

# 特殊鋼

2014  
Vol.63 No.1

1

*The Special Steel*

特集／がんばる日本の特殊鋼～さらなる発展を目指して～



# 特殊鋼

# 1 目次 2014

## 【編集委員】

委員長	並木 邦夫 (大同特殊鋼)
副委員長	甘利 圭右 (平井)
委員	杉本 淳 (愛知製鋼)
〃	小椋 大輔 (神戸製鋼所)
〃	西森 博 (山陽特殊製鋼)
〃	川添 健一 (新日鐵住金)
〃	本田 正寿 (大同特殊鋼)
〃	内藤 靖 (日新製鋼)
〃	石川流一郎 (日本金属)
〃	宮川 利宏 (日本高周波鋼業)
〃	西 徹 (日本冶金工業)
〃	加田 善裕 (日立金属)
〃	山岡 拓也 (三菱製鋼室蘭特殊鋼)
〃	中村 哲二 (青山特殊鋼)
〃	池田 正秋 (伊藤忠丸紅特殊鋼)
〃	岡崎誠一郎 (UEX)
〃	池田 祐司 (三興鋼材)
〃	金原 茂 (竹内ハガネ商行)
〃	渡辺 豊文 (中川特殊鋼)

## 「平成26年新年挨拶」

……………	一般社団法人特殊鋼倶楽部 会長 武田 安夫	1
-------	-----------------------	---

## 《年頭所感》

「年頭に寄せて」……………	宮川 正	3
「参謀と番頭について考える」……………	竹内 誠二	4
「年頭所感」……………	高木 清秀	5
「年頭所感」……………	藤岡 高広	6
「継続的な成長のために」……………	後藤 隆	7
「年頭所感」……………	那須 七信	8
「年頭所感」……………	中川 智章	9
「年頭所感」……………	宮楠 克久	10
「年頭所感」……………	安武 雄二	11
「日本の四季」……………	平木 明敏	12

## 《需要部門の動向》

自動車工業……………	一般社団法人日本自動車工業会 豊田 章男	13
産業機械……………	一般社団法人日本産業機械工業会 片岡 功一	15

## 【特集／がんばる日本の特殊鋼～さらなる発展を目指して～】

### I. 総論

1. 特殊鋼業界の発展に向けて	…………… 経済産業省 製造産業局 鉄鋼課 市丸 純	18
2. 特殊鋼の未来に向けて	…………… 九州大学 鉄鋼リサーチセンター 菊池 正夫	21

### II. 各鋼材の技術動向

1. 構造用鋼……………	愛知製鋼(株) 杉本 淳	26
2. 工具鋼……………	日立金属(株) 加田 善裕	30
3. 軸受鋼……………	山陽特殊製鋼(株) 藤松 威史	33
4. ばね鋼……………	(株)神戸製鋼所 増田 智一	36
5. ステンレス鋼……………	日本冶金工業(株) 矢部 室恒	39

6. 耐熱鋼および耐熱合金……	大同特殊鋼(株)	植田 茂紀	43
7. 高張力鋼板……	JFEスチール(株)	瀬戸 一洋	46

### Ⅲ. がんばる我が社の新製品・新技術

熱処理省略鋼 (KTCH、KNCH)	(株)神戸製鋼所	小椋 大輔	49
窒化粉末ハイスSPM X4N……	山陽特殊製鋼(株)	前田 雅人	50
高耐食クラッド鋼板……	JFEスチール(株)	西村 公宏	51
ディーゼルエンジン用高耐圧コンレール用鋼のご紹介	新日鐵住金(株)	青山 敦司	52
スリムバッチ真空浸炭炉 “シンクロサーモ <sup>®</sup> ”	大同特殊鋼(株)	廣野 靖昌	53
制振合金 ZMG <sup>®</sup> 566……	日立金属(株)	竹原 隆司	54
“特集” 編集後記……	大同特殊鋼(株)	本田 正寿	55

---

■業界の動き	56
▲特殊鋼統計資料	59
★倶楽部だより (平成25年10月21日～12月10日)	63
☆特殊鋼倶楽部の動き	64
☆一般社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧	65

---

#### 特集 / 「がんばる日本の特殊鋼～さらなる発展を目指して～」編集小委員会構成メンバー

役名	氏名	会社名	役職名
小委員長	本田 正寿	大同特殊鋼(株)	特殊鋼製品本部 自動車材料ソリューション部 主任部員
委員	宮川 利宏	日本高周波鋼業(株)	営業本部 条鋼営業部 担当次長
〃	西 徹	日本冶金工業(株)	高機能材営業推進部 次長
〃	加田 善裕	日立金属(株)	高級金属カンパニー 特殊鋼事業部 技術部長
〃	金原 茂	(株)竹内ハガネ商行	技術部長



## 新年あいさつ

# 「平成26年新年挨拶」



一般社団法人特殊鋼倶楽部 会長 **武田 安夫**

新年あけましておめでとうございます。平成26年の年頭に当たり一言、ご挨拶を申し上げます。

昨年一年を振り返りますと、今後の発展に期待が持てる転換点の年であるとともに、これを確実にするためには山積する課題へ取り組みが不可欠であることがさらに認識された一年ではなかったかと思えます。

わが日本経済は、いわゆる3本の矢による経済政策、すなわち大胆な金融政策、機動的な財政政策、将来への成長戦略により、超円高という環境が是正され、足元では消費税増税を前にして建設、住宅、自動車等の需要増加もあり、企業業績も一部ではありますが改善の動きがあります。さらに2020年の東京オリンピック招致決定は将来への大きな発展につながり、デフレ脱却への期待が高まっておりますが、こうした動きが本年も継続することを願っております。一方、今後の経済に大きなインパクトを及ぼすエネルギー問題への取り組みをはじめとして、いわゆる6重苦の改善は今後に残されております。26年はこうした課題に正面から取り組んでいただきたいと考えております。TPP交渉につきましても本年が正念場かと思えます。貿易立国として生きる我が国にとって、TPPは重要な課題です。現政権の決断とリーダーシップに期待しております。

また、4月からは消費税が8%となり、来年10月には10%になる予定です。こうした機会に医療、年金、介護等の社会保障問題についても抜本的な取り組みを図っていただき、一生懸命頑張っている我が国のものづくり産業が将来に期待が持てる1年にしていただきたいと思えます。

さて、日本の鉄鋼業、特殊鋼業の状況ですが、2013年は粗鋼生産で、前年比300万トン増加で、1億1,000万tを超えることができました。特殊鋼鋼材生産につきましては、2,020万トンでこれも前年

比10%増ということで、2,000万トンの大台を確保することができました。これは自動車をはじめとする需要業界の生産の回復によるものです。自動車については、足元の国内販売は、消費税増税前の駆け込み等もあり堅調に推移しております。また、輸出も北米市場向けを中心に増加傾向にあります。一方、中国、インド等の新興国では緩やかな需要拡大となっておりますが、いずれにせよ特殊鋼最大の需要産業である自動車の生産拡大により、特殊鋼業界は回復に向かっていけると言えます。一方建設機械は、中国市場は底をうったとの観測もありますが、資源国での鉱山機械の需要は低迷したまま回復がみられない状況です。

総じて、特殊鋼鋼材生産は昨年及びリーマンショックのあった21年を除けば、2,000万トン台の生産を維持しております。需要業界の海外進出が拡大する中でこれだけの特殊鋼生産を維持できたのは特殊鋼はまさに高度な機能商品であり、設計-加工-素材の木目細かい擦りあわせ技術の結晶で、技術を中核にした需要業界との強固なサプライチェーンがあったからに他なりません。こうしたサプライチェーンの重要性を改めて確認したいと思えます。

さて、平成26年についての展望ですが、4月の消費税アップの反動による需要の縮小を懸念する声があります。全国に広がる電力問題、電力価格高止まりも心配です。アジアを中心に特殊鋼需要は更なる成長が見込まれますが、内需の拡大はあまり望めず、需要業界の海外展開により需要が空洞化する恐れもあります。世界的な鉄鋼生産能力の過剰が認められる中でさらなる能力拡大を目指す動きがあり、今後、世界的規模で鉄鋼通商問題が頻発する可能性は無しとはいえません。自動車のハイブリッド化の影響はそれほどでないにしても、電気自動車が進むと特殊鋼の需要そのものが

減少するのではないかという怖れもあります。さらに言えば、少子高齢化の進展等でわが国におけるものづくりの基盤が維持できるのかという心配もあります。特に、電力を中心とするエネルギー政策については、特殊鋼業界の死活問題であり、昨年12月の総合エネルギー調査会で示された「原子力は重要なベース電源である」ことを早急に具体化し、安全性の確保を大前提に原発の早期再稼働が強く望まれるところです。

以上のように特殊鋼業界には大きな解決すべき課題がありますが、我々日本の特殊鋼業界が発展せずしてものづくり産業の発展はありません。ものづくりのサプライチェーンの起点として、特殊鋼の果たす役割は誠に大きなものです。年頭に当たり、こうした我々の前にある壁や困難を直視し、先輩諸氏から受け継いできた経験と叡智とでこれら諸課題を乗り越え解決していくことを宣言いたします。さらに将来の発展の源である技術力と人材のさらなる向上を図っていきたいと思います。

特殊鋼倶楽部の活動は、こうした課題解決に貢献しなければなりません。

そのための第一歩は会員との対話の強化です。一般社団法人としての倶楽部の第一のミッションは会員のお役にたつことです。そのためには常に会員との対話を図り、会員ニーズを的確に把握し、必要なアクションを取ります。

第2に、会員の力を結集し、一人、或は1社ではなしえないことに挑戦していきます。先程申し上げたように多くの課題があります。これらに対処するためには会員が団結して、各社の力を結集することが必要です。そうした東ね役を特殊鋼倶楽部が果たします。

第3に、これまでの活動にとらわれない新しい業界としてのビジネスモデルを考案し、各社と協

力してさらなる発展基盤を構築します。グローバル経済の進行、ICTによるビジネス環境の急変等、新しい経済環境の中で新しい連携、協力が必要とされています。例えば、特殊鋼の製造、流通の各ステップの中でさらなる付加価値を乗せたサプライチェーンを構築するためには大学等の知恵を拝借する必要もあろうかと思えます。流通も含めた産学連携、これを技商連携と言っておりますがこうした連携を進めていきます。

第4に、鉄鋼、特殊鋼のプレゼンスの向上を図ります。特殊鋼の重要性につきましては先程申し上げたところでありますが、こうした点がなかなか世間で理解してもらえないところがあります。特殊鋼の価値を正当に評価して頂くためにもプレゼンスの向上は必要です。

第5に関係官庁とも連携を密にして国の政策や我々の活動を規定する課題の解決に取り組めます。我々だけの力では解決できない課題も多々あります。繰り返しになりますが、電力の安定供給、電気料金の高騰は我々にとって死活問題であり、また、日本の産業全体の国際競争力の低下にも繋がる極めて大きな問題であります。これらにつきましては是非政策的見地からのご支援をお願いしたいと思います。

今年馬年であります。十二支の午年は草木の成長が極限を過ぎて衰えを見せ始めるという意味があるそうですが、馬のごとく力強く大地を疾走する年になることをお祈りいたします。

特殊鋼業界が、この日本の製造業を下支えしていくことがこれからも持続できるように、会員の皆様とともに、気を引き締めて、頑張っ参りたいと思っております。

最後に特殊鋼倶楽部会員各社のますますのご発展を祈念いたしまして、私の新年の挨拶といたします。



## 年頭所感

# 「年頭に寄せて」



経済産業省 製造産業局長 みやがわ 宮川 ただし 正

平成26年の新春を迎え、謹んでお慶び申し上げます。

アベノミクスが始動してから約1年が経ち、我が国製造業にも、ようやく目に見える形で希望の灯がともし始めてきました。リーマン・ショックや東日本大震災等による落ち込みを乗り越え、本格的な復活に向かって歩み始めた我が国製造業を後押しするため、私共、経済産業省製造産業局としては、以下の三つの施策に特に注力してまいります。

第一に、あらゆる政策資源を投入して国内事業環境を整備してまいります。まず税制面からのサポートとして、車体諸税の減税や生産性向上設備投資促進税制、事業再編促進税制の拡充等を実施してまいります。また、昨年成立した産業競争力強化法に盛り込まれている企業実証特例制度やグレーゾーン解消制度をフル活用することで、規制緩和の新しい枠組みを創設し、果敢にチャレンジする企業を応援してまいります。

第二に、スピード感のある実用化・事業化へとつながるイノベーションの推進に努めます。具体的には、チタン合金、炭素繊維及び革新鋼板等の革新的構造材料の技術開発、再生医療の産業化、ロボット介護機器の開発・導入促進、次世代型産業用3Dプリンターの開発等に取り組んでまいります。自動車関係につきましても、これまでの次世代自動車の導入促進に加えて、世界に先駆けての自動運転システムの研究開発・実証にも着手してまいります。

第三に、グローバル市場の成長を我が国の経済成長に取り込むため、戦略的な国際展開を図ります。TPP、RCEP、更には日中韓FTA、日EU等の経済連携については、各国とも政治的に困難な課題を抱えており、厳しい交渉が予想されますが、我が国の国益にかなう最善の道を追ってまいります。

ともに、世界全体の貿易・投資のルール作りに、引き続き重要なプレーヤーとして参画してまいります。更には新興国等で急増しているインフラ需要についても、官民一体のトップセールスを通じて積極的に獲得してまいります。

景気回復の実感は徐々に広がり始めていますが、地域経済に目を転じると、まだまだ手放して楽観視できる状況とは言えません。本年四月には消費税率の引き上げも予定されており、対応を一步誤ると、景気の腰折れを招き、更なる成長に向けたチャンスを逸するという事にもなりかねません。まさに、ここが踏ん張りどころということで、「経済の好循環」を実現するため、皆様と共に誠心誠意、取り組んでいく所存です。

我が国は往々にして、「資源小国」と称されます。ところが幸いにも、我が国には、より将来性のある、世界最高レベルの技術力の蓄積がございます。天然資源を探り当てるには、地中深く掘り進めなければなりませんし、その量にも限りがあります。しかし、技術力という資源は、それを支える人材がいる限り、無尽蔵と言って良いでしょう。だからこそ私共は、我が国の技術力と人材がその可能性を最大限に発揮することのできるような環境作りを全力で進めてまいります。

「鉄は国家なり」という言葉があるとおり、鉄鋼関連産業は、経済、社会の発展に不可欠な素材を提供するとともに、国内における雇用の大きな担い手であり、日本の製造業復活、そして「経済の好循環」の鍵となる産業です。経済産業省としても、皆様の積極的な活動を引き続き支援してまいります。

末筆ながら、本年の皆様のご健康と御多幸を、そして鉄鋼関連業界の益々のご発展を祈念いたしまして、新年の御挨拶とさせていただきます。

平成26年元旦

# 「参謀と番頭について考える」



(一社)特殊鋼倶楽部 副会長 竹内 誠二

明けましておめでとうございます。

昨年は、記録的な猛暑に雨と風、世界各地での気象の変異に脅かされ人間の無力さを思い知らされた年でした。

景気のほうは、アベノミクス効果なのか粗鋼生産量は一昨年の1億700万トンを上回り暦年で5年ぶりに1億1千万トンを超えるのではないかとされています。特殊鋼も暦年で2年ぶりに2千万トンを超える勢いにあります。専門誌によると昨年の10月の景気動向調査で全国六地区が過去最高を更新し国内景気の上昇は地方経済にも及んでいると報じられています。我々流通に浸透してくるのにはもう少し時間が掛かりそうですが、何れにしても良い方向に向かっているのは間違いありません。

今年のNHKの大河ドラマは豊臣秀吉の部下で異彩を放っていた『軍師・黒田官兵衛』です。生涯50数回の戦いで一度も負け戦に遭遇していない強運の持ち主であり、知略・調略を駆使して戦わずして勝つことに長けていた武将と伝えられています。難攻不落を誇っていた小田原城の無血開城も官兵衛の功績だと言われている。特に、秀吉を天下人に送り出すきっかけとなった本能寺の変を聞き、日本史上屈指の大強行軍、備中高松城から京までの200kmを僅か10日間（一説には8日間）で2万人の兵士を移動させたという中国大返しの離れ業を見事やり遂げた豪腕の参謀、この大壮挙をテレビの画像でどう描くのか今から楽しみです。そして秀吉側近の重鎮として盤石の地位にありながら、有り余る才能ゆえに警戒され、秀吉の次の

天下人と噂の俎上に挙がるや第一線から鮮やかに身を引いて隠居の道を選び和歌や茶の湯を楽しみ、敬虔なクリスチャンとして信仰を貫いた人間味溢れる人物と言われております。私は、この引き際の潔さに魅力を感じると共に男の出処進退は斯くありたいと思っております。三国志にも出てきますが「いかなる名将も老いれば凡将になる」のとえどおり、自ら老いる前に家督を譲ったのかも知れません。

さて、現代の企業活動においてもトップを補佐する名参謀がいます。プロ野球チームにも各球団に参謀役が必ずいます。監督を補佐し試合の流れを読み、選手のコンディションを把握し適切な情報を分析し監督に具申するという大切な役目です。以前はこの参謀役としての番頭さんが各企業にいました。政財界の番頭役として活躍した人も多数いました。今は番頭という古めかしい呼び方は温泉旅館ぐらいしか残っていませんが現代社会では番頭=専務、常務と名を代えて残っています。有力企業にはこのNO2、NO3がしっかりしていると云っても過言ではないでしょう。カリスマ性のあるトップが全軍を率いて突っ走っている例外的な企業もありますが極めて少ないと思います。我々の特殊鋼流通業でもこの名参謀、名番頭と言われた人が数多くいましたが、時代の流れなのか最近あまり目立たなくなりました。名参謀、名番頭の復活が待たれるところですし大いに期待したいものです。

〔(一社)全日本特殊鋼流通協会 会長〕  
〔(株)竹内ハガネ商行 代表取締役社長〕

# 「年 頭 所 感」



(一社)特殊鋼倶楽部副会長 高木 清 秀

新年あけましておめでとうございます。

私が生まれ育ったのは鳥根県の出雲。縁結びの神様として知られる出雲大社は昨年、伊勢神宮と時を同じくして平成の大遷宮を執り行い、大いに賑わいました。幼い頃から年末年始は、華やかな紅白歌合戦から一転厳かな行く年来る年を観て、一度床についてから、改めて朝4時に起きて出雲大社の大神主である大庭神社に家族で初詣に行くのが習わしでした。寒風が通り抜ける神殿で足のしびれを我慢して宮司さんの祝詞を訳も分からず聞いていたことを思い出します。「家内安全」。どうか平穏な一年でありますようにと手を合わせる姿は、昔も今も日本人の変わらぬ姿です。

昨年を振り返ると、総じて平穏な一年でした。安息であることの貴重さ、大切さを慈しむように感じた一年だったのではないのでしょうか。ヒルズ族に象徴されるミニバブルが2008年9月のリーマンショックで吹っ飛び、為替は75円台まで円高が進みます。翌11年には3/11東日本大震災と原発放射能汚染事故が発生します。海外ではギリシャに端を発した債務危機が欧州全域を襲いました。アジアではタイの洪水で4ヶ月間操業停止に追い込まれた企業もありました。2012年には民主党の外交の弱さを突いて尖閣問題が一気に表面化します。そしてこの年の12月に3年3ヶ月続いた民主党政権は野田内閣の下で衆議院選で大敗し幕を下ろし、12月26日に第96代第二次安倍内閣がスタートします。新政権が掲げた三本の内、少なくとも二本の矢は的のど真ん中を打ち抜き、国会は衆参の捻じれがなくなり、物事を決める力を取り戻した日本丸は再生に向けて動き出しました。黒田日銀は異次元の金融緩和で市場に充分過ぎるインパクトを与え、円高是正が始まり、株式市場も8,434円の民主党時代の最安値から失われた時間を取り

戻すかのように右肩上がりで見舞われます。そして何よりも昨年一年は、これまで毎年繰り返されていたような国家を揺るがすような大災事はありませんでした。平穏な一年。安倍内閣の、運も実力のうち、というところでしょう。

円高、株安の二重苦から解放され、鉄鋼業界もしっかりと足元を固め、より長期を見据えた経営に取り組み始められたのではないかと思います。約20円の為替の是正は産業界全体に収益の底上げをもたらしたのは確かです。そして2020年東京オリンピックの開催決定は、その経済効果は3兆円とも7兆円とも言われ、冷え切った土木・建材需要反転に向けて長期間のコミットメントを与えました。皇室を代表された高円宮久子様のご知性と教養に溢れたプレゼンテーションには日本人の誇りすら感じました。「お・も・て・な・し」は忘れていた日本の心を言葉で思い起こさせてくれました。リーマンショックと3/11震災を乗り越えて、日本人は絆を確認しながら、自信を取り戻しつつあることを実感します。

停滞の20年から再生の10年に向けて上々の滑り出しをしたアベノミックスも、抱える課題は大きなものがあります。近年毎年のように起きた惨事の根っ子の部分は実は何も解決されていないのが実態です。隣国の中国、韓国との関係修復のシナリオはあるのか、消費税アップ後の需要減退を支える効果的な三本目の矢は放たれるのか、輪転機を回し続けた先の出口戦略は機能するのか、思えば切がありません。それらはさて置いて、まずは安定を取り戻した日本経済を実感し、穏やかに迎えられる新年に感謝し、今年一年の日本の「家内安全」に手を合わせたいと思います。

〔株)メタルワン 執行役員線材特殊鋼・ステンレス本部長〕



# 「年 頭 所 感」



愛知製鋼株  
取締役社長 ふじ おか たか ひろ  
藤 岡 高 広

新年、明けましておめでとうございます。2014年の年頭にあたり、一言ご挨拶を申し上げます。

昨年の日本は、東京株式市場初日の大発会が11年ぶりという異例の活況で始まったことに象徴されるように、「アベノミクス」や、景気回復に対する大きな期待感でスタートした年でした。

事実、株価は上昇し、株高による資産効果や、企業収益の回復とともに、雇用環境も緩やかに改善したことから、消費者マインド、企業マインドとも、国内経済の好況を実感し始めたのではないかと思います。

また、「日本」の名を世界に大きく再認識させる明るい話題もありました。6月には富士山がユネスコの世界文化遺産に登録され、9月には2020年のオリンピック・パラリンピックの開催地に東京が選ばれました。これらもまた、観光業界や、建設・土木などの業界を中心として、将来に向けた好況感を後押しする良い材料であったと思います。

更に、前年には1ドル80円前後で推移していた為替も、半年ほどで一気に90円台後半から100円前後まで推移し、この追い風を受けて、昨年の中間期決算においては、輸出型企業は軒並み過去最高益を記録するほど、久々に沸きあがりました。私ども特殊鋼業界の主要顧客である自動車業界もそのひとつで、そういった点では非常に喜ばしい傾向の年であったといえます。しかし残念ながら、円安については全ての産業界にとって追い風だったわけではなく、我々特殊鋼業界にとっては、原料、電力などを始めとする諸々のコストアップという大きな逆風となって立ちほだかる形になりました。

今年2014年、私たちはこの逆風と戦っていかなければなりません。円安による輸入原材料値上

りの影響は一般消費財にまで及び、いろいろな物の価格が上がっていきます。また、4月には消費税の増税もあります。足元の好況感を簡単にふっ飛ばしてしまうような様々な変化が危惧されるころであります。

世界の景気動向を見てみますと、アメリカは若干回復基調、ユーロ圏は底堅いというものの、鉄鋼需要が期待される中国、アセアン、ブラジル、ロシアなど新興国の見通しは不透明で、世界経済の不安定さは否めません。

国内の足元こそ好況感があるものの、それと相反する急減速の懸念や、世界各国経済の不透明感、不安定感、そして先にも述べた特殊鋼業界の厳しい状況など、今年は、私たちにとって混沌とした、決して楽観できない年になりそうです。

昨年、私は社内の年頭挨拶で社員に対し、イギリスの哲学者であり社会学者でもあったスペンサーの「適者生存」を説き、このような環境の変化に対し、危機感とスピード感を持って対応し、厳しい時代を生き残ろう、と鼓舞しました。今もその気持ちは変わりませんが、それを踏まえた上で、更にもうひとつ大事なことがあると感じています。それは「原点回帰」です。

変化への対応は大切ですが、それによって「らしさ」を失ってははいけません。従業員の一人一人が、危機感と当事者意識を持ち、自ら考え、自ら改革を繰り返し行動すること、そして革新的なアイデアをもって「原点回帰」し、その会社の「らしさ」を追求した上で、新しい価値を作り出すことが、企業の将来を切り開く大切な鍵だと考えます。

最後になりましたが、特殊鋼業界、およびそれに携わる全ての皆様のご健勝・ご発展を祈念いたしまして、新年の挨拶とさせていただきます。

# 「継続的な成長のために」



（株）神戸製鋼所  
常務執行役員 後藤 隆

皆様、あけましておめでとうございます。平成26年の年頭にあたり一言ご挨拶申し上げます。

昨年平成25年を振り返りますと、自動車分野の需要は国内での生産水準回復に加え、北米を中心に海外向けでも堅調に推移しましたし、建築分野でも「アベノミクス」と言われる景気刺激策や消費税増税の影響などで需要は旺盛な状況が続きました。また、行き過ぎた円高の是正により輸出環境も好転し、結果的には年初予想を上回る需要が創出された年でありました。

一方で、コスト面では鉄鉱石や石炭、スクラップなど原料価格は高止まりし、電気料金の値上げが実施されるなど各社メタルスプレッドの確保に苦心した1年とも言えるのではないのでしょうか？

さて、迎えた平成26年はどんな年になるのでしょうか？足元、為替変化によって、日本材の相対的な価格競争力が一時的に回復し、一部には現地調達化のスピードがやや鈍化したケースも散見されますが、中期的には需要地で生産を行い、現地で部品や資材を調達したいという需要家のニーズに大きな変化はないと思われます。

ユーザーの海外移管やそれに伴う現地調達化は着実に進んでいくとみるべきでしょうし、それに対する備えが必要であるという状況には何ら変化がないと思われます。こうした環境に我々日本の特殊鋼業界はいかに対応していくべきなのでしょうか？

まず第一にやるべきことは、自らを客観的に評価することだと思います。マーケットにおいて、自らがどのようなポジションにいるのか？強みは

どこで、何がウィークポイントなのかをしっかりと把握し、品質や生産技術、開発力など、競争力のある部分はさらに強化し、弱点は修正していくことが肝要かと思われます。

第二のポイントは市場の動きをいかにタイムリーに把握するかということではないかと思います。

各所で言われていることですが、変化のスピードがとにかく速くなっています。こうした変化に対応して、商品開発や生産体制の整備等、必要なアクションをスピーディーにとっていかなければいけません。口でいうのは簡単ですが、場合によっては過去に成果を上げたやり方を捨てる覚悟が必要になってきます。

第三には関係者間の連携強化を挙げたいと思います。Supply Chain Managementという言葉が盛んに使われておりますが、日本企業の強みの一つに関係者の連携力があると思います。メーカー、流通、そして、お客様が一体となり、企業や組織の垣根を越えて協力していく。これがまさに日本流のSupply Chain Managementであり、これこそ、品質や技術開発力と並んで、我々が世界に誇れる強みであると信じて疑いません。

グローバル化の波は今年も我々に様々な課題を投げかけてくるでしょう。そうした課題に真摯に取り組み、一つ一つの問題を解決していくことで、日本の特殊鋼が真の強さや柔軟性をつけていく。みなさんで力を合わせ、継続的な成長の足掛かりの年といたしましょう。

最後になりますが、皆様の益々のご健勝とご発展を祈念して新年の挨拶とさせていただきます。

# 「年 頭 所 感」



JFEスチール(株) 常務執行役員 **那 須 七 信**

平成26年を迎え、謹んでお慶び申し上げます。  
年頭にあたり、昨年を振り返りながら一言ご挨拶を申し上げます。

昨年は、伊勢神宮式年遷宮や出雲大社平成の大遷宮、2020年の東京オリンピック開催決定など、今後の日本のさらなる飛躍を予感させる出来事が多い節目の年だったように思います。

国内においては、アベノミクス効果の発現により、超円高の修正、株価上昇と、金融指標が好転し、経済的に明るい雰囲気の中、自動車分野や、震災復興関連・排ガス規制強化に伴う建機分野の駆け込み需要、さらに補正予算の実現による土木・建築分野の堅調さ等が日本経済を牽引しました。

ただ一方、為替影響も含めた鉄鋼原料、スクラップ、電力料金、副資材など、製造に関わるコストが、軒並み上昇してしまいました。

こちらについては最大限コストダウンに努める一方で、お客様に丁寧に説明をし続け、ご理解頂くことに努めて来ました。

今年は、消費増税の年であり、昨年の駆け込み需要の反動、個人消費の下押しが懸念されますが、現政権は、公共投資や企業向け減税など、5兆円規模の経済対策や政策減税を用意しているようです。為替が現状レベルで推移すれば、今の好調さは続く可能性は高いと考えます。日本経済は一昨年までの閉塞感からは、完全に脱却したと言えるのではないのでしょうか。昨年開催された東京モーターショーでは世界初披露のワールドプレミアが前回から約4割増えるなど、国際的にも、日本経済の復調に期待を寄せているのだと思います。

我々特殊鋼業界も、建機など一部分野に懸念は

あるものの日本経済の復調と共に徐々に明るさを取り戻しているところだと感じています。

とは言うものの、かつてのような右肩上がり一辺倒の経済成長が望めるわけではなく、そのような中、我々がすべきことは、気を緩めることなく、今までの取組みを継続していくことだと考えます。

超円高が修正されましたが、国内の各業界のお客様が海外移転・現地調達化に成長シナリオを見出し、それを推し進めることは中長期的には変わらない動きでしょう。

その動きにあわせ、引き続き流通・加工各社の皆様と連携を取りながら、サプライチェーンの構築に努めていかなければなりません。

弊社としても、韓国、中国、インドネシアなどお客様の拠点がある地域で、関係各社の力添えも得ながら、継続して進めていきたいと考えています。

また、このようなグローバル化など大きな環境変化がある中においても、原点に立ち返り、常に忘れてはならないのは、お客様本位の対応、だと思います。

日本特殊鋼業界には、お客様からの厚い信頼があると信じています。これらはお客様の立場に立った、細かい納期対応、品質改善、商品開発などの長年の積み重ねであり、一朝一夕に得られるものではありません。この信頼がある限りどのような経済環境下であっても、生き残り、さらなる発展が出来るものと信じています。

