

特殊鋼[®]

2025 1
Vol.74 No.1
The Special Steel

特集

製鋼の設備と技術

特殊鋼

1 目次 2025

【編集委員】

委員長	迫間 保弘 (大同特殊鋼)
副委員長	白神 哲夫 (中川特殊鋼)
委員	平地 伸吾 (愛知製鋼)
〃	土橋 智也 (神戸製鋼所)
〃	西森 博 (山陽特殊製鋼)
〃	深瀬美紀子 (大同特殊鋼)
〃	松原 大 (日本製鉄)
〃	竹内 俊哉 (日本金属)
〃	黒川 政人 (日本高周波鋼業)
〃	佐藤 正昭 (日本冶金工業)
〃	上田 到 (プロテリアル)
〃	佐野 太一 (三菱製鋼)
〃	阿部 泰 (青山特殊鋼)
〃	高橋 秀幸 (伊藤忠丸紅特殊鋼)
〃	番場 義信 (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)

「新年ご挨拶」

.....	一般社団法人特殊鋼倶楽部 会長 清水 哲也	1
-------	-----------------------	---

《年頭所感》

「年頭所感」.....	伊吹 英明	3
「年頭所感」.....	中川 真史	5
「年頭所感」.....	手塚 敏之	6
「2025年 年頭所感」.....	久木田 至	7
「市場の変化を見据え、次代に備える年に」.....	堀 賀郎	8
「年頭所感」.....	田中 秀栄	9
「年頭所感」.....	園田 裕人	10
「年頭所感」.....	毛利 元栄	11
「年頭所感」.....	柴田 淳也	12

《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	13
-----------	-----------------------	----

【特集／製鋼の設備と技術】

I. 総論

.....	JFEスチール(株) 五十嵐佑馬	17
-------	------------------	----

II. 各論

1. 高炉

1) 高炉法.....	(株)神戸製鋼所 宮田健士朗	21
2) 溶銑の脱硫(脱S).....	(株)神戸製鋼所 山本 裕基	23
3) 直接還元製鉄法.....	(株)神戸製鋼所 三村 毅	24

2. 転炉.....

.....	日本製鉄(株) 青野 通匡	27
-------	---------------	----

3. 電気炉.....

.....	大同特殊鋼(株) 早川 義昌	31
-------	----------------	----

4. 精錬

1) AOD.....	日本冶金工業(株) 佐藤 正昭	37
2) VOD.....	日本冶金工業(株) 佐藤 正昭	39
3) 取鍋精錬法(脱ガス含む)について.....	愛知製鋼(株) 尾崎 敦志	41

5. 特殊溶解

1) VIM (Vacuum Induction Melting).....	(株)プロテリアル 恩田 靖久	44
--	-----------------	----

2) VAR (真空アーク再溶解).....	日本高周波鋼業(株) 矢後 信弥 黒川 政人	46
------------------------	---------------------------	----

3) ESR (Electro Slag Remelting)

..... (株)プロテリアル 恩田 靖久 49

6. 铸造

1) 造塊法..... 三菱製鋼(株) 浜田 利隆 51

2) 連 鑄..... 三菱製鋼室蘭特殊鋼(株) 木村 太一 54

“特集” 編集後記 (株)神戸製鋼所 土橋 智也 75

■業界のうごき	58
▲特殊鋼統計資料	61
★倶楽部だより (2024年10月1日～11月30日)	65
☆特殊鋼倶楽部の動き	69
◇お知らせ ～特殊鋼倶楽部会員限定のご案内	72
☆一般社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧	74

特集／「製鋼の設備と技術」に関する編集会議構成メンバー(2024年7月19日現在)

役 名	氏 名	会 社 名	役 職 名
編 集 長	斎藤 隆	(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 主任部員
委 員	平地 伸吾	愛 知 製 鋼 (株)	品質保証部 お客様品質・技術室 主幹
〃	西森 博	山陽特殊製鋼(株)	東京支社部長 市場開拓・CS
〃	深瀬美紀子	大 同 特 殊 鋼 (株)	技術開発研究所 企画室 主任部員
〃	松原 大	日 本 製 鉄 (株)	棒線事業部 棒線技術部 棒線技術室 室長
〃	黒川 政人	日本高周波鋼業(株)	富山製造所 技術部 担当部長
〃	佐藤 正昭	日本冶金工業(株)	ソリューション営業部 次長
〃	上野 友典	(株)プロテリアル	特殊鋼事業部 技術部長
〃	佐山 博信	三 菱 製 鋼 (株)	技術開発センター 研究第一グループ グループ長
〃	鳴海 雅稔	青 山 特 殊 鋼 (株)	静岡支店 技術部長
〃	高橋 秀幸	伊藤忠丸紅特殊鋼(株)	特殊鋼本部 前橋支店 支店長
〃	番場 義信	(株) U E X	執行役員 チタン・ニッケル合金部 担当兼仕入部長
〃	関谷 篤	(株)竹内ハガネ商行	技術部長
〃	白神 哲夫	中 川 特 殊 鋼 (株)	フェロー



新年あいさつ

「新年ご挨拶」

一般社団法人特殊鋼倶楽部 会長 しみず てつや 清水 哲也



新年あけましておめでとうございます。2025年の年頭に当たり、新年のご挨拶を申し上げます。

昨年は年初に起きました能登半島地震やその後の水害等により多くの方が被災され、地域に大きな被害がもたらされました。被災された全ての方々にお見舞いを申し上げますと共に、復興事業が早急に進展しますことを願っております。

さて振り返りますと、2020年初頭から2023年前半まで続いた新型コロナウイルス感染症により世界経済は大きな影響を受けました。この感染症の収束後、日本経済は、緩やかに持ち直しつつあるものの、力強さに欠ける状況にあります。加えて、足元では、米国新政権発足に伴う貿易制限的措置の強化による影響、ロシアにおけるウクライナ侵攻の長期化や中東地域をめぐる情勢、中国経済の低迷の長期化とそれに伴う鉄鋼需給バランスの悪化、人手不足による生産活動への影響など、多くのリスクが内在する、不安定で不確実な環境下にあります。

このような背景もあり、経済産業省が昨年末に公表した鋼材需要見通しによりますと、2024年度の我が国の粗鋼生産量は8,372万トン（前年度比3.6%減）、特殊鋼の熱間圧延鋼材生産量は1,530万トン（前年度比4.7%減）の見通しとなっております。

言うまでもなく特殊鋼は「先端技術の融合体」であり、鉄鋼材料の中で独特の高い機能を有する材料であります。自動車をはじめとする輸送機器や産業機械、建設機械、工作機械等、幅広い産業分野の中核部品材料として使われております。また、家庭においてもキッチンや器具では広くステンレス鋼が使われるなど国民生活と密接な関わり

合いを持つものであり、特殊鋼産業が人々の生活を支えているといっても過言ではありません。

しかしながら、現在の特殊鋼業界は、需要面では国内市場の縮小・構造変化、供給面では、製造コストの増大、海外特殊鋼メーカーや他素材との競合激化など厳しい状況にあります。このため特殊鋼業界が更に発展を続けて行くためには、既存の製品分野の技術力・製品品質をさらに高度化することが大切であります。それに加え、これまで培って来た特殊鋼技術を核として、航空宇宙分野、海洋分野、エネルギー分野など今後も需要拡大が見込まれる領域に向けた研究開発、技術開発を推進することも極めて重要です。また将来の特殊鋼業界を支えるあらゆる分野での人材を確保・育成していくことも継続的に取り組んでいく必要があります。

特殊鋼倶楽部としては、会員各社の今後の経営戦略の策定に資することを目的として、昨年は「水素の利用拡大に向けた取り組みと特殊鋼への影響」、「中国、欧州における電動車普及に伴う特殊鋼産業への影響」の2テーマの調査結果を会員各社に配付いたしました。また5年毎に実施している「特殊鋼の最終用途別需要実態調査結果」の報告書を出版したところであります。

今後の特殊鋼業界においては、カーボンニュートラルへの対応、物流問題への対応、鉄スクラップの循環、等がますます重要な課題となっております。カーボンニュートラルに関しましては、引き続き世界各国の動向等を調査し、講演会や勉強会を開催していくこととしております。

物流問題に対しては、昨年5月にいわゆる「物

流改正法」が公布されましたが、今後はこの法律が順次段階的に施行されることになっており、特殊鋼倶楽部としても日本鉄鋼連盟と連携しながら対応を進めることとしております。

また、今年からは、日本鉄鋼連盟、特殊鋼倶楽部、普通鋼電炉工業会、鉄リサイクル工業会の鉄鋼4団体が一体となって鉄スクラップの利活用拡大を進める活動を推進することとしております。この活動は昨年11月に経済産業省の「サーキュラーパートナーズ」の領域別ビジョン・ロードマップ検討WGの一つの「鉄鋼WG」として正式に採択されており、今後は高品位鉄スクラップの創生・循環・利活用拡大等のためのロードマップを策定することが期待されております。この活動を通じ、我が国のGX推進やサーキュラーエコノミー構築に貢献して参ります。

さらに、特殊鋼の広報・PRのため、従来から特殊鋼倶楽部として毎年大阪と東京で開催される「高機能金属展」へ出展して参りましたが、今後は新たに名古屋においても出展をするべく準備をしているところであります。

以上の活動に加え、工場見学会、学生や企業人材への講演など実施すると共に、広報や統計など基盤的な事業を着実に実施し、製販一体の団体であるという特徴を最大限に活かしながら、メーカー会員・流通会員が連携・協力して、「我が国特殊鋼の競争力の強化」のために取り組んでいくことが肝要と考えております。

最後になりましたが、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、私の新年のご挨拶とさせていただきます。

〔大同特殊鋼(株) 代表取締役社長〕



年頭所感

「年頭所感」

経済産業省製造産業局長 いぶき ひであき 伊吹英明



(冒頭の挨拶)

令和7年の新春を迎え、謹んでお慶び申し上げます。

いま、世界は大きな転換期を迎えています。保護主義の台頭やウクライナ侵攻の長期化等による地政学リスクの高まりや、AI等の技術革新の加速化、気候変動をはじめとした地球規模課題に対する各国政府の関与の強まりなど、様々な構造的変化が生まれています。

こうした中、日本経済も、これまでのコストカット型のデフレ経済から、持続的な賃上げや活発な投資でけん引する成長型経済への転換局面を迎えています。昨年は、1991年以来の高水準の賃上げや、過去最高の設備投資が実現するなど、日本経済に明るい兆しが見られました。他方、足下の物価高を背景に、消費は未だ力強さを欠いています。

本年は、この成長型経済への転換を確実なものとするため、物価高に負けない持続的な賃上げを実現し、これを更なる投資の拡大へと繋げていかなければなりません。そのためには、「GX（グリーントランスフォーメーション）」「DX（デジタルトランスフォーメーション）」「経済安全保障」の3軸に基づく取組が重要であり、経済産業省製造産業局は、製造業の皆様のこれらの取組を支援してまいります。

(GX)

脱炭素社会への移行は「待ったなし」の状況であり、産業界にも変革が求められています。昨年末に案が示されたGX2040ビジョンでは、「GX産業構造」、「GX産業立地」、「GX加速に向けたエネルギー分野」などの取組を総合的に検討し、事業環境の変化が激しい中でも企業の予見可能性を高めてGX投資につなげるべく、より長期的視点に立

ち、GX実現に向けた見通しを示しました。

日本全体のCO2排出量の20%以上を占める鉄鋼・化学・紙パルプ・セメントといった産業部門は、“Hard-to-abate”、すなわち排出削減が困難なセクターと言われているように、GXの実現は容易ではありません。そこで、令和2年度補正予算にて作成した「グリーンイノベーション（GI）基金」では、水素還元製鉄技術や、CO2を用いたプラスチック、コンクリートの製造技術等を開発するプロジェクトを進めています。

また、Hard-to-abate 産業だけでなく、自動車や航空機などを含んだ重点16分野についても、GX経済移行債を活用した先行投資支援の方針を示すとともに、個別分野ごとの支援を進めています。既に、大型革新電炉の設備投資支援に向けたプロジェクト選定や電動車普及に向けた車両導入支援や充電インフラの整備支援などが進んでいます。我が国が世界に先駆けて支援を実施してきた水素についても、技術開発から社会実装まで、引き続き推進してまいります。

グリーン市場の創造のための取組も加速しています。電動建機の購入補助を公共調達の場合で推進する取組が進んでいます。さらに、すでに多くの企業にご参画頂いているGXリーグのもとで試行的に実施してきたGX-ETS（排出量取引制度）の本格稼働やGX製品の価値の「見える化」の取組を契機として、グリーン市場の創造が加速することを期待しています。

(DX)

近年の生成AIの技術革新と社会受容の加速、そして半導体の高性能化による産業界への影響はより一層大きなものとなり、企業経営や産業構造までもが変化する可能性が開かれています。

政府全体としては、世界市場の大きな成長が見

込まれるAI・半導体分野について、今後2030年度までに10兆円以上の公的支援を行うこととしています。今後、ターゲット材やPFA樹脂等、半導体を形づくる部素材の製造基盤強化支援をさらに進めてまいります。

現状、我が国製造事業者のDXは個別工程の最適化が中心となっていますが、より一層競争力を高めていくには、企業全体、さらにはサプライチェーンや産業全体での最適化を志向する必要があります。こうした課題を踏まえ、各企業が経営課題起点で全社最適なDXを推進するための手引きとして、NEDO・経済産業省は昨年6月、「スマートマニュファクチャリング構築ガイドライン」を公表しました。本年は、企業・業界を横断したデータの利活用を促進し、産学官が連携して企業・産業競争力の強化を目指す「ウラノス・エコシステム」の推進等に取り組んでいきます。

(経済安全保障)

GXやDXに不可欠な蓄電池やAI、半導体、ロボット及びこれらの製造に使われる部素材や装置は、世界的に覇権争いが激化しており、経済安全保障の観点からも重視されています。政府としては、2022年に成立した経済安全保障推進法を踏まえ、重視すべき物資・技術を「破壊的技術革新が進む領域」、「我が国が技術優位性を持つ領域」、「対外依存の領域」の3つに整理し、それぞれに対して取組の方向性を規定しています。

破壊的な技術革新が進む領域、すなわち先端半導体や量子コンピュータ等に対しては、産業基盤強化策による技術優位性の確保が必要です。また、企業経営の戦略においても、これまでにないサプライチェーン全体を意識した競争優位性・不可欠性と自律性を強化する取組が求められており、企業間の連携がカギとなっています。経済産業省で

は、こうした企業間の連携を促すため、産業界との戦略的対話の深化・拡大を図っています。

我が国が技術的優位性を持つ領域、すなわち製造装置や部素材等に対しては、包括的な技術流出対策を講じる必要があります。経済産業省では、安全保障の観点から管理を強化すべき重要技術の移転に際して、事前報告を義務づける制度を構築することにより、官民の対話の機会を確保し、国益を損なう技術流出やそれによる予期せぬ軍事転用の防止を図っています。

対外依存の領域、すなわちレアメタルや銅といった重要鉱物に対しては、過剰依存構造の是正を図る必要があります。経済産業省では、昨年7月、鉱物課を製造産業局に移管することで、資源戦略と産業戦略を統合させた施策を講じるための体制を構築しました。今後、代替輸入先の確保や、輸入措置への備えとしての備蓄確保、既製品からのリサイクル等を通じて、産業界にとって必要な資源の確保に努めてまいります。

(最後の挨拶)

産業界が今直面する課題は、官も民も一歩前に出て取り組まないと解決できないため、国内外で活躍されている産業界の皆様との日々の対話を通じ、将来につながる日本の経済基盤をともに形作っていきたいと考えております。

本年は大阪・関西万博の開催年であり、開催まで約3ヶ月となりました。「未来社会の実験場」として、最先端の技術が集結し、新たな産業の誕生・成長の機会になることを期待しています。ぜひ、ご家族やご友人と一緒に足を運んでいただきますようお願い申し上げます。

最後に、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
なか がわ まさ ふみ
中 川 真 史



新年あけましておめでとうございます。2025年の年頭に当たり、謹んで新年のご挨拶を申し上げます。

昨年を振り返りますと、元日に能登半島地震が発生し、心が痛むスタートとなりました。今も不自由な生活を強いられている被災された方々には一日でも早く平穏な生活に戻られますことを心よりお祈り申し上げます。さて国内ではアフターコロナへ移行したものの円安による物価高や品質問題、記録的猛暑、与党過半数割れなど落ち着かない1年でした。国際情勢に目を転じると、戦争が常態化している状況です。ロシアのウクライナ侵攻は長期化し、支援疲れとの声もあり懸念しています。中東はイスラエルのタガが外れたような周辺国への軍事行動で益々混迷を深めています。ガザでの人道危機には国際社会の支援が不可欠です。犠牲者の方々や過酷な状況に置かれている人々のことを思うと早期の収束を願ってやみません。

そのような将来が不安視される中、日本被団協がノーベル平和賞を受賞されたことは大変栄誉で意義深いことであります。国際社会が平和な社会の実現を諦めない、進行中の紛争の解決も諦めないという力強いメッセージでもあると感じました。

ストレスが溜る1年でしたが、大リーグ史上初の50-50を達成した大谷翔平選手やパリ五輪・パリンピックに出場した日本選手の活躍には元気を貰いました。パラ競泳の木村敬一選手のファンになりました。初老ジャパンも頑張りましたね。混沌たる時代に立ち向かっていく一筋の光、勇気や希望を得た方も少なくなかったのではないのでしょうか。

さて、特殊鋼を取り巻く環境は厳しい状況です。自動車業界では大手ユーザーでの車両認証不正問題による減産、タイを中心としたアジア圏での需要低迷、そして中国市場での日系車の販売苦戦の影響が続いています。また建産機・工作機械といった需要分野も中国経済の回復の兆しが見えないことから依然厳しく、今期中の回復は困難との見方もあります。価格面に目を向けますと、近年の原材料、エネルギー費の高騰に加え、労務費、物流費等についても需要家のご理解により製品価格への転嫁は一定量進んだ1年でもありました。

ただ、喫緊の課題である鋼材物流における2024年問題はサプライチェーン全体での共通課題であり、物流の効率化、最適化や積載率向上も含めて課題の一つ一つ丁寧に取り組んでいく必要があります。

本年も世界の情勢が目まぐるしく変わる、加速する変化に対する迅速な適応力が求められる年となると考えられます。体感する猛暑や異常気象などからも脱炭素化の動きは地球規模で具体化を進めなければなりません。電動車BEVは普及が一服し戦略変更を余儀なくされているメーカーもありますが、依然としてカーボンニュートラルの解の一つです。自動運転や車内エンタメなど新しいワクワク感も支持されているようです。またCO2削減の具現化に向け、電炉への期待が世界的に高まっています。将来的には原材料の争奪戦も予測され、我が国としては自国スクラップを戦略物資としてしっかりと確保していく必要があります。エネルギーに関しては我が国の自給率は15%と低く、輸入に依存するリスクが残存しています。安全性の確保を大前提に原子力の活用も含め、その改善と脱炭素社会の両立実現に向けた基本計画も検討されています。また水問題は、いずれ直面するリスクと考えられており、水の安全保障は難題で、アフリカ、アジア等での紛争の引き金になりかねない懸念があります。世界の22億人が安全な水を利用できない現状も改善しなければなりません。技術的解決策の一つとして海水淡水化プラントや浄水設備の設置部材ではステンレス鋼がお役に立てると考えます。

このような厳しい社会経済環境に対処するため、特殊鋼倶楽部としましては、製販一体の団体という特徴を最大限に活かし、流通の皆様とメーカーが連携して、課題を丁寧に解決して参ります。特殊鋼がこれからも選ばれる素材として、そして我が国の特殊鋼が選ばれ続けるよう、競争力強化に取り組んでいくことが必要と考えております。

最後になりましたが、特殊鋼業界および特殊鋼倶楽部会員各社のますますのご発展と、皆様方にとって本年が素晴らしい年となりますことを祈念いたしまして、新年の挨拶とさせていただきます。

〔愛知製鋼㈱ 執行職〕

「年 頭 所 感」

三井物産スチール(株)
代表取締役社長

て づか とし ゆき
手 塚 敏 之



新年あけましておめでとうございます。

令和7年の年頭のご挨拶を謹んで申し上げます。

昨年は平穏と多幸を願うはずの元日に能登半島が地震に見舞われました。私は東京の自宅で家族と過ごしておりましたが、地震発生時はまさかこんなことが、と思ったことが今でも鮮明に蘇ります。復興の道は容易ならざるものでありますが、能登に一日も早く平穏な生活が戻ることを改めてお祈り申し上げます。

昨年を振り返ると、政治では各国の相次ぐ首長選、地政学リスクの高まり、産業界ではエネルギー高騰や諸物価のインフレ、円安の進展、人手不足の慢性化など、事業環境は総じて非常に厳しいものでした。特に、エネルギー価格の高騰と人手不足は多くの企業にとって大きな課題となり、経営戦略の見直しを迫られる一年でした。その一方で、脱炭素への取り組みやDX・AIを中心とする技術革新が進み、産業革命的な変化を感じる一年でもありました。これらの技術革新は、私たちの業界に大きな影響を与え、世界を変える手応えを感じました。またパリオリンピックでの日本選手の大活躍や、大谷選手の歴史的活躍には連日連夜興奮するなど明るい話題もありました。

さて、2025年は乙巳（きのとみ）の年です。乙は植物が生長し広がるイメージや柔軟性、協調性を象徴し、巳（蛇）は脱皮を繰り返し成長することから逞しい生命力と再生を連想させます。そして乙と巳の組み合わせは、これまでのコツコツとした努力や準備が実を結び始める時期を示唆するそうです。

新年にあたり、私が個人的に今年大事にしたいと思っていることを2つご紹介します。

1つ目は「凡事徹底」です。目の前の変化・事

象に右往左往することなく、自らの本来の仕事を全うする日々の積み重ねこそが大事ということです。当たり前のことを地道に丁寧に行うことが確実な成果に繋がると自分に言い聞かせております。特に、不確実性の高い時代においては、基本に立ち返ること、本質に拘ることが成功への鍵と信じております。

2つ目は「先手の備えと信念に基づく行動」です。ダーウィンの“生き残るのは強い種ではなく、変化に柔軟に対応できる種である”に象徴されるように、この変化の激しい時代、如何なる事態にも備えたPlan B、C、Dを周到に準備し、ここぞという時には大胆に変革に挑戦したいと思います。目の前の目まぐるしい急速な変化の中でも決して流されず、逞しくしなやかであり続けたい、そう考えています。奇しくも2つともに乙巳の意味合いに重なるところがあり、この縁起にあやかり、本年が素晴らしい1年になるよう日々努力したいと思います。

今年も中国、米国を中心とした大国の動向の影響を受け、国内外の情勢については予見が難しいと思われます。その中でも特殊鋼は成長する産業を支える不可欠な素材であり、昨年も申し上げましたが日本の特殊鋼は本来お家芸である「匠」の素材です。一人・一社では限界がありますが、「産・官・学」×「メーカー・商社・流通」の連携により、この難局を乗り越え再び成長路線に戻し、後進に明るい未来を残したいと強く願います。そして特殊鋼倶楽部はそんな「場」であり続けたいと思います。

末筆ながら、特殊鋼業界の益々のご発展と、業界に携わる皆様のご活躍を祈念し、新年のご挨拶とさせていただきます。

「2025年 年頭所感」

一般社団法人特殊鋼倶楽部
副 会 長

くきた
久木田

いたる
至



新年明けましておめでとうございます。

2025年の年頭に当たり、一言ご挨拶申し上げます。

振り返りますと、2024年は、1月1日に発災しました「能登半島地震」で始まり今年はどうなるのかと不安を覚えた年初でした。被災地の日も早い復興・復旧を心から祈念しております。また、昨年は、記録的な猛暑が続いた一方で、豪雨の被害も多かった年でした。気候変動の影響は世界規模で年々大きくなっていると感じていますので一層の対策が必要と認識しています。

ところで、世界の情勢は、ロシアのウクライナ侵攻は3年経って、北朝鮮軍がロシア側に立って参戦との報道もあり、全く終結の見通しが立っていません。また、イスラエルとパレスチナ紛争は、隣国レバノンやイラン等に拡大しています。このような中、昨年11月の米国大統領選挙では、事前予想を覆し、圧倒的な勝利で共和党のトランプ前大統領が再選を果たしました。我が国においては、昨年10月の総選挙で与党（自民党・公明党）が2009年以来15年振りに国会で過半数を割る結果となりました。過去の「不確実性の時代」の再来となるのでしょうか。今後の日米両国等の動きを注視して参りたいと思います。

さて、当業界を含めた経済状況ですが、昨年3月、日銀によるマイナス金利解除及び7月の利上げがあり、一方で、米国はインフレの低下を踏まえ10月・11月に連続で金利の引き下げを行い日米の金利差は縮まり、その結果、一時は円高に推移しましたが、その後はまた、円安傾向が続く状況となっています。物価は、2%程度の上昇が継続し、一方で、昨年の春闘では大手企業を中心に5%強の賃上げもありましたが、一時を除いて、実質賃金はマイナス賃金が継続している状況です。

やはり、景気回復には、物価上昇に負けない、賃金の上昇が必要と認識はしていますが、特殊鋼流通業界を取り巻く環境は厳しいものがあるのも事実です。市況は上昇しましたが、メーカーの価格上昇分を除くと、中々取引先様への価格転嫁が進まない状況にあります。このため、特に、諸物価・労務費の上昇も含めた転嫁が喫緊の課題となっております。この点につきましては、政府におきましても、公正取引委員会・中小企業庁が、下請法の改正に向けた取り組みを行っていると同様ですので、労務費等を含めた価格転嫁がサプライチェーン全体で行われるような取引環境を一日も早く整備頂けることをお願いしたいところです。これらの状況も踏まえ、「儲かる特殊鋼流通業界」を目指して参りたいと思います。

2025年は、先程も述べましたとおり、今月発足するトランプ政権がどのような政治・経済政策を進めるのか、この内容次第では、日米・日中・世界全体へと大きく影響を及ぼすものと思っておりますが、まずは、足元をしっかりと見極めて対処して参りたいと思います。

ところで、2025年は「乙巳（きのと・み）」の年です。「乙」は、「困難があっても紆余曲折しながら進むこと」、「巳」は蛇ですので「再生と変化」も意味します。二つを合わせ「努力を重ね、物事を安定させていく」とのことです。世界がお互い努力を重ね、安定した世の中になることを期待しています。

最後に、今年は、「大阪万博」が開催されます、地元、関西にとっては何とか成功して頂きたいと思っておりますので、皆様、是非、大阪万博にお越しください。2025年が良い一年になることを祈念いたしまして、新年のご挨拶とさせていただきます。

〔櫻井鋼鉄(株) 代表取締役社長〕

「市場の変化を見据え、次代に備える年に」

山陽特殊製鋼(株) 堀
取締役執行役員 東京支社長

よし ろう
賀 郎



2024年は需要の構造変化の輪郭がよりはっきりと見えてきた一年であったと感じている。

2023年後半まで堅調であった特殊鋼の主な需要分野である自動車や建機・産機等の活動が様々な要因によって変調を来した状態で始まった2024年であったが、建機・産機分野のサプライチェーン全体の在庫調整が進み、自動車生産が正常化した夏以降に力強い需要の回復が期待された後も、10月の特殊鋼粗鋼生産が前年同月比▼7.1%に止まっているように回復の実感が乏しい状況が続いている。

この需要回復の足取りの弱さの背景には、中国の景気減速影響が想定した以上に大きい事や欧州経済の不調の深刻化、金利上昇による設備投資減退などの景気循環に関わる要因も多くあるが、同時に需要の構造的変化がより大きく表れてきた結果でもある。自動車関連の分野を例にとると、中国製EVの販売急拡大による中国やタイでの日系自動車メーカーの販売急減に伴う軸受などの特殊鋼を使用する関連部品の国内生産減や、それらの部品生産の海外拠点への移管の進展、更には海外拠点と現地ローカル部品メーカーとの競合激化と、その対応策としての品質・価格競争力を増した現地材採用拡大などの変化である。

2025年を見通しても、建機・産機分野向け需要はもう一段の回復が見込まれ、半導体製造装置関連需要も伸びが期待されるが、日系自動車メーカーの生産は米国通商政策の変化による不確定要素もあって拡大は期待できず、上述の構造変化の進展と相俟って国内需要規模は緩やかな回復に止

まると想定される。

このような状況の一方で、日本の特殊鋼業界に新たな需要をもたらす変化もより強く感じられるようになっている。

米中対立の深刻化は北米行きサプライチェーンの脱中国化を促し、円安の定着は製造拠点としての日本の相対的競争力を高めており、特殊鋼の国内需要の量的拡大をもたらす可能性がある。また、今後も続く半導体製造能力増強や人手不足を背景とした人型ロボットの採用拡大、水素関連設備の建設、航空宇宙分野の活動増などは特殊鋼需要の質的高度化に繋がる。CN実現に向けた省エネルギーに資する部品の小型化／高強度化や需要家での省工程、大型化が進む風力発電設備等のメンテナンスなどへのニーズも高機能材へのシフトを後押しする。日本の開発・技術・品質競争力が活かせるフィールドの拡大である。

こうした新たな機会を活かすために不可欠なのが需要家の皆様からの信頼であり、流通の皆様との一層密な連携下、ニーズに的確にお応えすべく製品とサービス全体の質を高めて行かねばならない。その上で需要家の皆様と十分な議論を重ね、次代に求められる商品を正しく理解して開発を進め、流通と加工を含めた安定した一貫供給体制を確立することで、新たな市場環境下での「日本連合」の競争力再構築を図る好機である。

本年2025年が、特殊鋼倶楽部会員各社が一体となって、安全と健康を礎として、次代を切り拓く着実な一歩を記す一年となることを心より願う。

「年 頭 所 感」

JFEスチール(株) 常務執行役員 田中 秀栄



2025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ます。

2024年は1月に能登半島地震、8月に宮崎県の地震で「南海トラフ地震臨時情報」発表など、多くの自然災害に見舞われた年だったと言えるのではないのでしょうか。被災された方に対し心よりお見舞い申し上げます。そうした中、様々な分野で日本人の活躍の報を聞き勇気を貰ったと感じています。中でも大谷翔平選手は特筆すべきもので、前人未達の「50-50」達成と2年連続のMVP受賞と誰もが誇りに思える内容だったと思います。さらに怪我を乗り越えた精神力、パフォーマンスを発揮するための節制した生活習慣など、考え方や取り組む姿勢はスポーツの域を超えて見習うべき点が多々あると感じました。またパリオリンピック・パラリンピックも強く印象に残っています。無観客で行われた東京オリンピックとは違い、以前のように華やかな祭典に戻ったことはとても嬉しく思いました。柔道や体操と言った伝統的な種目に加え、ブレイキンやスケートボードのような新種目でのメダル獲得は、歴史や伝統の継承、新しいことへのチャレンジと言う観点でビジネスに通じるものがあり、発見や気づきにも繋がったと感じています。

鉄鋼業に目を転じますと、2024年も非常に厳しい年だったと言わざるを得ません。中国を筆頭とした鉄鋼需要の低下、海外からの輸入材増加、自動車分野の生産回復遅れ等により販売は低迷しています。一方で労務費・物流費等のコストは上昇しており、数量面でも収益面でも課題を抱えた状況となっています。アメリカ大統領選が終わり国

際的な枠組みが変わる可能性もありますが、世界鉄鋼協会は2025年の鉄鋼需要見通しを「回復する」と発表しています。本年がネガティブなイメージから脱却し、復調に向けた分岐点になることを期待したいと思います。

