

特殊鋼

2016
Vol.65 No.2

3

The Special Steel

特集／特殊鋼鋼材仕様に関するやさしい解説





大同の高級特殊鋼

冷間ダイス鋼

DC53

金型材のコンサルタント

株式会社 竹内ハガネ商行

取締役社長 竹内 誠二

本社 〒143-0023 東京都大田区山王2-3-10 ☎ 03(3773)1211番(代表)

関東営業所 ☎ 0480(68)5141番(代表) 新潟竹内ハガネ(株) ☎ 0256(63)2227番(代表)

大阪営業所 ☎ 0729(62)4731番(代表) 長野竹内ハガネ(株) ☎ 0266(54)3160番(代表)

名古屋営業所 ☎ 052(363)1251番(代表)

仙台営業所 ☎ 0224(83)2888番(代表)

隔月刊 特殊鋼 年間購読ご案内

国内：年間購読料 7,300円(6号分、消費税込、送料含む)

一般社団法人 特殊鋼倶楽部

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10 鉄鋼会館
TEL：03-3669-2081~2 FAX：03-3668-4350

下記申込用紙にご記入の上、一般社団法人 特殊鋼倶楽部 宛、郵送またはFAXでお願い致します。
追って請求書を発行させていただきます。

キ リ ト リ 線

年 月 日 「特殊鋼」購読申込書

会社名 部 課 名 及び個人名	_____		
送付先 住 所	〒 _____	TEL. _____	
誌代請求先	〒 _____	TEL. _____	
購読期間	年 月号～ 年 月号	部 数	各月 部

上記の通り特殊鋼誌の年間購読を申し込み致します。(申込担当者

印)

特殊鋼

3

目次

2016

【編集委員】

委員長	井上幸一郎 (大同特殊鋼)
副委員長	甘利 圭右 (平井)
委員	杉本 淳 (愛知製鋼)
〃	永濱 睦久 (神戸製鋼所)
〃	西森 博 (山陽特殊製鋼)
〃	田代 龍次 (新日鐵住金)
〃	宮崎 貴大 (大同特殊鋼)
〃	赤見 大樹 (日新製鋼)
〃	石川流一郎 (日本金属)
〃	宮川 利宏 (日本高周波鋼業)
〃	佐藤 昌男 (日本冶金工業)
〃	井上 謙一 (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)

【特集／特殊鋼鋼材仕様に関するやさしい解説】

I. はじめに～仕様で規定される用語の解説～

……………	三菱製鋼室蘭特殊鋼(株)	山岡 拓也	2
-------	--------------	-------	---

II. 特殊鋼鋼材の仕様

1. 化学成分……………	日立金属(株)	鳴海 雅稔	11
2. マクロ、地きず、介在物 ……………	山陽特殊製鋼(株)	水守 昌樹	15
3. 脱炭、ミクロ組織、結晶粒度、焼入性 ……………	三菱製鋼室蘭特殊鋼(株)	山岡 拓也	18
4. 外観品質			
(1) 棒 鋼……………	新日鐵住金(株)	田代 龍次	21
(2) 線 材……………	(株)神戸製鋼所	辻 武司	25

III. 鋼材の使い方による仕様上の留意点

1. 熱間鍛造……………	愛知製鋼(株)	河合 信彰	28
2. 冷間鍛造……………	大同特殊鋼(株)	宮崎 貴大	31

IV. 会員会社の仕様上特徴のある商品

愛知製鋼のばね平鋼……………	愛知製鋼(株)	杉本 淳	34
工具鋼圧延平角【e-Quality】……………	大同特殊鋼(株)	小林 威夫	35
温熱間金型用鋼「DURO-FZ」……………	(株)不二越	吉田 直純	36
みつびしの特殊熱処理棒鋼「SCM440M-QT」 ……………	三菱製鋼室蘭特殊鋼(株)	山岡 拓也	37

倶楽部レポート

海外日系自動車メーカーの自動車部品に係る 特殊鋼調達動向調査…中国と東南アジアを中心に …………… (一社)特殊鋼倶楽部 藤井 孝志	38
特殊鋼関連記号集改訂版発行について …………… (一社)特殊鋼倶楽部事務局	46
“特集”編集後記…………… 三菱製鋼室蘭特殊鋼(株) 山岡 拓也	57

●一人一題：「マラソンとの巡り合い」

…………… 大同特殊鋼(株) 成瀬 真司	1
----------------------	---

■業界の動き ……………	48
▲特殊鋼統計資料 ……………	51
★倶楽部だより (平成27年12月1日～平成28年1月31日)……………	55
☆一般社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧	56

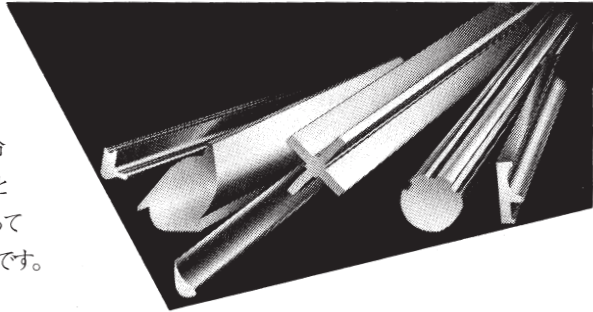
特集／「特殊鋼鋼材仕様に関するやさしい解説」編集小委員会構成メンバー

役名	氏名	会社名	役職名
小委員長	山岡 拓也	三菱製鋼室蘭特殊鋼(株)	技術部長
委員	永濱 陸久	(株)神戸製鋼所	鉄鋼事業部門 線材条鋼商品技術部 次長
〃	宮崎 貴大	大同特殊鋼(株)	特殊鋼ソリューション部 東京第一ソリューション室 室長
〃	佐藤 昌男	日本冶金工業(株)	ソリューション営業部長
〃	金原 茂	(株)竹内ハガネ商行	技術部長
〃	甘利 圭右	(株)平井	常務取締役

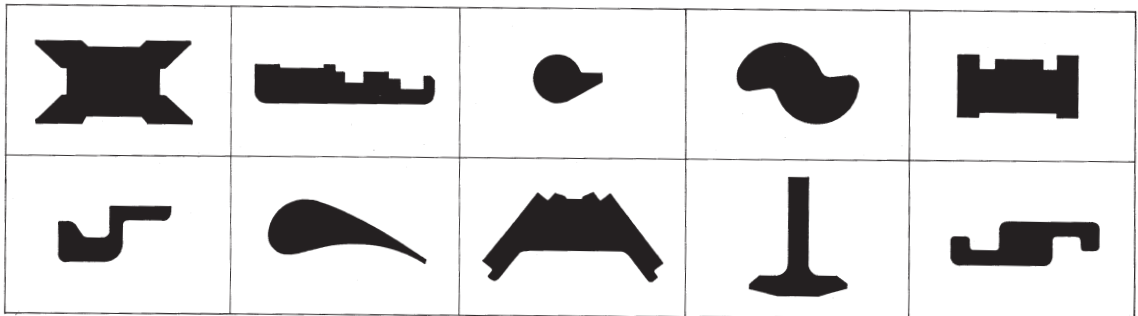
シルド・セクシヨン

あらゆる産業の要し
異形引抜製品

シルドは…
 一つの最終形状をつくるために熱間(冷間)圧延、冷間引抜、曲り矯正、切断、面とり等の工程を一貫ラインで製造を行なっている我国唯一の異形引抜専業メーカーです。



あらゆる形状・ 鋼種・精度に 挑戦します。



 ●低炭素鋼(SS, SC, SUY) ●ステンレス鋼(SUS) ●高炭素鋼(SK, SKS, 製造鋼種 SUP, SUJ, SKH) ●クローム鋼(SCr) ●ニッケルクローム鋼(SNC) ●クロームモリブデン鋼(SCM) ●ニッケルクロームモリブデン鋼(SNCM) ●快削鋼(SUM) ●パーマロイ ●非鉄(AI, PBB, BsBM)

各種ステンレス平角鋼・チタン
 ・インコネル・モネル等平角鋼
 の製造も致しております。

SILVER DRAWING
株式会社シルド
<http://www.sild.co.jp>



本社 〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-3-3 ☎03(3662)5331(代表) FAX03(3662)9382
 大阪支店 〒541-0046 大阪府中央区平野町1-8-7 ☎06(4707)7581(代表) FAX06(6208)0015
 千葉工場 〒270-1406 千葉県白井市中402-1 ☎047(492)0912(代表) FAX047(492)0930
 成田工場 〒270-1501 千葉県印旛郡栄町矢口神明4-13-1 ☎0476(95)7600(代表) FAX0476(85)0198

「マラソンとの巡り合い」

大同特殊鋼㈱
常務執行役員なる せ しん じ
成 瀬 真 司

今は国民的なマラソンブームで、街中いつもカラフルなウェアのランナーで溢れ、毎週何処かでマラソン大会が開かれています。私が走り始めたのは、そんなブームの起きるずっと前、15年前米国シカゴに駐在していた頃です。それまでスポーツが好きだった訳でも、学生時代運動部に所属していた訳でもない自分が突然ランニングを始めたのは、冬のシカゴの夜を持って余してジムに通い始めたのがきっかけですが、町には至る所にスポーツジムがあり、子供からお年寄りまで様々な人たちが運動を楽しんでいました。最初はランニングマシンでのジョギングが5分も続かない体たらくでしたが、半年後には1時間続けられるようになり、密かにシカゴマラソン参加を目標に頑張りました。

ところが無念にもその直前に日本帰国となりました。帰国後も走る事は続けたのですが、当時の日本はマラソンブームとは無縁でした。数少ないマラソン大会も当日朝受付に顔を出してその場でゼッケンを貰えるほどで、ジョガーの聖地である皇居も人ごみに揉まれることなく快適に走ることが出来ました。

もっとも当時皇居周りには着替える場所もなく、東京駅のトイレでこっそりウェアに着替え、スーツをコインロッカーに詰め込んで走っていました。それから思うと今は、シャワー完備のランニングステーションもありランナーにとって天国のような環境です。

そんな地味なランニング生活を暫く過ごしていましたが、07年に東京マラソンが開催され、ランナーを取り巻く世界が一変しました。運よく当選した私も参加しましたが、当日はあいにくの雨にもかかわらず3万人のランナーの熱気に包まれ、歩道は人に溢れ42km声援が途切れることはありませんでした。運動嫌いの自分でもランニングを続けて本当に良かったと感動しながら走った事を今でも覚えています。

これを契機に周りにも走り始める人が増え、仕事を離れたマラソン仲間（ラン友）も数多く出来ました。もっともタイムを競う訳ではなく、それぞれのペースで大会を走り、ゴール後の宴会に参加することだけが我がチームに入る資格なのですが。

その後のマラソンブームは皆さんもご存じの通りですが、私自身は数回東京マラソンを走った後、最近では忙しさにかまけて走る機会も減り、打上げ宴会だけが楽しみなエセランナーに成り下がりました。それでもいつか最初の目標だったシカゴマラソンを走りたいと今でも夢見ていますし、マラソンを通じて知り合ったラン友とは一生懸命チームであればと思っています。

最後に、大同特殊鋼は今年8月で創業100年を迎えますが、偶々弊社が土地を所有している北海道浜頓別町も町制100年となるそうなので、協賛している北オホーツク100kmマラソンに今年は参加してみようかと考えています。最果ての地での雄大なマラソン大会は非日常経験が出来るのではないかと楽しみです。興味ある方は是非一緒に走ってみませんか。

〔(一社)特殊鋼倶楽部 海外委員会委員長〕



特殊鋼鋼材仕様に関する **特集** やさしい解説

I. はじめに ～仕様で規定される用語の解説～

三菱製鋼室蘭特殊鋼(株) 山岡拓也
技 術 部 長

まえがき

今月号の特集は、“特殊鋼仕様に関するやさしい解説”です。仕様は取引を行う際に必ず取り決めなければならない基本的でかつ重要なものです。仕様書の締結は、契約の取り交わしであり、厳格に取り決められるべき性質のもので、その仕様書では数多くの用語が登場します。何となく見逃されている項目はありませんか？あるいは今さら人には聞けないものはないでしょうか？現代は情報過多とも言える社会です。用語をネットでキーワード検索するとあっという間に様々な情報を取り出すことができます。しかしながらこれでは、系統だった調査は大変ですし、情報が多すぎても困りものです。また、仕様に特化してまとめられた書籍類もあまり記憶にはありません。

ここでは仕様に関連する多くの用語を取り上げ、短い文章で平易に解説します。すべての用語を網羅することはできませんが、できるだけコンパクトに多くの情報を提供していきます。なお、その多くを特殊鋼倶楽部発行の「特殊鋼ガイド 初級」¹⁾を参考としています。

◇ 製造方法および納入状態

製造方法では、鋼の表面、内部の品質に大きな

影響を及ぼす製鋼工程に特化して解説します。仕様で製造方法が規定される場合は、製鋼工程が主であることにもよります。

1. 製造方法 (Manufacturing Method)～製鋼 (Steelmaking)

(1) 電気炉 (Electric Furnace) (図1)

スクラップを主原料とし、黒鉛電極を使用したアーク放電熱で溶解します。設備は、電極3本の三相交流電気炉 (AC炉) と1本の直流電気炉 (DC炉) に分けられます。交流電気炉は3本の電極とスクラップの間でアークを発生させ、直流電気炉は上部電極と炉底電極の間でアークを発生させる構造です。炉外精錬炉 (LF) の発達により、溶解⇒電気炉、精錬⇒LFに機能分担され、電気炉は溶解炉としての役割になっています。

高炉-転炉製鋼法と比較して、小規模な投資で設置でき、設備稼働・休止が容易で柔軟な生産対応が可能という特徴があります。一方、高級鋼製造には厳格なスクラップ品質管理が必要で、溶解中に除去できない元素 (トランプエレメント: Cu, Sn, As) や不純物 (P) が少ないスクラップを配合する必要があります。

大量の電力を消費するので、操業は電力料金が安価な夜間、休日が主体となります。排ガスを活用してのスクラップ予熱や、スクラップ溶け残り

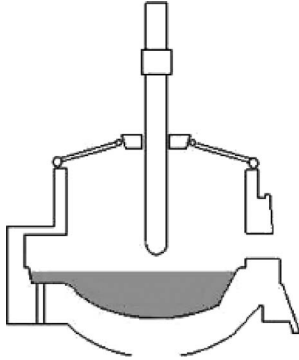


図 1 直流電気炉概念図

部分の改善による溶解時間の短縮などのエネルギーコスト低減活動が行われています。

出鋼は炉を傾動して行います。偏心炉底出鋼 (EBT) という傾動時間も短く、スラグを次工程に持ち込まない方式が採用されています。成分調整用の合金鉄は、出鋼時の溶鋼流動を利用して添加し、LFでの調整負荷を軽減させています。

(2) 転炉 (Converter)

高炉からの溶融銑鉄 (溶銑) を主原料とし、少量のスクラップも配合されます。高炉を有する一貫製鉄所で行われる製鋼法です。銑鉄はトランプエレメントが少なく、高純度鋼を大量に生産できる特徴があります。

転炉は樽型の形状で溶銑の受入れや精錬後の出鋼の際に前後に傾動可能となっています。精錬時は上部からランスで高圧の純酸素を吹き込み、底部からは攪拌用としてアルゴン、窒素を吹き込みます。銑鉄中の炭素 (C)、けい素 (Si)、マンガ (Mn)、りん (P) との酸化反応により急速に高熱が発生し、外部から熱の補給は必要としません。これらの酸化物はスラグ中に吸収、除去され、不純物の少ない“鋼”に生まれ変わります。転炉の役割はこの溶銑の脱炭と不純物の除去になります。現在は、転炉の前に溶銑の脱けい、脱りん、脱硫 (S) を行う溶銑予備処理が導入され、ある意味分業化されています。また精錬工程で発生するガスは製鉄所内の圧延加熱炉などの燃料として活用されています。

(3) キルド鋼 (Killed Steel)

精錬時に、アルミニウム (Al) や合金鉄のフェロシリコン (Fe-Si)、フェロマンガ (Fe-Mn)、

シリコマンガ (Si-Mn：シリコンマンガと言ってしまうそうですが、シリコマンガです) 等の脱酸剤を多量に使用して酸化物を溶鋼中から分離除去した鋼です。これに対して、セミキルド鋼、リムド鋼などの製造法が存在します。

キルド鋼は、均質で健全な凝固組織が得られ、高級鋼製造に適しています。特殊鋼はすべてキルド鋼に分類されますが、まだ仕様上規定されているものが見受けられます。

(4) 取鍋精錬炉 (Ladle Furnace) (図2, 写真1)

ここでは炉外精錬法の代表としてLF法を取り上げます。従来の電気炉の還元精錬を取鍋に移したものです。電気炉や転炉から取鍋に出鋼された溶鋼を強還元スラグによって精錬します。化学成分、溶鋼温度をコントロールする役割がありますが、その管理幅は非常にタイトです。また、後工程で

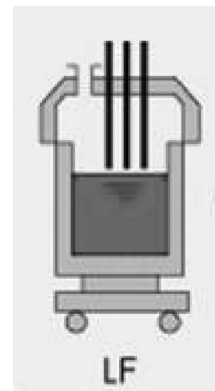


図 2 LH概念図



写真1 LH終了後の取鍋

あるRHや連続 casting とのマッチングにおいても、時間調整を行うという重要な役割を果たします。

加熱は3本の電極によるアークで行われ、炉底からAr等の攪拌により、成分、温度の均一化を図ります。スラグコントロールによる介在物の除去、形態制御が可能で、特殊鋼の高品質化に非常に重要な役割を果たします。

(5) 循環脱ガス法 (RH: Ruhrstahl-Heraus Degassing Process) (図3, 写真2)

1959年に旧西ドイツのRuhrstahl社とHeraus社が共同開発した真空脱ガス法です。取鍋溶鋼内に2本の浸漬管を漬け、リフトガス (Ar) を利用して溶鋼を真空槽へ環流させます。環流速度が大き

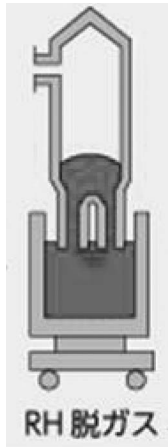


図 3 RH脱ガス装置概念図

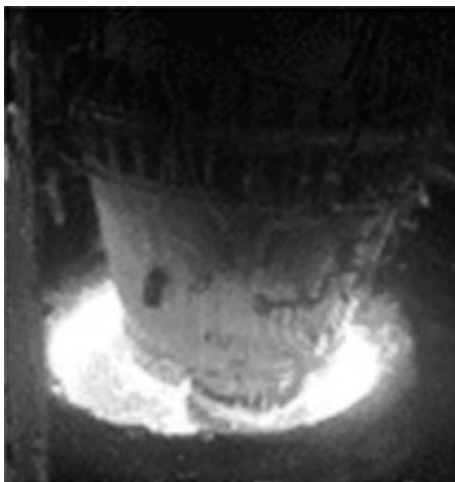


写真2 RH脱ガス装置 (溶鋼浸漬部)

く、真空下で接触する反応面積も大きいため、脱ガス効率が高いのが特徴です。ガス成分や介在物 (脱酸生成物) の除去に優れ、前述のLFと組み合わせることで特殊鋼の高品質化に貢献しています。

(6) 連続 casting (Continuous Casting) (図4, 写真3)

精錬された溶鋼から連続的に直接鋼片を製造する方法です。取鍋をクレーンで建屋最上部に吊り上げ、中間容器 (タンディッシュ) を介して水冷の銅鑄型に注入し、下方より連続的に引抜きます。銅塊と比較して歩留や生産性が高く、品質も安定しているという特徴があります。断面の形状、大きさによりスラブ、ブルーム、ピレットに分類されます。形状には、角形状、丸形状があります。それぞれの分類区分はJISでは鉄鋼用語として、以

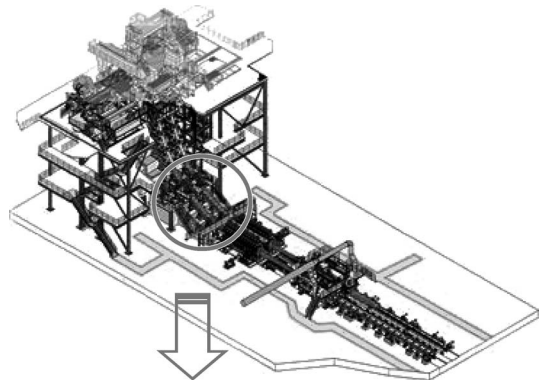


図 4 連続 casting 設備



写真3 連続 casting 設備

下のように規定されています²⁾。

ス ラ ブ：厚さが50mm以上で、幅の厚さに対する比率が2以上の板状鋼片。

ブルーム：断面が角型（正方形及び長辺が短辺の2倍以下の長方形）又は円形の一定サイズの鋼片。通常、一辺又は直径の寸法が200mmを超える鋼片。

ビレット：断面が角型（正方形及び長辺が短辺の2倍以下の長方形）又は円形の一定サイズの鋼片。通常、一辺又は直径の寸法が50mm以上で200mm以下の鋼片。

設備は大きく垂直型、垂直曲げ型、湾曲型の型式に分けられます。水平型も存在します。設備費用や品質面、製品圧延サイズなどから、型式や断面形状・サイズが選択されます。

連続鋳造工程は、多数のチャージを連続して鋳造するので、成分の狭幅管理は極めて重要です。一方で、成分差の大きいチャージ同士を鋳造することも可能です。その際には、屑化される部分ができるだけ少なくするよう、チャージ間のつなぎ方が工夫されています。さらには、最終製品の割れや偏析等、表面、内部の品質に大きな影響を及ぼすため、様々な品質改善手法が各所で駆使されます。また介在物を発生させない、減少させるといった点でも大きな役割があります。

製鋼工程では、溶けたものを固めるにとどまらず、使用する原料の選定から始まり鋼片を製造するまで各工程トータルで品質管理されます。もちろんこのトータル品質管理は圧延や鍛造などの次工程以降も同様です。

(7) 鋼塊 (Ingot)

溶鋼を鋳鉄製の固定鋳型（インゴットケース）に鋳込む方法です。凝固が完了してから鋳型より鋼塊を引抜きます。LF、真空脱ガスと組み合わせられる点は連続鋳造と共通です。鋳込み方法には、鋳型に直接注入する上注法と、注入管から定盤煉瓦の湯道を通して注入する下注法があります。鋳型の形状には断面が正方形の角型、長方形の扁平型や菊型などがあります。

鋼塊は、連続鋳造では製造が難しい鋼種や小ロット品、あるいは非常に大型の品物や特殊な用途向けなどが製造の対象となります。

(8) 再溶解法 (ESR: Electro Slag Remelting)

(図5)

特殊溶解法として、ここではESRを取り上げます。ESRは、電気炉等で溶解、鋳造した母材を消耗電極として、水冷鋳型内に溶融スラグをつくり、大電流を流すことで生じる抵抗熱（ジュール熱）で、この電極を溶解する再溶解法です。溶解した鋼はスラグ中を滴下し、逐次凝固（積層凝固）して鋼塊になります。この溶解法の特徴は、溶融スラグ層を滴下する際に精錬され、清浄度に優れた鋼塊が得られることです。主に高付加価値品の製造に使用されます。

(9) 鍛錬成形比 (Forging Ratio)

鍛錬成形比は、成形前の断面積と成形後の断面積の比を言います。数字の後に記号S（swage：成形、変形との説）を付けて表します。仕様書で良く取り交わされる4Sは、成形後の断面積が1/4になっていることを示します。

例) 500×400のブルーム連鋳片がφ150の丸棒製品に圧延される場合

$$(500 \times 400) \div (75 \times 75 \times \pi) \div 11S$$

鍛錬成形比を規定する理由は、これが不足する場合、延性（伸び、絞り）や靱性（衝撃値）等の特性が劣る懸念があることによります。規定される数値は、部品特性や使用条件を勘案して決定されます。

2. 納入状態 (Delivery Condition)

鉄鋼メーカーから注文主に納入される鋼材が、どのような履歴のものかを示しています。一般的には、熱間圧延のままの状態で納入されます。こ

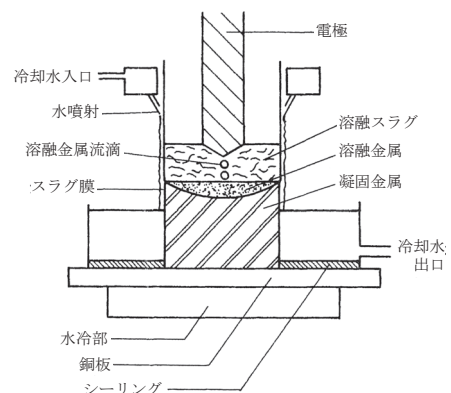


図 5 ESRの概念図¹⁾

れは通常、熱間圧延を行うオーステナイト温度域から空冷したものです。組織調整は行っておりませんので、焼ならしとは異なります。他には熱処理が施された状態や、ピーリング、引抜などの二次加工を行い、みがき棒鋼の状態で納入される場合もあります。JISでは鉄鋼記号として定められており、以下に熱処理を表す主要なものを示します³⁾。

R：圧延のまま (As-Rolled)

A：焼なまし (Annealing)

N：焼ならし (Normalizing)

Q：焼入焼戻し (Quenching and tempering)

NT：焼ならし焼戻し (Normalizing and Tempering)

T：焼戻し (Tempering)

◇ 試験および検査

試験および検査については、後に記載される別の項で詳しい紹介がありますので、ここでは簡単な用語の解説にとどめます。

1. 試験 (Tests)

(1) 溶鋼分析 (Heat Analysis)

仕様で取り決めを行う化学成分は、特に要求がない場合、溶鋼分析値になります。これは、溶鋼が取鋼から鋳型に鋳込まれる途中から採取した試料について行う分析を言います。鋳込みの中間時期から採取し、同一溶鋼の平均化学成分を示すものです。化学成分の規格範囲に対して、溶鋼分析値で保証することが原則になります。

(2) 製品分析 (Product Analysis)

圧延または鍛造された鋼材製品から採取した試料について行う分析を言います。製品分析値は、溶鋼分析値と異なる場合があります。また製品から採取する試料間でも異なる値を示すことがあります。これは鋳込み前の溶鋼段階で化学成分がほぼ均一であっても、その後の凝固過程で偏析し、部位により異なる値を示すことがあるからです。JISでは、溶鋼分析値に対する製品分析値の許容変動値を「JIS G 0321鋼材の製品分析方法及びその許容変動値」で規定していますので、参照して下さい。

(3) 非金属介在物 (Non-metallic Inclusions)

非金属介在物は、文字通り、金属ではない酸化物、硫化物などが鋼材内に介在しているものを言います。清浄度とも呼ばれ、高清浄度鋼では精錬

工程で、この介在物を極小化、微細化したり、あるいは形態制御により無害化を図っております。しかしながら、この介在物を利用して、機械加工性を向上させる場合もあり、その全てが有害というわけではありません。使用される製品の特性を考慮し、介在物をいかに制御するかが、最も重要になります。

(4) 地きず (Macro-streak flaw)

