

2010

5

特殊鋼

The Special Steel ————— *Vol.59 No.3*

特集／コスト低減に寄与する特殊鋼



特殊鋼

5

目次

2010

【編集委員】

委員長	並木 邦夫	(大同特殊鋼)
副委員長	久松 定興	(中川特殊鋼)
委員	福井 康二	(愛知製鋼)
〃	小椋 大輔	(神戸製鋼所)
〃	西森 博	(山陽特殊製鋼)
〃	出町 仁	(新日本製鐵)
〃	村井 暢宏	(住友金属小倉)
〃	本田 正寿	(大同特殊鋼)
〃	内藤 靖	(日新製鋼)
〃	大和田 哲也	(日本金属)
〃	小野 寛	(日本金属工業)
〃	山崎 浩郎	(日本高周波鋼業)
〃	足達 哲男	(日本冶金工業)
〃	加田 善裕	(日立金属)
〃	岡本 裕	(三菱製鋼)
〃	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)
〃	石黒 賢一	(三興鋼材)
〃	金原 茂	(竹内ハガネ商行)
〃	甘利 圭右	(平井)

【特集／コスト低減に寄与する特殊鋼】

I. 総論—おどおど・どぎまぎさせられる日本の製造業—

..... 政策研究大学院大学 橋本 久義 2

II. 製造コスト低減への取り組み

1. 省合金

(1) 構造用鋼..... 愛知製鋼(株) 水野 浩行 5

(2) ステンレス鋼、耐熱鋼

..... 日本金属工業(株) 大嶋 貴之 7

(3) 工具鋼..... 大同特殊鋼(株) 森川 秀人 10

2. 省エネルギー

(1) 非調質鋼..... 住友金属工業(株) 渡里 宏二 13

(2) 短時間熱処理用鋼..... 大同特殊鋼(株) 秦野 敦臣 16

(3) 焼鈍省略鋼..... (株)神戸製鋼所 鹿磯 正人 18

3. 歩留り向上

(1) 精密鍛造..... 大同特殊鋼(株) 木村 浩二 21

(2) 精密圧延用鋼..... 新日本製鐵(株) 本間 俊太 23

4. 加工性向上

(1) 塑性加工..... 山陽特殊製鋼(株) 平岡 和彦 25

(2) 切削加工

①構造用鋼..... JFEスチール(株) 上井 清史 27

②工具鋼..... 日立金属(株) 加田 善裕 28

III. 物流でのコスト削減..... 日新製鋼(株) 嶋谷 健一 31

IV. ユーザーのコスト低減に寄与する

会員メーカーの技術・製品

高温浸炭用肌焼鋼..... 愛知製鋼(株) 34

熱処理省略冷間鍛造用鋼 (KTCHシリーズ、KNCHシリーズ)

..... (株)神戸製鋼所 35

ECOMAX (エコマックス) 鋼 山陽特殊製鋼(株) 36

金属の力。人間の情熱。

Maxis

株式会社マクシスコーポレーション

<http://www.maxis.co.jp>

大同特殊鋼の金型用材料

高靱性マトリックス型ハイス

DRM

ドリームシリーズ

直接焼入れ用鋼、窒化用鋼、省Mo鋼 …………… JFE条鋼(株) 37
 コスト低減に寄与する大同の肌焼鋼…………… 大同特殊鋼(株) 38
 機能性エンボスステンレス「ランナーステンレス」
 …………… 高砂鐵工(株) 39
 コスト低減に貢献する三菱製鋼の特殊鋼鋼材
 …………… 三菱製鋼室蘭特殊鋼(株) 40
 “特集”編集後記 …………… 日新製鋼(株) 内藤 靖 41

●一人一題：「仏像に魅せられて」…………… 浅井産業(株) 増井 平 1

■業界の動き …………… 42
 ▲特殊鋼統計資料 …………… 45
 ★倶楽部だより（平成22年2月21日～4月20日）…………… 49
 ☆社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧 …………… 51
 ☆お知らせ …………… 50

特集／「コスト低減に寄与する特殊鋼」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	内藤 靖	日新製鋼(株)	商品開発部 特殊鋼開発チーム
委員	福井 康二	愛知製鋼(株)	技術企画部主査
〃	戒田 收	(株)神戸製鋼所	鉄鋼部門 線材条鋼商品技術部 課長
〃	西森 博	山陽特殊製鋼(株)	軸受営業部 軸受CS室長
〃	村井 暢宏	(株)住友金属小倉	カスタマー技術部 カスタマーサービス室 室長
〃	本田 正寿	大同特殊鋼(株)	特殊鋼事業部 特殊鋼商品開発部 副主任部員
〃	山崎 浩郎	日本高周波鋼業(株)	技術部 工具鋼技術室担当次長
〃	加田 善裕	日立金属(株)	特殊鋼カンパニー技術部長
〃	甘利 圭右	(株)平井	常務取締役

TA/YO STEEL MATERIALS

大洋商事株式会社

http://www.taiyoshoji.co.jp

ISO 14001 認証取得

特殊鋼 鑄造品 鍛造品 加工 組立 電子材料
ITデバイス

本社 東京都中央区新富2丁目15番5号 (RBM築地ビル)
TEL. 03-5566-5500

豊富な実績、ノウハウを生かして“役立つ提案”をします！！

材料、仕様、製品設計から各種加工、完品迄対応いたします。

お客様

VE提案

大洋商事株式会社

- 品質向上
- VE提案
- コスト削減
- 素材から製品まで一貫加工
- 切削時間短縮
- 管理工数削減
- 重量軽減

「仏像に魅せられて」

浅井産業(株) ます い たいら
取締役社長 増 井 平



私が幼少の頃に過ごした神戸市須磨区には須磨寺というお寺があり、真言宗須磨寺派の総本山です。この寺は源平合戦ゆかりの寺としても有名で、平家物語によれば源氏の荒武者 熊谷次郎直実が海に馬で逃げようとする平家の若武者を見つけて、「後ろを見せるとは卑怯なり」と呼び返し、二人は浜辺で一騎打ちとなり、直実が勝って首を取ろうと相手の顔を見た。その顔があまりにも若く美しいので直実はためらったが、味方の兵士が近付くを見て、涙をのんで、その若武者の首をはねた。その時に、若武者の腰の笛に気づき、その戦いの朝、陣中で聞いた美しい笛の音色は、この若武者のものであったのかと思いついた。このことから、直実は、殺し合わなければならない戦いの世に無常を感じ、出家を決意し、この若武者 平敦盛の菩提を弔ったといわれており、この笛が小学校唱歌でも有名な通称青葉の笛である。

さて、この須磨寺の本尊は平安時代初期に兵庫県和田沖で引き上げられた聖観世音菩薩で脇侍は毘沙門天と不動明王が祀られています。この寺が私の小さな頃からの遊び場でしたから、小学校の頃には仏像の顔も描けるほどになりました。そんな生い立ちもあり、仏像や仏教に自然と興味が沸き、学生時代には京都のお寺を廻るのが趣味となりました。

特に、仏像にはそれぞれのお顔があり、手の形もさまざまです。まずは、お顔ですが、大きく分けて慈悲のやさしい相と憤怒の怒りの相があります。如来とか菩薩は慈悲を持って救う仏で威厳と優しさを持ったお顔です。一方、怒り顔の仏は慈悲では救えない者を怒りの表現で救い導くもので、不動明王や愛染明王などに代表されます。次に手ですが、古代インドでは手の形で意志を現す習慣があり、人は目でものを言うと言われますが、仏像は手でものを言い、指先をいろいろな形に組むこと（印相）により、意志を現します。お顔と手は仏像を見分けるときの重要なポイントです。

仏像のことを書き始めると、仏教入門の話になり、訳が判らなくなりますので、このあたりにして、京都にある仏像を1つ紹介したいと思います。

その仏像は京都の東山にある永観堂禅林寺のご本尊「見返り阿弥陀像」です。首を左にかしげ、ふりむいておられます。ほんの少し開かれたお口とお顔全体にただよう穏やかな微笑みは阿弥陀様の慈悲を具体的にあらわされており、非常に親しみやすくこの上ない優しさを与えてくれるように感じるのです。

しかも、このお姿に、現代の私たちが教えられるものがあります。それは、遅れるものを待つ姿勢、思いやり深くまわりをみつめる姿勢、そして自分自身をかえりみ、皆と共に正しく前へ進む姿勢、まさにリーダーシップの原点なのかもしれません。

最近、私は俗世にどっぷりと漬かり、仏像とゆっくり対座も出来ていませんが、1日でも頭の中を空にして、薬師如来との会話を楽しみたいと願っております。



I. 総論

—おどおど・どぎまぎさせられる日本の製造業—

政策研究大学院大学 教授 橋本久義
はしもと ひさよし

まえがき

2008年9月15日のリーマンショックで急ブレーキがかかった日本経済も最近になって回復の傾向が見られるようになった。「景気はどうか?」と聞くと「大きな声では言えませんが、ウチは忙しいんですよ」という経営者もふえ、一部ではむしろ人手不足が発生している業種もある(もちろん、全体的には就職難ではあるが……)。

日本のマスコミは日本をけなす話が大好きで、次から次へと「日本はダメになる」種を探してきて不安を煽り立てる。謙虚といえば謙虚で「傲慢よりマシかな?」と思ったりもするが、日本人の誇りと自信を失わせ、「やる気」をなくさせる役割しか果たしていないとすれば、社会の癌でしかない。

最近もトヨタのリコール問題を大袈裟にとりあげ、対応の悪さをなじり、日本企業の品質管理がことごとくおかしいかのような特集を組んだりしている。しかしトヨタ問題はむしろアメリカビッグ3の没落に対するアメリカ人の潜在的いらだちが吹き出したと見るべきで、モンスターペアレントに怒鳴り込まれた気弱い教師のようなものだ。

「ブレーキが一時的に抜ける」問題はABSシステムの本質に起因する。アンチロックシステムでは、タイヤのスリップを感知するとブレーキを解放して、路面と同じ速度で回転させ、その状態から徐々にブレーキをかけてゆく。スリップしたままより制動距離は短くなるのだが、一時的(0.2秒ほど)にブレーキが抜けた状態になる。プリウスの場合には通常のABSのほかにブレーキの制動力を利用して発電する「回生ブレーキシステム」も

働かせるシステムをとっているから更にワントテンポ遅れる。気持ちが悪いのは事実だろうが、故障ではない。私もプリウスに乗るが、私はブレーキが抜ける状態は経験したことがない。タイヤがスリップするような運転をしなければABSなんてそもそも作動しない。

また「原因不明の急加速」問題は、科学的には「ありえない」現象であるためコメントは難しいが、私はアクセルとブレーキの踏み間違いではないかと思う。アメリカでは、「急加速する可能性を科学的に説明した人に約1,000万円の懸賞金を出す」という会社があるらしいが、良いアイデアだと思う。たぶん誰も説明できない。

かつて東芝が「フロッピーディスク装置がエラーを起こす可能性がある」(実際にエラーが起きたわけではない。単に可能性があるというだけ!)ということ、アメリカのクレマーに1,000億円巻き上げられたが、まあ、その類だ。反論したりすると凶に乗ってくるから、悔しいがじっと嵐が過ぎるのを待つしかない。「正しいのなら反論すべきだ」という正論を吐く人がいるが、それは日本人には向いていない。日本には戦おうとする人のスカートを踏み、足をひっぱり、背後から鉄砲を撃ちかけるマスゴミというやっかいな存在があるからだ。正面から戦うのはやめた方がよい。

◇ 日本は自動車部品王国へ

マスコミの悲観論に反し、これから日本の自動車・自動車部品産業にとっては大躍進の時代が来ると私は確信する。「ほんまかいな?」という人の疑問に答えていこう。



写真1 「ナノ」

心配の第一は「世界の自動車需要が減っていくだろう」という予想だ。

確かに日本での車の需要は減っているが、それは日本のしかも都会だけのこと。都会以外ではやはり車は必需品だ。また日本はともかく、中国、インド、ブラジル等発展途上の多くの国では自動車需要は確実に増えるだろう。アメリカだってリーマンショックから1年半買い控えてきた。そろそろ辛抱たまらない。アメリカの自動車ブームは近いと私は思う。

心配の第二は、世界の需要は減らなくても、日本車は減るだろうというものだ。これもあり得ない話だ。

アメリカビッグ3は倒産騒ぎもあって生産台数を激減させる。GMが830万台の生産体制から、工場閉鎖やリストラで500万台弱の生産体制にするのはじめ、ビッグ3全体で500万台から600万台分の生産能力を減らす。もし世界の自動車総需要台数が変わらないとすれば、ビッグ3が生産を減らした台数は誰かが作る。全部日本に来るとは言えないが、半分くらい日本に来ると考えてもバチはあたらないだろう。だって1,000CCクラスのエンジンの燃費は抜群だし、CO₂削減に効果の高いハイブリッドエンジンは日本の特許製品だからだ。

またアメリカ自動車部品産業はビッグ3が不調だから、当然絶不調だ。アメリカ政府はビッグ3は救済するが、部品企業までは手が回らない。ピステオン、デルファイなどビッグ3直系の部品大手も「選択と集中」で生産規模を大幅に縮小する。また、デトロイト周辺にある中小の部品企業は経

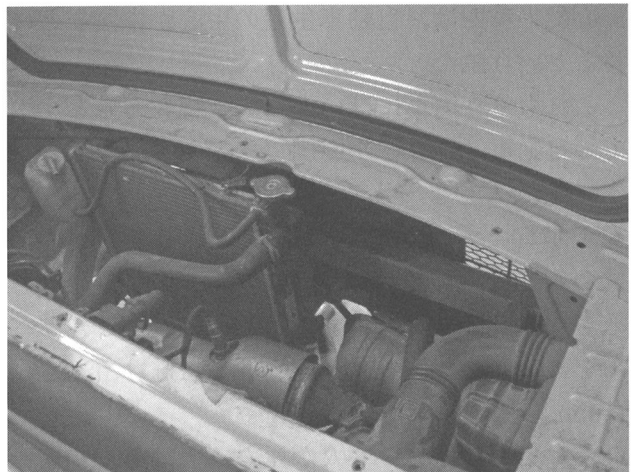


写真2 「ナノ」のエンジンルーム

営をあきらめてしまっている。これら企業が供給していた部品生産を誰が担うのか？全部が日本に来るとはいえないだろうが、かなりの部分は日系部品企業に来る。日系部品メーカーは信頼性が高い上に価格が安くコストパフォーマンスが良いからだ。

ビッグ3にとってみても、部品生産をUAWに支配され高コスト体質の系列企業に依頼するより、日系企業に依頼する方が安心だし合理的なのだ。

心配の第三は、「激安カーの出現で、日本車がダメになる」説だ。

インドのタタ自動車「ナノ(写真1)」等激安カーが大きなシェアをとるのではないかとされているが、これもなかなかそうはいかない。

自動車はステータスの象徴だ。価格ばかりが選択の決め手ではない。タタナノには私も乗ってみた。デザインも良いし、小型の割には居住空間も広く、よく工夫されていると思うが、荷物を積むスペースは殆どない。バッテリーが運転席の下、エンジンが後部座席の下にある(写真2)。薄い鉄板と薄い座席シートに隔てられたところでエンジンがまわっているから、後部座席は熱いしうるさい。インドはただでさえ暑い。50度というような気温の夏に、冷房なしで我慢できるか？(欧州向けにはエアコン付きも売り出すとか……)

そのようなことから言えば、タタナノは乗用車の普及促進をはかる絶好の販促材料になるだろう。サンプル品を配ってくれるようなものだ。ナノが売れば売れるほど日本車の売れ行きもよくなるだろう。

心配の第四は、自動車生産の中心が中国などに移るといふ説だ。

これもそう簡単にはいかない。現在も殆どすべての自動車メーカーが中国で生産しているが、日本に逆輸入しようという動きはない。やはり熟練工が育たず、愛社精神も薄い中国でトップ品質の製品を「安定的に」作るのは難しい。そもそも中国人自身が日本ブランドであってもラベルをチェックし、made in China を避け made in Japan を探す傾向がある。

テレビが故障しても人が死ぬことはあまりないが、自動車は故障すれば人が死ぬことがある。エンジン爆発というような派手な事故でなくとも、バウンドした拍子にヒューズボックスが破損してヒューズが飛んでしまうことがある。ヒューズを取り替えればいいのだが、それがわからず「エンジンがかからず、森の中で寒さで死ぬ」ということもある。「少々価格が高くて、信頼性」という客が多くなるのは当然だ。

第五の心配は電気自動車の時代が来て、従来の部品屋さんはお払い箱になってしまうのではないかと、いうものだ。確かに電気自動車になればスターターも燃料噴射機構も、マフラーも、排ガス処理用の触媒もいらなくなる。部品点数は大幅に減るだろう。

しかし残念ながらそんな時代は来ない。

電気自動車の最大のネックは電池だ。電池がどれほどダメかは、あなたの携帯電話の電池寿命を考えて見ればよい。2年ほど前に買った携帯電話の電池は買う時「1週間くらい持ちます」という説明を受けたはずだ。今は2日程度だろう。携帯電話だから、腹はたつが命にかかわることはないから我慢できる。しかし自動車ははるかに深刻な問題を引き起こす。旅行途中のバッテリー切れで飛行機に間に合わなくなる、契約に間に合わず違約金をとられる、親の死に目に会えなくなる。山奥で動かず死にかけるetc. etc.

200万円もする電池が2年で半分ぐらいの蓄電能力しか無くなってあなたは我慢できますか？

しかも充電には何時間もかかる。充電スタンドはガソリンスタンドの時代の10倍の面積がいる。地価の高い日本では、郊外でも相当難しい。

また、森の中でバッテリー切れになったとき、

ガソリン車なら友人がガソリンを持ってきてくればすぐ走り出せるが、電気自動車はそうは行かない。どうするか？

充電した電池一式をカセット式に入れ替えれば良いという人がいるが、先ほど述べたように電池の性能差が大きすぎるから、互換システムは現実的でない。しかも重さは150キロ以上だ。簡単には交換できない。

急速充電設備には値段が数百万円と高い上に、200V・200Aというような契約が必要だ。家庭用100V・60Aとは桁が違う。金もかかる。家庭用100V電源で充電すると電池が新品でも14時間かかる。古くなるともっとかかる。電池屋に聞くと、使ったり使わなかったり……というのが、電池を一番痛めるといふ。ことにフル充電してそのまま放置すると電池の内部に自家放電のルートができて、あつと言う間に蓄電能力を無くしてしまうらしい。

中国では電気式バイクが走り回っている。(音もなく走ってくるので、ちょっと怖い)なぜ中国で電気バイクが普及したかを聞いてみたら「会社の電源にこっそり繋げば、燃料代がタダで済むから」という答えが返ってきた。ふーむ。なるほど。

結局電気自動車は宅急便など、同じところを定期的に走る用途には便利だが、普通の自家用車……普段は買物と子供の塾への送り迎え。週末はゴルフに行ったり、旅行をしたり……というような用途には全く向いていないといえる。

こうしてみると本命はプリウス・インサイト型のハイブリッド車だ。そしてこれは日本の独占商品だ。普通のガソリンエンジンに比べて部品点数も30パーセントほど増える。しかも非常に精度の高い部品ばかりだ。日本の部品企業の出番だ。

以上の通りで、日本の自動車・自動車部品産業は今後大いに発展するに違いないと結論せざるを得ないのだ。

ところでここでは自動車しかとりあげないが、自動車・自動車部品以外にも、工作機械、専用機械類、建設機械、原子力関係設備、半導体製造関連設備等の世界最強軍団が控えている。ぼんやりしてはダメだが、これからも日本経済は発展する。大丈夫だ。がんばれニッポン。がんばれ日本の製造業。

II. 製造コスト低減への取り組み

1. 省合金

(1) 構造用鋼

愛知製鋼(株) 技術本部 技術開発部 水野 浩行

まえがき

金属資源は、近年の新興国の急激な経済成長に伴う需要増大等から、価格の高騰や変動が起り、枯渇リスクも高まっている。その中で構造用鋼においても省資源、コスト低減・安定化の観点から省合金化のニーズは高く、様々な取り組みが行われている。

◇ 強靱鋼

強靱鋼はこれまで、省資源、低コスト化のため、Ni-Cr-Mo鋼 (SNCM440等) からCr-Mo鋼 (SCM440等)、Cr鋼 (SCr440等) へと推移してきた。そして更に、Mo価格の高騰からCr-Mo鋼の省Mo化の取り組みが行われてきた。強靱鋼におけるMoの大きな役割は、焼入性確保である。Cr-Mo鋼の省Mo化としては、Mo低減による焼入性の低下をMn、Cr添加量の増加やB添加にて補い、焼入性を調整する方策が一般的に行われている^{1) 2)}。

◇ 肌焼鋼

肌焼鋼は強靱鋼同様、Ni-Cr-Mo鋼 (SNCM420等) からCr-Mo鋼 (SCM420等)、Cr鋼 (SCr420等) へ推移し、現在一般にCr鋼とCr-Mo鋼が広く使用されている。そして、強靱鋼同様Cr-Mo鋼に対する省Mo化ニーズが高い。

肌焼鋼のCr-Mo鋼の省Mo化としては、Mo

低減による焼入性の低下を強靱鋼同様Mn、Cr添加量の増加やC添加量の増加にて補い、焼入性を調整する方策が一般的に行われている¹⁾。しかし、肌焼鋼の場合、単純な焼入性の調整は、酸素との親和性の強いMn、Cr増量により、浸炭層表面に生成する粒界酸化層が増加し、部品強度が低下する場合や、C増量により加工性の低下する場合があり、浸炭特性を改善し、Cr-Mo鋼同等の部品強度と加工性を確保した材料も提案されている³⁾。

また、Mo低減による焼入性の低下を、Bの添加により調整する方策も提案されている。Bの焼入性の効果は、冷却速度が大きい時に有効で、圧延時の硬さへの寄与は小さいことや、微量のBが焼入性を大幅に向上させることから、他の合金元素を低減することが可能となるため、Si、Mn等を低減し、圧延時の硬さを低下させた冷間加工性に優れた材料も提案されている⁴⁾。

◇ 非調質鋼

非調質鋼は、自動車産業等を中心に、現在広く

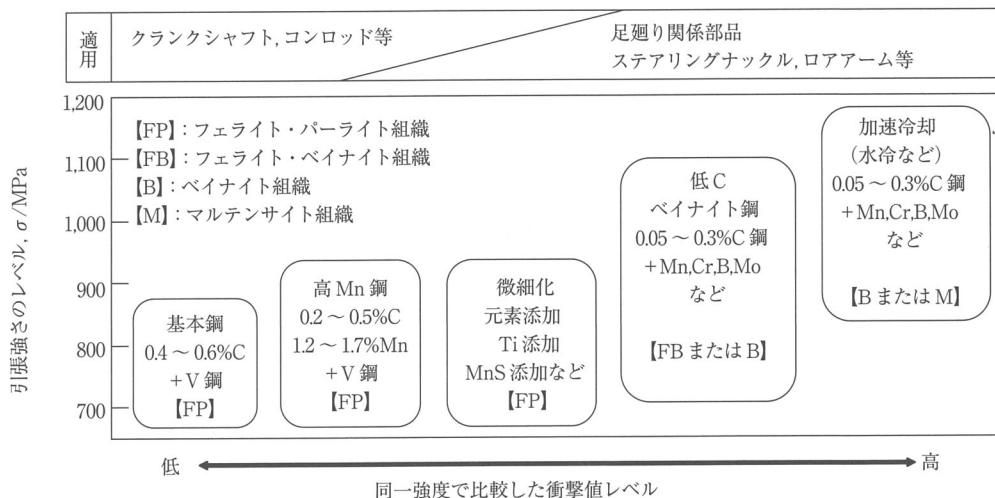


図 1 非調質鋼における組織制御技術と強靱性の位置付け

採用されており、中炭素鋼に微量のVを添加したフェライト・パーライト型がクランクシャフトにて実用化して以来、図1に示すように強度と靱性を向上させた様々な非調質鋼が開発されてきた。非調質鋼は、一般にV、Nb、Tiなどの合金元素を含有し、高靱性化鋼においては更にCr、B、Moなどの合金元素を含有している。近年では非調質鋼においても省合金化のニーズは高い。

クランクシャフトは、従来一般的にV添加鋼が用いられ、ピン、ジャーナルのフィレット部をロール掛けにより強化して使用されていた。現在では、フィレット部を高周波焼入れにより強化することで、V添加鋼からMn鋼への置換えが実用化されている⁵⁾。他部品においても、V添加量の低減や、省V化がプロセス技術の組合せも含めて検討されている。

また、非調質鋼には、クランクシャフトのような熱間鍛造用途の他に圧延材を直接切削する用途で使用される場合がある。直接切削用途の省合金化として圧延設備に設置されたオンライン水冷装置を活用し、鋼材の表層のみを焼入れ-自己焼もどしすることで、強度と靱性を確保したプロセスとの組合せ技術である省合金鋼も開発されている⁶⁾。

◇ ばね鋼

ばね鋼は、これまで自動車用途を中心に、軽量化対応のための高強度化と腐食環境下での疲労強度向上の両立を目指した材料開発が行われてきた。その方策として、Ni、Cu等の添加による耐食性の改善（腐食ピット成長を抑制）や、Ti、V等の添加による微細析出物の水素トラップ効果による耐遅れ破壊特性の向上等がなされており、合金元素添加の方策がとられてきた。しかし、近年、省合金化方策として、JIS等で規格化されている一般ばね鋼を用いてプロセス技術で性能向上を目指した試みが行われており、SUP12を用い、オーステンパー処理によりベイナイト組織とすることで、強度と靱性の両立を目指した研究が行われている⁷⁾。また、ショットピーニングによる残留応力付与により無害化される腐食ピットサイズを検証する研究も行われている⁸⁾。