最後になりましたが、特殊鋼業界に携わる皆様方に取りまして平成26年がさらなる発展の輝かしい年となりますよう、祈念致しまして、新年の挨拶とさせていただきます。

# 「年 頭 所 感」



新日鐵住金(株) 執行役員 なか がわ とも あき 中 川 智 章

新年明けましておめでとうございます。年頭にあたり、一言ご挨拶申し上げます。

昨年を振り返りますと、世界経済においては米国・欧州の堅調な景気回復が継続する一方、中国及び新興国経済が伸び悩むという、一昨年の状況が継続しました。しかしながら日本経済においては、2012年末より自民党安倍内閣により打ち出されたいわゆるアベノミクスによって、デフレ脱却に向け大きく環境が変化しております。大規模な金融緩和策により為替相場が円高修正されたことは、日本企業にとっては適正な競争環境でのビジネスチャンスをもたらし、とりわけ製造業においては業績回復の大きな分岐点となりました。株価についてもリーマンショック前の水準まで回復し、安定した緩やかな成長局面に入ったと言えます。7月にIMFにより発表された世界経済成長率見通しにおいては、先進国・途上国を問わず下方修正が多い中、日本においては上方修正となっていることも景気回復を鮮明に表わしていると言えます。

特殊鋼業界においても、建産機向けの調整はあるものの、主要需要分野である自動車向け数量が拡大、総じて業績回復基調が継続しております。但し、国内市場の成熟に加え、円高修正局面においても自動車・自動車部品の海外生産シフトは着実に進行しており、また電力・スクラップ・原燃料等、特殊鋼の国内生産におけるコストアップ要因が顕在化するなど、今後も予断を許さない状況が継続しております。

2014年に目を向けてみますと、世界経済におい

ては昨年同様の堅調な経済成長が見込まれており、米国においては好調持続、不安定だった欧州経済もプラス成長に転じ、中国や新興国においても成長率の鈍化はあるものの、昨年同様の成長が見込まれています。日本国内においては、4月に導入が決定されている消費増税、東日本大震災からの本格復興、2020年招致が決定したオリンピック開催に向けたインフラ整備等、日本経済における財政基盤固めと経済本格回復への足場固めの年になると言えます。

このような展望の中、我々特殊鋼業界として更なる競争力強化を進めていく上で必要とされるのは、まず第一に需要家と一体となった品質改善・商品開発の深化であります。自動車をはじめとする様々なお客様の要請に応え、グローバルでも競争力を発揮できるよう、一体となった価値向上活動を継続していくことが必要です。次に不断のコスト改善活動であります。円高修正影響を含めた資源価格の高止まりや、電力価格上昇等といったコストアップ要因が顕在化する中、材料から加工までを一貫で捉え、技術開発力を活かしたコスト改善を積み重ねていくことが必要です。また、こうした活動を通じて日本の特殊鋼が果たしている役割や価値をお客様に適切に認識・評価していただくことも、当業界の持続的発展の為には不可欠です。

最後になりましたが、特殊鋼業界ならびに皆様方のご発展とご健勝を祈念いたしまして、新年の挨拶とさせていただきます。

# 「年 頭 所 感」



日新製鋼(株) 常務執行役員 みや くす かつ ひさ  
宮 楠 克 久

平成26年を迎え、謹んで新年のお慶びを申し上げますと共に、年頭にあたりましてのご挨拶を一言申し上げます。

平成25年度の鉄鋼業界を振り返ってみますと、一昨年の尖閣問題による影響は様々な産業に影響を及ぼし、特に日系自動車販売・生産の急減という状況は、昨年前半まで影響を残した形となりました。一方、国内の復興需要は本格化し、年後半には消費増税前の駆け込み需要の発生で、住宅、自動車、家電などで高水準の生産となり、鉄鋼需要も大きく増加しました。また、政権交代後に進められた強力な金融緩和策と円安効果を追い風に、輸出企業を中心に回復基調が鮮明となりましたが、特に米国経済の回復によるところが大きく、反面、中国、インドの成長率鈍化やASEANも景気停滞感が強くなってきており、先行き不透明感の残る中での年明けとなりました。

そうした中、今年の鉄鋼業界は、引き続き堅調に推移するであろう米国経済と国内市場においては円安効果もあり、輸出産業向け需要が堅調に推移すると思われませんが、4月の消費増税に向けての一時的な駆け込み需要増とその反動減という極端な変化が懸念されます。特に足元は、昨年後半からの活動水準の上昇で急速に需給がタイト化しておりますが、その反動を考えますと、安定供給はもちろんのこと、需要変動に柔軟に対応すべく国内外の情勢にアンテナを張り巡らすことが必要と思われま。

特殊鋼業界におきましても、建設機械、産業機

械分野が今ひとつ盛り上りにかける中、需要の中心である自動車産業でも国内生産は縮小傾向に向かい、更に軽自動車やハイブリッド車の比率増といった需要構造の変化による特殊鋼需要の減少は避けられそうにありません。最終製品の海外需要の比率が更に高まりつつある中で、円安と云えど、需要家の海外生産拡大と鋼材の現地調達という方針はより強く表面化しており、依然、輸出製品、部品の比率が高い特殊鋼分野には、どう対応していくのが喫緊の課題となっております。

特殊鋼を取り巻く需要環境は、既に国内だけでなく、グローバルな情勢に大きく左右される時代となっており、徹底した合理化・コスト削減を推し進め、海外メーカーと戦うためのコスト競争力、品質競争力をより一層磨くことが必要です。

また、お客様のニーズに対応した高機能な商品の開発と加工・成型技術まで踏み込んだソリューション提案により、お客様とともに新たなマーケットの創造に取り組むことが非常に重要になっています。

グローバルに戦える競争力とマーケットの創造力は、お客様から期待されるとともに我々自身が生き残るために必要な力であり、製造現場だけでなく、企画、営業といった全ての部門の知恵と工夫を結集し、スピード感を持って一層ブラッシュアップすることを強力に進めていきたいと考えております。

最後になりますが、特殊鋼業界の益々のご発展とそこに携わる皆様方のご健勝を祈念いたしまして、念頭の挨拶とさせていただきます。

# 「年 頭 所 感」



日本金属(株) 専務取締役 **安 武 雄 二**

皆様、新年あけましておめでとうございます。平成26年の年頭にあたり、一言ご挨拶申し上げます。

昨年を振り返ってみますと、我が国経済は、自民党政権下における所謂“アベノミクス”による大胆な金融政策、機動的な財政政策並びに民間投資を喚起する成長戦略に対する景気高揚への期待感と米国経済の回復基調、2020年東京オリンピックの開催決定などマインド面の改善が感じられました。更に、本年4月からの消費税引き上げに対する新築マンションや自動車などの耐久消費財の駆け込み的な需要増など様々な要因が重なったこともあり、経済環境としては久しぶりにフォローウインドーが吹いた1年と言えるのではないのでしょうか。实体经济におきましても、円安効果に後押しされた自動車産業を中心とする輸出産業の回復もあり、当社の需要も堅調に推移した年でありました。

しかしながら、世界の経済成長率は、これまで景気回復を牽引してきた中国などの新興国の景気に陰りがみえはじめているところから下方修正されており、欧州につきましても先行き不透明な状況で、予断を許さない状況にあります。更に、中国市場などでは需要を上回る生産能力があるにも係わらず、設備増強が進んでおり市況は極めて脆弱な状況と言わざるをえません。

このような環境下で急速に競争力をつけてきた中国、台湾、韓国企業との国際競争において、かつてのように品質の優れた日本製品が品質に見

合った価格で販売できる状況になく、むしろ、単純に単価差が需要を左右してしまうような現況でありました。

そのような中で、今後、日本企業が新興国各国の製品に対する優位性、言い換えれば“差別化”を如何にして創出していくかが問われている時代に入ったと感じています。例えば、製品価格は、そのもの自体の価格だけではなく、需要家の期待するあるいは潜在的に期待している“サービス”に付加価値を生み出していく必要があるのではないのでしょうか。このサービスとは、品質・コスト・納期は無論のこと、素材から最終製品までのトータルコスト（需要家の生産性、歩留向上によるコスト低減効果など）と技術サービスを含むアフターケア、需要家目線での諸課題に対する対応スピードと確実性などであり、これらを如何に分かりやすく明確に、しかも、業種・地域・時期など包含して需要家にご理解いただけるパフォーマンスを示せるかが企業の力だと考えます。当社におきましても、技術の研鑽は今まで以上に行っておりますが、さらに今申し上げた、「付加価値は、営業が生み出せ」をモットーに営業力の向上に積極的に取り組んでおります。

今後、海外進出企業における素材の現地調達の変遷の加速など、今後ますます厳しい環境が続きますが、長年培ってきた英知と技術で特殊鋼各社様がますます業績を伸ばし、飛躍する1年となることを祈念いたしまして年頭の挨拶といたします。

# 「日本の四季」



日立金属(株) 事業役員常務 高級金属カンパニープレジデント 平木 明敏

新年明けましておめでとうございます。

新たな気持ちで、この一年頑張っていきましょう。

昨年は、日本全体が少し元気になった一年でした。新政権によるアベノミクス効果で超円高が是正され、経済は活気を取り戻しました。自信を失っていた日本の製造業も息を吹き返しました。更には2020年の東京オリンピック開催も決定し、日本国民は元気になりました。久しぶりに明るい話題の多い一年だったと思います。

今年は、どうだろうか？為替は、現在の米国経済の状況を考慮すると、期待値も込めて1ドル=105円前後で推移するのではないかと予想します。経済環境も、少なくとも前半は、現在の好調を維持すると見ています。後半は読みにくいのですが、大幅な減速はないと考えます。ただ、我々としては、何が起きても対応できる施策と心構えは今から準備しておく必要があると思います。

ここから話題を変えて、日本の四季に関して少し述べさせていただきます。昨年の記録的な猛暑は、今でも記憶に新しいと思います。日本も亜熱帯気候になってしまうのではないかと危惧したのですが、不思議なもので時が経てば秋になり、そして寒い冬になっていました。特に昨年の秋の紅葉は、夏の猛暑のお陰で格別に綺麗でした。私も紅葉狩りを満喫し、日本の四季の素晴らしさを再認識したものです。昨年の流行語になった日本独特

の「お・も・て・な・し」の文化は、この日本の素晴らしい四季から生まれたとも言われています。

昨年ある会合で、お取引先の社長と話をする機会がありました。その社長が「会社にも四季があった方が良いのだ」と言われました。一瞬何のことかなと思ったのですが、少し考えると、なるほど分かり易い比喻だと感心しました。一昨年の2011年は、超円高の定着、欧州危機の長期化、日中関係悪化、エネルギー問題と我々製造業にとっては、まさに厳冬でした。ただ厳冬だったからこそ、我々は真剣に将来のことを考えました。危機感を生み、緩んだ雰囲気刷新し、足元を見つめ直すと共に、将来の芽へ経営資源を投入しました。これらを短期間で実行できたのは厳冬だったからです。平穏無事な温暖な季節だと、実行どころか考えもしなかつただろう。この厳冬に耐えたから、昨年のような春を感じる状況になった際、以前より成長した姿を見せることができたのです。長過ぎる冬や長過ぎる夏だけでは会社は良くならない。会社にも四季があった方が良いのです。

日本の四季が素晴らしいように、日本の製造業には環境の変化を真摯に受け止め、将来に向け行動に移す素晴らしさがあります。昨年自信を取り戻した日本の製造業ですが、この一年気を緩めずに更に精進し、将来に向け磐石の状態に持って行きたいものです。

# 自動車工業

## 年 頭 に 際 し て

一般社団法人日本自動車工業会 会長 <sup>とよ</sup> <sup>だ</sup> <sup>あき</sup> <sup>お</sup> 豊田 章 男

新年明けましておめでとうございます。年頭にあたりご挨拶申し上げます。

昨年は、リーマンショック以降、東日本大震災や超円高などの度重なる苦難を乗り越えようとす  
る民間の頑張りを、政府のアベノミクスで後押し  
頂き、ようやく日本経済が回復に向けたスタート  
ラインに立った年でした。

また、2020年のオリンピック・パラリンピック  
の東京開催決定は、日本に「夢」と「希望」を与  
えてくれました。

一方、東日本大震災の爪痕は依然として消し去ら  
れておらず、復興も道半ばであり、まだ以前の生活  
を取り戻せていない被災者の方が多くおられます。

本年はさらに復興が進展することをお祈り申し  
上げます。

昨年の世界の自動車市場を見ると、米国市場は  
好調が続き、欧州市場はようやく回復基調となる  
など、堅調に推移しました。他方、これまで急成  
長を遂げてきた新興国市場に減速感が見られ、本  
年は予断を許さない状況です。

国内市場については、昨年前半は前年割れが続  
きましたが、後半には消費マインドの改善などに  
より、回復の兆しが見えてきました。しかしなが  
らこの中には、本年4月の消費税増税前の駆け込  
み需要も含まれており、今後の国内市場の動向は  
楽観できません。

本年は、日本経済が回復基調から持続的成長へ  
と転換を図り、2020年という未来に向けたスター  
トを切る大変重要な年です。自動車業界としても、  
日本の基幹産業という気概を持ち、日本の「元気」  
「笑顔」を取り戻すために邁進してまいります。

当会としては、本年も「国内市場の活性化」「事  
業環境の改善」「安全・快適で持続可能なクルマ社  
会の創造」に注力してまいります。

### ◇ 国内市場の活性化

日本の自動車産業の競争力の源泉は、高い技術

力を持つサプライヤーや優秀な人材などに代表さ  
れる強固なものづくり基盤です。このものづくり  
基盤を守り続けるには、20年以上続く国内市場の  
縮小に歯止めをかけることが特に重要であり、昨  
年は、国内市場の活性化に向けた取り組みに注力  
致しました。

昨秋には、「大学キャンパス出張授業～経営トッ  
プが語るクルマの魅力～」と題して、各社トップ  
が大学に赴き、学生と直接対話するという試み  
を実施致しました。積極的に質問をする学生や、  
展示車両に笑顔で乗り込む学生の姿をたくさん目  
にし、私は、「若者は決してクルマに興味がないわ  
けではない」「彼らが目を輝かせるようなクルマを  
造りたい」という思いを強くしました。

「第43回東京モーターショー」では、国内外の  
メーカーに初公開のクルマを積極的に披露頂き、  
ワールドプレミア76台と、非常に注目度の高い  
モーターショーになりました。加えて、クルマ・  
バイクを体感する新たな企画である「お台場モ  
ーターフェス」を同時開催致しました。東京モ  
ーターショーでクルマを見る「静」の楽しみと、お  
台場モーターフェスでクルマに乗る「動」のワクワク  
感を一度に感じる事が出来る、言わば、「静と動」  
の織り成すハイブリッドモーターショーにな  
りました。新たなメディアイベント「Mobilit  
yscape Tokyo」では、会長副会長5人のリレー  
トークにより「日本のものづくりのDNA」などを  
プレゼンしたのに加え、メーカー14社が協力した、  
銅板製の「希望の一本松」の製作・披露など、多  
くの海外メディアの方々に、日本のものづくりの  
底力を感じていただくことができました。

その結果、モーターショーには前回（84万人）  
を上回る90万人のおお客様にご来場いただき、  
クルマやバイクの魅力を間近でご覧いただくこと  
ができました。

本年はモーターショーの休催年ですが、この勢  
いを絶やすことなく、クルマ・バイクの魅力を様々



な形で積極的に発信してまいります。

また、国内市場の活性化に向けては、過重な自動車ユーザーの税負担軽減が大変重要です。昨年末の税制改正大綱で、消費税8%時点における自動車取得税率の一部引き下げ、エコカー減税拡充等が決定され、自動車ユーザーの税負担が一定程度軽減されることとなりました。関係者のご尽力に感謝申し上げますと共に、自動車業界としても、今後も魅力ある商品を投入していくことで国内市場の活性化を図ってまいります。

しかしながら、二輪車、及び対象が限定されたといえ軽自動車が増税されることについては、極めて残念と言わざるを得ません。自動車業界としては、今後、消費税10%段階において、自動車取得税の確実な廃止を実現するとともに、今回提示された環境性能課税が、自動車ユーザーの確実な負担軽減に資する制度となるよう、引き続き活動してまいります。

#### ◇ 事業環境の改善

国内のものづくり基盤を守るためには、国内の事業環境を改善していくことも重要です。これまで私たち自動車業界は、歴史的な超円高をはじめとする、いわゆる「六重苦」の解消を政府にお願ひしてまいりました。安倍政権発足以降、政府の大胆な政策により、最大の懸案であった超円高は是正されてきました。政府の取り組みに深く感謝申し上げます。

一方、残された課題も存在します。自動車業界としては、自由貿易協定の更なる推進や、法人税の引き下げ、安全・安価な電力の安定的供給などを、引き続き政府に強く求めてまいります。

#### ◇ 安全・快適で持続可能なクルマ社会の創造

「高齢化」や「エネルギー・環境問題」など、私たち自動車業界が直面する課題は、日々その深刻さを増しています。

私たち自動車業界は、政府が進める「世界一安全な道路交通」の実現に向けた取り組みを推進しております。今後、高齢化が進展する中においても、交通事故者数が着実に減少していくよう、私

たち自動車業界として、クルマとインフラ、クルマとクルマ、クルマと人がつながることで実現する自動運転技術の実用化等、様々な安全技術の導入・普及により、高齢者を含む全ての人の安全・快適かつ自由な移動を実現したいと考えております。

また、「エネルギー・環境問題」に対しても、電気自動車、プラグインハイブリッド車、燃料電池自動車、クリーンディーゼル車などの次世代自動車の開発・普及を積極的に行ってまいります。電気自動車や燃料電池自動車の普及には、充電インフラや水素供給インフラの整備が不可欠です。自動車業界としても、クルマの技術開発とともに、インフラ整備についても関連業界と協力し、「安全・快適で持続可能なクルマ社会の創造」に向けて邁進してまいります。

このような新しい分野において、日本発の技術で世界をリードしていくためには、私たち自動車業界が未来を切り開くという気概を持って技術革新に取り組むのはもちろんのこと、これら社会的課題の解決を、成長戦略の中核に位置づけ、産官学がオールジャパンで取り組んでいくことが重要です。

今後とも政府に対し、「世界で一番イノベーションが起りやすい国＝日本」の実現に向け、成長戦略の着実な実行を強く求めてまいります。

#### おわりに

2020年オリンピック・パラリンピックの東京開催が決定し、私たちは世界に向け日本の素晴らしさを発信していく絶好の機会を頂きました。これからは、様々なことが、2020年に向け動いていくことになると思います。

2020年までの6年間で、日本が明るい未来に向け、着実に歩を進めていくことを期待しております。

私たち自動車業界としても、2020年という一つの「納期」に向け、「夢のある豊かなクルマ社会」「未来のモビリティ」の実現に向けて取り組んでまいります。

今後とも皆様方の一層のご支援、ご鞭撻を賜りますよう、よろしくお願ひ申し上げます。

# 産業機械

## 産業機械の平成25年の回顧と平成26年の展望

一般社団法人日本産業機械工業会 かねてより  
企画調査部 調査課長 片岡 功一

### まえがき

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

ここでは、表1にある日本産業機械工業会の取扱機種について、当工業会の自主統計を元に平成25年1～9月の実績、10～12月及び平成26年の受注見込みを以下に述べる。

- 注1) 表1は「産業機械受注状況」を加工したものであり、調査対象は当工業会の会員企業である。
- 注2) 化学機械の中に、パルプ・製紙機械、冷凍機械及び環境装置の大気汚染防止装置・水質汚濁防止装置受注分を含む。
- 注3) その他機械の中に、環境装置のごみ処理装置受注分を含む。
- 注4) 平成23年4月より需要者分類を変更したことから、非製造業の「その他を含む小計」、「民需計」、「官公需」の比率は、前年度実績を新分類に調整した上で算出した。
- 注5) 製造業の「旧一般機械」は、平成23年3月までの旧分類での「一般機械」+「精密機械」であり、新分類の「はん用・生産用機械」+「業務用機械」に対応する。

### ◇ 最近の受注動向

#### 1. 概況

平成25年1～9月の産業機械の受注総額は、外需の減少により、対前年同期比（以下同様）8.9%減の3兆7,634億円となった。

内需は、非製造業、官公需の増加により、1.5%増の2兆1,841億円となった。

外需は、南米、アフリカ、オセアニアの減少により、20.2%減の1兆5,792億円となった。

（ご参考）四半期の受注推移

需要部門別の四半期推移をみると、民需は非製造業が3四半期連続で前年同期を上回り、回復が遅れていた製造業も6四半期ぶりに（平成24年1～3月期以来）、前年同期を上回った。

官公需は、平成25年4～6月に減少したものの、平成25年7～9月は2四半期ぶりに前年同期を上

表 1 平成25年1月～9月 主な需要部門別の受注状況

上段：金額（百万円） 下段：前年同期比（%）

一般社団法人日本産業機械工業会

	製造業							非製造業		民需計	官公需	代理店	内需	外需	合計
	化学工業	石油・石炭	鉄鋼	旧一般機械	電気機械	自動車	その他を含む小計	電力	その他を含む小計						
ボイラ・原動機	6,164; ▲52.6;	16,690; 216.3;	8,354; ▲28.6;	1,983; ▲61.2;	16,531; ▲48.3;	2,458; ▲32.2;	134,963; 12.6	506,873; 10.4;	562,591; 14.7	697,554; 14.3	45,207; 125.3	4,677; 107.4	747,438; 18.2	411,562; 23.4	1,159,000; 20.0
鉱山機械	359; 8875.0;	0; —	82; ▲65.0;	267; ▲16.6;	0; —	0; —	4,474; ▲7.3	9; —	5,577; 2.6	10,051; ▲2.1	280; 1300.0	0; —	10,331; 0.5	2,931; 1.1	13,262; 0.6
化学機械 (冷凍を含む)	39,288; ▲51.4;	21,997; 3.9;	8,678; ▲26.5;	55,611; 18.5;	28,547; 11.3;	14,529; 59.6;	217,481; ▲14.1	30,639; ▲34.7;	77,954; ▲14.6	295,435; ▲14.2	110,157; ▲11.1	108,904; ▲9.1	514,496; ▲10.6	648,706; ▲41.1	1,163,202; ▲30.7
タンク	641; 83.7;	11,468; 32.8;	765; 12650.0;	1; —	0; —	0; —	12,875; 42.3	70; ▲94.4;	1,117; ▲62.9	13,992; 16.1	219; ▲67.2	0; —	14,211; 11.7	1,781; ▲82.8	15,992; ▲30.8
プラスチック 加工機械	12,030; 36.4;	1,370; 60.2;	29; 26.1;	1,137; ▲20.5;	1,803; 19.4;	11,090; ▲3.2;	49,824; 8.1	0; —	298; 34.2	50,122; 8.2	470; 156.8	1,780; ▲20.9	52,372; 7.4	83,605; ▲3.4	135,977; 0.5
ポンプ	2,643; ▲17.1;	2,896; 116.6;	2,435; 17.2;	923; 25.9;	283; 1.1;	163; 16.4;	16,869; 13.6	8,762; ▲32.0;	43,840; 8.1	60,709; 9.6	67,810; 2.9	53,444; ▲2.8	181,963; 3.2	68,384; 11.9	250,347; 5.5
圧縮機	4,989; ▲22.6;	2,403; 11.3;	1,794; ▲48.1;	29,650; ▲8.4;	701; ▲9.4;	944; ▲49.7;	48,412; ▲10.0	2,633; ▲42.7;	11,581; ▲11.1	59,993; ▲10.2	2,865; 0.8	27,198; ▲10.4	90,056; ▲10.0	113,183; 14.0	203,239; 2.0
送風機	190; ▲26.1;	192; 58.7;	1,953; 34.8;	210; 25.0;	46; 70.4;	683; 0.3;	4,836; 16.0	1,610; ▲17.9;	5,507; 100.0	10,343; 49.4	2,576; ▲43.4	4,057; 12.2	16,976; 12.5	3,340; 151.1	20,316; 23.7
運搬機械	4,904; ▲26.9;	849; ▲35.0;	7,385; ▲13.4;	6,750; ▲7.0;	2,721; ▲2.5;	9,029; ▲49.2;	66,484; ▲12.2	817; ▲85.8;	54,467; ▲7.1	120,951; ▲9.9	10,863; 75.4	14,921; ▲22.6	146,735; ▲8.2	92,335; ▲4.7	239,070; ▲6.8
変速機	1,276; ▲9.4;	194; ▲42.1;	2,485; 22.1;	2,192; ▲23.8;	391; 5.4;	1,874; 2.5;	20,578; ▲2.5	1,366; ▲13.6;	4,104; 34.6	24,682; 2.2	2,854; 12.3	933; ▲6.4	28,469; 2.8	5,313; ▲20.0	33,782; ▲1.6
金属加工 機械	285; ▲39.4;	1; ▲99.4;	14,630; ▲6.2;	838; —	222; ▲65.1;	4,031; ▲6.5;	36,276; ▲32.5	1; ▲98.6;	2,162; 325.6	38,438; ▲29.2	203; 36.2	1,991; ▲51.1	40,632; ▲30.5	71,399; ▲15.9	112,031; ▲21.9
その他機械	1,931; ▲63.5;	1,013; ▲59.0;	3,033; ▲17.5;	9,664; 22.4;	1,827; ▲25.3;	6,539; ▲42.3;	91,842; ▲5.0	2,382; ▲12.5;	42,635; 5.1	134,477; ▲2.0	198,813; 6.2	7,175; ▲21.1	340,465; 2.1	76,720; ▲19.0	417,185; ▲2.6
合計	74,700; ▲41.1;	59,073; 34.6;	51,623; ▲14.8;	109,226; 3.9;	53,072; ▲20.2;	51,340; ▲17.4;	704,914; ▲6.4	555,162; 3.4;	811,833; 8.3	1,516,747; 1.0	442,317; 10.1	225,080; ▲8.8	2,184,144; 1.5	1,579,259; ▲20.2	3,763,403; ▲8.9

\*網掛け部分は前年同期を上回ったところ

表 2 需要部門別四半期推移

上段：金額（百万円） 下段：前年同期比（%）

	平成24年			平成25年		
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月
製造業	226,802 ▲12.9	242,994 ▲8.4	220,046 ▲11.5	225,956 ▲20.2	207,261 ▲8.6	271,697 11.8
非製造業	164,805 ▲41.1	245,757 ▲36.6	191,961 ▲23.6	344,866 1.8	191,489 16.2	275,478 12.1
民需計	391,607 ▲27.5	488,751 ▲25.1	412,007 ▲17.6	570,822 ▲8.2	398,750 1.8	547,175 12.0
官公需	116,598 20.8	118,900 ▲25.0	165,432 ▲8.7	179,108 7.7	110,203 ▲5.5	153,006 28.7
代理店	85,812 28.5	82,790 19.0	80,898 10.2	80,881 3.5	68,746 ▲19.9	75,453 ▲8.9
内 需	594,017 ▲15.6	690,441 ▲21.6	658,337 ▲12.7	830,811 ▲4.1	577,699 ▲2.7	775,634 12.3
外 需	328,297 ▲15.4	291,199 ▲45.2	449,989 2.0	750,074 ▲44.9	319,693 ▲2.6	509,492 75.0
合 計	922,314 ▲15.5	981,640 ▲30.5	1,108,326 ▲7.3	1,580,885 ▲29.0	897,392 ▲2.7	1,285,126 30.9

※網掛け部分は前年同期を上回ったところ

回った。

外需は、平成25年1～3月・4～6月と2四半期連続で前年同期を下回ったものの、平成25年7～9月には欧州、南米を除く全ての地域が増加し、前年同期を上回った。

注6）表3は「産業機械輸出契約状況」を加工したものであり、調査対象は会員企業のうち大手のみである。

## 2. 需要部門別受注状況（平成25年1～9月）

- ①製造業：化学、鉄鋼、金属製品、電気機械、自動車等の減少により、6.4%減の7,049億円となった。
- ②非製造業：農林漁業、建設、電力、運輸、卸売・小売等の増加により、8.3%増の8,118億円となった。
- ③官公需：防衛省、地方公務の増加により、10.1%増の4,423億円となった。
- ④外需：南米、アフリカ、オセアニアの減少により、20.2%減の1兆5,792億円となった。
  - 1) アジア：ボイラ・原動機、化学機械、運搬機械、金属加工機械の増加により、2割増となった。
  - 2) アジアのうち中国：プラスチック加工機械、運搬機械、金属加工機械が増加したものの、ボイラ・原動機、化学機械、風水力機械が減少したことから、ほぼ前年並みとなった。
  - 3) 中東：ボイラ・原動機、化学機械、風水力機械の増加により、3.5倍に増加した。
  - 4) 欧州：ボイラ・原動機の増加により、2割

表 3 世界州別受注状況

単位：前年同期比（%）

	平成25年				構成比 平成25年 1～9月
	1～3月	4～6月	7～9月	1～9月	
アジア	12.1	▲17.0	85.9	22.4	59.5%
うち、中国	▲10.9	▲0.4	10.4	▲1.3	8.4%
中東	418.4	390.2	154.4	357.4	15.8%
欧州	101.7	1.9	▲22.8	17.0	4.3%
北米	3.4	60.4	14.6	24.5	7.9%
南米	▲44.8	▲4.6	▲66.6	▲43.5	0.9%
アフリカ	44.8	▲50.1	8.3	▲37.4	2.2%
オセアニア	▲97.1	▲82.3	63.5	▲95.9	2.4%
ロシア・東欧	924.9	769.4	612.2	722.9	6.9%

※網掛け部分は前年同期を上回ったところ

ほど増加した。

- 5) 北米：化学機械、風水力機械の増加により、25%増となった。
- 6) 南米：ボイラ・原動機、化学機械、風水力機械が減少し、4割ほど減少した。
- 7) アフリカ：化学機械が減少し、4割ほど減少した。
- 8) オセアニア：天然ガス関連の大型プロジェクトを受注した反動減もあって、1割にまで落ち込んだ。
- 9) ロシア・東欧：ボイラ・原動機、化学機械が増加し、7倍に増加した。

注7）④外需の「風水力機械」は、ポンプ・圧縮機・送風機を合計したもの。

## 3. 機種別受注状況（平成25年1～9月）

- ①ボイラ・原動機：紙・パ、石油・石炭、電力、官公需、外需の増加により、20.0%増の11,590億円となった。
- ②鉱山機械：窯業土石、鉄鋼、建設が減少したものの、化学、鉱業、官公需の増加により、0.6%増の132億円となった。
- ③化学機械（冷凍機械を含む）：化学、電力、外需の減少により、30.7%減の1兆1,632億円となった。
- ④タンク：電力、外需の減少により、30.8%減の159億円となった。
- ⑤プラスチック加工機械：外需が減少したものの化学の増加により、0.5%増の1,359億円となった。
- ⑥ポンプ：石油・石炭、運輸、官公需、外需の増加により、5.5%増の2,503億円となった。
- ⑦圧縮機：外需の増加により、2.0%増の2,032億