鋼材の切削面において、肉眼や10倍以下の拡大鏡により認められる線状のきずを言います。表面きずや加工きずとは異なります。製鋼過程に起因するきずで、巨大な非金属介在物や、耐火物などの異物、ピンホール、ブローホールなどが原因で発生するものです。過去には砂きずとも呼ばれていました。製品に露出すると疲労寿命や靱性に悪影響を及ぼし、有害な欠陥です。段削り試験の他、青熱破壊試験や磁粉探傷試験も規定され、行われています。

(5) マクロ組織 (Macrostructure)

鋼材の内部性状、内部欠陥を調べるために行われます。溶接部の熱影響部や健全性を調べるためにも有効です。鋼材断面を研磨し、酸などの腐食液で腐食し観察します。JISではパイプ、中心部偏析、ピット、内部割れ、周辺きずなど16種類の用語が規定され、写真が示されています。また必ずしも欠陥を意味するものではないとも述べられています。一般的に判定は、限度見本により行われます。

(6) 脱炭 (Decarburization)

鋼材表面の炭素が雰囲気中の酸素と結合して失われ、表面の炭素濃度が低下する現象です。鋼材の圧延、熱処理における加熱段階や圧延、鍛造の熱間加工時において発生します。炭素濃度の減少した部分を脱炭層と言います。脱炭層深さは、フェライト脱炭層深さ、全脱炭層深さなどを測定して行います。

脱炭が生じた場合、表面硬さが低下し、疲労特性が大きく低下します。軸受鋼、ばね鋼など疲労寿命が重要視される部品では、致命的な欠陥となる場合があります。十分な工程管理が必要とされます。

(7) 顕微鏡組織 (ミクロ組織：Microstructure)

肉眼では識別できない微細な金属組織を顕微鏡で観察するものです。圧延状態で仕様上規定されることはなく、通常試験も行われませんが、前述

の脱炭試験は顕微鏡観察のミクロ試験でもあります。球状化焼なましの熱処理を行った軸受鋼では、炭化物の球状化程度、網目状組織、縞状偏析、巨大炭化物が規定される場合があります。これらは注文者と製造者との間で限度見本により取り決められるのが一般的です。

(8) 結晶粒度 (Grain Size)

鋼材は多結晶体、すなわち細かな結晶粒の集合体です。この境界面が結晶粒界で、粒界に囲まれた結晶粒の大きさである結晶粒度は、鋼の特性に大きな影響を及ぼします。

結晶粒には、フェライト結晶粒とオーステナイト結晶粒があり、JISにその測定方法が定められています。また鋼種により様々な結晶粒界の現出方法も規定されています。現出した結晶粒界を顕微鏡で観察し、標準図と比較してその粒度番号を決定します。

(9) 焼入性 (Hardenability)

鋼材が焼入れ処理によって、どの程度硬化するのか、硬化のしやすさの特性を示したものです。焼入性を評価する方法として、JISでは一端焼入法が規定されており、広くジョミニ試験と呼ばれます。合金元素により、焼入性に寄与する度合いが異なり、個々の元素の役割やその効果を知るとは、成分設計上重要となります。

また、材料の使用者側から見た場合、部品により選択する材料の目安にもなります。同じ鋼種でも部品の大きさにより、焼入れ・焼戻し後の内部硬さ（心部硬さ）が異なり、部品特性に差が生じるからです。

(10) 機械的性質 (Mechanical Properties)

機械的性質とは、材料が加えられた力に対して示す固有の反応であり、金属材料の機械的性質を測定する方法が機械試験です。鋼材を使用する場合、加えられた力に対してどのような反応を示すのかは重要で、鋼材は変形や破壊の起こらない範囲で使用されます。機械試験には、引張試験、衝撃試験、曲げ試験、硬さ試験、疲労試験など種々あります。ここでは仕様上、一般的に機械的性質を代表する試験として取り上げられる引張試験と衝撃試験について解説します。

引張試験は、鋼の引張強さ、降伏点（耐力）、伸び、絞りを測定する試験を総称し引張試験と言います。

試験機には油圧式の万能試験機が使用されます。一定形状の試験片を作製し、両端を試験機に取り付け徐々に力を加え、破断するまで試験を行います。試験片の強さや伸びの割合、断面の収縮率などを測定し、鋼の基本的で重要な特性を知ることができます。

衝撃試験は、一定形状の試験片に衝撃を与えて破断させる試験です。その時のエネルギー量を測定することで、衝撃に対する抵抗力を知ることができます。

(11) 硬さ (Hardness)

硬さについては、上記機械的性質での硬さと、納入される鋼材の材料自体の硬さがあります。ここでは後者の鋼材の材料硬さについて述べます。

鋼材の硬さは、通常圧延のままの状態では規定されません。一部、後述する非調質鋼や、鋼材切断時の問題から上限硬さに制約を設ける場合が存在しますが、熱処理品で規定されるのが一般的です。熱処理後の鋼材表面を研削し、プリネル硬さ試験機を使用して測定されます。超硬合金球の圧子を、材料表面に押し込み、残ったくぼみの直径を測定することで、プリネル硬さが計算されます。単位はHBと表記されることが多いです。

また、硬さの値は換算表を用いることで、ロックウェル硬さ、ビッカース硬さ、ショア硬さなど異なる単位の硬さに近似換算することができます。

2. 検査 (Inspection)

(1) 寸法許容差、偏径差 (Tolerance on diameter, Deviation of diameter)

寸法検査は、最終の外観検査時に行われます。熱間圧延丸鋼・角鋼の形状及び寸法の許容差としてJISでは以下のように規定されています。後述の長さ許容差、曲がりも同じ項目で定められています⁴⁾。

径又は対辺距離の許容差： $\pm 1.5\%$ ただし、許容差の最小値は、 $\pm 0.4\text{mm}$ とする。

偏径差又は偏差：径又は対辺距離の許容差の70%以下とする。

これらは標準的なものですが、製品の用途によっては、より厳しい取り決めを行う場合もあります。また上記は、“圧延丸鋼・角鋼”と規定されていますので、鍛造で製造される鋼材については、当てはまりません。

(2) 長さ許容差 (Tolerances on length)

鋼材の長さは5m～6m程度に切断されるものが一般的です。この長さに対して、(1) 項同様にJISでは以下のように規定されています⁴⁾。

長さの許容差 長さ7m以下：+40、-0mm

長さの許容差 長さ7mを超えるもの：

長さ1m又はその端数を増すごとに上記のプラス側許容差に5mmを加える。

マイナス側許容差は、0mmとする。

これらは常温における許容差ですので、熱間圧延で製造される鋼材は、温度低下により長さが短くなる縮み代を考えなければなりません。熱膨張係数を考慮した設定長さで鋼材が切断されます。

(3) 曲がり (Bend)

鋼材の曲りは、ロール矯正機、プレス矯正機などで修正されます。(1) 項同様にJISでは以下のように規定されています⁴⁾。

曲り：1mにつき3mm以下とし、全長に対しては、 $3\text{mm} \times (\text{長さ(m)} \div 1\text{m})$ 以下とする。

曲りが大きいと、比較的長さを有する軸部品として切削加工される場合に、加工代が不足し、黒皮残りのトラブルが発生する可能性があります。また、鋼材自動切断機の普及により、基準を満たしている場合でも、材料搬送トラブルにつながることもあり、注意が必要です。

(4) きず取り基準、残存きず深さの許容限度 (Reference of flaw dressing, Permissible depth of remaining flaws)

各種検査方法で表面きずを検出し、手入れを実施、きずの保証を行います。検査はその用途に見合った検査判定を行い、有害なきずは手入れ除去し、その他のきずは残存を許容しているのが普通です。一般に残存きずの許容限度は、製造メーカーの社内基準または需要家との協定により定め

られます。

許容限度を超える有害なきずは手入れ除去されますが、この場合のきず取り基準として、JISでは一般鍛造用棒鋼について、以下のように規定しています⁴⁾。

呼称寸法の4%以下（ただし、最大値5mm）とする。また、きず取り跡の幅の合計は、

同一断面において周の1/4以下とする。ただし、寸法許容差内にあるきず取り部分は、

きず取り跡とはみなさない。きず取りの概略図を図6に示します。

また、直接切削用丸鋼については、通常きず取りは行わず、行う場合は、需要家との協定によるとしています。きず深さの許容限度を表1に示します⁴⁾。

(5) 荷姿、結束方法 (Packing, Binding) (写真4)

検査完了した鋼材は、結束され、所定の表示が行われて入庫、保管されます。結束重量は、ユーザーの設備上の制約から、事前に協議して決められます。1結束の重量が1ton～3tonが一般的です。

結束の方法は、なまし鉄線かフープバンドを使用し、2～4ヶ所を手結束または自動機械結束機

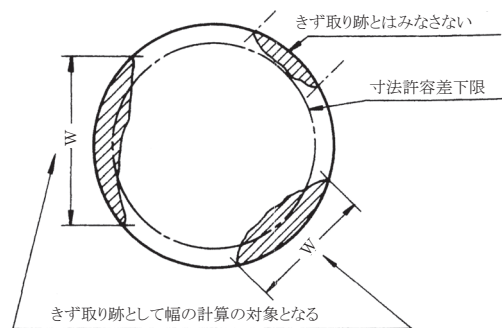


図 6 きず取りの概略図⁴⁾

表 1 直接切削用丸鋼（熱間圧延棒鋼）の呼称寸法からのきず深さの許容限度⁴⁾

径 mm	呼称寸法からのきずの深さの許容限度
16未満	呼称寸法の4%以下。ただし、最大値0.5mm
16以上 50未満	呼称寸法の3%以下。ただし、最大値1.0mm
50以上 100未満	呼称寸法の2%以下。ただし、最大値1.5mm
100以上	呼称寸法の1.5%以下。ただし、最大値3.0mm



写真4 出荷前の特殊鋼製品

で結束します。結束個所数は長さによっても異なります。みがき棒鋼などのように表面肌が特に問題となるような場合は、特別な梱包結束方法がとられています。

(6) 表示 (Marking) (写真4)

棒鋼の場合、鋼材端面にはラベルによる鋼種、溶解番号、製造メーカー略号表示や荷札による寸法、長さ、本数、重量表示が行われます。30mm未滿の細い材料径のものは、結束単位ごとに、荷札に鋼種記号、溶解番号、寸法、長さ、本数、重量表示を行います。

端面のラベルは、鋼種を明確にするためのもので、その色別表示は、特殊鋼倶楽部制定の「特殊鋼棒鋼の色別表示規定」に準じて行われています。

◇ その他

1. 鋼材検査証明書 (ミルシート : Mill sheet)

鋼材を製造した結果、指定された規格の要求事項を満たしていることを証明した書類で、製造者である鉄鋼メーカーが注文者に発行します。日本では通常、ミルシートと呼ばれます。溶解番号、鋼種、寸法などに加えて、化学成分、焼入性、機械性質などの試験、検査結果が規格値、実績値とともに記載されます。実績値のみや“GOOD”表記の場合もあり、これらの表示項目、方法は仕様取り交わし時に決定されます。

2. 非調質鋼 (Microalloyed Steel)

通常特殊鋼鋼材は、焼入れ・焼戻し (調質) 処理を行い使用されますが、この処理を行わず、圧延のまま、あるいは鍛造のまま使用することが可能な鋼材が非調質鋼です。前者を切削用非調質鋼、

後者を鍛造用非調質鋼と呼びます。

非調質鋼は、析出強化を利用した強化機構で、化学成分設計と圧延あるいは鍛造時の冷却速度制御の組合せにより、調質処理省略を可能にしています。

非調質鋼を使用するメリットとしては、工程省略によるリードタイムの短縮、中間在庫の削減、省エネルギー、環境負荷の軽減など数多くがあげられます。

鉄鋼メーカー各社にオリジナル非調質鋼が、切削用、鍛造用の種類別、強度別にラインアップされ、自動車用部品を中心に幅広く使用されています。

3. 用途 (Use)

鋼材がその後どのような工程を経て、どのような部品に使用されるのは極めて重要です。鉄鋼メーカーは使用される用途に合わせて鋼材の造り込みを行っており、その使い方が異なった場合、トラブルが発生することも考えられます。代表的なものとして、切削用と鍛造用の鋼材の造り込みがあげられます。切削用鋼材はある程度のきず深さが許容される一方で、鍛造用鋼材はきずが割れにつながる可能性もあります。逆に念入りにきずを除去した鍛造用鋼材を切削加工した場合、黒皮残りの危険性があります。

従って、仕様取り交わしの際には、鋼材がどのような方法で成形加工され、どのような部品になるのかについて、前段で適用範囲を規定することになります。

むすび

仕様で規定される項目は数が多いですが、ひと

つひとつ取り決めを行う必要があります。これまでは、良い意味での“ジャパニーズ・スタンダード”から、特に仕様上規定しない場合でも、ある一定水準の品質が確保されていたこともあったかと思えます。逆に言えば、過剰品質でもあったかもしれません。グローバル調達が進んでいくとともに、契約である仕様取り交わしをより慎重に進

めていく必要があると言えましょう。

参考文献

- 1) (一社)特殊鋼倶楽部：特殊鋼ガイド 初級 (2013)、P11～18、P39～52、P86
- 2) 日本規格協会：JIS G 0203：2009 鉄鋼用語 (製品及び品質)
- 3) 日本規格協会：JIS ハンドブック 鉄鋼 I (2015)、P2258
- 4) 日本鉄鋼協会：JIS G 4051：2009 機械構造用炭素鋼鋼材



Ⅱ．特殊鋼鋼材の仕様

1．化学成分

日立金属(株) なるみまさとし
高級金属カンパニー技術部 鳴海雅稔

まえがき

化学成分は、鋼の性質を左右する基本の品質であり、その中に含まれる合金元素の量や種類によって、性質を大きく変えることが出来る。硬い材料、ねばり強い材料、熱に強い材料、錆びにくい材料、削りやすい材料など、鋼材の基本特性を決定している化学成分について、各種合金元素の役割や諸性質に及ぼす効果を解説するとともに、製造者がどのように管理しているかを説明する。

◇ 合金元素の役割

1. 各種合金元素の諸性質に及ぼす影響

特殊鋼は、鉄 (Fe) と炭素 (C) の合金を主とした炭素鋼と、性能を改善する目的で、マンガン、クロム、モリブデン、ニッケル、バナジウムなど、他の合金元素を1種又は2種以上添加した合金鋼とに大別される。

特殊鋼の中で最も多く生産されている構造用鋼は、基本となるCは0.10～0.60%含まれており、その量が多くなるほど硬さや強さが増大し、逆に延性やじん性は低下する傾向になる。Cが0.10～0.25%のものはあまり強度を必要としない機械部品に使用され、Cが0.25～0.60%のものはいわゆる強じん鋼と呼ばれ、強さとねばさが要求される機械部品や自動車部品などに使用される。さらにCが高くなり0.70%を超えると、構造用鋼として使われることは少なく、工具鋼の範疇となる¹⁾。

以下に、主要な合金元素の諸性質に及ぼす影響を示す。

炭素 (C) :

機械的特性に最も寄与する元素。最高焼入硬さを上げる。Fe、Cr、Mo、V等と硬質の炭化物を形

成し強さや耐摩耗性を増す。高くなるほど延性やじん性が低下し、溶接性にも悪影響を及ぼす。

マンガン (Mn) :

A₁変態点が低下しオーステナイト領域が拡がり焼入れがしやすくなる。じん性を低下させずに強さが増すが焼戻し軟化抵抗は低い。Sと結合して硫化物 (MnS) をつくり被削性を改善させる。

けい素 (Si) :

フェライト相を強化して300℃以下の低温焼戻し軟化抵抗を増す。弾性限が増す。少量添加で硬さや強さが少し増す。

りん (P) :

不純物。有害元素。偏析を起こし易く、衝撃抵抗を低下させ、低温脆性を促進させる。溶接性にも悪影響を及ぼす。

いおう (S) :

不純物。Feと化合物を形成し熱間加工性を悪くする。Mnと結合し被削性を改善させる。

銅 (Cu) :

赤熱脆性を起こし易い。耐候性が増す。

ニッケル (Ni) :

A₁変態点を著しく低下させ焼入性を向上させるので大型部品の熱処理を容易にする。耐食性を改善させる。低温脆性を防止する。強さやじん性を向上させる。少量のCrやMoを複合添加することで強さはさらに向上する。

クロム (Cr) :

焼入性が増すとともに焼戻し軟化抵抗が大きくなる。Cと結合し硬質の炭化物を形成し強さを増す。耐食性を改善させる。浸炭を促進させる。

モリブデン (Mo) :

炭化物をつくりやすく焼戻し軟化抵抗を増す。Crとの併用によりその効果はさらに向上する。少量添加で焼入性を増す。結晶粒の粗大化温度を上

昇させる。焼戻し脆性を防止する。

バナジウム (V) :

少量添加で結晶粒を微細化させ、焼戻し軟化抵抗を増し、じん性が改善される。焼入性も増すが、多過ぎるとかえってじん性や焼入性を損なう。

2. 熱処理挙動に影響を及ぼす合金元素

特殊鋼を使用する場合、目的の機械的特性を得るために、焼入れ、焼戻し処理を施す必要がある。鋼を焼入れする時の最高硬さは合金元素に影響されずC量によって決まる (図1)。実際の焼入れでは、鋼の表面は直接冷却材 (水、油、空気など) に接するので早く冷やされ焼きが入るが、内部は表面に比較するとゆっくり冷えるので不完全焼入れになりやすい。この傾向は形状が大きくなるほど顕著になる。すなわち、同一鋼材を同一条件で焼きを入れても、小さいものは焼きが入るが、大きいものは内部まで焼きが入らない場合があり、この現象を質量効果という。焼入れ時に内部まで焼きを入りやすくさせる性質を焼入性といい、合金元素はこの焼入性に大きく影響する。図2に鋼

の焼入性に及ぼす合金元素の影響を示しているが、Mn、Mo、Cr、Si及びNiが焼入性を向上させる効果がある。大きな部品であっても内部まで焼きが入っていることが望ましく、良好な機械的特性を得るためにも、使用する部品の形状に見合った鋼種選択が必要になる。

焼入れをしたままの鋼材は極めて硬いが反面非常に脆いので、このままでは使いものにならない。機械的特性を向上させるため連続して焼戻しを施す必要がある。焼戻温度が高くなるほど軟化が進みじん性は増していくが、合金元素はこの軟化挙動に影響を与えている。合金鋼は炭素鋼に比べて焼戻しによる軟化が遅れるが、この性能を焼戻し軟化抵抗と呼んでいる。Mo、タングステン (W)、V、Cr、チタン (Ti)、ニオブ (Nb) などが焼戻し軟化抵抗を高める効果があり、それら含有量が多くなると、二次硬化 (焼戻温度の上昇とともに再び硬さが高くなる現象) も現れるため、強じんな特性が得られやすくなる。また、加工中の摩擦熱に対する耐熱軟化性や高温における硬さや強さが高められるので、各種工具鋼でこれら合金元素を多く含んだ鋼種が使用される。

3. 耐食性、耐酸化性を高める合金元素

鋼は、大気中、特に湿度が高い環境でさびを発生しやすい欠点がある。このさびの発生を抑制する効果があるのがCrであり、約11%以上添加された鋼がステンレス鋼である。Crは鋼の表面に不動態皮膜と呼ばれる緻密な皮膜を形成させ周囲の環境から鋼を保護する働きをもつ。さらにMoを添加すると塩化物が存在する環境下で耐孔食性を、Cuは薬品等に対する耐酸性を、TiやNbは溶接部の耐粒界腐食性を向上させる²⁾。耐粒界腐食性はCの低減によっても改善できる。

鋼を大気中で高温に加熱すると容易に酸化して厚い酸化物のスケールを生じるが、Cr、アルミ (Al)、Siは高温における耐酸化性を向上させる効果があり²⁾、耐熱鋼などで利用されている。

4. その他合金元素の効果

窒化鋼では、窒化処理を容易にし、その強さを増す目的でAl、Cr、Moを添加している。特にAlは窒素に対する親和力が大きく、表面に微細な窒化物を形成させ、表面硬さと耐摩耗性を改善する効果がある。

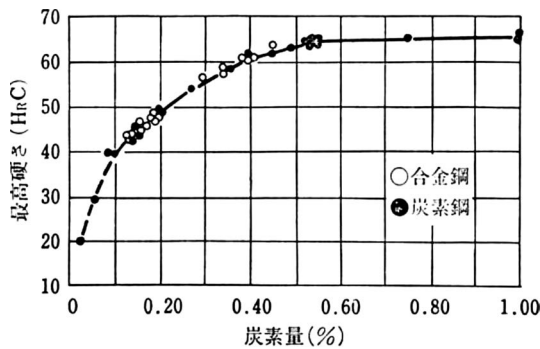


図 1 鋼の炭素量と最高焼入硬さの関係¹⁾

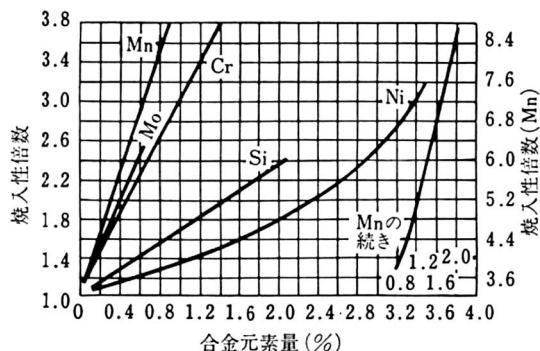


図 2 各種合金元素の焼入性指数¹⁾

冷間加工用工具鋼では、使用中の摩耗を抑制するため、W、Mo、Vなどを添加している。炭素鋼はFeとCの化合物であるセメントタイト（Fe₃C）と呼ばれる硬質の炭化物の存在が、摩耗を抑制する効果があるが、W、Mo、Vなどの合金元素は、一部のFeと置換して、非常に硬い複炭化物を形成するため、耐摩耗性を著しく向上させることができる。

◇ 製造者における化学成分の管理

1. 化学成分の管理方法

化学成分はその鋼の品質を左右する最も重要な項目であるため、各元素の含有量が規定通りにあるかどうか、鋼材の製造上、重要な検査項目として化学成分の分析が行われる。表1に工具鋼の成分規格の一例を示すが、実際には仕様で取り決められた成分規格の範囲よりも、さらに狭い範囲で管理されている場合が多い。

特殊鋼の製鋼工程の一例を図3に示すが、電気炉での溶解、精錬、成分調整後、材料によっては炉外精錬、成分調整を経てインゴットに casting される。各溶解ごとの化学成分の決定は溶鋼分析で行われる。成分をコントロールするためには各製鋼工程における溶鋼分析が重要であり、その分析結果が製鋼現場にフィードバックされることで精密な成分調整が行われる。

精錬が終わり、目標とする化学成分に調整した溶鋼は、原則として、全 casting 込み量の中間に分析試料が採取され分析される³⁾。特別な取り決めがな

い場合は、その分析値が溶鋼の平均化学成分を示すものとしてその鋼材の保証成分となり、検査成績表（ミルシート）に記載される。

溶鋼分析に対し、圧延、または鍛造された製品からサンプリングを行う分析を製品分析（チェック分析）といい、注文者から要求がある場合に実施する。この分析値は偏析などにより溶鋼分析と異なる値を示すことがあるので、その許容変動値がJIS G 0321に規定されている。使用中にトラブル等が発生し破損部品の化学成分を分析した場合に、ミルシートの分析値と異なることもあるので注意が必要である。

2. 管理に用いられる分析方法

製鋼工程で適用される成分分析は、分析の精度、正確さとともに迅速性が要求される。このため、現在では、蛍光X線分析、発光分光分析等の機器分析法が適用されている。

弊社の安来工場においても、1959年（昭和34年）に同業他社に先駆けての発光分光分析装置の導入以来⁴⁾、機器分析装置の拡充、適用拡大を図り、弊社の安来工場で生産される特殊鋼の成分管理に活躍している。

現在のように機器分析法が適用される以前は、

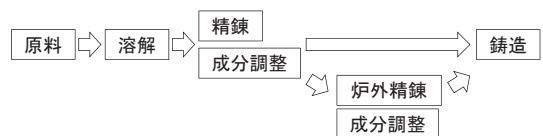


図 3 特殊鋼の代表的な製鋼工程

表 1 代表的な工具鋼の成分規格

鋼類	JIS	化学成分 (Mass%)									
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	W	V	
炭素工具鋼	SK105	1.00～1.10	0.10～0.35	0.10～0.50	0.030以下	0.030以下	—	—	—	—	
合金工具鋼	冷間金型用	SKS3	0.90～1.00	0.35以下	0.90～1.20	0.030以下	0.030以下	0.50～1.00	—	0.50～1.00	—
		SKS93	1.00～1.10	0.50以下	0.80～1.10	0.030以下	0.030以下	0.20～0.60	—	—	—
		SKD11	1.40～1.60	0.40以下	0.60以下	0.030以下	0.030以下	11.00～13.00	0.80～1.20	—	0.20～0.50
	熱間金型用	SKD61	0.35～0.42	0.80～1.20	0.25～0.50	0.030以下	0.020以下	4.80～5.50	1.00～1.50	—	0.80～1.15
高速度工具鋼	SKH51	0.80～0.88	0.45以下	0.40以下	0.030以下	0.030以下	3.80～4.50	4.70～5.20	5.90～6.70	1.70～2.10	

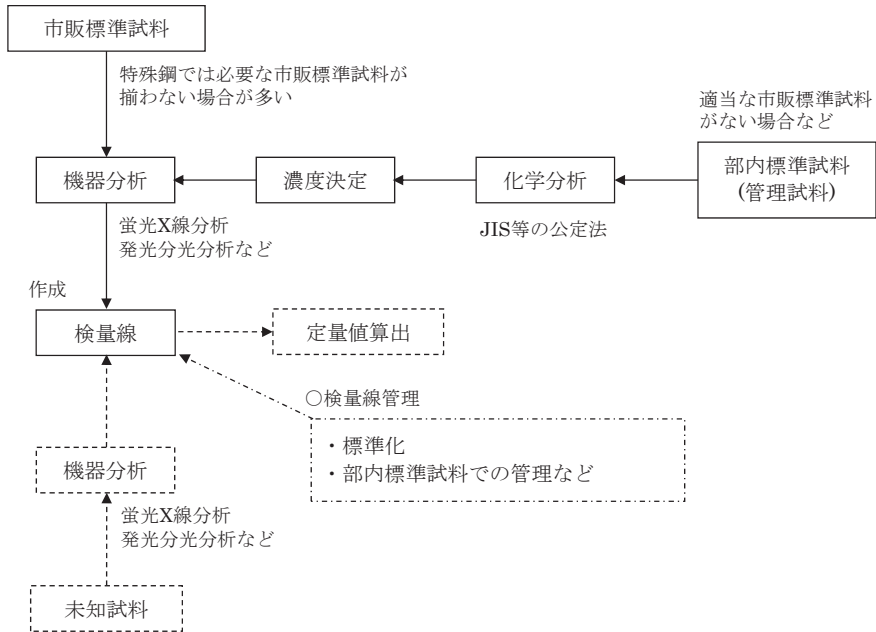


図 4 機器分析と化学分析との関係

吸光光度法、容量（滴定）法等の化学分析法が適用されていたが、迅速性の面から機器分析法にその主役の座を奪われた形となった。しかしながら、化学分析法は機器分析法の適用拡大とともにその重要性が増している。

