組み合わせた溶接の自動化の追い風になっている。

レーザ溶接においては、高いビーム品質、優れたエネルギー効率、大出力、小型、使いやすさ等の特徴からファイバーレーザの適用が拡大しており、自動車向けの鉄・鋼・アルミ材料等への適用が進んでいる⁶⁾。さらにファイバーレーザの半自動版で、従来のTIG (Tungsten Inert Gas) 溶接のようにトーチを持って溶接できるが、高度な技能は要らないハンディレーザ溶接システムも実用化されており、今後の発展が予想される⁷⁾。

また最近注目を集めているのが金属3Dプリンター (Additive Manufacturing: AM) である。従来の切削技術では加工不可能な複雑形状や一体形の構造物が製造可能なメリットが期待されている。国内ではまだ研究開発用途で導入が進んでいる段階であるが、海外では既に広がりを見せており、昨年実施された米国におけるAMのシンポジウムでは600件を超える講演が行われ、材料・シミュレーションモデル・切削や表面処理を加えたハイブリッドAM技術、設計技術、モニタリング技術など幅広い研究開発について報告されている⁸⁾。実用化も進んでおり、自動車や航空機、医療機器、金型などの特殊仕様部品の製造に利用されている。またチタンやインコネル、銅など粉末金属材料の多様化も進んでいる。

欧米を中心としたIndustrial 4.0とIoT (Internet of Things) の普及により、ICT (Information and Communication Technology、情報・通信技術) を利用した設備・システム・プロセスが実用化され、これらの機器・データを利用したユーザーに生産性・能率の向上をもたらしている⁹⁾。国土交通省主導で海事生産性革命 (i-Shipping) プロジェクトがスタートし、多品種少量ワークのためにこれまで導入が難しかった造船の現場溶接などでも、生産上の様々なプロセスにIoTを連携させ、生産



図 2 VR溶接シミュレータの例

性を向上させるシステムの構築が図られている。

また少子高齢化による労働者・技術者不足、加えて教える側が減ることによって長年培われてきた技術の衰退や消滅が危ぶまれる中、VR（Virtual Reality：仮想現実）技術を用いた技能伝承が研究されており、図2のようなVR溶接シミュレーターによる溶接訓練が一般化しつつある¹⁰⁾。

◇ 自動化技術について

10年ほど前から、溶接機とロボットさらに周辺機器を一体としたソリューション提案が各メーカーから競って行われるようになったが、デジタル制御技術の進歩にともなう溶接電源の性能向上、溶接ロボットや溶接トーチなどの周辺機器、溶接材料の改良・組合せの最適化によって総合的な提案がなされるようになってきている。

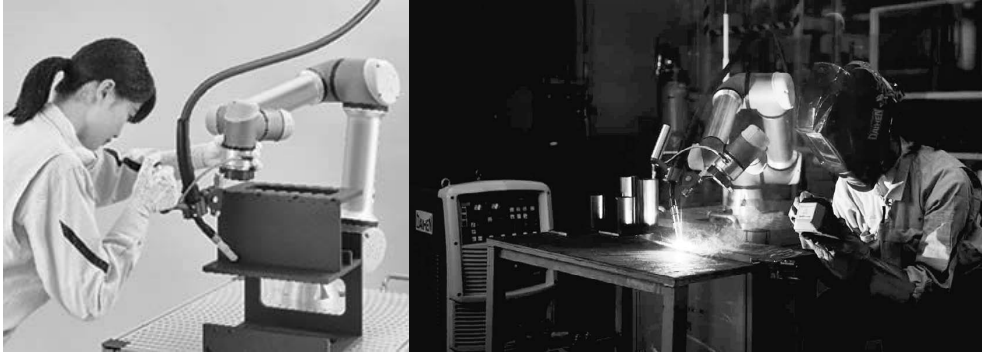
さらに従来は工場溶接の自動化が主流で、ロボットは据置型が主であったが、現場溶接向けの小型軽量の溶接装置の自動化技術開発も進んでいる。造船所のドックにおける現場溶接や、ビルなどの建築現場において小型可搬型の溶接ロボットの導入が進んでおり、図3のように自動溶接した



図 3 小型可搬型溶接ロボット

い場所に持ち運びができるほど軽く、セッティングに時間がかからず、溶接条件を自動設定して熟練技術者でなくとも溶接できるものも既に市販されている¹¹⁾。

また溶接作業そのものだけでなく、実際の生産ラインにおける長時間溶接・稼働を実現するために溶接装置の管理・維持に関わる部分の自動化も進んでいる。現状のロボット溶接ではパルス溶接やMAG溶接が主として使用されるが、これらの溶接法はコンタクトチップの摩耗によるアーク不安



ダイレクトティーチング風景

図 4 協働ロボット溶接システム

定、スパッタ増大を引き起こし、溶接部の品質を低下させる懸念があるため、定期的な交換が必要である。この交換を自動化し、予めコンタクトチップ交換時間を外部にて設定、アークタイムが積算時間を越えた際に自動的に交換するようなプログラムを組むことで、長時間の無人運転を可能とする。さらに厚板ロボット溶接では、シールド性確保のために開先の深さによりノズルの形状を変更しながら連続溶接を行う場合があり、この際にはノズル自動交換機を用いる。ロボットでは、開先深さに応じて、溶接する各層間にノズル交換を行うプログラムを予め教示しておき、ノズルを自動で交換する。交換後は、増し締め→ノズル脱着確認を行うため、ノズル交換に失敗しても、そのまま誤って溶接を継続しないようになっている。

また特に中小工場における自動化に伴うロボットの導入において、設置スペースの確保、ロボット操作の教育、安全対策なども課題になっているが、専用スペース不要・教示が容易で誰でも簡単操作できる図4のような協働ロボット溶接システムなども実用化されている¹²⁾。

こうした個別の自動化技術だけではなく、収益の最大化を目的として、製品の設計・生産・保守・廃棄・リサイクル等の製品のライフサイクル全体を通じて製品関連情報をICTで一元管理するPLM (Product Lifecycle Management、製品ライフサイクル管理) の考え方のもと、3次元CAD (3D-CAD) によって製品をデジタルデータ化して管理する方式が提案されている。溶接においては、この3D-CADデータを用いてソフトウェア上で溶

接箇所を特定し、ロボットに干渉するワークの位置やロボットの可動範囲も考慮した教示を実施、溶接条件も推奨データを用いて自動設定できるシステムが実用化されている。さらに実際の溶接においてはいわゆるチョコ停と呼ばれる、軽微な異常による一時的な停止が現状では避けられないが、この他の溶接不良などのトラブルをもネットワークカメラを用いて遠隔操作のみで確認・記録し、原因把握および改善につなげることで生産性の改善に寄与できるようになっている。

溶接後の溶接部の検査でもIoT、AIを活用した自動化が進んでいる。カメラ画像データと、橋梁やビルなど建築物の損傷検知で実績のあるAE (Acoustic Emission) センサを組み合わせた高精度な溶接検査が可能となっており、溶接から検査までの無人化が提案されている。一方、5G (第5世代移動通信方式) 技術を用いて工場の完全無線通信化の実証実験も始まっている。高速・大容量、低遅延、多数の端末との同時接続可能との特徴を生かして、様々なセンサで取得したデータの一括取得や産業機械の一括制御による製造現場の全体最適化および生産効率向上、工場・プラント内の自由なレイアウト変更への対応、設備と作業員の協働支援など、幅広い効果が期待されている¹³⁾。

むすび (今後の展望)

ここまで紹介してきた技術進展、自動化技術などは、溶接工程上の管理やメンテナンスも含んできており、さらに溶接工程の前後の工程をも融合し始めた段階である。

今後はスマートファクトリー化、さらにDX (Digital Transformation) によってすべての工程が融合されていくと予測される。一般的には、研究開発－製品設計－工程設計－生産の連鎖である「エンジニアリングチェーン」と、受発注－生産管理－生産－流通・販売－アフターサービスなどの連鎖である「サプライチェーン」の2つチェーンに渡る工程すべてを融合し、製造業に革新をもたらすことが考えられている¹⁴⁾。

溶接・接合分野においてももう少し短期的・現実的なところとして、原材料の加工、溶接、検査、出荷などの実工程の管理とともに、品質保証やトレーサビリティの記録などデータ管理を含めてすべて自動化・無人化され、人がシステムの保守だけすればよいシステムが、そう遠くない未来に実現しそうである。

これらは溶接・接合技術を理解しなくともツールとして利用できるようになることを意味するが、一方でこれらを実現し改良発展させていくために、溶接・接合技術をより深く理解する専門家が必要にもなるとわれ、溶接・接合技術は作る側と使う側で二極化していくものと思われる。いずれにせよ、使う側がこうした技術進展の恩恵を大いに享受できることは間違いないと思われる。

参考文献

- 1) 日本溶接協会編：溶接用語辞典
- 2) 溶接学会・日本溶接協会編：溶接・接合技術総論、産報出版
- 3) 柴垣：溶接電源の現在とこれから、溶接学会誌Vol.89 No.4 June 2020、p234-238
- 4) 井海ら：防錆性能向上を実現するアーク溶接材料とプロセス、溶接学会誌Vol.89 No.6 Sep 2020、p409-415
- 5) 水沼：日本溶接協会 創立70周年の歩み、溶接技術2019年12月号、p84-92
- 6) 茅原ら：溶接欠陥を抑制するファイバーレーザー溶接技術の開発、溶接技術2019年11月号、p57-61
- 7) 中島：高品質化に貢献するファイバーレーザー溶接システム、溶接技術2018年11月号、p56-62
- 8) 浅井：アディティブマニュファクチャリング技術の潮流、溶接技術2020年1月号、p42-46
- 9) 福永ら：ICTを用いた溶接ロボットシステムの生産性向上への取り組み、溶接技術2020年2月号、p49-54
- 10) 神鋼エンジニアリング&メンテナンスホームページ、お知らせ、VR研修のための溶接VRトレーニングをスタートアップと共同開発 <https://www.shinkoen-m.jp/news/197-2/>
- 11) 児玉ら：小型可搬型ロボットによる建築鉄骨向け低スバッタ溶接プロセス、WE-COMマガジン第30号 (2018年)、日本溶接協会 溶接情報センター
- 12) ダイヘンホームページ、ニュースリリース・お知らせ https://www.daihen.co.jp/newinfo_2020/news_20080302.html
- 13) 溶接技術編集部：製造現場における高効率生産モデル構築に向けた動きとその背景、溶接技術2019年12月号、p34-38
- 14) 令和元年度ものづくり基礎技術の振興施策 (ものづくり白書)、第1章、第3節、経済産業省

Ⅱ．最近の溶接技術

1．アーク溶接

日 本 製 鉄 (株) 鉄鋼研究所 接合研究部 児 玉 真 二

ま え が き

アーク溶接は、大気圧でのプラズマ放電による発熱を利用して母材および溶接材料を溶融させながら接合する溶接法である。安価な電源装置で高温のアークプラズマを発生させることができるため、低コスト、高効率、信頼性の高い溶接法として、自動車、造船、建築等の幅広い産業分野で使用されている。本報ではアーク溶接技術の概要と各産業分野における最近の動向を紹介する。

◇ アーク溶接の分類

図1に、汎用的に使用されているアーク溶接法の分類を示す。まず、電極のタイプによって消耗電極式、非消耗電極式に分けられる。

電極そのものが溶けて溶加材となる消耗電極式アーク溶接は、シールド方式によってさらに分類される。被覆アーク溶接は、金属心線に被覆材としてフラックスを塗布した溶接棒を用いるもので、手溶接とも呼ばれる。溶接時にフラックスが気化することで特別なシールド機構を用いずに溶接金属を大気から遮断することができるため、屋内外問わず使用可能である。

ガスシールドアーク溶接は、アルゴンや炭酸ガ

スなどのシールドガスで大気を遮蔽しながら溶接するものである。1.2mmφ程度の細径ワイヤを連続的に自動供給しながら溶接するため、高能率な施工が可能である。またロボット等での自動化に適した溶接法でもあり、製造業において最も多く使用されるアーク溶接法である。ガスシールドアーク溶接の特性は、アークプラズマの作動ガスとなるシールドガスに支配される。厚物構造物に対して使用される炭酸ガスシールドは、大入熱で深い溶込みの溶接が可能となるが、スパッタが多い。アルゴン混合ガスを用いるマグ溶接は、スパッタやスラグの発生量が比較的少なく、自動車等の薄物溶接で使用されることが多い。

サブマージアーク溶接は、溶接部にあらかじめ粒状のフラックスを散布し、その中に溶接ワイヤを送給して溶接するものである。溶接ワイヤには3mmφ以上の太径ワイヤが用いられることが多く、1,000A～2,000A程度の大電流での高能率な溶接が可能となる。フラックスの中でアーク放電させるため、強いアーク光が隠され、スパッタやヒュームの発生が少ないことも特徴である。厚物部材の長尺溶接に適しており、造船や鉄骨部材の工場溶接に使用されている。

消耗電極式アーク溶接では、いずれも電極先端

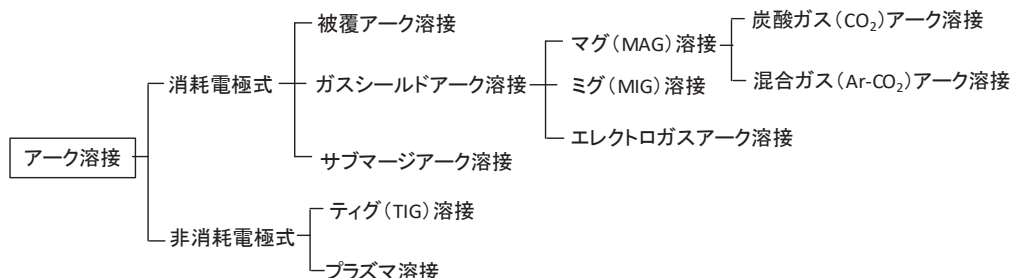


図 1 アーク溶接法の分類

で溶けた溶滴が母材溶融池に移行する過程を伴う。このため、スパッタの抑制が課題であり、パルス電源等による溶滴移行の安定化や溶接材料、シールドガスによるアーク放電の安定化などのスパッタ低減策が精力的に検討されている。

ティグ溶接およびプラズマ溶接はタングステン電極を用いる代表的な非消耗電極式アーク溶接法である。溶接材料を別の経路から供給する必要があるため施工効率は劣るが、消耗電極式のような溶滴移行に伴うアークの不安定化現象が生じない。このため、純アルゴンのような完全な不活性ガスを用いても安定したアーク放電の維持が可能となる。溶接金属の酸化が極めて少ないことから、ステンレスやチタン等の高品質溶接法として用いられることが多い。

◇ アーク溶接における最近の動向

1. 自動車分野

自動車分野では、主にシャシー部品の組立てでアーク溶接が使用されている。生産性の観点からほとんどの場合ロボット溶接で施工されており、それに適したガスシールドアークが適用される。課題として、従来からスパッタの低減や薄鋼板の高速溶接に取り組まれているが、近年の車体軽量化、それに伴う高強度薄肉の軽量素材の適用拡大ニーズを背景に、溶接部の疲労強度向上や耐食性向上の要求が高まっている。

スパッタ低減対策としては、従来の炭酸ガス溶接に代わり、マグ溶接の使用が増えており、またパルス電源による1パルス1溶滴移行の低スパッタ溶接のが普及している。また、溶接電源の進歩が目覚ましく、薄鋼板の低電流条件におけるスパッタ低減策として、CBT[®] (Controlled Bridge Transfer) 法¹⁾が開発されている。低電流条件では100Hz程度の周期でアークの点滅が繰返されるが、アーク点弧の瞬間に溶滴が飛散しスパッタとなる。CBT法ではアーク点弧を検知し、その瞬間の溶接電流を低下させることによって溶滴の飛散を防いでいる。また、CMT[®] (Cold Metal Transfer) 溶接²⁾に代表される、ワイヤ送給の前進後退制御に電源波形を同期制御する溶接法も普及しつつあり、大幅なスパッタ低減、薄肉材の溶落ち防止に効果を発揮している。

溶接部の疲労強度向上に対しては、780MPa級、980MPa級鋼板の適用を念頭に、材料、溶接施工法、後処理技術の多方面から取り組まれている³⁾。溶接部疲労強度の支配因子は、溶接ビード形状に関わる応力集中係数、溶接部の熱収縮に伴う残留応力、き裂発生部の強度であり、各々の改善策として、溶接金属止端部形状に及ぼす鋼板成分の影響、シールドガス組成にによるビード形状改善効果、ショットピーニングによる圧縮残留応力付与の効果、高強度溶接ワイヤ適用の効果等が報告されている。また、溶接プロセス面からも、プラズマ・アークハイブリッド溶接⁴⁾等の扁平な形状の溶接ビードを得るための技術が提案されている。

図2は、溶接ビード形状とシールドガスの関係の一例を示す。シールドガスの炭酸ガス濃度と共に、施工ばらつき因子として溶接電圧のずれ dv 、溶接ワイヤ狙い位置のずれ dx を変化させている。溶接電圧の低下 ($dv = -2V$)、上板側への狙い位置ずれ ($dx = +1mm$) で止端部の立上がり急峻となり、応力集中係数が増加する傾向がみられるが、シールドガスの炭酸ガス濃度を5%に下げることによって、ビード形状の改善が見込まれる。

溶接部の耐食性は、特に近年の重要課題として改善策が検討されている。溶接時に生成するスラグがビード表面に残存するため、電着塗装不良が生じ、耐食性低下の原因になるためである。部品に使用される鋼板の板厚は疲労強度や剛性といった力学的な要件だけでなく、使用環境での腐食に伴う板厚減少を考慮した設計がなされている。こ

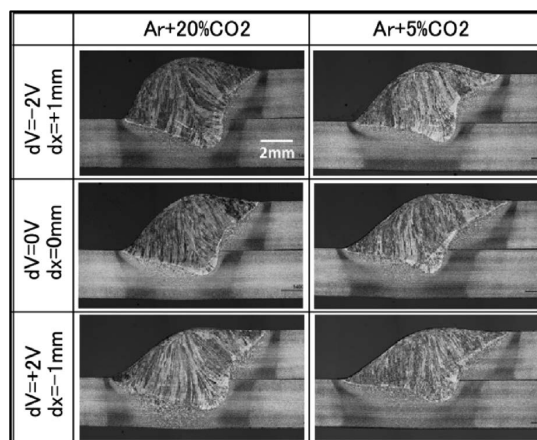


図 2 ビード形状とシールドガスの関係³⁾

のため、腐食減肉による部品性能の低下が相対的に大きくなる薄手鋼板に対しては、溶接部の耐食性向上が必須の課題となる。

耐食性向上に対しても、材料、施工法、後処理技術が精力的に検討されている³⁾。材料面では、塗装不良の原因となるSi-Mn系の絶縁スラグをいかに減らすかがポイントであり、溶接ワイヤや鋼板素材の影響が検討されている。

図3に、一例として、溶接部の塗装性に及ぼす鋼板、シールドガスの影響を示す。異なる成分の780MPa級鋼板を市販の軟鋼ワイヤで溶接した結果を示している。従来鋼板に対して開発鋼板では、塗装不良が著しく低減することがわかる。さらに、シールドガスをAr+20%CO₂からAr+10%CO₂に変更することで、塗装不良のない良好な継手が得られることが確認できる。

ボディ骨格部品の溶接では抵抗スポット溶接が主流であるが、片側アクセス可能な接合法としてアークスポット溶接⁵⁾の適用可能性が検討されている。本技術は、適正な溶接材料を選定してアークによる点付け溶接を行うもので、溶接部の靱性改善による継手強度の向上効能が報告されている。また、鋼／アルミ合金のマルチマテリアル接合技術として、アルミ合金を挟み込むように配置したリベットを鋼にアークスポット溶接するエレメントアークスポット溶接^{®6)}も提案されている。

2. 造船分野

造船分野では大量輸送の社会的ニーズの高まりから船舶の大型化が進展している。特に、コンテナ船では負荷の厳しいハッチサイドコーミング等で、50mmを超える極厚鋼板が使われている。こ

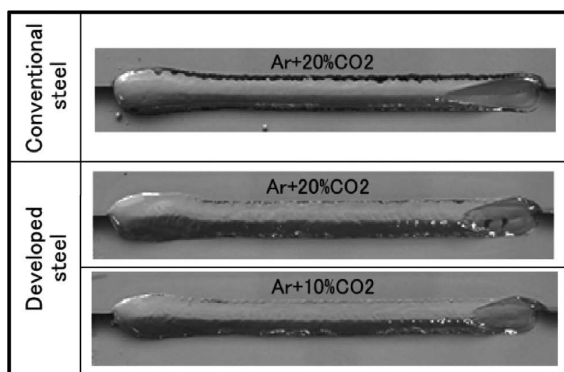


図 3 溶接部の塗装後外観³⁾

のような極厚鋼板の溶接では、施工能率向上のためにエレクトロスラグ溶接が適用さる。エレクトロスラグ溶接は、ガスシールドアーク溶接の一種であるが、立向きに突合わせて設置した鋼板の溶接部を、裏当て材および摺動可能な銅当て金で囲い、溶融金属の流出を防ぎながら立方向に溶接する大入熱溶接法である。従来は1本の電極（溶接トーチ）で施工していたものを2電極とすることで飛躍的な施工能率の向上が可能となった。加えて、さらなる極厚化に対するため、図4に示す4電極エレクトロスラグ溶接⁷⁾が開発されている。立向き鋼板の表裏両から2電極のエレクトロスラグアーク溶接で施工するもので、板厚200mmにおいても1パスでの高能率溶接が可能となっている。