◇ 軸受鋼

軸受には、主として玉軸受ところ軸受がある。

玉軸受は、主にSUJ2で代表される高C-Cr軸受鋼に焼入焼もどしを施して使用されており、ころ軸受は、SCr420、SCM420などの肌焼鋼に浸炭処理もしくは浸炭窒化処理を施して使用されている。軸受鋼においても省合金化のニーズは高く、産業設備用途の大型のころ軸受では焼入性確保の為、SNCM815などの合金元素量の多い鋼種が使用されており、材料開発が期待されている。

◇ その他（超微細粒鋼）

近年では、国家プロジェクトであるスーパーメタルプロジェクトや超鉄鋼プロジェクトを発端として、必要最小限の合金元素添加にて高強度・高靱性を確保する超微細粒鋼の研究が盛んである。超微細化を可能とするプロセスは、変態後の組織（フェライトやマルテンサイト）を超強加工する方法⁹⁾と変態前の母相（オーステナイト）を強加工する方法¹⁰⁾の大きく分けて2つある。一部では後者の方法により既に粒径3 μmの熱間圧延鋼板が実機で製造されており¹¹⁾、今後更なる研究開発により工業化が期待される。

むすび

構造用鋼の省合金化の取り組みについて述べてきた。昨今の景気悪化や発展目覚しい新興国に対抗するため構造用鋼の低コスト化に対するニーズは益々高くなっており低コストで高性能を実現する省合金鋼の開発、および省合金鋼（一般鋼）のプロセス技術の開発が強く望まれている。省合金化は今後の構造用鋼開発の中心になると考えられる。

参考文献

- 1) 山本俊郎：特殊鋼、28 (1979) 11、31
- 2) 大木喬夫：愛鋼技報、8 (1988) 1、73
- 3) 安達裕司：特殊鋼
- 4) 紅林豊、中村貞行：電気製鋼69 (1998)、1、58
- 5) 嬉野欣成：特殊鋼、58 (2009) 4、8
- 6) JFE技報、23 (2009)、57
- 7) 鈴木健、古原忠：ばね論文集、54 (2009)、27
- 8) 高橋文雄、丹下彰、安藤柱：ばね論文集、53 (2008)、1
- 9) 辻伸泰：鉄と鋼、88、(2002) 7、359
- 10) 足立吉隆、友田陽：材料とプロセス、20 (2007)、895
- 11) 倉橋隆郎、竹士伊知郎、森本敬治、柳本潤：材料とプロセス、14 (2001)、1157

(2) ステンレス鋼、耐熱鋼

日本金属工業(株) おおしまたかゆき
研究開発本部 大嶋貴之

まえがき

ステンレス鋼の製造コストは、主に原料費、製造費、一般管理費などからなります。ステンレス鋼は、製造コストに占める原料費の割合が高いことが特徴です¹⁾。図1にステンレス鋼に含まれる主要合金元素の価格変化を示します。合金元素のうち、NiとMoが特に高価です。このため、ステンレス鋼の製造コスト低減には、NiやMoの含有量の低減が有効です。

ここでは、これら高価金属の代替技術により開発された、低コストで、省資源化されたステンレス鋼を紹介します。

◇ 省合金ステンレス鋼の開発動向と用途例

1. フェライト系ステンレス鋼^{2~4)}

フェライト系ステンレス鋼は、もともとNiを含有していないので、省Ni鋼となりますが、一般的なステンレス鋼のSUS 304（オーステナイト系ステンレス鋼）と同等の耐食性を得ようとすると、

SUS 444やSUS 436Lのように、低C・NでMoを含有させなければなりません。しかし、近年、Moを添加することなく、耐食性を高めたフェライト系ステンレス鋼が開発されています。

表1に、開発されたMoレス・フェライト系ステンレス鋼の成分例と機械的性質例を示します。これらステンレス鋼は、低C・Nで、さらにTiやNbを添加しています。そして、NiやCuを僅かに添加することで、SUS 304と同等の耐食性を得ています。一方、引張強さや伸びは、SUS 304よりも劣りますが、深絞り性は優れています。このため、成形プロセスや条件を最適化することによって、SUS 304と同じ成形品を得ることができます。

これらステンレス鋼は、屋内外で、高い強度を要求されない構造部材（パイプやパネル）、プレス成形品や器物などに使用されています。

2. オーステナイト系ステンレス鋼

(1) 省Ni高Mn含有鋼⁵⁾

SUS 304のNi含有量を低減させ、MnとNなどを添加したステンレス鋼です。従来、これらステン

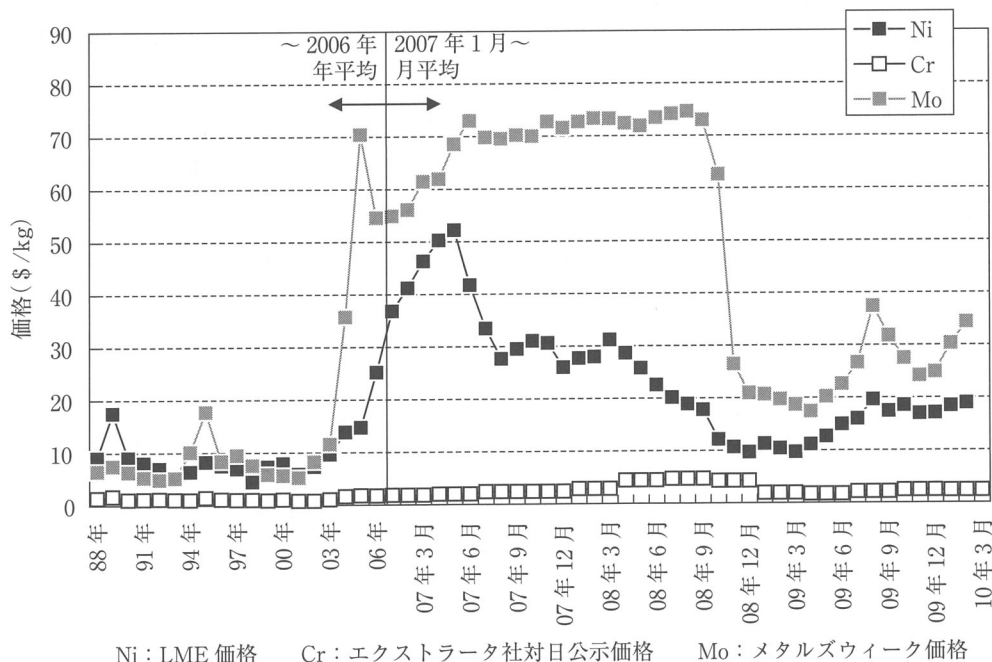


図 1 ステンレス鋼の主要合金元素の価格変化

表 1 省合金ステンレス鋼と比較鋼の成分例および機械的性質例

		化学成分 (mass%)							機械的性質				
		Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	N	その他	引張強さ (MPa)	0.2%耐力 (MPa)	伸び (%)	硬さ (HV)	
フェライト系	Ni・Moレス	-	-	21	-	0.4	0.01	0.3Ti	483	305	31	-	
	Moレス (SUS 430J1L)	-	0.3	19	-	0.4	0.01	0.3Nb	505	331	31	-	
	SUS 430	-	-	16	-	-	-		490	333	30	149	
オーステナイト系	省Ni高Mn鋼	6	2.5	17.5	-	2.5	0.2		727	404	45	202	
		6	3.5	17.5	-	2.2	0.15		691	360	47	180	
		4	4.5	17.5	-	2.5	0.1		645	316	51	176	
	省Mo鋼	SUS 315J1	-	10	18	1	3	-	1.5Si	559	294	55	150
		SUS 315J2	-	12	19	0.8	2	-	3Si	654	305	59	157
	SUS 304	-	8	18	-	-	-		618	314	59	170	
	SUS 316	-	12	18	2.5	-	-		588	275	58	170	
2相系	省Mo鋼	5	1.5	21.5	0.3	-	0.22		800	600	35	241*	
	SUS 329J4L	-	6	25	3	-	0.25		882	701	25	275	

* HB→HVに変換

レス鋼は、高強度を生かしたバネや非磁性を生かした電機・電子部品などの限られた用途で使用されてきましたが、近年、SUS 304のように成形できる省Ni高Mn含有鋼が開発されています。

表1に開発された省Ni高Mn含有オーステナイト系ステンレス鋼の成分例と機械的性質例を示します。これらステンレス鋼には、Cuも添加されています。そして、機械的性質は、SUS 304よりも高強度で、伸びはSUS 430よりも大きく、SUS 304に近いです。SUS 304と同じオーステナイト鋼なので、成形条件をほとんど変更することなく、SUS 304と同様の成形が可能です。一方、環境によっては、その耐食性は、SUS 304よりも、僅かに劣ることはありますが、日常生活の中で使用される環境では、発錆することはありません。

これらステンレス鋼は、高強度であり、塩害の少ない内陸部や屋内の大気環境では、十分な耐食性を有するため、屋内および内陸部の屋外の構造部材（パイプやパネルなど）など強度を要求する用途に適しています。また、成形も可能なため、プレス成形品や器物などにも使用されています。さらに、バネや加工しても磁性が生じ難いので、電機・電子部品などにも使用されています。

(2) 高N含有鋼⁶⁾

Nは、Niと同じオーステナイト形成元素であり、その添加は、ステンレス鋼を高強度・高耐食性にします。このため、近年、Niレスで、高い耐食性を有し、1% Nを含有する高強度オーステナイト

系ステンレス鋼が開発されています。

強度は、SUS 329系よりも高く、海水中や塩化物物環境における耐食性は、SUS 329系よりも優れています。

このステンレス鋼は、高強度高耐食ワイヤー、非磁性部材および生体接触製品などに使用されています。

(3) 省Mo鋼^{7, 8)}

SUS 304よりも耐食性に優れたオーステナイト系ステンレス鋼にMoを含有したSUS 316があります。このSUS 316のMo量を低減し、CuやSiを添加することによって、耐食性、特に耐応力腐食割れ性に優れたステンレス鋼が開発されています。

表1に省Moオーステナイト系ステンレス鋼の成分例と機械的性質例を示します。機械的性質は、SUS 304やSUS 316とほぼ同じです。そして、SUS 316と同等以上の耐応力腐食割れ性を有しています。

これらステンレス鋼は、温水環境などで優れた耐食性を発揮することから、温水機器に多く適用されています。また、熱交換器、化学装置機器などにも使用されています。

3. オーステナイト・フェライト（2相）系ステンレス鋼⁹⁾

2相系ステンレス鋼は、SUS 304よりもNi含有量が少なく、高耐食性・高強度を有しますが、多くのMoを含有しています。このため、一般に、

2相系ステンレス鋼は、高価であり、厳しい腐食環境で使用されています。しかし、近年、Moをほとんど含まず、製造コストの低い省Moの2相系ステンレス鋼が開発されています。

表1に省Mo・2相系ステンレス鋼の成分と特性を示します。一般的な2相系ステンレス鋼よりも、Ni、Cr、Moの含有量が少なく、MnとNを多く含有しています。そして、機械的性質は、SUS304よりも高強度ですが、伸びは小さく、フェライト系ステンレス鋼に近いです。しかし、SUS304よりも高い耐食性を有しています。

このステンレス鋼は、橋梁部材や貯蔵タンクなどに使用されています。

むすび

高価金属の代替技術により開発された、低コストで、省資源化されたステンレス鋼を紹介しました。紹介したステンレス鋼には、それぞれ特徴があり、適用できる用途が異なります。また、今回、省合金型として、NiやMoを低減したステンレス

鋼について解説しましたが、高合金系のスーパー2相系ステンレス鋼やスーパーオーステナイト系ステンレス鋼も、ライフサイクルコストの観点からは、省合金型となることがあります¹⁰⁾。今後は、各用途で、最適なステンレス鋼が選択されていくと思われます。

参考文献

- 1) 大嶋貴之、羽原康裕、黒田光太郎：鉄と鋼、92 (2006)、233
- 2) 松橋透、高橋明彦、梶村治彦：新日鉄技報、389 (2009)、20
- 3) 石井和秀、石井知洋、太田裕樹：JFE技報、20 (2008)、10
- 4) 塩川隆、矢沢好弘、岡田修二：JFE技報、20 (2008)、22
- 5) 大嶋貴之：特殊鋼、57 (2008) 6、15
- 6) 成田修二：特殊鋼、57 (2008) 6、44
- 7) 足立俊郎、西川光昭、吉井紹泰：日新製鋼技報、60 (1989)、56
- 8) 滝田隆彦：金属、50 (1980) 4、54
- 9) Mats Benson：Stainless Steel World、17 (2005) 6、45
- 10) 足達哲男：特殊鋼、57 (2008) 6、17



(3) 工具鋼

大同特殊鋼(株) もりかわひでと
ステンレス工具鋼事業部 森川秀人

まえがき

工具鋼は、各種金型などに広く使用されているが、その用途によって大きく4つに分類することができる。熱間鍛造やダイカストなどに用いられる熱間工具鋼、自動車用ボディプレスや順送プレスなどに用いられる冷間工具鋼、切削工具やパンチなどに用いられる高速度工具鋼、樹脂やゴムの成形に用いられるプラスチック金型用鋼である。それぞれの用途によって材料に求められる特性は大きく異なり、必要な特性が得られるようCr、Mo、Vといったレアメタルが工具鋼には多く添加されている。これらのレアメタルは限られた資源であり、将来的には産出量の減少や、それに伴う価格の高騰が見込まれる。最近でも2007～2008年にかけてレアメタル、特にMo、Vの価格が高騰し、それらを多く含む工具鋼についても価格が急激に上昇した。そのため、レアメタル添加量を必要特性の得られる最小限にまで減らし、コストパフォーマンスに優れた、資源高騰の影響を受けにくい工具鋼を開発した。

◇ 省資源冷間ダイス鋼DCLT (ディーシーライト)

冷間プレス金型にはJIS鋼のSKD11やDC53に代表される8Cr系冷間ダイス鋼が広く用いられている。これらの金型材料は、自動車用ボディプレスから家電製品の部品成型に用いられる順送プレス型まで広く適用されているが、いずれも高い耐摩耗性が求められるため、60HRCに近い高硬度が求められることが多い。

順送プレス型は、以前は合金工具鋼SKSが主に使用されていたが、ワイヤーカット加工の普及に伴い、ワイヤーカット時の割れを軽減できる冷間ダイス鋼へ置き換わってきた。これは、焼入性の低いSKSでは油焼入れが必要なため、焼入焼戻し後の残留応力が高くワイヤーカット割れの原因と

なったためである。一方、SKSに比べて焼入性の高い冷間ダイス鋼は、1.5bar前後のガス冷却のように比較的緩慢な冷却で焼入れが可能のため、焼入焼戻し後の残留応力が比較的低く、ワイヤーカット時の割れ発生のリスクが極めて低い。このような背景から、順送プレス型には冷間ダイス鋼のSKD11が広く使用されている。

順送プレス型に使用される金型は、主にバックリングプレートやストリッパープレートなどであるが、いずれも厚み50mm以下のプレート形状が主流である。そのため、自動車用ボディプレスのような大型金型に比べれば、さほど高い焼入性を必要とせず、焼入性を高めるレアメタルCr、Mo、VはSKD11では過剰な添加量であるといえる。

そこで、順送プレス型などのプレート品に用途を限定して、レアメタル添加量を大巾に削減したDCLTを開発した。DCLTはレアメタルであるMo、Vの総添加量をSKD11対比70%削減しており、コストパフォーマンスに優れた材料となっている。Mo、Vを低減したことでSKD11対比焼入性が低下しているが、プレート品に用途を限定することで焼入性不足を解消し、SKD11同様にガス冷却での焼入れを可能としている。ただし、Mo添加量の低減により500℃以上の高温焼戻しにおいては硬さは低下するものの、200℃前後の低温焼戻しではSKD11同等の硬さを得ることができる。

また、DCLTは晶出炭化物をほとんど含まないマトリックス鋼である。これは、大型プレス向けの高性能鋼であるDCMX（ディーシーマトリックス）の開発で得られた知見を用い、成分バランスと製造工程を適正化することで実現している。それによって、DCLTはマトリックス鋼の特長である、高靱性、高被削性、低熱処理変寸異方性といった特長も持ち合わせている。図1に示すようにDCLTは、DC11（SKD11）やGOA（SKS3改良）に比べて高い靱性が得られている。

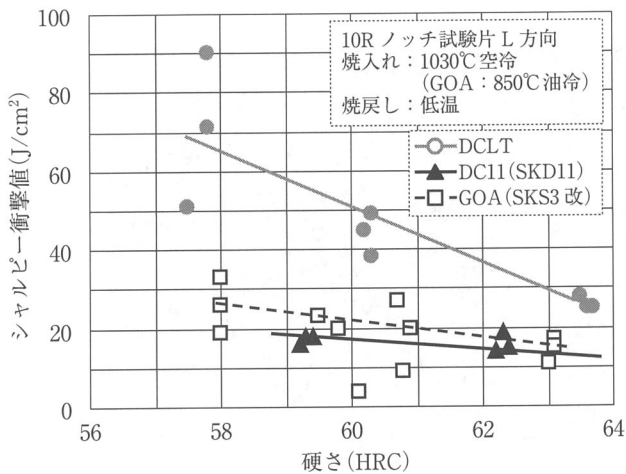


図 1 DCLT 衝撃値

◇ 高信頼性汎用熱間ダイス鋼 DHA-WORLD (ディーエイチエーワールド)

アルミダイカストや熱間鍛造といった工法は、自動車部品を中心に世界各国で広く用いられており、使用される金型も極めて多い。近年、部品の高強度化やニアネットシェイプ化、サイクルタイムの短縮が進み、金型に対する負荷は増大し金型寿命は短くなる傾向にある。そのため、金型費用の低減を目的に金型寿命の高位安定化が求められている。金型の寿命要因はヒートチェックや摩耗など様々だが、もっとも避けるべきは大割れである。大割れは使用初期の段階で突然発生するなど生産への影響も大きく、さらに補修することが困難であるため型費への影響も大きい。そういった点で、これらの金型には比較的高い靱性を得られる 5% Cr 系熱間ダイス鋼である JIS 鋼の SKD61 が広く用いられている。

近年、製品の大型化に伴い金型も大型化しており、SKD61 を用いても中心部まで高い靱性が得られていないケースも散見される。また、海外で金型を製造する場合、日本国内のように高いスキルを有する熱処理業者が少ないため、安定した品質が確保できない場合も多い。一方、熱処理後の仕上げ加工の工数削減を目的に、熱処理時の歪みを抑える要求も高まっており、ある程度緩慢な冷却でも内部まで高い靱性が得られるような、焼入性の高い材料のニーズが高まっている。

従来、高い焼入性が求められる場合には、焼入性を高めるレアメタルである Mo を多く添加

し、ESR などの特殊溶解で製造された、いわゆる高 Mo タイプの高性能鋼が用いられてきた。当社においても、高 Mo の特殊溶解材である DH31-EX (DH31-SS1) を開発した¹⁾。しかしながら Mo は非常に高価であり、かつ大気溶解材に比べて特殊溶解工程を付加していることから、SKD61 対比高価となり、極めて負荷の高い金型など適用部位としてはやや限定的である。

そこで、SKD61 をベースに高価な Mo に代わり、比較的安価な Mn や Cr を用いて焼入性を高めた DHA-WORLD を開発した。DHA-WORLD は、Mn および Cr の添加量を増やすことで、高 Mo タイプの高性能鋼のように高い焼入性を有し、さらに SKD61 同等の Mo 量に抑えつつ大気溶解で製造しているため、SKD61 に近いコストを実現している。

DHA-WORLD の高い焼入性について、実型に適用したときの靱性改善の効果を確認するため、厚み 200mm、巾 600mm、長さ 300mm のブロックを真空炉で焼入れて衝撃値を比較評価した。そのときの衝撃値を図 2 に示す。DHA-WORLD は、SKD61 に比べて 2 倍近い衝撃値を示し、高 Mo タイプの DH31-EX に近い衝撃値が得られている。これは、焼入性改善によって中心部まで微細な組織が得られたためである。マイクロ組織の比較を図 3 に示す。

また、焼入性改善による効果のほか、V 量の低減も高靱性に寄与している。これまでの知見から²⁾、割れの起点部には V (C, N) を主体とした晶出炭

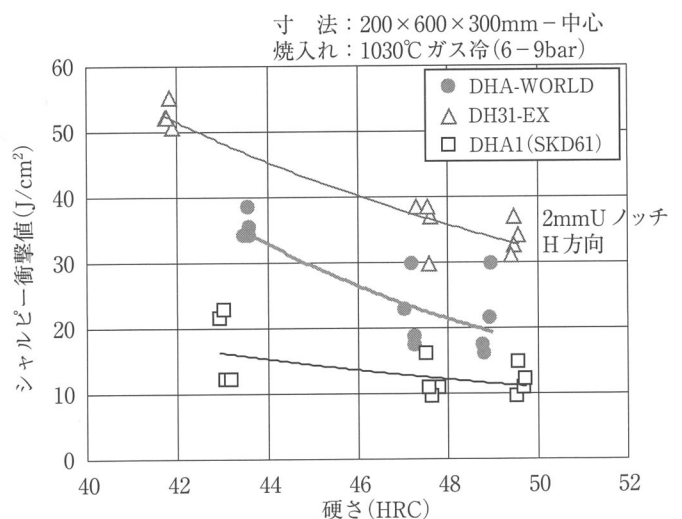
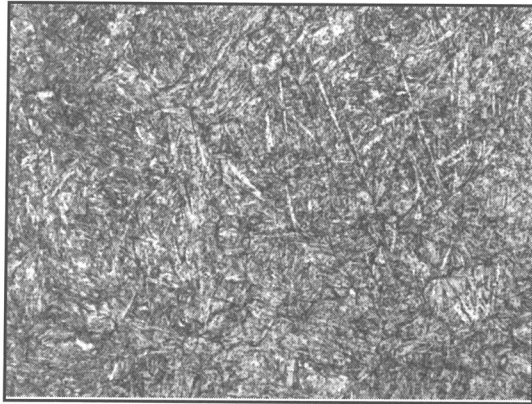
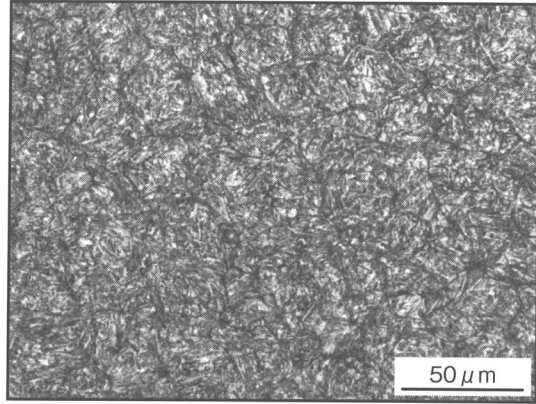


図 2 DHA-WORLD 衝撃値



DHA1 (SKD61)



DHA-WORLD

図 3 ミクロ組織

窒化物が認められており、V量の低減によって鋼塊段階でのV (C,N)を減少させた。さらに鍛造・圧延工程において均質化処理を付加することで、マトリックス中への固溶を促進させ、製品中のV (C、N)を低減することで高靱性を達成可能とした。

むすび

今回は、レアメタル添加量の低減によってコストダウンを図った2つの材料について紹介した。レアメタルの価格は将来的にも高騰すること

が見込まれており、このような省レアメタル材のニーズは益々高まっていくものと推測する。従来、SKD11やSKD61に代表されるJIS鋼が広く適用されてきたが、コストパフォーマンスに優れた省レアメタル材が“新たなスタンダード”として認知されるよう、市場に広めていきたい。

参考文献

- 1) 河野正道、井上幸一郎：電気製鋼、78 (2007)、347
- 2) 井上幸一郎、大藤孝、市岡雄二、荒木利彦：電気製鋼、76 (2005)、288



2. 省エネルギー

(1) 非調質鋼

住友金属工業(株) 総合技術研究所 わた り こう じ
厚板・条鋼 研究開発部 渡 里 宏 二

まえがき

特殊鋼を素材としている製品の代表的なものとして、自動車用部品が挙げられ、主にエンジン、動力伝達、足回り部品に適用されている。これらは、素材から鍛造、熱処理、機械加工の工程を経て製造されている。近年、環境問題に対応した省エネルギー化の動向から、自動車部品の製造に関わるメーカーとして、製造工程の合理化、簡略化を実現していくことが重要な課題となる。

1970年代半ば、欧州で熱間鍛造後の焼入れ・焼戻し処理（調質処理）が省略できる、非調質鋼が開発された¹⁾。国内では、1980年代から1990年代前半にかけて自動車用部品を対象に非調質鋼の研究・開発が盛んに行われ、これまで数多く実用化されてきた。非調質鋼は、熱処理工程の省略による生産のリードタイム短縮や消費エネルギーが削減できる有効な材料である。このように非調質鋼は、省エネルギー化という点において、30年以上前から先駆的に開発され続けてきた。

◇ 非調質鋼の種類

非調質鋼は、部品の成形加工法によって、①熱間鍛造用、②冷間加工用、③直接切削用の3種に分類されるが、ここでは熱間鍛造用に限って紹介する。熱間鍛造用非調質鋼は、強度と衝撃値のバランスによって図1に示すような4種に分類される²⁾。

基本型非調質鋼は、粗いフェライトパーライト組織を有するもので、高張力鋼（HSLA）で適用されているマイクロアロイングの技術をもとに、S45Cクラスの中炭素鋼にVを0.1%程度添加したものである。欧州で最初に開発された非調質鋼が、これに該当する。熱間鍛造後の放冷過程でV炭窒化物としてフェライト部に列状に析出させること