図4に機器分析法と化学分析法との関係を示すが、機器分析法での分析値の精度、正確さを管理するうえでは、化学分析法の存在が必要不可欠となっている。

このため特殊鋼の分析方法として、機器分析法と化学分析法はその両輪として機能していくことが今後も重要である。

むすび

本項では、各種合金元素の役割や、諸性質に及ぼす効果について解説したが、使用する製品の要求特性に適合する仕様の検討、取り交わしをする際の一助になれば幸いである。

参考文献

- 1) 鉄鋼新聞社：新訂特殊鋼の知識、p. 209-217
- 2) 特殊鋼倶楽部：特殊鋼ガイド初級、p. 7-10、p. 65-76
- 3) JIS G 0306 (1988)：鍛鋼品の製造、試験及び検査の通則
- 4) 「分析の歩み」株式会社ハイメック中国事業所編集 平成12年発行

2. マクロ、地きず、介在物

山陽特殊製鋼(株) 水 守 昌 樹
軸受営業部 軸受CS室

◇ マクロ

鋼材のマクロ組織試験は、鋼材の内部性状、内部欠陥などを評価するために行われるものであり、試験方法は鋼材の断面を塩酸などの腐食液で腐食させて、内部組織を現出し、肉眼で観察します。この試験によって、加工時に発見が困難な欠陥も腐食によって発見しやすくなります。

JISG0553では16種類のマクロ組織に分類され、鋼材の取引においてマクロ組織を規定する場合、限度見本に基づくのが一般的です。16種類のマクロ組織の特徴を以下に示します。

①多孔質

腐食が短時間に進行して鋼材断面全体が海綿状になったもの又は鋼材断面の中心部だけが海綿状になったもの。

②もめ割れ

不適切な鍛造、圧延又は矯正作業によって、中心部に生じた割れ。

③斑点

周囲とは異なる腐食コントラストを呈する箇所が存在する斑点模様。

④皮下割れ

鋼塊の鋳型表面直下に発生し、通常、鋼材表面に平行な割れ。連続鋳造によって得た鋼片の表層近傍の対角線部分の割れ。

⑤樹枝状結晶

凝固中に発生する樹枝状の結晶が、鋼材内部にその痕跡をとどめたもの。

⑥インゴットパターン

鋼の凝固過程における結晶状態の変化又は成分の偏りのために、輪郭状に黒色又は白色の腐食の濃度差が現れたもの。

⑦中心部偏析

鋼の凝固過程における成分の偏りのために、鋼材中心部に腐食の濃度差が現れたもの。

⑧等軸晶

鋼材断面の外層部のチル晶・柱状晶とは異なる、特定の方向性を持たない結晶組織が腐食によって断面の中央部に現れたもの。

⑨ピット

腐食によって、肉眼で見える大きさに点状の孔が鋼材断面全体に生じたもの、又は鋼材断面中心部に生じたもの。

⑩気泡

ブローホール又はピンホールが完全に圧着されず、鋼材断面に斑点状に跡を留めたもの。

⑪介在物

肉眼で認められる非金属介在物。マクロ組織を現出させる腐食液によって、介在物が溶解し、気泡状になる場合がある。

⑫パイプ

鋼の凝固収縮過程で発生する収縮孔または熱間加工時に発生した割れが、完全に圧着されず、内部にその跡を留めたもの。

⑬毛割れ

通常、鋼材断面の中心部と表面との中間に現れる毛状の割れ。

⑭周辺きず

周辺気泡によるきず、圧延又は鍛造によるきず、その他鋼材の外周部に生じたきず。

⑮内部割れ

鋼材の内部から表面方向に発生し、鋼材断面の中心部と表層との中間に現れる割れ。

⑯ホワイトバンド

連続鋳造で電磁攪拌を行った場合の痕跡として、通常、鋼材の中心部と表層との中間で発生する白色の帯状模様。

しかし、これらのマクロ組織のなかでも気泡(ブローホール又はピンホール)や毛割れなどは脱ガス処理によりほとんど無くなり、もめ割れやパイプなども製造技術の向上によりほとんど問題に

ならなくなっています。

◇ 地きず

地きずは鋼の仕上げ面においてそのまま肉眼によって認められ、非金属介在物による線状のきずの他にも砂などの異物の介在物による線状きずやピンホール、ブローホールなどによる線状きずがあります。

機械仕上げ面に地きずが露出すると、疲れ強さ、寿命、靱性に悪影響を及ぼし、有害な欠陥となる場合に規制されます。

JISG0556に規定されている試験では、鋼材の径に応じて一段から三段までの段削りを行い、各段ごとに地きずの個数、長さを測定して、100×100mmの面積に換算し、総換算個数、地きず長さの総和、最大地きず番号で評価します。

現在、超音波探傷検査精度の向上により、鋼材内部の品質保証の安定化が図られ、一部では取引先との協定により、地きず試験の省略が認められています。

◇ 介在物

1. 非金属介在物の種類

鋼中にはアルミナ、スピネル、カルシウムアルミネートなどの酸化物、マンガンサルファイドなどの硫化物、窒化チタンなどの窒化物などの非金属

介在物が含まれます。これらの非金属介在物は一般的に溶鋼の脱酸生成物または耐火物の破片が多く、単独で小さいものは害はありませんが、凝集すれば地きずの原因になったり、大きいものは疲労寿命の低下や加工時の割れの原因になるなど、悪影響を及ぼすことが知られています。

JISG0555の付属書に規定された点算法においては、鋼の非金属介在物はA系介在物、B系介在物、C系介在物に分類されています。

- ・A系介在物：鋼中の非金属介在物のうち、加工によって粘性変形したもの（硫化物、けい酸塩など）。
- ・B系介在物：鋼中の非金属介在物のうち、加工方向に集団をなして不連続的に粒状に並んだもの（アルミナなど）
- ・C系介在物：鋼中の非金属介在物のうち、粘性変形をしないで不規則に分散するもの（粒状酸化物など）。

2. 非金属介在物の各種評価方法（図1）

非金属介在物の一般的な評価方法として、JISG0555、ASTM E45 A法、D法による顕微鏡法、高周波超音波探傷法や検鏡介在物を統計処理する極値統計法、スライム抽出法、地きず試験（JISG0556）などがあります。評価の対象となる非金属介在物の大きさと評価重量に応じて、これらの評価方法は使い分けされています。

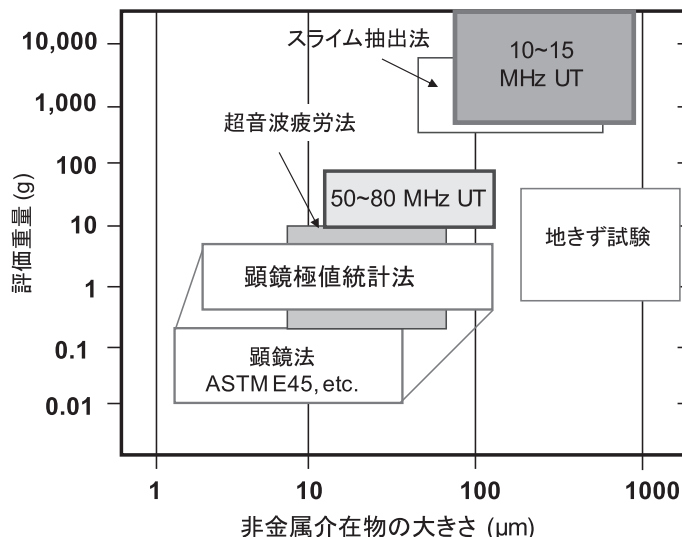


図 1 非金属介在物の評価方法

(1) JIS法やASTM E45 A法、D法における顕微鏡法

これらは顕微鏡での目視画像と標準図を比較して、非金属介在物の種類と大きさを視覚的に推定する方法です。数～数+ μm の介在物が対象で、これらの介在物に関する清浄度評価に使用されています。しかしながら、これらの評価方法は精度や評価体積の点で不十分で、疲労寿命や疲労強度との相関はみられません。

(2) 検鏡介在物を統計処理する極値統計法

鋼中に含まれている全ての介在物を調査するのは困難であり、極値統計法では数+視野の介在物を観察して、その分布を解析し、統計処理することで最大介在物径 ($\sqrt{\text{AREAMax}}$) を推定する方

法です。およそ100 μm までの大きさの介在物を評価対象とします。

(3) 超音波を用いた高周波超音波探傷法

軸受製品において早期の疲労破壊が起こることがあり、その破面には100 μm 級以上の大型介在物がみられることがあります。軸受の信頼性向上には100 μm 級以上の大型介在物の低減が必要ですが、出現頻度が極めて低いため、これまでの清浄度評価方法ではその評価が困難でした。そこで10～15MHz程度の周波数の探触子を用いた水浸超音波探傷による介在物評価が開発されました。極めて出現頻度が小さい100 μm 以上の大型介在物に対しては、kgオーダーの大体積検査が可能な10～15MHzUTは非常に有効な方法です。



3. 脱炭、ミクロ組織、結晶粒度、焼入性

三菱製鋼室蘭特殊鋼(株) 技 術 部 長 山 岡 拓 也

まえがき

この章で触れる脱炭、ミクロ組織（顕微鏡組織）、結晶粒度、焼入性は、それぞれ相互に関連性を持った項目になります。例えば、脱炭や結晶粒度は顕微鏡観察によって行われ、結晶粒の大きさは焼入性に影響を及ぼします。また、焼入性試験での硬さの差は、ミクロ組織の差に起因しますし、脱炭が存在した場合は、その部分は焼きが入りません。

このようにいずれも、使用する製品の特性に大きな影響を及ぼす項目ですので、試験の目的やその方法、内容を良く把握して、仕様を取り交わす必要があります。

◇ 脱炭

脱炭は、肌焼鋼のように浸炭して使用する鋼種では、それほど問題にはなりません。軸受鋼、ばね鋼、工具鋼などでは、大きな欠陥になる可能性があります。脱炭が存在する部分は、焼入れ時に所定の硬さが得られず、疲労強度が低下したり、耐摩耗性の悪化、熱処理時の割れなどの原因となる場合があります。材料が破壊する際には、常に最弱部から起こりますので、脱炭がその原因となる場合があります。

脱炭層深さの測定方法は、「JIS G 0558 鋼の脱炭層深さ測定方法」で規定されています。測定には顕微鏡による方法や、硬さ試験による方法、炭素含有率による方法が定められています。脱炭層深さとして、フェライト脱炭層深さ、全脱炭層深さが測定されます。表層部が、完全にフェライト組織だけになったフェライト脱炭は、硬さを大きく低下しますので、特に注意が必要です。全脱炭層深さとは、脱炭層と生地との化学的性質又は物理的性質の差異が、もはや区別できない位置までの距離を言います。写真1に顕微鏡法による脱炭層深さ測定試料の写真を示します。

脱炭は、その鋼種の用途、加工工程を考慮して、

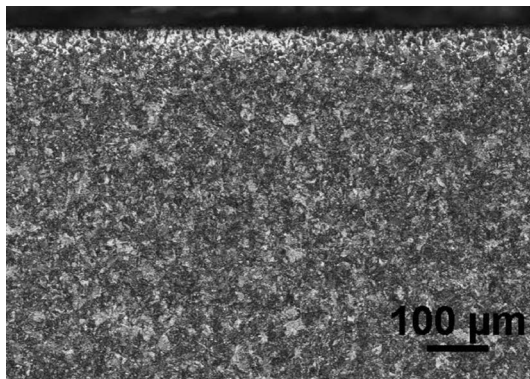


写真1 脱炭層深さ測定試料

具体的な数値がユーザーと製造者の間で取り決めされます。

◇ ミクロ組織

ミクロ組織は、鋼材を切断し、樹脂に埋め込みした試料を研磨仕上げした後、研磨面を腐食して顕微鏡で観察します。腐食液には、1.5%～4%のナイトール（硝酸エタノール溶液）又は2%～5%ピクリン酸アルコール溶液を使用します。通常倍率は、50倍～400倍で観察されます。仕様において、ミクロ組織が規定されることは少ないですが、球状化焼なましなどを実施した熱処理品では、規定されることがあります。ただしミクロ組織の観察は基本的な試験項目で、鋼材の各種調査では良く行われます。

観察される組織には、フェライト、パーライト、ベイナイト、マルテンサイトなどがあり、組織により硬さが大きく異なります。ミクロ組織を観察することで、その鋼材の熱履歴、硬さなどを推測することができます。ミクロ組織を観察した例を、写真2、写真3に示します。

ミクロ組織を取り決めする場合は、ユーザーと製造者の間で、限度見本により行われるのが一般的です。

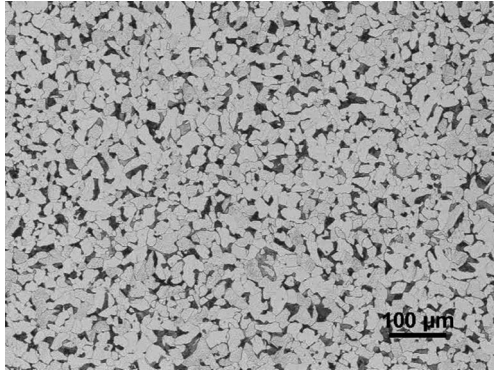


写真2 ミクロ組織観察試料（フェライト＋パーライト組織）

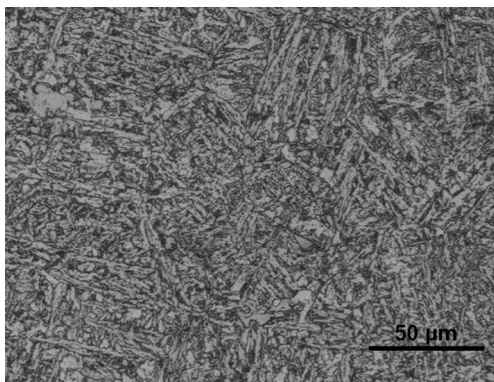


写真3 ミクロ組織観察試料（ベイナイト組織）

◇ 結晶粒度

結晶粒度は、「JIS G 0551 鋼－結晶粒度の顕微鏡試験方法」で規定されています。この結晶粒度は、鋼の性質に非常に大きな影響を及ぼします。例えば、以下に示すHall-Petchの法則は良く知られています。

$$[\text{Hall-Petchの法則}] \sigma = \sigma_0 + k \cdot d^{-1/2}$$

σ ：強度 σ_0 ：単結晶の強度 k ：定数 d ：粒径
結晶粒度を微細化することで、引張強さ、降伏点が向上します。粒径依存性は、降伏点の方が大きく、降伏点向上の効果がより大きくなっています。

また、一般的に鉄鋼材料の“強さ”と“ねばさ”はトレードオフの関係にあり、強いものは脆く、ねばいものは弱い状態にあります。鉄鋼材料の強化法には、固溶強化や析出強化、転位強化など様々な手法が存在しますが、唯一結晶粒微細化に

よる強化法のみが、これらを両立できる方法として着目されています。サブミクロン、ナノサイズの微細粒化が、次世代鉄鋼材料、スーパーメタルとして、近年国家プロジェクト化され、研究されています。

上記はサブミクロンサイズの結晶粒度に関する話になりますが、結晶粒度が鋼の特性に影響を及ぼす点では変わりありません。結晶粒度には、フェライト結晶粒度とオーステナイト結晶粒度の2種類に分けて考える必要があります。フェライト結晶粒度は、フェライトの結晶粒の大きさで、通常炭素（C）含有量0.25%以下の炭素鋼で適用されます。オーステナイト結晶粒度は、高温度におけるオーステナイト状態での結晶粒の大きさで、浸炭粒度試験法、熱処理粒度試験があり、熱処理粒度法では実際の熱処理の適用を考慮して、様々な試験方法が規定されています。結晶粒度を観察、測定した例を写真4に示します。これは、酸化法による熱処理粒度試験を行ったものです。また、粒度番号と結晶粒の平均直径の関係も合わせて表1に示します。

結晶粒度は、「JIS G 4052 焼入れ性を保証した構造用鋼材（H鋼）」において、オーステナイト結晶粒度が、焼入れ焼戻しを行う鋼種では5.0以上、浸炭を行う鋼種では6.0以上と規定されています。また粒度番号5以上の鋼を細粒鋼、5未満の鋼を粗粒鋼としています。結晶粒度は、この基準によるのが一般的ですが、ユーザーと製造者間で、より細かな粒度の取り決めを行う場合もあります。

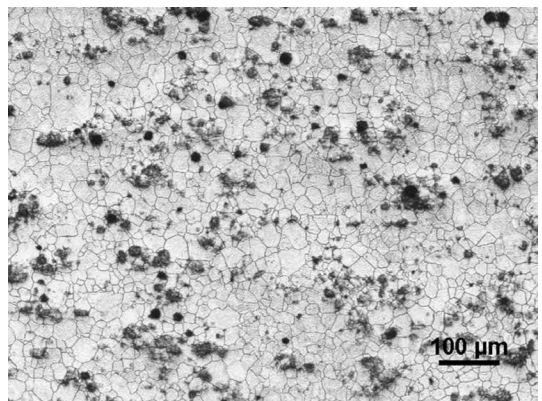


写真4 結晶粒度測定試料熱処理粒度試験（酸化法）

表 1 結晶粒度と粒径の関係

粒度番号	結晶粒の平均直径 μm
3	125
4	88.4
5	62.5
6	44.2
7	31.2
8	22.1
9	15.6
10	11.0
11	7.8
12	5.5

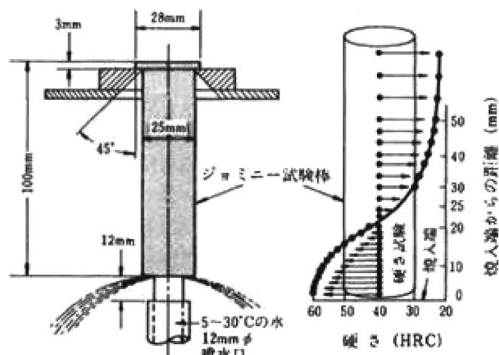


図 1 焼入性試験方法¹⁾

◇ 焼入性

焼入性は、一端焼入法によって測定し、評価されます。ジョミニー試験と呼ばれるもので、「JIS G 4052 焼入れ性を保証した構造用鋼材 (H鋼)」では、焼入性を保証し、その成分範囲を上げ、自由度を持たせてあります。

図 1、写真 5 に、ジョミニー式一端焼入性試験方法、および焼入性測定後の試験片を示します。所定の温度に加熱した試験片を端部から水冷し、焼入端からの硬さを測定することで、その材料の焼きの入りやすさを調べることができます。焼入端からの距離と硬さの関係をプロットし、焼入性曲線 (ジョミニー曲線) を作成します。焼入性曲線は、焼入端から遠くなるほど硬さが低くなります。

最高硬さは、炭素 (C) で決まりますが、焼入れ深さに寄与する度合いは、元素によって異なります。主要元素の焼入れ深さへの効果順は、次の通りになります。鋼材の化学成分を設計する際には、その効果とコストを勘案して行われます。

[元素の焼入れ性への寄与度合い]

ほう素 (B) > マンガン (Mn) > モリブデン (Mo) > クロム (Cr) > けい素 (Si) > ニッケル (Ni)

また、焼入性に関して言えば、前述のオーステナイト結晶粒度の大きさが影響し、結晶粒度が粗いほど大きく、細かいほど小さくなります。

鉄鋼メーカーでは、同じ鋼種名、例えば単に SCM440H と言っても、いくつかの焼入性パターンを所有しています。焼入性規格範囲に対して、中央狙い、高め狙い、低め狙いなどが存在します。



写真 5 焼入性測定後の試験片

部品の大きさによって、鋼種自体を変更するだけではなく、同じ鋼種名で焼入性を変更して対応することも可能です。製鋼過程 LF での狭い幅での成分管理が求められるのです。

焼入性は、その鋼種の JIS 焼入性規格範囲内で取り決めする場合の他、より狭い規格幅や、特定の測定ポイントのみで管理、規格化場合があります。これらは製品の大きさ、用途、熱処理方法などにより、ユーザーと製造者の間で決定されます。

むすび

特殊鋼材を使用する部品には、通常熱処理が行われます。この章で解説した内容は、いずれも熱処理に深く関連するものです。特殊鋼は、熱処理でその特性が大きく変化するため、特殊鋼を知るには、熱処理を知ることが欠かせません。特殊鋼を知り、熱処理を知ること、仕様を規定する意味合いや、その役割などに対する理解が、さらに深まると言えましょう。

参考文献

1) (一社) 特殊鋼倶楽部：特殊鋼ガイド 初級 (2013)、P48

4. 外観品質

(1) 棒 鋼

新日鐵住金(株) 棒線事業部 田代 龍次
棒線技術部 棒線技術室

まえがき

ここでは棒鋼（バー）の外観品質について解説するが、一言で棒鋼と言っても、丸鋼、角鋼、六角鋼、異形棒鋼など断面の形状により複数の種類がある。その中で今回は、基本となる丸鋼について述べることにする。

棒鋼の外観品質は主に、寸法、形状、長さが挙げられ、その標準がJIS G 3191に規定されている。しかし、使用用途によっては実際の加工時に不具合の原因になることもあり、寸法や外観上の形状について注意が必要なため、JISでも鋼材の種類によって寸法や表面きず取り跡などが厳しく規定されている。これから、それらを含めて解説する。

◇ 寸法形状

1. 寸法

寸法形状の品質では、まず何と言っても径寸法（断面直径寸法）である。棒鋼の径は基本的にはmm単位で、JIS G 3191にいくつかの標準径が示されているが、実際にはお客様の加工工程に適し

た径寸法の契約仕様が多くの場合、また、圧延ままの場合は0.1mm単位で指定されることもある。この径寸法には許容差および偏径差が規定されており、JIS G 3191では表1のようになっている。しかし、鍛造や切削などの加工および熱処理を施して使用される機械構造用炭素鋼鋼材（JIS G 4051）や機械構造用合金鋼鋼材（JIS G 4053）では、鍛造後の欠肉・肉余り防止などのため、またばね鋼鋼材（JIS G 4801）や高炭素クロム軸受鋼鋼材（JIS G 4805）等では、そのまま使用されることがあるため、標準のJIS G 3191よりも図1のように厳しくなっている。

ところで、メーカーは基本的に径寸法許容差±

表 1 棒鋼（丸鋼）の径寸法に対する許容差と偏径差（JIS G 3191）

径寸法範囲	許容差	偏径差
16未満	±0.4mm	径の全許容差範囲の70%以下
16以上 28未満	±0.5mm	
28以上	±1.8%	

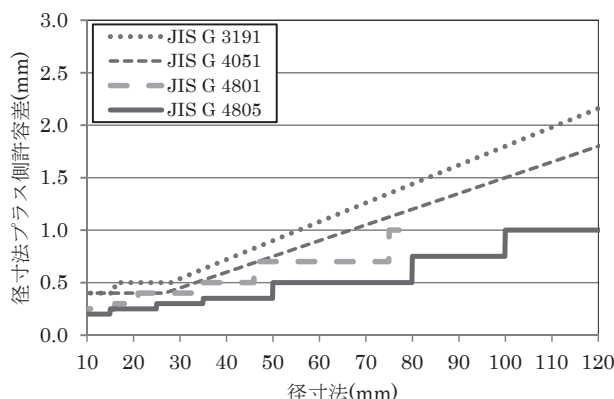


図 1 径寸法許容差（プラス側のみ表示）

1.5%（最小値±0.4mm）および偏径差70%以下のJIS G 4051・4053が製造できるmm単位の数種類の基本径寸法に合わせて圧延ロール等の準備を行っており、ロール隙を調整することによるサイズフリー圧延で径寸法を作り分けている。しかし、それに外れる径寸法の仕様に対しては、新しくロール等を準備したり、それらへ交換するためにラインの停止および作業が必要となる場合があり、コストアップになる。また同じ径寸法でも、その許容差や偏径差が厳しくなると圧延機の精度、ロールの組込み精度、孔型形状、孔型の加工精度、圧延温度の変動、使用による孔型の摩耗などの影響が大きく作用するため、圧延能率や稼働率が下がったり、製造現場でのロール組替えや製品寸法の確認・管理等の作業が発生したり、サンプリングおよび寸法不良部分の切捨て等によって大きなコストアップとなる。そのため、不用意に中途半端な径寸法の仕様にしたたり、厳しい許容差や偏径差の仕様にするのは避けた方が良く、特に真円度を表す偏径差を厳しくすると大きなエクストラ費用が付加されることがある。

ちなみに、最近では圧延中の寸法は、仕上げ圧延機の後に設置される自動寸法測定機により管理されることが多いが、それに加えて、ある頻度で製品からサンプリングし、マイクロメータやノギス、ゲージ等で寸法の測定・確認を行うのが普通である。

2. 長さ

棒鋼は一定の長さに切り揃えられるが、このとき関係する仕様が本体長さで長さ許容差である。通常、熱間圧延後に数十本並べられ、まとめてお客様仕様の本体長さに切断機で切り揃えられるが、切断時の温度や1本毎のバラツキ、切断機や先端揃え装置の精度や強度などから、一切りの中でも、また切断毎でも長さに微妙な長さバラツキが生じる。このため、長さ許容差が仕様で決められているが、マイナス方向には0で、プラス側のみの片側許容差になっている。これは仕様の本体長さがお客様に必要な最小長さになっていることが多いので、マイナス側になればそのまま使われる場合はもちろん、短切りして使われる場合でも必要な数が取れないことになり、お客様での歩留り低下を引き起こす。

JIS G 3191では表2のように-0、+40mmと規定されており、これより小さい仕様になると、特別な切断機を使ったり、切断能率を落としたり、余分な工数をかけたり等でエクストラ費用が付加されることがあるので、避けた方がよい。また、全本数をひとつの長さに切り揃えるのはメーカーでの大きな歩留り低下となり、エクストラ費用につながる可能性があるため、本数比で10~20%の別長さを許容するのが普通である。

3. 曲がり

棒鋼では曲がりの仕様も取り決める必要がある。これはお客様で使用されるときに展開台に並べられ、転がして加工ラインへ誘導されることが多いことや、加工ライン内での搬送不良やダイス詰まりを防止するため、また直接切削時の振れや削り残し防止のためである。棒鋼の曲がりの原因は圧延、冷却、保管、熱処理など様々であり、通常、圧延後の整備工程におけるローラ矯正機やプレス矯正機で仕様内に入るように矯正されているが、厳しい仕様の場合は2回以上矯正を繰り返す等を行うため、エクストラ費用が発生することがあるので注意が必要である。

機械構造用炭素鋼鋼材（JIS G 4051）や機械構造用合金鋼鋼材（JIS G 4053）では、1mにつき3mm以下かつ全長に対して3mm×長さ（m）以下と規定されているが、高炭素クロム軸受鋼鋼材（JIS G 4805）の切削用（径100mm以下）に限っては、1mにつき1.5mm以下かつ全長に対して1.5mm×長さ（m）以下と厳しくなっている。

4. 面取り

棒鋼に特有の仕様として、もうひとつ、端部の面取り仕様がある。棒鋼の場合、1本毎にお客様のライン内を軸方向にローラ搬送したり、加工機に挿入したりするため、そこでの突っかかり等を防止するため端部の面取りが必要となる。しかし、

表 2 棒鋼の長さの許容差（JIS G 3191）

長さ	許容差
7m以下	-0mm +40mm
7mを超えるもの	長さ1mまたはその端数を増すごとに、上記の+側許容差に5mmを加える
プラス側許容差は、受渡当事者間で設定しても良い	