タンカーでは原油流出事故による海洋汚染が深刻な問題となり、ダブルハル化による構造対策や腐食対策としての防食基準化（MSC.288（87））が設定されている。原油タンク底板の腐食は局所的に起こる穴状のピットであり、最大深さは10mmに及ぶ。その対策として腐食の進展を大幅に遅ら

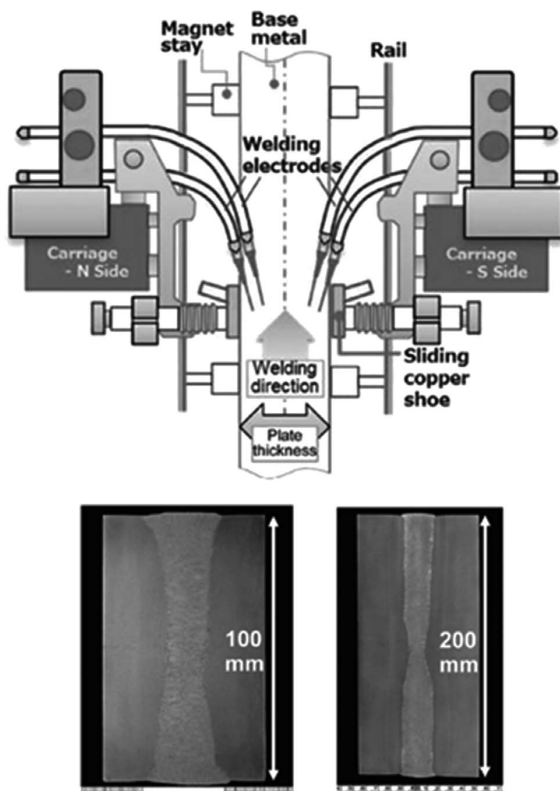


図 4 4電極エレクトロスラグ溶接⁷⁾

せる銅板、溶接材料が開発され、入熱約13kJ/mmのサブマージアーク溶接継手において、良好な継手性能が確認されている。

3. 建築分野

建築分野では都市部において土地を高度利用すべく、超高層建築のニーズが高い。例えば、東京スカイツリー[®]では、銅管のトラス構造が多用され、鉛直銅管の横向き溶接や傾斜銅管の円周溶接といった多数の姿勢溶接が必要となる。このため、全姿勢での溶接施工性に優れた炭酸ガスシールドアーク溶接用の溶接ワイヤが求められた。使用される銅板の降伏強度は400MPaと高強度であることから、溶接ワイヤの成分調整が比較的容易で、全姿勢での溶接施工性にも優れるフラックス入りワイヤを対象とし開発がなされた⁷⁾。

このフラックス入りワイヤはシームレス型であるため、造管後にフラックスが大気に触れることがない。このため、銅製外皮にフラックス充填した後にワイヤを高温で焼鈍することが可能となる。この焼鈍工程においてワイヤ内に残存する水分を低減することができるため、フラックス入りワイヤとしては極低拡散性水素量である4ml/100g以下を達成した。このように、フラックス充填による全姿勢溶接性の向上のみならず、シームレス化による余熱温度の低減、省略による施工能率の効率化が可能となった。

4. 橋梁分野

橋梁においては新しい鋼材規格であるSBHS500の適用が進んでいる。SBHS500は大入熱溶接にも対応できるため、溶接施工の効率化が可能となる。東京ゲートブリッジでは世界初となる全溶接大型トラス構造が採用された。海上橋で腐食が懸念されるボルト接合を避け、図5に示すような溶接構



図 5 東京ゲートブリッジの格点⁷⁾

造の格点としたことでメンテナンス性も向上している。

◇ 結 言

アーク溶接の概要と最近の動向について述べた。アーク溶接は簡便で低コストな溶接法として、今後とも産業界に不可欠な接合法であると考えられる。一方で、ますます難度の高い材料の接合求められ、接合部に対する信頼性も従来以上に高まると予想される。溶接材料、アーク溶接工法セットでの開発はもちろんのこと、レーザ溶接等の他のプロセスとのハイブリッド化も重要な開発課題と考えられる。

参 考 文 献

- 1) 恵良哲生：溶接学会誌、79 (2010) 6、20
- 2) 古川一敏：軽金属溶接、43 (2005) 10、465
- 3) 児玉真二：日本製鉄技報告、No.412、(2019)、78-85
- 4) 松下宗生：溶接学会全国大会公報概要、88 (2011)、154
- 5) 古迫誠司：新日鉄住金技報、No.409、(2017)、73-80
- 6) 陳 亮：神戸製鋼技法、67、(2018) 1、104-110
- 7) 児嶋一浩：新日鉄住金技報、No.409、(2017)、2-9

2. 特殊熱源溶接

大同特殊鋼(株) 技術開発研究所 やま した まさ かず
溶融成形研究室 主任研究員 山下 正和

まえがき

近年、プラズマ溶接、電子ビーム溶接、レーザー溶接などの溶接法が広く実用化されている。これら溶接法は、アーク溶接法に比べてエネルギーが集中するため、局所的な母材の溶融が可能であり以下の特徴がある。

- ①出力制御により溶け込み深さを選択できるため、精密な溶接が可能である。
- ②高出力の場合、母材を貫通できるので、完全溶け込みの継手が容易に得られる。
- ③熱影響部が少ないので、熱ひずみが小さい。
- ④溶接継手には高い寸法精度が要求される。

本稿では、プラズマアーク溶接、電子ビーム溶接、レーザー溶接を『特殊熱源溶接』と定義し、それら溶接法の原理、特徴および用途例について解説する。

◇ プラズマアーク溶接

1. 原理

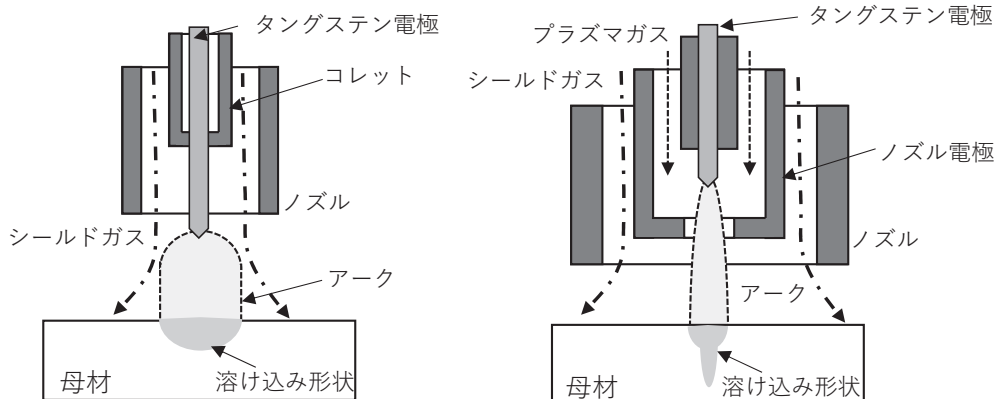
プラズマアーク溶接はアークを熱源に用いて、局所的に母材を溶融する溶接方法である。図1に

ティグ溶接とプラズマアーク溶接のトーチ構造の模式図を示す。プラズマアーク溶接は、ティグ溶接と同様にタングステン電極を消耗しない溶接法であり、不活性ガス雰囲気中でタングステン電極（陰極）と母材（陽極）間でアークを発生させる。発生したアークは陽イオンと電子に分離したプラズマ状態であり、1万℃以上に加熱されている。ティグ溶接との違いは、ノズル電極（孔径1mm～3mm程度）とプラズマガス（アルゴン）によりアークを冷却する点である。アークには、周囲から冷却されると熱的損失をへらすため収縮する性質がある。プラズマアーク溶接では、ティグ溶接に比べアークが1/4程度（直径2～5mm程度）に収縮するので10倍以上のエネルギー密度が得られ、深い溶け込みとなる。

アークの収縮を促すため、アルゴンより比熱の高いアルゴンと水素の混合ガスやヘリウムガスがプラズマガスとして使われる場合もある^{1)～3)}。

2. 特徴

プラズマアーク溶接ではアークの収縮により母材の溶融が局所的になるので熱影響や熱ひずみが小さい。溶融部をプラズマガスによって強力に押



(a) ティグアーク溶接

(b) プラズマアーク溶接

図 1 ティグ溶接とプラズマアーク溶接のトーチ構造の模式図

し下げると、アークは母材を貫通し、小孔（キーホール）が形成される。この状態でトーチを前進させると、溶融金属はキーホールの後方に移動しながら凝固するため、連続的な溶接ビードを形成するキーホール溶接となる。プラズマアーク溶接では、厚板のI型突合せにおいて片面1パス溶接が可能である。軟鋼では6mm、ステンレス鋼では10mmまで施工できる。

一般的に、プラズマアーク溶接はティグ溶接よりも薄板への適用が容易である。ティグ溶接では、小電流領域（2A未満）でアークが不安定となるのに対してプラズマアーク溶接では、電極とノズル間で発生するパイロットアークを併用するため小電流（0.1A以上）でもアークが安定する。プラズマアーク溶接の電源は、ティグ溶接と同様に定電流特性のフルデジタル電源である。デジタル電源は応答性に優れるのでパルス溶接や高速・精密溶接が可能である。更なる効率化のために2電極トーチも開発されている。

プラズマアーク溶接の導入コストは他の特殊熱源に比べて安価である。更なるコスト低減のため、既存のティグ溶接電源を流用してプラズマアーク溶接と同様の溶接ができるシステムも開発されている^{1)~6)}。

3. 用途例

プラズマアーク溶接は、数mm程度の薄板から10mm程度の厚板まで一般鋼やステンレス鋼に対して幅広く使われている。自動車（歯車、燃料タンク、伝達部品）、家庭用品（流し台、ヤカン、魔法瓶）、電機（OA機器、ベローズ）、建設、タンク関連などの分野で活用されている。最近では、電極への蒸気付着が抑制できる2重シールドトーチが開発され、蒸発しやすい亜鉛メッキ鋼板への適用例もある^{1)~3)}。

◇ 電子ビーム溶接

1. 原理

電子ビーム溶接は、電子銃で加速された電子が母材に衝突した際に発生する熱で局所的に溶融させる溶接法である。図2に電子ビーム溶接装置の概要図を示す。

電子銃のフィラメント（陽極）を加熱することで放出される熱電子は、筒状のアノード（陰極）

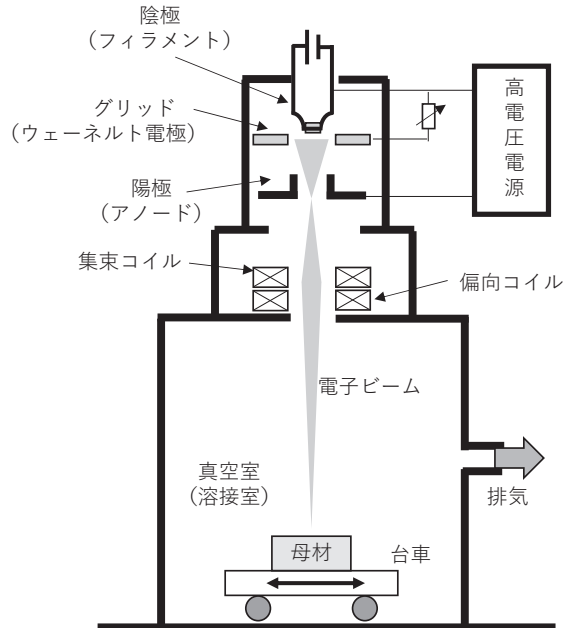


図 2 電子ビーム溶接装置の概略

にて高電圧（通常60kV～150kV）が付与されると、光の約2/3程度の速度まで加速されて電子ビームとなる。電子ビームは電磁コイルによって直径1mm程度の焦点に収束され約0.2mmのビーム径となるので、アーク溶接に比べて約1000倍のエネルギー密度が得られる。電子ビームが母材に衝突すると、母材表面の微小領域（結晶格子単位）で激しい振動が発生し熱エネルギーに変換される。この熱により母材表面が溶融・蒸発し、極めて小さい孔が形成される。この小さい孔を通じて母材内部に電子ビームが直接衝突し、溶融と蒸発が繰り返されるため深い溶け込みが得られる^{1)~3)}。

2. 特徴

電子ビーム溶接は先述のプラズマアーク溶接よりもビーム径が小さいので歪みや変形が少ない。また、偏向レンズによって電子ビームの方向調整でき、0.1mm程度の薄物溶接や精密溶接も可能である。更にビーム電流（ウェーネルト電極の電圧にて調整）や加速電圧、焦点位置を調整することで深さ100mm以上の溶け込みが得られる^{1)~3)}。

電子ビームは気体分子と衝突・拡散し、母材への衝突エネルギーが低下するため、大気中の溶接は困難である。同様の理由で、蒸気圧が著しく異なる異種金属の接合やガスを大量に含む材料の溶接

も困難である。

一般的には、高真空型電子ビーム溶接（真空度： $1.3 \times 10^{-2} \sim 10^{-3}$ Pa程度）が使われる。真空雰囲気では高いエネルギー密度を維持するのでチタンのような活性金属やタンタル、タングステンなどの高融点金属の溶接が可能である。一方で、大型品は真空容器が巨大になるので、真空排気が長時間化する。真空排気の時間短縮のため、溶接部のみ真空にする場合もある。

また、溶接時にはX線が発生するので漏洩防止の処置が必要である^{1)~3)}。

3. 用途例

電子ビーム溶接は、自動車機械の電磁弁バルブ・ギア関係・各種センサー・エンジン駆動系回りなどの小型部品や核融合関係の炉芯構造物組立て、発電プラント関係の水車ケーシング・超厚肉圧力容器の溶接などに利用される。溶融溶接が困難とされる鉄と銅の直接接合も可能である^{1)~3)}。

◇ レーザ溶接

1. 原理

レーザとは『誘導放出を利用した光の発振・増

幅器』のことであり、Light Amplification by Stimulated Emission of Radiationの頭文字をとった造語である。レーザは太陽、蛍光灯などの通常の光と異なり単一の波長でかつ位相差がない光である。レーザ溶接はレーザを集光することで高エネルギーな熱源で母材を溶融させる溶接法である。光の放出過程とレーザの発振過程を図3にて説明する。

①自然放出光の発生過程

安定な状態（基底状態）の原子に光のエネルギー（入射光）が加わると、電子軌道が外側になりエネルギーが高い状態（励起状態）となる。励起状態は不安定なので励起されたエネルギーを光として放出（自然放出）して原子は基底状態に戻る。

②誘導放出光の発生過程

励起状態の原子が自然放出によって更に刺激されると、自然放出に比べて強い光が発生（誘導放出）し、励起状態の原子は瞬時に基底状態となる。

③レーザ光の発振過程

レーザ媒質は励起源の光を吸収する元素を含有した物質であり、気体、固体、半導体などが使われる。レーザ媒質にエネルギーを与える光源（励起

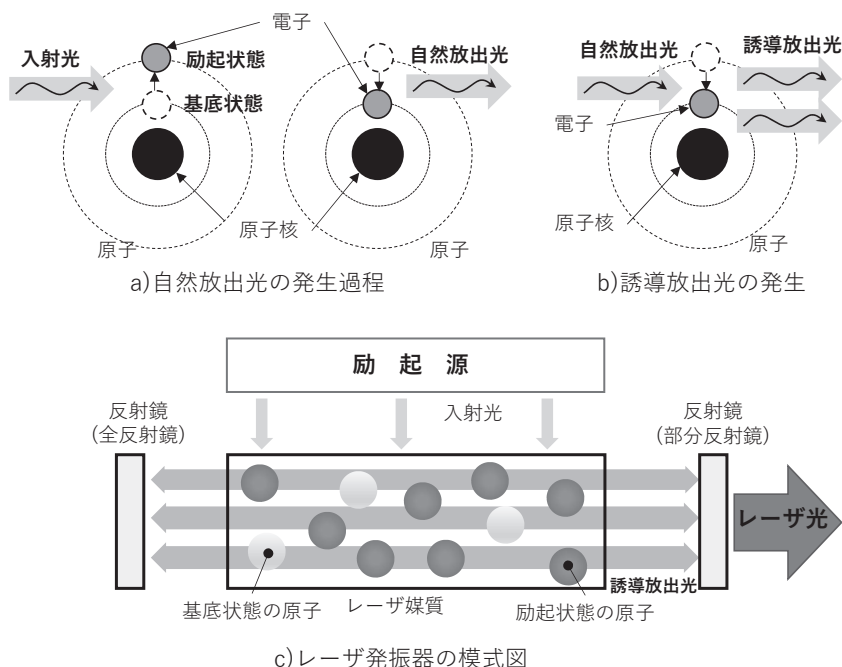


図 3 光の発生過程とレーザの発振過程

源)を加えると誘導放出が連鎖的に起こるので光のエネルギーが増加する。2枚の鏡でレーザ媒質を挟むと光は鏡を往復し、媒質内で誘導放出を繰り返すので光が増幅する。増幅した光は片側の部分反射鏡よりレーザとして放出される。レーザは0.1mm程度に集光され、母材表面で光が吸収されて熱エネルギーに変換される。母材では、電子ビーム同様に熱エネルギーによって溶解と蒸発が繰り返され、深い溶け込みが得られる。

本稿では、炭酸ガスレーザ溶接とファイバレーザ溶接を代表例として紹介する。炭酸ガスレーザ溶接は炭酸ガス+窒素+ヘリウム混合ガスをレーザ媒質に用いる。波長は10.6 μ mと長くレーザの伝送には反射鏡を用いる。連続使用すると、光学系に不均一な温度分布による焦点が変化し、溶け込み形状が変化する。ファイバレーザ溶接は、希土類元素イッテルビウムを添加した2重構造のファイバがレーザ媒質として用いられる。全光路でファイバが発振器となるため、波長1.06 μ mの光を効率的に励起できる^{1)~3), 7)}。

2. 特徴

レーザ溶接は集点の出力密度を電子ビーム溶接と同等以上にできるので非常に熱ひずみが少ない。電子ビームと異なり大気中でも溶接できるが、レーザを吸収できる材料に限定される。金属材料を例に説明すると、電気伝導度の高い金属材料は光の吸収率が低い。また、レーザの波長が長いほど金属材料から反射されやすいので発振効率(投入した電気エネルギーに対する取り出せた光エネルギーの比率)が低下する。炭酸ガスレーザとファイバレーザはともに波長の長い赤外域の光であるため、光は反射されやすく、金属材料に対するレーザ溶接の発振効率は高々20%である。特に炭酸ガスレーザは90%以上も反射する。一般的にはレーザの吸収率は材料の表面粗さや温度上昇に伴って向上する。また、材料が溶融しキーホールを形成すると吸収率は急激に改善する。

近年のレーザの最大出力は炭酸ガスレーザでは45kW級、ファイバレーザでは100kW級であり、10mm以上の深い溶け込みも容易に得られる。

レーザ溶接の問題点としてブルームがある。ブルームとは溶接時に生成する金属蒸発物がレーザに当たってプラズマ化したものである。ブルーム

はレーザの光を減衰させるので溶接中の溶融挙動が不安定になる。溶接品質安定化のため、ガス吹き付けなどブルーム除去方法や溶け込み深さのモニタリング装置等が開発されている。

レーザ発振器および伝送集光系は基本的に精密な光学機器であるため、レーザ加工システムは大変高価である^{1)~3), 7)}。

3. 適用例

レーザ溶接は高張力鋼・ステンレス・チタン・アルミニウムなどほとんどの金属への適用が進められており、レーザ出力の向上に伴って広範囲な産業分野に適用拡大している。自動車部品や電子部材での30~50 μ m薄板小物の溶接から自動車ボデー、航空機部品、压力容器、ラインパイプ、船舶、重電プラント部品など比較的厚板で大きなものにも使用されている。近年、多数の適用事例がある。リモート溶接(600mm程度)によるテラードブランク材の接合技術や樹脂と鉄の接合技術など、マルチマテリアル化に関する開発が自動車産業で盛んである。また、出力は低いが波長の短いブルーレーザ等を利用した銅の接合も研究がされている。レーザアークハイブリッド溶接による接合・補修技術の適用例が建築や船舶産業で拡大している⁷⁾。また、真空大出力レーザを用いたクラッド鋼の製造技術も鉄鋼メーカーで適用されている⁸⁾。

◇ 各種特殊熱源の特徴比較

表1にこれまで紹介した特殊熱源の特徴に示す。各溶接法で使用できる環境、材質、板厚など理解して熱源を選定する必要がある。

◇ おわりに

本稿では、プラズマ溶接、電子ビーム溶接、レーザ溶接を特殊熱源溶接と定義し、これらの溶接法の原理と特徴を紹介した。これら特殊熱源は、今回紹介した溶接技術に適用されるだけでなく、切断、穴あけにも活用されている。近年では、積層造形などの新加工プロセスにまで活用の幅が広がっている。本稿が特殊熱源溶接を業務活用する際の一助となれば幸いである。

表 1 各種溶接法の特徴まとめ

項目	ティグ溶接（参考）	プラズマアーク溶接	電子ビーム溶接	ファイバレーザ溶接
接合材料	一般的な金属材料（アーク溶接同様）		高融点金属も可能 ※材料の蒸発に留意必要	金属、非金属材料 ※反射する材料は接合困難
雰囲気圧力	大気圧		真空 ※大気ではビーム拡散	大気圧
最高出力（kW）	15	15	150	100
出力密度（W/cm ² ）	10 ³ ～10 ⁴	10 ⁵ 以上	10 ⁷ 以上	10 ⁷ 以上
エネルギー効率（%）	50～80	45～80	～80	10～20 ※材料の表面反射
Dビード幅（mm）	～10	～5	0.1～	0.05～
H溶け込み（mm）	～4	～10	～250 ※深溶け込み時 割れリスクあり	50以上 ※ブローホールや ブルームの形成
冷却速度	遅い	やや遅い	速い	速い
熱ひずみ／変形	大きい	やや大きい	小さい	小さい
コスト	安価	やや高価	高価	非常に高価
必要な安全対策	一般的なアーク溶接と同様		X線の漏洩対策	光に対する対策
ビード形状と エネルギー密度 の模式図				