弊社では2024年に「ねがう未来に、鉄で応える。」というパーパスを策定しました。社会やお客様の幅広い思いに対し、「鉄」「鉄づくり」を通じて貢献していきたいとの思いを込めています。弊社特殊鋼棒線事業においても、カーボンニュートラル戦略の中で、仙台製造所の粗鋼能力を約2割増やす設備投資を進めています。2024年度中に完了の見込みで、これにより年間粗鋼量70万t体制が実現します。現時点では特殊鋼棒線向けで弊社唯一の電気炉能力を最大限に活かすことで、お客様からのCE（サーキュラーエコノミー）ニーズに「応える」ようにしたいと考えております。また倉敷・仙台両製造拠点において、DX/DS活用を進めています。設備保全・品質管理等の現場力レベルアップに繋げ、高品質の商品を安定的にお届けできるよう取り組んで参ります。

2025年は十干が「乙（きのと）」十二支が「巳（み）」の「乙巳（きのとみ）」となります。「乙」は、植物が成長し広がる意味合いを持ちます。「巳」は蛇を表しますが、脱皮して成長する事から生命や再生を象徴しています。「乙巳」はこれまでの努力や準備が実を結び始める時期を示唆していると言われてしています。2025年がそうした年になることを強く願っております。

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が更なる発展を成し遂げる輝かしい年になる事を祈念して新年のご挨拶とさせていただきます。

「年 頭 所 感」

日本製鉄(株) 常務執行役員 厚板・建材事業部長 棒線事業部長 その だ ひろ と 園 田 裕 人



新年明けましておめでとうございます。2025年を迎えるにあたり、ご挨拶申し上げます。まずは、昨年発生した地震や豪雨により被災された皆様に心よりお見舞い申し上げます。

昨年の国内景気動向を振り返りますと、インバウンド需要やサービス消費を中心に緩やかに持ち直しましたが、住宅投資や設備投資は低迷したままでした。自動車分野では、需要低迷に品証問題による一時的な生産中止が重なり、建産機は輸出向けが低調となるなど、製造業も力強さに欠ける状況でした。海外も、米国はインフレや利上げによる景気の頭打ち、中国も景気刺激策の効果が十分に発揮されないなど、世界的に需要低迷が長期化しました。そうした背景から、昨年の国内粗鋼生産は前年割れとなる見込みであり、また海外鉄鋼市場も、内需が低迷する一方で高位の生産を継続する中国から年間1億トン超の鋼材が流出し、国際的な需給・市況に悪影響を及ぼすなど、大変厳しい年となりました。

2025年の国内鉄鋼需要も、国内製造業を中心に好転の材料に乏しく、為替変動や通商政策の変化も加わり、一層不透明な見込みです。また欧州やアジアでの劇的な景気回復の期待は難しく、米国も政権交代に伴い保護主義的な動きが強まることも懸念され、一方で中国の鉄鋼減産も期待できない中、世界鉄鋼需給の大幅な改善を見込み難い状況です。

このような中、我々特殊鋼業界として継続的に成長するためにも、急激に変化する事業環境を適切に見極めながら、重要な諸課題への対応を着実に前に進める必要があります。

まず、価格転嫁の継続的な取り組みです。コロナ禍以降、原料・エネルギーコスト、物流費、労務費が急騰しましたが、こうした特殊鋼サプライ

チェーンの付加価値を維持するために必要なコストについて、公平な負担への理解を得るべく、丁寧に説明し続ける必要があります。

次いで需要構造変化への対応です。自動車分野について言えば、長期的には電動化の潮流に変化はないと見られていますが、短期的には、一部のメーカーでハイブリッド車（HV）重視に舵を切るなど、自動車各社が、新たな動力機構についての市場適応を慎重に見極めている状況です。特殊鋼業界としても継続的に情報を集め柔軟に対応する必要があります。洋上風力発電といった再生可能エネルギー関連や人手不足対応としての産業ロボット関連など、新たな需要の現出も期待できます。これ以外の分野も含め、広い視野を持って需要を捕捉することが、今後の成長にとって不可欠です。

また、特殊鋼業界におけるカーボンニュートラル（CN）への取り組みも極めて重要な課題です。CO2排出削減に寄与する工程省略鋼やマスバランス方式を用いたグリーンスチールの採用事例も増えてきており、業界全体としての関心の高まりを感じます。さらなる普及に向け、環境価値を経済価値に転換するためのルール作り・市場形成を政府・行政へ働きかけることなど、業界一丸で取り組むべき課題であると認識しています。

各国のブロック経済化、産業構造変化やCN対応等、世界規模で大きな転換点を迎えています。特殊鋼業界のサプライチェーン全体で、そうした変化を的確にとらえながら、技術革新に寄与する素材の開発・提案を行うことで、お客様の新たなニーズに即した価値を創出でき、また業界全体も一層飛躍できると確信しております。

2025年が、皆様にとって素晴らしい年となりますよう、心より祈念いたします。

「年 頭 所 感」

(株)プロテリアル 執行役員 特殊鋼商務統括責任者 **もう り もと ひで 毛利 元 栄**



謹んで新春のお慶びを申し上げます。本年も会員各社の皆様のご健勝であられます事を祈念しております。

昨年は、元日に石川・能登半島において大地震が発生しました。また9月には豪雨災害も発生し、地域住民の皆様に変な状況が続きました。心よりお見舞いを申し上げます。自然災害の脅威は他にも8月に宮崎県沖でマグニチュード7.1の地震が発生し、気象庁は南海トラフ地震が発生する可能性が平時と比べて高まったとして注意を呼びかける「臨時情報（巨大地震注意）」を初めて発表しました。これらの脅威は私たちにとっても、有事を想定した具体的な備えが必要なことを今一度確認する機会にもなりました。企業を取り巻くリスクには、自然災害のほか政治・経済・社会情勢の変化、急速な技術革新および顧客ニーズの変化などさまざまなものがあります。リスク管理を普段から意識しながらの事業運営がますます求められていくと考えます。

一方、明るい話題として、スポーツの世界ではパリオリンピック、パラリンピックでの日本選手の躍動や米大リーグ ドジャース 大谷選手の史上初の50-50達成があり、日本中を元気にしました。日本の精神文化から育まれる気質とトレーニングの工夫で弱点を克服し、世界トップで競えるアスリート達から、企業の在り方にも大きなヒントを頂いたと思っております。世界との競争にもまれる日本企業も持続的な成長をしているよう工夫を重ねることが強く求められています。

さて、国内の政治面では石破新政権が大きく議席数を落とし、自民党の単独政権が崩れました。海外では台湾有事リスク、ウクライナ戦争に加え、中東情勢の悪化により、各国、地域の安全保障体

制、経済安全保障体制がより強化されています。そして米国大統領選では前トランプ大統領が当選を果たすなど、大きな出来事が続きました。経済環境も為替、原材料・エネルギーコスト、関税などの各国政策など、めまぐるしく変化しています。

電動自動車など個々の製品市場も、市場構成や成長の時間軸も予想から変化して行く可能性もあります。そうした中で2025年は、より複雑で予測困難な社会になると思われます。このような環境では、サプライチェーンの源流である素材メーカーには変化する需要への対応力がますます求められます。また、多様化するニーズに応える新材料の開発もスピードアップが求められます。自分達の軸を明確にもって、変化に翻弄されずに迅速に行動して行くことが求められる一年になると考えております。

プロテリアルは、独創的な技術と、製品・ビジネスプロセス・人に関する高い質の追求によって、新たな価値を生み出し、世界の人々に広く提供する「質の量産」をミッションに掲げています。そして、お客さまの課題を解決する高機能材料を創造することで持続可能な社会を支える高機能材料会社となることをビジョンとしています。AIの発達、電動化や合成燃料への変換、水素エネルギー活用など、社会は大きく変化しようとしています。その中で特殊鋼市場が無限に広がると期待しています。変化をチャンスと捉え、社会課題の解決に資する市場を拓いていくことで特殊鋼業界の発展に尽力していきます。また、世界の調和と進化に貢献することをめざし、努力してまいります。皆さまとも引き続き変化に打ち勝つ知恵を出し合い、共に切磋琢磨させていただきたいと思っております。本年もどうぞよろしくお願い致します。

「年 頭 所 感」

三 菱 製 鋼 (株) しば た じゅん や
上席執行役員 鋼材事業部長 柴 田 淳 也



新年あけましておめでとうございます。謹んで
お喜び申し上げます。新年を迎えるにあたり一言
ご挨拶を申し上げます。

昨年を振り返りますと、年初より能登震災、羽
田航空機事故と立て続けに衝撃的なニュースが飛
び込み、非常に不安な中で1年のスタートを切り
ました。世界情勢に目を向けますと、ロシアによ
るウクライナ侵攻やパレスチナ紛争は収束の兆し
が見られず、一昨年に続き甚大な被害が発生しま
した。経済面についても為替相場の急変、金利の
上昇、中国・欧州経済の停滞など不確実・不透明
な状況が続きました。そのように暗い話題が多い
中、パリ2024オリンピック競技大会・パリ2024パ
ラリンピック競技大会での日本選手団の活躍や、
メジャーリーグで2年連続MVPを獲得した大谷選
手の活躍などは、元気付けられる明るい話題だっ
たのではないのでしょうか。また10月には衆議院の
解散総選挙、11月にはアメリカの大統領選挙と、
今後国内外の政治・経済にとって大きな転換期と
なりうる一大イベントがありました。

特殊鋼業界を取り巻く環境についても昨年は試
練の年となりました。主要需要先である各業界の
動向ですが、自動車業界では半導体・電子部品な
どの供給不足が緩和されたことにより生産台数の
回復は進みましたが、EVシフトが加速する中国で
日系メーカーの販売が苦戦する状況となりました。
建設機械業界は東南アジア主要国で選挙戦の影響
によるインフラ投資の停滞が生じ、また金利高止
まりなどの影響を受けて需要が減少、産業機械・
工作機械業界も中国景気の悪化が大きく響き、需
要が減少しました。一方コストについても高値圏
にとどまる原材料市況と円安の進行により輸入原
材料価格が上昇、エネルギー価格の高止まりに加

え物流費や労務費の諸コストが増加する厳しい状
況が続きました。このように課題の多い環境では
ありましたが、物流・労務費等のコストアップへ
の対応などは業界全体で一致団結して取り組み、
一定の成果を得ることが出来たのではないかと感
じる1年でもありました。

さて2025年の展望ですが、今年も引き続き厳し
い経済環境の中、スタートを切ることになりそう
です。一刻も早くウクライナやパレスチナの紛争
が収束し、平和を取り戻し、世界経済が好循環の
サイクルに変わることを願っております。

特殊鋼業界を取り巻く環境につきましても需要
低迷や中国の過剰生産問題が継続し、回復には時
間を要する見通しです。またトランプ大統領就任
により、貿易に関する世界的な枠組が大きく変わ
ることが懸念され、主要需要先や特殊鋼業界にど
のような影響が及ぶのか予測困難な状況となって
おります。中長期的にも、労働人口の減少に伴う
人手不足の深刻化や、脱炭素化に向けた社会的要
請の高まりなど、様々な課題に直面しており、国
内市場の縮小や自動車産業におけるEV化進展、環
境関連市場の伸長などにより需要構造も大きく変
わる見通しです。このように大きな環境変化が予
想される中、今後も日本の特殊鋼業界が世界を
リードしていくためには、政府・業界各社が丸一
となって対応していく必要があり、特殊鋼倶楽部
の役割もより一層高まるのではないのでしょうか。
弊社もその一員として微力ながら業界発展のため
に尽くしてまいりたいと思っております。

最後になりますが、特殊鋼倶楽部ならびに会員
皆様にとりまして2025年が実りある年になるこ
とを祈念して新年の挨拶とかえさせていただきます。

産業機械

産業機械の2024年の回顧と2025年の展望

一般社団法人日本産業機械工業会 企画調査部 部長代理 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2024年1～9月の実績、10～12月及び2025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

2024年1～9月の産業機械の受注総額は、内需が減少したものの外需の増加により、対前年同期比（以下同様）1.9%増の4兆2,412億円となった。

内需については、製造業の減少により、1.2%減の2兆8,548億円となった。

外需については、中国をはじめとするアジアや欧州が減少したものの、中東、北米、南米の増加により、9.0%増の1兆3,863億円となった。

（ご参考）四半期の推移

合計を前年同期比でみると、2023年7～9月期～2024年4～6月期まで4期連続で増加したものの、2024年7～9月期の15.5%減と減少に転じた。

2024年7～9月期を需要部門ごとにみると、プラスは代理店（11.7%増）と外需（24.9%増）であ

表 1 2024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	製造業				その他を含む小計	電力	その他を含む小計														
				旧一般機械	電気機械	情報通信機械	自動車																	
ボイラ・原動機	15,982▲11.0	7,622▲15.4	7,973▲18.4	3,84695.0	13,31431.4	1,9230.6	575▲67.5	133,859▲28.5	439,175▲20.1	624,8554.0	758,714▲3.7	113,99512.4	6,46223.7	879,171▲1.7	374,483▲3.2	1,253,654▲2.2								
鉱山機械	0▲100.0	0▲100.0	823▲30.4	0—	0—	0—	0—	8,25229.3	0▲100.0	7,726▲7.8	15,9788.2	5▲64.3	2656.4	16,2488.1	306▲30.6	17,5693.8								
化学機械 (冷凍を含む)	66,681▲47.2	24,972▲28.0	38,514473.1	64,853▲1.3	41,6285.4	27,013▲24.6	18,85824.3	340,454▲11.1	27,57510.2	92,66112.2	433,115▲7.0	147,8641.2	130,7297.9	711,708▲2.9	404,93371.1	1,116,64115.2								
タンク	943▲15.6	10,5220.2	238▲33.3	0—	0—	0—	0—	11,703▲2.3	1063.6	257▲91.2	11,960▲19.7	385719.1	0—	12,345▲17.4	7581622.7	13,103▲12.6								
プラスチック加工機械	12,36991.2	77▲52.2	84▲64.9	1,684▲0.1	1,933▲22.6	438▲13.3	19,49351.5	53,92127.2	0▲100.0	60▲76.0	53,98126.6	3▲97.9	2,78514.5	56,76925.6	144,125▲17.6	200,894▲8.8								
ポンプ	7,2023.1	1,594▲34.5	4,3035.7	873▲6.8	1947.6	4,65328.9	282▲4.7	28,6684.4	9,162▲0.2	36,76012.2	65,4288.6	119,92616.3	98,4357.8	283,78911.4	100,9964.1	384,7859.4								
圧縮機	6,44924.4	4,690112.4	8,625▲21.3	32,317▲10.6	554▲47.5	50526.9	323▲62.6	60,645▲6.8	2,347▲0.7	10,917▲8.0	71,562▲7.0	3,40724.4	29,752▲8.5	104,721▲6.7	94,4951.8	199,216▲2.8								
送風機	347▲46.7	83107.5	1,6299.7	265▲6.7	39▲29.1	1—	1,71820.9	5,4353.7	1,78111.4	3,568▲23.3	9,003▲9.0	3,634▲20.4	5,50513.9	18,142▲6.0	1,730▲71.9	19,872▲21.9								
運搬機械	7,182▲35.0	1,159▲61.3	15,19249.0	7,323▲11.4	1,109▲83.5	15,48535.2	19,614▲5.0	99,387▲1.5	5,744▲48.4	104,239▲5.5	203,626▲83.1	2,5928.2	18,1388.2	224,356▲7.8	107,72221.5	332,0780.1								
変速機	2,86880.0	23657.3	4,37197.0	3,43359.2	319▲6.5	1,162236.8	3,31338.7	38,49468.6	2,109102.2	10,266181.8	48,76084.2	6,999107.4	2,058127.7	57,81788.0	6,38411.9	64,20176.1								
金属加工機械	28246.1	3200.0	23,317▲65.8	764▲59.5	1,220▲1.1	81▲80.1	6,176▲20.75	59,587▲35.1	7▲22.2	1,1085.3	60,695▲34.6	21▲50.0	1,41247.7	62,128▲33.8	37,851▲41.4	99,979▲36.9								
その他機械	3,249▲13.9	922▲38.1	2,8166.4	3,832▲24.2	64551.8	16,97014.4	216▲26.3	52,2678.4	4,2023.3	57,919▲11.9	110,186▲3.3	313,618▲0.5	3,901▲14.5	427,705▲1.4	111,582▲1.1	539,287▲1.9								
合計	123,554▲31.8	51,880▲18.5	107,885▲8.6	119,190▲4.0	60,955▲2.0	68,23122.7	70,56811.1	892,672▲10.0	492,208▲18.5	950,3362.7	1,843,008▲3.9	712,4492.9	299,4426.6	2,854,899▲1.2	1,386,3809.0	4,241,2791.9								

※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（％）

	2023			2024		
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月
製造業	319,099 ▲11.8	359,739 ▲5.2	303,146 8.6	346,369 10.5	264,703 ▲17.0	281,600 ▲21.7
非製造業	195,107 ▲7.1	477,188 117.7	368,989 76.1	301,898 19.4	417,408 113.9	231,030 ▲51.6
民需計	514,206 ▲10.1	836,927 39.8	672,135 37.6	648,267 14.5	682,111 32.7	512,630 ▲38.7
官公需	161,889 ▲5.0	264,498 33.3	210,575 13.6	252,634 ▲4.9	232,186 43.4	227,629 ▲13.9
代理店	91,311 7.0	97,491 3.1	102,906 3.4	94,851 3.1	95,707 4.8	108,884 11.7
内 需	767,406 ▲7.3	1,198,916 34.5	985,616 27.4	995,752 7.8	1,010,004 31.6	849,143 ▲29.2
外 需	396,395 ▲16.4	405,802 ▲4.6	402,987 ▲15.9	429,309 ▲8.5	450,095 13.5	506,976 24.9
合 計	1,163,801 ▲10.6	1,604,718 21.8	1,388,603 10.8	1,425,061 2.3	1,460,099 25.5	1,356,119 ▲15.5

※網掛け部分は前年同期を上回ったところ

り、製造業（21.7%減）・非製造業（51.6%減）・官公需（13.9%減）がマイナスとなった。

このうち、2024年7～9月期の製造業は、前年同期に比べると紙・パルプのボイラ・原動機（燃料転換）、化学工業の化学機械（医薬品、半導体材料、バイオ関連）、鉄鋼業の金属加工機械（高炉設備）の需要が落ち込み、2期連続のマイナスとなった。

非製造業は、前年同期に比べると電力業のボイラ・原動機（火力発電所のリブレース等）の大口契約の反動減もあって、5期ぶりに減少した。

官公需は、前年同期に比べると、運搬機械（港湾クレーン等）、その他機械（ごみ処理装置）が減少した。

外需の2024年7～9月期については2期連続で増加した。中国除くアジアでは、ボイラ・原動機（発電）、運搬機械（半導体関連）、冷凍機械、その他機械（半導体関連）が増加し、中東ではボイラ・原動機（発電）、化学機械（天然ガス関連）、ポンプ（水インフラ）が増加した。なお、減少した中国では、プラスチック加工機械（EVバッテリー関連）、運搬機械（半導体関連）、冷凍機械、その他機械（ごみ処理装置）の需要が落ち込んだ。

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（2024年1～9月）

①製造業：食品、繊維、紙・パルプ、化学工業、石油・石炭、鉄鋼、非鉄金属、はん用・生産用、電気機械の17業種中9業種が減少し、10.0%減の8,926億円となった。

表 3 世界州別受注状況

単位：前年同期比（％）

	2024年				構成比 2024年 1～9月
	1～3月	4～6月	7～9月	1～9月	
アジア	▲17.5	▲38.5	5.2	▲18.5	53.1%
うち、中国	12.1	▲53.4	▲3.4	▲23.9	18.7%
中国除くアジア	▲27.5	▲22.0	10.0	▲15.3	34.4%
中東	30.0	650.9	751.9	359.7	26.0%
欧州	▲41.4	▲10.0	▲33.4	▲29.8	4.1%
北米	156.9	110.0	▲24.3	46.6	11.7%
南米	266.1	185.9	▲66.3	83.5	1.8%
アフリカ	▲68.1	▲62.6	▲54.2	▲61.6	0.8%
オセアニア	▲68.2	▲25.8	245.9	▲3.9	0.9%
ロシア・東欧	▲99.5	84.9	▲35.8	▲65.0	1.5%

※網掛け部分は前年同期を上回ったところ

②非製造業：電力業が減少したものの、運輸・郵便、卸売・小売、その他非製造業（ガス業を含む）の増加により、2.7%増の9,503億円となった。

③官公需：地方公務の増加により、2.9%増の7,124億円となった。

④外需：中東、北米、南米の増加により、9.0%増の1兆3,863億円となった。

1）アジア：ボイラ・原動機、化学機械、プラスチック加工機械、運搬機械、金属加工機械、冷凍機械、その他機械（ごみ処理装置）の減少により、18.5%減となった。

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（ごみ処理装置）の減少により、23.9%減となった。

3）中国除くアジア：ボイラ・原動機、化学機械、金属加工機械、冷凍機械の減少により、15.3%減となった。

4）中東：ボイラ・原動機、化学機械、風水力機械の増加により、359.7%増となった。

5）欧州：ボイラ・原動機、金属加工機械、冷凍機械の減少により、29.8%減となった。

6）北米：ボイラ・原動機、プラスチック加工機械、風水力機械の増加により、46.6%増となった。

7）南米：ボイラ・原動機の増加により、83.5%増となった。

8）アフリカ：風水力機械の減少により、61.6%減となった。

9）オセアニア：冷凍機械の減少により、3.9%減となった。

10) ロシア・東欧：ボイラ・原動機（東欧向け）の減少により、65.0%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（2024年1～9月）

- ①ボイラ・原動機：紙・パルプ、非鉄金属、電力、官公需、外需の減少により、2.2%減の1兆2,536億円となった。
- ②鉱山機械：窯業土石の増加により、3.8%増の175億円となった。
- ③化学機械（冷凍機械を含む）：外需の増加により15.2%増の1兆1,166億円となった。
- ④タンク：その他非製造業（ガス業を含む）の増加により、12.6%減の131億円となった。
- ⑤プラスチック加工機械：外需の減少により、8.8%減の2,008億円となった。
- ⑥ポンプ：その他非製造業（ガス業を含む）、官公需、外需、代理店の増加により、9.4%増の3,847億円となった。
- ⑦圧縮機：鉄鋼、はん用・生産用、代理店の減少により、2.8%減の1,992億円となった。
- ⑧送風機：その他非製造業（ガス業を含む）、官公需、外需の減少により、21.9%減の198億円となった。
- ⑨運搬機械：化学工業、電気機械、電力が減少したものの、繊維、鉄鋼、情報通信機械、造船、外需の増加により、0.1%増の3,320億円となった。
- ⑩変速機：化学工業、その他輸送機械、その他製造業、建設、電力、運輸・郵便、官公需、代理店の増加により、76.1%増の642億円となった。
- ⑪金属加工機械：鉄鋼、外需の減少により、36.9%減の999億円となった。
- ⑫その他機械：その他非製造業（産業廃棄物処理を含む）、官公需、外需の減少により、1.9%減の5,892億円となった。

◇ 今後の受注の展望

日本経済の状況は、2024年7～9月の実質GDP（1次速報）では2期ぶりのプラス成長（年率0.9%増）となった。民間消費や政府消費の増加が寄与し、名目GDPは過去最高の610兆円、実質GDPはコロナ前の水準まで回復し558.5兆円となった。

また、企業の設備投資も堅調であり、法人企業

統計季報によると、2024年7～9月の設備投資（金融業、保険業を除く）は13.4兆円（前年同期比8.1%増）と14期連続の増加となった。このうち、製造業は9.2%増、非製造業は7.4%増となった。

海外については、国際通貨基金（IMF）の見通しでは、2024年と2025年の世界GDPはともに3.2%と横ばいの見込みとなっている。足元では、世界的なインフレが落ち着きを見せ、ソフトランディング期待が高まっているものの、米中欧の対立や金融政策の不確実性など、先行きは依然として不透明である。

このような状況の中、2024年10～12月と2025年の産業機械受注は、次のとおり見込まれる。

<2024年10～12月>

・内 需

内閣府の機械受注統計によると、10～12月の受注総額は前年同期比15.7%増、製造業1.8%減、非製造業18.4%増の見通しとなっている。なお、外需は6.9%増である。

こうした中、10～12月の産業機械受注の民需については、前年同期に素材産業のカーボンニュートラル関連の大型投資や電力業の発電設備の大型リプレースが計上されていた反動減により、前年割れすると見込んでいる。一方、官公需は、ごみ処理プラントの大型案件の発注量の増加を見込んでおり、前年同期を上回るものとみられる。

この結果、10～12月の内需全体では前年同期比で微減程度と試算した。

・外 需

産業機械の外需は、中国をはじめとするアジア地域が低調に推移するものの、北米市場や中東地域の増加傾向が続くことから、10～12月期の外需全体は前年同期を上回るものと見込んでいる。特に、北米市場ではエネルギー分野や半導体、自動車分野などの需要が旺盛に推移しており、中東地域では天然ガス関連や発電、水インフラ投資が活発化していることが要因として挙げられる。

・合 計

2024年10～12月の内外需合計は、内需の減少を外需の増加が補う形となり、前年同期に対してほぼ横ばい程度（1兆3,800億円）が見込まれる。

この結果、2024年通年では、受注金額としては前年比微増の5兆5千億円～5兆7千億円程度が見込まれる。

<2025年>

・内 需

国内の生産設備の過不足については、財務省の法人企業景気予測調査によれば、2025年3月においても大企業から中小企業まで、いずれも生産設備が不足すると見込まれている。2024年度の製造業の国内設備投資額は前年度比15.9%増が見込まれるなど、2025年も企業の設備投資意欲が高い水準にあるものと考えられる。なお、人手不足や資源・エネルギー供給の制約など、企業を取り巻く環境はますます厳しさを増し、競争力を維持するためには、設備投資が不可欠である状況に変わりはない。素材産業では、全体最適化に向けた供給能力の適正化や燃料転換などが計画されており、加工・組立産業では、AI・IoT、DXなどの技術革新への対応や環境価値の顕在化への適応が、設備投資の拡大を後押しする一方、輸出産業では、主な輸出先である中国経済の減速などにより、設備投資の拡大には慎重な姿勢がみうけられる。

こうした状況を背景に、産業機械の民需は、製造工程の自動化・省力化投資や、高付加価値化に向けた投資が継続されることで、多くの機種型の需要が増加していくと予想される。また、政府によるバイオ産業や半導体関連への支援策の強化、さらには化学品原料や燃料の製造におけるカーボンマネージメントへの支援など、官民一体となった取り組みが推進されることで、産業機械の需要はさらに拡大すると期待される。

官公需については、老朽インフラ設備の維持・更新を中心に、前年並みの発注量が維持される見込みである。

以上のことを総合すると、内需全体としては、民需の緩やかな回復を背景に、前年を若干上回る

水準になると予想される。

・外 需

主な需要先を見ると、世界の半導体市場予測については、WSTS（世界半導体市場統計）によると、2024年1.9%増、2025年11.2%増と2年連続で増加する見込みとなっており、AI関連ではデータセンター投資の継続に加え、AI機能搭載端末の増加など、裾野の広がりが期待される。

BEV（電気自動車）関連については、製造原価の1/3程度を占める蓄電池の高出力・低コスト・資源制約の低減等の開発競争が激化しており、設備投資も高水準で推移している。ただし、米国インフレ削減法（IRA）や欧州バッテリー規則等の規制による影響が懸念される。

資源・エネルギー分野では、脱炭素のトランジション燃料としてLNGの需要は拡大が見込まれており、大型開発プロジェクトが進展する中、2025年も開発投資が堅調に推移するものと思われる。また、水素・アンモニア関連の投資も各国で増加しており、商用サプライチェーン構築に向けた動きが本格化していくものと見込んでいる。

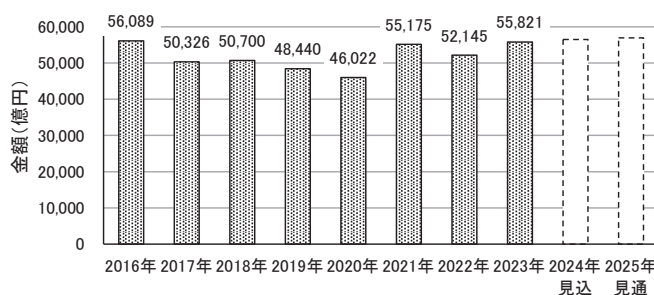
なお、主な地域別にみると、堅調な北米市場の先行き不透明感、中東やロシア等の地政学リスクをめぐる動き、米中貿易摩擦の悪化等、世界経済への影響が懸念される。また、中国については足元までの前年割れの状況が当面続き、ユーロ圏は下げ止まりから緩やかな回復基調をたどるものと見込んでいる。

この結果、外需全体としては、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2025年の産業機械受注は、外需が減速し、5兆6千億円～8千億円程度になるものと見込まれる。

（グラフ）産業機械の受注総額推移



特集 製鋼の設備と技術

I. 総論

JFE スチール(株) い が ら し ゆ う ま
製鋼技術部 主査 五十嵐 佑 馬

まえがき

日本の鉄鋼業は2つの大きな変化に直面しています。1つは、持続可能な産業であるために、2050年までにカーボンニュートラルを実現することが重要課題となったことです。この課題に対して、CO₂排出量を削減する技術のみならず、CO₂を活用する技術など複線的な技術開発を企業の垣根を越えて進めています。

もう1つは、需要の減少です。日本国内の人口と国内の鋼材消費はともに減少が予測されているうえに、社会・経済状況の急激な変化に伴って海外の鋼材需要も増減することがあります。これらの変化に関わらず安定した収益、生産を確保するために、さらなる高品質、高付加価値鋼材の製造技術開発を進めています。この高付加価値鋼の1つが特殊鋼です。

この総論では特殊鋼を製造する製鋼プロセスの設備と技術について、CO₂排出量削減や高品質鋼材供給に資する技術にも触れながら解説致します。

◇ 高炉－転炉法

製鋼プロセスには、主として高炉－転炉法と電気炉法があります。高炉－転炉法は、鉄鉱石をコークスで還元して溶銑を製造し、その不純物を転炉で除去することで鋼を製造するプロセスです。日本国内の粗鋼生産量のうち、およそ75%が高炉－転炉法によるものとなっています。高炉で鉄鉱石をコークスにより還元して得られる溶銑中には、鉄鉱石中に存在する鉄よりも還元されやすい元素

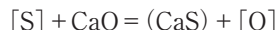
が含まれます。代表的なものである炭素 (C)、ケイ素 (Si)、マンガン (Mn)、リン (P)、硫黄 (S) は鉄の5元素と呼ばれます。

製鋼プロセスは、これら溶銑中の不純物を除去するプロセス、所定の成分を得るために成分を調整するプロセス、溶鋼を固めてスラブ、ブルーム、ビレットといった半製品にするプロセスの3つに分けられます。次の章では不純物を除去するプロセスである溶銑予備処理、転炉精錬について解説致します。

◇ 溶銑予備処理、転炉精錬

溶銑予備処理および転炉精錬は化学反応を活用した不純物を除去するプロセスです。溶銑予備処理では脱硫と脱リン処理が行われています。表1に不純物除去工程での代表的な成分推移を示します。

