

特殊鋼

2010

3

The Special Steel ————— *Vol.59 No.2*

特集 / やさしく読む特殊鋼製品



特殊鋼

3

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)
〃	戒田 收 (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／やさしく読む特殊鋼製品】

I. はじめに	(株)住友金属小倉 村井 暢宏	2
II. 特殊鋼体系図	愛知製鋼(株) 福井 康二	3
III. 自動車		
クランクシャフト	(株)住友金属小倉 松永 和則	5
コンロッド	(株)住友金属小倉 村井 暢宏	6
カムシャフト	愛知製鋼(株) 福井 康二	7
ピストンリング	日立金属(株) 北園 大輔	8
エンジンバルブ	大同特殊鋼(株) 植田 茂紀	9
噴射ノズル	日立金属(株) 北園 大輔	10
ハブベアリング	山陽特殊製鋼(株) 富永 剛	11
歯車	大同特殊鋼(株) 本田 正寿	12
等速ジョイント (CVJ)	(株)住友金属小倉 松永 和則	13
軸受	山陽特殊製鋼(株) 西森 博	14
サスペンション用コイルばね	(株)神戸製鋼所 赤石 悟朗	15
ボルト	(株)神戸製鋼所 戒田 收	16
スチールコード	新日本製鐵(株) 平上 大輔	17
排気系配管	日新製鋼(株) 富田 壮郎	18
IV. 産機・建機		
射出成形機用シリンダ、スクリュ	日立金属(株) 内田 真継	19
ロール	日本高周波鋼業(株) 黒川 政人	20
油圧ブレーカー用チゼル	(株)住友金属小倉 小山 隆治	21
建設機械部品	(株)住友金属小倉 渡部 了	22
V. 金型・工具		
熱間鍛造	日立金属(株) 榎野太一郎	23
ダイカスト	日立金属(株) 山口 基	24
押出工具	日本高周波鋼業(株) 松嶋 辰輔	25
冷間鍛造用金型	大同特殊鋼(株) 森川 秀人	26
板金プレス	日本高周波鋼業(株) 殿村 剛志	27
プラスチック金型用鋼	大同特殊鋼(株) 森川 秀人	28
切削工具	日立ツール(株) 岩田 正己	29
VI. 建築・土木		
橋梁用亜鉛めっき鋼線	新日本製鐵(株) 真鍋 敏之	30



あらゆる素材を次世代に向けて



ISO 9001 (全事業所)

ISO 14001 (特殊鋼部門)

JCSS 0088 は計量法に基づくトレーサビリティ制度のロゴです。

流量—小流量国家認定事業者



特殊鋼・高合金・半導体装置

株式会社平井

<http://www.kk-hirai.co.jp/>

本社：〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町2丁目17番9号

TEL.03-3667-7311(大代表) FAX.03-3667-7341~4

営業所：所沢・北関東・名古屋・静岡 加工センター：所沢・北関東

システム事業部(半導体) システム事業部技術研究所

VII. 航空機・鉄道

車輪	住友金属工業(株)	岡方 義則	31
車軸	住友金属工業(株)	岡方 義則	32
レール	新日本製鐵(株)	岩野 克也	33
航空機用ジェットエンジンシャフト			
.....	大同特殊鋼(株)	犬飼 富雄	34
航空機降着装置部品 (シリンダー)			
.....	住友精密工業(株)	中務 真一	35

VIII. その他

プリンターシャフト	新日本製鐵(株)	橋村 雅之	36
制振鋼板「バイプレス」	新日本製鐵(株)	相馬 秀次	37
“特集”編集後記	(株)住友金属小倉	村井 暢宏	38

●一人一題：「私とスポーツ、そして家族」

.....	石原鋼鉄(株)	長田 富行	1
-------	---------	-------	---

■業界の動き	39
▲特殊鋼統計資料	43
★倶楽部だより (平成21年12月21日～平成22年2月20日)	47
☆社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧	48
☆お知らせ 平成22年度 第7回特別研修 (実施予定)	49

特集／「やさしく読む特殊鋼製品」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	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
委員	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
〃	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
〃	浜小路正博	日立金属(株)	特殊鋼カンパニー技術部 シニア・アドバイザー
〃	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



ばね用・精密機器用
特殊鋼二次製品

いかに より お役に立つか

株式会社 **プルートス**

本社 〒101-0032 東京都千代田区岩本町3-11-11
 ☎ 03-3861-0101 FAX 03-3863-6153
 東京営業所 ☎ 03-3766-6301 FAX 03-3762-8130
 北関東支店 ☎ 0282-86-6613 FAX 0282-86-6513
 前橋支店 ☎ 027-266-8361 FAX 027-266-8363
 仙台支店 ☎ 0224-55-1184 FAX 0224-57-1587
 新潟プルートス ☎ 025-260-7701 FAX 025-260-7812
 諏訪プルートス ☎ 0266-53-0775 FAX 0266-58-0104

「私とスポーツ、そして家族」

石原 鋼鉄 (株) 代表取締役社長
おさ だ とみ ゆき
長 田 富 行

幼いころから体を動かすのが好きであった。物心つく頃から近所の原っぱを駆け回っていた記憶がある。当時住んでいた板橋区はまだススキ野原や雑木林が沢山あり、その中を友達と駆け回るのがとにかく大好きであった。

あまりに野放図に遊び回る小生を見かねて、母親は友達の親と謀り遠い親せきが開いている剣道場に小生と友達を放り込んだのである。10歳の時である。それが私と剣道の出会いであった。以来18年間相当本気で剣道にのめりこみ中学、高校、大学は剣道部で過ごし社会人になっても5年間会社の剣道部で練習をした。剣道の教えは少なからず小生の人生観、生き方に影響を与えた。「白刃の下にこそ生きる道あり」という剣禅一致の教えや「強きに在りて驕らず、弱きに在りて撓まず」という平常心の維持といったことは剣道部の師範から教えられ小生の心に残る言葉である。

さて、大学までかなりストイックに剣道にのめりこんでいた小生であるが社会人になった時、ふとしたきっかけでスキューバダイビングというマリンスポーツに出会うことになる。それまで剣道以外のスポーツはせいぜい冬のオフの間にスキー、テニスをほんの少しという程度しか知らなかった。それも当時の彼女（今の女房であるが）と遊びたいがためのカッコつけという不純な動機であった。しかし、ダイビングギアの重装備で海中に潜るスポーツに今までと違う世界を見出し完全にはまり込んだ。そして泳ぎが苦手な彼女も巻き込みライセンスを取得し、以来八丈島、三宅島、伊豆をベースに沖縄やモルディブほか旅行というところ必ずダイビングができるスポットに出かけるようになった。これが現在女房との共通の趣味になっている。

小生は37歳の時から5年間札幌に勤務した。それまで北海道という大地を知らなかった小生は身近にある雄大な自然の豊かさに圧倒され、ここは日本では無いような違和感を持った。子供達はここでスキーとバスケットに出会った。とくにスキーは裏山がスキー場であったこともあり毎週土日子供達を連れて出かけた。いつの間にか子供達は親を追い越し、まるでスキーを自分の足のように操り、こぶこぶの急斜面を飛ぶように滑り降りるようになっていた。今では家族旅行にスキーが加わり、夏のダイビング、冬のスキーが定番となっている。

一方、女房殿は小職が中国に赴任中の5年間にバレエとフィットネスに目覚め50歳の台を過ぎて驚異的な柔軟性と筋肉を身につけ小生をたじろがせている。8個に分かれた腹筋でファイティングポーズをとられるとちょっと怖い。少し緩んだ我が腹を見て平常心が揺らぐ今日この頃である。

今思うと小生のワークライフバランスと家族の絆はスポーツを中心に成り立ってきたと感じている。家族との会話もスポーツを通じはずみ、人生観なども語りあえるようになってきている。それぞれ取り組むスポーツの違いはあれど共通する価値観を持ち合っていると感じるのである。



特 集

やさしく読む特殊鋼製品

I. はじめに

住友金属小倉 村井暢宏
カスタマーサービス室

ここ最近、3月号の特集では特殊鋼およびその製品、技術について、理解をより深めていただくため、“やさしい”シリーズを企画しています。平成19年の“暮らしの中の特殊鋼”に始まり、“やさしく読む特殊鋼の環境対応”、昨年の“やさしく知る高機能特殊鋼”と続きます。

たとえば“暮らしの中の特殊鋼”であれば、我々の日常生活で使用している身近な特殊鋼製品を取り上げ、特殊鋼製品の世の中での広がりという観点から、理解を深めていただきました。今回の3月号の特集でもこのシリーズを踏襲し、やや大きな風呂敷を広げてしまいましたが、“やさしく読む特殊鋼製品”というテーマで編集することになりました。

内容は、まず、特殊鋼の分類とその用途について鳥瞰していただくことから、特殊鋼体系図を掲載しました。そしてこの体系図から代表的な33部品を解説し、これら部品が属する業界（自動車、産機・建機、金型・工具、建築・土木、航空機・鉄道、その他）でグルーピングしました。解説は、①部品に必要な特性、②その特性を満足させるための素材、製造工程、③特性向上のための新技術の項目で構成しています。

①では、材料の寄与が大きいと思われる特性をいくつか取り上げています。紙面の制約上すべての特性を網羅することは出来ませんでしたので、

この点あらかじめご了承ください。

ところで、昨今、特殊鋼ユーザーの多くが新興国での海外生産を始めています。素材である特殊鋼の多くは日本からの輸出で始まりましたが、現在ではこれに代わって現地海外ミルからの調達が進んでおり、将来の日本材の需要が懸念されています。

こうした動きに対し業界としましては、日本の特殊鋼のすばらしさ、簡単には海外材に置き換えることができないことを内外にどんどん発信する必要があると思います。解説の特に③では、こうした思いも意識して執筆いただくよう執筆者の方々には依頼しています。

本文中の代表的な技術用語は、キーワードとして太字表示しています。これらについては、以前、特殊鋼倶楽部が発行した用語集（特殊鋼の技術と用語のやさしい解説¹⁾、特殊鋼技術データのやさしい読み方²⁾）や一般の用語集をご参照ください。本来は用語も含め一冊の中で完結させるべきところですが、紙面の制約上このような形にさせていただきました。

参考文献

- 1) 特殊鋼の技術とやさしい解説, (社)特殊鋼倶楽部編集委員会編, 1998, (社)特殊鋼倶楽部
- 2) 特殊鋼, 50 (2001), 5, P. 6

Ⅱ. 特殊鋼体系図

愛知製鋼(株) 技術企画部 福井 康二

まえがき

特殊鋼は、一般の鉄にMn、Ni、Cr、Moなどの合金元素を添加することにより、強度特性などの種々の特性を鉄に付加した材料であり、特殊鋼を使った部品の製造上、また部品機能上の要求特性を満足させるために、成分の調整、熱処理、表面改質が組み合わされ使用されています。

本章では、特殊鋼の種類、用途、特性により概略分類し、特殊鋼の体系を示します。

◇ 特殊鋼の分類

2008年（1～12月）の特殊鋼、熱間圧延鋼材生産量を図1に示します。これは、経済産業省がまとめている特殊鋼に関する統計資料¹⁾によるもので、その中では特殊鋼は大分類として、工具鋼、構造用鋼、特殊用途鋼の3種類に分類されています。生産量の割合としては、工具鋼が、全体の約1%程度、構造用鋼は43%、その他が特殊用途鋼になります。工具鋼は、炭素工具鋼、合金工具鋼、高速度鋼、その他に、構造用鋼は、機械構造用炭素鋼と構造用合金鋼に、特殊用途鋼は、ばね鋼、

軸受鋼、ステンレス鋼、快削鋼、ピアノ線材、高抗張力鋼、その他にさらに小分類されます。

この分類の中で、一部補足しますと、特殊用途鋼に含まれる、高抗張力鋼は、建築、橋、船舶、車両その他の大型構造物用、圧力容器などとして、一般構造用圧延鋼材と同様に溶接性を重視して、より引張強さを高めた鋼材のこと²⁾をいいます。また、その他の特殊用途鋼の中には、耐熱鋼、耐熱合金などが含まれます。