参考文献

- 1) 近藤：特殊鋼、Vol46（1997）、No 11、p 21
- 2) 溶接学会・溶接協会編：溶接・接合技術総論 産報出版（2015）
- 3) 溶接学会編：溶接・接合技術 産報出版（1993）
- 4) 日鉄溶工（株）NW-150AH-V/NW-350AH-V 製品カタログ（https://www.weld.nipponsteel.com/products/plasma/catalog/pdf/NW_150_350AH_5_j.pdf）
- 5) ダイヘン（株）Welbee Inverter F300P製品カタログ（<https://www.daihen.co.jp/products/welder/pdf/plasma/WB-F300P.pdf>）
- 6) 和田ら：太陽日酸技報（2020）、No. 39
- 7) 片山：トコトンやさしいレーザ加工の本、日刊工業新聞社（2019）
- 8) JFEスチール：2019年5月22日ニュースリリース（<https://www.jfe-steel.co.jp/release/2019/05/190522.html>）

3. ろう付

東京ブレイズ(株)
代表取締役

まつ
松

こうたろう
康太郎

まえがき

ろう付は非常に歴史のある接合技術で、古くは有名な古代エジプトのツタンカーメンの黄金マスクに金ろう付が使われていたと言われている。さらに近代では、第二次世界大戦後のジェットエンジンの開発においてニッケルろうが開発され、現在そのニッケルろう付は、航空機のジェットエンジンはもちろん、自動車のEGRクーラや触媒の製造など重要部品の製造に必要不可欠となっている。その他にも、多くの民生品にろう付は適用されており、ろう付技術なしでは製品製造の実現が困難になるものが多い。そのため、ろう付は「古くて新しい接合技術」と言われ、数ある接合方法の中でも古代から現代に至るまで“ものづくり”には欠かせない重要な接合技術である。

ろう付は、接合する部材（母材）よりも融点の低い合金（ろう）を溶かして接合材として用いることにより、母材を溶融することなく、複数の部

材を接合させる方法である。この手法は、他の方法では接合困難な材料や形状に適し、機械的締結よりも高精度な接合が可能であるという特徴を持つ。そのため、一般消費財、自動車、電子部品、化学工業から航空宇宙機器にいたるまで、いたるところで金属同士または金属と非金属の接合に適用されている。図1にろう付技術で製造される製品の数々の一例を示した。

本稿では、ろう付の基礎と特徴および最近のろう付技術の話題について紹介する。

◇ ろう付の基礎と特徴

ろう付とは、JIS Z 3001の溶接用語によれば「ろう又ははんだを用いて母材を出来るだけ溶融しないでぬれ現象で接合するろう付およびはんだ付の総称を「ろう接」と言い、ろうを用いて行う接合方法をろう付」と定義されている。そして、ろうとは接合部を形成するための充填材料で、JISでは「ろう接用溶加材」と定義している。つまり、ろう



図 1 ろう付技術で製造される製品の数々

付はマクロでは母材を溶融させて接合する溶融接合とは異なり、接合母材の間に別の接合材であるろう（以下はろう材と呼ぶ）を介して接合が行われる。

ろう付を正しく行い良好な継手を形成するためには、ろう付の基礎を十分に理解することが重要である。これは他の接合技術も全く同じであるが、過去に発生した重大な事故で、その製品にろう付が関わっていた例を見ると、ろう付の基礎が正しく理解されていなかった例が見られる。従って、ここではろう付の基礎と特徴について述べる。

ろう付の基礎を語る際に分かりやすいのが、AWS発行のBrazing Handbookで述べられているろう付の5要素を学ぶことである。その5要素は以下の通りであり、それらを簡単に解説する。

- I. Design（継手設計）
- II. Base Metals（母材）
- III. Filler Metals（ろう材）
- IV. Source of Heat（加熱源）
- V. Protective Cover（保護雰囲気・フラックス）

1. Design（継手設計）

適切なろう付接合体を得るために最も重要な要素は、継手設計にある。一見溶接継手とろう付継手は似ているように見えるが、内容は全く異なることがある。また、ろう付は異種金属や非金属と

の接合も可能であることから、ろう付加熱中の母材の熱膨張差や熱伝導の違いを考慮した継手設計が必要になる。この継手設計は、製品ごとに全く異なり、非常に膨大なデータと資料により解説されるべき項目であるので、ここでは詳細を割愛させて頂く。ただ、継手設計が重要であることだけは留意して頂きたい。

2. Base Metals（母材）

ろう付が可能な母材は金属や合金に限らず、超硬合金やセラミックス、ダイヤモンドなどの非金属の接合が可能である。しかも、同種材料だけに限らず、異種材料の接合が可能であることがろう付の大きな特徴の一つである。しかし、残念ながらすべての組み合わせにおいてろう付が可能であるわけではない。それはろう付に用いるろう材が、異種材料の双方に適用できない場合があることや、融点などの母材同士の性質が大きく異なると、その組み合わせではろう付が不可能になる。表1に各種母材とろう材の組み合わせを示した。

3. Filler Metals（ろう材）

ろう材は多種多様なものがあり、JISでもその金属系と用途により分類されている。その他に貴金属用や真空ろう付用なども分類されているほか、JISに規格されていないチタンろうや活性金属ろうなどのろう材も数多く存在する。これらのろう材

表 1 各種母材とろう材の組み合わせ

	アルミニウム アルミニウム合金	純銅	真鍮 銅合金	炭素鋼 低合金鋼	ステンレス鋼	ニッケル ニッケル合金	チタン チタン合金	超硬合金	セラミックス ダイヤモンド グラファイト
アルミニウム アルミニウム合金	アルミニウムろう	—	—	—	—	—	—	—	—
純銅	×	銀ろう りん銅ろう ニッケルろう	—	—	—	—	—	—	—
真鍮 銅合金	×	銀ろう りん銅ろう	銀ろう りん銅ろう	—	—	—	—	—	—
炭素鋼 低合金鋼	×	銀ろう 銅合金ろう ニッケルろう	銀ろう	銀ろう、銅ろう 銅合金ろう、金ろう パラジウムろう ニッケルろう	—	—	—	—	—
ステンレス鋼	アルミニウムろう	銀ろう 銅合金ろう ニッケルろう	銀ろう	銀ろう、銅ろう 銅合金ろう、金ろう パラジウムろう ニッケルろう	銀ろう、銅ろう 銅合金ろう、金ろう パラジウムろう ニッケルろう	—	—	—	—
ニッケル ニッケル合金	アルミニウムろう	銀ろう ニッケルろう	銀ろう	銀ろう、銅ろう 銅合金ろう、金ろう パラジウムろう ニッケルろう	銀ろう、銅ろう 銅合金ろう、金ろう パラジウムろう ニッケルろう	銀ろう、銅ろう 銅合金ろう、金ろう パラジウムろう ニッケルろう	—	—	—
チタン チタン合金	アルミニウムろう	銀ろう	銀ろう	銀ろう	銀ろう	銀ろう	銀ろう チタンろう	—	—
超硬合金	×	銀ろう	銀ろう	銀ろう 銅ろう	銀ろう 銅ろう	銀ろう 銅ろう	銀ろう	銀ろう 銅ろう	—
セラミックス ダイヤモンド グラファイト	×	活性金属ろう	活性金属ろう	活性金属ろう	活性金属ろう	活性金属ろう	活性金属ろう	活性金属ろう	活性金属ろう

はその特性により使用できるろう材に限られ、慎重にろう材が選択されなければならない。それは母材との相性はもちろん、接合体として求められる性質を満たし、さらに加熱設備に与える影響を考慮する必要がある。表2にJISの代表的なろう材の構成成分と特徴を示した。

4. Source of Heat (加熱源)

ろう付は必ず加熱を伴う作業であるため、加熱源が必要不可欠となる。加熱源は様々な種類があるが、加熱方法は大きく分けて2種類ある。一つは大気中（または空気中）で加熱する場合で（大気ろう付）、その際はフラックスが必要になる。フラックスについては後述する。もう一つはチャンパーなどの容器内で加熱する場合で（炉中ろう付）、大気（空気）をガスで置き換えて排除するか、真空状態にして大気中の酸素を排除するかである。それにより加熱源が異なる。一般的なろう付加熱源は以下の通りである。

○大気ろう付（フラックスを使用する）

- ・ トーチ、バーナーなどの燃焼ガス
- ・ 高周波誘導加熱
- ・ 直接通電加熱
- ・ その他、レーザ加熱など

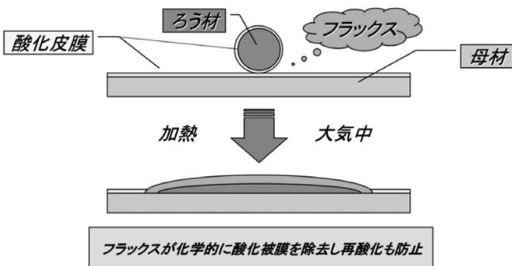
○炉中ろう付（雰囲気炉や真空炉）

- ・ セラミックスやグラファイトなどのヒーターエレメントによるジュール熱加熱
- ・ 燃焼ガスによるチューブバーナー加熱
- ・ その他、真空チャンパー内で高周波誘導加熱など

5. Protective Cover (保護雰囲気・フラックス)

金属の表面には必ず酸化被膜があり、ろう付ではその酸化被膜を加熱中に除去しなければ、ろう材と母材が接触して接合がなされない。そこで、金属表面の酸化被膜を除去する方法だが大きく分けて2種類ある。一つは大気ろう付でフラックスによる化学反応を利用して酸化物を除去する方法である。もう一つは水素などの還元雰囲気中で酸化物を除去する方法である。図2にフラックスと雰囲気ガスによる酸化被膜の還元イメージを示した。

1. フラックスを使って酸化被膜を除去する(大気ろう付)



2. 雰囲気ガスを使って酸化被膜を除去する(炉中ろう付)

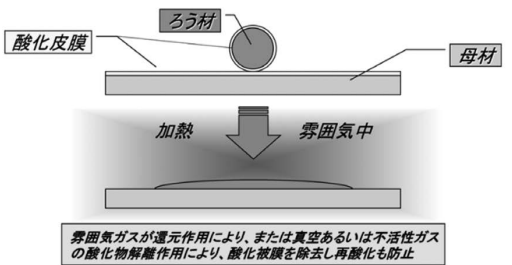


図 2 フラックスと雰囲気ガスによる酸化被膜の還元イメージ

表 2 各種ろう材の構成成分と特徴

ろうの種類（記号）	主成分	追加分	対応JIS	特徴
銅ろう（BCu）	Cu	—	Z 3262	炭素鋼やステンレス鋼に非常にぬれ性が良い 融点が高いので、一般に雰囲気中で使用される
銅合金ろう（真鍮ろう）	Cu、Zn	Ni、Sn、Mn、Si	Z 3262	フラックスを使用、安価、融点が高い
銀ろう（BAg）	Ag、Cu、Zn	Cd、Ni、Sn、Li	Z 3261	最も汎用性がある。フラックスろう付および 雰囲気ろう付用
りん銅ろう（BCuP）	Cu、P	Ag、Sn	Z 3264	純銅ではフラックスなしでろう付（自己フラックス作用） 液相線温度以下でろう付される
金ろう（BAu）	Au、Cu、Ni	Ag	Z 3266	価格、色調から貴金属用、耐食、耐酸化ろう付用 高信頼性（宇宙、航空機器用）
パラジウムろう（BPd）	Pd、Ag	Cu、Mn、Ni	Z 3267	耐食、耐酸化ろう付用、PdおよびAg量により液相線に かなりの差がありステップろう付用
ニッケルろう（BNi）	Ni、B、P	Cr、Si	Z 3265	ろう付温度が高い、高温強度が高い、真空ろう付用 拡散ろう付（液相拡散接合）用
アルミニウムろう（BAISi）	Al、Si	Cu、Mg	Z 3263	フラックスろう付、真空ろう付、ブレーシングシートを用い 薄板の複雑な構造がろう付される

◇ 最近のろう付技術の話題

1. EGRクーラ

EGRクーラは、ディーゼルエンジンからの未燃焼排気ガスを燃焼室に戻し NO_x の低減を図る目的で採用され始めたが、それが普及されるにつれ燃費の向上にもつながっていった。一方でガソリンエンジンは燃費向上の開発に各自動車メーカーしのぎを削っており、EGRクーラを搭載することで燃費の向上だけではなく排気ガスをクリーンに出来ることから、ガソリン乗用車への搭載がどんどん進んでいる。世間では今後輸送機器が電気自動車に代表される非化石燃料内燃機関を動力として普及されると言われているが、実際には実現するためにもっと時間を要する。そのため、今後EGRクーラは中・高級車のみならず、小型車、低価格車まで普及され始め、その生産台数は世界中で増加することが確実である。

当初、EGRクーラにはSUS316などの高耐熱性オーステナイト系ステンレス鋼が採用されていたが、熱膨張や素材価格の点からSUS444フェライト系が採用され始めている。高耐熱性のフェライト系ステンレス鋼はその性能を出すためAlやTiなどを含むことが多く、ろう付には向かない。そこで鉄鋼メーカー各社はろう付性を考慮したEGR用のフェライト系ステンレス鋼の開発を行ってきた。

現在、EGRクーラは日本、欧州、北米の各ラジエーターメーカーが主に製造しているが、中国や韓国などのメーカーも競争に参画して来ている。

2. 給湯器の二次熱交換器

一般家庭で消費されるエネルギーの1/3はお湯を沸かすことに使われていると言われており、日本では瞬間湯沸かし器が一般的に使用されている。海外では貯湯式を使用していることが多く、貯湯式は常にお湯を加熱し続けなければならないというデメリットがある。

ガス瞬間湯沸かし器の熱交換器は銅製のものがほとんどであるが、その熱交換器で水からお湯に変換される際の給湯熱効率は約80%程度で、200℃程度の排気ガスが捨てられている。一方、電気瞬間湯沸かし器はエコキュートなどがあり、ガス給湯器メーカーと電気給湯器メーカーはその給湯熱効率を競ってきた。それは国からの補助金を得るため

で、ガス給湯器のエコジョーズによる給湯熱効率は95%にまで上げることが出来た。それはステンレス製の二次熱交換器によるもので、一次熱交換器からの排気ガスは腐食性であるためステンレス製の熱交換器が採用されている。給湯器に搭載される熱交換器には小型・高効率が求められるため、各社で製造している熱交換器は精密接合のろう付が適用されている。

近年では貯湯式が一般的だった海外の市場にも、日本の給湯器メーカーが進出を始めており、現地企との合弁企業を立ち上げたり、買収したりする動きがある。

3. 水栓金具（キッチン用など）

これまでキッチン用の水栓金具のほとんどは鉛を微量含んだ真鍮製で、各部品をろう付などで接合後に装飾クロムメッキが施されている。そのため、飲料水には鉛成分が溶出していると考えられ、各国で問題視され始めている。その理由として、近年の研究結果より子供の血液中に含まれる鉛含有量が増加しており、学習能力の低下や健康被害の原因の一つとされている。さらに子供は大人の8倍鉛の吸収速度が早く、排出速度は大人の1/13との研究結果があり、その傾向は顕著である。

2011年1月にはバラック・オバマ大統領がUnited States Bill S. 3874, Reduction of Lead in Drinking Water Act.にサインし、2014年1月までに飲料水に含まれる鉛含有量を0.25%以下に規制すると宣言した。一方で欧州の各国でも同様の議論が進んでおり、いくつかの国では同様に規制が始まっている。

そこで、飲料水に使用されるキッチン用水栓金具はステンレス化の傾向があり、その製造方法にはろう付が検討されている。もちろん、製品の一部をプラスチック化して対応することも検討されているが、特に高級機種の水栓金具には一部すでにステンレスが適用されている。接合方法も溶接によるものもあるが、接合部の形状により隙間腐食が懸念される場合、BNI-7などの高耐食性Niろうによるろう付が最適な解決手段となる。

4. レーザろう付機

レーザの種類にはYAGレーザに代表される固体レーザ、 CO_2 レーザに代表される気体（ガス）レーザの他、液体レーザや半導体レーザ、ファイバーレーザなどがあり、それらの特徴により様々

な用途で使用されている。そして、レーザ発振器はその用途の広がりに伴い次第に価格が低下傾向にあるため、更にその応用の拡大が期待されている。ろう付においても、レーザを加熱源として用いるレーザろう付が自動車業界ではすでに実用化されており、レーザ特有の特性から局所的な短時間加熱により接合部への入熱を最低限にコントロールすることで、歪の少ない異種金属同士の接合に成功している。しかし、レーザろう付の適用事例は、自動車業界の他はほぼないのが現状であり、更にレーザろう付における加熱時間や温度の制御は、レーザ出力とロボットによる加熱部分の移動速度で調整しているのみである。レーザろう付の特徴を更に生かし、精密接合や熱影響に問題のある母材のろう付を適切に行うためには、レーザ加熱をより正確に制御できるようにする必要がある。近年、被加熱体（母材）の測定温度値からレーザ加熱をフィードバック制御することで、精密な温度制御が可能なレーザろう付機が開発され、その用途の拡大が見込まれている。

むすび

冒頭で述べた通り、ろう付は一般消費財、自動車、電子部品、化学工業から航空宇宙機器にいたるまで、いたるところで金属同士または金属と非金属の接合に用いられる極めて重要な接合技術である。しかし、残念ながら「ろう付」自体の認知度が下がって来ており、せっかくの有効な接合手段がものづくりの現場で効果的に活用されていない現状も見受けられる。また、ろう付で製品を製造するに当たり、ろう付の基礎がしっかり理解されずに適切なろう付がされず、重大な事故が過去には発生してしまっている。今回のろう付の紹介記事で、ろう付技術とはどのようなものであるか、また、実際のろう付を行う現場作業者の基本的な理解にお役に立てれば幸いである。

参考文献

- 1) Brazing Handbook, 5th edition, AWS
- 2) 恩沢忠男、松忠男： はじめてのろう付、産報出版



Ⅲ．被溶接材料

1．工具鋼

大同特殊鋼(株) 技術開発研究所 なが や まさし
溶 接 成 形 研 究 室 永 治 仁

ま え が き

工具鋼は切削工具や金型などに使用されており、ものを生産する上で不可欠な材料である。また、目的用途によって用いられる鋼種は異なり、鋼種の選定には十分な理解が必要となる。しかし、最適な鋼種を選定したとしても、損傷や誤削が発生した場合、生産性や経済性に対し大きな打撃を与えるため、溶接補修によって素材の復元が行われている。

本稿では、「金型への溶接技術動向」及び「金型材料と溶接材料」について概要を述べる。

◇ 金型への溶接技術動向

1．金型の溶接補修における熱処理

溶接が多く用いられる鋼材分野と異なり金型は、①長寿命化のために硬い鋼材の使用、②厚肉、③複雑形状などの特徴を有しているため、溶接割れが生じやすい。その対策のために、金型の溶接補修では厳しい熱処理管理が必要となる。

金型の溶接補修時に実施される熱処理には、予熱、直後熱、溶接後熱処理がある¹⁾。これらの熱処理の流れを図1に示す。予熱では、母材の温度を上げておき、溶着金属とその近傍の冷却速度を

遅らせることで急冷硬化を防ぎ、割れを防止する。予熱温度は、金型母材のマルテンサイト変態が始まる温度(Ms点)より上、且つ、焼戻し温度より下に設定される²⁾。メーカーが推奨する予熱温度があれば、それを使用する。直後熱では、拡散性水素を放散し、遅れ割れ(低温割れ)を防止する。アルミダイカスト金型やプラスチック金型では、一般的には、予熱温度+50℃にて30～60分で直後熱が実施されており、その後は急激な温度低下を防ぐ目的で徐冷する^{1)、3)}。溶接後熱処理では、加熱による①材料の降伏応力の低下と、②クリープ現象により残留応力を低減させる¹⁾。溶接後熱処理は、金型母材の硬さが低減しないように、焼戻し温度以下にて実施されるのが望ましい。

2．金型の溶接補修方法

金型の溶接補修方法としては、被覆アーク溶接、マグ溶接、ミグ溶接、ティグ溶接、プラズマアーク溶接等がある。溶接面積が広い場合では、効率的に施工可能なマグ溶接、ミグ溶接、プラズマアーク溶接にて施工される場合が多い¹⁾。溶接材料自体が電極である消耗電極式の被覆アーク溶接、マグ溶接、ミグ溶接では、溶滴の飛散(スパッタ)が発生しやすく、金型に付着したスパッタの除去作業は時間がかかるため作業能率が低下する。一方、ティグ溶接では、スパッタの発生は皆無に近い。これらの溶接補修方法の特徴、開先形状の大きさ、求められる品質、溶接作業者の得手、不得手などを考慮した上で、溶接補修方法は選ばれる。

近年では、経費削減を目的とした金型の溶接補修の自動化が取り組まれている。コンロッドバリ抜き金型の溶接補修では、手溶接である溶接補修工程をロボットによる自動溶接に置き換えることで、溶接時間の85%短縮、溶接作業時間のばらつき抑制効果が得られたと小瀬村らが報告してい