脱硫反応は以下の反応式で示されます。



この反応は高炉と同様の還元反応であり、高温であるほど、溶銑中にC、Siが高いほどより効率的に除去することができることから、脱硫処理は転炉精錬の前に溶銑予備処理として実施されることが多くなっています。溶銑脱硫は脱硫剤として石灰を添加し、溶銑を攪拌することで反応させるKR法や微粉石灰を搬送ガスとともに溶銑中に吹き込むINJ法が一般的に行われています。また、副産物のスラグに脱硫能力が残っていることを利用した脱硫スラグの脱硫処理へのリサイクル、さらなる効率化を志向した投射法などが開発されています。

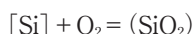
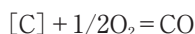
表 1 各不純物成分の推移

プロセス 元素	高炉	→	脱硫	→	脱リン	→	脱炭
C	4.4－ 4.6%		←		2.8－ 3.2%		0.04－ 0.08%（調整）
Si	0.3－ 0.6%		←		0		0
P	0.10－ 0.18%		←		0.015－ 0.050%		0.005－ 0.030%
S	0.002－ 0.005%		0.001－ 0.002%		0.002%		0.002%
Mn	0.1－ 0.2%		←		0.1%		0.1%

脱リン反応は以下の反応式で示されます。



上記脱リン反応と同様に脱炭反応と脱ケイ反応も以下の反応式で示されるように酸素と反応させることで炭素やケイ素を除去するものです。



これらの反応を高速、かつ高効率で行うために開発されたのが純酸素転炉法です。日本では1957年に初めて導入されて以来、急速に導入が進みました。導入当初は、純酸素転炉法ではこれらの反応を同一炉で実施してきましたが、1つの転炉では十分に脱リンができないような低リン鋼の製造ニーズの高まりに対応するために、また、脱リンに必要な石灰の削減を図るために、1980年代からは溶銑予備処理脱リンが急速に開発、普及しました。酸化反応である脱リン反応を効率的に進めるためには処理温度は低温である方がよく、脱ケイ、脱リン処理と、高温処理が必要な脱炭処理を切りわけ、それぞれに適した処理を行うことで低リン鋼の溶製と石灰の削減を両立しました（SRP法、LD-NRP法など）。特に、溶銑予備処理が開発された当初は、トーピードカーや溶銑鍋といった溶銑搬送容器を用いた脱リン処理も開発されていましたが、その後、処理時間の短さ、反応効率の高さから転炉での溶銑予備処理が主流となってきています。しかしながら、いずれの溶銑予備処理で

あっても脱リン処理は酸化精錬であるためケイ素の酸化が同時に生じ、生成したシリカ（ SiO_2 ）が脱リン反応を阻害するため、脱リン処理を効率的に行うには、事前に脱ケイ処理が必要となります。

このように精錬機能を分化することは不純物濃度の低減、化学反応の効率化には有効であるものの、設備能力も必要となり、また、熱的損失が大きくなることで鉄スクラップの使用を拡大しづらくなる、というデメリットがあります。そこで、1基の転炉で脱ケイ／脱リン処理まで実施した時点で処理を中断、炉内のスラグを排出（中間排滓）したのちに続けて脱炭処理を行う方法（同一炉中間排滓法、MURC法など）や、1基の転炉で脱ケイ処理まで実施した時点で処理を中断、炉内のスラグを排出（中間排滓）したのちに続けて脱リン処理を行い、その後もう1基の転炉で脱炭処理を行う方法（DRP[®]法）が開発されました¹⁾。いずれの技術も CO_2 排出量削減に寄与するべく、溶銑中のケイ素を、鉄スクラップを溶かすための熱源として最大限活用しながらも、処理の途中で生成した SiO_2 を炉外に排出することでスラグ量を低減、脱リンを高効率化する技術となっています。

◇ 2次精錬

2次精錬は所定の成分を得るために成分を調整するプロセスです。転炉で精錬された溶鋼は取鋼に出鋼されて製鋼工場内を搬送されます。2次精錬は取鋼での精錬処理です。加熱、真空処理、攪拌、フラックス精錬などの機能を備え、不純物を低減し、アルミナなどの非金属介在物も低減します。

アルミナは硬いため、圧延および引き抜き加工に際して変形せず、圧延製品のすじ疵や引き抜き加工時の断線などの欠陥が発生する原因となります。このため、例えば厳しい引き抜き加工を受けるタイヤコード用鋼では、スラグ組成を調整し、トータル酸素濃度を低減することでアルミナを加工性の良い化合物に制御しており、これも2次精錬の役割です。製造される鋼種規格に応じて様々な2次精錬設備が用いられます。RHまたはVOD（脱水素、脱窒素、脱炭、脱酸）やアーク加熱機能を持つLF（脱硫、脱酸）などが用いられ、CaSiやフラックスをインジェクションするFI（Flux Injection）は脱硫や介在物形態制御などに用いられます。

RHは、槽下部に配置された2つの浸漬管を取鋼に浸漬させて、エジェクターで槽内を高真空化することで溶鋼を槽内に吸引し、浸漬管の片側内部にArガスを吹き込むことによって取鋼内の溶鋼を槽内に環流します。槽内を高真空化することで、溶鋼中の水素や窒素を除去し、溶鋼中の炭素と酸素を反応させてCOガスとして除去することができます。酸素を供給できる上吹きランスを有するRHもあります。ランスからの酸素供給により、RHの脱炭を促進することに加えて、発生したCOガスを燃焼させて真空槽内を加熱し、耐火物壁への地金付着を防止することができる技術です。

LFは、スラグと溶鋼の昇熱が可能なアーク加熱用電極を有しており、スラグの成分を調整して攪拌することで溶銑脱硫のみでは到達できない低硫鋼の製造を可能とします。浸漬させたランスの先端や取鋼底部から不活性ガスを吹き込むことにより攪拌する設備となっています。

介在物形態制御は、低硫鋼において、溶鋼脱硫後にCaを添加して、圧延時に伸び易く、割れの起点となり易いMnSをCaO-Al₂O₃-CaS系の球状介在物とする形態制御や、連続铸造時にアルミナ（Al₂O₃）が溶鋼流路に付着することでの能率低下やAl₂O₃による製品欠陥を防止するためのCaO-Al₂O₃系の球状介在物にする形態制御、連続2次冷却帯での表面割れを防止するための窒化物析出の制御などが行われています。

◇ 連続铸造

2次精錬で成分を調整された溶鋼は連続铸造プ

ロセスで固められてスラブ、ブルーム、ビレットといった半製品となります。日本の連続铸造比率は1980年代に急速に増大し、およそ99%となっています。それまで主流であった造塊法に比べて、連続铸造法は分塊圧延工程を省力できるので、省プロセス、省エネルギーとなることに加えて、歩留が向上します。

連続铸造では取鋼からタンディッシュに、タンディッシュからモールドに溶鋼を注入し、モールド内で冷却して凝固シェルを形成します。その後、凝固シェルはロール間を引き抜かれながら水スプレーやミストスプレーでの冷却、ロールでの冷却により鑄片内部まで凝固完了します。タンディッシュは取鋼からの溶鋼供給と铸造のバッファであり、また、溶鋼を滞留させることで介在物を浮上分離することができます。高品質鋼材は介在物の低減要求が強いため、タンディッシュでの浮上分離のみならず、モールド内での電磁攪拌や電磁ブレーキといった電磁気を活用した介在物分離技術が開発されました。

圧延後欠陥となる鑄片の表面および内部欠陥には介在物以外にも、モールド内の潤滑と保温を目的として用いられる連続铸造用パウダーが鑄片内に取り込まれることによって起きるパウダー性欠陥、铸造に用いられるAr気泡が凝固シェルに補足されて鑄片内に残留して起こる気泡性欠陥、モールド内冷却の不均一性によって発生する鑄片表面の縦割れ、鑄片の曲げや矯正時に発生する鑄片表面の横割れや内部割れ、鑄片最終凝固部での凝固収縮やロール間の溶鋼静圧によるバルジングによって铸造組織の隙間にある濃化溶鋼が流動して中心部に集まるために生じる中心偏析などがあります。最終凝固部のロールの鑄片厚み方向の間隔を凝固収縮量よりも大きくして鑄片に圧下を加えて、凝固末期の流動を防止する軽圧下法などが中心偏析を低減する方策として開発されてきました。

◇ 電気炉法

日本国内では電気炉法による粗鋼生産は全粗鋼生産量のおよそ25%に相当します。電気炉法は、電気炉でアーク加熱用電極を用いて鉄スクラップや還元鉄などの冷鉄源を溶解して鉄鋼製品を製造するプロセスです。電気炉での溶解、精錬後は取

鍋に出鋼されて、製造する鋼種規格に応じて2次精錬が行われて、その後、鑄造されます。電気炉はアーク加熱を用いて多量の原料を溶解できること、また、一般的には高炉－転炉法と比較して設備規模が小さく、小ロット多品種に向いていることから特殊鋼の製造に活用されてきました。

電気炉法は現状でもCO₂排出量は高炉－転炉法に比べて1/4程度となっていますが、原料として水素により製造した還元鉄を利用することや製造過程でCO₂を排出しないグリーン電力を利用することにより、CO₂排出量をゼロにすることが可能なプロセスでもあります。この様にCO₂排出量の削減にアドバンテージを持つ電気炉法ですが、高炉－転炉法に比べ大きく課題となる点が2点あります。それは、一般的な電気炉法の生産性は高炉－転炉法に比べて低くなる点と、原料としてスクラップを使用することから不純物濃度が不可避免的に増加し高品質、高付加価値鋼材の製造に制約があるという点です。そのため、電気炉法においても高生産性でかつ高品質、高付加価値鋼材を生産可能と

する技術開発が求められています。

また、電気炉自体の効率を向上する技術も開発されています。その1つが、環境調和型高効率電気炉「ECOARCTM」です。本技術では電気炉上部にシャフト部を設け、そこに原料であるスクラップを連続投入することにより電気炉の高温排ガスで効率的に予熱し、後段の電気炉内での高効率・高速溶解を可能としたものです。これにより電気炉での高生産性と共に、溶解エネルギー（電力）の低減を達成しています。

むすび

本稿では製鋼プロセスについて解説致しました。冒頭に述べた通り、カーボンニュートラルを実現する技術、高品質・高付加価値鋼材を製造する技術を他国に先駆けて開発し続けることが、日本の鉄鋼業にとって非常に重要だと考えられます。

参考文献

- 1) 根岸秀光ら 鉄と鋼 Vol. 110 (2024), No. 13 p 999

Ⅱ．各 論

1．高炉

1) 高炉法

(株) 神 戸 製 鋼 所 みや た けんじろう
加古川製鉄所 製鉄部 宮 田 健士朗

◇ 高炉法について

高炉は円筒式の徳利型の反応容器であり、鉄鋼業の主要設備の一つである。その高さは100mを超え、立地する地域のどこからでも見ることができる製鉄所のシンボルである。

日本では古来より“たたら法”と言われる製鉄法が行われていた。たたら製鉄は山や川から採れる砂鉄を鉄源とし、木炭の火力を用いて精錬することで良質な鉄であるケラ（金へんに母）が製造される。たたら法によるケラは江戸末期まで行われ、日本刀や農工具の材料に使用されていた。

日本における近代高炉法は1857年に大島高任が大橋（現在の釜石市）付近に洋式木炭高炉を建設したのが始まりである。以降、1901年には官営八幡製鉄所が東洋最大かつ初の鉄鋼一貫工場としてスタートした。以降、昭和初期にかけて各社で高炉の建設が実施されてきた。2024年8月現在で国内での高炉の稼働基数は20基であり、当初に比べ高炉内容積も大型に変化してきている。

高炉での還元反応（酸化鉄から酸素をとる反応）を促進するために高炉に装入する前の鉄鉱石を焼結工場、ペレット工場で予備処理を行う。焼結工場では平均粒径2～3mmの鉄鉱石を粉コークスと粉石灰石を混合し、焼結機上で焼き固め焼結鉄を製造する。粉石灰石を添加し、塩基度を高めることで高炉内での還元反応が促進され、高炉での還元材比が飛躍的に改善している。ペレット工場では平均粒径1mm以下の微粉鉄鉱石と微粉石灰石に適切な水分とバインダーを添加し、パンペレタイザーなどの造粒設備で平均粒径10～20mm程度

の球形のペレット状に造粒する。造粒されたペレットはグレート、キルン設備で焼き固められ、高炉までの搬送に耐えうる強度を発現させる。ペレットも焼結と同様に粉石灰石を混合し、塩基度（ $\text{CaO}(\%) / \text{SiO}_2(\%)$ ）を高めることで高炉内での還元反応が促進される。

高炉操業は高炉の最頂部から焼結、ペレット、鉄鉱石とコークスを交互に装入し、その層になった状態をなるべく崩さないように炉内をゆっくり降下させていく。高炉の下部からは熱風炉から送られた熱風と補助還元材である微粉炭を吹き込む。吹き込んだ熱風中の酸素とコークス、微粉炭中の炭素などが反応し、一酸化炭素などの還元ガスが生成される。生成した還元ガスは高炉炉内を上昇する時に炉内を降下してくる鉄鉱石を昇温させながら鉄鉱石を還元する。溶けた鉄は高炉の最下部である炉底に滞留し、炉底に設けられた出鉄口から排出され、トビードカーと呼ばれる搬送容器で次工程の製鋼工程に送られる。

出鉄と同時に鉄鉱石の不純物である酸化ケイ素や酸化アルミニウム（スラグ）も溶解された形で出鉄口から排出される。スラグは副産物としてセメント材料や路盤材として活用される他、新規用途として港湾土木、地盤改良材として活用されている。

近年、地球温暖化の一因である温室効果ガスの削減は世界規模の重要課題となっており、日本政府も温室効果ガス削減目標を設定している（目標設定：2030年13年比46%削減、2050年カーボンニュートラル）。温室効果ガスでCO₂が占める割合は91.4%、CO₂排出量を部門別に見ると、工場等



図 1 (株)神戸製鋼所 加古川製鉄所 第2高炉

の産業部門が35%であり、そのうち鉄鋼業は産業部門の40%（日本全体の14%）を占めている。高炉ではコークス、微粉炭を還元材として消費するため、多量のCO₂を排出する。高炉から排出されるCO₂排出量は製鉄所全体の約80%を占めており、高炉からのCO₂排出量を削減することが喫緊の課題である。高炉でのCO₂排出量削減に向けてSuper COURSE50、カーボンリサイクル高炉、還元鉄（HBI）多配合操業などCO₂排出量削減に向けた様々な取り組みが進められており、この技術動向を注視する必要がある。

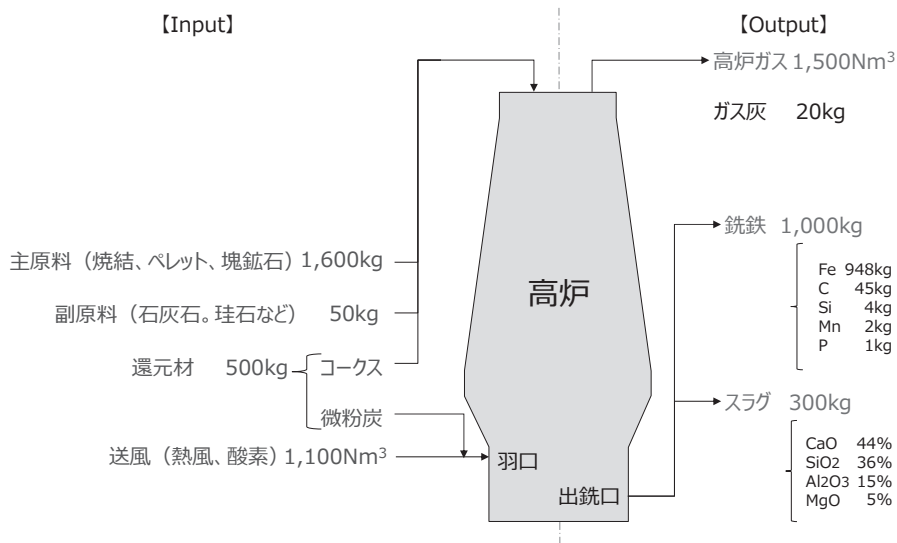


図 2 高炉の物質バランス（銑鉄1トン当たり）※数値は概略

2) 溶銑の脱硫（脱S）

(株) 神 戸 製 鋼 所 やま もと ゆう き
加古川製鉄所 製鋼部 山 本 裕 基

高炉から出銑される溶銑には0.05～0.20%の硫黄Sが含まれている。溶銑の脱硫反応は以下の式1であらわされる。



本反応は、溶銑中のSにとって還元反応であり、溶銑が高温かつ低酸素雰囲気（高C、高Si濃度）ほど効率的に進行する。このため、転炉等の酸化精錬の前に脱硫処理を実施することが有効である。

鋼中のSは脆さの原因となることから、1960年代に造船用の厚板材や石油開発に伴うラインパイプ材等で低S化のニーズが拡大した。1970年代には、加工性や表面性状の問題から普通鋼に対しても低硫化する要求が強まり、大量脱硫処理技術の開発が進んだ。

脱硫プロセスとしては、1950年代後半に揺動取鍋法、1965年に機械式攪拌法（KR法）が富士製鉄（現・日本製鉄）広畑で開発された。その後、ソーダ灰やカルシウムカーバイド（ CaC_2 ）を使用した鍋での N_2 バブリング法、1971年には、混銑車でインジェクション脱硫法が新日本製鉄（現・日本製鉄）名古屋・堺で実用化された。こうした技術の進歩により処理後のS濃度は0.002%程度まで低減できるようになった。

2000年以降は、環境規制の厳格化や脱硫剤のコスト上昇の対応として、脱硫効率向上に用いられて

いた蛍石（ CaF_2 ）やカルシウムカーバイド（ CaC_2 ）等の補助剤を用いずに生石灰主体の脱S処理を行うことが重要となり、KR法の精錬効率の高さが見直され、多くの製鉄所で新規導入または増強が実施された。KR法の最近の改善事例として、処理後スラグに脱S能力が残っていることを利用した、脱Sスラグの脱S処理リサイクルや脱S材の更なる効率化を試行した投射法などの開発が進んでいる。

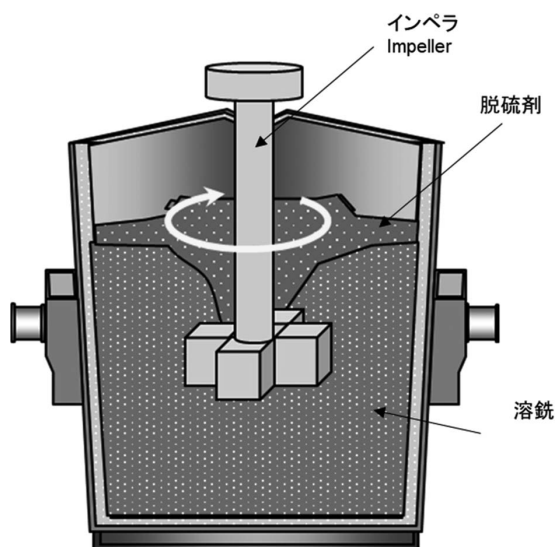


図 1 KR脱硫設備の模式図
(株)神戸製鋼所 加古川製鉄所パンフレットからの抜粋

3) 直接還元製鉄法

(株)神戸製鋼所 エンジニアリング事業部門 新鉄源センター技術室 担当部長 三村 毅

◇ 直接還元製鉄法とは

直接還元製鉄法は、粉鉱石や塊成鉱を比較的低温で固体のまま還元し還元鉄を製造する方法である。2023年の還元鉄生産量は1.36億トン¹⁾で、鉄鋼生産の鉄源の約6%を占めている。

天然ガスまたは石炭が還元剤として用いられ、天然ガスを使用するものにシャフト炉と流動層、石炭を用いるものにロータリーキルンと回転炉床炉がある。還元鉄生産の内、シャフト炉法が約70%、ロータリーキルン法が約30%を占め、さらにシャフト炉法の内、79%がMIDREX[®]法、17%がHYL/Energiron法である¹⁾。

還元鉄は、中東などのスクラップ発生量の少ない地域では電気炉の主原料として使用されている。また、米国などのスクラップを主に使用する電気

炉において、スクラップ中に含まれる銅などの不純物元素の希釈材として使用されている。

◇ プロセスの概要

直接還元製鉄法の代表例として、MIDREX法のフローおよびプラントの外観写真をそれぞれ図1、図2に示す。主要な構成要素は二つあり、鉄鉱石原料（ペレット、塊鉱石）を還元して還元鉄にするシャフト炉と、シャフト炉での還元に必要な還元ガスを製造するリフォーマー（改質炉）である。

このプロセスの特徴^{2)、3)}は、炉頂ガス中CO₂を利用して天然ガスを改質炉で水素（H₂）と一酸化炭素（CO）に改質し、還元ガス（H₂：約55%、CO：約36%）を製造することである。この還元ガスをシャフト炉で使用することにより、H₂による吸熱還元反応とCOによる発熱還元反応が共存して

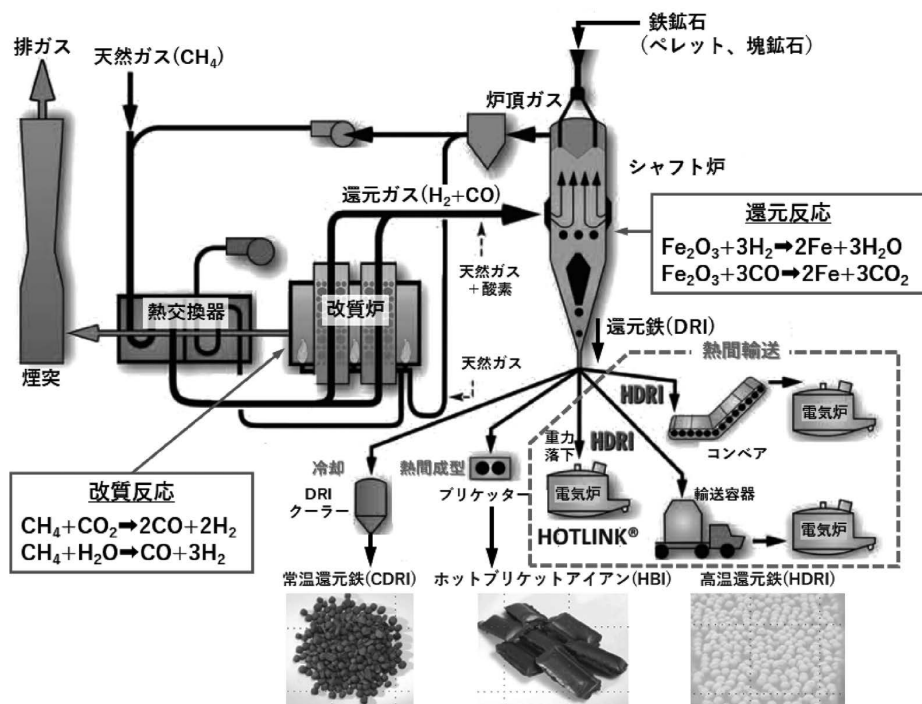


図 1 直接還元製鉄法のプロセスフロー（MIDREXプロセス）



図 2 アルジェリア・オランのトシアリ社の製鉄所に建設された年産250万トンの最新MIDREXプラント

熱的なバランスがとれ、シャフト炉内を安定した高温に維持することが可能となり、安定した操業と高品質な還元鉄（DRI）の製造が可能となっている。また、炉内圧を比較的低压にしていることも安定操業に繋がっている。1969年に年産15万トンの初号機から始まり、これまで全世界で90基以上建設され、現在最大で年産250万トンのプラントが稼働している。

シャフト炉で製造された還元鉄には、酸素が除去されたことによって生じた気孔が多数存在し、空気などに触れると再酸化するという性質がある。そこで、シャフト炉を出て直ぐの高温の還元鉄を圧縮成型してブリケット化し、空隙率を減少させたのがホットブリケットアイアン（HBI）である。HBIは耐再酸化特性に優れ、長期貯蔵や海上輸送に伴う問題を解決するとともに、ハンドリング中の粉発生による歩留り低下を防いでいる。

一方、直接還元プラントで製造された還元鉄を隣接する電気炉工場で使用する場合、還元後の600℃以上の還元鉄を高温のまま電気炉で使用することで、溶解エネルギーの多くを減らすことがで

きる。このような高温の還元鉄を搬送して電気炉へ装入する技術が開発され、電気炉の生産性向上とCO₂排出削減に貢献している。

◇ 直接還元製鉄法によるカーボンニュートラルへの道筋

鉄鋼業は温室効果ガスを最も多く排出する産業の一つであり、排出量全体のおよそ7～9%を占める²⁾。鉄鋼生産の7割を占める高炉－転炉法では、コークスおよび石炭を熱源および還元剤として使用するため、約2.2t/t-steelのCO₂を排出する⁴⁾。このCO₂排出削減に向けて、高炉－転炉から電気炉に置き換える動きが広がりつつある。しかし、電気炉の主な原料であるスクラップの発生は今後増加するものの限定的であり、スクラップを補完する鉄鉱石由来の電気炉原料が必要となっている。

直接還元製鉄法では天然ガスを還元剤としてことからCO₂排出量が少なく、直接還元－電気炉法は高炉－転炉法と比べてCO₂排出量が20～40%少ない⁴⁾。さらに、CO₂フリー電力による水素製造が可能になれば、天然ガスを部分的に水素で置換していき、最終的には水素100%への置換が可能である。また、二酸化炭素回収・貯留技術（CCS）との組み合わせによって、CO₂を回収・貯留することも容易に可能である^{2)、3)}。水素利用の事例として、当初天然ガスを利用し、その後水素への転換を行う方式（MIDREX FlexTMプロセス）の年産250万トンプラントが2026年末稼働に向けてドイツで計画が進められ、またCO₂フリー電力の豊富なスウェーデンでは、当初より水素100%利用（MIDREX H2TMプロセス）の年産210万トンプラントの建設計画が2025年稼働に向けて進められている。

還元鉄は電気炉など製鋼で使用されることが多いが、還元鉄をHBIの形態で高炉で使用することにより、還元剤比（高炉で使用する炭素使用量）を低減し、高炉からのCO₂排出量を下げることができる⁵⁾。

このように、直接還元製鉄法を軸にすることで、足元の短中期的なCO₂排出低減だけでなく、長期的な観点で将来のカーボンフリー製鉄への道筋を描くことができ、鉄鋼業におけるカーボンニュートラル実現の鍵として大きな期待が寄せられている。

参 考 文 献

- 1) Midrex Technologies, Inc.: “2023 WORLD DIRECT REDUCTION STATISTICS”, <https://www.midrex.com/wp-content/uploads/MidrexSTATSBook2023.pdf> (2024 年 9 月13日)
- 2) ビンセント・シェヴリエ、ローレン・ロレーン、道下晴康：R&D神戸製鋼技報、70 (2020) 1、81
- 3) 道下晴康、杉立宏志、三村毅：ふえらむ、27 (2022) 8、542
- 4) International Energy Agency: Iron and Steel Technology Roadmap Towards more sustainable steelmaking, October 2020
- 5) 神戸製鋼所：「KOBELCO グループの製鉄工程におけるCO₂ 低減ソリューション 第2弾」、https://www.kobelco.co.jp/releases/1214019_15541.html (2024年 9 月13日)



2. 転炉

日本製鉄㈱ 棒線技術部 あお の みち まさ
棒線商品技術室 青 野 通 匡

◇ 転炉法の歴史

1) まえがき

転炉とは銑鉄から鋼鉄への転換炉という名から付けられた名前である（英語名：converter）。官営八幡製鉄所が操業を開始した1901年に、八幡製鉄所の今泉嘉一郎氏によって名付けられた¹⁾。その第一の目的は炭素量約4.5%の溶けた銑鉄（以下、溶銑）から一般的な鋼の定義である炭素量2.0%以下まで脱炭素させることにある。洋ナシ型の容器に高炉から運ばれてきた溶銑と鉄スクラップを装入し、そこに高压の酸素を吹き込むことで不要な炭素等を酸化反応させて取り除く。

2) Bessemer転炉の開発とThomas転炉への変遷

最初期の転炉であるBessemer転炉（1856年）は酸性耐火物を内張りに使った空気底吹き転炉であった。しかしながら、実際にヨーロッパの高燐（P）銑から良質な鋼を大規模に量産できる様になったのは、塩基性耐火物を使用したThomas転炉（1878年）が開発されてからである。なお、Bessemer転炉の生産効率は平炉法に比べて高かったものの、鋼塊基準歩留りが8%程低く、原価も3.4%以上も高い¹⁾という課題も抱えていた。

3) Thomas転炉からLD転炉への変遷と発展

Thomas転炉までは空気吹きによる精錬を行っていたが、熱源の不足や低N化のニーズから、純酸素上吹法（LD転炉／1952年）が開発されることとなり、このLD転炉を基礎に、課題であった上吹き法の攪拌力を補うため、底吹きに特化したQ-BOP、上底吹きとしたK-BOP等といった様々な転炉プロセスが開発されていった。

溶銑攪拌が底吹きで促進されることはThomas転炉、あるいは二次精錬で経験されてはいたものの、上吹きのためのLD転炉の操業特性が底吹きで著しく改善することは新鮮な驚きであり、これを契機に図1に示す種々の上底吹き法が実用化された¹⁾。また、通常の鋼だけでなく、クロム鉱石の溶融還元によるステンレス鋼の溶製、鉄鉱石の溶融還元、スクラップの新溶解設備といった新技術開発も進められた²⁾。

装置、資材面では底吹き／上底吹き吹錬機能の他にも炉体と支持・傾動装置の大型化、高速吹錬のための多孔ランスチップ、测温・サンプリング（サブランス）装置、非燃焼型排ガス回収設備（OG設備）の開発・実用化、酸素流量やメインランス高さの動的制御とサブランスやOG情報を組み合わせ

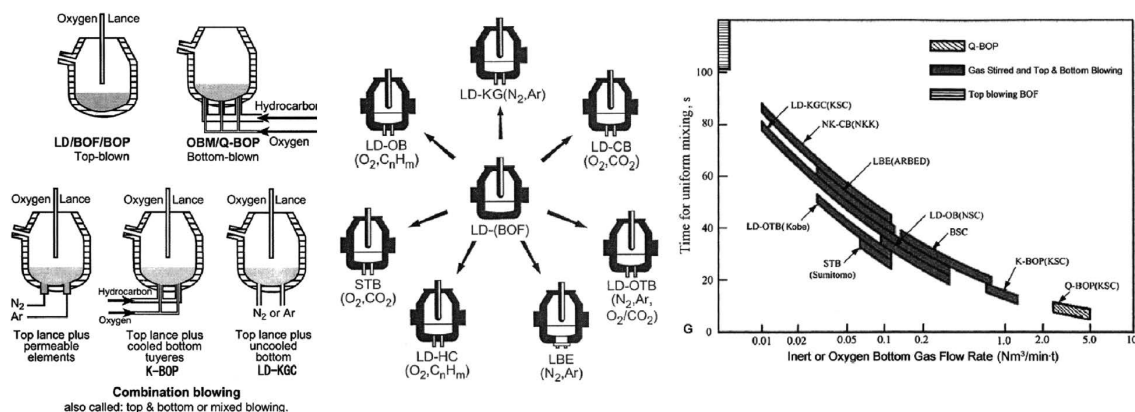


図 1

せた終点制御法の発達、吹錬における自動制御の導入などにより、更なる高能率化が進展していった。

4) 更なる高効率操業の追求

LD転炉の導入当初は脱Cおよび脱P反応を同一炉で実施してきたものの、低P鋼のニーズの高まりや脱Pに必要な石灰の削減を図るために、1980年代に溶銑予備処理（脱P）法が急速に開発・普及した。酸化反応である脱P反応を効率的に進めるためには処理温度は低温である方がよく、脱Si、脱P処理と、高温処理が必要な脱C処理を切りわけ、それぞれに適した処理を行うことで極低P鋼の溶製と石灰の削減を両立した（LD-ORP法、SRP法、LD-NRP法など）³⁾。

