

特殊鋼

2021
Vol.70 No.6

11

The Special Steel

特集／脱炭素社会に対応する特殊鋼



【特集／脱炭素社会に対応する特殊鋼】

特殊鋼

目次

2021

【編集委員】

委員長	井上幸一郎	(大同特殊鋼)
副委員長	白神 哲夫	(中川特殊鋼)
委員	宇田川毅志	(愛知製鋼)
〃	吉原 直	(神戸製鋼所)
〃	西森 博	(山陽特殊製鋼)
〃	小川 道治	(大同特殊鋼)
〃	青山 敦司	(日本製鉄)
〃	正能 久晴	(日本金属)
〃	谷井 一也	(日本高周波鋼業)
〃	吉田 統樹	(日本冶金工業)
〃	酒寄 一志	(日立金属)
〃	大石 裕之	(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)

I. 2050年カーボンニュートラルへの挑戦

- 2050年カーボンニュートラルに伴う
グリーン成長戦略……………経済産業省 大竹 真貴 2
- 2050年カーボンニュートラルに関する
日本鉄鋼業の基本方針と対応
……………(一社)日本鉄鋼連盟 技術・環境部 7

II. 工程省略鋼の特徴と製造プロセス

- 焼鈍・焼準省略鋼
(ボルト・ナット用鋼、冷鍛歯車鋼、シャフト鋼)
 - 総 論……………山陽特殊製鋼(株) 藤松 威史 15
 - 各社製品
 - 熱処理省略鋼『KTCHシリーズ、KSGシリーズ』
……………(株)神戸製鋼所 岩崎 克浩 18
 - 熱処理工程の省略・簡略化が可能な
高強度肌焼鋼『ECOMAX5』
……………山陽特殊製鋼(株) 大西 真也 20
 - 焼鈍と焼準を同時に省略可能とする
浸炭用棒鋼線材『JECF[®]』
……………JFEスチール(株) 今浪 祐太 21
 - 冷間鍛造に適した歯車用肌焼鋼
……………大同特殊鋼(株) 田中 優樹 22
 - 焼準省略可能な耐粗粒化鋼……………日本製鉄(株) 大橋 徹也 23
- 焼入・焼戻省略鋼 (冷鍛非調質ボルト鋼)
 - 総 論……………(株)神戸製鋼所 吉原 直 24
 - 各社製品
 - 冷鍛非調質ボルト鋼『KNCHシリーズ』
……………(株)神戸製鋼所 吉原 直 26
 - 工程省略に貢献する冷間鍛造非調質
ボルト用鋼『NHF-S』……………日本製鉄(株) 門田 淳 27
- 焼入・焼戻省略鋼 (熱鍛非調質鋼)
 - 総 論……………愛知製鋼(株) 宇田川毅志 29
 - 各社製品
 - 熱間成形用 焼入・焼戻省略鋼
……………愛知製鋼(株) 宇田川毅志 31
 - 熱鍛非調質鋼『KNFシリーズ』
……………(株)神戸製鋼所 松ヶ迫亮廣 32
 - クラッキングコンロッド用鋼
……………日本製鉄(株) 宮越 有祐 33
- 熱処理時間短縮鋼
 - 総 論……………大同特殊鋼(株) 田中 優樹 34
 - 各社製品
 - 熱処理時間短縮可能なTi添加肌焼鋼『TMAX』
……………山陽特殊製鋼(株) 井手口貴弘 36
 - 軟質冷間鍛造用鋼『スーパーマイルド鋼』
……………日本製鉄(株) 西島 良二 38
- パテンチング省略鋼 (ばね鋼、高強度ワイヤー)
 - 総 論……………日本製鉄(株) 磯 新 40
 - 各社製品
 - スチールコード用鋼……………(株)神戸製鋼所 須田 澄恵 42
 - 高強度橋梁ケーブル用線材……………日本製鉄(株) 磯 新 43
- 易切削加工鋼
 - 総 論……………JFEスチール(株) 福岡 和明 45

(2) 各社製品	
①低炭素鉛フリー快削鋼……………	日本製鉄(株) 長谷川達也 47
②被削性に優れる60HRC級プリハードン鋼	
『SLD [®] -f60』……………	日立金属(株) 本多 史明 49

Ⅲ. 会員メーカーの工程省略鋼	
直接焼入れ自己焼もどし型	
高強度非調質棒鋼 TQF……………	JFEスチール(株) 福岡 和明 51
“特集”編集後記……………	日本製鉄(株) 青山 敦司 65

●一人一題：「オリンピック・パラリンピックに想う」	
……………	日本高周波鋼業(株) 小林 和昭 1

■業界のうごき……………	52
▲特殊鋼統計資料……………	55
★倶楽部だより（2021年8月1日～9月30日）……………	59
☆特殊鋼倶楽部の動き……………	61
◇お知らせ 6年目、高機能金属展 東京展に特殊鋼倶楽部として出展…	63
☆一般社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧……………	64

特集／「脱炭素社会に対応する特殊鋼」編集小委員会構成メンバー（2021年5月19日現在）

役 名	氏 名	会 社 名	役 職 名
小委員長	青山 敦司	日 本 製 鉄 (株)	棒線事業部 棒線技術部 棒線技術室 室長
委 員	宇田川毅志	愛 知 製 鋼 (株)	品質保証部 お客様品質・技術室 主任職
〃	吉原 直	(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グループ長
〃	西森 博	山陽特殊製鋼(株)	東京支社部長 市場開拓・CS
〃	小川 道治	大 同 特 殊 鋼 (株)	技術開発研究所 ソリューション支援室 兼企画室 副主席部員
〃	吉田 統樹	日本冶金工業(株)	ソリューション営業部 課長
〃	酒寄 一志	日 立 金 属 (株)	金属材料事業本部 技術部長
〃	大石 裕之	三 菱 製 鋼 (株)	技術開発センター 製品評価グループ マネージャー
〃	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
〃	岡崎誠一郎	(株) U E X	顧問
〃	白神 哲夫	中 川 特 殊 鋼 (株)	フェロー

一人一題

「オリンピック・パラリンピックに想う」

日本高周波鋼業(株) 小 林 和 昭
総務企画本部 人事労政室長



特殊鋼倶楽部会員の皆様初めまして。日本高周波鋼業株式会社・人事労政室長の小林と申します。宜しくお願い申し上げます。

まず新型コロナウイルス感染症によりお亡くなりになられた方、ご遺族の皆様にお悔やみ申し上げますとともに、医療従事者の皆様をはじめ感染拡大防止にご尽力いただいております関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

さて、コロナウイルスの影響により1年遅れての開催となった東京2020オリンピック・パラリンピックも素晴らしい感動のなかに終わりを告げ、今は宴の後の静寂が漂っている感があります。特にパラリンピックは純粋に「なぜあのようなことができるのか」という驚きの連続で終始し、改めて人間の可能性を考えさせられました。同時に、そう思うこと自体、今大会のテーマの一つである「心のバリアフリー」ができていないことなのではないかとも考えさせられました。私のように意識の古い人間には遥か彼方の目標に感じてしまうのですが、目指すべきは障害のある方と同じ空間を共有し、ごく自然に同じ競技を楽しみ、そのことがごく普通の日常となることと思ひ定め、そうした自分になるべく一步一步進んで行こうと思う次第です。

もう一つ、オリンピック・パラリンピック選手の紹介で比較的良好に目にしたたり耳にしたものに「座右の銘」があります。ご承知のとおり「座右の銘」には在りたい自分の姿や、反対に自分への戒め、あるいは励ましや指標といった意義があるといわれていますが、その内容は宗教の教えから諺、四文字熟語まで百花繚乱、同じ言葉に出会うことは稀です。パラリンピックの理念のひとつが「多様性と調和」ですが、これもその例に漏れません。一人として同じ人間はいないということでしょうか。

主義主張、能力、姿かたちが違う中でも、皆が自尊心を持って共に生きられる社会が望むべき社会であり、理想は遠いからとあきらめるものではないと思っています。一企業一管理職の身には分不相応な想いであることは十分承知してはいるが、想いだけは忘れず、業務に取り組みたいと思う今日この頃です。

因みに、私は中学卒業時に校長先生から送られた「随処に主となる」という言葉（禅語）と同じく担任の先生から送られた「一步前へ」をいまでも大切にしています。何事にも主体性を持って取り組みない私、失敗を恐れて僅か一步を踏み出す勇気を持たない私を見かねて送ってくださった言葉だと思っています。今回のオリンピック・パラリンピックを契機に、改めてその言葉を胸に刻みました。

このような頼りない者ですが、少しでもお役に立てるよう務めさせていただきますので、宜しくお願い申し上げます。

〔人材確保育成委員会 委員長〕



I. 2050年カーボンニュートラルへの挑戦

1. 2050年カーボンニュートラルに伴う グリーン成長戦略

経済産業省製造産業局 おお たち まさ よし
金属技術室 室長 大 竹 真 貴

まえがき

2020年10月、日本は、「2050年カーボンニュートラル」を宣言した。温暖化への対応を経済成長の制約やコストとする時代は終わり、国際的にも、成長の機会と捉える時代に突入したのである。従来の発想を転換し積極的に対策を行うことが、産業構造や社会経済の変革をもたらし、次なる大きな成長につながっていく。こうした「経済と環境の好循環」を作っていく産業政策が、グリーン成長戦略である。

本稿では、このような考え方のもと、本年（令和3年）6月に、経済産業省を始めとする関係各府省により策定した「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」¹（以下、単に「グリーン成長戦略」という。）について、鉄鋼業に関連する部分を中心に紹介していく。

◇ グリーン成長戦略の枠組み

グリーン成長戦略では、2050年カーボンニュートラルを実現する上で不可欠な重要分野として14分野を選定し、当該分野における現状と課題、今後の取組方針（年限を明確化した目標、研究開発・実証、制度整備など）、2050年までの工程表からなる「実行計画」をそれぞれ策定している。鉄鋼業

は、14分野の一つである「カーボンリサイクル・マテリアル産業」の中に位置づけられている。マテリアル産業の実行計画の詳細については後述する。

また、グリーン成長戦略では、分野横断的な主要な政策ツールとして、予算、税制、金融、規制改革・標準化、国際連携なども掲げている。紙幅の都合上、詳細は割愛するが、例えば、予算措置については、NEDOに2兆円の「グリーンイノベーション基金」を造成し、「製鉄プロセスにおける水素活用」プロジェクトを含む、18のプロジェクトの実施を検討している。

◇ 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、電力部門の脱炭素化は大前提である。再生可能エネルギー、水素発電、CO₂回収を前提とした火力発電、原子力など、あらゆる選択肢を追求し、電力部門の脱炭素化を実現していく。

次に、電力部門以外（産業・運輸・業務・家庭部門）については、電化に向けた取組が中心となる。カーボンニュートラルの電気と組み合わせることで、これら部門の脱炭素化を実現していく。また、電化が難しい熱需要については、水素など

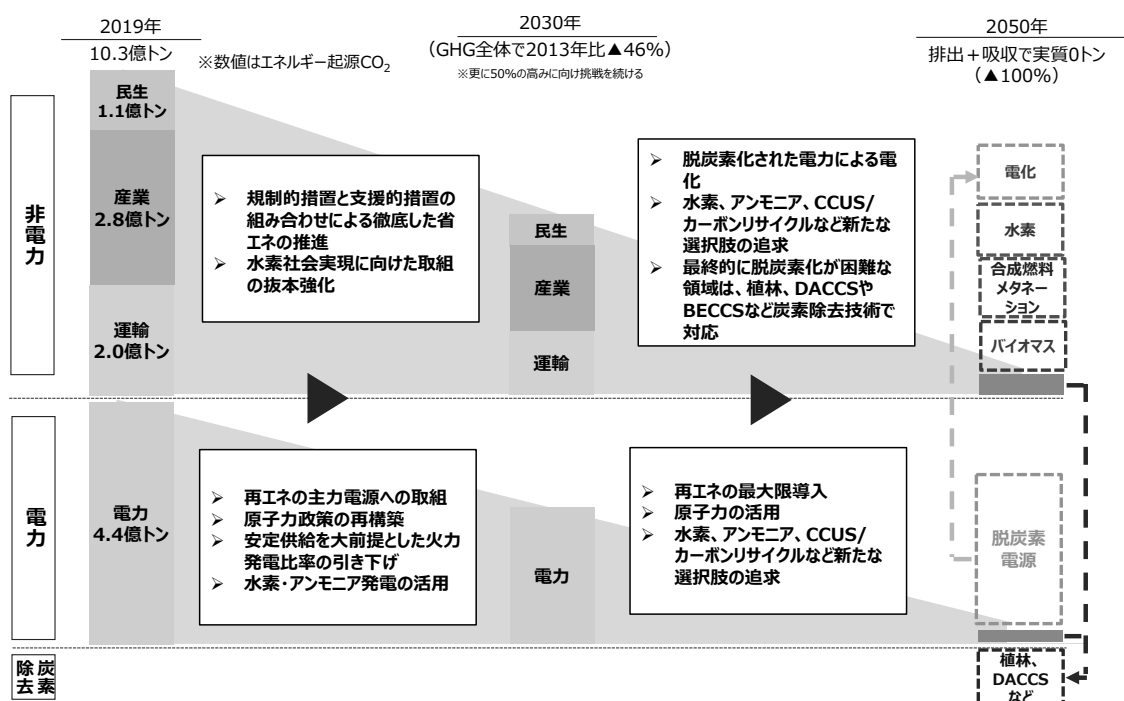


図 1 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて

の脱炭素燃料、化石燃料からのCO₂の回収・再利用も活用していくこととなる。加えて、特に産業部門においては、革新的な製造プロセスや炭素除去技術などのイノベーションが不可欠となっていく。

このような取組を進めるとともに、最終的に脱炭素化が困難な領域は、植林、DACCSやBECCSなど炭素除去技術で対応することで、カーボンニュートラルの実現を図っていく（図1参照）。

◇ マテリアル分野における「実行計画」

鉄を始めとする各種金属、化学品、セメント、紙などのマテリアルは、人々の生活を支えるあらゆる製品に組み込まれている。革新的なマテリアルは、軽量化や強靱化により川下段階での省資源・省エネ化に貢献できるものであるとともに、幅広い用途での需要拡大が見込まれる。

一方、マテリアル産業は、製造過程でCO₂を多く排出することが課題となっている。実際、鉄鋼業は、産業分野の中で最も多くのCO₂を多く排出しており、製造プロセスそのものの抜本的な変更が求められている。

そこで、2050年カーボンニュートラルに向けて、

①革新的な金属素材、②革新的な製錬・圧延溶解手法、③資源の有効利用の観点から取組を進めていく。これにより、カーボンニュートラルと我が国のマテリアル産業の更なる成長・発展との両立を目指していく（図2参照）。

①革新的な金属素材

<現状と課題>

自動車、船舶、航空機等の各産業分野のカーボンニュートラルの実現には、革新的な金属素材が必要である。例えば、エネルギー効率向上に向けて、輸送用機械の軽量化を進めるためには、軽量かつ強靱な金属素材が不可欠である。また、ポスト5G、6G等の高度情報通信社会の実現には、データセンター等の省エネ化に向けて、強度を維持しつつ熱伝導率を向上させる新たな合金等の開発が必要である。

また、インフラ分野については、新たなカーボンフリーエネルギーの利用拡大のために、それぞれの特性に対応した部素材の供給が必要となる。例えば、水素供給インフラについては、「水素脆化」に対応するため、水素による腐食に強い革新的な金属素材が不可欠である。

●導入フェーズ： 1. 開発フェーズ 2. 実証フェーズ 3. 導入拡大・コスト低減フェーズ 4. 自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
金属素材	輸送用機械の軽量化・高速化・電動化に資する金属素材を開発					導入・拡大	商用的拡大	
	社会インフラ設備（洋上風力、水素貯蔵、ケーブル等）の性能向上と低コスト化に資する金属材料の開発					導入・拡大	商用的拡大	
精錬・圧延手法	COURSE50（水素活用等でCO ₂ ▲30%）の大規模実証					導入支援		
	水素還元製鉄、電炉拡大の技術開発					実証	技術確立	導入支援
	精錬、圧延、加工プロセスの省エネに必要な基礎技術の開発					実証	導入・拡大	
	国際的協力枠組の構築（過剰生産能力への対応、メタルスプレッドの確保）、開発した省エネ・CO ₂ 削減技術が適切に評価される国際標準の策定を推進							
資源の有効利用	希少金属（レアメタル、レアアース等）を抽出・回収し、再利用・再資源化するリサイクル技術の開発					実証	導入・拡大	
	強度や耐性を高めた高強度材料による構造物の長寿命化技術の開発					実証	導入・拡大	
	アルミスクラップをアップグレードするリサイクル技術の開発					実証	導入・拡大	

図 2 マテリアル産業の成長戦略「工程表」

＜今後の取組＞

産業分野の最終製品の脱炭素化に向けて、革新的な金属素材の開発・供給を行い、輸送用機械の燃費低減や電動化、情報通信社会の高度化の実現を目指す。例えば、現在、自動車用鋼板に使用されている高張力鋼板（ハイテン）を超える革新鋼板（超ハイテン）等や複数素材の組合せ（マルチマテリアル化）に不可欠な接着・接合技術等を開発することにより、コスト競争力を保ちつつ、輸送用機械の更なる軽量化を実現する。

また、電動化に不可欠な新合金や耐熱性等の要求水準が高い航空機エンジンにも利用可能な全く新しい高機能材料の開発を加速する。全く新しい高機能材料により、次世代航空機の軽量化と航空機エンジンの高効率化による燃費改善が図られることにより、2040年において、年間92.8万トンのCO₂削減が期待される。加えて、トレードオフの関係にある熱伝導率の向上と高強度化を両立する機能性合金を開発する。これにより、データセンター等の省電力化を進め、ポスト5G、6G社会の早期実現を目指す。

インフラ分野においては、例えば、洋上風力発電向けに、日本特有の自然条件に適した高強度かつ短工期・低コスト化に資する構造材やケーブル等の素材を開発する。現在は海外企業に依存している洋上風力発電産業について、国内のサプライチェーンを構築し、設置コストやメンテナンスコ

ストの低減を目指す。

②革新的な製鉄・圧延溶解手法

＜現状と課題＞

カーボンニュートラル社会の実現に金属素材が果たす役割が大きい一方で、金属素材の製造段階（製鉄・圧延工程）ではCO₂が多く排出されており、脱炭素化が急務である。

製鉄工程において、例えば、鉄鉱石の還元材を石炭から水素に代替することができれば、大幅なCO₂排出削減が期待できる。ただし、現行の石炭（コークス）による還元は発熱反応であるのに対し、水素による還元反応は熱を必要とする吸熱反応であり、還元反応に伴い炉が冷えてしまうことから、連続的に還元するために必要な熱の補填が必要となる。加えて、石炭が減ることで反応ガスの通気に必要な炉内の隙間をどう作るのかなど、技術面の課題は非常に高く、世界的にも水素還元製鉄の技術は確立されていない。加えて、水素還元製鉄の実現には水素を安価かつ大量に調達することが不可欠であるため、還元技術の確立以外にも多くの課題が存在する。

圧延・溶解工程では、電気分解や加熱に膨大なエネルギーが必要となるが、電気料金等のエネルギーコストの負担が大きいことが課題となっている。エネルギーコストの負担を軽減し、国際競争力を強化しつつCO₂排出削減を実現するには、電気分解に要する膨大な電力消費や、加熱プロセス

の大幅な省エネ化に向け、革新的加熱プロセスの開発が必要である。

＜今後の取組＞

鉄鋼業については、世界に先駆けて、製鉄時のCO₂排出量を実質ゼロとする「ゼロカーボン・スチール」の技術開発・供給を行うことで、2050年時点で最大約5億トン／年（約40兆円／年）と見込まれるグリーンスチール（水素還元製鉄、高炉＋CCUS／カーボンリサイクル等の合計）の市場獲得を目指す。

そのための取組として、鉄鋼業の還元・溶解工程においては、現行の高炉を有効活用し、水素を用いて鉄鉱石を還元するとともに高炉排ガスに含まれるCO₂を分離・回収することや、高炉排ガスから回収したCO₂を還元剤に転換して活用することにより、製鉄プロセスで発生するCO₂排出を削減することができる技術を開発する。また、2050年までの「ゼロカーボン・スチール」の実現を見据え、水素だけで鉄鉱石を還元できる「水素直接還元法」の実現に向けた基礎技術（例えば、①鉄鉱石の還元に必要な炉内熱補償技術、②原料に含まれる不純物を除去する技術、③還元鉄の溶解に不可欠な電炉の高度化技術等）を確立する。

また、非鉄業における溶解工程、更には鉄鋼業・非鉄業双方の圧延工程においては、膨大な電力を要する電気分解の省電力化や、圧延時の再加熱プロセスの電化等、CO₂削減に向けた技術を開発する。一般に、電化によりエネルギー効率は化石燃料よりも低下するが、熱伝導効率の改善などを通じた省エネ化を進めることで、製造時のコストを低減する。

③資源の有効利用

＜現状と課題＞

鉱物資源を海外に依存している中で、金属素材の安定的な供給のためには、国内で発生するスクラップを活用したリサイクルの高度化や代替・省資源化が必要である。

また、環境性能に優れた我が国金属材料の利用拡大、ひいては、金属素材を利用した製品のライフサイクル全体のCO₂排出量低減に向けて、ライフサイクル全体での環境負荷評価に関する国際標準化等を通じ、グリーンメタルの普及を促進するような社会のルール形成と評価手法の普及も必要

である。

＜今後の取組＞

資源循環の拡大や長寿命化による製造時CO₂排出の低減を通じて、脱炭素化と資源制約の軽減を両立する。例えば、アルミニウムは、軽量材料として自動車向け等での需要増が見込まれおり、2050年には世界市場が約5割程度増加して1.4億トン程度まで拡大することが期待される。この市場を獲得するため、アルミスクラップを自動車の車体等にも使用可能な素材へとアップグレードするリサイクル技術を開発し、国内に限らず世界的なカーボンニュートラル社会の実現に貢献する。これによりアルミ展伸材の資源循環率を現在10%から2050年に50%まで拡大し、軽量化ニーズを背景とするアルミ需要の拡大に対応するとともに、リサイクル材活用を促進することで国内の脱炭素化のみならず世界的な脱炭素化へ貢献する。鉄鋼材料については、自動車用鋼板等の高級材の供給は鉄鉱石から鋼を製造する方法に限られているが、不純物除去技術を開発することで鉄スクラップを原料とする製法からの供給を実現し、リサイクル材の活用を促進する。

また、鉱石や金属スクラップ、海洋中に微量に含まれる希少金属等（レアメタル、レアアース等）を着実に、抽出・回収し、再利用・再資源化するための技術や、希少金属の使用量を削減する技術、より希少性がない原材料への代替技術を開発・高度化することにより、資源制約の克服を目指す。

このほか、我が国金属製品の優れた省エネ・CO₂削減効果が適切に評価され、世界のグリーンメタル市場の獲得や、限界削減費用が低い発展途上国におけるCO₂削減への貢献を通じた脱炭素社会の実現を目指すため、製品ライフサイクル全体で環境負荷評価を行う仕組みに関する国際標準化等の策定や普及に向けた取組も推進する。

むすび

これまで「グリーン成長戦略」の概要を述べてきた。鉄鋼を始めとする金属素材は、例えば電気自動車向けの電磁鋼板や、洋上風力のモノパイルなどに代表されるように、カーボンニュートラル社会においても引き続き、必要不可欠な素材である。他方で、製品のライフサイクルを通じた環境

負荷が注目される中では、たとえ高機能であっても、“グリーン”でなければ、市場に参入できず、ビジネス機会を喪失するおそれがある。世界に先駆けて脱炭素技術を確立し、グリーンかつ高機能な金属素材を生産・供給していくことが、日本の

金属業界の「勝ち筋」と言えよう。政府としても、最大限の支援をしてまいりたい。

- 1 <https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005.html>



2. 2050年カーボンニュートラルに関する 日本鉄鋼業の基本方針と対応

一般社団法人日本鉄鋼連盟 技術・環境部

(1) 日本鉄鋼業の基本方針

菅内閣総理大臣は2020年10月26日の臨時国会所信表明演説において、「2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」旨を宣言、2050年カーボンニュートラルへの挑戦を日本の新たな成長戦略と位置づけ、経済と環境の好循環を生み出していくとの考えを表明した。

こうしたなか、日本鉄鋼連盟（以下、当連盟と称す）は2021年2月15日、「我が国の2050年カーボンニュートラルに関する日本鉄鋼業の基本方針」を策定・公表した。

本基本方針は、その冒頭に記載の通り、「我が国の2050年カーボンニュートラルという野心的な方針に賛同し、これに貢献すべく、日本鉄鋼業としてもゼロカーボン・スチールの実現に向けて、果敢に挑戦する」との業界姿勢を明確に打ち出したものであり、鉄鋼業として「技術、商品で貢献する」とともに、「自らの生産プロセスにおけるCO₂排出削減に取り組んでいく（ゼロカーボン・スチール）」としている。

本稿ではこの基本方針に関し、まずは（2）にて、「自らの生産プロセスにおけるCO₂排出削減」すなわち日本鉄鋼業のゼロカーボン・スチールへの挑戦について、その取り組み概要を紹介する。続く（3）では、「技術、商品で貢献する」の含意、すなわち鉄鋼各社の供給する各種の高機能鋼材／エコプロダクトがサプライチェーンや社会で使用される際に発揮するCO₂削減貢献が、将来のカーボンニュートラル社会やそれに向けた移行期においても重要な役割を担うことについて述べる。そして（4）では、これら高機能鋼材／エコプロダクトによるCO₂削減貢献の“見える化”（＝CO₂削減効果定量化）について言及する。今回の本紙11月号特集「脱炭素社会に対応する特殊鋼」が焦点を当てる“工程省略鋼”は、サプライチェーンでの加工時に熱処理等の工程を短縮・省略でき、それによってCO₂削減やコスト削減に貢献する優れたエコプロダクトの一種であり、当連盟の基本方針が云うところの「技術、商品で貢献する」とも大きく関係する。この“工程省略鋼”のCO₂削減効果定量化に向けた特殊鋼業界における今後の

2021年2月15日
一般社団法人日本鉄鋼連盟

我が国の2050年カーボンニュートラルに関する日本鉄鋼業の基本方針

- ①我が国の2050年カーボンニュートラルという野心的な方針に賛同し、これに貢献すべく、日本鉄鋼業としてもゼロカーボン・スチールの実現に向けて、果敢に挑戦する。鉄鋼業としては、①技術、商品で貢献するとともに、②鉄鋼業自らの生産プロセスにおけるCO₂排出削減に取り組んでいく（ゼロカーボン・スチール）。
- ②ゼロカーボン・スチールの実現は、一直線で実用化に至ることが見通せない極めてハードルの高い挑戦であることから、現在鋭意推進中の「COURSE50」やフェロコークス等を利用した高炉のCO₂按本的削減+CCUS¹、更には「水素還元製鉄」といった超革新的技術開発への挑戦に加え、スクラップ利用拡大や中低温等未利用廃熱、バイオマス活用などあらゆる手段を組み合わせ、複線的に推進する。
- ③我々が挑戦する超革新的技術開発
 - 製鉄プロセスの脱炭素化、ゼロカーボン・スチール実現には、水素還元比率を高めた高炉法（炭素による還元）の下でCCUS等の高度な技術開発にもチャレンジし更に多額のコストをかけて不可避的に発生するCO₂の処理を行うか、CO₂を発生しない水素還元製鉄を行う以外の解決策はない。
 - 特に水素還元製鉄は、有史以来数千年の歳月をかけて人類が辿り着いた高炉法とは全く異なる製鉄プロセスであり、まだ姿形すらない人類に立ちほだかる高いハードルである。各国も開発の途にいたばかりの極めて野心的度の高い挑戦となる。
 - また、実装段階では既存プロセスの入れ替えに伴う多大な設備投資による資本コストや、オペレーションコストが発生するが、これらの追加コストは専ら脱炭素のためのコストで、素材性能の向上にも生産性の向上にも寄与しない。
- ④ゼロカーボン・スチールを目指すための外部条件として下記が不可欠である。
 - ゼロエミ水素、ゼロエミ電力の大量且つ安価安定供給
 - 経済合理的なCCUSの研究開発及び社会実装
- ⑤ゼロカーボン・スチールを目指す上での政策として下記を政府へ要望する。
 - 極めてハードルが高い中長期の技術開発を支える国の強力かつ継続的な支援、ゼロエミ水素、ゼロエミ電力の大量安定供給のための社会インフラ、経済合理的なCCUSの社会実装といった脱炭素化に向けた国家戦略の構築
 - グリーンイノベーション基金の運用に際し、企業のチャレンジスピリッツを促進するような推進体制や制度設計の整備
 - 技術開発の成果を実用化・実装化するための財政的支援
 - ゼロカーボン・スチールの実現には研究開発や設備投資のほか、オペレーションコストも含め、多額のコストがかかることについての国民理解の醸成と社会全体で負担する仕組みの構築
 - 電気料金高止まりの早急な解消をはじめ、我が国産業が国際競争上不利にならないようなイコールフットイングの確保
 - 技術開発の原資や設備投資の原資を奪う炭素税や排出量取引制度等の追加的なカーボンプライシング施策の導入は、イノベーションを阻害し、結果的にゼロカーボン・スチールの実現に逆行する施策となる