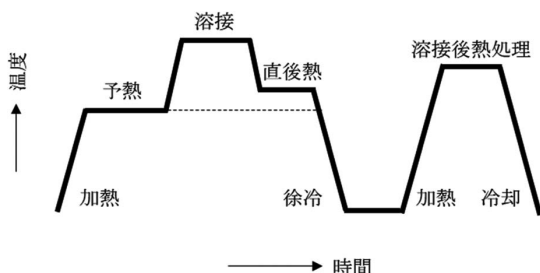


図 1 金型の溶接補修における熱処理

る⁴⁾。溶接の金型補修の自動化は、作業安全性の確保、匠技能者の後継問題の解決、グローバルへの技術展開の容易性など無形効果も大きいため、今後開発が進められていくと考えられる。また、最近ではレーザ溶接による金型の精密補修も行われている。金型の精密補修に使用されるレーザ溶接機には、マイクロスコープが付属されている^{5)、6)}。そのため、溶接補修部を確認しながら作業ができ、且つ、レーザ光による局所的な加熱のため、金型母材への熱影響が非常に小さい。他の溶接法と比べ、大量に肉盛溶接する際に時間がかかるという欠点があるものの、利点として①微小な摩耗、誤削、欠損などに対して高精度な溶接補修が可能、②余肉量が少なく加工の時間と費用の削減が可能、③予熱、後熱が不要、④金型の歪、応力が小さい等が挙げられる⁶⁾。

◇ 金型材料と溶接材料

金型には、プラスチック、プレス、鍛造、ダイカスト金型など多種類あり、図2に示すように損傷形態がそれぞれ異なる⁷⁾。また、被加工材の種類及び加工温度も異なるため、金型に使用される材質は様々である。そこで、用途別の金型材質及び溶接材料について、その概要を述べる。

1. 冷間加工用金型

冷間加工用金型では、銅板等を加工するプレス型と棒鋼材等を加工する鍛造型に大きく分けられる。また、その応力負荷形態によって成形加工、剪断加工、曲げ加工、絞り加工、圧縮加工などに

分類される。いずれの加工でも、圧縮応力、引張応力、剪断応力が付与され、その結果、金型の摩耗、焼き付き、欠け、割れが生じて寿命となる例が多い⁷⁾。さらに、抜き型の場合では、パンチ強度の不足により変形する場合がある。そのため、使用される工具鋼は、中・高炭素系にクロム、バナジウム、モリブデン、タンゲステンなどの炭化物形成元素を添加し、炭化物の析出により高硬度化し、耐摩耗性を向上させているものが多い。ただし、高硬度材料では靱性が不足するため欠けや割れが生じやすい⁸⁾。そのため、負荷の小さい場合又は生産量が小さい場合は、低合金鋼（SKS）が選ばれるものの、負荷が大きい場合、大量生産する場合は、冷間ダイス鋼（SKD）、高速度工具鋼、粉末高速度工具鋼が選ばれる⁷⁾。プレス金型のなかでは、切り刃型にはSKD11系やフレームハード鋼が代表的であるが、成型金型や絞り型の場合では鋳鉄系が使用されることが多い³⁾。

SKD11の金型溶接補修にて開先が十分に開口している場合では、使用する溶接材料の一例として、下盛りには低炭素で伸びのある材料、中間盛りには0.3mass%程度炭素を含有する工具鋼、上盛りにはHRC60が得られる0.9mass%程度炭素を含有する工具鋼を選択する⁹⁾。また、鋳鉄系金型の溶接補修をする場合は、溶接材料には、Ni系又はNi-Fe系溶接棒で下盛層を作ること、上盛材の選択幅が広がる。予熱は必須ではないが、150℃程度の予熱であれば、溶接部の硬さを下げ、溶接割れ防止に有効である⁹⁾。

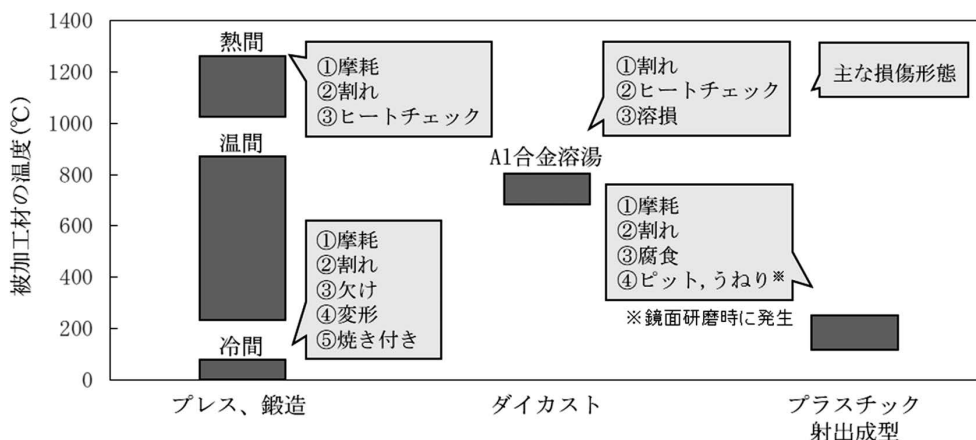


図 2 金型の主な損傷形態及び被加工材の温度

2. 熱間加工用金型

熱間加工は、ダイカスト、熱間鍛造、熱間押出しに大別され、今回は、ダイカスト金型及び熱間鍛造金型の損傷形態及び溶接補修方法について記す。ダイカスト金型の場合、金型表面がアルミニウムなどの溶湯金属と繰り返し接触するため、溶損及びヒートチェックが発生する。ヒートチェックとは、繰り返しの加熱冷却による熱疲労により、表面に亀甲状に発生するクラックであり、ヒートチェックを起点として割れが進展する場合がある。熱間鍛造金型の場合では、被加工材の温度が高いため、ヒートチェック及び摩耗が激しい⁷⁾。ダイカスト金型や熱間鍛造金型には、焼入性及び靱性が高いSKD61が広く用いられているが、最近では、SKD61の合金成分を適正化したDHA[®]-WORLD（大同特殊鋼㈱開発）も使用され始めている。これは、焼入性をさらに改善し、大型金型の中心部まで組織が緻密で高い靱性が得られる材料であり、加えて、熱処理による寸法変化の異方性が小さく、且つ、耐ヒートチェック性が高い等の特徴を有する¹⁰⁾。

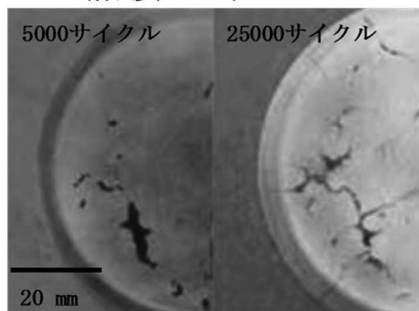
ダイカスト金型の溶接補修では、マルエージング鋼系の溶接材料が好まれて使用されている。これは、SKD61に対する溶接性が良く、仕上げ加工性及び靱性にも優れ、加えて、溶接後熱処理を行わなくてもアルミ溶湯によって、溶接補修部が硬化するためである¹⁾。しかし、十分な硬さが得られるには時間を要するため、ヒートチェックが溶接部で早期に発生するおそれがある。近年では、高い耐ヒートチェック性を有するティグ溶接棒のDHW[®]（大同特殊鋼㈱開発）が開発されている。図3に示すように、試験片の上端面を580℃まで高

周波加熱し、その後に噴射水で冷却する耐ヒートチェック性試験では、マルエージング鋼であるMAS[®]1CよりDHW[®]の方が高い特性を有することが確認されている¹¹⁾。そのため、一時的な補修だけではなく、長寿命化を付加させる場合は、溶接材料としてDHW[®]が適している。熱間鍛造金型の溶接補修では、鍛造中の型表面温度が730℃まで増加するという報告があるため、型表面部の摩耗に対しては、高温硬さに優れた材料を選択することが望ましい。高温硬さに優れた材料として、Co合金（ステライトNo. 21）が選択される場合がある¹²⁾。型底の割れに対しては、割れの発生と進展を遅らせる材料として、靱性が優れ、且つ、高温強度の高い材料として低炭素の熱間工具鋼から選ばれる¹²⁾。具体的には、炭素が0.1mass%以下、クロムが2.5mass%、モリブデンが2.5mass%程度含有されている材料である¹²⁾。

3. プラスチック金型

プラスチック成型は金型に加熱・流動化した樹脂を射出して固化させ、製品を取り出す射出成型が主流である⁷⁾。プラスチック金型に要求される特性は、被加工材である樹脂や製品によって多岐にわたる。難焼剤を含む樹脂、塩化ビニール、フッ素樹脂の成型では、腐食ガスが発生しやすいため耐食性が求められる。そのため、生産量が多い場合では、高硬度ステンレス鋼が金型に使用される⁷⁾。また、金型表面がそのまま製品肌を決定するため、鏡面性が必要となる。そのため、鏡面研磨時にピット、うねりが生じないことが重要である。ピットの要因としては、非金属介在物の脱落、うねりの要因としては凝固偏析起因のミクロ

DHW[®] (溶接まま)



MAS[®]1C (溶接まま)

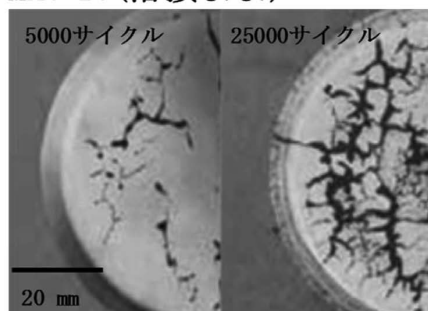


図 3 耐ヒートチェック性試験評価結果

表 1 金型の溶接補修条件

区分	銅種名	JIS相当規格	AISI相当規格	特徴	予熱 (℃)	溶接後熱処理 (℃)	溶加材の選定
金 冷 型 間	GOA	SKS3改良	—	油焼入れ鋼	材料特性上、通常のアーク溶接は推奨できません。		溶加材選定の考え方 1) 同一金型でも適用用途・要求特性により異なる。 2) 溶接法を選定。 3) 溶接法にあった溶接材料を選定。 4) 溶接材料の棒径、ワイヤ径を選定。
	DC53	—	—	8 %Cr高硬度・高靱性鋼	350~500	400~500	
	DC11	SKD11	—	汎用冷間ダイス鋼	400~500	400~500	
	DEX20	—	—	高硬度・高靱性鋼 (粉末材)	350~500	500~550	
金 熱 間	DHA1	SKD61	H13	汎用熱間ダイス鋼	300~400	500~550	
	DH2F	SKD61改良	—	快削プリハードン鋼	300~400	500~550	
	DH21	—	—	高靱性・高温強度改善鋼	300~400	500~550	
	NAK55	—	P21改良	快削性プリハードン鋼	300~400	450~550	
プ ラ ス チ ッ ク 金 型	NAK80	—	P21改良	高靱面性プリハードン鋼	300~400	450~550	NAK-W
	S-STAR	SUS420J2改良	—	超鏡面性焼入焼戻し鋼 (プリハードン鋼として使用可能)	200~250	焼入焼戻し状態 510 (放電加工割れ対応) 250 (変寸重視) プリハードン状態 650	共金又はSUS410
	G-STAR	SUS420F改良	—	超々鏡面性焼入焼戻し鋼 (プリハードン鋼として使用可能)	200~250	焼入焼戻し状態 510 (放電加工割れ対応) 250 (変寸重視) プリハードン状態 650	共金又はSUS410
	PD613	—	—	高硬度・高鏡面冷間ダイス鋼	400~500	500~550	共金又はJIS DF-3B®
	MASIC	—	—	高強度・高靱性鋼	予熱は不要	450~500	MASIC-W

※硬化肉盛用被覆アーク溶接棒 (JIS Z3251)

偏析及び硬さのムラが考えられる。そのため、鏡面性が求められる場合には、偏析が小さく清浄度が高い真空アーク再溶解法又はエレクトロスラグ再溶解法が適用される^{7)、8)}。エンジニアリングプラスチックや強化繊維を含む樹脂には、耐摩耗性に優れた金型が求められるため、熱間又は冷間ダイス鋼系の材料が使用される⁷⁾。プラスチック製品が複雑な形状を有する場合には、金型形状も複雑となるため、金型材に被削性が良いことが要求される⁷⁾。そのほかにも、金型の製造時に要求される特性として、放電加工性やシボ加工性が挙げられる。また、金型の製作時間の短縮化及び熱処理に伴う変形抑制を目的に、熱処理が不要なプリハードン鋼が使用される場合もある⁸⁾。

当社の代表的な工具鋼 (金型) の材質とそれに対応する溶接材料を表1に示す³⁾。金型の種類によって、求められる特性が大きく異なるため、金型材質にあった専用溶加材・溶接棒の使用が必要である。また、ピットの補修にはレーザ溶接が効果的であるが、熱処理によって溶接ボンド部の硬さを均一にしないと、樹脂成型品にリング状の陰影が転写されるため注意が必要となる⁸⁾。

む す び

金型の用途によって損傷形態が大きく異なるため、要求特性も異なる。また、溶接補修をする際は、溶接材料及び溶接補修方法の選定を間違えると、大きな損失に繋がるおそれがある。そのため、金型長寿命化のためには、損傷要因を理解した上で溶接補修する必要がある。本稿が、溶接技術・材料に関わる技術者や商社の若手の一助となれば幸いである。

参 考 文 献

- 1) 山田健：特殊鋼 Vol. 64 No. 6 (2015)
- 2) 藤原美昭ら：溶接技術Vol. 62 No. 1 (2014)
- 3) 高木柳平：特殊鋼 Vol. 49 No. 2 (2000)
- 4) 小瀬村透ら：型技術ワークショップ講演論文集 (2018)
- 5) 千葉徳行：溶接技術 Vol. 56 No. 2 (2008)
- 6) 桑原吉英：電気加工学会誌 Vol. 53 No. 132 (2019)
- 7) 並木邦夫：はじめての金型材料 (2006)
- 8) 日原政彦：型技術 Vol. 31 No. 12 (2016)
- 9) 藤原美昭ら：溶接技術Vol. 62 No. 3 (2014)
- 10) 森川秀人：電気製鋼Vol. 81 No. 1 (2010)
- 11) 梅森直樹ら：まてりあ Vol. 54 No. 2 (2015)
- 12) 藤原美昭ら：溶接技術Vol. 62 No. 2 (2014)

2. 構造用鋼、高張力鋼、低温用鋼

日本製鉄(株) か も たか ひろ
鉄鋼研究所 接合研究部 加 茂 孝 浩

ま え が き

鉄鋼材料は、船舶、橋梁、建築、低温タンク、自動車など幅広く用いられ、用途に応じて高強度、耐食性、低温靱性等の様々な機能を付与した高機能鋼材が開発されている。これらの鋼材は、構造物として加工し組み立てた上でその機能を発揮させる必要がある。鋼材の組み立てには溶接・接合技術が重要であり、リベット接合、アーク溶接、抵抗溶接、レーザ溶接等様々な技術が開発されている。中でもアーク溶接は他の接合法と比較して格段に高い溶接熱源の制御性能を有するために広く適用されており、鋼材の高機能化に対応する様々な溶接材料が開発・実用化されている。本稿では、アーク溶接を中心とした各種高機能鋼材および溶接材料について紹介する。

◇ 各分野における鋼材および溶接材料

1. 溶接材料への要求性能

表1に各分野における代表的な鋼材とその溶接方法を示す。鋼材の高強度化は、薄肉化を通じた軽量化や運搬、架設の効率化などのメリットがあ

り幅広い分野でニーズがある。建築分野では引張強さ(TS) 950MPa級鋼材¹⁾、自動車向けではTS1.8GPa級鋼材²⁾が実用化されており、溶接材料においても高強度化への対応が望まれる。また橋梁分野、造船分野、自動車分野などでは腐食(さび)が問題となるため各種耐食鋼材や表面処理鋼板が実用化されており、溶接部においても同様に腐食を低減させる必要がある。造船や建築分野では板厚が最大で100mm程度の鋼板も用いられ、溶接作業の低能率化を招く。そのため高能率溶接技術およびそれに対応する溶接材料の開発が進んでいる。エネルギー分野では、LPGやLNGなどの運搬・貯蔵には内容物の液化温度に応じた極低温靱性要求がある。例えばLNGタンク用鋼材においては、万が一発生した脆性破壊の伝播を停止する特性(アレスト特性)が必要となる³⁾。その他、各分野において、高能率化、施工性向上を目的とした溶接材料が開発されている。以下、各分野ごとの特徴について述べる。

2. 造船分野

世界的規模で海上輸送量が増大し続ける中で、輸送コスト低減の観点より船舶の大型化が進んで

表 1 各分野における代表的鋼材および代表的な溶接方法

分野	製品および適用鋼材一例	溶接部必要性能一例	代表的な溶接方法*
造船	コンテナ船(～YS460MPa級、板厚≤100mm) 原油タンカー(耐食鋼)	高能率(大入熱溶接) 耐食性	SMAW、GMAW、 SAW、EGW
建築	鉄骨(～YS880MPa級、板厚≤100mm)	高能率(大入熱溶接) 自動化(ロボット溶接)	SMAW、GMAW、 SAW、ESW
橋梁	BHS鋼(～YS700級、板厚≤100mm) 耐候性鋼	耐候性 塗装周期延長	SMAW、GMAW、 SAW
低温貯蔵	LNGタンク(～YS620MPa、シャルピー温度-196℃) LPGタンク(～YS360MPa、シャルピー温度-80℃) 水素ステーション向け鋼管(～TS800MPa)	極低温靱性 耐水素脆化(水素配管)	SMAW、GMAW、 SAW、GTAW
自動車	足回り(～TS780MPa)	耐疲労特性 電着塗装性	GMAW

*SMAW：被覆アーク溶接、GMAW：ガスシールドアーク溶接、SAW：サブマージアーク溶接
GTAW：タングステンアーク溶接、EGW：エレクトロガスアーク溶接、ESW：エレクトロスラグ溶接

いる。特にコンテナ船は上甲板に大きな開口部を有するため、その上縁部には板厚60mmを超える厚手の高強度鋼板が用いられる。ただし厚手鋼板は耐脆性破壊特性の低下による安全性の低下が課題となる。このような背景の中、破壊靱性に優れた厚手の降伏強度（YS）460MPa級鋼板が開発され⁴⁾、2007年に世界で初めて適用された、高強度厚手鋼板の開発にともないコンテナ船の大型化は益々進展しており、20000TEU（20フィートコンテナ換算個数）を超える大型コンテナ船の建造が進んでいる。板厚60mmを超える厚手鋼板の高効率立向き溶接としてEGWが用いられるが、高効率な溶接方法として2電極VEGA溶接およびその溶接材料が開発された⁵⁾。

原油タンカーでは原油流出事故による海洋汚染が大きな問題となり、IMO（国際海事機関）でタンカーの国際ルールが厳格化されてきた。2013年に発行された原油タンクの防食基準においては、日本から提案した耐食鋼が、船舶分野で初めて塗装と代替可能な技術として認められた。原油タンク内部の腐食形態は底部と天井部で異なり、底部は孔上の腐食、天井部は全面腐食であり、腐食機構が異なるため耐食鋼もそれに合わせ、底板向けのNSGP-1、上甲板向けのNSGP-2が開発された⁶⁾。原油タンクの組み立てには、突合せ溶接のほかリブ材取付のためのすみ肉溶接が用いられる。異なる耐食鋼どうし、耐食鋼と一般の造船用鋼材の溶接への対応も必要である。そのため、溶接継手部の耐食性を考慮した全姿勢溶接用フラックス入りワイヤ、隅肉溶接用フラックス入りワイヤがラインナップ化されている⁷⁾。図1に溶接継手腐食試験片のマクロ組織を示すが、専用溶接材料（SF-1・

GP）の溶接金属では母材との境界で段差が生じておらず、母材同等の耐食性が得られている。

3. 建築分野

建築構造物の高層化や大スパン化に伴い柱部材の高強度化が進んでおり、YS630MPa級を超える高強度鋼板の適用も進んでいる。このような厚肉高強度鋼材を用いたボックス柱部材の高効率な組み立て技術として、ダイアフラムの立向溶接にはESWが用いられる。鋼板の厚みは最大で100mm、入熱量は100kJ/mmを超える場合もあり、無監視での溶接技術として1および2電極のSESNET溶接および溶接材料がラインナップ化されている⁸⁾。ボックス柱の角部にはSAWが適用されるが、YS500MPa級以下、板厚60mm以下程度であれば1パス溶接でも必要特性が確保可能な溶接材料がラインナップ化されている⁹⁾。

柱－梁等の鉄骨組み立てには一般的にGMAWが適用され、ソリッドワイヤが多く使用される。ソリッドワイヤは溶け込みが深くスラグが少ないことが利点であるが、一方でフラックス入りワイヤに比べるとスパッタ発生やアーク安定性など溶接作業性に劣る。溶接部品質と溶接作業性を両立する溶接材料としてYS690MPa級までのメタル系フラックスワイヤ（SXワイヤ）が商品化されている¹⁰⁾。近年はロボット導入による溶接自動化が進んでおり、ワイヤ送給性やスパッタ低減に優れた溶接材料が選定される。

4. 橋梁分野

橋梁の建設コスト低減のために、従来鋼に比べ高強度かつ加工性と溶接性に優れた鋼材としてSBHS（Steels for Bridge High Performance Structure）が2008年にJIS鋼材規格に新訂された。