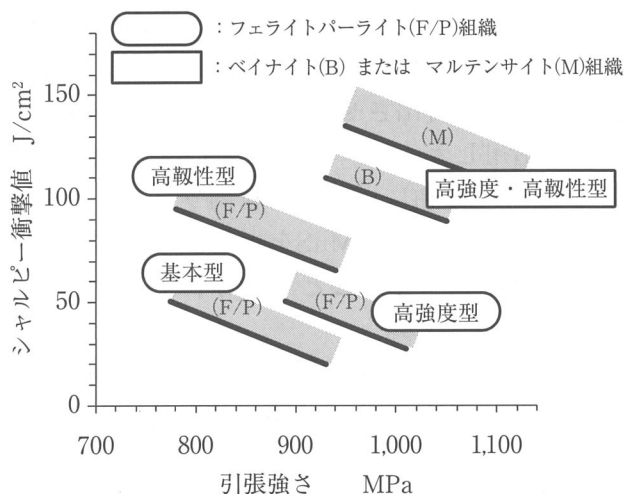


図 1 熱間鍛造用非調質鋼の引張強さと衝撃特性の関係²⁾

により必要な強度が確保できる。その透過電子顕微鏡像の一例を図2に示す³⁾。Vは、熱間鍛造時のオーステナイト域で固溶し易いことから、加熱温度が変動しても、析出量の変化が小さく強度が安定することから、強化元素として広く用いられている。

基本型非調質鋼が、引張強さで700～800MPa級であるのに対し、高強度非調質鋼は、900MPa

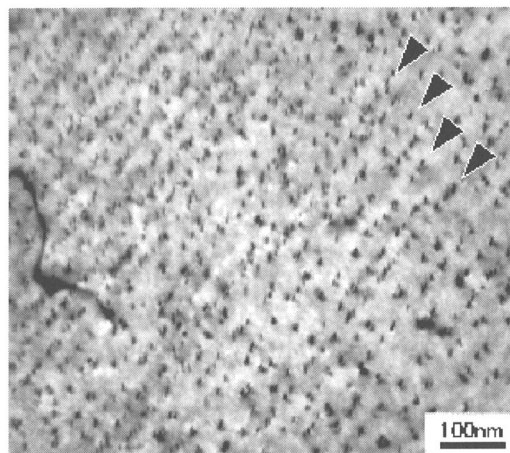


図 2 V炭窒化物の列状析出の例³⁾

級以上のものを指す。主に耐力や疲労強度を高めることが多いことから、C量を低減した上で、Vの増量⁴⁾やMn、Crなどの固溶元素量を適正化⁵⁾することによって高強度化を達成し、基本型非調質鋼に適用していた部品の小型化や合金鋼で調質処理をしていた部品への適用を狙っている。

高靱性非調質鋼は、基本型に対しC量の低減とMn、Crの増量により強度特性を維持した上で、低炭素フェライトパーライト組織の細粒化を図ったものである。細粒組織を得るためには、微量Ti添加によって析出させたTiNを、ピンニング粒子として活用しオーステナイト粒粗大化を抑制することや⁶⁾、S添加によって、粒内フェライトの生成核として機能するMnSを増量させ、フェライト粒を細粒化させること^{4)、6)}が、その手段として適用されている。

高強度・高靱性非調質鋼は、高強度非調質鋼の900MPa級以上に加えて、更に衝撃特性を向上させるものである。これまで紹介した熱間鍛造用非調質鋼は、フェライトパーライト組織が主体であることから、合金鋼の焼入れ・焼戻し材に比べて衝撃値が低く、高強度部品における強靱化には限界がある。そこで、ミクロ組織をベイナイトあるいはマルテンサイトが主体となるように、C量を低減させた上で化学成分を調整し、強度と衝撃特性の両立を図っている⁷⁾。また、ベイナイト組織を確保するために、熱間鍛造後に強制風冷、マルテンサイト組織では、急冷処理を施すことがある。このように、熱間鍛造後放冷ままでは得ることができなかった高い強度と衝撃値を確保することが可能となった。

◇ 非調質鋼の高機能化 ～鉛フリー快削鋼～

自動車部品に適用される非調質鋼は、最終的には機械加工によって製品に仕上げられることから、鋼材として機械的特性を維持した上で、同時に被削性を確保させる必要がある。そのため、従来は快削成分であるSやPbを添加することが常套手段であった。特にPbが介在物として存在すると、切削加工の温度上昇によって溶融し、鋼を適度に脆化させることで切りくず処理性を向上させることや、切削工具と被削材の界面で軟質化及び

溶融することで潤滑効果を発揮し、切削時の荷重(切削抵抗)を低下させる、とされている。しかし、近年の環境負荷物質低減の観点からPbの使用が制限される傾向にあるため、鉛快削鋼に代わる環境に優しい、「鉛フリー快削鋼」の開発が求められている。

1990年代後半になって、欧州の規制を受け、国内でも鉛フリー快削鋼の開発が盛んになり、これまで鉄鋼メーカー各社独自の開発思想で鉛フリー快削鋼が開発されてきた。鉛フリー化の技術としては、従来から知られるS添加によって晶出するMnSを活用したものと、MnS以外の介在物、析出物を活用したものの2種に分類される。

前者は、CaやMg或いはこれらの複合添加によって、MnSの形態を変化させると同時に、酸化物も含めた組成を制御することで、工具摩耗の抑制や切りくず処理性の改善を試みている^{8)~11)}。後者は、鉛と同様に低融点金属として知られるビスマス(Bi)を活用するものや¹²⁾、ハイスドリル加工の工具寿命向上に有効としたTi系硫化物の適用¹³⁾、更に高速切削条件下でも有効とされる窒化ボロン(BN)を活用したBN快削鋼¹⁴⁾が報告されている。

◇ 高付加価値を兼ね備えた非調質鋼 ～クラッキングコンロッド用鋼～

非調質鋼を強度と衝撃特性のバランスという観点で分類することは先述の通りであるが、逆に衝撃特性を十分に低くすることでエンジン部品として実用化された非調質鋼、「クラッキングコンロッド用鋼」について紹介する。コンロッド(コネクティングロッド)とは、エンジン用の部品のひとつで、ピストンの往復運動をクランクシャフトの回転運動に変換して動力を伝達する役目がある。

これは、小端部(ロッド)と呼ばれるピストン側に締結されるものと、大端部(キャップ)と呼ばれるクランクシャフトのピン軸に締結される二部品で構成される。それぞれ形状が異なるために、従来は別々に熱間鍛造(二体鍛造)して製造していた。そのために、それぞれの合わせ面は、精度良く加工した上で、更に位置決めのためのピンを使用してボルトで締結することが必要であった。

これに対し、コンロッド全体をあらかじめ一体

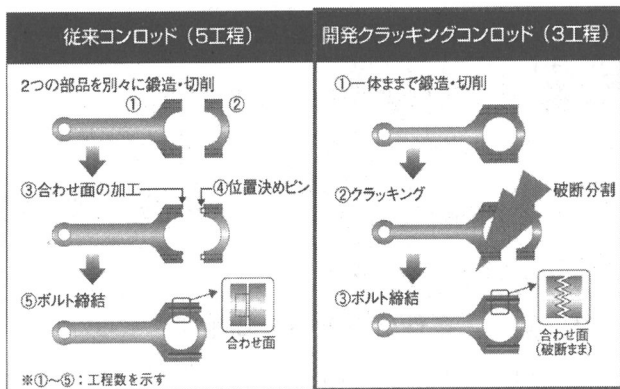


図 3 コンロッドの従来工法とクラッキング工法の比較¹⁵⁾

部品として熱間鍛造（一体鍛造）し、その後ロッドとキャップに破断分割する工法があり、これをクラッキング工法と呼んでいる（図3）。

このクラッキング工法で破断させた部位が、脆性的に分離し、塑性変形がほとんど起こっていないければ、ロッドとキャップをボルトで締結する際に、破面自身のミクロな凹凸が位置決めの役目を果たし、正確に一体化することが可能となる。クラッキングコンロッド用鋼としては、欧米でC70S6鋼が規格化されているが、C量が0.7%と高く、機械加工性に課題が残ることに加え、パーライトが主体の組織であるために、ロッドに必要な高い降伏強度を得られ難いという問題がある。

そこで、フェライトパーライト系の非調質鋼を前提に、C量を減らしVなどで高強度化した上で、破断分割が可能なまでに衝撃特性を低下させる手法が検討された。その手段として、Vを添加した熱間鍛造用高強度非調質鋼にTiを添加することで、調質鋼並の強度が得られ、クラッキング工法にも適用可能な非調質鋼が開発された¹⁵⁾。他にもクラッキング工法には、Pの活用とSi量の適正化や¹⁶⁾、MnSの形態を制御することが効果的であるとも報告されている¹⁷⁾。

このように、クラッキングコンロッドは、従来の二体鍛造に比べて、熱間鍛造工程と合わせ面と位置決めピンの加工工程を省略できたことで、省エネルギー化や低コスト化に貢献できた成功事例の一つである。

むすび

以上、熱間鍛造用非調質鋼を主体にその開発経緯から種類と高機能化について紹介した。今後、環境負荷低減の観点から、省エネルギー化指向が益々強まると予想される。

そのため、更に鋼材の製造開始から完成品に至るまでの全工程を把握し、加工工程の簡略化も含めたCO₂などの環境負荷低減に貢献できる非調質鋼の提案が重要となってくる。そのためには、素材メーカーだけでなく、自動車メーカーや部品メーカーと連携して、プロセスと素材の両面からの総合的な検討が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) D. Frodl ほか：HMT、29 (1974) p.169
- 2) 仲井覚一：特殊鋼、42、5 (1993) p.45
- 3) 渡里宏二：特殊鋼、52、3 (2003) p.30
- 4) 松島義武ほか：CAMP-ISIJ、5 (1992) p.781
- 5) 井上幸一郎ほか：電気製鋼、67 (1996) p.56
- 6) 高田啓督ほか：CAMP-ISIJ、5 (1992) p.777
- 7) 岩間直樹ほか：CAMP-ISIJ、5 (1992) p.801
- 8) 狩野隆ほか：電気製鋼、71 (2000) p.89
- 9) 家口浩ほか：神戸製鋼技報、52 (2002) p.62
- 10) 岩間直樹ほか：自動車技術、57 (2003) p.59
- 11) 松井直樹ほか：鉄と鋼、91 (2005) p.639
- 12) 岩間直樹ほか：CAMP-ISIJ、12 (1999) p.1387
- 13) 渡里宏二ほか：まてりあ、41、1 (2002)、p.57
- 14) 村上俊之ほか：NKK技報、No.178 (2002)、p.21
- 15) 佐野直幸ほか：まてりあ、46、1 (2007)、p.28
- 16) 製品紹介：電気製鋼、77、1 (2006)、p.94
- 17) 阿南吾郎ほか：神戸製鋼技報、56、3 (2006)、p.44

(2) 短時間熱処理用鋼

大同特殊鋼(株) はたのあつみ
研究開発本部 特殊鋼研究所 秦野敦臣

まえがき

昨今の厳しいエネルギー情勢のもと、石油など地下資源の保護やCO₂削減による地球温暖化抑制の観点から、エネルギー効率を高めることが歴史的な使命となっており、そのため熱処理時間を短縮することが重要な技術的課題となっている。

この課題に対して、熱処理温度の高温化や熱処理炉の工夫とともに鋼材の成分設計との組合せにより、さまざまな開発がなされている。そこで、ここでは短時間熱処理の考え方を述べるとともに、短時間熱処理用鋼の概略について紹介する。

◇ 短時間熱処理の考え方

そもそも熱処理とは、材料(鋼)の使用目的に応じてその性質を変化させる熱的操作で、加熱と冷却の組み合わせからなる。鋼の性質にはいろいろなものがあるが、今回は機械的性質を対象に考える。実際に熱処理によって変化するのは金属組織であり、熱のエネルギーによって鉄もしくは種々の原子が移動した結果、組織が変化することになる。

したがって、短時間熱処理の考え方は従来より早く原子を移動させて(極端な考え方をすれば、移動させなくても)、いかに目的の組織を得て、目標とする鋼の機械的性質を得るかである。

1. 熱処理装置による短時間化

熱処理炉や加熱装置も種々のものが提案・実用化されているが、熱の伝達効率を高めることにより、短時間化が可能となることは想像しやすい。

従来からの火力(火炎)により材料を外側から加熱する方式に加え、すでに一般化している高周波加熱や通電加熱は材料を内部からも加熱する短時間熱処理の代表例であり、さらに最近では電子レンジのようなマイクロ波加熱¹⁾なども検討されている。これらは時間短縮による熱処理時のCO₂削減だけでなく、熱源そのものからのCO₂削減に対しても有効と考えられ、さまざまな分野で今後

拡大適用が期待される。

2. 熱処理条件による短時間化

先に述べた種々の原子の移動(拡散)を考える時、熱処理温度を高めると、ぎっしりつまった状態であった鉄原子の動きが活発化し、ほぐれた状態になることで合金元素の原子もより早く目的とする場所まで移動でき、所望の組織状態に従来より短時間で近づけることができる。

しかしながら、いたずらに熱処理温度を高めることによって、移動してほしくない原子まで移動させてしまえば、目的とした組織が得られないばかりか、異常組織を生成させかねない。

たとえば結晶粒の粗大化や局所的な溶融などがこれにあたり、このため熱処理温度の高温化に際しては、課題を解決する目的で材料の合金設計を考慮した短時間熱処理用鋼との組合せが必要となる。

3. 鋼の合金設計による短時間化

もっとも一般的な構造用鋼の熱処理である焼入れ、焼きならし、完全焼きなましなどを考えた際、時間短縮の可能性としては、いかに早くオーステナイト域まで昇温させるかと均熱時間をいかに短くできるかと考えることができる。

今一度、鉄-炭素系の平衡状態図を思い出してほしい。炭素(C)量が0.8%未満の領域である亜共析鋼の場合はC量の増加に伴い、オーステナイト域が低温側へ移行するのがわかる。したがって、一つの方策としてC量を増加させれば、オーステナイト化温度を低くすることができ、到達までの時間短縮を図ることができる。ただし、焼入れはともかく、焼きならしや完全焼きなましの一つの目的が鋼の軟化にあることを考えれば、C量増加による硬さ上昇は本末転倒の方策ということになりかねない。

また、均熱時間についても炭化物が多数存在する過共析鋼であれば、炭化物の固溶にある程度の時間が必要と考えられるが、亜共析鋼の場合は材

料表面の温度が所定の温度に達していれば、鋼の熱伝導度からして、保持時間はほとんど必要がない。

このような事情から、鋼の合金設計による短時間化としては、先の温度上昇時の課題を解決する合金設計や後述する浸炭焼入れ時のCの拡散促進や焼入性の向上を考慮することに活路が見出される。

◇ 短時間浸炭処理と短時間浸炭用鋼

短時間熱処理の具体例として、浸炭焼入れ処理を取り上げてみたい。浸炭焼入れ処理は材料表面にC（炭素）をしみ込ませ高炭素とした後、焼入れ焼き戻しをおこなう事によって表面は硬く耐磨耗性に優れ、内部は低炭素鋼のままの軟らかい状態で韌性に富んだ鋼にする処理で、自動車部品や機械部品に多く使用されている。

種類としてはガス浸炭、液体浸炭、固体浸炭等があるが、ガス浸炭が多く使われており、最近では真空浸炭等も普及しつつある。処理温度は鋼種にもよるが、一般の肌焼鋼では910～950℃前後が一般的である。

図1に短時間浸炭の考え方を示す。時間短縮には上述したように熱処理条件側と材料側の2つの方策が考えられる。熱処理条件では温度上昇による短時間化に加えて、導入するC濃度を増加することによって、短時間での浸炭が期待される。また一方材料面では焼入性の増加や素材（心部）C含有量の増加によって、焼入れ後の硬さを底上げしておくことにより、浸炭（拡散）時間の短縮が期待される。

1. 短時間浸炭

図2にガス浸炭と真空浸炭の双方で浸炭処理温度を上昇させた際に、同じ浸炭焼入れ深さが得られる処理時間を比較したものである²⁾。処理温度の上昇に伴い処理時間は短縮されるのがわかる。また、材料表面に導入するC濃度を高めることができる真空浸炭はガス浸炭に比べて短時間化が可能で、同じ処理温度において35%程度、また高温処理と組み合わせれば、通常ガス浸炭に比べ85%程度時間短縮が可能となる。

2. 短時間浸炭鋼

鋼の浸炭性や硬化深さに及ぼす合金元素の影響

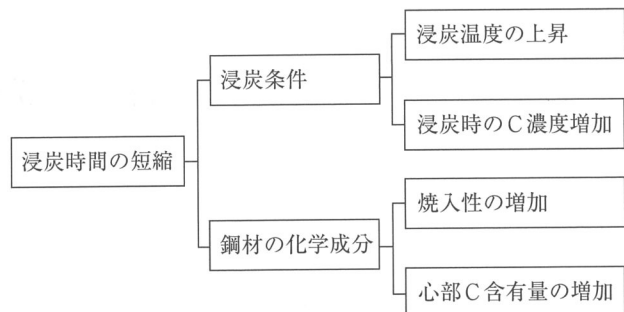


図 1 短時間浸炭の考え方

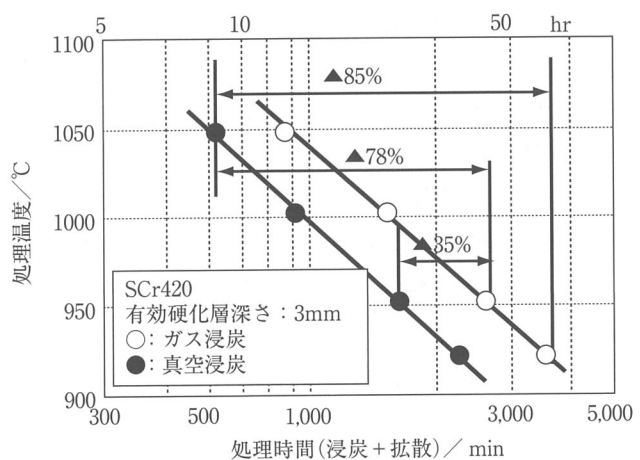


図 2 浸炭処理温度と処理時間の関係

は古くから研究されており、C、Cr、Moなどが浸炭性の向上や焼入性の向上に効果があり、浸炭処理時間の短縮に寄与している。

これら元素を有効に活用した短時間浸炭用鋼も提案されており、一例として全処理時間を20%短縮できたことが確認されている。また、機械的性質も従来のJIS鋼と同等の性能が得られているとの報告がある³⁾。

むすび

浸炭焼入れ処理を例に、処理条件と材料の双方から短時間熱処理と短時間熱処理用鋼について述べた。省エネルギーとCO₂削減が期待される短時間熱処理については、熱処理炉の進化とともに鋼材も新たな進化を遂げる必要があり、更なる総合的な研究開発が望まれる。

参考文献

- 1) 佐藤元泰：金属、80、p181 (2010)。
- 2) 大同特殊鋼技術資料
- 3) 上原紀興、磯川憲二、田中良治：電気製鋼、51、p13 (1980)。

(3) 焼鈍省略鋼

(株)神戸製鋼所 鹿 儀 正 人
技術開発センター

まえがき

特殊鋼線材棒鋼製品は、自動車用部品・家電製品など、多くの用途に使用され、最終製品に加工されるまでに焼鈍、伸線、切削などの加工や熱間から冷間の温度域における鍛造、焼入焼戻しなどの熱処理など、様々な加工が施される。このような特殊鋼線材棒鋼には、製造コストの低減およびCO₂排出量削減に代表される環境問題への対応として工程省略が強く要望されている。ここでは、伸線や冷間鍛造、切削などの加工の前処理として実施される焼鈍を省略できる鋼材について解説する。

◇ 焼鈍省略の考え方

冷間鍛造時の鋼材の変形能確保や金型寿命の向上だけでなく、伸線や切削加工における生産性向上を目的として、特殊鋼線材棒鋼には軟質化焼鈍を実施して鋼材の硬さ低減や組織の調整を行う場合が多い。焼鈍には球状化焼鈍や低温焼鈍などがあり、目的に応じた熱処理パターンが採用されている。これら焼鈍を行う主な理由として、以下の2点があげられる。

- ① 圧延材に生成した硬質なベイナイト等の過冷組織の軟質化
- ② フェライト・パーライト組織の軟質化

焼鈍を実施している冷間鍛造用線材の加工工程例を図1に示す。冷間鍛造という過酷な加工を加えても鋼材が割れたり、金型が壊れたりしないよう、焼鈍を実施している。図中の例1は比較的加工が容易か（部品形状が単純）、比較的鋼材が軟質

な場合の工程例であり、焼鈍を伸線前に1回実施している。例2は加工が厳しい（部品形状が複雑）か、鋼材の硬さが高い場合の工程例であり、伸線前と伸線後に計2回の焼鈍を実施している。

これらの焼鈍のうち伸線前の焼鈍を省略するため、すなわち圧延材で焼鈍を実施した材料並みの硬さ軟質材を得るため、特殊鋼メーカーでは様々なプロセス開発を行った結果、種々の制御圧延・制御冷却が実施されている（例えば参考文献1～4）。

また、制御圧延・制御冷却だけでは所望の軟質化が達成できない鋼種もある。その場合、鋼材の化学成分を調整することで焼鈍材と同等の硬さや組織が得られる新製品の開発にも取り組まれている（例えば参考文献5、6）。

◇ 制御圧延・制御冷却

制御圧延・制御冷却とは、線材棒鋼製品の圧延中に生じる再結晶、粒成長、析出、変態などを制御することにより、様々な特性を付与する技術のことをいう。制御圧延では、圧延温度を低下させることにより鋼材中の再結晶・粒成長が抑制され、鋼中のオーステナイト組織はより微細になる。このような微細オーステナイトでは、フェライト変態が生じやすい状態にあり、その結果、ベイナイト等の過冷組織の生成が抑制され、フェライト・パーライト組織を得ることができる。

図2に制御圧延を実施したことによるCCT曲線の変化を示す。フェライト変態の開始を示すFsが図中の左側に、すなわち短時間側に移動する（図中の実線）。従って、同じ冷却速度であって

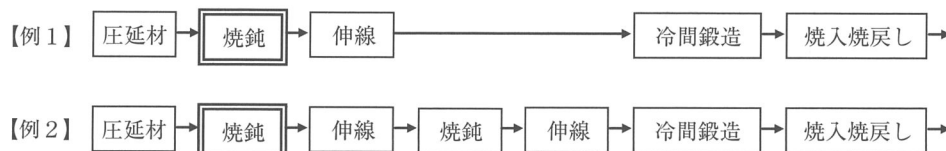


図 1 冷間鍛造用線材の加工工程例

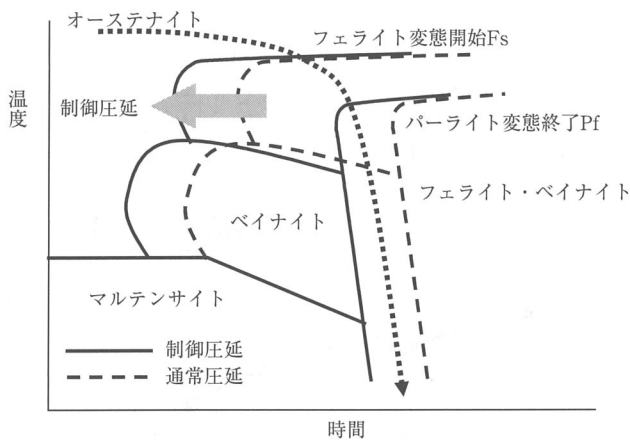


図 2 制御圧延による変態挙動の変化 (CCT曲線)

も、通常圧延では硬質なベイナイトが混在した組織となるが(図中の破線)、制御圧延では完全なフェライト・パーライト組織が得られる。低合金鋼SCM435の組織を写真1に示す。通常圧延材では過冷組織であるベイナイトが生成しており、引張強さTSも高い(写真1a)。その鋼材を焼鈍するとベイナイト組織が分解され引張強さも低下している(写真1b)。SCM435を制御圧延・制御冷却すると、ベイナイトが見られないフェライト・パーライト組織を呈しており、通常圧延材に比べて引張強さが低下している(写真1c)。

さらに制御冷却では、圧延後の冷却速度を適正に制御している。焼鈍省略鋼の場合、主に徐冷が採用され、その結果、制御圧延で得られたフェライト・パーライト組織であっても、軟質なフェライト組織をより多く生成させ、圧延材の硬さをより低減することができる。

以上のような考え方をもとに、各特殊鋼メーカーではそれぞれの圧延設備とノウハウを駆使

し、焼鈍省略が可能な制御圧延・制御冷却材を製造、販売している。

さらに一部の特殊鋼メーカーでは、圧延後にインライン特殊熱処理プロセスを導入することにより、お客様での焼鈍省略を実現している例もある。

◇ 鋼材化学成分の調整

化学成分が鋼材の硬さ、特に冷間鍛造性に大きく影響することはよく知られている。その合金元素添加による硬化メカニズムとしては以下の3点があげられる。

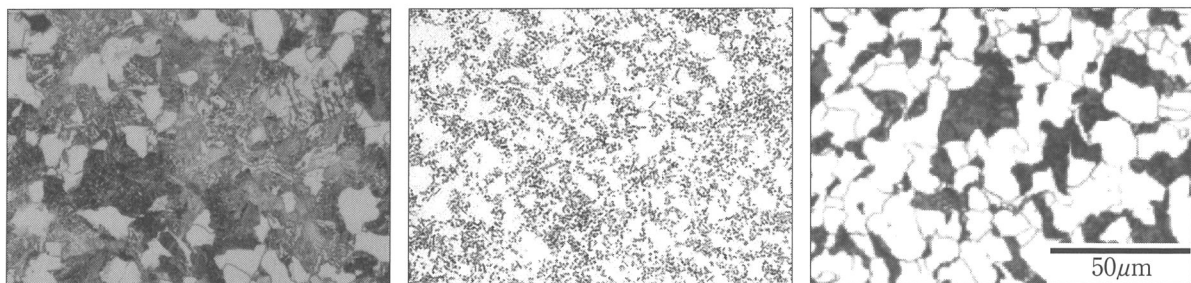
1. 合金元素がフェライトに固溶(固溶硬化)
2. 合金元素が炭窒化物として析出(析出硬化)
3. 固溶C、Nによる時効(時効硬化)