以上

検討の参考情報として、(4)では、エコプロダクトが社会で最終製品として使用される際のCO2削減効果定量化手法についても紹介する。

(2) ゼロカーボン・スチールへの挑戦～複線型で超革新的技術開発にチャレンジ～

日本鉄鋼業の生産プロセスにおけるエネルギー効率は、高炉業、電炉業ともに世界最高水準であり、省エネ・CO2削減の面で世界のトップランナーと評価されている。これは、他国に比べ、日本鉄鋼業の省エネ技術普及率が極めて高いことや、業界を挙げて「低炭素社会実行計画」に取り組み、その目標達成に向け各社が対策を実施するとともに、業界内でベストプラクティスの共有が図られていること等の成果である。しかし、CO2排出ゼロで鉄鋼製造を行うゼロカーボン・スチールは各国とも開発の途に就いたばかりの超革新的技術開発であり、熾烈な開発競争が待ち受けている。日本鉄鋼業は2030年頃までの実用化に向けたCOURSE50(CO2 Ultimate Reduction System for Cool Earth 50)や、フェロコックス等の生産プロセスにおけるCO2抜本削減技術開発に取り組んできたアドバンテージを有しており、そこで蓄積された知見を足掛かりに、他国に先んじてゼロカーボン・スチールの実現に果敢に挑戦していく。

当連盟の基本方針の②では、「ゼロカーボン・スチールの実現は、一直線で実用化に至ることが見通せない極めてハードルの高い挑戦であることが

ら、現在鋭意推進中の「COURSE50やフェロコックス等を利用した高炉のCO2抜本的削減+CCUS」、更には「水素還元製鉄」といった超革新的技術開発への挑戦に加え、スクラップ利用拡大や中低温等未利用廃熱、バイオマス活用などあらゆる手段を組み合わせ、複線的に推進する」としている。この複線的アプローチは、日本鉄鋼業のチャレンジを特徴づけるものである。

当連盟は2018年11月、「日本鉄鋼連盟長期温暖化対策ビジョン『ゼロカーボン・スチールへの挑戦』」を策定・公表したが、その中でも、CO2排出ゼロで製造するゼロカーボン・スチール実現に向けた複線的なチャレンジの道筋(ロードマップ)を示している。その後、2020年6月には、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の公募事業「『ゼロカーボン・スチール』の実現に向けた技術開発」(先導研究)の事業委託先に当連盟会員の日本製鉄(株)、JFEスチール(株)、(株)神戸製鋼所、及び金属材料研究開発センター(JRCM)が採択され、同事業において目下、水素還元製鉄の技術開発や実用化における諸課題の抽出、ゼロカーボン・スチールの実現に向けた研究開発ロードマップの作成等が鋭意進められている。この事業期間は2020～21年度であり、新たなロードマップの完成が待たれるところであるが、ここでは長期温暖化対策ビジョンで示したロードマップを用いて、複線的アプローチについて解説したい。

図1は、長期温暖化対策ビジョンで示したロー

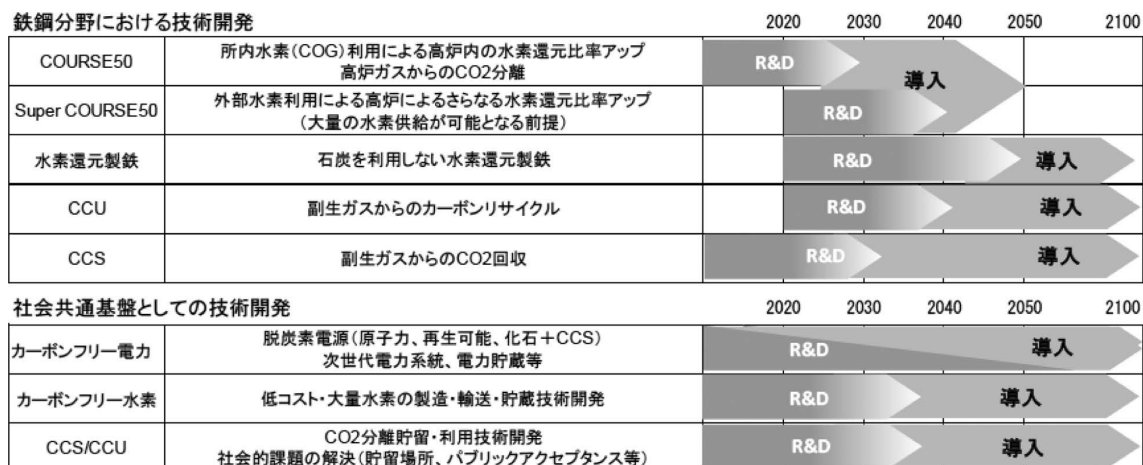


図 1

ドマップである。ここでは、ゼロカーボン・スチールを実現するための水素還元製鉄技術、製鉄プロセスで発生するCO₂を分離回収し貯留するCCS (Carbon Capture and Sequestration)、CO₂を原料とし有価物を生成するCCU (Carbon Capture and Utilization) を並行的に開発する姿が描かれている。

製鉄プロセスにおける水素利用では、現行の高炉転炉プロセスを活用する技術として、現在、所内で発生する水素 (COG：コークス炉ガス) 利用による高炉内の水素還元比率アップと高炉排ガスからのCO₂分離技術を柱とするCOURSE50プロジェクト (CO₂排出30%削減) を推進中であるが、この知見を足掛かりに、外部水素も利用することによる高炉における更なる水素還元比率アップ (Super COURSE50) にチャレンジする。ここでは、水素還元による吸熱反応に対応する技術が求められる。これと並行して、水素のみを完全還元材として利用する100%水素還元製鉄にも挑戦する。ここでは、高炉の利用は困難と考えられ、新たな反応炉が必要となる。

CCSおよびCCUでは、高炉排出ガスからの低エネルギー消費CO₂分離回収技術の開発、高炉一貫製鉄所で実現可能なCCU技術の探索および開発に挑戦していく。CCS実施に当たっては、大量のCO₂の安価輸送・貯留技術の開発に加え、CO₂貯留場所の確保や社会受容性、実施主体や経済的負担の在り方など、技術面を超えた課題の解決が必要となる。

また、水素還元製鉄に利用される水素は、製鉄のみならず自動車や民生など様々なセクターで広く利用されることから、社会共通基盤のエネルギーキャリアとして開発、整備されていることが前提となる。特に基礎素材である鉄鋼の製造に利用される水素は、カーボンフリーであることはもとより、多量安価安定供給も重要な要件となる。

このように、ゼロカーボン・スチールの実現は、鉄鋼業のみの取り組みでは完遂できないことから、政府や産業界と連携して取り組んでいく必要がある。なお、NEDOでは、2050年カーボンニュートラルの目標達成に向け、官民で野心的かつ具体的な目標を共有した上で、これに経営課題として取り組む企業等に対して、長期に亘り、研究開発・

実証から社会実装までを継続して支援する「グリーンイノベーション基金事業」の一環として、「製鉄プロセスにおける水素活用」に係る技術開発事業を実施予定である (事業期間2021～30年度予定)。

(3) 技術、商品による貢献～経済社会のグリーン化に貢献する鉄鋼製品～

日本鉄鋼業は、サプライチェーンや社会での使用時のCO₂削減に貢献する様々な高機能鋼材／エコプロダクトを開発・供給してきた豊富な実績を有しており、これが日本鉄鋼業ひいては日本の工業製品の国際競争力の源泉の一つともなっている。

図2にその一部事例を示す。

将来のカーボンニュートラル社会やそれに向けた移行期においても、鉄鋼製品は経済社会のニーズに応じて高機能化を図りつつ、社会基盤を支えるエコ素材であり続ける。政府は、カーボンニュートラル実現に向けて経済と環境の好循環を生み出す産業政策として、2021年6月に「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定した。そのなかで、今後産業として成長の期待される重要分野について、足下から2030年にかけて市場の立ち上がるものから、2050年にかけて市場が立ち上がってくるものまで、成長に至る時間軸の異なる14分野を挙げている。この14分野は図3の通りである。

14分野には、洋上風力・太陽光・地熱産業、水素・燃料アンモニア産業、自動車・蓄電池産業、船舶産業、土木インフラ産業、住宅・建築物産業など、主要な鉄鋼需要先が含まれており、これら産業のグリーン成長を下支えするエコ素材として、高機能鋼材／エコプロダクトへのニーズは今後一層高まっていくものと考えられる。ちなみに、これら14分野のなかで、鉄鋼業は⑪(カーボンリサイクル・マテリアル産業)の「マテリアル産業」に位置づけられており、成長戦略の本文中において、「これらのマテリアル(部素材)は、鉄を始めとして、宇宙船から自動車、新幹線、PC、スマートフォン、住宅、日用品等の人々の生活を支えるあらゆる製品に組み込まれている。2050年のカーボンニュートラル社会においても、こうしたマテリアルが果たす役割は変わらず、生活を支えるあら

エコプロダクト: 省エネ・CO₂削減に貢献する日本の工業製品

- 我が国の製造業が先頭に立って開発し、実用化してきた、低燃費自動車や高効率発電設備・変圧器をはじめとする多くの工業製品は、その高いエネルギー効率により、これまで国内外において、省エネやCO₂削減に大きく貢献してきた。
- これらの開発・実用化において、日本鉄鋼業は製造業との間に、さまざまな機能を備えた鋼材の開発・供給を通じた密接な産業連携を構築し、これら高機能鋼材は、製品の機能向上に不可欠なパーツとして、需要家から高い信頼を得ている。

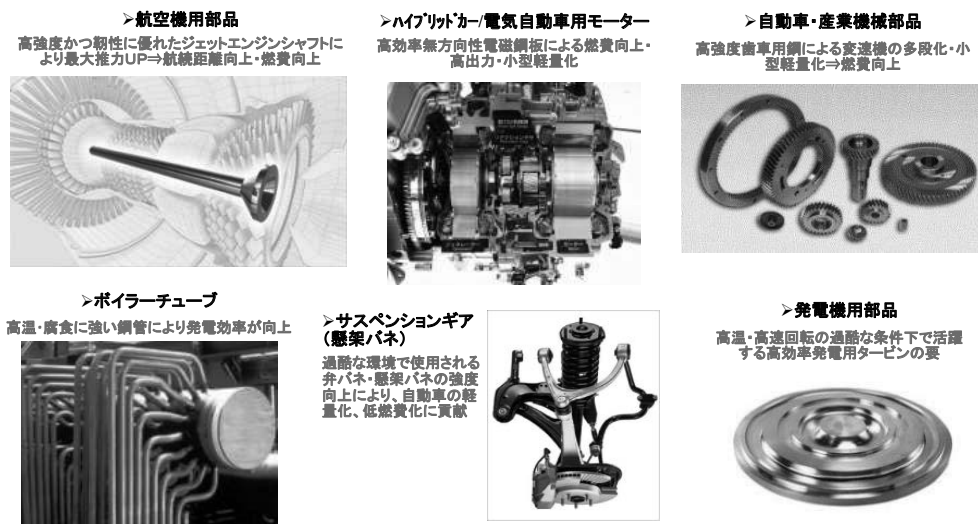


図 2

(成長が期待される 14 分野)



図 3

出所: 「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(2021年6月18日、日本政府) より引用

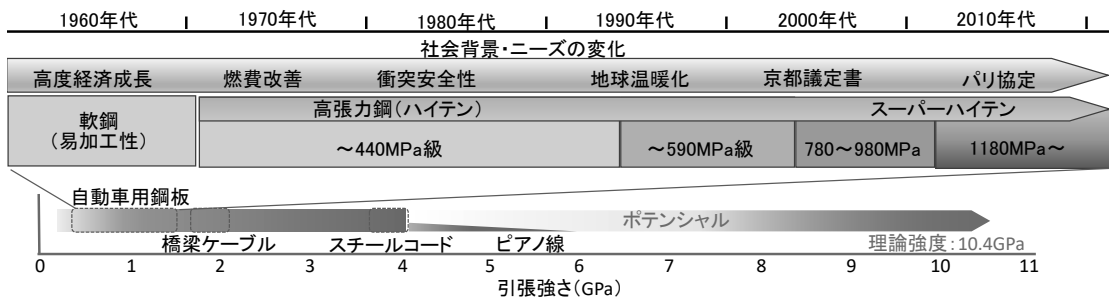


図 4

ゆる製品で活用され続けていく」とされている。

ここで、高機能鋼材／エコプロダクトによる貢献の将来ポテンシャルについて少し触れておきたい。日本鉄鋼業は弛まぬ技術開発により、鉄鋼製品の機械的特性や電磁的特性を大きく向上させてきたが、図4に示す通り、これまで実用化した特性レベルは強度で見た場合、理論限界値の1/10～1/3に過ぎない。つまり、鉄鋼製品は更なる高強度化の大きなポテンシャルを秘めている。鉄は成熟材料と思われがちだが、実はこの高強度化のみならず、例えば将来の水素インフラ等のための次世代鉄鋼製品など、あらゆる分野で技術開発に挑戦中であり、そのゴールは無限である。

加えて、高機能鋼材／エコプロダクトに限らず、全ての鉄鋼製品は“何にでも何度でも生まれ変わる”という他素材には無い優れたリサイクル特性を有しており、この特性により、ライフサイクル全体を通じてCO2削減や環境負荷低減、循環型社会の形成に大きく貢献している点も忘れてはならない。

(4) 高機能鋼材／エコプロダクトによるCO2削減貢献の“見える化”について

当連盟は、地球温暖化対策に係る鉄鋼業の自主的取組みとして「低炭素社会実行計画」を推進しており、その進捗を毎年フォローアップし、政府関係審議会に報告している。同計画は、“3つのエコ（エコプロセス、エコプロダクト、エコソリューション）＋革新的技術開発”の4本柱で地球温暖化対策に取り組むものである。

- ・エコプロセス：自らのプロセスにおける省エネ／CO2削減努力
- ・エコプロダクト：高機能鋼材の供給による製品の使用段階でのCO2削減貢献
- ・エコソリューション：日本鉄鋼業が開発・実用化した省エネ技術の海外への移転普及による地球規模でのCO2削減貢献
- ・革新的技術開発：長期的・抜本的なCO2削減技術の開発

これら4本柱のうち、エコプロダクトとエコソリューションについては、全てのCO2削減貢献を網羅的に把握することは困難であり、現状で可能な範囲において、それぞれのCO2削減貢献を定量化し、“見える化”している。2019年度断面におけるエコプロダクトの削減貢献を図5、エコソリューションの削減貢献を図6に示す。

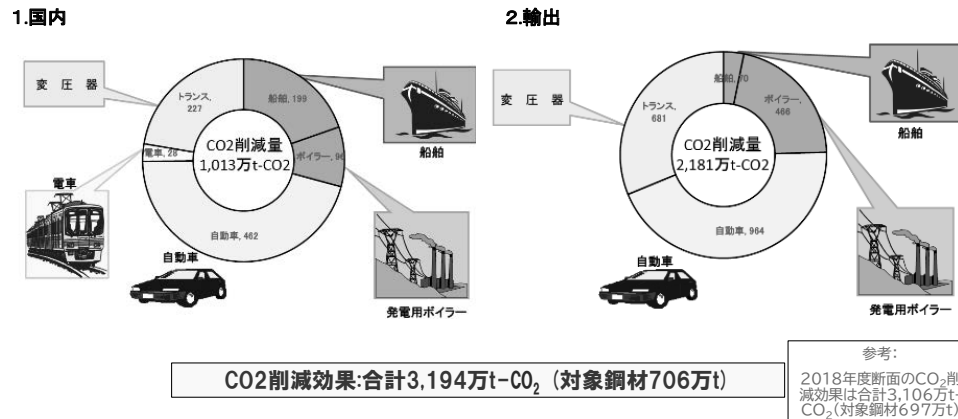
図5のエコプロダクトは、数ある高機能鋼材のうち、数量の捕捉や製造時エネルギー使用量等のデータ把握が可能な5品種（自動車用高強度鋼板、船舶用高張力鋼板、電管用ステンレス鋼板、トランス用方向性電磁鋼板、ボイラ用耐熱高強度鋼管）を対象とし、日本エネルギー経済研究所が策定した方法論に基づき、従来鋼材から高機能鋼材に置き換わった場合の製品使用時のCO2削減効果について、定点的に実績を算定している。これら5品種の2019年度生産量は706万トン、粗鋼生産比は7.2%とポーションは少ないものの、国内外での使用段階におけるCO2削減効果は、2019年度断面において国内使用鋼材で1,013万トン-CO2、輸出鋼材で2,181万トン-CO2、合計3,194万トン-CO2に達している。

また、図6のエコソリューションは、日本鉄鋼業が開発・実用化した省エネ技術のうち、CDQやTRT等の主要な6技術を対象としている。これまで日系企業によって海外に普及されたこれら6技

エコプロダクトの貢献: 代表的高機能鋼材の貢献に関する定量評価

- 高機能鋼材の定量的な貢献については、2001年度に鉄連内に、ユーザー産業団体、日本エネルギー経済研究所、政府が参加する委員会を設置し評価手法を確立、以降、毎年の実績をフォローしている。
- 定量的に把握している代表的な5品種（2019年度生産量706万トン、粗鋼生産比7.2%）に限定した国内外での使用段階でのCO₂削減効果は、2019年度断面において国内使用鋼材で1,013万トンCO₂、輸出鋼材で2,181万トンCO₂、合計3,194万トンCO₂に達している。

代表的な5品種によるCO₂削減効果（2019年度断面）



出所: 日本エネルギー経済研究所

※自動車用鋼板、方向性電磁鋼板、船舶用厚板、ボイラー用鋼管、スチール鋼板の5品種。2019年度の国内使用は、362万t、輸出は、344万t、合計 706万t。

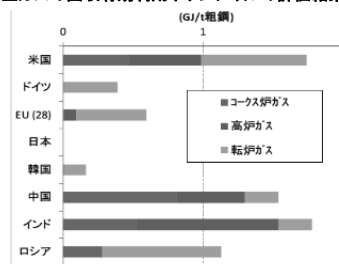
※国内は1990年度から、輸出は自動車および船舶は2003年度から、ボイラー用鋼管は1998年度から、電磁鋼板は1996年度からの評価。

図 5

エコソリューション: 技術の移転普及による削減効果

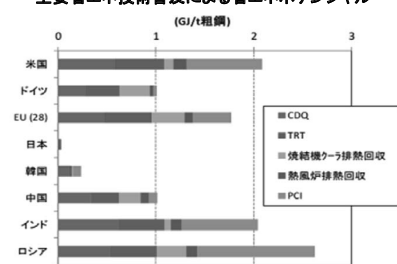
- 世界各国の鉄鋼業を日本の鉄鋼業と比較すると、日本以外の国の省エネ余地は多い。特に、更なる生産能力拡大が見込まれるインドにおいて、今後、製鉄所新設の段階で省エネ設備の普及の余地は十分ある。
- 日本鉄鋼業において開発・実用化された主要な省エネ技術について、これまでに日系企業によって海外に普及された技術のCO₂削減効果は、CDQ、TRTなどの主要設備だけでも、中国、韓国、インド、ロシア、ウクライナ、ブラジル等において、合計約6,857万トンCO₂/年にも達している。

副生ガスの回収有効利用ポテンシャルの評価結果（2015年）



出典: IEA "エネルギーバランス表" (2017) を基にRITE推計

主要省エネ技術普及による省エネポテンシャル



出典: ドイツはArens et al. (2017)、日本は鉄連(2017)、韓国はSchulz et al. (2015)、中国は中国鋼鉄工業年報(2016)をそれぞれ参照し設定した。

各国が導入した日本の省エネ設備による削減効果（2019年度断面）

	設置基数 (基)	削減効果 (万t-CO ₂ /年)
CDQ (コークス乾式消火設備)*	114	▲2,296
TRT (高炉炉頂圧発電)*	65	▲1,150
副生ガス専焼GTCC*	56	▲2,402
転炉OGガス回収	22	▲821
転炉OG顕熱回収	8	▲90
焼結排熱回収	7	▲98
削減効果合計		▲6,857

参考: 2018年度断面のCO₂削減効果は合計6,553万t-CO₂/年



* CDQ: Coke Dry Quenching

TRT: Top Pressure Recovery Turbines

GTCC: Gas Turbine Combined Cycle system (ガスタービンコンバインド発電)

図 6

術のCO2削減効果は、2019年度断面で合計約6,857万トン-CO2に達している。

エコプロダクトとエコソリューションによるCO2削減効果は合計で約1億トン-CO2にも及び、「低炭素社会実行計画」参加会社の2019年度CO2排出量約1億7千万トン-CO2と比較すれば、その削減貢献の大きさをご理解頂けるであろう。

今回の本紙11月号特集「脱炭素社会に対応する特殊鋼」が焦点を当てる“工程省略鋼”は、サプライチェーンでの加工時に熱処理等の工程を短縮・省略でき、それによってCO2削減やコスト削減に貢献する優れたエコプロダクトの一種である。この“工程省略鋼”のCO2削減効果定量化に向けた特殊鋼業界における今後の検討の参考情報として、以下では、「低炭素社会実行計画」にて定量評価しているエコプロダクト5品種のうち、日本エネルギー経済研究所が策定した“自動車用高強度鋼板”の使用段階でのCO2削減効果定量化手法について紹介する。

参考) “自動車用高強度鋼板”の使用段階でのCO2削減効果定量化手法

1) 概要

自動車用高強度鋼板は高強度性を確保しながら薄肉化（鋼材重量の削減）が可能な鋼板であり、これを用いた自動車は、その様な特性を有しない従来の普通鋼鋼板を用いた自動車に対し軽量化を実現し、走行時における燃費改善によるCO2排出量削減効果を得ることが出来る。

2) 削減貢献量の定量化結果

2019年度断面における自動車用高強度鋼板の使用段階でのCO2削減貢献量は以下の通り。

国内使用鋼材：462万t-CO2

輸出鋼材：964万t-CO2

計：1,426万t-CO2

上記貢献量は以下の計算式に基づき算定。一定の使用年数に基づく単年度断面のストックによる削減貢献量を評価している。

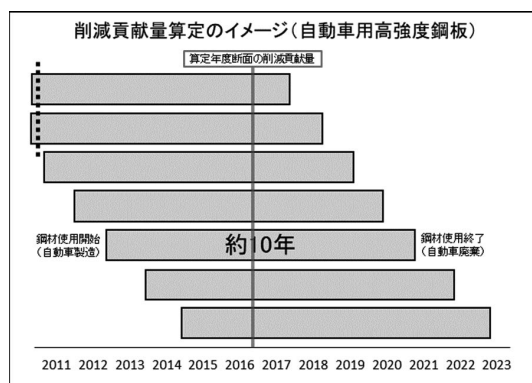
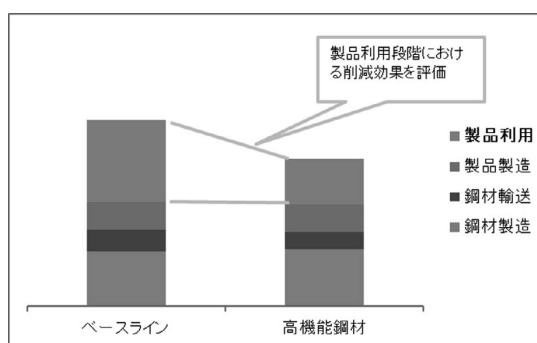
削減貢献量 = 新車生産台数

× 平均走行距離

× 燃費改善率 / 新車平均走行燃費

× 平均使用年数

自動車用高強度鋼板



3) ベースラインシナリオとその設定根拠

① ベースライン・前提条件

機能性を有しない鋼材（普通鋼）をベースラインとし、足下の比率まで高強度鋼板に置き換わった場合における自動車の使用段階の燃費改善によるCO2削減効果を評価する。

	ベースライン	比較対象鋼材	評価される効果
自動車	普通鋼	高強度鋼板 (YP340)	軽量化による省エネ効果

②設定根拠

高強度鋼板はベースラインである普通鋼鋼材に対し、強度を確保しながら薄肉化を可能とする特性を有する。従い、高強度鋼板を採用した自動車は普通鋼鋼材を採用した自動車に比べ軽量化し、走行時の燃費改善効果を得ることが出来る。(定量化は実績に基づく推計)

4) 定量化の範囲

①対象鋼材

日本国内で使用された鋼材及び、輸出鋼材を対象(輸出鋼材は2009年度から着手)。日本国内で製造された鋼材を対象とし、海外生産分は含まない(日本の鉄鋼メーカーは海外に一貫製鉄所を保有していない)。

②対象段階

自動車の使用段階における燃費改善によるCO₂排出削減効果を評価。鉄鋼のライフサイクルにおいて、原料採掘・輸送のウエイトは極めて小さい

ことに加え、鋼材間の置き換えりによる効果で評価しており、製造段階におけるCO₂排出量の変化も小さい。また、鋼材の軽量化効果を評価した場合、鋼材使用量は減少する為、原料採掘・輸送におけるCO₂排出量は寧ろベースラインよりも減少するが、当連盟では定量化の対象は使用段階としている。

5) 評価期間

製造プロセスから排出される単年度CO₂排出量と対比させる観点から、単年度断面におけるストック評価としている。

6) 参考文献

日本エネルギー経済研究所HPにて分析手法に係る論文を公表。
「LCA的視点からみた鉄鋼製品の社会における省エネルギー貢献に係る調査」
総括(日本語) <http://eneken.ieej.or.jp/data/pdf/462.pdf>
各論3. 自動車(高強度鋼板)(日本語) <http://eneken.ieej.or.jp/data/pdf/465.pdf>

Ⅱ．工程省略鋼の特徴と製造プロセス

1．焼鈍・焼準省略鋼

(ボルト・ナット用鋼、冷鍛歯車鋼、シャフト鋼)

(1) 総 論

山 陽 特 殊 製 鋼 (株) ふじ まつ たけ し
研究・開発センター 基盤研究室 室長 藤 松 威 史

ま え が き

特殊鋼は、自動車をはじめとする各種産業において優れた耐久性や疲労強度等が必要な機械構造用部品（歯車、シャフト、軸受、ボルト等）の素材として使用される。それらの特性を発揮するために特殊鋼には多くの合金元素が添加される。それによって製造された特殊鋼鋼材の硬さやマイクロ組織はさまざまに変化し、その後の部品製造工程（熱間や冷間での鍛造、引拔、切削等）における加工のし易さに影響を及ぼす。部品の加工性確保は重要な課題であり、そのために特殊鋼鋼材、あるいは熱間や冷間で加工された部品に対し、焼準や焼鈍を施して硬さやマイクロ組織を調整する場合がある。ただし、低コスト化や生産性向上の観点から熱処理工程の省略化のニーズは根強い。

また、過酷な使用環境に耐えられるように部品に施される硬化熱処理に関し、浸炭のような比較

的高温の熱処理では結晶粒粗大化を生じることがある。特に冷間鍛造された部品を浸炭する際には粗大化しやすい。そこで粗大化抑制のために鍛造後に焼準が行われるが、昨今では合金元素添加やマイクロ組織の適正化を通じて、焼準を省略しても結晶粒粗大化を防止できる技術が開発されている。