円となった。

- ⑧送風機：運輸、外需の増加により、23.7%増の203億円となった。
- ⑨運搬機械：自動車、電力、情報サービス、外需、代理店の減少により、6.8%減の2,390億円となった。
- ⑩変速機：外需の減少により、1.6%減の337億円となった。
- ⑪金属加工機械：金属製品、外需の減少により、21.9%減の1,120億円となった。
- ⑫その他機械：外需の減少により、2.6%減の4,171億円となった。

#### ◇ 今後の受注見込み

日本経済の現状は、政府が11月に発表した平成25年7～9月のわが国GDP成長率（一次速報）によると、4四半期連続でプラス成長となるなど、緩やかな回復が続いているものと見られる。

しかしながら、製造業の生産はリーマン・ショック前のピークの8割程度に留まっており、また、本来は景気に連動するはずの製造業の設備投資がさほど伸びていないなど、製造業全体としての持ち直しの動きはまだ弱い状態にあるのかと思われる。

一方、海外は、最新のOECD（経済協力開発機構）の経済見通しによると、世界経済のGDP成長率は今年の2.7%から、来年に3.6%へ、平成27年には3.9%まで伸びると予測されている。

このような状況の中、平成25年10～12月と平成26年の産業機械受注見込みを次の通り策定した。

#### <平成25年10月～12月>

内需は、非製造業、官公需が底固く推移し、2四半期連続で前年同期を上回るものと思われる。民需のうち製造業については、大幅な増加は見込みがたく、本格的な回復は来年に持ち越されるものと思われる。非製造業については、電力や卸売・小売、運輸等が増加し、前年同期を上回るものと見込む。官公需は、前年が低水準だった水質汚濁防止装置の増加や、ごみ処理装置の改良工事等の増加により、前年同期を若干上回るものと見られる。

外需は、エネルギー・資源関連分野での需要が堅調に推移し、地域的にはアジア、中東、北米等で増加し、2四半期連続で前年同期を上回るものと見込んでいる。

この結果、平成25年10～12月の内外需合計は、前年同期比1割程度増加し2四半期連続で前年同期を上回るものの、平成25年通年の受注金額では前年1～3月にオセアニアで天然ガス関連の大型プロジェクトを受注した反動から前年を下回り、5兆円程度と見込む（平成24年通年の実績は前年比0.5%減の5兆2,392億円）。

#### <平成26年>

民需は、製造業の海外生産シフトが進む中、国内で大型投資が大幅に増加することは見込みがたいものの、円高修正等による輸出環境の好転に加え、産業競争力強化法を始めとする各種支援策により、手控えられてきた能力増強のための投資が徐々に促進されるものと期待される。また、電力事情の変化に伴う省エネ投資の拡大や再生可能エネルギー事業に関する需要が増加するものと思われる。

官公需は、復興需要や経済対策からの公共投資の増加等を背景にした需要が下支えすることで、前年並み程度を確保するものと思われる。

なお、平成26年4月の消費税率引き上げに伴い予想される景気腰折れは、政府の各種経済対策により回避され、日本経済は軟着陸できるものと想定した。

一方、外需については、発電、肥料、シェールガス、公害防止、港湾・物流等、更なる市場拡大が見込まれており、需要増が続くものと思われる。

また、わが国の成長戦略の柱のひとつであるインフラ輸出等については、日本企業の持つ先進的な技術やノウハウ等の新興諸国への移転を通じ、相手国のライフスタイルを豊かにすると共に、環境、安全等の課題解決に貢献していくことにより、産業機械の受注が更に拡大するものと期待している。

この結果、内外需を合計した平成26年の産業機械受注は、前年を上回り5兆1千億円程度になるものと見込んだ。

# がんばる日本の特殊鋼

～さらなる発展を目指して～

## I. 総論

### 1. 特殊鋼業界の発展に向けて

経済産業省 製造産業局 いちまる 市丸 あつし 純

#### ◇ 我が国産業を支える特殊鋼

鉄鋼は、我が国製造業の基盤や社会資本整備に不可欠な基礎資材です。鉄鋼の高品質で安定的な供給は、我が国製造業の国際競争力強化を実現するとともに、我が国経済の活性化及び国民生活の質の向上を図るために極めて重要です。特に、特殊鋼については、自動車、産業機械、また、近年では海外のエネルギープラント等、我が国製造業が強みを持つ付加価値の高い分野を支える、我が国製造業の競争力の源泉であり、「強い経済」の実現のためには、その発展が益々重要となっています。

#### ◇ 生産状況

我が国粗鋼生産量は、平成19年度に1億2,151万トンと過去最高を記録した後、平成20年秋に発生したリーマンショックの影響下で、平成20年度には1億550万トン、平成21年度には9,645万トンまで減少しました。その後、粗鋼生産量は緩やかに持ち直し、平成24年度は1億730万トンとなっています。なお、平成25年度の上期は5,580万トンとなっており、前年同期から+1.9%と、さらなる回復が見られるところです。これは、公共土木工事の増加や、堅調な住宅着工、また、自動車をはじめとした製造業の持ち直しの影響によるものと考えられます。

また、粗鋼生産量のうち、特殊鋼粗鋼の生産量

についても、平成14年度から19年度までは自動車、産業機械など製造業の旺盛な需要や世界的に好調なエネルギー開発需要などを背景に、毎年過去最高を更新し、平成19年度に2,640万トンとなりましたが、リーマンショックを経て、平成20年度には2,223万トン、平成21年度には1,886万トンまで減少しました。その後、特殊鋼粗鋼生産量は、エコカー補助金・減税制度による国内自動車需要の回復とともに、海外需要も、アジアの自動車・建設機械需要の増加やエネルギープラント関連需要が増加し、回復を見せていましたが、平成23年3月に発生した東日本大震災によって、国内外の日系自動車メーカーが減産を強いられたこと等から、平成23年度は減少しました。平成24年度はエコカー補助金効果の剥落や、日中関係悪化による自動車需要の不振等により、さらに減少し、2,345万トンとなっていますが、平成25年度の7～9月期に限れば、特殊鋼粗鋼生産は前年同期を上回っており、足下では回復傾向が伺えます。

特殊鋼熱間圧延鋼材の生産についても、平成19年度に2,175万トンと過去最高の生産量となりましたが、平成20年度には1,839万トン、平成21年度には1,572万トンと減少しました。その後平成22年度、23年度と2,000万トンを超える回復を見せましたが、平成24年度は、日中関係悪化やエコカー補助金終了後の反動減等の影響を受け、1,940万トンと、再び2,000万トンを割る生産量となりました。

ただし、平成25年度については、自動車生産の回復等を受けて、下期に向けて特殊鋼生産は回復していくことが見込まれます。鋼種別の生産量で見ると、高抗張力鋼が自動車用途のみならず、エネルギープラントで使用されるパイプ向け等の需要増加により生産が増加傾向にあり、平成24年度の高抗張力鋼生産量564万トンは、平成19年度の水準を超えています。

#### ◇ 国内需要と輸出入について

特殊鋼鋼材の国内向け需要は、リーマンショック前の平成19年度には1,600万トン近いレベルとなっていました。平成20年度には約1,300万トンと減少し、平成22年度には約1,400万トンと持ち直しましたが、平成24年度は1,273万トンと減少しています。

特殊鋼鋼材の輸出については、国内向け需要とは逆に、平成19年度の時点では590万トンとなっていました。その後一時的に落ち込んだものの回復し、平成22年度には690万トンと過去最高を記録しました。平成24年度も、円高や日中関係悪化といった減少要因がありながら、667万トンと高水準になっています。特殊鋼の輸出が、リーマンショック前と比較しても増加している主な要因としては、海外でのエネルギープラント向けの輸出の増加と、自動車をはじめとした製造業の海外生産シフトが挙げられます。

特殊鋼鋼材生産における輸出の割合は、平成19年度は27%でしたが、平成24年度には、34%と増加しています。輸出先の大部分はアジアで、中国、韓国、タイが主な輸出先となっています。

特殊鋼鋼材の輸入は、リーマンショック前の数年は20万トン台で推移しており、平成19年度は24万トンとなっていました。リーマンショック後、輸入量は平成20年度が20万トン、平成21年度は19万トンと漸減傾向にありましたが、平成22年度には31万トンと急増し、平成24年度には55万トンと大きく増加しています。

特殊鋼鋼材の輸入元を見ると、最大の輸入元は平成23年度まで韓国となっており、平成19年度は15万トン、リーマンショック後いったん落ち込みましたが、平成23年度には20万トン、平成24年度は19万トンとなっています。韓国からの特殊鋼鋼

材輸入の大半はステンレス鋼で、一定程度我が国のステンレス市場に浸透していることが伺えます。最大の輸入元の韓国については、近年、大幅な増加は見られません。

ここ数年で大きく増加した輸入元は中国です。平成19年度には、中国からの特殊鋼鋼材輸入は3万トンに過ぎませんでした。平成22年度には8万トン、平成23年度には17万トン、平成24年度には30万トンと急増しています。ただし、中国から輸入される特殊鋼鋼材は単価が低いため、通関統計上は特殊鋼として分類されたととしても、輸入された後、国内の特殊鋼と同様の用途で使用されている部分が少ない可能性もありますが、量としては急激に増加しているため、注視が必要と思われます。

特殊鋼鋼材の輸入については、上記2カ国で、その大半を占めます。

#### ◇ 今後の課題

特殊鋼の今後の課題としては、製造業の海外展開への対応、変化する自動車需要への対応等が挙げられます。

特殊鋼鋼材需要は、自動車が5割、産業機械が2割、建設が1割強とされています。これらの需要産業が、特殊鋼需要に大きな影響を与えます。ここ数年は、自動車をはじめ製造業等の需要産業が、中国・アジア需要を捕捉するため、また、平成22年度以降の急激な円高の影響もあり、海外進出を進めています。特殊鋼鋼材需要についても、輸出比率が増加する等、需要産業の構造変化を踏まえた対応が迫られています。我が国特殊鋼産業は、強度、耐食性といった鋼材の高い性能、さらに、繰り返し同じ品質で製造できる信頼性、それらユーザーの要求を満たす商品開発力を強みとしているところですが、これらの強みは、開発段階からの需要産業側との直接協力を通じて得られた面があります。この強みを支えた構造が、変化しつつあります。

特に自動車分野については、近年、アジア各国の需要の急増を背景に、我が国からの自動車輸出は、平成13年度の425万台から平成19年度677万台と増加しましたが、その後、輸出台数は平成24年度466万台と落ち着きつつあり、反面、自動車の海

外現地生産の増加が加速しています。我が国特殊鋼産業も、東南アジアの自動車需要の増加も受け、生産を増加させてきたところですが、海外特殊鋼メーカーの製造技術の向上や、海外マーケットにおける海外・現地自動車メーカーとのコスト削減競争が進んでおり、日系自動車メーカーとの協力関係にも変化が見られつつあります。今後は、日系自動車メーカーの自動車用部品の現地調達化の動きや、更なるコスト削減要請、モジュール化といった動きに、特殊鋼メーカーとしてのコア技術を守りつつ、どう対応するかが、今後の課題となります。

また、自動車自体の変化としてガソリンエンジンを使用しない自動車の普及は、特殊鋼需要に大きな影響を与えます。現在、自動車のエンジン部分については、多くの特殊鋼が使用されています。エンジンバルブやピストンリング等の素材には、高い耐久性・耐食性が要求されているためです。今後、電気自動車や燃料電池車等環境対応車の普及にどう対応するかが、大きな課題となります。また、自動車の軽量化によって、普通鋼・特殊鋼とも原単位の減少や、炭素繊維等との競合が見込まれますが、より強度の高い高抗張力鋼の開発等、技術開発力が重要となると考えられ、我が国特殊鋼産業の活躍する場面も広がる可能性があります。さらに、3Dプリンターといったものづくりの新技术が、長期的には、金型用母材等に使用される工具鋼等の需要に影響を与えることが考えられます。

需要面以外の課題としては、近年、世界的な鉄鋼需給の緩和による通商問題の激化が挙げられます。中国で日本製の高性能ステンレス継目無鋼管のAD措置がとられるなど、特殊鋼の分野でも警戒が必要になります。また、特殊鋼の製造に重要なレアメタルの供給元の多様化等の供給確保策についても、引き続き重要な課題になると思われます。

## ◇ 製造業への支援策

特殊鋼分野に限らず、我が国の製造業については、様々な課題を抱えているところではありますが、第186回国会で成立した産業競争力強化法案等により、我が国経済の低迷を打破し、力強い経済

を取り戻すことを目指しているところです。我が国製造業の支援策については、その成長力底上げと好循環、持続的な成長を可能にするべく、下記の通り、企業実証特例制度や事業再編促進税制等の制度を整備していきます。

### 1. 企業実証特例制度

企業自らが安全性等を確保する措置を講ずる事を前提に、企業単位で規制の特例措置を適用する制度を創設します。たとえば、物流用電動アシスト自転車の公道走行実証等に、企業単位で規制の特例措置を適用できるようになります。

### 2. グレーゾーン解消制度

企業が、現行の規制の適用範囲が不明確な分野においても、安心して新分野進出等の取り組みを行えるよう、具体的な事業計画に即して、あらかじめ、規制の適用の有無を確認できる制度を創設します。

### 3. 事業再編促進税制

産業競争力強化法の認定を受けて特定事業再編を行う事業者（出資会社）が、自社の有する特定会社（特定事業再編により誕生する会社）の株式の価格の低落又は特定会社に対して有する債権の貸倒れによる損失に備えるため、これら株式又は債権の取得価額の70%を限度に準備金として積み立てた場合、当該積み立てた金額を、当該事業年度の所得の計算上損金に算入することを認めます。

### 4. 生産性向上設備投資減税

先端設備導入、生産ラインやオペレーションの刷新・改善のための設備投資を、即時償却又は5%税額控除といった優遇措置で支援します。

### 5. 研究開発税制の改正

現行の研究開発税制を拡充し、試験研究費の増加額の最大30%を税額控除する制度を取り入れます。

## むすび

上記のとおり、我が国の特殊鋼産業は、様々な課題を抱えているところですが、最高水準の鋼材を、自動車・産業機械、エネルギープラント等々幅広く、国内・世界に供給する重要な役割を果たすことが、今後も大いに期待されています。その発展に向けて政府としても様々な面から支援を行ってまいります。

## 2. 特殊鋼の未来に向けて

九州大学 鉄鋼リサーチセンター 菊池 正夫

### まえがき

鉄鋼材料は、その優れた機能（強度、じん性、耐熱・耐食性等）と取り扱い易さ（加工性、接合性、リサイクル性等）に加えて、供給能力面での安定性、価格面での優位性、さらには人間社会で数千年の利用実績を持つ信頼性において、他材料を圧倒的に凌駕する構造材料の代表である。その利用範囲は、橋梁・建築物等の社会整備インフラ、輸送機器、エネルギー関連機器、日用品からハイテク製品に至る極めて幅広い分野にわたっており、産業社会発展の基盤形成に不可欠な基礎素材である。

鉄鋼材料の中でも、特殊鋼は自動車、産業機械等の性能や安全性を支える重要部品に必須の材料であるばかりでなく、最終製品の製造工程におけるコスト削減に寄与する加工性をも有しており、日本の製造業の競争力の根本を支えている重要な素材の一つである。

本稿では、特殊鋼のもつ特徴と用途、我が国産業界における特殊鋼の役割等について述べた後、特殊鋼の今後の方向性について述べる。

### ◇ 特殊鋼の特徴とその用途

特殊鋼とは、普通鋼に対して用いられる用語であり、鉄にC以外のさまざまな元素（Mn、Cr、Ni、Cu、V、Mo、W、Co等）を添加し、成分・熱処理を調整した鋼のことをいう。添加する元素によって、硬さ、強度、じん性、耐摩耗性、耐熱性、耐食性などの特性が向上する。代表的な添加元素とその特徴をまとめて表1に示す。

特殊鋼には、クロムモリブデン鋼などのように調質（焼入れ・焼戻し処理）して使う構造用合金鋼、工具に使う工具鋼、さらに、ステンレス鋼、ばね鋼、軸受鋼、耐熱鋼、快削鋼など、特殊用途に使う特殊用途鋼がJISに規定されており、それぞれの特徴を生かして様々な分野で使用されている。

表 1 特殊鋼に添加される合金元素とその効果

元 素	特 徴
Mn	焼入性を増し、強度を上げるが、焼もどし抵抗がない。脱酸剤として有効。Sと結合して被削性を増し、赤熱ぜい性を防止する。廉価であることが有効性を一層高める。多量添加すると酸化物が炉材をいちじるしく侵食する。
Cu	高温加熱ではFeより酸化が少ないため、表面に富化し、赤熱ぜい性を起す。Cuを加えるときは、おおむね当量のNiを加え、赤熱ぜい性を防ぐ。時効性を有し、強度を上昇させる。耐食性を改善する。
Ni	焼入性を増し、大型材の熱処理を容易にする。低温ぜい性を防止する。耐食性を改善する。
Cr	焼入性、焼もどし抵抗を大にする。耐食性を大にする。安定した炭化物をつくりやすく、浸炭を促進する。
Mo	炭化物を作りやすく、焼戻し軟化抵抗を増大させる。Crとの併用で効果は上がる。また少量で焼入れ性を良くし、結晶粒粗大化温度を上昇させ、焼戻し脆性防止効果が大きい。
W	炭化物をつくり、硬さ上昇をもたらす。焼戻し抵抗性を増大する。高価なため構造用鋼には使用されない。
Co	焼入性を減ずる。高価であり、構造用鋼には使用されない。
V	焼入れ性を増す。少量添加で結晶を微細化し、焼戻し軟化抵抗が大となり、強さ・靱性を改善する。
B	微量添加で焼入れ性を増大させる。
Ti	鋼の深絞り性を向上させる。結晶粒微細化効果があり、焼入れ性を劣化させる。強力な脱酸剤・脱窒剤として使用されるが、炭窒化物の硬い介在物ができ、被削性を低下させる。
Al	精練時の脱酸剤としてよく使われる。鋼中の窒化物（AlN）により結晶粒を微細化させる。
Nb	結晶粒の微細化作用があり、結晶粒粗大化温度を高める。また焼戻し脆性を減少させる。



表 2 特殊鋼の種類と用途

鋼種	記号	主な添加元素	特徴	用途	
構造用鋼	機械構造用炭素鋼	SXXC	0.08~0.61C	加工性、機械構造用鋼材の中でも最も一般的に使用	機械部品・部材、工具類、自動車部品等
	構造用合金鋼材	SMn	Mn	焼入れ性、耐摩耗性、韌性	自動車部品（エンジン部品、ドライブトレイン、ステアリング、ドアロック、ギヤ類）、ベアリング部品、チェーン、ベルトバックル、事務機部品
		SCr	Cr	焼入れ性、機械的性質	
		SMnC	Mn, Cr	耐衝撃性	
		SCM	Cr, Mo	焼入れ性、韌性、耐熱性	
		SNC	Ni, Cr	焼入れ性、韌性、耐摩耗性	
		SNCM	Ni, Cr, Mo	焼入れ性、高強度	
SACM	Al, Cr, Mo	窒化で耐摩耗性、耐食性			
工具鋼	工具用炭素鋼材	SK	0.61~1.50C	硬さ、耐摩耗性、切削能力	大工用工具、手工具、農機具部品
	高速度工具鋼材	SKH	W系 (Co, V)	硬さ、耐摩耗性、切削能力	高速重切削、難切削材用工具
			Mo系 (Co, V)	硬さ、耐摩耗性、切削能力、じん性	高硬度材切削用工具、ドリル
合金工具鋼材	SKS SKD SKT	W, Cr, Mo, V	硬さ、耐衝撃性、耐摩耗性	切削工具、耐衝撃工具、熱間・冷間金型	
特殊用途鋼材	ステンレス鋼材	SUS	Cr系	耐食性、耐酸化性（耐スケールはく離性）、機械的性質	刃物、構造用機械部品、自動車排気系部品、ガス・電気器具
			Cr-Ni系	耐食性、加工性、非磁性、溶接性、低温特性、高温強度	厨房・家庭用品、建築用、化学プラント、食品工業、原子力
	快削鋼材	SUM	S, Pb, Se, Te, P, N	切削性	自動車、OA機器、産業機械部品
	軸受鋼材	SUJ	Mn, Mo	耐摩耗性	ベアリング、ゲージ
	ばね鋼材	SUP	Si-Mn, Mn-Cr, Cr-V, Mn-Cr-B, Si-Cr, Cr-Mo	高弾性限、耐疲労特性	コイルばね、自動車用板ばね、工具
	耐熱鋼材	SUH	M系 : Cr, Mo, W, Nb, V, Ni	耐酸化性、クリープ強度	吸排気弁、タービンブレード、ボルト
			α系 : Cr, Al, Ti	耐酸化性、低熱膨張	ヒーター燃焼室、バーナー、排気系部品
γ系 : Cr, Ni, W, Mn, Mo, V, Co, N, B			高温強度、耐酸化・耐高温腐食性、じん性、耐浸炭・窒化性、耐熱疲労性	高級排気弁、炉部品、熱交換器、化学装置、タービンロータ、ブレード	

表2に、特殊鋼の種類と特徴および用途をまとめて示す。

### ◇ 日本の産業を支える特殊鋼

日本の鉄鋼業の技術開発力は世界最高のポジションにある。特に、品質面で決定的な影響を与える製鋼プロセスや圧延プロセスに技術的優位性があり、高級鋼や特殊鋼分野の製品開発力において、他国の追従を許さない状況にある。産業社会の高度化に伴う鋼材ニーズの高度化、多様化に対応するため、高張力鋼、耐食性鋼、耐熱鋼、低温用鋼、電磁鋼板等の付加価値の高い鋼材の開発で、我が国は世界の鉄鋼業を牽引しており、特殊鋼の

中には、我が国が世界市場シェアの大半を占める製品も存在する。

図1に、日本における鉄鋼生産量の推移を示す<sup>1)</sup>。粗鋼の生産量は年間1億トン前後を推移しているが、そのうち、特殊鋼は約20%を占めている。図2は、2012年度の日本における特殊鋼の用途別受注量（最終用途の判明しているもの）をグラフにしたものである<sup>2)</sup>が、特殊鋼の用途としては、自動車分野が圧倒的に多く、全体の60%以上を占めている。

そこで、以下では、産業界の代表として自動車産業を取り上げ、自動車分野における特殊鋼の役割について述べる。

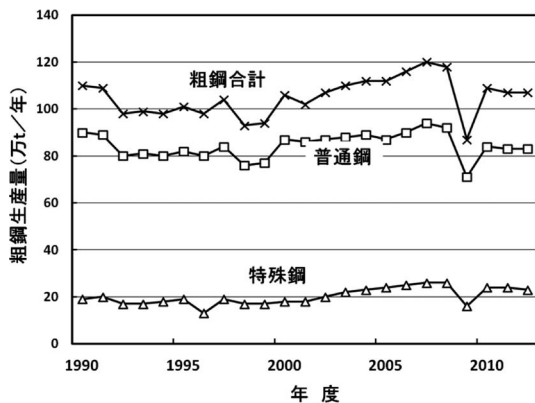


図 1 日本における鉄鋼生産量の推移<sup>1)</sup>

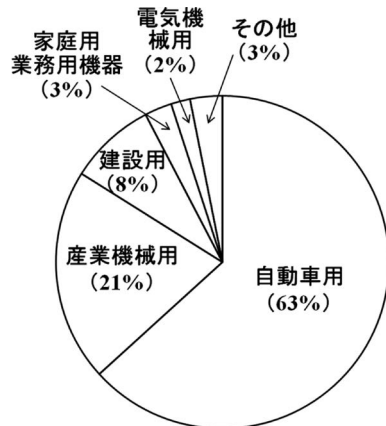


図 2 日本における特殊鋼の用途別受注量 (2012年度)

表 3 自動車における特殊鋼の使用部品と要求機能

部 品		要求機能	加工等	使用鋼材
エンジン 部品	クランクシャフト	剛性 耐摩耗性 加工性 (鍛造、切削)	鍛造 切削 浸炭・窒化	非調質鋼 (炭素鋼、合金鋼)
	コンロッド	強度 加工性 (鍛造、切削)	鍛造 切削	
駆動 部品	トランスミッション (ギア、シャフト)	強度 疲労強度	鍛造 浸炭焼入れ	肌焼鋼 (炭素鋼、合金鋼)
	ディファレンシャル (ギア)			
	ドライブシャフト			
足回り 部品	サスペンション (アーム、懸架ばね)	強度、じん性、耐久性 (へたり、疲労、腐食疲労)	ショット ピーニング	ばね鋼 炭素鋼、合金鋼
	ステアリング (ナックル、シャフト、ギア)	強度、剛性、耐久性 (疲労、腐食疲労)	鍛造	
機械要素 部品	ボルト	強度、じん性、耐遅れ破壊 性、加工性	冷間圧造 切削	炭素鋼 合金鋼
排気系 部品	排気バルブ	高温強度、クリープ・高温 疲労特性、耐高温腐食性、 耐摩耗・耐焼付き性	鍛造 切削 窒化	耐熱鋼
	エキゾースト マニホールド	高温強度、熱疲労特性、耐 酸化性、加工性	曲げ プレス	フェライト系 ステンレス鋼
	マフラー	耐塩害腐食性、耐凝縮水腐 食性	曲げ プレス	

自動車における特殊鋼の使用部品は、クランクシャフト、コンロッドなどのエンジン部品、歯車などの駆動部品、懸架ばねなどのシャーシ部品、ボルトなどの機械要素部品、マフラー、エキマニなどの排気系部品と多岐に渡っており、材料に求められる機能も多様である。表3に、自動車における特殊鋼の使用部品と要求機能をまとめて示す。

日本の特殊鋼メーカーは、自動車メーカーと共

同で開発を行っており、自動車メーカーからのニーズに応える形で製造技術、品質を向上させ、それによって製造された特殊鋼を用いた自動車の性能が良くなり、我が国自動車産業の現在の繁栄をもたらしている。

日本の特殊鋼は、その高性能特性、高信頼性・再現性、商品開発力といった点で、高い国際競争力を有しているが、これらは、特殊鋼メーカーの

高い技術力に支えられている。

自動車用特殊鋼に求められる性能としては、表3に示したように、強度（特に疲労強度）、耐摩耗性、加工性などが挙げられるが、これらの性能を高めるためには、製鋼工程における成分変動の抑制、凝固過程の偏析・きずの抑制、介在物制御（高纯净度化）、さらに、圧延・熱処理工程における表面きずの制御、組織の最適化等の技術が大きく寄与している。

高信頼性・再現性を維持してばらつきの少ない品質特性を生み出すには、現場操業に携わっている作業員の技能・モラルの高さ等に立脚した高レベルで安定した操業技術によるところが大きく、これが日本の特殊鋼メーカーの強みでもある。

また、高い商品開発力は、我が国特有の自動車メーカーと一体となった開発体制、研究と製造現場の連携、冶金学的技術や成分設計技術等の蓄積・伝承、学協会における産学の技術交流などに負うところ大きい。

以下に、自動車用特殊鋼に関する開発事例をいくつか紹介する。

### 1. 非調質鋼の適用拡大と高強度非調質鋼の開発

従来の鍛造品は所定の強度を得るために、熱間鍛造後に調質処理を施していたが、近年、自動車のクランクシャフトやコンロッドでは、炭素鋼にVを添加した非調質鋼を用いて調質処理を省略している<sup>3)</sup>。これによって、熱エネルギーの低減、CO<sub>2</sub>の削減に寄与するとともに、調質後のショットブラストや矯正といった二次工程の簡略化によるコスト低減効果も大きい。このVを添加した非調質鋼はフェライト・パーライト組織となり、熱間鍛造後の冷却過程におけるV炭化物の析出強化によって調質鋼と同等の強度が得られる。

熱間鍛造ままでは、マイクロ組織が粗くなり、調質鋼に比べてじん性に劣るため、非調質鋼の適用部品は限られていたが、Vの増量あるいはTiやMnSなどの添加によるフェライト・パーライト組織の微細化、低Cベイナイト組織や加速冷却によるマルテンサイト組織を利用した高強度非調質鋼が開発され、足回り部品への適用<sup>4)</sup>やコンロッドの軽量化<sup>5)</sup>が可能となっている。

### 2. 浸炭用歯車鋼の高強度化

歯車には、Cr鋼やCr-Mo鋼などの合金肌焼鋼を

浸炭焼入れして歯元や歯面を強化したものが用いられている。部品の軽量化のためには、浸炭層を強化する必要があるが、通常の浸炭焼入れでは、歯車の最表層に粒界酸化物と不完全焼入れ組織からなる浸炭異常層が生じる。そのため、酸素との親和力が強いSi、Mn、Crを低減し、Moの増量、Niの添加によって焼入れ性を確保した、高強度浸炭用鋼が開発されている<sup>6)</sup>。

歯車の中でも、ディファレンシャルの差動では100回前後の低サイクル疲労強度が重要であり、上記の浸炭層の強化に加えて粒界強化のためにPを低減した鋼<sup>7)</sup>やB添加によって粒界強化した鋼<sup>8)</sup>も開発されている。

また、浸炭温度を高めることによって、浸炭処理時間の短縮や浸炭深さの増加が可能となるが、この場合には結晶粒の異常成長が生じて、強度や焼入れひずみにばらつきが生じる懸念がある。これを防止するために、NbやTiを添加して、これらの炭窒化物による結晶粒粗大化抑制効果を利用した鋼の開発事例もある<sup>9)</sup>。

### 3. 鉛フリー快削鋼

自動車部品の多くは切削加工を施して使用される。部品の製造コスト低減のため、切削加工の生産性向上が重要であり、材料には切削性が求められる。これまで、切削の自動化に伴う切り屑処理性の重要性からPb快削鋼が広く用いられてきた。

しかしながら、環境負荷物質削減の観点から、Pbの使用が制限され、種々のPbフリー快削鋼が開発・実用化されてきた。Pbと同様の低融点介在物を利用するBi快削鋼<sup>10)</sup>、CaやMgの添加の硫化物形態制御型快削鋼<sup>11)</sup>、BNを利用した窒化物系快削鋼<sup>12)</sup>などである。

### 4. 排気系用高耐熱鋼

自動車の排気系部品、中でも、エンジン直下のエキマニは900℃以上の高温にさらされるため、高い高温強度、熱疲労特性が求められる。エキマニ用材料としては、従来、鋳鉄が使用されてきたが、エンジン性能の向上とともに排ガス温度が上昇し、また、部品重量軽減のニーズから、ステンレス鋼が使用されるようになってきた。エキマニ用ステンレス鋼としては、オーステナイト系ステンレス鋼よりも熱膨張係数が小さく、熱疲労特性や酸化スケールの耐はく離性に優れたフェライト系ステ