◇ 特殊鋼体系図

上記の分類を基に、それぞれの鋼種分類に代表JIS鋼種、主な用途例、代表的な機能特性を加え、特殊鋼体系図として図2に示します。

本特集において、以後、さまざまな特殊鋼製品が解説されますが、ここでは特殊鋼の全体像をイメージしていただきたいと思っております。

参考文献

- 1) 経済産業省ホームページより
- 2) 特殊鋼ガイド初級（特殊鋼倶楽部）

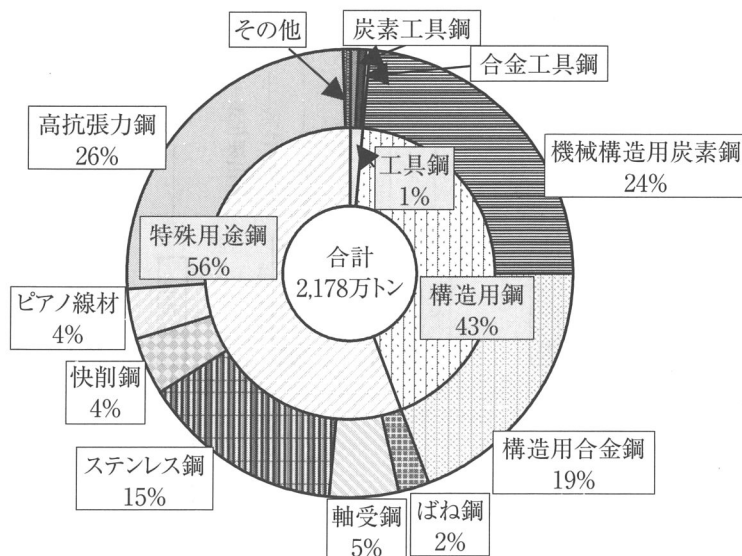


図 1 特殊鋼熱間圧延鋼材の分類別生産高 (2008年)¹⁾

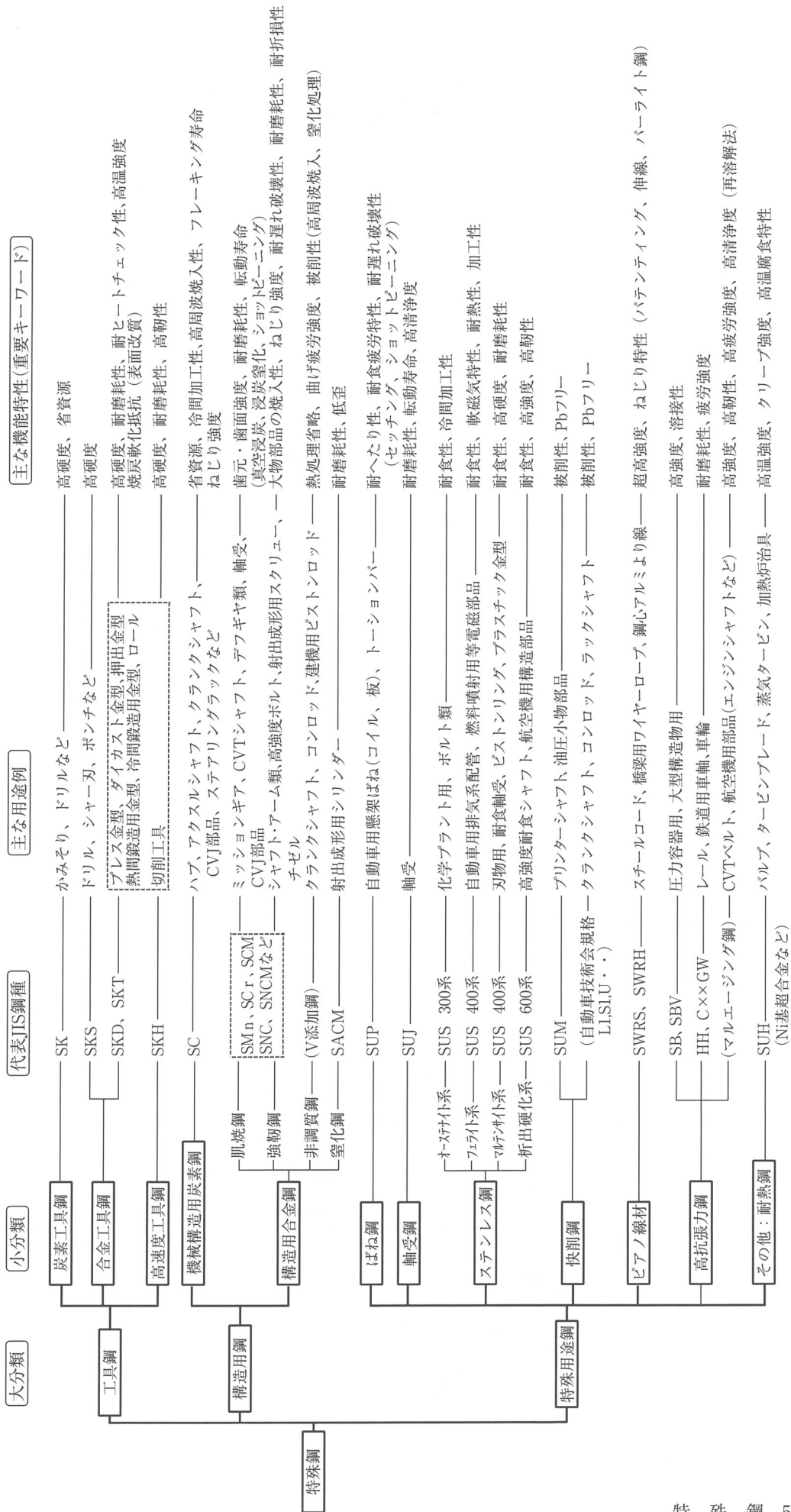


図 2 特殊鋼体系図

Ⅲ. 自動車

クランクシャフト

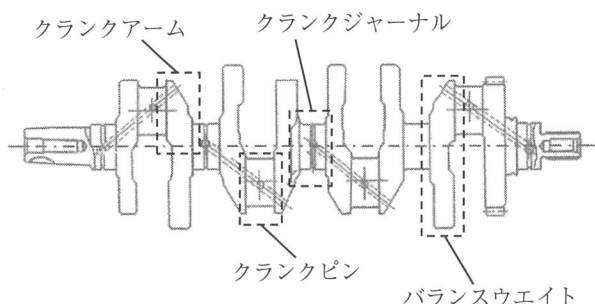


図 1 クランクシャフト各部名称

◆ 部品に必要な特性

自動車用のクランクシャフトについて紹介します。クランクシャフトは、ピストンの往復運動をコンロッドを介して回転運動に変える部品です。図1にクランクシャフトの各部名称を示します。クランクシャフトは大きく分けて、コンロッドと連結するクランクピン、クランクシャフト本体を支えるクランクジャーナル、クランクピンを支えるクランクアーム、回転時のアンバランスを取り除く為のバランスウエイト（カウンターウエイト）の4つの部分から構成されます。クランクシャフトはピストンの爆発エネルギーを受けながら高速回転する為、**疲労強度、剛性、耐摩耗性**が要求されます。

◆ 素材

クランクシャフトには主に鉄鋼材料が使用されます。鋳物を使用されることもありますが、ここでは国内で主流の鍛造品について紹介します。

表1にクランクシャフト用鋼の成分例を示します。鍛造品においては**炭素鋼**ベースの調質材、炭素鋼ベースの非調質鋼、V添加の**非調質鋼**等、比較的多様な鋼種が使用されています。また、クランクシャフトには切削性も求められる為、快削性

元素であるS、Pb、Caが添加される場合もあります。

◆ 製造プロセス

図2に代表的な製造プロセスを示します。クランクシャフトは熱間鍛造で成形され、場合によっては調質、焼準処理を行い、旋削、穴あけ等の機械加工が施されます。

更に、疲労強度や耐摩耗性を付与する為、**フィレットロール加工、高周波焼入れ、軟窒化**等の表面効果処理が施されます。

◆ 更なる特性向上のための新技術

クランクシャフトは、素材と表面効果処理の適切な組み合わせにより、素材低コスト化、切削性向上、高強度化が可能です。例えば、フィレットロール加工条件の最適化によるV非調質鋼のVレス化や、フィレットロール加工のIH化により素材硬度を低減し、環境負荷物質のPbを添加しないPbフリー鋼が開発されています。

また、製造工程でのCO₂削減および低コスト化を目的とした、Cr、Mo等の合金元素添加量の最適化による、熱間鍛造後の焼準処理省略が可能なクランクシャフト用鋼が開発されています。

表 1 クランクシャフト用鋼の成分例 (mass%)

	C	Si	Mn	Cr	V	表面処理
A	0.40	0.25	0.70	0.30	-	フィレットロール加工
B	0.40	0.25	1.00	-	0.25	フィレットロール加工
C	0.40	0.25	0.50	-	-	軟窒化

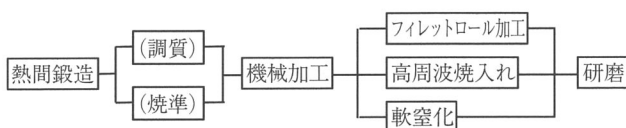
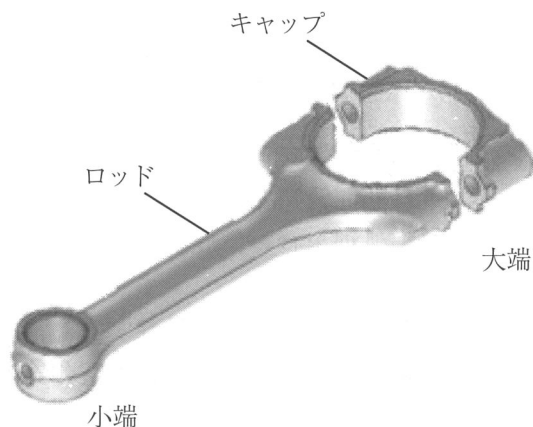


図 2 クランクシャフト製造工程例

〔株〕住友金属小倉 まつなが かずのり
カスタマーサービス室 松永 和則

コンロッド



◆ 部品に必要な特性

ここでは自動車用のコンロッドを紹介します。コンロッドは、往復運動するピストンと回転運動するクランクシャフトを連結します。大端部はクランクシャフトに、小端部はピストンピンに取り付けられ、運転中にはピストンの高速往復運動により引張と圧縮の繰り返し荷重が作用します。このため断面積の小さいロッド部では**疲労強度と座屈強度**が必要とされています。

◆ 素材

コンロッドには主に鉄鋼材料が使用され、粉末からの焼結品や棒鋼からの鍛造品があります。またTi合金が使用されることもあります。ここでは国内で主流の鍛造品について紹介します。鍛造品において従来は炭素鋼を用い、疲労強度や座屈強度を確保するため焼入れ、焼もどしが施されて

表 1 コンロッド材の化学成分 (mass%)

	C	Si	Mn	S	Cr	V	Pb
A	0.4	0.3	0.9	0.02	0.2	0.1	添加
B	0.2	0.2	0.8	0.05	0.2	0.2	添加
C	0.2	0.8	0.9	0.05	0.4	0.3	添加

いましたが、最近ではこの焼入れ、焼もどし処理を省略し、鍛造、放冷で強度が確保できるV添加の**非調質鋼**が用いられています。表1に代表的な成分を示しますが、強化元素はVの他、Si、Mn、Cr等が添加され、さらに切削性が求められるため、快削性元素であるSやPbが添加されています。

◆ 製造プロセス

コンロッドは本体のロッド部とキャップ部に分かれ、通常これらを別体で成形します。図1に代表的な製造プロセスを示します。棒鋼を切断、加熱し、熱間鍛造、コイニング、冷却後に大端部、小端部等の(切削)加工をして組み立てます。

◆ 更なる特性向上のための新技術

疲労強度や座屈強度の向上のため素材面では強化元素であるVを0.2～0.3%まで添加した高強度型のV添加非調質鋼や、鍛造冷却工程で焼きが入る低炭素系の**マルテンサイト鋼**、環境負荷物質であるPbを非添加としたPbフリー鋼などが開発されています。またプロセス面では、ショットピーニングによりロッド部表層に圧縮残留応力を付与して疲労強度向上させることもあります。

このほか、コンロッドのロッドとキャップを一体で成形し、その後の加工段階で当該部位を破断分割させる新プロセスが開発されています。組み立て工程でのロッドとキャップの締結で破断面が強固に噛み合うため、別体成形に必要な締結面の合わせ加工を省略することが可能になります。破断の際の変形を極力小さくするため、脆化元素であるTiやPを添加した専用鋼が国内で開発されています。

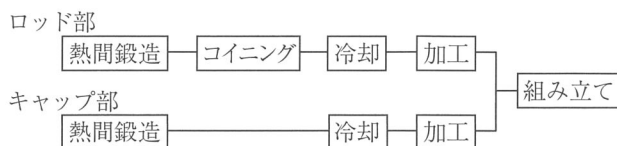


図 1 コンロッドの代表的な製造プロセス

〔株住友金属小倉 村井 暢宏〕
カスタマーサービス室

カムシャフト



◇ 部品に必要な特性

カムシャフトは、チェーンあるいはタイミングベルトを介して、クランクシャフトと同期回転し、エンジンの吸気、圧縮、爆発、排気工程に合わせて吸気および排気バルブを開閉するためのカム機構を有したシャフトです。エンジン形式により、直接バルブをカムで開閉するものとロッカーアームを介してバルブを開閉するタイプがあります。最近では、エンジンの高出力化、低燃費化に対応しバルブリフト量、バルブ開閉時期を可変制御するエンジンが主流となり、カムシャフトの軽量化、低フリクション化、高面圧対応としての耐磨耗性の向上が求められています¹⁾。

◇ 素材および製造プロセス

カムシャフトは、その製法、材質から鋳造カムシャフト、鍛造カムシャフト、組立式カムシャフトの三つに分類されます²⁾。乗用車用では、鋳造カムシャフトが一般的であり、チル鋳鉄またはダクタイル鋳鉄を使い、砂型鋳造により製造されます。カム部はチル鋳鉄の場合、鋳造時に冷やし金を使い急冷されたチル組織を得ることにより、ダクタイル鋳鉄の場合は、高周波焼入処理により耐磨耗性の高い組織を得ています。次に鍛造カム

シャフトは、高負荷の大型ディーゼルエンジン用に使われています。その製造方法は、機械構造用炭素鋼 (S45C ~ S55C相当) を熱間鍛造し、機械加工後、カム部を高周波焼入処理し組み付けられます。組立式カムシャフトは、軽量化、低コスト化を目指して広がりつつあるもので、その代表として焼結カムシャフトがあります。耐磨耗性の優れる焼結材料で作ったカムピースと中炭素鋼の引抜き鋼管のシャフト部を接合しカムシャフトとして組み立てるものです。

◇ 更なる特性向上のための新技術

カムシャフトの軽量化に向けては、中空鋳造カムシャフトが代表的な製造法ですが、より軽量化、高面圧対応に向けて、さらに経済性との両立の面で、最近、組立式カムシャフトでの取り組みが目まぐるしくなっています。

カムピースを冷間鍛造で製造し、鋼管シャフトに締結した組立式カムシャフトが開発され、量産化が進んでいます³⁾。鋳造カムシャフトにくらべ大幅な軽量化の可能性があり、今後、特殊鋼製品としての新たな展開が期待されます。

参考文献

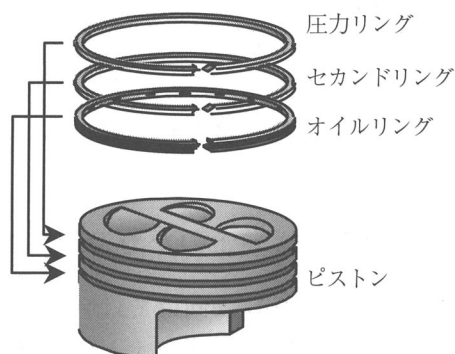
- 1) 岸本：月刊トライボロジー，28-29 (2008)，10
- 2) 自動車ハンドブック 8 生産品質編，210-212
- 3) 武蔵精密工業株式会社ホームページ

表 1 材質と製造工程

種類, 材質	製造工程概略					
鋳造カムシャフト ダクタイル鋳鉄 (FCD)	鋳造	機械加工	焼入 焼戻	カム	カム 研磨	組付
鍛造カムシャフト 機械構造用炭素鋼 (SC : S55C)	熱間鍛造	焼入 焼戻	機械加工	焼入 焼戻	カム	カム 研磨

〔愛知製鋼(株) 技術企画部 福井 康二〕

ピストンリング



◇ 部品に必要な特性

ピストンリングはピストンに上からトップリング、セカンドリング、オイルリングの順に通常3組取り付けられており、燃焼ガスのシールや潤滑油を適正量シリンダー内壁に保持する役割を持ちます。またピストンが受けた熱をシリンダーへ逃がすことも重要な役割です。

運転中はピストンの運動につれて毎分数千回上下に運動しながらシリンダーと摺動しており、材料には弾性、耐摩耗性、耐熱性、疲労強度と様々な特性が要求されます。

◇ 素材

ピストンリングはほぼ全て鉄鋼製品で、鋳鉄、炭素鋼、シリコンクロム鋼、ステンレス鋼が使用されます。

エンジンの出力密度が向上するに従い、各リングとも鋳鉄から鋼線を素材としたスチールリングに移行しています。スチールリングに用いられる鋼線は所定の断面形状に成形された後に焼入焼戻しが行われます。