本稿では、特殊鋼鋼材やそれを素材とする部品に関する焼準・焼鈍の省略について取り上げ、それを可能にする製造プロセスや鋼材成分設計の特徴について解説する。

◇ 特殊鋼の焼準・焼鈍の主な目的とその省略化手段

表1に鋼材や部品を製造する過程で行われる焼準や焼鈍の主な目的ならびに省略化手段をまとめた。

焼準は、鋼をオーステナイト化温度以上に加熱したのち冷却（主に空冷）する処理であり、それを通じ、高温で熱間加工（圧延・鍛造）された鋼

表 1 焼準・焼鈍の主な目的とその省略化手段

種別	主な目的	鋼材による省力化手段	部品加工時の省略化手段
焼準	・ 熱間加工組織の粗大結晶粒やマイクロ組織不均一の軽減、硬さばらつき低減 ・ 切削性の改善 ・ 冷間鍛造品の浸炭時結晶粒粗大化抑制	・ 制御圧延、制御冷却によるフェライト・パーライト化の促進 ・ 耐結晶粒粗大化特性の改善（冷間鍛造用途）	・ 熱間鍛造後の自然焼準 ・ 制御鍛造・制御冷却
焼鈍	・ 硬さ低減による冷間加工性の確保と金型負荷の軽減 ・ 固溶C、N減少による冷間加工時の動的ひずみ時効抑制 ・ 切削性の改善	・ 制御圧延、制御冷却（低温圧延・徐冷）によるフェライト増量、パーライト軟質化 ・ Si、Mn低減によるフェライト軟質化（これに伴う焼入性低下はCr、Bで補強） ・ 固溶C、Nの低減・固定化	・ 熱間鍛造後の恒温焼鈍

材・部品における粗大化した結晶粒や不均一化したミクロ組織の改善による切削性改善、冷間鍛造品の浸炭時の結晶粒粗大化防止が図られる。

焼鈍は、材料の軟質化を主な目的とし、さまざまな方法がとられる。例えば、上述の焼準において空冷ではなく徐冷を行うとさらに軟質化可能であり、これは完全焼鈍と呼ばれる。また、オーステナイトとフェライトの2相（亜共析鋼の場合）、もしくはオーステナイトとセメンタイトの2相（過共析鋼の場合）の共存する温度域に加熱保持した後徐冷する方法（徐冷法）による球状化焼鈍がある。これによりミクロ組織がフェライトと球状化した炭化物の混合組織となって硬さが大きく低減されるため、冷間鍛造や伸線加工のための軟質化処理として利用される。また、熱間圧延鋼材は硬質のベイナイトを含む場合があり、切断すら困難な場合には硬さ低減のため上述の2相域温度以下で加熱保持後に空冷する低温焼鈍を施すことがある。

以降では、焼準・焼鈍の省略を可能とする技術について解説する。

◇ 特殊鋼鋼材における焼準・焼鈍省略のための製造プロセス

鋼材（棒鋼・鋼管・線材）に求められるのは、部品への加工のし易さや、部品に強度を付与する硬化熱処理において不具合を生じないことである。

部品への加工手段としては熱間や冷間での鍛造、伸線、切削などの方法がとられる。近年では製造工程内のCO₂削減や歩留まり向上に有利な冷間鍛

造を基軸とする製造プロセスの適用が増えている。冷間鍛造は鋼の成形に必要な荷重が熱間鍛造に比べて高く、金型への負荷を軽減するため事前に焼鈍を施すことが多い。そこで鋼材の造り込みを通じて素材を十分軟質化させて加工に先立つ焼鈍を省略できればメリットは大きい。

ここからは主に焼鈍省略のために必要な鋼材の軟質化技術について説明する。軟質な鋼材を製造するためのプロセスとしては制御圧延・制御冷却が基軸となり、さらに鋼の成分適正化と組み合わせることで軟質化の効果が高まる。圧延鋼材軟質化のためには仕上げ圧延温度の低温化と、多くの場合でその後の徐冷が行われる。徐冷手段には、冷却帯上にカバーを設置する方法が利用されている¹⁾。低温圧延と徐冷の実施により連続冷却で得られるミクロ組織としては最も軟質なフェライト・パーライト組織となり（硬質のベイナイトは抑制）、なおかつパーライト自体も軟質化する²⁾。低温圧延によって、圧延時に鋼の再結晶・粒成長が抑えられて微細なオーステナイトになることを通じて冷却時のフェライト変態が促進される効果がある（図1³⁾）。また、精密圧延棒鋼の製造設備として国内でも多く導入されている3ロールタイプの圧延機は、その高い剛性を活かして低温で高リダクションの熱間圧延を行うことができ、微細なオーステナイトを得やすいことから⁴⁾、有力な制御圧延手段として活用されている。

また、鋼材軟質化には鋼の成分設計からのアプローチも有効である。例えば、合金元素のなかで

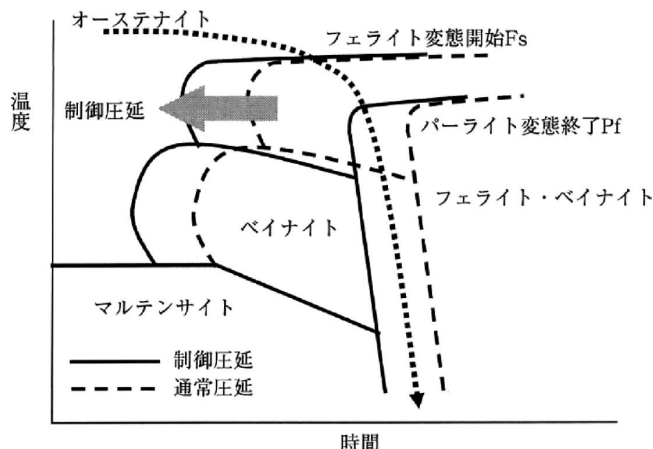


図 1 制御圧延によるフェライト・パーライト化の促進³⁾

SiやMnはフェライトの強化作用が強く、その低減によって硬さが低下し、変形抵抗が改善される⁵⁾。Si、Mnの低減は一方で焼入性の低下を招くが、ppmオーダーの極少量で鋼の焼入性（焼入れ硬化のし易さの指標）を大きく向上させる作用を持つボロンの添加で補うことができる⁵⁾。また、Crの増量はSi、Mnに比べてフェライトを強化させにくく、一方で焼入性は向上させるため、鋼材軟質化の手段として活用されている⁶⁾。なお、ボロン自体にも鋼を低温加工した際にフェライト分率を増加させる作用があり、鋼材の軟質化に有効とされている²⁾。また、鋼中の固溶C、Nの低減や固定化（析出物として固定）は、冷間鍛造に伴う鋼の硬化（動的ひずみ時効による）の抑制を通じて鋼材を比較的軟質な状態に保ち、焼鈍省略の手段として有効である³⁾。

以上に述べた制御圧延・制御冷却技術や、成分適正化との組み合わせのもと、焼鈍省略が可能な鋼が各社で開発されている。なお、焼準省略に関しても、制御圧延技術を利用してフェライト・パーライト組織が得られるようにすることで実現が可能である。

◇ 特殊鋼部品における焼準・焼鈍省略のための製造プロセス

部品の焼準や焼鈍は、主として熱間鍛造品において生じたマイクロ組織や硬さのばらつきの均質化による切削性改善のために行われる。その省略のため自熱焼準や鍛造後の恒温焼鈍が考案されている。

自熱焼準⁷⁾は、低炭素鋼や合金元素の比較的少ない鋼で利用されており、トンネル状のフード内で鍛造品の持つ自熱で冷却速度を抑制して冷却することでフェライト・パーライト組織を得ることができる。この場合の組織は焼準に比べて粗大なものの、マイクロ組織ばらつきが抑えられることで切削性が安定する。

ただし、部品の高強度化ニーズへの対応から比較的合金元素量の多いSCr420やSCM420が使用されるなか、自熱焼準では切削性を損なうベイナイトの析出回避が困難な場合がある。そのような場合に鍛造後の恒温焼鈍⁷⁾が行われ、熱間鍛造後の制御冷却（550～650℃で30～60分保持されるようにしてから空冷）によりフェライト・パーライト化させることで焼鈍省略を可能にしている。

なお、部品の鍛造に対して制御鍛造技術（低温鍛造と制御冷却の組み合わせ）を適用することで、鍛造後硬さを低下させて焼準省略を実現した例も報告されている⁸⁾。

以下では、冷間鍛造部品の浸炭時結晶粒粗大化回避のために行われる焼準について、それを省略可能とする鋼の開発例⁹⁾を紹介する。この開発は、冷間鍛造に先立つ球状化焼鈍によってラメラ状炭化物が生成していると、冷間鍛造時に局所的なひずみの不均一が生じ、それが浸炭時結晶粒粗大化を助長することに着目して対策を講じたものである。開発鋼はSCr420やSCM420に比べてCr量を増量した成分系に設計することで、亜共析鋼の球状化焼鈍過程で出現しやすいラメラ状炭化物の生成を抑えて焼鈍組織の均質性を高めている。さらに微量合金元素の添加により、結晶粒界ピン止め効果の高い微細な炭・窒化物を多量に生成させている。焼鈍組織の均質化による冷間鍛造時の不均一ひずみの導入軽減ならびに結晶粒界ピン止め効果の強化のもと、冷間鍛造後の焼準を省略しても通常浸炭温度域での結晶粒粗大化を防止することが可能となっている。

むすび

昨今、地球温暖化防止のためのゼロカーボン社会の実現に向けた世界的な動きが活発化するなか、温室効果ガスであるCO₂の削減は喫緊の課題と捉えられる。排出量の効果的削減のためには特殊鋼メーカー各社の自主取組みの範疇に留まらず、客先や外注先の製造工程も考慮した工程スルーでの削減が欠かせない。生産性やコストの観点に加え、CO₂削減技術としての観点からも、本稿で概要を紹介した熱処理工程の省略化技術の発展や、さらなる適用範囲の拡大が望まれる。

参考文献

- 1) 富増悠二：特殊鋼、57、2（2008）、p. 40
- 2) 戸田正弘ほか：塑性と加工、52、600（2011）、p. 153
- 3) 鹿磯正人：特殊鋼、59、3（2010）、p. 18
- 4) 石橋直弥：山陽特殊製鋼技報、28（2021）、p. 71
- 5) 藤松威史ほか：まてりあ、45、2（2006）、p. 141
- 6) 今浪祐太ほか：まてりあ、58、2（2019）、p. 108
- 7) 護法良憲：素形材、55、8（2014）、p. 17
- 8) 藤原正尚ほか：電気製鋼、78、3（2007）、p. 259
- 9) 藤松威史ほか：まてりあ、56、2（2017）、p. 79

(2) 各社製品

①熱処理省略鋼『KTCHシリーズ、KSGシリーズ』

(株)神戸製鋼所 鉄鋼アルミ事業部門 いわ さき かつ ひろ
線材条鋼商品技術部 マーケティンググループ グループ長 岩 崎 克 浩

まえがき

冷間鍛造は、自動車・産業機械など機械構造部品の生産に欠くことのできない製造方式となっている。従来、熱間鍛造または切削加工によって製造されていた製品に広く適用され、生産性の向上、コスト低減、環境負荷低減に寄与してきた。最近、カーボンニュートラルの実現に向けた取組について議論が活発化しており、冷間鍛造においても軟化のための熱処理工程を省略できる鋼材ニーズが拡大している。

冷間鍛造により製造される機械構造部品の加工工程や要求特性に応じて、軟化熱処理省略鋼をこれまでに開発し、自動車部品を中心に商品化してきた。本稿では、低炭素鋼など冷間鍛造部品の熱処理省略を実現しうるKTCHシリーズと、歯車などの冷間鍛造部品で熱処理省略や金型寿命を向上しうるKSGシリーズについて、当社メニューを紹介する。

◇ 当社の熱処理省略鋼KTCHシリーズ（低炭素鋼）

KTCHシリーズは、炭素鋼において冷間鍛造前

に行う軟化熱処理を省略可能な開発鋼である。低炭素鋼を冷間鍛造ままで用いる部品などで特に効果を有し、現行メニューでは、700MPa級（引張強度換算）までの部品強度に対応できる。

冷間鍛造時には、加工発熱により鍛造部品の温度は300℃程度まで上昇し、動的ひずみ時効の影響による変形抵抗の増大や変形能の低下を招く。軟化熱処理を省略して同等の冷間鍛造性を確保するため、鋼材の硬度を下げるだけでなく、塑性変形時に導入される転位の固着を抑制するため、CrやBの微量添加などにより、固溶C・N量を低減する鋼材設計とした（表1）。

KTCHシリーズは、冷間鍛造ままで用いることの多い、炭素量が0.35%までのシリコンキルド鋼およびアルミキルド鋼の双方でメニューを有しており、多く実績がある。冷間鍛造部品は今後、大型化・高速鍛造化する傾向にあり、加工発熱の影響がより顕在化すると予想されKTCHシリーズの活用範囲も拡大すると考えられる。

◇ 当社の熱処理省略鋼KSGシリーズ（歯車用鋼）

KSGシリーズは、歯車用鋼において冷間鍛造前

表 1 KTCHシリーズ、KSGシリーズの化学成分例

Steel	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ti	B
KTCH25K	0.24	0.16	0.35	added	—	—	added
SWRCH25K	0.25	0.19	0.47	0.02	—	—	—
KSG1	0.18	≤0.10	0.45	1.40	—	added	added
KSG2	0.13	≤0.10	0.45	1.40	—	added	added
KSG3	0.09	≤0.10	0.33	1.70	—	added	added
SCM420H	0.20	0.20	0.75	1.05	0.20	—	—
SCM415H	0.15	0.20	0.75	1.05	0.20	—	—

に行う軟化熱処理を省略可能な開発鋼である。また軟化熱処理工程を残すことで、冷間鍛造における変形抵抗が低減でき、金型寿命を改善することも可能である。汎用の歯車用鋼であるSCM420HやSCM415Hなどに対して、浸炭後の各種歯車強度特性を維持し、冷間鍛造前の熱処理省略が期待できる。

冷間鍛造歯車用鋼の基本成分系として、SCM420Hに対し、変形抵抗低減の観点からSi、Mn、Mo量を減少させ、Cr増量、B添加により焼入性を確保した鋼材設計となっている（表1）。さらに、結晶粒粗大化抑制のために、従来からAl、Nb、Tiなど

の炭窒化物によるピンニング効果を利用しているが、KSGシリーズには、その効果からTi析出物を利用している。

むすび

ここまで当社の熱処理省略鋼KTCHシリーズ、KSGシリーズについて紹介してきた。冷間鍛造による加工工程省略に加えて、従来必要であった軟化熱処理工程を省略しうる開発鋼の適用拡大により、カーボンニュートラル社会への貢献に寄与出来れば幸いである。



②熱処理工程の省略・簡略化が可能な 高強度肌焼鋼『ECOMAX5』

山陽特殊製鋼(株) 研究・開発センター おおにししんや
新商品・技術開発室 商品開発1グループ ライン担当 大西 真也

まえがき

近年、特殊鋼分野においてもCO₂排出量削減への要求が益々強くなっており、アプローチとしては、自動車等最終製品の燃費向上によるCO₂削減と、部品製造時の工程中に排出されるCO₂削減とが考えられる。

前者においては、高強度鋼の適用による部品の小型・軽量化が有効であり、後者においては、従来実施していた熱間鍛造から冷間鍛造へ、さらには、焼準や焼鈍等の熱処理工程を省略・簡略化することが有効と考えられる。ただし、例えば自動車駆動系部品用の肌焼鋼を前提とした場合、冷間鍛造後の焼準を省略すると、その後の浸炭加熱時に結晶粒が粗大化し易くなることが知られており、そのままでは部品品質が低下するため、耐結晶粒粗大化特性の優れる鋼材が要求される。

本稿では、このような要求に対応できるように山陽特殊製鋼が開発した高強度肌焼鋼『ECOMAX5』を紹介する。

◇『ECOMAX5』の特徴

『ECOMAX5』は、JIS規格鋼であるSCM420に比べて、高Cr-Moレスを特徴とする省合金設計とし、少量のNbを添加している。この鋼は、より優れた耐ピッチング特性ならびに低サイクル疲労特性を有していると同時に、以下に示す熱処理工程の省略・簡略化に適する特性を兼ね備える。

<焼準省略化>

鋼の耐結晶粒粗大化特性を評価するため、冷鍛部品を想定した擬似浸炭試験を実施した。その結果を図1に示すように、950℃擬似浸炭において、SCM420では結晶粒が粗大化するが、『ECOMAX5』は整細粒を維持しており、さらに高温の980℃でも粗大粒は発生しておらず、SCM420に比べて大幅

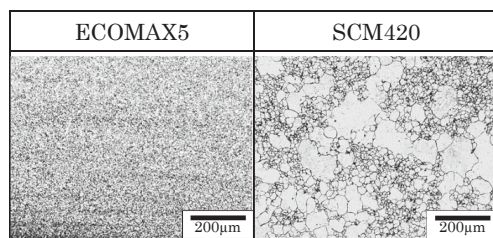


図 1 ECOMAX5の結晶粒度特性
(球状化焼鈍⇒70%冷間据込み⇒950℃擬似浸炭)

に耐結晶粒粗大化特性が優れている¹⁾。これは、Nb添加によって結晶粒界の移動をピン止めする微細析出物を増量したことに加え、高Cr成分により前組織である球状化焼鈍組織が均質化したことによる。これらの特性により、CO₂削減に寄与する冷間鍛造後の焼準省略が狙えると同時に、浸炭温度の向上により浸炭時間の短縮化が期待できる。

<球状化焼鈍簡略化>

『ECOMAX5』は、従来の肌焼鋼よりも低温かつ短時間の焼鈍で球状化炭化物組織が得られることを確認している。これは、高Cr組成であることが、比較的低温での保持でパーライト側からフェライト側への炭素の拡散を可能としているためと考えられる²⁾。すなわち、『ECOMAX5』は焼鈍の温度低減と時間短縮化によるCO₂削減にも期待される。

むすび

『ECOMAX5』は、紹介した特性に基づく高強度化を通じた部品の小型・軽量化設計ならびに各種工程簡略が見込まれる鋼であり、これからの社会のニーズに応えることができるエコプロダクトである。

参考文献

- 1) 山陽特殊製鋼技報、28 (2021)、62
- 2) 松尾健太、常陰典正：CAMP-ISIJ Vol.34 (2021)、471

③焼鈍と焼準を同時に省略可能とする

浸炭用棒鋼線材『JECF[®]』

JFEスチール(株) スチール研究所 いま なみ ゆう た
棒鋼・線材研究部 主任研究員 今 浪 祐 太

まえがき

一般に、冷間鍛造前には鋼材変形抵抗低減を目的として軟化焼鈍が施される。また、自動車用歯車等の高疲労強度が必要な部材では鍛造後に浸炭焼入れ焼戻しが施されるが、浸炭は高温長時間処理のため、結晶粒の粗大化が生じるケースがある。結晶粒の粗大化は疲労特性の低下要因であり、これを防止するため、汎用JIS規格鋼（SCr420/SCM420等）では、浸炭前に焼準を施すことで冷間鍛造にて導入される不均一なひずみを解放している。前記した軟化焼鈍や焼準は部品製造コストを上昇させるとともに、熱エネルギーを消費しCO₂を排出してしまう点が課題であった。部品価格競争の激化、ならびに脱炭素化機運の高まりにより、焼鈍や焼準を省略可能な肌焼鋼のニーズが増大している。JFEスチールでは、鋼の変形抵抗および浸炭時の結晶粒成長を研究し、冷間鍛造前の焼鈍と浸炭前の焼準を省略可能な鋼（JECF[®]）を開発した。

◇ 冷間鍛造前焼鈍の省略

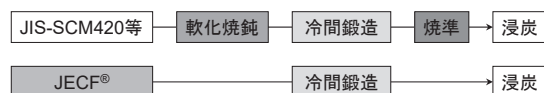
変形抵抗を低減しつつ十分な焼入れ性を確保するため、これらに及ぼす合金元素の影響を検討した。CrはSiやMnと比較して、圧延材硬度を上昇さ

せず、焼入れ性を向上させる。JECF[®]では、JIS規格鋼に対して、Si、Mnを低減し、Crを増加させた。ここで、Si低減は浸炭後表層の粒界酸化抑制により、疲労特性も向上させる。また、Crの増加は焼戻軟化抵抗性を上昇させ面疲労強度を向上させる作用もある。合金元素の適正化に加え、棒線圧延の温度制御により、比較的軟質な組織であるフェライトの分率を向上させた。これらの技術により、変形抵抗は、JIS規格鋼の焼鈍材よりも、JECF[®]圧延まま材の方が低くなり、冷間鍛造前の焼鈍省略が可能である。

◇ 浸炭前焼準の省略

一般に、結晶粒成長の抑制には、微細な粒子を析出させ結晶粒界の移動をピン止めする手法が有効である。析出粒子の数密度が増大するほどピン止め効果は向上する。すなわち、析出粒子体積率を増大させること、および析出粒子を微細化させることが重要である。JFEスチールでは、析出物の熱力学な安定性を熟慮し、最適な合金添加量および圧延加熱温度を詳細に検討することで、Nb炭化物の微細分散テクノロジーを確立した。これを適用することで、JECF[®]では、歯車冷間鍛造後に焼準を省略して浸炭を行っても結晶粒粗大化が抑制されることを確認している。

JECF[®]は冷間鍛造前の焼鈍と、浸炭前の焼準を同時に省略可能とし、浸炭後疲労特性はJIS規格鋼と同等以上である。本開発鋼は、部品価格競争力の向上および環境にやさしいものづくりを推進する手段として寄与する。



中間熱処理フリープロセス化が可能

図 1 開発鋼による冷間鍛造部品製造工程の革新

④冷間鍛造に適した歯車用肌焼鋼

大同特殊鋼(株) 技術開発研究所 田中優樹
構造材料第一研究室、第二研究室(兼務) 室長

まえがき

冷間鍛造は、熱間鍛造に比べて加熱に要するエネルギーが不要となるだけでなく、加工精度が高いため鋼材歩留りが高く環境負荷の小さい工法です。本稿では、大同特殊鋼(株) (以下、大同) が開発した冷間鍛造に適した歯車用肌焼鋼について紹介します。

◇ 結晶粒粗大化防止鋼 (ATOM鋼^{® 1)})

歯車製造においても冷間鍛造は、コスト、環境負荷の低減に有効ですが、冷鍛歯車をそのまま浸炭焼入れすると結晶粒が粗大化し、強度特性や熱処理歪に悪影響を及ぼすことがあります。通常の浸炭肌焼鋼では、AIN析出物により粗大化抑制能を高めていますが、冷鍛歯車では、その効果が不十分なため、粗大化が起こってしまう場合があります。したがって、通常の肌焼鋼では、浸炭前に焼ならし等の熱処理を行う必要があります。

大同が開発したATOM鋼は、AIN析出物に加えNb炭窒化物を活用することで、粗大化抑制能をさらに高めた鋼材です。ATOM鋼では、Nb炭窒化物の効果により、冷鍛歯車を浸炭焼入れしても結晶粒粗大化が起こることなく、優れた強度特性と熱処理歪性が得られます。

◇ 冷鍛歯車用ボロン肌焼鋼 (ALFA鋼^{TM 2)}、Super-ALFA鋼^{TM 3)})

通常、歯車を冷間鍛造する場合、高い変形能や寸法精度が要求されるため、冷間鍛造前に球状化

焼きなましを主とした軟化処理を行います。大同では、圧延素材ままでも十分な低硬さが得られるALFA鋼を開発しました。ALFA鋼は、SiやMnを低減することで素材の硬さを下げ、そして、SiやMn低減に伴う焼入れ性の低下をボロン (B) 添加により補完した鋼材です。ALFA鋼では、圧延素材において75HRB程度の硬さが得られるため、球状化焼きなましをすることなく、圧延素材のまま冷間鍛造を行うことが可能です。

前述のATOM鋼とALFA鋼の特性を兼ね備えたのがSuper-ALFA鋼です。本開発鋼は、ALFA鋼にNbを添加し、Nb炭窒化物を活用することで粗大化抑制能を高めた鋼材です。Super-ALFA鋼は、冷間鍛造前の球状化焼きなましと冷間鍛造後の焼ならしの両方を省略することが可能です。尚、疲労強度や靱性において、ALFA鋼とSuper-ALFA鋼は、通常の肌焼鋼と同等以上を有しています。

むすび

本稿で紹介した開発鋼を用いた場合の製造工程例を表1に示します。これら開発鋼は、自動車用の冷鍛歯車を中心に様々な冷鍛部品に適用され、部品製造コストと環境負荷低減に寄与しています。更なる適用拡大を図っていきたいと考えています。

参考文献

- 1) 紅林ら：電気製鋼、65 (1994)、P67
- 2) 紅林ら：電気製鋼、69 (1998)、P57
- 3) 紅林ら：電気製鋼、71 (2000)、P65

表 1 開発鋼を用いた冷間鍛造歯車の製造工程例

区分	鋼材	成分例	製造工程例 (冷鍛歯車)
JIS鋼	SCr420H	0.20C-0.25Si-0.8Mn-1.0Cr	素材 - 球状化焼きなまし - 冷鍛 - 焼ならし - 浸炭処理
開発鋼	ATOM鋼	0.20C-0.25Si-0.8Mn-1.0Cr-Nb	素材 - 球状化焼きなまし - 冷鍛 - 省略 - 浸炭処理
	ALFA鋼	0.18C-0.10Si-0.5Mn-1.0Cr-B	素材 - 省略 - 冷鍛 - 焼ならし - 浸炭処理
	S-ALFA鋼	0.18C-0.10Si-0.5Mn-1.0Cr-B-Nb	素材 - 省略 - 冷鍛 - 省略 - 浸炭処理

⑤焼準省略可能な耐粗粒化鋼

日本製鉄(株) 九州製鉄所 おおはし てつ や
品質管理部 棒線管理第一室 課長 大橋 徹也

まえがき

カーボンニュートラルの観点から、自動車のギヤ、シャフトといった駆動系部品製造において、熱処理工程の簡省略によるCO₂排出量削減ニーズが高まっています。駆動系部品は、一般的に疲労強度、耐摩耗性を向上させる目的で浸炭処理が行われますが、冷間鍛造によって成形した部品に浸炭処理を行うと、オーステナイト結晶粒の粗大化（異常粒成長）が発生し、疲労強度や熱処理歪などの部品性能に悪影響を及ぼすことがあります。そのため、従来は粗大化抑制を目的に、冷間鍛造後（浸炭前）に焼準等の歪除去熱処理をする必要がありました。本稿では、冷間鍛造後（浸炭前）の焼準処理が省略可能な当社の冷間鍛造用耐粗粒化鋼の概要を紹介します。

◇ 開発鋼の特徴

冷間鍛造用部品の浸炭時の粗大化抑制のポイントは、鋼成分、鋼の製造条件、二次加工条件を制御することによって、浸炭処理の段階で、AlN、Nb（CN）などの析出物（いわゆるピン止め粒子）を多量・微細分散させることにあります¹⁾。

当社で開発した耐粗粒化鋼は、Al、Nbを最適量添加（その後の圧延工程で溶体化が可能な最大量添加）し、Bar・Coil圧延の加熱時に鑄片段階で析出する粗大析出物を溶体化させています。その後の二次加工における焼鈍、焼準、もしくは浸炭加熱時の昇温段階で、析出物を微細分散させることが可能なため（図1）、冷間鍛造後（浸炭前）の焼準処理を省略しても浸炭時の粗大化を抑制できます。

当社では、上記のように、浸炭処理の段階でピ

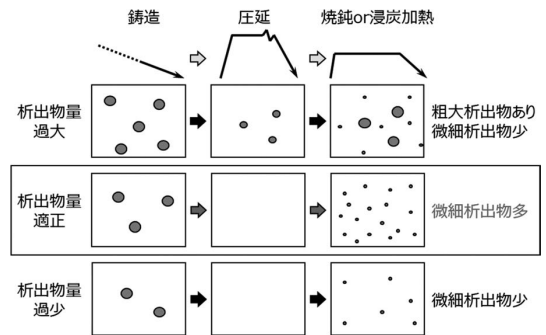


図 1 析出物の多量・微細分散の考え方

ン止め粒子を多量・微細分散させ、冷間鍛造後の焼準を省略しても粗大化が発生しない耐粗粒化鋼を開発し、既に一部の自動車の冷間鍛造部品（ギヤ、シャフト等）に適用頂いております。