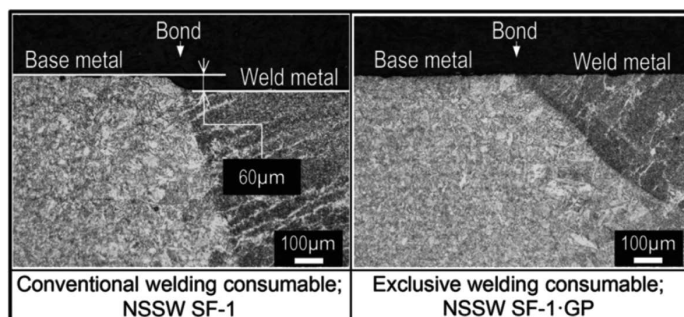


図 1 腐食試験後のNSGP-1溶接部の断面マイクロ組織⁷⁾

降伏強度が400MPa、500MPa、700MPa級と高く、それぞれに耐候性鋼仕様が設けられている。耐候性鋼とは、Cu、Ni、Crなどを含有することで鋼の表面にそれらの元素が濃縮した緻密な保護性さび層を形成し腐食の進行を遅らせる鋼である。各種SBHS鋼について、SMAW、GMAW（ソリッド、フラックス入り）、SAW向けの溶接材料がラインナップ化されている¹¹⁾。

橋梁の多くは腐食防止のため塗装して使用されるが、塗膜が薄い箇所や塗装欠陥箇所、飛来塩分量が多い沿岸部や凍結防止剤が付着するような厳しい環境では塗装剥離や板厚減少が懸念される。そのため塗装塗替を含む補修や更新にともなう維持管理コストの増大が課題となる。橋梁をはじめとする社会インフラのライフサイクルコスト（LCC）縮減のための長寿命化技術として、塗装塗り替え周期を延長化可能な塗装周期延長鋼（CORSPACE）が開発実用化された¹²⁾。CORSPACEの耐食性を特徴付けるSn量の確保と、良好な溶接作業性を前提に、橋梁のみならず幅広い分野への適用を想定してSMAW、GMAW（ソリッド、フラックス入り）、SAW向け専用溶接材料がラインナップ化されている⁷⁾。図2に溶接金属の耐食試験結果を示すが、開発溶材（SF-1・PX）を適用した溶接金属の板厚減少量は、普通鋼用溶接材料を適用した場合との比較で1/4程度に減少している。

5. 低温貯蔵分野

低温貯蔵タンク、特にLPGやLNGのタンクでは過去の脆性破壊に起因する爆発事故による多大な損害を教訓として、鋼材および溶接材料に高い破壊安全性が要求される。一般に低温における靱性の向上にはNiの添加が有効であり、使用温度が低

温になるほど高いNi量の材料が適用される。LPG用鋼材として、TMCP（熱加工制御プロセス）の適用により1.5%Niで板厚38mmまでの目標特性が実現されたが¹³⁾、溶接材料としては脆性破壊の発生しないNi基のオーステナイト系溶接材料が用いられてきた。しかしながらオーステナイト系溶接材料は施工性や経済性が問題となることから、フェライト系のSMAW向け溶接材料が提案され、2.5%Niの成分系で優れた破壊安全性が確認されている¹⁴⁾。LNGはクリーンエネルギーとして長期的に需要拡大傾向にあり、運搬、貯蔵容器向け鋼材の需要も堅調である。貯蔵内槽用材料には、天然ガスの液化温度である-162℃における破壊安全性が要求されるため長年9%Ni鋼が用いられてきたが、近年、Niを低減させた省資源鋼材として7%Ni鋼が開発実用化された³⁾。溶接材料にはNi量60%以上のNi基溶接材料が用いられる。横向き溶接には高能率のSAWが適用され、耐高温割れ性に優れたハステロイ系の溶接材料が使用される。立向き溶接は、国内では主にGTAWでありハステロイ系の溶接材料が用いられる。海外ではSMAWが主でありインコネル系溶接材料が用いられる。近年はより高能率なフラックス入りワイヤを用いたGMAWの適用ニーズが高く、各社ラインナップ化が進んでいる。

水素は次代のクリーンエネルギーとして普及が進められており、国内でも水素ステーションの整備が進んでいる。水素ステーションの配管には高圧水素環境下で水素脆化を起こさない材料が必要であり、従来SUS316Lが用いられていたが、小型化や短時間充電の実現に向け、高強度（SUS316Lの約2倍）の高圧水素用ステンレス鋼HRX-19が開発された。既存材のSUS316Lでは配管同士をネジで接合する施工法が一般であるが、HRX-19では高強度化と耐水性脆性を両立させた溶接材料が開発されている¹⁵⁾。図3に溶接継手の耐水素脆化特性評価結果を示すが、0℃および-40℃における相対破断絞りは高位であり、優れた耐水素脆化特性を有している。

6. 自動車分野

自動車では車体軽量化による燃費向上が進められており、高強度鋼適用による薄肉軽量化が進んでいる。足回り部品には比較的板厚の厚い鋼板が

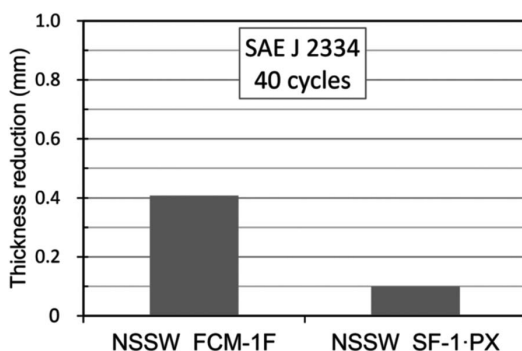


図2 溶接金属の耐食性能の比較⁷⁾

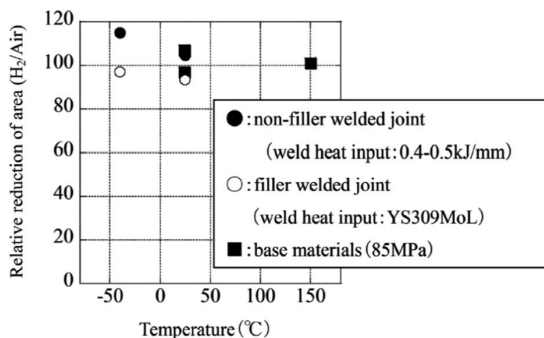


図 3 溶接継手の相対破断絞り値に及ぼす温度の影響¹⁵⁾

用いられ、アーク溶接が用いられることが多い。これは連続溶接であるために部材の強度と剛性が確保しやすいことによる。足回り部材で用いられる鋼板は440MPaや590MPa級が主流であり、ボディーの骨格部材で1.2GPa冷間圧延鋼板や1.5GPaホットスタンプ鋼板が適用される状況に比べて適用鋼板の強度面での遅れが否めない。その理由の一つが、アーク溶接部に不可避免的に生成するスラグが電着塗装性を劣化させ、腐食減厚の原因になるためである。この対策として、アーク溶接後のビード表面に生成するスラグを低減することで電着塗装性を向上させたAr+20%CO₂ガス用のソリッドワイヤYM-TXが開発された¹⁶⁾。

亜鉛めっき鋼板は経済性に優れた防錆鋼板として、自動車のみならず家電、建材などの広い分野で用いられており、スーパーダイマ、ZAMといった高耐食性めっき鋼板が開発されている。ただし、高耐食性めっき鋼板を使用しても溶接時に鋼板表面のめっき成分が蒸発し、溶接部の耐食性が劣化するという課題があった。そのため、亜鉛めっき鋼板を溶接する場合には、溶接施工後に刷毛塗りやスプレーによって防錆材を塗装するタッチアップ処理が行われており、その塗装作業による生産性の低下が課題となっていた。この課題解決に向

けステンレス鋼フラックス入りワイヤSF-309SDが開発された。溶接部の補修塗装無しでも母材同等の耐食性を有するとともに耐亜鉛割れ性に優れることを特徴としている¹⁷⁾。

むすび

構造用鋼、高強度鋼、低温用鋼の接合にはアーク溶接が用いられることが多く、各分野における必要特性に応じた溶接材料がラインナップ化されている。環境負荷軽減、社会インフラのライフサイクルコスト低減等の市場ニーズに応じ、高強度化、耐食性向上、低温靱性の向上等、鋼材の高機能化が進んでいるが、構造物としてのパフォーマンスを律速するのは溶接部である場合が多い。溶接部の健全性や信頼性向上に向け、鋼材および溶接材料の益々の技術進展が望まれる。

参考文献

- 1) 加茂他：新日鉄住金技報、400 (2014)、67-71
- 2) 上西：新日鉄住金技報、412 (2019)、8-13
- 3) 加賀谷他：新日鉄住金技報、400 (2014)、38-44
- 4) 白幡：新日鉄住金技報、400 (2014)、26-30
- 5) 児嶋：新日鉄住金技報第、409 (2018)、2-9
- 6) 伊藤他：新日鉄住金技報、400 (2014)、86-91
- 7) 橋場他：新日鉄住金技報、409 (2018)、27-32
- 8) 溶接Q&A“エレクトロスラグ溶接法 (SESNET溶接法) について”；日鉄溶接工業HP
- 9) 溶接Q&A“最近の建築分野での高性能鋼と溶接材料”；日鉄溶接工業HP
- 10) 溶接Q&A“SXワイヤの建築鉄骨への適用について”；日鉄溶接工業HP
- 11) 溶接Q&A“橋梁用高性能鋼材対応『SBHS鋼用溶接材料について』”；日鉄溶接工業HP
- 12) 菅江他：新日鉄住金技報、400 (2014)、79-85
- 13) 千々岩他：新日鉄技報、365 (1997)、44-49
- 14) 児嶋他：溶接学会全国大会講演概要 91 (2012)、124-125
- 15) 浄徳他：新日鉄住金技報、409 (2018)、40-46
- 16) 日鉄溶接工業「びいど」No. 69 (2020)
- 17) 児玉他：新日鉄住金技報、398 (2014)、79-82

3. ステンレス鋼

日本冶金工業(株) 吉田 統樹
技 術 研 究 所

◇ ステンレス鋼について

ステンレス鋼とは、鉄をベースに10.5%以上のクロムを含有させ、表面に安定なクロムの不働態皮膜を形成させることによって耐食性（耐錆性）を向上させた鋼材である。クロム以外の主要元素としてニッケルがあり、クロムとニッケルの含有量によって種々の特性を得ることが可能となる。近年、精錬・製造技術の進歩により、モリブデンや窒素の添加による耐食性の向上や、炭素・リン・硫黄といった溶接に限らず特性に悪影響を及ぼす不純物元素の低減が可能となり、目的・用途に応じた各種ステンレス鋼が開発されている。現在JISに規定されているステンレス鋼は100種以上あり¹⁾、汎用ステンレス鋼である304系、強度と耐食性の両方に優れる二相ステンレス鋼、高温強度・耐酸化性に優れる309、310系の耐熱ステンレス鋼、塩化物濃度の高い厳しい腐食環境で使用されるスーパーオーステナイト系ステンレス鋼等、様々である。また、鋼板、鋼管、条鋼、棒鋼など多様な形状が製造されており、これも幅広い分野に適用される一因となっている。

◇ ステンレス鋼の組織・特性と溶接による変化

ステンレス鋼は成分によって金属組織が変化し、それによりオーステナイト系、フェライト系、マルテンサイト系、およびフェライト相とオーステナイト相の混合組織からなる二相系に大別される。それぞれ結晶構造や物理的特性が異なり²⁾、フェライト系、マルテンサイト系は炭素鋼と同様に磁性を持つが、オーステナイト系は固溶化状態では磁石につかないといった違いがある。

ステンレス鋼の成分による組織変化は、図1に示すシェフラーの状態図³⁾によって推定できる。これは、ニッケル当量とクロム当量による組織の状態変化を示しており、図中のA、F、Mはそれぞれオーステナイト組織、フェライト組織、マルテンサイト組織を表している。

溶接部の組織は母材および溶接材料の化学成分とその混合比率によって変化するが、シェフラーの状態図ではこれの推定が可能である。図中にXで示す成分の溶接材料（溶加棒）を用いてYで示す母材を溶接した場合、溶接金属の組織はX、Yを

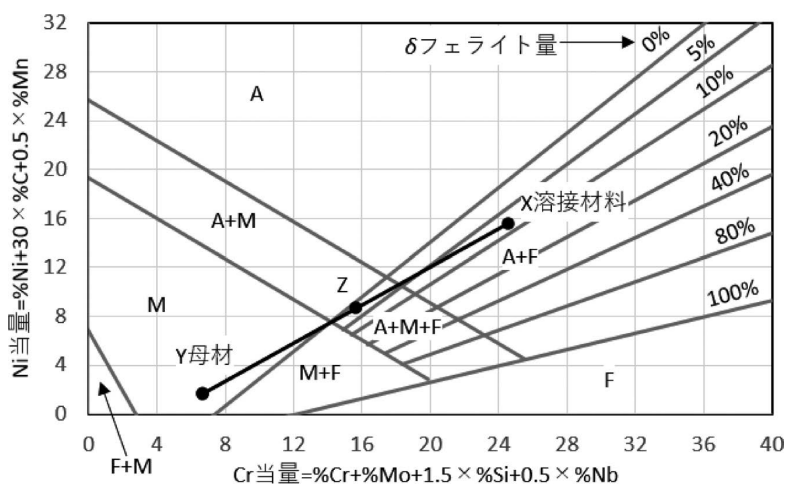


図 1 シェフラーの状態図

結ぶ線上の組織となり、溶けた金属の割合（希釈率）が母材、溶接材料共に50%とすると、XとYの中点（Z）で示す組織となる。この場合、溶接金属はオーステナイト+マルテンサイトまたはフェライトの混合組織となり、マルテンサイト組織を有する母材とは異なる組織となり、つまり、強度や特性も変化すると予測できる。

ステンレス鋼は他の鉄鋼材料と同様、溶接の熱サイクルによっても特性が変化する。溶接金属は凝固組織となり、熱影響部では結晶粒の粗大化が生じると共に析出物などの生成が見られる。また用いる溶接材料や溶接法によっても、溶接金属や熱影響部の特性は大きく違ってくる。

ステンレス鋼を溶接する場合、溶接部がどのような成分・組織となるかを理解した上で溶接施工を行うことが重要である。

◇ ステンレス鋼の溶接方法

ステンレス鋼には、アーク溶接やレーザ・電子ビーム溶接、抵抗スポット溶接等、様々な溶接方法が用途・目的に応じて用いられる。

アーク溶接のうち、構造材や厚肉管等には被覆アーク溶接やTIG溶接、MIG溶接等が使用される。これらの溶加棒を用いた溶接方法において、溶接部の特性を維持するためには適切な溶接材料の選定が重要となる。被覆アーク溶接は、他の溶接方法に比べ安価であり、屋外での使用が可能な方法であるが、大気環境で実施するためTIG、MIGと比べると溶接部の品質が低下する場合が多い。TIG溶接は溶接部の品質を維持する目的でよく用いられる溶接法である。大規模な溶接には不向きだが、鋼管・薄板や複雑な形状にも適用可能であり、溶け込み量が小さく溶接部の特性を維持することに長けている。MIG溶接は溶接施工時の作業効率化に有効な溶接方法である。使用するシールドガスの種類・流量によって溶け込み深さ、溶接量へ影響を受けやすいためガスの種類を考慮しなければならない。

また、ステンレス鋼の溶接においては溶接ビードの酸化防止のためフラックス入りワイヤ（FCW）を用いることもある。サブマージ溶接は最も溶け込み量が深く、高効率であるが、下向き・横向きに限定されるため、専用の設備が必要

でありかつ施工条件に限られる。レーザ・電子ビーム溶接は高出力によって溶け込み深さが大きく、20mmを超え中・極厚板材の溶接にも適用可能であるが、使用条件として、材料同士の接合部の加工精度（開先精度）が要求されことや、大規模な装置を必要とするため、現地施工はできない。抵抗スポット溶接は、薄板に適用され簡便かつ短時間で接合が可能である。電気を流す事によって生じる発熱を溶接熱源とするため、材料の電気抵抗に大きく影響される。とくに、炭素鋼とステンレス鋼の異材溶接等では条件が複雑になる。

このように、ステンレス鋼の溶接においては最適な溶接方法を選択することも重要である。

◇ ステンレス鋼の溶接におけるトラブルと対策

ステンレス鋼の溶接に関して発生するトラブルとしては種々あるが、主だったものとして、溶接中に発生する凝固割れ、二相ステンレス鋼やスーパーオーステナイト系ステンレス鋼における溶接部の品質に関わるものについて説明する。

1. 凝固割れの評価と対策

溶融金属が凝固する過程で、最終凝固点近傍の粒界に不純物元素が偏析し、これを起点として、冷却中に生じる収縮応力によって割れが生じる場合がある。この現象を凝固割れと呼ぶ。凝固割れの感受性を評価する方法として、バレストレイン試験がある。バレストレイン試験とは、溶接中の試験片表面に強制的に曲げ歪みを加えることで凝固割れを発生させる外部負荷式の試験方法である⁴⁾。溶接部に生じた、割れ数・総割れ長さ・最大割れ長さによって割れ感受性を評価することが可能である。図2はSUS310Sの凝固割れ感受性に及ぼす添加元素の影響を調査したものである⁵⁾。縦軸はバレストレイン試験における最大割れ長さから換算した、BTR（Brittle Temperature Range）と呼ばれる凝固割れ感受性を示す指標である。この値が大きいほど凝固割れが発生し易いことを示している。この結果をみると硫黄の添加がSUS310Sの凝固割れの発生に最も大きく影響を及ぼすことが判る。つまり、凝固割れを防止するためには、ステンレス鋼中の不純物元素の含有量、特に硫黄を低減させることが重要である。また、溶接入熱

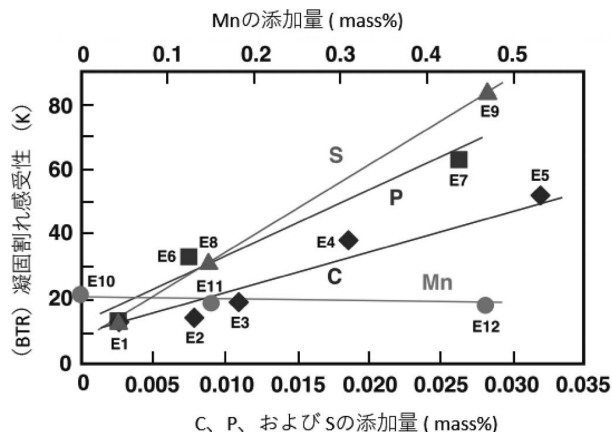


図 2 SUS310Sの凝固割れ感受性に及ぼす添加元素の影響⁵⁾
C：炭素、Mn：マンガン、P：リン、S：硫黄

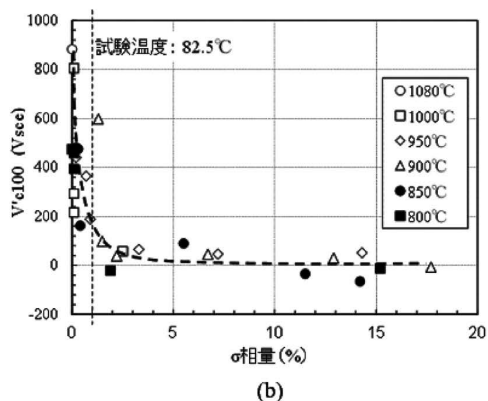
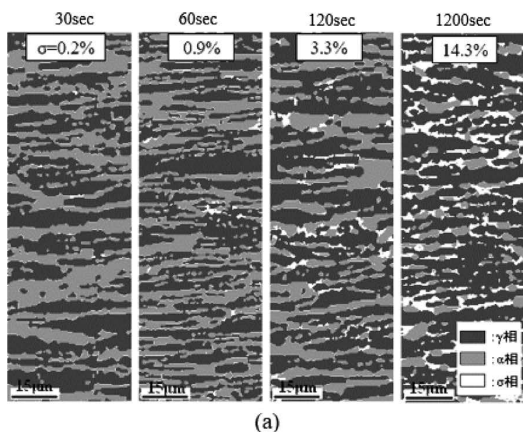


図 3 S32750における σ 相析出挙動と耐食性の関係⁶⁾
(a) 950°Cにおける σ 相析出挙動、(b) σ 相量による孔食電位 V_c100 の変化

の抑制や治具の使用による溶接部の応力低減など施工方法の改善も、凝固割れを防止する上で有効である。

2. 二相ステンレス鋼に生じる問題と対策

二相ステンレス鋼は20%以上のクロムを含有し、更にモリブデン、窒素を添加し、高強度かつ高耐食性を示す材料として化学プラントや大型海水ポンプ等に使用されている。一方、溶接中の熱サイクルによって σ 相が析出し、耐食性の低下や脆化が生じる場合がある。そのため、二相ステンレス鋼の適切な溶接条件を見出すためには、 σ 相の析出挙動を正確に把握することは重要である。従来、 σ 相の観察は光学顕微鏡で行っていたためミクロン単位の微小な σ 相を検出することは非常に困難

であった。図3(a)は950°Cで時間を変化させて時効処理を施したS32750の σ 相析出挙動をEBSD法によって評価したものである⁶⁾。EBSD法とは電子回折によって結晶方位を解析し、相判定を行う方法であり、これによりミクロン単位の σ 相の定量化が可能である。これより、わずか30secの保持でも σ 相が析出することが判る。ステンレス鋼の耐食性は σ 相の析出に大きく依存する。図3(b)は800～1080°Cで保持間を変えて時効処理を施したS32750の孔食電位を測定、それぞれの σ 相析出量で整理したものである。ここで、孔食とはステンレス鋼に生じる特徴的な腐食形態のことであり、塩化物イオンが不動態被膜を局所的に破壊し、それを起点とした急激な腐食が生じるという現象の