ステンレス鋼が使用されている。SUH409やSUS430 J1Lが主流であったが、排ガス温度の上昇とともに、Nb添加の高耐熱性SUS444や低廉型のSUS429が多く使用されるようになってきている<sup>13)</sup>。今後のさらなる排ガス温度の高温化に耐え得るステンレス鋼の開発も進められている。

#### ◇ 特殊鋼に対するさらなる期待

これからの社会で求められるキーワードは、安全・安心、環境、リサイクルなどである。これらを実現するため、鉄鋼材料、特に特殊鋼に求められる課題には、1)さらなる高強度化、2)極限環境に対応できる高機能化、3)省資源・リサイクル対応、4)マテリアル・ソリューションなどが挙げられる。

高強度化に関して言えば、実用鋼材の強度は鉄鋼の理論強度の未だ10分の1程度以下しか引き出されておらず、今後とも技術開発と性能向上の余地は十分にあると思われる。また、バルク材の高強度化ばかりでなく、表面硬化処理や複合化技術などを組み合わせた、製品としての高強度化技術の開発も重要となるであろう。

極限環境に耐えうるための高機能化としては、自動車の燃費向上に寄与する排気系部品用ステンレス鋼の高耐熱化、地球温暖化対策に貢献する高効率火力発電プラント用超耐熱鋼、過酷で複雑な腐食環境に耐えうる高耐食鋼などの次世代鉄鋼材料の開発が必要とされるであろう。

省資源・リサイクル対応としては、添加合金を極力使用せずに、製造工程での工夫によって強度等の所要の機能を発現する超微細粒鋼などの高度リサイクル材料や、レアメタルに代わる新たな添加元素の開発、高純度鉄合金の利用などが考えられる。また、社会全体として、有効なリサイクルシステムを構築することも必要であろう。

また、マテリアル・ソリューションとは、材料選択から設計段階、加工に至るまでのトータルなサービス(ソフト)を提供し、問題解決に的確かつ迅速に対応できるようなシステムを作り上げることであり、これによって、今後、ますます多様化、高度化する社会のニーズに対する「材料としての解」を導き出せる人材の育成、組織の構築が必要であろう。

## むすび

「鉄」は産業の米と呼ばれ、我が国の鉄鋼業は、土木・建築・自動車・鉄道・電気機械・造船などに欠かせない鋼材を生産する産業であり、重工業を代表する基幹産業の一つとして発展してきた。

日本の鉄鋼材料技術は世界最先端であり、他産業における国際的な技術競争力の維持・向上に大きく貢献してきた。鉄鋼材料の中でも特殊鋼は、最先端技術の「粋」であり、これまで、自動車をはじめ、産業機械、建築などの分野で数々の高品質な製品を開発し、それらを安定的に供給することによって、ユーザーのニーズに応えてきた。

今後の時代の要請に応じて、安全・安心を提供する鉄鋼材料、あるいは環境・リサイクル対応の鉄鋼材料、材料の極限特性を引き出した次世代の鉄鋼材料について、研究開発を継続することが大切である。

そのためには、特殊鋼メーカー単独ではなく、特殊鋼を使用するユーザーとの協力関係、さらには、学協会活動等を通じた産・官・学の連携強化などによって、さらなる技術開発力の向上を図るとともに、人材の育成にも力を入れていくことが必要であろう。

## 参考文献

- 1) 経済産業省生産動態統計年報(1990~2012)より作成
- 2) 日刊鉄鋼新聞ホームページ(<http://www.japanmetaldaily.com/statistics/uniquusageord/details/index.html>):用途別受注統計(特殊鋼)、(2013)より作成
- 3) 野村一衛:まてりあ、34(1995)、705
- 4) 岩間直樹:SAE Technical Paper, series95021(1995)、1
- 5) 岩間直樹、野村一衛、森元秀、矢野正明、真部豊久:まてりあ、36(1997)、622
- 6) 例えば、大木喬夫:特殊鋼、38(1989)、51
- 7) 住田庸:ふえらむ、5(2000)、28
- 8) 森下弘一:JFA、10(2004)、12
- 9) 嬉野欣成、中野修、福田耕一、藤原輝元、福田康弘:TOYOTA Technical Review、53(2002)、84
- 10) 岩間直樹:機械技術、48(2000)、37
- 11) 例えば、常陰典正、藤松威史、平岡和彦:山陽特殊製鋼技術報、10(2003)、35
- 12) 村上俊之、白神哲夫、山根八洲男:まてりあ、45(2006)、144
- 13) 梶村治彦:ふえらむ、11(2006)、67

## II. 各鋼材の技術動向

### 1. 構造用鋼

愛知製鋼(株) 品質保証部 すぎもと あつし  
 お客様品質・技術室 杉本 淳

#### まえがき

特殊鋼における構造用炭素鋼、構造用合金鋼の主要な用途は自動車分野であり、エンジン、トランスミッション、足回りなどのユニットの部品に使用されている。図1に排気量2,000ccクラスの乗用車における特殊鋼鋼材使用量<sup>1)</sup>を示す。近年、特殊鋼の使用量は減少傾向にはあるものの、自動車を構成する原材料全体の11~17%で、そのうち炭素鋼、合金鋼などの構造用鋼は8~10%の割合を占めており、依然として自動車を構成する主要な原材料である。自動車を取り巻く環境はこの20~30年で大きく変化してきたが、日本の鉄鋼メーカーは、それらの変化に対応して自動車用構造用鋼の鋼種開発、鋼材製造技術開発を進めてきた。本稿では、日本における自動車用構造用鋼について、1980年代以降の技術動向について述べる。なお、構造用鋼の代表として、浸炭用鋼、非調質鋼、快削鋼の3つを取りあげた。

#### ◇ 浸炭用鋼

浸炭用鋼は、自動車のトランスミッションやデ

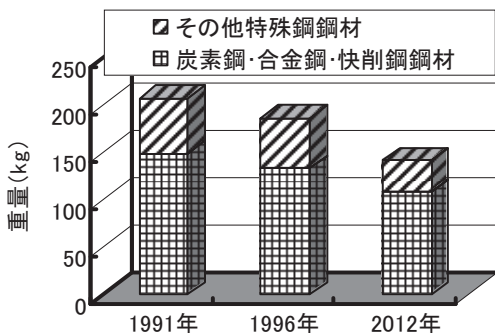


図1 排気量2000ccクラス乗用車における特殊鋼使用量<sup>1)</sup>

ファレンシャルなどの駆動系ユニットの歯車やシャフト等に数多く使用されている。トランスミッションでは、マニュアルトランスミッション(MT)からオートマチックトランスミッション(AT)へ、AT多段化、無段変速(CVT)化が進むとともに、ユニットの軽量化、小型化、低コスト化が要求され、それに対応すべく鉄鋼メーカーは新鋼種開発を進めてきた。浸炭用鋼における主なニーズとしては、高強度化、定(低)歪化、低コスト化に大別される。以下にそれぞれに関する技術動向を述べる。

#### 1. 高強度化

自動車用歯車に要求される強度は、歯元強度と歯面強度がある。図2に歯車の高強度化技術における歯面疲労強度と歯元疲労強度との関係を示す。自動車の軽量化、高出力化等に対応するため、1980年代より高強度歯車用鋼のニーズが高まり、各社で鋼種開発が進められた。

歯元強度向上手法としては、疲労強度低下の要因となる浸炭異常層の低減がある。浸炭異常層生

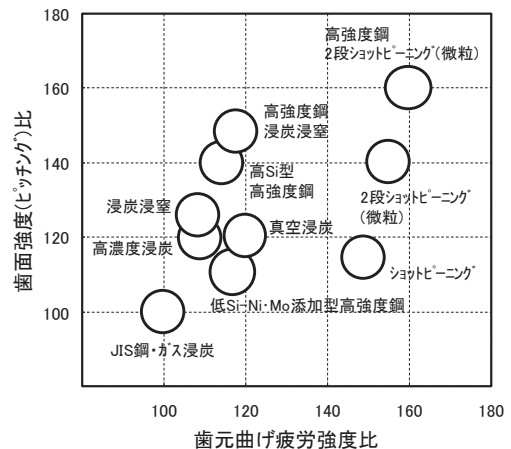


図2 歯車の高強度化技術(歯元強度と歯面強度)

成の原因となる粒界酸化物の形成元素であるSi、Mn、Crを低減させるとともに、焼入性確保および靱性向上のためNi、Moを増量させた高強度浸炭用鋼が各社で開発された。また歯車の強化手法として、ショットピーニングとの組み合わせにより、さらなる疲労強度向上が可能になるため、材料強化策として多くの研究・開発が進められた<sup>2)</sup>。

歯元疲労強度の向上に伴い歯車の損傷形態が歯面のピッチングに変化し、1990年代より耐ピッチングに優れる高強度鋼の開発が行われるようになった。歯面の剥離損傷であるピッチングは、歯車のような面圧負荷と摩擦を繰り返し受ける部品において、接触歯面の温度上昇による歯面の軟化が主な要因となる。このため、温度上昇による歯面の軟化を抑制することが有効であり、熱軟化抵抗性の向上を狙って高Si化した耐ピッチング用鋼が開発され、AT用歯車などで実用化されている<sup>3)</sup>。

また、特殊浸炭処理である浸炭浸窒処理や高濃度浸炭処理は、前述の熱軟化抵抗性を大幅に向上することが可能であり、加えて高濃度浸炭処理は微細な炭化物を分散させて浸炭層の強度や耐摩耗性を向上させる技術であり、共に耐ピッチング性改善が期待できることから、浸炭浸窒用鋼<sup>4)</sup>や高濃度浸炭用鋼も開発されている<sup>5)</sup>。

## 2. 定(低)歪化

歯車の歪は、駆動系ユニットの静粛性や、歯面の片当たりによる部品強度低下に影響するため、浸炭歪(特にばらつき)の定歪化や低減は極めて重要である。浸炭歪ばらつき低減に対する材料面からの代表的なアプローチとしては、鋼材の焼入性のタイトコントロールがある。炉外精錬技術の進歩による化学成分微調整とオンラインコントロール、ジョミニー予測技術などにより、焼入性の狭幅管理が可能となっている<sup>6)</sup>。

また、浸炭焼入と異なりマルテンサイト変態を利用しない窒化、軟窒化処理は、熱処理歪低減には有利だが、浸炭焼入より強度が劣るため、自動車用歯車への適用は限定的であった。そこで窒化硬さを向上させるCr、Al、V等を最適添加した高強度窒化用鋼が開発・実用化された<sup>7)</sup>。

## 3. 低コスト化

浸炭用鋼の低コスト化方策としては、Ni、Mo等の希少元素の低減、浸炭時間の短縮、冷間鍛造に

よる省エネルギー、ニアネットシェイプによる切削加工コスト低減などがあげられるが、ここでは、省合金化と浸炭時間の短縮化の取組みについて述べる。

浸炭用鋼としては、JIS SCM420H等のMo添加浸炭用鋼が多く用いられてきたが、低コスト、省資源という観点から、省Mo化に対する取り組みが行われており、加工性や浸炭歪みへの影響の大きいC添加量を現用鋼と同等とし、その他の合金元素の最適化設計により、焼ならし・焼なまし硬さを抑制し、浸炭後の浸炭異常層の低減と浸炭層の焼入性を確保した鋼種が開発されている<sup>8)</sup>。

浸炭処理は非常に長い時間を要するため、浸炭時間の短縮は強く望まれてきた。鉄鋼メーカー各社はこのニーズに対し、様々な手法で短時間浸炭用鋼の開発を進めてきた。浸炭温度の高温化により処理時間は短縮できるが、結晶粒粗大化が問題となるため、Nb炭窒化物やAl窒化物の微細析出により結晶粒粗大化を抑制した高温浸炭用鋼が開発されている<sup>9)</sup>。また、材料の焼入性の向上やC含有量を増加させて焼入後の硬さを増加させることにより浸炭硬化特性を向上させて浸炭時間短縮を狙った鋼種も開発されている<sup>8)</sup>。

## ◇ 非調質鋼

非調質鋼は焼入焼もどしを行わずに熱間鍛造ないし熱間圧延後の冷却コントロールにより所定の特性が得られる鋼種で、1970年代半ばに欧州で開発され、日本では1980年代前半から、自動車のクランクシャフト、コンロッドといったエンジン部品、アーム類などの足回り部品で採用され始めた。以降、30年以上にわたって、省エネルギーの代表的材料として開発・採用が進められてきた。非調質鋼には熱間鍛造用非調質鋼、直接切削用非調質鋼、冷間鍛造用非調質鋼があるが、ここでは熱間鍛造用非調質鋼の開発の変遷について以下に述べる。

### 1. 靱性向上

非調質鋼の基本的な強化機構は、熱間加工後の冷却過程でフェライト組織中に微細なV炭窒化物を析出させることによる析出強化である。図3<sup>10)</sup>に非調質鋼の開発の変遷を示すが、基本型非調質鋼は0.4~0.6%炭素鋼にV添加したフェライト-

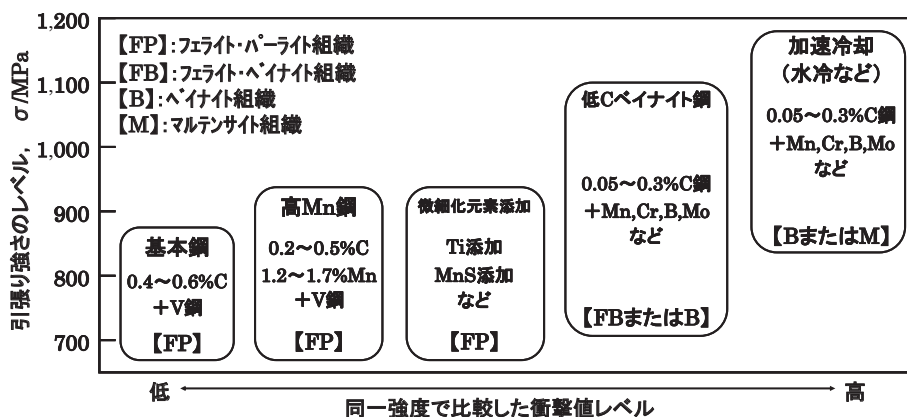


図 3 非調質鋼における組織制御技術と強靱性の位置付け<sup>10)</sup>

パーライト組織鋼である。熱間鍛造ままの粗大な組織であるため、基本型の静的強度は炭素鋼の焼入焼もどし材と同等だが、靱性や疲労強度が劣っていた。そこで、1980年代には靱性向上のための研究が進められ、Cを低下させるとともにMnを高めて強度と靱性を確保した鋼種や、Ti、MnSなどにより組織を微細化することでさらなる靱性向上をはかった鋼種が開発された<sup>11)~13)</sup>。

## 2. 高強度化

基本型非調質鋼の高強度化や、合金鋼を焼入焼もどしして製造される部品への適用を狙って高強度非調質鋼が開発された。組織はフェライト-パーライトで、耐力や疲労強度を向上させるため、C低減、V量増加<sup>14)</sup>、Mn、Cr量などの適正化<sup>15)</sup>をはかっており、コンロッドや足回り部品に適用されている。

## 3. 高強度高靱性化

合金鋼を焼入焼もどしして製造され、高強度かつ高い衝撃特性が要求される部品への適用を狙って高強度高靱性非調質鋼が開発された。これは、低Cでベイナイト組織ないしマルテンサイト組織として高強度かつ高靱性をはかった引張強さ900N/mm<sup>2</sup>以上の非調質鋼であり、ロアームなどの足回り部品等に適用されている<sup>16)</sup>。

## 4. その他

非調質鋼は安定した強度特性を得るのに熱間鍛造条件の管理が重要だが、フェライトとベイナイト組織の硬さバランスを利用し鍛造加熱温度、冷却条件が変動しても強度変化が少ないベイナイト

型非調質鋼が開発・実用化されている<sup>17)</sup>。

また、非調質鋼は、従来、強度・靱性（衝撃特性）のバランス確保・向上といった観点で開発されてきたが、近年、コンロッドのロッド部とキャップ部を一体で鍛造した後に、大端部を破断分割するクラッキング工法が開発され、分割後の寸法変化を小さくするために衝撃値を低くしたクラッキングコンロッド用非調質鋼が開発・実用化されている<sup>18)、19)</sup>。

## ◇ 快削鋼

快削鋼は、鋼にS、Pb、Caなどの元素を添加し、切削性を向上させた鋼である。自動車部品のように大量生産され高い生産効率を要求される部品に対して快削鋼は極めて有効であり、広く使用されている。日本では、快削鋼は、JIS G 4804に硫黄及び硫黄複合快削鋼が規格化されており、また自動車技術会規格JASO M106（自動車構造用鋼鋼材）において、S添加（S0~S2）、Pb添加（L1、L2）、Ca添加（U）が規格化されている。

快削鋼はそれぞれ、S快削鋼（1920年、アメリカ）、Pb快削鋼（1973年、アメリカ）、Ca快削鋼（1960年、ドイツ）、Ca複合快削鋼（1967年、日本）にて開発されており、快削鋼の基本的技術は1980年代中頃までにほぼ確立されたとされている<sup>20)</sup>。それ以降の日本の鉄鋼メーカーの主な取組としては、硫化物形態制御鋼、複合快削鋼、およびPbフリー快削鋼があげられる。以下にそれらの取組の概要について述べる。

## 1. 硫化物形態制御型快削鋼・複合快削鋼

硫化物形態制御型快削鋼は、S快削鋼の欠点である強度異方性劣化や疲労強度の低下を抑制しつつ被削性向上させることを狙いとした鋼で、Ca、Mg、Zr、Ti、Te等を添加して、MnSの形態を制御した快削鋼である。通常のS快削鋼と比較してMnSのアスペクト比が小さく、異方性が改善される<sup>21)</sup>。また、S-Pb、S-Ca、S-Ca-Pb等の複合快削鋼が開発され、実用化された。S-Ca-Pb鋼は加工費の大きなクランクシャフトなどに採用され、加工費低減に効果を挙げた<sup>22)</sup>。

## 2. Pbフリー快削鋼

Pb快削鋼は切屑処理性に優れることから広く使用されてきたが、欧州規制など環境負荷物質への規制の活発化によってPbフリー快削鋼のニーズが高まり、1990年代後半から各鉄鋼メーカーが開発を進めた。各社様々な方策にてPbを代替する快削鋼の開発を行っており、特徴的なものを以下にあげる。

- ・Mg-Ca-S快削鋼…Mg、Ca添加で硫化物の形態制御し、疲労強度を確保しつつPb-Ca-S快削鋼と同等の被削性を有する<sup>23)</sup>
- ・Bi快削鋼…Pbと同じ低融点物質であるBiを活用し溶融脆化作用により被削性改善<sup>24)、25)</sup>
- ・BN快削鋼…ボロン窒化物(BN)を活用し、高速切削条件下での被削性改善<sup>26)</sup>
- ・Ti硫化物利用快削鋼…Ti硫化物活用による刃先保護による工具寿命改善<sup>27)</sup>

## むすび

日本の自動車向け構造用鋼は、これまで自動車の進化・発展にあわせて開発が続けられ、優位を保ってきた。しかし、近年、新興国の急速な追い上げが大きな脅威となっており、これまでの優位性が脅かされる状況になってきている。そこで、将来に向けて激化していくグローバル競争での勝ち残りをかけて、さらなる技術革新と革新的な材料開発に取り組むため、「鉄鋼材料の革新的高強

度・高機能化基盤研究開発」プロジェクトが立上げられた。産官学連携の元、構造用鋼分野を含め複数のテーマで研究開発が行われ、多くの成果が得られてきている<sup>28)</sup>。今後も日本の鉄鋼業の強みを生かし材料開発、製造技術開発を推し進め、日本の特殊鋼のさらなる優位性確保を目指していくことが必要である。

## 参考文献

- 1) 特殊鋼倶楽部：平成24年度自動車の技術変化に伴う特殊鋼使用実態調査報告書、(2013)、221
- 2) 鎌田芳彦：特殊鋼、44 (1995) 3、43
- 3) 安達裕司他：愛鋼技報、22 (2004)、19
- 4) 安部聡他：神戸製鋼技報、54 (2004) 3、21
- 5) 加藤万規男、狩野隆：電気製鋼、77 (2006)、67
- 6) 牛山博美：電気製鋼、60 (1989)、96
- 7) 大木喬夫：愛鋼技報、12 (1992)、35
- 8) 安達裕司：特殊鋼、62 (2013) 1、19
- 9) 小塚巧：特殊鋼、59 (2010) 3、34
- 10) 水野浩行：特殊鋼、59 (2010) 3、5
- 11) 田中良治、磯川憲二：電気製鋼、55 (1984) 2、110
- 12) 子安義郎、高田啓督、高橋稔彦、竹田秀俊、石井伸幸：製鉄研究、337 (1990)、41
- 13) 松島義武、中村守文、椎名章人、中谷良行、秦高樹、山本義則、大河内則夫：CAMP-ISIJ、5 (1992)、781
- 14) 松島義武他：CAMP-ISIJ、5 (1992)、777
- 15) 井上幸一郎他：電気製鋼、67 (1996)、56
- 16) 岩間直樹他：CAMP-ISIJ、5 (1992)、801
- 17) 野村一衛、岩間直樹、花井義泰：まてりあ、34 (1995)、798
- 18) 電気製鋼、77 (2006)、93
- 19) 長谷川達也、久保田学：特殊鋼、62 (2013) 1、17
- 20) 岡田康孝：西山記念技術講座第182回、183回テキスト、(2004)、194
- 21) 常陰典正、藤松威史、平岡和彦：Sanyo Technical Report、10 (2003)、35
- 22) 三宅文行：特殊鋼、46 (1997) 5、20
- 23) 岩間直樹、常陰典正、大庫和孝、河本剛：自動車技術、57 (2003)、59
- 24) 岩間直樹他：CAMP-ISIJ、12 (1999)、1387
- 25) 柴川雅実、鹿磯正人、松島義武、家口浩：神戸製鋼技報、51 (2001)、13
- 26) 村上俊之他：NKK技報、178 (2002)、21
- 27) 渡里宏二他：まてりあ、41 (2002)、57
- 28) 鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発プロジェクト第2回シンポジウム予稿集、(2012)



## 2. 工具鋼

日立金属(株) か だ よし ひろ  
高級金属カンパニー **加 田 善 裕**

### まえがき

工具鋼は、自動車産業を始めとするユーザー企業の動向、それに対応する塑性加工・鑄造・プラスチック成形などの本体製造部門及び部品メーカーの技術開発動向、金型加工機械・熱処理・表面処理を始めとする周辺技術の開発動向に歩調を合わせ、進化を続けてきた。本稿では、鋼類別に、材料開発の流れを振り返り、今後への課題を整理し、展望を示したい。

### ◇ 冷間工具鋼

図1に日本における冷間工具鋼の改良の歴史を示す。'60年代には、SKD11が既に使用されている。'75年頃から放電加工の普及に伴い、高温焼戻しが適用されてきたが、SKD11の場合、低温焼戻しに比べ高温焼戻し硬さが低い弱点があった。更に、TRD・CVD処理が広がると共に、高温焼戻し硬さの向上要求が高まり、'80年代前半には山陽特殊製鋼のQCM8、大同特殊鋼のDC53等の8%Cr鋼が開発されている。8%Cr鋼は、炭素・CrをSKD11の2/3にしているので、Cr系の一次炭化物量が減少し、サイズも小さくなるため靱性や被削

性が向上する。また、SKD11の高温焼戻し硬さは60HRC弱だが、MoがSKD11の2倍含まれる8%Cr鋼は、60~62HRCが得られ、採用が広がった。

'90年代には、切削機械や工具の改良が進むと共に、自動車メーカー側からの型費低減の要求が高まったが、それに対応しS等の快削元素を添加した日本高周波鋼業KD11S等の被削性重視冷間ダイス鋼が開発されている。被削性重視冷間ダイス鋼は、炭化物を減らし、快削成分を添加した材料である。SKS並みの非常に優れた被削性を有する材料も開発されている。

'00年頃になると、高張力鋼板(ハイテン材)の適用拡大に伴い、8%Cr鋼や被削性重視冷間ダイス鋼で、金型の焼付き・摩耗が問題となってきた。被削性を確保しつつ、耐摩耗性、熱処理・表面処理後の修正仕上げ工数削減のための熱処理歪低減に対して'04年に開発されたのが、弊社のSLD-MAGICである。

板金プレス型に適用される表面処理は、TRD・CVDが主体だったが、再処理時の歪がないPVDの特性改善・価格低下もあり、適用が増えつつある。それに伴い、TRD・CVD適用型での膜の密着性不足により適用が限定されていたマトリックス系の

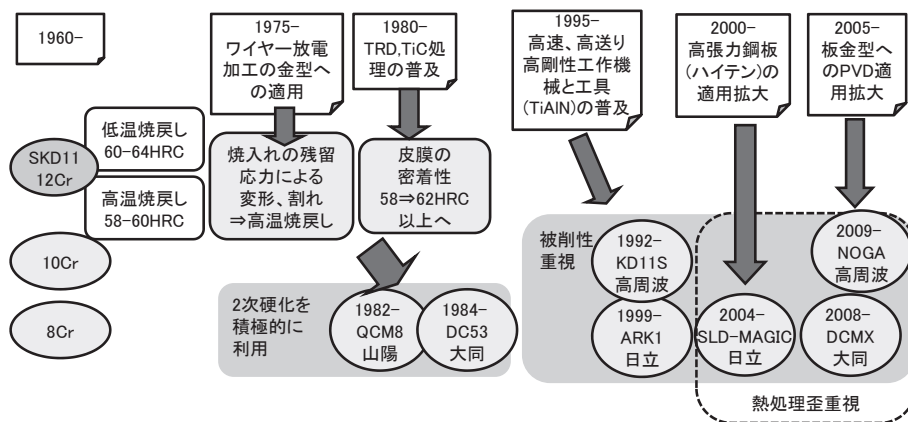


図 1 日本における冷間用金型材料の開発の経緯と背景  
(山陽：山陽特殊製鋼(株), 大同：大同特殊鋼(株), 高周波：日本高周波鋼業(株), 日立：日立金属(株))

材料も増えてきた。PVDに最適な鋼材組織をアピールポイントにする日本高周波鋼業のNOGA、大同特殊鋼のDCMXが対応材であり'08年以降に発売されている。

このように、多数の新材質が開発されているが、冷間金型材の使用量の過半はSKD11相当材と推定される。SKD11の機械的特性の時系列データについては、'84年に弊社が工具鋼の大幅な品質向上取組みであるアイソトロピイを発表した際の、抗折吸収エネルギーで20%向上したデータ等しかない。これは、SKD11は高C高Cr系のため、巨大炭化物が発生しやすく、靱性値が低いこと、製品サイズによって靱性等が大きく変化する材料であることも影響していると思われる。また、SKD11は成分値、製造方法などによっても特性が大きく変化する。図2は、約5年前のデータだが、某新興国製のSKD11と弊社SKD11相当材のSLDの衝撃値の比較である。新興国製のSKD11は、硬さバラツキも

大きく、衝撃値が低い傾向があった。硬さバラツキは、成分バラツキの大きさに影響を受けており、衝撃値については炭化物品位の影響、言い換えると製造工程の影響が大きいものと推察された。技術開発の進みつつある国の製品を過去の一時点のデータで論じることが出来ないが、現時点でも、高品位要求型、失敗の許されない納期厳守の金型には日本製のSKD11が採用されている現状より、バラツキの大きさを含めた品質には、まだ有意差があると推察される。

### ◇ 熱間工具鋼

熱間工具鋼も、SKD61が50年以上、主流鋼種の座を占めており、特殊用途にSKD61改善鋼などの高性能材が開発されてきている図式である。熱間には用途が多数あり、それぞれの用途で技術動向が異なるが、現在、金型材料に対する技術要求が一番厳しいダイカストについて、取巻く状況、金型材料への要求と開発材料例を図3にまとめる。

ユーザーでの大物製品ダイカスト化、ハイサイクル成形化の動向に対応したり、グローバル化対応の観点から、各社で開発鋼が提案されている。また、金型材料だけでなく、材料特性を最適化するための熱処理方法や、表面処理方法なども研究対象になっている。最近では、実際のダイカスト金型による寿命評価や同結果のCAEとの対応なども研究されている。ダイカスト型の寿命は、素材、熱処理・表面処理のトータル品質の影響を受け、廃却型の解析力・金型設計も含めた提案力も要求

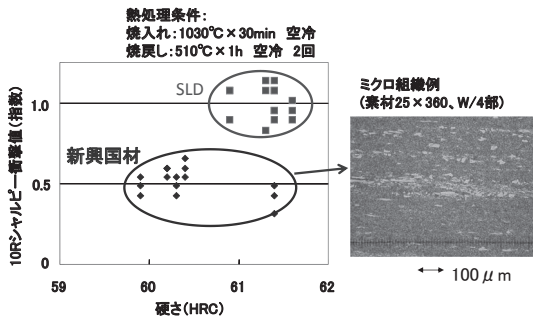


図 2 新興国製SKD11とSLDの品質比較

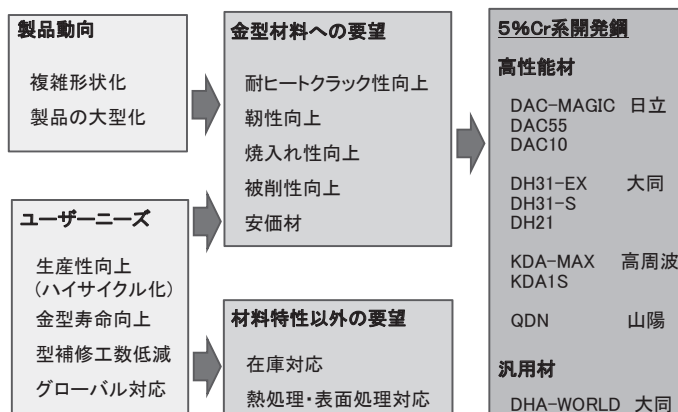


図 3 ダイカストを取巻く状況と材料開発状況

される。従って、今までの技術蓄積が必要であり、日本や欧州老舗メーカーの優位性が大きい分野と言える。

SKD61及び改善鋼の衝撃値の変化を時系列的にまとめたデータも存在しない。'84年に弊社がアイソトロピイを発表した時にT方向の2Uシャルピー衝撃値が市販SKD61対比で約1.8倍、'89年のアイソトロピイPART II時に市販SKD61対比で約2.0倍の改善が発表されている程度である。また、'90年代までは、試験片熱処理の2Uシャルピー衝撃値のデータがカタログ等に記載されていたが、最近では金型を想定した熱処理での衝撃値記載が多くなっており、比較が更に難しくなっている状況である。