一方で脱Si／脱P用と脱C用に2基の転炉が必要であるデメリットがあることから、1基の転炉で脱Si／脱Pまで実施した時点で処理を中断、炉内のスラグを排出（中間排滓）したのちに続けて脱C処理を行う方法（同一炉中間排滓法、MURC法な

ど）も開発された。
溶銑予備処理法が開発された当初は、高炉法各社において、混銑車や溶銑鍋といった溶銑搬送容器を用いた脱Si、脱P処理法も開発されていたが、処理時間の短さ、反応効率の高さから転炉型予備処理への変更が進んでいる³⁾。

◇ 転炉内の化学反応

1) 主要反応

図2に高炉出銑から溶銑予備処理をへて転炉、二次精錬に至る際のプロセスの流れ、表1に代表的な成分推移を示す。プロセス個別の特徴について以下に示す³⁾。

溶銑中の不純物のうち、炭素（C）、珪素（Si）、燐（P）は鉄（Fe）よりも燃えやすく、その酸化物は鉄よりも軽いことから容器内で純酸素を吹き付け、下記の反応式で示される酸化反応式で除去される。これらの反応は全て発熱反応であることから、前述の通り低温であるほど反応が進行し易い。

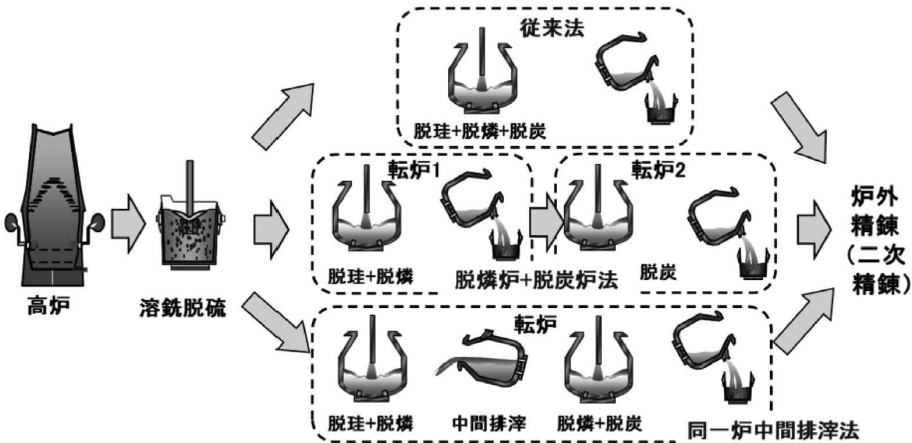


図 2 溶銑予備処理／転炉プロセスフロー

表 1 溶銑成分の代表的推移

プロセス	高炉	脱硫	脱珪・脱燐	脱炭
元素	還元反応		酸化反応	
C	4.4－4.6%	←	2.8－3.2%	0.04－0.8%（調整）
Si	0.3－0.6%	←	0	0
P	0.10－0.18%	←	0.015－0.050%	0.005－0.030%
S	0.02－0.05%	0.001－0.002%	0.002%	0.002%
Mn	0.1－0.2%	←	0.1%	0.1%

脱炭 (C) 反応 $[\text{炭素}] + 1/2 \text{O}_2 = \text{CO}$
 脱珪 (Si) 反応 $[\text{Si}] + \text{O}_2 = (\text{SiO}_2)$
 脱磷 (P) 反応 $2 [\text{P}] + 5/2 \text{O}_2 + 3\text{CaO}$
 $= (3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5)$

2) 高純度鋼への対応

自動車を始めとした各種部品、部材の軽量化のため、高強度化と信頼性の向上が強く求められるようになってくると、溶鋼の清浄度向上に向けた技術開発も進んでいった。非金属介在物の生成を抑制するためには転炉工程において溶鋼とスラグ中の酸素濃度を低減することが重要であるものの、酸化反応である脱Pを阻害することなくこれを行うのは容易ではない。前述の上底吹き転炉法、溶銑予備処理、ダイナミックコントロール技術などの技術を確立し、吹錬制御性を大幅に向上させた⁴⁾。

処理後の溶鋼は転炉から取鍋に出鋼され、LFやRHなどの二次精錬をへて casting される。転炉精錬時のスラグは過酸化状態となっており、二次精錬以降の処理、鋳片品質に悪影響を及ぼすおそれがあるため、品質厳格鋼においては、転炉スラグを次工程に持ち越さない技術も導入されている。溶鋼とスラグの導電率の違いを用いた誘導コイル式スラグセンサ、輻射率の違いを用いた赤外カメラ式スラグセンサと、転炉の炉体側部の出鋼口に設置された圧空式スラグストッパーを組み合わせることでスラグ流出を抑制する技術などが開発、導入されている³⁾。

◇ 省エネ、環境調和への取り組み

1) 省エネの取り組み

転炉の大型化が進む中で排ガス処理設備の小型化やガス利用の自由度向上のため、排ガスの未燃焼回収装置が旧八幡製鉄株式会社にて開発（1962年）された⁵⁾。この装置はOG (Oxygen Converter Gas Recovery System) と呼ばれ、1968年頃にはほぼ完成された技術となった。概略図を図3に示す。OG装置は旧西ドイツ、オーストリア、イギリス、アメリカといった海外にも技術輸出され、特に第一次石油ショック後に省エネルギーに対する関心が高まってからは普及が進み、1970年代半ばには世界の転炉の約6割で採用された⁶⁾。

その後も改良は進み、OGフード老朽更新のタイミングを捉えるなどして顕熱回収化改造を行ってきており、80kg/t超レベルの蒸気回収を実施している。転炉からの副生ガス回収については、転炉ガス分析時間の短縮による回収タイミングの早期化など操業努力を行い、回収増加を図っている⁷⁾。

また、大型の電動機を使用する集塵機においては、常時運転していても操業に応じて必要風量に変化するため、可変電圧可変周波数 (VVVF) 制御導入により集塵風量を制御し、省電力化が推進されている⁷⁾。

2) 環境調和の取り組み

環境調和の観点からは必要資源および発生物の削減も重要である。前述の溶銑予備処理工程に分

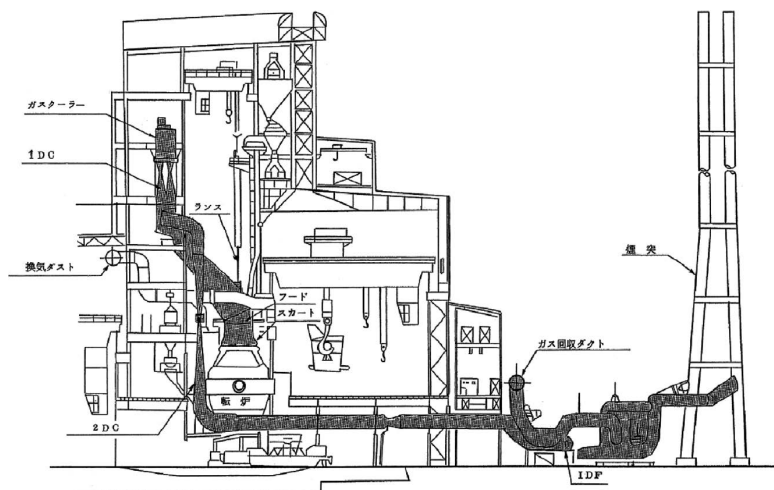


図 3 転炉工場における一般的なOG装置の例（色が塗られている部分がOG装置）⁶⁾

離することにより各反応効率を高めると共に、発生するスラグを分別回収、リサイクルする事により更なるコスト削減、スラグ系外排出量削減に取り組んでいる⁸⁾。

これまで転炉の脱C工程で発生する脱Cスラグは、比較的高塩基度であるが高温の転炉吹止条件におけるスラグであり磷酸濃度が低い。これを低温の溶銑脱P工程において再利用することにより脱P工程におけるCaO使用量を削減することが可能でありコスト削減に寄与する。このため脱Cスラグを分別回収し脱P工程にリサイクル使用している。MURC法⁹⁾においては、脱Cスラグを炉内固化し次チャージのMURC法の脱P工程においてそのまま使用するスラグホットリサイクルが可能であり、日本製鉄株式会社の各所で実行している。脱Cスラグリサイクルは、溶銑脱P処理の実施による脱P・脱C工程分離が前提になる。このように溶銑脱P処理比率の拡大とこれに伴う脱Cスラグリサイクル、溶銑の調整脱Siによりスラグの系外排出量を削減している。

むすび

国内外での競争が激化し、人口減少によって国内需要の縮小が心配される中、鉄鋼各社も生き残

りをかけて合理化に取り組み、転炉の稼働基数も大幅に減った。今後はカーボンニュートラルへの取り組みが加速していく中、電気炉へと転換する事業所も増えるだろう。一方で、発明されて170年近く経過した転炉法は未だその優位性を発揮し続けている稀有なプロセスである。環境との一層の調和を目指し、過去から幾多の課題を解決し続けてきた本プロセスの今後の可能性に期待したい。

参考文献

- 1) 江見俊彦：製鋼技術の100年、鉄と鋼、31、Vol. 100 (2014)
- 2) 岸本康夫ら：我が国における複合転炉の開発、発展の歴史と今後の展望、鉄と鋼、445、Vol. 100 (2014)
- 3) 川畑 涼：Ⅱ．特殊鋼の製造方法 1．製鋼（1）高炉・転炉、特殊鋼、70巻4号、6
- 4) 藤村俊生ら：高品質線棒素材の精錬・ casting 技術の進歩、川崎製鉄技報、28 (1996)、39
- 5) 湯川正夫ら：LD転炉の未燃焼ガス回収技術の開発とその効果、鉄と鋼、12、Vol. 49 (1963)、79
- 6) 中村 豪：戦後日本における技術導入と普及：鉄鋼業におけるBOFの受容、東京経大会誌、第253号、177
- 7) 曾根英彰ら：製鋼技術の進展と今後の展望、日本製鉄技報、第414号 (2019)、3
- 8) 熊倉政宜：精錬技術の進展と今後の展望、新日鉄技報、第394号 (2012)、4
- 9) 小川雄司ら：脱りん脱炭連続処理プロセスの開発、まてりあ、53巻、第3号 (2014)、107

3. 電気炉

大同特殊鋼(株) 機械事業部 はや かわ よし まさ
鉄鋼設備部 鉄鋼設計室 早 川 義 昌

まえがき

大同特殊鋼（以下、当社という）の主な溶解プロセスである電気炉製鋼法は高炉・転炉による一貫製鉄法よりも温室効果ガス排出量が少ない特長があることから、近年、高炉各社からも注目を集めている。また、一貫製鉄法は限りある天然資源である鉄鉱石を採掘し、鋼を製造する。一方、電気炉製鋼法は廃棄物である鉄スクラップを再利用することからサーキュラーエコノミー（循環型経済）

に寄与する意味でも持続可能な開発目標（SDGs）に貢献する技術である。図1に交流電気炉の機器構成を示す。主要構成要素として、炉殻、炉床耐火物、電極支腕、電極支柱、黒鉛電極（3本）、二次導体等が挙げられる。そして、電極支柱、電極支腕、黒鉛電極はスクラップが効率よく溶解するように、電極先端とスクラップ間の距離を一定に保つよう制御される。

当社は令和5年度補正予算 省エネルギー投資促進・需要構造転換支援事業費補助金「(I) 工場・事業場型」先進設備・システムに11製品が登録された。本稿では、その中から電気炉に関わる2つの技術（MSP[®]/SSP[®]、STARQ[®]）を中心に温室効果ガス削減、及び高い生産性に寄与する最新電気炉技術を紹介、解説する。

◇ 大同が提供する最新電気炉CO₂削減技術

1. スクラップ予熱設備

電気炉は原料スクラップを溶解する過程で高温度の排ガスを発生させるため、排ガス熱の有効活用が模索されてきた。図2に電気炉の熱収支例を示す¹⁾。

図中の数値は溶鋼1トンあたりの熱量を示し、

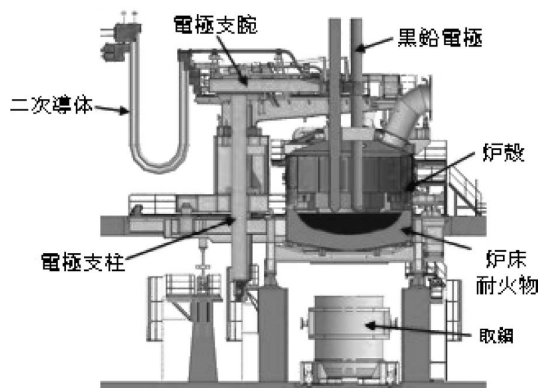


図 1 交流電気炉の機器構成図

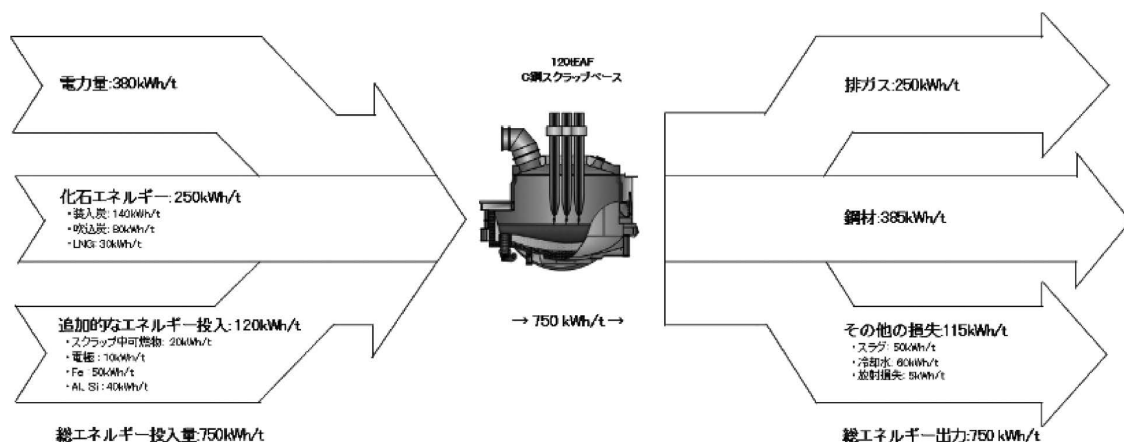


図 2 電気炉の熱収支例¹⁾

単位はkWh/tである。電気炉の熱収支は様々な報告がある。一般的に1600℃の溶鋼含熱量は鉄鋼の物性値として385kWh/tであることが分かっている。この熱量を得るために電気炉へおおよそ倍の750kWh/tのエネルギーが投入されている。電気炉の主要熱源は「アーク」つまり電力であるが、酸化精錬に伴う金属酸化熱や炭素の酸化熱、及び助燃バーナの燃料燃焼熱などもある。電力以外のエネルギーが全入熱量の5割に達する例も報告されている。よって、単純に電力原単位のみで電気炉の熱効率は評価できない。各種エネルギーの選択は使用する原料や電力事情などの条件を総合的に判断して決定されており、また、エネルギー単価などの条件が変化すれば、選択するエネルギーも変更されるのが通常である。

図2の電気炉熱収支例の出熱側に着目すると排ガス損失熱が全体の33%以上を占めており、スクラップ予熱技術は排ガス損失熱を回収して有効利用する技術といえる。当社の経験から、入熱にどのエネルギーを選択したかによって出熱の傾向に影響が及ぶ。例えば、炭素の酸化熱や燃料燃焼熱を入熱に多く利用すると排ガスの発生量が増えるため、出熱に占める排ガス損失熱の割合が大きくなる¹⁾。

当初、スクラップ予熱はスクラップバケットを予熱容器としていた。このバケット式スクラップ予熱は高温度の排ガスにスクラップバケットを直接接触させるとバケットが損傷したり、予熱スクラップ中の油がガス化して搬送時に白煙を発生させたりと諸問題が顕在化した。1990年代に入るとバケット式スクラップ予熱に変わるものとして、コーンスチールタイプの連続装入炉やツインシェール炉などの新しい形の予熱機構を備えた炉が導入されるようになった。更に90年代後半からは、よ

り高温の予熱が可能な炉頂型スクラップ予熱装置を装備した炉が提案され、稼働し始めた。予熱容器が塔＝シャフトのような形状であるため、世界的にシャフト炉と呼称されている。

現在世界で稼働している主なスクラップ予熱装置を予熱温度で分類するとシャフト炉に代表される高温予熱装置とダクトなどで予熱容器まで排ガスを導く従来温度の予熱装置に分別される。また、原料スクラップの電気炉への装入形態で分類すると連続装入式とバッチ装入式に分別される。表1に各種スクラップ予熱装置の特徴を比較する²⁾。

当社のスクラップ予熱設備のコンセプトは、従来のバッチ式電気炉の持つ溶解期の高い溶解効率を維持し、且つ、新たな原料制約が無いことである。原料となるスクラップは製鋼コストのおおよそ半分を占める。今後、ますます激しくなる国際的なスクラップ争奪戦の影響でスクラップコストは更に高くなることが予想される。その中でグレードの選別や寸法制限を行うことは大幅なコスト増大につながるため、最小限に抑制しなければならない。

次に当社がこれまでに開発・導入した（バッチ装入機能を持つ）移動式炉頂スクラップ予熱設備（MSP®（Multi stage Super Preheater）/SSP®（Single stage Super Preheater））について述べる。

1.1 （バッチ装入機能を持つ）移動式炉頂スクラップ予熱設備（MSP®/SSP®）

MSP®/SSP®は炉頂にあるスクラップ予熱槽が移動式でスクラップを電気炉にバッチ装入できる機能を有するもので、これまでに国内外3基納入した実績がある。

その特長は第一にスクラップを高温かつ高効率に予熱すること、第二にCOを異常燃焼させず安全性が高いこと、第三に予熱するスクラップ原料の

表 1 各種スクラップ予熱装置の特徴比較²⁾

		予熱温度	
		高温	従来温度
装入形態	連続	①高い予熱効果 ②低フリッカ	①従来並の予熱効果 ②低フリッカ
	バッチ	①高い予熱効率 ②高い溶解効率	①従来並の予熱効果 ②高い溶解効率 ③原料制限無し

制約が少ないこと、第四に電気炉の熱源がある中央へスクラップを装入できるため、高い溶解効率で炉体熱損失が少ないことである。図3にその概念図を示す。

これらの特長を実現するためにMSP®/SSP®は以下の能力を有している。

- ①高温になる炉頂部でも安定してスクラップを保持できるフィンガ（現在のSMS-DEMAG社（独）に合併されたKORF社（独）が開発したEOFに適用されていたものを技術導入）は製鋼用電気炉用として当社が最初に開発した。
このフィンガを用いることで電気炉の炉頂に予熱室を配置し、高温の排ガスでスクラップを直接予熱することが可能になった。
- ②電気炉と予熱室との間に溶解期に発生する大量の一酸化炭素を燃焼するために必要な空気を導入するとともに十分な燃焼空間を確保した。このスペースはいわゆる燃焼塔の役割を果たす。この顕熱を最大にした排ガスでスクラップが予熱でき、後段でCOが異常燃焼しないようにした。
- ③予熱室にバイパスダクトを設け、予熱室を通る排ガス量を制御できるようにした。

④予熱後の排ガスは省エネタイプの脱臭塔を設置することで安価に臭気対策できるようにした。当社の脱臭塔はバーナ火炎を直接排ガスと効率良く接触させるもので通常の燃焼脱臭よりも燃費が格段に良い。

⑤スクラップを電気炉内に装入する際、予熱設備を移動させ、炉の熱源がある中心に装入する。こうすることで炉壁近くの溶け残りも無くなり、高い着熱効率と炉体熱損失の低減を実現した。

⑥移動機能で電気炉の炉頂から待機させることもでき、その位置で予熱設備のメンテナンスや万が一の水漏れや溶着に安全に対処できる。

他社のスクラップ予熱技術でスクラップ連続装入式の予熱設備がある。連続装入式（スクラップを少量ずつ装入し、溶鋼だまりの中に落とし込むタイプ）は常時フラットバス（＝従来電気炉のスクラップ溶解後と同じ湯溜まりがある状態）となり、アーク放電が安定してフリッカが低く抑えられるメリットがある。一方、スクラップの着熱率は低く、投入下の炉壁スクラップが溶け残ったり、搬送装置にスクラップが溶着したりする。また、炉内壁が常時アーク熱に晒されるため、炉内

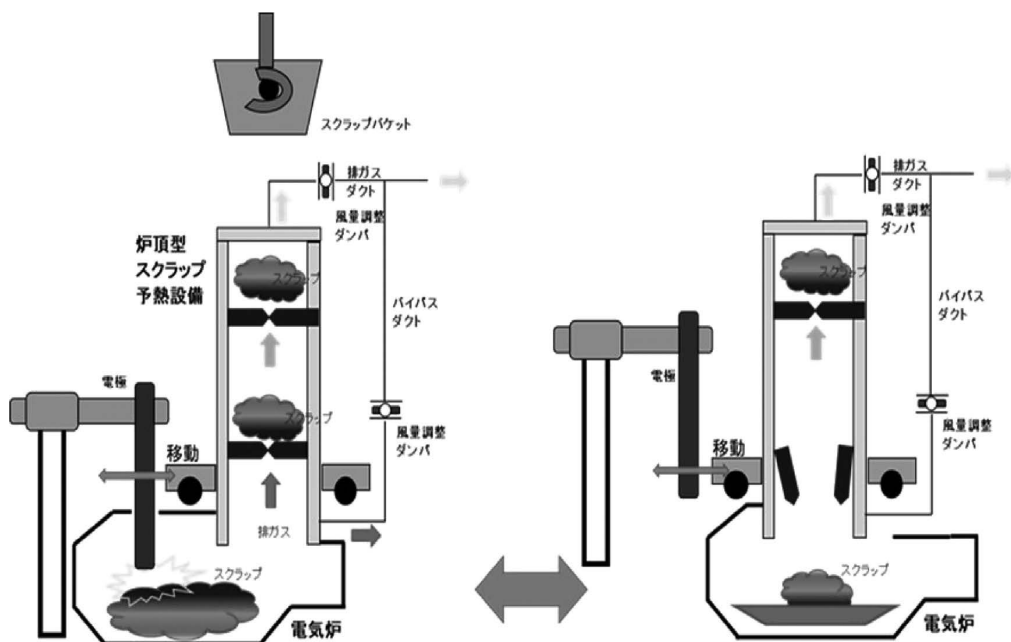


図 3 移動式炉頂スクラップ予熱設備（MSP®/SSP®）概念図

耐火物の損傷が増え、水冷物の抜熱量も増大し、炉体熱損失も大きい。それを少しでも避けるために従来の電気炉昇温期のような酸素とカーボンを用いたスラグフォーミング操業を常に行わなければならない。このことは電気炉もしくはスクラップに対して酸素やカーボンによる投入エネルギーを増加させることになり、トータルでエネルギーを減らすことができない。つまり、電気エネルギーを節減する一方で、カーボン源燃焼等を含む総エネルギー原単位は低減せず、むしろ増加傾向にあるという報告もある³⁾。

これに対して、MSP[®]/SSP[®]は炉内に装入するときに予熱設備を移動させ、電気炉の熱源がある中心にスクラップを装入する。こうすることで溶解期にアークをスクラップで包み込みながら溶解させるプロセスが成立し、溶解効率の向上と炉体熱損失を低減させることができるのである。

予熱効果は筆者らの経験から理想的な熱交換時間と伝熱面積が確保されれば、スクラップの酸化を抑制しつつ、排ガス顕熱の1/3程度の70～80kWh/tになる。これは排ガスを歩留まり等も考慮し制御した試算であり、カーボン他の代替エネルギーはそのままに総エネルギー原単位を低減する。

2. 炉体巡回式電気炉 (STARQ[®])

炉体巡回式電気炉 (STARQ[®]) は自社開発した設備で2013年、当社知多工場で生産を開始した世界初の技術を有した電気炉である。製鋼用交流電気炉を対象とし、電気炉の炉体を巡回することで炉内スクラップの溶解性を均一にして、エネルギーロスを低減、熱効率の向上を図り電力量原単位削減など省エネを実現し、高い生産性に寄与する。

本技術のセールスポイントは小設置スペースにおける大幅な生産性向上であろう。一般的に従来交流電気炉の更新と合わせ生産性を高めようとした場合、スクラップ予熱、排熱回収など追加設備設置のため広大なスペースが必要で既存の建屋まで更新しなければならないことが多い。しかし、炉体巡回式電気炉は図4⁴⁾に示すように従来電気炉の炉体とプラットホームの間に炉体巡回機構を追加するだけで改造更新できる。プラットホームの形状が巡回装置用に設計される程度の違いはあるが、基本構造は従来の交流式電気炉と同様である。

交流式電気炉は電極が三角形に配置されている

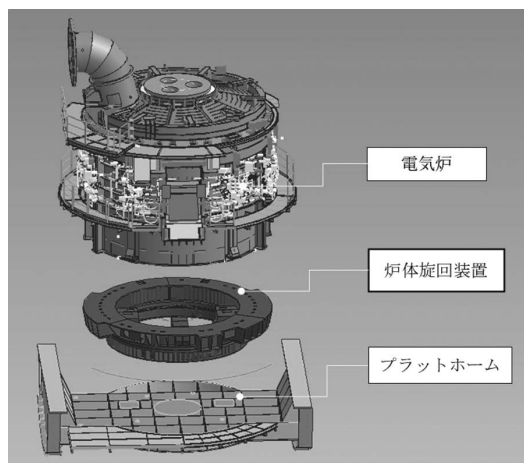


図 4 炉体巡回式電気炉設備構成イメージ図⁴⁾

のに対して、炉殻が円筒形状である。そのため、電極と炉殻までの距離が一定でない。このことから従来はスクラップが溶けやすい場所（ホットスポットと呼ぶ）、溶けにくい場所（コールドスポットと呼ぶ）が発生していた。これは交流式電気炉が開発された時からの課題である。電気炉の大型化や高電力操業が主流になるにつれ、その課題はより顕著になってきていた。

これまでのコールドスポットにある溶けにくいスクラップは主に補助的にバーナを使って溶解していた。しかし、次のような課題があった。

- ・ 火炎の跳ね返りなどにより、炉壁水冷パネルの破損や炉内耐火物の異常溶損の懸念が高い。
- ・ LNGや灯油など燃料代は夜間電気代と比べて高価となり、製造コストが増加する。
- ・ バーナの燃焼熱はアークに比べて温度が低く着熱効率が悪い。そのため、総使用エネルギー量は悪化する。

それに対し炉体巡回式電気炉は電気炉の炉体自体を巡回させて、炉内の温度の高い場所と低い場所を入れ替えることで、不均一溶解を解消する。そのため、炉体巡回式電気炉は先に述べた従来のバーナ追加方式と比べ、溶解エネルギーロスを減らし、効率良く溶解できる。

図5に従来交流電気炉と炉体巡回式電気炉のアーク放電による溶解性を比較する。

炉体巡回を用いた操業の流れを解説する。従来のバッチ式電気炉は通常2回ないしは3回に分け

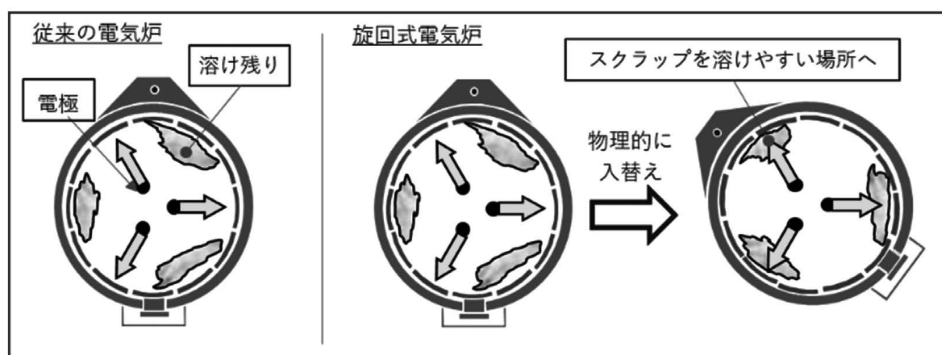


図 5 従来交流電気炉と炉体旋回式電気炉のアーカ放電による溶解性

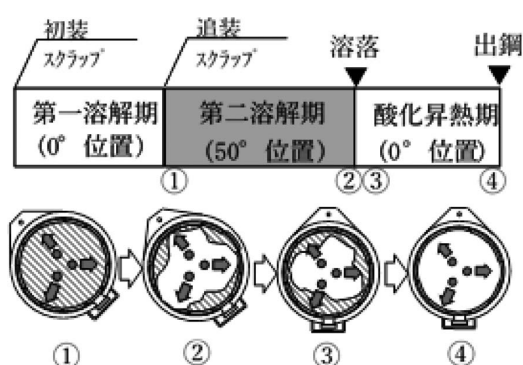


図 6 炉体旋回式電気炉の操作パターン例⁴⁾

て炉内にスクラップを装入する。炉体旋回はこの生産に寄与していないスクラップ装入の通電停止時に行う。図6に操業時の旋回タイミングの一例を示す。追加でスクラップを装入する際に炉体を旋回させ（図中①の状態）、その後、溶解が進みホット／コールドスポットが発生してきたら（図中②の状態）先ほどとは逆方向に炉体旋回し、均一な溶解を進めるといふ流れとなる（図中③④の状態）⁴⁾。

当社知多工場の実操業において、炉体旋回させずに操業した場合と、炉体旋回をした場合を比較し、次の結果を確認した。旋回による均一溶解の効果で冷却水や放散による持ち去り熱が減少し、炉壁抜熱ロス率は平均で7.8%減少した。それに伴い通電時間は約5%の短縮、また電力量原単位も4.9%低減した。その他、ホットスポットへ必要以上に入熱することを抑制することで炉内耐火物の消耗量も減り、補修材原単位も約16%削減できた。このように炉体旋回式電気炉は炉体旋回により多

岐に渡る効果が得られる。

最近では、従来電気炉と同じ場所に炉体旋回装置を追加設置し炉体旋回式電気炉に改造した実績がある。その際の現地工事は電気炉の炉容量を拡大、電源設備更新と合わせて40日弱という短い停止期間で行った。

むすび

これまでに弊社の温室効果ガス削減、及び高い生産性に寄与する最新電気炉技術の一部を紹介した。これら紹介した技術は単にエネルギー源を電気からカーボンや酸素吹き込みで代替するのではなく、従来電気炉の強みであるアーカ放電によるスクラップへの高い着熱効率をそのまま活かしたところに改善を施すことで更なる高い生産性を実現する。そうすることで、電気炉に投入する総エネルギー量を減らし、温室効果ガス削減に寄与する。

現在、鉄鋼産業は脱炭素という大きなパラダイムシフト・転換期を迎えている。電炉鋼材が持つ環境優位性から電気炉製造法はますます注目され、新たな操業技術、設備技術の発展が求められている。

一つ目は一貫製鉄法から電気炉製鋼法に置き換えるための大量生産、高生産性を実現するための電気炉の大型化技術がある。これは単に電気炉の炉体を大型化するだけでなく、それに合った大型電源供給設備の開発も必要である。