具体的な材質としては、JIS SWRH77B、SWOSC-V種、SUS440Bなどが用いられており、

ガソリンエンジンでは1.2mm×3mm、大型のディーゼルエンジンでは3mm×4.5mm程度の断面寸法になっています。

◇ 製造プロセス

ピストンリング用線材はホットコイルを素材として、伸線や圧延によって矩形、くさび形、H型など様々な形状の異形線に成形した後に焼入焼戻しが施されます。

ピストンリングメーカーではこれらの線材をリング状に成形し、寸法精度を高めるために研削を行い、更に表面硬度や潤滑性の向上を目的として硬質クロムメッキ、窒化、PVDなどの種々の表面処理が行われてピストンリングが完成します。

◇ 更なる特性向上のための新技術

より低燃費で高性能のエンジンを実現するためには摩擦抵抗になるピストンリングの張力を低減することが有効です。このため断面の小型化が進んでおり、1辺が1.5mmのH型断面線材を使用したオイルリングも実用化されています。また、低い張力を安定して保つために、ピストンリング素材となる異形線には高い寸法精度や均一な熱処理が必要です。

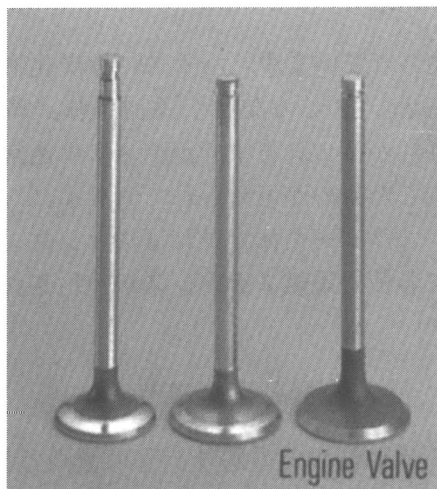
また、エンジン内部での摩擦を軽減するためにピストンリングの摺動面にPVDの適用が進んできており、前処理の簡略化のため焼入焼戻し後にも金属光沢を保った光輝熱処理が適用されています。

表 1 ピストンリング材の化学成分 (mass%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	V
SWRH77B	0.80	0.25	0.75	≤0.030	≤0.030		
SWOSC-V	0.55	1.40	0.65	≤0.035	≤0.040	0.65	
SUS440B	0.85	0.30	0.30	≤0.040	≤0.040	17.5	0.10

〔日立金属(株) 特殊鋼カンパニー きたぞの だいすけ〕
産業 機器 材 統 括 部 北園 大輔

エンジンバルブ



◇ 部品に必要な特性

エンジンバルブ（以下バルブ）について紹介します。バルブには、燃料と空気をピストンに入れる側の吸気バルブと、燃焼ガスをピストンから排出する側の排気バルブがあります。バルブはピストンと連動して高速で往復運動し、ピストン内の気体の開閉弁の役目をします。バルブには、往復運動の際にバルブ傘部の外周面はピストンヘッド側と接触するため耐磨耗性（高温硬さ）が、傘から軸にかけての首部は繰返しの荷重が掛かるため疲労強度が必要とされます。また、耐酸化性や耐高温腐食性も必要な特性です。

◇ 素材

バルブは、高温の燃焼ガスと接するため、吸気バルブで約500℃、排気バルブで約800℃にまで到達する、非常に過酷な状況で使用される部品です。そのため、高温で長時間の耐熱性を有する耐熱鋼や耐熱合金が使用されています。

JISに登録されている耐熱鋼、耐熱合金で、主にバルブ用に使用されているものを表1に示します。吸気バルブは比較的溫度が低いため、マルテ

表 1 バルブに使用されるJIS材料 (mass%)

鋼種名	C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	他
SUH3	0.4	2.0	0.2	11	-	残	
SUH11	0.5	1.5	0.2	9	-	残	
SUH35	0.5	0.2	9	21	4	残	0.4N
SUH38	0.3	0.5	0.5	20	11	残	0.2P
NCF751	0.05	0.1	0.1	16	残	7	1.2Al 2.4Ti 1Nb

ンサイト系耐熱鋼（SUH3、SUH11）が、排気バルブにはオーステナイト系耐熱鋼（SUH35、SUH38）もしくはNi基耐熱合金（NCF751）が、それぞれエンジンの要求仕様に合わせて適用されています。

◇ 製造プロセス

バルブは主に熱間鍛造により加工されますが、その方法には「通電アップセット+熱間据込み」と「熱間押し+熱間据込み」の2つあります。前者は軸になる部分と同じ径をもった細棒素材を用いて傘になる部分のみを成形する方法、後者は軸と傘の中間の径を持った丸棒素材を用いて軸と傘になる部分を両方成形する方法です。

◇ 更なる特性向上のための新技術

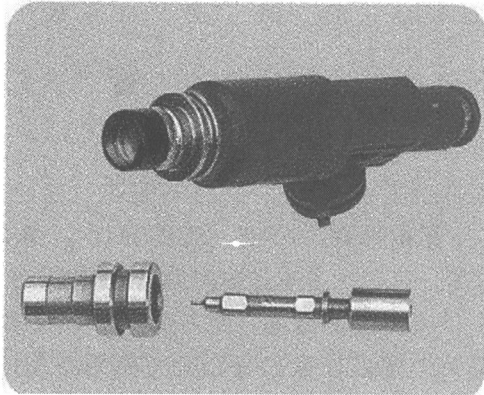
近年の環境規制に対応した排気ガス温度の上昇やエンジン高性能化により、バルブには耐熱強度の向上や軽量化が求められています。また低コスト化は永年の課題です。

それらの要求に応えるため、鉄鋼各社でJIS以外の様々な材料が開発され、実用化されています。さらに一部のエンジンでは、軽量化のために、耐熱鋼や耐熱合金でなく、チタン合金が使用されることもあります。

プロセス面では、中心部をドリルなどで空洞にし軽量化を図った中空バルブ、コスト低減を狙った冷間鍛造バルブなどが検討、適用されています。

〔大同特殊鋼(株) 研究開発本部 耐食耐熱材料研究室 うえた 植田 しげき 茂紀〕

噴射ノズル



◇ 部品に必要な特性

自動車の燃料噴射装置の部品である噴射ノズルは、インジェクターの一部をなすもので燃料を必要なタイミングで必要な量、噴射する役割を担っています。主要部品としてはノズル（ニードルとも言う）とノズルボディ（バルブボディとも言う）とから成り、ノズルが主として電磁弁によって往復駆動され、ノズル先端がボディに接したり離れたりすることで燃料噴射を制御しています。ノズルとボディは絶えず燃料と接触しながら非常に短いサイクルで接触を繰り返すため、高い強度、耐摩耗性が要求されます。またガソリンエンジンの場合には腐食に対しても強いことが要求されます。

◇ 素材

ノズルとボディには上述のように高い強度、耐摩耗性が要求されるため、比較的高合金の材料が焼入焼戻しを施して使用されます。ガソリンエンジンの場合は耐食性も要求されるためC量の高い高硬度マルテンサイト系ステンレスが多く使用されます。代表例は17Cr系のSUS440や13Cr系のステンレス鋼です。ディーゼルエンジンでは燃料がより高圧となり、より高い耐摩耗性が要求されるため、ノズルにはSKH51等の高速度工具鋼（ハイ

表 噴射ノズル材の化学成分 (mass%)

	C	Cr	Mo	W	V
SUS440C	1.10	17.00			
SKH51	0.85	4.20	5.00	6.30	1.90

ス）が使われています。ハイスには炭化物形成元素であるCr、Mo、Vなどが添加され、高い硬さと耐摩耗性が得られます。ボディには通常低合金鋼に浸炭したものが用いられています。

インジェクター全体で見ればハウジングを含む電磁弁に各種の電磁ステンレスが使用されています。

◇ 製造プロセス

ノズルは棒鋼からの削り出しで製造されます。棒鋼を切断後、外形の粗加工を行ってから焼入焼戻しを実施します。その後仕上げの研削を行い製品になります。ノズルボディの製造工程も同様ですが、燃料通路となる穴開け加工が加わります。燃料の漏れを防ぐため、ノズルとノズルボディが接する部分には非常に高い精度の加工が必要とされます。

◇ 更なる特性向上のための新技術

自動車の内燃機関には燃費向上と排気ガスの低減が求められています。ディーゼルエンジンは排気ガス低減のためコモンシステムが主流になり噴射圧力がさらに高圧化しています。そのため高圧に耐える高強度の材料、特に一部では疲労強度の高い材料が求められています。

また耐摺動性を高めるためDLC等の表面処理の適用も始まっています。ガソリンエンジンでは直噴エンジンにおいてディーゼルエンジンほどではないにせよ高圧化が進みつつあり、対応した材料が求められます。今後、普及が進むと思われるバイオ燃料に対しては、問題になりやすい腐食に対応した材料が必要とされます。

〔日立金属(株) 特殊鋼カンパニー きたその だいすけ〕
産業 機器 材 統 括 部 北園 大輔〕

ハブベアリング

◇ 部品に必要な特性

ハブベアリングは、エンジンの駆動力をタイヤへスムーズに伝達する為に使われるベアリングです。ハブベアリングには、ボールタイプとローラータイプがあります。また、ユニット化に伴い、1～4世代まで開発されています。

ハブベアリングは、外輪、ハブ輪、内輪（第4世代はCVJ外輪が内輪の役目）、ボールまたはローラーからなっています。

ハブベアリングは重要保安部品であり、タイヤをスムーズに回転させると同時に、タイヤからの振動や衝撃をうけるため、転がり疲労寿命と剛性が必要とされています。

特に、小型化、軽量化を進めて行くうえで、**回転曲げ疲労強度と転動疲労強度**が必要とされています。

◇ 素材

ハブベアリングは世代によって、部品ごとに使用される特殊鋼が異なる場合があります。ここでは、主力の2世代、3世代について示します。

ハブは複列であり、2世代は外輪1つに内輪2個に対して、3世代は外輪1個、内輪1個でハブ輪がもう1つの内輪の役目をしている構造となっています。

外輪、ハブ輪は、転動面に高周波焼入れを施すために**中炭素鋼（C：0.50～0.70%）**が使用されています。また、内輪、ボールまたはローラーには焼入れ・焼戻しを施す**軸受鋼**が使用されています。

表1に、主な成分系を示します。

◇ 製造プロセス

ハブベアリングは、前述の如く複数の部品からユニット化されており、**図1**に代表的な製造プロセス（ボールまたはローラーは除く）を示します。

外輪、ハブ輪は、鋼材を切断、熱間鍛造、旋削した後、転動面に高周波焼入れが施され、仕上げ加工（研磨）されます。

内輪は、鋼材を切断、熱間鍛造した後に球状化焼鈍が施され、旋削後にさらに焼入れ・焼戻し処理されて研磨されます。

◇ 更なる特性向上のための新技術

グローバル化が進み新興国への進出が重要となっている状況で、道路事情によるその地域特有の不具合が発生しており、ハブベアリングのシールやグリースの改善等も含め、その地域（環境）に合わせた開発がされています。

また、センサー等の組合せにてタイヤの制御を高め、より安全性を高めたハブベアリングの開発や、さらにEV車等の次世代自動車向けの開発に取り組まれています。

表 1 ハブベアリング材の化学成分例（mass%）

	C	Si	Mn	P	S	Cr
SC	0.50/0.70	0.15/0.35	0.60/0.90	≤0.030	≤0.030	≤0.20
SUJ2	0.95/1.10	0.15/0.35	≤0.50	≤0.025	≤0.025	1.30/1.60

①外輪、ハブ輪：

鋼材－切断－熱間鍛造－旋削－高周波焼入れ（一部）－仕上げ加工－組立て

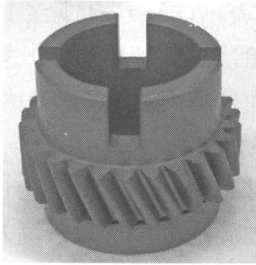
②内輪：

鋼材－切断－熱間鍛造－球状化焼鈍－旋削－焼入れ・焼戻し－仕上げ加工－組立て

図 1 ハブベアリングの代表的な製造プロセス

〔山陽特殊製鋼(株) とみなが つよし〕
軸受 C S 室 富永 剛

歯車



◆ 部品に必要な機能・特性

自動車に使用される歯車は、主に変速機や差動歯車（デファレンシャルギア）で用いられ、エンジンから送られてくる動力の伝達、分配、出力変換などの役割があります。歯車は、常にかみ合っているため、歯元には繰り返しの曲げ応力、歯面には、すべりを伴う面圧がかかります。これによって、歯元や歯面には、図1に示すような、破壊が起こります。従って、歯車に求められる特性は、**歯元強度**（曲げ疲労強度）と**歯面強度**（ピitting強度）となります。

◆ 素材

前述のような特性を満足するためには、歯車の心部に韌性を持たせ表面のみ硬化する表面硬化処理を適用します。一般的に表面硬化処理は浸炭焼入れが行われます。浸炭処理を適用する素材は、表1に示すように、JIS規格の機械構造用合金鋼のクロム鋼（SCr）、クロムモリブデン鋼（SCM）、ニッケルクロムモリブデン鋼（SNCM）などがあります。この中で炭素量が0.17～0.23%に規定さ

れ浸炭焼入れ処理されるものを、一般的に肌焼鋼と呼んでいます。

◆ 製造プロセス

図2に代表的な歯車の製造プロセスを示します。素材から鍛造により歯車の素形材を作り、機械加工によって歯切りを行います。その後、浸炭焼入れを行い、最後にこれまでの加工による歪みを修正するため仕上加工を行います。さらにショットピーニング処理を行い、歯面や歯元に圧縮応力を付与する事によって疲れ強さを高めるといった方法も用いられます。また、各プロセス間では、軟化や歪み除去、内部組織調整のための熱処理が実施されます。歯車の製造プロセスは、求める特性やコストなどを勘案して、その時の最適な製造プロセスが選択されています。

◆ 更なる機能・特性向上のための新技術

ユーザーニーズとしては、自動車の軽量化に伴う歯車の高強度化や製造性向上によるコスト低減があります。そのため、表1で示した肌焼鋼の成分を基本として、各元素の成分量を増減した種々の歯車専用鋼が開発されています。高強度化の方策として浸炭異常層の低減を目的にSi、Mnの低減、粒界偏析元素Pを低減しての粒界強化、さらにMo、Niの添加により韌性向上を図った鋼材が挙げられます。一方、工程省略、浸炭処理時間短縮といった製造性向上に寄与する鋼材も開発されています。例えば、Siを低減し、焼入性を向上するBを添加した冷鍛用肌焼鋼や浸炭時間を短縮するためNbやTiを添加し、結晶粒粗大化防止を図り、高温浸炭を可能にした鋼材などがあります。

参考文献

特殊鋼 Vol.49 No.5 (2000) P6-11

表 1 歯車に用いられる代表的な機械構造用合金鋼（JIS G4053より）

JIS鋼	主要組成 (%)					
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo
SCr420	0.20	0.25	0.75	—	1.05	—
SCM420	0.20	0.25	0.75	—	1.05	0.20
SNCM220	0.20	0.25	0.75	0.55	0.50	0.20