ことである。この図は電位が高いほど耐食性が優れることを示している。これより、S32750の耐食性はわずか1%の σ 相析出で1/4の電位にまで低下することが判る。二相ステンレス鋼では σ 相の析出を抑えるような施工、例えば溶接入熱量や冷却の管理などが重要となる。

3. スーパーオーステナイト系ステンレス鋼に生じる問題と対策

化学プラントや排煙脱硫装置等の非常に厳しい腐食環境下においてはクロム、モリブデン、窒素の添加量が高く優れた耐食性を示すスーパーオーステナイト系ステンレス鋼（SUS312L、SUS836L等）が使用される。その溶接部も上記環境に対応できる高い耐食性が求められる。構造材等、厚板を使用する場合、必然的に溶け込み部が大きくなるため溶接部の耐食性維持が重要な課題となる。図4はSUS836Lにおいて、溶接材料を使わなかった場合と、ハステロイC-276系のERNiCrMo-4溶接材料を使った場合の溶接金属部の耐食性の違いを示したものである⁷⁾。PREは耐孔食指数を示しており、材料成分値から $PRE = \%Cr + 3.3 \times \%Mo + 16 \times \%N$ の式で算出され、この値が高いほど耐食性が優れている。この図は、母材および溶接金属のEPMAによる分析結果から、それぞれの位置の

PREを算出したものである。溶接材料を使わなかった場合の溶接金属の耐食性は母材より低い部分があるが、適切な溶接材料を用いれば、溶接金属は全ての部分で母材以上の耐食性を発揮することを示唆している。以上より、スーパーオーステナイト系ステンレス鋼では、最適な溶接材料の使用が重要となる。

むすび

ステンレス鋼は鉄、クロム、ニッケルの添加量によって組織や特性が大きく異なり、様々な用途や環境で使用されている。ステンレス鋼溶接部の特性を確保するには、母材と溶接材料の成分および希釈率によって決まる溶接金属の組織の予測、溶接方法や母材・溶接材料についての十分な理解、これらを踏まえた適切な溶接条件の選択が重要となる。ステンレス鋼メーカーや、ステンレス鋼を用いて製品を製造しているメーカーの団体であるステンレス協会では、良好な溶接施工を実現するためにステンレス鋼溶接施工基準⁸⁾を制定している。また、一般社団法人日本溶接協会では溶接施工時の不具合発生原因と対策法をまとめた溶接ガイドブック^{9)、10)}を出版しているので、溶接施工不良や溶接トラブル解消の参考にして頂きたい。

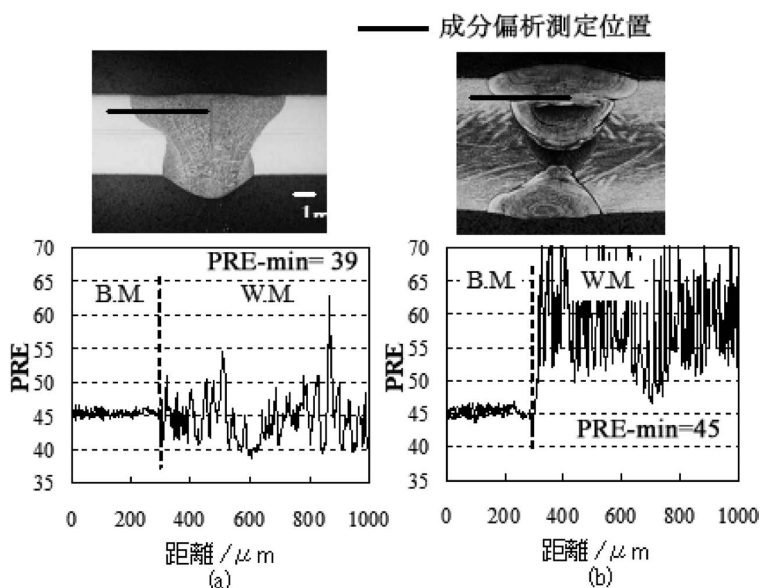


図 4 SUS836L溶接金属部の成分偏析測定結果⁷⁾
(a) 溶接材料：なし、(b) 溶接材料：ERNiCrMo-4
B.M.：母材、W.M.：溶接金属

参 考 文 献

- 1) 日本規格協会：JISハンドブック2020 鉄鋼 I
- 2) ステンレス協会：ステンレス鋼便覧 第3版 (1995)、日刊工業新聞社
- 3) 西本和俊、小川和博、夏目松吾、松本長：ステンレス鋼の溶接 (2001)、産報出版
- 4) 門井浩太、岡野成威、山下正太郎、阿部大輔、竹森章、山田慎之介、高田充志、河田純一：溶接学会論文集 第37巻 第4号 (2019)、200-207
- 5) 才田一幸、松下英輝、西本和俊、木内清、中山準平：溶接学会論文集 第31巻 第1号 (2013)、56-65
- 6) 王 昆：二相ステンレス鋼母材および溶接継ぎ手の耐食性に関する最近の研究成果の紹介 (2015)、日本材料学会 腐食防食部門委員会
- 7) 王 昆：溶接学会誌 第76巻 第2号 (2007)、80
- 8) ステンレス協会：ステンレス鋼溶接施工基準 (1999)
- 9) 日本溶接協会特殊材料溶接研究委員会：ステンレス鋼溶接トラブル事例集 (2003)、産報出版
- 10) 日本溶接協会特殊材料溶接研究委員会：スーパーアロイの溶接—耐熱・耐食合金の溶接ガイドブック (2010)、産報出版



クマガイ特殊鋼 新工場開設 産業車両向けバー材加工集約

クマガイ特殊鋼は昨年10月、本社近隣地に「大高丸ノ内工場」を開設した。本社から切断、切削、穴開け設備などを移設し、産業車両向けの特殊鋼バー材加工を新工場に集約。本社工場は鋼板加工に特化、遠方の貸し倉庫から本社に特殊鋼板の在庫も移し、横持ちにかかるロスを削減するなど、全社的な生産性を10%程度引き上げる。

新工場は、本社から車で数分の近隣地に賃貸で開設。敷地面積2,000平方メートル、工場建屋面積1,200平方メートル、人員は5人。本社からバンドソー3基などを移設し、産業車両向け特殊鋼バー材やフラットバーの加工を行う。

本社工場は、特殊鋼を中心とした鋼板加工に特化。設備移設や在庫の移転で生じた空きスペースは、貸し倉庫から特殊鋼板の在庫を移し、置き場として活用する。今後、両工場間での伝票類のオンライン化を実現し、さらなる業務の効率化を図る。

(10月20日)

佐久間特殊鋼 墨法人営業本格化 北中米で部品販売を拡大

佐久間特殊鋼は北中米事業を強化する。今年2月には昨年5月に登記完了したメキシコ初の現地法人、可変資本合同会社「SAKUMATOKUSHUKO」の営業活動を本格化し、特殊鋼材料や部品の販売を始める。米国現地法人の「サクマ・インターナショナル・アメリカ」とも歩調を合わせ、拡大する北中米自動車産業サプライチェーンに向けた事業展開を加速する。

メキシコ現法は、米国現法の子会社として設立。ケレタロ州内で事務所を開設し、現地スタッフ含む2人体制で営業を始める。当初は日系加工メー

カーへの特殊鋼鋼材販売、日系部品メーカーへの日本からの部品供給を行い、北中米を中心に、環太平洋全域での顧客サービスをさらに強化する。将来的には自動車の電動化などの機構変化も視野に、高付加価値なサービス、商材の提供も推進、より現地主体性の強い経営を目指す。

(11月24日)

清水鋼鉄、苫小牧の新棟竣工 需要増と納期短縮に対応

清水鋼鉄は、苫小牧製鋼所内で建設を進めていた新棟「第二製品加工工場・倉庫」を竣工した。付加価値製品の需要増に伴い既存の製品倉庫が手狭となっていた。加工機を新設し1.5倍の加工能力アップを見込んでおり、さらなる需要増と納期短縮に対応する。

北ヤードに新設した第二製品加工工場・倉庫は構造がSRC造、延べ床面積は1,999平方メートルで、倉庫内に4.9トンの天井クレーン2基を完備する。精密切断機、FRIP圧着機をそれぞれ1基新設。建設業の人手不足を背景とする省施工性に優位な付加価値製品の需要増に対応し、拡販を進める。

これまでプラントがある南ヤードに製品倉庫があり、北ヤードにある加工工場との間には公道が通っていたが、新棟完成で横持ち不便が解消される。清水孝社長は「鉄筋需要が減少している中、付加価値商品の拡販で量から質への転換を進める」と話した。

(11月5日)

阪和興業 新中計策定 グローバル鉄鋼扱い1,500万トンへ

阪和興業は、今年度スタートの3か年中期経営計画を策定、売上高2兆1,000億円、経常利益300億円、グローバル鉄鋼取り扱い1,500万トン、新規ユーザー獲得数5,000社の達成を目指す。

中計ではESG、SDGsに根差した

経営で、10年後のステージを見据えて経営基盤を強化。30年の経常利益500億円達成を最終ゴールに描く。

国内鉄鋼事業は加工機能など高付加価値営業を推進、第2次「そこか」（即納・小口・加工）戦略で東日本を含む全国展開やグループ会社を効率化。海外鉄鋼事業はグローバル・パートナーシップの一層強化で、地産地消型ビジネスを拡大し、グローバル鉄鋼取り扱いを19年度の942万トンから、22年度に6割増の1,500万トンに伸ばす。連結キャッシュフローを重視し、3年間で500億円の投融資枠を設定。22年度末の株主資本2,000億円以上を念頭に置き、財務体質強化で将来に向けた企業成長基盤を整備する。

(11月10日)

三井物産鉄鋼製品本部 トレーディング機能を集約

三井物産（MBK）鉄鋼製品本部は10月1日付で、エネルギー・輸送インフラ関連ビジネスのトレーディング機能を三井物産スチール（MBS）に移管した。MBK鉄鋼製品本部は事業会社の経営管理、新規投資に機能を集中する。

MBKから移管するのはエネルギー・輸送インフラ鋼材事業部の油井管室、ラインパイプ・厚板貿易室、輸送インフラ室（軌条）と三井物産スチールトレード事業の一部。

MBSはプロジェクト資材部門とインフラ商品部門を統合し、インフラ・産業資材部門を新設。新部門は輸送インフラ部（軌条）、プロジェクト資材部、ブリキ・薄板貿易部、鋼管・薄板部、厚板部で構成。油井資材部、鋼管・厚板貿易部で構成するエネルギー資材部門を新設し、MBKのエネルギー鋼材ビジネスを継承・発展させていく。事業移管によってMBSの連結取扱高は約4,000億円、取扱量は400万トン規模。

(10月1日)

愛知製鋼 電炉排熱回収設備が完成 蒸気エネに変換・活用、CO2削減

愛知製鋼は、知多工場（愛知県東海市）に、電気炉の排熱を蒸気エネルギーとして活用する国内初の排熱回収設備を建設した。省エネルギーなどESG（環境・社会・企業統治）経営を実現する鋼材生産プロセス改革の一環として2016年5月から建設を進めてきたもので、投資額は約30億円。

設備名称は電気炉排熱ボイラー設備（自然循環式ボイラー）。電気炉の排熱を蒸気エネルギーに変換して回収、他の製鋼設備で有効活用し、CO2排出量を削減する仕組み。蒸気生成量は毎時約18トン。一般家庭電力約1,000世帯相当の年間4,200トンのCO2排出を削減する。

「2030年ビジョン」の環境基本方針に基づき、排熱回収設備をフル活用し、資源循環型企業としてCO2排出削減を強力に推進。エネルギーと資源のさらなる効率的利用による地球環境と調和したモノづくりで、持続可能な社会の実現に貢献する。（10月6日）

鉛フリーの超快削鋼 業界初、秋山精鋼が商品化

秋山精鋼は、鉛フリー低炭素超快削鋼「ASK-2600R」を発売した。長期的な加工目標として月産数十トン掲げ、新商品の周知および販売強化に注力。鉛フリーの超快削鋼は業界初。ASK-2600Rは被削性能が鉛添加の快削鋼・ASK-2600と同等以上、鉛フリー鋼・SUM22の約1.8倍で、超精密切削加工や長時間切削加工、高速切削加工が可能。切粉が細かい点も加工効率の向上に寄与する。

この数年、客先から鉛フリーの快削鋼へのニーズが高まっていることを受け、新たに開発した。鉛フリー製品は快削ステンレス鋼のASK-

3200R、ASK-3500R、快削鋼のASK-1100Bに続く4製品目。用途は自動車の油圧関連や機械の電子部品などで、鉛添加の従来品の代替鋼として顧客ニーズの捕捉に努める。秋山精鋼社長は「欧州RoHS規格などの影響で鉛フリー製品への注目が高まっており、ニーズを見極めながら開発を進めていく」と語る。（10月6日）

神戸製鋼、民間8社と新団体設立 水素バリューチェーン構築を推進

神戸製鋼所は、水素社会の構築、拡大に取り組む民間企業8社と、水素分野でのグローバル連携や水素サプライチェーンの形成を推進する新たな団体「水素バリューチェーン推進協議会」を設立した。水素バリューチェーン構築のため横断的な取り組みを行い、社会実装に向けた動きを加速する。水素社会構築を加速させるため、水素需要創出、スケールアップ・技術革新によるコスト低減、事業者に対する資金供給を解決する横断的な団体が必要と認識し、新団体設立の具体的な検討を開始した。

神鋼は活動を通じ、水素の社会実装に向けた革新的な取り組みを進め「KOBELCOが実現したい未来」の達成を念頭に、CO2削減、地球温暖化防止への貢献を図る。参画企業は神鋼のほか、岩谷産業、ENEOS、川崎重工業、関西電力、東芝、トヨタ自動車、三井住友フィナンシャルグループ、三井物産。（10月15日）

山陽特 新3D造形用粉末開発 Coフリーのマルエージング鋼

山陽特殊製鋼は、特定化学物質のコバルトを使用せず、従来鋼に匹敵する高強度と高韌性を持つ3D造形用マルエージング鋼粉末を開発した。コバルトを添加しないことで、3D造形時の健康障害防止措置が不要、金型や部品などへの3D造形適用が容易

となる。

独自の合金設計と組織制御技術で、コバルト無添加で金属間化合物の析出を促進、必要な強度を引き出せる合金組成とともに、時効処理時に脆性相の生成を抑制する熱処理条件を見出し、従来のマルエージング鋼と同等の高強度と高韌性を持つ3D造形用粉末が完成した。

マルエージング鋼は、熱処理を施すことで高強度と高韌性を併せ持つため、産機や自動車、航空・宇宙分野など幅広く使用されているが、従来は化学物質のコバルトを数%程度含有していることで、除塵装置など健康障害防止措置の義務化や素材調達面でのリスク等が問題とされていた。（10月6日）

JFEスチール・西日本 フェロコックス製造実証試験開始

JFEスチールは、新エネルギー・産業技術総合開発機構、神戸製鋼所、日本製鉄など共同研究を進める「環境調和型プロセス技術の開発・フェロコックス技術の開発」で、西日本製鉄所福山地区で建設していた日産300トンの中規模フェロコックス製造設備が完成し、実証試験を開始した。商用化を想定した中規模設備で、2022年度まで同設備で造ったフェロコックスを実高炉に連続装入するなどし、高炉の還元材比や操業安定性に及ぼす影響などを評価する。製造技術を確立して23年度にも製鉄プロセスでのエネルギー消費量とCO2排出量を約10%削減したい考え。

完成した試験プラントは、東日本製鉄所・京浜地区試験プラントの10倍規模。製造量が30トンから300トンに、成型に使う混錬機の処理量は750リットルから4,000リットルに、また乾留炉の羽口は1対から4対になる。商用化前段階の実証設備と位置付けている。（10月13日）

大同特 磁石事業売上500億円目指す 30年に現状比2.5倍 米生産拠点開設

大同特殊鋼は、グループ磁石事業の年間売上高を、2030年をめどに現状の2.5倍となる500億円に引き上げる。米国での生産拠点開設も構想。今後加速が見込まれる自動車の電動化など機構変化に、体制強化で新たな需要を取り込む。

現中計で機能材料へのポートフォリオ改革を進めており、社内研究機関とネオジム磁石を開発・製造するダイドー電子を中核に磁石事業を成長、育成。同事業の年間売上高は現状200億円規模で、今後は昨年開設した中津川先進磁性材料開発センターを軸に、磁石の研究開発や次世代モータ研究を強化。研究と製造を中津川地区で一体化させたことで、事業拡大のスピードアップを進める。

日系自動車メーカーの米国でのモータ製造動向などを見極め、製造拠点構築を模索しつつ、年間売上高で25年に300億円、30年に500億円を目指す。(11月13日)

東北特殊鋼 振動装置の研究進む 23年から農業向け製品化へ

東北特殊鋼は、磁歪振動装置をコア技術とした振動を用いた害虫防除、技術の実用化に向けた共同研究が進んでいる。効果検証などを行った上、23年からの製品化、事業展開を視野に入れる。

微細な振動を制御することで、トマトなど作物の受粉促進、害虫駆除を目指すもので、薬剤に依存しないスマート農業を実現する。害虫の種類によって防除する際の振動の種類が異なり、植物の生育に与える影響なども実証する必要がある。

琉球大学、宮城県農業・園芸総合研究所などがトマト、イチゴの害虫防除や受粉促進の最適化などを研究

する。キノコは森林研究・整備機構、果樹は農研機構果樹茶業研究部門が効果の検証などを行う。同技術は幅広い害虫種に適用することも可能で、農作物の安定・安全な生産につながり、振動というシンプルな原理のため、害虫対策を必要とする他分野への展開も期待される。(11月4日)

日本金属の黒色加飾ステンレス 日産スカイラインに採用

日本金属は、黒色加飾ステンレス「FineBlack（ファインブラック）」が日産自動車のスカイライン特別使用車の外装モールに採用された。メタリック感や深みのある黒色を表現し、材料の安定供給や、他の材料に比べコストダウンが実現できる点が評価された。自動車外装モール用材として月間40トンの販売を目標とする。

同製品はステンレスの表面に薄く透明な酸化皮膜を生成し、酸化皮膜の表面で反射する光と、金属と酸化皮膜の界面で反射する光を干渉現象により発色させた。ステンレスの発色技術であるインコ法をベースとしている。圧延と表面処理、発色条件の確立や加飾液を開発。メタリック感を維持しつつ、深みのある黒色を安定して発色させることに成功した。コイルや帯鋼からの連続加工が可能。金属光沢仕上げと同じプレス金型が使用できることから金型の初期コストを必要としない。(10月5日)

日本製鉄、高炉2基を再稼働 君津・室蘭 内外需要回復受け

日本製鉄は、需要減で休止していた高炉2基を相次ぎ再稼働させた。自動車を中心とした国内需要や海外需要が回復してきたことに伴うもので、20年7月から改修のために休止していた室蘭製鉄所構内の北海製鉄・第2高炉（炉容積3,014立方メートル）の再火入れを行い、6月から

バンキングを行っていた東日本製鉄所・君津地区の第2高炉（炉容積4,500立方メートル）の送風を再開した。

室蘭の高炉改修は、日鉄では初となる高炉本体の鉄皮をそのまま残した状態で関連設備や耐火物の更新を行う工法を採用し、90日間で本体工事を終えた。高度ITを使って炉内状況を数学モデルで解析する予測システムを導入しており、鉄鉱石などの原料投入量や炉内への熱風吹き込み量をAIで自動調整することを可能にした。日鉄はモデルケースと位置付けており、改修が予定される他製鉄所の高炉にも横展開を進める考えだ。

(11月25日)

広島メタル&マシナリー 特殊鋼・鋳鋼をメタル事業部に統合

広島メタル&マシナリーは昨年10月1日付で、広製作所（広島県呉市）に製造拠点を置く特殊鋼ブルーム製造のスチール事業と、鋳鋼品製造のメタルテック事業を統合し「メタル事業部」を新設した。組織の1本化で事業運営の効率化を図り、プロセス合理化に向けた特殊鋼・鋳鋼の製鋼工程の設備集約を本格化する。経営資源を有効活用することで、輸出販路の拡大や新規事業を開拓する。

事業部門を特殊鋼・鋳鋼のメタル事業部と環境・産業機械製造のケムテック事業部の2部門に改組し、社内カンパニー制を廃止。2017年の誕生以降、同じ鉄鋼事業を担うスチール、メタルテックで部門を超えた人材・技術の交流を進めてきたが、部門間の距離が縮まり、統合に向けた基盤が固まる中、米中貿易摩擦や新型コロナウイルス感染症など厳しい事業環境に置かれていることから、成長の原動力を強化するため、新体制への移行に踏み切った。(10月2日)

文責：(株) 産業新聞社

特殊鋼統計資料

特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別生産の推移

鋼 種 別

(単位：t)