本開発鋼は、結晶粒粗大化抑制能に非常に優れているため、冷間鍛造後の焼準省略のみならず、浸炭処理の高温短時間化によるCO₂排出量削減にも寄与できる鋼材です。

ここで紹介させて頂いた開発鋼は当社耐粗粒化鋼の概要であり、お客様のニーズ・ご要望に応じて焼入性等をチューニングすることが可能です。

むすび

本稿で紹介した冷間鍛造用耐粗粒化鋼は、部品の熱処理工程省略によってCO₂排出量削減や製造コスト低減に寄与できます。本開発鋼の適用拡大を図るとともに、当社は更なるニーズ拡大に対応するため、今後もお客様の工程省略に貢献できる新商品を開発していきます。

参考文献

- 1) 久保田学、越智達郎：新日鉄技報、第378号（2003）

2. 焼入・焼戻省略鋼（冷鍛非調質ボルト鋼）

（1）総 論

（株）神戸製鋼所 鉄鋼アルミ事業部門 よし はら なお
線材条鋼商品技術部 企画グループ長 吉 原 直

ま え が き

冷間鍛造は、各種機械構造部品を高精度に、且つ大量生産することができ、部品の製造コスト低減に有望な加工方法である。また室温で鍛造するので、部品製造に伴うCO₂発生も少なく環境負荷が低い利点も有する。

冷間鍛造の普及初期である1940年代は、鍛造技術と鋼材特性上の制約から、複雑形状の部品や極めて高い寸法精度が必要とされる部品では、熱間鍛造と切削加工の組合せや全てを切削で加工する必要があった。そのため、材料歩留りの悪化やサイクルタイムの長時間化を招き、部品製造コストの低減が困難となっていたが、1960年代より冷間鍛造における要素技術の向上、とりわけ鍛造工程の設計技術、鍛造金型の製造技術、更には冷間鍛造用鋼の高品質化・高機能化によって、適用可能な範囲が拡大している。

冷間鍛造用鋼の採用で最大の効果を得るためには、その要素技術を最適条件下で組み合わせることが重要となる。特に、冷間鍛造用鋼については、種々の鋼種、素材寸法の中から最適な材料を選定することで、最大効果を得ることができる。冷間鍛造用鋼に求められる品質は、大別して、「当たり前品質」と「魅力的品質」に分類できる。当たり前品質とは、冷間鍛造の基本特性である「変形能が高く、割れにくいこと」および「変形抵抗が低く、鍛造金型寿命が良いこと」である。一方、魅力的品質とは、当たり前品質を維持しつつ、鍛造工程前後の熱処理を省略・簡略化して製造コストを低減できることや最終的な部品特性を従来鋼に比べて向上・高機能化できることである。

冷間鍛造の適用領域は広く、使用される鋼材も炭素鋼から合金鋼まで多岐にわたる。鋼材の高品質

化への具体的手段は、対象となる部品によって若干異なるものの、鍛造加工の基本特性と言える高変形能、低変形抵抗への要求は共通であり、これらは素材の作り込み技術に大きく左右される。更に、冷間鍛造全般に関わる技術、とりわけ鍛造加工前の処理条件等の最適化も図りながら、各種合金元素の選定・最適組合せにより、種々の高品質の冷間鍛造用鋼が生み出される。

高品質の冷間鍛造用鋼は、大きく次の2つのグループに分類できる。

- 1) 工程合理化もしくは資源節約に向けた鋼材
- 2) 新しい機能を持った鋼材

高品質冷間鍛造用鋼には、上記グループ1)のように、その線材を使用することで直ちに部品製造コストの低減やプロセス中のCO₂排出量低減に寄与できるものとして、冷鍛非調質ボルト鋼が挙げられる。さらにグループ2)のように、製造工程でのコスト低減には直接寄与できないが、高機能化を通して、ユニット全体としてのコスト低減や自動車軽量化によるCO₂排出量低減を実現できるものがある。

◇ 冷鍛非調質ボルト鋼

工程合理化もしくは資源節約に向けた冷間鍛造用鋼として、非調質ボルト鋼がある。当鋼材は、鍛造前の鋼線強度を高めた上でボルトへの冷間鍛造性を付与したもので、ボルト圧造前の軟化熱処理と圧造後の焼入れ・焼戻し処理を省略できる。ボルト強度は鋼線の強度で決まり、鋼線の強度は圧延線材強度と伸線による加工硬化により決定される。軟化熱処理を施した中炭素鋼鋼線と比べると、非調質ボルト用線材は圧造前の強度が高いため、フランジボルト等の加工率の高い部品に使用されるのは、8.8級の強度までが殆どである。9.8級

以上の強度では、工具寿命が著しく低下するので、主にスタッドボルトやUボルトなど簡単な形状の部品に限定されている。

非調質ボルト用線材の工具寿命改善は、8.8級強度でも課題であり、工具寿命改善を図った新しい非調質ボルト用線材も開発されている。当社の開発鋼では、鋼材の化学成分としてSiやN量を低減し、加工硬化や動的ひずみ時効による変形抵抗上昇を抑制することで、圧造時の変形抵抗を低減した。また、伸線加工率を適正化する事により、一種のパウシニング効果を最大限に利用することで、変形抵抗の低減を実現している（図1）。従来型の非調質ボルト用線材に比べ、開発鋼は工具寿命が

約2倍に向上しており、比較として用いたS45Cの球状化焼鈍材と同等の工具寿命が得られた。

むすび

今後、各種冷間圧造部品での製造コスト低減やプロセス中におけるCO₂削減が進む中で、冷鍛非調質鋼の要求は益々増していくと予想され、さらに高品質な鋼線や部品のグローバルな供給体制も重要になってくる。また、更なる複雑形状部品への対応や、小型・軽量化に向けた高強度材での適用ニーズも高まっていくと考えられ、これらに対応できる鋼材と冷間鍛造技術の充実も図って行く必要がある。

鋼 種	記号	化学成分 (質量%)							備 考
		C	Si	Mn	Cr	Al	N	Al/N	
KNCH8S	●	0.29	0.02	1.45	0.1	0.045	0.0032	14.1	非調質線材(冷圧性重視型)
KNCH8	■	0.3	0.24	1.51	0.05	0.033	0.0045	7.3	非調質線材(従来型)
KCH45KT-W	△	0.45	0.18	0.72	0.15	0.024	0.0046	5.2	従来工程(焼入れ・焼き戻し)

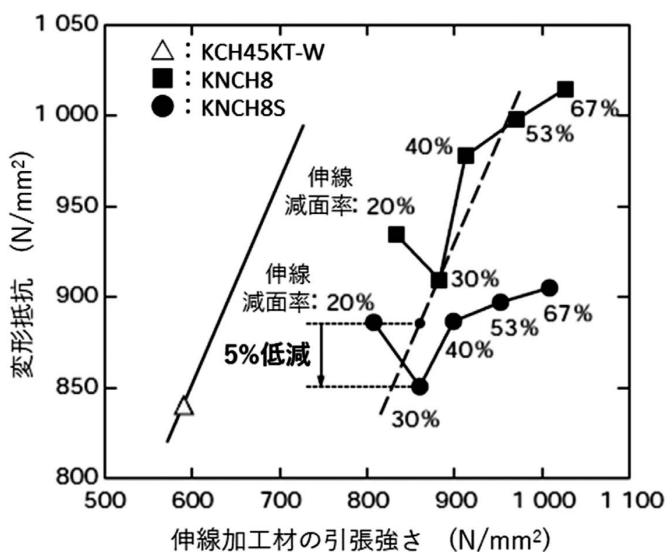


図 1 伸線材の強度と変形抵抗の関係

(2) 各社製品

①冷鍛非調質ボルト鋼『KNCHシリーズ』

(株)神戸製鋼所 鉄鋼アルミ事業部門 よし はら なお
線材条鋼商品技術部 企画グループ長 吉 原 直

ま え が き

非調質ボルト用線材の工具寿命改善は、8.8級強度でも課題であり、工具寿命改善を図った新しい非調質ボルト用線材も開発されている。以下、当社の製品について記載する。

◇ 当社の冷鍛非調質ボルト鋼KNCHシリーズ

当社のKNCHシリーズでは、鋼材の化学成分としてSiやN量を低減し、加工硬化や動的ひずみ時効による変形抵抗上昇を抑制することで、圧造時の変形抵抗を低減した。また、伸線加工率を適正

化する事により、一種のパウシンガー効果を最大限に利用することで、変形抵抗の低減を実現している(図1)。従来型の非調質ボルト用線材に比べ、開発鋼は工具寿命が約2倍に向上しており、比較として用いたS45Cの球状化焼鈍材と同等の工具寿命が得られた。

む す び

今後、冷鍛非調質鋼の要求は益々増していくと予想され、当社はそのような業界ニーズに応えるべく、開発材料をいち早く圧造部品や二次加工技術に適用し、差別化を進化させていく所存である。

鋼 種	記号	化学成分 (質量%)							備 考
		C	Si	Mn	Cr	Al	N	Al/N	
KNCH8S	●	0.29	0.02	1.45	0.1	0.045	0.0032	14.1	非調質線材(冷圧性重視型)
KNCH8	■	0.3	0.24	1.51	0.05	0.033	0.0045	7.3	非調質線材(従来型)
KCH45KT-W	△	0.45	0.18	0.72	0.15	0.024	0.0046	5.2	従来工程(焼入れ・焼き戻し)

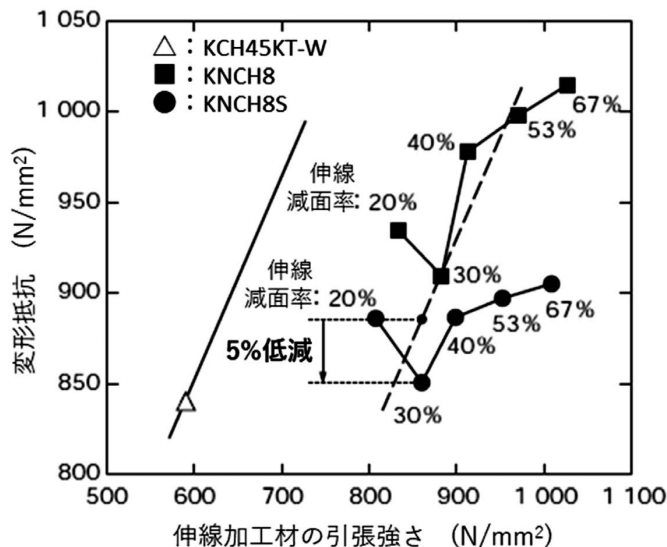


図 1 伸線材の強度と変形抵抗の関係

②工程省略に貢献する冷間鍛造

非調質ボルト用鋼『NHF-S』

日本製鉄(株) 室蘭製鉄所 もん でん あつし
品質管理部 棒線管理室 課長 門 田 淳

まえがき

自動車などに使用されるボルトは、特殊鋼線材に伸線、鍛造などの二次加工や焼鈍、焼入れ・焼戻しなどの様々な熱処理を経て製造されます。これら二次加工や熱処理工程は多くのエネルギーやコストを必要とし、経済性の向上からこれらを省略したいニーズがありました。近年はCO2排出削減の観点から、ニーズはますます高まっています。

NHF-S (Nippon Steel Low Carbon High Tensile Cold Forming Wire Rod-Special) は、球状化焼鈍および焼入れ・焼戻し処理（調質）を省略し、以上のような社会的要請に応えるべく開発された冷間鍛造非調質ボルト用鋼です。

◇ 特徴

NHF-Sの特徴は、非調質鋼でありながらボルト成形時の冷鍛加工の変形抵抗上昇を抑制し、中炭素鋼（0.45%C）の球状化焼鈍材に近い変形抵抗特性を有していることです。自動車用ボルトとして強度8.8ボルトが最も多用されていますが、図1の従来工程に示すように、中炭素鋼線材を球状化焼

鈍により柔らかくしてからボルト成形し、最後に焼入れ・焼戻し処理（調質）して所定の強度を得ています。一方、NHF-S線材は伸線によって所定のボルト強度まで引張強さを高めた上でボルト加工を行います。従って非調質鋼において冷鍛加工時の変形抵抗が著しく高くなることに伴う、金型寿命や成形性の低下は宿命と考えられました。

当社では、伸線が引張方向の加工であるのに対しボルト成形は圧縮方向の加工であることに着目し、一方向に塑性変形を与えた後に続いて反対方向に変形する際に変形抵抗が低下するバウシinger効果を活用することで、ボルト成形時の変形抵抗の上昇を抑制するNHF-Sを開発しました。バウシinger効果を高めるため、NHF-Sでは最適な成分設計（表1）および圧延後の加速冷却を適用して材質を作り込んでいます。

調質鋼であるS45Cの球状化焼鈍材と、開発した非調質鋼であるNHF-Sの伸線後の圧縮変形抵抗曲線を図2に示します。ボルト頭部が冷間鍛造（ヘッディング）される際のひずみ量とされる真ひずみ1.5でのNHF-Sの変形抵抗は、S45Cの調質鋼と匹敵するほど低減されています。

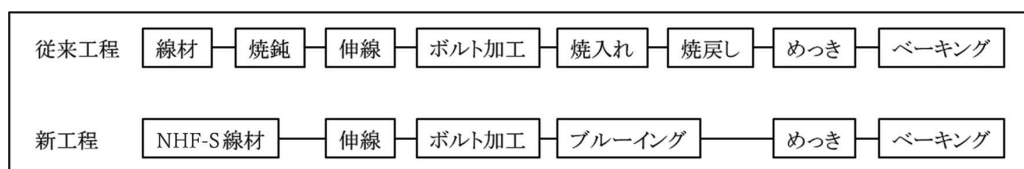


図 1 ボルト用線材の加工工程（強度8.8ボルトの例）¹⁾

表 1 開発鋼の成分、強度、サイズ範囲¹⁾

開発鋼	C	Si	Mn	P	S	線材の引張強度	線材サイズ
NHF540-S	0.18%～0.25%	0.10%～0.30%	0.70%～1.70%	0.030%以下	0.030%以下	540～740MPa	φ5.5～φ18
NHF590-S						590～780MPa	φ5.5～φ13

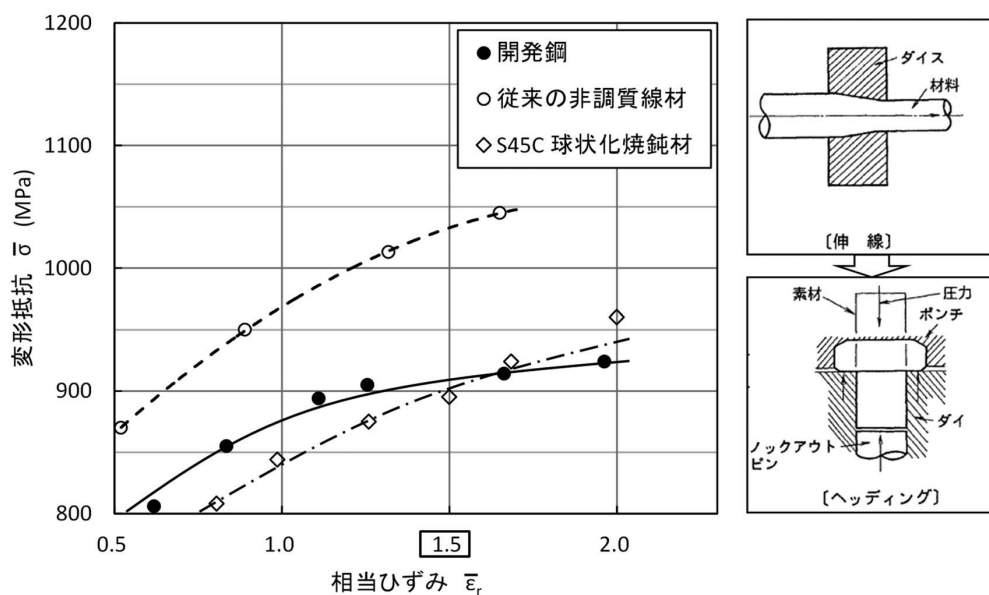


図 2 伸線材の圧縮変形抵抗とボルト加工事例^{1), 2)}

むすび

上述の開発鋼は既に実用化され多数ご使用いただいております。今後も適用拡大が期待され、自動車関連産業およびこれらを取り巻く社会基盤に大きく貢献しています。当社はこれら開発鋼をベースにして、高強度・低コスト・CO2排出削減など

のさらなるニーズの高まりに対応するため、今後も新商品を開発していきます。

参考文献

- 1) 新日鉄技報 第354号 (1994) 75
- 2) 蟹沢秀雄、森俊道、三木武司：日本金属学会会報 30、(1991) 557

3. 焼入・焼戻省略鋼（熱鍛非調質鋼）

（１）総 論

愛知製鋼(株) 品質保証部 うだ がわ なけ し
お客様品質・技術室 主任職 宇田川 毅 志

ま え が き

グリーン社会の実現を目指して、2050年までに「カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」と宣言されています。このような中、鉄鋼製造業に関連する我々もカーボンニュートラルに貢献すべく、材料や部品を製造する時に排出されるCO₂を削減することや、材料高強度化により自動車部品の小型・軽量化に寄与し、燃費向上によるCO₂削減に大きく貢献しています。

鉄鋼材料を用いた部品の製造工程としては「鋼材→熱間成形（例えば、熱間鍛造）→熱処理（例えば、焼入・焼戻）→仕上げ加工」が一例として挙げられます。この中で、熱処理は部品の機能を発現させるために非常に重要な工程ですが、熱処理時にCO₂が排出されます。この熱処理が省略出来れば、CO₂の削減に貢献することが出来、加えて、熱処理コストの削減や工程省略による部品製造のリードタイム短縮に大きく貢献できるため、鉄鋼メーカーでは熱間成形される鋼材や熱間鍛造部品用途の焼入・焼戻省略鋼（以下、非調質鋼）を開発しています。

本稿ではこのような用途に使用される非調質鋼について、簡単ではありますが、解説いたします。

◇ 非調質鋼の機械的性質の特徴

非調質鋼は前述のとおり、熱処理（焼入・焼戻）を省略しても機能を発現させるために熱間成形時

（直接切削用途鋼材なら熱間圧延）の成形時の温度（熱間鍛造温度や鋼材圧延温度）や冷却速度を制御し、組織を造り込むことで、熱処理を省略しても、炭素鋼（調質材）と同等の引張強度（硬さ）を保有することを特徴としています。ただし、炭素鋼（調質材）はマルテンサイト組織であるのに対し、非調質鋼は主にフェライト・パーライト組織もしくはベイナイト組織であるため、組織の違いにより、同じ強度（硬さ）であっても衝撃値（靱性）は低下する傾向にあるため、部品に要求される機械的性質を十分に理解した上で適用可否検討する必要があります。表1に非調質鋼の部品適用への向き不向きを示します。表1に示すように非調質鋼はシャフト類への適用に対して向いています。ギヤ類への適用は不向きな鋼材と考えられます。

◇ 非調質鋼の強化機構

非調質鋼は化学成分を調整して、熱間成形後の冷却過程にてバナジウム炭窒化物析出させた析出強化や、ベイナイト組織にすることにより強度（硬さ）を確保しています。表2に現在、広く使用されている非調質鋼の大まかな分類を示し、図1に非調質鋼の組織制御技術の推移と強靱性の位置付けを示します。非調質鋼は炭素鋼にバナジウムを添加し、フェライト・パーライト組織を高強度化した材料を基本としています。ただし、前項で解説したように強度（硬さ）が炭素鋼（調質材）

表 1 非調質鋼への適用範囲一例

荷重モード	非調質鋼適用への向き・不向き	用途例
静的・疲労モード	向き	シャフト類（コンロッド、クランクシャフトなど）
衝撃モード	不向き	ギヤ全般

表 2 非調質鋼の大まかな分類

分類	組織	強度レベル	強度・靱性確保の考え方
基本型	フェライト・パーライト	685～830MPa	0.4～0.53C鋼+V添加 V炭窒化物の析出強化
高靱性型	フェライト・パーライト	665～780MPa	低C化による靱性確保 高Mn化による強度確保
	フェライト・ベイナイト	690～930MPa	強度・靱性に優れるベイナイト組織を利用
高強度型	フェライト・パーライト	830～880MPa	高Mn高V化による強度向上
	ベイナイト	880MPa	低Cベイナイト+時効処理により強度・靱性化

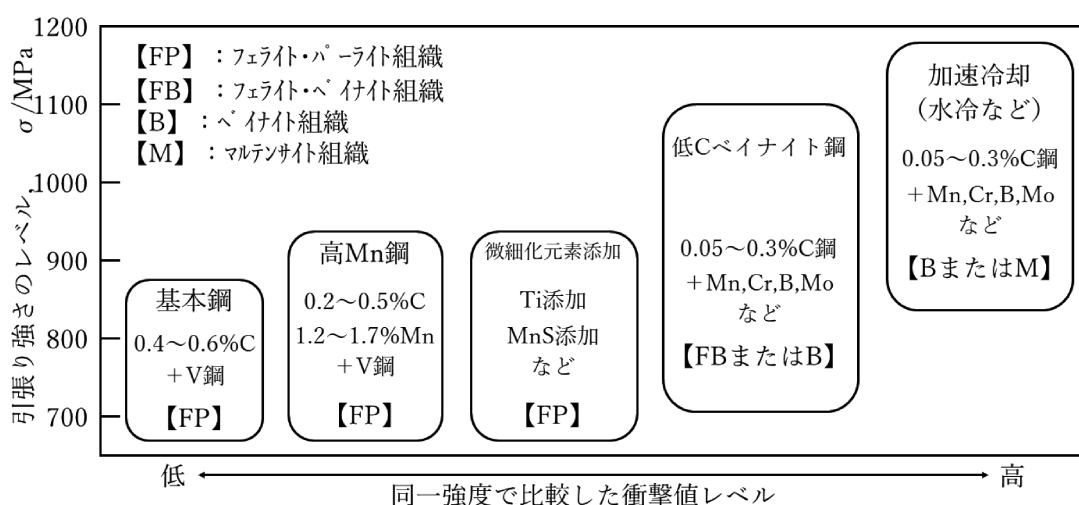


図 1 非調質鋼の組織制御技術の推移と強靱性の位置付け

と同等であった場合、衝撃値（靱性）は低いため、フェライト・パーライト組織の非調質鋼では低C化かつ高Mn化することで、強度を保ちながら、衝撃値（靱性）を向上させています。さらに高強度・高靱性が求められる場合に化学成分を調整し、冷却時にベイナイト組織化させることで、機械的特性を向上させています。

むすび

本解説では熱間成形用途に使用される非調質鋼について簡単ではありますが、解説しました。非調質鋼の特徴について理解いただき、現在、熱処理をして製造されている製品に対し、非調質鋼への置換、すなわち、CO₂削減に対し、少しでも貢献することが出来れば幸いと存じます。

(2) 各社製品

①熱間成形用 焼入・焼戻省略鋼

愛知製鋼(株) 品質保証部 宇田川 毅 志
お客様品質・技術室 主任職

まえがき

愛知製鋼では熱間鍛造用途もしくは直接切削用途の鋼材に対し、熱処理（焼入・焼戻）省略しても強度（硬さ）・靱性を満足出来る非調質鋼を種々取り扱っています。非調質鋼は（１）総論で解説されているように熱処理を省略可能なため、熱処理コストの低減、CO2の排出低減、焼入ひずみ低減による寸法精度の向上（矯正工程の省略または簡略化）、部品製造仕掛時間の短縮や在庫量の低減など、様々なメリットが挙げられます。本稿では愛知製鋼の種々非調質鋼の特性を簡単に紹介した後、ベイナイト型高強度・高靱性非調質鋼について、詳細に説明いたします。

◇ 代表的な非調質鋼の機械的性質概要

愛知製鋼では代表的な非調質鋼として、基本型、高靱性型、高強度型があり、組織や化学成分の調整によって、強度（硬さ）や靱性を確保していま

す。図１に各非調質鋼の引張強度と衝撃値の関係を示します。図１には合わせて調質炭素鋼と調質合金鋼の範囲も併記します。図１に示すように引張強度が同等の場合、衝撃値は非調質鋼の方が調質鋼と比較して低いため、使用部品の要求特性を十分に理解したうえで使用する必要があります。

◇ ベイナイト型高強度・高靱性非調質鋼

ベイナイト型高強度・高靱性非調質鋼は熱間鍛造ままで優れた強度・靱性を確保可能です表１に弊社の代表的なベイナイト型非調質鋼の鋼種名と強度レベルを示します。なお、ベイナイト型非調質鋼はフェライトとベイナイトの混合組織であることを付記します。一般的にベイナイト組織は低降伏強度・低疲労強度であることが弱点とされていますが、最適合金設計をすることで、残留オーステナイトを低減し、これらの強度を確保しています。また、フェライトとベイナイトの硬さバランスを制御することで、鍛造条件の影響による硬さバラつきを低減していることも弊社ベイナイト型非調質鋼の特徴として挙げられます。

むすび

愛知製鋼の非調質鋼を簡単ではありますが紹介しました。本紹介を読んでいただき、現在、調質鋼を使用いただいているものに対して、非調質鋼への切り替えることで、ユーザーさまに貢献できれば幸いです。

表 1 ベイナイト型非調質鋼の鋼種名と強度レベル

	強度レベル	鋼種
鍛造用	740MPa級	SVd25BS
	830MPa級	SVd30BS
	930MPa級	SVd35BS

●鍛造用非調質鋼

（図中の条件で鍛造した鍛造品の機械的性質）

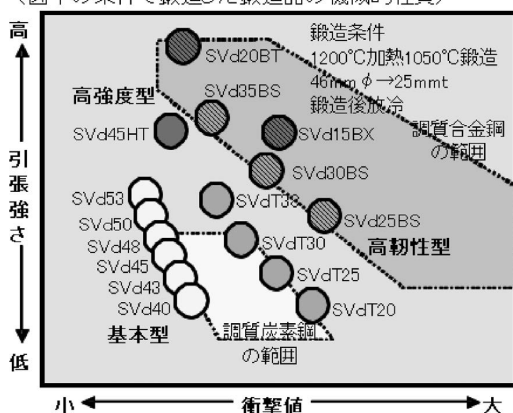


図 1 各非調質鋼の引張強度と衝撃値

②熱鍛非調質鋼『KNFシリーズ』

(株) 神 戸 製 鋼 所 まつ が き こ あ き ひろ
線材条鋼商品技術部 主任部員 松ヶ迫 亮 廣

ま え が き

熱鍛非調質鋼の開発は、80年代のオイルショックを契機に、省エネルギーのニーズが高まったことからスタートした。熱鍛非調質鋼は工程省略、コストダウン、リードタイム短縮等、多くのメリットがあることから適用範囲が拡大し、今日に至るまで種々ニーズに対応するための開発が継続されている。

熱鍛調質鋼は機械構造用部品に用いられることが多いことから、それを代替する熱鍛非調質鋼もさまざまな強度、靱性等の要求特性に応じる必要がある。これら要望に応えるべく、種々メニューをそろえており、本稿では、当社の熱鍛非調質鋼のメニューを紹介する。

◇ 当社の非調質鋼

当社の熱鍛非調質鋼はKNFシリーズとしてメニュー化されており、大きく分けて「基本型」、「高靱性型」、「高強度型」に分類される。図1にこれらのメニューの概略を示す。

「基本型」は合金元素としてバナジウムを添加し、その炭化物、窒化物及び複合化合物による析出強化を利用している。これにより、調質を行わずとも強度を確保できる鋼材となっている。ミク

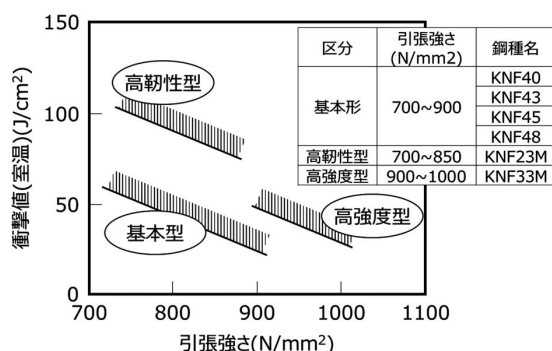


図 1 神戸製鋼所の熱鍛非調質鋼メニューの概略

ロ組織はフェライト+パーライト組織になるため、調質鋼の焼戻しマルテンサイト組織と比べると靱性が低下する傾向にあることに留意は必要である。

「高靱性型」は靱性が必要な場合に対応するため、上記強化機構を活用しつつ、柔らかく靱性の高いフェライト組織の分率を増加させたものになる。これにより、調質鋼に近い靱性を確保することができている。

「高強度型」は基本型をベースに、さらに合金添加量を増加することで高強度化したものである。特に降伏応力を高めることに主眼を置いた成分設計を行い、被削性にも配慮したものとなっている。