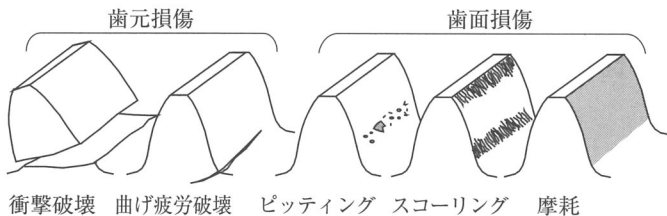


図 1 歯車の損傷形態の分類

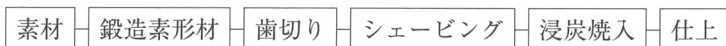


図 2 代表的な歯車の製造プロセス

〔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〕

等速ジョイント (CVJ)

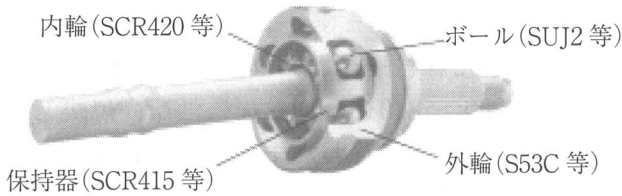


図 1 CVJの内部構造と使用材料

◇ 部品に必要な特性

自動車用の等速ジョイント (Constant Velocity universal Joint : CVJ) を紹介します。CVJは、入力軸と出力軸がどのような角度 (作動角) をとって回転しても、滑らかなトルク伝達が可能な機械部品で、自動車の駆動軸の両端に取り付け、継ぎ手として使用されます。

CVJを大別すると軸方向にスライドしない固定式CVJと、スライド可能な摺動式CVJに区別され、一般的にはホイール側に固定式CVJ、ディファレンシャルギア側に摺動式CVJが使用されます。CVJには小型、軽量、高機能 (低振動、高作動角) が要求されます。

◇ 素材

固定式CVJを例に、図1にCVJの内部構造と使用材料を示します。また表1に代表成分例を示します。固定式CVJは外輪、内輪、ボール、保持器で構成されます。各部品の材料に必要な特性として、外輪は軸部に繰り返しトルクを受ける為、高いねじり疲労強度が必要です。

更に内側の溝はボールとの高い面圧に耐える必要があり、優れたフレーキング寿命も求められる為、S53C等の炭素鋼を用い軸部と溝部には高周波焼入れをして使用されます。内輪と保持

器は、ボールと接触して高い面圧を受けるため、SCR420等の肌焼鋼に浸炭焼入れして使用されます。ボールはフレーキング寿命、耐摩耗性が必要であり、軸受鋼 (SUJ2) が使用されます。

◇ 製造プロセス

外輪は主に温間鍛造で成形され、鍛造の最終工程でボール溝部を冷間コイニングで仕上げ、軸部とボール溝部は高周波焼入れ処理されます。内輪は冷間閉塞鍛造、芯抜きにより成形され、浸炭処理が施されます。保持器は熱間鍛造により成形され、浸炭処理が施されます。

◇ 更なる特性向上のための新技術

CVJの小型、軽量化を図ると、外輪のシャフト部の径が小さくなる為、より高い静ねじり強度、ねじり疲労強度が要求され、焼入性改善により強度向上が図られています。

保持器には、ボールとの接触部の高い面圧にも耐える耐摩耗性と、ショックトルクを受けた際にも破損しない靱性が要求され、SCR415にB等を添加することにより粒界強化を狙い、高強度化を図っています。

表 1 CVJ部品の成分例 (mass%)

	C	Si	Mn	Cr
外輪	0.53	0.20	0.80	0.20
内輪	0.20	0.20	0.70	1.10
保持器	0.15	0.20	0.70	1.10
ボール	1.00	0.25	0.30	1.40

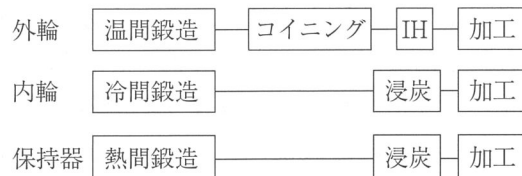


図 2 CVJ製造工程

〔株〕住友金属小倉 まつなが かずのり
カスタマーサービス室 松永 和則

軸 受

◇ 部品に必要な特性

軸受は自動車をはじめとする輸送機や電機などの回転部分に組み込まれており、摩擦を低減しエネルギーを効率よく伝達することで、環境負荷軽減に貢献しております。いずれの軸受にも『転がり疲労に対する**長寿命化**』が求められますが、寿命にいたるプロセスが使用環境によって大きく異なります。そのため、機能に見合った材料、熱処理が選定されております。また需要分野によっては、さらに高韌性、耐熱性、耐食性、静粛性など特性が必要とされます。

◇ 素材

転がり接触部の強度を確保するため、熱処理によって高硬度の得られる特殊鋼が使用されます(表1)。代表的な材料として**高炭素クロム軸受鋼**があり、中でもSUJ2は最も多く使用されております。大きな軸受になると焼入性の高いSUJ3が使われるようになります。

一方、高い面圧が付加される自動車駆動系分野では、SCR420を代表とする肌焼鋼が多く使われます。また鉄鋼圧延設備用などの大形軸受では、高い焼入性とともな韌性が必要となるため、SNCM815などのNi添加型の肌焼鋼が使用されます。

一般的な使用環境では、鋼中に存在する**非金属介在物**が応力集中源となり剥離にいたることが知られています。これらを低減することが軸受用鋼の最も基本的な考え方となっており、溶解～鑄造の造り込み技術が重要となります。弊社の大断面完全垂直型連続鑄造設備は、非金属介在物浮上分離のキー技術の一つになります。また高炭素クロム軸受鋼では、巨大炭化物を消失させる目的で、拡散焼鈍処理を施しております。

◇ 製造プロセス

棒鋼、鋼管、線材、板材あるいは鍛造品、リングといった素形品状態で、軸受メーカーもしくは加工先へ供給されます。高炭素クロム軸受鋼を用

いた代表的な製造プロセスを図1に示します。軌道輪では、棒鋼を熱間鍛造によりリング状ブランク品へ成形し、**球状化焼鈍**を行います。球状化焼鈍は後の切削加工もしくは冷間転造に必要な硬さへ軟化させるとともに、焼入れ焼戻し後の硬さ・組織の均質化(炭化物の微細分散)のために非常に重要な工程となります。なお、転動体は、球状化焼鈍された線材を冷間ヘッダーで成形します。焼入れは800～840℃へ加熱後に油冷、焼戻しは150～180℃程度で行われますが、転動体はより高い硬度を維持するために、低い温度で焼戻しされます。

◇ 更なる特性向上のための新技術

非金属介在物起点の寿命評価において、従来の顕微鏡検査結果と統計学的処理による予測最大介在物径との間に一定の相関を確認しています。さらに被検体積を大きくできる超音波探傷試験との組合せにより、より高度な品質評価が期待できます。

一方、燃費向上を目的とした潤滑油は低粘度化の影響により、異物混入による表面起点型の剥離への対応が求められております。これには、異物による圧痕の軽減と応力集中の緩和のために、硬いマルテンサイト組織中に軟質な残留オーステナイトを適量存在させることが有効で、**浸炭窒化処理**などが活用されております。

表 1 軸受用材料の化学成分例 (mass%)

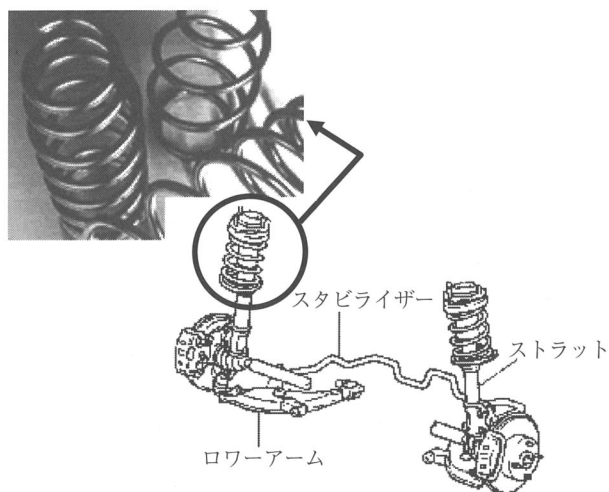
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo
SUJ2	1.00	0.25	0.40	-	1.40	-
SCR420	0.20	0.25	0.75	-	1.10	-
SNCM815	0.15	0.25	0.50	4.00	0.85	0.15

軌道輪	棒鋼 - 熱間鍛造 - 球状化焼鈍 (- 冷間転造) - 旋削 - 焼入れ焼戻し - 仕上げ研磨
転動体	線材 - 冷間ヘッダー - 研削 - 焼入れ焼戻し - 研磨

図 1 軸受の代表的な製造プロセス

山陽特殊製鋼(株) にしもり ひろし
軸受CS室 西森 博

サスペンション用コイルばね



◇ 部品に必要な特性

サスペンションを構成する部品の中で、コイルばねは主に車重の支持+振動の吸収を担っています。

走行中、ばねは絶えず伸縮を繰り返しているのので、優れた**耐久性**と**耐へたり性**（長時間使用後のばね高さの変わり難さ）が求められます。コイルばねは腐食環境に曝されるので塗装して使用されるのが一般的ですが、小石の飛来等で塗装が部分的に剥がれるのが当然と考えられており、鋼材には腐食環境下における**耐久性**も求められます。

一定荷重を支えるなら、鋼材の硬さを上げれば、ばね素線は細くでき、且つ、ばねの巻き数も少なくできるので、ばねは小型化・軽量化できます。しかし、単に鋼材を硬くするだけでは疵感受性が高くなります。市場では、ばねの塗装脱落部分に生じた腐食ピットを起点に割れが発生・進展し、ばねが折損に至ることがあります。

高強度ばね鋼材には同時に**耐食性**と高い**靱性**（粘さ）が要求されます。

表 1 主なコイルばね鋼の化学成分（単位：mass%）

鋼種	C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	V	Ti
SUP7	0.60	2.00	0.90	—	—	—	—	—
SUP12	0.55	1.40	0.75	—	—	0.75	—	—
UHS1900	0.41	1.79	0.16	0.26	0.44	1.06	0.15	0.063

◇ 素材

ばねの伸縮に伴い素線（鋼材）には捻れが生じます。ばねの設計応力はこの捻れ力（せん断応力）であらわされるのが一般的です。

JIS G4801に各種ばね鋼が規定されていますが、サスペンション用コイルばねにはSUP7、SUP12が使用されています。両者とも最もばねが縮んだときの最大せん断応力は1,100MPa程度で、現在でも主に海外で広く使用されています。一方、国内では1,200MPa級および1,200MPa超級のコイルばねが主流で、Cu、Ni、V、Tiなどを添加した高強度、高耐食性で、且つ、高靱性の開発鋼が使われています。

代表的な鋼種の化学成分を表1に示します。

◇ 製造プロセス

ばね1個分の長さの鋼材を加熱し、熱間でコイルリング後、焼入・焼戻し（調質）でばねとしての特性を得る方法と、予め調質したワイヤーを冷間でコイルリングする方法があります。前者はやや大型の、後者は比較的小型のばね製造に適していると言われます。

コイルリング後、セッチング、ショットピーニング、塗装工程を経てばねは完成します。

セッチングとは、ばねに最大使用荷重以上の力を加えて、予めへたりを取除く工程です。ショットピーニングとは、ばね表面に圧縮残留応力を付与する工程で、小石の飛来等で生じた疵やその後生じる腐食ピットの影響を極小化し、ばねの疲労特性を向上させる重要な工程です。

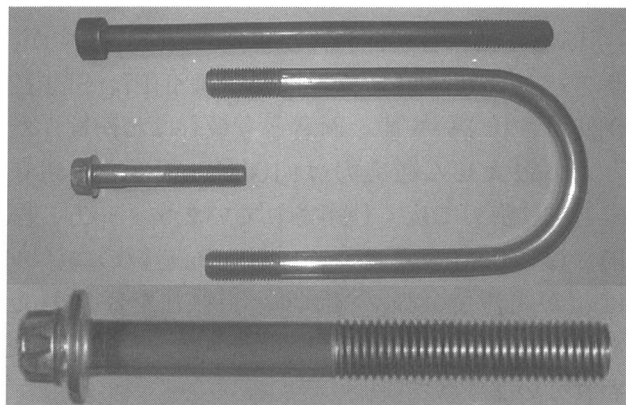
◇ 更なる特性向上のための新技術

サスペンション用コイルばねには、ますます小型化・軽量化が求められると考えられています。

鋼材としては、更なる高強度・高耐食性・高靱性を安くて少量の合金元素で達成できる鋼材および加工方法の開発が望まれています。

〔株〕神戸製鋼所 あかいし ころろう
線材条鋼商品技術部 赤石 悟朗

ボルト



◇ 部品に必要な特性

ボルトは、ナットと組んで使用されるおねじの総称で、基本的には、おねじが切られた軸部と頭部で構成されています。

ボルトは、形状・機能・用途によって数多くの種類がありますが、いずれも部材を固定あるいは締結して使用されることから、機械的性質がボルトの重要な特性となります。

炭素鋼・合金鋼製ボルトでは、JIS B1051において、呼び引張強さと呼び引張強さに対する呼び下降伏点（または0.2%耐力）の比率が規定されており、その強度は3.6～12.9まで10種類に区分されています。例えば、強度10.9は呼び引張強さ1,000N/mm²以上、呼び0.2%耐力が呼び引張強さの90%（900N/mm²）以上となります。

その他の要求特性では、伸び・滑り・緩み・疲労・遅れ破壊など機能面だけでなく、耐熱性・耐腐食性など使用環境面で必要となる特性があります。

◇ 素材

炭素鋼・合金鋼製ボルトでは、JIS B1051で各強度区分に対する化学成分が規定されていますが、その規定範囲が広く、実際には概ね表1のような区分で使用されています。

さらにボルト用として冷間圧造用線材・鋼線もJISで規定されており、表面・内部品質について

特別管理が実施されています。特に最近では表面疵の厳格化要望が強く、製造工程で様々な工夫がされています。

その他の素材としては、ステンレス・銅・アルミ・Tiなどの合金が要求特性にあわせて使用されています。

◇ 製造プロセス

ボルトは、丸棒から直接切削、熱間鍛造後に切削加工される場合もありますが、自動車用など比較的小さな鋼製ボルトの多くは、鋼線を冷間圧造した後、ねじ部を転造するなど、高歩留かつ高生産性で製造されています。