この規定量についてはお客様との協議によることが多く、普通2～3C程度であるが、端部まで使用するお客様や欠肉が問題となるお客様等では面取り量は少なく、搬送等が問題となるお客様では大きくなることもある。

◇ 外 観

1. 外観

外観は、文字通り製品表面の見た目であり、具体的には表面きずやスケール、さびなどの表面状態のことである。棒鋼の丸鋼の場合、通常、圧延後の整備工程でローラ矯正されることが多く、そこで圧延状態のスケールがほとんど落ちるので、仕様として規定されることは少ない。また、さびは引抜き加工後の表面性状をあらすことがあるので、特に磨棒用途や冷間鍛造用途のお客様において、酷いものは嫌われる。

2. 表面きず

表面きずは様々な種類があり、その主なものの

形態・特徴を表3に示す。これらには肉眼検査で発見できないものもあり、また保証値内のきずはきず取りを行わないことから、鋼材に対する品質要求が高まっている最近でも、圧延ままの鋼材の表面きずは、ある程度存在することを前提に後工程の製品設計をするのが普通である。また棒鋼の場合、検出精度の向上や判定のバラツキ低減、量産性などから検査機器による自動探傷が主流であるが、機器による連続検査では棒鋼の両端末にきず検出できない不感帯があることも認識しておくべきである。

3. きず取り跡

次に、きず取り跡にも注意が必要である。検査工程で検出されたきずは、一般に鋼種およびその用途によって、きず保証限度をこえるものであれば手入れもしくは切捨てられるが、その他のきずは許容されるのが普通である。さらに、きず取り跡は角張っていたり、段付きになっていると、その後の加工時に悪影響を与えることがあるので注

表 3 表面きずの主な種類

No	名称 (英名)	特 徴	発生原因例
1	へげ (scab)	表面が剥げかかったきず ラップ状のきず	加熱炉内での炉床や抽出装置での接触きず 鋼材の過加熱 圧延時の誘導ガイド等との接触による割れ
2	われきず (crack, seam)	圧延方向に連続的に出る肉眼では見難い線状のきず	casting時に発生した鋼材表面付近のピンホール、ブローホールなどが圧延時に表面に出てきたもの 比較的浅い接触きずが圧延で伸ばされ残ったもの 加熱、冷却の不適正による割れ
3	しわきず (wrinkle)	圧延方向に密集した比較的浅く、短いきず	圧延時のロール調整不良や圧延温度不良、カリバ荒れが主に非ロール接触面に残存した密集状のきず
4	かききず (scratch)	圧延方向の直線状で、肉眼で確認できるきず	圧延後の誘導ガイド等に接触した、引っかき状のきず
5	折れ込み (overlap)	圧延方向に比較的長く、折れ重なり状のきず	ロール調整不良や孔型・ガイドの不良で凸状になった部分を倒して重なったきず
6	かみだし (over fill)	圧延方向に連続的に噛み出した凸状のきず	ロール調整不良、圧延時の孔型への誘導不良
7	虫くい (圧着きず) (something roll in)	削れくずなどの異物が圧着された、もしくは脱落したきず	誘導ガイド等での接触時に削れたくずの付着、脱落 圧延ライン内での異物の付着、脱落
8	ロールきず カリバきず (roll mark)	圧延方向に周期的に凸状または凹状についての跡きず	ロール表面の欠損や異物固着物が原因で、 圧延時に製品へ転写された凸状、凹状の跡
9	スケールきず (scale mark)	表面にスケールが圧着またはかみ込んだきず	スケール落ち不良
10	肌荒れ (rough surface)	表面が浅い凸凹状になったきず	ロール表面の肌荒れが鋼材に転写された跡
11	打ちきず (dent)	短い、局部的なへこみきず	搬送時の接触きず、打ちきず

表 4 きず深さの許容限度 (JIS G 4051・4053における直接切削用丸鋼の場合)

径寸法範囲	呼称寸法からのきず深さの許容限度
16未満	呼称寸法の4%以下。ただし最大値0.5mm
16以上 50未満	呼称寸法の3%以下。ただし最大値1.0mm
50以上 100未満	呼称寸法の2%以下。ただし最大値1.5mm
100以上	呼称寸法の1.5%以下。ただし最大値3.0mm

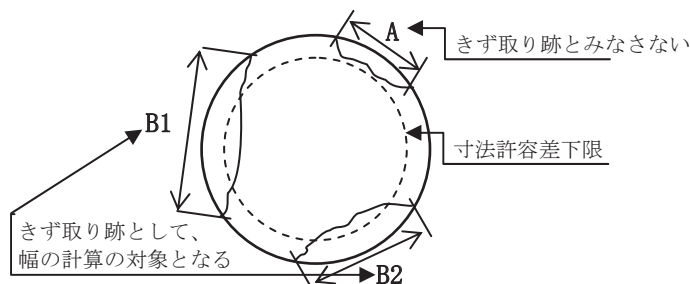


図 2 きず取り跡の概略図

意が必要である。きず取り深さ等については、機械構造用炭素鋼鋼材 (JIS G 4051) や機械構造用合金鋼鋼材 (JIS G 4053) に規定されているように、一般鍛造用棒鋼と直接切削用丸棒など用途によって差がある。きず深さの許容限度については、一般鍛造用棒鋼では呼称寸法の4%以下 (ただし最大値5mm) となっているが、直接切削用丸鋼では表4のようにサイズ毎に規定されている。また、きず取り跡については、一般鍛造用棒鋼ではきず取り跡の幅の合計が同一断面内において周の1/4以下までとなっているのに対し、直接切削用丸鋼ではお客様での加工時に不都合を起こしたり、お客様での切削加工により除去されることもあり、原則的にはきず取りをしないのが普通である。さらに、きず取り跡については図2に示すように規定されており、寸法許容差内にあるきず取り部分 (図2の場合は、A部) はきず取り跡とはみなさず、また同一断面内に複数のきず取り跡がある場合は、これらの幅の和 (図2の場合は、B1+B2) がきず取り跡の幅の合計となる。ちなみに、ばね鋼鋼材 (JIS G 4801) では受渡当事者間の協定により定めることを、高炭素クロム軸受鋼鋼材 (JIS

G 4805) や硫黄及び硫黄複合快削鋼鋼材 (JIS G 4804) ではこれらより厳しく規定されている。

むすび

以上のように、鋼材の仕様はお客様の加工工程 (鋼種や用途) によって異なるため、JIS等を元にお客様と協議し、仕様協定を取り決めることが必要である。また必要以上に厳しい仕様を取り決めることは、メーカーのコストアップおよびエクストラ費用を招くことがあるため、使用上のメリットと比較して適正に設定すべきである。

参考文献

- 1) (一) 特殊鋼倶楽部：特殊鋼ガイド、第3章 鋼材の試験及び検査方法、p39~43
- 2) (一) 特殊鋼倶楽部：特殊鋼ガイド、第4章 鋼種特性、品質基準及び用途、p86~87
- 3) 日本工業規格：JIS G 3191、熱間圧延棒鋼及びパーインコイルの形状、寸法、質量及びその許容差
- 4) 日本工業規格：JIS G 4051、機械構造用炭素鋼鋼材
- 5) 日本工業規格：JIS G 4053、機械構造用合金鋼鋼材
- 6) 日本工業規格：JIS G 4801、ばね鋼鋼材
- 7) 日本工業規格：JIS G 4805、高炭素クロム軸受鋼鋼材
- 8) 日本工業規格：JIS G 4804、硫黄及び硫黄複合快削鋼鋼材

(2) 線材

(株)神戸製鋼所 神戸製鉄所 つじ たけし
線材条鋼技術部 品質保証室 辻 武司

鋼材を使用する場合、外観・寸法・荷姿を適切な状態で管理しておかなければ最終製品の品質にも影響を及ぼす。特に冷間圧造用線材の場合においては、全長でのきず検査がコスト面でも難しいケースが多く、外観品質の設計については十分理解しておく必要がある。

◇ 外観

外観は鋼材の表面きず、スケール、さびなど外

部から観察出る表面状態の事を示す。一般には圧延ままの鋼材の表面には、きずはある程度存在する。

鋼材に発生する表面きずの種類、形態、特徴及び主要因について表1に示すが、きずの発生形態・原因については様々である。これらの表面きずは圧延後の外観検査により、使用上有害なきずの検査判定が行われる。なお、一般的な線材では端末よりサンプルを採取しその部位について検査を行う。きずについては目視、磁粉探傷法による

表 1 表面きずの種類

No.	名称 (英名)	形態及び特徴	備考
1	へげ (scab)	かさぶた状のきず	(1) 圧延ラインの誘導装置との接触きず (2) 素材のラップきず
2	線状きず (hair crack, hair seam)	圧延方向に断続的に出る比較的浅く短い線状のきず	(1) 製鋼鑄造時のピンホール、ブローホール (2) 素材の肌荒れなど
3	縦われ (longitudinal crack)	圧延方向に連続して出る比較的深い線状のきず	(1) 製鋼 分塊工程の残存きず (2) 分塊 圧延工程での素材の加熱時間温度の不適切
4	横われ (transverse crack)	圧延方向に直角または斜めに出た横われ状のきず	(1) 圧延カリバーでのびびり (2) 加熱冷却不適切
5	コーナーわれ (corner crack)	角鋼、平鋼などのコーナー部に生じた比較的深いわれ	(1) 圧延加工方法の不適切 (2) 加熱温度時間の不適切
6	ふくれ (blister)	表面がふくれ、多くの場合空洞になったもの	(1) ブローホール、スキンホールの圧着不十分 (2) 鋼塊にガスを多量含有
7	うろこ (焼け過ぎ) (burning)	表面が比較的細かくひびわれ状、またはうろこ状になったもの	(1) 素材の過熱 (2) 成分不良 脱酸不良
8	かききず (scratch)	ダイスやガイドなどに引っ掻かれたり削られて出来たきず	(1) 誘導装置、移送装置などによる引っかけきず
9	折れ込み (overlap)	円周方向に折れ込んだきずが圧延方向に伸ばされたきず	(1) 圧延カリバーの調整不良 (2) 圧延ガイドの調整不良
10	肌荒れ (rough surface)	肌が荒れて凹凸になったもの	(1) 圧延カリバーの肌荒れの転写
11	カリバーきず (ロールきず) (caliber mark, roll mark)	圧延方向に周期的に凸状または凹状になったもの	(1) カリバーの摩耗・欠損 (2) カリバーへの異物付着
12	スケールきず (scale mark)	表面にスケールが圧着またはかみこんだもの	(1) スケールの付着 (2) 圧延加熱炉出口デスケリング装置の不良
13	虫食い (圧着きず) (something roll in)	削れくずなどの異物が圧着されたきず、異物が後に脱落する場合もある	(1) 異物のかみ込み
14	くいちがい (run counter to)	断面の上下にずれを生じたもの	(1) 圧延カリバー調整不良
15	しわきず (wrinkle)	しわ状のきず	(1) 圧延カリバー調整不良 (2) 圧延温度不良 (3) 圧延カリバー荒れ
16	かみだし (耳) (over-filled)	圧延方向に連続的にかみだしたもの	(1) 圧延カリバー調整不良
17	打ちきず (へこみ) (dent)	局所的に認められたへこみ	(1) 搬送時の打ちきず

検査を行うのが一般的な方法である。

最近の傾向として、鋼材に対する要求品質が高まって来ており、場合に依ってはディフェクトゼロを目標とした線材の作り込みを要求される場合もある。そのような場合については線材圧延の品質設計・管理だけではなく、線材圧延以前の製鋼分塊工程での製造品質の作り込み、鋼片手入れ工程でのきず見きず取り精度の向上、及び線材の二次加工、部品加工も含めた品質設計を行う必要がある。最近では圧延中の熱間渦流探傷法により、コイル全長のきず状態の把握、圧延工程の管理に結びつけて線材品質の向上が図られている。

1. 外観きずの許容限度ときず取り基準

近年のJIS改訂により一部の線材について外観きずの許容限度の規定が入ったが、線材から部品にいたるまでの加工方法、部品の用途によっては受け渡し当事者間の協定が結ばれる場合もある。鋼材において棒鋼材には一般的に規定されているきず取り基準は、線材についてはJISでは規定されていない。棒鋼と異なり線材は熱間圧延後の全長きず検査・きず取りが困難であり一般的な線材であれば端末からのサンプルの検査の結果を元に良品・不良品の判断を行う事となる。もしきずが圧延ままの鋼材で特定部位（例えば、圧延の片端側）にのみ生じているという事が明確であればきず発生部を除去する場合もある。

2. 冷間圧造用線材のきず許容限度

JIS規格化されている冷間圧造用線材の外観きずの許容限度を表2に示す。一般的には端末での検査結果で判定する事になる。

このきず許容限度については、一般的な部品を冷間圧造で製造した場合にわれなどの欠陥となりうるきず深さを規定している。しかしながら昨今、

部品加工コストの低減を目的とした二次加工工程の一部省略や熱間から冷間への圧造方法の変更、軽量化を狙った鋼材の高強度化により圧造われ感受性の高い鋼材や加工方法が採択される場合が増加傾向にある。このような場合は、圧延以降の部品の製造方法並びに途中の検査工程を加味した上で冷間圧造用線材のきず許容限度を設定する必要がある。さらに鋼材の全長のきず検査が必要となった場合、先に述べた熱間圧延での渦流探傷法である程度のきず発生状況は確認出来るが、きず許容限度の要求が高い場合には品質保証する事は困難である。従って線材二次加工での渦流探傷法や、線材の全周の削り取り（Shaving）といった加工方法を組み合わせる必要がある。

3. 磨棒用線材のきず許容限度

JISでは磨棒用線材の外観きずの許容限度は規定されていない。磨棒用線材については、磨棒加工後の渦流探傷法により磨棒製品全長の表面きず検査を実施する事が可能である。そのしきい値を考慮して受け渡し当事者間で規定を定めた方が望ましい。その際も前項と同様に端末での検査となる。

◇ 寸法

寸法は寸法公差（呼称寸法に対して最小値から最大値までの範囲）及び偏径差（測定部位における最大値<長径>と最小値<短径>の差）により規定される。なお、丸鋼の場合、長径、短径ともに寸法公差内に適合している必要がある。特殊鋼鋼材の寸法公差及び偏径差のJIS規格を表3に示す。

特殊鋼線材の場合は圧延ままの形状で用いられる事はほぼなく、冷間引き抜きや冷間圧延などの加工を経てから使用される事が多い。しかしなが

表 2 冷間圧造用線材の外観きずの許容限度

No.	JIS No.	鋼種	外観きずの許容限度 (mm)	
			一般	特別に管理する場合
1	G3507-1	冷間圧造用炭素鋼 (リムド相当鋼除く)	≤0.10	≤0.05 (径15mm以下)
	G3508-1	冷間圧造用ボロン鋼		≤0.07 (径15mm超25mm以下)
	G3509-1	冷間圧造用合金鋼		
2	G3507-1	冷間圧造用炭素鋼 (リムド相当鋼)	≤0.20	≤0.15 (径15mm以下)

表 3 特殊鋼鋼材の寸法公差及び偏径差

JIS No.	鋼種	呼称寸法 (mm)	寸法公差 (mm)	偏径差 (mm)
G3507-1	冷間圧造用炭素鋼	15以下	±0.3	0.4以下
G3508-1	冷間圧造用ボロン鋼	15超 25以下	±0.4	0.5以下
G3509-1	冷間圧造用合金鋼	25超 32以下	±0.5	0.6以下
		32超 50以下	±0.6	0.7以下

ら熱処理を行わずに部品に仕上げる非調質鋼などにおいては、冷間引き抜きによる強度上昇を適切に管理するため、寸法公差を狭幅に管理する場合もある。

鋼材の寸法はマイクロメーター、ノギス、ゲージなどにより計測されるのが一般的である。出荷判定に用いられる計測器は計量法に従い適正に管理されたものを用いる必要がある。

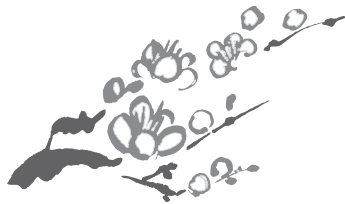
最近では狭幅管理材に対応するため、圧延中に自動寸法測定機による管理を行い寸法的中率の向上に役立てている。

◇ 線材の荷姿

かききずやしわきず等の熱間圧延工程で発生す

るきずは鋼材全長に発生するケースが多く、末端できずが検出されやすい。また線状きずや縦われ等の製鋼工程や分塊工程のきずは鋼片手入れにてきず見きず取りを実施している。ところが線材圧延完了後のハンドリングにおいて、保護が行われていない状態で線材間や架台等との接触があった場合には容易に打ちきずや擦りきずが発生する。納入前までにハンドリングきずの確認が行われない場合には不具合品が流出する事になる。

線材の荷姿については、JISで規定はされておらず、需要家との個別協定による。昨今の鋼材に対する要求品質の高まりを受けて線材の梱包や輸送途上及び流通基地での搬送器具や架台の養生・管理などの改善を進めてきている。



Ⅲ. 鋼材の使い方による 仕様上の留意点

1. 熱間鍛造

愛知製鋼(株) かわい のぶ あき
品質保証部 お客様品質・技術室 河合信彰

まえがき

熱間鍛造に使用される特殊鋼鋼材は、構造用鋼（機械構造用炭素鋼、機械構造用合金鋼）や特殊用途鋼（軸受鋼、ステンレス鋼）等大部分の鋼材が素材として使用可能であり、様々な形状の部品に成形・加工される。

本章では熱間鍛造でも特に使用量の多い構造用鋼を中心に熱間鍛造品として要求される鋼材品質について、顧客と仕様締結する際に留意すべき点について述べる。

◇ 熱間鍛造法について

熱間鍛造は鋼材を1000～1250℃に加熱して鍛造される為、材料の変形抵抗が小さく温間鍛造や冷間鍛造と比較して加工が容易であり、要求品質項目も厳しいものは少ない。

ただし個々の完成部品で特別に要求される品質特性もある為、鍛造工法や部品形状等、選定する鋼種や品質仕様に関して顧客との事前擦り合わせが必要である。

◇ 熱間鍛造品の主な例

構造用鋼の場合、熱間鍛造により自動車用部品に加工される場合が最も多い。代表的なものとして、金型内で変形させる型鍛造法によるクランクシャフト（写真1）やナックルアーム（写真2）、リアアクスルシャフト等があり、成形・切削後、焼入れ焼戻しが施される。他にも2個の回転したロール型の間で材料を押しつぶしながら成形する回転鍛造法によるリングギア（写真3）等があり、

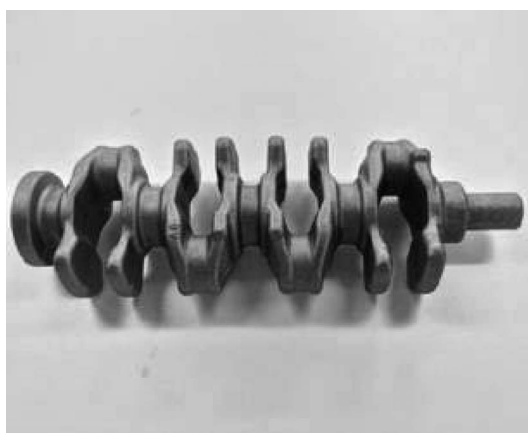


写真1 クランクシャフト



写真2 ナックルアーム

図1の工程で熱間成形された後は、部品での切削性を考慮して焼ならしや焼なましは施される。

また、大まかな形状を熱間鍛造し、仕上げのみ冷間鍛造で加工したり、熱間鍛造によりブランク



写真 3 リングギア

と呼ばれる素材に加工後、歯形のみ切削や転造を行なう複合鍛造がある。

◇ 鋼材の個別仕様に求められる留意事項

先程も述べた通り、顧客と熱間鍛造用途で仕様締結する品質項目で特別に厳しく管理すべき項目は少ないが、特に注意が必要なものについて以下に述べる。

1. 鋼種選定

熱間鍛造に使用される鋼種は、熱間加工・熱処理後に要求される硬さや機械的性質（引張強さ）等の強度により、炭素当量や焼入性等を考慮して選定される。

またクランク等では少量のV、Nb、Tiなどを添加して、それらの析出強化と熱間加工後の冷却管理により鋼を強化して、焼入れ焼戻しの省略を可能にした非調質鋼が選定される場合がある。

2. 外観品質

i) 寸法

クランクシャフトやギア等は一般に呼称寸法の1.0~1.5%公差で十分であるが、一部のギアでは閉塞・密閉型の鍛造構造では寸法が細くなると欠肉を発生させてしまう為、寸法公差は精密圧延寸法

(呼称寸法の0.5%以下)が要求される。

ii) 表面きず

熱間鍛造において鋼材の表面きずは鍛造割れにつながるケースはほとんど無く、一般に各部品に対して鋼材段階できず許容深さ0.3~0.5mmの閾値で管理される。ただし冷間鍛造との複合鍛造を行なう場合は、閾値の厳しい冷間鍛造のきず規格が優先される。

通常丸棒鋼材は、鍛造段階や半製品（ビレット）圧延の段階で発生する素材キズを磁粉探傷検査で全数検査・きず取りを行ない、更に丸棒に製品圧延された後、漏洩磁束探傷等の非破壊検査により再度全数検査され、深さの閾値を越えるものはきず取りまたは廃却して、顧客と取り決められた深さの閾値以下の表面キズが全数の丸棒製品で保証される。

ただし加工率の高い部品を鍛造する場合、仮に閾値以下の表面キズでも鋭利な形状のものが鍛造割れの起点となる可能性がある為、顧客と閾値の見直しやピーリング加工等への仕様変更が検討される。

iii) 曲がり

熱間鍛造品素材の丸棒鋼材の曲りは、通常1m当たり3mm（全長に対しては3mm×長さ）の数値で保証される。

ただし最近の顧客は提供した丸鋼を自動ラインで切断~鍛造まで連続して行なうケースが多い為、丸棒に局部的に大きな曲がりが存在する場合に自動ライン内で引っ掛かり、生産が停止してしまう場合があるので注意が必要である。

また曲りは材料メーカー出荷時には良好であっても、流通を運搬する過程で積載方法や他の接触物との干渉により発生する場合もある為、各流通における曲がり管理の徹底が必要である。

iv) 端面

丸棒鋼材端部は一般的に端面角部に面取りが行

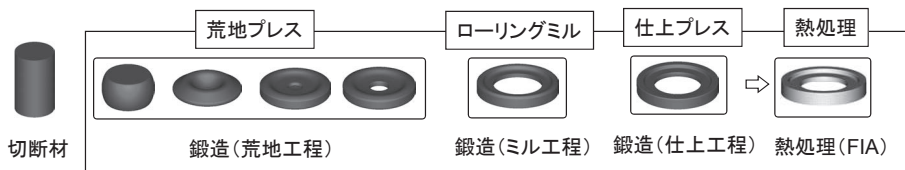


図 1 ローリングミル品 鍛造工程

われる。

顧客によっては鋼材の端部から使用する場合と、一定長さを切り捨ててから使用する場合があります、前者の場合は更に鋼材端面に面擦りを行なう。

面取り量も含め、面擦りの実施有無は顧客との協議により仕様が取り決められる。

3. 内部品質

i) 化学成分

熱間鍛造用鋼材の化学成分規格は、通常JIS等で規定された成分規格で取り決められるが、顧客からの鋼材への個別要望（焼入性、被削性、高強度化等）に応える為、特別な成分規格の設定やメーカー独自に開発された鋼種を検討・提案する場合がある。

ii) 非金属介在物

非金属介在物は顧客と取り決めた測定方法（JIS法、ASTM法）で試験されるが、通常試験で確認されるレベルの非金属介在物が熱間鍛造において有害となる事は無い。

ただし極めて低確率で鍛造割れの起点となり得るレベルの大きさの非金属介在物等が鋼中に含まれる可能性がある為、通常丸棒製品は超音波探傷等の非破壊検査が丸棒全数で行なわれる。

iii) 焼入性

ギヤ等の素材となる機械構造用合金鋼においては、ジョミニー式一端焼入法により測定されたジョミニー値により、熱間鍛造後に行われる浸炭熱処理や高周波焼入等の表面処理硬さが保証される。

その規格値（試験硬さ測定位置、幅）は、JIS等

で鋼種毎に決められているが、(4)-①で述べた様に、この値が鋼種選定の基本となっている。

また、浸炭熱処理時の浸炭歪の低減や安定化を目的として、更に規格幅を狭く管理する場合がある。

iv) 硬さ

熱間鍛造は鋼材を再結晶温度以上に加熱する為、鋼材の硬さの影響は全く無いが、選定した鋼種により、熱間鍛造前の所定の長さへ切断を行なう時に硬くて切断できない場合がある。

例えば高炭素鋼や強靱鋼の場合はコールドシャーで、軸受鋼にいたってはノコでも切断が困難である為、通常は製品圧延後に軟化焼なまし工程の追加が必要となる。

ただし、最近の顧客は熱間フォーマーで切断・鍛造が行なわれ、軸受鋼でも熱処理しない硬さで切断可能な所が増えている為、顧客の工程を事前確認した上で仕様を決定する必要がある。

むすび

鋼材を供給するメーカーの立場にとって熱間鍛造用途は他の鍛造方法に比べ鋼材に求められる品質レベルは必ずしも高くは無いが、鍛造後の加工工程や完成部品への要求品質の高度化、鍛造工程の簡略化等、鋼材に更なる付加価値が求められる事が予想される。

それと同時に顧客の鍛造技術も日々進歩している事から、今後は更に顧客との情報交換を密にして、常に無駄の無い適切な仕様の下で鋼材を供給していく事が重要である。

2. 冷間鍛造

大同特殊鋼(株) 特殊鋼ソリューション部 みや ぎき たか ひろ
東京第一ソリューション室 宮 崎 貴 大

まえがき

冷間鍛造は、素材の温度が室温付近で加工するため、1100℃以上もの高温に加熱する熱間鍛造に比べ、加熱の必要が無く省エネであり、高精度なニアネットシェイプに成形できることから、部品の製造コスト低減に貢献可能な工法である¹⁾。

その一方で、冷間で鋼材を加工するために、複雑な形状の製品を加工することが難しく、材料の加工限界や設備仕様に制約を受ける。また、被鍛材は加工硬化による材質の改善が可能であるが、ひずみが導入された材料ならではの問題も生じ得る。

そこで本稿では、本工法を適用するときの鋼材仕様上の留意点を、冷間鍛造性と部品特性を確保する観点から概説したい。

◇ 鋼材の冷間鍛造性

鋼材の冷間鍛造性の評価は、いかに容易に、また割れ等の欠陥を発生させずに加工することができるかということで、これらを力学的な見地から定量的にあらわした重要な因子として、「変形抵抗」と「変形能」の2つをあげることができる。これらの指標を用いて実用的には、変形抵抗から保有する鍛造設備での加工が可能であるか、鍛造金型の寿命は問題ないか予測したり、また、変形能から材料が割れないように冷間鍛造可能かを判断する目安になる。すなわち、冷間鍛造性の良い鋼材とは、低変形抵抗かつ高変形能を有する材料と言える。