これらメニューの中でどの鋼種が適しているかは、対象となる部品に求められる特性に加え、形状、サイズ、製造工程条件にもよる。そのため、概ね適用鋼種を推定したうえで、最終的には実際に部品製造工程にて評価して決定する。

また、被削性を改善するように快削鋼化することや、クラッキングコンロッドに適応するように、クラッキング性を付加することもできる。このように、基本メニューになくても、顧客ニーズに合わせ、対応することが可能である。

その他、顧客工程に熱鍛がなく、調質棒鋼を用いている場合に対応できる非調質棒鋼もKNRシリーズとしてメニュー化している。

む す び

ここまで当社の熱鍛非調質鋼について紹介してきた。近年、社会全体のカーボンニュートラルに向けたニーズが高まっており、省エネルギー化による化石燃料使用量低減も一つの手段となっている。これはまさに熱鍛非調質鋼が目的とするところであり、今回紹介した鋼種はカーボンニュートラルに向けた取り組みに役立つものと確信している。これらの更なる活用により社会に貢献していければ幸いである。

③ クラッキングコンロッド用鋼

日本製鉄(株) 九州製鉄所 みやこしゅう すけ
品質管理部 棒線管理第一室 主幹 宮越有祐

まえがき

コンロッド（コネクティングロッド）とは、エンジン内でのピストンの往復運動をクランクシャフトの回転運動に変換して動力を伝達する部品です。近年はエンジンの高出力化や軽量化の要求に応える高強度鋼であることはもちろん、その製造過程におけるCO₂排出量やコストを削減可能な工程省略のニーズが高まっています。当社は焼き入れ・焼き戻しといった熱処理を省略できる非調質鋼の技術をベースに、「クラッキングコンロッド用鋼」を開発しました。

クラッキングコンロッドとは、熱間鍛造した素形材を2部品に破断分割（クラッキング）した後、そのまま破断面の凹凸を合わせて締結することで、合わせ面の切削加工や位置決めピンが省略できるコンロッドのことです（図1）。

◇ 開発鋼の特徴

非調質鋼のクラッキング工法は欧州で採用事例

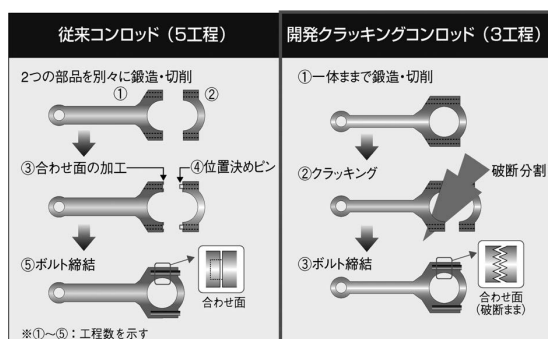


図 1 クラッキングコンロッドの製造方法

がありますが、高炭素鋼（0.7%）の硬くて脆いパーライト組織は切削加工性が悪く、硬いわりに部品強度が低い課題がありました。

そこで、本開発鋼では、中炭素鋼（0.3～0.4%）のフェライト+パーライト組織をベースに、バナジウム（V）などの特殊元素を活用し、熱間鍛造工程でナノサイズの合金炭化物を析出させることで、引張強度900MPaレベルの高強度と良好なクラッキング性（低じん性）を得ることに成功しました。また、快削元素の硫黄（S）を添加することで良好な切削加工性も得られており、環境負荷物質である鉛を含有していません。

特にクラッキング性については、お客様のニーズに合った破面性状となるよう、チューニングを行います。例えば脆化元素であるリン（P）は延性の高いフェライトを脆化させるのに有効であり、バナジウム（V）と複合析出するチタン（Ti）は、フェライトをさらに強化し、じん性を大きく下げることがあります。また鍛造条件は、結晶粒径やフェライト／パーライトの割合を変化させ、クラッキング性や強度に影響します。当社では、鍛造シミュレーションや実験を行うことにより、お客様の工程まで含めた最適な製造条件をご提案することが可能です。

むすび

上述の開発鋼は既に実用化しており、今後もハイブリット（HEV）などのエンジンへの適用拡大が期待されています。当社はCO₂削減やコスト低減の更なるニーズ拡大に対応するため、今後お客様の工程省略に貢献できる新商品を開発していきます。

4. 熱処理時間短縮鋼

(1) 総論

大同特殊鋼(株) 技術開発研究所 田中優樹
構造材料第一研究室、第二研究室(兼務) 室長

まえがき

浸炭焼入れを始め、特殊鋼の熱処理は高温かつ長時間を要するものが多く、環境負荷の観点からその時間短縮は重要な技術課題である。この課題に対し、熱処理と鋼材の両面から様々な開発がなされている。本稿では、熱処理時間短縮の考え方を概説した上で、浸炭焼入れについて時間短縮が可能な鋼材の開発事例を紹介する。

◇熱処理時間短縮の考え方

1. 熱処理手法による時間短縮

熱処理手法に関しては、これまでに様々な手法が開発、実用化されているが、熱の伝達効率の高い手法を用いることで時間短縮が可能である。高周波加熱や通電加熱といった鋼材を内部からも加熱する手法がその代表である。最近では、電子レンジのようにマイクロ波加熱なども検討されている。尚、これら手法は時間短縮によるCO₂削減だけでなく、従来の火力（火炎）による加熱方式と比べると熱源からのCO₂削減に対しても有効である。

2. 熱処理条件による時間短縮

熱処理は加熱と冷却を通じて目的とする鋼材特性を得る熱的操作であるが、実際に熱処理によって変化するのは鋼材の特性ではなく組織である。この組織変化は、鉄や合金元素の原子が熱エネルギーにより移動（拡散）したことにより起こる。通常、熱処理温度を高めると原子の拡散が速くなり、目標とする組織状態に早く到達するため、処理時間を短縮することが可能である。しかし、温度を高めすぎると、溶融や後述するような結晶粒粗大化といった異常組織が形成される。このため熱処理温度の高温化に際しては、適切な温度設定、

あるいは異常組織を抑制するための鋼材成分設計との組み合わせが必要となる。

3. 鋼材の成分設計による時間短縮

機械構造用鋼の代表的な熱処理である、焼入れ、焼ならし、焼きなましを考えた場合、処理時間の短縮は、いかに早くオーステナイト（ γ ）域まで昇温させるか、均熱時間をいかに短くできるかと考えることができる。肌焼鋼などの亜共析鋼の場合、CやMn、Ni量の増加に伴い γ 域が低温側に拡大する。したがって、これら合金元素を増加させれば、均熱温度を低くすることができるため、昇温時間の短縮を図ることができる。ただし、焼きなましなど処理目的が軟化の場合、CやMn、Niの増量は硬さ増加を招くため、適切な成分設計が必要である。また、均熱温度を低くすると拡散速度が遅くなり、均熱時間にかえて時間を経費することになるため、昇温時間と均熱時間とのバランスを考慮する必要がある。

均熱時間に関して、浸炭焼入れにおいては、目標とする表面C量が得られる時間として設定される。この浸炭焼入れでは、CrやMoなどの合金元素がCの導入を促進させる効果がある。したがって、これら元素を増量すると目標の表面C量を短時間で得られるため、均熱時間を短縮することが可能となる。

◇浸炭時間短縮鋼（高温浸炭用鋼）

浸炭焼入れの時間短縮は、Cr、Moの増量により可能だが、処理温度の高温化による効果が大きい。通常、浸炭焼入れは920℃前後で行われるが、例えば1020℃ではCの拡散速度が約3倍になるため、均熱時間（浸炭時間）を大幅に短縮することができる。しかしながら、通常の浸炭用鋼を950℃以上で浸炭すると γ 結晶粒の異常粒成長（粗大化）

が起り易くなる。粗大化が起こると疲労強度¹⁾や熱処理歪²⁾が劣化すると言われている。以下には、高温-短時間浸炭を実現すべく開発された、高温浸炭でも粗大化が起きにくい鋼材の開発事例について紹介する。

1. ピン止め粒子分散鋼

高温浸炭用鋼の代表として挙げられるのが、微細なピン止め粒子を多数分散させた鋼材である。具体的には、ニオブ炭窒化物 (Nb(C, N))³⁾ やチタン炭化物 (TiC)⁴⁾ を微細分散させた鋼材である。通常の浸炭用鋼では、粗大化抑制のためにアルミ窒化物 (AlN) をピン止め粒子として用いて

いるが、Nb(C, N) やTiCを分散させた鋼材では、高いピン止め効果によって、より高温で浸炭しても粗大化が起らないことが確認されている。一例として、Nb(C, N) 分散鋼の粗大化特性を図1に示すが、Nb(C, N) 鋼はAlN鋼よりも50℃以上高い温度で処理をしても粗大化は起きないことが分かる。

2. ピン止め粒子レス粗大化防止鋼

ピン止め粒子をあえて分散させないことで浸炭時に γ 粒を均一に成長させ、粗大化の発生を抑制する新たな鋼材も提案されている⁵⁾。図2にその粗大化特性を示すが、本開発鋼は、平均結晶粒径は大きくなるものの、1050℃でも粗大化が認められなかったと報告されている。さらに、本開発鋼は平均結晶粒径が大きくなることから、焼入れ性が向上し省合金化が図れることも報告されている。

むすび

浸炭時間短縮鋼（高温浸炭用鋼）を例に紹介したが、一部の開発鋼は既に実用化されており、時間短縮化に寄与している。浸炭焼入れに関しては、従来のガス浸炭からCO₂排出の少ない真空浸炭への切り替えが進んでおり、手法変革からも環境負荷低減が進められている。真空浸炭については、課題であった鋭角部の過剰浸炭を抑制可能な鋼材も開発されており⁶⁾、切り替えは今後さらに進むと思われる。浸炭焼入れに限らず、熱処理における環境負荷低減は、今後より一層強く求められると考えられる。その実現には、熱処理とともに鋼材も更なる進化を遂げる必要があり、総合的な技術開発の推進が望まれる。

参考文献

- 1) 瓜田龍実、並木邦夫、飲久保知人：電気製鋼、59 (1988)、33
- 2) 松島義武、安部聡：熱処理、43 (2003)、214
- 3) 紅林豊、中村貞行：電気製鋼、65 (1994)、67
- 4) 井口誠、長岡享、小林一博：山陽特殊製鋼技報、6 (1999)、41
- 5) 中山恭平、宮崎貴大、井上圭介：電気製鋼、85 (2014)、133
- 6) 製品紹介：電気製鋼、79 (2008)、83

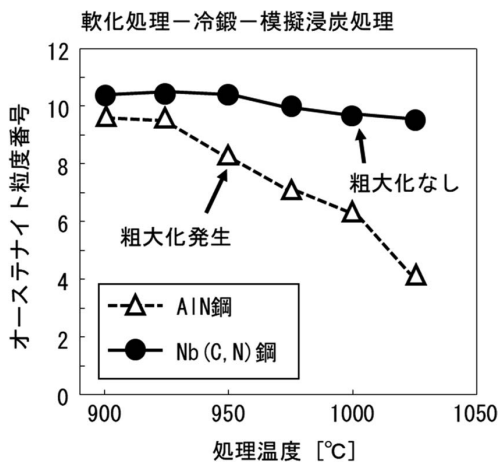


図 1 Nb(C, N) 分散鋼の結晶粒粗大化特性³⁾

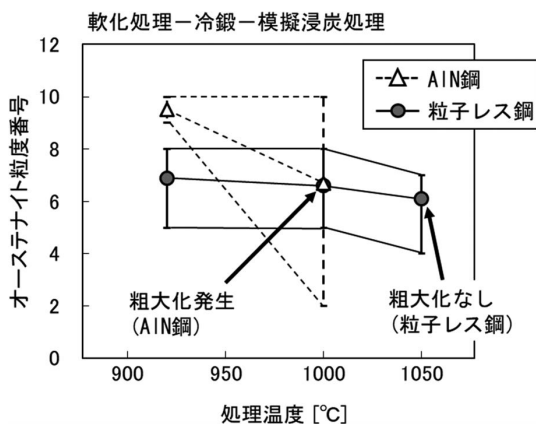


図 2 ピン止め粒子レス鋼の結晶粒粗大化特性⁵⁾

(2) 各社製品

①熱処理時間短縮可能なTi添加肌焼鋼『TMAX』

山陽特殊製鋼(株) 研究・開発センター いでぐち なか ひろ
新商品・技術開発室 商品開発1G 井手口 貴 弘

まえがき

自動車のシャフトやギヤ等の動力伝達部品の多くは、JIS SCr420やSCM420を代表とする肌焼鋼が広く使用され、疲労強度や耐摩耗性を向上させる目的で鍛造後に浸炭処理を施して製造されています。ここで、鍛造工法を従来の熱間鍛造から冷間鍛造に変更して鍛造温度を下げれば、ニアネットシェイプ化による材料歩留向上、ならびに鍛造加熱省略による省エネルギー化が可能となりCO₂排出量削減に寄与します。一方、浸炭処理においては高温浸炭化による処理時間短縮により、生産性向上と省エネルギー化が期待できます。しかしながら、熱間鍛造から冷間鍛造への変更、さらには浸炭温度の高温化といった方策を実施した場合、浸炭加熱中に結晶粒の異常成長を引き起こし易く、部品強度低下や熱処理歪みによる部品精度低下といった弊害を招く場合があります。これを回避す

るためには浸炭加熱中に安定した結晶粒度を維持できる鋼の適用が不可欠となります。

当社の高強度肌焼鋼TMAXを冷間鍛造部品に適用することにより、上述の課題を解決し、熱処理の省略や簡略化が期待できます。

◇ TMAXの特徴

TMAXの基本化学成分は、0.2%C-0.1%Si-0.4%Mn-1.3%Cr-0.15%Ti-B添加であり、従来の浸炭用鋼にはない高Ti含有量を特徴としています。結晶粒界のピンニングに寄与するナノサイズのTiC（チタンカーバイド）を適切に分散させることがキーテクノロジーであり、それは成分設計の特徴に加えて、高度な精錬を前提とした当社の製鋼技術とTiCの固溶析出を制御した圧延技術の組合せにより実現しています。

図1に、冷間鍛造後に焼準を省略して直接浸炭する工程を想定した場合の疑似浸炭試験結果を示

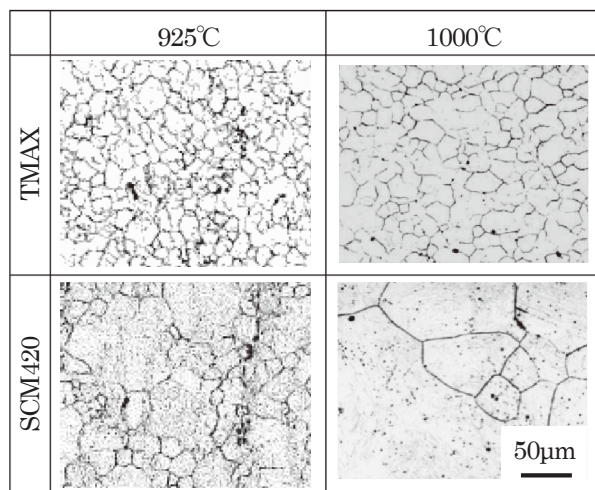


図1 疑似浸炭後の旧オーステナイト結晶粒写真
(焼準→70%冷間圧縮→各温度で6h保持後水冷)

します。SCM420は925℃で結晶粒の粗大化が確認されますが、TMAXは1000℃でも粗大化しておらず、このような高温での浸炭が可能と言えます。浸炭温度が高くなるとCの拡散速度が速くなるため浸炭時間の短縮が可能となり、例えば、浸炭温度を925℃から1000℃まで高めると、浸炭時間は1/2程度になると見積もられます。

さらに、TMAXを適用すると焼鈍や焼準の省略が期待できます。例えば、「素材→焼鈍→冷間鍛造→焼準→浸炭焼入れ」の工程を経る冷鍛部品において、冷間加工前に軟化するための「焼鈍」と冷間鍛造によるひずみを除去するための「焼準」を省略した事例があります。これは、TMAXはSiと

Mnを極力低減した組成によって圧延状態の硬さが低いため、そして、冷間鍛造によるひずみが残ったまま浸炭加熱しても上述のようにTiCピーニングによる耐結晶粒粗大化特性を持つために可能となりました。

むすび

当社のTi添加肌焼鋼TMAXは、高温浸炭化による浸炭時間の短縮、さらには、冷間鍛造工程における焼鈍や焼準の省略など、製造工程におけるCO₂排出量削減が期待できるエコプロダクトです。自動車や産業機械の駆動系部品であるギヤやシャフト類への適用が想定されます。



②軟質冷間鍛造用鋼『スーパーマイルド鋼』

日本製鉄(株) 室蘭製鉄所 品質管理部 棒線管理室 課長 にし じま りょう じ
西 島 良 二

まえがき

自動車のパワートレインや足回り部品の多くは、特殊鋼棒線材に鍛造（冷間または熱間）、切削、熱処理（焼鈍、浸炭、焼入焼戻し）など様々な加工を施し製造されています。近年、CO₂排出量低減が求められ、自動車の燃費向上に加えて生産プロセスにおけるCO₂低減ニーズも高まっています。このようなニーズに対応すべく、当社では、冷間鍛造などの前処理として実施される焼鈍を省略できる軟質冷間鍛造用鋼「スーパーマイルド鋼」を開発、提供しており、その概要を紹介します。

◇ 開発鋼の特徴

肌焼部品にはJIS SCM420等の合金鋼が用いられますが、通常の圧延材組織にはベイナイトが混入するため硬くなります。よって、圧延のままでは冷間鍛造が困難であり、鍛造前に焼鈍する必要があります。そこで当社では、JIS鋼等に当社独自の

制御圧延及び制御冷却プロセスを適用し、フェライトーパーライト変態の促進と徐冷によりベイナイトの混入を防止する軟質鋼「マイルドアロイ」を開発しました。これにより、既存成分範囲内での簡易焼鈍省略を実現しています。しかしながら、既存成分系では軟質化のレベルに限界があり、球状化焼鈍（SA）の省略は困難です。そこで、より一層の軟質化を図って開発したものがスーパーマイルド鋼です。

スーパーマイルド鋼では、更なる軟質化を目的に、固溶強化元素であるSi及びMnを低減し、圧延工程でのフェライト分率向上と部品調質熱処理における焼入性の確保を目的にBを添加しています（表1）。

JIS SCr420に相当するスーパーマイルドアロイ（SCr420-SM）を制御圧延及び制御冷却により製造した場合、圧延のままでの冷間変形抵抗はSCr420のSA材と同等以下となります（図1）。なお、その軟質化効果はSA後も引き継がれ、同じSA材で比較すると、SCr420-SMの変形抵抗はSCr420に対

表 1 スーパーマイルド鋼の成分例

鋼種	化学成分					圧延方法
	C	Si	Mn	Cr	B, Ti	
SCr420-SM*	0.20	0.05	0.40	0.95	添加	制御圧延／制御冷却
S45C-SM*	0.45	0.05	0.30	0.10	添加	同上

※SM：スーパーマイルド

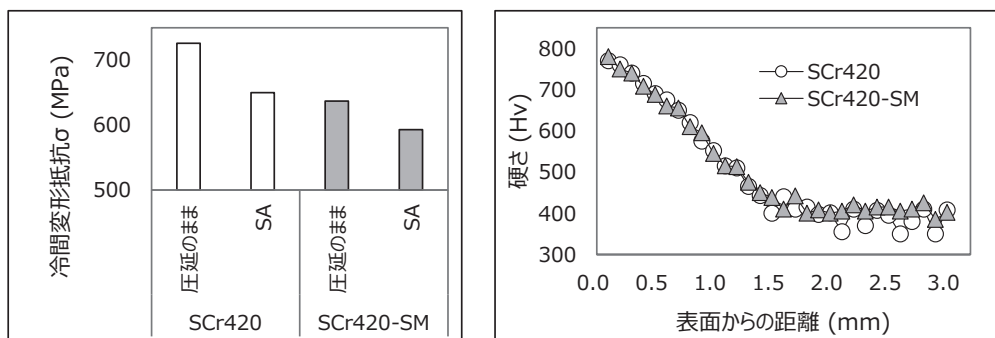


図 1 スーパーマイルド鋼の特性（左：冷間変形抵抗、右：浸炭焼入れ後の硬さ分布）

して約10%低下します。また、SCr420-SMの焼入性はSCr420と同等に調整しているため、浸炭焼入れ後の硬さ分布は両者で同等です（図1）。

上記の考え方を炭素鋼に適用したものがスーパーマイルドSCです。圧延のままの変形抵抗は従来炭素鋼のSA材と同等以下で、高周波焼入れ後の硬さ分布は同等となります。

むすび

スーパーマイルド鋼は、最適成分と制御圧延及

び制御冷却の組み合わせにより、圧延のままで球状化焼鈍の省略が可能なレベルまで軟質化した鋼種で、合金鋼や炭素鋼等への適用が可能です。これらは既に実用化され、近年のCO₂排出量削減要請を受け、一層の適用拡大が期待されています。当社は増加する工程省略等のニーズに対応するため今後も新商品を開発していきます。

参考文献

- 1) 越智達朗、他：新日鉄技報、370（1999）、11



5. パテンチング省略鋼 (ばね鋼、高強度ワイヤー)

(1) 総 論

日本製鉄(株) 棒線技術部 いそ 磯
棒線商品技術室 線材商品技術課 主幹

あらた
新

まえがき

製鉄メーカーで製造される線材は、製鉄メーカーの後工程において二次加工、三次加工を施されることにより最終製品となります。鋼材の中でも線材は多種・多様な使われ方をしており、実用強度レベルは鋼材の中でも最大（実用強度範囲も最も広い）と言われています。最終製品の種々の強度レベルを満足させるためには、線材に対しての熱処理と塑性加工（伸線、圧造等）を適正に組み合わせることが重要な要素であり、ここでは炭素量が0.3%程度以上含有する炭素鋼に対する熱処理について言及します。各線材に対する最終製品（以下、鋼線と呼ぶ）の用途は表1の通りとなります。

◇ 熱処理

自動車分野、インフラ分野、エネルギー分野などの最終ユーザーからの要請より、鋼材の軽量化（鋼材使用量削減）による燃費向上、CO₂排出削減の市場ニーズが高まっています。一般的に鋼材は高強度化すれば延性が低下しますので、高強度材の実用化を図るためには、高強度かつ高延性となる鋼線を製造することがポイントとなります。

上記表1の硬鋼線材やピアノ線材では、線材を

二次加工工程にて伸線加工した（伸線加工により加工硬化する）鋼線の延性を確保する必要があり、この伸線加工に対応する最適な線材組織を造りこむことが重要です。線材の組織にはパーライト組織（セメンタイトとフェライト2相でできた層状組織）、フェライト組織、マルテンサイト組織、ベイナイト組織などがありますが、硬鋼線材やピアノ線材ではパーライト組織を微細に造りこむことが重要です。微細なパーライト組織を造りこみますと、例えば0.8%程度の炭素量が含まれる炭素鋼でも極めて高い伸線加工性を示します。しかし、適正なパテンティングを行わずにできた線材は組織が不均一となり伸線加工性が低下し、最終的な強度および延性が低下してしまいます。線材へのパテンティングは鋼線の高強度化には必要不可欠なプロセスと言えます。また、表1のばね鋼線材は最終的には鋼線に対して焼き入れ、焼き戻し処理を施し、高強度かつ高延性な鋼線の特性を確保する（焼き戻しマルテンサイト組織となります）こととなりますが、鋼線までの伸線加工に対応する線材の最適なパーライト組織の造りこみが重要となります。

線材への熱処理（以下、パテンティングと呼ぶ）には種々の方法があり、冷媒としては、空気（空気によるパテンティングをエアパテンティングと

表 1 線材の種類と用途

種類	JIS規格と記号	主な用途
硬鋼線材	JIS G 3506 (SWRH)	ワイヤーロープ、ばね、ビードワイヤ、スポーク、ACSR等
ピアノ線材	JIS G 3502 (SWRS)	ピアノ線、ワイヤーロープ、ばね、PC鋼線、スチールコード、橋梁ケーブル等
ばね鋼線材	JIS G 4801 (SUP)	懸架ばね等

言います)、鉛、水、ソルト、流動層(砂)などが使用されます。二次加工工程でこれらの熱処理を行う場合には、室温の状態の線材を再度950～1000℃程度の温度にまで加熱し、その後、種々の冷媒を用いてパテンティングを行う必要があり、エネルギー効率の向上、CO₂排出量低減等の観点から、この再加熱工程の省略が望まれています。パテンティングはかつては全て二次加工工程で実施されていましたが、1960年代のステルモアの実用化を皮切りに、製鉄メーカーにおける熱間圧延線材の圧延熱を利用した「直接パテンティング」が実用化されており、ここでは以下の3つのパテンティング方法を紹介します。

◇ ステルモア

ステルモアはステルコ社とモルガン社により開発された冷却方式で、線材圧延され所定の温度の巻き取られた線材を移動するコンベア上に非同心円状に重ね、この状態で線材を搬送している間に下方より衝風により冷却を行う方式です。ステルモアによる線材の冷却速度は二次加工メーカーで実施されていたエアパテンティングよりは若干早いとされ、これによりエアパテンティングに匹敵するパーライト組織が得られます。ステルモア上の線材は端部で密、中央部で粗となる重なり密度に対応するため最適なノズル(衝風の出る場所)配置を行っており、また、線材にCr(クロム)やV(バナジウム)等の合金元素を添加して焼き入れ性を調整し、微細なパーライト組織を得られるような技術も確立されています。

◇ EDC

EDC(Easy Drawing Conveyor)は線材圧延され所定の温度の巻き取られた線材を100℃の沸騰水中で冷却し、搬送させるプロセスです。沸騰水中に赤熱線材を入れた場合、線材表面は蒸気膜で覆われ、抜熱は蒸気フィルムを介して行われることにより、パーライト変態に重要な温度域である700～500℃においてほぼ一定の冷却速度が得られ、微細パーライト組織が得られます。沸騰水以外に冷水を使った場合、マルテンサイト組織を有する直接焼入れ線材を製造することができます。

◇ DLP

DLP(Direct in-Line Patenting)は線材圧延され所定の温度の巻き取られた線材を450～550℃の溶融ソルト中(ソルト槽は冷却槽、恒温槽、洗浄槽の3槽を配置)に浸漬して冷却し、搬送させるプロセスです。二次加工メーカーで行われる鉛パテンティング(LP: Lead Patenting、溶融鉛に線材を浸漬させて行う熱処理)から得られる線材と同等以上の品質が得られ、鉛不使用のため環境に優しいとされています。冷媒であるソルトは蒸気圧が低く、かつ高温線材と接触しても沸騰せず熱伝達が安定しており、均一な冷却が可能です。1槽目の冷却槽のソルト温度を可変化することにより、線材組織や強度の造り分けを行うことも可能で、圧延直後にLPと同等の処理を行うことから、微細なパーライトが得られ延性も高い線材が得られるとの特長があります。

(2) 各社製品

① スチールコード用鋼

㈱神戸製鋼所 鉄鋼アルミ事業部門 須田 澄恵
線材条鋼商品技術部 次長

まえがき

スチールコードは優れた強度と弾力性を有しているため、タイヤやコンベアベルトの補強材などさまざまな工業分野に用いられている。過去から、タイヤの軽量化、自動車の低燃費化および製造工程簡略化などの市場ニーズを反映して、スチールコードの高強度化と高生産性が求められてきた。

本稿では、伸線加工における効率化や熱処理（パテンチング）省略による環境負荷低減を目的として開発した、高伸線性線材を紹介する。

◇ スチールコードの製造工程

スチールコード用の線材は、一般的に0.7～0.9% C鋼が用いられ、フェライト／セメンタイトが層状に並んだパーライトを伸線加工強化したもので、引張強さ4,000MPaを超えるものも実用化されるなど、大量生産されている実用材料の中で最高強度を有している製品である。

通常、φ5.5mmの熱間圧延線材に、伸線とパテンチングを繰り返し極細線へと加工される¹⁾。

近年、乾式伸線工程でのダイス寿命や伸線速度の向上、あるいは中間パテンチングを省略する目的で、同じ化学成分であっても引張強度の低い線材が求められている。

◇ 高伸線性線材

線材の伸線性の評価指標として、延性（絞り値）が高いほど伸線に適しているが、一般的には線材の引張強度と絞り値は比例関係にあり、強度を下げることで絞り値も低下してしまう。本製品では、成分系は変えることなく、熱間圧延工程において制御圧延・制御冷却を組み合わせることで、延性を維持したまま引張強度を下げることに成功した。