その他用途の1つとして、アルミ押出ダイスがあるが、'90年頃には、押出メーカーから、高強度化によるダイス寿命向上の要求と共に、大物製品対応のため大型ダイス対応材の要求も高まった。これらに対応して開発されたのが、日本高周波のKDA1、日立金属のDAC3である。しかし、'95年頃以降は、コスト低減が同業界の主要課題となり、新材質の開発は行われていない状況である。

温熱間鍛造型では、'80年代後半から等速ジョイントの温間鍛造型用にマトリックスハイスが開発されたり、'90年代からの熱間鍛造での白色離型剤の適用拡大に伴い、析出硬化型熱間工具鋼が少なくなるなどの変化はあったが、メーカーにより変化の内容、時期的な差が大きく、鍛造業界全体の動向、特殊鋼メーカーの業界全体の対応とは言い切れない状況である。

#### ◇ プラスチック金型用鋼

プラスチック金型用鋼については、ニーズに対応した新材質開発と、ピンホール抑制のための清浄度向上の流れがある。以下、代表的なカテゴリーについてこれまでの動向をまとめる。

32HRCプリハードン鋼では、大物金型の溶接割れ対策材として、'90年代初めに大同特殊鋼がPX5を開発し、SCMクラスが主体に使われていたカテゴリーで低C材の流れを作った。32HRCプリハードン鋼の主要用途には自動車用のランプ型があるが、弊社HPM7を始めとして、非金属介在物の低減によるピンホール対策が継続して行われている。

40HRCプリハードン鋼では、'70年頃に大同特殊鋼が析出硬化型の快削系プラスチック金型用鋼NAK55を開発し、32HRCが限界だったプリハードン鋼の硬さを40HRCに引き上げた。更に'80年には非快削系のNAK80が開発され、析出硬化型が40HRCプリハードン鋼の標準鋼になって、現在に繋がっている。各社で同等鋼が製造されているが、最近、中国では、地場メーカー製のNAK80の模造品が多量に製造されているとのことである。

析出硬化型は、耐食性に劣ることと低靱性が短所である。'99年には日立金属が耐錆に優れる析出硬化鋼CENA1を開発した。'04年頃から薄型TVの外枠に採用されたウエルドライン対策成形金型では、一般の析出硬化鋼では温調孔の錆や型面のガス焼けの問題が発生するので、韓国メーカーを始めとして、世界的にCENA1の採用が進んだ。'07年以降にはグローバル化対応として、析出硬化系よりも高靱性で、コスト面で有利な弊社HPM-MAGICなどの材料も登場してきている。

#### むすび

ユーザー企業の技術動向、周辺技術の進化に対応して、工具鋼の新材質は開発されてきた。最近では、特殊鋼メーカーの新材質開発も厳選傾向で、型技術者会議などで発表される新材質も減少しているが、各社、ユーザー企業との技術交流を継続し、次世代材料の開発を進めているものと推察される。今までの技術の蓄積、要求の厳しい日本のユーザー企業との技術交流もあり、今後共、日本の工具鋼メーカーは、新興国の数歩先を行く開発を進めていけると考える。

また、製造現場でコンピュータ管理が進みつつあるが、工具鋼製造にはブラックボックス化された技術が多いこと、品質安定へ人財の寄与が大きいことから、日本と新興国の安定性も含めた品質差は、今後、縮まるだろうが、有意差は継続していくと確信している。

QCMは山陽特殊製鋼㈱の商標登録です。

DCMX、DHAは大同特殊鋼㈱の商標登録です。

NOGA、KDA1Sは日本高周波鋼業㈱の商標登録です。

ARK1、CENA1、DAC、DAC-MAGIC、HPM、HPM-MAGIC、

SLD、SLD-MAGICは日立金属㈱の商標登録です。

# 3. 軸受鋼

山陽特殊製鋼(株) 研究・開発センター 藤 松 威 史

## まえがき

自動車、産業機械、航空、宇宙から家電にいたるあらゆる分野の回転運動する要素を持つ部品において、その部品と接しながら回転運動を円滑にし、伝達損失を抑え、部品寿命を伸ばす軸受は欠かすことができない重要部品である。古代には木や石で作られていた軸受の素材として、20世紀に入ると現在でも最も広く用いられている高炭素クロム軸受鋼が登場した。軸受鋼は当初こそ海外からの輸入に頼っていたが、軸受寿命に影響を及ぼす冶金学的因子が解き明かされていくなか、1970年頃の真空脱ガス処理適用を皮切りとした軸受鋼の高清浄度化技術の進歩によって日本の軸受鋼メーカーは、遂には世界をリードする品質を獲得するに至った。

近年、地球環境保護の観点からCO<sub>2</sub>排出量削減や省資源、省エネルギー化が重要課題となっており、機械部品や自動車の駆動系部品の小型・軽量化は、その有効な対策の一つである。軸受の小型化は周辺部品の小型軽量化への波及効果が期待できるため、軸受の長寿命化や信頼性向上のニーズはますます高まっている。以下、主に高炭素クロム軸受鋼を主体に軸受鋼の品質向上の変遷、最近の研究開発動向を紹介する。

## ◇ 軸受鋼の種類

高炭素クロム軸受鋼は玉軸受をはじめ各種軸受に使われ、特に表1のSUJ2が幅広く用いられている。SUJ2はおよそ1% C-1.5% Crを基本とする高

炭素-過共析組成からなる成分の特徴により、その使用にあたっては固有の熱処理が施される。一般的には棒鋼、鋼管、熱間鍛造品に球状化焼なまし処理を行って硬さを低減してから切削や冷間加工により軸受部品形状に加工したのち、焼入れ-低温焼戻しを施して60HRCを超える高硬度とマルテンサイト中に球状炭化物が微細に分散した特有の組織を得ている。これによって軸受に必要な転がり疲れ強さや耐摩耗性が備わる。また、潤滑や荷重環境が厳しい鉄道の車軸や産業機械に使われるころ軸受や円錐ころ軸受には主に浸炭鋼が適用されている。他に、自動車のハブに用いられてきたS53C~S58Cの中炭素鋼は、塑性加工技術の進歩によってハブ本来の機能以外に軸受機能を兼備させたハイブリッド部品として使用されるようになってきている。なお、中炭素鋼製ハブにおいて軸受機能を担う部分には高周波焼入れを施して機能向上が図られている。その他、耐食軸受用途にはステンレス鋼が、また比較的高温に晒される耐熱軸受用途にはM50に代表される高温焼戻し型の耐熱鋼が適所に使用されている。

## ◇ 軸受鋼の製造プロセスから見た高清浄度化の進展

鋼の特性は本来その化学組成によるところが大きい。しかしながら、国内外で成分範囲が規格化された高炭素クロム軸受鋼であっても、製鋼メーカー各社の操業条件や所有設備の違いにより転がり疲れ特性に差が見られることがある。これは鋼の製造過程で不可避免的に含有される非金属介在物

表 1 SUJ2の化学成分 (JIS G 4805より抜粋) 単位mass%

種類の記号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
SUJ2	0.95~1.10	0.15~0.35	0.50以下	0.025以下	0.025以下	1.30~1.60	—

注) 不純物としてのNi及びCuは、それぞれ0.25%を超えてはならない。ただし、線材のCuは、0.20%以下とする。不純物としてSUJ2のMoは、0.08%を超えてはならない。受渡当事者間の協定によって、この表以外の元素を0.25%以下添加してもよい。

(主に酸化物系介在物)の存在状態(大きさや頻度)に差があるためとみられている。以下に当社の連続鋳造における軸受鋼の製造工程を例示し、その工程について簡単に説明する。

電気炉(EF)溶解→取鍋精錬(LF)→RH脱ガス→連続鋳造(CC)

上記工程において、当社では電気炉で溶解された鋼は汚染防止のため偏心炉底出鋼(EBT)により取鍋に移される。次の取鍋精錬(LF)工程では脱硫と酸化物系介在物の除去を行い、さらにRH脱ガス工程で水素や酸素といったガス成分を除去したのち、その清浄な溶鋼を外気と遮断したまま大

断面垂直型の連続鋳造設備に鋳込み、介在物の浮上除去を促進したのち極めて高纯净度の軸受鋼片を得ている。鋳片は均熱拡散処理(ソーキング)や圧延・鍛造加工を経て棒鋼、鋼管、熱間鍛造品等に加工される。その後、前述した球状化焼なまし処理-切削・冷間加工-焼入焼戻しにより適切な炭化物分散と所望の硬さを得て、仕上げ加工ののち軸受製品に加工される。軸受鋼の性能向上の歴史は酸化物系介在物の低減、すなわち酸素量の低減の歴史と重なり、**図1**、**2**<sup>1), 2)</sup>がその証拠である。図より過去数十年の精錬方法の発展による酸素量低減の取り組みにより軸受鋼中の酸素量は数ppm程度まで減少し、 $L_{10}$ 寿命は数十倍にも達した。

### ◇ 軸受の破損形態から見た研究開発動向

軸受の破損形態には内部起点型と表面起点型があり、前者には非金属介在物起点型と白色組織変化型が存在し、後者には異物混入型と金属接触型がある<sup>3)</sup>。なかでも理想潤滑条件においては軌道直下(鋼材内部)に非金属介在物が存在する場合に、その介在物に軸受の転がり接触による応力が集中してクラックが生じることによる内部起点型の破損が最も一般的である。一方、白色組織変化型には比較的高温の潤滑環境下で軌道直下に光学顕微鏡による腐食組織観察において白色かつ直線状に観察される通称ホワイトバンドと称される組織変化(200nm程度の転位セル組織)<sup>4)</sup>を生じて早期のはく離を生じる事例と、同腐食組織観察において直線的でなく不規則形状をとるWEA(White Etching Area, 10nm程度の超微細結晶粒)が観察される事例が確認されている。また、表面起点型は内部起点型と異なり、不良潤滑環境下で発生した表面き裂に端を発するはく離である。以下では、各々の破損形態に対応した開発動向を紹介する。

非金属介在物起点型のはく離対策には、上述の通り軸受鋼の酸素含有量低減が最も有効である。しかし、酸素量が数ppmレベルまで低減された昨今では、酸素量が同等でも軸受寿命にばらつきがあることが分かってきた。これは転がり疲れに対して有害な介在物の大きさや分布状態に差があるためであり、これに応じて当社では大型介在物を低減した超高纯净度鋼(図2参照)を開発し、酸

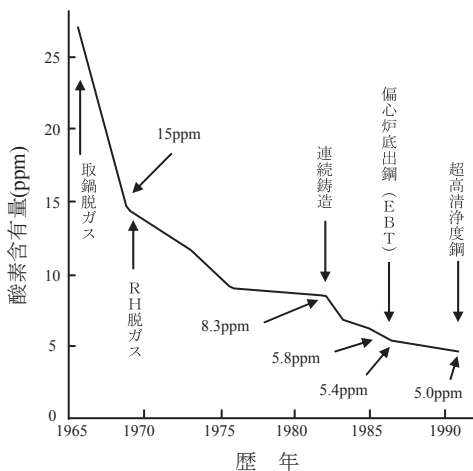


図 1 軸受鋼の酸素含有量の推移<sup>1), 2)</sup>

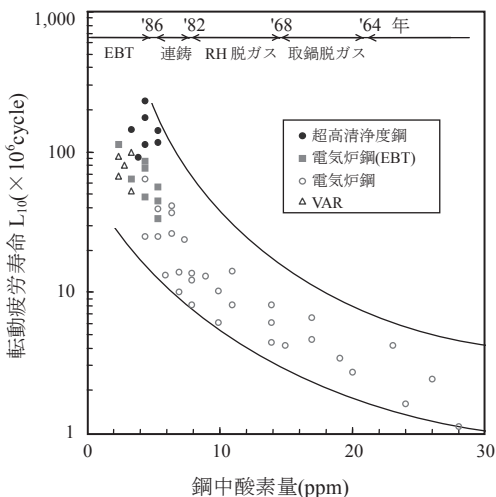


図 2 軸受鋼の鋼中酸素量と転がり疲れ寿命<sup>1), 2)</sup>

素レベルが同程度の従来鋼と比較して大幅な寿命向上を実現した。同鋼開発には精錬方法の開発と併せて、従来のJIS点算法やASTM E45-A法のように顕微鏡観察を用いた方法でありながら介在物大きさ推定に対する信頼度が高い極値統計法を活用した介在物評価を用いている。さらに、当社は非金属介在物による軸受の短寿命はく離抑制に主眼を置き、転がり疲れに有害な大きさの非金属介在物を低減する新たな製鋼技術を開発するとともに、その非金属介在物の存在頻度が低いことを顕微鏡観察主体の方法よりはるかに大体積で評価可能な超音波探傷法を用いた高信頼性検査技術を開発した。両技術を組み合わせて誕生させた新グレードの高信頼性長寿命軸受鋼PremiumJ2<sup>5)</sup>は、一般的なSUJ2鋼に比べて軸受の寿命下限値が約3倍に向上するという良好な結果を得ている。

白色組織変化に起因するはく離対策として、ホワイトバンド型組織変化の場合、高温環境下で発生しやすい特徴から、焼戻しによる硬さ低下が少ない（焼戻し軟化抵抗が高い）高Si含有のモディファイ型軸受鋼を使用し、かつ200℃以上の比較的高温の焼戻しを施すことで組織変化が回避されている<sup>6)、7)</sup>。一方、WEA型の白色組織変化はその生成要因として、水素浸入環境、振動、曲げ、応力負荷環境といった要因があり<sup>3)</sup>、エンジン補機用軸受などで発生例がある。その対策としてはCr含有量を高めた開発組成が有効との報告がある<sup>8)</sup>。

表面起点型はく離の一つの様態は、トランスミッション用軸受などのように潤滑油中に硬質異物が混入する環境で、異物のかみ込みにより軸受軌道面に圧痕が生じ、さらに圧痕周縁に応力が集中することで表面クラックを生じて内部に進展するタイプである。その場合の材料対策としては、残留オーステナイト量を高めることが有効である。残留オーステナイトは軸受鋼を焼入れした際に高硬度のマルテンサイトに変態せず軟質なオーステナイトとして残った部分であり、圧痕周縁の応力集中を緩和する作用があるとされる<sup>9)</sup>。また、

もうひとつの様態には金属接触型がある。軸受の構成部品である転動体（球、ころ、ニードル）と軌道輪は、適正な使用環境のもとでは潤滑油膜が介在することにより金属同士の接触は回避されている。ただし、鏡面研磨ではなく研削仕上げをした表面凹凸が比較的大きい部品や、高温環境その他事情により低粘度の潤滑油を介在させた場合には金属接触が誘発され、摩耗、焼き付き、疲労現象によってクラックが生じる。この対策として部品表面粗さ向上が有効であり、また、材料面ではSi、Mo増量と浸炭窒化処理の組み合わせによる焼戻し軟化抵抗性の向上が有効との報告がある<sup>7)</sup>。

## むすび

軸受鋼の性能向上の歴史を振り返りながら最近の研究開発動向までを紹介した。主に取り上げた高炭素クロム軸受鋼は登場から一世紀を経てもその基本化学組成を変えずに使い続けられているが、その特性は各社のたゆまぬ努力によって著しい高性能化が図られている。一方、海外に眼を移せば価格競争力のある海外鋼材メーカーがその特性面で国内材を追い上げつつあり、国内製鋼メーカー各社のさらなる高纯净度化や高信頼性化への取り組みが続けられている。

## 参考文献

- 1) 上杉年一：鉄と鋼、74 (1988)、1889
- 2) 瀬戸浩蔵：軸受用鋼、日本鉄鋼協会 (1999)、37-38
- 3) 平岡和彦：第188回・189回西山記念技術講座、日本鉄鋼協会編 (2006)、117
- 4) 井口誠、坪田一一：CAMP-ISIJ、10 (1997)、545
- 5) 山陽特殊製鋼技報、20 (2013)、70
- 6) 前田喜久男、中島碩一：NTN TECHNICAL REVIEW、63 (1994)、83
- 7) 沖田滋：'99モーション・エンジニアリングシンポジウム、日本能率協会 (1999)、6-3-1
- 8) 藤田慎治、三田村宣晶：トライボロジー会議予稿集 東京、2005-11 (2005)、67
- 9) 平岡和彦、桂隆之、山縣裕、小池俊勝：山陽特殊製鋼技報、9 (2002)、35

## 4. ばね鋼

(株)神戸製鋼所 増田智一  
鉄鋼事業部門

### まえがき

1980年～現在までのばね鋼における国内技術動向を振り返った。1980年当時は、板ばねに関する報告が多かったものの、次第にコイルばねの報告が増えるようになってきた。また、当時は、ばね用鋼材の強度特性に関する報告が主流であったが、その後、数値解析、表面強化、評価技術等、その内容は多岐に渡るようになってきた。本報では、ばね鋼として特に報告が多い自動車用高強度懸架ばね用鋼、高強度弁ばね用鋼に焦点を絞り、それぞれ紹介する。

### ◇ 高強度懸架ばね用鋼の技術動向

高強度懸架ばね用鋼の技術は、自動車業界を取り巻く環境との関連性が強く感じられた。図1には、懸架ばねに使用される規格鋼および代表的な開発鋼の疲労強度の向上推移を示す<sup>1)</sup>。1973年のオイルショック以降、自動車の軽量化が省エネルギー対策の面で重要な課題とされ、懸架ばねにおいても軽量化への要求が高まりをみせるようになった。懸架ばねの軽量化には設計応力を高くすることが有効であり、高強度化を達成することができる各種技術が報告されている。例えば、1980年になると高応力化に伴う耐へたり性の向上が最も重要視され、規格鋼SUP6、SUP7のSi増量鋼が

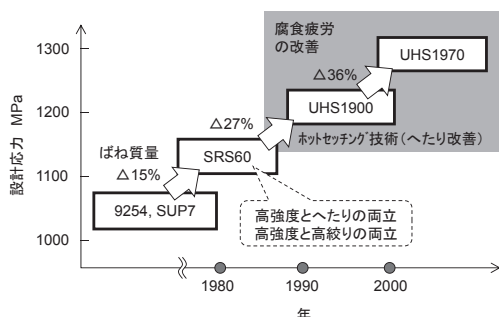


図 1 当社高強度懸架ばね用鋼の開発経緯

開発された<sup>2)</sup>。また、更なる高強度化のためには、耐へたり性だけでなく、韌性、切欠き感受性が重要であるとの関心も高まりつつあった<sup>3)、4)</sup>。

1980年代後半から1990年代前半には、鋼材トレンドが設計応力900から1,000～1,100MPaの懸架ばねが開発、実用化されるようになってきた<sup>5)</sup>。この更なる高応力化によって強靱化が強く求められるようになり、成分設計に加えて、熱処理を用いた組織制御に関する技術がクローズアップされるようになってきた。例えば、高周波による急速熱処理、加工熱処理を活用した結晶粒微細化強化が種々の研究機関、企業で検討された<sup>6)～8)</sup>。

1990年以前は、雪道のスリップ防止のため、タイヤに鋼製のピンを埋め込んだスパイクタイヤが主流であったが、粉塵問題によって、スタッドレスタイヤへの置き換えが進められるようになった。1995年にはスタッドレスタイヤへの置き換えがほぼ完了する一方で、道路に塩をまく融雪対策が取られるようになった。そのため、自動車用懸架ばねに対しても、塩害による耐久性の低下が問題視されるようになってきた。塗装時に発生する水素による水素脆化の検討<sup>9)</sup>、Ni、Cr、Mo、Vといった合金元素を添加することによる耐腐食疲労特性向上の検討<sup>10)</sup>、回転曲げによる介在物、微小表面腐食ピットの影響評価<sup>11)</sup>、等、耐環境感受性に関する報告が多く行われるようになった。また、規格鋼だけでなく、各社が腐食耐久性に優れた高強度懸架ばね鋼を開発、実用化が進んだ。

2000年前後より、ハイブリッドカー (HV)、燃料電池車 (FCV) など新たな動力源を搭載した自動車市場投入され、また燃費向上の観点から新エンジンも開発された。懸架ばねにも益々の高強度化が要求されるようになり、設計応力1,100～1,200MPa級が求められるようになった。一方、腐食耐久性に関しては、特に、腐食環境からの浸入水素を起因とする脆化が指摘されるようになり、合金元素の添加による高強度化と耐腐食疲労特性

の両立を目指した鋼材開発が進められた<sup>12)、13)</sup>。

2005～2010年頃より、従来の合金元素を添加した開発鋼の指向から、資源枯渇に対する懸念や金属材料の世界的需要変動などのリスクを回避するため、規格鋼 (SAE9254) を使用して高強度を維持し、かつ、靱性を向上させる技術が強く求められるようになってきた。そこで、処理費用の高価な表面硬化熱処理に替わり、ショットピーニングに関する報告が急激に増加した<sup>14)～18)</sup>。

ショットピーニングは、表層に圧縮残留応力を付与することで疲労強度を向上させることができ、また、表面欠陥の影響度も低減できるため、近年では特に、必要不可欠の技術と位置付けされている。表面強化技術の発展に伴い、懸架ばねの設計応力も1,200MPa超級が実用化レベルとして求められるようになってきた<sup>19)</sup>。

高強度懸架ばね用鋼の高強度化、高靱性化、腐食耐久性に対する要求は、今後も高まりを見せる。一方、近年の規格鋼の見直しにもあるように、カーメーカーの現地生産化に伴う鋼材の現地調達化、低コスト、品質など、高強度懸架ばね用鋼に対する要求はますます多岐に渡るようになる。今後は、各要求に対して規格鋼で達成できるレベルの見極め、より高いレベルの要求に対しては、表面強化技術との組合せ、新鋼種の開発が進められると予想される。

### ◇ 高強度弁ばね用鋼の技術動向

高強度弁ばね用鋼の技術は、自動車エンジンの技術開発と共に発展してきた。図2には、弁ばねに使用される規格鋼および代表的な開発鋼の疲労強度の向上推移を示す<sup>20)</sup>。1980年初めは、異形断

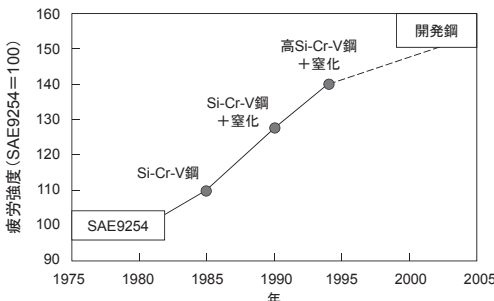


図 2 当社高強度弁ばね用鋼の開発経緯

面コイルばねが自動車エンジン用弁ばねとして実用化された時期である<sup>21)</sup>。この異形断面コイルばねは、弁ばね、クラッチ、自動変速機へと用途が拡張され、現在においてもこれら用途の主流となっている。この異形断面コイルばねが求められた背景として、弁ばね、クラッチばねなどに対して、鋼材設計だけでなく、部品設計からも小型化、高応力化が強く求められたことが大きい。鋼材設計においては、Si、Cr、Nb、V、REM添加+加工熱処理によって強靱化が求められた開発があったものの<sup>22)</sup>、規格鋼に対してブルーイングやショットピーニングといった各種処理技術を付与した高強度化、高靱性化技術に関して多くの検討が行われた<sup>23)、24)</sup>。

1990年頃は、自動車のエンジンにターボチャージャーが採用されたように、高出力、高回転による高性能化がトレンドであった。エンジンの高出力化に伴い、エンジン内がより高温となってきたため、弁ばねにはエンジン環境における耐熱性と耐へたり性の両立が強く要求されるようになった<sup>25)</sup>。耐熱性の向上にはSiが有効であり、Si-Cr系のオイルテンパー (OT) 線が注目された。一方、Si-Cr系は非金属介在物の制御が困難であり、高強度化に伴う疲労特性の低下が懸念された。そこで、その対策の一つとして、清浄度の高いばね用鋼線が開発された<sup>26)</sup>。粗大な非金属介在物を圧延工程で変形させることで無害なサイズまで微細化するため、非金属介在物の低融点化に関する検討も進められた<sup>27)</sup>。また、この頃より、更なる疲労強度向上のため、ショットピーニング処理を行うことが通例となってきた<sup>28)</sup>。

1990年代半ばより、引張強度が従来の1,800MPaから1,900～2,000MPaに向上させたOT線が使用されるようになってきた<sup>29)</sup>。結果、ばね鋼そのものの硬さが高く、従来のショットピーニングでは耐久性向上効果が得られなくなってきた。そこで、ハードショット、2段ショットピーニングなどショットピーニング技術の新開発が進み、実用化された。また、窒化処理の弁ばねへの適用もこの頃より普及しつつあった<sup>30)、31)</sup>。

2000年以降は、新エンジンの開発に伴う益々の高回転数化や軽量コンパクト化のニーズが強くなってきた。弁ばねに対しては、更なる高強度化



が求められ、2,100~2,200MPaのOT線が実用化されるようになった<sup>32)</sup>。そこで、合金成分の調整だけでなく、既存の製造工程にも改良が加えられるようになった。また、温間セッチングが必須となり、温間セッチングでのばねの形状変化に対して、形状、寸法を高精度に作りこむため、製造工程全般における形状変化を考慮する技術が注目されてきた<sup>33)</sup>。

今後、燃費向上のためのエンジンのダウンサイジング化、エンジン動作のコンピュータ制御等、弁ばねの使用環境は益々過酷になる。高強度化だけでなく、耐久性、高纯净化、高靱性化、表面欠陥の無害化など、従来から指向されてきた種々の技術がより高いレベルで求められる。これらの要求を満足する鋼材設計と製造技術に関わる技術開発がこれからも進められていくと予想される。

## むすび

自動車用高強度懸架ばね、高強度弁ばね共に、高応力化への要求は、ますます高まりをみせている。しかしながら、高応力化は同時に、靱性低下、介在物感受性増加、水素脆性といった劣化因子を強調させることにつながる。従来は主に合金設計によって改善されてきたが、現在は、資源リスク回避、コスト削減、グローバルな材料調達対応等の観点から生産技術、加工技術がより重要視されると予想される。新たな鋼材、工法の開発、さらにはこれら技術の組合せによって高い要求に添えていくことが、今後の技術開発の流れとなっていくと考えられる。

## 参考文献

- 1) 鹿磯正人、熱処理、Vol.49、No.6、2009、328-331
- 2) 新倉芳治、小川登、高橋栄治、ばね論文集、Vol.24、1979、2-8
- 3) 小曾根敏夫、横手信久、栗本衛、ばね論文集、Vol.28、1983、1-5
- 4) 小川博、北村明、丹下彰、ばね論文集、Vol.29、1984、30-37
- 5) 大野明、ばね論文集、Vol.33、1988、88-94
- 6) 杉本淳、田中達夫、大木喬夫、脇門恵洋、ばね論文集、Vol.34、1989、38-43
- 7) 綾田倫彦、東野豊之、ばね論文集、Vol.34、1989、44-52
- 8) 伊藤伸英、大森宮次郎、安達孝徳、ばね論文集、Vol.35、1990、47-53
- 9) 西岡克幸、佐藤保夫、ばね論文集、Vol.37、1992、25-30
- 10) 中野修、榊原隆之、杉本淳、安田茂、草刈亘、渡辺学、ばね論文集、Vol.39、1994、1-5
- 11) 村上敬宜、小林幹和、牧野泰三、鳥山寿之、栗原義昭、高崎惣一、江原隆一郎、ばね論文集、Vol.39、1994、7-16
- 12) 中野智弘、榊原隆之、脇田将見、杉本淳、ばね論文集、Vol.46、2001、7-12
- 13) 稲田淳、下津佐正貴、茨木信彦、辻博人、杉山充弘、ばね論文集、Vol.46、2001、33-39
- 14) 間野日出男、近藤覚、近田和明、井村徹、ばね論文集、Vol.50、2005、11-16
- 15) 間野日出男、近藤覚、松室昭仁、ばね論文集、Vol.51、2006、17-20
- 16) 高橋宏治、天野利彦、宮本貴正、安藤柱、高橋文雄、丹下彰、岡田秀樹、小野芳樹、ばね論文集、Vol.52、2007、9-13
- 17) 高橋文雄、丹下彰、安藤柱、ばね論文集、Vol.53、2008、1-8
- 18) 脇田将見、久野隆紀、長谷川智也、猿木勝司、田中啓介、ばね論文集、Vol.54、2009、7-12
- 19) 高橋宏治、林卓見、安藤柱、高橋文雄、ばね論文集、Vol.55、2010、25-30
- 20) 須田澄恵、茨木信彦、神戸製鋼技報、Vol.55、No.2、2005、22-25
- 21) 異形断面線を用いたコイルばねに関する研究委員会、ばね論文集、Vol.38、1992、53-72
- 22) 村山周治、中川昭、永沢誠一、井上和政、本間達、林博昭、江口直記、落合征雄、ばね論文集、Vol.24、1979、9-14
- 23) 南一彦、早見威彦、川上平次郎、山田凱朗、ばね論文集、Vol.27、1982、35-40
- 24) 小物ばねショットピーニング委員会、ばね論文集、Vol.27、1982、73-108
- 25) 隠岐保博、永松孝彦、芦田真三、ばね論文集、Vol.34、1989、26-31
- 26) 俊野英男、重野公彦、高木伸雄、ばね論文集、Vol.32、1987、31-34
- 27) 塩飽潔、小新井治朗、山田凱朗、川口康信、茨木信彦、神戸製鋼技報、Vol.35、No.4、1985、79-82
- 28) 丹下彰、阿久津忠良、高村典利、ばね論文集、Vol.36、1991、47-53
- 29) 寺下勝、小林武夫、磯野裕司、川口康信、佐藤仁資、蔵本廣志、ばね論文集、Vol.40、1995、21-26
- 30) 渡邊吉弘、長谷川典彦、並木邦夫、秦野敦臣、ばね論文集、Vol.37、1992、53-57
- 31) 伊藤俊郎、長島悦一、石川裕二、伊沢佳伸、ばね論文集、Vol.43、1998、23-30
- 32) 青木利憲、鈴木秀和、榊原隆之、脇田将見、西村泰輔、ばね論文集、Vol.45、2000、25-30
- 33) 吉原直、黒田武司、佐藤仁資、茨木信彦、ばね論文集、Vol.45、2000、15-18