合金元素添加量と冷間鍛造時の変形抵抗の関係を図3に示す。このように、鋼材に添加する合金元素の種類により、変形抵抗の上昇の程度、すなわち冷間鍛造性の悪化の程度が変わってくる。

上述した制御圧延・制御冷却を駆使しても焼鈍省略が困難な鋼種も存在する。例えば、焼入性を保証するために合金元素を多量に添加した一部の合金鋼、特に肌焼鋼がこれに該当する。

肌焼鋼は歯車としての性能を得るために浸炭という高温に長時間さらされる熱処理を施される。その際、結晶粒が粗大化すると歯車が歪んで歯車の精度が低下すること、歯車の靱性が低下することが懸念される。浸炭時の結晶粒粗大化を防止するため、炭窒化物形成元素である、Al、Nb、Tiを適量添加している。

以上のことから、焼入性確保のための合金元素添加、結晶粒粗大化防止のための析出物生成は不可避である。そのためこれらの鋼種には、図3の



(a) 通常圧延
TS : 950MPa

(b) 焼鈍材
TS : 500MPa

(c) 制御圧延・制御冷却材
TS : 775MPa

写真1 各工程における鋼材の組織と硬さ (SCM435の場合)

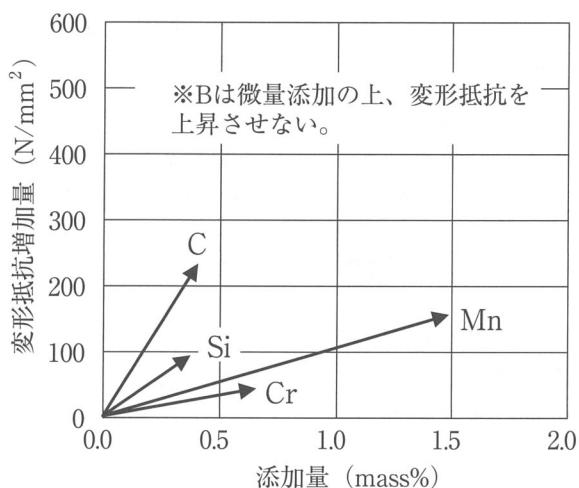


図 3 合金元素添加量と硬さ変化の関係

知見を活用し合金元素の添加量を調整することにより、焼鈍省略の実現を可能とした新しい肌焼鋼も開発、実用化されている。

その他に、鋼中に存在する固溶C、Nに着目した焼鈍省略鋼も開発、実用化されている。冷間鍛造中、部品は加工発熱によって300℃程度まで温度上昇している。固溶CやNが存在すると300℃付近で動的歪み時効という現象が起こり、変形抵抗が上昇する(図4)。

変形抵抗が上昇すると、冷間鍛造の金型寿命が著しく低下することが知られている。鋼材に球状化焼鈍を施すと固溶C、Nが著しく低減して動的歪み時効は発現しない。この固溶C、Nを圧延材でも球状化焼鈍材並に低減するためCrとBを微量添加し、固溶CはCrの炭化物として、固溶NはBの窒化物として析出させた。この結果、圧延材における動的歪み時効を抑制することにより、焼鈍省略を可能とした。

		Cr (%)	B (ppm)	固溶C	固溶N
SWRCH20A	圧延材	0.04	-	2.7ppm	5.5ppm
	焼鈍材			1.6ppm	1.3ppm
開発鋼	圧延材	0.13	23	1.7ppm	0.2ppm

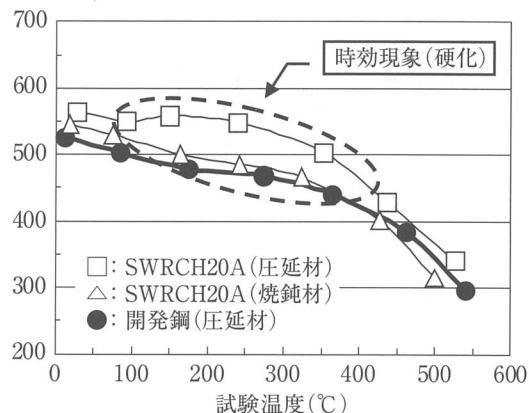


図 4 固溶C、Nによる動的歪み時効の例 (SWRCH20Aの場合)

むすび

以上、特殊鋼製部品の製造コスト低減、CO₂排出量削減に貢献できる焼鈍省略鋼について概説した。今後はグローバルな競争に勝ち残っていくために更なるコストダウンやCO₂削減が要望される。このようなお客様の声に応えられるよう、プロセス面、材料面から新しい工程省略鋼の開発、製造に取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) 畠英雄：神戸製鋼技報、vol.50、No.1 (2000)、p.29
- 2) 土田喜一郎：新日鐵技報、vol.386 (2007)、p.28
- 3) 特殊鋼、vol.40、No.3 (1991)、p.25
- 4) 森達也：電気製鋼、vol.69、No.1 (1998)、p.79
- 5) 紅林豊：電気製鋼、vol.71、No.1 (2000)、p.65
- 6) 百崎寛：神戸製鋼技報、vol.50、No.1 (2000)、p.45

3. 歩留り向上

(1) 精密鍛造

大同特殊鋼(株) 営業技術室 木村 浩二

まえがき

弊社の鋼製品事業部では、500円硬貨程度の大きさのリングから100kgに及ぶクランクシャフトまで多種多様な鍛造品を供給していますが、近年のスクラップ高騰などによる鋼材価格の上昇、環境問題に対応すべく製造エネルギー低減や部品軽量化に伴う歩留り向上のニーズはどの製品にも共通しています。

今回は弊社が取組んでいる鍛造品の歩留り向上例の1つとして、熱間高速鍛造機(ホットフォーマー)ならびに冷間転造工法(CRF=Cold Roll Forming)の活用事例を主体に紹介させていただきます。

◇ ホットフォーマーについて

ベアリングレースやギヤなどのリング形状品の生産においては、ホットフォーマーが広く活用されています。このホットフォーマーの特長としては数十g～数kgの製品を、1分間に100個近いスピードで鍛造できるので生産性が高いことが挙げられます。またホットフォーマーではインダクションヒーターで加熱されたバー材をそのまま鍛造機の中に送り込み、材料加熱～切断～成形～孔明けまで自動的に処理できる機構となっており、更には熱間で鍛造された製品の自熱を利用した鍛

造焼きならし、鍛造焼入れなどの設備と直結させることで、材料切断から熱処理工程まで一貫した工程を全自動で完結できるため、省エネルギー化・加工コスト低減・リードタイム短縮といった多くの魅力を兼ね備えた設備といえます。

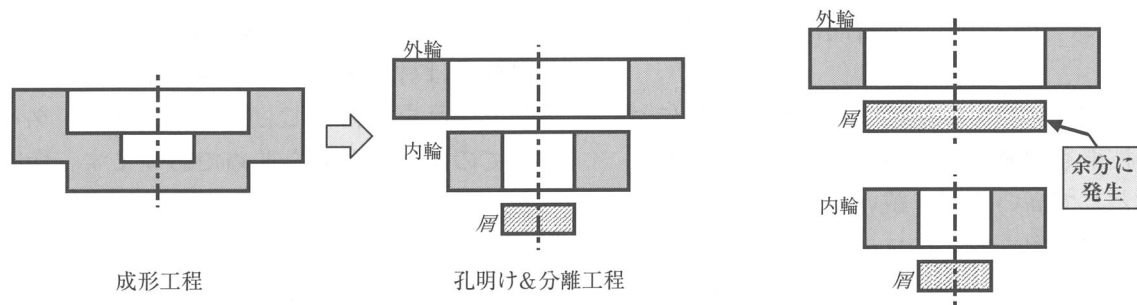
◇ ホットフォーマーによる歩留り向上

ホットフォーマーには親子分離機能を有するタイプもあり、これはベアリングレースのように外輪(親)と内輪(子)をセットで使用する場合の素材を鍛造する際にメリットを発揮します。親と子を単独で鍛造した場合には、内径に孔を開けたときに発生する屑が親子それぞれに発生するために歩留りが悪くなりますが、親子分離機能を使えば親子を一体で成形した素材に対して孔明けと親子分離を同時に行うことが可能なので、親には屑が発生しなくて済みます(図1)。

一方で端面に段や溝がついているミッションギヤ部品の素材についても、金型構造や荒地形状を工夫することでユーザー様での加工工程を省略(黒皮使用化)したり、薄肉化による部品軽量化などの歩留り向上に広く活用されています。

◇ CRFによる歩留り向上

CRFの原理を図2に示します。鍛造後に熱処



(A) 親子鍛造の場合

(B) それぞれ単体で鍛造した場合

図 1 ホットフォーマーによる親子鍛造のメリット

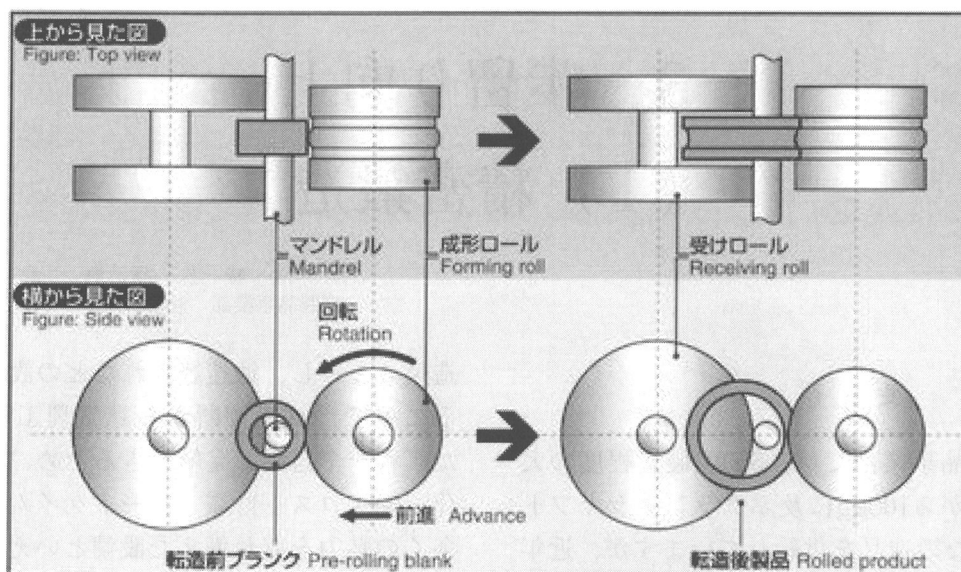


図 2 CRF工法の原理

理などの中間処理を施したリング状の素材（blank）を成形ロールとマンデルルの間に挟み、成形ロールを回転させながら加圧（マンデルルとの距離を詰める）することでblankの肉厚を薄くしながら拡径する工法…という非常に難しく感じるかもしれませんが、イメージとしては「小さく鍛造して大きく延ばす」という言葉がピッタリと当てはまります。

言い換えると「大きなリングを作る場合でも屑が少なく済む（＝歩留向上）」ということです。

CRFは冷間で成形するため、製品の部位によっては±0.1mmレベルの寸法公差にも対応できます。

また製品と金型を回転させながら成形するので、ベアリングレースのボール溝やMTミッションのシンクロスリーブのフォーク溝などに求められる外径や内径面への溝形状を付加できるため、より最終製品に近い形状（ニアネットシェイプ）の素材としてユーザー様での加工代を大幅に削減することが可能ですし、先述の親子鍛造と組み合わせることで、更に大幅な歩留向上が期待できます。

最近ではCVJケーシング用素材などの球面製品に対応できる技術も開発されており、ニアネットシェイプ素材として高い評価を戴いております。

また、熱間縦型プレスにローリング設備を直結させたリングロール工法においては、熱間で転造

成形するためCRFに比べて大きく拡径できることや、より異形の断面形状を成形できる特性から特に大径品に対する歩留に優れており、弊社のグループ会社ではリングロールを活用して産機用の大径リングや大型トラックのベベルギヤの素材を供給しています。

これらの製品開発ならびに設計に際しては、回転成形を解析できる3次元シミュレーション技術を活用することで、無駄な試作工数を削減して量産立上げまでのリードタイムを短縮したり、重大品質トラブルの未然防止、あるいは製造コストミニマム化などを推進しています。

◇ 更なる歩留向上に向けて

今回はホットフォーマーならびにCRF工法を重点的に紹介しましたが、今後更なる歩留向上を追及した場合には個々の鍛造技術の向上は然ることながら、例えばより大容量の変形が可能な材料、歪が抑制される材料や熱処理技術の開発といったように、多くの技術との融合が不可欠となります。

弊社では材料開発から最終製品に至るまで一貫体制で製品を供給しており、複数部門がタイアップしての新技术開発を進めております。今回紹介しきれなかった他の事例についても弊社ならびにグループ会社のホームページをご参照戴ければ幸いです (<http://www.daido.co.jp>)。

(2) 精密圧延用鋼

新日本製鐵(株) 棒線事業部 ほんましゅんた
室蘭製鐵所 圧延工場 棒線技術グループ 本間俊太

まえがき

自動車メーカーをはじめとする日本企業の海外進出とグローバル化が加速する中で、特殊鋼最終製品は激しい国際競争に晒されている。特殊鋼棒鋼線材は、伸線、熱処理、鍛造、機械加工等の種々の加工を受け最終製品になるもので、いわゆる“足(加工工程)の長い鋼材”であり、その加工工程コストは熱間圧延素材のその数倍に及ぶ。よって最終製品となるまでの二次三次工程の簡省略により、一貫した製造コスト低減への取り組みが特殊鋼棒線の重要な課題である¹⁾。

本稿では棒鋼の加工工程であるピーリング加工に着目し、その省略による歩留向上が可能となった精密圧延用鋼の「製造技術・製造設備」と「適用事例」について紹介する。

◇ 製造技術

板圧延とは異なり、孔型圧延の特長は幅方向の変形、すなわち幅広がりが生じることである。幅広がり大きいと幅寸法が変動し寸法精度が低下するため、精密圧延には幅広がり量の厳密なコントロールがポイントとなる。

幅広がり量は圧下量、鋼種、温度、張力など様々な圧延条件因子の影響を受けて変動するため、予測が困難である。また、一度に大量の圧下を加えると、幅広がりが大きくなり過ぎて寸法精度が悪化したり、表面きずが発生しやすくなるなどの問題がある。したがって実際の圧延においては1回の圧下量が極端に大きくなり、しかも限られたパス回数で幅広がり量を適正にコントロールする必要がある。

特に仕上圧延において、幅広がり量を小さくし寸法精度を確保するには、2ロール、3ロール、4ロールとロール数を増やし圧延拘束面を増加させる方法があり、これに着目した機械技術開発が1980年代後半にかけて進み、精密圧延用鋼のニー

ズの高まりとあわせて、2ロールサイジングミル、3ロール圧延機、4ロール圧延機の開発・実機化となった²⁾。

また、寸法精度は圧延機やガイドの剛性、ロール磨耗などによっても変動する。安定した精密圧延用鋼を製造するには、高剛性の圧延機や、高剛性ローラーガイド、高硬度な超硬ロールを用いることも有効である。

以上より、幅広がり量を厳密にコントロールする技術が発達したことで、寸法精度 $\pm 0.1\text{mm}$ の精密圧延用鋼が製造可能となった。

◇ 製造設備

前述の通り、精密圧延用鋼の製造設備は2ロールサイジングミル、3ロール圧延機、4ロール圧延機がある。以下に3ロール圧延機の特長について紹介する。

3ロール圧延機は独KOCKS社の3ロールサイジングミル“RSB”(Reducing Sizing Block)が国内外の棒鋼ミルで主流となっている。その構造は、3本のロールを 120° の角度をもって配置しており、この圧延機を3~5台交互に天地を逆にして配置し一式のブロック圧延機を形成している。この3ロール圧延機は、3本のロール隙を調整するタイプと非調整のタイプがある。

ロール隙調整が可能な3インプットシャフト型RSBの特長は、ロールの駆動入力軸がスタンド外側に3本配置されており、それぞれを直接駆動させることである。

その結果、従来型のロール隙非調整タイプ(1軸駆動)に比べ、ミル剛性が向上し、ロール交換時間も短縮となり、高硬度の超硬ロールが使用可能となった³⁾。

近年では、高剛性タイプが開発され、2004年に独で初めて稼動した。その後、韓国・中国・仏で稼動を開始し、国内では2009年に初めて稼動となった。

◇ 適用事例

歩留向上・省エネルギー・環境負荷低減の観点から、ピーリング省略、熱間鍛造の温間・冷間鍛造化ニーズが高まっている。

精密圧延棒鋼の自動車部品への適用においては寸法精度向上による切断重量ばらつき低減に加え、表面きず検査保証精度の向上によりピーリング工程を省略した事例と、精密圧延に制御圧延・制御冷却を組合せることによって焼鈍工程が省略可能となった事例を以下に紹介する。

表1に精密圧延棒鋼の代表的な適用事例を示す。

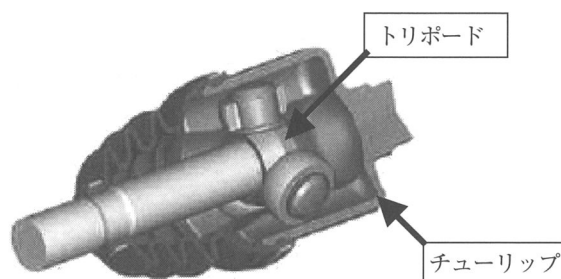
1. ピーリング、引抜き工程の省略事例

従来、CVJチューリップ及びアウターレースはS45C、S53Cをピーリング後に温間鍛造により製造していたが、精密圧延棒鋼の適用によりピーリング工程の省略が可能となった。

2. ピーリングor引抜き+焼鈍工程の省略事例

従来、CVJトリポード、インナーレースはSCM420、SCR420をピーリング-焼鈍して冷間鍛造が行われていたが、精密圧延に加えて制御圧延・制御冷却を適用することで軟質化処理を行い、冷鍛前の引抜きorピーリングに加え、焼鈍を省略することができた事例である。

いずれの適用事例も高い寸法精度によりピーリングあるいは引抜き工程を省略した事例であり、今後も精密圧延棒鋼の適用は制御圧延・制御冷却との組合せを含め、拡大していくものと思われる。



(Motor Fan illustrated より)

図 CVJ部品への適用例

むすび

自動車に多く使用される特殊鋼製品は厳しい国際競争に晒されていることから、需要家での加工工程を簡省略可能な精密圧延棒鋼は、需要家ニーズに応えるものとして適用が進んできている。

しかし、今後は製造コスト低減に関する更なるニーズに応えるため、従来の精密圧延棒鋼に加えて、制御圧延・制御冷却による軟質化（焼鈍省略）あるいは成分変更、プロセス制御を含めた加工性向上（変形抵抗低減、限界圧縮率向上）が期待されており、開発が進展しつつある。

参考文献

- 1) 垣見健、斉藤仁：新日鐵技報 第386号（2007）
- 2) 辻本敏：ふえらむVol.12（2007）No.4
- 3) 長谷川光一：特殊鋼57巻2008年3月

表 1 精密圧延用鋼の適用例

鍛造	部品名	鋼種	加工工程	工程省略
温間鍛造	CVJチューリップ	S45C	棒鋼 - (ピーリング) - 温鍛	ピーリング省略
	CVJアウターレース	S53C	棒鋼 - (ピーリング) - 温鍛	ピーリング省略
冷間鍛造	プレーキピストン	SCM415	棒鋼 - (引抜き) - 切断 - 冷鍛	引抜き省略
	ウォームシャフト	SCM420	棒鋼 - (引抜き) - 切断 - (焼鈍) - 冷鍛 - 焼鈍 - 冷鍛	制御圧延・制御冷却と組合わせて冷鍛前の引抜きと焼鈍を省略
	CVJトリポード	SCM420	棒鋼 - (ピーリング) - (焼鈍) - 冷鍛	制御圧延・制御冷却と組合わせて冷鍛前のピーリングと焼鈍を省略
	CVJインナーレース	SCM420	棒鋼 - (ピーリング) - (焼鈍) - 冷鍛	制御圧延・制御冷却と組合わせて冷鍛前のピーリングと焼鈍を省略

4. 加工性向上

(1) 塑性加工

山陽特殊製鋼(株) 研究・開発センター ひら おか かず ひこ
平 岡 和 彦

まえがき

近年、地球規模の環境問題を背景に、自動車部品をはじめとする機械構造部品は小型・軽量化され、かつ高機能であることが求められている。その主要素材である機械構造用鋼には、小型・軽量化実現のキーである高強度化が強く望まれている。高強度化を図るためには、一般的な方策としてNi、Moの添加もしくは増量により高合金化することが多く見受けられる。例えば自動車のギヤに代表される駆動系部品では、高い耐摩耗性や疲労強度を得るために浸炭鋼が多用され、一般的にはSCR420もしくはSCM420が使用されている。それらに対してさらなる高強度化を図る狙いで、規格鋼ではSCM822やSNCM420が採用される場合があり、さらに、個別状況への適正化を図るために、それらをベースにしたモディファイ型開発鋼が採用されている。

しかしながら高合金化によって素材コストが明らかに上がることや、部品製造において素材の加工性低下に伴い工程負荷が増すことがネックになっている。

昨今、浸炭鋼が使用される分野では、ニアネット化や工程負荷軽減もしくは加熱に伴うエネルギー消費を抑える狙いで冷間鍛造による部品製造が指向されている。例えばトランスミッションギヤシャフト、デファレンシャルサイド・ピニオンギヤ、ATプラネタリーユニット用ギヤ、等速ジョイント部品では冷間鍛造の採用は既に多くみられ、さらなる拡大の傾向がある。

高強度化を狙った素材の高合金化は明らかに冷間鍛造性を阻害するので、高強度化と冷間鍛造性との両立は、この分野における重要な課題となっている。また合金元素としてNi、Moは各々、資源枯渇や元素価格高騰への懸念があり、将来にわ

たる安定的な鋼材供給の視点からもNi、Moの添加・増量に対する代替技術の創出が必要である。山陽特殊製鋼では、これらの課題解決を念頭に置き、浸炭鋼の分野におけるNi、Moの添加や増量に頼らない高強度化方策を模索してきた。ここでは、課題解決に向けた考え方と、それに基づき開発されたTMAX（ティーマックス）鋼について紹介する。

◇ Ni、Moに頼らない高強度鋼開発 についての考え方

浸炭部品では、一般的に表面近傍は約0.8%の炭素濃度に浸炭され、焼入れ後、低温焼戻し（概ね200℃以下）が施される。結果として部品表面近傍の硬さは650HVを超えた高硬度状態となり、浸炭鋼に本来期待されている疲労強度や耐摩耗性の発揮を担っている。

一方、高硬度であることは韌性にとっては不利な状態であり、衝撃的な荷重や高トルク下で使用される部品では、韌性の改善が課題である。また最近では、韌性に替わり短サイクル（概ね5,000回以下）の繰返し負荷による破壊強度である低サイクル疲労強度を問われる場合が散見される。その材料改善の方向性は韌性と類似しており、本報告内では低サイクル疲労特性も合わせて韌性として表現する。

さらに高サイクル（慣例として107回）の負荷に対する抵抗性、すなわち疲労強度は幅広い用途において向上が望まれている。このような状況から、浸炭鋼には高強度化の具体的な内容として韌性と疲労強度との両立が求められることになる。表1に、浸炭鋼における各種高強度化方策とその諸評価をまとめた。

一般的にみて幅広い条件下で高い効果を発揮する方策は表中①に示すNi、Moの添加もしくは増

表 1 浸炭鋼の高強度化方策とその評価

方 策	メリット	デメリット
①Ni、Moの添加・増量	・幅広い使用条件で効果を発揮 ・方策の単独施行でも高い効果	・鋼材コストアップならびに素材の加工性劣化が不可避
②B添加	・Ni、Mo添加・増量と比較して鋼材コストアップが小さい ・素材の加工性劣化がない	・AIN型の結晶粒度調整が困難 ・大径部品では、浸炭層の焼入れ性が不足する
③組織制御(第2相の利用)	・必要な添加元素が少ない	・部品工程(主に熱処理条件)に制約が生じる場合がある
④非金属介在物低減	・鋼種(鋼材組成)は変わらない ・早期破損を回避し、信頼性を高める	・突発的な機能低下を回避する効果があるが、単独施策では積極的な機能向上効果が期待できない
⑤結晶粒度の整粒化	・必要な添加元素が少ない	

量であるといえよう。しかしながら、前述のようにこの方策の採用においては、鋼材のコストアップと共に部品製造工程の負荷増大が伴うことが避けられない。Ni、Moの添加や増量は、鋼材圧延のままや焼鈍状態の硬さを上げる作用があり、特に冷間鍛造では、変形抵抗の増大による金型寿命問題を生じたり、硬さ低減や組織の適正化のために特別な焼鈍の付与が必要となったりすることがある。

一方、表1に示す②～⑤の方策は、各々単独ではNi、Mo添加・増量に匹敵する高強度化効果を得がたい。このような状況から、素材コストや部品製造コストの低減を念頭に置いた場合、②～④の組合せによる方策が代替技術として必要であろうと考えられる。

◇ TMAX鋼の開発

山陽特殊製鋼では、前述の背景や技術的な考え方に基づき、表1の②～⑤の方策を駆使した高強度鋼としてTMAX鋼の開発に至っている。TMAX鋼は、非Ni、Mo型すなわちSCR系をベースに、加工性改善のためにSi、Mnを低減し、B(ボロン)ならびに約0.15%のTi(チタン)で強度アップを図る成分設計になっている。Ti添加は本開発のキーテクノロジーであり写真1に示すように鋼中への第2相としてナノサイズのTiC(チタンカーバイド)の分散をもたらしている。

この状態は、直接的な強度向上と共に高い結晶粒度調整作用を担っている。さらに当社固有の考え方として、高硬度鋼における疲労破壊に対する信頼性向上を念頭に置いた高潔度操業をTMAX鋼にも適用している。TMAX鋼の強度特