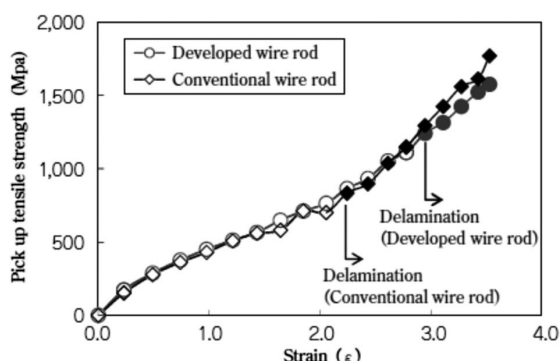


図 1 真ひずみとデラミネーション発生の関係

図1に乾式伸線加工における真ひずみとデラミネーション^{注)}の発生限界を示す²⁾。高伸線性線材のデラミネーション発生限界ひずみは従来鋼よりも高く、高伸線性線材が伸線に適していることを示している。

注) デラミネーション：ねじり変形を加えることで、鋼線が長手方向に裂ける縦割れ

高伸線性線材の適用により、生産性向上に加え、中間パテンチングの省略が可能となり、熱処理時のCO₂や産業廃棄物削減等の環境改善メリットがある。

むすび

本製品は社会的要求の高いカーボンニュートラルに向けた取り組みに役立つものであり、スチールコードに限らず、同じく細径用途のワイヤロープ用線材への適用も可能であり、これらの活用により社会に貢献していきたい。

参考文献

- 1) 南田高明ほか：R&D神戸製鋼技報、Vol. 50、No. 3 (2000)、p. 32
- 2) 桐原和彦：R&D神戸製鋼技報、Vol. 61、No. 1 (2011)、p. 89

②高強度橋梁ケーブル用線材

日本製鉄(株) 棒線技術部 基礎
棒線商品技術室 線材商品技術課 主幹

あらた
新

まえがき

吊橋や斜張橋といった橋梁用のメインケーブルには、溶融亜鉛めっき鋼線（以下ワイヤ）を撚らずに結束した平行線ケーブルが用いられています。ケーブルに使われるワイヤは、橋の仕様を決定する重要部材であり、橋の長大化や設計自由度の観点から、高強度、高延性といった特性が求められています。

◇ 開発鋼の特徴

従来、ワイヤは、線材をワイヤ加工メーカーにて加熱し、鉛浴に浸漬する「鉛パテントング（以下Lead Patenting, LP）」と呼ばれる熱処理を施し製造（熱処理線材は伸線加工とめっき処理を施される）されてきました。しかし、LPは生産性が低く、鉛処理による環境負荷が高かったため、熱間圧延直後に溶融ソルト浴に浸漬する「直接パテントング（以下DLP: Direct in-Line Patenting）」

処理を施した高強度線材を開発し、このDLP材®を母材として加工されたワイヤが橋梁用のメインケーブルに多く採用されています。

上記のワイヤは、二次加工工程において伸線加工およびめっき処理が施されますが、ワイヤが高強度となる領域においては、めっき処理時のワイヤ強度低下防止を目的として、鋼材にSi（シリコン）が添加された高炭素高Si鋼が使用されます。しかしながら、DLP材®は、コイル状で熱処理される為、LP材と比べて強度や組織がバラつくことや、高炭素鋼へSiを添加することに起因して、線材表層に軟質な金属組織（ベイナイト）が生成され、ワイヤの延性が安定しないとの課題がありました。そこで、世界で初めて、高炭素高Si鋼へB（ボロン）を添加することによって線材表層の軟質な金属組織（ベイナイト）を抑制し、ワイヤの延性を改善することに成功しました¹⁾。図1のように、B添加鋼は、伸線前の線材の金属組織が均一となっており、ワイヤ加工後の高強度領域において、延性

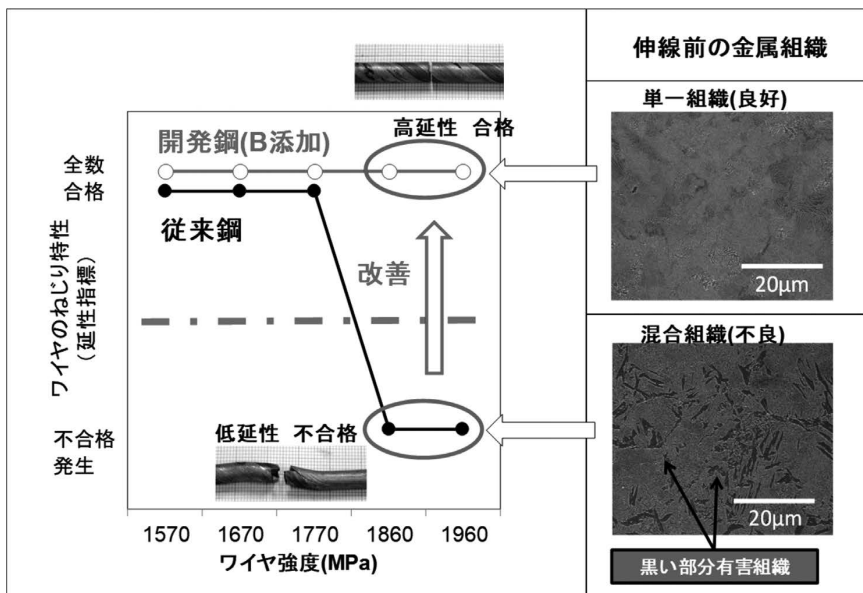


図 1 開発鋼の組織とワイヤ特性

(ねじり特性)が改善していることが分かります。

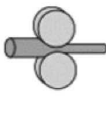
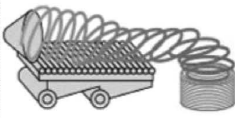
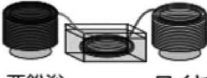
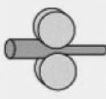
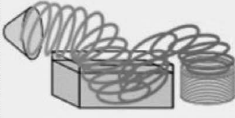
むすび

DLP材[®]は、熱処理線材の生産性を向上（供給能力を従来比約30倍に向上）するとともに、環境負荷を低減（CO₂排出量の削減、有害物質である鉛を不使用とする）し、ワイヤ製造拠点の国際化、

社会インフラの整備を促進することに貢献しています。世界中の大型橋梁物件に供給実績があり、橋梁用のワイヤにとどまらず、世界中の様々な社会インフラへの普及が期待されています。

参考文献

1) 真鍋、山崎ら：新日鐵住金技報、第406号（2016）、P70

	熱間圧延	冷却・熱処理	熱処理	伸線	溶融めっき
従来法		成型 熱間コイルリング  風掛け	LP  加熱 鉛浴 冷間コイルリング	12mmφ  ダイス	5mmφ  亜鉛浴 ワイヤ
		LPでの生産性：1,000t/月/工場		CO ₂ 排出量：CO ₂ 100kg/t-steel	
本開発		成型+DLP  塩浴(鉛フリー)	不要	12mmφ  ダイス	5mmφ  亜鉛浴 ワイヤ
		DLPでの生産性：30,000t/月/工場		CO ₂ 排出量：CO ₂ 30kg/t-steel	

30倍
向上

7割
削減

6. 易切削加工鋼

(1) 総論

JFEスチール(株) 棒線事業部 仙台商品技術室 主任部員 **福 岡 和 明**

ま え が き

自動車・産業機器用の部品には伸線・引抜後、あるいは鍛造後にNC旋盤、マシニングセンター、多軸加工機等により切削加工され形状を仕上げるものが多い。これらの切削加工は、鍛造・鋳造では不可能な複雑形状や、要求される形状精度が高い部品に適用されている。

切削加工では、被切削率が高いことや、穿孔する事も多い為、材料歩留を低下させる。そのために素材費と合わせると高コストになる。また、切削加工は切削油による作業環境負荷や切屑回収のための環境対策も必要であり、さらにコストが嵩む。このため、近年では省資源化・環境負荷低減を目的に、切削加工に対する簡略化、工程省略の要望はより強くなっている。

一方、鍛造加工は後工程で切削加工が必要となるが、大量生産に向いており、現在自動車・産業機器部品製造の主流となっている。また溶鋼鋳造時に発生する気泡などの内部欠陥の圧着による品質の健全化や、鍛流線と呼ばれる繊維状組織形成による強靱化を図る事が可能^{1)、2)}である。しかし、鍛造後の切削加工は、鍛流線によって強靱化された部位が切削加工によって除去される可能性もあり、部品設計には加工工程まで含めた考慮が必要である。

◇ 切削加工簡略化・省略技術

最近、切削加工の簡略化を目的とした取り組みが、素材、工程の両面から検討されている(図1)。例えば、鍛造加工時のネットシェイプ技術である。この技術は、最終形状やより最終に近い形状まで鍛造にて仕上げる事を目的とし、工程や機器に適合した材料の開発が行われている。例えば、熱間鍛造から温間鍛造や冷間鍛造、それらを組み合わせた鍛造工程とする事で、表面品質を鍛造肌のままで達成させる方法が採用されている。但し、鍛造方法を熱間鍛造から温間、冷間鍛造へ変更する場合、鍛造荷重の増大が見込まれる。その為、素材側では最終製品の特性を維持しつつ、鍛造荷重を下げる素材設計を行っている。最近では小型部品向けの肌焼き鋼において、このような検討が行われることが多い³⁾。

さらに、素材と同時に工程変更を行い、必要強度を確保しながら切削加工を容易化する方法もある。例えば、薄肉の歯車用途では熱間鍛造・切削加工後に表面硬化処理として浸炭焼入れを行うが、熱処理ひずみが大きく寸法精度を出す為の研削代が多くなる。そこで、熱間鍛造ままでの硬さを抑えた素材を使用することで、図2に示すように切削加工を容易化し、工具摩耗を抑えながら、浸炭の代替として軟窒化処理を行い、熱処理ひずみを

区分	工程 ()内は省略
従来工程	素材―熱間鍛造―焼きならし―切削加工―ガス浸炭焼入れ焼き戻し―仕上げ研磨など
検討工程 (ネットシェイプ)	素材―温間・冷間鍛造―(切削加工省略)―真空浸炭焼入れ焼き戻し
検討工程 (軟窒化)	素材―熱間鍛造―切削加工―軟窒化―(仕上加工・研削・研磨省略)

図 1 熱間鍛造用肌焼き鋼の工程とその検討

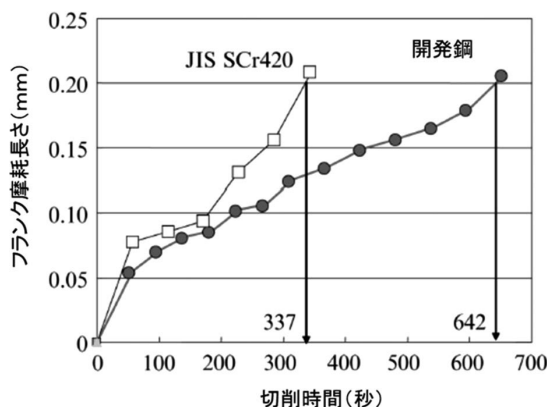


図 2 SCr420と軟窒化用開発鋼の熱鍛後の被削性

小さくして研削代を削減する工夫も検討されている⁴⁾。

◇ 切削加工の“し易さ”の追及

現在、カーボンニュートラル実現に向けて様々な取り組みがなされ、熱処理省略鋼への要求も高まっている。例えば熱間鍛造後の焼入れ焼戻し（QT）を省略した熱間鍛造用非調質鋼では、鍛造後の製品強度を確保する必要上、加工後QT処理で強度を得る現用部品に対して切削加工性が著しく阻害される場合がある。また、部品軽量化のための高強度化に伴い、切削加工性への阻害影響も大きくなる。これに対しても材料と製造工程の両面での対策が検討されている。鍛造方法の見直しによる特性改善例としては、制御鍛造により成分変更無しで組織微細化を図り、素材引張強さ上昇を

抑えつつ降伏強さを高める事で、切削加工性の低下を抑制し、製品耐久性を確保する取り組みがなされている⁵⁾。

また、材料の被削性を向上させる試みも多く実施されている。鉛添加鋼は加工性に優れており、経済性含めてより優位な材料は得られていないが、他の切削性向上元素を添加⁶⁾したり、含有炭素を黒鉛化して鉛添加鋼と同等の被削性を確保した例⁷⁾もある。切削加工性を高める事で、加工の短時間化、工具摩耗低減による取替回数の削減、切屑形状のコントロールにより工程時間の短縮を図っている。

むすび

以上のように、様々な部品で切削加工がなされており、今後も、より工程省略を進める事で製造能力アップを図るとともに、電力その他のエネルギーロスを減らす方向で低炭素社会実現に向けた切削工程省略の多様な取り組みが行われていくと予想される。

参考文献

- 1) 石橋正：金属の強さ、(1966)、189、養賢堂
- 2) 成瀬政男（監）：歯車の塑性加工、(1971)、139、養賢堂
- 3) 今浪祐太、富田邦和、西村公宏：JFE技報 No. 39 (2017年2月) p. 37-42
- 4) JFE技報 No. 39 (2017年2月) p. 64-65
- 5) 自動車部品軽量化の為に制御鍛造とメタラジー、第213、214回西山記念技術講座、p. 3-24
- 6) 村上俊之、富田邦和、白神哲男：JFE技報 No. 23 (2009年3月) p. 10-16
- 7) 岩本隆、村上俊之：JFE技報 No. 4 (2004年5月) p. 64-69

(2) 各社製品

①低炭素鉛フリー快削鋼

日本製鉄(株) 棒線事業部 棒線技術部 棒線商品技術室 課長 **はせがわ なつや** **長谷川 達也**

まえがき

環境配慮の必要性がますます重要になっている現在、環境負荷物質である鉛の使用を控える動きがあり、鉛含有快削鋼と同等以上の被削性を有する鉛フリー型の快削鋼の需要が高まっています。

鉛含有快削鋼は、機械構造用鋼に鉛を添加したもの（例えばJASOのL1、L2快削鋼）と、低炭素硫黄・鉛複合快削鋼（例えばJISのSUM24L）に大別されます。

本紙では、低炭素タイプの当社鉛フリー快削鋼について紹介します。

◇ 開発鋼の特徴

低炭素タイプの快削鋼は、油圧部品やOA部品のような精密部品に適用されることが多く、6軸自動旋盤やNC旋盤によって、旋削、突切、ドリル、タップなどの様々な方法で切削されます。ここで求められる性能としては、1つの工具で長時間切削できること（工具寿命）、終夜運転しても切

屑が設備に絡まないこと（切屑処理性）、厳しい寸法精度や表面粗さ規格を満足すること（表面粗さ）、などがあります。

これら性能の良し悪しを決めるのが快削元素とよばれる添加物です。従来の鉛快削鋼では、快削元素として鉛（Pb）が添加されていました。当社は、鉛以外の快削元素である硫化マンガン（MnS）に着眼し、JIS-SUM23をベースとして硫化マンガンの量を増やし、その形態を最適化させた、低炭素鉛フリー快削鋼を開発・実用化しました。

当社は開発にあたって、「鋼を工具で削るためにはどうすれば良いか」というメカニズムの解明から着手しました。紙に入ったミシン目が、均一にたくさんあると、その紙はきれいに破れます。これと同じように硫化マンガンを均一にたくさん分散させた鋼の開発に取り組みました。

また、実際の切削は、工具の先端で生じます。切削のポイントは、削られた切屑を細かくして、構成刃先とよばれる工具先端への付着物を最小限に抑えることだとつきとめました。当社は、硫化

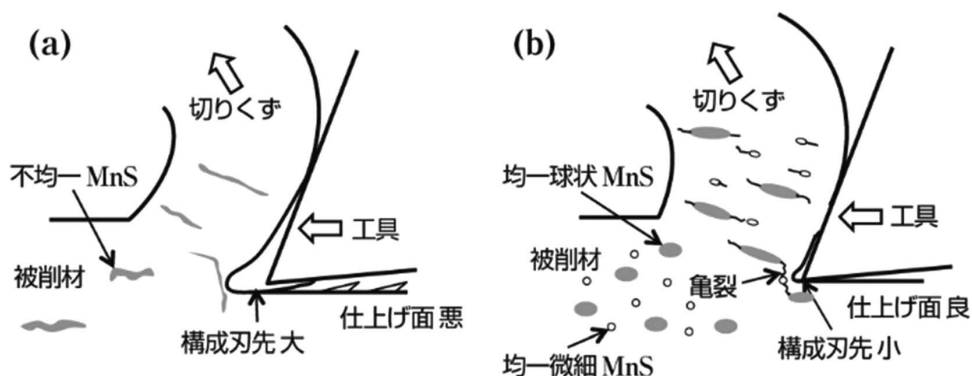


図 1 工具先端の切削メカニズム

(a) 硫化マンガンの形状や分散が不均一だと構成刃先が大きくなりがちだが、(b) 硫化マンガンを球状や微細にして均一に分散させることで構成刃先を小さくし仕上げ面をきれいにできる。

マンガンの形や量が、切屑の細かさや、削られた状態（表面粗さ）にいかに関与するかを研究し、弊社造り込み技術も駆使して、その最適化を達成しました（図1）。

当社の低炭素鉛フリー快削鋼には、硫化マンガン大型・多量に分散させたスミグリーン®CSと、微細・多量に分散させたEZの2種類があります。スミグリーン®CSは切屑をより細かくでき、EZは表面粗さをより小さくできる、という特徴があります。お客様の様々な切削加工にあわせて、最適な商品を提案できます。

むすび

すでに多数のお客様で、スミグリーン®CS、ESいずれもご使用実績があり、どちらも、生産性や品質は非常に良いとご評価をいただいています。当社は今後も、環境負荷の削減が可能な新商品を開発し、社会の発展に貢献していきます。

参考文献

- 1) 橋村雅之：特殊鋼、57（2008）、30
- 2) 松井直樹、長谷川達也：特殊鋼、58（2009）、77-78



②被削性に優れる60HRC級 プリハードン鋼『SLD[®]-f60』

日立金属(株) 安来工場 ソリューション & エンジニアリングセンター ソリューショングループ ほん だ ふみ あき 本 多 史 明

◇ 背景

近年、自動車板金プレス用金型においては、熱処理前の荒加工を省き、焼入れにより指定の硬さまで上げた鋼材、すなわちプリハードン鋼を直彫りして金型製作のリードタイムを大幅に短縮する製法の要求が高まっている。これまでの金型製作製法では、荒加工後の熱処理工程にて起こる金型の寸法変化や変形が課題となり、その調整にかかるコストは全体の4割を占めネック工程であった。当社が開発した被削性に優れる60HRC級プリハードン鋼「SLD[®]-f60」は、一次炭化物を多く含有するSKD11タイプだけでなく、炭化物の少ないマトリックスタイプの冷間ダイス鋼と比較しても、調質後の被削性において十分な優位性を備えており、これまで難しいとされていた「60HRC級プリハードン鋼を用いた直彫り加工による金型製作」を実現可能なものとする。

◇ 被削性のメカニズム

鋼の被削性には、切削工具の耐チップング性や耐摩耗性が大きく関係しており、自ずと切削工具が損傷しなければ、被加工材の被削性は良いと見

なされる。一般的に、被加工材中の炭化物量の低減や、快削成分の含有などは、切削時の工具への負荷を低減することが知られているが、それだけでは不十分であり、特に60HRC級の鋼材では、工具刃先に保護膜として機能する酸化物系付着物（ベラーク）の生成も、安定な被削性を実現するために必要である（図1）。よってSLD[®]-f60は良質なベラークを工具刃先に生成させることが可能な鋼の成分設計から構成されている。

◇ プレス型としての鋼材特性

SKD11クラスに比べ、SLD[®]-f60は同等の圧縮強度を有す一方、粗大な一次炭化物の低減、および化学成分や材料組織の最適化により靱性にも優れる。よって、高い圧縮強度および靱性が要求される超ハイテン材の切断刃などに適している。

また、成形負荷の高い曲げ型などにおいては、PVDコーティングとの併用が一般的であり、そのコーティング特性は母材となる鋼の特性に左右されやすい。例えば、PVDコーティングに適した母材特性としては、高硬度、コーティング前の下地磨き性、さらに500℃を超えてくるようなPVD処理温度や、繰返し除膜再コートに対する耐軟化性

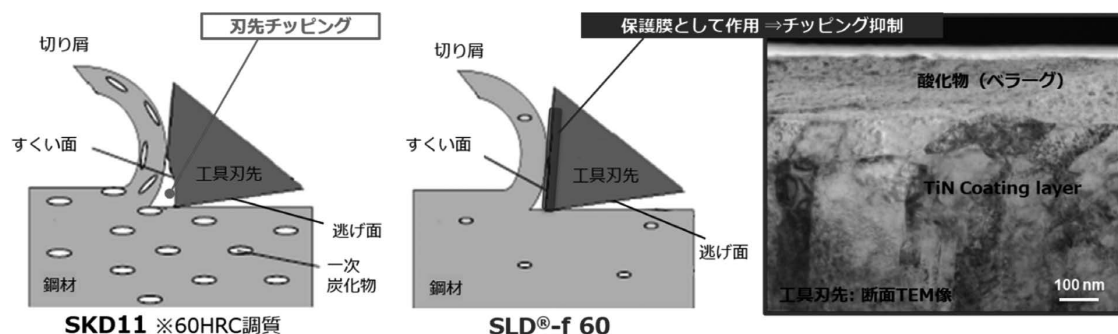


図 1 SLD[®]-f60の被削性メカニズム

などが上げられる。SLD[®]-f60はこれらを考慮した材料設計がなされている。

◇ 開発の成果

実例として、SLD[®]-f60を用いた60HRCプリハードン直彫りによる金型製作では、従来鋼SKD11による

従来工程に比べ、加工時間が32%、リードタイムが46%低減を達成した。また、先述のその他材料特性も寄与して、金型寿命の観点からも、ハイテン打ち抜き評価では耐チップング性が大きく改善され、PVDコーティングと併用した成型型においても十分な耐かじり性を有するとの評価もいただいている。



Ⅲ. 会員メーカーの工程省略鋼

JFEスチール(株)

直接焼入れ自己焼もどし型 高強度非調質棒鋼 TQF

ま え が き

自動車、建機、産業機械等の各メーカーでは環境対応の観点から、CO2削減に取り組んでおり、部品の小型軽量化（高強度化）、部品製造時のエネルギーコストの低減、部品製造工程省略などを行っており、そのための素材も要望されています。それらに対応するために、わが社では工程省略鋼や高強度鋼、素材コスト低減鋼など、様々な開発を行なってまいりました。今回その開発の一アイテムである、お客様の製造工程省略を目的として開発した直接焼入れ自己焼もどし型高強度非調質

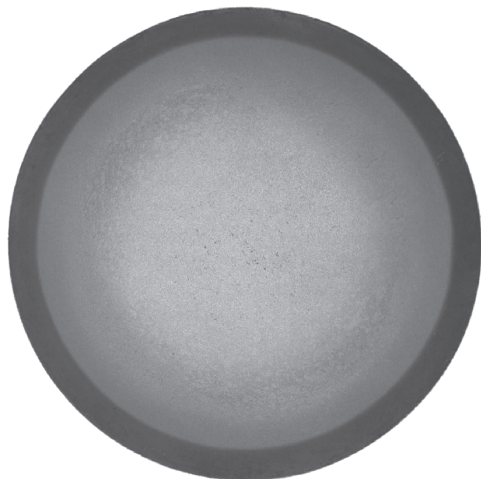


写真 1 TQFのマクロ組織
(700MPa級)

棒鋼（製品名TQF）について紹介します。

【特徴】

本製品は、熱間圧延直後に水冷した後、冷却床にて内部保有熱により復熱させることで、オンラインで焼入れ—焼き戻しを行う非調質棒鋼です。最表層部は、復熱による焼戻しマルテンサイト組織を有します（写真1）。シャフト用途での調質処理を省略する事が可能で、CO2削減にも貢献できる、省コストな鋼です。

- ① 表面は焼戻しマルテンサイト、内部は微細なフェライト・パーライト組織となっているため、圧延ままで高い強度を有するとともに高い靱性を併せ備えています。
- ② 炭素鋼においても水冷化による強靱化が可能で、合金コストの削減にも寄与します。
- ③ 表層の焼戻しマルテンサイト層は円周方向においても均質で均一な深さを有しており（写真1）、より高強度を得るために短時間加熱の表面硬化処理である高周波焼入れを実施しても十分な硬さが得られます。また、表層組織は調質鋼と同等のために硬化層深さのばらつきもごく少なく、優れた高周波焼入れ性を得る事が可能です。
- ④ 以上のような特徴から、軸部品として、圧延ままで使用する場合にも、高周波焼入れ後に使用する場合でも、従来調質品と同等以上の疲労特性が得られます。

【用途】

軸用材料（自動車用アクスルシャフト、建産機用シャフト全般）

〔JFEスチール(株) 棒線事業部 仙台商品技術室 主任部員 福岡 和明〕

サハシ特殊鋼、乾燥機など自社製品 環境評価付加し拡販

サハシ特殊鋼は、新規事業に関わる自社製品を中心に、環境負荷低減効果の特長などを織り込んだパッケージ販売を推進する。本年3月に立ち上げた環境プロジェクトチームが主体となり、環境評価を製品に付加し、ユーザーへの訴求を強めるとともに、新たな需要の掘り起こしも図る。また各分野に応じた自社新規事業に環境視点の横串を通すことで事業展開を推進していく。本年3月に環境プロジェクトを発足。製品に環境評価を付随させ、ユーザーの環境施策に組み込まれやすいパッケージ製品としていく。

2019年にNIPPON紙おむつリサイクル推進協会として、愛知環境賞で優秀賞も受賞した小型摩擦乾燥機「DRY-E」の環境評価では名古屋大学とタイアップしており「今後提供する製品、サービスの出口戦略も含め環境問題対策の提案を行い、循環型社会の形成にも寄与していく」（佐橋健一郎社長）方針。（8月16日）

三和特殊鋼、本社に新バンドソー 切断スピード大幅向上

三和特殊鋼は、本社第2倉庫内にアマダマシナリー製バンドソー「PCSAW430AX」を導入、稼働を開始した。既存設備の老朽化によるリブレースで、切断スピードの大幅アップと精度向上により、ユーザーへの対応強化を図る。

導入したバンドソーは、切断能力が丸材で径30-430ミリ、角材で（幅×高さ）30×30-430×430ミリにそれぞれ対応、ブレード（回転鋸刃）速度も秒速15-120メートルと高速切断が可能。超硬刃とハイス刃との併用により、従来比2-4倍のスピードで切断できるという。同型設備は名古屋

支店に5年前導入し、切断工程の効率化に寄与しているもので、本社倉庫内には初めての導入となる。該当工程の既存設備で2001年に設置した大東精機製の帯鋸切断機「GA510 CNC」は撤去しており、本社倉庫内の鋸盤は計22基と変わらず。（9月30日）

清水鋼鉄苫小牧、新事務所が竣工 「次の100年へ社員一丸で」

清水鋼鉄苫小牧製鋼所の新事務所が完成し、竣工式を行った。加工比率アップによる従業員の増加に加え、新型コロナウイルスの感染防止対策が狙い。清水孝社長は「苫小牧で操業を開始し今年で50年。次の100年を目指して社員一丸となって頑張りたい」として、鉄筋コンクリート（RC）造の普及に取り組む。

新事務所はRC造の3階建て、延べ床面積2,821平方メートル。門にはスラグを中詰め材として使ったじゃかごを、階段手すりに同社製鉄筋を採用した。非常食などの備蓄倉庫や、非常用発電機やサーバー室を設置した。エネルギーは地場産出の天然ガスを利用し、冷暖房にガスヒートポンプやLED照明を採用するなど省エネを推進している。清水社長は「加工比率を現在の10%から15%（数量ベース）へ引き上げる計画で、引き続き高い耐震性や耐久性、断熱性を誇るRC造のメリットをPRしていく」と話す。（8月3日）

孟鋼鉄、金型用アルミ好調 大型品切断技術生かす

孟鋼鉄の金型用アルミ販売事業が好調だ。日本軽金属の金型用アルミ「TKF7」の販売総代理店となって以降、従来強みとする大型品の切断・加工を生かし、近年ユーザー間で一段と高まっている納期短縮ニーズに断続的な設備投資も行いつつ対応。直近では新型コロナウイルス禍の逆風下ながら販売量を17年比1.3倍に伸