## 5. ステンレス鋼

日本冶金工業(株) や べ むろ つね  
技 術 研 究 部 矢 部 室 恒

### まえがき

ステンレス鋼は耐食性を向上させる目的でFeにCrやNiを含有した合金であり、19~20世紀初頭に米国や欧州で多数の研究が行われ開発された。誕生から100年余りが経過した現在においても耐食性の改善をはじめ、強度、耐熱性、成形性、溶接性、切削性、ばね性などの改良が図られ、台所から宇宙産業まであらゆる分野で利用されている。

世界のステンレス粗鋼生産量は産業が成熟した現在においても、年々増加傾向を辿り2012年ベースで3,500万トンにも達している<sup>1)</sup>。このような大量生産を可能にしているのは紛れもなく生産設備や製造技術の進歩によるものであり、ステンレス鋼業界はハード面の技術革新に多大な恩恵を受けていると言える。1950年代の酸素製鋼法、ゼンジミアミル、連続鑄造機、1960代のVOD(真空酸素脱炭)精錬法やAOD(アルゴン酸素脱炭)精錬法はステンレス鋼の生産体制を一変させた<sup>2)</sup>。

高純度化や板の広幅化が可能になり、スクラップや安価原料の大量使用と精錬時間の短縮から製造コストが大幅に低減された。生産の歴史を振り返ると1940年代以降は米国における発展が著しく世界のステンレス鋼業界をリードしたが、1970年代には日本が生産量で米国を追い抜き、長い期間トップを走り続けてきたが2006年に中国にその座を明け渡した<sup>1)</sup>。本稿では1980年以降におけるステンレス鋼の開発動向をMo、NおよびNi量が耐食性に及ぼす影響に焦点を当てて述べる。

### ◇ 1980年代以降の鋼材開発を振り返る

#### 1. 1980年代後半まで

ステンレス鋼と言えばSUS304と言われるほど汎用ステンレス鋼としてあらゆる分野で使用されている。18Cr-8Niを基本組成とするSUS304の原形は1920年代には完成していたとされており最も身近なステンレス鋼である<sup>3)</sup>。その後、耐食性がさら

に要求される環境用としてMo含有鋼のSUS316が開発され、その改良鋼としてSUS317とその類似鋼種が開発された。これらの鋼種は現在も数多く使用されているが、何れも終戦後にはすでに開発されていたとされている<sup>4)</sup>。1980年代はこれらの鋼種より耐食性を高めた新鋼種が開発がフェライト系、オーステナイト系を問わず盛んに行われた。

フェライト系ステンレス鋼では、1968年以降に稼動したVODやAOD精錬法を駆使して高純度化(低C、低N)と高Cr化がすでに積極的に進められていた。低C、低N化するとともにTiまたはNbを少量添加したSUS436Lなどは、従来のSUS304、SUS434などに比べ溶接性、加工性、耐食性、靱性が向上し、その結果さらに広い分野でフェライト系が利用されるようになった。また、1979年のMo価格高騰により、Mo含有のSUS434に代わってCuを添加した18Cr-0.5Cu-Nb鋼(現SUS430J1L)が開発され、自動車モール用途として使用された<sup>4)</sup>。また、省Moの一環としてSUS436LよりもMoを減らしCrを増加させた自動車排気系用SUS436J1Lや反対にMoを増加したSUS444が開発された<sup>5)</sup>。

オーステナイト系ステンレス鋼においても同じくVODやAOD精錬法を用いて耐食性に寄与するNを添加した新鋼種が開発が行われた。SUS312Lに代表されるいわゆる6Moスーパーオーステナイト系ステンレス鋼は欧米、日本においても開発が活発に行われた。スーパーオーステナイト系ステンレス鋼は1970年代に欧州で初めて市場に登場し、数年後に米国においても開発され、日本ではさらにその数年後となる1980年代にSUS836Lが開発されている<sup>6)</sup>。

スーパーオーステナイト系ステンレス鋼は何れもSUS317や1940年代に開発されていた20Cr-25Ni-4.5Mo-1.5Cu鋼(現SUS890L)よりCrおよびNiを高め、約6%のMoを含有し、さらに約0.2%のNを含有していることが特徴である。これらの成分元素を高めることで孔食やすきま腐食などの耐局

部腐食性を向上させている。還元性の酸に対する耐食性を向上させるため1%程度のCuを添加した鋼種も存在する。その優れた耐食性から現在では公害防止装置、製紙工業、海水環境などの高濃度の塩化物イオンを含む厳しい腐食環境に多く適用されている<sup>7)</sup>。尚、耐食性に対する合金元素の影響を示す実験式として耐孔食指数 (Pitting Resistance Equivalent, 以下PRE)= % Cr+3.3×%Mo+16×%Nが国内外で一般的に用いられるようになり、このPRE値が40以上の鋼種はスーパーステンレス鋼と呼ばれるようになった。PRE値は臨界孔食発生温度あるいは臨界すきま腐食発生温度と良い相関がある。その関係を図1および

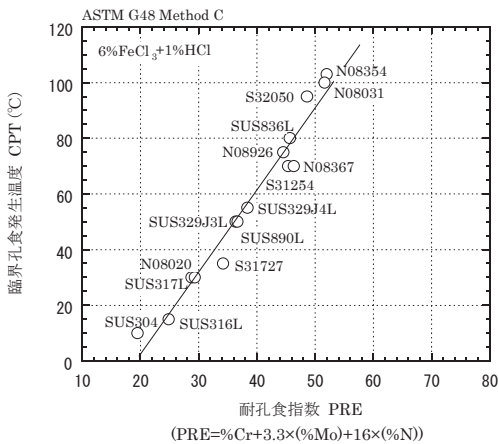


図1 ASTM G48 Method CによるPREと臨界孔食発生温度の関係<sup>8)</sup>

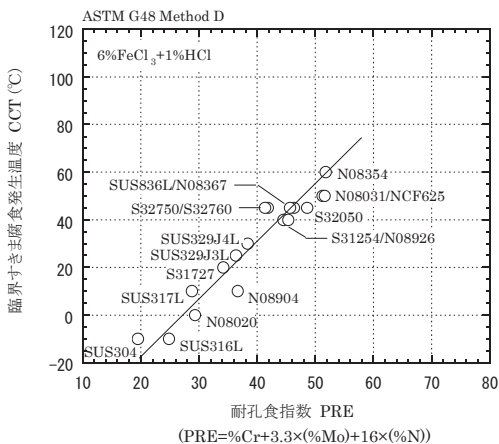


図2 ASTM G48 Method DによるPREと臨界すきま腐食発生温度の関係<sup>8)</sup>

2に示す<sup>8)</sup>。スーパーオーステナイト系ステンレス鋼が開発される以前は、SUS317では耐食性が不十分な環境には一気に高価なNi基合金を選択せざるを得なかったが、その中でも比較的腐食性がマイルドな環境にはスーパーオーステナイト系ステンレス鋼が適用され、材料費のイニシャルコスト低減を可能にした。

2相系ステンレス鋼に注目すると、油井管あるいはケミカルタンカーに適用されている22Cr-5Ni-3Mo-0.15N鋼(現SUS329J3L)は欧州にて1970年代に開発され実用化されていた<sup>4)</sup>。その後、日本において同鋼より高Cr、高Mo化することで耐食性を高めた25Cr-6Ni-3Mo-0.17N鋼(現SUS329J4L)が開発され、これら2鋼種は1984年にスタンダード2相系ステンレス鋼としてJISに登録された。

## 2. 1980年代後半から1990年代にかけて

この時代の鋼種開発はこれまでの延長線上にあり、従来材料の改良、新鋼種の開発および時代の要求に応じた新用途の開拓が続けられた。

フェライト系ステンレス鋼では、自動車モールド用18Cr-0.5Cu-Nb系の鋼種は大気、水環境での耐食性が優れるので、モールド以外でもSUS304に代わる汎用鋼種として注目された。また大気、水環境において耐食性がさらに優れる鋼種として、屋根、温水器に適した22Cr-1Mo鋼、22Cr-2Mo鋼が開発され1999年にJISに登録された<sup>4)</sup>。

オーステナイト系、2相系ステンレス鋼では、ともに高合金化による耐食性の改善が検討された。オーステナイト系では特に耐応力腐食割れ性向上に対して、CuやSi添加の効果が再検討されるとともに耐孔食、耐すきま腐食に有効なMoも少量添加した耐SCC性の鋼種が開発された。

表1に種々の鋼種の沸騰塩化マグネシウム水溶液における耐応力腐食割れ試験結果を示す<sup>8)</sup>。スーパーオーステナイト系ステンレス鋼の適用事例が増加するとともに各社ともPRE値を高めた新鋼種の開発に注力した。日本、欧米以外に韓国などのステンレス鋼新興国においても開発が行われ始めた。日本においてはMoを7%以上含有する極めて耐食性の高いUNS N08354が実用化され<sup>9)</sup>、欧州においてはNを約0.5%含有するUNS S32654などが開発された<sup>10)</sup>。Nは強力なオーステナイト

表 1 各種ステンレス鋼の沸騰MgCl<sub>2</sub>水溶液中での応力腐食割れ試験結果<sup>8)</sup>

JIS鋼種または UNS No.	主要化学成分 (mass%)	45% (155℃)	42% (143℃)	40% (138℃)	38% (134℃)	35% (126℃)	30% (115℃)	25% (110℃)	20% (108℃)
SUS304	18Cr-8Ni	×	×	×	×	×	×	×	×
SUS316L	17Cr-12Ni-2Mo	×	×	×	×	×	×	×	○
SUS329J3L	22Cr-5.3Ni-3.2Mo-0.16N	×	×	×	×	×	×	○	○
SUS329J4L	25Cr-6.5Ni-3.3Mo-0.17N	×	×	×	×	×	×	○	○
S31727	18Cr-15Ni-4Mo-3Cu-0.15N	×	×	×	×	×	○	○	○
SUS312L	20Cr-18Ni-6Mo-0.8Cu-0.2N	×	×	×	×	○	○	○	○
S32050	23Cr-22Ni-6Mo-0.25N	×	×	×	×	○	○	○	○
SUS836L	23Cr-25Ni-5.5Mo-0.2N	×	×	×	○	○	○	○	○
N08926	20Cr-25Ni-6Mo-1Cu-0.2N	×	×	×	○	○	○	○	○
N08354	23Cr-35Ni-7.5Mo-0.2N	×	○	○	○	○	○	○	○

試験条件：U-曲げ試験片、沸騰MgCl<sub>2</sub>水溶液、300時間浸漬、×：腐食割れ発生、○：割れなし

相生成元素であるため、同性質を持つNi原料費の削減に繋がる。これらの鋼種は50以上のPRE値を有しステンレス鋼の中でも最も耐食性の優れた鋼種である。それまで海水環境におけるステンレス鋼の耐食性に関する研究はSUS304やSUS316Lなどの汎用ステンレス鋼が主流であったが、1990年代初頭からは、スーパーオーステナイト系ステンレス鋼の適用が検討され始め、様々な地域で実海水を用いた暴露試験が行われ始めたのも特徴である<sup>11)</sup>。

同様に、2相系ステンレス鋼ではSUS329J4Lよりも耐食性を向上させるため合金元素を増やした25Cr-7Ni-4Mo-0.3N鋼 (UNS S32750)、25Cr-7Ni-3.5Mo-0.75Cu-0.75W-0.25N鋼 (UNS S32760) などが開発された<sup>12)</sup>。これらは40以上のPRE値を有しているためスーパー2相系ステンレス鋼と呼ばれている。このように耐食性を高めた鋼種が実用化される一方で、Nを活用しNi含有量を圧縮したスーパーオーステナイト系ステンレス鋼やUNS S32304などの省資源型リーン2相系ステンレス鋼も実用化され始めた。この時期から高級型あるいは省資源型代替鋼種の開発が行われ、ステンレス鋼の研究開発は多様化していく。

### 3. 2000年代からと今後の開発動向

フェライト系ステンレス鋼は2003年以降のNiおよびMo価格高騰に影響され一層注目されている。SUS430LX、SUS436L系ともに成分および製造プロセスの再検討により加工性の向上が図られ、一

方では省資源の点からMoの代わりにCuを添加し、Cr量を増加した21Cr-0.4Cu-Ti鋼が開発された。また、自動車排気系の鋼種もエキゾーストマニホールド用など改良が重ねられた<sup>4)</sup>。日本国内においてフェライト系ステンレス鋼の生産量は生産比率で約50%を占めている<sup>13)</sup>。この比率は世界一であり、フェライト系ステンレス鋼を使いこなす技術を有する点で日本は世界のリーダー的役割を担っている。

オーステナイト系ステンレス鋼では、東京国際空港の新滑走路にSUS312LとUNS N08354が適用され大きな注目を集めた。新滑走路は埋立て/棧橋ハイブリッド工法が採用され、棧橋部の杭(レグ)をスーパーオーステナイト系ステンレス鋼で被覆し海水から防食している。杭の総本数は1,201本、総被覆面積は69,000m<sup>2</sup>、ステンレス鋼の使用量は250トンである<sup>7)</sup>。

2相系ステンレス鋼においてはリーン2相系ステンレス鋼の省資源化かつ高耐食化の傾向はさらに加速し、SUS304の代替鋼種として23Cr-4Ni-0.3Mo-0.1N (UNS S32304) 鋼、21Cr-1.5Ni-5Mn-0.3Mo-0.3Cu-0.22N (UNS S32101) などが開発された。米国では21Cr-3.3Ni-1.8Mo-0.16N (UNS S32003) がSUS316の代替用途に開発された。一方、スーパー2相系ステンレス鋼よりさらにCr、Mo及びN含有量を高めたハイパー2相系ステンレス鋼も開発されている。その代表である27Cr-6.5Ni-5Mo-0.4N (UNS S32707) は海水熱交換器

チューブや油田、ガス田用のアンビリアルチュービングとして利用され始めている<sup>14)</sup>。

近年は新鋼種の開発は世界的に見てもハイペースではなくなったが、従来鋼種の性能改善を目的としたマイナーチェンジ等の研究は積極的に取り組まれている。新鋼種を開発するきっかけは様々であるが、先ずはマーケットによるもの大きい。マーケットの規模あるいは成長性が見込まれる程、それに見合った鋼種が開発されており時代を反映している。時代を振り返ると公害による社会問題、地球温暖化防止、通信関連機器の発達など大きいムーブメントがあった。直近では厳しさを増す環境規制対応、省資源化、原子力関連や新エネルギー採取など時代のニーズに合わせた研究開発が進められ、今後もその傾向を踏襲するであろう。ステンレス鋼の開発傾向は一層の資源節約型化とともに新しい環境条件に対応するための高合金化という2つの方向性が主になると考えられる。

## 参考文献

- 1) ステンレス協会HP、<http://www.jssa.gr.jp/>、(accessed on 2013. 11. 1)
- 2) 塚本富士夫：鉄と鋼、第71年、(1985)、第15号
- 3) 日本規格協会：ステンレス鋼の選び方・使い方、(2004)、17
- 4) ステンレス協会：ステンレス鋼の科学と最新技術－ステンレス鋼100年の歩み－、(2011)、7、16、17
- 5) 根本力男：ステンレス鋼の基礎と上手な使い方、日本工業出版社、(2009)、14
- 6) 藤原最仁、根本力男：特開平2-46662
- 7) 矢部室恒、根本力男、北川尚男、玉田明宏：腐食センターニュース<http://www.corrosion-center.jp/pdf/news/No.059/No.059.pdf>、(accessed on 2013. 11. 1)
- 8) 日本冶金工業株式会社：高耐食合金カタログ
- 9) 小林裕：Stainless Steel World 2006 Conference Papers、(2006)、CD-ROM
- 10) S. Heino: Metallurgical and Materials Transactions A, Volume31A, August 2000、(2000)
- 11) 矢部室恒、小出信也：鉄と鋼、Vol.99、(2013)、No.6
- 12) J. Charles: Duplex Seminar add Summit 2012資料
- 13) 清水寛：特殊鋼、11、Vol.57、No.6、(2008)、11
- 14) 遅沢浩一郎：腐食防食部門委員会資料、Number267、Vol.48、Part2、March9、(2009)



## 6. 耐熱鋼および耐熱合金

大同特殊鋼(株) うえ た しげ き  
研究開発本部 植 田 茂 紀

### まえがき

18世紀のワットによる蒸気機関の開発は産業革命をもたらし、それ以来熱エネルギーを動力、そしてその動力を発電へ変換して利用する技術は我々の生活水準に欠かせないものとなっている。熱エネルギーの利用には耐熱材料が必要であり、耐熱性に優れた材料開発は産業機械の進化を支えてきた。本稿では、その耐熱性を有する金属材料の耐熱鋼および耐熱合金の用途と技術動向について紹介する。

### ◇ 耐熱鋼および耐熱合金の種類

耐熱鋼と耐熱合金の違いは、明確な定義はない

ものの、慣例的に鉄をベースとしたときに合金元素の含有量が約50%未満のものを耐熱鋼、それ以上のものを耐熱合金と呼んでいる。表1に代表的な耐熱鋼および耐熱合金の種類と組成、主な用途を示す。耐熱鋼は母相組織の結晶構造に起因してフェライト系、マルテンサイト系、オーステナイト系に区分されており、さらに析出物によって硬化する場合は析出硬化系とされている。耐熱合金は一般にはオーステナイト組織が安定である。図1に各材料の耐用温度の位置づけを示す。フェライト系耐熱鋼は、高温強度は高くないが熱膨張は低いため、熱疲労に対して強く温度上昇と降下が繰返される用途で使用される。マルテンサイト系は焼き入れにより硬化し、高強度が得られるが、

表 1 代表的な耐熱鋼・耐熱合金の化学組成と主な用途

	鋼種名	組成 (mass%)	主な用途
フェライト系	SUS430	17Cr	900℃以下の耐酸化用部品 炉部品
	FCH1	25Cr-5Al	ヒーター発熱体
マルテンサイト系	SUS403	12Cr-0.1C	600℃以下の耐高温強度用部品
	SUS410J1	12Cr-0.4Mo-0.1C	600℃以下の耐高温強度用部品
	SUH3	11Cr-1Mo-2Si-0.4C	エンジン吸気バルブ
	SUH11	9Cr-2Si-0.5C	エンジン吸気バルブ
オーステナイト系	SUS304	18Cr-8Ni	800℃以下の繰返し加熱・冷却が生じる耐酸化用部品、炉部品
	SUS310	25Cr-20Ni	1000℃以下の繰返し加熱・冷却が生じる耐酸化用部品、炉部品
	SUH35	21Cr-4Ni-9Mn-0.4N-0.5C	エンジン排気バルブ
	SUH660	15Cr-25Ni-1Mo-0.2V-2Ti-0.2Al	耐熱ボルト、耐熱ばね
析出硬化系	SUS630	17Cr-4Ni-4Cu-0.3Nb	タービンコンプレッサーブレード タービン部品
耐熱合金 (オーステナイト系)	NCF600	75Ni-15Cr-8Fe	熱交換器、工業設備、電子機器
	NCF601	60Ni-22Cr-1.4Al-15Fe	工業加熱炉、ガスタービン部品
	NCF690	60Ni-30Cr-9Fe	石炭化学装置、原子炉部品
	NCF718	53Ni-18Cr-18Fe-5Nb-Al、Ti	700℃以下のガスタービン部品 航空・宇宙部品、耐熱バネ、ボルト
	NCF750	70Ni-15Cr-7Fe-1Nb-Al、Ti	700℃以下のガスタービン部品 航空・宇宙部品、耐熱バネ、ボルト
	NCF800H	Fe-34Ni-21Cr-0.4Al-0.5Ti-0.07C	工業設備、熱交換器、ヒーター部品

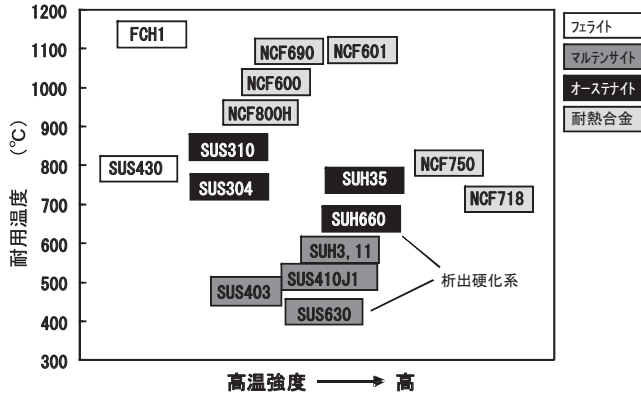


図 1 各種耐熱鋼・耐熱合金の耐熱性位置づけ

約600℃を超えると軟化が始まるため、それ以下の温度に用途が限定される。オーステナイト系は常温における強度はマルテンサイト系に劣るが、マルテンサイト系のように高温で急激に強度が落ちることはなく、比較的高い強度を保つことができる。耐熱合金になると、さらに高温で高強度が維持できる優位性があるが、Niなど合金元素を多量に含むため高コストとなる。このように、いずれの材料もそれぞれ長所、短所があり、使用用途に合わせて選定されている。

### ◇ 材料の使用用途例と最近の技術動向

#### 1. 火力発電用耐熱材料

火力発電は、蒸気機関を利用して熱エネルギー

から電力を得ている。主に石炭やガスを燃焼させることで熱エネルギーを発生させ、そのエネルギーによってボイラーで高温の水蒸気を発生させる。そしてその水蒸気でタービンを回転させて発電する仕組みである。このボイラーやタービン関連の部品では、数多くの耐熱材料が必要であるため、コスト面から主にフェライト系（厳密にはマルテンサイト系）耐熱鋼が使用されている。表2に代表的な蒸気タービン用耐熱鋼の種類とその組成を示す。80年代より以前、蒸気温度は566℃以下で運用されていたが、蒸気温度が高く、高圧であるほど、発電効率は高くなるため、この耐熱鋼の耐用温度を向上させる開発が進められてきた。最近ではWやCoといった希少元素を添加して

表 2 代表的な蒸気タービン用耐熱鋼およびその成分<sup>1)</sup>

鋼種	化学成分 (mass%)												
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	W	Co	V	Nb	B	N	
小物部品													
H46 (SUH600)	0.15	0.4	0.6	-	12.0	0.5	-	-	0.30	0.25	-	0.050	
C422 (SUH616)	0.16	0.4	0.6	-	11.5	0.65	-	-	0.30	0.25	-	0.050	
FV535	0.09	0.5	0.9	0.4	10.5	0.7	-	6.0	0.20	0.35	0.007	0.015	
TAF	0.18	0.3	0.5	-	10.5	1.5	-	-	0.20	0.15	0.03	0.015	
大型ロータ													
566℃級													
GE	0.18	0.3	0.65	0.6	10.5	1.0	-	-	0.20	0.08	-	0.060	
600℃級													
TMK1	0.14	0.05	0.5	0.6	10.3	1.5	-	-	0.17	0.06	-	0.040	
TMK2	0.12	0.05	0.5	0.5	10.4	0.4	1.8	-	0.17	0.05	-	0.050	
MTR10A	0.12	0.06	0.04	0.05	10.2	0.7	1.7	3.3	0.20	0.06	0.002	0.022	
630℃級													
HR1200	0.11	0.06	0.46	0.25	10.2	0.2	2.6	2.5	0.20	0.07	0.013	0.017	
TOS110	0.12	0.08	0.06	0.2	10	0.6	1.8	3.0	0.20	0.06	0.012	0.022	

630℃まで耐用できる鋼種が開発されており、実際の発電所で商用運転に供されている<sup>1)</sup>。現在は蒸気温度を700℃以上に高める先進火力発電技術の開発が国家プロジェクトとして行われており、フェライト系では対応できない温度域になっているため、新たな700℃級の耐熱合金の開発が進められている<sup>2)</sup>。

## 2. 自動車用耐熱材料

ガソリンや軽油を燃焼させて、その熱エネルギーから動力を得る自動車エンジンは高温となる部品が多く、例えば、吸気・排気バルブ、スパークプラグ、酸素センサーなどのセンサー類、エキゾーストマニフォールド、ガスケット、触媒コンバータ、マフラーなどには様々な種類の耐熱材料が適用されている<sup>3)</sup>。最近では、燃費改善のためエンジンを小型化し、その出力低下分を補完するためターボチャージャーなどの過給機を搭載する車種が欧州を中心に増えてきており<sup>4)</sup>、高温の排気ガスに触れるためそれらの構成部品にも耐熱材料が適用されている。各部品に必要とされる耐用温度は様々であり、特に温度の高いガソリン用では、排気バルブで約800℃、ターボチャージャーやエキゾーストマニフォールドで約1000℃、触媒コンバータで約1200℃にもなる。必要とされる高温特性も高温強度や耐酸化性・耐高温腐食性と様々なため、それぞれ適材適所の耐熱鋼や耐熱合金が開発され、使用されている<sup>3)、5)</sup>。しかし、自動車の場合、大量生産が前提であるため、材料の高性能化と合わせてコスト低減要求は一段と厳しく、特に耐熱材料の場合、耐熱性を向上させるためにNiをはじめ、MoやW、Vといった希少元素を使用することから、これらの元素を必要最小限に抑えることが求められる。そのため、比較的安価なAlやCu、Mn、Nなどで希少元素の効能を代替させる耐熱材料が長年に渡り開発されている<sup>6)</sup>。

## 3. 航空機用耐熱材料

航空機エンジンは、古くは自動車と同じレシプロ機構（ピストンの往復運動）がほとんどであったが、最近はそのほとんどがジェットエンジンに替わっている。ジェットエンジンは燃焼ガスを直接推力として利用し、さらにはその燃焼ガスの流れでタービンを回し、その動力を軸でつながったコンプレッサーとファンもしくはプロペラを回す。

コンプレッサーは圧縮された空気を生み出して燃焼効率を向上させ、ファンやプロペラはジェットの推力とは別の推力を生み出す。このジェットエンジンの燃焼器で使われる部品は、最も高いところでは1000℃以上の高温になる。そしてただ単に高温になるだけでなく、タービンとして高速回転するため、遠心力に耐える強度（クリープ強度）が必要となる。また、エンジンのオンオフを何度も繰り返すため、疲労強度も重要である。そこで、NiやCoを主体とした超耐熱合金が多く使われている。ジェットエンジン黎明期は鍛造や圧延など熱間加工で部品形状を創製できる耐熱合金が用いられていたが、高温強度が向上するに伴い、熱間加工が困難となり鑄造状態で供される合金が開発されるようになった。特に80年代以降は結晶粒界が一つの部品中に存在しないように制御して鑄造する単結晶合金が開発、実用化されるようになっていく<sup>7)</sup>。合金組成もCo、Mo、Wだけに留まらず、TaやRe、Ruといった貴金属を添加し、耐熱性を向上させている。

## むすび

以上のように、耐熱鋼および耐熱合金の開発には希少元素まで活用した耐熱性向上の探求と省資源化による低コスト化の2つのトレンドがある。前者の場合も耐熱性の向上で低燃費化が図れれば、材料コストは上がってもその分ランニングコストが下がり、トータルのライフコストでみると低コストになることもある。いずれにしても、熱エネルギーを利用する現代社会において、耐熱材料の需要と新たな材料開発ニーズは益々高まっていくものと思われる。

## 参考文献

- 1) 角屋好邦：まてりあ、42 (2003)、p276
- 2) 竹山雅夫：電気製鋼、83 (2012)、p27
- 3) 細井祐三監修：ステンレス協会編「ステンレス鋼の科学と最新技術—ステンレス鋼100年の歩み—」、(2011)、p217
- 4) 日経BP社、日経automotive technology、(2010)、9、p52
- 5) 日刊工業新聞社、ステンレス協会編「ステンレス鋼便覧 第3版」、(1995)、p1265
- 6) 長島友孝：日本鉄鋼協会 第215・216回西山記念技術講座「耐熱鋼、耐熱合金の省資源型材料開発」、(2013)
- 7) 三浦信祐：電気製鋼、83 (2012)、p35



# 7. 高張力鋼板

J F E スチール(株) 瀬戸 洋  
 スチール研究所 薄板研究部

自動車用の高張力鋼板（以下ハイテン）の開発は1960年代まで遡るが、各社で盛んにハイテンの開発が行われるようになったのはオイルショックをきっかけとした北米のCAFE（Corporate Average Fuel Efficiency）規制に端を発する1970年代の第一次ハイテンブーム以降である。この時期は鋳造や焼鈍といった鉄鋼の製造プロセスの連続化とも合致し、新しいプロセスを活用したハイテンの開発が次々と行われた。

外観を構成する外板パネル用鋼板は板厚0.6～0.8mm、車体骨格用鋼板は板厚0.8～2.3mm程度の鋼板が主体のため冷延あるいは冷延合金化溶融亜鉛めっき（GA）鋼板が用いられる。一方足回り部品では強度のほかに剛性も重視されることから板厚2.0～3.6mm程度の比較的厚い鋼板が主体となり、熱延鋼板が用いられることが多い。また、部位ごとに必要な特性が異なるため、現在では部品に応じて様々な鋼種が開発されている。本稿では開発の流れを俯瞰するために足回り用の熱延ハイテンと車体骨格用の冷延ハイテンに焦点を当てて概説する。

鋼板の強化機構としては①固溶強化、②析出（粒子分散）強化、③組織強化、④結晶粒微細化強化、⑤転位（加工）強化などの手法があるが、プレス加工を主体とする自動車用薄鋼板の場合、ある程度の均一伸びが必要となるため、主として

①～③の強化機構を組み合わせて用いられる。

図1に一例として熱延鋼板における強度と伸び（以下EI）、穴広げ率（以下 $\lambda$ ）の関係を示す。よく知られたように一般に強度とともに加工性は低下するが、強化機構によってEIと $\lambda$ のバランスは変化し、またEIと $\lambda$ は多くの場合トレードオフの関係になる。

ロア・アームなどの足回り部品はブッシュを入れるためにフランジを立てた穴を加工する、いわゆるバーリング加工が多用されることから、一般にEIよりも $\lambda$ の方が重要となる。このため、足回り用の熱延鋼板としては古くから $\lambda$ を重視した開発が行われてきた。たとえば、非常に一般的な440MPa級熱延鋼板（JISにおけるハイテンの定義は熱延鋼板が490MPa以上、冷延鋼板が340MPa以上なので定義上はハイテンではない）はフェライト+パーライトの組織構成からなる①固溶強化と③組織強化を組み合わせた鋼板であるが、足回りに用いられる場合にはフェライトの固溶強化量と分率をあげ、バーリング穴打抜き時に破壊の起点となるパーライトの分率を抑えた組織設計とすることは1970年代より各社で行われている。1980年代には590MPa級、1990年代に入ると780MPa級のニーズが高まり、フェライト+パーライト組織では強度と加工性の両立ができなくなったことからフェライト+マルテンサイトの2相組織からなるDP