1. 変形抵抗に関する仕様上の留意点

材料の変形抵抗は、材料成分、マイクロ組織と素材硬さに複雑に影響される。これらは熱処理により変化するため、素材の納入状態もまた重要なポイントである。

鋼の変形抵抗を向上させるには、冷間鍛造前の素材を軟化状態にしておくことが必要であるので、

一般的には軟化焼きなましあるいは球状化焼きなまし処理が行われる。低炭素鋼や肌焼鋼などにおいては、軟らかくて塑性加工性の高いフェライトが組織の中に占める割合が高く、圧延ままで使われる場合もあるが、炭素量の多い強靱鋼や軸受鋼などの材料については、冷間鍛造前に球状化焼きなましされることが一般的である。

変形抵抗は球状化焼きなまし材であっても、成分によって異なる。炭素以外の成分も変形抵抗に大きく影響を及ぼすため、さらに変形抵抗を下げる必要がある場合はSi、Cr、Mn量を低減²⁾することが望ましい(図1)。

また、ニアネットシェイプ鍛造は製品形状全体を金型によって隙間なく拘束する密閉方式であり、投入材料の重量に精密な均一性が要望されていることから、素材の寸法精度をあげることも必要である。

2. 変形能に関する仕様上の留意点

材料の変形能は表面と内部の状態に影響される。

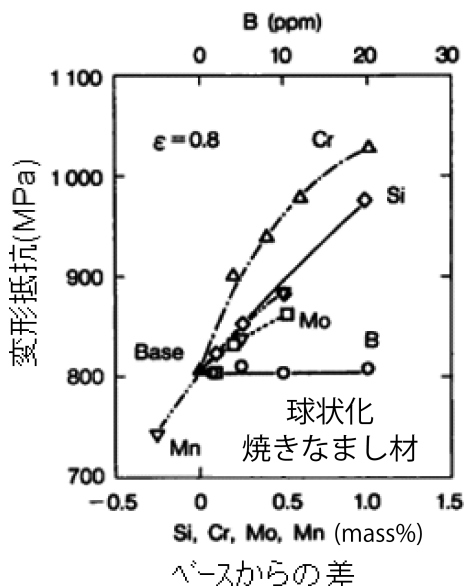


図 1 合金成分の変形抵抗に及ぼす影響²⁾
(ベース鋼成分：0.53C-0.50Mn)

図2は円柱材料を上下から圧縮した場合のメタルフローと加工域を示したものである³⁾。図中のⅢ部分に表面きずがある場合は、この部分に作用する引張り応力によってきずが拡大されて割れにつながることもあるため、表面きずを有する材料の変形能（限界圧縮率）は著しく低下する。特に材料の長手方向に発生した線状きず、折込み、縦割れなどの比較的鋭利なきずの影響が大きい。しかしながら、表面きずを完全になくすことは難しく、一般の商取引では、きずの許容限度を設けて実用に供することが多い。なお、とくに必要とする場合には、センターレスグラインダー、ピーリングあるいはコイルでは皮むきダイスにより表層のきずを除去して使用することもある。

焼きなまし等の加熱により表面に脱炭が発生した材料を用いた場合には、冷間鍛造で表面に微細クラックが発生したり、製品の疲労強度を低下させたり、焼入れ焼戻し後の所定の硬さが得られないなどの理由で、許容脱炭深さが規定されることも多い。なお、焼きなまし工程の雰囲気コントロールにより、逆に浸炭をしたような材料では表面の変形能が悪化するため、注意が必要である。

また、表面に圧縮残留応力が付与された材料を用いて冷間鍛造する場合、たとえば冷間引抜後の据込み加工によって自由面に発生する引張り応力が相殺されることで、変形能が向上することが知られている⁴⁾。

一方、機械構造用炭素鋼や合金鋼の変形能は、ラメラパーライトが完全に球状化された状態になるにつれ向上することが知られている。そのため球状化率を100%に近づけることが好ましいが、CrやMoなどの炭化物形成元素を含まれない鋼においては焼きなまし処理に対するコストが高くなりすぎ実用性に乏しいことから、一般的には球状

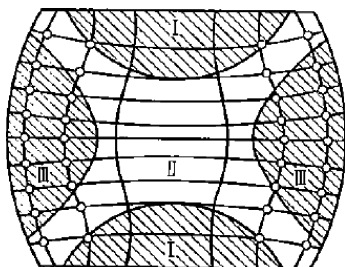


図 2 圧縮工程における変形領域³⁾

化率の程度によって合否の判定基準を設けている場合が多い。

また鋼が塑性加工中に破壊するのは、主に延性破壊によるもので、延性破壊の起点として鋼中に内在する非金属介在物、第二相、析出物などが影響することも多い。

たとえば図3は高硬度マルテンサイトステンレス鋼であるSUS440Cを加工率40%で圧縮試験した際に鋼中の大型炭化物が破損していることを示している。このような炭化物を微細にすることで破損確率を減じた材料開発もなされている⁵⁾。

◇ 冷間鍛造で製造された部品

冷間鍛造では、ボルトやナットなどの比較的単純な形状だけでなく、さらに複雑な形状の場合、複数回の冷間加工を経て製品形状を得る場合が多い。この場合、加工工程が進むにつれて鋼は加工硬化を起こす。これは転位が鋼中で数多く発生し、それらがからみあい、また動きにくくなって硬化するからである。これに伴って結晶粒は加工方向に長く伸ばされ、加工集合組織が形成されていく。このため、加工途中でその後の加工ができなくなったり、加工硬化により割れに対する感受性が高まるような場合には、加工の中間で軟化焼きなまし

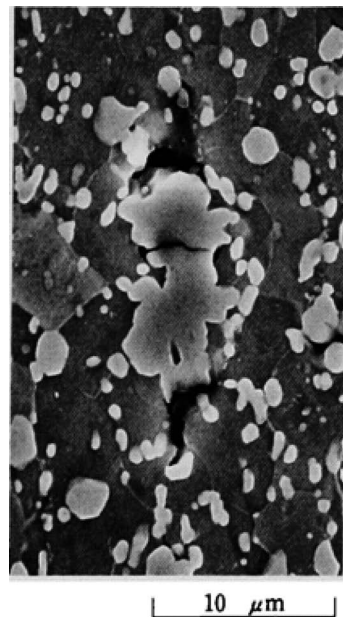


図 3 圧縮試験材での大型炭化物の割れ (SUS440C)⁵⁾

処理を適度に施すことが必要である。また、最終部品での寸法精度を確保する上で、切削加工を施すものについては、被削性が合わせて要求される。

また、冷間鍛造後に最終部品の強度を出すために、たとえば歯車に浸炭などの焼入れをする場合、冷間で導入されたひずみは結晶粒の異常成長を誘発させ、強度低下や変寸の原因となるため、熱処理によりひずみを除去するか、Al、Nb、Tiなど炭窒化物生成元素の添加により結晶粒をピンニングさせるなどの工夫が必要である。

最近では、さらなる高温浸炭特性と冷鍛性を両

立する鋼材が紹介されており⁶⁾、環境や生産性に優れる冷間鍛造工法を使いこなす上で、今後もさらなる材料開発が期待される。

参考文献

- 1) 澤辺：鉄と鋼、76 (1990)、p. 7
- 2) 瓜田ら：電気製鋼、63 (1992)、p. 59
- 3) たとえば、特殊鋼ガイド 第5編 特性と事故例 (特殊鋼ガイド編集委員会編)、(1979)、p. 42
- 4) 福田ら：塑性と加工、16 (1975)、p. 260
- 5) 岡部ら：電気製鋼、64 (1993)、p. 77
- 6) 中山ら：電気製鋼技報、85 (2014)、p. 133



IV. 会員会社の仕様上特徴のある商品

愛知製鋼のばね平鋼

愛知製鋼(株)

まえがき

当社は、自動車をはじめとして、建設機械、産業機械など様々な産業分野で使用される特殊鋼および鍛造品を製造・販売する特殊鋼メーカーです。当社の特徴のある商品として、主力製品の1つでもある「ばね平鋼」についてご紹介します。

◇ ばね平鋼について

ばね平鋼は、図1に示すような矩形断面の鋼材で、JIS G 4801:2011（ばね鋼鋼材）には、「平鋼」として断面形状、標準寸法、寸法許容差等について規定されています。ばね平鋼の用途として、トラックなど自動車の懸架用重ね板ばね、鉄道のレールと枕木を締結するレールクリップ、畑を耕す耕運機の爪などがありますが、懸架用重ね板ばねが最も主要な用途になります。現在、国内で懸架用重ね板ばね用途のばね平鋼を製造しているのは、ほぼ当社のみであり、ばね平鋼は当社の特徴のある商品と言えます。

◇ 当社のばね平鋼圧延ライン

当社のばね平鋼製造は、1944年稼働の小形圧延ラインでスタートしました。他鉄鋼メーカーの平鋼圧延ラインの多くが丸棒鋼圧延との共用ラインであるのに対して、当社は平鋼専用圧延ラインであり、ばね平鋼の品質および生産性の向上のため様々な技術導入や設備改善を行い、現在まではばね平鋼のトップメーカーの地位を確保してきました。現在の圧延ラインにおけるばね平鋼の圧延サイズは、幅40～101mm、厚さ4.5～36mm（通常圧延範囲、幅×厚



図 1 ばね平鋼

さの組合せ等によっては製造不可領域あり)となっており、薄物から大型トラックのロングテーパーリーフばねのような厚物まで製造可能です。

◇ ばね平鋼に要求される仕様

1. 断面形状

ばね平鋼の断面形状としては、板幅、板厚の他、こば形状があります。こば半径が板厚の半分程度の丸こば（こば半径は受渡当事者間の協定によった数値としてもよい）が主ですが、顧客によっては、こばと平面の接続部分を面取りした角こばを要求される場合があります。

2. 表面品質

素材黒皮表面（圧延材表面）が製品表面として使用され、曲げ荷重によって表面に最大応力が負荷される重ね板ばねでは、表面品質は極めて重要です。重ね板ばねの疲労強度に影響する表面品質として脱炭、表面きずがあります。当社では、平鋼圧延時の加熱工程に誘導加熱炉を導入し、高温域での加熱時間を短縮して脱炭低減をはかっています。また、表面きずに対して、平鋼用の超音波探傷機を開発し、ばね平鋼表面と内部の検査を実施しています。

◇ ばね平鋼材料の種類

自動車用ばね平鋼としては、汎用鋼種のSUP9、SUP9A（マンガンクロム鋼）、高強度板ばねに使用されるSUP10（クロムバナジウム鋼）、および大型の重ね板ばねに使用されるSUP11A（マンガンクロムボロン鋼）などが主要な鋼種ですが、当社では軽量化、信頼性向上等の顧客要求に対応した材料開発に取り組みしており、厚物用高強度板ばね用鋼や耐腐食疲労性に優れた板ばね用鋼などを開発し、トラック、建設機械などのばねに採用いただいています。

むすび

国内自動車・トラック市場の縮小や、海外メーカーばね平鋼の国内市場への流入等により、国内ばね平鋼市場は厳しい環境にあります。当社は地道な原価低減・品質向上活動の継続とともに、顧客ニーズに対応した取組を進め、今後も「愛知製鋼のばね平鋼」の競争力を高めるものづくりを続けていきます。

〔愛知製鋼(株) 品質保証部 お客様品質・技術室 杉本 淳〕

工具鋼圧延平角 【e-Quality】

大同特殊鋼(株)

まえがき

工具鋼は、主に金型や加工ツールに用いられる鋼である。加工対象の寸法に応じて対象サイズが選定され、その長さに応じ切断する。その後、要求される寸法まで6面切削加工を実施し、黒皮残りや疵・脱炭が無い状態の素材を、金型等に加工・熱処理され使用される。

この切断、6面切削加工は、短納期・低価格が要求されており、省工数・高歩留は重要ポイントとなる。

弊社工具鋼圧延平角“e-Quality”は金型等の切断、6面切削加工の省工数・高歩留化に寄与できる商品として2000年から販売開始した。当時に比べ、金型製造の低コスト・短納期化がより重視されており、本製品のメリットを再認識して頂く為、その特長を紹介する。

◇ e-Qualityの特長

本商品のポイントは6面切削加工の切削代が最小にできる点にある。例えば32mm厚の素材から1面1mmの切削加工で30mm厚の仕上げが可能である。従来品は呼称厚み寸法が32mm厚であっても、実寸法は33mm～33.5mmとバラツキがあり、実際の加工は、1mm～1.5mm余分な加工を必要とする。e-Qualityは6面切削加工を実施する上で、省工数・高歩留化に寄与できる商品であり、以下にその特長を示す。

1. 寸法・形状

平角の断面寸法（厚、幅）については呼称寸法+公差で寸法が規定される。本製品は従来寸法公差の1/3の範囲に改善した。加えて上下面及び側面の平坦度、倒れ、角落ちの削減を実施し、非定常部が従来品位の1/3に改善された。これにより加工



写真1 改善前後の圧延平角断面形状比較

機へのセットアップ時の段取工数も含めて、削減が可能となった(写真1)。

2. 曲り

断面品質の効果を有効に発揮させる為、長手方向の厚み・幅の曲り品質についても、従来品対比1/2の曲り量に改善した。更に、6面加工後にも曲りが発生しづらい物とした。これにより、扱い易い品質となり、自動倉庫、自動切断における安定稼働に寄与している。

3. 疵・脱炭等

min加工を実現化する為には、表面疵、脱炭等の表面品質を安定化が必要とされる。金型や加工ツールに仕上げた後の、疵の残存・硬度不良の発生は、商品の不良を意味する為、min切削加工後に疵や脱炭層の残存が発生しない様に、表面疵・脱炭代をmin切削量で除去できる品質に管理し、安心して使用できる商品となっている。

むすび

工具鋼圧延平角“e-Quality”は品質バラツキが小さく「使いイー」、余分な手間や工程が省け「効率イー」、更に歩留良く加工でき発生屑が削減され「環境にイー」と言った数々のイーを感じて頂ける商品として、今後とも金型や加工ツール製造に貢献していきます。

〔大同特殊鋼(株) 工具鋼ソリューション部 小林 威夫〕

温熱間金型用鋼「DURO-FZ」

(株)不二越

まえがき

金型材料の主要ユーザーである自動車関連メーカーにおいては、部品の軽量化、高性能化を背景として、部品となる素材の難加工化、複雑形状化、高精度化が進んでいる。さらには、生産性向上を狙った多様な加工法の開発がなされる中で、金型、そして金型材料に対するニーズがますます高度なものとなっている。

当社は、ユーザーの金型使用環境にできるだけマッチするよう、材料特性バランスを変えた工具鋼8鋼種を、DUROシリーズとして販売している。

これら8鋼種は、全て当社独自の特殊鋼製造技術により開発された高品質で高性能の金型用材料である。

◇ DURO-FZの特徴

中でも最近開発したDURO-FZは、高い靱性と耐熱性を高度にバランスさせ、特に温熱間金型用途に適した材料となっており、過酷な環境下で使用しても、割れやヒートチェックが発生しにくく、優れた金型寿命が得られる材料となっている。

熱間鍛造下型

ワーク：自動車用エンジンバルブ(SUH3, 35)

寿命要因：成形面のヒートチェックと摩耗

- ・DURO-FZの高い耐ヒートチェック性、耐摩耗性が有効
- ・母材硬さと窒化処理の最適化により、金型寿命が大幅に向上

材種	硬さ	金型寿命
SKD61	53HRC	2,000個 (摩耗)
DURO-FZ	52HRC	8,000個 (摩耗)

表面処理：浸炭窒化

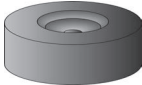


図 1 DURO-FZの使用事例

その優れた性能を引き出す手段の1つとして、製造方法に、特殊溶解法であるESRを用いる仕様としている。

ESRとは、エレクトロスラグ再溶解の略であり、材料内部の成分元素や炭化物分布を均一化するとともに、破壊の起点となり得る非金属介在物を大幅に低減することのできる溶解方法である。

これにより、材料の靱性や疲労強度を大幅に改善し、金型寿命の大幅な向上を可能とした(図1は、DURO-FZを金型に使用した時の一例)。

以下に、DURO-FZの具体的特長を述べる。

1. 優れた靱性

DURO-FZは、成分や製造方法に配慮し、応力集中源となり得る粗大炭化物や非金属介在物を少なくすることで、高い靱性(耐衝撃性)を有している。

2. 優れた耐熱性

DURO-FZは、焼戻し温度より少し高い温度(例えば650℃)で長時間保持しても、熱間ダイス鋼SKD61やその改良鋼よりも硬さの低下度合いが少なく、耐熱性の高い材料となっている。

3. 優れた耐ヒートチェック性

ヒートチェックとは、温熱間金型を使用していくに従って金型表面に発生する微細なクラックのことで、表面の加熱と冷却の繰り返しにより発生する。ヒートチェックを抑えるには、高硬度であることが最も重要で、次に靱性が高いことが重要となる。

DURO-FZは、SKD61やその改良鋼に比べて、ヒートチェックの発生が少なく、発生しても伸展しにくい特長を有する。

むすび

DURO-FZは、発売開始以来、金型寿命の向上において好評を得ている。DURO-FZが、金型費の低減に貢献できれば幸いである。

(株)不二越 よしだ なおずみ
マテリアル事業部 技術部 吉田 直純

海外日系自動車メーカーの自動車部品に係る特殊鋼調達動向調査

…中国と東南アジアを中心に

(一社)特殊鋼倶楽部 業務部 **藤井孝志**

まえがき

当倶楽部では、市場開拓調査委員会活動の一環として新たな需要分野における特殊鋼使用動向調査並びに需要産業における特殊鋼使用実態調査を行ってきた。平成26年度は「海外日系自動車メーカーの自動車部品に係る特殊鋼調達動向…中国・東南アジアを中心に」調査を実施し、報告書に取りまとめました。

近年、日本の自動車メーカーは「地産地消」と円高対応すべく、生産拠点を国内から海外へとシフトし始め、これが更にグローバルなロジスティック網を背景に世界的規模におけるコストメリットの最適な国・地域での生産、加えて部品・素材の調達まで広げた地産地消型への変化を強めています。こうした状況に伴って、自動車部品メーカー及び素材メーカーの海外進出が急増したことにより、自動車メーカーの現地生産が当初の単なる組み立て工場にすぎなかったものから、今日では素材加工から部品製造を含めた一貫生産体制を整える後押しとなりました。

このような自動車分野のグローバルなサプライチェーンの積極的な取組みにおいて、特殊鋼業界としては、日本製特殊鋼の需要がどのように変化していくか、大変関心のあるところです。

今回の調査では、今後も大きな特殊鋼需要が見込まれる中国、タイ、インドネシアの東・東南アジア諸国の自動車部品生産動向、特殊鋼の調達先について現地でのヒアリングを交え、調査・分析しました。

なお、本報告書作成にご協力頂きました市場開拓調査委員会委員各位、並びにその他関係各位に対し厚く御礼申し上げます。

◇ 最近の自動車現地生産台数と特殊鋼生産量の推移

自動車産業はわが国の産業・経済を支えているとともに、特殊鋼の現在の最大需要分野としてわが国の特殊鋼産業にとって重要である。

図1に1965年以降のわが国の自動車生産台数と特殊鋼生産量の変化を長期時系列的で示したが、一見して明らかなように特殊鋼生産量は自動車生産台数とほぼ同様な方向で動いている。これは、わが国の自動車産業の発展が特殊鋼産業の発展を促進したとともに、わが国における特殊鋼サプライサイドが自動車産業の成長を支えたことも示しており、両産業は互いに支えあいながらともに成長してきた。

わが国の自動車産業は長く世界展開を進めており、日本国内販売の比重は相対的に低下してきた。また、近年では中国をはじめブラジル、インド、東南アジアなどの新興諸国で自動車需要が増加しており、こうした国や地域での販売台数が増加していることもこうした傾向に拍車をかけている。主要日系自動車メーカーの2014年の世界販売台数に占める国内比率は20%程度まで低下している。今後、新興諸国でますます自動車需要の拡大が期待される一方で、今後の日本の国内自動車需要については人口の減少などの要因から横ばいもしくは減少を予想する見方が多くなっており、海外市場の比重はますます強まるものと考えられる。こうした世界的な自動車需要構造の変化や為替レート変動の影響を受けて、日系自動車メーカーは海外生産へのシフトを進めている。図2に日系自動車メーカー12社（トヨタ、日産、ホ

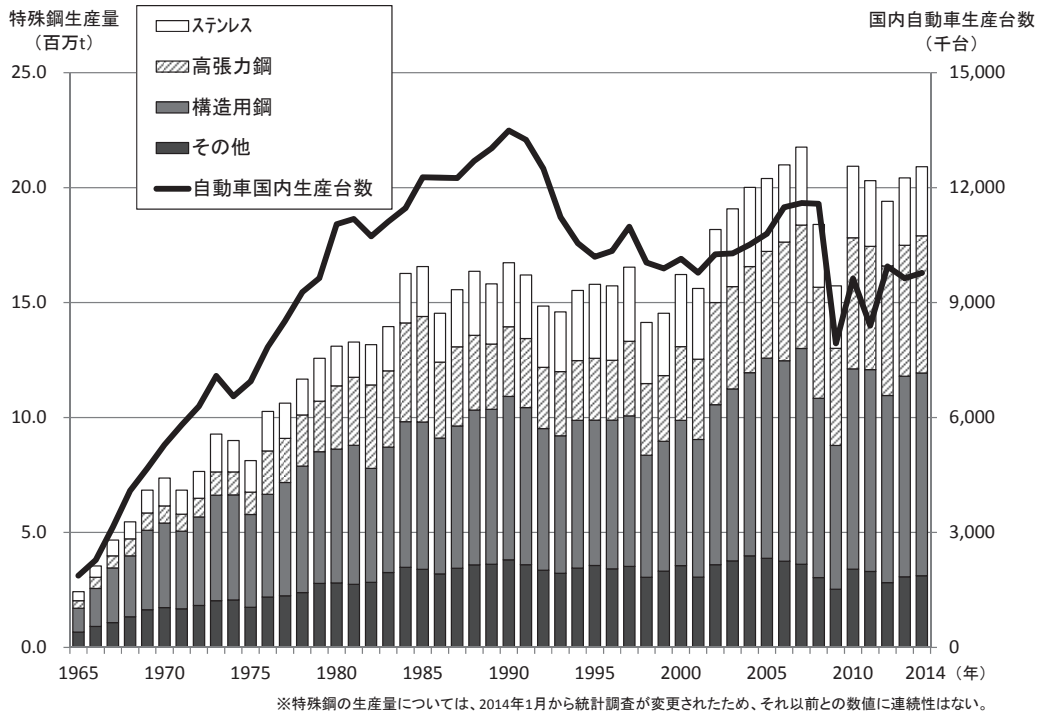


図 1 わが国の自動車生産台数と特殊鋼生産量の推移

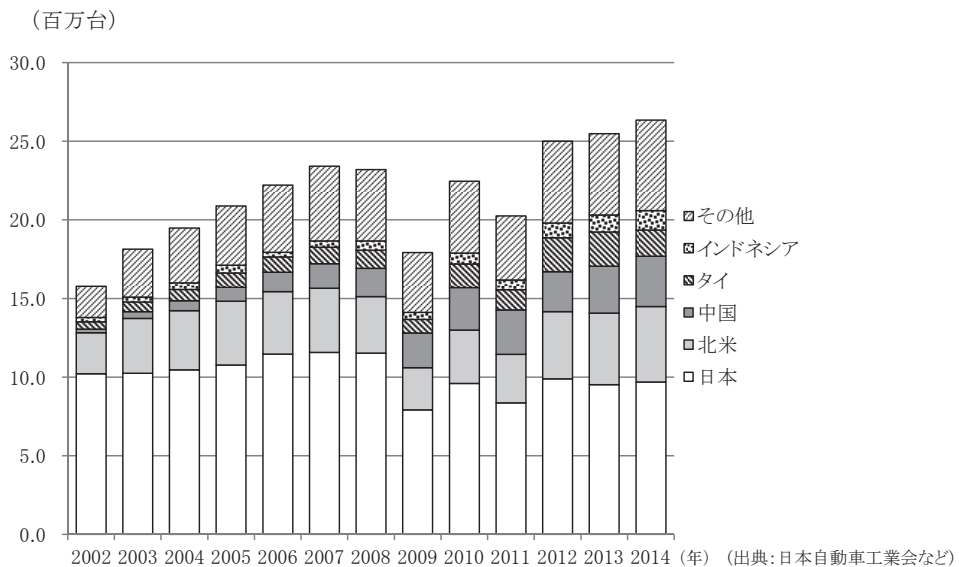


図 2 日系自動車メーカー12社（トヨタ、日産、ホンダ、マツダ、スズキ、富士重、三菱自工、ダイハツ、日野、いすゞ、三菱ふそう、UDトラックス）の地域別の世界生産台数（合計）の推移

ンダ、マツダ、スズキ、富士重、三菱自工、ダイハツ、日野、いすゞ、三菱ふそう、UDトラックス）の地域別の世界生産台数（合計）の推移を示した。日系自動車メーカーの日本国内生産が横ばいで推移しているのに対し、海外生産は2002年から2014年の12年間でほぼ3倍の規模に増加している。そのため、

海外生産シェアは2002年の35%から2014年には63%と大幅に増加した。

国内生産にせよ海外生産にせよ日系自動車メーカーの生産増は日本の特殊鋼産業にとっても新たな需要増につながり得ることである。海外日系自動車メーカーが直接日本製特殊鋼を調達する場合のほか、日本国内で生産された自動車部品が輸出される場合など、さまざまなルートで直接間接に日本製特殊鋼の需要増につながる場合が多いと考えられる。しかし、最近ではグローバル調達の推進などにより、日系自動車メーカーは特に海外現地生産において日系以外の部品メーカーや素材メーカーからの調達を行う場合が増えているものとみられている。日系自動車メーカーの国内生産が横ばい傾向になっている今日、日本の特殊鋼産業にとって日系自動車メーカーの海外生産車における日本製特殊鋼の需要を確保していくことは、ますます重要になっており、日系自動車メーカーの海外での現地調達動向の把握が求められている。

図3は1999年以降の日系自動車メーカーの国内外の自動車生産台数と特殊鋼生産量の推移を示したものである。これをみてもわかるように、特殊鋼生産量は国内生産台数よりも、国内海外を合わせた世界全体での生産台数とより強い相関関係があり、海外生産車においても特殊鋼を使用する部品については日本の特殊鋼が使用されていた可能性が高いと考えられる。しかし、2011年以降は日系自動車メーカーの世界生産台数と比較すると特殊鋼生産量の伸びは小さくなっている。特殊鋼の用途は自動車分野向けが多いとは言ってもそれ以外の用途もあり一概には言えないが、特殊鋼の現地調達が進んできた可能性がある。