ばしており、今後さらに2倍水準に引き上げ柱事業化を推進する。

大型品アルミは切粉の分別や非磁性による取り扱いの難しさから全国的にもごく少数の専業での取り扱いが過半を占めるが、同社では国内最大級の切断機や5面加工機を擁し、プラスチックやダイキャスト用の金型用鋼を製造する三好センター（愛知県みよし市）の設備を活用。自動車関連ユーザーに対し、中空が必要になる部材のブロー成形向けなどの需要を捕捉。大型の切断加工ノウハウを駆使した短納期、高精度加工で試作・開発などの小ロット受注を伸ばし、特殊鋼材の加工、販売事業とのワンストップ化でシナジー効果も創出している。（9月14日）

豊田通商など共同事業体 サプライチェーンの「調整業務」

豊田通商とNEC、沖電気工業、BIRD INITIATIVE、東京農工大学、中央大学、名古屋工業大学、東京大学ほかは、合計33会員からなる「自律調整SCMコンソーシアム」を設立した。ソリューション提供者やユーザー、学術専門家などさまざまな立場のメンバーが集まり、サプライチェーンにおける日々の調整業務の劇的な効率化を目指す。

製造業における製品の納期・数量や価格の調整や物流業における配送条件や価格の調整など、あらゆる産業のサプライチェーンでは取引相手とのさまざまな調整業務が企業・組織・個人などの間で日々大量に発生・遂行されている。これらの調整業務は人手で実施されることが主流だが、コンソーシアムを通じ先進技術の活用で劇的な効率化を実現する調整業務フローを整理・検証し、その発展と普及を図る。経済産業省の省エネルギー加速型市場形成促進事業費補助金に採択された。（9月21日）

南海鋼材、青色半導体レーザー導入 銅・アルミを微細溶接

南海鋼材は、銅やアルミ素材に微細溶接できる青色半導体レーザー自動溶接機1基を、堺浜事業所（堺市）に導入した。溶接加工を受託しながら特徴もPRすることで、装置自体の販売につなげる。

導入する青色半導体レーザーは、ドイツのレーザーライン社製。出力は2キロワット、発振波長が445ナノメートルと短く、半導体レーザーは非常にシンプルな装置構造であることから発振効率も高い。従来難しいとされていた銅の溶接加工も可能で、スパッタのないきれいなビード外観の溶接ができる。その他の高反射金属材料においても、波長吸収特性が高いことから高品質のレーザー加工が可能。また、ビーム径が約0.6ミリと小さいため、微細な溶接も可能で、EVなどの自動車や洋上風力発電、パワーエレクトロニクス、半導体関連など幅広い分野での活用が期待できる。（8月30日）

ノボル鋼鉄、前期経常益1.5倍 利益率改善への取り組み実を結ぶ

ノボル鋼鉄は、生産性の向上や業務の効率化などによる利益率の改善を進めている。2021年6月期の単独決算は、利益が20年6月期から増え、利益率改善への取り組みの成果が着実に出ています。利益確保と並行してグループ売上高100億円を目指す。

同社の決算は、売上高が前期比2.6%減、経常利益は同1.5倍。新型コロナウイルスなどの影響により、リーマン・ショック並みの売り上げまで落ち込む月もあったが、工作機械や産業機械向けの需要増により、売上高同2.6%減、出荷量はほぼ横ばいで着地した。

工具鋼需要の急激な落ち込みを受

け、厳しい環境下でも利益を生み出す体制づくりを掲げ、各拠点や事務作業の効率化などの業務改善に着手している。

今期（22年6月期）は売上高10%増、経常利益は前期並みを目指す。三上晃史社長は、「設備投資やM&Aなど、状況を見ながら攻めに転じていく」とする。（8月4日）

阪和興業、中国・大明国際に出資 シナジー生かし国際事業展開強化

阪和興業は、中国鉄鋼流通最大手・大明国際控股が実施する予定の第三者割当増資のうち、約2,900万株（出資比率約2.29%）を引き受けることに合意し、契約を結んだ。大明グループとの戦略的パートナーシップ関係を深め、同グループが持つ中国国内各拠点のサプライチェーンに関与するとともに阪和の海外ネットワークとのシナジー効果を生かして国際事業展開を強化する。

大明国際は、ステンレスを中心に普通鋼も含めた切断加工、研磨や成型、溶接、熱処理、機械加工、塗装、組み立てなど各種加工設備を保有する総合鉄鋼サービス企業。中国10カ所に加工拠点を持つ。阪和は2018年に大明と合併で鉄鋼総合加工センターの浙江大明阪和金属科技を設立。今回の出資で協力を広げ、中国事業を強くする。

大明国際の20年の販売量はステンレス約200万トン、普通鋼約270万トンで売上高は351億円（約6,000億円）。（9月7日）

愛知製鋼、新冷間押出ライン始動 車シャフト生産性向上

愛知製鋼は、鍛造工場内（東海市新宝町）に5億3,000万円を投じ設置した、自動車の駆動伝達部品の一つであるリヤアスクルシャフトを生産する新冷間押出ラインが稼働を開始

した。安全・安心に作業ができ、従来設備に比べ20%の生産能力向上や13%のCO2排出量低減、廃棄物ゼロ化による環境負荷低減を実現したシンプルかつスリムなラインで、生産能力は月間8万4,000個。

冷間押出プレス、ショットブラスト、冷間前潤滑装置、超音波探傷機で構成。バッチ処理から1製品ごとの連続した表面処理とし、リードタイムを大幅に短縮。重厚長大な設備から、製品を一個ずつ流す省スペースな設備への変更により生産性を高め、CO2の削減も実現した。一部手動で行っていた作業をAI画像認識やロボットの活用により完全自動化。金型交換作業を機外で実施できるよう改善し、やりにくい作業をなくし安全性の向上も図っている。（9月29日）

山特鋼の欧州子会社、オバコ 炭素中立に、来年から

山陽特殊製鋼の欧州子会社、オバコは2022年1月からカーボンニュートラルに移行する。自社製造プロセスでのCO2排出削減に加え、開発途上国での温室効果ガス排出削減に貢献するカーボンオフセットプログラムを活用、CO2排出を実質ゼロにする。

自社製造プロセスでCO2排出ゼロを達成するまで、主に開発途上国の温室効果ガス排出削減プロジェクトに投資するクリーン開発メカニズムに適用されるカーボンクレジットを購入し、残りのCO2排出量を相殺。鋼材価格の気候サーチャージ制度導入に向け顧客との対話も開始するなど、22年からのカーボンフリーに向けた取り組みを加速する。

20年時点における特殊鋼製造プロセスで排出するCO2を15年比で54%削減。20年4月にホーフォーシュ工場で世界初の水素圧延前鋼材加熱の実証に成功、21年6月には脱化石電力を利用したスウェーデン最大級の

業界のうごき

カーボンフリー水素生成プラントの建設にも着手している。(9月30日)

大同特殊鋼、都市イメージ向上支援 名古屋スポーツコミッション参画

大同特殊鋼は、産官学連携組織「名古屋スポーツコミッション」に参加し、スポーツ振興や地域の課題解決、交流人口の増加、都市イメージの向上に向けた活動に取り組んでいる。

スポーツ庁が官・民・スポーツ団体が一体となったスポーツコミッションの設立を推進していることを受け、スポーツツーリズムの推進、スポーツイベントの開催や大会・合宿などの誘致により、交流人口の拡大とコミュニティの形成・強化などを目的に発足。名古屋市と名古屋商工会議所、中日ドラゴンズや名古屋グランパスエイトなどの名古屋市に本拠地を置くプロスポーツチーム、大学、企業など26の団体で構成される。

ハンドボール部“フェニックス”とバレーボール部“レッドスター”を有する企業として、同団体の設立趣旨に共鳴し参画。団体の活動を支援するとともに、スポーツチームの積極的なPRも行なっていく。(9月30日)

日本金属、戦略投資210億円規模 2029年度でROS7%目指す

日本金属は10カ年の第11次経営計画「NIPPON KINZOKU 2030」で、210億円規模の戦略投資を行う。現行経営計画は最終年度の29年度(連結)で売上高650億円、経常利益50億円、当期純利益40億円、売上高経常利益率(ROS)7%、配当性向(単体)30%程度の達成を目指す。

「機能強化製品の販売増強」と「新アイテムの獲得・事業化」を軸に、事業構造を変革する。機能強化製品は既存設備を活用し、すでに開発した技術を深化させることで製品の付加価値を高める。新事業アイテムは

次世代電池や、電気自動車や燃料電池車など新エネルギー車、医療、産業機器などをターゲット分野に照準を合わせる。

最終年度で単体売上高の30%を占める新事業アイテムや、70億円の売り上げを目指している機能強化製品を含め、将来への布石を打つ製品群を収益柱に育成することを主体にトータル250億円の設備投資を計画。(9月3日)

日本製鉄、東洋ステンレス研磨工業 チタン、飛沫防止スタンドに採用

日本製鉄は、意匠性チタン「トランティクシー」が、東洋ステンレス研磨工業の意匠デザインブランド「MAKO JAPAN」とのコラボで開発されたチタン製の飛沫防止アクリル板スタンドに採用された。チタン素材は耐食性が高くメンテナンスが容易。金属イオンの溶出が少なく、飲食物に与える影響がほとんどない。チタン製品を通じて新型コロナウイルス対策への貢献を目指す。

トランティクシーの意匠性とMAKO JAPANのデザイン性が融合したものに仕上がった。加賀料理の料亭の名古屋浅田に設置。

はん用タイプと彫刻家の森貴也氏によるデザインの2種。トランティクシーを素材に、東洋ステンレス研磨工業で研磨と高い耐久性を持たせる表面処理技術であるイオンプレーティングゴールドを施した。(9月21日)

日本冶金工業、縞鋼板の拡販進展 売上堅調、高機能強みに海外強化

日本冶金工業独自のステンレス床用縞鋼板「ボルカプレート」の売り上げが好調だ。食品や医薬品、化粧品などの工場で採用が広がり、2018年から20年にかけて売り上げが増えている。高機能を武器に堅調な需要を捉え、海外での営業活動を強化する。

ボルカプレートは同社川崎製造所

で生産する丸い水玉模様の突起を持つ縞鋼板。耐食性や清掃性に優れるほか、滑りにくく歩きやすいなどの安全性、台車などを動かしやすい利便性を持つ。

同製品は15年以降の販売量が10年前に比べ倍増。化粧品や食品、医薬品の好調などで需要家の生産拠点が拡大し、すでに導入しているユーザーを中心に「リピーターとして採用するケースが増えている」(同社)という。

英ロンドンと米シカゴの現地法人を通じて海外市場に展開し、最近では海外の大手流通から数十トン単位での受注を獲得。国内外の認知拡大を進めている。(9月29日)

日立金属、冷間ダイス鋼の新製品 高被削・韌性で多様なニーズに対応

日立金属は、被削性や韌性に優れる冷間ダイス鋼の新製品「SLD-f」を開発し、本格量産を開始した。自動車骨格部品(プレス部品)における金型へのニーズが多様化する中、寿命向上や製作リードタイムの短縮など、トータルコスト低減へのソリューションを提供する。

新製品は、従来被削材のSKD11相当に比べ、約3.5倍の効率で切削できる高い被削性と、優れた高韌性や耐チップング性を持ち、耐久面では欠けや摩耗の抑制を実現した。潤滑効果が得られ、工具の摩耗低減につながる「ベラーク」を発生させる成分構成と粗大炭化物の微細化により、切削加工速度の向上や金型加工時間の短縮に貢献。このほか、高温焼き戻しを施す場合に安定した硬さを得ることができるため、PVD処理による変寸を低減する。新製品の硬度を60HRC級に熱処理し、型彫りが可能なブリハードン金型材「SLD-f60」もラインアップする。(8月20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 鋼	そ の 他		
'19 暦 年	220,798	4,696,002	3,849,414	8,545,416	397,465	939,803	2,667,128	570,971	5,335,063	506,642	10,417,072	19,183,286
'20 暦 年	155,917	3,419,635	2,861,119	6,280,754	294,388	646,096	2,172,096	421,126	4,140,987	388,543	8,063,236	14,499,923
'19 年 度	208,719	4,424,471	3,684,293	8,108,764	371,016	858,786	2,648,575	548,062	5,236,485	483,150	10,146,074	18,463,557
'20 年 度	161,061	3,578,698	2,956,593	6,535,291	309,316	702,538	2,114,557	428,594	4,153,666	397,469	8,106,140	14,802,492
'20. 7-9月	30,823	715,392	630,347	1,345,739	66,102	128,391	443,432	78,650	923,095	76,315	1,715,985	3,092,547
10-12月	39,324	1,056,354	833,297	1,889,651	89,865	208,530	568,149	131,180	1,171,253	116,441	2,285,418	4,214,393
'21. 1-3月	52,198	1,172,883	945,404	2,118,287	97,499	232,582	616,132	140,585	1,261,801	128,589	2,477,188	4,647,673
4-6月	56,296	1,201,876	965,482	2,167,358	96,546	260,367	611,090	145,767	1,229,889	120,022	2,463,681	4,687,335
'20年 7月	8,719	203,852	186,060	389,912	17,074	36,501	146,824	20,920	243,433	25,915	490,667	889,298
8月	10,525	236,816	203,918	440,734	22,146	39,616	143,755	25,808	340,111	22,508	593,944	1,045,203
9月	11,579	274,724	240,369	515,093	26,882	52,274	152,853	31,922	339,551	27,892	631,374	1,158,046
10月	12,981	334,660	277,006	611,666	28,171	61,704	195,552	42,467	386,279	44,238	758,411	1,383,058
11月	12,979	356,087	274,536	630,623	32,032	72,584	179,340	44,175	375,623	35,515	739,269	1,382,871
12月	13,364	365,607	281,755	647,362	29,662	74,242	193,257	44,538	409,351	36,688	787,738	1,448,464
'21年 1月	15,682	372,859	296,328	669,187	30,002	66,332	204,565	41,230	416,562	40,591	799,282	1,484,151
2月	16,845	374,034	309,346	683,380	32,617	80,647	199,435	46,797	381,683	41,284	782,463	1,482,688
3月	19,671	425,990	339,730	765,720	34,880	85,603	212,132	52,558	463,556	46,714	895,443	1,680,834
4月	18,294	408,808	340,632	749,440	29,946	80,297	212,529	48,060	381,395	37,097	789,324	1,557,058
5月	19,668	392,952	316,676	709,628	29,719	90,410	180,326	49,210	434,132	45,174	828,971	1,558,267
6月	18,334	400,116	308,174	708,290	36,881	89,660	218,235	48,497	414,362	37,751	845,386	1,572,010
7月	18,960	417,239	325,237	742,476	34,012	76,642	220,538	54,553	422,541	34,939	843,225	1,604,661
8月	16,959	398,938	295,879	694,817	28,703	81,025	229,439	45,315	417,534	44,886	846,902	1,558,678
前 月 比	89.4	95.6	91.0	93.6	84.4	105.7	104.0	83.1	98.8	128.5	100.4	97.1
前年同月比	161.1	168.5	145.1	157.6	129.6	204.5	159.6	175.6	122.8	199.4	142.6	149.1

出所：経済産業省『鉄鋼生産内訳月報』から作成。

形 状 別

(単位：t)

年 月	形 鋼	棒 鋼	管 材	線 材	鋼 板	鋼 帯	合 計
'19 暦 年	327,633	5,859,800	1,229,819	3,910,932	1,310,485	6,550,016	19,188,685
'20 暦 年	236,085	4,263,744	846,580	2,974,323	1,048,015	5,137,647	14,506,394
'19 年 度	293,237	5,497,480	1,202,234	3,709,327	1,333,238	6,433,580	18,469,096
'20 年 度	237,286	4,512,899	780,205	3,099,528	935,791	5,243,680	14,809,389
'20. 7-9月	55,332	937,551	154,755	624,189	232,033	1,090,305	3,094,165
10-12月	58,373	1,328,262	181,667	944,369	205,498	1,497,941	4,216,110
'21. 1-3月	63,404	1,475,409	223,330	994,566	233,533	1,659,330	4,649,572
4-6月	69,455	1,540,053	217,539	980,346	268,361	1,613,248	4,689,002
'20年 7月	14,200	271,118	51,873	175,454	70,754	306,362	889,761
8月	19,901	294,972	56,740	209,847	90,605	373,878	1,045,943
9月	21,231	371,461	46,142	238,888	70,674	410,065	1,158,461
10月	16,633	418,930	67,675	315,453	68,393	496,500	1,383,584
11月	15,719	453,040	48,237	318,676	64,243	483,691	1,383,606
12月	26,021	456,292	65,755	310,240	72,862	517,750	1,448,920
'21年 1月	21,061	441,608	71,368	322,516	68,734	559,604	1,484,891
2月	19,947	483,262	76,603	319,688	69,074	514,532	1,483,106
3月	22,396	550,539	75,359	352,362	95,725	585,194	1,681,575
4月	26,225	496,073	92,222	331,137	87,015	524,889	1,557,561
5月	22,294	511,388	62,109	325,551	92,043	545,306	1,558,691
6月	20,936	532,592	63,208	323,658	89,303	543,053	1,572,750
7月	26,389	529,891	66,699	332,383	77,079	572,669	1,605,110
8月	14,364	490,628	77,787	324,291	102,620	549,717	1,559,407
前 月 比	54.4	92.6	116.6	97.6	133.1	96.0	97.2
前年同月比	72.2	166.3	137.1	154.5	113.3	147.0	149.1

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 力 鋼	そ の 他			
' 19 暦 年	273,872	2,970,829	1,631,511	4,602,340	62,907	376,372	1,488,018	141,142	89,625	82,507	2,240,571	7,116,783	
' 20 暦 年	209,727	2,198,378	1,185,987	3,384,365	56,123	314,764	1,229,083	109,383	64,711	85,442	1,859,506	5,453,598	
' 19 年 度	259,702	2,759,143	1,499,742	4,258,885	52,877	356,356	1,413,730	132,161	90,062	96,935	2,142,121	6,660,708	
' 20 年 度	211,779	2,240,670	1,213,083	3,453,753	55,083	328,523	1,232,187	108,689	56,572	82,995	1,864,049	5,529,581	
' 20年 12月	19,198	212,895	116,174	329,069	4,115	32,289	110,681	10,489	4,445	7,885	169,904	518,171	
' 21年 1月	19,301	206,563	113,994	320,557	5,331	29,306	102,934	10,022	4,799	7,090	159,482	499,340	
2月	19,867	214,669	116,185	330,854	3,973	31,812	108,305	9,873	5,559	7,156	166,678	517,399	
3月	22,738	250,014	133,247	383,261	4,446	37,844	122,607	11,656	5,635	8,245	190,433	596,432	
4月	21,847	227,909	135,300	363,209	4,454	34,106	118,314	11,795	4,469	8,088	181,226	566,282	
5月	18,839	214,561	113,363	327,924	3,871	30,746	107,041	9,568	4,632	5,845	161,703	508,466	
6月	23,261	241,012	132,470	373,482	4,388	36,439	127,265	12,066	5,106	9,209	194,473	591,216	
7月	21,522	247,803	124,178	371,981	4,448	36,507	135,351	11,116	5,523	9,450	202,395	595,898	
8月	18,116	212,990	112,670	325,660	3,169	29,515	118,938	9,570	4,331	8,185	173,708	517,484	
前 月 比	84.2	86.0	90.7	87.5	71.2	80.8	87.9	86.1	78.4	86.6	85.8	86.8	
前年同月比	129.1	143.8	136.0	141.0	55.0	132.8	134.2	126.0	133.4	144.1	130.5	136.9	

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 テ ン ス 鋼	快 削 鋼	高 抗 張 力 鋼	そ の 他		
'19 暦 年	10,060	251,976	163,330	415,306	24,572	30,691	129,191	26,275	186,987	18,501	416,217	841,583
'20 暦 年	7,121	227,632	138,579	366,211	23,123	34,242	122,999	27,331	143,334	23,014	374,043	747,375
'19 年 度	10,477	244,436	157,976	402,412	22,405	31,778	132,154	28,139	140,036	25,484	379,996	792,885
'20 年 度	6,109	225,231	149,743	374,974	25,103	34,654	118,733	24,034	145,894	22,503	370,921	752,004
'20年 12月	7,121	227,632	138,579	366,211	23,123	34,242	122,999	27,331	143,334	23,014	374,043	747,375
'21年 1月	7,158	255,179	155,206	410,385	25,544	31,991	138,693	29,167	131,346	22,187	378,928	796,471
2月	6,555	239,586	156,812	396,398	25,822	36,594	129,251	30,959	130,458	22,293	375,377	778,330
3月	6,109	225,231	149,743	374,974	25,103	34,654	118,733	24,034	145,894	22,503	370,921	752,004
4月	6,536	245,760	156,815	402,575	21,217	34,341	121,437	28,162	150,477	20,214	375,848	784,959
5月	7,396	249,939	148,666	398,605	20,701	39,751	122,999	35,089	178,941	28,109	425,590	831,591
6月	6,023	243,170	146,891	390,061	22,064	36,397	121,106	27,447	155,693	23,875	386,582	782,666
7月	7,148	247,866	147,957	395,823	24,513	33,689	116,749	27,736	153,976	21,057	377,720	780,691
8月	7,641	253,595	164,384	417,979	25,740	40,086	139,926	29,602	193,634	26,938	455,926	881,546
前 月 比	106.9	102.3	111.1	105.6	105.0	119.0	119.9	106.7	125.8	127.9	120.7	112.9
前年同月比	79.7	120.2	126.3	122.6	126.5	154.8	110.5	114.1	127.3	129.5	122.6	122.0

出所：経済産業省『鉄鋼生産内訳月報』から作成。

特殊鋼鋼材の流通在庫の推移 (商社+問屋)

(単位:t)

年 月	工 具 鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼							計	合 計
		機械構造用炭素鋼	構 造 用 合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ス テ ン ス 鋼	快 削 鋼	高 抗 張 力 鋼	そ の 他			
'19 暦 年	78,181	249,537	186,489	436,026	12,273	59,071	178,758	14,078	10,161	9,526	283,867	798,074	
'20 暦 年	65,383	253,328	167,185	420,513	11,503	54,038	203,455	12,278	13,904	6,544	301,722	787,618	
'19 年 度	78,320	240,274	184,120	424,394	12,436	52,625	178,599	14,953	9,126	9,668	277,407	780,121	
'20 年 度	64,494	277,040	177,841	454,881	11,736	53,793	217,355	14,206	16,535	5,470	319,095	838,470	
'20年 12月	65,383	253,328	167,185	420,513	11,503	54,038	203,455	12,278	13,904	6,544	301,722	787,618	
'21年 1月	64,386	256,029	167,332	423,361	11,084	52,368	204,097	12,410	14,614	6,040	300,613	788,360	
2月	64,164	259,558	171,415	430,973	11,629	54,528	205,009	12,627	15,196	5,722	304,711	799,848	
3月	64,494	277,040	177,841	454,881	11,736	53,793	217,355	14,206	16,535	5,470	319,095	838,470	
4月	63,604	277,061	171,374	448,435	12,001	51,579	218,795	12,503	17,211	5,220	317,309	829,348	
5月	64,976	297,891	186,281	484,172	12,187	57,754	232,390	12,803	18,531	5,664	339,329	888,477	
6月	64,955	305,205	188,693	493,898	12,206	59,161	233,477	11,492	19,138	6,172	341,646	900,499	
7月	66,794	314,980	188,484	503,464	12,050	58,150	237,478	11,217	19,413	6,339	344,647	914,905	
8月	69,325	334,251	196,255	530,506	11,890	62,703	242,242	10,994	19,740	7,018	354,587	954,418	
前 月 比	103.8	106.1	104.1	105.4	98.7	107.8	102.0	98.0	101.7	110.7	102.9	104.3	
前年同月比	92.3	133.2	114.0	125.4	95.0	120.1	124.7	80.1	173.2	79.4	121.1	120.6	

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	
’19 暦 年	37,039	373,118	549,771	922,888	187,541	912,981	96,189	78,476	1,100,522	3,982	4,847,994	4,851,976	7,087,091
’20 暦 年	29,024	265,564	383,431	648,995	130,574	777,330	83,044	59,199	1,050,147	3,072	4,101,391	4,104,463	5,832,629
’19 年 度	35,063	353,608	527,588	881,195	174,665	925,925	95,132	74,822	1,270,544	3,858	5,014,950	5,018,808	7,205,611
’20 年 度	30,661	286,158	400,957	687,115	139,795	757,172	88,335	64,008	1,049,310	2,961	4,065,480	4,068,440	5,835,525
’20年 11月	1,992	26,606	33,389	59,995	15,031	60,944	6,695	9,079	91,749	196	335,794	335,990	489,725
12月	2,235	32,316	37,808	70,124	14,412	67,390	10,864	4,911	97,578	272	363,013	363,285	533,222
’21年 1月	3,183	25,587	38,346	63,933	11,713	57,928	4,467	7,942	82,049	181	364,359	364,540	513,705
2月	2,564	38,176	48,129	86,305	16,091	67,838	10,163	8,273	102,365	161	441,152	441,313	632,547
3月	3,125	40,425	51,136	91,561	16,263	81,725	14,173	6,782	118,943	292	478,149	478,441	692,070
4月	3,349	34,237	53,406	87,642	18,100	74,679	9,205	3,662	105,647	240	471,003	471,243	667,881
5月	3,363	32,257	44,283	76,540	15,818	61,222	5,746	6,285	89,070	137	439,396	439,533	608,507
6月	5,848	47,347	48,046	95,394	18,711	74,503	14,425	5,122	112,761	212	460,517	460,729	674,732
7月	3,546	35,819	47,719	83,538	19,063	67,642	9,126	6,325	102,156	274	493,546	493,820	683,060
8月	2,588	36,713	42,721	79,434	15,501	65,556	10,709	7,953	99,720	258	482,599	482,857	664,600
前 月 比	73.0	102.5	89.5	95.1	81.3	96.9	117.4	125.7	97.6	94.0	97.8	97.8	97.3
前年同月比	130.5	272.3	183.5	216.0	248.2	113.9	217.4	231.1	138.2	181.2	173.8	173.8	171.0

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					計	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			高炭素鋼	合金鋼	計	
'19 暦 年	3,901	7,382	557	15,075	8,603	193,072	15,995	233,301	306	8,622	536,308	544,930	789,819
'20 暦 年	4,425	8,681	481	11,582	7,806	182,037	15,644	217,550	226	5,508	378,421	383,929	614,813
'19 年 度	4,566	8,270	575	14,214	7,762	198,515	15,501	236,568	283	8,259	476,144	484,403	734,090
'20 年 度	3,570	8,042	435	11,445	8,396	188,470	15,730	224,477	250	6,395	358,609	365,004	601,343
'20年 11月	195	749	49	923	925	14,371	1,088	17,358	38	234	38,517	38,750	57,090
12月	250	994	52	897	969	14,548	1,474	17,941	38	519	24,100	24,619	43,842
'21年 1月	183	377	18	871	896	20,742	1,362	23,889	-	669	20,208	20,877	45,326
2月	238	605	32	1,003	512	18,060	1,223	20,829	57	618	28,153	28,771	50,501
3月	266	582	28	838	702	21,712	1,541	24,821	35	991	36,441	37,433	63,137
4月	207	950	18	998	1,104	17,196	1,600	20,916	15	575	43,745	44,320	66,408
5月	336	321	45	878	1,011	21,077	1,378	24,389	62	1,019	22,771	23,790	48,898
6月	332	732	15	1,256	1,026	18,514	1,450	22,260	-	758	20,181	20,939	44,263
7月	256	519	27	1,156	1,091	18,514	1,626	22,413	51	503	12,597	13,100	36,339
p 8月	245	354	26	778	717	18,001	1,724	21,246	18	1,065	20,811	21,876	43,739
前 月 比	95.9	68.2	93.4	67.3	65.8	97.2	106.1	94.8	35.8	211.6	165.2	167.0	120.4
前年同月比	59.1	30.3	68.1	95.3	90.1	149.4	140.9	142.4	-	1,057.3	74.2	77.7	100.0