冷間圧造に使用される鋼線は、線材から軟化熱処理・潤滑皮膜処理・伸線を組み合わせて製造されます。

また、ボルト強度区分8.8以上は、強度向上と均質化のために焼入れ焼戻し（調質）が実施されますが、非調質線材を用いて省略される場合があります。

鋼製ボルトでは、必要に応じて防食と装飾を目的に亜鉛・クロム・ニッケルなどのめっきが施されます。

◇ 更なる特性向上のための新技術

ボルトの高強度化は、軽量化だけでなく、本数低減による締め付け工数の低減が可能となります。しかし、鋼製ボルトでは、強度が12.9（1,200N/mm²）以上になると遅れ破壊の問題があります。そのため、V、Ti、Nbなどを添加した耐遅れ破壊特性に優れた鋼材が開発されています。

その他、熱処理省略や冷間圧造性を改善した鋼材、あるいは高耐熱性・高耐腐食性などを有した材料が開発されています。

表 1 炭素鋼・合金鋼ボルトの強度と使用鋼種

強度	主な使用鋼種
6.8以下	低炭素鋼
8.8～10.9	ボロン鋼・中炭素鋼・低合金鋼
10.9超え	低合金鋼

〔株〕神戸製鋼所 かいだ おさむ
線材条鋼商品技術部 戒田 收

スチールコード

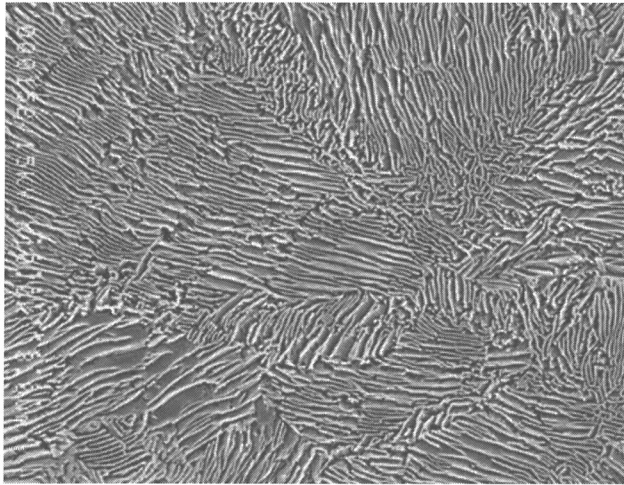


写真 1 パーライト組織の走査型電子顕微鏡写真

◆ 部品に必要な特性

ここではタイヤ用のスチールコードを紹介いたします。スチールコードは、0.15～0.38mmに伸線したブラスめっき鋼線を2～39本撚ったものであり、タイヤの補強材として使用されています。タイヤは耐久性、燃費、操作性、乗り心地向上のため、補強部材の高剛性化、軽量化などが要求されています。このため、スチールコードは、**高強度化**が必要とされています。また、伸線材の撚り加工時の破断を抑制するために、**延性**が求められています。

◆ 素材

タイヤ補強用コードは、ナイロン、ポリエステルなどの有機繊維が広く用いられてきましたが、ラジアルタイヤの登場以来、耐久性、燃費、安全性に優れたスチールコードの使用量が著しく増加しました。スチールコードは、高炭素パーライト鋼が使用されております。

パーライト鋼は、伸線時の加工硬化により高強度化することが可能であり、また伸線後の延性も優れています。スチールコードがタイヤに使用され始めた時の強度は2,800MPa程度でしたが、鋼中の介在物制御技術、中心偏析制御技術などにより1980年代の後半には3,400MPaまで増加し、現

在では4,000MPaの鋼線が開発されています。

◆ 製造プロセス

スチールコードは、一般にφ5.5mmの高炭素鋼線を用いて冷間での伸線加工によって製造されます。図1に代表的な製造プロセスを示します。線材圧延後に伸線加工性を向上させるため、パテンティング処理が施されます。線材のスケールを除去し、潤滑皮膜処理を行い、φ3.3mm程度まで乾式で一次伸線されます。この鋼線は中間パテンティング処理・潤滑皮膜処理され、φ0.8～1.6mmに乾式で二次伸線されます。更にこの鋼線を最終パテンティング処理後に電界酸洗・ブラスめっき処理が施され、湿式でφ0.15～0.4mmの極細鋼線に伸線されます。最後にこの極細鋼線を撚り線加工することでスチールコードになります。

◆ 更なる特性向上のための新技術

写真1に示している高炭素パーライト鋼は、フェライトとセメンタイトが数十ナノレベルで交互に層状になった組織であり、この間隔が小さくなるほど伸線加工時に大きな強度増加が得られます。また、同一強度を得る場合、伸線加工ひずみ量が大きいものほど延性が低下することが判明しています。このフェライトとセメンタイトの間隔を小さくすることを目的に、表1に示しますようなC量の増加、Cr、Cu、B等を添加した鋼材が開発されています。

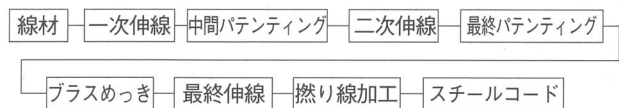


図 1 スチールコードの代表的な製造プロセス

表 1 スチールコード用線材の化学成分 (mass%)

	C	Si	Mn	Cr	Cu	B
A	0.82	0.20	0.52	—	—	—
B	0.92	0.21	0.31	0.22	—	—
C	0.96	0.19	0.31	0.20	—	—
D	0.96	0.15	0.38	0.23	0.12	—
E	0.99	0.18	0.38	0.29	—	0.0020

〔新日本製鐵(株) 鉄鋼研究所 平上 だいすけ 大輔〕

排気系配管

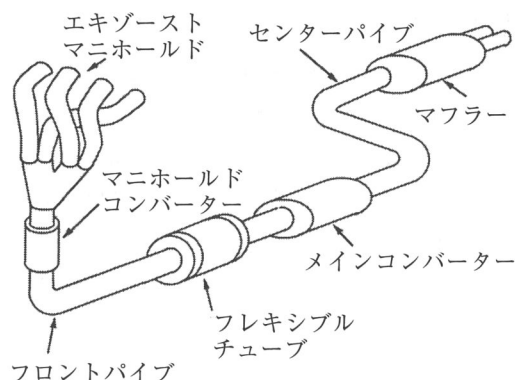


図 1 自動車排気系部品構成例¹⁾

◇ 部品に必要な機能・特性

自動車の排気系配管は、エンジンから排出された排ガスを車外へと排出するのが主な役割であり、触媒コンバータでは排ガスの浄化、マフラーでは排ガスの冷却、消音の役割もある。代表的な排気系システム構成を図1に示す¹⁾。

各部品毎に温度や環境が異なるため、それらに適応した素材の使用が重要である。エンジン直下に取り付けられるエキゾーストマニホールドからコンバータまでは、高温に曝されるため耐熱性（熱疲労特性、高温強度、高温酸化）が、センターパイプ以降は、凝縮水などによる湿食・塩害環境に曝されるため耐食性（耐凝縮水腐食、耐塩害性）が必要である²⁾。また、各部品の形状は、出力や音などに大きく影響を与えるため複雑な形状になることが多く、全部品に共通して優れた加工性が要求される。

◇ 素材

排気系配管には、フェライト系ステンレス鋼が広く使用されている。エキマニやフロントパイプなど耐熱性が要求される部位には、Type429 (14Cr-1Mn-1Si-Nb)、Type444 (18Cr-1Mn-2Mo-Nb)

が適用されている。一部、二重管構造のエキマニの内管やフレキシブルパイプにはSUSXM15J1 (19Cr-13Ni-3.5Si-Nb) などのオーステナイト系ステンレスが用いられる。センターパイプ以降には、SUH409 (11Cr-0.5Si-Ti) やType439 (18Cr-Ti)、Type436 (18Cr-1Mo-Ti) などが用いられており、初期錆や塩害が厳しい環境では、ステンレス原板にアルミめっきを施した材料も使用されている。

◇ 製造プロセス

一般的な排気管には電縫管が使用されている。フレキシブルパイプはTIG造管、その他の排気管は高周波造管により成管されるが、近年、成形性に優れたレーザー造管³⁾も採用されつつある。電縫管を曲げ、拡管、バルジ、スピニング加工などにより成型し⁴⁾、その後、各部品を溶接しエキマニからマフラーまでの排気系システムが完成する。

◇ 更なる機能・特性向上のための新技術

今後、自動車には更なる燃費向上の観点から、さらに排ガス温度が上昇すると考えられており、エキマニ部材では、W添加⁵⁾やCu添加⁶⁾による耐熱性を向上させた材料が開発されている。また、燃費向上には軽量化も有効な手段であることから、薄肉化が図れる設計と耐熱性・耐食性に優れたステンレス鋼の組合せが重要と思われる。

参考文献

- 1) 名越敏郎：自動車用排気材料の今後の動向(1996材料フォーラム 国際競争に勝つ自動車と材料)(1996), 14
- 2) 菊池正夫：ステンレス鋼の高温特性と自動車排気系部材への利用技術, 日本鉄鋼協会編, (2003), 1
- 3) 朝田博, 仲子武文, 桜田康弘：ステンレス鋼の接合技術と特性自主フォーラム (ステンレス鋼の利用分野から見た接合技術の最近の進歩), (2002), 31
- 4) 加藤和明：ステンレス鋼の最新加工技術動向, 日本塑性加工学会東海支部編, (2005), 1
- 5) 加藤康, 宮崎淳, 宇城工：JFE技報, 20, (2008), 28
- 6) 富田壮郎, 奥学：材料とプロセス, 20 (2007), 1163

〔日新製鋼(株) 商品開発部 富田 壮郎 たくみ たけお〕

IV. 産機・建機

射出成形機用シリンダ、 スクリュ

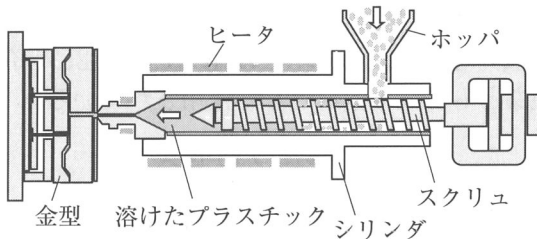


図 1 射出成形機の構造

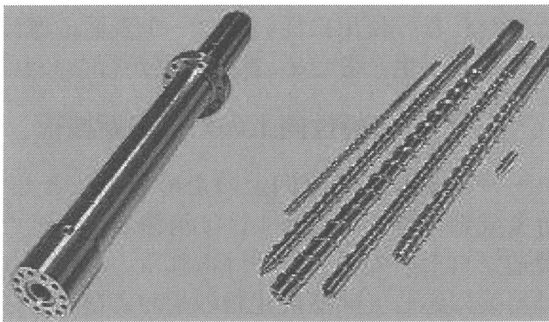


図 2 シリンダ、スクリュの外観

◇ 部品に必要な特性

電器製品や自動車部品などに用いられるプラスチック製品の多くは射出成形機でつくられています。図1に射出成形機の構造を示します。射出成形機のホッパよりシリンダに入った粒状や粉状のプラスチック（樹脂）は、スクリュの回転によりせん断作用を受けながら前方に移動するとともに、シリンダ外周に配置されたヒータによって加熱され熔融します。

図2にシリンダ、スクリュの外観の例を示します。熔融した樹脂は、一旦先端部に蓄えられた後、スクリュを一気に前方へ移動させ樹脂を金型内に射出します。樹脂にはガラスなどの充填材が含まれることから、シリンダ、スクリュには耐摩耗性が要求されます。また、加熱時に樹脂から腐食性ガスが発生することから、耐腐食性も要求されます。さらに射出時においては、シリンダには耐圧

強度、スクリュには強度および靱性が必要とされます。

◇ 素材

シリンダには、窒化鋼のほか、構造用鋼の内面に耐摩耗性・耐腐食性に優れた合金層をライニングした複合構造のものが広く使用されています。合金層には、鉄系材料のほか、Ni基やCo基の高合金が使用され、遠心铸造にて製造されています。

スクリュには、鉄鋼材料が使用され、CrやV等を添加した工具鋼を改良したものが広く使用されています。強度と靱性を確保するため焼入れ、焼もどしが施されます。

◇ 製造プロセス

シリンダは、予め中空にした構造用鋼の内部に熔融金属を封入し、遠心铸造装置により回転し铸造されます。その後、外形形状を各種機械加工すると共に内径をホーニング加工することで製造されます。

スクリュは、溶解、精錬および鍛造などによりつくられた工具鋼に焼入れ、焼戻しなどの熱処理とネジ研削などの各種機械加工することで製造されます。

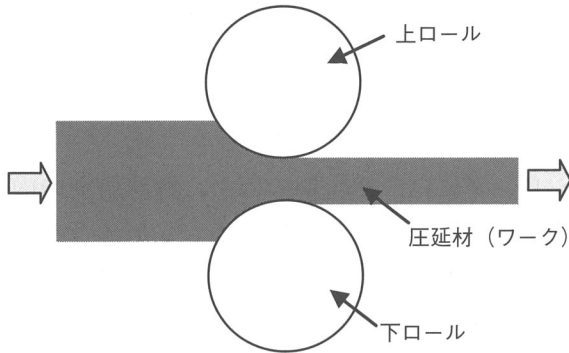
◇ 更なる特性向上のための新技術

シリンダは、多種多様なプラスチック材料に合わせてさらに優れた耐摩耗および耐腐食特性をもつ合金が開発されています。用途によっては、合金層にタングステンカーバイドなどの硬質粒子を含むものが使用されます。また、耐圧強度を高めるために材料開発が進められています。

スクリュでは、必要とされる強度および靱性を維持しつつ耐摩耗性を向上させた粉末冶金法による専用鋼が開発されています。また、耐腐食性を高めるための各種表面処理が開発され、プラズマなどを利用した特殊コーティングが適用されています。

〔日立金属(株) うちだ まさつぐ
ロールカンパニー 内田 真継〕

ロール



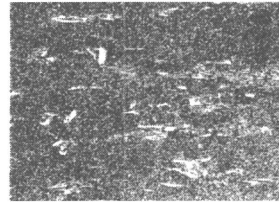
◆ 部品に必要な特性

ロールと一言で言っても、その用途により多くの種類がある。それぞれ大別すると、用途では①条鋼圧延用、②板材圧延用、③管材圧延用、④矯正用、⑤成型用などがあり、使用環境では①冷間用、②熱間用がある。冷間で使用されるロールは、圧延されるワークの変形抵抗が熱間に比べ大きく、ロールとの接触の際に生じる摩擦が大きくなる。このため耐摩耗性が重要な特性となる。耐摩耗性を左右する特性はロール表面の硬さおよび組織であり、58HRC～62HRC程度の高硬さが要求される。一方、熱間で使用されるロールは、高温のワークに接触するため熱間強度、耐ヒートチェック性、耐熱衝撃性、焼戻し軟化抵抗が求められる。硬さは48～55HRC程度で使用される。また、ワークの表面品質への影響、ロール使用中の表面剥離を防ぐため、ロール表面および表面から20mm程度の表層部は高い清浄度が求められる。