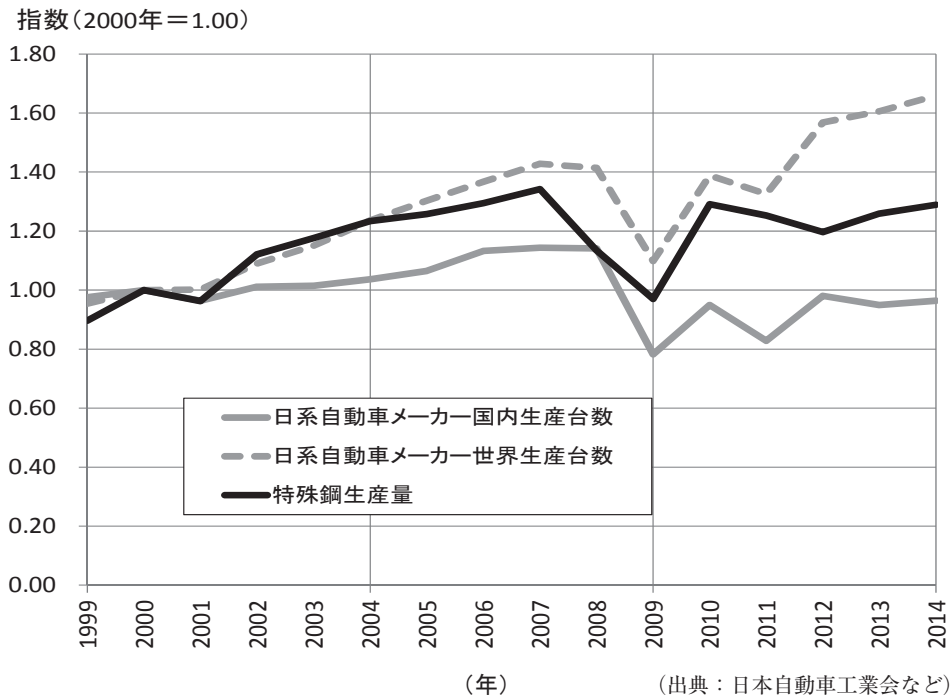


図 3 日系自動車メーカーの国内外の自動車生産台数と特殊鋼生産量の推移

そこで、統計資料の分析や現地自動車部品メーカーへのヒアリングによって日系自動車メーカーの海外における特殊鋼の調達動向を考察することとした。調査対象は、日系生産台数の多い中国、タイ、インドネシアとした。

◇ 貿易統計の分析

自動車の海外生産にあたっては自動車部品をどこから調達するかが問題になるが、日本からの輸入で対応していれば日本の特殊鋼が使用されているものと考えられる。また、日本から特殊鋼を輸入して現地で部品に加工する場合も考えられる。そこで、日本からの自動車部品と特殊鋼の輸出量と自動車現地生産台数の推移を比較分析することとした。自動車部品は特殊鋼の使用が多いエンジン部品、ギアボックス（その部分品も含む）、ステアリング（その部分品も含む）、サスペンション（その部分品も含む）、特殊鋼については機械構造用炭素鋼、構造用合金鋼、ばね鋼についての分析を紹介する。

図4に中国の日系自動車メーカーの現地生産台数の推移と日本から中国への自動車部品の輸出推移（重量ベース）を、図5に同じく中国の日系自動車メーカーの現地生産台数の推移と日本から中国への特殊鋼輸出推移を指数で対比した。参考のため日系以外の自動車メーカーも含めた自動車生産台数も附記した。日本からの自動車部品輸出量は日系現地生産台数の変化とほぼ同等の変化をしてきたがエンジン部品では2011年から、サスペンションでは2013年から、ステアリングでは2014年から自動車生産の伸びに比べ輸出量の伸びが小さくなる傾向がみられる。特殊鋼を使用する部品の現地化が進んでいるとみられる。また、特殊鋼輸出量は構造用合金鋼とばね鋼は日系現地生産台数とほぼ同等の変化を示しているが、機械構造用炭素鋼は2010年から大幅な乖離がみられる。以上より、特殊鋼の現地調達、特に機械

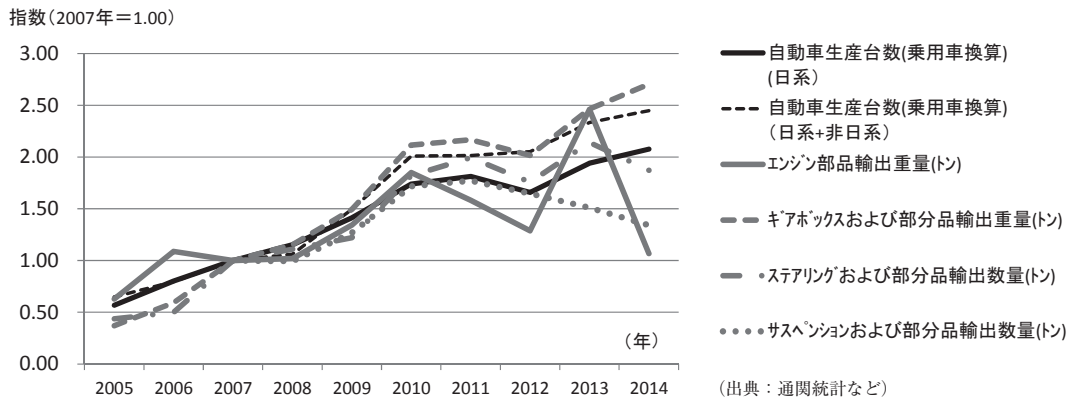


図 4 中国の日系自動車メーカーの現地生産台数の推移と日本から中国への自動車部品の輸出推移（重量ベース）

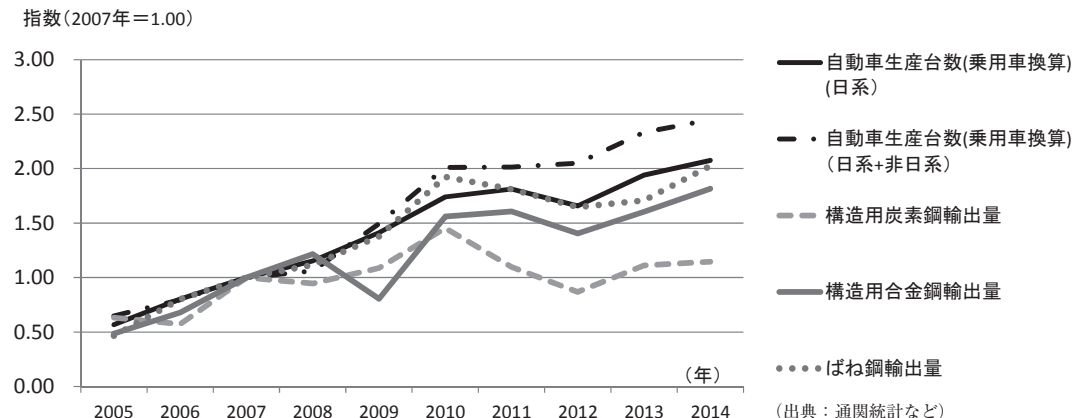


図 5 中国の日系自動車メーカーの現地生産台数の推移と日本から中国への特殊鋼輸出推移

構造用炭素鋼で進行している可能性が高い。なお、ギアボックスについては日系以外も含めた自動車生産台数との相関関係が強く、日本の特殊鋼の使用量が増加しているとみられる。

図6にタイの日系自動車メーカーの現地生産台数の推移と日本からタイへの自動車部品の輸出推移（重量ベース）を、図7に同じくタイの日系自動車メーカーの現地生産台数の推移と日本からタイへの特殊鋼輸出量推移を指数で対比した。参考のため日系以外の自動車メーカーも含めた自動車生産台数も附記した。日本からの自動車部品の輸出量は日系現地生産台数とほぼ同等の変化を示しているが、細かく見るとギアボックス、サスペンションでは2012年から日本からの輸出量の伸びが日系現地生産台数を下まわるようになってきている。タイは直近で自動車生産台数が減少しており部品の在庫調整等が行われている可能性があることや、タイからインドネシア等への自動車部品輸出が多いなど分析が難しい点があるが、特殊鋼の現地調達化を注視すべき時期に入ってきたものとみられる。特殊鋼の日本からの輸出量も同様の傾向がみられる。

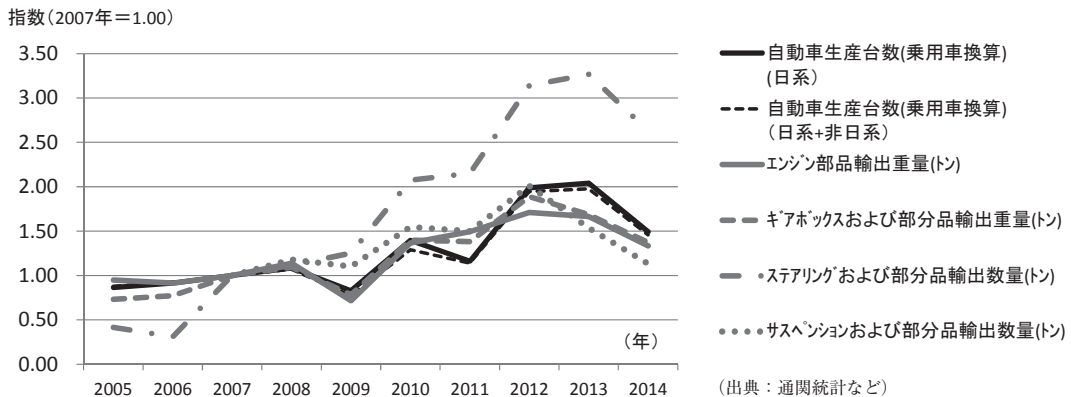


図 6 タイの日系自動車メーカーの現地生産台数と日本からの中国への自動車部品の輸出推移（重量ベース）

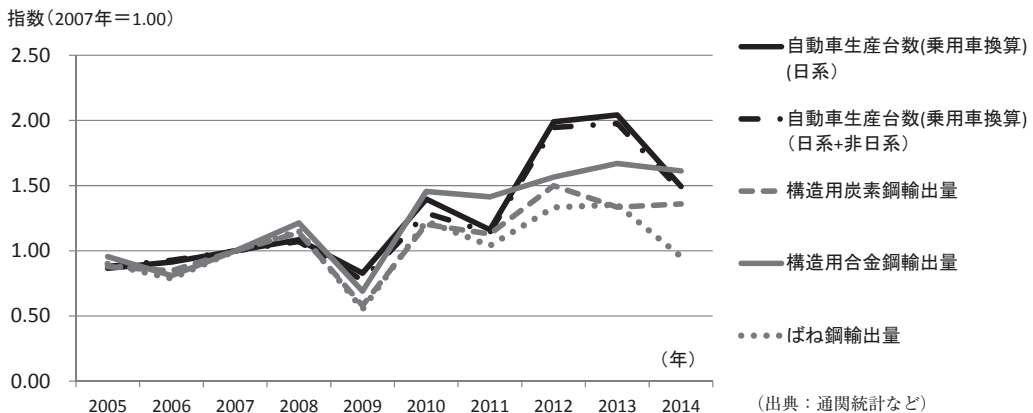


図 7 タイの日系自動車メーカーの現地生産台数と日本からの中国への特殊鋼輸出量推移

図8にインドネシアの日系自動車メーカーの現地生産台数の推移と日本からインドネシアへの自動車部品の輸出推移（重量ベース）を、図9に同じくインドネシアの日系自動車メーカーの現地生産台数の推移と日本からインドネシアへの特殊鋼輸出量推移を指数で対比した。参考のため日系以外の自動車メーカーも含めた自動車生産台数も附記した。日本からの自動車部品輸出量は日系現地生産台数の推移とほぼ同等の変化を示しているが、2013年からエンジン部品とステアリングについて輸出量の伸びが日系現

地生産台数の伸びを下回るようになってきている。タイと同じく特殊鋼の現地調達化を注視すべき時期に入ってきたものとみられる。特殊鋼については2010～2011年に日本からの輸出量が日系現地生産台数の伸びを下回ったが、最近では機械構造用炭素鋼を除き自動車生産の変化と同様の变化傾向を示している。

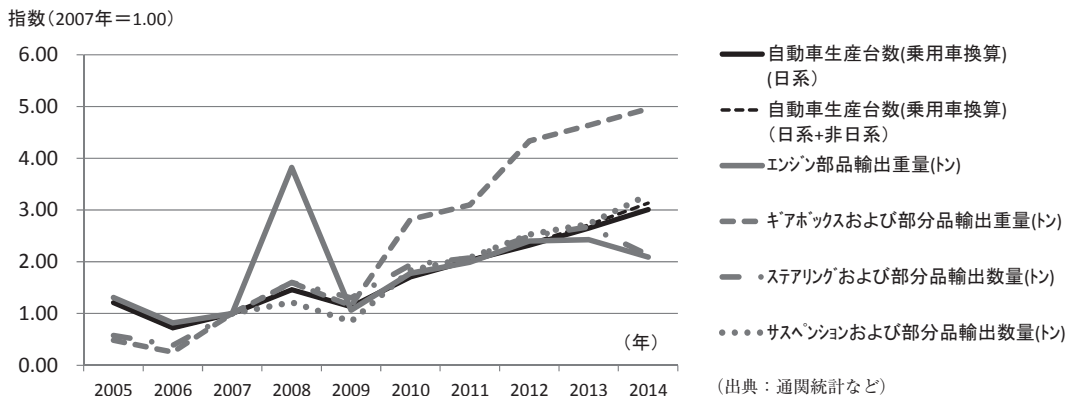


図 8 インドネシアの日系自動車メーカーの現地生産台数と日本からの中国への自動車部品の輸出推移(重量ベース)

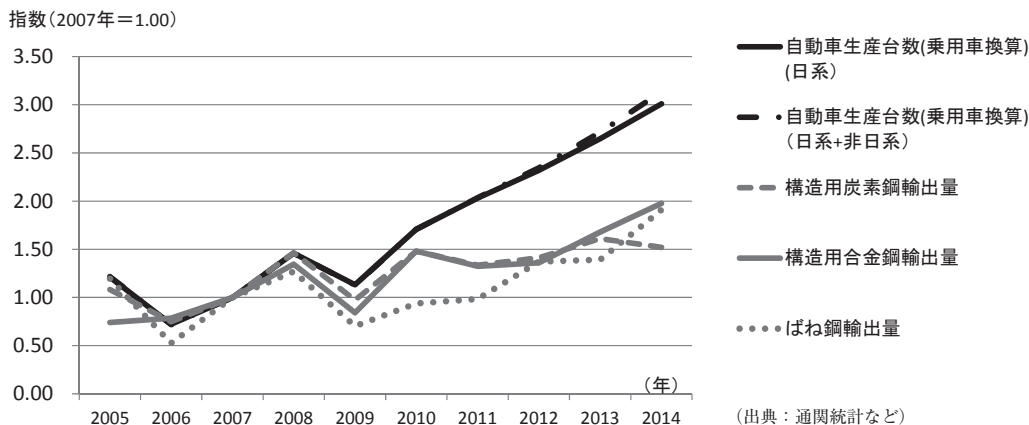


図 9 インドネシアの日系自動車メーカーの現地生産台数と日本からの中国への特殊鋼輸出推移

このように、中国、タイ、インドネシアのいずれも部品ごとに傾向が異なるものの、全体的には特殊鋼現地調達の動きが強まっており、注視すべき時期に入ってきたと考えられる。

◇ 中国自動車現地部品メーカーのヒアリング

中国の現地の自動車部品メーカーに鋼材の調達状況のヒアリングを行った。ヒアリング実施時期は2014年11月である。その結果を表1にまとめたが、日系自動車部品メーカーでも顧客が日本の特殊鋼材を指定しない場合には中国材を使用しているケースが多いことがわかった。また、欧米系の自動車部品メーカーでは欧州材も使用されている。中国系部品メーカーは、納入先が外資系自動車メーカーや自動車部品メーカーであっても中国材を使用するケースが多い。中国には世界最大の鉄鋼生産国で特殊鋼メーカーも存在しているが、技術向上等によって自動車部品への使用拡大が可能になってきているものと考えられる。表2に主要特殊鋼メーカーの特殊鋼生産量を示したが、東北特殊鋼、中信泰富、邢台鋼鉄では生産量が増加している。

表 1 中国の自動車部品メーカーへの鋼材調達状況のヒアリング内容

	製造品目	鋼材調達状況
日系A社	ボルト、ナット	中国材は使用していない
日系B社	パーツフォーマー部品（サスペンション部品、シートベルト部品など）	顧客指定により日系メーカーの鋼材を使用 そうでないものは中国材の使用もある
日系C社	エンジン部品、トランスミッション部品、デ ファレンシャル部品	日本材と中国材を使用している
日系D社	切削部品	日系メーカーの他に、中国材も使用している。
日系E社	プレス金型	顧客の指定により調達。中国材の使用が中心。
日系F社	冷間圧造パーツ、ねじ、リベットなど	CHQは日本材、台湾材。ステンレスは日本材を使用。顧 客指定のないものは問題がなければ中国材。
日系G社	精密金型	日本材の使用が多い。顧客の指定がない時は問題がなけ れば中国材を使用。
日系H社	ファスナー	顧客の指定により選定。現在は日本材、中国材。
欧米系I社	懸架ばね、弁ばね、シートばね	中国材と韓国材を主に使用。欧州材も使用。
欧米系J社	ぜんまい、シートベルトばね、ばね性のある部 品	欧州材を使用。
中国系K社	ドライブシャフト、カップリング、ギア、CVT 部品	中国材が多い。 ※日系、米系現地自動車メーカーにも納入。
中国系L社	鍛造部品（コンロッド、クランクシャフト、カム シャフト、ステアリングナックル、トランス ミッションシャフトなど）	中国材がほとんど。 ※主に中国系自動車メーカーに納入。重機や石油産業向 けも多い。
中国系M社	エンジンベルトガイド、エアコンプリー、ク ランクプリー、シャフト	中国材がほとんど ※主に中国系、欧米系自動車メーカーへ納入。
中国系N社	懸架ばね、スタビライザー	懸架ばねは日本材もあるが、顧客から指定のない時は中 国材を使用することが多い。 材料指定がなくなったので中国材に変更したアイテムも ある。
中国系O社	ゴム、プラスチック成型金型	日本材か中国材。顧客の指定により選定。
中国系P社	ばね、ワッシャー、締付リング、ぜんまい	日本材か中国材を使用。中国材の使用が増えている。 ※日系、欧米系自動車メーカー、部品メーカーにも納入。

表 2 中国の主要特殊鋼メーカーの特殊鋼生産量推移

(千t)

メーカー	年	特殊品質非合金鋼			特殊品質低合金鋼	特殊品質合金鋼						ステンレス		
		内、特殊炭素鋼	内、炭素ばね鋼	内、炭素工具鋼		内、構造用合金鋼	内、ばね鋼	内、合金工具鋼	内、高合金工具	内、ハイス	内、軸受鋼			
東北特殊鋼	2010	50.9	46.1	0.1	4.7	0.8	1,392.0	705.4	12.8	95.7	64.1	1.0	54.2	202.9
	2012	140.5	133.6	0.0	6.9	3.6	1,745.5	1,068.0	19.8	95.5	62.4	1.1	493.6	240.2
	2013	112.1	104.2	0.1	7.8	1.5	1,918.9	1,247.0	16.5	127.5	59.3	1.1	461.4	326.5
宝钢特材	2010	1.6	0.0	0.0	1.4	0.0	574.5	343.8	0.4	45.2	50.4	1.5	128.1	251.4
	2012	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	177.2	88.9	0.1	11.6	39.6	0.8	27.1	167.1
	2013	0.2	0.0	0.0	0.0	1.5	184.1	88.1	0.2	5.2	50.7	0.9	31.4	201.8
中信泰富	2010	5.2	0.0	5.0	0.2	0.0	2,983.4	2,710.8	337.7	2.8	15.4	0.0	886.8	0.0
	2012	3.5	0.0	2.6	0.9	0.0	4,504.0	3,307.2	326.2	1.7	16.6	0.0	852.4	8.2
	2013	14.8	0.0	14.7	0.1	0.0	5,227.5	3,800.0	368.6	1.4	22.5	0.0	1,035.2	11.2
石家庄鋼鐵	2010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,293.6	871.8	101.0	0.0	0.0	0.0	320.8	0.0
	2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,199.7	860.4	90.1	0.0	0.0	0.0	249.2	0.0
	2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,212.6	937.8	1,401.9	0.0	0.0	0.0	172.9	0.0
太原鋼鐵	2010	51.2	0.0	0.0	0.0	495.8	234.1	227.1	0.0	6.9	0.0	0.0	0.0	2,716.4
	2012	52.6	0.0	0.0	0.0	470.0	293.1	288.2	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	3,106.1
	2013	91.9	0.0	0.0	0.0	394.2	273.3	267.1	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	3,225.6
江蘇天工	2010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	119.2	0.0	0.0	0.0	67.4	51.8	0.0	0.0
	2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	142.0	0.0	0.0	0.0	88.6	53.3	0.0	0.0
	2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	153.3	0.0	0.0	0.0	99.0	54.3	0.0	0.0
江蘇沙鋼	2010	5,103.6	2,799.4	941.4	3.8	57.8	2,749.2	2,313.2	94.9	3.4	0.0	0.0	67.6	832.9
	2012	4,297.1	1,623.1	870.0	2.5	0.4	3,298.8	3,134.0	81.5	2.5	0.0	0.0	80.6	1,031.4
	2013	4,255.6	1,465.7	795.3	2.7	0.0	3,060.1	2,929.5	82.9	1.8	0.0	0.0	43.0	1,101.7
邢台鋼鐵	2010	561.4	0.0	15.5	0.0	0.0	555.9	353.2	14.9	0.0	0.0	0.0	89.8	0.0
	2012	1,349.8	0.0	2.1	0.0	0.0	563.3	427.5	17.4	2.4	0.0	0.0	90.0	30.5
	2013	1,424.1	0.0	0.7	0.0	0.0	704.7	532.2	29.4	7.9	0.0	0.0	48.1	52.9

(出典：中国鋼鐵年鑑、中国特殊鋼年鑑)

◇ 為替レート変動の影響

自動車メーカーの海外生産の拡大や現地調達拡大の背景には為替レートの影響もある。図10に2005年からの円の対米ドル、人民元、タイ バーツ、インドネシア ルピア、インド ルピーの為替レートの推移を示した。2008～2012年は円高となっており海外生産が進んだが、2013年に円安是正が行われ、2014年秋には追加金融緩和によりさらに円安が進行した。現在のところ、日本経済全体としては大幅な輸出増はみられないものの、自動車メーカーや自動車部品メーカーの中には国内への生産回帰などの動きが報道等でもみられるようになっている。

また、円レートは米ドルや人民元、タイ バーツに対しては円安になっているが、インドネシア ルピアやインド ルピーに対してはまだ高い水準にある。現在では、現地間で国境を越えたサプライチェーンの構築が進められており、為替レート変動による現地間での生産量の移動が行なわれるようになっている。

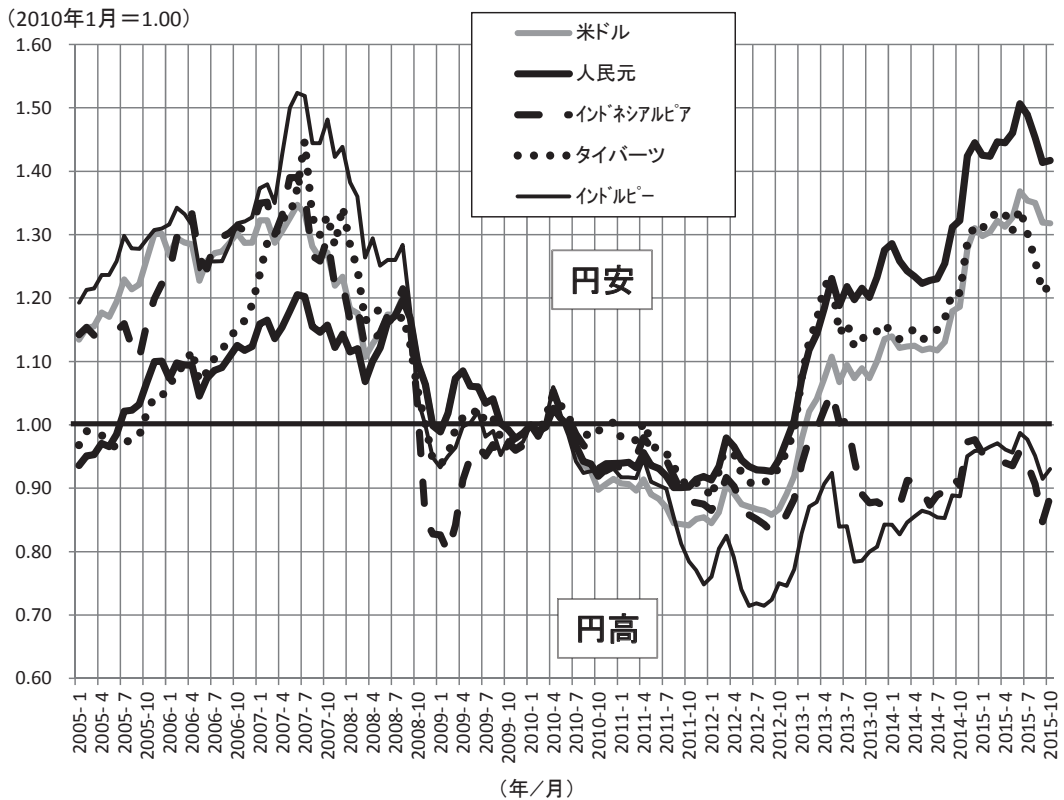


図 10 円の対米ドル、人民元、タイ バーツ、インドネシア ルピア、インド ルピーの為替レート（指数）の推移

むすび

日系自動車メーカーの海外生産の増加や現地調達の強化、現地特殊鋼メーカーの成長等によって特殊鋼現地調達のグローバル化は今後、ますます進んでいくものとみられる。ますます海外動向への注視が必要になっている。

特殊鋼関連記号集改訂版発行について

(一社) 特殊鋼倶楽部事務局

「特殊鋼関連記号集」は、平成7年度に特殊鋼を中心とした関連材料について、製造各社で独自に使用している材料記号（各社ブランド）の概要を調べるために編集した。

その後、ニーズの多様化、製造技術革新など特殊鋼を取り巻く環境は目まぐるしく変化しており、本書の材料記号の記載内容に大きな隔たりが生じ、利用しづらくなっていることから、今回改訂版として編集したものである。公表手段は、従来の冊子発行の他に、昨今のインターネットの急速な普及を背景として特殊鋼倶楽部ホームページ上からネット検索ができるようにし、利便性の向上を図った。概要は以下の通り。

1. 材質記号

製造各社が納品書、検査証明書、荷札等で表示し、契約取引上で使用する材質記号を掲載した。なお、国家・団体規格等の材質記号そのままのものは対象としていない。

2. 掲載会社

材料毎に会社名五十音順にて列挙した。

- | | | | |
|----------------|----------------|------------|------------|
| ①愛知製鋼(株) | ②秋山精鋼(株) | ③(株)神戸製鋼所 | ④合同製鐵(株) |
| ⑤山陽特殊製鋼(株) | ⑥J F E スチール(株) | ⑦下村特殊精工(株) | ⑧新日鐵住金(株) |
| ⑨新日鐵住金ステンレス(株) | ⑩大同特殊鋼(株) | ⑪東北特殊鋼(株) | ⑫日新製鋼(株) |
| ⑬日本金属(株) | ⑭日本高周波鋼業(株) | ⑮日本精線 | ⑯日本冶金工業(株) |
| ⑰日立金属(株) | ⑱(株)不二越 | ⑲三菱製鋼(株) | ⑳理研製鋼(株) |