年 月	構 造 用 鋼				特 殊 用 途 鋼						計	合 計
	工具鋼	機械構造用炭素鋼	構 造 用 合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高抗張鋼	そ の 他		
'18 暦年	265,850	5,232,401	4,055,787	9,288,188	428,588	1,029,788	2,954,588	651,312	5,616,124	552,701	11,233,101	20,787,139
'19 暦年	220,798	4,696,002	3,849,414	8,545,416	397,465	939,803	2,667,128	570,971	5,335,063	506,642	10,417,072	19,183,286
'18 年度	254,113	5,231,860	4,054,690	9,286,550	430,796	1,032,732	2,881,369	648,216	5,498,472	564,665	11,056,250	20,596,913
'19 年度	208,719	4,424,471	3,684,277	8,108,748	371,016	858,786	2,648,575	548,062	5,236,485	483,150	10,146,074	18,463,541
'19. 10-12月	51,780	1,081,657	908,954	1,990,611	91,364	219,030	667,193	129,102	1,313,859	98,224	2,518,772	4,561,163
'20. 1-3月	47,054	1,013,820	849,930	1,863,750	82,571	176,140	673,671	133,117	1,249,122	119,663	2,434,284	4,345,088
4-6月	38,716	634,069	547,545	1,181,614	55,850	133,035	486,844	78,179	799,176	76,124	1,629,208	2,849,538
7-9月	30,823	715,392	630,347	1,345,739	66,102	128,391	443,432	78,650	924,824	76,315	1,717,714	3,094,276
'19年 9月	14,785	350,331	298,212	648,543	31,844	71,392	217,985	42,464	420,475	44,463	828,623	1,491,951
10月	16,576	371,057	318,789	689,846	29,293	76,101	221,915	45,273	432,550	36,549	841,681	1,548,103
11月	19,290	374,968	315,272	690,240	32,384	74,985	218,159	42,006	437,449	33,759	838,742	1,548,272
12月	15,914	335,632	274,893	610,525	29,687	67,944	227,119	41,823	443,860	27,916	838,349	1,464,788
'20年 1月	13,363	330,582	275,829	606,411	24,844	56,694	220,519	38,409	436,453	38,423	815,342	1,435,116
2月	16,793	333,166	290,703	623,869	27,987	57,385	227,566	45,370	409,818	37,993	806,119	1,446,781
3月	16,898	350,072	283,398	633,470	29,740	62,061	225,586	49,338	402,851	43,247	812,823	1,463,191
4月	15,670	267,876	220,510	488,386	24,788	55,965	172,201	30,273	311,152	36,720	631,099	1,135,155
5月	12,532	195,199	166,504	361,703	12,185	44,349	170,977	26,008	242,975	18,400	514,894	889,129
6月	10,514	170,994	160,531	331,525	18,877	32,721	143,666	21,898	245,049	21,004	483,215	825,254
7月	8,719	203,852	186,060	389,912	17,074	36,501	146,824	20,920	245,162	25,915	492,396	891,027
8月	10,525	236,816	203,918	440,734	22,146	39,616	143,755	25,808	340,111	22,508	593,944	1,045,203
9月	11,579	274,724	240,369	515,093	26,882	52,274	152,853	31,922	339,551	27,892	631,374	1,158,046
10月	12,981	334,660	277,006	611,666	28,171	61,704	195,552	42,467	386,279	44,238	758,411	1,383,058
前 月 比	112.1	121.8	115.2	118.7	104.8	118.0	127.9	133.0	113.8	158.6	120.1	119.4
前年同月比	78.3	90.2	86.9	88.7	96.2	81.1	88.1	93.8	89.3	121.0	90.1	89.3

出所：経済産業省『鉄鋼生産内訳月報』から作成。

形 状 別

(単位：t)

年 月	形 鋼	棒 鋼	管 材	線 材	鋼 板	鋼 帯	合 計
'18 暦年	374,683	6,452,802	1,188,873	4,261,952	1,647,479	6,868,340	20,794,129
'19 暦年	327,633	5,859,800	1,229,819	3,910,932	1,310,485	6,550,016	19,188,685
'18 年度	383,020	6,439,522	1,203,698	4,292,348	1,495,812	6,788,499	20,602,899
'19 年度	293,237	5,497,480	1,202,218	3,709,327	1,333,238	6,433,580	18,469,080
'19. 10-12月	73,569	1,331,340	317,912	899,060	321,818	1,618,568	4,562,267
'20. 1-3月	62,203	1,226,254	289,689	869,361	345,757	1,553,297	4,346,561
4-6月	60,177	771,677	220,453	536,404	264,727	997,763	2,851,201
7-9月	55,332	737,551	154,755	624,189	232,033	1,092,034	3,095,894
'19年 9月	27,168	465,384	95,141	293,115	108,799	502,671	1,492,278
10月	23,692	468,339	111,905	305,014	110,233	529,333	1,548,516
11月	23,142	465,065	108,670	308,188	106,924	536,650	1,548,639
12月	26,735	397,936	97,337	285,858	104,661	552,585	1,465,112
'20年 1月	24,198	391,670	95,270	277,185	109,583	537,703	1,435,609
2月	17,837	412,341	98,659	286,062	105,492	526,858	1,447,249
3月	20,168	422,243	95,760	306,114	130,682	488,736	1,463,703
4月	19,558	314,292	90,566	230,476	106,283	374,493	1,135,668
5月	20,843	227,442	69,200	163,329	83,012	325,713	889,539
6月	19,776	229,943	60,687	142,599	75,432	297,557	825,994
7月	14,200	271,118	51,873	175,454	70,754	308,091	891,490
8月	19,901	294,972	56,740	209,847	90,605	373,878	1,045,943
9月	21,231	371,461	46,142	238,888	70,674	410,065	1,158,461
10月	16,633	418,930	67,675	315,453	68,393	496,500	1,383,584
前 月 比	78.3	112.8	146.7	132.1	96.8	121.1	119.4
前年同月比	70.2	89.5	60.5	103.4	62.0	93.8	89.3

出所：『経済産業省生産動態統計』から作成。

特殊鋼鋼材の鋼種別販売(商社+問屋)の推移 (同業者+消費者向け)

(単位:t)

年 月	工 具 鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼							計	合 計
		機械構造用炭素鋼	構 造 用 金 鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ス テ ン ス 鋼	快 削 鋼	高 抗 張 力 鋼	そ の 他	計		
'18 暦 年	330,317	3,525,290	2,049,316	5,574,606	122,660	581,255	1,703,148	181,436	95,234	49,039	2,732,772	8,637,695	
'19 暦 年	273,872	2,970,829	1,631,511	4,602,340	62,907	376,372	1,488,018	141,142	89,625	82,507	2,240,571	7,116,783	
'18 年 度	322,765	3,543,660	2,028,274	5,571,934	119,549	546,004	1,681,386	179,074	95,026	47,294	2,668,333	8,563,032	
'19 年 度	259,702	2,759,143	1,499,742	4,258,885	52,877	356,356	1,413,730	132,161	90,062	96,935	2,142,121	6,660,708	
'20年 2月	19,705	211,477	113,424	324,901	4,415	28,316	111,776	11,005	8,860	7,844	172,216	516,822	
3月	20,710	206,708	107,773	314,481	6,832	30,577	105,632	10,545	8,090	8,904	170,580	505,771	
4月	16,015	195,961	94,730	290,691	6,156	30,602	114,762	8,126	6,519	6,954	173,119	479,825	
5月	11,052	106,148	56,564	162,712	3,749	16,304	101,837	4,594	3,338	4,442	134,264	308,028	
6月	13,412	124,631	69,708	194,339	4,112	19,464	67,881	6,542	4,159	5,056	107,214	314,965	
7月	15,554	145,054	84,354	229,408	6,187	21,850	95,918	8,079	3,986	6,048	142,068	387,030	
8月	14,036	148,067	82,830	230,897	5,764	22,220	88,643	7,597	3,246	5,682	133,152	378,085	
9月	18,471	197,384	109,514	306,898	3,667	26,891	97,931	9,840	4,469	7,239	150,037	475,406	
10月	22,075	215,984	116,893	332,877	3,786	30,108	113,116	10,994	5,076	9,118	172,198	527,150	
前 月 比	119.5	109.4	106.7	108.5	103.2	112.0	115.5	111.7	113.6	126.0	114.8	110.9	
前年同月比	95.2	90.1	87.9	89.3	85.3	100.7	92.1	97.8	71.3	95.1	93.1	90.7	

出所：一般社団法人特殊鋼倶楽部『特殊鋼鋼材需給月報調査』から作成。

(注) 2018年3月より経済産業省『鉄鋼需給動態統計調査』から特殊鋼倶楽部業界自主統計化へ変更した。

特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別メーカー在庫の推移

(単位:t)

年 月	工 具 鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼							計	合 計
		機械構造用炭素鋼	構 造 用 金 鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ス テ ン ス 鋼	快 削 鋼	高 抗 張 力 鋼	そ の 他	計		
'18 暦 年	9,022	265,513	163,666	429,179	30,989	37,438	132,754	28,173	163,433	19,784	412,571	850,772	
'19 暦 年	10,060	251,976	163,330	415,306	24,572	30,691	129,191	26,275	186,987	18,501	416,217	841,583	
'18 年 度	8,276	237,787	154,530	392,317	29,638	33,728	122,372	25,391	162,107	28,897	402,133	802,726	
'19 年 度	10,477	244,436	157,976	402,412	22,405	31,778	132,154	28,139	140,036	25,484	379,996	792,885	
'20年 2月	9,462	252,222	164,866	417,088	19,932	29,051	133,687	30,923	160,507	24,003	398,103	824,653	
3月	10,477	244,436	157,976	402,412	22,405	31,778	132,154	28,139	140,036	25,484	379,996	792,885	
4月	10,249	236,787	145,309	382,096	21,575	27,309	131,446	27,476	138,469	26,256	372,531	764,876	
5月	11,406	227,322	137,756	365,078	17,481	29,475	122,552	26,843	132,083	21,374	349,808	726,292	
6月	10,577	215,267	132,338	347,605	20,266	25,703	128,651	22,304	129,105	20,956	346,985	705,167	
7月	8,607	212,608	130,884	343,492	18,211	23,817	129,457	24,278	117,564	23,635	336,962	689,061	
8月	9,583	210,890	130,165	341,055	20,347	25,894	126,687	25,949	152,155	20,799	371,831	722,469	
9月	8,643	216,613	137,222	353,835	24,446	27,250	126,084	24,567	142,030	17,733	362,110	724,588	
10月	7,381	213,585	143,386	356,971	23,041	24,409	130,016	26,432	124,538	22,502	350,938	715,290	
前 月 比	85.4	98.6	104.5	100.9	94.3	89.6	103.1	107.6	87.7	126.9	96.9	98.7	
前年同月比	78.2	85.8	90.0	87.5	105.2	81.5	97.2	87.8	71.3	92.0	84.6	85.9	

出所：経済産業省『鉄鋼生産内訳月報』から作成。

特殊鋼鋼材の流通在庫の推移 (商社+問屋)

(単位:t)

年 月	工 具 鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼							計	合 計
		機械構造用炭素鋼	構 造 用 金 鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ス テ ン ス 鋼	快 削 鋼	高 抗 張 力 鋼	そ の 他	計		
'18 暦 年	65,783	207,930	157,295	365,225	13,020	47,754	170,896	9,657	10,264	2,925	254,516	685,524	
'19 暦 年	78,181	249,537	186,489	436,026	12,273	59,071	178,758	14,078	10,161	9,526	283,867	798,074	
'18 年 度	71,065	243,896	179,491	423,387	12,518	51,977	183,062	13,627	10,935	3,646	275,765	770,217	
'19 年 度	78,320	240,274	184,120	424,394	12,436	52,625	178,599	14,953	9,126	9,668	277,407	780,121	
'20年 2月	77,774	238,190	185,915	424,105	12,456	54,001	180,592	13,186	10,011	9,461	279,707	781,586	
3月	78,320	240,274	184,120	424,394	12,436	52,625	178,599	14,953	9,126	9,668	277,407	780,121	
4月	77,550	253,095	179,660	432,755	12,149	54,528	183,441	15,093	10,157	10,062	285,430	795,735	
5月	78,237	263,270	190,150	453,420	12,421	59,464	189,492	16,610	10,268	10,606	298,861	830,518	
6月	79,070	259,246	189,532	448,778	12,674	57,333	194,662	17,213	10,455	10,478	302,815	830,663	
7月	76,962	246,749	176,454	423,203	12,180	53,006	193,692	14,255	10,683	9,467	293,283	793,448	
8月	75,141	250,970	172,131	423,101	12,522	52,200	194,218	13,730	11,399	8,839	292,908	791,150	
9月	71,130	238,234	164,101	402,335	11,745	50,418	189,626	13,728	12,014	8,408	285,939	759,404	
10月	67,206	240,411	158,135	398,546	11,634	50,842	190,187	12,160	12,765	7,146	284,734	750,486	
前 月 比	94.5	100.9	96.4	99.1	99.1	100.8	100.3	88.6	106.3	85.0	99.6	98.8	
前年同月比	86.9	99.7	87.0	94.2	93.0	91.0	108.1	105.5	128.0	62.4	102.7	96.5	

出所：一般社団法人特殊鋼倶楽部『特殊鋼鋼材需給月報調査』から作成。

(注) 2018年3月より経済産業省『鉄鋼需給動態統計調査』から特殊鋼倶楽部業界自主統計化へ変更した。

特殊鋼鋼材の輸出入推移

輸 出

(単位: t)

年 月	工具鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼					そ の 他 の 鋼			特 殊 鋼 鋼材合計
		機械構造 用炭素鋼	構造用 合金鋼	計	ばね鋼	ステンレス鋼	快削鋼	ピアノ 線 材	計	高炭素鋼	合金鋼	計	
'18 暦 年	42,373	471,715	598,677	1,070,392	189,872	975,751	118,025	92,901	1,376,549	3,582	5,507,686	5,511,269	8,000,583
'19 暦 年	37,039	373,118	549,771	922,888	187,541	912,981	96,189	78,476	1,100,522	3,982	4,847,994	4,851,976	7,087,091
'18 年 度	40,883	457,288	586,191	1,043,479	189,839	943,017	119,463	92,202	1,344,521	3,295	5,260,314	5,263,608	7,692,492
'19 年 度	35,063	353,608	527,588	881,195	174,665	925,925	95,132	74,822	1,270,544	3,858	5,014,950	5,018,808	7,205,611
'20年 1月	1,922	23,812	29,142	52,954	12,280	64,736	5,105	3,290	85,411	259	400,973	401,232	541,518
2月	2,603	27,827	46,831	74,657	10,510	74,081	5,765	5,105	95,460	261	473,355	473,616	646,336
3月	2,711	31,955	44,113	76,068	12,055	88,833	12,642	9,794	123,324	224	445,322	445,547	647,650
4月	3,209	21,425	29,992	51,418	12,335	76,452	8,075	8,665	105,526	354	348,716	349,070	509,223
5月	2,478	18,282	25,783	44,065	11,189	60,025	6,754	2,550	80,518	258	295,258	295,516	422,576
6月	2,783	18,042	28,687	46,729	5,625	67,647	6,897	2,253	82,423	167	242,750	242,917	374,851
7月	2,836	14,098	19,665	33,763	8,221	56,127	1,796	4,334	70,478	305	249,855	250,159	357,237
8月	1,983	13,484	23,285	36,769	6,245	57,535	4,926	3,441	72,147	142	277,626	277,769	388,668
9月	1,775	12,884	27,186	40,070	9,382	45,567	6,572	2,621	64,141	253	328,185	328,438	434,424
10月	2,498	24,833	37,550	62,383	13,288	57,993	6,954	3,156	81,391	379	340,546	340,926	487,198
前 月 比	140.8	192.7	138.1	155.7	141.6	127.3	105.8	120.4	126.9	149.9	103.8	103.8	112.1
前年同月比	77.8	87.7	87.6	87.6	83.6	72.9	75.0	149.8	76.2	131.9	80.7	80.7	80.7

出所: 財務省関税局『貿易統計』から作成。

輸 入

(単位: t)

年 月	工具鋼	ばね鋼	ス テ ン レ ス 鋼						快削鋼	その他の鋼			特殊鋼 鋼材合計
			形鋼	棒鋼	線材	鋼板類	鋼管	計		高炭素鋼	合金鋼	計	
'18 暦 年	3,821	4,446	1,079	11,731	9,183	222,159	16,704	260,857	297	5,724	444,746	450,470	719,892
'19 暦 年	3,901	7,382	557	15,075	8,603	193,072	15,995	233,301	306	8,622	536,308	544,930	789,819
'18 年 度	3,789	4,813	901	12,809	9,392	214,008	17,217	254,327	379	6,282	524,362	530,643	793,952
'19 年 度	4,566	8,270	575	14,214	7,762	198,515	15,501	236,568	283	8,259	476,144	484,403	734,090
'20年 1月	383	986	60	1,215	396	17,680	1,302	20,654	・	233	45,646	45,878	67,901
2月	868	770	31	689	367	17,336	1,229	19,652	51	1,055	30,849	31,904	53,245
3月	292	446	33	944	758	19,064	1,508	22,306	17	104	28,122	28,226	51,288
4月	535	677	36	1,128	540	18,507	1,615	21,826	25	2,091	25,641	27,732	50,795
5月	464	380	38	781	567	16,967	1,242	19,596	8	294	54,074	54,368	74,816
6月	415	1,169	35	1,232	406	12,729	1,332	15,734	15	236	16,845	17,081	34,414
7月	384	831	40	1,095	863	12,791	1,345	16,135	12	51	27,006	27,058	44,418
8月	228	437	38	817	796	12,051	1,223	14,925	-	101	28,064	28,164	43,755
9月	224	590	28	1,141	769	13,070	1,131	16,139	10	41	33,604	33,645	50,609
p 10月	189	651	41	720	448	12,922	1,154	15,285	12	551	25,953	26,504	42,640
前 月 比	84.0	110.2	147.0	63.1	58.2	98.9	102.1	94.7	126.1	1,339.4	77.2	78.8	84.3
前年同月比	74.6	127.1	50.1	68.5	70.1	70.7	80.0	71.2	33.8	43.7	72.0	71.1	71.6

出所: 財務省関税局『貿易統計』から作成。

(注) p: 速報値

関連産業指標推移

(単位: 台)

(単位: 億円)

年 月	四輪自動車生産		四輪完成車輸出		新 車 登 録・ 軽自動車販売		建設機械生産		産業車輛生産		機 械	産業機械	工作機械
	うち トラック	うち トラック	うち トラック	うち トラック	うち トラック	うち トラック	ブル ドーザ	パワー ショベル	フォーク リフト	ショベル トラック	受注額	受注額	受注額
'18 暦 年	9,729,594	1,257,111	4,817,470	350,091	5,272,067	867,205	-	192,131	121,971	12,099	105,091	50,701	18,158
'19 暦 年	9,684,294	1,232,917	4,818,132	324,973	5,195,216	880,539	-	192,203	110,794	10,972	104,323	48,441	12,299
'18 年 度	9,750,021	1,265,838	4,837,553	347,731	5,259,589	882,342	-	197,549	122,145	12,318	104,364	52,276	16,891
'19 年 度	9,489,302	1,196,578	4,714,027	318,555	5,038,727	852,328	-	190,374	111,919	9,935	104,036	47,879	10,995
'20年 1月	762,315	94,008	334,800	20,756	360,103	58,146	-	16,165	9,725	668	8,394	2,374	808
2月	769,161	93,628	393,610	28,047	430,185	66,949	-	15,546	10,037	530	8,585	3,092	772
3月	828,702	101,105	379,956	29,910	581,438	94,067	-	17,985	11,309	544	8,547	9,343	774
4月	438,770	70,985	193,602	17,626	270,393	50,389	-	13,187	10,203	516	7,526	3,754	561
5月	308,061	54,356	119,920	12,834	218,285	43,470	-	9,582	7,774	599	7,650	2,448	512
6月	513,626	72,291	200,080	14,274	347,372	62,928	-	14,067	8,868	671	7,066	3,258	672
7月	697,867	87,359	291,171	14,746	396,346	64,869	-	14,058	8,496	694	7,513	2,665	698
8月	556,276	69,435	269,953	14,684	r 326,439	r 55,537	-	11,140	6,331	570	7,525	4,850	680
9月	820,708	98,372	377,953	23,761	469,706	78,192	-	16,646	9,050	960	7,193	4,182	841
10月	-	-	413,862	26,153	406,851	66,472	-	18,524	8,901	960	8,425	3,067	822
前 月 比	-	-	109.5	110.1	86.6	85.0	-	111.3	98.4	100.0	117.1	73.3	97.8
前年同月比	-	-	102.2	102.4	129.2	122.9	-	125.9	118.3	88.6	101.8	81.7	94.0