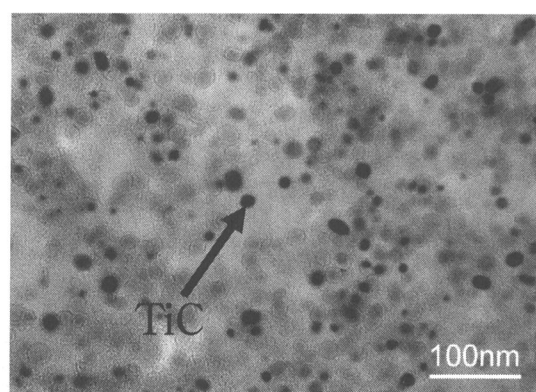


写真1 TMAX鋼中のTiC分散状態(透過電子顕微鏡像)

性については、SNCM420を凌駕する低サイクル疲労強度であることが確認できており、その詳細は本誌特集/わが社の誇れるONLY ONE、No.1製品(平成22年1月号)に紹介している。

このような成分設計により従来型の高強度鋼に比べて冷間鍛造性は優れ、その目安として圧延ままの硬さはSCM420の球状化焼なまし材と同等であることを確認している。

この優れた冷間鍛造性を活用し、TMAX鋼には高強度化と共に、冷間鍛造前の焼鈍省略への可能性がある。さら高い結晶粒度粗大化抑制効果を利用し、冷間鍛造後浸炭熱処理前の焼ならしを省略できる可能性もある。

既に実生産においてTMAX鋼を使用し、高強度化と共に冷間鍛造-浸炭工程においてこれら2つの熱処理を省略し、製造コスト低減に寄与できた実績がある。なお、TMAX鋼は合金元素量を必要最小限に止めた成分設計であるために、大型部品への適用には注意を要する。部品軸径で概ねφ25mm以下もしくは質量効果としてそれらに相当する大きさの部品への適用が好ましい。

(2) 切削加工—①構造用鋼

J F E ス チ ー ル (株) うわ い きよ し
スチール研究所 棒鋼・線材研究部 上 井 清 史

まえがき

自動車・産業機械などに使用されている金属部品を作る場合、鍛造や鋳造で大まかな素形材を作り、これを切削や研削加工で仕上げて製品とする工程が多く用いられます。

鍛造は鋳造のように複雑な形状の製品を作るのは得意ではありませんが、大きな塑性加工を加えることによって、気泡などの内部欠陥が押し潰されて品質が健全になるとともに、鍛流線と呼ばれる繊維組織を形成し強靱な製品を作ることができるという特徴^{1)、2)}があります。

上述の利点を持つ鍛造は、均一品質の製品を高速に、且つ、大量に生産するのに適しているため、幅広く利用されています。この様な鍛造製品のコスト構成としては、材料費、切削費、金型費、潤滑費、機械償却費などが大きく、そのうち材料費と切削費は鍛造コストの3割以上を占める場合もあり、その削減は非常に重要と言えます。しかも、鍛造により鍛流線を形成しても、切削加工で鍛流線を著しく分断してしまうと、期待していた製品の強靱化もできなくなってしまう場合があります。このため、切削代を少なくする努力がなされています。

◇ 切削工程を削減した例

最近では、切削量を少なくしたニアネットシェイプ(準仕上がり形状)鍛造から、切削を全く無くしたネットシェイプ(仕上がり形状)鍛造が目標となっています。例えば、図1³⁾に示すような自動車の等速ジョイント部品(CVJ: constant velocity joint)では、冷間鍛造或いは冷間鍛造と温間鍛造との併用により、切削を省略する試みが紹介^{4)、5)}されています。

CVJ部品の製品機能としては、ねじり強さと溝部の耐摩耗性が必要とされます。これら特性を満

たす材料としては、クロムモリブデン鋼(SCM415~420)或いはクロム鋼(SCr415~420)を浸炭焼入れしたものか、中炭素鋼(S45C~S53C)を高周波焼入れしたものが候補となりますが、省力化および環境配慮の観点、更には溝部の研削工程も省略できるという観点から、中炭素鋼の高周波焼入れが採用されています。

しかし、中炭素鋼を厳しい冷間鍛造に供する場合、成形中の材料割れ或いは成形荷重上昇に伴う金型寿命低下などの問題を生じます。そこで、素材の延性向上と変形抵抗低減を目的として、フェライト相の固溶強化および炭化物の形態(形状、粒径)に影響するSi、Mn、Crを調整しつつ、焼入れ性確保のための合金元素を微量添加した中炭素鋼⁶⁾などが開発されています。

また、他の部品においては熱間鍛造でも切削を省略する試みが紹介⁵⁾されており、今後もコスト低減に向けて、素材・工具・工法一体となった開発が益々期待されます。

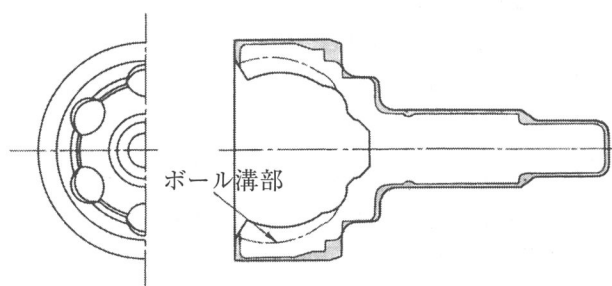


図 1 等速ジョイント (CVJ) 部品の鍛造例

参考文献

- 1) 石橋正: 金属の強さ、(1966)、189、養賢堂
- 2) 成瀬政男 (監): 歯車の塑性加工、(1971)、139、養賢堂
- 3) 日本塑性加工学会編: 塑性加工技術シリーズ4 鍛造、(1995)、33、コロナ社
- 4) 寺内裕: 特殊鋼、vol.55、No.4、(2006)、21
- 5) 木原貴司: 日本塑性加工学会 鍛造分科会、第33回鍛造実務講座、(2006)、7
- 6) 星野俊幸、天野虔一、田畑紳久、中野昭三郎: 川崎製鉄技報、vol.23、No.2、(1991)、105

② 工具鋼

日立金属(株) 特殊鋼カンパニー技術部 加田善裕

はじめに

金型費のコストダウンを考える場合、被削性の向上は、材料単価の低減より大きな効果をもたらす。そのため、30年以上前から、被削性を最重視し、快削成分であるS(硫黄)を0.1%程度添加したSKD61快削鋼や、SCM系快削鋼、Ni-Al-Cu析出硬化系快削鋼等の32～40HRCのプリハードン鋼が供給されてきている。これら快削鋼は、靱性等工具に要求される特性がある程度低下することを前提に使用されてきたが、'80年代以降には、他特性を保持(または改善)しながら被削性を向上した鋼種も登場し、一般用途に広がりつつある。表1に、冷間・熱間・プラスチック成形用の金型の代表的な材質を示す。これらについて、被削性を中心に説明していきたい。

◇ 冷間工具鋼

1.5% C-12% Cr系のSKD11は、Cr系の大きな一次炭化物の存在により耐摩耗性に優れ、冷間金型用の標準鋼種として広く使用されているが、この硬い炭化物の存在により被削性に劣る弱点がある。

'80年代に開発された8% Cr系冷間ダイス鋼は、SKD11に対してC・Cr量を約2/3とし、一次炭化物量を少なく、微細にして被削性を改善し

ている。高温焼戻し硬さが高い長所もあり、放電加工する金型を中心に適用が広がった¹⁾。'90年代になると、被削性を更に重視し、快削成分であるSを0.1%弱添加した快削系冷間ダイス鋼が登場した²⁾。Sを添加すると、ファイバーに長く伸びたA系非金属介在物(MnS系)を起点として切粉が容易に形成されるので被削性は改善されるが、同介在物を起点に使用時のクラックも発生し易くなるので、靱性は低下する。しかし、冷間工具鋼の場合、一次炭化物のファイバー方向への連鎖状分布も靱性を低下させるため、一次炭化物の性状をコントロールすることにより、S添加による靱性の低下を相殺させることが可能となる。快削系冷間ダイス鋼の中で一次炭化物を低減したタイプにはSKS3に近い被削性が得られるものもある³⁾。

'00年以降となると、ハイテン材の適用が広がり、前述の被削性重視鋼では耐摩耗性不足になる場合が出てきた。この対策として、特殊成分系の採用で自己潤滑作用により耐摩耗性を兼備した型材が登場した⁴⁾。同開発鋼は、素材コストはやや上がるものの、切削コスト低減、熱処理後の調整工数低減、型寿命向上が可能であり、4割近いトータルコスト低減を達成した事例もある。最近では、炭化物を抑えて被加工性を改善し、耐摩耗性は表面処理(PVD)を前提に被膜の密着性を改善する考え方の型材なども登場してきている⁵⁾。

表 1 代表的工具鋼の特徴

区 分	材 質	特 徴
冷間工具鋼	SKD11	一次炭化物が多く、耐摩耗性に優れるが被削性に劣る
	8% Cr系冷間ダイス鋼	一次炭化物量を低減し、被削性・靱性を改善。
	快削冷間ダイス鋼	S添加+炭化物抑制で被削性を改善。
熱間工具鋼	SKD61	強度、靱性、被削性のバランスに優れる。
	SKD61改善鋼	低Si系で、高硬度高靱性だが、被削性に劣る。
プラスチック金型材	SCM改善鋼 (32HRC)	SCM系、AISI-P20に比較し優れた被削性
	Ni-Al-Cu析出硬化鋼 (40HRC)	Ni-Al系金属間化合物とCuの析出硬化で、高硬度でありながら、被削性に優れる。靱性は低い。

◇ 熱間ダイス鋼

標準鋼は5%Cr系のSKD61だが、'90年頃より低Si・高Mo系のSKD61改善鋼の適用が、負荷の厳しい用途で広がってきた。このグループの型材は、高強度・高靱性で型寿命向上に貢献したが、被削性が悪く金型メーカー泣かせと言われてきた。この対策として、各社でSi量を中心とした組成制御が検討され、高硬度・高靱性でありながら、従来SKD61改善鋼対比で被削性を改善した鋼種が登場してきている⁶⁾。

◇ プラスチック金型用鋼

プラスチック金型用鋼で一番重視される特性は被削性であり、快削鋼が多く使用されてきた。しかし、快削鋼は、S添加によるJIS・A系非金属介在物を起点とするピンホールが発生し易いこと、シボ加工の肌が劣ること、欠けなどが発生し易いことから、S添加以外の被削性改善が模索されてきた。

32HRCプリハードン鋼では、Sを0.1%程度添加したSCM系快削鋼が使用されていたが、'90年頃には溶接補修性・鏡面仕上げ性を重視した低C系のSCM改善鋼（非快削系）の適用が広がり、現在は主流となっている。最近では、自動車ランプの金型などで、被削性よりも鏡面仕上げ性（#3000対応）が重視されてきており、非金属介在物制御が行わ

れてきている。

40HRCプリハードン鋼は、低C系のNi-Al-Cu析出硬化鋼が主流である。同鋼は、上部ベイナイト組織の採用、Ni-Al金属間化合物やCuを析出させることにより、結晶粒界を脆くし、40HRCと高硬度でありながら、優れた被削性を有する。同鋼には非快削系とSを0.1%程度添加した快削系があるが、最近では、型加工・成形作業時に安定した性能が得られる非快削系の割合が増えてきている。

Ni-Al-Cu析出硬化鋼は、被削性に優れるものの、VARなどの特殊溶解が適用されるため高コストであり、靱性が低い難点がある。'06年には、これらに対応し、艶出し#5000に対応する材質も市場に登場してきている。開発鋼は、靱性と被削性を両立させるため、切削加工時に工具表面に形成される酸化膜を活用している。

図1にNi-Al-Cu析出硬化鋼と開発鋼の切削速度を変化させ、工具表面の酸化物を分析した結果を示す。切削速度90m/minでは、開発鋼のSi溶着量が増加しており、Si酸化物の形成が進行したことが分かる⁷⁾。開発鋼は、ドリル加工など低速加工では析出硬化鋼より不利であるが、粗加工の切削速度を上げることにより、大きなコスト低減が可能である。また、使用時の欠け等の不具合を減少させることによってもコスト低減に貢献している⁸⁾。

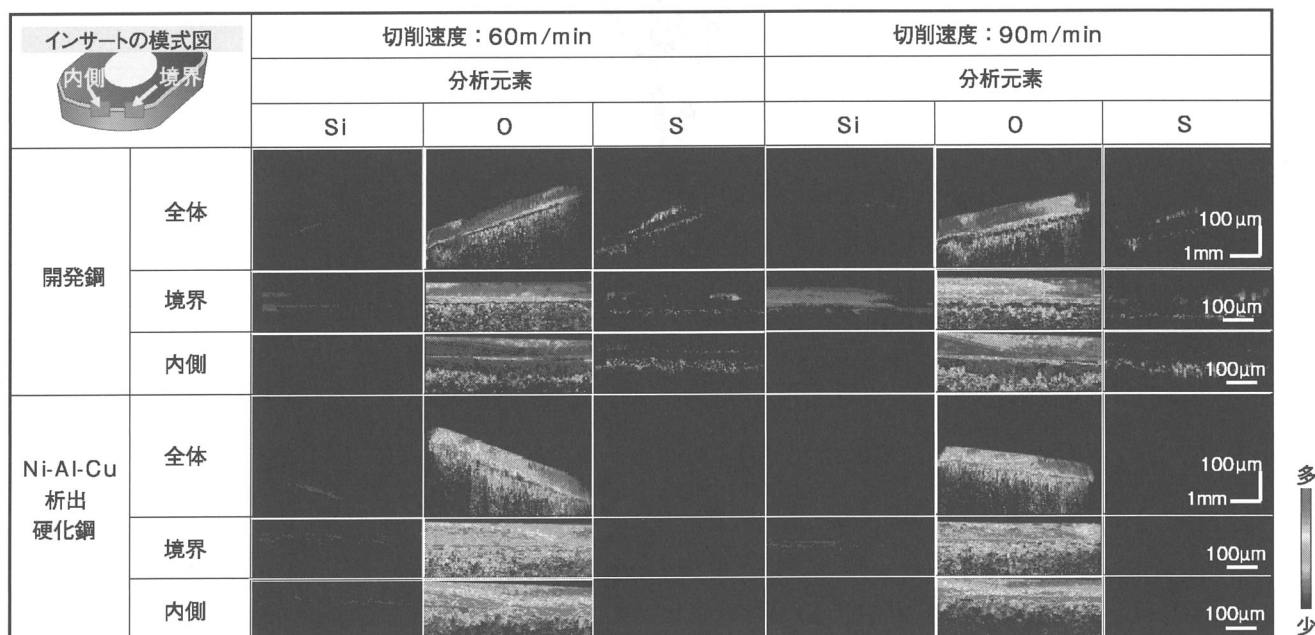


図 1 FE-EPMAによる工具表面の成分分析結果（切削距離：0.75m、分析箇所：工具逃げ面）

むすび

工具鋼の被削性について用途別に紹介してきたが、プラスチック金型用鋼ではS添加を少なくする方向、冷間工具鋼では快削鋼が増加する方向と、用途により差が出ていることが分かる。これは、金型への要求品質の変化、切削技術の進歩に対応した動向と言えるが、今後、日本の工具鋼がグローバル競争に生き残っていくためには、市場・技術動向を反映したトータルメリットの視点から型材の開発・改善をしていくことが重要と考えられる。

参考文献

- 1) 松田幸紀・須藤興一・常陸美朝：電気製鋼, 60 (1989), 311
- 2) 吉田潤二・林田敬一・小高根正昭：型技術, 7 (1996), 7, 42
- 3) 阿部行雄・久保田邦親他・田村庸・加田善裕他2名：日立金属技報, 17 (2001), 87
- 4) 久保田邦親・小松原周吾他3名：日立金属技報, 21 (2005), 45
- 5) 殿村剛志・村上昌吾：型技術者会議2009講演論文集, (2009), 154
- 6) 田村庸・長澤政幸・中津英司・山口基・片岡公太：日立金属技報, 26 (2010), 28
- 7) 菅野隆一郎・森下佳奈・中津英司他1名：型技術者会議2009講演論文集, (2009), 164
- 8) 遠山文夫・細田康弘・田村庸・中津英司他2名：日立金属技報, 24 (2008), 14



Ⅲ. 物流でのコスト削減

日新製鋼(株) しまなみけんいち
販売総括部物流チーム 嶋谷健一

まえがき

皆さん、ご安全に！

鉄鋼業における物流は、原料物流に始まり、製造所の構内、所間、そしてお客様への製品納入に至る長い工程です。筆者の部署が担当している構外物流につきましても、重量貨物である鉄鋼製品を、安全に、短納期で、品質を保持しつつ、低コストで輸送するという大命題があり、誠に知恵の絞り甲斐のある業務分野だと思います。

本稿では、当社、日新製鋼(株)の特殊鋼製品を中心とした半成品・製品の構外物流に関し、その態勢とコスト削減への取り組みについてご紹介させていただきます。

◇ 当社の特殊鋼生産と物流態勢

当社は薄板製品をメインとした高炉一貫メーカーであります。上工程から下工程に至るいわゆる一貫製鉄所はなく、特殊鋼製品の生産は、高炉～製鋼～熱延までを呉製鉄所（広島県呉市）、冷延～精整を大阪製造所（大阪工場）（大阪市）、同（神崎工場）（兵庫県尼崎市）、堺製造所（大阪府堺市）で行っています。

特殊鋼以外の品種についても共通の工程が多く、普通鋼製品は高炉～製鋼～熱延までを呉製鉄所、冷延～精整を大阪製造所（大阪工場）、同（神崎工場）、堺製造所、東予製造所（愛媛県西条市）、表面処理（めっき・塗装）を堺・市川・東予各製造所で行っています。ステンレス製品については製鋼と冷延～精整を周南製鋼所（山口県周南市）、途中の熱延を呉製鉄所で行い、その後、箔・塗装は市川製造所（千葉県市川市）、めっきは堺製造所、造管は尼崎製造所（兵庫県尼崎市）にて行っています。

このように工程が複数の製造所を跨るのは、当社の歴史的な成り立ちと関係があります。

当社は大阪を発祥地とするめっき鋼板メーカー

として創業し、異なる地に拠点を持つ鋼板メーカーどうしの合併を経て日新製鋼(株)となった後、呉に高炉を建設して鉄源を自給する一貫メーカーとなったもので、初めから一貫製鉄所を持ってスタートした企業ではありません。

このため、結果的に製造拠点の立地が分散し、製造所間の輸送（仕切と呼んでいる）が必要になっており、これが当社の物流の一つの特徴となっています。この所間輸送をあたかもベルトコンベアがあるかのごとくスムーズに遂行し、分散立地をハンディとしない効率的な輸送を実現すべく、当社は元請である月星海運(株)とともに、物流合理化に共同で取り組んでいます。

構外輸送の手段としては、鋼材船、RORO船、フェリー、トラック、鉄道を用いています。一般的にコスト面では船舶が有利ですが、これは大量輸送が前提であり、輸送量によっては頻度が減少します。頻度の減少は納期に影響を及ぼしますので、輸送量を勘案した多様な輸送手段のベストミックスを追求しています。

しかしながら、最近では、各地のフェリー航路で廃止や減便が相次いでおり、公共インフラを利用した輸送手段の確保については一層の目配りが必要となってきており、情報収集が欠かせなくなっています。

◇ 物流に関わるコストダウンへの取り組み

1. 海上輸送

(1) 専航船（写真1）

製造所間の半成品（スラブ、ホットコイル、冷延コイル）輸送には、専用の鋼材船を配置し、ピストン輸送を行う運航形態を取っています。

これを24時間もしくは48時間サイクルの航海により運航し、1日当たり1船～2船の頻度を確保することで、輸送リードタイムをミニマイズし、あたかもベルトコンベアで工場間が繋がっているかのような輸送を実現しています。



写真 1 専航船の例 (最新鋭のプッシャーバージ船「神晴丸」)

専航船航路に配置する船舶は、鋼材船としての汎用性を持ちつつ当社工場間輸送にマッチした船舶とすべく、設計段階から企画を行っています。これにより、船舶をただ大型化するだけでなく、運航効率を重視し、積載物の種類は勿論のこと、製造所ごとのバースや荷役作業の違いを十分に意識した設計でありながら、一般貨物船としての汎用性も確保した優れた船舶を配置しています。

(2) 配船計画システムによる効率的な配船

船舶輸送においては、できる限りコストを下げるために満船まで鋼材を積載することが望ましいのは言うまでもありませんが、向け地ごとに満船までの荷揃いを待ってから配船していると、先に製造された製品はもちろん、全体として配船待ちリードタイムが長くなり、在庫も増加してしまいます。これを避けるために、各製造所の製品在庫予測情報やバーススケジュール、さらにはGPSを活用した船舶動静情報をもとに、月星海運(株)配船センターが配船を行う仕組みである「配船計画システム」を月星海運(株)と共同開発しました。加えて、各製造所出荷担当と月星海運(株)担当が緊密に連携を取ることで、より効率的な配船運営を行っています。

2. 陸上輸送

(1) 配車管理

特殊鋼製品は、前述のように、呉製鉄所から海上輸送されて来るホットコイルを、阪神地区の三つの製造拠点(大阪、神崎、堺)の設備を活かし、冷延、精整を行っています。このため、一大需要地である関西方面への製品トラック出荷に加

えて、製造過程において三拠点間のトラック輸送が発生します。このため、普通鋼製品やステンレス製品をも含めた阪神地区でのトラック配車を効率的に行うことが輸送コスト面から重要になってきます。月星海運(株)では、このニーズに応えるために、車載端末による車輛管理と当社からオンラインで送られる貨物情報を使った「配車管理システム」を独自開発し、最小限のトラック台数で効率的な輸送を行うことに大きな成果を上げています。

(2) 積み合せ管理

当社の特殊鋼製品は、幅狭のスリット品をはじめとして、単重が比較的小さいコイルが中心となっています。こうした場合、輸送コストを下げるためにトラックの積載能力を有効活用し、効率的に輸送しなければなりません。そのためには、複数の持込先への貨物を積み合わせる必要があります。積み合せの指示は月星海運(株)の配車担当が行っていますが、この指示に対する側面支援にも「配車管理システム」が活用されています。

3. 倉庫

・結露予測システム

結露は鋼材倉庫の大敵であり、時として大きな品質問題や出荷への悪影響をもたらします。当社では、結露発生を可能な限り事前に予測して必要な対応を迅速に取ることができるよう、気象予測情報を利用して結露発生を予測し段階的な警報を発する「結露予測システム」を開発し、当社製造所の倉庫で活用しています。

なお、本システムは、インターネット経由で提

供する有料情報サービスとして当社以外の方にもご利用いただけます。

取扱・お問い合わせ先：日新工機(株)市川支店電気技術チーム（電話047-328-2600）

◇ 月星海運(株)のご紹介

月星海運(株)は、当社の物流元請として、長年にわたり構内・構外物流を担っているオペレーターですが、その経験を活かし、当社以外の顧客からも鋼材輸送をはじめとして機械・プラントその他幅広い分野の貨物輸送を数多く受注し、高い評価を得ています。国内外のネットワークを活かした複合一貫輸送を請け負うことができるのが同社の強みであり、船舶の設計やシステム開発も自社で手掛けています。幅広い顧客に総合的な物流ソリューションを提供できる専門家集団であるといえます。

むすび

以上、当社の構外物流についてご紹介して参り

ましたが、全国各地の製造所、中継基地、受渡場所をいかに低コストで結び、迅速に製品をお届けする仕組みを作り上げるかは、私共物流に携わる者にとって永遠のテーマであるとともに最大の腕の見せ所でもあります。

当社も、ベストな物流態勢の構築に不断の努力を行って参ります。

さて、最後に、筆者の考える物流部門の心構えを記して本稿の結びとしたいと思います。

①物流部門は販売部門である。

しかも、裏方ではない。お客様と社会に直接接する会社の「顔」である。

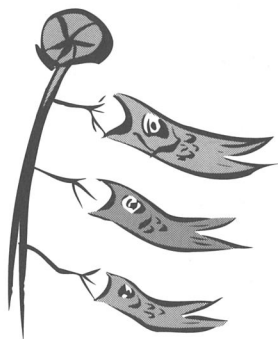
②物流部門は技術部門である。

輸送費というコストを預かる。不断のコスト削減への取り組みが求められる。

③物流部門は現場部門である。

重量貨物である鉄鋼を直に扱い、社会のインフラを使って輸送する。安全第一。

皆さん、ご安全に！



IV. ユーザーのコスト低減に寄与する会員メーカーの技術・製品

愛知製鋼(株)

高温浸炭用肌焼鋼

まえがき

歯車を中心とした機械構造用部品の多くは920℃～950℃の温度でガス浸炭処理を施すことにより部品表面を硬化させ必要な強度や耐磨耗性を付与して使用されています。

近年、浸炭処理時間の短縮による熱処理コスト削減やCO₂排出量削減を狙いとして、浸炭温度の高温化や減圧浸炭処理が導入、実用化されています。

しかし、一方では強度低下や焼入歪のばらつき原因となるオーステナイト(γ)結晶粒の粗大化が、浸炭昇温時に局部的に発生する、いわゆる異常粒成長が問題となる場合があります。

当社では、このような問題を解決するため、お客様の目的や用途に合わせて、各種高温浸炭用肌焼鋼を開発しておりますのでご紹介します。

◇ コンセプト

異常粒成長を防止するには、炭化物、炭窒化物といった析出粒子のピン止め効果を活用して、γ結晶粒界の移動による粗大化を阻止することが有効であり、それらの粒子をできるだけ微細かつ多量に析出させることが重要です。通常はAIN粒子の析出量を制御した浸炭用肌焼鋼をご使用頂いております。