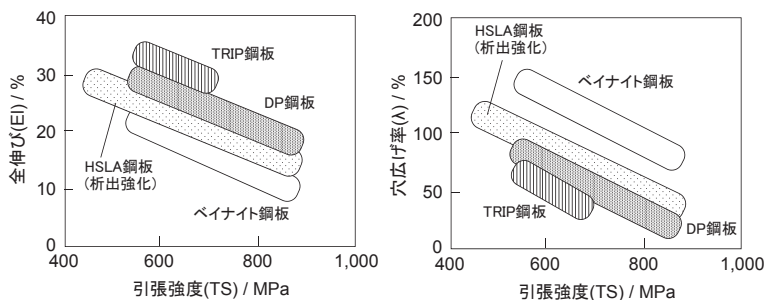


図 1 熱延ハイテンにおけるTSとEI、 $\lambda$ の関係

(Dual Phase) 鋼板あるいはベイナイト鋼板の開発が行われるようになった。DP鋼板は軟質なフェライトが優先的に変形することから高いEIを有しホイールのディスクなどに適用されたが、軟質相と硬質相の変形能の差が大きいため打抜きのような極限変形時には両相の界面に多数のマイクロボイドが形成されるため $\lambda$ は低く、足回り用としての適用は限定的であった。一方、ベイナイト鋼板は組織が均一なため $\lambda$ が高いことから、現在足回り用として590~780MPa級の熱延ハイテンが各社から供給されている。

ところで、近年、足回り部品の設計自由度を高めるためDP鋼板のEIとベイナイト鋼板の $\lambda$ を兼ね備えた780MPa級熱延ハイテンのニーズが高まり、これに応える形で加工性に優れた新しい析出強化鋼板が開発された<sup>1)</sup>。従来の析出強化鋼板はTi、Nb、Vなどの炭化物を用いていたが、析出物のサイズは30nm程度であるため安定して780MPaの強度を得ることが難しいばかりか、一部パーライトが混在して不均一な組織となり、 $\lambda$ も低いのが一般的であった。これに対して新しく開発された析出強化鋼板では、加工性のよいフェライト単相組織をベースに、析出物のサイズが3nm程度と従来の10分の1まで微細化された。析出強化量は析出物のサイズに逆比例するため、この鋼ではフェライト単相でありながら780MPa級の強度が達成されている。従来鋼と比較する形で本鋼の特性を図2に示す。

冒頭にも述べたように足回り部品は剛性の重要性が高いほか、穴あき腐食の問題もあって、やみ

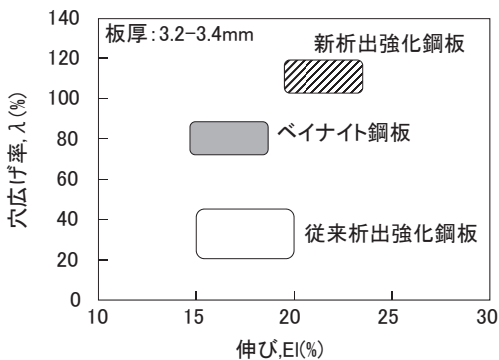


図 2 足回り用780MPa級熱延ハイテンのEI- $\lambda$  バランス

くもに板厚を下げることはできないが、少なくとも980MPa級を適用した薄肉化のニーズは高いものがあり、今後は加工性に優れた980MPa級熱延鋼板の開発が各社で進むものと考えられる。加工における $\lambda$ の重要性は変わらず、ベイナイト鋼板や近年開発された新しい析出強化鋼板の技術がベースになるであろう。

次に、車体骨格用の冷延ハイテンの開発動向について概説する。冷延ハイテンは1970年代に進んだプロセス連続化の恩恵を最も大きく受けた品種のひとつと言える。それまでのバッチ焼鈍(BAF)に比べて連続焼鈍(CAL)では焼鈍後の冷却速度が格段に向上したからである。冷延鋼板の場合、フェライト+マルテンサイトのDP鋼板はフェライト+オーステナイトの2相域で焼鈍した後、冷却中にオーステナイトをマルテンサイトに変態させて製造される。BAFでは冷却速度が遅いためフェライトやパーライトへの変態を抑制できず、変態を抑制するMnやMoなどを大量に添加する必要があった。これに対してCALでは従来より少ない合金量で比較的容易にDP組織が得られることから、1970年代以降、590~980MPa級のDP鋼板が盛んに開発された。

CALの中でも水焼入れ設備を用いて製造するWQ (Water Quench) タイプの設備ではさらに速い冷却速度が得られ、DP鋼の製造には最適のラインと言える。当然のことながらオーステナイト単相域から水冷すればマルテンサイト単相の組織とすることも可能である。この場合、高いEIは得られないが組織の均一性が高いので非常に高い $\lambda$ が得られる。焼入れしたマルテンサイトの強度は添加したC量でほぼ決まり、Cを増量することで現在では1,470MPa級まで工業化されている。

図3はWQプロセスで得られた980~1,470MPa級ハイテンのEI- $\lambda$  バランスを示したもので、たとえば980MPa級では超高 $\lambda$ 型から高EI (低YR) 型まで幅広いバリエーションのハイテンを製造できる<sup>2)</sup>。このように広範にEI- $\lambda$  バランスを調整できる利点を生かし、現在ではセンター・ピラー・レイフォースなどの車体骨格部品のほか、シート・フレームなどのシート部品などにも980MPa級冷延ハイテンの適用は年々拡大しつつある。また、1,180MPa級の冷延ハイテンについてもドア・

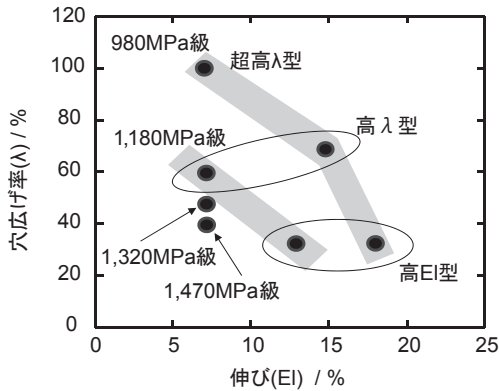


図 3 980～1,470MPa級冷延WQハイテンのE1-λバランス

インパクト・ビームなどの補強部品への適用がなされている。

近年、車体骨格部品ではさらなる軽量化に向けて一段とハイテン化のニーズが高まっており、たとえば590MPa級を980MPa級に、980MPa級を1,180MPa級に置換する動きが加速している。車体骨格部品では張り出し・絞り・曲げといった加工が多用されるので、換言すれば特にE1の高い超ハイテンのニーズが高まっていることになる。590MPa級相当のE1を有する980MPa級冷延ハイテンを得るにはDP組織では無理があり、TRIP (Transformation Induced Plasticity) 鋼板の開発が必須となる。TRIP鋼板とは室温で準安定なオー

ステナイト相を残存させ、プレス加工などの変形によって硬質なマルテンサイトに変態するように設計された鋼板で、変形の進んだ部分から優先的にマルテンサイトに変態して硬化するため、くびれの進行が抑制され大きな均一E1が得られる。現在では590～1,180MPa級のTRIP鋼板が開発され、1,180MPa級が実際の部品に適用された例も報告されている<sup>3)</sup>。

GA鋼板はCALに類似した連続焼鈍サイクル (CGL) で製造されるが、CALと異なるのは冷却の途中でめっきの合金化のために加熱・保持されることで、この間フェライトあるいはパーライトへの変態を抑制するため冷延ハイテンに比べると合金量が増える傾向にある。現在冷延ハイテンと同様にDP鋼板、TRIP鋼板の開発が進んでいる。

加工性の観点で980MPaを超える超ハイテンの適用が難しい部品ではホットスタンプの適用も検討されている。今後は適用部品に応じてDP鋼板、TRIP鋼板、ホットスタンプが使い分けられていくものと考えられる。

#### 参考文献

- 1) Y.Funakawa et al: ISIJ Int., 44 (2004), 1945
- 2) 長谷川浩平ら: JFE技報, 30 (2012), 6.
- 3) 日産自動車株式会社ホームページ 2011年10月5日付け ニュースリリース

# Ⅲ. がんばる我が社の新製品・新技術

株神戸製鋼所

## 熱処理省略鋼 (KTCH、KNCH)

### ま え が き

地球温暖化対策でCO<sub>2</sub>排出量の低減が求められる中、各社で熱処理を省略できる鋼材開発が進められている。本稿では、当社の熱処理省略鋼KTCH、KNCHシリーズを紹介する。

#### ◇ 軟化熱処理省略鋼KTCHシリーズ

冷間鍛造時の加工発熱（100～300℃）により動的歪み時効が生じて冷間鍛造時の荷重が増大する。KTCHシリーズでは、この動的歪み時効の抑制のために以下の方策を採用している。

- ①Cr、Bの添加（固溶C、N低減）
- ②線材圧延での制御圧延、制御冷却

表1に示すように開発鋼のKTCH20Aは固溶C、Nの低減が顕著で230℃の変形抵抗が比較鋼（SWRCH20A球状化熱処理材）と同等となる。この結果、圧延ままにもかかわらず、球状化熱処理材と同等の金型寿命を維持することを可能とした。

表 1 KTCHシリーズの性能例  
(比較鋼SWRCH20Aの場合)

		開発鋼 KTCH20A	比較鋼 SWRCH20A	
サンプル状態		圧延まま	球状化処理	圧延まま
化学成分	C	0.18%	0.20%	
	Si	0.06%	0.04%	
	Mn	0.34%	0.47%	
	Cr	0.13%	0.09%	
	Al	0.039%	0.054%	
	N	30ppm	48ppm	
	B	24ppm	-	
ワイヤ特性	引張強さ	386N/mm <sup>2</sup>	368N/mm <sup>2</sup>	463N/mm <sup>2</sup>
	破断絞り	65.1%	75.4%	65.0%
	固溶C量	1.7ppm	1.6ppm	2.7ppm
	固溶N量	0.2ppm	1.3ppm	5.5ppm
変形抵抗	室温	526N/mm <sup>2</sup>	545N/mm <sup>2</sup>	564N/mm <sup>2</sup>
	230℃	468N/mm <sup>2</sup>	485N/mm <sup>2</sup>	548N/mm <sup>2</sup>
金型寿命（ボルト頭部成型用パンチ）		6,750個	6,700個	3,600個

#### ◇ 非調質ボルト用線材KNCHシリーズ

当社ではJIS強度8.8級まで、熱処理をしなくても六角フランジボルトの成型が可能な鋼材としてKNCHシリーズを商品化している。基本型のKNCH8、韌性重視型のKNCH8Pなどのメニューがあり、本稿では冷間鍛造性を重視した8.8級非調質ボルト用線材KNCH8Sについて紹介する。

KNCH8Sは、部品強度と冷間鍛造時の金型寿命の両立を目指して化学成分とワイヤの加工条件を適正化したもので、具体的には以下の方策を採用している。

- ①Siの低減（加工硬化係数の低減）
- ②Nの低減、Alの増量（歪み時効の抑制）
- ③伸線加工率の適正化（変形抵抗低減）

表2に示すように、KNCH8Sを用いて適正な加工率30%の伸線を実施することによって、比較鋼であるSWRCH45Kの球状化材と同等の金型寿命が得られる。また、ボルトとして必要な諸特性（頭部打撃試験、くさび引張試験、保証荷重試験）もJISを満足している。

本鋼材はボルトだけでなく、自動車の足回りに使用される冷鍛部品にも適用されており、多くのお客様で実用化されている。

表 2 KNCH8Sの性能例

		開発鋼 KNCH8S	比較鋼 SWRCH45K
熱処理		圧延材	球状化材
化学成分	C	0.29%	0.45%
	Si	0.02%	0.18%
	Mn	1.45%	0.72%
	Cr	0.10%	0.15%
	Al	0.045%	0.024%
	N	32ppm	46ppm
	Al/N	14.1	5.2
ワイヤ特性	0.2%耐力	757N/mm <sup>2</sup>	460N/mm <sup>2</sup>
	引張強さ	860N/mm <sup>2</sup>	590N/mm <sup>2</sup>
	伸び	15.5%	33.0%
破断絞り		65.7%	58.0%
変形抵抗		851N/mm <sup>2</sup>	841N/mm <sup>2</sup>
金型寿命（ボルト頭部成型用パンチ）		14,000個	14,800個

株神戸製鋼所 小 小 小  
線材条鋼商品技術部 小 小 小

窒化粉末ハイスSPM X4N

まえがき

近年、塑性加工技術の進歩によるニアネットシェイプ化や被加工材の高強度化が進み、成型用金型はより過酷な状況で使用されています。その中でも高靱性、耐摩耗性・耐焼付き性が求められている金型には、JIS-SKH40などの汎用粉末ハイスが用いられています。しかし、汎用粉末ハイスでも対応できないような、更なる耐摩耗性・耐焼付き性が必要な場合は、粉末ハイス製金型に窒化処理などの表面処理を行い、耐摩耗性を上げて使用されています。ただし表面処理膜は使用時に摩耗で剥れてしまうため、繰り返し表面処理を行う必要があり、処理による時間ロスや処理コストが問題となっています。SPM X4Nはこれらの問題に対応すべく開発された粉末ハイスであり、鋼中に窒素を高濃度に含有させ、炭窒化物を微細に分散析出させていることで、粉末ハイスの特性である高硬度・高靱性に加え、更に鋼材全体が耐摩耗性・耐焼付き性に優れた特性を有しています。以下にSPM X4Nの特長を紹介します。

◇ SPM X4Nの特長

1. 焼入焼戻し硬さ特性

SPM X4Nは、1130℃で焼入れすることで焼戻硬さ64HRC以上の硬さが得られ、また1220℃で焼入れすることでSKH40と同等のピーク硬さである67HRCを得ることも可能です。

2. 靱性

SPM X4Nは、炭窒化物が微細に析出しているため、析出物への応力集中が起りにくく、また結晶粒の粗大化も抑制されるため、同じ硬さであっても汎用粉末ハイスよりも高靱性となっており、使用中の割れや欠けの防止が期待できます。

3. 耐摩耗性・耐焼付き性

SPM X4Nは、炭窒化物が微細分散しているこ

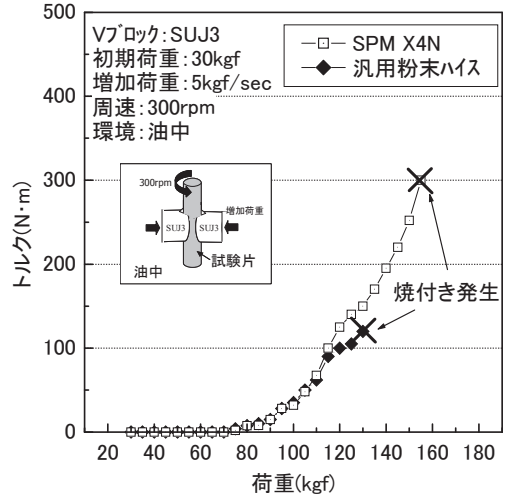


図 1 ファビリー摩擦摩耗試験結果

とで摺動による凝着摩耗が抑制され、汎用粉末ハイスと同等以上の耐摩耗性を有しています。図1に、ファビリー摩擦摩耗試験結果を示します。SPM X4Nは汎用粉末ハイスより焼付きの起こる荷重が大きく、高い耐焼付き性を有していることが分かります。

◇ SPM X4Nの用途および適用事例

SPM X4Nは、打ち抜きパンチや精密プレス用金型、スリッター刃などの用途に適用できます。例えば、ステンレス用打ち抜きダイスにSPM X4Nを適用したところ、摩耗や焼付きが抑制されたことで、従来のダイス鋼に比べて3倍も長く使用可能となっています。

むすび

SPM X4Nは、汎用ハイスや粉末ハイスより靱性および耐焼付き性に優れた窒化粉末ハイスです。特に高硬度、耐割れ性および耐焼付き性が必要な切断刃等に好適で、寿命向上によるコスト削減や、表面処理コスト削減に大きく貢献することが期待されます。

〔山陽特殊製鋼株 前田 雅人〕  
研究・開発センター

## 高耐食クラッド鋼板

## まえがき

クラッド鋼板とは、炭素鋼または低合金鋼の鋼板（母材）の片面または両面に、ステンレス鋼やニッケル合金などの合せ材を接合した複合鋼板であり、母材の機械的特性と合せ材の耐食性を兼ね備えた高性能鋼板である。クラッド鋼板は、造船、エネルギー開発・輸送・精製分野等の様々な分野で使用されている。近年、資源開発においては腐食環境が厳しくなっていることを背景に、経済性に優れたクラッド鋼板の需要が高まっている。

## ◇ クラッド鋼板の製造方法

クラッド鋼板の製造方法には、圧延クラッド法、爆着クラッド法、肉盛クラッド法などがある。JFEスチールは西日本製鉄所・福山地区厚板工場において、圧延クラッド鋼板を製造している。図1にその製造フロー例を示す。圧延クラッド鋼板は、大量生産が可能であるとともに、良好な板厚精度を有することが特長である。さらに、JFEスチールでは鋼板強靱化技術であるTMCP（thermo-mechanical control process）の適用が可能である。TMCP型クラッド鋼板では、母材の溶接性を損わずに強靱化を達成できるとともに、後述のように、加速冷却による合せ材の耐食性確保も可能である。

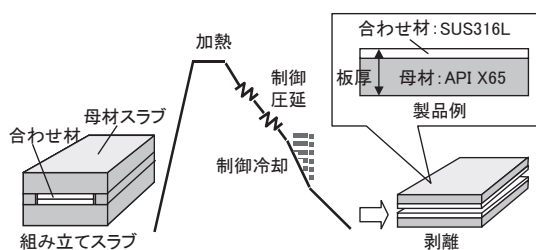


図 1 TMCP型クラッド鋼板の製造フロー

## ◇ ステンレスクラッド鋼板

ステンレスクラッド鋼板はケミカルタンカーや各種プラントの反応容器に使用される。合せ材には SUS304 (L)、SUS316 (L)、SUS410S、SUS410L等を用い、母材にJIS 規格、ASTM 規格、API規格を用いたものが、その代表例として挙げられる。

ステンレスクラッド鋼板では鋭敏化による耐食性の劣化を避けるため溶体化処理を行うことがあるが、TMCPを適用したクラッド鋼板では圧延後に加速冷却を行うことにより、合せ材において炭化物析出を抑制することが可能であり、溶体化処理なしでも良好な耐食性が得られる<sup>1)</sup>。海水環境においては、汎用ステンレス鋼は孔食・すきま腐食を生じる可能性がある。JFEスチールでは、クラッド鋼板の合せ材として用いることを想定した、耐海水ステンレス鋼JSL310Moを独自開発しており、溶体化熱処理材と同等の耐食性を実現している<sup>2)</sup>。

## ◇ ニッケル合金クラッド鋼板

ニッケル合金クラッド鋼板は、塩素イオン濃度が高く、硫化水素などの腐食性ガスを含む石油・ガス生産・精製プラント等に使用される。合せ材はJIS H 4551 NW4400（ニッケル-銅合金）の他、ASTM B443 UNS N06625（Alloy 625）等の規格についても製造可能である。JFEスチールでは、ニッケル合金のC量を低くすることで、焼きならし型クラッド鋼板、TMCP型クラッド鋼板のいずれにおいても溶体化処理材と同等の優れた耐食性を示す製品を開発している。今後、新規に開発されるガス田では、サワー環境など厳しい条件になるものが増加すると予想されており、大きな市場の伸びが期待される。

## 参考文献

- 1) 本田正春ほか：日本鋼管技報、No. 116 (1987)、p17
- 2) 商品・技術紹介：NKK技報、No. 132 (1990)、p96

## ディーゼルエンジン用高耐圧 コモンレール用鋼のご紹介

### まえがき

現在、地球環境問題への関心や化石燃料高騰により、よりクリーンで燃費の良い自動車の開発が急がれている。当社では、ディーゼルエンジン用部品であるコモンレール用途として、高噴射圧化に対応した鋼材を開発した。

コモンレールとは、サプライポンプから送られた燃料を高圧で貯める筒型の容器であり、本部品を介して適量適圧に燃料噴射をすることで排ガスがクリーンで、燃費の良いディーゼルエンジンを得ることができる(図1)。

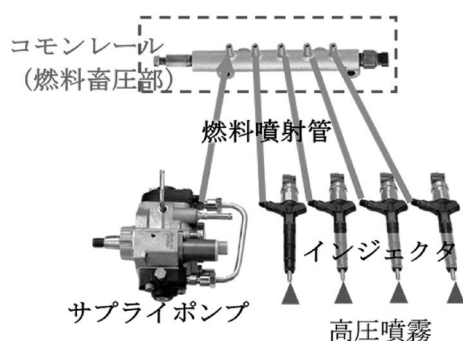


図 1 コモンレールシステム

### ◇ 特徴

コモンレール用鋼には、高強度化だけでなく、機械加工を容易にする被削性等の製品特性が必要である。また、従来、コモンレール用鋼材は、被削性元素を添加した炭素鋼、合金鋼等を使用し、焼入れ焼き戻しプロセスを用いて製造されていたが、開発鋼では素材コスト低減を目的として、非調質鋼を用いて高強度化と被削性を両立することとした。

また、被削性改善としては、鋼中介在物を積極的に利用する快削鋼の技術と、介在物が敬遠される高強度、高疲労強度鋼では介在物に関する思想が全く相反する技術であるが、本製品では粗大介在物を抑制し、微細介在物を生成することで両方の性能を満足する材料開発を実現させた。以上の技術開発により、高噴射圧化に対応した非調質高強度コモンレール用鋼を商品化し、ディーゼルエンジン車の燃費低減に貢献した。

### ◇ 今後の展開

よりクリーンで燃費の良い自動車の開発の為に、コモンレールには更なる高噴射圧化が求められているため、鋼材および鋼材に最適な製造プロセスを開発中である。

〔新日鐵住金(株) あおやま あつし〕  
棒線技術部棒線技術室 青山 敦司

## スリムバッチ真空浸炭炉

“シンクロサーモ<sup>®</sup>”

### まえがき

大同特殊鋼(株)(以下、当社という)が独ALD Vacuum Technologies社(以下、ALDという)から真空浸炭技術を導入し、2005年より販売を開始した真空浸炭炉「ModulTherm(モジュールサーモ)」は、既に自動車メーカーを初めとする顧客の生産現場で稼働している。

モジュールサーモが市場で一定の評価を得る一方で、少量の製品を高頻度に熱処理する場合には、モジュールサーモは生産能力が過剰で、また、製品重量当たりのランニングコストも割高である。ALDおよび当社はこのようなニーズに応える新商品「SyncroTherm(シンクロサーモ)」を開発したので、以下に紹介する。

### ◇ シンクロサーモ

#### 1. 商品コンセプト

モジュールサーモを初めとする真空浸炭炉の場合、周囲が高温にならず、爆発の潜在的リスクが解消されるため、ガス浸炭炉とは異なり、熱処理工程が加工工程と同じ建屋に設置されるようになった。ただし、依然として熱処理の前後に中間在庫を保有する必要があるため、少量の熱処理を行う場合は、ランニングコストが割高であるという課題があった。

シンクロサーモは、作業環境、安全性を一層向上させながら、上記の課題を解決することを目指して開発されたものであり、商品のコンセプトは次の通りである。

- ①処理能力は前後の機械加工工程と同等
- ②コンパクトな設置スペース
- ③油槽設置用のピット不要

#### 2. 装置構造

図1にシンクロサーモの炉体の外観を示す。炉体はハウジングと冷却室から構成されている。また図1に示すほかに、真空ポンプおよびインバータ盤が炉体に近接して設置される。

ハウジング内部は6段に仕切られた浸炭室、および各浸炭室と冷却室の間で製品の受け渡しを行う搬送機構に分割されている。浸炭室は各段が独立に制御され、バッチごとに異なるレシピを実行することができる。また冷却室は加圧ガス冷却するために第2種圧力容器となっており、内部には送風機、熱交換器が収められている。製品の装入・抽出は冷却室正面の扉から行われる。

#### 3. シンクロサーモの特長

##### 1) 処理時間短縮

シンクロサーモは、高さ方向の有効寸法が小さいため、製品を平面的に配置してバッチを形成することとなる。そのため製品の大部分が加熱室内の発熱体から直接輻射熱伝達を受け、短時間で昇温が完了する。

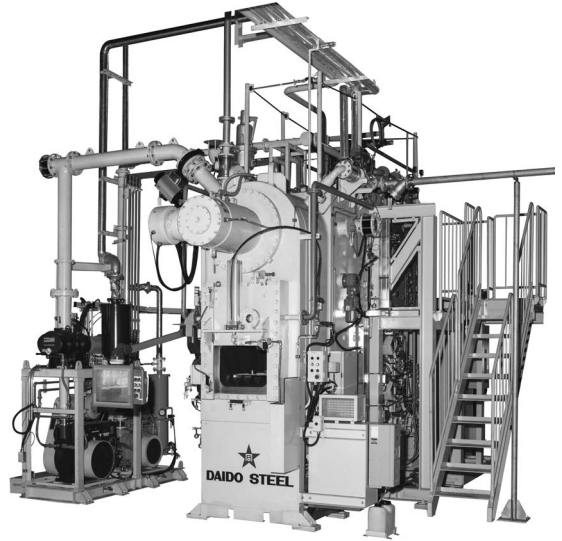


図 1 シンクロサーモ炉体外観

##### 2) 加圧ガス焼入

焼入時の製品の冷却速度は焼入方法だけでなく、製品形状や治具取付方法、バッチ重量などにも影響されるため、少量の製品を投入する場合は、必ずしも油焼入が必要ではない。ガス焼入を採用することによって、焼入後の製品の洗浄工程が削減されるほか、焼入油の品質管理や廃油処理も不要となる。

##### 3) スキルフリー化

当社は、複雑なレシピをPCで自動計算するシミュレーションソフト(浸炭くん)を開発し、モジュールサーモのお客さまから好評を得ており、シンクロサーモ版の浸炭くんを新たに開発し、お客さまに配布することとしている。

##### 4) 低歪み(定歪み)

シンクロサーモ冷却室では、冷却ガスが製品に対してダウンフローとなるよう強制循環している。ガスを製品に吹き付ける上流部分には整流機構が取り付けられ、トレー上の製品に均一にガスが当たるよう工夫されている。

窒素ガス焼入の場合は、油焼入での蒸気膜、核沸騰、対流の形態変化による熱伝導率の変化が無く一定(強制対流熱伝達)であるため、熱伝達率の変化が小さい。

これらの理由により、シンクロサーモはバッチ内の歪み量のばらつきが縮小することが期待される。

#### 4. 実証炉

お客さま向けの試作、設備見学対応などに応えるために、実証用設備を当社滝春テクノセンター(名古屋市)に設置し、2013年12月より稼働している。

「シンクロサーモ」「SyncroTherm」は当社およびALDの登録商標です。



# 制振合金 ZMG<sup>®</sup>566

## まえがき

今日、住環境の更なる快適性や機械の更なる高精度動作の追及等の様々な視点から振動と騒音の問題は顕在化しており、自動車や鉄道等の車両、精密機械や工作機械等の様々な分野において、振動と騒音を低減させる課題がある。対策として、振動と騒音が発生する根幹部において振動と騒音を減衰させる部材の適用がある。その部材として、ゴムや樹脂、プラスチックがあるが、耐熱性や機械的特性等の面から、これらの材料が適用できる箇所は限定される。そのため、金属材料そのものに大きな減衰能を持たせた合金（以下、制振合金と称す）が要望されている。

当社は種々の制振合金の開発を踏襲し、現在、Fe系合金の中で最も制振性が優れるFe-Al系制振合金ZMG566の開発を精力的に推進している。ZMG566の特徴について紹介する。

## ◇ 特徴

ZMG566はフェライト系の軟磁性材料であり、磁歪を利用した制振メカニズムを有する合金である。最大の特徴は、室温～300℃の環境下にてFe系合金の中で最も優れた制振性を有し（図1参照）、数10Hzから10kHzの周波数域において優れた制振性を有する。

機械的特性面では、ZMG566の0.2%耐力はSUS304より同等以上であり、ヤング率、引張強さについて、大きな差異は無い。また、ZMG566の比重はSUS304より12%程度小さいので、比強度はSUS304より大きい。

磁気特性面では、ZMG566の最大透磁率、磁束密度と保磁力は電磁ステンレス鋼と比較して大きな差異は無いので、磁気シールド性も兼ね備える。

ZMG566はFeにAlを添加した合金であり、表面

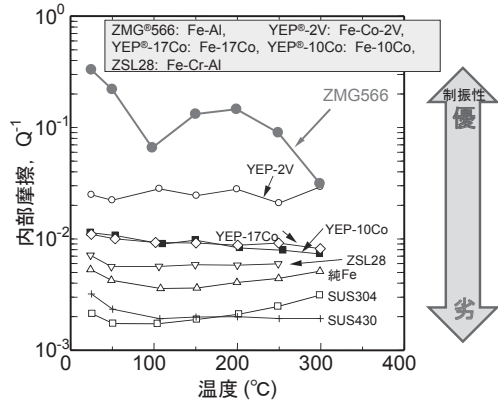


図 1 制振性

へアルミナ被膜を形成する。その結果、温湿度試験（85℃/85%RH×1,000hrs）を施しても表面変色はほとんど発生しないので、耐湿性も優れる。

ものづくり面では、ZMG566はレアメタルを含まないので、原料コストは安定傾向にある。一方、造塊時におけるZMG566の結晶粒は粗大であり、延性脆性遷移温度が室温より高い等の性質を有する加工難易度の高い材料である。当社は塑性加工技術を活用した製造技術を最大限に駆使し、板厚1mm以下のコイル品の量産製造技術を確立させている。

## むすび

振動と騒音の低減が必要な箇所において、耐熱性や機械的特性も要求される際、ZMG566を適用することで大幅な改善に成り得る。用途の一例として、精密機器や工作機械へスペーサー材として挿入、汎用材製のボルトナットをZMG566へ切りかえることで微振動を低減させ、その結果、加工精度の向上や誤動作防止に寄与する。当社はZMG566を供給することで、各分野における騒音と振動の低減に寄与していきたい。

〔日立金属株 安来工場 たけはら りょうじ〕  
製品企画センター 竹原 隆司

## “特集” 編集後記

今月号は、「がんばる日本の特殊鋼」と題した特集記事を組みました。特殊鋼のメインユーザーである自動車産業は部品メーカーも含めて海外での生産が増え、今後もその傾向に拍車がかかっていくものと思われます。それにつれて、鋼材の現地調達も伸展してきており、我々も海外鋼材メーカーとの競争にさらされており厳しい時代に直面しています。そのような背景から本特集号では、各鋼材の変遷を振り返り、日本の特殊鋼の立ち位置を確認し、さらなる発展のための課題と展望を示すものとなりました。