二つ目は低廉スクラップ原料や還元鉄などから高品位な鉄鋼製品を製造する精錬技術である。

更に三つ目はカーボンニュートラルに向けてCO₂フリー電力の確保や再生資源などから生成さ

れるカーボンフリー代替燃料の活用技術である。

大同特殊鋼グループのスローガン「Beyond the Special」は特別を超える価値を提供し、情熱を持って人や社会を支え続ける、世の中が必要とするイノベーションをお客様と一体となって創りあげる。そんな存在でありたいとの思いを込めたものである。

大同特殊鋼はこれらの課題解決のため、新たな電気炉製鋼法の技術を追求し続ける。そして、地球温暖化を抑制し、未来の持続可能な社会形成に貢献し続けたい。

注) MSP、SSP、STARQは大同特殊鋼株式会社の商標、又は登録商標です。

参 考 文 献

- 1) 亀島隆俊、堀秀幸、松尾国雄：「電気製鋼におけるプラントエンジニアリングの発展」電気製鋼 第84巻（2013）2号
- 2) 山口一良、植田滋、長坂徹也：「電炉操業におけるエネルギーバランスとCO₂排出抑制の最適化に関する一考察」ふえらむ Vol. 27（2022）No. 1
- 3) 堀哲：「最近のアーキ炉設備技術の動向」第242回西山記念講座
- 4) 小川正人：「アーキ炉の技術変遷と最新技術紹介」エレクトロヒート No. 233



4. 精錬

1) AOD

日本冶金工業(株) さとうまさあき
ソリューション営業部 次長 佐藤正昭

精錬とは、紀元前からある古い技術であり、鉄を例にして説明すると鉄鉱石を木炭等で燃焼することで生じるCOガスで鉄鉱石中の酸化鉄を還元し、鍛冶作業によって不純物を除去していた。精錬とは、不純物の多い金属から純度の高い金属を取り出す不純物を除去する技術です。

精錬の一つの手法であるAOD法について説明します。

AOD法とはArgon Oxygen Decarburization（アルゴン・酸素脱炭法）の頭文字を取り略した用語となります。このAOD法は、米国のUnion Carbide社が、高Cr鋼の溶鋼において、C+Oの反応で生じるCOガスの分圧を下げることにより、Cr酸化を抑制し、脱炭の反応効率を促進させる優先脱炭技術の一つとして開発した方式です。

AOD法の具体的な脱炭方式について、図1に『AOD炉の概略図』を示すが、精錬容器としては転炉に類似した構造となり、アルゴンガスと酸素ガスの混合ガスを精錬容器の側壁下部に設置している複数の二重管羽口から、大気中で溶鋼に多量の混合ガスを吹き込むことで、この混合ガスによって溶鋼の希釈を行うことによりCO分圧を低くして、Crの酸化ロスを抑えながら、溶鋼を攪拌させるとともに脱炭精錬を行う方式となります。

AOD法の操業としては、電炉にて溶解した溶鋼を取り鍋に出鋼して、除滓後にAOD炉に溶鋼を投入して、炭素の目標値まで脱炭する酸化期、有価金属であるCrやMn等を還元する還元期、必要に応じた除滓を行い、溶鋼の目標成分への調整や溶鋼の目標温度への調整を行う仕上期といった流れで操業されます。

AOD炉は高Cr鋼の製造に適した手法であることから、特殊鋼であるステンレス鋼には幅広く用いられる事となりました。その背景として、日本では当初は電炉で溶鋼精錬をして生産を行っているのが主流でしたが、1950年～1960年台に広幅ゼンジミアミルの導入が始まったことを機に、下工程側の生産能力が大幅に高まりました。そのため上工程側である製鋼能力の不足が目立つようになってしまいました。製鋼能力の増強手段として、溶鋼の凝固プロセスとして連続铸造機を採用したことや、電炉自体の大型化や効率化を進めていく上で、どうしても電炉での溶解～脱炭～精錬を一貫して行っていると送電から出鋼までに要する時間が非常に長くなるために大量生産の観点から、電炉での脱炭～精錬を炉外に分離することにより能力増強を図っていく流れとなりました。その炉外精錬の手段の一つであるAOD法の投入が1970年台で急速に増加した背景があります。

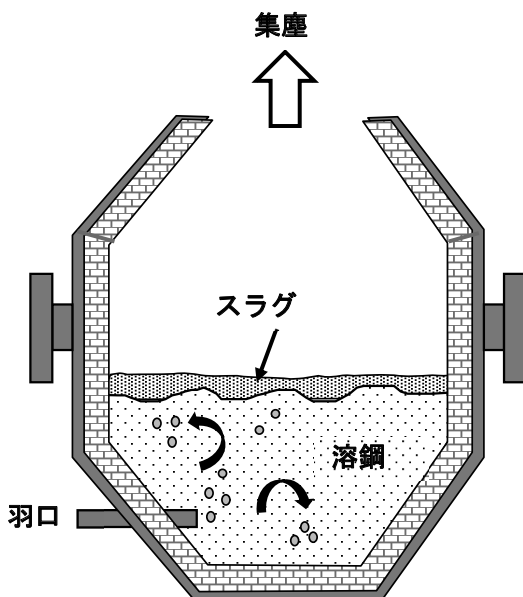


図 1 AOD炉の概略図

AOD法のメリット：

- ①多量の混合ガスの吹込みが可能であるため、高炭素域からの脱炭が可能となることで、安価な高炭素原料やスクラップを容易に使用することが可能であり、生産性が非常に高い特徴があります。
- ②強力なガス攪拌でスラグとも接触されやすい

ことから、脱硫なども容易に行うことができます。

AOD法のデメリット：

- ①VOD法のような極低炭素領域の脱炭には不向きです。
- ②脱炭等のクロム酸化はVOD法よりも多く、還元材の使用量が多くなります。



2) VOD

日本冶金工業(株) さとうまさあき
ソリューション営業部 次長 佐藤正昭

精錬の一つの手法であるVODの方法について説明します。

VOD法とはVacuum Oxygen Decarburization(真空・酸素脱炭法)の頭文字を取り略した用語となります。このVOD法は、西独のEdelstahlwerke Witten社が、高Cr鋼の溶鋼において、C+Oの反応で生じるCOガスの分圧を下げることで、Cr酸化を抑制し、脱炭の反応効率を促進させる優先脱炭技術の一つとして開発した方式です。

VOD法の具体的な脱炭方式について、図1に『VOD炉の概略図』を示すが、取鍋を真空容器へ格納してから、スチームエゼクターにより真空容器内を減圧することによりCO分圧を低くして、Crの酸化ロスを抑えながら、取鍋底部のポーラスプラグよりアルゴンガスを溶鋼に吹き込むことにより、溶鋼を攪拌しながら上吹ランスより酸素ガスを吹き付けて脱炭精錬を行う方法となります。

VOD法の操業に関しては多少の制約があり、予備脱炭した溶鋼が必要となる。電炉を経由するもの

をELO-VAC法、転炉を経由するものをLD-VAC法と区別されており、通常炭素量は0.4~0.6%にした溶鋼を取鍋に出鋼し、除滓後に真空容器へ取鍋を格納し、真空容器内を減圧するとともに溶鋼へのアルゴンガス吹き込みや酸素ガスの吹き付けによる真空酸素脱炭期、酸素ガス吹き付けを停止して、脱炭と脱ガスを行う真空脱炭期、Cr等の還元や脱酸・脱硫及び成分調整等を行う還元・仕上期といった流れで操業されます。

VOD炉は高Cr鋼の製造に適した手法であることから、AOD炉と同様に特殊鋼であるステンレス鋼には幅広く用いられる事となりました。その背景はAOD炉で記載した通りですが、導入時期はAOD炉よりも早く実用化されたこともあり、日本ではVOD炉の方が先に採用されている。またVOD炉は高純度フェライト鋼や極低炭素のステンレス鋼の製造に適しています。

VOD法のメリット：

- ①溶鋼酸化脱炭反応時のCO分圧を真空中で減圧することにより効果的に脱炭が可能であり、到達炭素濃度がAOD法と比較して低い領域まで可能です。
- ②炭素濃度に合わせた真空度の制御を行う事で、Crの酸化を抑制した脱炭が可能であり、脱炭後の還元材の使用量が少ないです。
- ③減圧下で精錬を行うため、炭素や窒素などの吸収が少ない特徴をもっています。

VOD法のデメリット：

- ①AOD法と比較して低いレベルの炭素領域から精錬を行わなければならないため、炭素の低い原料を使用するか、予備脱炭処理を行う必要が生じます。
- ②AOD法と比較して脱炭速度が遅く、生産性は低いです。

AOD法とVOD法は、ステンレス鋼の炉外精錬として幅広く採用されていく中で、両方の炉を保有する企業では、両炉の特長を生かした複合操業

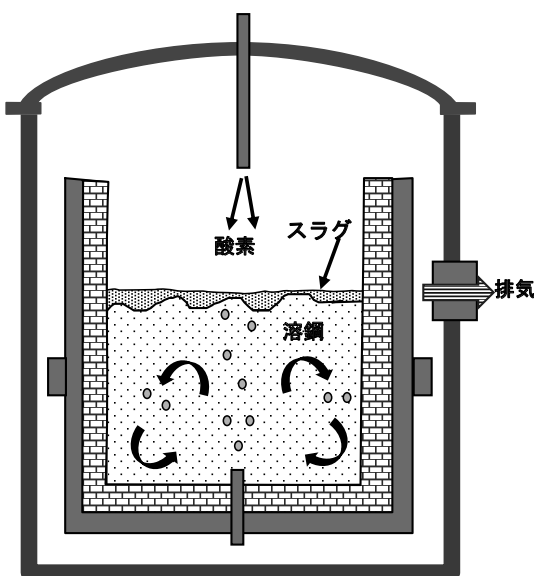


図 1 VOD炉の概略図

を行う事で、安価な原料から極低炭素材の精錬を可能とした。主な流れとしては、AOD炉で高炭素原料やスクラップを使用して粗脱炭を行い、炭素量を0.4～0.6%にした溶鋼をVOD炉で精錬するというものです。

近年では、AOD法とVOD法の両方の利点を生かした複合操作を一つの炉で行えるようにAOD炉に真空機能を付加したV-AOD法（VCR）の採用が進んでいる。

簡単ではあるが、図2に『AOD炉に真空機能付加の概略図』を示します。

操業としては、まずAOD炉で高炭素原料やスクラップを使用した脱炭操作を行い、その後AOD炉体上部に真空蓋をかぶせて容器内を減圧する構造であるが、この設備はVOD法のような高真空度や酸素ガスの吹き付け精錬を必要とせずに、短時間でVOD法と遜色ない脱炭をすることが可能です。

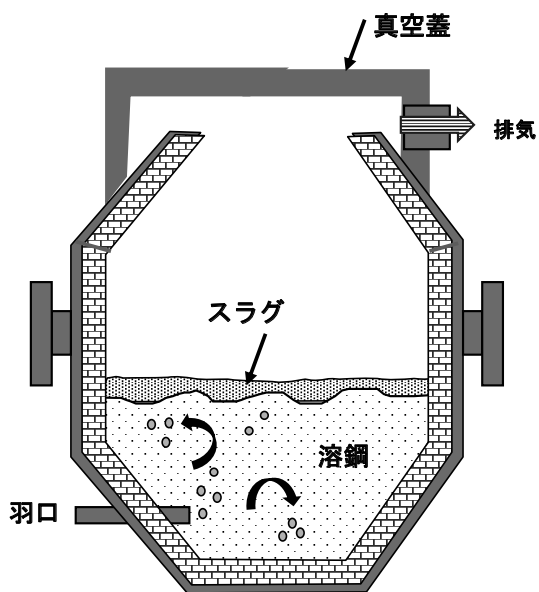


図 2 AOD炉に真空機能付加の概略図

3) 取鍋精錬法（脱ガス含む）について

愛知製鋼(株) おぎあつし
鋼生産技術部 製鋼技術室 尾崎敦志

◇ 取鍋精錬法

取鍋精錬法は製鋼法においては、転炉または電気炉と連続鋳造の間に設置される補助的なプロセスであるが、両プロセスの結びつきを円滑にするとともに、両プロセスの生産性を高めつつ、鋼の品質も向上させるプロセスである。また取鍋精錬法は、主に以下の3つの狙いを元に発展してきた。

- 1) 転炉または電炉では行えない精錬機能の付加（品質の向上）
- 2) 転炉または電炉をより効率的におこなうための精錬機能の分化（精錬能率の向上）
- 3) 多品種の鋼を効率的に量産するための製鋼プロセスの構築

そして、取鍋精錬には次のような冶金操作が含まれる。

- (1) 脱水素、脱炭、脱硫
- (2) 脱酸（非金属介在物の除去）
- (3) 成分調整（合金添加）
- (4) 非金属介在物の形態制御

(5) 溶鋼成分及び温度の微調整、及び均一化

◇ 取鍋精錬


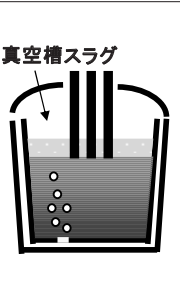
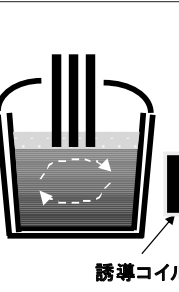
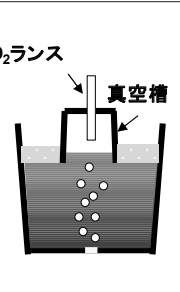
取鍋精錬法は真空設備や加熱設備の有無で区別され、表1に示す特徴を有している。

LF法は大気（ArまたはN₂雰囲気）下でアーク加熱を行う方法でスラグ精錬による脱硫、脱酸を主目的としている。一方、VAD法はグロー放電をさせつつ、減圧下（＜200Torr）でアーク加熱を行っており、真空処理中も加熱できるという特徴がある。ASEA-SKF法では大気下でのアーク加熱処理と真空処理を直結しており、それぞれ異なるタイミングで実施している。

しかし、アーク加熱を有する真空取鍋精錬法（VAD法やASEA-SKF法）は、設備費が高い上に、処理時間が長く大電力の消費や取鍋耐火物の損耗などにより操業費もかかるので、これらの適用は量産鋼用としてではなく、合金鋼や極厚鋼板などの高級鋼に限定されている。

次項にてLF法について詳細を述べる。

表 1 取鍋精錬法比較

	LF ^{※1}	VAD ^{※2}	ASEA-SKF ^{※3}	CAS-OB ^{※4}
設備模式図				
加熱方式	アーク	アーク	アーク	反応熱
攪拌方式	底吹きガス	底吹きガス	電磁攪拌	底吹きガス
雰囲気	大気	真空	大気、真空	真空
特徴	温度・成分調整容易であり最も普及している設備	減圧下でのアーク加熱が可能 製造原価、設備費高い	アーク加熱と減圧下での脱ガスをシリーズで実施可能	O ₂ により昇熱。再酸化抑制、合金歩留良好

※1. LF (Ladle Furnace)

※2. VAD (Vacuum Arc Degassing)

※3. ASEA-SKF (ASEA (Almenna Svenska Elektriska Aktibolaget) と SKF (Svenska Kullagerfabmken) が共同開発した設備)

※4. CAS-OB (Composition Adjustment by Sealed Argon Bubbling-Oxygen Blowing)

1. LF法について

図1にLF設備の基本構成を示す。アーク加熱機能とArバブリング（あるいはN₂バブリング）による攪拌機能を持つが、真空処理機能はない。アーク加熱は取鍋中の溶融スラグ中でアークを発生させるサブマージト・アーク溶解であり、造滓材としてCaO、CaO+CaF₂、アルミ灰などを添加して、強還元性の合成スラグを作り、攪拌する。

従って、

- (1) 加熱機能：アーク加熱により大量の合金元素が溶解でき、溶鋼温度の制御が容易である。
- (2) 攪拌機能：Arガスバブリングによる攪拌による温度と成分の均一化、介在物の除

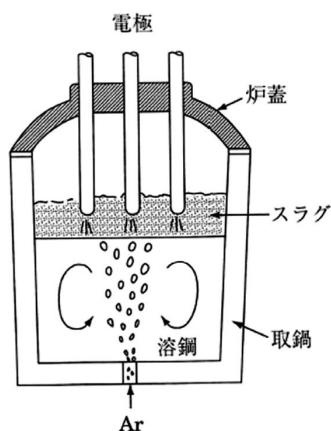


図 1 LF設備の基本構成

去、反応促進が望める

- (3) 精錬機能：強還元性合成スラグにより強い脱酸、脱流反応が期待できる。
 - (4) 雰囲気制御機能：気密構造で鍋内は不活性アルゴンであるため空気酸化は極めて少なく、Alのような強還元性元素の組成も正確に制御できる。
 - (5) 電気炉の生産性向上：電気炉との組み合わせ、電気炉の還元期をLF法で行い、出鋼温度を低くできるので、電気炉の生産性向上、耐火物原単位の減少が可能となる。
- などの効果がある。

◇ 取鍋精錬（脱ガス）

前項では、取鍋精錬法は真空設備や加熱設備での区別を行ったが、反応容器でも区別が可能である。取鍋を反応容器として利用している方法、反応容器を取鍋に浸漬し、その反応容器へ取鍋内の溶鋼を供給しつつ精錬する方法とがある。大容量（200t級）の取鍋では、取鍋精錬設備をコンパクトにしたいこと、既存の製鋼工場に設置しやすいこと、溶鋼の熱容量が大きく処理中の温度降下が小さいことなどから、反応槽を別の容器とする方法（DH法、RH法）が適用されている。

表2に真空取鍋精錬設備の一部を示す。

LVD法は、取鍋を真空容器の中に入れ、底吹き

表 2 真空取鍋精錬設備比較

	LVD ^{※5}	DH ^{※6}	RH ^{※7}	RH-MFB ^{※8}
設備模式図				
脱ガス方式	底吹きガス	吸上げ	環流	環流
スラグ有無	無し（一部有り）	有り	有り	有り
介在物浮上除去	効果小	効果大	効果大	効果大
特徴	スラグ無く、温度降下大きい	脱酸、合金調整能力に優れる	脱酸、合金調整能力に優れ、最も普及している設備	RHに吹酸ランスを設置して、昇熱機能を付与した設備

※5. LVD (Ladle Vacuum Degassing)

※6. DH (Dortmund-Hörde)

※7. RH (Ruhrstahl-Heraeus)

※8. RH-MFB (RH Multiple Function Burner Method)

ガスにより、溶鋼を攪拌しながら、溶鋼中の脱ガスを行う。処理中にスラグ中のガスによって、スラグが膨らむことでオーバーフローを防止するために、事前にスラグを除去していることが望ましい。一方でその結果、溶鋼の保温効果が薄れ、温度降下が大きい課題がある。

DH法は、真空槽が下降すると、真空槽下部に設けた1本の吸上げ管が取鍋内の溶鋼を吸い上げ真空内に飛散し、逆に真空槽が上昇すると槽内の溶鋼が取鍋内に吐き出される。真空槽の周期的な下降と上昇を繰り返すことにより溶鋼が真空中で脱ガスされる。

一方、RH法は2本の浸漬管を使用し、気泡ポンプの原理を用いて溶鋼を環流させる。すなわち真空槽内へ溶鋼を吸い上げた状態で片方の浸漬管にArガスを吹き込むと、吹き込み側浸漬管内部の溶鋼はAr気泡により見掛け密度が下がり、この比重差によって2本の浸漬管の間で溶鋼が循環し始める。真空槽内に噴流として吸入された溶鋼は、吹き込みガスの放出により微粒滴となり、表面積を増して飛散する。この間に各種脱ガス反応が進み溶鋼は下降管を通して取鍋に戻る。

DH法、RH法いずれも真空槽には合金添加装置や加熱装置が設置されている。脱ガスを促進するために吸上管よりArガスを吹き込むことも実施されている。

1970年以降は、DH法での加熱方式や耐火物技術などのノウハウがRH法に展開され、RH法の操業が安定したこともあって、連続的に環流するRH法が優先的に設置されるようになった。

RH-MFB法はRH法に加えて、処理中の酸素とLNGによる溶鋼や槽内加熱による槽内の地金付着防止や酸素吹錬によるAl昇熱や脱炭促進による精錬機能向上を目的としたランス機能が付加されている。

次項にてRH法について詳細を述べる。

1. RH法について

図2にRH設備の基本構成を示す。RH設備は一般に①真空槽、②浸漬管（上昇・下降）、③真空排

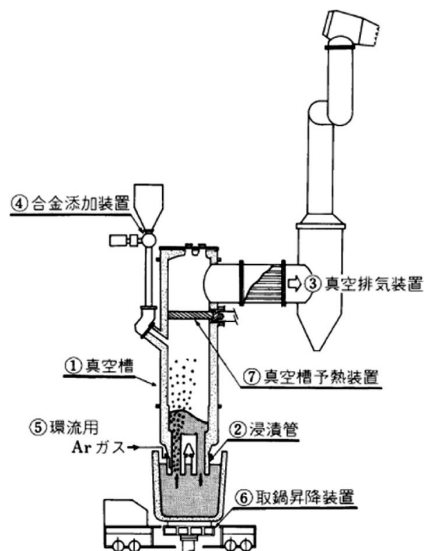


図 2 RH設備の基本構成

気装置、④合金添加装置、⑤還流用Arガス吹込み装置、⑥取鍋昇降装置、⑦真空予熱装置（ガス・電極）から成り立っている。真空槽はオフラインでの耐火物補修ができるように通常2槽設置され、平行移動式または旋回式にて槽交換が行われる。

真空排気装置としてはスチームエジェクターを複数基配置して真空槽内を0.3～10Torr程度まで排気している。

むすび

ここまで取鍋精錬の製造方法について述べた。これは取鍋精錬設備の僅か一部分であり、この他にも様々な技術が適用されている。今後、品質要求レベルは厳しさを増すものと考えられ、より一層の品質向上に向けて製造方法の改善や技術革新が必要となる。

参考文献

- 1) 梶岡博幸：取鍋精錬法（多品種・高品質鋼量産化への挑戦）
- 2) 飯田義治：鉄と鋼第67年（1981）第2号取鍋精錬技術の進歩
- 3) 金属化学入門シリーズ 第2巻 鉄鋼精錬
- 4) 沖森麻佑巳：鉄と鋼 vol 79 日本におけるDH真空精錬法の進歩
- 5) 桑原達朗：鉄と鋼 vol 73 日本におけるRH真空精錬法の進歩

5. 特殊溶解

1) VIM (Vacuum Induction Melting)

(株) プロテリアル 安来工場 おん だ やす ひさ
副工場長 兼 企画部長 兼 技術部長 恩 田 靖 久

◇ 構造・概要

VIM (Vacuum Induction Melting) は、高真空下で電磁誘導を利用して金属を溶解、精錬、鋳造を行うプロセスである。図1に一般的なVIMの基本構造を示す。構造としては、真空水冷チャンバー(溶解室、鋳造室)、誘導炉、真空排気装置、原材料添加装置、测温装置、内部ドア、外部ドア、電源装置などから構成される。

溶解室上部は移動式カバーが設置され、原材料添加装置、装入バケットのほか、测温・分析試料採取装置、監視窓・監視カメラなどが取り付けられるのが一般的である。多数鋳型の分注には移動式台車、またはターンテーブル構造などが用意され、工業生産用のVIMにおいては、連続操作のために溶解室と鋳造室をスライディングドアバルブなどで分離できる構造になっており、生産性を高める設備構造が採用されている。

VIMの耐火材ライニング材は、MgO系、MgO-Al₂O₃系、ZrO₂系などが使われ、ドライスタンプ法、焼成れんが築炉法、あるいはプレキャスト坩

埚などで構成される。

一般的にVIMの電源装置は溶解容量として、15～30ton炉では常用周波数、5～10ton炉で3倍周波数(150～180Hz)、0.5～3ton炉では500～3,000Hzが使われる。

VIMの真空排気装置は、一般的には油回転ポンプ、メカニカルブースタポンプ、油拡散ポンプの組み合わせで構成され、溶解容量によってそれぞれのポンプの組み合わせ台数が決まる。大容量のVIMではスチームエジェクタポンプが用いられることもある。

溶解は水冷された誘導コイル内に耐火材ライニングまたは坩埚を入れた炉体で行われる。炉体自体は水冷チャンバーで密閉されており、チャンバーは真空ポンプなどで真空排気されるので、真空下もしくは減圧下の不活性ガス雰囲気中で溶解、精錬、鋳造が行われる。

◇ 操業・精錬反応

VIMでは溶鋼が真空下もしくは減圧下の不活性ガス雰囲気中に長時間保持されるので、C-O反応、

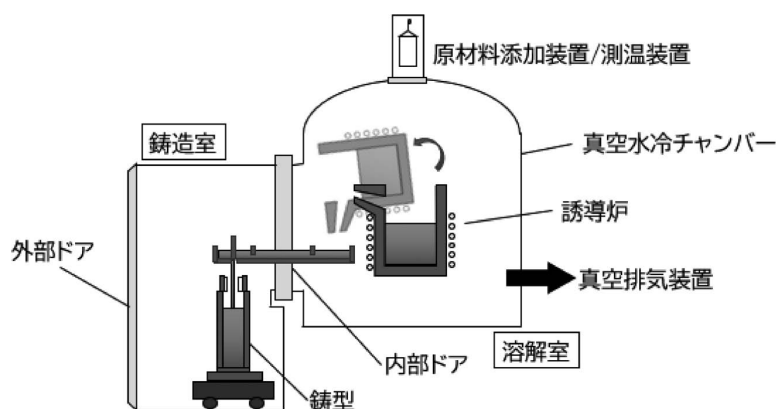


図 1 VIM基本構造図

脱ガス反応、蒸発反応など、真空精錬に関与する反応が進行する。

脱酸反応の主体は減圧下におけるC-O反応であるが、実際には炉体の耐火物との反応によって絶えず酸素が供給されるので、溶鋼表面における脱酸速度とのバランスのうえに定常状態が保たれる。

加えて、真空下もしくは減圧下において各種反応が進行することにより、脱水素、脱窒素、ならびに蒸発による不純物の低減が可能である。

また、基本的に大気による汚染がないこと、設備構造的ならびに溶解原理的に溶鋼と耐火物との接触の機会が比較的少ないことから、活性金属やレアアースの添加と制御が可能で、なおかつ不純物の混入が抑制できる利点を有する。

◇ 品質・用途など

VIMプロセスは前述の通り、大気による汚染が

ないこと、活性な金属元素の精緻な添加と成分制御が可能なこと、真空精錬による非金属介在物の除去効果などの利点を有する。これらの利点から、高度な品質の信頼性を要求される航空機エンジンおよび発電用タービンに使用される耐熱金属材料をはじめとして、スーパーアロイ、マルエージング鋼、特殊ステンレス鋼などの溶解に適用されている。

これらの用途へはESR (Electro Slag Remelting) およびVAR (Vacuum Arc Remelting) などの積層凝固が実現できる二次溶解プロセスと組み合わせて適用されるケースが多い。これは、VIMが有する非金属介在物の除去機能が、各種の機械的特性の向上、疲労強度・寿命の向上などに大きく寄与するからであり、高度な信頼性が求められる材料の一次溶解プロセスとして、幅広く標準的に採用されている。



2) VAR (真空アーク再溶解)

日本高周波銅業(株) 富山製造所
製 銅 鍛 造 部 製 銅 室

や 矢 後 信 弥
ご しん や

日本高周波銅業(株)
富山製造所 技術部

くろ かわ まさ ひと
黒 川 政 人

◇ VARの必要性、有用性

VARは、Vacuum Arc Remelting (真空アーク再溶解) の略であり電気炉等で製造した銅塊(電極と称する)を真空中で再溶解し凝固させるプロセスである。

VARはESRとともに、銅材に含まれる不純物を除去すること、凝固偏析を低減し均質化を図ることを目的として使用される。何れも『二次溶解』または『再溶解』と称されことがある。スラグを使用して再溶解を行なうESRとは異なり、VARはスラグを用いず真空状態にしたるつば内にて電極を再溶解、連続凝固(積層凝固)させるプロセスである。

VARにより非金属介在物、ガス成分が除去され、高い清浄度を持つ銅材を製造することができる。また、積層凝固により、より均一な凝固組織を持つ銅材を製造することができる。

VARプロセスを経て製造される銅材は、特に高い鏡面性を必要とする金型や、高い信頼性を求められる航空機部品、半導体装置用部品、医療用部品などに使用される。銅材中の非金属介在物のうち、酸化物系、窒化物系のものは硬質であり、金型であれば意匠面に現出した場合、研磨時の脱落により意匠面の鏡面性を損なう。このため、高い鏡面性を必要とするプラスチック成型用金型などにおいてはVARを適用した銅材が使用される。また、航空機部品などは、高い安全性、信頼性が必須であり、非金属介在物を起点とした疲労破壊に対する耐性を確保するためにVARを適用した銅材が使用される。

◇ VARの概要

1. 構造、原理

図1にVAR設備の構造図を示す。VAR設備は、電気炉または真空誘導溶解炉等で製造した円柱状

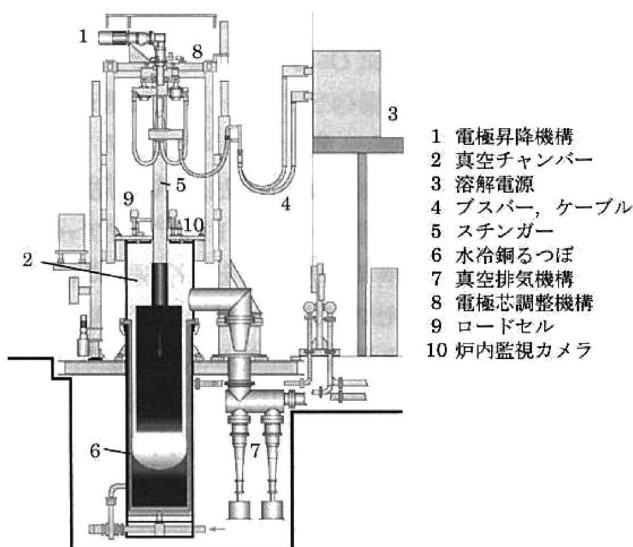


図 1 VAR構造図

(出典：一般社団法人 日本鉄鋼協会発行 第5版 鉄鋼便覧 第1巻 製鉄・製鋼)

の電極を溶解材料として再溶解、積層凝固させる設備であり、大きく分けて、水冷銅るつぼ、電極、電極昇降機構、真空排気機構、種々の溶解制御機構から成っている。溶解は、あらかじめ設定した操業パラメータ（電流、電圧、溶解速度、溶解質量など）で制御監視され、設定どおりに自動溶解される。図2にVAR溶解の模式図を示す。溶解、凝固は真空状態にしたるつぼ内で行われ、アーク放電によるアーク熱で電極を溶解する。溶解された電極は液滴となって落下し、水冷るつぼ内で積層凝固し鋼塊を形成する。即ち、溶解と凝固を連続して行なうプロセスである。

電極が溶解されるプロセスで、溶鋼中の非金属介在物の除去、ガス成分の除去が行われ、積層凝

固されることにより、偏析が少なく、かつ均一性の高い鋼塊を製造することができる。

溶解中は、高精度ロードセルセンサーで常に電極の質量を監視し、ロードセルから得られたデータで演算し自動制御装置が実際の溶解速度を計算したのち、設定された速度と比較し、投入電力の増減を調整するような制御を行なっている。