しかし、浸炭温度の高温化や減圧浸炭処理によりAIN粒子が再固溶、粗大化することで、析出粒子数が減少したり、或いは冷間鍛造ままで部品内部に加工歪が導入され、初期γ結晶粒径が小さくなることで、粒界移動の駆動力が増加すると、通常材では、AIN粒子のピン止め効果が不十分となり、異常粒成長が発生する場合があります。

このような問題に対して、当社では、析出粒子をより微細かつ多量に析出させるために、AIN粒子に加えて、高温下でより安定性が高く、微細に析出しやすいNb(C, N)粒子の析出量を制御するマイクロアロイング手法や、圧延時の加熱温度を適正化する鋼材製造プロセス手法を駆使し、浸炭温度や冷間加工有無に応じた各種高温浸炭用肌

焼鋼を開発しご提供しております。

図1に当社の高温浸炭用肌焼鋼を示します。

◇ 特性

図2は通常材と開発鋼Cにおける減圧浸炭時の浸炭温度とγ結晶粒径の関係を示します。開発鋼Cは、1000℃以上の減圧高温浸炭時においても異常粒成長を起こすことなく、整細粒を維持し、優れた結晶粒度特性を有します。

むすび

高温浸炭用肌焼鋼は、浸炭温度の高温化や減圧浸炭処理に対して、異常粒成長を防止することが可能であり、各種浸炭部品にご使用頂いております。

〔愛知製鋼(株) 小塚 たくみ 技術本部 技術開発部〕

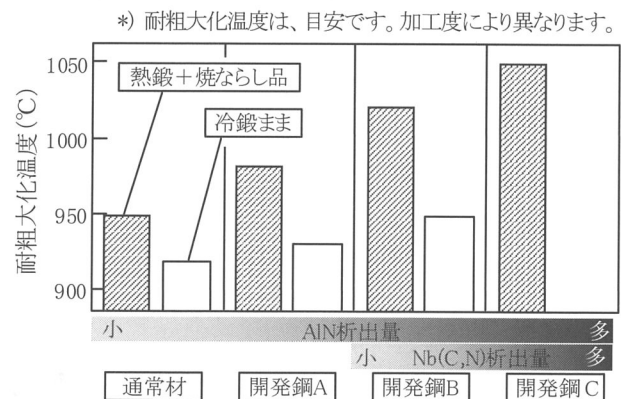


図1 高温浸炭用肌焼鋼と耐粗大化温度の関係

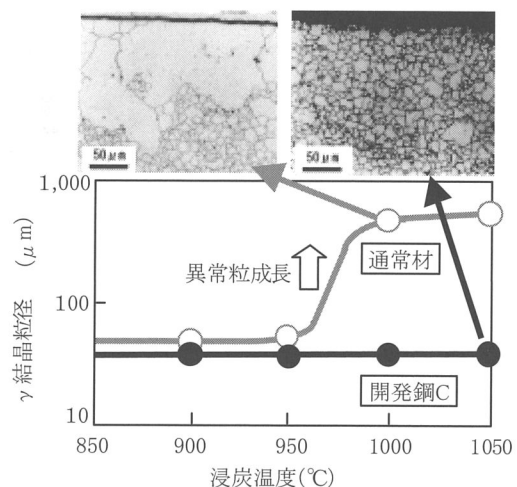


図2 浸炭温度とγ結晶粒径の関係

熱処理省略冷間鍛造用鋼 (KTCHシリーズ、KNCHシリーズ)

昨今の地球環境への関心が高まる中、当社も省資源化や環境負荷低減の観点から、研究開発を進めてきた。本稿では、新商品の一部として、CO₂排出量低減を目指した熱処理省略鋼KTCHシリーズと、KNCHシリーズを紹介する。

◇ 軟化熱処理省略鋼KTCHシリーズ

1. 特徴

冷間鍛造で成型される各種機械部品には、圧延材に軟化熱処理を施した鋼材を用いることが多い。冷間鍛造時には、加工発熱によって部品の温度が100～300℃程度まで上昇し、動的歪み時効が鍛造荷重の増大（金型寿命の低下）をもたらすためである。

KTCHシリーズでは、動的歪み時効を抑制して軟化熱処理を省略するために、以下の方策を採用した。

- ①Crの添加（固溶C低減）
- ②Bの添加（固溶N低減）
- ③線材圧延での制御圧延、制御冷却

2. 効果

表1に示すように、KTCH20Aでは固溶C、Nの低減により、加工発熱領域である230℃の変形抵抗および金型寿命が比較鋼（SWRCH20A球状化材）と同等となった。

本鋼種は、0.35% Cまでのシリコンキルド鋼、アルミキルド鋼の線材・棒鋼に適用可能であり、多くの冷鍛部品で適用されている。

◇ 非調質ボルト用線材KNCHシリーズ

1. 特徴

ボルトをはじめ各種冷間鍛造部品には、必要な強度に応じて、焼入焼戻し熱処理（調質処理）が施されている。

この焼入れ焼戻を省略する場合には、冷間鍛造前に部品強度の確保が必要となるため、一般に冷間鍛造性（金型寿命）は低下する。

KNCHシリーズでは部品特性と冷間鍛造性を両立させるために以下の方策を採用した。

- 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（バウシinger効果による変形抵抗低減）

2. 効果

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もJISを満足している。

本鋼種は7T用や高靱性型もメニュー化しており、ボルトだけでなく、自動車の足廻りなどの冷鍛部品にも適用されている。

表 1 KTCHシリーズの性能例

		開発鋼 KTCH20A	比較鋼 SWRCH20A	
熱処理		圧延材	球状化処理	圧延材
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 ²	368N/mm ²	463N/mm ²
	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 ²	545N/mm ²	564N/mm ²
	230℃	468N/mm ²	485N/mm ²	548N/mm ²
金型寿命（ボルト頭部成型用パンチ）		6,750個	6,700個	3,600個

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 ²	460N/mm ²
	引張強さ	860N/mm ²	590N/mm ²
	伸び	15.5%	33.0%
	破断絞り	65.7%	58.0%
変形抵抗		851N/mm ²	841N/mm ²
金型寿命（ボルト頭部成型用パンチ）		14,000個	14,800個

ECOMAX(エコマックス)鋼

山陽特殊製鋼では、自動車の駆動系部品であるトランスミッションギヤ、デファレンシャルギヤ、等速ジョイント等の小型・軽量化を念頭に置いた高強度浸炭鋼であるECOMAX鋼を開発した。

この分野では一般的には、汎用的な規格鋼であるJIS SCR420やSCM420が使用されており、最近の小型・軽量化ニーズに対してはNi、Moが添加・増量された高強度鋼が採用されている。JIS SCM822やSNCM420もしくは各々をベースにしたモディファイ型開発鋼がそれらに相当する。

機械構造用鋼の合金元素としてMo、Niは靱性や疲労強度において優れた改善効果を発揮するが、その一方で、その添加や増量によって鋼材コストや部品製造コストが上がるのが問題視されている。またMoやNiは資源枯渇や元素価格高騰への懸念があり、将来的にみた鋼材安定供給の視点からも高強度化に向けた代替技術開発が望まれている。

Ni、Mo型の高強度鋼は、衝撃荷重や高トルク状態が想定される用途において、靱性改善が重視されて採用されている場合が多いように見受けられる。自動車の駆動系部品用の高強度鋼には、靱性の他に曲げ疲労強度と耐ピッチング性に優れることが望まれている。

実状として曲げ疲労は、材料方策だけではなくプロセス技術としてショットピーニング付与が幅広く実践されて十分な効果を挙げている。もう一方の耐ピッチング性は、高Mo、Ni型の高強度鋼では顕著な改善が見込まれず、さらなる材料対策が期待されている状況である。

現状、その要求レベルが高い場合には、大幅な

コストアップを伴う特殊表面処理を採用せざるを得ない状況が散見される。このような状況から、ECOMAX鋼は、一般的な高強度鋼に対するトータルコスト（素材コストと部品製造コスト）低減を念頭に置き、機能として靱性と耐ピッチング性の両立に主眼を置いて開発されている。その成分設計は、非Ni-Mo型であり、主体成分であるSi、MnならびにCr量のバランス選定を機能発揮へのキーテクノロジーとして、さらに微量元素が添加されている。

代表的な特性として、図1に浸炭焼入焼戻し状態の10RCノッチ試験片によるシャルピー衝撃値を示す。比較のSCM420に対して約2倍の値である。耐ピッチング性は、当社標準条件でのローラーピッチング試験によりSCM420に対して5倍以上の寿命を確認している。

また加工性は被削性、冷間鍛造性ともにSCR420と同等であり、高強度鋼として懸念されてきた部品製造時のコストアップ解消が期待される。

ECOMAX鋼は、社会的な状況の変化に対応した新たな高強度鋼として、幅広い分野で受け入れられるものと期待している。

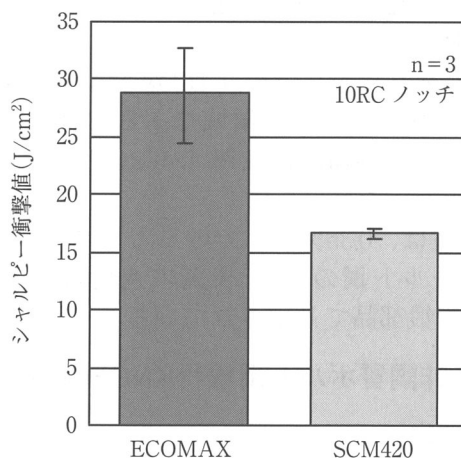


図 1 ECOMAX鋼のシャルピー衝撃試験結果

〔山陽特殊製鋼(株) ひらおか かずひこ
研究・開発センター 平岡和彦〕

直接焼入れ用鋼、 窒化用鋼、省Mo鋼

環境対応の観点から、各メーカーではCO₂削減のため、部品の軽量化、部品製作時のエネルギーコスト低減などに取り組んでおり、そのための素材が要望されています。それらに対応するために、わが社では工程省略鋼や高強度鋼、素材コスト低減鋼など、様々な開発を行ってきました。今回それらの一部である3アイテム、直接焼入れ用鋼、窒化用鋼、省Mo鋼について紹介します。

◇ 直接焼入れ用鋼 (TQF)

1. 目的

圧延後直ちに水冷した後、内部保有熱により自己焼戻しさせることによって表層部に焼戻しマルテンサイトを有する強靱な棒鋼とします(写真1)。調質処理を省略する事が可能で、CO₂削減にも貢献でき、省コストな鋼です。

2. 特徴

- (1) 表面は焼戻しマルテンサイト、内部は微細なフェライト・パーライト組織となっているため、圧延ままだでも高い強度と靱性を併せ備えています。
- (2) 表層の焼戻しマルテンサイト層は均一深さを有しており、短時間加熱である高周波焼入れでも十分な硬さが得られ、硬化層深さのばらつきもごく少なく、優れた高周波焼入れ性を備えています。
- (3) 軸部品として、圧延ままで使用する場合にも、高周波焼入れ後に使用する場合でも、従来品と同等以上の疲労特性が得られます。

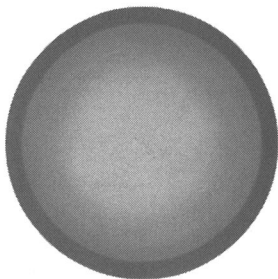


写真1 TQFのマクロ組織 (700MPa級)

3. 用途

軸用材料 (自動車用アクスルシャフト、建産機用シャフト全般)

◇ 窒化用鋼

1. 目的

ベース成分の最適化と微量添加元素の選択および適量添加により、従来の窒化処理方法にて、浸炭材と同等の特性を有する鋼です。

2. 特徴

- (1) 低温処理のため、浸炭材に比べて熱処理歪が少なくなり、部品仕上がり前に行われる形状修正のための表面研磨等が省略可能となります。
- (2) 窒化後の表面硬さ・硬化層深さは浸炭材と同等であり、従来品と同等の疲労強度が得られます。
- (3) 窒化処理前後で素材硬さを変化させる事により、窒化前はなるべく低い硬さで被削性を良好としながら、窒化後には内部硬さを上昇させて部品の高強度化に寄与します。

3. 用途

インターナルギヤ、タイミングギヤ等

◇ 省Mo鋼

1. 目的

レアメタル金属であるMoの添加量を削減あるいは省略しながらも、浸炭後にはCr-Mo肌焼鋼と同等の特性を有する素材を提供します。

2. 特徴

- (1) Mo添加量を削減あるいは省略しているため、従来のJIS SCM420H、SCM822H等が、使われている浸炭硬化部品の素材コストを削減することが可能です。
- (2) Mo添加量を削減・省略しながらも、焼入れ性、浸炭特性は従来のMo添加鋼と同等であり、浸炭条件を変更しなくても、従来と同等の疲労強度が得られるように設計されております。

3. 用途

浸炭歯車全般

コスト低減に寄与する 大同の肌焼鋼

製造コストの低減として、熱処理省略や機械加工を最小限にする冷間鍛造化が指向されています。大同特殊鋼（以下、大同）では、前述のニーズに対応するため、種々の肌焼鋼を開発し、実用化された3つの材料を紹介します。

◇ 結晶粒粗大化防止鋼（ATOM鋼）

一般に歯車などの複雑な形状の機械部品の製造コストの中で最も大きいものは、機械加工費です。このため、機械加工を冷間加工に置き換える事が行われています。

しかし、冷間加工材をそのまま浸炭焼入れすると結晶粒が粗大化し、強度特性や熱処理歪に悪い影響を及ぼすため、浸炭前に焼ならしを行う必要があります。また、浸炭に要する時間は、処理温度で決まるため、より高温での浸炭ニーズがあります。

すなわち、冷間加工後の焼なまし省略と高温浸炭に対しては、結晶粒粗大化を抑制する材料が必要となります。通常は、AIN析出物により結晶粒粗大化を抑制していますが、冷間加工材をそのまま浸炭焼入れする場合や高温浸炭ではその効果が不十分な場合があります。

これに対応するため、ATOM鋼では、Nbの炭窒化物を利用して、冷間加工材や高温浸炭でも結晶粒粗大化を抑制することが可能となります。

◇ 冷間鍛造用ボロン肌焼鋼（ALFA鋼）

通常、冷間加工を行う場合、高い変形能や加工精度を要求されるため、冷間加工前に球状化焼なましを主とした軟化熱処理を行います。その熱処理を省略するため、素材硬さを低減した材料のニーズがあります。

大同は、これに対応するためSiやMnの低減により冷間鍛造性を向上し、焼入性をボロン（B）で補完した材料を開発しました。これは、圧延ままで75HRB程度の硬さを保証した材料です。これによって、素材ままで冷鍛が可能となります。また、疲れ強さや衝撃強さは通常の肌焼鋼と同等以上の材料となっています。

◇ 冷鍛・結晶粒粗大化防止ボロン鋼（Super-ALFA鋼）

前述の冷間加工後の熱処理省略及び高温浸炭を可能にしたATOM鋼と冷間加工前の軟化熱処理省略が可能なALFA鋼の特性を兼備したSuper-ALFA鋼も開発されています。当然の事ながら、Super-ALFA鋼の疲労強度などの特性は、既存の肌焼鋼と同等以上の特性を有しています。

むすび

本稿で紹介した開発鋼は、既に自動車用部品として適用され、ユーザーのコスト低減に寄与しています。更なる、適用拡大を図っていきたくと考えています。

参考文献

- 1) 特殊鋼 Vol 54 No.2 (2005年) P49
- 2) 特殊鋼 Vol 55 No.4 (2006年) P61

〔大同特殊鋼(株) ほんだ まさとし
特殊鋼事業部 商品開発部 本田 正寿〕

表 JIS鋼、開発鋼を用いた冷間鍛造部品の製造工程の一例

区分	鋼種	製造工程例（冷間鍛造部品）
JIS鋼	SCr420H	素材－球状化焼なまし－冷鍛－光輝焼なまし－浸炭処理
開発鋼	ATOM鋼	素材－球状化焼なまし－冷鍛－ 省略 －（高温）浸炭処理
	ALFA鋼	素材－ 省略 －冷鍛－光輝焼なまし－浸炭処理
	S-ALFA鋼	素材－ 省略 －冷鍛－ 省略 －（高温）浸炭処理

高砂鐵工(株)

機能性エンボスステンレス 「ランナーステンレス」

耐食・耐候性に優れたステンレス鋼に米粒状の凹凸をつけたエンボスステンレスです。この凹凸により、摩擦抵抗が小さくなり、滑りが滑らかになります。このランナーステンレスをシュートに使用することで、プレス製品やプレススクラップの搬送性がよくなり、つまり等のトラブルを防止できます。

またシュートの角度を低く設計できます。静電気による紙やフィルムの貼りつきが発生しにくくなり、板上の紙やフィルムがピックアップしやすくなります。このため印刷機や製本機等に広く使用されています。また食品機械や自動秤量機等にも使用されており、安定製造と効率化に役立って

います。

またエンボス加工により、板の剛性が上がり、強度が増します。このため厚さを薄くすることができ、コストダウンや軽量化がはかれます。また滑り台のような遊具やショーケースの底板や棚板にも使用されています。

このランナーステンレスは厚さ0.25mmから1.5mmまで製造が可能で、幅は最大1,000mmまでとなります。鋼帯。鋼板ともに製造は可能ですが、1,000×2,000mmサイズで各種厚みの製品を1枚から対応可能です。

◇ 適用用途例

自動計量器／秤量機のシューター、プレス機のシューター、包装機のシューター、印刷機/製本機のランナーテーブル、食品機械のシューター、ショーケースの棚板／底板、自動販売機のシューター、コインゲーム機、滑り台

〔高砂鐵工(株) まつもと かずや〕
ステンレス販売部 松本 和也

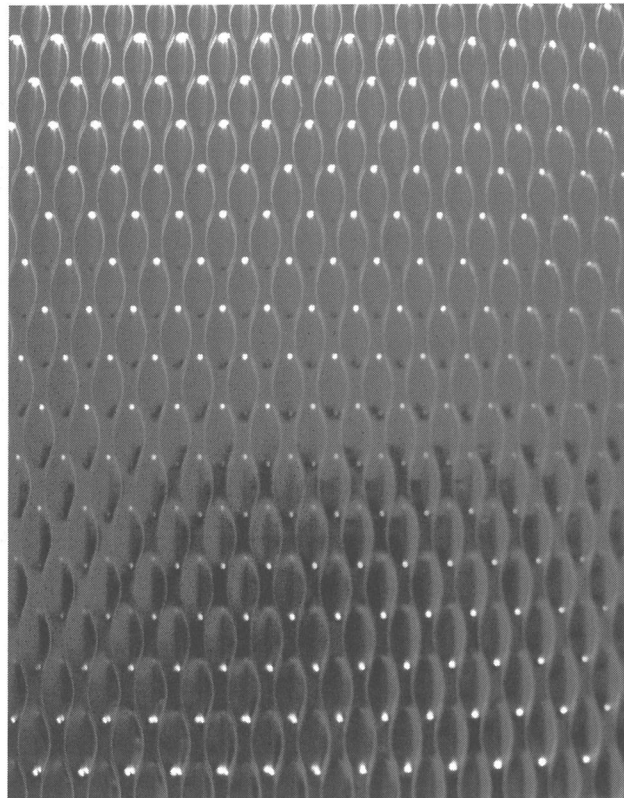


写真 ランナーステンレス

コスト低減に貢献する 三菱製鋼の特殊鋼鋼材

まえがき

素材である特殊鋼鋼材は、お客様に納品された後、鍛造・機械加工・熱処理・表面処理などの加工が施され、自動車・建設機械・産業機械の各種機能部品をはじめ、様々な製品となり使用されています。お客様でのこれらの加工工程に対して、省力・省エネルギー・省工程により、コスト低減に大きく貢献している鋼材の例を以下に紹介します。

◇ 熱間鍛造用ベイナイト型非調質鋼 (VMCシリーズ)

1. 特徴

マンガン鋼をベースにV、Mn、Crを調整添加することにより、熱間鍛造空冷のままでも安定したベイナイト組織とし、高強度高靱性の製品を得る事が可能な材料です。自動車・建設機械部品および油圧部品などに使用されています。

2. 効果

容易な鍛造品の冷却温度管理のみで、熱処理工程の省略が出来ます。結果、大幅なコスト低減が図られ、数多くのお客様にご使用頂いております。

◇ 直接切削用プレハードン鋼 (DTM100)

1. 特徴

太い径まで十分に焼きが入るように化学成分を調整したクロム・モリブデン鋼系の強靱鋼をバレル式連続炉（材料を回転させながら熱処理する事が可能。）にて焼入れ・焼戻し処理を行った材料で、多くの特徴を有しています。

- (1) 化学成分の調整および水焼入れのため深くまで焼きが入り、表面と心部の硬さの差が少ない。

- (2) 焼入れ時の曲がり小さく、矯正が不要であるため、加工後の曲がりが発生しない。
- (3) 高周波焼入れ加工を施しても歪の発生は極めて小さい。
- (4) 快削元素が添加されているため、高硬度でも切削性が良好。

2. 効果

以上により、機械加工コストの低減が可能となり、数多くのお客様からご好評を得ております。

- (1) 直接仕上げ加工が可能となり、お客様での熱処理による曲がり矯正および歪取りの工程を省略する事ができる（図1の加工工程参照）。
- (2) 内部強度が高いため、軽量化が図れ、材料費（調質含む）を抑える事ができる。
- (3) 加工の高速化・工具寿命の延長が可能であり、切屑破碎性にも優れているため、機械加工の生産能率向上が図れる。

● スクリュー軸の加工工程

SCM440：素材→切断→調質→矯正→歪取り
→外削→スクリュー加工
DTM100：素材→切断→外削→スクリュー加工

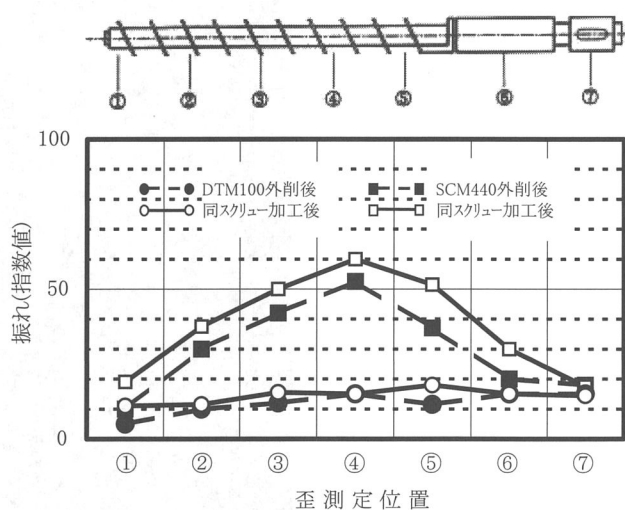


図 1 スクリュー軸加工時の振れの例 (φ40×1,290L)

三菱製鋼室蘭特殊鋼(株) 室蘭製作所 品質保証室 知野 かつひこ

“特集”編集後記

今月の『コスト低減に寄与する特殊鋼』は如何でしたか。

コストダウンというテーマが漠然としすぎ、また、過去に同様のテーマでの創刊もなく、編集委員会でも構成が二転三転し、委員の方々にご迷惑をおかけしてしまいました。

そういった中で、①省合金、②省エネルギー、③歩留り向上、④加工性向上、⑤物流でのコスト削減、といった各社で実際に取り組んでいる内容を執筆頂く事となりました。

その結果、以下の様な内容となりました。

省合金、省エネルギーにおいては、従来より、合金量（レアメタル）を低減された新たな鋼材の設計が必要であることが確認できました。

歩留り向上については、熱間高速鍛造機（ホッ

トフォーマー）や冷間転造時のCRF（Cold Roll Forming）といったハード面での対応事例の紹介がありました。

物流コスト削減については、工場分散立地の場合のコストダウン対応の例として、関連会社と協力しあい、輸送コスト削減の為、鋼材船、RORO船、フェリー、トラックのベストミックスでの対応事例の紹介がありました。

今回の特集号は、当初、ゴールは何処にあるのか見当もつきませんでした。皆様のご協力のおかげで、実際の特集号の材料面、熱処理方法、加工方法から物流に至るまで、幅広く且つ奥深く内容を掘り下げることができた意義のある特集号になったと、安心しております。

〔日新製鋼(株) ないとう やすし
商品開発部 内藤 靖〕

業界のうごき

小山鋼材、中国地区も納期短縮 尾道熱処理センターはや軌道に

小山鋼材が昨年開設した尾道熱処理センター（尾道市美ノ郷町本郷字新本郷1-182、尾道営業所も併設）は、顧客の品質評価も上々で順調な立ち上がりになっている。

尾道に導入した設備は、雰囲気焼入炉1機、真空焼入炉1機、バッチ型焼戻炉4機とショットブラスト1機。天井クレーンは2.8tを2列設置した。同社独自の急冷低歪（KS2・KSV処理）だが、焼入炉1機は大型炉としたほか、長年蓄積してきたノウハウを取り入れている。焼戻し炉は大小2機ずつとした。

尾道熱処理センターは、尾道流通団地内6,200m²の敷地に建設された。岡山―広島の間位置し、高速道路のアクセスの良さもある。スペース的にも将来増設を目指しているが、「まず最先端のノウハウを駆使した実力アップを優先していく」としている。（3月19日、産業新聞）

佐藤商事、小牧に鋼材在庫拠点 投資額6億円

佐藤商事は、4月中旬に愛知県小牧市に鋼材在庫拠点を開設する。東海地区の営業拠点としてのバックヤードの役割を担う。従来の在庫ヤードが手狭になっていたことや老朽化が進んだため新たな拠点となる土地を模索していた。特殊鋼丸棒を中心として多種多様な在庫の物流拠点としたい考えだ。投資額は約6億円の見込み。同社が新たに開設する在庫拠点の正式な名称は「名古屋鋼材センター」（愛知県小牧市大草）敷地面積1万2,540m²に建屋5,300m²。