出所: 四輪自動車生産、四輪完成車輸出は(一社)日本自動車工業会『自動車統計月報』、

新車登録は(一社)日本自動車販売協会連合会『新車・月別販売台数(登録車)』、

軽自動車販売は(一社)全国軽自動車協会連合会『軽四輪車新車販売確報』、

建設機械生産、産業車輛生産は『経済産業省生産動態統計』、

機械受注額は内閣府『機械受注統計調査』、産業機械受注額は(一社)日本産業機械工業会『産業機械受注状況』、

工作機械受注額は(一社)日本工作機械工業会『受注実績調査』

(注) r: 訂正値

特殊鋼需給統計総括表

2 0 2 0 年 1 0 月 分

鋼種別	月 別		実 数 (t)	前 月 比 (%)	前 年 同 月 比 (%)	2015年基準 指 数 (%)	
	項 目						
工 具 鋼	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		12,981	112.1	78.3	63.0	
	鋼 材 輸 入 実 績		189	84.0	74.6	61.2	
	販 売 業 者	受 入 計	18,151	125.5	81.8	67.2	
		販 売 計	22,075	119.5	95.2	84.0	
		うち消費者向	16,946	108.3	86.7	89.6	
		在 庫 計	67,206	94.5	86.9	113.8	
	鋼 材 輸 出 船 積 実 績		2,498	140.8	77.8	52.4	
	生 産 者 工 場 在 庫		7,381	85.4	78.2	89.0	
	総 在 庫		74,587	93.5	85.9	110.7	
	構 造 用 鋼	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		611,666	118.7	88.7	89.4
販 売 業 者		受 入 計	329,088	115.0	90.6	50.3	
		販 売 計	332,877	108.5	89.3	50.9	
		うち消費者向	264,884	107.7	87.7	60.3	
		在 庫 計	398,546	99.1	94.2	113.3	
鋼 材 輸 出 船 積 実 績		62,383	155.7	87.6	75.9		
生 産 者 工 場 在 庫		356,971	100.9	87.5	102.0		
総 在 庫		755,517	99.9	90.9	107.7		
熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		28,171	104.8	96.2	78.3		
鋼 材 輸 入 実 績		651	110.2	127.1	159.6		
ね 鋼	販 売 業 者	受 入 計	3,675	127.2	92.8	17.3	
		販 売 計	3,786	103.2	85.3	18.0	
		うち消費者向	2,608	106.0	84.9	56.1	
		在 庫 計	11,634	99.1	93.0	95.3	
	鋼 材 輸 出 船 積 実 績		13,288	141.6	83.6	84.5	
	生 産 者 工 場 在 庫		23,041	94.3	105.2	89.2	
	総 在 庫		34,675	95.8	100.7	91.2	
	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		195,552	127.9	88.1	85.2	
	鋼 材 輸 入 実 績		15,285	94.7	71.2	105.6	
	ス テ ン レ ス 鋼	販 売 業 者	受 入 計	113,677	121.8	93.1	45.3
販 売 計			113,116	115.5	92.1	45.0	
うち消費者向			59,042	111.2	94.6	105.6	
在 庫 計			190,187	100.3	108.1	139.1	
鋼 材 輸 出 船 積 実 績		57,993	127.3	72.9	66.1		
生 産 者 工 場 在 庫		130,016	103.1	97.2	112.8		
総 在 庫		320,203	101.4	103.4	127.1		
熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		42,467	133.0	93.8	82.8		
快 削 鋼		販 売 業 者	受 入 計	9,426	95.8	92.1	66.7
			販 売 計	10,994	111.7	97.8	76.4
	うち消費者向		10,512	115.8	96.8	75.5	
	在 庫 計		12,160	88.6	105.5	89.8	
	鋼 材 輸 出 船 積 実 績		6,954	105.8	75.0	72.7	
	生 産 者 工 場 在 庫		26,432	107.6	87.8	95.2	
	総 在 庫		38,592	100.8	92.7	93.5	
	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		386,279	113.8	89.3	93.6	
	高 抗 張 力 鋼	販 売 業 者	受 入 計	5,827	114.6	83.9	56.7
			販 売 計	5,076	113.6	71.3	49.9
うち消費者向			4,049	113.6	76.0	60.4	
在 庫 計			12,765	106.3	128.0	116.4	
生 産 者 工 場 在 庫		124,538	87.7	71.3	65.7		
総 在 庫		137,303	89.1	74.4	68.4		
熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		105,942	132.2	94.0	76.6		
そ の 他		販 売 業 者	受 入 計	38,388	120.3	96.4	94.7
			販 売 計	39,226	114.9	99.4	96.8
			うち消費者向	37,551	116.6	102.0	102.2
	在 庫 計		57,988	98.6	86.2	109.1	
	生 産 者 工 場 在 庫		46,911	104.3	86.2	67.8	
	総 在 庫		104,899	101.1	86.2	85.8	
	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産 合 計		1,383,058	119.4	89.3	87.9	
	鋼 材 輸 入 実 績 計		42,640	84.3	71.6	52.5	
	販 売 業 者	受 入 計	518,232	116.8	91.2	50.9	
		販 売 計	527,150	110.9	90.7	51.8	
うち消費者向		395,592	109.3	89.9	68.7		
在 庫 計		750,486	98.8	96.5	117.7		
鋼 材 輸 出 船 積 実 績 計		487,198	112.1	80.7	75.8		
生 産 者 工 場 在 庫		715,290	98.7	85.9	91.0		
総 在 庫		1,465,776	98.8	91.0	103.0		
特殊鋼鋼材合計							

出所: 鋼材輸入実績及び鋼材輸出船積実績は財務省関税局『貿易統計』、

それ以外は経済産業省『経済産業省生産動態統計』、『鉄鋼生産内訳月報』、但し総在庫は特殊鋼倶楽部で計算。

(注) 総在庫とは販売業者在庫に生産者工場在庫を加算したもの。生産者工場在庫は熱間圧延鋼材のみで、冷間圧延鋼材及び銅管を含まない。また、工場以外の置場にあるものは、生産者所有品であってもこれを含まない。



(2020年10月1日～11月30日)

理事会

第3回(11月11日・対面会議+Web会議)

- ①2020年度事業の進捗状況について
- ②2020年度会計中間報告について
- ③2020年度下期の事業の今後の展開について
- ④各種委員会委員長及び委員変更について
- ⑤新規入会承認について
- ⑥会長・専務理事の職務執行報告について
- ⑦退会について
- ⑧温対税負担拡大反対共同要望書への連名について

運営委員会

第3回(11月2日・対面会議+Web会議)

- ①2020年度事業の進捗状況について
- ②2020年度会計中間報告について
- ③2020年度下期の事業の予定について
- ④各種委員会委員長及び委員変更について
- ⑤新規入会について
- ⑥会長・専務理事の職務執行報告について
- ⑦運営委員会分科会長、委員及び幹事委嘱について
- ⑧退会について
- ⑨温対税負担拡大反対共同要望書への連名について

海外委員会

本委員会(10月30日・対面会議+Web会議)

- ①2020年度事業の進捗状況について
- ②2019年度会計実績・2020年度中間決算報告
- ③個別通商問題対応について
- ④中国ステンレス鋼AD調査に関するWTO紛争解決手続きの検討状況報告及び審議
- ⑤韓国ステンレス棒鋼ADサンセット調査に関するWTO紛争解決手続きの状況報告

専門部会(10月26日・Web会議)

- ①2020年度事業の進捗状況について
- ②2019年度会計実績・2020年度中間報告
- ③個別通商問題対応について
- ④中国ステンレス鋼AD調査に関するWTO紛争解決手続きの検討状況報告
- ⑤韓国ステンレス棒鋼ADサンセット調査に

関するWTO紛争解決手続きの状況報告

市場開拓調査委員会

調査WG(10月1日・Web会議)

2020年度調査事業の調査委託先について

特殊鋼PR展示・講演会WG

高機能金属展 関西展に協賛すると共にブースを出展(10月7～9日)

高機能金属展 東京展出展キックオフミーティング(10月14日・Web会議)

- ①スケジュール確認
- ②各社出展内容の紹介
- ③ブース内レイアウト決定
- ④情報交換

講演会(10月12日)

演題: CASAと自動車部品の動向

講師: (一社)日本自動車部品工業会
技術担当顧問 研究主幹
松島 正秀 氏

方式: オンライン配信

申込者: 300名

講演会(11月18日)

演題: 世界の自動車産業の電動化見通しと自動車材料の課題

講師: (株)フォーイン 技術調査部部长
東 尚史 氏

方式: オンライン配信

申込者: 300名

編集委員会

本委員会(10月13日・Web会議)

- ①委員交代の報告
- ②2021年3月号特集「水素(仮題)」の編集方針、内容の確認
- ③2021年1月号以降の表紙デザイン色の検討

小委員会(11月25日・Web会議)

2021年5月号特集「熱処理(仮題)」の編集内容の検討

人材確保育成委員会

本委員会（11月12日・Web会議）

- ①委員交代の報告
- ②前回委員会後の活動報告
- ③2020年度ビジネスパーソン研修講座実施の検討
- ④特殊鋼倶楽部デジタルトランスフォーメーション（DX）研修等実施の検討

流通委員会

説明会（10月13日）

演 題：2020年度第3・四半期の特殊鋼需要見通し
講 師：経済産業省 製造産業局 金属課 課長補佐 篠原 康人 氏
方 式：オンライン同時配信（東京・名古屋・大阪3地区）
参加者：42名

[大阪支部]

高機能金属展 関西展に協賛すると共にブースを出展（10月7～9日）再掲

説明会（10月13日・全特協との共催）再掲

演 題：2020年度第3・四半期の特殊鋼需要見通し
講 師：経済産業省 製造産業局 金属課 課長補佐 篠原 康人 氏
方 式：オンライン同時配信（東京・名古屋・大阪3地区）
参加者：23名

2020年度特殊鋼教養講座（10月22日）

テーマ：特殊鋼業の未来と求められる人物像
対 象：新人・若手社員向け
講 師：（一社）特殊鋼倶楽部 専務理事 小澤 純夫
方 式：Web研修方式
受講者：23名

[名古屋支部]

部会

工具鋼部会（10月20日・Web会議）
構造用鋼部会（10月22日・Web会議）
ステンレス鋼部会（10月23日・Web会議）

説明会・講演会

説明会（10月13日）再掲

演 題：2020年度第3・四半期特殊鋼需要見通し
講 師：経済産業省 製造産業局 金属課 課長補佐 篠原 康人 氏
方 式：オンライン同時配信（東京・名古屋・大阪3地区）
参加者：44名

一般講演会（11月19日・三団体共催）

演 題：世界最強！日本の中小企業の魅力に迫る
講 師：政策研究院大学大学院 名誉教授 橋本 久義 氏
方 式：オンライン配信
参加者：44名

講座、研修会、セミナー等

2020年度特殊鋼教養講座（10月15日・二団体共催）

テーマ：特殊鋼業の未来と求められる人物像
対 象：新人・若手社員向け
講 師：（一社）特殊鋼倶楽部 専務理事 小澤 純夫
方 式：Web研修方式
受講者：33名

中堅社員研修（10月19日・三団体共催）

テーマ：問題解決力向上講座～中堅社員に求められる問題解決力と交渉力～
講 師：（株）南経営コンサルティング 三軒 佳 氏
方 式：Web研修方式
参加者：39名

管理職研修・懇親会（11月27日・三団体共催）

テーマ：管理職に必要な計数管理力と財務の基礎知識～成果を出し続けるために数字を読み、活用する能力を高めよう～
講 師：（株）南経営コンサルティング 山田 亮太 氏
方 式：Web研修方式
参加者：25名

Web会議システム導入セミナー（11月11日、
11月17日・三団体共催）

内 容：Web会議のいろいろ、今後の見通
しなど概要～必要なツールやPCの
スペックなど実践講座～

講 師：レッドキューブ(株) 代表取締役
CEO 北村 秀行 氏

方 式：Web研修方式

参加者：11日…5名、17日…7名

その他

中部特殊鋼親善ゴルフ大会（11月25日）

場 所：三好カントリー倶楽部

参加者：28名



特殊鋼倶楽部の動き

「第7回高機能金属展 関西展」へ初出展

当倶楽部は、去る10月7日～9日、インテックス大阪にて開催された「第7回高機能金属展関西展」の協賛団体となるとともに出展しました。

関西地域における当倶楽部における展示会出展は初めてとなりました。

当倶楽部ブースには、会員様企業から自社製品PRを目的として秋山精鋼(株)様、三菱製鋼(株)様の2社が同時出展し、各社様とも積極的なPR活動を実施しました。

コロナ禍にもかかわらず、ブースには内外のさまざまな業種の多くの方々にお立ち寄り頂き、盛況のうちに終了しました。また業界紙でも報道され、特殊鋼および当倶楽部の認知度向上になりました。

以下に、会場写真を掲載いたします。



【会場の様子（インテックス大阪）】



『CASEと自動車部品の動向』講演会の開催（オンライン配信）

市場開拓調査委員会では、特殊鋼の需要開拓事業の一環として、需要産業の動向・展望について講演会を実施しております。

（一社）日本自動車部品工業会殿より講師をお招きして、「CASEと自動車部品の動向」について「A」及び「E」に着目した内容をご紹介頂くべく、標記講演会を下記の通り開催致しました。CASE革新によって大きな影響を受ける特殊鋼業界として参考になりました。

Zoom及びYouTube配信にて多数の会員の皆様にお申込み（お申込み総数：約300名）ご参加頂きました。

当日、講演会に参加された方々にはWEBアンケートを実施し、お聞かせいただいた貴重なご意見は今後の説明会に是非とも反映させたいと思います。多数のご参加をいただき、誠にありがとうございました。

（下記、ご講演者講演概要より転記）

「コロナ禍による世界経済が衰退する中で、自動車産業はCASE革新と合わせて大きな試練を迎えています。電動化や自動運転など、今までの自動車産業を支えてきた技術と異なる技術の導入が必要となり、自動車メーカーや部品メーカーは新たな技術開発を求められています。電動化では内燃機関エンジンからモーター駆動となり、車のプラットフォームが変わる革新が始まっています。自動運転ではセンサーや制御にエレクトロニクスや半導体、通信などの異分野の技術導入が不可欠となっています。これらの革新は新たな産業構造の再構築となり、自動車部品メーカーも大きな戦略転換を必要としています。新たな飛躍へのスタートとなる可能性も秘めています。」

尚、講演会資料は会員専用HPにて掲載しております。（印刷のみ、ダウンロード不可）
何卒ご了承頂きたくお願い申し上げます。

1. 日 時：2020年10月12日（月）14時00分～16時00分
2. 場 所：オンライン配信
3. 演 題：「CASEと自動車部品の動向」
4. 講 師：（一社）日本自動車部品工業会
技術担当顧問 松島 正秀 氏



『世界の自動車産業の電動化見通しと自動車材料の課題』講演会の開催 (オンライン配信)

市場開拓調査委員会では、特殊鋼の需要開拓事業の一環として、需要産業の動向・展望について講演会を実施しております。

株式会社フォーイン殿より講師をお招きして、「世界の自動車産業の電動化見通しと自動車材料の課題」について世界の主要自動車メーカーの電動化戦略及びパワートレイン戦略の現状をご紹介頂くべく、標記講演会を下記の通り開催致しました。自動車電動化によって大きな影響を受ける特殊鋼業界として参考になりました。

Zoom及びYouTube配信にて多数の会員の皆様にお申込み（お申込み総数：約300名）ご参加頂きました。

当日、講演会に参加された方々にはWEBアンケートを実施し、お聞かせいただいた貴重なご意見は今後の説明会に是非とも反映させたいと思います。多数のご参加をいただき、誠にありがとうございました。

（下記、ご講演者講演概要より転記）

「世界の自動車産業ではEV化やハイブリッド化などの電動化の動きが急速に進んでいます。この動きは新型コロナウイルス（COVID-19）感染拡大を受けても変わることはなく、各国政府のEV補助金などによって、むしろ加速する気配すらあります。講演では、世界の主要自動車メーカーの電動化戦略およびパワートレイン戦略の現状を整理して報告します。その上で、車体やパワートレイン、ドライブトレイン部品材料に、電動化の動きがどのように影響するかを報告します。自動車産業では、気候変動枠組条約や2019年末に採択された欧州グリーンディールなどにより、ライフサイクルアセスメント（LCA）によるCO2削減と持続可能性（サステナビリティ）が重要になりつつあります。この辺の事情についても講演致します。」

尚、講演会資料は会員専用HPにて掲載しております。（印刷のみ、ダウンロード不可）
何卒ご了承頂きたくお願い申し上げます。

1. 日 時：2020年11月18日（水）14時00分～16時00分
2. 場 所：オンライン配信
3. 演 題：「世界の自動車産業の電動化見通しと自動車材料の課題」
4. 講 師：株式会社フォーイン 技術調査部部长 東 尚史 氏

一般社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧

(社名は50音順)

【会 員 数】 (正 会 員) 製造業者 25社 販売業者 103社 合 計 128社	【販売業者会員】		
【製造業者会員】			
愛 知 製 鋼 (株) 秋 山 精 鋼 (株) (株) 川 口 金 属 加 工 高 周 波 熱 錬 (株) (株) 神 戸 製 鋼 所 合 同 製 鐵 (株) 山 陽 特 殊 製 鋼 (株) J F E ス チ ール (株) J X 金 属 (株) 下 村 特 殊 精 工 (株) 大 同 特 殊 鋼 (株) 高 砂 鐵 工 (株) 東 北 特 殊 鋼 (株) 日 鉄 ス テ ン レ ス (株) 日 本 金 属 (株) 日 本 高 周 波 鋼 業 (株) 日 本 精 線 (株) 日 本 製 鉄 (株) 日 本 冶 金 工 業 (株) 日 立 金 属 (株) (株) 広 島 メ タ ル & マ シ ナ リ ー (株) 不 二 越 三 菱 製 鋼 (株) ヤ マ シ ン ス チ ール (株) 理 研 製 鋼 (株)	愛 鋼 (株) 青 山 特 殊 鋼 (株) 浅 井 産 業 (株) 東 金 属 (株) 新 井 ハ ガ ネ (株) 栗 井 鋼 商 事 (株) 伊 藤 忠 丸 紅 鉄 鋼 (株) 伊 藤 忠 丸 紅 特 殊 鋼 (株) 井 上 特 殊 鋼 (株) (株) U E X 碓 井 鋼 材 (株) ウ メ ト ク (株) 扇 鋼 材 (株) 岡 谷 鋼 機 (株) カ ネ ヒ ラ 鉄 鋼 (株) 兼 松 (株) 兼 松 ト レ ー デ ィ ン グ (株) (株) カ ム ス (株) カ ワ イ ス チ ール 川 本 鋼 材 (株) 北 島 鋼 材 (株) ク マ ガ イ 特 殊 鋼 (株) ケ ー ・ ア ン ド ・ アイ 特 殊 管 販 売 (株) 小 山 鋼 材 (株) 佐 久 間 特 殊 鋼 (株) 櫻 井 鋼 鐵 (株) 佐 藤 商 事 (株) サ ハ シ 特 殊 鋼 (株) (株) 三 悦 三 協 鋼 鐵 (株) 三 京 物 産 (株) 三 興 鋼 材 (株) 三 和 特 殊 鋼 (株) J F E 商 事 (株) 芝 本 産 業 (株) 清 水 金 属 (株) 清 水 鋼 鐵 (株) 神 鋼 商 事 (株) 住 友 商 事 (株)		(株) 日 立 ハ イ テ ク (株) 平 井 (株) フ ク オ カ 藤 田 商 事 (株) 古 池 鋼 業 (株) (株) ブ ル ー タ ス 平 和 鋼 材 (株) (株) 堀 田 ハ ガ ネ (株) マ ク シ ス コ ー ポ レ ー シ ョ ン 松 井 鋼 材 (株) 三 沢 興 産 (株) 三 井 物 産 (株) 三 井 物 産 ス チ ール (株) (株) メ タ ル ワ ン (株) メ タ ル ワ ン チ ュ ー ブ ラ ー (株) メ タ ル ワ ン 特 殊 鋼 森 寅 鋼 業 (株) (株) 山 一 ハ ガ ネ 山 進 産 業 (株) ヤ マ ト 特 殊 鋼 (株) 山 野 鋼 材 (株) 陽 鋼 物 産 (株) 菱 光 特 殊 鋼 (株) リ ン タ ツ (株) 渡 辺 ハ ガ ネ (株)

“特集” 編集後記

今月号は溶接・接合技術の最近の動向に関する特集を企画しました。溶接・接合は各種構造物における重要な技術の一つであり、過去から幾度と特集されてきました。近年は、特に自動車軽量化などの進歩に伴い、異鋼種の接合など日本が世界をリードしていく重要な分野であると考えます。本特集では、過去の特集の最新版への巻き直しをベースに新しい技術紹介も積極的に記載させて頂き、企業の若手や勉強を始める学生さんにも理解を深めて頂けるように、図解や写真を多く用いることとしました。本特集により製品の知識を深め、各人が的確な業務、研究活動を推進できる手助けとなればと思います。

I 章の総論では、溶接・接合における基本的な技術紹介と併せて、最近の技術進展及び自動化技術についての記述を盛り込みました。特にVRを用いたシミュレーター技術などは今後のトレンドに

なる可能性もあります。

II 章では最近の溶接・接合技術紹介として、アーク溶接、特殊熱源溶接、ろう付に関する原理や特徴、最新技術に関する記述を盛り込みました。

III 章は被溶接材料として、工具鋼、構造用鋼、高張力鋼、低温用鋼、ステンレス鋼に関する適用、要求特性などの記述を盛り込みました。

各章とも、今後も成長を続けるベース技術として改めて理解を深めて頂くとともに、複雑形状の接合など困難な課題の解決の一助になればと思います。

最後に、ご多忙の中、本特集にご寄稿頂きました編集委員の皆様、事務局の皆様はこの場を借りて厚くお礼申し上げます。

〔(株) 神 戸 製 鋼 所 ふくおか よしてる〕
線材条鋼商品技術部 福岡 義晃

特 集／水素社会実現に向けての活動と水素環境下で 使われる特殊鋼の紹介

- I. 水素社会の実現に向けて
- II. 耐水素脆化用鋼
- III. 会員メーカーの耐水素用材料

5月号特集予定…よくわかる特殊鋼の熱処理

特 殊 鋼

第 70 巻 第 1 号
© 2 0 2 1 年 1 月
2020年12月25日 印 刷
2021年 1 月 1 日 発 行

定 価 1,252円 送 料 200円
1 年 国内7,434円 (送料共)

発 行 所
一般社団法人 特 殊 鋼 倶 楽 部
Special Steel Association of Japan

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 3 丁目 2 番10号 鉄鋼会館
電 話 03(3669)2081・2082
ホームページURL <http://www.tokushuko.or.jp>

編集発行人 小 澤 純 夫
印 刷 人 増 田 達 朗
印 刷 所 レタープレス株式会社

本誌に掲載されたすべての内容は、一般社団法人 特殊鋼倶楽部の許可なく転載・複写することはできません。