3. 対象材料

材質記号を下記の製品区分に分類し、各分類毎に数字、アルファベット、カタカナ、ひらがな、漢字の順に記載した。

- | | | |
|-----------|-----------|---------|
| ①機械構造用炭素鋼 | ②機械構造用合金鋼 | ③ステンレス鋼 |
| ④耐熱鋼 | ⑤工具鋼 | ⑥中空鋼 |
| ⑦ばね鋼 | ⑧快削鋼 | ⑨軸受鋼 |
| ⑩非調質鋼 | ⑪超合金 | |

注：1) ③ステンレス鋼には以下に示す組織区分が表示されています。

組織区分記号	記号の意味
A	オーステナイト系
AF	オーステナイト・フェライト系
F	フェライト系
FM	フェライト・マルテンサイト系
M	マルテンサイト系
PH	析出硬化系

2) ⑧快削鋼は以下の通り表示した。

- ・⑧快削鋼の項目にはSUM系のみ掲載した。
- ・SUM系以外の一部快削元素を少量添加したものは、本体の成分である材料分類（例えばステンレス鋼など）に記載し、概略化学成分の前に快削鋼系であることの○印を付記した。

4. 形状

表示	語 訳	表示	語 訳	表示	語 訳
B	棒	WT	溶接材	HS	熱延鋼板
W	線	ST	継目無管	CS	冷延鋼板
S	形鋼	P	厚板	FC	鋳物
FB	フラットバー	C	広幅板・帯	F	鋳物用銑
WR	線材	BT	鋼片	PM	金属粉屑
PS	鍛造品	NC	狭幅薄板・帯	SP	鋼矢板

5. 記号索引

全ての材質記号を一気通貫及び製品区分ごとの二方式により、数字、アルファベット、カタカナ、ひらがな、漢字の順に記載し、掲載頁を付した。

6. 掲載例

5. 工具鋼

材質記号	会社名	分類	概略化学成分	国家・団体規格類似記号	用途	形状
AB012345	〇〇〇	合金工具鋼	2.00C-3.56Cr	JIS SKD11	冷間金型	B, P
:	:	:	:	:	:	:

以 上

業界のうごき

井上特殊鋼、タイ事業展開を本格化 鍛造品販売の合弁設立

井上特殊鋼は、タイでの事業展開を本格化する。2015年10月に現地の鍛造メーカーおよび日鉄住金物産の現地出資会社との3社で現地合弁の販売会社「イノウエ・スチールプロダクツ・アジア (ISPA)」をバンコク市内に設立し、営業を開始した。現地工場で生産するトラック部品や農機部品関連などの熱間型打ちプレス鍛造品について、日系や外資系向けをメインに製品を供給するもので、今後年間約1億円の投資を行い、3年後をめどに黒字化を目指す。

新会社は、資本金が約1億円で出資比率は井上特殊鋼が49%、アジア・フォージ&オートパートが49%、サイアム・ロータスが2%。社員は日本人1人、タイローカルスタッフ4人の計5人で構成。月間生産能力は200トン。品質管理面を含めて井上側が指導を行い、生産体制の強化、拡大を図る。

(1月15日)

UEX、伊勢原の レーザー2基が本格稼働

UEXは、鋼板の切断加工工場である伊勢原スチールサービスセンター (SSC) に6kwレーザー切断機2基を導入し、このほど本格稼働を開始した。板厚1ミリ-25ミリまで切断加工できる最新型レーザーで、総投資額は約2億9,000万円。6kwのレーザー切断機4基体制を確立したことで、切断能力は従来比倍増し、納期対応力も強化される。夜間でも無人運転できるため、コストダウンにも寄与し、さらなる歩留まりの向上を図る。全4基が全て6kwレーザー設備に大型化した。

(12月14日)

サハシ特殊鋼、 新中期経営計画が始動

サハシ特殊鋼は、今営業年度 (2016年4月期) で迎えた設立50周年を機に全社員で18本の新中期経営計画を策定。昨年末から一部をスタートさせた。

新中計は3-5カ年をめどとし、組織内での横断的な情報交換、議論を基に策定した。トップダウンでは感じにくい当事者意識をそれぞれの計画を担当するセクションごとに強め達成率を向上する考えで、成果還元を高めるために一部給与体系の変更も行った。

製紙材料やバイオマス燃料、有機肥料に利用される木材破砕機用チップの拡販強化を視野に、昨年新設した肉盛り溶接ロボットの稼働率上昇を図るとともに、海外マーケティングも行う。また大型機械・生産設備の製作から据付・メンテナンスまでを手掛けるプラント事業で、設計から提案するスペックイン営業の展開、利益率改善プロジェクト、新製品の営業強化など多岐にわたる。

(1月25日)

大洋商事、タイに鍛造合弁設立 児島金属工業と本年7月操業開始

大洋商事は、鍛造品・自動車電装品・機械部品メーカーの児島金属工業と合弁でタイに鍛造会社を設立した。2016年7月までに1,600トンの熱間鍛造プレスラインを導入し、ジャストインタイムで現地メーカーへの供給を図る。土地、建物、設備など総投資額は約6億円の見込み。19年までに売上高4億5,000万円を目指す。

タイ鍛造合弁「TIDY METAL」(タイディメタル・タイランド) は9月1日付でイースタン・シーボート工業団地内に設立。資本金は3億

3,800万円で大洋商事のタイ現地法人、サイアム大洋商事が50.5%を出資し児島金属工業が49.0%、大洋商事が0.5%をそれぞれ出資する。

敷地面積1万2,600平方メートル、建屋3,000平方メートル。1,600トンプレス、加熱炉などの設備に2億円弱を投じる。

(12月14日)

大同DMソリューション、 マレーシア新工場竣工

大同特殊鋼グループの工具鋼事業会社、大同DMソリューションは、マレーシアの工具鋼加工販売子会社、ダイドー・アミスター・マレーシア (DAM) の新工場開所式典を12月1日開催した。当日は日系自動車・家電企業や商社、金融機関など取引先や大同特殊鋼グループ約100人が出席。クアラルンプール郊外に工場を移転・拡張し、新たに切削設備と真空熱処理炉、表面処理設備を導入して自動車・家電産業向けなどの高品質・短納期のニーズに対応した。

DAMは92年の設立で大同特殊鋼と大同DMS、岡谷鋼機が出資。より付加価値の高い加工ニーズが増えたため、約6億円を投じて工場をクアラルンプール市郊外のセラランゴール州に10月に移転・拡張した。

(12月2日)

三井物産、 コスト削減で収益力強化

三井物産は強みの鉄鉱石、石炭など金属資源の資産を着実に積み上げる。資源価格が下落しているため、投資は従来以上に慎重に検討するものの、掘ればなくなる埋蔵量のリプレースメントは不可欠と見ており、中長期計画で掲げた2020年の権益拡大路線に沿って競争力のある優良案件の投資機会を探る。一方でコスト優位にある鉄鉱石を主体に操業コスト削減を通じて収益力を継続的に改

業界のうごき

善する。資源価格低下のなかでも2015年度は通期の利益目標を上方修正しており、基礎営業キャッシュフローも堅調を見込む。

基礎営業キャッシュフローは、金属資源本部で上期720億円となり、計画を上回った。一過性のプラス要因もあったが、価格下落のマイナス要因を鉄鉱石、石炭などのコスト削減で補った。通期も引き続き強い数字を維持する見込み。(12月3日)

山一ハガネ、航空部品を3Dプリンターで製造

山一ハガネは、仏大手製品開発企業のプリズマット社との合弁会社「プリズマットージャパン」を設立した。両社の強みを生かし、市場拡大が見込まれる国内航空産業への参入なども視野に製造業全般への製品供給を行う。

山一ハガネが50%以上を出資し、事業を主導。人員は当面6人体制でスタートし、社長は寺西社長が兼任する。所在地は山一ハガネ本社敷地内で、技術開発センター内にAM工場を設置し、3Dプリンターなどの設備を新設した。

新会社ではAMを使ったモノづくりとトータルサポートを提供。業容の拡大とともに、3Dプリンターなど設備群の増設や、パウダーの販売を検討する。国内外の高品質な金属粉末を多様なラインアップに擁することから、小口販売まで対応する考え。(1月21日)

愛知製鋼、新本館を着工12月にメイン棟完成

愛知製鋼は本社所在地の東海市荒尾町で新本館（メイン棟）の建設工事を開始した。創立75周年に当たり、記念事業の一つとして行う。新本館はメイン棟とホール棟で構成されており、メイン棟は完成が16年12

月、ホール棟は着工が2017年6月、完成が18年2月。

既存の本社事務所は老朽化している上、手狭となっていた。新本館では、南海トラフ巨大地震や自然災害が発生しても事業継続体制が維持・強化できるようにする。さらに、ダイバーシティへの対応やコミュニケーションの強化、知的生産性向上などを進めることができるスペースの創出と、先導的省エネ技術の採用によるエネルギーハーフオフィスを実現させる。

建設概要はメイン棟については8階建て、延床面積が7,971平方メートル、ホール棟が3階建て、延床面積が1,613平方メートルで、どちらも積層ゴムとオイルダンパーを採用した免震構造となる。自家発電設備を新設し、自然採光、地熱空調利用に加え、停電時でも換気可能な自然換気の構造を取り入れる。(12月18日)

合同製鉄、トーカイを完全子会社化九州に共同販社、電炉再編中核担う

合同製鉄は、九州地区異形棒鋼メーカーのトーカイについて2016年3月末をめどに完全子会社化する。完全子会社化後、現在の筆頭株主と同じく九州地区異形棒鋼メーカーの九州製鋼、メタルワンと共同で製品販売会社を設立する。九州製鋼については合鉄が保有する株式を一部譲渡するなど、株主構成を変更。合鉄は九州地区を中心とした異形棒鋼の製造拠点を持つことで経営基盤の拡充を図るとともに、電炉業界再編の中核を担う。

トーカイは異形棒鋼のベースメーカー。生産サイズはD13-D41。粗鋼生産は年間27万9,000トン（14年度実績）。出資比率は九州製鋼90%、新日鉄住金8%、合同製鉄2%。九州製鋼は細物メーカーでメタルワンが55%出資するほか、合同製鉄が

25%、清本鉄工が20%出資。生産サイズD10-D13で、年間粗鋼は17万2,000トン（同）。(12月25日)

山特、メキシコで素形材事業ベアリング向け工程需要拡大に対応

山陽特殊製鋼は、メキシコで素形材製品の製造および販売を行う現地法人を11月12日付で設立し、2017年9月から事業を開始する。現地の自動車産業の伸長が見込まれる中、日系および欧米系ベアリング向け前工程の現地生産需要の拡大に対応するもので、メキシコにおける鍛造から旋削までの一貫製造プロセス構築は、ベアリング用素形材分野の日系メーカーとしては初めてとなる。

新会社「サンヨー・スペシャル・スチール・マニュファクチュアリング・デ・メキシコ」は11月に設立。今後、資本金を約50億円（山特100%出資）に増資する。

現在工場用地を選定中で、計画では11万平方メートルの工場を建設し、鍛造機や旋削加工機など一連の製造設備を導入する。当面は月産2,000トン規模、従業員数約450人体制を予定している。(12月14日)

新日鉄住金、米にCH鋼線拠点18年初、量産開始

新日鉄住金は、米国インディアナ州に自動車向け冷間圧造用（CH）鋼線の製造、販売会社「ニッポン・スチール&スミキンCHワイヤ・インディアナ」を設立する。現地で拡大が見込まれる日系自動車関連向け高品質CH鋼線需要を捕捉するとともに、現地需要家にタイムリーに供給することで高いデリバリー性や品質の向上など顧客利便性の高いサービスを提供する。2018年1月に量産を開始する見通しで、年産能力は3万9,000トン。

酸洗・皮膜から伸線、熟処理まで

業界のうごき

を行う線材一貫加工ラインを立ち上げる予定で、設備投資額は約59億円。3月をめどに会社を設立する。現在、日本から供給しているCH鋼線を現地生産に置き換えるため、今後顧客の認証を得る手続きを進める。母材は国内の線材ミル4拠点から100%供給する。(1月28日)

JFES、インドネシアCGL稼働 自動車向け、2カ月前倒し

JFEスチールは、インドネシアに新設した自動車用溶融亜鉛めっき鋼板製造設備(CGL)がこのほど稼働した。年産40万トンのラインで、当初計画から2カ月前倒しの稼働。試験生産、需要家の承認を経て、2016年中に本格的な営業生産に移行する。東南アジア第2の自動車生産国で強度などの質、数量ともに拡大する自動車鋼板需要に応える。

100%子会社のJFEスチール・ガルバナイズング・インドネシア(JSGI)が西ジャワ州ブカシ県MM2100工業団地内で約352億円をかけて設備を新設した。板厚0.4-2.3ミリ、幅800-1,850ミリの薄板を生産する。現地の事情に応じて、めっき鋼板に加え冷延鋼板も作れる兼用ラインで、ともに590Mpa級までのハイテンを生産する。それ以上の強度については現地のニーズを見極めたうえで対応する考え。(1月13日)

高周波、ニッチ追求、QCD強化 5カ年新中計、詰めの段階に

日本高周波鋼業は2020年度までの5カ年中期経営計画の策定が詰めの段階に入った。特殊鋼、鋳鉄、金型・工具の3セグメントにおける高周波ブランドを一層高め、高付加価値化の推進やニッチな独自性の追求を図りつつ、一段レベルの高い安定した収益体質、強靱でしなやかな企業体質の構築を目指す。富山製造所

における省エネプロジェクトとして、鍛造での分塊加熱炉の重油からリジネバーナード化といった燃料転換なども検討し、生産効率化、コスト削減とともにCO₂排出削減に向けた環境対応に注力していく方針。

主力の特殊鋼事業のうち熱間工具鋼、冷間ダイス鋼のQCD競争力を強化。内部品質や生産性、原単位、鍛造の製造能力向上のための設備投資を積極化する。顧客ニーズに対応した新製品を投入し、現製品の改良を進める。(1月8日)

冶金、高Ni耐食合金 4フィート幅コイル製造に成功

日本冶金工業は、川崎製造所の熱延ステッケルミルで高ニッケル耐食合金(高機能材)の4フィート幅コイル製造に初めて成功した。これまでの1メートル幅コイル製造で培った製造技術に、パスでの温度低下防止など新たな開発技術を組み込み、熱間圧延時の圧延負荷を軽減。従来比2割強の幅広さのNASNW276(59%Ni-15%Cr-16%Mo-4%W-5%Fe)の4幅コイル製造を可能にした。来年4月から本格的な製造に移り、2016年度までに年間400-500トンの販売を見込む。

製造可能寸法は冷間圧延帯で板厚0.3-3ミリ、熱間圧延帯で4-6ミリ。高ニッケル耐食合金鋼の4幅化で溶接工数が減り、ユーザー側のコスト低減に寄与するとともに、大型化する排煙脱硫装置、プレート式熱交換器、水処理装置などの需要に柔軟に対応できる。流通向け販売も行う方針。(12月25日)

不二越、タイで軸受け一貫生産 17年末、月産400万個目指す

不二越は、タイでベアリングの一貫生産を行う。ベアリングの鍛造・旋削部品の生産子会社「ナチフォー

ジングテクノロジータイランド」をラヨン県にあるロジャナラヨン工業団地に設立し工場を建設する。操業開始は2016年10月で、鍛造からの一貫生産は17年2月に開始する計画。17年末の生産数量は月産400万個を目指す。17年までの投資額は14億タイバツ(約42億円)を見込む。

タイではベアリングの生産・販売子会社として、99年にナチテクノロジータイランドを設立。自動車生産が拡大傾向にあるアセアン地域での軸受けを含めた商品の拡販と生産の拡大を進めてきた。今回タイに新工場を建設し、鍛造・旋削工程を内製化、一貫生産体制を構築することで、輸送費や関税を含めたコスト競争力の向上とさらなる安定調達体制の構築を目指す。(1月15日)

三菱、ばね事業グローバル展開 メキシコ・欧州に進出

三菱製鋼は、収益が拡大しているばね事業について、自動車サスペンション用ばねでグローバル供給網を拡大、新たにメキシコ、中国、欧州に進出する。現在は北米、中国、インドで自動車サスペンション用ばね事業を展開しているが、顧客の海外生産拡大に伴い、現地調達ニーズに対応する。

三菱製鋼は自動車市場の拡大が期待されているメキシコに進出することで北米事業の拡大を図る。メキシコでは自動車用サスペンション用巻ばねとスタビライザー(車体のローリングを防ぐため、サスペンションに追加される部品)、中国では巻ばね(07年から寧波鋼彈簧で量産開始)に加え、スタビライザーを新たに生産。欧州でも自動車サスペンション用巻ばね、スタビライザーの生産拠点を確立する考え。(12月28日)

文責=産業新聞社

特殊鋼統計資料

特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別生産の推移

鋼種別

(単位：t)

年月	工具鋼	構造用鋼			特殊用途鋼						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	高抗張鋼	その他		
'14 暦年	264,684	4,822,532	3,996,687	8,819,219	438,207	1,027,943	3,000,538	695,384	5,969,185	688,579	11,819,836	20,903,739
'15 暦年	247,346	4,645,724	3,564,630	8,210,354	431,529	986,169	2,755,748	615,811	4,953,652	674,565	10,417,474	18,875,174
'13 年度	253,463	4,732,925	3,985,769	8,718,694	435,711	995,693	2,923,675	691,101	5,702,462	692,726	11,441,368	20,413,525
'14 年度	267,588	4,796,279	3,938,090	8,734,369	436,613	1,028,923	2,973,816	680,990	5,806,585	669,583	11,596,510	20,598,467
'15. 1-3月	67,381	1,175,974	946,737	2,122,711	107,972	250,767	728,221	161,938	1,249,834	164,311	2,663,043	4,853,135
4-6月	60,525	1,173,819	896,254	2,070,073	111,707	261,081	649,693	159,815	1,200,756	161,156	2,544,208	4,674,806
7-9月	59,635	1,133,855	831,969	1,965,824	107,590	240,666	708,543	150,821	1,239,829	180,294	2,627,743	4,653,202
10-12月	59,805	1,162,076	889,670	2,051,746	104,260	233,655	669,291	143,237	1,263,233	168,804	2,582,480	4,694,031
'14年 11月	20,658	390,164	335,915	726,079	34,257	89,685	220,321	59,516	516,090	49,036	968,905	1,715,642
12月	21,223	383,628	318,195	701,823	34,900	85,781	225,748	52,511	444,288	49,358	892,586	1,615,632
'15年 1月	20,750	390,644	327,844	718,488	35,806	82,891	247,681	49,837	489,660	54,202	960,077	1,699,315
2月	22,767	372,226	297,464	669,690	35,395	83,471	231,856	52,053	356,241	53,109	812,125	1,504,582
3月	23,864	413,104	321,429	734,533	36,771	84,405	248,684	60,048	403,933	57,000	890,841	1,649,238
4月	20,346	387,610	305,813	693,423	34,040	82,033	204,655	48,023	408,292	57,378	834,421	1,548,190
5月	20,087	397,436	298,168	695,604	40,148	85,194	220,406	55,855	422,368	52,270	876,241	1,591,932
6月	20,092	388,773	292,273	681,046	37,519	93,854	224,632	55,937	370,096	51,508	833,546	1,534,684
7月	19,899	377,911	287,163	665,074	39,689	81,302	231,194	46,716	418,894	58,592	876,387	1,561,360
8月	19,958	371,851	275,582	647,433	32,407	74,792	231,656	51,008	380,222	57,956	828,041	1,495,432
9月	19,778	384,093	269,224	653,317	35,494	84,572	245,693	53,097	440,713	63,746	923,315	1,596,410
10月	20,394	402,461	299,964	702,425	37,564	83,798	218,605	49,508	437,902	59,017	886,394	1,609,213
11月	19,260	390,478	300,827	691,305	31,554	77,314	208,399	49,438	427,479	57,804	851,988	1,562,553
12月	20,151	369,137	288,879	658,016	35,142	72,543	242,287	44,291	397,852	51,983	844,098	1,522,265
前月比	104.6	94.5	96.0	95.2	111.4	93.8	116.3	89.6	93.1	89.9	99.1	97.4
前年同月比	94.9	96.2	90.8	93.8	100.7	84.6	107.3	84.3	89.5	105.3	94.6	94.2

出所：2013年12月まで『経済産業省生産動態統計』、2014年1月より経済産業省『鉄鋼生産内訳月報』から作成。

(注) 2014年1月より上記のとおり統計調査が変更されたため、それ以前の数値との連続性はない。

また、鋼種別合計と形状別合計は、出所が異なることから一致しない。

形状別

(単位：t)

年月	形鋼	棒鋼	管材	線材	鋼板	鋼帯	合計
'14 暦年	299,735	6,106,683	1,442,497	4,313,948	2,290,323	6,460,443	20,913,629
'15 暦年	270,761	5,828,923	1,081,718	4,123,192	1,508,876	6,073,343	18,886,813
'13 年度	386,674	5,959,957	1,469,820	4,289,571	2,106,686	6,203,452	20,416,160
'14 年度	304,098	6,106,807	1,393,173	4,234,850	2,176,351	6,393,357	20,608,636
'15. 1-3月	83,030	1,499,905	325,247	1,013,956	386,025	1,547,886	4,856,049
4-6月	62,075	1,483,772	242,195	1,058,712	405,789	1,425,162	4,677,705
7-9月	56,400	1,411,432	249,211	1,023,200	354,025	1,561,847	4,656,115
10-12月	69,256	1,433,814	265,065	1,027,324	363,037	1,538,448	4,696,944
'14年 11月	31,696	510,853	113,544	347,670	187,076	524,933	1,715,772
12月	24,424	491,467	110,760	333,964	163,632	492,357	1,616,604
'15年 1月	31,833	496,980	126,601	332,434	137,593	574,846	1,700,287
2月	26,286	481,854	101,321	325,532	107,039	463,521	1,505,553
3月	24,911	521,071	97,325	355,990	141,393	509,519	1,650,209
4月	13,460	478,005	94,543	341,915	146,619	474,619	1,549,161
5月	28,741	504,118	70,930	358,140	118,648	512,326	1,592,903
6月	19,874	501,649	76,722	358,657	140,522	438,217	1,535,641
7月	13,941	469,357	87,732	348,822	151,881	490,598	1,562,331
8月	14,788	457,999	88,253	328,539	103,581	503,243	1,496,403
9月	27,671	484,076	73,226	345,839	98,563	568,006	1,597,381
10月	31,802	490,424	90,332	352,020	118,758	526,848	1,610,184
11月	16,188	495,654	80,439	345,923	101,009	524,311	1,563,524
12月	21,266	447,736	94,294	329,381	143,270	487,289	1,523,236
前月比	131.4	90.3	117.2	95.2	141.8	92.9	97.4
前年同月比	87.1	91.1	85.1	98.6	87.6	99.0	94.2

出所：『経済産業省生産動態統計』から作成。

(注) 2014年1月以降の形状別合計と鋼種別合計は、出所が異なることから一致しない。

特殊鋼鋼材の鋼種別販売(商社+問屋)の推移 (同業者+消費者向け)

(単位:t)

年月	工具鋼	構造用鋼			特殊用途鋼							計	合計
		機械構造用炭素鋼	構造用合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高抗張力鋼	その他			
'14 暦年	317,333	3,825,877	4,085,067	7,910,944	266,107	471,325	3,031,187	190,197	120,507	39,810	4,119,133	12,347,410	
'15 暦年	315,222	3,799,665	4,044,736	7,844,401	251,940	451,168	3,015,291	172,597	122,078	35,288	4,048,362	12,207,985	
'13 年度	324,404	3,879,315	4,061,105	7,940,420	267,951	513,723	3,002,125	199,622	111,431	51,971	4,146,823	12,411,647	
'14 年度	315,143	3,796,580	4,075,391	7,871,971	241,867	459,359	3,036,399	185,102	126,093	28,652	4,077,472	12,264,586	
'15年 4月	25,908	323,521	339,996	663,517	21,073	37,759	248,140	12,780	11,352	3,207	334,311	1,023,736	
5月	23,929	313,110	334,207	647,317	25,404	37,231	241,529	12,746	9,416	2,280	328,606	999,852	
6月	27,689	327,148	340,534	667,682	21,222	39,561	250,855	13,623	10,859	3,042	339,162	1,034,533	
7月	27,694	328,631	348,405	677,036	26,029	40,759	255,216	14,040	9,285	2,841	348,170	1,052,900	
8月	23,573	290,661	325,257	615,918	24,342	32,818	238,406	13,075	8,847	2,611	320,099	959,590	
9月	27,576	316,124	333,382	649,506	23,336	37,054	250,983	16,366	10,196	2,938	340,873	1,017,955	
10月	28,059	323,886	343,500	667,386	21,719	36,836	257,220	14,408	10,502	3,419	344,104	1,039,549	
11月	27,356	320,940	336,537	657,477	20,522	36,278	251,142	14,763	8,811	3,241	334,757	1,019,590	
12月	25,926	316,011	330,174	646,185	19,968	35,926	249,879	15,009	8,608	2,921	332,311	1,004,422	
前月比	94.8	98.5	98.1	98.3	97.3	99.0	99.5	101.7	97.7	90.1	99.3	98.5	
前年同月比	100.5	98.8	97.8	98.3	100.3	94.1	99.8	101.5	103.6	153.7	99.6	98.8	

出所: 経済産業省『鉄鋼需給動態統計調査』から作成。

特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別メーカー在庫の推移

(単位:t)

年月	工具鋼	構造用鋼			特殊用途鋼							計	合計
		機械構造用炭素鋼	構造用合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高抗張力鋼	その他			
'14 暦年	10,503	226,316	135,782	362,098	22,297	37,890	122,870	31,045	186,664	33,489	434,255	806,856	
'15 暦年	8,514	219,348	126,553	345,901	26,641	37,142	126,895	26,973	173,408	26,569	417,628	772,043	
'13 年度	7,603	207,387	127,934	335,321	24,576	43,066	124,560	30,864	163,913	40,196	427,175	770,099	
'14 年度	8,552	212,735	120,601	333,336	24,229	35,151	116,398	25,803	181,594	33,355	416,530	758,418	
'15年 4月	7,934	220,519	128,620	349,139	22,776	32,266	109,678	26,130	168,893	35,306	395,049	752,122	
5月	7,935	222,295	133,466	355,761	24,752	37,510	105,518	29,541	167,625	27,606	392,552	756,248	
6月	8,477	224,486	126,561	351,047	28,111	38,727	100,122	26,224	200,817	27,442	421,443	780,967	
7月	7,828	209,065	127,378	336,443	32,515	33,342	107,094	24,926	202,484	27,706	428,067	772,338	
8月	7,459	229,677	137,164	366,841	27,642	35,589	115,943	29,603	193,178	33,021	434,976	809,276	
9月	7,097	221,675	124,068	345,743	24,333	38,201	122,128	29,968	213,900	40,904	469,434	822,274	
10月	8,191	209,341	122,260	331,601	27,619	40,153	112,254	26,221	179,107	34,112	419,466	759,258	
11月	8,801	229,466	128,195	357,661	24,247	39,018	121,157	29,776	174,174	36,335	424,707	791,169	
12月	8,514	219,348	126,553	345,901	26,641	37,142	126,895	26,973	173,408	26,569	417,628	772,043	
前月比	96.7	95.6	98.7	96.7	109.9	95.2	104.7	90.6	99.6	73.1	98.3	97.6	
前年同月比	81.1	96.9	93.2	95.5	119.5	98.0	103.3	86.9	92.9	79.3	96.2	95.7	