2. VARの効果

真空雰囲気下で溶解、凝固されるため、強力な脱ガス作用により酸素、窒素、水素などのガス成分を除去することができる。また、酸化物系、窒化物系の非金属介在物を溶解の際に分解し、再酸化、再窒化することなく凝固するため鋼材の清浄度を大きく高めることができる。図3にVAR前後

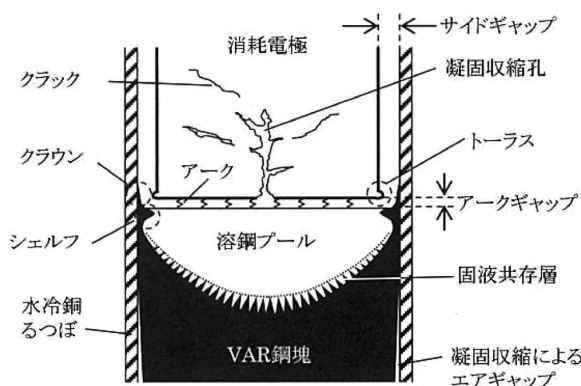


図 2 VAR溶解模式図

（出典：一般社団法人 日本鉄鋼協会発行 第5版 鉄鋼便覧 第1巻 製鉄・製鋼）

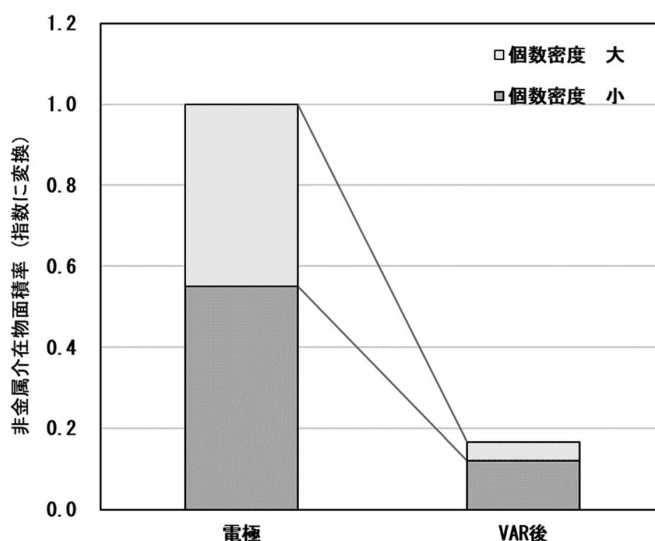


図 3 VAR前後の非金属介在物の変化（弊社データ、指数に変換）

の非金属介在部物の変化の一例を示す。VARを施すことにより電極をベースとした場合、個数密度が大きいものでは約22%、個数密度の小さいものでは約11%まで低減できることが解る。また溶解には耐火物を必要としないため、耐火物の溶損による非金属介在物混入の可能性がない。また、電極に内在するクラック、凝固収縮孔もキャンセルすることができ、積層凝固により新たなクラック、凝固収縮孔の生成も防止できる。

3. 操業の留意点

(1) VAR前後の成分変動

VAR溶解では製造する鋼塊の成分コントロールができないこと、Mn、Cuなど元素によっては溶解時に蒸散して低下してしまうものもあり電極の製造は再溶解による成分変動を見越した成分範囲内に収まるようにする必要がある。また電極に窒素を添加した場合、真空中での溶解により窒素が抜けてしまうため窒素添加鋼には不向きである。

(2) VAR特有の凝固欠陥

一方、VAR特有の凝固欠陥の発生にも留意が必要である。その一つとして、凝固中の密度変化、

凝固方向と逆らう方向に溶鋼対流が生じた場合に発生するマクロ偏析の一種であるフレッケルが挙げられる。溶解速度、冷却条件などを適正に設定し制御すること、電流経路を工夫することで溶解中の磁場の方向を溶鋼対流が生じないようにとすることなどにより、フレッケル発生防止が図られている。

連続溶解、連続凝固を行なう利点に反して、溶解中に電極の一部が欠け落ち混入するリスクが生じる。電極の一部が溶鋼中に欠け落ちると、溶鋼プール中で溶解しきれないまま凝固する現象が発生する。溶解しきれずに凝固した欠片は、周囲とは異なる凝固組織、成分組成となるため製品品質に影響を与える。こうして生成される欠陥はホワイトスポットと呼ばれる。ホワイトスポットの発生を防止するため、電極径と再溶解後の鋼塊径の差（サイドギャップ）の適正化、溶解速度、冷却条件などの適正化、制御がなされている。

また、鋼塊トップ部分の内部に生じるパイプ収縮孔の欠陥発生を抑制するため、溶解の最終段階では、電圧及び電流の投入を徐々に下げていき溶解速度を下げるよう工夫がされている。

3) ESR (Electro Slag Remelting)

(株) プロテリアル 安来工場 おん だ やす ひさ
副工場長 兼 企画部長 兼 技術部長 恩 田 靖 久

◇ 構造・概要

ESR (Electro Slag Remelting) は、大気中または不活性ガス雰囲気中において、消耗電極を溶融スラグのジュール熱によって再溶解し、滴下した溶銅を水冷Cuモールド内で積層凝固させるプロセスである。ESRでは溶融スラグが溶銅を大気から遮断し、溶銅中の酸化物、硫化物をスラグ中に吸収除去させることができるのが特徴である。図1に一般的なESRの基本構造を示す。構造としては消耗電極、水冷Cuモールド、電源などから構成される。なお、水冷Cuモールドの型式として、モールド固定方式、モールド移動方式、銅塊引き抜き方式の3種があるが、図1は一般的に適用事例が多いモールド固定方式である。

ESRで高品質な銅塊を製造するには、銅種に適したスラグの選定と溶解条件の設定が重要である。特にスラグの組成は融点、密度、電気伝導度、表面張力などの物性と、高温における物理的・化学

的安定性を考慮して選択される。

ESRスラグ組成は CaF_2 、 CaO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 などを主成分とし、溶銅中のTi、Mg濃度の制御が必要な場合は TiO_2 、 MgO を添加する場合などもある。スラグ物性としては、溶融を容易にして安定溶解のために低融点スラグ系が主に使用され、粘性は操業温度付近での溶融スラグの流動性と混合性を担保して、精錬効果を確保するために低粘度なスラグ系が使われる。比電導度は温度依存性が小さいことが要求され、スラグの巻き込み防止、非金属介在物分離の観点から、表面張力は高い方が望ましい。

◇ 操業・精錬反応

スラグ-溶銅間の反応は交流溶解では化学反応、直流溶解では電気化学反応として扱われている。工業生産で主流の交流溶解での反応自体は、電気炉あるいは取銅精錬炉での反応と同様である。

ESRはVAR (Vacuum Arc Remelting) 同様に溶解と凝固を同時に行なう積層凝固の形態をとるために、凝固組織が微細になり、偏析が防止できる。

ESRにおけるスラグの役割は抵抗体としての熱エネルギー発生源と、大気からの汚染防止被覆の機能、スラグ精錬による清浄化などであり、スラグ内の温度分布を均一にすることが品質管理上重要な因子である。当該温度分布には消耗電極の浸漬位置の制御が重要で、あわせて、VARと同様に溶解速度を一定に保ち、溶銅プール形状を変化させないことが、偏析防止、非金属介在物除去に対して重要である。

また、ESRはスラグ精錬が可能であるために、脱硫が促進することや非金属介在物がスラグ中に溶解除去されるメリットはあるが、脱ガス機能を有していないために、水素および窒素のピックアップや活性元素の制御が難しいなどのデメリットがある。このデメリットを克服するために、不活性ガス雰囲気制御が用いられ、真空中にて溶解す

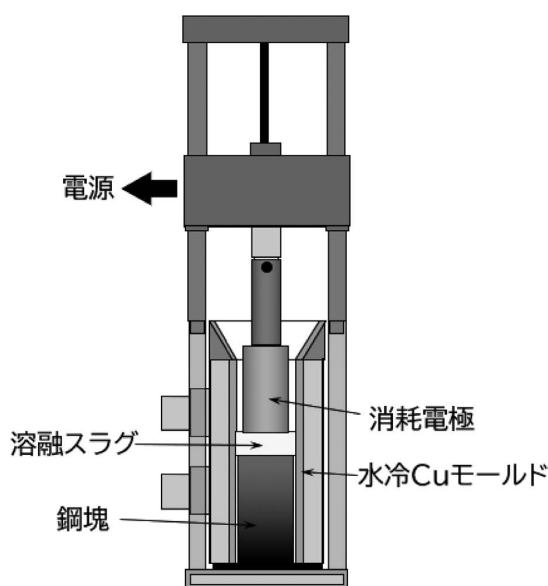


図 1 ESR基本構造図

る技術も開発されている。

◇ 品質・用途など

ESRプロセスは溶融スラグにより脱硫および脱酸が促進されること、介在物が溶融スラグに吸着・除去されること、一定方向の均質な凝固組織が得られる積層凝固が実現できるなどの利点を有することから、工具鋼、耐熱鋼、特殊ステンレス鋼、スーパーアロイなどの溶解に幅広く適用されている。これは非金属介在物の除去に加え、積層凝固により微細な凝固組織が得られ、偏析が防止できることから、機械的特性の向上、疲労強度・

寿命の向上などに大きく寄与するからであり、高度な信頼性が求められる材料の二次溶解プロセスとして、幅広く採用されている。

なお、前項の「操業・精錬反応」で記述したESRプロセスのメリットを活かしながら、デメリットを補完するために、ESRプロセスに続いてVARプロセスを適用するトリプルメルト法を適用する事例がある。高度な品質の信頼性を要求される航空機エンジンおよび発電用タービンに使用される耐熱金属材料、スーパーアロイなどでは、VIM-ESR-VARを適用したトリプルメルト法が標準的なプロセスとなっている。



6. 鑄造

1) 造塊法

三 菱 製 鋼 (株) は ま だ と し た か
素 形 材 事 業 部 鋳 鋼 加 工 G 浜 田 利 隆

ま え が き

銅塊は、製銅炉で精錬、成分調整、温度調整を終えた溶銅を鑄型に鑄造し、鑄型内で凝固させて作られる（造塊）。本稿では、三菱製鋼(株)当社（以下、当社と称す）で製造される銅塊について、概略工程と特徴について紹介する。

◇ 製造プロセスの概要

銅塊の製造工程の一例を図1に示す。

以下、製造工程を4つに大別し、概要について記載する。

1. 電気炉
2. 取鍋精錬
3. 真空脱ガス
4. 造塊（鑄造）

・電気炉

当社の電気炉は、容量15ton、炉殻内径3,800mm、炉殻高さ2,850mm、炉内容積15.2m³、変圧器容量は10,000KVA、3相交流式のアーク炉で炉体を傾動させて出鋼する方式である。

電気炉の工程は溶解期、酸化期、還元期の3工程に分けられる。溶解期では、原料の溶解を目的とし、酸化期では、酸素吹精により脱炭、脱磷を主目的とする。還元期では、脱酸および脱硫が主な目的となる。最終的に電気炉では、溶銅温度を1,680℃付近まで昇熱させ出鋼する。

・LF（取鍋精錬）

LF炉は取鍋内で、溶銅の成分調整および温度調整が可能な装置である。当社のLF炉は電気炉同等の処理容量があり、変圧器容量は3,000KVA、3相交流のアーク式である。

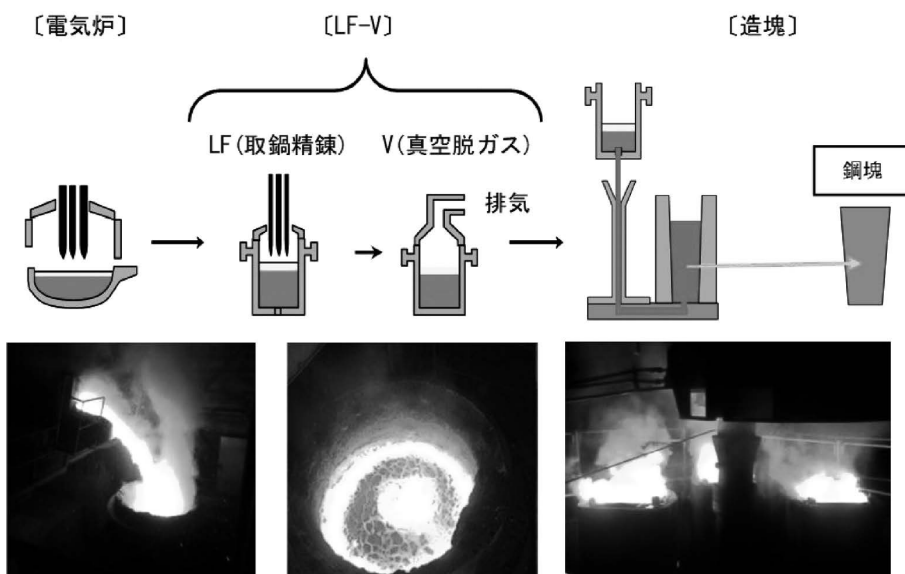


図 1 銅塊製造プロセス

取鍋の底部には、ポラスプラグが設けられ、鍋底よりアルゴンガスを底吹きし、溶鋼を攪拌する。これにより溶鋼が攪拌されて電気炉よりも溶鋼の成分が均一になり、より細かい成分調整および温度調整が可能となる。また溶鋼内の大型介在物の浮上分離を促進し、鋼の品質を向上させる事が出来る。

・真空脱ガス

真空脱ガスの目的は、溶鋼内の水素、窒素、酸素を低減することである。当社の真空脱ガス設備は、5段式エジェクター・ブースターと3基の熱交換器で構成されている。この設備は、高圧蒸気等特殊な形状の配管を通過させることで低压を作り出し、溶鋼内のガスを効率的に低減する。多段式にすることで、真空度に応じて順次作動させることができ、必要最小限の蒸気使用量で真空度を下げることが可能である。

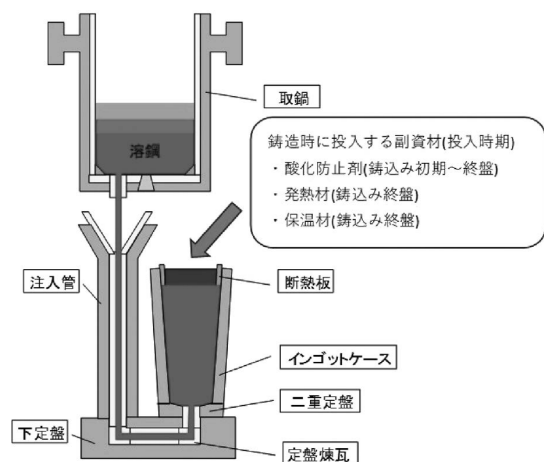
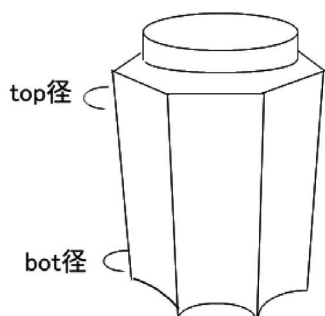


図 2 造塊時のイメージ



・造塊（ casting ）

当社の造塊時の様子を図2に示す。造塊は、取鍋底部に設置されたスライディングノズルを通じて溶鋼を鑄型に注入する。下注ぎ法を採用しており、溶鋼を鑄型の底部から注入する。一般的に、下注ぎ法は上注ぎ法に比べて鑄型内での溶鋼の上昇速度が小さく、鑄肌が滑らかで割れの発生も抑制される。

鑄型は、注入管、下定盤、二重定盤、鑄型で構成されており、湯道には専用の定盤煉瓦が使用される。また、鑄込みの時には、表面品質の向上および内部欠陥の防止を目的に酸化防止剤を投入する。さらに引け巣および組織の偏析を軽減させる為、鑄型の上部には断熱板が設置され、鑄込みの終盤には発熱パウダーと保温材を投入する。注湯時の鑄込み速度も鋼塊の性状に影響を与える要因となる為、厳密に管理する必要がある。

◇ 製造鋼種と鋼塊形状

当社で製造する主な鋼種および製造可能な鋼塊形状を以下に示す。

【製造鋼種】

- ・炭素鋼：S20C～S55C等
- ・低合金鋼：SCM、SNCM等
- ・熱間工具鋼：SKT4、SKD61
- ・耐熱鋼：SUH660
- ・ステンレス鋼：SUS410、SUS420J2、SUS347、SUS630

【鋼塊形状】

呼称	ケースサイズ			重量 (T) J (12%)
	bot径	top径	長さ	
※ 4 T	590	719	1,620	3.0～4.1
※ 6 T	698	858	1,608	3.7～5.7
※ 8 T	769	945	1,767	5.2～7.5
1 0 T	849	1,035	1,852	7.0～9.5
1 3 T	952	1,145	1,936	8.6～12.5
1 6 T	1,020	1,228	2,069	11.5～15.2

※溶解重量は設備の制約が有りMIN 10t の確保が必要となる。

例) 5Tの鋼塊を製造する場合、5T×2本=10T の製造となる。

むすび

これまで当社の銅塊の製造工程について概要を紹介してきたが、これらのプロセスはあくまで一例に過ぎない。銅塊の製造技術は、制御システムの進歩による原単位や品質の向上、自動化など日々進歩している。さらに今後は、CO2削減など

の環境負荷の低減を目指した技術の開発が進むと期待されている。

参考文献

- 1) 萬谷志郎：金属化学入門シリーズ2 鉄鋼製錬
- 2) 日本鑄鍛鋼会 鍛鋼研究部会：鍛鋼品の欠陥 昭和58年3月発行
- 3) 特殊鋼 2023年7月号 P19「造塊法」



2) 連 鋳

三菱製鋼室蘭特殊鋼(株) 木 村 太 一
製造部製鋼グループ

ま え が き

特殊鋼製造では生産性向上や省エネルギー、品質安定性等の観点から連続鋳造が多く採用されている。連続鋳造は製鋼工程の最終段階であり、品質を決定する重要なプロセスになる。ここでは連続鋳造法について紹介するとともに、製造方法や各設備の役割について述べる。

◇ 連続鋳造法の概要

連続鋳造法は精錬工程で処理した溶鋼を凝固させて一定サイズの鋳片を連続的に製造する方法である。1960年代までは鋳型に溶鋼を注入し、自然冷却して固めたインゴットを再加熱して分塊圧延し、鋼片を製造する方法が主流であった。しかし、連続鋳造法はインゴットと比較し a) 連続的に鋳造が可能であり、生産性向上と省エネルギー効果がある、b) 鋼塊の頭部や底部に相当する切り捨て部分が非常に少ないため、歩留が大幅に向上する、c) 成分偏析が少なく品質が安定している、などのメリットがあり、1970年代より日本でも盛んに導入され、1980年代になると連続鋳造比率は90%を超え、大部分が連続鋳造法で行われるようになった。

◇ 連続鋳造設備型式の特徴

連続鋳造設備の型式は図1に示すように垂直型、湾曲型、垂直曲げ型が多く導入されている。連続鋳造が導入された当初は垂直型で工業化されていたが、垂直型は鋳片への曲げや矯正歪みが生じないので品質面では優れている一方、生産性の向上が課題であった。その後、垂直曲げ型や湾曲型が実用化され、建設コスト低減や生産性の向上が可能となり広く普及した。ここでは、各型式の特徴について紹介する。

1. 垂直型

垂直型は鋳型から垂直に設備を配置しており、鋳片を曲げることなく鋳造を行う。

- メ リ ッ ト：①鋳片の熱間曲げがなく、鋳片内・外部に割れが少ない
②小面積の場所でも設置が可能である
③介在物浮上効果が高い

- デメリット：①機長確保には建屋高さが必要であり、建設費が高額になる
②機長確保が困難であり、低速鋳造しか出来ず生産性が悪い
③溶鋼静圧が大きくロール間での

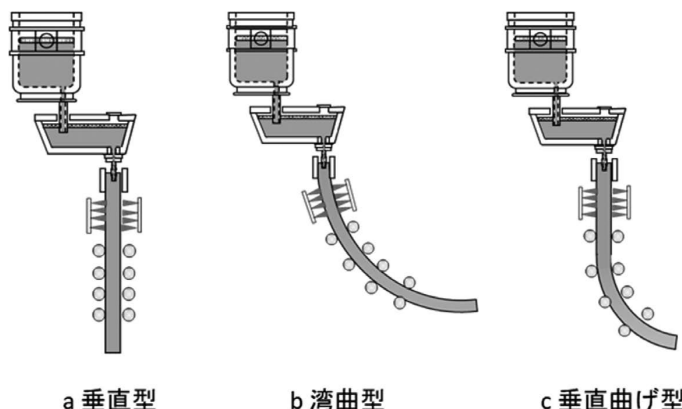


図 1 連続鋳造設備型式比較

バルジングが大きくなる

2. 湾曲型

湾曲鋳型と設備を同一半径の円弧上に配置し、鋳片を水平に矯正して鋳造を行う。

メ リ ッ ト：①マシン高さが垂直型よりも低く、建設費が安い

②溶鋼静圧が小さく、バルジングが少ない

③機長確保が比較的容易であり、高速鋳造が可能、生産性に優れる

デメリット：①矯正部分で応力が発生し、鋳片内部割れが発生する可能性がある

②鋳片上面に介在物が偏在する傾向がある

3. 垂直曲げ型

垂直曲げ型は設備上部では垂直型と同様に鋳型から垂直に設備を配置し、その後鋳片に曲げと矯正を加えて水平に鋳造を行う。

メ リ ッ ト：①機長確保が比較的容易であり、高速鋳造が可能になる

②垂直型より溶鋼静圧は減少する

③鋳片中の介在物が浮上しやすく、介在物の偏在も少ない

デメリット：①湾曲型以上の建屋高さが必要であり、建設費が高額になる

②曲げと矯正ポイントがあり、鋳片内部割れが発生しやすい

◇ 連続鋳造プロセス

一般的な連続鋳造プロセスの概略図を図2に示す。主要構成としては取鍋、タンディッシュ、鋳型、二次冷却装置、ピンチロール装置、切断装置からなる。精錬処理後の取鍋内溶鋼を連続鋳造設備の上部まで運搬し、取鍋下底のノズルを通じてタンディッシュと呼ばれる中間容器へ溶鋼を注入し、タンディッシュからノズルを通じて鋳型へ注入する。鋳型は水冷構造となっており、鋳型へ注入した溶鋼を外側から冷却凝固する。鋳造開始時は、鋳型下端をダミーバーにて塞いだ状態で溶鋼を注入する。ダミーバーは鋳造開始時には鋳型の底蓋として機能し、鋳造開始後は鋳片と連結してピンチロールに到達するまでのガイドとなる。鋳型に溶鋼が溜まったところでピンチロール装置に

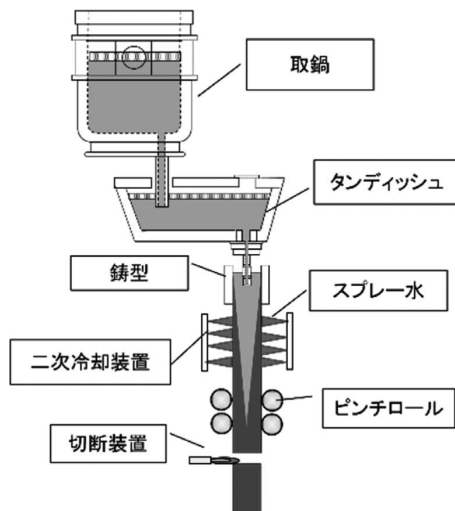


図 2 連続鋳造概略図

てダミーバーの引抜きを開始する。鋳型を抜けると二次冷却装置があり、スプレー水により更に周囲から冷却を行い、凝固を進行させて引抜いていく。鋳片の凝固が中心部まで完全凝固した後に切断装置にて切断を行う。

取鍋から注入が終了した後も、タンディッシュ内の溶鋼が無くなる前に次の取鍋からの注入を開始することでチャージ毎に鋳造を停止することなく、連続的に鋳造が可能である。これによって得られる鋳片は鋳型の形状によって決まるが、最も多く利用されているのはビレット、ブルーム、スラブであり、断面サイズにより分類されている。鋳片サイズと鋳造速度から必要な生産能力を達成するためにストランド数（同時鋳造ライン数）を決定する。これは鋳造鋼種や要求される品質、前工程とのマッチングなどを考慮の上、決定されている。

◇ 連続鋳造における主要設備

ここでは、連続鋳造の主要設備について紹介する。

1. タンディッシュ

タンディッシュは取鍋からの溶鋼を受ける中間容器であり、耐火物で内張りされている。役割としては各鋳型への溶鋼の分配、取鍋交換時の鋳型への注入継続、鋳型への注入量制御、非金属介在物の浮上分離などがある。タンディッシュ形状は

舟形やT形、H型など多様であり、通常は堰の配置を工夫して溶鋼流制御を行う。取鍋からタンディッシュに溶鋼を注入する際に外気との接触による溶鋼再酸化を防止するため、取鍋－タンディッシュ間はロングノズル等を使用し、不活性ガス雰囲気でシールを行う。タンディッシュ内も不活性ガスやタンディッシュパウダーを使用して再酸化防止を図っている。各鑄型への溶鋼注入量制御にはスライディングノズルプレートやストッパーなどの耐火物を使用しており、これにより安定した注入量に制御が可能となる。

鑄片品質に影響を与える重要な因子として、タンディッシュ内の溶鋼温度（鑄造温度）がある。鑄造温度が高いと内部割れや中心偏析といった品質欠陥や、凝固シェル成長不良によって未凝固溶鋼が流出するブレイクアウトといった操業トラブルを引き起こす。逆に鑄造温度が低すぎる場合にはタンディッシュノズル閉塞が起こり鑄造中止となってしまう。近年ではタンディッシュ内溶鋼の加熱が可能な誘導加熱装置やプラズマ加熱装置が導入されており、鑄造温度の変動を低減し、品質の安定化とノズル閉塞による操業トラブル防止が実現している。

2. 鑄型

鑄型には熱伝導率が高く、熱変形の少ない銅合金などを使用する。溶鋼に接する面にはメッキや溶射を施して表面の摩耗性を上げる処理を行っている。銅板背面には水冷を行うための溝や孔が加工しており、冷却水を均一に流す構造となっている。この鑄型に注入した溶鋼を鑄型との接触面で冷却凝固（一次冷却）させ、引抜いていく。引抜きを行う際に鑄型内壁と鑄片との摩擦力が凝固シェルの強度を超えた場合はブレイクアウトが発生する。これを防止するために鑄型振動装置による鑄型の往復運動（オシレーション）と潤滑剤の供給を行っている。鑄型振動に関しては、振動数、振幅、波形などの条件は各社様々であり、適切な組み合わせを行っている。潤滑材としては高温で溶融するパウダーを使用しており、パウダーの溶鋼への巻き込み防止と溶鋼の酸化防止のため、タンディッシュ－鑄型間には浸漬ノズルを併用している。鑄型で生成した凝固シェルは、上部では鑄型壁面に密着しているが、凝固収縮により隙間

（エアギャップ）が発生する。エアギャップが発生すると鑄型への熱伝導が減少し、凝固シェル厚みが不均一になるため割れの起点となる場合がある。こうしたエアギャップによる冷却不均一を防止するために鑄型には鑄片の凝固収縮に合わせたテーパーを設けている。

3. 二次冷却装置

鑄型から出た鑄片は表面から僅かに凝固している程度であるため、二次冷却装置で更に凝固を進行させる必要がある。二次冷却装置にはスプレー帯がありスプレー水により鑄片外側から冷却凝固を進行させる。スプレー水は水のみの一流体（スプレー冷却）ではなく、水とエアを混合した二流体のミスト冷却を用いることが多い。ミスト冷却はスプレー冷却と比較すると、広い使用水量範囲で均一冷却が可能であり、また冷却能力に優れている。スプレー水量制御は鑄片凝固の進行状況にあわせて一定のゾーンを設け、ゾーン毎に制御するように設計されている。スプレー水量は鑄片1 kg当たりの水量：比水量（ℓ/kg）で管理しており、比水量が多すぎると鑄片表面割れが増加し、逆に少なすぎると内部割れが発生するため、比水量を適切に調整し、均一冷却することが非常に重要である。

4. ピンチロール装置

ピンチロール装置は、上下ロールとロール回転駆動設備、ロール圧下設備で構成されている。ロールを圧下した状態でロールを固定することで保持し、正転させることで鑄片を引抜く役割を持つ。

5. 切断装置

切断装置はアセチレン、プロパン等を高圧酸素によって燃焼させ、鑄片を切断するガス切断が一般的である。ガス切断装置にはクランプ装置が設置されており、切断時に鑄片をクランプした状態で、鑄片の鑄造速度に追従しながら切断を行う。鑄片断面の小さいビレットでは油圧剪断機が用いられ、ステンレス鋼の切断ではパウダーカッティングが用いられている。

◇ 付帯設備

連続鑄造では様々な欠陥が発生する。主な欠陥として鑄片中心部に炭素や燐、硫黄などが濃化し

て偏析する中心偏析がある。これらの成分元素は固体より液体に溶け込む性質があり、最後に凝固する鑄片中心部分に偏析し易い。中心偏析は鋼材の剛性を低下させるため、防止方法として電磁攪拌装置や鑄片圧下装置などの付帯設備が設置されている。ここでは電磁攪拌装置と鑄片圧下装置について紹介する。

1. 電磁攪拌装置（EMS）

電磁攪拌は鑄片を取り囲むように配置されたコイルによって回転磁界を発生させる装置であり、回転磁界により生じる誘導電流との相互作用で溶鋼に攪拌の流れを発生させる。これにより、凝固組織の等軸晶を拡大させ、中心偏析低減に効果がある。設置位置は鑄型（M-EMS）やガイドロール（S-EMS）、最終凝固位置（F-EMS）などに設置され、複数設置されている例もある。

2. 鑄片圧下装置

凝固末期の凝固収縮流動を制御するために、軽

圧下法、強圧下法、大圧下法等があるが、中でも軽圧下装置が広く普及している。軽圧下装置は凝固末期の位置に設置されており、鑄片の未凝固溶鋼の凝固収縮分を圧下して潰し、濃化溶鋼の移動を抑制し、中心偏析を低減させる効果がある。従来、鑄片の圧下量はスパーサーにより固定されていたが、最近では鋼種成分や溶鋼温度、鑄造速度等の鑄造条件から凝固完了位置を推定し、適正な圧下量制御を行うダイナミック軽圧下も導入されている。

むすび

ここまで連続鑄造の製造方法について述べた。これは連続鑄造設備の僅か一部分であり、この他にも様々な技術が適用されている。今後、鑄片への品質要求レベルは厳しさを増すものと考えられ、より一層の品質向上に向けて製造方法の改善や技術革新が必要となる。

〔「特殊鋼」2021年7月号掲載〕

秋山精鋼、ベトナムで設備を増強 特殊鋼線材二次加工の体制高度化

秋山精鋼のベトナム現地子会社で住友商事も出資するAKIYAMA—SCベトナムは、特殊鋼線材二次加工生産の体制高度化と能力増強を図る。今月初導入した熱処理炉（光輝焼鈍炉）の試験稼働を開始し、モーターの軸向け新規需要などに対応。来年10月には研磨機1基をリブレースし生産性の向上を図る。投資額は熱処理炉が工場部分改装も含め約1億円。研磨機が約5,000万円。さらに2026年下期に線材生産能力を2.5倍に引き上げるため、約1億5,000万円を投下し連続伸線機を新設する構想も進める。