新拠点は名古屋市中川区にある在庫ヤードなど数カ所を集約したもので、東海地区の新たな鋼材物流の中

心となる。在庫品種は、特殊鋼丸棒を中心に鋼板、非鉄金属、化成品などの全品種をそろえる。4月の稼働開始後、5月10日に小牧市で新拠点の竣工披露パーティーを開催する予定。（3月31日、産業新聞）

三和特殊鋼、V字回復達成目指す 初の中計策定、収益力を強化

三和特殊鋼は、2010年度を初年度とする中期3カ年計画を策定した。厳しい需要環境の中、営業機能の強化や加工までの一貫受注体制の充実、情報システムの活用による効率化とスピード化などを推進し、収益力強化で健全な財務体質に転換する。経営数値目標として、最終年度の12年12月期に売上高21億円、経常利益4,700万円のV字回復達成を目指す。

09年に設立50周年の節目を迎えたことを機に、新たな気持ちで次の100周年に向けてスタートすべきとの考えから初の中計を策定した。

同社では今回の中計策定に先がけて、新社内システムの導入や新人事制度の導入、さらに環境マネジメントシステムKESステップ2の認証を取得し、業務全般の効率化などを進めてきた。「会社の発展のためにも、創業時からの根本精神“誠実な商い”を徹底し、社員一丸で計画達成に向けてまい進する。」としている。（4月1日、産業新聞）

大和特殊鋼、レーザ切断機を 名古屋支店に移設

大和特殊鋼は、名古屋地区の切り板販売量増加に伴い春日工場（兵庫県丹波市春日町）から名古屋支店（愛知県稲沢市目比町）にレーザ切断機を1基移設し、5月6日から稼働させる。春日工場では移設機の代替として、7月中旬稼働予定でレーザ切断機を新たに設置する。

同社は1965年に名古屋営業所を開設。業容の拡大から昨年5月に拡張移転した。ステンレス丸棒を中心に販売・加工してきたが、機械の部品向けなどに切り板の販売量も増加。自社で切り板加工の設備を持たないため春日工場や地元の加工業者で加工していた。

最近、ユーザーの短納期や精密切断に対する要求が強まっているのを受け春日工場からレーザ切断機を移設することにした。

春日から移設するのはトルンプ製のTRUMATIC・L4050。春日に新設するのはトルンプ製のTruLaser506。

（4月27日、鉄鋼新聞）

南海鋼材、 金型予熱装置の販売好調

南海鋼材が、昨年6月下旬より販売に向けて客先でのデモンストレーションを開始した金型予熱装置「予熱くん」（特許及び商標出願中）の販売が好調に推移している。現在も自動車や鍛造メーカーから多くの引き合いが寄せられている。

熱間鍛造では800～1200℃に加熱された被鍛材に接触する金型表面は高温となり膨張するが、内部は表面の熱影響が少なく温度上昇が極めて小さい。

「予熱くん」は、電気ヒーターを利用しているため、加熱スピードが速く、全面が均一に加熱できるため、金型のひずみや変形が生じにくい。

用途は、熱間鍛造だけでなく、様々な分野に広がっている。冷間鍛造や溶接、焼バメ（温度による膨張と収縮を利用して締結する方法）など余熱を必要とする作業現場での活用が検討されている。（3月25日、産業新聞）

日鉄商事、中国・華東で新会社 車向けブランキング加工

日鉄商事は、中国・華東地区で自

業界のうごき

動車用大型ブランキング加工会社を設立する。メタルワンの中国コイルセンター（CC）、上海嘉日鋼板製品有限公司（本社・上海市嘉定区）の構内にラインを新設する予定で、投資額は15億円。社名などは未定で、当局からの認可次第、確定する。

同ブランキング加工会社は同地域で需要が拡大している非日系を中心とした自動車向けのブランキング加工需要に対応する狙いで、日鉄商事は現地ユーザーから同事業進出を強く要請されていた。

日鉄商事グループの独資で設立するが、華東地区では日鉄商事系のCC、蘇州日鉄金属製品有限公司（本社・江蘇省蘇州市）とメタルワン系の上海嘉日とが経営統合するなど両社で連携を進めており、ブランキング加工事業でも自動車分野に強いメタルワンと連携し営業展開することで合意している。（3月24日、鉄鋼新聞）

メタルワン特殊鋼、白鷺特殊鋼と業務提携

メタルワン特殊鋼と白鷺特殊鋼は特殊鋼棒鋼の店売り分野について業務提携をしたと発表した。両社は重複する在庫の見直しや加工設備の相互活用による稼働率の向上、共同配送を進め、効率化によるコストの低減や機能強化を図る。仕入れや販売、特殊鋼棒鋼店売り以外の分野・品種については、従来どおり両社が独自に行う。株式の持ち合いや人的交流などは行わない。シナジーとして当面は両社合わせて月間500～1千tの販売増を目指す。

メタルワン特殊鋼は、従来の加工・在庫機能に、メタルワンの特殊鋼部門の商社機能を付加し08年4月に新たにスタート。親会社のメタルワンと連携しアジアを主体とした貿易取引も行っている。白鷺は本社をはじ

め大阪から九州まで瀬戸内沿いに7カ所の拠点を持つ大手流通で、特に大阪以西の西日本の店売り分野での存在感は大きい。（4月16日、鉄鋼新聞）

神鋼、自動車用ハイテン対応新溶接法を開発

神戸製鋼所・溶接事業部門は、銅ワイヤによる純アルゴンガス溶接プロセス「MX-MIGプロセス」を開発した。溶接材料は、専用のフラックス入りワイヤ（FCW）「TRUSTARC MX-MIG」を使用、純アルゴンシールドガス、パルス溶接機で同プロセスは構成される。今後自動車用途など高張力鋼板に適する溶接法として提案していく方針。

MX-MIGプロセスでは、ビード形状が従来法に比べ大きく改善、溶接止端部の馴染み性が優れるとし、応力集中係数の低減をもたらす。専用のFCW「TRUSTARC MX-MIG」はクロム・ニッケルフリーながら焼入り性が高くマルテンサイト組織の低温膨張変態機能を有する。これにより止端部付近の圧縮残留応力を高めるとする。応力集中緩和と圧縮残留応力の向上で耐割れ性を損なうことなく、継手の疲労強度を向上させる。（4月8日、鉄鋼新聞）

JFES、超小型電気自動車用台車フレーム開発

JFEスチールは、慶応義塾大学が設計した超小型電気自動車（EV）の台車フレームを同大と共同開発・製作したと発表した。JFEは最適な鋼種や板厚、工法を割出す作業などを担当。軽量で剛性の高いフレーム製作に成功した。

JFEは今回の成果を将来的に需要拡大が見込めるEV用鋼材の研究開発に生かす。

慶応大学電気自動車研究室の清水

浩教授らと共同開発した。開発した台車フレームは、1,470MPa（メガパスカル）級など4種類の冷延ハイテンをレーザ溶接したテーラードブランク（TWB）材を使用。これを断面が四角形の閉断面構造に折り曲げ加工した。

フレーム重量は約18kg。ハイテンで軽量化し、閉断面構造への加工で剛性を確保した。慶応大が以前に開発した試作車のフレームと比べて重量を16%減らす一方、剛性は7倍に高めることに成功した。

（3月19日、鉄鋼新聞）

住金、車用鍛造クランクシャフト海外拠点13年にフル生産へ

住友金属工業は、米中印の世界3極における自動車用鍛造クランクシャフト事業で13年にフル生産化を見込んでいる。将来の需要増に備えて鍛造プレスラインをフル装備していることもあり、10年の操業度は能力比6～7割にとどまるが、北米の自動車生産回復とビッグスリーにおける鍛鋼化の進展、中印の自動車生産拡大と現地調達化を追い風に、10年以降は世界3極で拡販強化による増産基調を見込む。印合弁は3月内に設立・スタートする予定で、フル稼働に近づいた段階でライン増設が検討課題になりそうだ。

北米では日系、アジア系自動車の生産増に加えて、高性能小型エンジンの開発・搭載を背景に、ビッグスリーの中で鋳物製クランクシャフトの鍛鋼化が進み、ビッグスリー全体で09年に2～3割だった鍛鋼比率が13年までに6～7割に高まる見通し。（3月8日、鉄鋼新聞）

大同、真空浸炭炉を本格販売CO₂半減、高生産性実証

大同特殊鋼は、04年に基本技術を独社から導入し、商品化を果たした

業界のうごき

真空浸炭炉「モジュール・サーモ」の本格販売を開始する。約1年をかけ、自動車メーカーに初受注した同炉の操業実績を検証し、CO₂排出量の半減と3倍の生産性向上（いずれもガス浸炭炉との比較）を実証した。この実績をベースに国内外の自動車部品メーカーなどへ新技術をPRし、年間10基程度（40億円程度）の受注を目指す。

処理設備は大半が变成炉から送られてきたガスを燃焼させるガス浸炭炉で、国内で約1,900基（連続炉及びバッチ炉の合計）が稼働している。

同社では04年に独ADL社と技術提携し、市場ニーズに合うように設備をブラッシュアップ。さらに浸炭条件によりどのような処理ができるかをパソコン上で事前確認できるシステムを開発。これまで自動車メーカーなど3社に納入している。

（4月2日、鉄鋼新聞）

日金工、鋼管生産性が向上 工程管理システム改善

日本金属工業は鋼管子会社である日金工鋼管の工程管理システムが4月から本各稼働すると発表した。昨年末から取り組んできたシステム改善により工程管理の進ちょく管理が容易になり、作業負荷軽減によるコストダウンを図ることができる。今後は品質管理システムの改善、出荷管理システムの改善も計画しており、工程業務管理、出荷業務、品質管理業務の一層の向上を目指す。

工程管理システムの改善は4月に稼働する。リアルタイムで実績を収集し、事務作業を効率化する。具体的には、QRコードを印字した製造情報無線ハンディターミナルで読み込むことで入力作業を削減する。在庫および納期の管理業務が向上し、入力作業の負荷軽減（省人化）によるコストダウンに寄与する。

品質管理システムは8月に稼働。入力作業を低減させ、一部のデータは工程管理とリンクさせる。

（3月26日、産業新聞）

日新・周南、圧延上方弾力性を確保 能力10%以上増強

日新製鋼は、周南製鋼所の冷間圧延設備の生産性向上計画を進めている。約60億円を投じてタンデム式センジミアミルの溶接工程のレーザー化、ミルモータのAC化増強などを行い、圧延生産能力を従来比で10%以上向上させる。

4月からスタートした全社の新中期経営計画（2010～11年度）にリンクした周南製鋼所独自の事業計画「周南アクションプラン（SAP）」の一環で、圧延工程の生産性向上により、上方弾力性を確保する。

改良するタンデム式センジミアミル（No.3ZM）は20段連続式の独自の設備。今年2月に溶接工程にレーザーウェルダーを新たに設置したほか、ミルモータ4機の内2機を従来の直流式から交流式に変更。8月をめどに残りのミルモータ2機を入れ替え、レーザーウェルダーの試運転を行った後、本格稼働を開始する。

（4月6日、産業新聞）

精線、SUS鋼線生産90%に回復 ピーク比予想上回る回復

日本精線のステンレス鋼線の生産量が08年ピーク比で90%に回復した。自動車や弱電関連など需要先の生産規模の回復を受け、国内工場の生産は昨秋から同80%程度に回復。同社では生産体制の立て直しを急いでいるが、年明け以降は一部品目で供給がタイトな状況となっている。

需要の急速な減退で、09年1～3月は能力比で50%を大幅に割り込む減産を実施したが、4～6月には同

50%程度、9月以降は同80%程度に回復した。

ステンレス鋼線の需要は一段と回復傾向を強めており主な需要先のうち住宅関連については依然低迷しているが、自動車や携帯電話、太陽光発電関連などについては予想を上回る受注が続いている。このため同社の生産状況も需要先の品種によって若干のばらつきがあるものの、国内工場の生産体制は通常時の90%程度にまでに回復。（3月11日、産業新聞）

冶金、SUS床用鋼板、世界拡販 あらゆる用途に採用を

日本冶金工業は、特許を持つステンレス床用鋼板「ナスポールプレート」の世界拡販に乗り出す。兄弟製品の「ナスチェッカープレート」と合わせ、現行販売数量の1.5倍以上に伸ばしたい考え。英文カタログ、ウェブサイト充実させ海外での認知度を高めていく。実績のある食品工場や薬品工場向けだけでなく、ビル階段、車両用のステップなどあらゆる用途への採用を目指す。

ポールプレートは99年10月に特許権を取得した。同社の製造拠点であるYAKIN川崎で熱間圧延技術を用いて模様をつける。従来の縞鋼板製品に比べ、丸く適度な突起があり、耐食性、安全性、意匠性、清掃性、排水性に優れる。ステンレス特有の引っ張り強さもあり、強度が高い。バクテリアの繁殖が少ないことなども特長で、環境性が高い。最近では大手建設会社を中心に採用実績が増えている。（3月11日、産業新聞）

おことわり：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な業界紙の記事を抜粋して収録したものです。

特殊鋼統計資料

特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別生産の推移

鋼種別

(単位：t)

年月	工具鋼	構造用鋼			特殊用途鋼								合計
		機械構造用炭素鋼	構造合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高抗張力	その他	計		
'08 暦年	278,962	5,152,106	4,192,382	9,344,488	509,061	1,047,806	3,209,876	919,300	5,580,765	891,875	12,158,683	21,782,133	
'09 暦年	118,838	r2,843,319	r2,361,756	r5,205,075	290,195	546,103	r2,346,002	r526,073	3,630,014	607,092	r7,945,479	r13,269,392	
'07 年度	284,120	5,198,139	4,187,223	9,385,362	520,413	968,273	3,389,620	972,770	5,362,422	869,309	12,082,807	21,752,289	
'08 年度	229,637	4,231,269	3,570,745	7,802,014	409,750	869,298	2,724,499	748,715	4,821,881	780,684	10,354,827	18,386,478	
'09. 1-3月	24,346	442,438	467,234	909,672	39,249	86,245	371,723	76,373	732,922	126,561	1,433,073	2,367,091	
4-6月	17,262	544,697	r474,329	r1,019,026	58,453	97,382	r486,835	109,624	718,177	125,973	r1,596,444	2,632,732	
7-9月	30,208	r820,895	r614,653	r1,435,548	89,766	160,568	734,385	r137,452	945,678	172,190	r2,240,039	r3,705,795	
10-12月	47,022	1,035,289	805,540	1,840,829	102,727	201,908	753,059	202,624	1,233,237	182,368	2,675,923	4,563,774	
'09年 1月	10,656	192,686	181,807	374,493	19,248	42,365	131,377	31,485	298,046	51,893	574,414	959,563	
2月	7,468	131,754	138,152	269,906	10,159	25,631	116,542	22,054	207,311	38,247	419,944	697,318	
3月	6,222	117,998	147,275	265,273	9,842	18,249	123,804	22,834	227,565	36,421	438,715	710,210	
4月	5,565	130,151	146,488	276,639	14,896	18,487	139,498	25,728	226,904	43,486	468,999	751,203	
5月	5,574	185,103	158,761	343,864	21,482	32,025	158,516	36,565	229,310	35,911	513,809	863,247	
6月	6,123	229,443	r169,080	r398,523	22,075	46,870	r188,821	47,331	261,963	46,576	r613,636	1,018,282	
7月	9,468	265,639	202,947	468,586	24,923	50,857	232,971	39,713	272,467	54,456	675,387	1,153,441	
8月	10,027	r259,688	r184,159	r443,847	31,585	50,299	250,784	r40,430	344,272	60,185	r777,555	r1,231,429	
9月	10,713	295,568	227,547	523,115	33,258	59,412	250,630	57,309	328,939	57,549	787,097	1,320,925	
10月	15,518	325,289	248,395	573,684	35,911	63,527	267,731	60,263	372,066	57,317	856,815	1,446,017	
11月	16,174	351,324	269,441	620,765	31,688	69,416	231,574	74,411	425,103	61,933	894,125	1,531,064	
12月	15,330	358,676	287,704	646,380	35,128	68,965	253,754	67,950	436,068	63,118	924,983	1,586,693	
'10年 1月	20,147	356,315	281,198	637,513	34,119	71,160	229,579	66,490	434,283	65,018	900,649	1,558,309	
2月	18,679	349,968	266,255	616,223	35,533	73,386	243,236	66,168	389,169	59,553	867,045	1,501,947	
前月比	92.7	98.2	94.7	96.7	104.1	103.1	105.9	99.5	89.6	91.6	96.3	96.4	
前年同月比	250.1	265.6	192.7	228.3	349.8	286.3	208.7	300.0	187.7	155.7	206.5	215.4	

※平成19年1月(2007年1月)の調査区分改正によるステンレス鋼及びその他の計上区分変更に伴い、経済産業省調査統計部調べ以前の値と比較することはできない。

形状別

(単位：t)

年月	形鋼	棒鋼	管材	線材	鋼板	鋼帯	合計
'08 暦年	397,569	6,883,261	1,685,010	4,446,064	2,303,024	6,067,205	21,782,133
'09 暦年	178,848	r3,448,161	1,077,489	r2,916,079	1,475,712	4,173,103	r13,269,392
'07 年度	393,934	6,904,242	1,626,872	4,463,129	2,220,519	6,143,593	21,752,289
'08 年度	316,004	5,631,520	1,588,152	3,692,415	2,174,173	4,984,214	18,386,478
'09. 1-3月	21,312	553,771	320,387	435,456	453,005	583,160	2,367,091
4-6月	30,612	686,396	224,216	575,452	290,698	825,358	2,632,732
7-9月	52,962	r958,467	228,063	r870,258	323,113	1,272,932	r3,705,795
10-12月	73,962	1,249,527	304,823	1,034,913	408,896	1,491,653	4,563,774
'09年 1月	8,185	230,872	114,326	194,612	181,990	229,578	959,563
2月	6,754	164,327	101,286	125,890	136,318	162,743	697,318
3月	6,373	158,572	104,775	114,954	134,697	190,839	710,210
4月	15,774	163,150	97,641	143,322	120,634	210,682	751,203
5月	6,917	231,863	72,853	193,131	95,455	263,028	863,247
6月	7,921	291,383	53,722	238,999	74,609	351,648	1,018,282
7月	19,444	313,189	75,792	275,653	89,759	379,604	1,153,441
8月	10,920	r276,052	71,410	r293,265	121,994	457,788	r1,231,429
9月	22,598	369,226	80,861	301,340	111,360	435,540	1,320,925
10月	32,260	391,004	104,804	316,265	117,270	484,414	1,446,017
11月	17,657	426,926	90,220	360,911	126,773	508,577	1,531,064
12月	24,045	431,597	109,799	357,737	164,853	498,662	1,586,693
'10年 1月	23,090	433,952	108,986	344,229	160,009	488,043	1,558,309
2月	22,459	439,181	89,231	341,223	118,886	490,967	1,501,947
前月比	97.3	101.2	81.9	99.1	74.3	100.6	96.4
前年同月比	332.5	267.3	88.1	271.0	87.2	301.7	215.4

経済産業省調査統計部調べ

特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別販売(商社+問屋)の推移

(単位：t)

年 月	工具鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼							計	合 計
		機械構造用炭素鋼	構 造 用 合 金 鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高力抗張鋼	その他			
'08 暦年	301,143	4,784,138	7,539,250	12,323,388	249,969	387,676	1,996,132	255,561	70,477	20,039	2,979,854	15,604,385	
'09 暦年	261,505	2,696,629	4,408,121	7,104,750	176,029	297,915	1,783,755	164,114	30,960	15,502	2,468,275	9,834,530	
'07 年度	327,547	4,408,766	6,522,433	10,931,199	233,623	359,758	2,355,364	266,340	69,005	20,256	3,304,346	14,563,092	
'08 年度	267,145	4,194,948	7,311,248	11,506,196	224,166	363,475	1,793,103	216,964	60,324	18,002	2,676,034	14,449,375	
'09年 6月	17,599	197,938	262,081	460,019	15,131	25,240	128,322	12,427	2,348	1,203	184,671	662,289	
7月	24,064	222,867	304,258	527,125	17,701	26,813	190,358	14,719	2,199	1,793	253,583	804,772	
8月	24,181	221,382	348,969	570,351	17,367	21,502	166,903	11,748	2,035	1,616	221,171	815,703	
9月	27,922	264,250	271,518	535,768	18,020	26,714	182,208	15,420	2,406	1,583	246,351	810,041	
10月	29,858	287,484	298,626	586,110	21,609	31,179	157,732	19,242	2,560	1,484	233,806	849,774	
11月	30,178	293,688	352,891	646,579	21,411	32,087	161,129	18,581	2,587	1,245	237,040	913,797	
12月	32,741	294,802	273,768	568,570	23,626	33,262	165,797	16,390	2,830	1,278	243,183	844,494	
'10年 1月	33,186	302,066	355,675	657,741	23,393	29,164	166,126	18,429	2,201	1,533	240,846	931,773	
2月	35,519	275,781	275,829	551,610	19,124	31,692	149,199	17,773	2,815	4,467	225,070	812,199	
前月比	107.0	91.3	77.6	83.9	81.8	108.7	89.8	96.4	127.9	291.4	93.4	87.2	
前年同月比	256.0	164.4	50.7	77.5	212.1	214.5	168.1	171.6	86.0	480.8	177.1	95.3	

経済産業省調査統計部調べ

特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別在庫の推移

メーカー在庫

(単位：t)

年 月	工具鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼							計	合 計
		機械構造用炭素鋼	構 造 用 合 金 鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高力抗張鋼	その他			
'08 暦年	8,093	158,724	97,363	256,087	20,118	33,335	117,440	34,460	143,757	35,022	384,132	648,312	
'09 暦年	4,601	153,500	91,618	245,118	25,398	31,876	108,939	32,693	131,497	26,428	356,831	606,550	
'07 年度	7,597	135,358	81,623	216,981	23,037	28,377	150,577	34,013	163,443	28,440	427,887	652,465	
'08 年度	6,194	115,083	66,501	181,584	15,277	24,709	97,968	25,398	112,391	26,736	302,479	490,257	
'09年 6月	4,827	127,431	64,867	192,298	15,972	22,774	101,155	32,317	110,833	22,767	305,818	502,943	
7月	4,940	132,267	72,738	205,005	16,063	23,978	94,154	32,266	106,092	21,509	294,062	504,007	
8月	4,871	138,524	73,891	212,415	24,436	25,494	104,683	31,657	149,592	29,557	365,419	582,705	
9月	5,121	127,772	74,022	201,794	24,143	26,777	99,413	30,858	119,106	28,647	328,944	535,859	
10月	5,170	125,382	73,989	199,371	26,109	27,154	115,302	28,032	118,895	31,935	347,427	551,968	
11月	4,204	145,974	85,194	231,168	21,800	32,092	96,428	35,428	130,477	28,046	344,271	579,643	
12月	4,601	153,500	91,618	245,118	25,398	31,876	108,939	32,693	131,497	26,428	356,831	606,550	
'10年 1月	6,095	157,404	89,406	246,810	26,102	32,982	95,749	35,998	140,631	33,016	364,478	617,383	
2月	5,504	166,647	93,583	260,230	26,446	33,873	110,024	32,952	158,537	29,624	391,456	657,190	
前月比	90.3	105.9	104.7	105.4	101.3	102.7	114.9	91.5	112.7	89.7	107.4	106.4	
前年同月比	76.5	118.1	112.3	115.9	154.9	114.9	114.0	123.1	147.9	82.3	125.0	120.7	

経済産業省調査統計部調べ

流通在庫

年 月	工具鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼							計	合 計
		機械構造用炭素鋼	構 造 用 合 金 鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高力抗張鋼	その他			
'08 暦年	56,844	205,637	128,710	334,347	14,722	35,480	156,850	24,409	9,735	3,107	244,303	635,494	
'09 暦年	46,236	159,628	123,412	283,040	13,221	47,639	128,676	22,719	6,619	2,075	220,949	550,225	
'07 年度	46,713	168,377	100,739	269,116	8,207	26,966	156,277	20,133	7,705	2,439	221,727	537,556	
'08 年度	54,951	214,370	128,586	342,956	13,027	39,411	149,570	23,308	10,923	3,054	239,293	637,200	
'09年 6月	57,658	194,738	133,024	327,762	12,712	50,677	132,536	23,977	9,318	2,889	232,109	617,529	
7月	52,811	185,971	130,332	316,303	11,431	51,288	127,442	21,334	8,398	2,816	222,709	591,823	
8月	50,960	185,053	127,939	312,992	12,295	51,404	127,501	19,810	7,935	2,223	221,168	585,120	
9月	49,926	175,024	121,421	296,445	12,091	52,181	127,244	21,945	7,635	2,195	223,291	569,662	
10月	48,450	168,289	118,602	286,891	12,916	50,015	125,217	22,197	7,152	2,123	219,620	554,961	
11月	46,645	158,911	119,888	278,799	12,827	47,946	126,018	22,041	6,812	1,998	217,642	543,086	
12月	46,236	159,628	123,412	283,040	13,221	47,639	128,676	22,719	6,619	2,075	220,949	550,225	
'10年 1月	45,539	170,407	119,554	289,961	13,447	44,265	132,101	24,150	6,383	1,830	222,176	557,676	
2月	44,586	166,621	117,819	284,440	12,967	47,438	129,422	20,040	6,219	1,734	217,820	546,846	
前月比	97.9	97.8	98.5	98.1	96.4	107.2	98.0	83.0	97.4	94.8	98.0	98.1	
前年同月比	79.4	77.4	89.9	82.1	93.7	117.6	84.4	85.2	58.5	52.8	88.9	84.5	

※平成19年1月(2007年1月)の調査区分改正によるステンレス鋼及びその他の計上区分変更に伴い、以前の値と比較することはできない。

経済産業省調査統計部調べ

特殊鋼熱間圧延鋼材の輸出入推移

輸出

(単位：t)