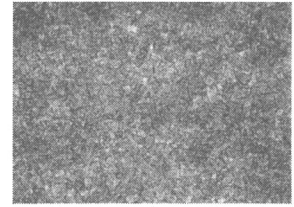
◆ 素材

冷間用ロールには、主にJIS SKD11が使用され、熱間用ロールにはJIS SKD61が使用される。JIS SKD11は1.5C-12Cr-1.0Mo-0.4Vであり、2,000HVを超える高硬さを持つ共晶炭化物を形成する材質であり、これが高い耐摩耗性を実現している。また、58HRCを超える高硬さを得るため、JIS SKD61に比べC含有量を高くすることにより基地であるマルテンサイト組織の硬さを上げている。

一方、JIS SKD61の組成は0.4C-5.0Cr-1.2Mo-1.0Vであり、JIS SKD11とは逆に共晶炭化物を形成せず、熱間強度を重視した材質が使用される。これは、冷間ロールよりも圧延時の圧下量が必要であ



JIS SKD11



JIS SKD61

図 1 JIS SKD11、SKD61顕微鏡組織例

るためであり、共晶炭化物と基地との強度差により発生するクラック、ロール折損といった事故を発生させないためである。JIS SKD11、SKD61の顕微鏡組織列を図1に示す。その他、JIS SUJ2、ハイス、超硬などもロール素材として使用されている。

◆ 製造プロセス

ロールの代表的な製造工程を図2に示す。粗加工によりロール形状に切削加工した後、熱処理を行ない必要硬度に調質し、研磨加工にて仕上加工が行なわれる。使用に従い、ロール表面の摩滅により肌荒れが生じるため、都度研磨が行なわれる。

◆ 更なる特性向上のための新技術

ロール用素材の品質向上のための手法として、①合金成分のコントロール、②清浄度向上のための製造プロセスの工夫が挙げられる。冷間用ロールは用途に応じて共晶炭化物の量および大きさの異なる材質が必要となる。このコントロールには、主としてC量、Cr量のコントロールが有効であり、SKD11をベースとする10% Cr鋼、8% Cr鋼が各特殊鋼メーカーから販売されている。最近では、共晶炭化物を持たない冷間用ロールも販売され始めている。これは、共晶炭化物が高硬さであるが故、基地との摩耗量の差が生じる結果、僅かな凹凸がロール表面に生じワーク表面へ転写されることを防ぎ、特に薄板におけるより高い表面品質を実現するためである。また、清浄度向上のためESRなど二次溶解のプロセスの適用も行なわれている。

熱間用ロールについては、高温下での焼戻し軟化抵抗の向上、焼入焼戻し硬さの向上のためWを添加した材質も販売されている。

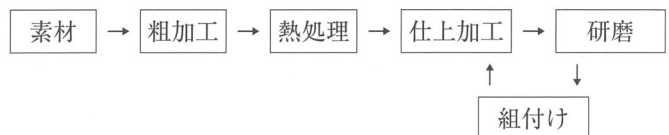
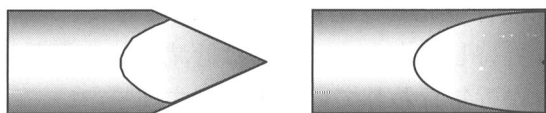
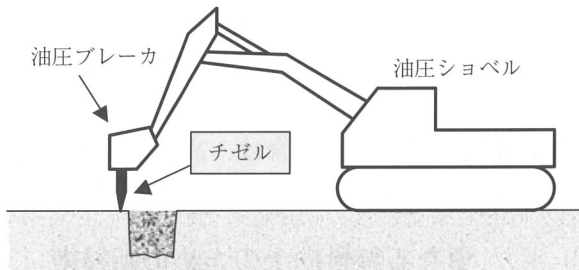


図 2 ロールの製造工程

〔日本高周波鋼業(株) 黒川 政人〕
技術部 工具鋼技術室

油圧ブレーカー用チゼル



先端形状 (代表)

◆ 部品に必要な特性

ここでは油圧ブレーカー用のチゼルについて紹介します。油圧ブレーカーは、油圧ショベルのアタッチメントの一種であり、車体の高圧油圧を利用して岩盤の掘削やコンクリート構造物の破壊等を行ないます。チゼルはこの油圧ブレーカーの先端に取り付けられる交換部品で、用途に応じて様々な形状のものが使用されております。

チゼルは掘削時、岩盤や構造物に直接打撃を与え破壊することから、**耐磨耗性**に優れた材料を選定することが重要です。また油圧ブレーカーの使用中にチゼルとホルダーとの摺動部でクラックが発生し折損の原因となることから、**耐折損性**を向上させる必要があります。

◆ 素材

日本国内では、チゼル用鋼としてJISの機械構造用合金鋼 (SCM440H) が広く使用されております。

表 1 チゼル用開発鋼の成分設計

狙い	達成手法	成分調整
耐磨耗性確保	軟化抵抗向上	Cr ↑、Mo ↑
耐折損性向上	韌性向上	C ↓、Mo ↑

す。また、強度および耐磨耗性向上のため、一部V添加などの成分調整を行ったものも使用されています。一方、海外ではNi添加鋼も広く用いられています。

◆ 製造プロセス

チゼルの一般的な加工工程は、熱間圧延、焼鈍、切削 (外周、先端) を経て、焼入・焼戻しにより硬さ50 HRC程度に調質されます。耐磨耗性を確保するため、できるだけ表面部と中心部の硬さの差が少なくなるよう調質する必要があります。

◆ 更なる特性向上のために

大型のチゼルになると、SCM440Hでも焼入性が不足し、焼入・焼戻し後の断面で中心部の硬さが低くなります (Uカーブ)。硬さ分布がUカーブになると、チゼル使用中に先端の硬い部分が摩耗により消失し、内部から軟らかい組織が出てくることでさらに摩耗が助長されます。これを改善するためにはCr、Mo増量等により焼戻軟化抵抗を向上させ、焼入・焼戻し後の芯部硬さをできるだけ高く保つ必要があります。また、母材の焼入性向上のためにはMn増量が効果的です。

一方、チゼルとホルダーとの間で発生する折損を防止するためには、素材の韌性を上げる必要があります。韌性向上の手法としては、C量の低減や、Moの増量が有効です。

大径チゼル用として、これらの成分調整を行った開発鋼も一部実用化されています。

表 2 チゼル用鋼の化学成分 (mass%)

	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	備考
従来鋼	0.40	0.30	0.80	1.10	0.30	(添加)	SCM440H
開発鋼	減量	0.30	増量	増量	増量	-	開発鋼



図 1 チゼルの代表的な製造プロセス

(株)住友金属小倉 小倉 隆治
カスタマーサービス室

建設機械部品

◇ 部品に必要な特性

ここでは建機用部品である油圧シリンダにおけるピストンロッド用材料を紹介します。油圧シリンダとは、言葉の通り油圧を用いる部品ですが、注射器をイメージするとわかりやすいと思います。注射器はピストンを押す（圧力をかける）ことで内容液を押し出す構造ですが、油圧シリンダの場合は逆に油圧でピストンを動かします。シリンダ内部においてピストン後端側より油圧をかければピストンロッドが押し出され、逆に先端側より油圧をかければピストンロッドは引込む方向へ動きます。

建設機械部品においては、油圧シリンダは多く用いられています。ブルドーザにおけるブレード（土、石を押し出す部分）やショベルカーにおけるアーム、ブーム、バケットがその一例です（図1参照）。

油圧シリンダにおけるピストンロッドは、上記のとおり他の部材を押ししたり、引っ張ったりするので、特に軸方向の圧縮、引張応力がかかります。これが繰り返されますので、**疲労強度**が必要とされます。また圧縮・引張応力がかかっても塑性変形しないよう、**降伏強度**も重要です。

◇ 素材

ピストンロッド材には主に鉄鋼材料が使用されています。かつては炭素鋼を用い、上記疲労強度や降伏強度（座屈強度）を確保するため**焼入・焼戻し（調質）**が施されていました。しかし、最近ではこの焼入・焼戻し処理を省略すべく、化学成分の最適化（C、Si、Mn、Cr、V等の調整）、圧延時の温度制御により圧延ままで強度確保が可能な**非調質鋼**が用いられる例が増えています。この非調質鋼を機械加工し、ピストンロッドとなりますが、この様に圧延以降の熱処理や加熱成形（熱間・温間鍛造等）を行わない非調質鋼を、**直接切削用非調質鋼**と呼びます。直接切削用非調質鋼として

は、中炭素系非調質鋼や低炭素系非調質鋼が用いられています（代表的化学成分を表1に示します）。

◇ 製造プロセス

ピストンロッドは、上記非調質鋼（棒鋼）を切断、切削加工により成形され、シリンダ内に組み込まれます。ねじ部や、形状変更部など応力集中による**疲労破壊**の懸念ある場合は、高周波焼入れ等の部分強化が行われる場合もあります。

◇ 更なる特性向上のための新技術

添加合金元素を削減・変更することで、機械特性は維持したまま、コストは低減する非調質鋼の検討が近年行われているようです。

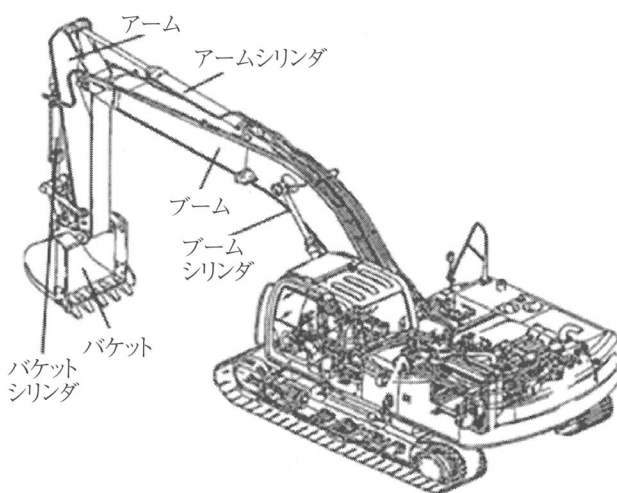


図 1 油圧ショベルにおける油圧シリンダ使用箇所

表 1 直接切削用非調質鋼の化学成分の一例

区分	C	Si	Mn	Cr	V	Ceq.※1
中炭素系非調質鋼	0.45	0.40	1.00	0.20	0.10	0.90
低炭素系非調質鋼	0.25	0.60	1.25	0.40	0.15	0.90

※1 $Ceq = C + Si/10 + Mn/5 + 5Cr/22 + 1.65V - 5S/7$

〔株住友金属小倉 わたなべ さとる〕
カスタマーサービス室 渡部 了

V. 金型・工具

熱間鍛造

◇ 部品に必要な機能・特性

熱間鍛造は被成形材を加熱し行う加工方法であり、被加工材を拘束せずに行う自由鍛造に対し、鍛造品の表面形状、寸法に合わせた「金型」を使用する手法を型鍛造と呼びます。被加工材の種類にもよりますが、熱間での型鍛造に使用される金型は高温の被加工材が接触し熱的に過酷な条件にさらされることになるため、一般的に**熱間加工用工具鋼**が用いられます。

熱間鍛造用金型に求められる特性としては、**耐摩耗性**が挙げられます。金型は昇温により軟化し、被加工材との繰返し摩擦により、摩耗が損傷の主体となります。また、鍛造時に金型に付与される応力により型割れが発生するため、**耐大割れ性**も必要となります。耐摩耗性を高めるために金型材料には**高温強度**が必要となり、耐大割れ性には**靱性**が必要な特性となります。代表的な熱間加工用工具鋼はSKD61ですが、高温強度や靱性を改善した鋼種がメーカー各社にて開発されており、損傷状況に合わせて高温強度に優れたマトリックスハイスも用いられます。

◇ 素材

表1にSKD61及び熱間鍛造に用いられるマトリックスハイスの一つYXR[®]33の代表的な成分を示します。耐摩耗性をもたせるためにCは必要な元素ですが、靱性とも両立させるために冷間加工用工具鋼や高速度工具鋼などに比べ低めのC量となっています。また、高温強度が必要となるためMo、VやWが添加された成分系です。マトリックスハイスは高温強度を高めるため、SKD61と比較してMo、Vといった合金元素を多く含有しています。

◇ 製造プロセス

表2に一般的な熱間鍛造用金型の製造プロセスを示します。素材メーカーでは溶解から焼なましまでの工程を経た素材を供給し、焼なまし状態の軟らかい材料を加工メーカーにて粗加工した後、

表 1 SKD61及びYXR33の代表成分 (mass%)

鋼種名	C	Si	Mn	Cr	W	Mo	V
SKD61	0.4	1.0	0.4	5.2	-	1.3	0.9
YXR33	0.5	0.2	0.5	4.2	1.6	2.0	1.3

表 2 熱間鍛造用金型の代表的な製造プロセス

	素材メーカー	加工メーカー	熱処理メーカー	加工メーカー
工程	溶解 - * - 熱間鍛造・圧延 - 焼なまし	粗加工	熱処理 (焼入れ・焼戻し)	仕上加工
	溶解 - * - 熱間鍛造・圧延 - 焼入れ・焼戻し	粗加工	-	仕上加工

*ESR (エレクトロスラグ再溶解)：高負荷で使用を要求される材質に適用される場合がある。

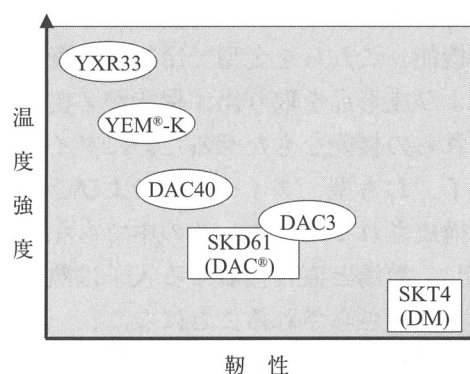


図 1 熱間鍛造用金型材料の位置付け

熱処理メーカーで焼入焼戻しにより所定の硬さに調質し、再度加工メーカーにて仕上加工を実施して金型が完成します。また、クランクシャフト鍛造金型等の大物鍛造型は、一般的に素材メーカーで焼入焼戻しまで実施し、プリハードン品として加工メーカーに供給します。

◇ 更なる機能・性能向上のための新技術

素材製造では日本の優れた合金設計の知見を利用して合金元素を調整することにより、高温強度や靱性を改善した鋼種が国内各社で開発されており、国内の金型材料は高い品位レベルにあると言えます。

また、更なる耐摩耗性の向上、金型の長寿命化に対し、使用環境に併せて各種窒化やコーティングが用いられております。適切な表面処理を選択することで、金型寿命を伸ばすことが可能となります。