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	ブル ドーザ	パワー ショベル	フォーク リフト	ショベル トラック			
'19 暦 年	9,684,294	1,232,917	4,818,132	324,973	5,195,216	880,539	-	192,203	110,794	10,972	104,323	48,441	12,299
'20 暦 年	8,067,943	1,037,731	3,740,832	259,879	4,598,615	779,300	-	180,833	108,419	8,267	95,570	46,022	9,018
'19 年 度	9,489,302	1,196,578	4,714,027	318,555	5,038,727	852,328	-	190,374	111,917	9,935	104,036	47,879	10,995
'20 年 度	7,969,529	1,064,697	3,670,703	275,189	4,656,632	790,406	-	184,423	105,357	8,732	94,870	50,322	9,885
'20年 11月	782,237	101,074	394,890	26,910	411,601	74,200	-	16,896	9,002	827	8,368	3,160	887
12月	751,629	93,248	370,651	30,178	379,896	64,081	-	17,037	8,723	734	8,809	3,829	991
'21年 1月	687,029	93,541	305,014	25,071	384,442	59,480	-	15,743	8,175	669	8,417	2,623	886
2月	704,800	102,156	337,567	32,373	432,298	69,701	-	17,766	8,956	730	7,698	9,873	1,056
3月	869,937	120,010	395,656	36,579	613,003	101,087	-	19,777	10,878	802	7,981	6,611	1,279
4月	721,363	107,614	355,659	33,988	349,894	61,049	-	19,490	9,105	804	8,029	3,413	1,240
5月	502,828	77,156	267,079	27,841	319,318	57,439	-	16,105	9,293	775	8,657	2,822	1,239
6月	737,420	106,980	360,669	32,794	365,631	68,520	-	20,474	11,479	959	8,524	4,123	1,321
7月	730,509	111,124	374,884	38,033	377,448	67,514	-	18,960	10,951	1,077	8,597	3,661	1,350
8月	-	-	252,116	27,352	319,697	55,517	-	15,161	7,901	911	8,393	4,041	1,259
前 月 比	-	-	67.3	71.9	84.7	82.2	-	80.0	72.1	84.6	97.6	110.4	93.3
前年同月比	-	-	93.4	186.3	97.9	100.0	-	136.1	124.8	159.8	110.2	83.3	185.2

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 1 年 8 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		16,959	89.4	161.1	82.3	
	鋼 材 輸 入 実 績		245	95.9	107.8	79.6	
	販 売 業 者	受 入 計	20,647	88.4	169.0	76.5	
		販 売 計	18,116	84.2	129.1	69.0	
		うち消費者向	14,804	83.1	126.4	78.2	
		在 庫 計	69,325	103.8	92.3	117.4	
	鋼 材 輸 出 船 積 実 績		2,588	73.0	130.5	54.3	
	生 産 者 工 場 在 庫		7,641	106.9	79.7	92.1	
	総 在 庫		76,966	104.1	90.8	114.3	
	構 造 用 鋼	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		694,817	93.6	157.6	101.6
販 売 業 者		受 入 計	352,702	92.4	152.8	54.0	
		販 売 計	325,660	87.5	141.0	49.8	
		うち消費者向	257,706	84.8	138.9	58.7	
		在 庫 計	530,506	105.4	125.4	150.8	
鋼 材 輸 出 船 積 実 績		79,434	95.1	216.0	96.7		
生 産 者 工 場 在 庫		417,979	105.6	122.6	119.5		
総 在 庫		948,485	105.5	124.1	135.2		
熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		28,703	84.4	129.6	79.8		
ば ね 鋼		鋼 材 輸 入 実 績		354	68.2	80.9	86.8
	販 売 業 者	受 入 計	3,009	70.1	49.3	14.2	
		販 売 計	3,169	71.2	55.0	15.1	
		うち消費者向	2,246	71.4	149.9	48.3	
		在 庫 計	11,890	98.7	95.0	97.4	
	鋼 材 輸 出 船 積 実 績		15,501	81.3	248.2	98.6	
	生 産 者 工 場 在 庫		25,740	105.0	126.5	99.7	
	総 在 庫		37,630	102.9	114.5	98.9	
	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		229,439	104.0	159.6	99.9	
	ス テ ン レ ス 鋼	鋼 材 輸 入 実 績		21,246	94.8	142.4	146.8
販 売 業 者		受 入 計	123,702	88.8	138.7	49.3	
		販 売 計	118,938	87.9	134.2	47.3	
		うち消費者向	56,199	83.4	120.9	100.5	
		在 庫 計	242,242	102.0	124.7	177.2	
鋼 材 輸 出 船 積 実 績		65,556	96.9	113.9	74.8		
生 産 者 工 場 在 庫		139,926	119.9	110.5	121.4		
総 在 庫		382,168	107.9	119.1	151.7		
熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		45,315	83.1	175.6	88.3		
快 削 鋼		販 売 業 者	受 入 計	9,347	86.2	132.2	66.1
	販 売 計		9,570	86.1	126.0	66.5	
	うち消費者向		8,478	85.5	120.8	60.9	
	在 庫 計		10,994	98.0	80.1	81.2	
	鋼 材 輸 出 船 積 実 績		10,709	117.4	217.4	111.9	
	生 産 者 工 場 在 庫		29,602	106.7	114.1	106.7	
	総 在 庫		40,596	104.2	102.3	98.3	
	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		417,534	98.8	122.8	101.1	
	高 抗 張 力 鋼	販 売 業 者	受 入 計	4,658	80.3	117.6	45.3
			販 売 計	4,331	78.4	133.4	42.6
うち消費者向			3,446	76.1	133.5	51.4	
在 庫 計			19,740	101.7	173.2	180.1	
生 産 者 工 場 在 庫		193,634	125.8	127.3	102.1		
総 在 庫		213,374	123.1	130.5	106.4		
熱 間 圧 延 鋼 材 生 産		125,911	112.8	202.7	91.0		
そ の 他		販 売 業 者	受 入 計	42,932	95.2	162.2	105.9
			販 売 計	37,700	82.0	135.1	93.0
			うち消費者向	34,598	81.2	152.2	94.2
	在 庫 計		69,721	108.1	114.2	131.2	
	生 産 者 工 場 在 庫		67,024	122.4	143.5	96.9	
	総 在 庫		136,745	114.7	125.7	111.8	
	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産 合 計		1,558,678	97.1	149.1	99.1	
	鋼 材 輸 入 実 績 計		43,739	120.4	100.0	53.8	
	販 売 業 者	受 入 計	556,997	91.3	148.2	54.7	
		販 売 計	517,484	86.8	136.9	50.9	
うち消費者向		377,477	84.0	136.0	65.5		
在 庫 計		954,418	104.3	120.6	149.7		
鋼 材 輸 出 船 積 実 績 計		664,600	97.3	171.0	103.3		
生 産 者 工 場 在 庫		881,546	112.9	122.0	112.2		
総 在 庫		1,835,964	108.3	121.3	129.0		

出所: 鋼材輸入実績及び鋼材輸出船積実績は財務省関税局『貿易統計』、

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

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



(2021年8月1日～9月30日)

市場開拓調査委員会

高機能金属展 東京展 出展キックオフミーティング (9月2日・Web会議)

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

講演会 (9月9日)

演 題：カーボンニュートラルに向けたSDGs
とビジネス案～自動車業界での対応
状況と今後課題となるポイント等

講 師：(株)現代文化研究所 取締役
白木 節生 氏

方 式：オンライン配信

申込者：約350名 (3地区)

特殊鋼関連記号集2020年度改定版発行

今回の第2回目となる改定版は、8月に完成し、特殊鋼倶楽部全会員及び関連業界団体事務局などへ配布した。

編集委員会

本委員会 (8月18日・Web会議)

2022年1月号特集「自動車の未来に貢献する特殊鋼 (仮題)」の編集方針、内容の確認

小委員会 (9月22日・Web会議)

2022年3月号特集「非破壊検査 (仮題)」の編集内容の検討

人材確保育成委員会

委員会 (8月19日・Web会議)

- ①副委員長及び委員交代の報告
- ②2021年度事業計画の概要説明
- ③2021年度ビジネスパーソン研修講座実施の検討
- ④2021年度特殊鋼教養講座実施の検討
- ⑤2020年度事業概況の報告

2021年度特殊鋼教養講座1回目 (9月15日)

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

協本 真也

方 式：オンライン参加

受講者：61名 (2地区)

特殊鋼統計連絡会

第2回 (8月20日・Web会議)

第1回連絡会に引き続き、特殊鋼に関する政府一般統計の見直しについて

カーボンニュートラルWG

第2回会合 (8月24日・Web会議)

第3回会合 (9月24日・Web会議)

ミルシートWG

第1回会合 (8月16日・Web会議)

[大阪支部]

第1回三団体責任者会議 (8月31日)

講演会・賀詞交換会他共催事業の検討

第1回人材確保育成委員会 (8月24日)

- ①新任役員紹介
- ②同委員会取組概要・組織
- ③本年度行事の取組状況及び予定の説明
- ④その他

講演会 (9月9日) 再掲

演 題：カーボンニュートラルに向けたビジネスの変革について

講 師：(株)現代文化研究所 取締役
白木 節生 氏

方 式：オンライン配信

申込者：31名 (大阪)

[名古屋支部]

講演会 (9月9日) 再掲

演 題：カーボンニュートラルに向けたビジネスの変革について

講 師：(株)現代文化研究所 取締役
白木 節生 氏

方 式：オンライン配信

申込者：22名 (名古屋)

2021年度特殊鋼教養講座1回目（9月15日）
再掲

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：オンライン参加

受講者：17名（名古屋）



特殊鋼倶楽部の動き

「カーボンニュートラルに向けたビジネスの変革について」 講演会の開催（オンライン配信）

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

トヨタグループの調査会社でございます(株)現代文化研究所殿より講師をお招きして、「カーボンニュートラルに向けたビジネスの変革について」を題材にカーボンニュートラル目標が自動車業界に与える影響や、カーボンニュートラル化をチャンスに変える考え方等についてまとめた内容をご紹介頂くべく、標記講演会を下記の通り開催致しました。カーボンニュートラルによって大きな影響を受ける特殊鋼業界として参考になりました。Teams配信にて多数の会員の皆様からお申込み、ご参加いただき、誠にありがとうございました。

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

なお、講演会資料は会員専用HPにて掲載しております。

日 時：2021年9月9日（木）13時30分～15時30分

場 所：オンライン配信

演 題：「カーボンニュートラルに向けたビジネスの変革について」

講 師：株式会社現代文化研究所 取締役 白木 節生 氏

聴講者：約350名

「中国における自動車市場の構造的見通しとNEV新興ブランドの事業戦略」 講演会の開催（オンライン配信）

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

トヨタグループの調査会社でございます株式会社現代文化研究所殿より講師をお招きして、「中国における自動車市場の構造的見通しとNEV新興ブランドの事業戦略」を題材に今後のNEV新興ブランドへの部品・部素材メーカーの参入可能性や今後の対策の検討についてまとめた内容をご紹介頂くべく、標記講演会を下記の通り開催致しますので、ご案内申し上げます。会員の皆様の中国市場への展開の議論のたたき台として参考になりました。Teams配信にて多数の会員の皆様からお申込み、ご参加いただき、ありがとうございました。

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

なお、講演会資料は会員専用HPにて掲載しております。

日 時：2021年10月6日（水）13時30分～15時30分

場 所：オンライン配信

演 題：「中国における自動車市場の構造的見通しとNEV新興ブランドの事業戦略」

講 師：株式会社 現代文化研究所 市場戦略情報第2領域 主任研究員 八杉 理 氏

聴講者：約250名

お知らせ

～6年目、高機能金属展 東京展に特殊鋼倶楽部として出展～

第8回メタルジャパン（高機能金属展）東京

会期：2021年12月8日(水)～10日(金)

時間：10:00～18:00 10日(金)のみ17:00終了 会場：幕張メッセ

主催：RX Japan 株式会社

協賛：(一社)特殊鋼倶楽部

特殊鋼倶楽部では、6月に開催された関西高機能金属展に引き続き市場開拓調査委員会の事業の一環として、12月8日～10日に東京で開催される「メタルジャパン高機能金属展」に出展致します。

東京会場でも、関西と同様に、特殊鋼倶楽部ブースにて、特殊鋼商品知識の普及及び啓蒙、特殊鋼倶楽部及び会員会社の紹介、当倶楽部出版物配布、共同出展される会員会社の「選ばれる特殊鋼」を目指す特殊鋼の製品・技術・サービスを展示します。

また、協賛団体セミナーと題し、会員二社にセミナーに登壇頂きます。

是非ともご来場下さい。お待ちしております。

【倶楽部ブース内会員会社展示】

- ・南海鋼材株式会社様
 - ・ヤマト特殊鋼株式会社 様
- (上記、五十音順)

【協賛団体セミナー予定】

- ・12/9（木）10:00～ 愛知製鋼株式会社 様
SDGsを支えるステンレス鋼の進展
- ・12/10（金）13:30～ ヤマト特殊鋼株式会社 様
グローブ転造方式を用いたスプラインシャフト塑性加工のご紹介

【特殊鋼倶楽部ブース位置：58-51】

弊社が出展します！

第8回 メタル ジャパン
高機能 金属展

会期: **2021年12月8日[水]～10日[金]**
会場: **幕張メッセ**

【会員会社 高機能金属展 出展状況】（下記、五十音順）

- ・高周波熱錬株式会社 様
- ・山陽特殊製鋼株式会社 様
- ・JX金属株式会社 様
- ・日本金属株式会社 様
- ・日本製鉄株式会社 様
- ・株式会社日立ハイテク 様

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】			
(正 会 員)					
製造業者	25社	愛 銅 (株)	大 同 興 業 (株)	(株) フ ク オ カ	
販売業者	101社	青 山 特 殊 鋼 (株)	大同DMソリューション(株)	藤 田 商 事 (株)	
合 計	126社	浅 井 産 業 (株)	大 洋 商 事 (株)	古 池 鋼 業 (株)	
		東 金 属 (株)	大 和 特 殊 鋼 (株)	(株) プ ル ー タ ス	
		新 井 ハ ガ ネ (株)	(株)竹内ハガネ商行	平 和 鋼 材 (株)	
		栗 井 鋼 商 事 (株)	孟 鋼 鉄 (株)	(株) 堀 田 ハ ガ ネ	
		伊 藤 忠 丸 紅 鉄 鋼 (株)	辰 巳 屋 興 業 (株)	(株)マクスコーポレーション	
		伊 藤 忠 丸 紅 特 殊 鋼 (株)	千 曲 鋼 材 (株)	松 井 鋼 材 (株)	
		井 上 特 殊 鋼 (株)	(株) テ ク ノ タ ジ マ	三 沢 興 産 (株)	
		(株) U E X	(株) 鐵 鋼 社	三 井 物 産 (株)	
		碓 井 鋼 材 (株)	デルタスチール(株)	三井物産スチール(株)	
		ウ メ ト ク (株)	東京貿易マテリアル(株)	(株) メ タ ル ワ ン	
		扇 鋼 材 (株)	(株) 東 信 鋼 鉄	(株)メタルワンチューブラー	
		岡 谷 鋼 機 (株)	(株) ト ー キ ン	(株)メタルワン特殊鋼	
		カ ネ ヒ ラ 鉄 鋼 (株)	特 殊 鋼 機 (株)	森 寅 鋼 業 (株)	
		兼 松 (株)	豊 田 通 商 (株)	(株) 山 一 ハ ガ ネ	
		兼松トレーディング(株)	中 川 特 殊 鋼 (株)	山 進 産 業 (株)	
		(株) カ ム ス	中 島 特 殊 鋼 (株)	ヤ マ ト 特 殊 鋼 (株)	
		(株)カワイスチール	中 野 ハ ガ ネ (株)	山 野 鋼 材 (株)	
		川 本 鋼 材 (株)	永 田 鋼 材 (株)	陽 鋼 物 産 (株)	
		北 島 鋼 材 (株)	名 古 屋 特 殊 鋼 (株)	菱 光 特 殊 鋼 (株)	
		ク マ ガ イ 特 殊 鋼 (株)	ナ ス 物 産 (株)	リ ン タ ツ (株)	
		小 山 鋼 材 (株)	南 海 鋼 材 (株)	渡 辺 ハ ガ ネ (株)	
		佐 久 間 特 殊 鋼 (株)	日 金 ス チ ール (株)		
		櫻 井 鋼 鐵 (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 鐵 (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 鐵 (株)	阪 和 興 業 (株)		
		神 鋼 商 事 (株)	日 立 金 属 工 具 鋼 (株)		
		住 友 商 事 (株)	(株)日 立 ハ イ テ ク		
		住友商事グローバルメタルズ(株)	(株) 平 井		

“特集” 編集後記

2021年11月号は仮題を「工程省略鋼」として企画立案をスタートしました。このタイトルは、過去1990年代前半の「バブル崩壊」、2000年代後半の「中国経済の台頭」といった歴史的な転換点で企画が生まれ、各社のコスト低減鋼や省合金、省資源鋼の開発にスポットを当ててきました。今年2021年は一般的には「パンデミック」として、歴史の転換点として記憶されることになると思いますが、私たち特殊鋼に関わる者にとっては、「カーボンニュートラル元年」として、2050年のカーボンニュートラル社会の実現に向けた大変重要な意味を持つ年になると思います。

11月号の特集「脱炭素社会に対応する特殊鋼」は、私たち特殊鋼業界の長年のコスト低減鋼の開発努力が、脱炭素社会に向けた有力な技術であることを改めてPRする機会として企画しました。

電気炉メーカーも高炉メーカーもスタート地点は違えど、CO2排出量削減に向けた取り組みが厳しく求められています。また、加工工程が入り組んでいるという特殊鋼の特徴から、業界が一丸となった取組が必要ですし、この取組に掛かるコストをどのように負担していくのか、という視点も必要になってきます。特殊鋼に関わる読者の皆様、国や業界、そして各社の取組について理解頂き、今後の方向性について考える一助として頂ければ幸いです。

末筆となりますが、この特集を発行するにあたりご協力頂きました執筆者の皆様、編集委員の皆様、特殊鋼倶楽部の皆様に、厚く御礼申し上げます。

〔日本製鉄(株) 本社 棒線技術部棒線技術室 室長 あおやま あつし 青山 敦司〕

特 集／自動車の未来に貢献する特殊鋼

- I. 将来車開発の考え方
- II. 「日産e-POWER」技術
- III. 自動車の未来に貢献する技術・商品・取組
- IV. 会員メーカー及び関連会社の材料・技術の紹介

3月号特集予定…非破壊検査技術と特殊鋼

特 殊 鋼

第 70 巻 第 6 号
© 2 0 2 1 年 11 月
2021年10月25日 印 刷
2021年11月1日 発 行

定 価 1,252円 送 料 200円
1年 国内7,434円（送料共）

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

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

編集発行人 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。

「特殊鋼」誌第70巻索引

2021年1～11月

	号・頁
「2021年新年挨拶」……………樋口 真哉	1・1
【年頭所感】	
「年頭に寄せて」……………藤木 俊光	1・3
「年頭所感」……………山下 敏明	1・5
「年頭所感」……………樋 巳芳	1・6
「年頭所感」……………宇都宮 悟	1・7
「年頭所感」……………山中 敏幸	1・8
「年頭所感」……………木本 和彦	1・9
「年頭所感」……………須田 守	1・10
「年頭所感」……………山下 匡史	1・11
「年頭所感」……………越川 和弘	1・12
「年頭のご挨拶」……………谷口 徹	1・13
【需要部門の動向】	
産業機械……………片岡 功一	1・14
「ご挨拶」……………藤岡 高広	7・1
【一人一題】	
「旅行の効能」……………中島 伸夫	3・1
「特殊鋼との付き合い」……………白神 哲夫	5・1
「新会員紹介」……………藤戸 達也	9・1
「オリンピック・パラリンピックに想う」…小林 和昭	11・1
【倶楽部レポート】	
特殊鋼関連記号集 2020年度改定版発行について	
……………(一社)特殊鋼倶楽部事務局	9・43

■ 特集記事 ■

☆ 最近の溶接技術

I. 総論	
溶接・接合技術の最近の動向……………大津 穰	1・18
II. 最近の溶接技術	
1. アーク溶接……………児玉 真二	1・23
2. 特殊熱源溶接……………山下 正和	1・27
3. ろう付……………松 康太郎	1・32
III. 被溶接材料	
1. 工具鋼……………永治 仁	1・37
2. 構造用鋼、高張力鋼、低温用鋼	
……………加茂 孝浩	1・41
……………吉田 統樹	1・45
3. ステンレス鋼……………吉田 統樹	1・45

☆ 水素社会実現に向けての活動と水素環境下で使われる特殊鋼の紹介

I. 水素社会の実現に向けて	
1. 水素社会実現に向けた取り組み	
(1) 日本国内の取り組み……………大平 英二	3・2
(2) 海外の取り組み……………丸田 昭輝	3・6
2. 新型MIRAIの燃料電池システムについて	
……………高橋 剛	3・11
3. 水素ステーション……………池田 哲史	3・16
4. 家庭用燃料電池……………尾関 正高	3・20
5. 山梨県におけるCO2フリーの水素社会構築を	
目指したP2Gシステム技術開発	
……………坂本 正樹	3・23
……………出原 大輔	
……………小野寺 真	
……………石渡 剛久	

II. 耐水素脆化用鋼

1. 水素脆化とは……………高井 健一	3・28
2. ステンレス鋼……………大村 朋彦	3・33
3. ボルト鋼……………高知 琢哉	3・37

III. 会員メーカーの耐水素用材料

……………	3・41
日本精線㈱	

☆ よくわかる特殊鋼の熱処理

I. 熱処理技術の現状と今後の展望

……………渡邊 陽一	5・2
------------	-----

II. 特殊鋼の熱処理

1. 一般	
(1) 焼ならし……………宇田川毅志	5・6
(2) 焼なまし……………桂 隆之	5・8
(3) 焼入れ・焼戻し……………吉田 直之	5・11
(4) サブゼロ処理……………平本 篤博	5・15
(5) 固溶化熱処理……………及川 誠	5・18
2. 表面硬化処理	
(1) 浸炭……………田中 優樹	5・22
(2) 窒化……………清水 克成	5・27
(3) 高周波焼入れ……………三阪 佳孝	5・31

III. 熱処理設備

1. 熱処理炉……………白田 淳一	5・36
2. 浸炭焼入れ炉……………河田 一喜	5・40
3. 冷却媒体……………市谷 克実	5・44

IV. 会員メーカーの熱処理・素材技術

……………	5・47～5・48
山陽特殊製鋼㈱、日立金属㈱、日立金属工具鋼㈱	

☆ 特殊鋼製造のやさしい解説

I. 特殊鋼製造の概論……………宇田川毅志

II. 特殊鋼の製造方法

1. 製鋼	
(1) 高炉・転炉……………川畑 涼	7・6
(2) 電炉・二次溶解……………松本 祐治	7・9
2. 連铸……………木村 太一	7・12
3. 圧延……………片山 佳昭	7・16
……………大坪 紘二	
……………石橋 寿麻	
……………青山 敦司	
4. 鍛造	
＜ハンマー＞……………菅 洋一	7・22
＜プレス＞……………味田 悟	7・24
5. 二次加工	
—線材二次加工における特殊鋼の製造方法—	
……………ファムバンドック	7・26
6. 熱処理……………神谷 祐樹	7・30
7. 検査……………森 大輔	7・36
8. 粉末製造……………相川 芳和	7・41

III. 会員メーカーの最新設備

……………	7・45
日立金属㈱	

☆ 特殊鋼取引における在庫と物流

I. 総論

(一社)全日本特殊鋼流通協会 正副会長座談会	
「特殊鋼流通の現状と今後の課題」……………	9・2

II. 特殊鋼の取引形態

1. 構造用鋼の紐付き取引とサプライチェーン	
……………池村 章宏	9・10

2. 工具鋼の店売り取引とサプライチェーン	太田 正成	9・12
Ⅲ. 特殊鋼問屋の在庫機能と特色		
1. 構造用鋼	藤田 憲義	9・15
2. 工具鋼	齋藤 茂	9・19
3. ステンレス鋼 (丸棒)		
～作業現場における残材在庫管理のIT化～		
	塚田 創	9・22
4. ステンレス鋼 (薄板)		
	小関 隆	9・25
Ⅳ. 特殊鋼の物流管理と特色		
1. 国内物流		
(1) 内航船舶物流と中継地機能	生田 教雄	9・29
	西垣 卓也	
(2) 陸送物流 (運搬車両の種類と特色)		
～特殊鋼の物流管理と特色～		
	日置 慎二	9・32
2. 国際物流 (輸出)		
(1) 海上輸送の種類と方法	山本功次郎	9・35
(2) 国際物流の現状と今後の課題	山本功次郎	9・38
Ⅴ. 会員企業の在庫・物流		
		9・39～9・42
確井鋼材(株)、デルタスティール(株)、東北特殊鋼(株)、(株)平井		
☆ 脱炭素社会に対応する特殊鋼		
Ⅰ. 2050年カーボンニュートラルへの挑戦		
1. 2050年カーボンニュートラルに伴う		
グリーン成長戦略	大竹 真貴	11・2
2. 2050年カーボンニュートラルに関する		
日本鉄鋼業の基本方針と対応		
	(一社)日本鉄鋼連盟	11・7
Ⅱ. 工程省略鋼の特徴と製造プロセス		
1. 焼鈍・焼準省略鋼 (ボルト・ナット用鋼、冷鍛歯車鋼、シャフト鋼)		
(1) 総 論	藤松 威史	11・15
(2) 各社製品		
①熱処理省略鋼『KTCHシリーズ、KSGシリーズ』	岩崎 克浩	11・18
②熱処理工程の省略・簡略化が可能な高強度肌焼鋼『ECOMAX5』		
	大西 真也	11・20
③焼鈍と焼準を同時に省略可能とする浸炭用棒鋼線材『JECF [®] 』	今浪 祐太	11・21
④冷間鍛造に適した歯車用肌焼鋼	田中 優樹	11・22
⑤焼準省略可能な耐粗粒化鋼	大橋 徹也	11・23
2. 焼入・焼戻省略鋼 (冷鍛非調質ボルト鋼)		
(1) 総 論	吉原 直	11・24
(2) 各社製品		
①冷鍛非調質ボルト鋼『KNCHシリーズ』	吉原 直	11・26
②工程省略に貢献する冷間鍛造非調質ボルト用鋼『NHF-S』	門田 淳	11・27
3. 焼入・焼戻省略鋼 (熱鍛非調質鋼)		
(1) 総 論	宇田川毅志	11・29
(2) 各社製品		
①熱間成形用 焼入・焼戻省略鋼	宇田川毅志	11・31
②熱鍛非調質鋼『KNFシリーズ』	松ヶ迫亮廣	11・32
③クラッキングコンロッド用鋼	宮越 有祐	11・33
4. 熱処理時間短縮鋼		
(1) 総 論	田中 優樹	11・34
(2) 各社製品		
①熱処理時間短縮可能なTi添加肌焼鋼『TMAX』	井手口貴弘	11・36
②軟質冷間鍛造用鋼『スーパーマイルド鋼』	西島 良二	11・38
5. パテンチング省略鋼 (ばね鋼、高強度ワイヤー)		
(1) 総 論	磯 新	11・40
(2) 各社製品		
①スチールコード用鋼	須田 澄恵	11・42
②高強度橋梁ケーブル用線材	磯 新	11・43
6. 易切削加工鋼		
(1) 総 論	福岡 和明	11・45
(2) 各社製品		
①低炭素鉛フリー快削鋼	長谷川達也	11・47
②被削性に優れる60HRC級プリハードン鋼『SLD [®] -f60』	本多 史明	11・49
Ⅲ. 会員メーカーの工程省略鋼		
		11・51
JFEスチール(株)		
【業界の動き】		毎号掲載
【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		毎号掲載
▲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)		毎号掲載
▲特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別メーカー在庫の推移		毎号掲載
▲特殊鋼鋼材の流通在庫の推移 (商社+問屋)		毎号掲載
▲特殊鋼鋼材の輸出入推移		毎号掲載
▲関連産業指標推移		毎号掲載
▲特殊鋼需給統計総括表		毎号掲載
【倶楽部だより】		毎号掲載
【特殊鋼倶楽部の動き】		毎号掲載
◇お知らせ		
2年連続、関西高機能金属展に特殊鋼倶楽部として出展		5・60
第241回西山記念技術講座		5・61
第72回白石記念講座		9・54
第242回西山記念技術講座		9・57
6年目、高機能金属展 東京展に特殊鋼倶楽部として出展		11・63
【会員会社一覧】		毎号掲載