同社はベトナム唯一の日系磨棒鋼メーカーで、快削鋼やステンレス鋼の熱間圧延線材を原材料として冷間引拔棒鋼・冷間引拔線材の製造販売を手掛け、ハイエンド向け独自鋼もラインアップに、主にハードディスクドライブやプリンター、自動四輪・二輪向けなどに部材を供給している。

(11月28日)

伊藤忠丸紅鉄鋼など、GXで協力 建設業向けGHG排出量削減支援

伊藤忠丸紅鉄鋼はネクストフィールド、NTTコミュニケーションズと建設業界向けGX（グリーントランスフォーメーション）ソリューションビジネスに関する覚書（MOU）を11月28日に締結し、正式に協力関係を結んだ。建設業界の脱炭素化を加速させるためのGXソリューションの検討を開始。2025年度初頭の事業化を目指し、GXソリューションを提供することで、建設業界における脱炭素の取り組みを支援する。

建設業界・建設現場の知見を持ったネクストフィールドと、建設業界のサプライチェーンを支える伊藤忠

丸紅鉄鋼、ICTを活用し企業の課題解決を行うNTTコミュニケーションズの知見を融合する。

GHG（温室効果ガス）排出量可視化（エンボディードカーボン算定含む）など建設業界向けGXサービスのほか、建設現場のDXとGXの掛け合わせによる統合サービスを検討する。

(11月29日)

竹粉配合アップサイクル製品開発 佐久間特殊鋼、放置竹林対策にも

佐久間特殊鋼は、環境経営の一環として竹のアップサイクル材料を開発した。全国に拡大する放置竹林による「竹害」対策に貢献する製品で、リサイクル炭素繊維を使ったCFRP材料「ReMax Composite（リマックスコンポジット）」のノウハウも使い竹粉を活用。

放置竹林で整備伐採された竹を、協力企業を通じ粉砕し竹粉化。樹脂を混練し竹粉配合プラスチックペレットを製造し、射出成形、着色により各種製品とすることで社会課題に対し（1）竹害対策（2）廃棄物の高付加価値活用—アップサイクル（3）プラスチック使用量の低減—の解決に寄与するビジネスモデルを構築した。

リサイクル炭素繊維を混合した樹脂と竹粉を掛け合わせることで、新たなバイオマスプラスチックとしてのアップサイクルも実現。出口商品のラインアップを拡大し、各種製品の実装テストなどを本格化する。

(11月7日)

孟鋼鉄、大型木造の新工場を建設 機械部品向け切削加工集約・強化

孟鋼鉄は岐阜県海津市に木造工場となる海津センターを建設する。複数の天井クレーンを設ける大型木造工場としては全国初となる工場で、現在、三重工場（三重県川越町）が

手掛ける機械部品向け切削加工を新工場に集約、強化し、事業付加価値の向上を図る。

来年11月の竣工を予定。昨年8月に取得した敷地面積7,044平方メートルの用地でのツーバイフォー工法による建築で、SPF材とLVL材を用い、屋根にはトラス構造を採用。壁面、天井には石膏ボードを使用するイ準耐火建築物で、工場建屋面積は3,522平方メートル。

1トン天井クレーン4基を設置するとともに旋盤、マシニングセンターなど約50台を、三重工場および岐阜県内で機械部品向け切削加工を行う協力会社からの移管と新設で取りそろえ、新工場稼働開始後は同切削加工能力を現行の1.5倍以上に引き上げることを目指す。

(11月7日)

日鉄物産、東南アで土木建材拡販 シンガポールの販売大手に出資

日鉄物産は、シンガポールの土木建材製品販売大手、Mlion コーポレーション（マライオン社）に出資する。フィリピン、シンガポールなどで土木建材製品を販売、急成長するマライオン社からの要請により資本参加。協業を通じ、鋼矢板を中心にフィリピンなど東南アジア諸国連合（ASEAN）地域での需要を捕捉、業容拡大を図る。

汎用品が主流となる現地の土木建材市場で日本製鉄と連携し、徐々に伸展する高機能製品の対応を促進、施工性・鋼構造性能の高いハット形鋼矢板などの普及にも注力する。土木建材事業の構造改革下でのビジネスモデルとして取り組みを強める。

海外の土木建材事業者に日鉄物産が出資するのは今回が初めて。本年8月に両社で株式譲渡契約に調印した。22年にマライオン社から資本参加を要請。日鉄物産の資本参加を

業界のうごき

経て協業、事業の拡大を目指す。

(10月2日)

阪和興業、HBIの販売権を取得 シンガポール社に出資、輸出協力

阪和興業は、子会社の阪和シンガポールがシンガポールの鉄鋼・金属関連事業持ち株会社、グリーンイースチールの新株発行による株式引き受けを行う。同社グループが製造する還元鉄（HBI）の販売権を取得し、日本をはじめ各国への輸出版売で協力体制を構築する。

グリーンイースチールは、グループ傘下にマレーシアで還元鉄を製造するアンタラスチールミルズ（年産能力80万トン）や、シンガポール最大の鉄筋加工会社、BRCアジアなどを有しており、東マレーシアで還元鉄の新工場建設（同250万トン）を公表。

還元鉄を使用することで、従来の高炉法による製鋼に比べ二酸化炭素の排出量を大幅に削減。グリーンイースチールとの関係強化により、鉄鋼業界における脱炭素化に向けた阪和興業の冷鉄源事業をさらに加速させるとともに、さまざまな分野で顧客の脱炭素化に貢献する。

(10月4日)

三井物産、金属リサイクルに重点 インド市場開拓、中国アルミ拡大

三井物産の金属資源本部は地下資源の開発・安定供給への取り組みに加え、ネットゼロエミッションおよび循環型社会の実現に向け、金属リサイクルなどの地上資源事業の展開を重点取り組みと位置付ける。海外の鉄リサイクルは従来の豪シムズを通じた北米、オセアニア事業に加え、出資を決めたインドの金属リサイクル大手、MTCと連携、粗鋼生産が拡大するインド市場を本格的に開拓する。アジアでは出資する中国アルミ

二次合金メーカー、アルコム社とアルミリサイクル事業も拡大する。

本年6月にインドの金属リサイクル大手MTCに出資を決めた。新断スクラップの主要発生元である自動車生産の拡大が見込まれる中、MTCの集荷網と取引先との信頼関係を生かし、インドのリサイクル資源のサプライチェーン構築で主体的な役割を果たす。粗鋼生産が拡大するインド市場を本格的に開拓する狙い。

(10月7日)

メタルワンのデジタル基盤を導入 MSTPと飯島鋼管 業務効率化

メタルワン、住商メタルワン鋼管（MSTP）、飯島鋼管は鋼管流通特有の煩雑な商習慣を改善するべく業務効率化、高度化、コミュニケーションコスト削減を実現するデジタル・プラットフォーム「Metal X UP（メタルエックスユーピー）」を構築し、本格展開をスタートした。電話での在庫確認、注文書作成、ファクス送付の業務が不要となる上、手配漏れ、二重発注、注文書記載ミスなども解消され、飯島鋼管では月間約150時間の事務作業時間を縮減できている。

鋼管流通における取引形態は鋼板・条鋼などの一般鋼材に比べ、鋼種、径の大小、肉厚、長さなどの掛け合わせで、数百に及ぶ在庫品の仕入れから調達、加工、出荷に至るまで足が長いとされる。3社はDXを活用した取り組みを進め、業務およびコミュニケーションの効率化・高度化を図る。鋼管流通業の働き方改革にも一石を投じる。

(10月17日)

愛知製鋼、ステンレス鋼材を増強 知多に形鋼新ライン、IoT構築

愛知製鋼はステンレス鋼材の供給能力増強に向けた第2ステップの取り組みとして、知多工場（愛知県東海市）の形鋼圧延ラインの増強とIoT

基盤の構築を図った。新設備は10月から稼働を開始し、投資額は約12億円。刈谷工場（同県刈谷市）で生産している形鋼の一部を知多工場に移管し生産負荷を最適に配分することで、生産能力を従来比約15%増の年間7万3,000トンに拡大する。エネルギー効率が向上し、CO₂排出量が年間390トン削減されると見込む。

知多工場にステンレス形鋼圧延ライン設備を1ライン増強。切断機も更新することで、生産可能寸法を山形鋼で1辺の長さを最大50ミリから同65ミリにするなど拡大を図った。DX実現に向けたIoT基盤の構築に向け、材料の温度や寸法などを計測するセンサーやカメラなどの各種計測機器も導入。暗黙知の形式知化などにも取り組んでいる。

(10月16日)

新鉄源戦略、ミドレックスが核に 神戸製鋼、プラント受注体制整備

神戸製鋼所は低炭素・脱炭素化につながる新鉄源分野の事業拡大を目指す。成長の核となるのは、天然ガスや水素で鉄鉱石を直接還元して鉄鋼原料となる還元鉄をつくる「ミドレックス」技術。米国100%子会社のミドレックス社とともに、従来の高炉よりCO₂の排出量を抑えて鉄を造ることができる直接還元鉄プラントを世界に売り込む。脱炭素に向けた動きが世界的に加速しており、新鉄源分野へのフォローの風は強い。

世界の還元鉄生産量のうち、約8割（天然ガスをベースの直接還元鉄）をミドレックス方式が占める。脱炭素で直接還元鉄プラントの引き合いが急激に増えていることに対応するため、神鋼はミドレックス社と年間複数のプラント受注に対応するための体制を整える。米・ノースカロライナ州のミドレックス本社から遠隔地に対するリモートでの操業支援などのサービスも拡充する。

(10月11日)

JFEスチール、電池部材向け開発 フェライト系ステンレス鋼で新設計

JFEスチールは、固体酸化物形燃料電池（SOFC）などのインターコネクター用のフェライト系ステンレス鋼「JFE-FC1」を開発した。セラミックスコーティングなしで高温水蒸気中の耐酸化性と導電性を両立。コーティングにかかるコストと作業工程の削減で、カーボンニュートラル実現に向けたSOFCやSOEC（固体酸化物形電解セル）の普及促進へ貢献したい考え。国内にサンプル提供を開始している。

インターコネクターは、燃料極・電解質・空気極から構成される部品を積層するため電氣的に接続する部品。JFE-FC1は表面に特殊構造の酸化被膜を生成することで、長期間の使用後もバリア機能を持ち続け、発電効率を低下させないように導電性も維持できる。新たな材料設計に基づいて開発。特殊酸化被膜がセラミックスコーティングの機能を担うため、コーティングに関わるコストと工程を大幅に削減できる。（11月27日）

大同特、新モーターコア材を開発 電磁鋼板約10%上回る磁力持つ

大同特殊鋼はモーターコア材として一般的に使用される電磁鋼板を約10%上回る飽和磁束密度（磁力の強さ）を持ち、加工性にも優れたモーターコア用軟磁性材を開発した。モーターの小型化、高出力化、加工コストの低減などに貢献することで、電動自動車や電動航空機、ドローンなど次世代モビリティ向けのハイエンドな需要分野への適用を図り、2030年で年間100トン程度の販売を目指す。

開発材は磁束密度が電磁鋼板とパーメンジュールの間に位置し、モーターに適用した場合のシミュレーション（出力300ワットで焼結磁石、ローター

コアに電磁鋼板、ステーターコアに電磁鋼板が開発材を使用）では電磁鋼板に比べ6.4%トルク定数が向上。

ハイエンドなモーターのコア材としての活用を進める。製造は知多帯鋼工場（愛知県東海市）で行い、現在、一部のモーターメーカーで試作評価に入っている。（10月28日）

日鉄ステンレス、日鉄が吸収合併 両社リソース最大活用、事業強化

日本製鉄は、完全子会社でステンレス事業会社の日鉄ステンレスを、2025年4月1日付で吸収合併する。両社が有するリソースを最大限に活用し、ステンレス鋼板事業の強化とシナジー最大化を進め、さらなる成長を目指す。

ステンレスを取り巻く環境が国内外で変化。これに加え、カーボンニュートラルや人手不足など、高度化・多様化する経営課題に的確に対応していくことや、需要の伸長が期待される水素やアンモニアなどの新エネルギー分野での戦略商品の開発加速、日鉄の電炉へのプロセス転換でも、一体となって取り組んでいく必要があると判断。人的リソースを強化・最適化し、両社が有する経営資源を最大限に活用できる体制を構築していく必要があるとの認識に至り、合併を決めた。日本製鉄を存続会社、日鉄ステンレスを消滅会社とする吸収合併を行う。合併に伴う変更は今後詳細を詰める。（10月15日）

日本製鉄、釜石でCH用線材増産 粗圧延機増設、室蘭ビレット活用

日本製鉄北日本製鉄所釜石地区（岩手県釜石市）は、特殊鋼生産拠点・同製鉄所室蘭地区（北海道室蘭市）で製造する162ミリ角のビレットを活用し、高付加価値商品であるCH用線材（冷間圧造用線材）の生産量を増やす。軸受鋼など商品バリエーショ

ン拡大を目指し、機能と競争力の向上を図る。

釜石地区線材工場にビレットをサイズダウンする伊ダニエリ製の新粗圧延機2基を増設した。現在、プロパー化に向けて需要家の品質認証取得を進めており、2025年度以降、ビレットの主要供給元を東日本製鉄所君津地区から室蘭地区に切り替える計画。

この改造で、君津地区で製造された122ミリ角のビレットから、室蘭地区で製造される162ミリ角までの複数サイズのビレットを圧延する「素角フリー」を実現。ビレットサイズアップで表面に残存する細かなきずやビレット内部に不可避免的に存在する介在物が減衰する。（10月8日）

日本高周波鋼業、中国市場で浸透 耐摩耗性ホットスタンプ金型用鋼

日本高周波鋼業は、熱伝導率に優れると同時に耐摩耗性の高いホットスタンプ金型用鋼「KDAHP1」の中国向け輸出が年間120—130トンペースで漸増している。中国はホットスタンプによるプレス成形を用いる自動車部品メーカーが多く、鋼種メリットが現地に浸透。市場投入した2015年度以降で国内外の累計販売数量は24年度で1,300トンとなる見通し。

熱間工具鋼「SKD61」をベースに合金元素を調整したもので、「KDAHP1」は「SKD61」と比較して熱伝導率は約1.3倍、耐摩耗性は約1.5倍と性能が向上。ドリル加工性やフライス加工性など被削性をキープしながら、プレス時は高温下で酸化皮膜が形成され、自己潤滑性を持つため、金型の耐摩耗性がアップ。表面処理・PVD（物理蒸着法）コーティングとの相性も良く、表面処理皮膜が剥離しにくく、金型の長寿命化がより一層向上する。（10月7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	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 合 金 鋼	計	ばね鋼	軸 受 鋼	ス テ ン ス 鋼	快 削 鋼	高 抗 張 力	そ の 他		
'22 暦 年	206,094	4,161,155	3,482,662	7,643,817	318,691	838,284	2,439,490	475,955	4,516,055	447,854	9,036,329	16,886,240
'23 暦 年	r 158,565	r 3,965,795	r 3,324,515	r 7,290,310	305,663	732,298	1,949,309	440,740	4,731,166	371,781	8,530,957	r 15,979,832
'22 年 度	182,740	4,012,556	3,357,873	7,370,429	311,005	793,313	2,311,937	456,157	4,507,723	423,410	8,803,545	16,356,714
'23 年 度	r 171,905	r 3,919,921	r 3,323,049	r 7,242,970	303,187	735,856	1,953,747	433,670	4,829,099	376,470	8,632,029	r 16,046,904
'23. 10-12月	r 54,644	r 1,031,282	r 822,934	r 1,854,216	79,080	180,417	488,160	110,947	1,212,803	88,301	2,159,708	r 4,068,568
'24. 1-3月	r 48,678	r 938,618	r 783,867	r 1,722,485	71,912	179,252	498,248	104,611	1,223,663	102,477	2,180,163	r 3,951,326
4-6月	r 53,892	r 894,168	r 796,007	r 1,690,175	71,608	169,398	509,372	98,132	1,144,155	94,333	2,086,998	r 3,831,065
7-9月	r 48,033	r 928,284	r 811,134	r 1,739,418	73,234	183,569	515,177	110,378	1,156,778	90,930	2,130,066	r 3,917,517
'23年 9月	r 12,425	r 359,268	r 311,440	r 670,708	27,605	63,257	146,796	42,168	431,163	34,507	745,496	r 1,428,629
10月	r 17,322	r 345,534	r 293,365	r 638,899	25,381	56,771	148,392	35,709	407,462	32,767	706,482	r 1,362,703
11月	r 19,331	r 355,436	r 290,813	r 646,249	27,645	62,265	170,404	39,084	419,744	26,926	746,068	r 1,411,648
12月	r 17,991	r 330,312	r 238,756	r 569,068	26,054	61,381	169,364	36,154	385,597	28,608	707,158	r 1,294,217
'24年 1月	r 14,711	r 322,193	r 265,679	r 587,872	20,176	58,454	156,079	36,081	443,561	35,346	749,697	r 1,352,280
2月	r 17,708	r 301,063	r 260,424	r 561,487	26,042	60,596	174,801	32,795	380,592	34,116	708,942	r 1,288,137
3月	r 16,259	r 315,362	r 257,764	r 573,126	25,694	60,202	167,368	35,735	399,510	33,015	721,524	r 1,310,909
4月	r 20,943	r 282,000	r 244,368	r 526,368	23,084	54,442	161,654	29,710	368,511	32,227	669,628	r 1,216,939
5月	r 15,568	r 322,120	r 289,153	r 611,273	24,460	61,149	173,596	32,123	380,888	31,595	703,811	r 1,330,652
6月	r 17,381	r 290,048	r 262,486	r 552,534	24,064	53,807	174,122	36,299	394,756	30,511	713,559	r 1,283,474
7月	r 16,907	r 316,164	r 293,051	r 609,215	24,151	65,119	174,883	38,584	415,925	33,492	752,154	r 1,378,276
8月	r 12,875	r 282,859	r 237,598	r 520,457	24,682	53,753	172,209	36,400	368,051	29,079	683,814	r 1,217,146
9月	r 18,251	r 329,261	r 280,485	r 609,746	24,401	64,697	168,085	35,754	372,802	28,359	694,098	r 1,322,095
10月	18,442	303,075	269,397	572,472	26,158	60,299	169,811	31,675	381,828	35,777	705,548	1,296,462
前 月 比	101.0	92.0	96.0	93.9	107.2	93.2	101.0	88.6	102.4	126.2	101.6	98.1
前年同月比	106.5	87.7	91.8	89.6	103.1	106.2	114.4	88.7	93.7	109.2	99.9	95.1

出所：一般社団法人日本鉄鋼連盟『特殊鋼鋼材生産・消費・在庫内訳』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
'22 暦年	293,422	5,401,742	1,019,267	3,386,987	1,083,496	5,701,276	16,886,190
'23 暦年	232,299	5,089,014	930,232	3,120,799	1,021,303	5,477,902	15,871,549
'22 年度	278,130	5,185,205	997,569	3,270,099	1,070,471	5,555,186	16,356,660
'23 年度	224,655	5,025,161	936,013	3,117,568	1,033,099	5,519,352	15,855,848
'23. 10-12月	51,194	1,274,735	207,850	810,680	250,978	1,390,760	3,986,197
'24. 1-3月	47,835	1,180,377	228,300	777,301	265,805	1,368,919	3,868,537
4-6月	56,041	1,143,543	231,302	746,405	273,606	1,305,295	3,756,192
7-9月	51,059	1,212,263	236,377	785,707	221,219	1,346,097	3,852,722
'23年 9月	30,541	460,129	75,135	285,573	108,613	442,857	1,402,848
10月	18,966	437,015	83,080	260,985	76,245	460,914	1,337,205
11月	18,457	434,810	75,327	281,251	94,100	479,660	1,383,605
12月	13,771	402,910	49,443	268,444	80,633	450,186	1,265,387
'24年 1月	15,336	384,265	84,493	262,672	95,569	481,430	1,323,765
2月	16,926	382,904	80,180	253,809	81,099	444,828	1,259,746
3月	15,573	413,208	63,627	260,820	89,137	442,661	1,285,026
4月	17,998	344,918	80,634	238,726	96,806	406,544	1,185,626
5月	19,251	409,384	87,970	265,602	85,648	444,236	1,312,091
6月	18,792	389,241	62,698	242,077	91,152	454,515	1,258,475
7月	19,206	418,604	93,645	269,889	76,684	482,965	1,360,993
8月	8,622	362,556	71,805	251,571	64,472	444,512	1,203,538
9月	23,231	431,103	70,927	264,247	80,063	418,620	1,288,191
10月	29,017	380,527	95,249	253,445	71,063	466,791	1,296,092
前 月 比	124.9	88.3	134.3	95.9	88.8	111.5	100.6
前年同月比	153.0	87.1	114.6	97.1	93.2	101.3	96.9

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 合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ス テ ン ス 鋼	快 削 鋼	高 抗 張 鋼	そ の 他			
' 22 暦 年	240,621	2,647,463	1,418,096	4,065,559	60,774	373,650	1,457,325	114,890	71,058	91,912	2,169,609	6,475,789	
' 23 暦 年	222,460	2,603,870	1,370,867	3,974,737	96,262	338,483	1,206,080	101,169	58,915	82,812	1,883,721	6,080,918	
' 22 年 度	232,624	2,551,967	1,358,265	3,910,232	72,037	360,226	1,396,971	106,248	68,738	89,161	2,093,381	6,236,237	
' 23 年 度	218,218	2,615,710	1,413,014	4,028,724	95,069	331,334	1,159,703	99,779	58,281	81,495	1,825,661	6,072,603	
' 24 年	2月	17,298	215,734	119,487	335,221	7,398	27,393	95,542	8,486	5,313	6,178	150,310	502,829
	3月	17,257	195,123	114,007	309,130	7,825	22,826	97,572	7,659	4,937	7,295	148,114	474,501
	4月	17,322	209,620	120,371	329,991	7,119	25,466	97,835	7,352	5,473	8,223	151,468	498,781
	5月	17,971	215,755	121,978	337,733	7,376	27,031	105,002	7,373	5,191	5,305	157,278	512,982
	6月	17,364	212,701	118,510	331,211	7,870	29,982	102,863	7,823	5,131	6,482	160,151	508,726
	7月	19,010	227,861	128,576	356,437	8,249	32,101	108,809	8,306	5,390	6,282	169,137	544,584
	8月	14,323	209,247	122,803	332,050	10,683	28,368	87,812	6,734	4,478	4,368	142,443	488,816
	9月	17,651	212,584	120,832	333,416	7,067	29,268	102,504	7,392	3,964	6,422	156,617	507,684
	10月	19,550	227,752	140,073	367,825	8,155	31,850	104,148	8,424	5,574	6,598	164,749	552,124
	前 月 比	110.8	107.1	115.9	110.3	115.4	108.8	101.6	114.0	140.6	102.7	105.2	108.8
前年同月比	95.0	91.1	102.6	95.1	89.7	98.1	105.1	97.8	116.9	89.3	102.1	97.1	

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 合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ス レ ン ス 鋼	快 削 鋼	高 抗 張 力	鋼 材 そ の 他			
'22 暦 年	10,897	221,700	136,904	358,604	21,346	37,569	156,975	22,390	137,751	16,870	392,901	762,402	
'23 暦 年	6,379	184,699	122,687	307,386	17,529	33,998	112,876	17,584	147,601	16,229	345,817	659,582	
'22 年 度	8,870	207,670	133,119	340,789	17,942	28,734	126,791	21,907	129,474	19,381	344,229	693,888	
'23 年 度	6,318	190,855	126,343	317,198	21,360	32,140	115,164	19,343	145,922	20,728	354,657	678,173	
'24年 2月	6,834	199,119	124,482	323,601	19,326	32,509	115,026	19,220	154,755	27,598	368,434	698,869	
3月	6,318	190,855	126,343	317,198	21,360	32,140	115,164	19,343	145,922	20,728	354,657	678,173	
4月	5,409	180,027	113,027	293,054	18,926	28,648	114,106	16,870	144,963	22,198	345,711	644,174	
5月	5,106	180,460	118,152	298,612	17,653	30,137	112,087	19,764	157,293	20,036	356,970	660,688	
6月	6,274	171,692	122,663	294,355	17,179	33,207	99,577	17,543	153,522	18,824	339,852	640,481	
7月	4,974	167,521	118,703	286,224	18,866	32,089	99,172	19,969	155,338	20,459	345,893	637,091	
8月	5,933	197,065	132,610	329,675	20,384	34,058	108,717	22,454	154,189	24,613	364,415	700,023	
9月	6,642	185,990	132,652	318,642	19,030	33,035	113,243	18,448	151,160	19,706	354,622	679,906	
10月	5,342	161,268	108,754	270,022	15,089	27,252	104,035	14,118	152,932	28,184	341,610	616,974	
前 月 比	80.4	86.7	82.0	84.7	79.3	82.5	91.9	76.5	101.2	143.0	96.3	90.7	
前年同月比	100.3	83.6	87.0	84.9	84.8	85.7	108.2	66.6	102.7	121.8	100.7	93.1	

出所：一般社団法人日本鉄鋼連盟『特殊鋼鋼材生産・消費・在庫内訳』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 合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ス テ ン ス 鋼	快 削 鋼	高 抗 張 鋼	そ の 他			
'22 暦 年	81,587	253,146	197,352	450,498	11,832	52,605	258,437	12,975	14,050	8,869	358,768	890,853	
'23 暦 年	79,254	272,987	225,003	497,990	4,212	53,648	245,905	12,373	13,819	6,796	336,753	913,997	
'22 年 度	81,307	258,660	201,555	460,215	5,698	53,549	251,097	11,289	13,844	10,330	345,807	887,329	
'23 年 度	80,788	265,640	219,878	485,518	4,220	53,304	254,822	12,870	13,897	9,408	348,521	914,827	
'24年	2月	78,950	262,986	215,291	478,277	4,189	53,578	247,111	13,237	13,772	7,232	339,119	896,346
	3月	80,788	265,640	219,878	485,518	4,220	53,304	254,822	12,870	13,897	9,408	348,521	914,827
	4月	80,430	262,061	217,724	479,785	4,860	54,140	253,568	12,875	13,798	6,994	346,235	906,450
	5月	83,899	262,420	217,044	479,464	4,202	56,650	248,315	11,621	13,592	7,615	341,995	905,358
	6月	84,822	260,928	220,183	481,111	3,831	55,172	247,509	12,529	13,800	8,351	341,192	907,125
	7月	83,003	252,434	213,112	465,546	2,955	52,153	247,588	11,559	13,916	8,709	336,880	885,429
	8月	84,593	251,757	212,770	464,527	2,082	51,525	245,812	11,538	13,975	7,936	332,868	881,988
	9月	85,221	259,158	211,298	470,456	2,342	51,545	245,003	10,959	14,338	8,314	332,501	888,178
	10月	85,733	260,674	202,492	463,166	1,882	50,474	247,988	10,321	13,642	7,974	332,281	881,180
	前 月 比	100.6	100.6	95.8	98.5	80.4	97.9	101.2	94.2	95.1	95.9	99.9	99.2
前年同月比	108.8	107.7	103.7	105.9	47.8	96.1	100.5	92.2	97.7	109.7	99.0	103.5	

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		
'22 暦 年	39,183	381,705	495,244	876,949	166,355	786,001	97,860	71,081	1,121,297	3,180	4,900,636	4,903,816	6,941,245	
'23 暦 年	27,430	330,181	432,404	762,585	154,170	687,942	77,594	49,297	969,003	2,384	4,406,897	4,409,280	6,168,298	
'22 年 度	37,482	369,309	484,741	854,050	164,491	757,239	90,378	70,711	1,082,819	3,209	4,735,671	4,738,880	6,713,231	
'23 年 度	25,446	328,463	410,320	738,783	145,601	678,595	76,319	49,323	949,838	2,112	4,543,153	4,545,265	6,259,333	
'24年	1月	1,964	24,215	29,411	53,626	10,843	51,299	6,154	2,166	70,462	142	389,404	389,546	515,598
	2月	2,038	25,993	34,570	60,563	11,784	56,863	5,731	7,758	82,136	270	370,271	370,541	515,277
	3月	2,361	31,035	31,061	62,096	9,479	61,263	7,057	3,586	81,385	119	413,614	413,732	559,574
	4月	2,239	22,257	40,106	62,363	15,310	58,713	6,655	2,890	83,568	202	321,172	321,374	469,544
	5月	2,221	29,829	31,659	61,488	15,232	63,665	3,814	8,443	91,154	159	370,619	370,778	525,641
	6月	2,298	26,670	34,504	61,174	12,357	58,919	8,561	4,919	84,757	141	338,779	338,919	487,147
	7月	2,556	25,434	40,600	66,034	12,392	64,327	6,394	3,224	86,337	146	382,764	382,910	537,837
	8月	1,892	24,284	36,593	60,877	10,238	64,046	9,043	4,724	88,051	155	326,117	326,272	477,092
	9月	2,177	33,262	42,074	75,336	15,241	58,687	10,961	5,886	90,775	141	364,172	364,313	532,601
	10月	2,856	28,885	39,993	68,878	17,332	61,415	5,674	2,802	87,224	159	306,924	307,083	466,041
前 月 比	131.2	86.8	95.1	91.4	113.7	104.6	51.8	47.6	96.1	112.7	84.3	84.3	87.5	
前年同月比	125.5	101.8	105.0	103.6	137.1	114.1	103.2	86.6	116.0	119.9	84.4	84.4	91.8	

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	
'22 暦 年	4,066	16,285	344	12,418	11,486	264,312	20,503	309,062	171	7,158	178,111	185,269	514,853
'23 暦 年	2,272	21,741	399	9,614	9,100	201,615	18,626	239,354	74	13,527	170,682	184,208	447,649
'22 年 度	3,489	17,731	395	11,981	10,646	235,419	20,335	278,777	138	8,721	173,885	182,606	482,740
'23 年 度	2,233	22,166	407	9,430	9,110	217,254	18,220	254,420	71	12,336	168,071	180,407	459,297
'24年 1月	170	1,698	63	712	828	19,173	1,567	22,343	3	779	13,911	14,690	38,903
2月	123	1,540	50	738	715	21,994	1,310	24,808	12	382	12,658	13,040	39,524
3月	263	2,153	29	903	789	17,680	1,454	20,855	1	1,253	14,162	15,415	38,686
4月	243	2,252	54	901	941	25,133	1,477	28,506	5	1,440	13,727	15,167	46,173
5月	228	1,856	51	939	951	23,994	1,883	27,818	2	880	11,323	12,203	42,107
6月	344	2,048	67	856	793	20,483	1,377	23,575	1	1,444	16,037	17,481	43,450
7月	338	3,226	50	1,057	934	19,632	1,802	23,476	4	998	14,016	15,014	41,059
8月	225	2,764	21	783	646	22,898	1,267	25,615	4	979	9,957	10,936	39,544
9月	125	3,373	40	761	663	19,837	1,902	23,203	4	764	15,040	15,804	42,509
p 10月	302	3,333	52	1,031	639	22,788	1,786	26,296	4	1,652	16,153	17,805	47,741
前 月 比	241.8	98.8	130.3	135.5	96.4	114.9	93.9	113.3	96.6	216.3	107.4	112.7	112.3
前年同月比	236.9	196.0	136.1	153.4	72.6	149.6	128.5	144.4	140.6	340.2	140.3	148.4	149.0