〔日立金属(株) まきの たいちろう 榎野 太一郎〕
〔安来工場製品企画センター〕

ダイカスト

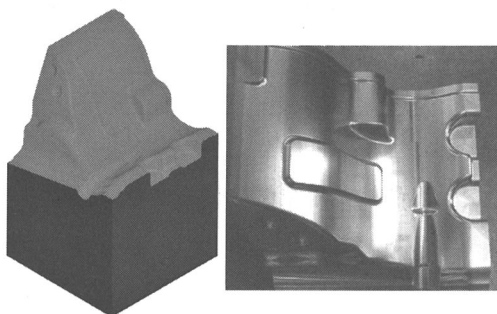


写真 ダイカスト用金型形状の一例

◆ 部品に必要な機能・特性

ダイカスト金型にはアルミ合金などの溶湯を金型成形面内側の空間（以下キャビティ）に射出・封入する機能、これらを金型で冷却して凝固させる機能および成形品を取り出す機能が必要になります。これらの機能をもたせるためにダイカスト金型は入子、おも型、ダイベースおよびその他の部品から構成されています。その中でもキャビティを形成し、溶湯と直接接触する入子は熱的に最も過酷な条件にさらされることになり、一般に**熱間加工用工具鋼**が用いられます。本稿で示すダイカスト金型としては入子を対象として説明していきます。ダイカスト金型に求められる特性としては、キャビティ面に加熱冷却が繰り返されることから耐ヒートクラック性が必要であり、また、金型自体を冷却するために設けられた水冷孔からの大割れが発生する危険性も高いことから耐大割れ性も必要になります。これらの金型における特性を満足するために金型材料としては**高温強度と靱性**が必要な特性になり、代表的な熱間加工用工具鋼で

表 1 SKD61の代表成分 (mass%)

C	Si	Mn	Cr	Mo	V
0.4	1.0	0.4	5.2	1.3	0.9

表 2 ダイカスト金型の代表的な製造プロセス

	素材メーカー	加工メーカー	熱処理メーカー	加工メーカー
工程	溶解 - (ESR) - 熱間鍛造 ・圧延 - 焼なまし	粗加工	熱処理 (焼入れ・焼もどし)	仕上加工

*ESR：エレクトロスラグリメルティング

あるJIS-SKD61が多く用いられています。

◆ 素材

表 1 にSKD61の代表的な成分を示します。ある程度の硬さをもたせるためにCは必要な元素ですが、耐ヒートクラック性および靱性とも両立させるために冷間加工用工具鋼や高速度工具鋼などに比べ低めのC量となっております。また、高温強度が必要となるためMoとVが添加された成分です。

◆ 製造プロセス

表 2 に一般的なダイカスト金型の製造プロセスを示します。素材メーカーでは溶解から焼なましまでの工程を経た素材を供給し、焼なまし状態の軟らかい材料を加工メーカーにて粗加工した後、熱処理メーカーで焼入れ・焼もどしにより所定の硬さに調質し、再度加工メーカーにて仕上加工を実施して金型が完成します。

◆ 更なる機能・性能向上のための新技術

素材製造では不純物元素の低減や熱間加工条件の改善などにより金型材料の靱性を高めることが可能です。これはダイカスト金型材料を長年製造してきた国内各社のノウハウと技術が蓄積された条件により得られる特性であり、国内の金型材料は高い品位レベルにあると言えます。

また、特に使用環境が苛酷な金型については、日本の優れた合金設計の知見を利用して合金元素を調整することにより、SKD61より高温強度や靱性を改善したDAC-MAGIC[®]などの高性能材が用いられています（図 1）。

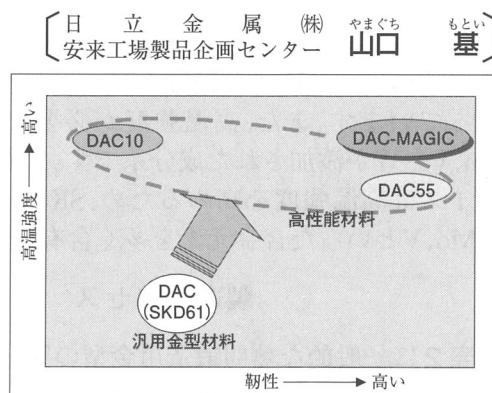
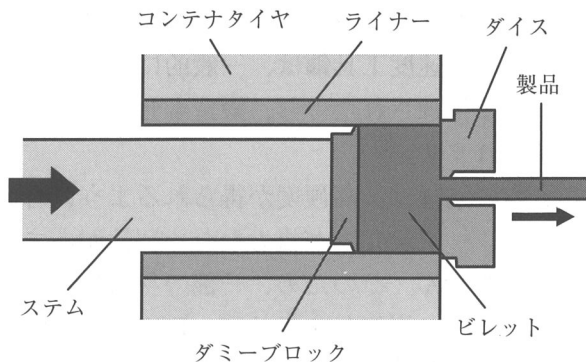


図 1 ダイカスト用金型材料DAC (SKD61) と高性能材の位置付け

押出工具



◇ 部品に必要な特性

押しは材料であるビレットをコンテナ内に装入し、ステムで押出圧力を加えダイスを介して所定の形状を得る加工である。ビレットの温度はアルミニウム合金で450～500℃、銅合金では750～950℃であり、ビレットと直接接触するダイスは高温高圧下でアルミニウム合金や銅合金と摺動・摩擦されるといふ過酷な使用条件となる。さらに最近では押し製品の薄肉化、高寸法精度化、高強度化、大型化が進み、ダイスの高温強度不足によるタワミ、押し抵抗増大による割れなどの問題が発生しており、高い高温強度と靱性を兼ね備えた素材が必要とされている。

また、ダイスは摺動成形部の摩耗や焼付き防止のために繰り返し窒化が施されるが、窒化処理時の加熱によってダイスの軟化が進み強度が低下してしまうため、高い軟化抵抗が求められる。

◇ 素材

アルミニウム押し関係ではJIS SKD61、銅押し関係ではJIS SKD62が多く使用されている。これは、アルミの押し温度に比べ、銅の押し温度が高く高温強度が要求されるためである。また、銅押しではビレットと直接接触するダイス、ライナー、ダミーブロック等には、オーステナイト系耐熱鋼であるA286やNi基耐熱鋼であるInconel718等も使用されている。ただし、これらのオーステナイト系合金はマルテンサイト鋼に比べ熱膨張係数が大きく、熱伝導率が小さいため、

ライナーの焼ばめ代の適正化、ダミーブロックの急冷防止などの対策が必要である。

主な金型素材の化学成分を表1に示す。

◇ 製造プロセス

押しダイスの代表的な製造工程を図1に示す。切削加工によってブランク加工を行い、熱処理後に研磨、放電加工等によって仕上げ加工が行われる。

使用開始後も、ダイスの摺動成形部の摩耗や焼付き防止のために繰り返し窒化が行われる。

◇ 更なる特性向上のための新技術

金型素材の特性向上手法としては、合金添加量のコントロールおよび製造工程の工夫がある。熱間工具鋼の特性向上にSi添加量の低減やMo添加量の増加が有効であることが明らかとなっており、JIS SKD61をベースとした低Siや高Moを特徴とする改良鋼が各特殊鋼メーカーより発売されている。

更には、炉外精錬技術をはじめとする溶製時の精錬方法改善があり、熱間工具鋼の特性を劣化させる主な不純物元素であるP(燐)、S(硫黄)等の大幅な低減がなされている。また、凝固組織の改善や高温での均質化処理による偏析の低減により、鍛伸方向とその直角方向の靱性値の差が大幅に縮小されており、より高纯净度を要求される金型や、合金量が多く一次炭化物の生成が懸念される材料については、ESRに代表される2次溶解が用いられている。これらの総合的な靱性向上対策により、靱性を損なうことなく高温強度、軟化抵抗に優れた金型素材を製造することが可能になっている。

表 1 主な金型素材の化学成分 (wt%)

	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V
JIS SKD61	0.38	1.00	0.40	5.10	1.25	—	0.90
JIS SKD62	0.35	1.00	0.40	5.10	1.30	1.30	0.35
SKD61改良鋼	開発鋼	※各社独自のブランド鋼を発売					

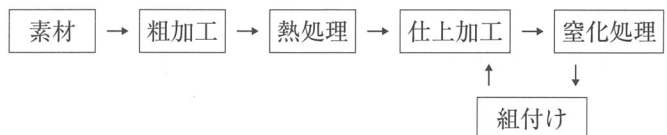
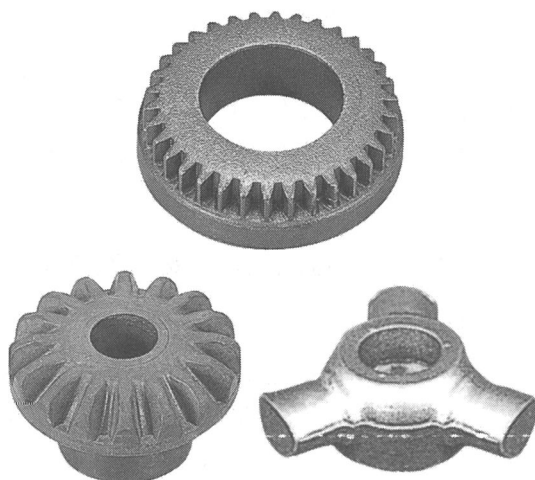


図 1 ダイスの製造工程

〔日本高周波鋼業(株) 技術部 工具鋼技術室 まつしま 松嶋 しんすけ 辰輔〕

冷間鍛造用金型



◇ 部品に必要な機能・特性

冷間鍛造は、被鍛材を加熱することなく鍛造するため、温熱間鍛造に比べて寸法精度の良い製品を得ることができます。一方、冷間での加工により被鍛材の変形抵抗が高く、金型が受ける面圧は温熱間鍛造型に比べて高くなります。そのため、比較的強度の高い材料が用いられますが、割れの観点から靱性も求められます。

◇ 素材

冷間鍛造用の金型には高い硬さが求められます。温熱間鍛造型ではSKD61に代表される熱間ダイス鋼が多く用いられますが、冷間鍛造型ではより高硬度が得られる材料が用いられます。例えばSKD11に代表される冷間ダイス鋼や、SKH51に代表される高速度工具鋼（ハイス）、さらに高硬度が必要な金型には粉末ハイスや超硬が用いられることもあります。

更に、耐摩耗性の向上を目的に、化学蒸着法（CVD）や物理蒸着法（PVD）によって金型表面

に硬質皮膜をコーティングする表面処理も多く用いられます。

◇ 製造プロセス

SKD11に代表される冷間ダイス鋼やSKH51に代表される高速度工具鋼は、一般的に電気炉で溶解し取鍋で精錬されたのち、鍛造もしくは圧延して製造されます。

これらの鋼種は、高硬度が得られるように合金量が多く、一次炭化物が粗大なため靱性があまり高くありません。そのため、一部の材料については一次炭化物の微細化を目的に、ESRなどの特殊溶解を施して製造されるものもあります。

粉末ハイスは、高速度工具鋼に比べてさらに合金量が多く、溶けた溶鋼をガス噴霧して微細な球状粉末を一旦製造することで、一次炭化物を微細化します。その後、球状粉末を金属製の管に充填し熱間静水圧プレス（HIP）で成形し、それを鍛造もしくは圧延して製造します。

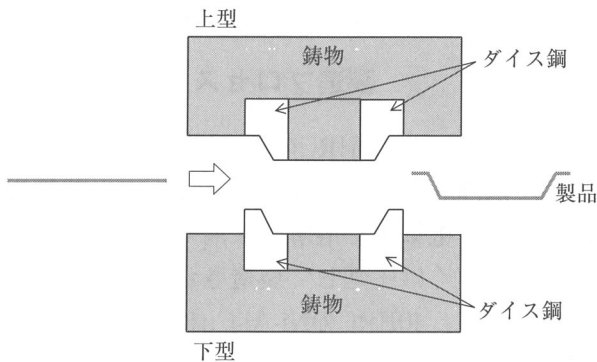
超硬合金は、非常に硬質なタンゲステンやチタンの炭化物を、結合材であるコバルトと混合して焼結して製造されます。そのため、冷間ダイス鋼や高速度工具鋼のような鉄主体の材料に比べて、圧倒的に高い硬度が得られますが、その一方で靱性は極めて低くなります。

◇ 更なる機能・特性向上のための新技術

上述の通り、一般的な冷間ダイス鋼や高速度工具鋼は、一次炭化物が粗大で靱性が比較的低いため、金型の割れが発生する場合があります。そのため、より高い靱性が求められる金型に対しては、一次炭化物を極力少なくしたマトリックス系高速度工具鋼が使用される場合があります。また、マトリックス型高速度工具鋼と同じように一次炭化物を極力少なくしたマトリックス型冷間ダイス鋼も新たに開発されています。

〔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〕

板金プレス



◆ 部品に必要な機能・特性

ここでは自動車部品用の板金プレス加工を紹介します。プレス加工は生産性が高く、大量生産に最適の加工方法です。加工方法として曲げ加工、絞り加工、せん断加工などがあります。プレス加工中は鋼板と金型が高面圧を受けながら摺動を繰り返すため過酷な状態になっています。したがって金型には高い**硬度**が必要で、高い**耐摩耗性**が要求されます。また、製品形状や板厚、鋼板強度によっては高い応力が発生するため、**靱性**や**耐疲労特性**等も要求されます。

◆ 素材

板金プレス用金型素材には、鋳物、特殊工具鋼 (SKS93、SKS3)、フレームハード鋼、冷間ダイス鋼 (SKD11)、高速度工具鋼 (SKH51)、超硬合金など幅広い材料が使用されています。プレス部品の種類や鋼板の強度、生産個数、熱処理変寸、**表面処理**など加工方法や加工条件を考慮し、選定されています。中でもSKD11は優れた耐摩耗性があり、熱処理特性が良いことから最も汎用的に使用されています。また、より靱性や硬度が必要な部位にはSKD11を改良した8% Cr鋼や高速度工具鋼なども使用されています。通常金型は焼入焼戻しを実施して使用しますが、特に自動車部品用のせん断金型にはフレームハード鋼が多く使用されています。フレームハード鋼は金型の必要部位のみをバーナーで加熱して、局部的に硬度を安定して高めることが可能な鋼材です。各種板金プ

レス金型の概略化学成分を表1に示します。

◆ 製造プロセス

板金プレス金型の代表的な製造工程を図1に示します。切削加工等によって金型形状を作り出し、熱処理や表面処理を実施して鋳型に金型を組付けます。

◆ 更なる特性向上のための新技術

近年では鋼板のハイテン化やステンレス材の適用が増えており、金型への負荷が増大し、金型の短寿命が問題となっています。この対策として表面処理が最も有効な手段です。表面処理にはCVD-TiCやTD-VCが多く使用されていますが、高温で処理されるため金型の変寸が大きくなる場合があります。近年では変寸の少ないPVD処理被膜の適用が進んでいます。一般的にはPVD被膜よりCVDやTD処理被膜の方が耐かじり性が優れますが、日本ではPVD処理で耐かじり性を向上させた被膜の開発が進んでおり、実用化され始めています。また、金型製作納期短縮や価格低減の要求もさらに高まっており、素材面から改善できることとして、被削性の向上や熱処理変寸の低減などがあります。日本で開発されたSKD11改良鋼の多くは快削元素のSを含有しており、被削性向上鋼が着実に市場に浸透しています。また、近年、粗大な炭化物を適正制御し熱処理変寸精度の良い鋼材が開発され、実用化されてきています。