年 月	工具鋼	構造用鋼			特殊用途鋼				その他の鋼			特殊鋼 鋼材合計
		機械構造 用炭素鋼	構造用 合金鋼	計	ばね鋼	ステンレス鋼	ピアノ 線 材	計	高炭素鋼	その他 合金鋼	計	
'08 暦年	32,843	379,948	390,630	770,578	165,106	1,343,517	151,537	1,660,160	15,521	3,429,596	3,445,117	5,908,698
'09 暦年	r13,363	275,179	267,637	542,816	102,049	r1,048,255	111,808	r1,262,112	r11,528	r2,994,593	r3,006,121	r4,824,411
'07 年度	29,193	396,994	385,052	782,046	157,513	1,302,721	145,326	1,605,560	15,357	3,504,345	3,519,702	5,936,502
'08 年度	28,901	304,491	342,106	646,597	139,784	r1,171,599	121,168	r1,432,550	15,941	r3,138,723	r3,154,664	r5,262,713
'09年 6月	693	15,864	17,386	33,250	7,586	r86,945	6,418	r100,949	1,068	263,399	264,467	r399,360
7月	805	32,614	19,455	52,069	7,579	r110,376	10,164	r128,118	962	228,957	r229,920	r410,911
8月	912	32,457	25,777	58,233	8,708	115,252	13,212	137,173	r745	r264,692	r265,437	r461,755
9月	992	26,140	25,870	52,009	12,056	r104,333	10,531	r126,920	r1,156	284,490	r285,646	r465,567
10月	r1,359	37,417	28,575	65,992	r12,409	r107,139	5,544	r125,092	842	304,938	305,780	r498,223
11月	1,210	28,354	30,483	58,837	12,083	95,494	12,147	119,724	620	312,989	313,609	493,380
12月	1,449	46,747	44,573	91,320	16,642	100,502	20,700	137,844	1,226	395,587	396,813	627,425
'10年 1月	1,476	30,808	38,348	69,156	11,364	85,645	15,451	112,461	1,041	369,377	370,418	553,511
2月	1,944	43,348	34,109	77,457	14,758	89,586	16,180	120,524	1,083	375,318	376,402	576,327
前月比	131.7	140.7	88.9	112.0	129.9	104.6	104.7	107.2	104.0	101.6	101.6	104.1
前年同月比	165.4	418.4	180.1	264.3	267.5	163.0	458.2	188.3	92.2	214.6	213.8	213.0

財務省通関統計

輸入

年 月	工具鋼	ばね鋼	ステンレス鋼						快削鋼	その他の鋼			合 計
			形鋼	棒鋼	線材	鋼板類	鋼管	計		高炭素鋼	合金鋼	計	
'08 暦年	4,473	1,090	257	6,633	10,173	112,107	6,170	135,341	10	7,874	55,741	63,614	204,527
'09 暦年	2,723	735	476	8,883	8,920	98,080	5,442	121,801	5	8,438	47,544	55,982	181,246
'07 年度	3,978	1,107	532	5,489	9,694	151,995	6,473	174,183	19	21,849	38,052	59,900	239,187
'08 年度	4,085	997	337	6,429	10,403	104,680	6,463	128,312	12	6,784	61,678	68,462	201,869
'09年 6月	325	43	24	1,032	667	6,909	443	9,075	-	140	2,007	2,147	11,589
7月	214	34	23	902	877	8,411	529	10,742	-	59	3,568	3,626	14,616
8月	108	21	76	936	661	9,877	291	11,842	-	824	3,512	4,336	16,307
9月	132	118	16	914	787	11,155	444	13,316	-	273	5,462	5,735	19,301
10月	171	60	15	620	1,057	12,156	417	14,264	2	247	3,825	4,072	18,570
11月	283	105	34	978	584	9,148	427	11,171	-	5,070	2,880	7,949	19,508
12月	257	74	60	597	881	8,235	536	10,308	-	743	1,986	2,730	13,368
'10年 1月	305	63	68	813	1,118	10,653	778	13,430	-	207	5,882	6,090	19,887
2月	142	72	142	507	722	8,082	486	9,939	1	117	2,683	2,799	12,952
前月比	46.4	113.2	209.3	62.3	64.6	75.9	62.4	74.0	-	56.4	45.6	46.0	65.1
前年同月比	80.0	76.2	282.6	169.8	118.4	161.5	153.4	158.3	10,940.0	54.6	52.1	52.2	108.7

財務省通関統計

関連産業指標推移

(単位：台)

(単位：億円)

年 月	四輪自動車生産		四輪完成車輸出		新車登録		建設機械生産		産業車輛生産		機 械 受注額	産業機械 受注額	工作機械 受注額
	うち トラック		うち トラック		うち トラック		ブル ドーザ	パワー ショベル	フォーク リフト	ショベル トラック			
'08 暦年	11,575,644	1,508,399	6,727,091	658,218	5,082,235	839,259	9,249	149,228	174,025	17,501	116,022	65,866	13,011
'09 暦年	7,934,516	985,100	3,616,168	315,507	r4,609,256	672,943	2,135	44,395	71,557	6,843	84,762	41,508	4,118
'07 年度	11,790,059	1,559,205	6,769,851	641,168	5,319,620	913,961	9,515	181,945	177,864	18,965	123,640	66,918	15,939
'08 年度	10,005,771	1,329,877	5,602,813	557,515	4,700,779	776,925	7,300	115,902	145,424	14,381	106,168	56,201	9,690
'09年 6月	683,958	79,425	321,222	22,939	382,284	62,085	133	2,930	5,820	543	7,328	3,769	350
7月	742,284	90,912	339,648	27,078	430,958	57,632	141	3,298	6,280	431	6,647	3,405	343
8月	571,787	71,698	275,186	24,171	308,551	44,202	92	3,192	5,241	440	6,681	2,807	318
9月	830,140	98,719	396,163	37,673	477,819	62,739	130	4,558	7,529	679	7,380	4,512	431
10月	820,910	97,697	376,281	34,597	396,047	55,610	206	4,858	6,917	950	7,045	3,060	469
11月	859,677	98,646	394,628	33,884	436,534	66,928	220	4,909	6,952	874	6,253	3,032	474
12月	788,067	93,200	400,827	36,311	r372,609	50,328	176	5,422	6,623	701	7,512	3,371	602
'10年 1月	753,773	89,722	340,421	31,205	366,668	45,956	230	5,457	6,539	672	7,238	4,792	551
2月	841,796	100,014	381,407	35,885	458,228	61,121	279	6,370	7,855	683	6,846	3,157	648
前月比	111.7	111.5	112.0	115.0	125.0	133.0	121.3	116.7	120.1	101.6	94.6	65.9	117.6
前年同月比	174.9	139.5	179.8	185.6	120.4	111.6	120.3	190.4	138.8	152.1	92.9	98.4	317.4

出所：日本自動車工業会、経済産業省、総務省、産業機械工業会、工作機械工業会

特殊鋼流通統計総括表

2010年 2月分

鋼種別	月別 項目	実数 (t)	前月比 (%)	前年同 月比(%)	1995年基準 指数(%)	1987~2010年随時				
						年月	ピーク時	年月	ボトム時	
工 具 鋼	生産高	18,679	92.7	250.1	84.0	91.3	29,286	09.4	5,565	
	輸出船積実績	1,944	131.7	165.4	54.3	87.3	10,368	09.6	693	
	販売業者	受入高計	34,566	106.4	344.5	168.0	10.02	34,566	09.2	10,035
		販売高計	35,519	107.0	256.0	174.3	10.02	35,519	09.2	13,875
		消費者向	17,395	106.9	270.2	185.3	10.02	17,395	09.2	6,438
		在庫高計	44,586	97.9	79.4	123.7	09.6	57,658	87.10	31,813
生産者工場在庫高	5,504	90.3	76.5	49.1	91.10	17,876	09.12	4,601		
総在庫高	50,090	97.0	79.1	106.0	08.12	64,937	88.1	41,105		
構 造 用 鋼	生産高	616,223	96.7	228.3	113.5	08.10	827,404	09.2	269,906	
	輸出船積実績	77,457	112.0	264.3	457.6	09.12	91,320	92.1	10,222	
	販売業者	受入高計	546,089	82.2	76.5	165.3	08.10	1,157,330	98.8	257,445
		販売高計	551,610	83.9	77.5	168.2	08.10	1,134,981	99.8	253,971
		消費者向	310,993	75.9	84.9	145.5	08.10	670,656	98.8	166,732
		在庫高計	284,440	98.1	82.1	118.4	09.2	346,348	87.10	169,822
生産者工場在庫高	260,230	105.4	115.9	86.9	97.11	320,394	09.4	176,539		
総在庫高	544,670	101.5	95.4	100.9	08.12	590,665	87.12	427,189		
ね 鋼	生産高	35,533	104.1	349.8	83.5	89.3	60,673	09.2	10,159	
	輸出船積実績	14,758	129.9	267.5	116.6	06.5	27,829	09.4	3,629	
	販売業者	受入高計	18,644	78.9	243.0	124.9	08.4	26,487	09.4	6,202
		販売高計	19,124	81.8	212.1	128.4	08.4	25,355	09.4	6,339
		消費者向	4,188	112.8	163.1	33.7	90.10	23,876	09.4	2,550
		在庫高計	12,967	96.4	93.7	408.0	08.12	14,722	03.9	1,534
生産者工場在庫高	26,446	101.3	154.9	82.3	95.12	41,374	09.4	15,541		
総在庫高	39,413	99.7	127.5	111.6	96.3	45,219	02.9	23,836		
ス テ ン レ ス 鋼	生産高	243,236	105.9	208.7	90.0	07.3	330,543	09.2	116,542	
	輸出船積実績	89,586	104.6	163.0	88.1	05.3	152,476	90.1	27,286	
	販売業者	受入高計	146,520	86.4	164.7	97.6	06.5	587,740	09.2	88,978
		販売高計	149,199	89.8	168.1	99.9	06.5	587,941	09.2	88,740
		消費者向	54,176	103.2	152.6	95.1	06.1	292,191	87.1	34,263
		在庫高計	129,422	98.0	84.4	117.0	01.10	169,096	87.3	51,419
生産者工場在庫高	110,024	114.9	114.0	74.7	02.4	188,988	09.6	94,564		
総在庫高	239,446	105.1	95.8	92.9	01.10	352,013	88.4	191,203		
快 削 鋼	生産高	66,168	99.5	300.0	74.7	88.3	116,819	09.2	22,054	
	販売業者	受入高計	13,663	68.8	162.0	81.2	06.9	25,874	04.9	7,949
		販売高計	17,773	96.4	171.6	107.4	08.4	26,351	09.2	10,358
		消費者向	16,852	93.6	166.5	118.5	08.4	23,235	04.9	9,649
		在庫高計	20,040	83.0	85.2	87.5	07.8	27,861	87.1	9,364
	生産者工場在庫高	32,952	91.5	123.1	146.6	87.1	43,166	01.12	17,975	
総在庫高	52,992	88.1	105.4	116.8	06.5	69,020	02.3	31,448		
高 抗 張 力 鋼	生産高	389,169	89.6	187.7	166.2	07.3	513,596	87.2	151,890	
	販売業者	受入高計	2,651	134.9	80.5	21.4	90.2	18,841	09.8	1,572
		販売高計	2,815	127.9	86.0	22.8	90.10	18,863	09.8	2,035
		消費者向	1,898	122.5	71.9	35.3	90.10	9,573	09.8	1,711
		在庫高計	6,219	97.4	58.5	46.9	99.12	20,289	02.12	5,895
	生産者工場在庫高	158,537	112.7	147.9	94.6	87.6	204,893	99.11	99,475	
総在庫高	164,756	112.1	139.8	91.1	01.5	217,711	06.3	110,555		
そ の 他	生産高	132,939	97.6	208.1	56.8	-	-	-	-	
	販売業者	受入高計	39,236	144.9	216.9	316.8	-	-	-	-
		販売高計	36,159	117.8	230.3	292.9	-	-	-	-
		消費者向	28,332	99.1	224.2	526.3	-	-	-	-
		在庫高計	49,172	106.7	112.7	371.1	-	-	-	-
	生産者工場在庫高	63,497	96.2	97.0	37.9	-	-	-	-	
総在庫高	112,669	100.5	103.3	62.3	-	-	-	-		
特 殊 鋼 鋼 材 合 計	熱延鋼材生産高合計	1,501,947	96.4	215.4	111.5	07.3	1,942,468	09.2	697,318	
	鋼材輸出船積実績計	576,327	104.1	213.0	171.7	09.12	627,425	87.1	153,788	
	販売業者	受入高計	801,369	85.3	94.3	139.9	06.5	1,516,366	87.1	435,213
		販売高計	812,199	87.2	95.3	142.8	08.6	1,512,463	87.5	442,211
		消費者向	433,834	81.8	99.5	128.9	08.6	926,258	98.8	267,392
		在庫高計	546,846	98.1	84.5	123.6	09.2	647,470	87.10	290,674
生産者工場在庫高	657,190	106.4	120.7	86.2	98.1	839,861	97.3	425,932		
総在庫高	1,204,036	102.5	101.0	99.9	01.5	1,355,516	97.1	873,633		

出所: 経済産業省 大臣官房調査統計部

- 注 1. 総在庫高とは販売業者在庫高に生産者工場在庫高を加算したもの。生産者工場在庫高は熱延鋼材のみで、冷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めない。
 2. 1987~2010年のピーク時とボトム時とは、最近の景気循環期間中の景気変動の大きさの指標を示す。
 3. 「その他」のピーク時、ボトム時は掲載せず
 4. 平成19年1月(2007年1月)の調査区分改正によるステンレス鋼及びその他の計上区分変更に伴い、以前の値と比較することはできない。

倶楽部だより

(平成22年2月21日～4月20日)

理事会 (3月30日)

- ①平成21年度事業報告(案)・決算報告(案)
- ②平成22年度事業計画(案)・収支予算(案)
- ③平成22年度入会金及び会費・賦課金徴収方法(案)
- ④平成22年度貿易一般保険包括保険特約の締結
- ⑤各種委員会委員長及び委員の変更
- ⑥平成22年4月～5月の会議開催日程
- ⑦報告事項

運営委員会

- ・本委員会(3月26日)
 - ①平成21年度事業報告(案)・決算報告(案)
 - ②平成22年度事業計画(案)・収支予算(案)
 - ③平成22年度入会金及び会費・賦課金徴収方法(案)
- ・総務分科会・財務分科会(3月23日)
 - ①平成21年度事業報告(案)・決算報告(案)
 - ②平成22年度事業計画(案)・収支予算(案)
 - ③平成22年度入会金及び会費・賦課金徴収方法(案)

海外委員会

- ・専門部会(3月1日)
 - ①平成21年度事業報告(案)・決算報告(案)
 - ②平成22年度事業計画(案)・収支予算(案)
 - ③平成22年度賦課金徴収方法(案)
- ・商社分科会(3月10日)

平成22年度貿易一般保険包括保険特約の締結(案)
- ・本委員会(3月16日)
 - ①平成21年度事業報告(案)・決算報告(案)
 - ②平成22年度事業計画(案)・収支予算(案)
 - ③平成22年度賦課金徴収方法(案)
 - ④平成22年度貿易一般保険包括保険特約の締結(案)
- ・日韓鉄鋼対話事前打合せ(4月1日)

市場開拓調査委員会

- ・「アジアにおける日系自動車メーカーの現地生産状況と特殊鋼需給」講演会(3月3日、海外委員会と共催)

講師：(株)日鉄技術情報センター 参与 渡辺泰雄氏

参加者：150名

- ・第3回調査WG(3月8日)

「クリーンエネルギー車の動向」調査の最終報告書(案)の検討

編集委員会

- ・小委員会(3月17日)

7月号特集「最近の塑性加工」(仮題)の編集内容の検討
- ・本委員会(4月6日)

7月号特集「最近の塑性加工」(仮題)の編集方針・内容の確認

人材確保育成委員会

- 「平成21年度ビジネスマン能力向上研修講座」(2月23日、24日)

テーマ：「アサーティブコミュニケーション」
講師：(株)日鉄技術情報センター インストラクター 尾崎妙子氏

参加者：34名

流通海外展開委員会

- ・第14回委員会(3月5日)

「中国の特殊鋼流通実態調査」の検討

流通委員会

- ・説明会(3月29日)

「平成22年度第1・四半期の特殊鋼需要見通し」
講師：経済産業省製造産業局鉄鋼課課長補佐 桑原靖雄氏

参加者：56名

定例講演会(4月13日)

- 「平成22年度の自動車工業の見通し」
講師：(社)日本自動車工業会 大上広報室長 兼 参事
- 参加者：70名

【名古屋支部】

- 委員会
 - ・運営委員会(4月14日)
- 3団体共催技術講演会(2月26日)

「JFEスチールのステンレス薄鋼板」

講師：JFEスチール(株)東日本製鉄所 商品技術部ステンレス室 主任部員 石井和秀氏

参加者：94名

2 団体共催新入社員研修（4月5日）

①大同特殊鋼(株)知多工場見学

②講義

「特殊鋼の基礎知識」

講師：大同特殊鋼(株) 加藤万規男氏

「社会人としての基礎マナー」

講師：JALアカデミー(株) 近藤ゆり子氏

【大阪支部】

2 団体共催工場見学会（3月11日）

見学先：(株)山崎機械製作所、三菱自動車工業 (株)滋賀工場

参加者：50名

説明会（4月12日）

「平成22年度第1・四半期の特殊鋼需要見通し」

講師：経済産業省製造産業局鉄鋼課 高橋係長

参加者：68名

お知らせ

平成22年経済産業省企業活動基本調査にご協力ください

経済産業省 経済産業政策局 調査統計部

経済産業省では、我が国企業における経済活動の実態を明らかにし、経済産業政策等各種行政施策の基礎資料を得ることを目的として、平成4年以降「経済産業省企業活動基本調査」（基幹統計調査）を実施しており、平成22年も実施いたします。調査に対するご協力をお願いいたします。

○実施期間：平成22年5月16日～7月15日まで

○根拠法令：統計法（平成19年法律第53号）

○調査目的：我が国企業における経済活動の実態を明らかにし、経済産業政策等各種行政施策の基礎資料とする。

○調査対象：別表に属する事業所を有する従業者50人以上かつ資本金3,000万円以上の企業で、企業全体の数値。

○調査結果：平成22年12月に速報を公表予定。調査協力企業については、当省で作成した統計情報を送付。

※調査票の提出は、紙調査票によるほか、インターネットからオンラインで提出することもできます。

※調査票に記入していただいた内容につきましては、統計法に基づき秘密を厳守いたしますので、調査に対するご協力をお願いいたします。

この調査は、鉱業・採石業・砂利採取業、製造業、電気・ガス業、卸売業、小売業、クレジットカード業・割賦金融業のほか、下記の産業の括弧内の業種が対象となります。

○飲食サービス業（一般飲食店、持ち帰り・配達飲食サービス業）

○情報通信業（ソフトウェア業、情報処理・提供サービス業、インターネット附随サービス業、映画・ビデオ制作業、アニメーション制作業、新聞業、出版業）

○物品賃貸業（産業用機械器具賃貸業（レンタルを含む）、事務用機械器具賃貸業（レンタルを含む）、自動車賃貸業（レンタルを除く）、スポーツ・娯楽用品賃貸業（レンタルを含む）、その他の物品賃貸業（レンタルを含む））

○学術研究、専門・技術サービス業（学術・開発研究機関、デザイン業、エンジニアリング業、広告業、機械設計業、商品・非破壊検査業、計量証明業、写真業）

○生活関連サービス業、娯楽業（洗濯業、その他の洗濯・理容・美容業・浴場業、冠婚葬祭業（冠婚葬祭互助会を含む）、写真現像・焼付業、その他の生活関連サービス業、映画館、ゴルフ場、スポーツ施設提供業（フィットネスクラブなど）、公園、遊園地・テーマパーク、ボウリング場）

○教育、学習支援業（外国語会話教室、カルチャー教室（総合的なもの））

○サービス業（廃棄物処理業、機械等修理業、職業紹介業、労働者派遣業、ディスプレイ業、テレマーケティング業、その他の事業サービス業）

問い合わせ先：経済産業省経済産業政策局調査統計部企業統計室 TEL：03-3501-1831

社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧

(社名は50音順)

【会 員 数】	【販売業者会員】		
(正 会 員)	愛 鋼 (株)	清 水 鋼 鐵 (株)	(株)ハヤカワカンパニー
製造業者 28社	青 山 特 殊 鋼 (株)	神 鋼 商 事 (株)	林 田 特 殊 鋼 材 (株)
販売業者 110社	浅 井 産 業 (株)	住 金 物 産 (株)	阪 神 特 殊 鋼 (株)
合 計 138社	東 金 属 (株)	住 金 物 産 特 殊 鋼 (株)	阪 和 興 業 (株)
(賛 助 会 員) 0 社	吾 妻 金 属 (株)	住 商 特 殊 鋼 (株)	日 立 金 属 ア ド メ ッ ト (株)
【製造業者会員】	新 井 ハ ガ ネ (株)	住 友 商 事 (株)	日 立 金 属 工 具 鋼 (株)
愛 知 製 鋼 (株)	粟 井 鋼 商 事 (株)	大 同 興 業 (株)	(株)日立ハイテクノロジーズ
秋 山 精 鋼 (株)	石 原 鋼 鉄 (株)	大 同 マ テ ッ ク ス (株)	(株) 平 井
(株)川口金属工業	伊 藤 忠 丸 紅 鉄 鋼 (株)	大 洋 商 事 (株)	(株)福岡ハガネ商店
(株)神戸製鋼所	伊 藤 忠 丸 紅 特 殊 鋼 (株)	大 和 興 業 (株)	藤 田 商 事 (株)
合 同 製 鐵 (株)	井 上 特 殊 鋼 (株)	大 和 特 殊 鋼 (株)	古 池 鋼 業 (株)
山 陽 特 殊 製 鋼 (株)	植 田 興 業 (株)	(株)竹内ハガネ商行	(株)プルータス
J F E 条 鋼 (株)	(株) U E X	孟 鋼 鉄 (株)	(株)堀田ハガネ
J F E ス チ ール (株)	碓 井 鋼 材 (株)	田 島 ス チ ール (株)	(株)マクスコーポレーション
下 村 特 殊 精 工 (株)	ウ メ ト ク (株)	辰 巳 屋 興 業 (株)	松 井 鋼 材 (株)
新 日 本 製 鐵 (株)	扇 鋼 材 (株)	中 部 ス テ ン レ ス (株)	三 沢 興 産 (株)
ス テ ン レ ス パ イ プ 工 業 (株)	岡 谷 鋼 機 (株)	千 曲 鋼 材 (株)	三 井 物 産 (株)
住 友 金 属 工 業 (株)	カ ネ ヒ ラ 鉄 鋼 (株)	(株)テクノタジマ	三 井 物 産 ス チ ール (株)
大 同 特 殊 鋼 (株)	兼 松 (株)	(株) 鐵 鋼 社	三 菱 商 事 ユ ニ メ タ ル ズ (株)
高 砂 鐵 工 (株)	兼 松 ト レ ー デ ィ ン グ (株)	デ ル タ ス テ ィ ール (株)	宮 田 ス テ ン レ ス (株)
中 部 鋼 鋳 (株)	(株)カムス	東 京 貿 易 金 属 (株)	(株)メタルワン
東 北 特 殊 鋼 (株)	(株)カワイスチール	(株)東信鋼鉄	(株)メタルワンチューブラー
日 鋳 金 属 (株)	川 本 鋼 材 (株)	特 殊 鋼 機 (株)	(株)メタルワン特殊鋼
日 新 製 鋼 (株)	北 島 鋼 材 (株)	豊 田 通 商 (株)	森 寅 鋼 業 (株)
日 本 金 属 (株)	ク マ ガ イ 特 殊 鋼 (株)	中 川 特 殊 鋼 (株)	(株)山一ハガネ
日 本 金 属 工 業 (株)	ケ ー ・ ア ン ド ・ アイ 特 殊 管 販 売 (株)	中 野 ハ ガ ネ (株)	山 進 産 業 (株)
日 本 高 周 波 鋼 業 (株)	小 山 鋼 材 (株)	永 田 鋼 材 (株)	ヤ マ ト 特 殊 鋼 (株)
日 本 精 線 (株)	佐 久 間 特 殊 鋼 (株)	名 古 屋 特 殊 鋼 (株)	山 野 鋼 材 (株)
日 本 冶 金 工 業 (株)	櫻 井 鋼 鐵 (株)	ナ ス 物 産 (株)	陽 鋼 物 産 (株)
日 立 金 属 (株)	佐 藤 商 事 (株)	南 海 鋼 材 (株)	菱 光 特 殊 鋼 (株)
(株)不二越	サ ハ シ 特 殊 鋼 (株)	日 輪 鋼 業 (株)	リ ン タ ツ (株)
三 菱 製 鋼 (株)	(株) 三 悦	日 金 ス チ ール (株)	渡 辺 ハ ガ ネ (株)
ヤ マ シ ン ス チ ール (株)	三 協 鋼 鐵 (株)	日 鐵 商 事 (株)	
理 研 製 鋼 (株)	三 京 物 産 (株)	日 本 金 型 材 (株)	
	三 興 鋼 材 (株)	ノ ボ ル 鋼 鉄 (株)	
	三 和 特 殊 鋼 (株)	野 村 鋼 機 (株)	
	J F E 商 事 (株)	白 鷺 特 殊 鋼 (株)	
	芝 本 産 業 (株)	橋 本 鋼 (株)	
	清 水 金 属 (株)	(株)長谷川ハガネ店	

特 集 / 最近の鍛造技術

- I. 総論
- II. 鋼材の鍛造方法
- III. 最新の鍛造技術
- IV. 会員メーカーの材料・技術・製品の紹介

9月号特集予定…溶接、接合材料及び技術

特 殊 鋼

第 59 卷 第 3 号
© 2 0 1 0 年 5 月
平成22年4月25日 印 刷
平成22年5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
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 秋 山 芳 夫
印刷人 猪 俣 公 雄
印刷所 日本印刷株式会社

本誌に掲載されたすべての内容は、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。