まず、総論では経済産業省鉄鋼課より特殊鋼業界を取り巻く国内外の状況やそれに対する国の施策を執筆頂きました。さらに、九州大学の菊池先生には、日本の産業界における特殊鋼の役割と今後の方向性や課題について述べて頂きました。

次に、各会員メーカーの方々に各鋼材の過去（1980年代以降）からの開発の変遷や今後の開発動向を簡潔に述べて頂きました。いずれもユーザーからの高強度化、低コスト化、省資源化、環境対応などさまざまなニーズに応え発展してきたことを確認することができました。このことが、日本の自動車の商品競争力を高める一端を担っていた事は間違いないと思います。今後は、各会員メーカーがこれまでに培ってきた製品や技術を世界にアピールしていくことが、今まで以上に重要になってくるのではないかと感じています。

最後になりましたが、本特集にご寄稿頂いた皆様、編集にご尽力頂きました関係者の皆様に厚く御礼を申し上げます。

〔大同特殊鋼(株) 特殊鋼製品本部 ほんだ まさとし〕  
〔自動車材料ソリューション部 本田 正寿〕

# 業界のうごき

## 伊藤忠丸紅鉄鋼、油井管ねじ切り 中国合弁の加工能力向上

伊藤忠丸紅鉄鋼、JFEスチールらが出資する中国の油井管ねじり加工販売合弁会社の攀成伊紅石油鋼管有限責任公司（PYP、四川省成都市）は、ねじ切りラインを1基改造し、加工能力を向上させる。中国国内で増えている特殊ねじ継手の需要に対応する。

PYPは、鞍山鋼鉄集団傘下の攀鋼集団成都鋼バナジウム有限公司（CSST）との合弁会社で05年に設立。10年にはJFEスチールが資本参加している。

中国国内のエネルギー開発案件を捕捉しているほか、JFEスチールの油井管用特殊ねじ継手である「JFEFOX」や「JFEBEAR」なども加工。JFEスチール製13クロム継目無鋼管や耐サワー鋼とのパッケージ販売などにも注力している。

またクウェート国営石油開発会社（KOC）向けに油井管を受注するなど、一部輸出も行っている。

（11月20日、鉄鋼新聞）

## 佐藤商事、過去最高へ 今期売上高、海外現法が増収

佐藤商事は、14年3月期連結決算で過去最高の売上高1,700億円超を見込んでいる。従来は過去最高は08年3月期の1,689億円。海外展開の加速など国内外で連結経営を強化し、中期的な目標とする2千億円達成に向けて「13年度を一つの起点とする」（村田社長）考えだ。

同社は、10月に上期業績予想の上方修正を受けて通期売上高見通しを1,700億円に上方修正した。新興国市場の影響で今下期後半は主要需要先で生産調整の動きが出そうだが、新規事業、新規顧客、新規商材など（見通しに織り込んでいない）「計画

外」の積み上げが進み「1,700億円は確実に超えられる」（同）という。

海外中心に加速した投資案件で収益改善が進んでおり、「連結経営の厚みが増したという点で13年度は節目になる」とみている。

（11月27日、鉄鋼新聞）

## 清水鋼鉄、東京鉄鋼 道内普及へ見学会

清水鋼鉄と東京鉄鋼は、札幌市東区の丘鉄工団地で省力化工法（鉄筋プレハブ工法）の施工実験見学会を開いた。

公開実験は概要説明の後、柱1台の地組、柱2台建込み・継手作業、梁1台建込み・継手作業の順で行われた。鉄筋プレハブ工法は北海道ではあまり普及しておらず、参加者は興味深く見学した。

鉄筋プレハブ工法は、先組ヤードで柱・梁を作成するため、作業効率の向上と労務の平準化が可能になり、鉄筋工が少なくできる。

すでに清水鋼鉄と東京鉄鋼の両社は、東京鉄鋼が清水鋼鉄に対して高強度鉄筋（SD490の特殊仕様品）と高張力ねじ棒鋼「ネジテツコン」の生産体制確立に係る技術を供与することで合意している。両社の技術提携により、清水鋼鉄苫小牧製鋼所（北海道苫小牧市）で、高強度ねじ棒鉄筋を生産できる体制の確立を目指しており、今後は北海道での鉄筋プレハブ工法の普及を推進する。

（11月16日、産業新聞）

## 平井、相次ぎ設備投資 販売管理システム、精密切断機

平井は、今期（14年8月期から）から来期にかけて販売管理システムを刷新するとともに、14年5月に北関東営業所・北関東加工センターで超硬丸鋸盤・ハンドリングロボットを1台更新する。

販売管理システムは、サーバーの更新期を迎えるのを機に22年ぶりにプログラムも刷新する。北関東加工センターでは超硬丸鋸盤1台を津根精機製「TK130GL」に更新し、ハンドリングロボット1台を安川電機製「MOTOMAN MH160」に更新する。両設備の投資額は4,300万円。現有機に比べて生産効率は3割向上する。

13年8月期の単独決算は売上高339億1,100万円で前期比20.1%減、経常利益5億6,300万円で同6.7%減、純利益3億6,800万円で同11.0%増。特殊鋼部門で、自動車支給単価の引き下げにより一般産機向けの価格が低下したことも響いた。

（11月21日、鉄鋼新聞）

## メタルワン特殊鋼、国内基盤を 再編強化

メタルワン特殊鋼は、変化する内需への対応策として国内事業基盤の再編強化を推し進める。全国8カ所の加工センター及び在庫拠点について、メタルワングループ企業との連携により効率化を進めるとともに、同業の特殊鋼流通業者との戦略的提携関係も一層強化することで、国内市場での存在感アップにつなげる狙い。

同社ではここ数年、国内5カ所（関西、中部、東北、関東、北陸）の加工センターについて、移転拡張や加工設備拡充などの抜本的な見直しを実施。加えて、独力では打開が困難な分野については、相互の機能強化につながるパートナーとの事業提携を推進しており13年度は従来は関西、中部、関東地区での提携深化を進める一方、他地区でも、事業提携を検討している。

今後は、5加工センターに3カ所の在庫機能を持つ支店を加えた8事業拠点について改善に向けた取り組みを加速する。（11月22日、産業新聞）

# 業界のうごき

## 山一ハガネ、越の受注量確保に注力

山一ハガネはベトナム・ホーチミン市郊外に現地子会社「ヤマイチスベシャルスチール・ベトナム」を設立、5月から操業を開始したが熱間・冷間工具鋼の焼入れのみならず、高速度工具鋼の焼入れ、高度な窒化処理が可能な設備を有していることから現地ニーズに幅広く対応しており、展示会に出展するなどさらにPRを進め受注量確保を目指す。

同社は中部地区の大手特殊鋼流通で、工具鋼に関しては日立金属の中部地区拠点でもある。直近では技術開発センターを本社内に開設、高度の技術を背景に業績を伸ばしている。海外展開では、タイに続き昨年9月にはベトナム現地法人を設立、工場建設を進めていたが5月に完成、稼動を開始した。

設備稼働に合わせてベトナム・ホーチミン市内で行われる金型関係の展示会にも出展、寺西社長自ら現地に出向くなど力を入れてPRを行うことにしている。(10月21日、産業新聞)

## 愛知、高圧水素用新SUS鋼 水素ステーション向け本格販売

愛知製鋼は、今後の燃料電池車(ECV)の普及に合わせ、同車にエネルギーを供給する水素ステーションの配管継手、バルブ用素材として開発した高圧水素用ステンレス鋼「AUS316L-H2」の本格販売を開始する。昨年開発、商品化が完了したばかりの新製品で、水素により強度が低下する水素脆化が起きにくいステンレス鋼。70メガhPAの高圧にも耐えられる。ステーションの整備計画に合わせ採用実績を順次拡大、当面年間1億円の販売を目指す。

水素ステーションは、燃料電池車の普及状況に合わせて建設が続く見

通し。経済産業省では、ステーションを約100カ所整備する計画を掲げており、鋼材需要増にもつながると期待されている。

同鋼は、水素ステーション向けに12年度に開発。これまでに累計50トン程度の受注実績がある。

(11月29日、鉄鋼新聞)

## 神鋼が高耐食厚板受注 新来島どっくタンカー向け

神戸製鋼所は、中堅造船メーカーの新来島どっくから、原油タンカーのタンク底部向けに、耐食性が従来比4倍の「耐食鋼」と呼ばれる厚板を受注したと発表した。タンカーのタンクは今年1月発効の新国際基準で防食措置の強化が義務付けられており、この新基準が適用された船舶に耐食鋼が採用されるのは業界初。

今回の採用を弾みに、神鋼は将来的に年1万トンの耐食鋼販売を目指す。

受注したのは2005年に開発した耐食鋼「KPAC-1」。今年4月に日本海事協会船級(NK船級)から新国際基準に適合する耐食鋼として承認を取得した。

新国際基準ではタンクに防食塗装が義務付けられているが、耐食鋼を使えば塗装は不要になる。タンクの塗装コストは塗り替えも含めて数億円に及ぶケースもあるとされ、神鋼は塗装省略によるコスト面の利点などをアピールし、拡販につなげる方針。

(11月20日、鉄鋼新聞)

## 山陽、新熱間ダイス鋼を開発 高温強度と靱性を向上

山陽特殊製鋼は、大型のダイカスト金型に要求される諸特性を高いレベルで兼ね備えた高信頼性熱間ダイカスト金型用鋼「QDX-HARMOTEX」(キューディーエックス・ハーモテックス)を開発したと発表した。熱間ダイス鋼の代表的なJIS鋼

種であるSKD61に対して、高温強度を約1.3倍、靱性を約1.5倍に向上。金型の大割れ発生を抑制するとともに、耐ヒートチェック性を大幅に改善するため金型寿命の安定化や向上が期待できる。

金型の長寿命化を通じて生産阻害要因の削減に寄与することで、トータルコスト低減に貢献する。当面は月100トンの販売を目指す。

主な用途はアルミ・亜鉛・マグネシウムなどのダイカスト用金型や熱間鍛造用金型など。金型の使用環境が一段と過酷化している中で、金型材にもより安定した特性や高い信頼性が要求されることに対応し、開発した。

(11月6日、鉄鋼新聞)

## 新日鐵住金、近隣製鉄所を統合 人材基盤強化、間接コスト低減

新日鐵住金は、八幡製鉄所と小倉製鉄所など同じ地域にある製造拠点を来年4月に統合すると発表した。

①八幡・小倉の両製鉄所、②和歌山・堺の両製鉄所、③君津製鉄所と東京製造所の6拠点が対象。それぞれ2つの製造拠点を統合することによってコスト競争力強化につなげる。

同社は昨年10月の合併を契機に、燃料供給や鉄スクラップの相互融通など製鉄所間での連携を強化してきた。今回の統合・再編でこうした取り組みを一段と加速させる。

現在、小倉製鉄所は棒線事業部の傘下だが、来年4月以降は同事業部の管掌から外れ八幡製鉄所とともにコスト競争力の強化を目指す体制となる。両製鉄所の統合後の名称は「八幡製鉄所」とし、小倉に対応する「棒線部」を新設する。和歌山と堺は統合し「和歌山製鉄所」とする。君津と東京は統合後、「君津製鉄所」とし、東京は現在の鋼管事業部の傘下を外れる。

(10月31日、鉄鋼新聞)

# 業界のうごき

## 大同の熱間ダイス鋼 素形材産業技術賞で会長賞

大同特殊鋼は、熱間ダイス鋼「DHA-WORLD」が素形材センターの平成25年度（第29回）素形材産業技術賞で「会長賞」を受賞した、と発表した。

素形材産業技術賞は、素形材の品質・性能の向上、生産効率化、資源エネルギー使用効率化など、素形材の技術発展に貢献した技術を表彰するもの。同ダイス鋼は、熱伝導率と焼入れ性がともに高いという特性を持つ。このため、ダイスカスト金型が作りやすい一方で寿命延長も実現。金型の熱疲労が軽減され、ヒートチェック（金属表面のひび割れ）を抑制。熱処理の設備能力や操業技術、金型サイズによらず高靱性となる。

また、一般的にダイカスト金型に使われるSKD61（JIS鋼）のダブルメルト材と比較してバナジウム使用量を半減した（シングルメルト化）。これによりエネルギーコストを約4割削減。省資源、省エネを達成した。

（11月7日、鉄鋼新聞）

## 日新、SUS鋼管製造事業を再編 尼崎製造所を分離

日新製鋼ホールディングスは14年4月1日にステンレス鋼管製造事業を再編すると発表した。日新製鋼の尼崎製造所を分離し、日金工鋼管（日本金属工業の完全小会社）と事業統合、ステンレス鋼管の統合製造会社をスタートさせる。グループ内の製造拠点を一体化し、コスト競争力強化とブランド統合による販売力強化を図り、総合力国内ナンバーワンの実現に向けて基盤を構築する。日新製鋼が自社の製造所を分社するのは初めて。

日金工鋼管が「日新製鋼ステンレス鋼管」に社名変更する。資本金は2億5千万円変わらない。本社を

尼崎市（現尼崎製造所）に変更し、尼崎工場と衣浦工場の2工場体制を敷く。売上高規模は約130億円、月産約3千トンで国内トップ級。販売は現在と同様に日新製鋼が行う。現在の人員規模は尼崎製造所が約100人、日金工鋼管が約80人。

（11月11日、鉄鋼新聞）

## 冶金、アセアンにも販売会社 高機能材の拡販体制強化

日本冶金工業はシンガポールにステンレス・特殊鋼・高ニッケル合金の販売を行う現地法人「ニッポン・ヤキン・アジア」を設立すると発表した。

アセアン地区は、同社が重点強化している高機能材（ニッケルを20%以上含有する高ニッケル合金など）の重要市場のひとつ。同地域の石油・ガス、発電、化学分野向けを中心とした高機能材需要を捕捉するため、シンガポールに100%出資の現地法人を設立することにした。資本金は20万シンガポールドル。

高機能材の販売拠点としては中国（上海）、北米（シカゴ）、欧州（ロンドン）に現地法人を置いており、今回のアセアン地区での現地法人設立で「グローバル市場における高機能材拡販体制」が一段と強化される。

（10月31日、鉄鋼新聞）

## 日立金属、フェライト磁石 世界生産拡大

日立金属は、世界5拠点でフェライト磁石の生産を拡大している。14年度下期は12年度上期比2割増しの売り上げ・生産を計画している。世界的な自動車生産の拡大に加えて、自動車、家電分野の一部で希土類磁石をフェライト磁石に置換する動きがあり、フェライト磁石の高性能化に対するニーズも高まっている。国内外の各拠点でボトルネック解消により生産能力を増やすほか、韓国拠

点では10億円を投じて14年度下期までに生産能力を2割増強する。

生産拡大の背景には、自動車電動化の進展に伴うフェライト磁石の車載点数の増加もある。希土類磁石原料で、一時期価格高騰と供給不安定性がクロズアップされ、家電、自動車分野で置換可能な高性能フェライト磁石に対するニーズが強まったのも一因だ。

同社は業界最高レベルの磁気特性を持つ開発材「NMF-9」をさらに上回る「NMF-12」の量産出荷も拡大している。

（11月13日、鉄鋼新聞）

## 不二越、車体のスポット溶接ロケット 中空アーム仕様を追加発売

不二越は自動車の車体溶接工程に使用する超速スポット溶接ロボット「SRAシリーズ」に、中空アーム仕様でケーブル内蔵型4機種を新たに追加し、2014年1月より世界同時発売する。

自動車の生産ラインでは品質向上に加えサイクルタイムの短縮や少人・省スペース化、更にはライン立上げ期間の短縮など、生産性向上のニーズが一段と高まっている。

今回追加投入した中空アーム仕様の「SRA-H」は、アプリケーション用機装ケーブルを内蔵することで、ロボットの設置自由度が向上しセットアップも容易になるため、生産ラインの立上げ期間が短縮できる。

11月6日から9日まで東京ビックサイトにおいて開催された「2013国際ロボット展」に出展し、15年度はSRAシリーズ全体で4千台の販売を目指す。

（11月12日、鉄鋼新聞）

おこわり：この欄の記事は、最近月における業界のおよその動向を読者に知らせる目的をもって、本誌編集部において鉄鋼新聞ほか主要業界紙の記事を抜粋して収録したものです。









特殊鋼需給統計総括表

2013年10月分

鋼種別	項目	月別					
		実数 (t)	前月比 (%)	前年同月比 (%)	1995年基準指数 (%)		
工 具 鋼	熱間圧延鋼材生産	24,346	110.6	122.8	109.5		
	鋼材輸入実績	450	123.3	110.7	306.4		
	販売業者	受入計	27,518	107.3	119.3	133.8	
		販売計	29,587	107.6	116.5	145.2	
		うち消費者向	22,236	106.8	117.1	236.9	
		在庫計	48,010	95.9	82.2	133.2	
	鋼材輸出船積実績	3,766	35.9	128.4	105.2		
	生産者工場在庫	8,929	121.0	89.3	79.6		
	総在庫	56,939	99.1	83.2	120.7		
	構 造 用 鋼	熱間圧延鋼材生産	730,573	97.6	107.9	134.6	
鋼材輸入実績		38,846	195.0	89.1	2549.1		
販売業者		受入計	661,937	100.8	102.1	200.4	
		販売計	673,458	102.3	103.6	205.4	
		うち消費者向	442,721	101.9	103.2	207.2	
		在庫計	323,664	96.6	69.5	134.7	
鋼材輸出船積実績		75,797	90.2	98.6	447.8		
生産者工場在庫		366,418	105.3	110.8	122.4		
総在庫		690,082	101.0	86.7	127.9		
ば ね 鋼		熱間圧延鋼材生産	37,348	100.8	119.2	87.8	
	鋼材輸入実績	57	327.9	74.2	-		
	販売業者	受入計	22,564	124.8	122.9	151.2	
		販売計	22,964	127.9	123.4	154.1	
		うち消費者向	6,169	109.5	87.5	49.7	
		在庫計	15,039	97.4	60.1	473.2	
	鋼材輸出船積実績	15,637	124.8	88.6	123.6		
	生産者工場在庫	26,537	108.5	114.4	82.6		
	総在庫	41,576	104.2	86.2	117.8		
	ス テ ン レ ス 鋼	熱間圧延鋼材生産	249,753	99.0	104.1	92.4	
鋼材輸入実績		18,052	132.4	126.8	463.1		
販売業者		受入計	237,434	106.0	95.3	158.1	
		販売計	248,409	99.3	99.0	166.3	
		うち消費者向	62,031	99.3	106.7	108.8	
		在庫計	125,709	92.0	79.8	113.7	
鋼材輸出船積実績		97,273	100.0	94.1	95.7		
生産者工場在庫		130,973	106.2	93.1	89.0		
総在庫		256,682	98.7	86.1	99.6		
快 削 鋼		熱間圧延鋼材生産	58,895	98.8	118.3	66.5	
	販売業者	受入計	15,803	96.1	126.0	93.9	
		販売計	16,384	102.1	109.0	99.0	
		うち消費者向	15,740	101.5	106.9	110.7	
		在庫計	15,612	96.4	86.4	68.2	
	生産者工場在庫	34,676	131.1	130.3	154.3		
	総在庫	50,288	117.9	112.6	110.8		
	高 抗 張 力 鋼	熱間圧延鋼材生産	449,757	94.8	96.7	192.1	
		販売業者	受入計	9,025	92.6	92.9	72.9
			販売計	9,518	101.1	100.5	77.1
うち消費者向			6,614	104.4	102.2	122.9	
在庫計			8,760	94.7	104.1	66.1	
生産者工場在庫		182,943	118.8	111.3	109.2		
総在庫		191,703	117.4	111.0	106.0		
そ の 他		熱間圧延鋼材生産	152,446	105.1	126.5	65.1	
		販売業者	受入計	53,762	114.7	81.7	434.1
			販売計	54,786	119.8	82.8	443.7
	うち消費者向		41,066	118.0	123.9	762.9	
	在庫計		52,558	98.1	65.9	396.7	
	生産者工場在庫	83,993	109.0	99.0	50.1		
	総在庫	136,551	104.5	83.0	75.5		
	特 殊 鋼 鋼 材 合 計	熱延鋼材生産合計	1,703,118	97.9	106.2	126.4	
		鋼材輸入実績計	68,374	147.3	103.4	864.5	
		販売業者	受入計	1,028,043	103.1	100.1	179.8
販売計			1,055,106	102.9	101.9	185.5	
うち消費者向			596,577	102.9	105.1	177.2	
在庫計			589,352	95.6	72.5	133.2	
鋼材輸出船積実績計		654,282	101.2	99.6	195.0		
生産者工場在庫	834,469	109.7	107.0	109.5			
総在庫	1,423,821	103.4	89.4	118.2			

出所:鋼材輸入実績及び鋼材輸出船積実績は財務省、それ以外は経済産業省、但し総在庫は特殊鋼倶楽部で計算

- 注 1. 鋼材輸入実績は速報値を掲載。構造用鋼の鋼材輸入実績とは高炭素鋼の棒鋼及び合金鋼の棒鋼、線材を加算したもの。  
 2. 総在庫とは販売業者在庫に生産者工場在庫を加算したもの。生産者工場在庫は熱間圧延鋼材のみで、冷間圧延鋼材及び鋼管を含まない。また、工場以外の置場にあるものは、生産者所有品であってもこれを含まない。

# 倶楽部だより

(平成25年10月21日～12月10日)

## 理事会 (10月28日)

- ①平成25年度事業の進捗状況報告
- ②平成25年度会計中間報告
- ③平成25年度下期事業の予定
- ④平成26年度事業の運営方針
- ⑤平成26年度以降の事務所の対応方針

見学先：①(株)アマダ・ソリューション  
センター  
②高周波熱錬(株)湘南事業所  
参加者：38名

## 海外委員会

- ・本委員会 (11月12日)
  - ①平成26年度以降の活動方針
  - ②貿易保険の手続き等の改善
  - ③特殊鋼貿易問題対応 (中国WTO提訴対応等)に関する事業

## 市場開拓調査委員会

- ・講演会 (11月27日)

演 題：「メキシコ自動車産業の動向」  
講 師：日本貿易振興機構 (ジェトロ) 海外調査部中南米課  
課長代理 中畑 貴雄氏  
参加者：100名

## 編集委員会

- ・小委員会 (10月30日)

3月号特集「特殊鋼を取り巻く規制」(仮題)の編集内容の検討
- ・本委員会 (11月7日)

3月号特集「特殊鋼を取り巻く規制」(仮題)の編集方針, 内容の確認

## 人材確保育成委員会 (10月31日)

- ①平成24年度ビジネスマン研修講座収支決算報告
- ②平成24年度ビジネスマン研修講座アンケート集計結果報告
- ③平成25年度研修内容の検討

## 流通委員会

- ・工具鋼分科会 (11月11日)
- ・第31回工場見学会 (11月14日)

## [名古屋支部] 部会

- ・ステンレス鋼部会 (10月24日)
- ・構造用鋼部会 (10月30日)
- ・工具鋼部会 (10月31日)
- ・3団体共催優良企業見学会 (10月22日)

見学先：①トヨタ車体(株)いなべ工場  
②ミズノテクニクス(株)  
参加者：46名
- ・3団体共催一般講演会 (11月13日)

演 題：「元全日本バレーボール選手が白血病と戦い復活までの道のり」  
<体験談>  
講 師：JFE鋼板(株)名古屋支店長  
岩月 昇平氏  
参加者：87名
- ・2団体共催管理職研修 (11月22日)

テーマ：「管理者が知っておくべき”上手な仕事の進め方”  
～できる管理者が行っている「仕事のコツ」とは～  
講 師：(株)名南コンサルティング  
村野 文洋氏  
参加者：23名

## [大阪支部]

- ・3団体共催講演会 (12月9日)

演 題：「日々新たな出会い 発見」  
講 師：山本 浩之氏  
参加者：73名
- ・3団体責任者会議 (12月9日)

テーマ：賀詞交歓会等本年度下期共催事業の検討他  
参加者：関支部長, 栄山運営委員長他4名

# 特殊鋼倶楽部の動き

## ○メキシコ自動車産業の動向講演会開催

「メキシコ自動車産業の動向」講演会を11月27日、鉄鋼会館701号室で開催しました。

講師は日本貿易振興機構（ジェトロ）海外調査部中南米課 課長代理 中畑貴雄氏で参加者は約100名でした。

急成長する中南米市場、中でもメキシコは現在、世界の自動車及び同部品メーカーの生産・販売拠点として重要性を高めており、日系自動車メーカーの新規、追加投資を受けて日系自動車部品メーカーの進出も勢いを増していることから、同氏は輸出製造拠点としてのメキシコの魅力（低い労働コスト、穏健な労働組合、FTAネットワーク等）、成長を続ける自動車産業、500社を超える日系企業進出動向等について解説しました。



写真 会場風景1



写真 会場風景2



写真 会場風景3

# 一般社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覽

(社名は50音順)

<b>【会 員 数】</b> <b>(正 会 員)</b> 製造業者 25社 販売業者 101社 合 計 126社	<b>【販売業者会員】</b>		
<b>【製造業者会員】</b> 愛 知 製 鋼 (株) 秋 山 精 鋼 (株) (株)川 口 金 属 加 工 (株)神 戸 製 鋼 合 同 製 鐵 (株) 山 陽 特 殊 製 鋼 (株) J F E 条 鋼 (株) J F E ス チ ー ル (株) J X 日 鉦 日 石 金 属 (株) 下 村 特 殊 精 工 (株) 新 日 鐵 住 金 (株) ス テ ン レ ス パ イ プ 工 業 (株) 大 同 特 殊 鋼 (株) 高 砂 鐵 工 (株) 東 北 特 殊 鋼 (株) 日 新 製 鋼 (株) 日 本 金 属 (株) 日 本 高 周 波 鋼 業 (株) 日 本 精 線 (株) 日 本 冶 金 工 業 (株) 日 立 金 属 (株) (株)不 二 越 三 菱 製 鋼 (株) ヤ マ シ ン ス チ ー ル (株) 理 研 製 鋼 (株)	愛 鋼 (株) 青 山 特 殊 鋼 (株) 浅 井 産 業 (株) 東 金 属 (株) 新 井 ハ ガ ネ (株) 粟 井 鋼 商 事 (株) 伊 藤 忠 丸 紅 鉄 鋼 (株) 伊 藤 忠 丸 紅 特 殊 鋼 (株) 井 上 特 殊 鋼 (株) (株)U E X 確 井 鋼 材 (株) ウ メ ト ク (株) 扇 鋼 材 (株) 岡 谷 鋼 機 (株) カ ネ ヒ ラ 鉄 鋼 (株) 兼 松 (株) 兼 松 ト レ ー デ ィ ン グ (株) (株)カ ム ス (株)カ ワ イ ス チ ー ル 川 本 鋼 材 (株) 北 島 鋼 材 (株) ク マ ガ イ 特 殊 鋼 (株) ケ ー ・ ア ン ド ・ アイ 特 殊 管 販 売 (株) 小 山 鋼 材 (株) 佐 久 間 特 殊 鋼 (株) 櫻 井 鋼 鐵 (株) 佐 藤 商 事 (株) サ ハ シ 特 殊 鋼 (株) (株)三 悦 三 協 鋼 鐵 (株) 三 京 物 産 (株) 三 興 鋼 材 (株) 三 和 特 殊 鋼 (株) J F E 商 事 (株) 芝 本 産 業 (株) 清 水 金 属 (株) 清 水 鋼 鐵 (株) 神 鋼 商 事 (株) 日 鉄 住 金 物 産 特 殊 鋼 西 日 本 (株)	住 友 商 事 (株) 大 同 興 業 (株) 大 同 D M ソ リ ュ ー シ ョ ン (株) 大 洋 商 事 (株) 大 和 興 業 (株) 大 和 特 殊 鋼 (株) (株)竹 内 ハ ガ ネ 商 行 孟 鋼 鉄 (株) 田 島 ス チ ー ル (株) 辰 巳 屋 興 業 (株) 中 部 ス テ ン レ ス (株) 千 曲 鋼 材 (株) (株)テ ク ノ タ ジ マ (株)鐵 鋼 社 デ ル タ ス テ ー ル (株) 東 京 貿 易 金 属 (株) (株)東 信 鋼 鉄 特 殊 鋼 機 (株) 豊 田 通 商 (株) 中 川 特 殊 鋼 (株) 中 野 ハ ガ ネ (株) 永 田 鋼 材 (株) 名 古 屋 特 殊 鋼 (株) ナ ス 物 産 (株) 南 海 鋼 材 (株) 日 輪 鋼 業 (株) 日 金 ス チ ー ル (株) 日 鉄 住 金 物 産 (株) 日 本 金 型 材 (株) ノ ボ ル 鋼 鉄 (株) 野 村 鋼 機 (株) 白 鷺 特 殊 鋼 (株) 橋 本 鋼 (株) (株)長 谷 川 ハ ガ ネ 店 (株)ハ ヤ カ ワ カ ン パ ニ ー 林 田 特 殊 鋼 材 (株) 阪 神 特 殊 鋼 (株) 阪 和 興 業 (株) 日 立 金 属 ア ド メ ッ ト (株)	日 立 金 属 工 具 鋼 (株) (株)日 立 ハ イ テ ク ノ ロ ジ ー ズ (株)平 井 (株)フ ク オ カ 藤 田 商 事 (株) 古 池 鋼 業 (株) (株)プ ル ー タ ス (株)堀 田 ハ ガ ネ (株)マ ク シ ス コ ー ポ レ ー シ ョ ン 三 沢 興 産 (株) 三 井 物 産 (株) 三 井 物 産 ス チ ー ル (株) (株)メ タ ル ワ ン (株)メ タ ル ワ ン チ ュ ー ブ ラ ー (株)メ タ ル ワ ン 特 殊 鋼 森 寅 鋼 業 (株) (株)山 一 ハ ガ ネ 山 進 産 業 (株) ヤ マ ト 特 殊 鋼 (株) 山 野 鋼 材 (株) 陽 鋼 物 産 (株) 菱 光 特 殊 鋼 (株) 渡 辺 ハ ガ ネ (株)

## 特 集／鉄鋼業に関連する規制と対応

- I. 総論
- II. 各社の環境対応の取り組み

5月号特集予定…切削加工と特殊鋼

## 特 殊 鋼

第 63 卷 第 1 号  
© 2 0 1 4 年 1 月  
平成25年12月25日 印 刷  
平成26年1月1日 発 行

定 価 1,200円 送 料 100円  
1年 国内7,200円 (送料共)  
外国7,860円 ( “ 、船便)

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>  
振替口座 00110-1-22086

編集発行人 小 島 彰  
印刷人 増 田 達 夫  
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。