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 受注額	産業機械 受注額	工作機械 受注額
	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	フル 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			
'22 暦 年	7,835,482	1,184,553	3,813,269	406,156	4,201,320	747,543	-	232,157	126,574	11,795	107,418	52,146	17,596
'23 暦 年	8,998,538	1,127,470	4,422,682	341,140	4,779,086	777,949	-	238,886	105,102	13,322	103,550	55,504	14,865
'22 年 度	8,100,863	1,195,947	3,864,096	396,817	4,385,649	765,986	-	230,526	123,367	12,099	107,937	52,652	17,056
'23 年 度	8,678,446	1,034,605	4,462,335	317,691	4,528,668	713,014	-	235,643	99,584	13,384	102,968	55,822	14,531
'24年 1月	578,126	61,653	295,133	22,755	334,876	48,691	-	17,370	6,780	888	8,238	3,716	1,110
2月	616,763	54,964	350,166	21,657	344,820	45,355	-	18,150	7,825	1,123	8,868	4,075	1,142
3月	710,389	93,766	348,539	22,262	451,444	66,076	-	19,546	7,899	1,022	9,130	6,459	1,357
4月	646,404	84,926	365,106	26,501	310,345	50,902	-	17,550	8,081	1,107	8,863	3,962	1,209
5月	651,285	82,304	295,741	21,975	312,406	50,375	-	17,038	8,149	1,043	8,578	5,167	1,245
6月	691,286	89,210	362,975	26,221	373,599	60,806	-	17,212	8,347	1,069	8,761	5,472	1,338
7月	804,080	102,565	378,591	24,849	405,175	65,543	-	17,099	9,202	1,198	8,749	3,745	1,239
8月	540,881	72,361	294,158	22,767	328,471	56,145	-	12,773	6,897	943	8,581	3,394	1,108
9月	761,695	95,702	370,345	28,944	438,733	71,640	-	15,267	8,441	1,171	8,520	6,423	1,254
10月	-	-	389,783	27,494	402,310	63,833	-	17,295	9,286	1,410	8,698	3,632	1,226
前 月 比	-	-	105.2	95.0	91.7	89.1	-	113.3	110.0	120.4	102.1	56.6	97.8
前年同月比	-	-	96.5	97.0	101.2	102.2	-	81.5	108.1	104.6	101.9	117.2	109.4

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 4 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		18,442	101.0	106.5	89.5	
	鋼 材 輸 入 実 績 計		302	241.8	236.9	97.9	
	販 売 業 者	受 入 計	20,062	109.8	101.5	74.3	
		販 売 計	19,550	110.8	95.0	74.4	
		うち消費者向	16,420	111.7	94.1	86.8	
		在 庫 計	85,733	100.6	108.8	145.2	
	鋼 材 輸 出 船 積 実 績 計		2,856	131.2	125.5	59.9	
	生 産 者 工 場 在 庫		5,342	80.4	100.3	64.4	
	総 在 庫		91,075	99.1	108.2	135.2	
	構 造 用 鋼	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		572,472	93.9	89.6	83.7
販 売 業 者		受 入 計	360,535	106.2	93.9	55.2	
		販 売 計	367,825	110.3	95.1	56.3	
		うち消費者向	293,851	109.7	91.6	66.9	
		在 庫 計	463,166	98.5	105.9	131.6	
鋼 材 輸 出 船 積 実 績 計		68,878	91.4	103.6	83.8		
生 産 者 工 場 在 庫		270,022	84.7	84.9	77.2		
総 在 庫		733,188	92.9	97.1	104.5		
ば ね 鋼		熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		26,158	107.2	103.1	72.7
		鋼 材 輸 入 実 績 計		3,333	98.8	196.0	817.9
	販 売 業 者	受 入 計	7,695	105.0	83.2	36.3	
		販 売 計	8,155	115.4	89.7	38.8	
		うち消費者向	2,610	112.6	87.5	56.1	
		在 庫 計	1,882	80.4	47.8	15.4	
	鋼 材 輸 出 船 積 実 績 計		17,332	113.7	137.1	110.2	
	生 産 者 工 場 在 庫		15,089	79.3	84.8	58.4	
	総 在 庫		16,971	79.4	78.1	44.6	
	ス テ ン レ ス 鋼	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		169,811	101.0	114.4	73.9
鋼 材 輸 入 実 績 計		26,296	113.3	144.4	181.7		
販 売 業 者		受 入 計	107,133	105.3	113.8	42.7	
		販 売 計	104,148	101.6	105.1	41.4	
		うち消費者向	54,631	105.1	102.4	97.7	
		在 庫 計	247,988	101.2	100.5	181.4	
鋼 材 輸 出 船 積 実 績 計		61,415	104.6	114.1	70.0		
生 産 者 工 場 在 庫		104,035	91.9	108.2	90.3		
総 在 庫		352,023	98.3	102.7	139.7		
快 削 鋼		熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		31,675	88.6	88.7	61.7
	販 売 業 者	受 入 計	7,786	114.3	90.4	55.1	
		販 売 計	8,424	114.0	97.8	58.6	
		うち消費者向	7,824	112.6	94.6	56.2	
		在 庫 計	10,321	94.2	92.2	76.2	
	鋼 材 輸 出 船 積 実 績 計		5,674	51.8	103.2	59.3	
	生 産 者 工 場 在 庫		14,118	76.5	66.6	50.9	
	総 在 庫		24,439	83.1	75.4	59.2	
	高 抗 張 力 鋼	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		381,828	102.4	93.7	92.5
		販 売 業 者	受 入 計	4,878	112.7	93.4	47.4
販 売 計			5,574	140.6	116.9	54.8	
うち消費者向			4,713	147.5	120.5	70.3	
在 庫 計			13,642	95.1	97.7	124.4	
生 産 者 工 場 在 庫		152,932	101.2	102.7	80.6		
総 在 庫		166,574	100.7	102.2	83.0		
そ の 他		熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		96,076	103.2	107.3	69.4
		販 売 業 者	受 入 計	37,037	102.6	102.1	91.4
			販 売 計	38,448	107.7	96.5	94.8
	うち消費者向		37,160	107.7	96.3	101.1	
	在 庫 計		58,448	97.6	97.7	110.0	
	生 産 者 工 場 在 庫		55,436	105.1	100.9	80.1	
	総 在 庫		113,884	101.1	99.2	93.1	
	特 殊 鋼 鋼 材 合 計	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産 合 計		1,296,462	100.6	95.1	82.4
		鋼 材 輸 入 実 績 計		47,741	112.3	149.0	58.8
		販 売 業 者	受 入 計	545,126	106.1	97.8	53.6
販 売 計			552,124	108.8	97.1	54.3	
うち消費者向			417,209	109.3	93.7	72.4	
在 庫 計			881,180	99.2	103.5	138.2	
鋼 材 輸 出 船 積 実 績 計		466,041	87.5	91.8	72.5		
生 産 者 工 場 在 庫		616,974	90.7	93.1	78.5		
総 在 庫		1,498,154	95.5	98.9	105.3		

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、冷間圧延鋼材及び鋼管を含まない。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。

倶楽部だより

(2024年10月1日～11月30日)

理事会

日 時：2024年10月25日（月）

10時00分～11時30分

場 所：「鉄鋼会館」802号室（Web出席含む）

- 議 題：①2024年度事業報告について（中間報告）
②2024年度会計報告について（中間報告）
③2025年新年賀詞交換会について
④貿易一般保険包括保険（鋼材）特約締結の承認手続きフローの変更に
ついて
⑤政府の動向等について（報告）
⑥委員会・組織・今後のスケジュール
等について

④委員会・組織・今後のスケジュール
等について

財務分科会

日 時：2024年10月17日（木）

14時00分～15時15分

場 所：「鉄鋼会館」805号室（Web出席含む）

- 議 題：①2024年度会計報告について（中間報告）

海外委員会

本委員会

日 時：2024年10月16日（水）

15時00分～16時30分

場 所：「鉄鋼会館」803号室（Web出席含む）

- 議 題：①経済産業省金属課「鉄鋼過剰生産能力に関する国際的な議論動向」説明について
②2024年度海外委員会事業報告について（中間報告）
・特殊鋼の輸出問題に関する業務（鉄鋼貿易問題等）
・個別通商問題対応について
・保険・包括保険に関する業務
・海外市場調査に関する業務
・中国ステンレス鋼AD調査に関するWTO紛争解決について
③2024年度海外委員会会計報告について（中間報告）
④貿易一般保険包括保険（鋼材）特約締結の承認手続きフローの変更に
ついて

運営委員会

本委員会

日 時：2024年10月23日（水）

10時00分～11時15分

場 所：「鉄鋼会館」805号室（Web出席含む）

- 議 題：①2024年度事業報告について（中間報告）
②2024年度会計報告について（中間報告）
③2025年新年賀詞交換会について
④貿易一般保険包括保険（鋼材）特約締結の承認手続きフローの変更に
ついて
⑤政府の動向等について（報告）
⑥委員会・組織・今後のスケジュール
等について

総務分科会

日 時：2024年10月17日（木）

14時00分～15時15分

場 所：「鉄鋼会館」805号室（Web出席含む）

- 議 題：①2024年度事業報告について（中間報告）
②2025年新年賀詞交換会について
③貿易一般保険包括保険（鋼材）特約締結の承認手続きフローの変更に
ついて

専門部会

日 時：2024年10月11日（金）

13時30分～14時45分

場 所：「鉄鋼会館」804号室（Web出席含む）

- 議 題：①2024年度海外委員会調査事業報告について
②2024年度海外委員会事業報告について（中間報告）
③2024年度海外委員会会計報告について（中間報告）

- ④個別通商問題について
- ⑤貿易一般保険包括保険（鋼材）特約締結の承認手続きフローの変更について

市場開拓調査委員会

講演会

日 時：2024年11月28日（木）
10時00分～12時00分
場 所：「鉄鋼会館」802～804号室
演 題：中国BEV・SDVの世界“クルマづくり”と“売りづくり”の発想と戦略～中国のクルマの進化：NEV・SDV・スマートキャビン化の最新動向～
講 師：(株)現代文化研究所 調査研究本部 調査研究第3領域リーダー 上席主任研究員 八杉 理 氏
申込者：40名

特殊鋼PR展示・講演会WG

第11回メタルジャパン 高機能金属展 東京展
日 程：2024年10月29日（火）～31日（木）
場 所：幕張メッセ
内 容：①協賛すると共にブースを出展
②専門セミナーへの講演（10月29日）

編集委員会

本委員会

日 時：2024年10月21日（月）
15時00分～17時00分
場 所：「鉄鋼会館」802号室（Web出席含む）
議 題：①編集委員会委員の交代について
②2025年3月号「需要分野の動向と特殊鋼～航空宇宙産業、鉄道、自動車EV・PHV（中国市場・欧米市場）」の編集方針、内容の確認
③2025年5月号「冷間工具鋼の今（仮題）」への情報提供について
④2025年1月号以降の表紙デザイン色について

特集編集会議

日 時：2024年11月26日（火）
15時00分～16時00分
場 所：「鉄鋼会館」803号室（Web出席含む）
議 題：2025年5月号「冷間工具鋼の今（仮題）」の編集内容の検討

人材確保育成委員会

2024年度ビジネスパーソン研修講座

日 時：2024年11月18日（月）
10時00分～18時00分
2024年11月19日（火）
9時00分～17時00分
場 所：「鉄鋼会館」802～804号室
テーマ：財務会計研修基礎編
講 師：日鉄テクノロジー(株) 井村 正規 氏
受講者：20名

2024年度特殊鋼教養講座（大阪地区）

日 時：2024年10月22日（火）
15時30分～18時30分
場 所：「鉄鋼会館」会議室
テーマ：鉄鋼業の歴史と先端技術による未来への挑戦
講 師：(一社)特殊鋼倶楽部 専務理事 脇本 真也
受講者：26名

大学学生人材育成事業

一般社団法人日本鉄鋼協会主催「2024年度経営幹部による大学特別講義」において、特殊鋼メーカーの講師による講義で、特殊鋼倶楽部発行の特殊鋼業界紹介パンフレット「夢みる鉄」を配布する等の協力を実施。

①開催校：北海道大学

日 時：2024年10月4日（金）
10時30分～12時00分
講 師：愛知製鋼(株) 執行職 水谷 正彦 氏
受講生：北海道大学 工学部応用理工系学科応用マテリアル工学コース2、3年生
受講者：約100名

②開催校：大阪大学

日 時：2024年10月21日（月）
15時00分～16時30分
講 師：(株)プロテリアル 執行役員ものづくり技術本部長 谷口 徹 氏
受講生：大阪大学 応用理工学科マテリアル科学コース3年生
受講者：約80名

③開催校：東北大学
日 時：2024年11月21日（木）
14時40分～16時10分
講 師：日鉄ステンレス(株)
取締役副社長執行役員
相馬 秀次 氏
受講生：東北大学 工学部 4 年生
受講者：約125名

流通委員会

説明会

日 時：2024年10月18日（金）
16時00分～17時00分
方 式：オンライン同時配信（東京・名古屋・
大阪 3 地区）
演 題：2024年度第 3 ・ 四半期の特殊鋼需要
見通し
講 師：(一社)特殊鋼倶楽部 事務局
内田 宏幸
参加者：104名（3 地区計）

カーボンニュートラルWG（第Ⅱ期）

第16回会合（10月24日・Web会議）
第17回会合（11月25日・Web会議）

その他

物流2024年問題について、一般社団法人日本鉄
鋼連盟主催「製品物流小委員会」への特殊鋼
メーカー 3 社と共に参加協力した。
10月度小委員会（10月24日・ハイブリッド会
議〔対面＋Web〕）
11月度小委員会（11月26日・ハイブリッド会
議〔対面＋Web〕）

[大阪支部]

説明会（二団体共催）

日 時：2024年10月18日（金）
演 題：2024年度第 3 ・ 四半期の特殊鋼需要
見通し
講 師：(一社)特殊鋼倶楽部 事務局
内田 宏幸
方 式：オンライン配信
聴講者：25名（3 地区計104名）

2023年度特殊鋼教養講座（大阪地区・二団体共催）

日 時：2024年10月22日（火）
15時30分～18時30分

場 所：「鐵鋼會館」会議室
テーマ：鉄鋼業の歴史と先端技術による未来
への挑戦
講 師：(一社)特殊鋼倶楽部 専務理事
脇本 真也
方 式：対面
受講者：26名

研修講座（二団体共催）

日 時：2024年11月 7 日（木）
12時30分～18時00分
場 所：大同特殊鋼(株) 知多工場
テーマ：2024年度工場見学付新人研修講座
内 容：①ガイダンス・概要説明
②座学「特殊鋼の基礎知識」
③工場見学「大同特殊鋼(株)知多工場」
④質疑応答
⑤懇親会
方 式：対面
受講者：49名

その他

関西特殊鋼ゴルフ大会（二団体共催）
日 程：2024年10月29日（火）
場 所：鳴尾ゴルフ倶楽部
参加者：29名

[名古屋支部]

部会

工具鋼部会（11月 7 日（木）・対面会議）
構造用鋼部会（11月14日（木）・対面会議）
ステンレス鋼部会（10月29日（火）・対面会議）

説明会（10月20日）

日 時：2024年10月18日（金）
16時00分～17時00分
演 題：2024年度第 3 ・ 四半期の特殊鋼需要
見通し
講 師：(一社)特殊鋼倶楽部 事務局
内田 宏幸
方 式：オンライン配信（東京・名古屋・大
阪 3 地区）
聴講者：18名（3 地区計104名）

講座、研修会、セミナー等

生産性向上研修（三団体共催）
日 時：2024年11月25日（月）

10時00分～17時00分

場 所：(株)インテックス 研修室

テーマ：RPAを活用した業務効率化・コスト削減

講 師：(株)インテックス 中西 夏基 氏

方 式：対面

参加者：15名

新入社員フォローアップ研修（二団体共催）

日 時：2024年10月19日（金）

13時00分～17時00分

場 所：大同健保会館

講 師：(株)リ・カレント 森 仁 氏

方 式：対面

参加者：14名

管理職研修（三団体共催）

日 時：2024年11月13日（水）

10時00分～17時00分

場 所：imy会議室

テーマ：管理者に必要な計数思考力と財務の基礎知識

講 師：(株)名南経営コンサルティング

山田 亮太 氏

方 式：対面

参加者：21名

海外視察研修

日 程：2024年11月20日（水）～23日（土）

見学先：ベトナム ハノイの日系企業4社を訪問

参加者：17名

その他

中部特殊鋼人親善ゴルフ大会

日 程：2024年11月13日（水）

場 所：三好カントリー

参加者：40名

特殊鋼倶楽部の動き

「第11回メタルジャパン 高機能金属展 東京展」 (於：幕張メッセ) へ出展しました

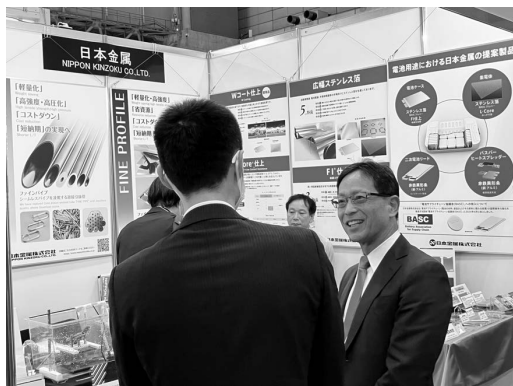
特殊鋼倶楽部は10月29日～31日に幕張メッセで開催されました「第11回メタルジャパン 高機能金属展 東京展」の協賛団体として出展しました。

特殊鋼倶楽部ブースには、会員企業から自社製品PRを目的として秋山精鋼株式会社殿、南海モルディ株式会社殿、日本金属株式会社殿の3社が出展し、積極的なPR活動を実施しました。

また、10月29日には、メタルジャパン専門セミナーに大同特殊鋼株式会社 機能製品事業部帯鋼製品部帯鋼技術サービス室 室長 石川 浩一様が「モビリティの電動化に貢献する機能材料」と題して講演されました。

ブースにはさまざまな業種の多くの方にお立ち寄り頂き、特殊鋼及び当倶楽部の認知度アップに貢献しました。

以下に会場写真を掲載いたします。



『2024年度ビジネスパーソン研修講座「財務会計研修基礎編」』 を開催しました

本講座は、一般社団法人特殊鋼倶楽部人材確保育成委員会が人材育成事業の一環として、毎年度タイムリーなテーマを選定し実施するものです。2024年度では、例年通り2テーマを実施することとし、1テーマ目として11月18日、19日の2日間にわたって「財務会計研修基礎編」を開催しました。

本講座は、企業の財務諸表の実例をベースに講義、個人ワーク、グループワークの方式を使い分け、通り一遍の座学ではなく演習実践型として理解をより深め習得向上を図りました。また今回は製造業に焦点を当てた売上原価を意識した財務会計の見方、同一業種企業の財務諸表比較などを織り込みより実践的な内容としました。

受講者は井村講師の説明に神経を集中して耳を傾け、講義と演習の反復により理解度を深め、即実務に役立てられるようにと学び取っている様子でした。今回の講座で学んだ知識を活かして、より一層ご活躍されることと思います。

また1日目の講義終了後の懇親会では、受講生間で積極的に交流を行い親睦を深めていました。

日 時：2024年11月18日（月）10時00分～18時00分

11月19日（火）9時00分～17時00分

場 所：「鉄鋼会館」802～804号室

テーマ：財務会計研修基礎編

ねらい：①決算書（財務諸表）を読むポイントを押さえる。

②必要とされる財務会計の基礎を学習する。

③財務諸表と自身の業務の関係を知り、意識することを習慣づける。

④グループワークにより、会員相互の交流を促進する。

概 要：①製造業の実例をベースに、参画型（個人ワーク、グループワーク演習等）を取り入れ、気付き・理解・実践化促進に繋げる。

②他社メンバーとの交流ができ、楽しく学べる場作りをする。

講 師：日鉄テクノロジー株式会社 井村正規 氏

受講数：20名

【会場の様子】



『中国BEV・SDVの世界“クルマづくり”と“売りづくり”の 発想と戦略』講演会を開催しました

市場開拓調査委員会（委員長：堀賀郎 山陽特殊製鋼株式会社取締役執行役員東京支社長）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。

トヨタグループの調査会社である株式会社現代文化研究所殿より講師をお招きして、『「中国BEV・SDVの世界“クルマづくり”と“売りづくり”の発想と戦略」～中国のクルマの進化：NEV・SDV・スマートキャビン化の最新動向～』をテーマに講演いただきました。

今や中国はBEV、PHEV、FCEVといった所謂「NEV」と呼ばれる新エネルギー車において世界トップですが、特殊鋼の最大需要分野である自動車の電動化に伴う様々な動向の変化は、特殊鋼業界において大きな関心事項となっています。本講演では、「BEV」、更にはソフトウェアを更新し、販売後も機能や性能を高められる自動車である「SDV（Software Defined Vehicle）」やSDV化の一部として各種ソフトウェアやハードウェアのテクノロジーを統合した車室である「スマートキャビン」の実装化、情報と娯楽を組み合わせた車載システムである「IVI（In-Vehicle Infotainment）」においても中国メーカーが際立った存在であることについて事例を交え、詳しく紹介いただきました。

中国NEVブランドのIVI車両の最新動向の把握、消費者と向き合う販売・サービス変革を実践する取り組み事例や日本の自動車部品サプライヤーを念頭に置いた中国NEVブランドへの参入戦略についての考察は、会員の皆様の今後の事業展開や事業計画の検討等に活用いただける講演会となりました。

1. 日 時：2024年11月28日（木）10時00分～12時00分
2. 場 所：「鉄鋼会館」802～804会議室（対面にて開催）
3. 演 題：「中国BEV・SDVの世界“クルマづくり”と“売りづくり”の発想と戦略」
～中国のクルマの進化：NEV・SDV・スマートキャビン化の最新動向～
4. 講 演 者：株式会社現代文化研究所
調査研究本部 調査研究第3領域リーダー 上席主任研究員 八杉 理 氏
5. 申 込 数：40名

※(株)現代文化研究所は、トヨタ自動車(株)100%出資のトヨタグループインナーシンクタンク（1968年設立）



■ お知らせ ■ ■ ■ ■ ■

～特殊鋼倶楽部会員限定のご案内

会 員 各 位

一般社団法人 特殊鋼倶楽部
人材確保育成委員会
委員長 小 林 和 昭

2024度ビジネスパーソン研修講座「対人能力向上（with DiSC）」 開催のご案内

特殊鋼倶楽部 人材確保育成委員会では、会員各社の社員育成計画に少しでもお役に立つべく、毎年度、ビジネスパーソン研修講座を開催し、ご好評をいただいております。

今回は、「対人能力向上」の研修テーマ及びプログラムで開催することといたしました。

当講座では毎年世界中で100万人以上の人々に活用されているDiSC理論（※）により自身と相手の行動特性を知ったうえで、相手の立場に立って考え、行動することで、社外・社内問わず円滑な対人能力向上を目指します。

つきましては、貴社におかれましては社員育成の一環としてお役に立つことと存じますので、是非この機会にご参加下さいますようお願い申し上げます。

参加ご希望の方は、実施要領をご覧の上、下記の申込方法によりEメールにてお申込み下さい。

本講座は、個人ワーク、グループワーク演習等を取り入れて行いますので、募集人数を30名といたしたく、早めのお申込みをしていただければ幸甚に存じます。

※DiSC理論

DiSCモデルは、人を否定的に判断しない4つの行動特性 {Dominance（主導型）・Influence（感化型）・Steadiness（安定型）・Conscientiousness（慎重型）} を共通言語としています。DiSC方式の評価手法で測定すると、誰もがDiSCの4要素を組み合わせたスタイルとなります。1つの要素だけでなく、2つ、なかには3つの要素が突出している人もいます。簡易な性格診断テストとは異なり、DiSCのスタイルで良し悪しというものは存在しません。人はそれぞれの異なる動機や欲求を持っており、一人ひとり特有の行動様式があります。違いを測定し、その価値を活かしていけば、職場でのコミュニケーションがより良いものとなり、健全な組織を築くことができるでしょう。DiSCツールは、毎年世界中で100万人以上の人々に活用されています。1990年以降の発行部数は4,000万部を超え、行動分析評価手法の事実上の標準になっています。

記

1. 開催日時：2025年2月13日（木）10時00分～18時00分
(17時00分～18時00分 懇親会)
2月14日（金）9時00分～17時00分
※受講生の方には事前にご自身の行動特性を診断する課題に取り組んで頂きます
(所要時間約30分)。
2. 場所（対面）：「鉄鋼会館」802～804号室（東京都中央区日本橋茅場町3-2-10）
3. 研修テーマ：対人能力向上（with DiSC）
4. 研修のねらい：1）DiSC理論を基にした自己分析により自身の行動特性を知る。
2）自分と相手の行動特性を知り、相手の立場に立った考え、行動を習得する。
3）周囲との人間関係をより充実させるコミュニケーション理論を学ぶ。
4）グループワークにより会員相互の交流を促進する。
5. 講師：清水 潤氏（コベルコビジネスパートナーズ株式会社）
6. 受講対象者：1）入社10年以内の新人（若手、中途採用）及び中堅社員職種は不問
2）年齢40歳位までの方
7. 受講条件：1）事前に申し込まれた会員会社社員で、2日間通して受講できる方。
2）事前のweb自己分析を実施できる方（所要時間約30分）
3）体調良好な方
8. 受講料：1名16,500円（消費税抜・1日目の懇親会費及び2日間の昼食代を含む）
※当日欠席された場合、受講料は返金いたしかねますので、ご了承下さい。
9. 募集人数：30名（募集人数を超過した場合、多人数申込された会社に調整をお願いする予定です。）
10. 申込締切日：2025年1月24日（金）
11. 申込方法：別添参加申込書により、下記Eメールへお申込下さい。
申込締切後、受講料の振込先等をご連絡いたします。
murabayashi@tokushuko.com
12. お問合せ先：一般社団法人 特殊鋼倶楽部 村林・江種
電話 03-3669-2081

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】		【販売業者会員】			
製造業者	24社	愛 鋼 (株)	大 同 興 業 (株)	古 池 鋼 業 (株)	
販売業者	100社	青 山 特 殊 鋼 (株)	大同DMソリューション(株)	(株) プ ル ー タ ス	
合 計	124社	浅 井 産 業 (株)	大 洋 商 事 (株)	(株) プロテリアル特殊鋼	
		東 金 属 (株)	大 和 特 殊 鋼 (株)	平 和 鋼 材 (株)	
		新 井 ハ ガ ネ (株)	(株) 竹内ハガネ商行	(株) 堀 田 ハ ガ ネ	
		栗 井 鋼 商 事 (株)	孟 鋼 鉄 (株)	(株) マクシスコーポレーション	
		伊 藤 忠 丸 紅 鉄 鋼 (株)	辰 巳 屋 興 業 (株)	松 井 鋼 材 (株)	
		伊 藤 忠 丸 紅 特 殊 鋼 (株)	千 曲 鋼 材 (株)	三 沢 興 産 (株)	
		(株) I S S リ ア ラ イ ズ	(株) テ ク ノ タ ジ マ	三 井 物 産 (株)	
		(株) U E X	(株) 鐵 鋼 社	三井物産スチール(株)	
		碓 井 鋼 材 (株)	デルタスティール(株)	(株) メ タ ル ワ ン	
		ウ メ ト ク (株)	東京貿易マテリアル(株)	(株) メタルワンチューブラー	
		扇 鋼 材 (株)	(株) 東 信 鋼 鉄	(株) メタルワン特殊鋼	
		岡 谷 鋼 機 (株)	(株) ト ー キ ン	森 寅 鋼 業 (株)	
		カ ネ ヒ ラ 鉄 鋼 (株)	特 殊 鋼 機 (株)	(株) 山 一 ハ ガ ネ	
		兼 松 (株)	豊 田 通 商 (株)	山 進 産 業 (株)	
		兼松トレーディング(株)	中 川 特 殊 鋼 (株)	ヤ マ ト 特 殊 鋼 (株)	
		(株) カ ム ス	中 島 特 殊 鋼 (株)	山 野 鋼 材 (株)	
		(株) カ ワ イ ス チ ー ル	中 野 ハ ガ ネ (株)	陽 鋼 物 産 (株)	
		川 本 鋼 材 (株)	永 田 鋼 材 (株)	菱 光 特 殊 鋼 (株)	
		北 島 鋼 材 (株)	名 古 屋 特 殊 鋼 (株)	リ ン タ ツ (株)	
		ク マ ガ イ 特 殊 鋼 (株)	ナ ス 物 産 (株)	渡 辺 ハ ガ ネ (株)	
		小 山 鋼 材 (株)	南 海 モ ル デ ィ (株)		
		佐 久 間 特 殊 鋼 (株)	日 金 ス チ ー ル (株)		
		櫻 井 鋼 鉄 (株)	日 鉄 物 産 (株)		
		佐 藤 商 事 (株)	日鉄物産特殊鋼(株)		
		サ ハ シ 特 殊 鋼 (株)	日 本 金 型 材 (株)		
		(株) 三 悦	ノ ボ ル 鋼 鉄 (株)		
		三 協 鋼 鉄 (株)	野 村 鋼 機 (株)		
		三 京 物 産 (株)	白 鷺 特 殊 鋼 (株)		
		三 興 鋼 材 (株)	橋 本 鋼 (株)		
		三 和 特 殊 鋼 (株)	(株) 長谷川ハガネ店		
		J F E 商 事 (株)	(株) ハヤカワカンパニー		
		芝 本 産 業 (株)	林 田 特 殊 鋼 材 (株)		
		清 水 金 属 (株)	阪 神 特 殊 鋼 (株)		
		清 水 鋼 鉄 (株)	阪 和 興 業 (株)		
		神 鋼 商 事 (株)	(株) 平 井		
		住 友 商 事 (株)	(株) フ ク オ カ		
		住友商事グローバルメタルズ(株)	藤 田 商 事 (株)		

“特集” 編集後記

今号の特集「製鋼の設備と技術」はいかがでしたか？

「製鋼」は特殊鋼の製造工程の上流側です。下流側（圧延・鍛造・伸線・熱処理など）のように物が見えないこともあり、特殊鋼の関係者の皆さんでも、次のような疑問を持たれている方がいらっしゃるかと思います。「高温で溶けた鉄が入っている巨大な容器の中で何をしているのだろうか?」、「化学成分の調整や不純物・介在物の低減はどうやってやるのだろうか?」、「連続铸造と造塊では品質がどう違うのだろうか?」、「二酸化炭素はどのように発生して、カーボンニュートラルの取り組みではどのように減らすのだろうか?」

以上のような疑問を持たれている方は、是非今回の特集を一読いただければ幸いです。なおこの特集での「製鋼」は、対象範囲を通常より少し広げて、原料を溶かして固めるまでの工程としています。高炉製品では、原料から銑鉄を取り出すまでの工程を製鋼と区別して「製銑」と呼称しますので、御留意下さい。

最後に、本特集に御寄稿いただいた執筆者の皆様、御協力いただきました編集委員の皆様および事務局の皆様に、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

〔(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 主任部員 土橋 智也〕

特 集／カーボンニュートラルに寄与する輸送機器 に使われる特殊鋼のやさしい解説

- I. 総論
- II. 輸送機器業界の動向
- III. 特殊鋼が使われている自動車部品
- IV. 特殊鋼が使われている鉄道部品
- V. 特殊鋼が使われている船舶部品
- VI. 特殊鋼が使われている航空機部品
- VII. 会員メーカーおよび関連会社の材料の紹介

5月号特集予定…冷間工具鋼の今

特 殊 鋼

第 74 巻 第 1 号
© 2 0 2 5 年 1 月
2024年12月25日 印 刷
2025年1月1日 発 行

定 価 1,320円 送 料 200円
1年 国内7,782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 脇 本 眞 也
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。