出所: 2013年12月まで『経済産業省生産動態統計』、2014年1月より経済産業省『鉄鋼生産内訳月報』から作成。

(注) 2014年1月より上記のとおり統計調査が変更されたため、それ以前の数値との連続性はない。

特殊鋼鋼材の流通在庫の推移 (商社+問屋)

(単位:t)

年月	工具鋼	構造用鋼			特殊用途鋼							計	合計
		機械構造用炭素鋼	構造用合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高抗張力鋼	その他			
'14 暦年	53,199	201,643	148,119	349,762	11,009	52,983	140,388	14,860	10,308	1,767	231,315	634,276	
'15 暦年	61,896	202,211	146,758	348,969	13,423	52,972	134,135	11,968	11,624	1,683	225,805	636,670	
'13 年度	49,581	204,598	144,165	348,763	10,367	52,471	132,506	15,762	9,305	1,588	221,999	620,343	
'14 年度	58,240	210,206	147,346	357,552	12,927	49,435	140,051	13,509	10,900	1,581	228,403	644,195	
'15年 4月	58,893	222,886	140,125	363,011	12,180	48,789	136,271	12,916	10,561	1,273	221,990	643,894	
5月	60,243	217,298	146,778	364,076	12,745	49,937	140,576	14,584	11,320	1,713	230,875	655,194	
6月	61,349	213,586	147,433	361,019	12,714	51,680	135,945	13,086	11,041	1,631	226,097	648,465	
7月	60,166	201,225	139,743	340,968	10,901	52,063	132,880	12,906	10,877	1,496	221,123	622,257	
8月	59,942	205,556	141,265	346,821	11,467	52,669	133,509	13,365	10,879	1,440	223,329	630,092	
9月	59,548	206,860	141,705	348,565	12,376	54,281	139,417	13,910	10,921	1,508	232,413	640,526	
10月	58,944	206,238	141,042	347,280	12,450	52,892	136,494	14,323	11,396	1,677	229,232	635,456	
11月	59,920	206,589	140,426	347,015	12,510	52,179	132,827	12,431	11,388	1,686	223,021	629,956	
12月	61,896	202,211	146,758	348,969	13,423	52,972	134,135	11,968	11,624	1,683	225,805	636,670	
前月比	103.3	97.9	104.5	100.6	107.3	101.5	101.0	96.3	102.1	99.8	101.2	101.1	
前年同月比	116.3	100.3	99.1	99.8	121.9	100.0	95.5	80.5	112.8	95.2	97.6	100.4	

出所: 経済産業省『鉄鋼需給動態統計調査』から作成。

特殊鋼鋼材の輸出入推移

輸出

(単位：t)

年月	工具鋼	構造用鋼			特殊用途鋼				その他の鋼			特殊鋼鋼材合計
		機械構造用炭素鋼	構造用合金鋼	計	ばね鋼	ステンレス鋼	ピアノ線材	計	高炭素鋼	その他合金鋼	計	
'14 暦年	52,548	499,166	590,092	1,089,258	191,603	1,152,264	151,020	1,494,887	13,742	6,189,851	6,203,593	8,840,287
p'15 暦年	57,169	446,304	540,745	987,049	188,706	1,051,431	129,240	1,369,377	11,387	5,292,837	5,304,224	7,717,819
'13 年度	49,233	474,018	580,043	1,054,061	191,652	1,130,330	135,718	1,457,700	13,215	5,402,234	5,415,449	7,976,443
'14 年度	69,904	508,345	583,116	1,091,461	184,341	1,157,027	142,126	1,483,494	13,457	6,086,053	6,099,510	8,744,369
'15年 3月	5,489	44,186	56,876	101,061	18,044	111,096	9,082	138,222	1,130	514,323	515,453	760,226
4月	3,375	41,490	48,391	89,881	15,573	90,587	17,232	123,392	919	431,611	432,530	649,178
5月	3,251	34,397	44,403	78,800	15,908	83,841	10,685	110,434	838	471,543	472,381	664,866
6月	3,900	37,374	55,179	92,553	15,816	84,546	12,172	112,534	1,462	406,754	408,216	617,203
7月	3,381	36,454	39,906	76,360	18,360	98,004	8,028	124,392	715	438,236	438,951	643,084
8月	2,869	31,803	37,619	69,422	18,319	84,736	11,395	114,450	782	458,716	459,498	646,239
9月	3,280	32,412	41,495	73,907	17,718	85,297	8,414	111,429	946	377,982	378,928	567,545
10月	3,802	38,841	42,835	81,676	14,710	85,715	15,126	115,551	1,180	443,637	444,817	645,847
11月	3,021	32,900	41,949	74,849	14,656	68,364	6,727	89,747	871	415,945	416,816	584,433
12月	3,110	36,123	44,304	80,427	13,618	83,654	9,698	106,970	666	435,156	435,822	626,329
前月比	102.9	109.8	105.6	107.5	92.9	122.4	144.2	119.2	76.5	104.6	104.6	107.2
前年同月比	57.4	86.9	85.8	86.3	108.6	99.5	77.6	98.0	73.6	72.4	72.4	77.3

出所：財務省関税局「貿易統計」から作成。

輸入

(単位：t)

年月	工具鋼	ばね鋼	ステンレス鋼					計	快削鋼	その他の鋼			特殊鋼鋼材合計
			形鋼	棒鋼	線材	鋼板類	鋼管			高炭素鋼	合金鋼	計	
'14 暦年	6,417	3,475	596	12,390	14,954	164,225	15,702	207,868	84	20,344	835,935	856,279	1,074,123
p'15 暦年	3,699	4,893	524	13,359	10,752	135,758	13,245	173,634	65	18,660	774,063	792,723	975,009
'13 年度	5,725	2,913	504	12,330	13,654	180,931	13,839	221,258	118	21,920	582,545	604,465	834,478
'14 年度	6,053	2,369	625	12,085	13,268	145,698	15,267	186,942	77	18,717	758,538	777,255	972,696
'15年 3月	416	121	47	818	904	12,285	1,049	15,103	1	2,485	44,913	47,398	63,038
4月	433	282	31	993	991	11,233	1,261	14,509	-	160	57,601	57,761	72,985
5月	185	178	34	993	938	10,653	1,060	13,676	-	1,061	65,435	66,496	80,534
6月	337	849	35	1,220	975	9,891	1,019	13,140	-	2,560	55,598	58,158	72,484
7月	303	238	50	1,129	858	11,479	1,250	14,764	16	2,176	63,628	65,804	81,124
8月	237	381	53	1,199	653	12,548	1,009	15,461	2	822	58,234	59,056	75,137
9月	246	947	40	1,187	583	9,808	1,077	12,694	18	2,913	83,621	86,534	100,439
10月	217	201	36	1,467	1,153	14,210	1,303	18,170	-	1,326	64,259	65,585	84,172
11月	299	153	53	1,031	676	10,506	1,379	13,647	-	998	71,619	72,617	86,715
p 12月	358	1,120	44	1,092	1,125	13,375	816	16,452	17	1,932	76,535	78,467	96,413
前月比	119.7	732.0	83.0	105.9	166.4	127.3	59.2	120.6	-	193.6	106.9	108.1	111.2
前年同月比	82.5	484.8	89.8	105.5	117.8	182.7	64.7	154.9	74	166.1	78.0	79.0	87.2

出所：財務省関税局「貿易統計」から作成。

(注) p:速報値

関連産業指標推移

(単位：台)

(単位：億円)

年月	四輪自動車生産		四輪完成車輸出		新車登録・軽自動車販売		建設機械生産		産業車輛生産		機械受注額	産業機械受注額	工作機械受注額
	うちトラック	うちトラック	うちトラック	うちトラック	うちトラック	フルドーザ	パワーショベル	フォークリフト	ショベルトラック				
'14 暦年	9,774,558	1,357,654	4,465,624	488,473	5,562,887	851,314	7,340	169,987	114,705	14,722	96,920	56,976	15,094
'15 暦年	9,278,238	1,309,666	4,578,078	466,776	5,046,511	817,235	-	164,167	115,470	12,776	100,891	54,189	14,806
'13 年度	9,912,403	1,333,945	4,632,178	468,925	5,692,162	843,644	6,648	158,109	110,214	14,181	97,030	47,753	12,049
'14 年度	9,590,644	1,364,229	4,490,724	498,961	5,297,111	831,464	7,589	171,426	114,372	14,384	97,805	60,752	16,847
'15年 3月	878,577	125,991	396,796	46,490	695,412	106,065	628	15,174	10,373	1,093	8,694	10,282	1,474
4月	713,240	108,910	379,907	43,022	319,480	55,168	636	14,152	9,469	1,103	9,025	2,520	1,346
5月	645,539	95,558	289,477	34,435	335,643	55,585	503	12,277	8,616	950	9,076	3,954	1,385
6月	811,992	115,613	403,730	40,836	442,631	76,745	551	15,766	11,442	1,272	8,359	4,698	1,361
7月	841,928	121,217	415,735	39,801	425,093	68,141	396	15,985	11,540	1,383	8,056	3,509	1,299
8月	605,070	86,321	322,494	35,054	327,048	54,622	-	11,732	8,323	835	7,594	4,539	1,070
9月	828,932	114,029	419,005	41,204	479,373	78,226	-	13,606	10,428	1,159	8,164	4,253	1,097
10月	813,216	111,598	416,472	38,911	480,087	63,875	-	13,464	9,544	1,154	9,038	4,209	1,031
11月	788,431	108,110	414,870	34,956	388,816	73,815	-	12,126	9,193	982	7,738	3,096	1,144
12月	749,693	98,214	411,865	35,326	369,460	60,485	-	11,871	8,904	894	8,066	3,815	1,072
前月比	95.1	90.8	99.3	101.1	95.0	81.9	-	97.9	96.9	91.0	104.2	123.2	93.7
前年同月比	97.7	91.6	108.1	81.4	85.5	85.5	-	83.5	100.7	66.6	96.5	79.0	74.3

出所：四輪自動車生産、四輪完成車輸出は(一社)日本自動車工業会『自動車統計月報』、新車登録は(一社)日本自動車販売協会連合会『新車・月別販売台数(登録車)』、軽自動車販売は(一社)全国軽自動車協会連合会『軽四輪車新車販売確報』、建設機械生産、産業車輛生産は『経済産業省生産動態統計』、機械受注額は内閣府『機械受注統計調査』、産業機械受注額は(一社)日本産業機械工業会『産業機械受注状況』、工作機械受注額は(一社)日本工作機械工業会『受注実績調査』

(注) r:訂正值

特殊鋼需給統計総括表

2015年12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 (%)		
工業用鋼	熱間圧延鋼材生産	20,151	104.6	94.9	90.6		
	鋼材輸入実績	358	119.7	82.5	243.5		
	販売業者	受入計	27,902	98.5	104.9	135.6	
		販売計	25,926	94.8	100.5	127.2	
		うち消費者向	18,979	93.8	99.0	202.2	
		在庫計	61,896	103.3	116.3	171.7	
	鋼材輸出船積実績	3,110	102.9	57.4	86.8		
	生産者工場在庫	8,514	96.7	81.1	75.9		
	総在庫	70,410	102.5	110.5	149.3		
	構造用鋼	熱間圧延鋼材生産	658,016	95.2	93.8	121.2	
鋼材輸入実績		27,964	92.4	56.2	1835.0		
販売業者		受入計	648,139	98.6	97.6	196.2	
		販売計	646,185	98.3	98.3	197.1	
		うち消費者向	432,845	97.0	96.9	202.5	
		在庫計	348,969	100.6	99.8	145.2	
鋼材輸出船積実績		80,427	107.5	86.3	475.1		
生産者工場在庫		345,901	96.7	95.5	115.6		
総在庫		694,870	98.6	97.6	128.8		
ばね鋼		熱間圧延鋼材生産	35,142	111.4	100.7	82.6	
	鋼材輸入実績	1,120	732.0	484.8	-		
	販売業者	受入計	20,881	101.5	105.2	139.9	
		販売計	19,968	97.3	100.3	134.0	
		うち消費者向	4,580	93.9	81.8	36.9	
		在庫計	13,423	107.3	121.9	422.4	
	鋼材輸出船積実績	13,618	92.9	108.6	107.6		
	生産者工場在庫	26,641	109.9	119.5	82.9		
	総在庫	40,064	109.0	120.3	113.5		
	ステンレス鋼	熱間圧延鋼材生産	242,287	116.3	107.3	89.7	
鋼材輸入実績		16,452	120.6	154.9	422.1		
販売業者		受入計	251,187	101.5	100.7	167.3	
		販売計	249,879	99.5	99.8	167.3	
		うち消費者向	55,170	101.7	95.3	96.8	
		在庫計	134,135	101.0	95.5	121.3	
鋼材輸出船積実績		83,654	122.4	99.5	82.3		
生産者工場在庫		126,895	104.7	103.3	86.2		
総在庫		261,030	102.8	99.2	101.2		
快削鋼		熱間圧延鋼材生産	44,291	89.6	84.3	50.0	
	販売業者	受入計	14,546	113.0	100.2	86.5	
		販売計	15,009	101.7	101.5	90.7	
		うち消費者向	14,520	101.3	101.2	102.1	
		在庫計	11,968	96.3	80.5	52.3	
	生産者工場在庫	26,973	90.6	86.9	120.0		
	総在庫	38,941	92.3	84.8	85.8		
	高抗張力鋼	熱間圧延鋼材生産	397,852	93.1	89.5	169.9	
		販売業者	受入計	8,844	100.5	104.4	71.4
			販売計	8,608	97.7	103.6	69.7
うち消費者向			5,352	95.2	99.6	99.4	
在庫計			11,624	102.1	112.8	87.7	
生産者工場在庫		173,408	99.6	92.9	103.5		
総在庫		185,032	99.7	93.9	102.3		
その他		熱間圧延鋼材生産	124,526	92.2	92.1	53.2	
		販売業者	受入計	39,637	102.1	95.7	320.0
			販売計	38,847	98.3	96.9	314.6
	うち消費者向		35,261	99.2	96.6	655.0	
	在庫計		54,655	101.5	99.8	412.5	
	生産者工場在庫	63,711	84.6	89.3	38.0		
	総在庫	118,366	91.6	93.8	65.5		
	特殊鋼鋼材合計	熱間圧延鋼材生産合計	1,522,265	97.4	94.2	113.0	
		鋼材輸入実績計	96,413	111.2	87.2	1219.0	
		販売業者	受入計	1,011,136	99.7	98.7	176.9
販売計			1,004,422	98.5	98.8	176.6	
うち消費者向			566,707	97.5	96.8	168.3	
在庫計			636,670	101.1	100.4	143.9	
鋼材輸出船積実績計		626,329	107.2	77.3	186.6		
生産者工場在庫		772,043	97.6	95.7	101.3		
総在庫		1,408,713	99.1	97.8	116.9		

出所: 鋼材輸入実績及び鋼材輸出船積実績は財務省関税局『貿易統計』、

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

(注) 1.熱間圧延鋼材生産、生産者工場在庫及び総在庫は、2014年1月より『経済産業省生産動態統計』から『鉄鋼生産内訳月報』に変更されたため、それ以前の数値との連続性はない。

2.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。

3.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27年12月1日～平成28年1月31日)

平成28年新年賀詞交換会 (1月5日)
場 所：東京・ホテルニューオータニ
参加者：約700名

講 師：経済産業省製造産業局鉄鋼課課長補佐
成瀬 輝男 氏
参加者：33名

総合委員会

説明会 (12月4日) (特殊鋼倶楽部、全日本特殊鋼流通協会、全国ステンレスコイルセンター工業会と共催)

演 題：労働安全衛生法・安全データシート (SDS)

講 師：日本冶金工業(株)グループ環境・知的財産部長 藤田 篤史 氏

参加者：71名

[大阪支部]

平成28年新年賀詞交換会 (三団体共催、1月5日)

場 所：リーガロイヤルホテル

参加者：約750名

三団体共催講演会 (12月7日)

演 題：「ニュースで伝えられないこの国の真実」

講 師：辛坊 治郎 氏

参加者：108名

編集委員会

小委員会 (12月18日)

5月号特集「2次加工技術」(仮題)の編集内容の検討

本委員会 (1月12日)

5月号特集「2次加工技術」(仮題)の編集方針、内容の確認

三団体責任者会議 (12月7日)

賀詞交換会他、本年度下期共催事業検討会

[名古屋支部]

平成28年新年賀詞交換会 (三団体共催、1月7日)

場 所：名古屋観光ホテル

参加者：438名

流通委員会

説明会 (12月24日)

演 題：平成27年度第4・四半期特殊鋼需要見通し

部会

・企画部会 (1月28日)

①定時総会日程

②総会後の講演テーマの選定

③運営委員会開催日程

～高機能金属展に特殊鋼倶楽部として初めて出展～

第3回 高機能金属展

会期：2016年4月6日(水)～8日(金)

時間：10:00～18:00 8日(金)のみ17:00終了 会場：東京ビッグサイト

主催：リードエグジビションジャパン(株) 協賛：(一社)特殊鋼倶楽部

特殊鋼倶楽部は、「選ばれる特殊鋼」を目指して、特殊鋼のPRの強化を図っています。その一環として、市場開拓調査委員会で検討した結果、『高機能金属展』に初めて出展することにしました。

会員会社の協力のもと、マルチマテリアルの中で光る特殊鋼、国際化の中で光る我が国特殊鋼を展示すると共に専門技術セミナーで我が国特殊鋼の優れた技術水準をPRする予定です。

是非ご来場ください。会場にてお待ちしております。[特殊鋼倶楽部ブースNo. : W3-74]

◆専門技術セミナー

日時	テーマ	講師		
4月6日(水)	15:00～15:40	自動車用特殊鋼の技術動向	愛知製鋼(株)	杉本 淳
	16:00～16:40	特殊鋼の熱処理技術動向	大同特殊鋼(株)	宮崎 貴大
4月7日(木)	13:00～13:40	粉末工法と高機能粉末の現状	山陽特殊製鋼(株)	澤田 俊之
	14:00～14:40	ホットオースタンプ用金型鋼材と表面処理の動向	日本高周波鋼業(株)	殿村 剛志
4月8日(金)	11:00～11:40	特殊鋼流通業の役割について	中川特殊鋼(株)	中川 有一郎

一般社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧

(社名は50音順)

<p>[会 員 数]</p> <p>(正 会 員)</p> <p>製造業者 23社</p> <p>販売業者 102社</p> <p>合 計 125社</p>	【販売業者会員】		
<p>【製造業者会員】</p> <p>愛 知 製 鋼 (株)</p> <p>秋 山 精 鋼 (株)</p> <p>(株)川口金属加工</p> <p>(株)神 戸 製 鋼</p> <p>合 同 製 鐵 (株)</p> <p>山 陽 特 殊 製 鋼 (株)</p> <p>J F E ス チ ー ル (株)</p> <p>J X 日 鋳 日 石 金 属 (株)</p> <p>下 村 特 殊 精 工 (株)</p> <p>新 日 鐵 住 金 (株)</p> <p>大 同 特 殊 鋼 (株)</p> <p>高 砂 鐵 工 (株)</p> <p>東 北 特 殊 鋼 (株)</p> <p>日 新 製 鋼 (株)</p> <p>日 本 金 属 (株)</p> <p>日 本 高 周 波 鋼 業 (株)</p> <p>日 本 精 線 (株)</p> <p>日 本 冶 金 工 業 (株)</p> <p>日 立 金 属 (株)</p> <p>(株)不 二 越</p> <p>三 菱 製 鋼 (株)</p> <p>ヤ マ シ ン ス チ ー ル (株)</p> <p>理 研 製 鋼 (株)</p>	<p>愛 鋼 (株)</p> <p>青 山 特 殊 鋼 (株)</p> <p>浅 井 産 業 (株)</p> <p>東 金 属 (株)</p> <p>新 井 ハ ガ ネ (株)</p> <p>粟 井 鋼 商 事 (株)</p> <p>伊 藤 忠 丸 紅 鉄 鋼 (株)</p> <p>伊 藤 忠 丸 紅 特 殊 鋼 (株)</p> <p>井 上 特 殊 鋼 (株)</p> <p>(株) U E X</p> <p>確 井 鋼 材 (株)</p> <p>ウ メ ト ク (株)</p> <p>扇 鋼 材 (株)</p> <p>岡 谷 鋼 機 (株)</p> <p>カ ネ ヒ ラ 鉄 鋼 (株)</p> <p>兼 松 (株)</p> <p>兼 松 ト レ ー デ ィ ン グ (株)</p> <p>(株) カ ム ス</p> <p>(株)カワイスチール</p> <p>川 本 鋼 材 (株)</p> <p>北 島 鋼 材 (株)</p> <p>ク マ ガ イ 特 殊 鋼 (株)</p> <p>ケ ー ・ ア ン ド ・ アイ 特 殊 管 販 売 (株)</p> <p>小 山 鋼 材 (株)</p> <p>佐 久 間 特 殊 鋼 (株)</p> <p>櫻 井 鋼 鐵 (株)</p> <p>佐 藤 商 事 (株)</p> <p>サ ハ シ 特 殊 鋼 (株)</p> <p>(株) 三 悦</p> <p>三 協 鋼 鐵 (株)</p> <p>三 京 物 産 (株)</p> <p>三 興 鋼 材 (株)</p> <p>三 和 特 殊 鋼 (株)</p> <p>J F E 商 事 (株)</p> <p>芝 本 産 業 (株)</p> <p>清 水 金 属 (株)</p> <p>清 水 鋼 鐵 (株)</p> <p>神 鋼 商 事 (株)</p> <p>住 友 商 事 (株)</p>	<p>大 同 興 業 (株)</p> <p>大 同 D M ソ リ ュ ー シ ョ ン (株)</p> <p>大 洋 商 事 (株)</p> <p>大 和 興 業 (株)</p> <p>大 和 特 殊 鋼 (株)</p> <p>(株)竹内ハガネ商行</p> <p>孟 鋼 鉄 (株)</p> <p>田 島 ス チ ー ル (株)</p> <p>辰 巳 屋 興 業 (株)</p> <p>中 部 ス テ ン レ ス (株)</p> <p>千 曲 鋼 材 (株)</p> <p>(株)テクノタジマ</p> <p>(株) 鐵 鋼 社</p> <p>デ ル タ ス テ ー ル (株)</p> <p>東 京 貿 易 金 属 (株)</p> <p>(株) 東 信 鋼 鉄</p> <p>特 殊 鋼 機 (株)</p> <p>豊 田 通 商 (株)</p> <p>中 川 特 殊 鋼 (株)</p> <p>中 野 ハ ガ ネ (株)</p> <p>永 田 鋼 材 (株)</p> <p>名 古 屋 特 殊 鋼 (株)</p> <p>ナ ス 物 産 (株)</p> <p>南 海 鋼 材 (株)</p> <p>日 輪 鋼 業 (株)</p> <p>日 金 ス チ ー ル (株)</p> <p>日 鉄 住 金 物 産 (株)</p> <p>日 鉄 住 金 物 産 特 殊 鋼 西 日 本 (株)</p> <p>日 本 金 型 材 (株)</p> <p>ノ ボ ル 鋼 鉄 (株)</p> <p>野 村 鋼 機 (株)</p> <p>白 鷺 特 殊 鋼 (株)</p> <p>橋 本 鋼 (株)</p> <p>(株)長谷川ハガネ店</p> <p>(株)ハヤカワカンパニー</p> <p>林 田 特 殊 鋼 材 (株)</p> <p>阪 神 特 殊 鋼 (株)</p> <p>阪 和 興 業 (株)</p> <p>日 立 金 属 商 事 (株)</p>	<p>日 立 金 属 工 具 鋼 (株)</p> <p>(株)日立ハイテクノロジーズ</p> <p>(株) 平 井</p> <p>(株)フクオカ</p> <p>藤 田 商 事 (株)</p> <p>古 池 鋼 業 (株)</p> <p>(株)プルータス</p> <p>(株)堀田ハガネ</p> <p>(株)マクスコーポレーション</p> <p>松 井 鋼 材 (株)</p> <p>三 沢 興 産 (株)</p> <p>三 井 物 産 (株)</p> <p>三 井 物 産 ス チ ー ル (株)</p> <p>(株)メタルワン</p> <p>(株)メタルワンチューブラー</p> <p>(株)メタルワン特殊鋼</p> <p>森 寅 鋼 業 (株)</p> <p>(株)山一ハガネ</p> <p>山 進 産 業 (株)</p> <p>ヤ マ ト 特 殊 鋼 (株)</p> <p>山 野 鋼 材 (株)</p> <p>陽 鋼 物 産 (株)</p> <p>菱 光 特 殊 鋼 (株)</p> <p>渡 辺 ハ ガ ネ (株)</p>

“特集” 編集後記

今月号の特集は、“特殊鋼仕様に関するやさしい解説”です。日頃眼にしている仕様ですが、いざ平易に解説しようとする、これが案外難しいものです。そこで過去の特集号を参考にしようと、30年以上遡り調べましたが、仕様に関するものはありませんでした。事務局に確認しても同様の結果でした。ですから何と今回初登場になります。

前例のないものを編集することで、さらに難しさが増し慌てました。編集委員会でも前例のないほど、編集案が二転三転しましたが、皆さまのご協力により、何とかまとめることができました。

読者の対象を主に流通の若手の方としております。“はじめに”でも述べておりますが、仕様締結は契約の取り交わしであり、厳格に取り決められるべき性質のものです。材料調達のグローバル化が進むにつれ、その重要度はますます高まってくるものと思われます。

今回、Ⅰ項の用語の解説から始まって、Ⅱ項でその項目が規定されている目的、役割などを標準的な仕様をベースで記載し、Ⅲ項では鋼材の使い方による仕様上の留意点を解説してあります。

この中で最も重要視したのは、Ⅲ項で、具体的な部品をあげて、用途による仕様上の留意点を分かりやすく解説することです。

使われ方に合った造り込みを行っていない場合、トラブルにつながる可能性があるからです。あるいは仕様を満たしていても、トラブルが発生するかもしれません。

よって仕様を満足していることで、それで全てよしとは言えません。仕様には謳われていない顧客満足度を上げる活動も同時に進めていく必要があるでしょう。

使われ方を理解した上で、最適な仕様を造り込み、さらに改善を提案する。この差別化を行ったものだけが生き残る厳しい時代になっていくと考えます。

最後になりましたが、ご多忙の中、本特集にご寄稿頂きました執筆者の皆さま、編集にご協力頂きました編集委員および事務局の皆さまに厚く御礼申し上げます。

〔三菱製鋼室蘭特殊鋼(株) 技術部長 山岡 拓也〕

特 集／線材・棒鋼の2次加工技術動向

- I. 総論
- II. 2次加工プロセス
- III. 各製品における2次加工技術
- IV. 会員メーカーの2次加工製品

7月号特集予定…粉末

特 殊 鋼

第 65 卷 第 2 号
© 2 0 1 6 年 3 月
平成28年2月25日 印刷
平成28年3月1日 発行

定 価 1,230円 送 料 100円
1年 国内7,300円 (送料共)

発 行 所
一般社団法人 特殊鋼倶楽部
Special Steel Association of Japan

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

編集発行人 小 澤 純 夫
印刷人 増 田 達 朗
印刷所 レタープレス株式会社

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