表 1 板金プレス金型の化学成分 (wt%)

	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V
SKS93	1.05	0.4	1.00	0.5	-	-	-
SKS3	0.95	0.3	1.00	0.80	-	0.7	-
FH鋼	開発鋼 ※各社独自のブランド鋼を発売						
SKD11	1.50	0.30	0.40	12.0	1.00	-	0.25
SKH51	0.85	0.35	0.35	4.0	5.00	6.20	1.9

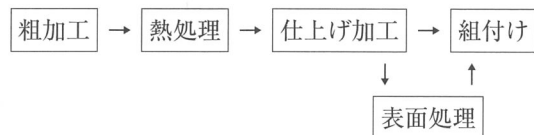


図 1 金型の製造工程

〔日本高周波鋼業(株) どのむら つよし〕
技術部 商品開発室 殿村 剛志

プラスチック金型用鋼

◇ 部品に必要な機能・特性

プラスチック金型の多くは、滑らかな製品肌を得るため成形面を鏡面に磨いて使用されます。しかし、磨き工程中でピンホールと呼ばれる微小な凹が発生し、製品へ転写されることがあります。これは、金型の材料中に存在する非金属介在物が磨き工程中に脱落することで発生します。このピンホールを防止するには、起点となる非金属介在物が少ない清浄度の高い材料の使用や、脱落が起こりにくい硬度の高い材料の使用が有効です。ただし、材料以外にも磨き方の影響も極めて大きく、熟練の磨き技術が求められます。

◇ 素材

プラスチック金型材料は、硬さによって大きく4つに分類することができます。10HRCのSC系、30HRCのSCM系、40HRCのNi-Al-Cu析出硬化鋼系、50HRCのSUS420J2系の4つのカテゴリーです。前述のように、硬い材料ほど高い鏡面が得られますが、一方で被削性の悪化や材料価格の上昇などもあるため、要求される品質に合わせて材料を選定することが重要です。

また40HRC以下の比較的硬さの低い材料は、素材の段階ですでに熱処理を施されたプリハードン鋼が主流です。ユーザー側で熱処理することな

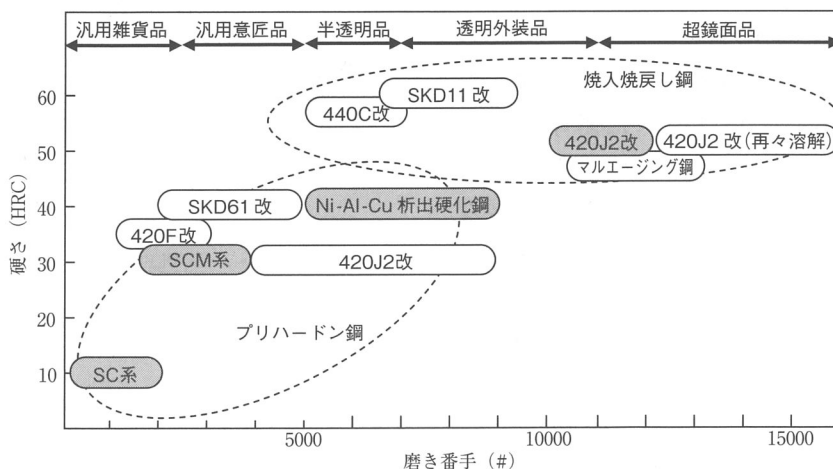
く加工して使用することが可能なため、リードタイム短縮と加工費低減の点で優位です。一方50HRC以上の材料は被削性の点から、素材は焼鈍し状態で供給され、加工されたのち焼入焼戻しによって硬度を上げて使用されます。

◇ 製造プロセス

10HRCのSC系や30HRCのSCM系の材料は、磨き番手で#3000以下の汎用的な鏡面レベルで使用されるため、電気炉で溶解し取鍋で精錬されたのち、鍛造もしくは圧延して製造されるものが一般的です。一方、40HRCのNi-Al-Cu析出硬化鋼系や50HRCのSUS420J2系の材料は、磨き番手#5000以上のより高い鏡面レベルが求められるため、非金属介在物を極力抑えるようにESRなどの特殊溶解を施して製造されるのが一般的です。

◇ 更なる機能・特性向上のための新技術

前述のように、従来は硬さの異なる4つのカテゴリーの材料を、用途に合わせて使い分けられてきました。しかし近年、要求される品質が極めて多様化しており、従来1つの材料でカバーしてきた領域に対して、複数の材料が必要な状況がでてきています。例えば、Ni-Al-Cu析出硬化鋼の弱点のひとつである耐食性を改善した材料や、高強度樹脂への対応として60HRC近い高硬度が得られ、かつ高い鏡面性が得られるSUS系材料など、従来のラインナップには無い材料も数多く開発されています。



〔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〕

切削工具

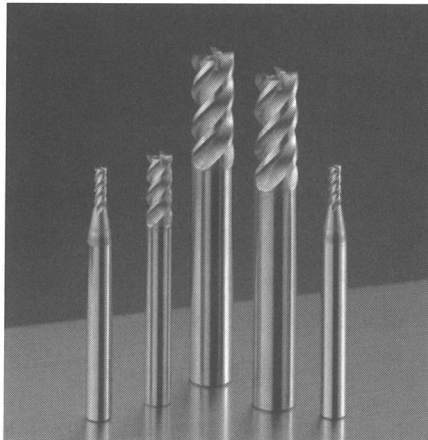


図 1 超硬ソリッドエンドミル

◇ 部品に必要な特性

切削工具には回転工具または転削工具と、旋削工具があり、各種製造工程の中で、工作機械やフライス盤、旋盤などに搭載して切削加工を行います。工具素材には硬さと靱性が要求され、工具形状には刃先強度や切削性、切り屑排出性が要求とされます。ここでいう切削性とは切削抵抗が低く切れ味が良いという特性です。また、切り屑排出性とは、切り屑が生成された後に素早く切削点から離れ、刃溝を通り排出されるという性質です。

◇ 素材

切削工具のうち回転工具は構造上2つに分類されます。①ソリッド工具(図1)と、②刃先交換式工具です。①は切れ刃である刃部とコレット・ホルダーに装着する部分であるシャンク部が同一の素材で構成されているもので、素材は超硬合金、高速度工具鋼、CBNなどが挙げられます。②は刃先と、ホルダーに装着するシャンクや機械主軸に装着するアーバ・ホルダーが別々の素材で構成されているもので、刃先は摩耗した後、交換可能となっています。この刃先をインサートと呼びます。インサートの素材は超硬合金、サーメット、CBNなどがあります。切削工具の素材として最も広く普及している超硬合金の組成はWC-Coであり、結晶粒の状態を制御する各種合金成分が添

表 1 超硬合金材種記号一覧表

大分類	硬い← (特性) →靱性が高い					
	P01	P10	P20	P30	P40	P50
M (ステンレス鋼用)	M01	M10	M20	M30	M40	-
K (鋳鉄用)	K01	K10	K20	K30	K40	-

加される場合もあります。表1に切削工具用超硬合金の分類を示します。

最近では、超硬合金素材の表面に工具寿命向上の目的で、コーティングを施すのが一般的になっています。回転工具用のコーティングに必要な特性は、硬さ、耐熱性、潤滑性です。耐熱性は酸化開始温度で表されます。鋼を切削する用途でのコーティングの組成はTi化合物が一般的です。

◇ 製造プロセス

各種素材で製作される工具の中で、被覆超硬工具の製造工程を紹介します。超硬合金の原料粉末を混合・粉碎し、造粒します。造粒した超硬合金を各種工具の形状にプレスした後、焼結炉で焼結します。焼結して固くなった工具素材を切断、外周研磨、刃溝研削を行い所定の刃形とします。更に洗浄し、コーティング炉にて刃部にコーティング処理を行います。

◇ 更なる特性向上のための新技術

摩耗が大きくなり交換するまでの時間や切削長を工具寿命と言いますが、この工具寿命はコーティング技術の進歩と密接な関係があります。物理的蒸着法の一つであるイオンプレATING法の改良は工具寿命を大きく伸ばしました。硬さと耐酸化性を向上させたナノコンポジット皮膜は、高硬度の焼入れ鋼を安定して切削することを可能にしました。

工具設計の新技術としては、工具コスト低減に効果的な刃先交換式工具の小径化が進んでおります。工具外径10mm以下となる小型インサートが開発されています。また、不等分割刃や不等位相刃などの刃形による制振技術も進歩しています。これは切削中の異常振動を抑え工具寿命を伸ばす効果や、加工能率を高くする効果があります。

〔日立ツール(株) いわた まさみ〕
テクニカルセンター 岩田 正己〕

VI. 建築・土木

橋梁用亜鉛めっき鋼線

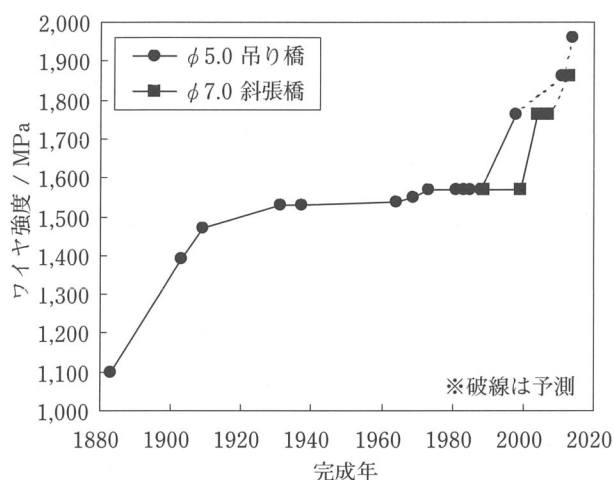


図 1 橋梁ワイヤの強度変遷

◇ 橋梁用ワイヤに必要な特性

吊橋や斜張橋といった長大橋の主ケーブルには、亜鉛めっき鋼線（以下ワイヤと記述）を撚らずに結束した平行線ケーブルが用いられています。橋梁の長大化や建設時の工程省略には、ケーブルの自重による死荷重を低減するため、ケーブル用のワイヤには高い引張強さ、高い疲労特性が求められます。また、ケーブルの架設時にはワイヤにねじりが加わる可能性があります。延性の低いワイヤではねじられた際にデラミネーションと呼ばれる縦割れが発生して疲労特性、遅れ破壊特性が顕著に劣化するため、高いねじり特性が求められます。同時に橋梁用ワイヤにとって十分なクリープ特性、遅れ破壊特性、側圧部の引張特性、定着部を想定した切欠き強度特性などが必要とされます。

◇ 素材

橋梁用のケーブルには、高炭素鋼にパテントリングを施し、微細なパーライト組織とした線材を伸線して、溶融亜鉛めっき処理を施したワイヤを用います。ワイヤの高強度化には、以下の3つの考え方があります。

- ①パテントリング材の強度向上
- ②伸線加工率の増加

③溶融亜鉛めっき処理での強度低下抑制

但し、②の方法は韌性や延性が低下するため極力避け、一般的に①、③の方法で韌性・延性を確保しながら高強度化を図ります。①の方法ではC、Si、Mn、Cr、Vなどを添加し、パテントリング後の強度を向上させます。また③の方法では、SiやCrの添加によって溶融亜鉛めっき処理時のラメラセメントの球状化を抑制させる¹⁾ことで、ワイヤの強度低下を抑制します。

◇ 製造プロセス

パテントリング材は、熱間圧延後に再加熱をして、550～600℃に加熱された鉛浴中に浸漬する鉛パテントリング（以下LP）と呼ばれる恒温変態処理により製造されるのが一般的です。また、中国ではワイヤのリラクゼーション特性が要求されるため、めっき処理後にブルーイングやヒートストレッチング処理が施されます。ケーブルの架設方法は、100本程度のワイヤを工場内で平行に結束し、リールに巻き取って現地に搬入するPWS[®]（Prefabricated Parallel Wire Strand）工法と、ワイヤをコイルに巻き取って現場で1本ずつ架橋する吊橋向けのAS（Air Spinning）工法に分類されます。PWS工法では、輸送、リール巻取り性の観点から、一般的に吊橋では5mmφ、斜張橋では7mmφのワイヤが使用されています。また、AS工法は7mmφのワイヤへの太径化が進んでいます。

◇ 更なる特性向上のための新技術

今後も過共析鋼化、低合金鋼化による高強度化が進むと考えられます。国内における熱間圧後に直接溶融ソルトに浸漬するDLP[®]（Direct in-Line Patenting）プロセスでは、ソルトの急冷技術により、過共析鋼でも初析セメントの析出が抑制され、且つLP並の強度を有する線材を製造可能です。当該線材から製造された橋梁用ワイヤは、世界で最高クラスの強度を誇り、実橋梁にも適用されています。またLPの省略によって、非鉛化とCO₂排出抑制にも貢献しています。

参考文献

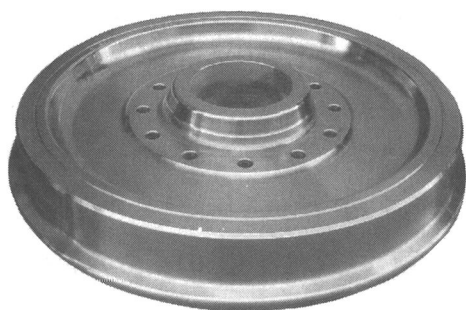
- 1) T. Tarui, S. Ohashi, T. Takahashi and R. Uemori : Iron & Steelmaker, 21(1994), 25

〔新日本製鐵(株) 眞鍋 敏之〕
君津技術研究部

特殊鋼 59巻 2号

VII. 航空機・鉄道

車輪



新幹線用車輪

◇ 部品に必要な特性

鉄道車両用車輪の特性としては、まず、第一に、車両の重量を支えるために十分な強度を有しなければなりません。荷重は、車体の重量による鉛直方向の力だけでなく、曲線を通過するときには水平方向にも作用するため、両方の荷重に耐えられるように設計されています。更に、車輪の外周にブレーキシューを押付ける形式の車両では、シューとの摩擦で発生する熱に対する特性を考慮する必要があります。このブレーキ熱は、車輪の設計を非常にむづかしくするため、新幹線などの高速車両では、車輪とは別にブレーキディスクを設け、車輪への熱影響を排除することによって、車輪の安全性を高めています。

◇ 素材

車輪の材質は、一般には普通鋼ですが、炭素量が、各国の規格によって異なります。低い場合で、0.4%程度、高い場合で0.8%程度です。日本で使用されている車輪材の炭素量は1種類しかなく、0.60～0.75%の範囲です。また、世界的には、鍛鋼車輪と鋳鋼車輪がありますが、日本や欧州では鍛鋼製だけを使用しています。鋳鋼車輪は、北米などで貨車用に大量使用されていますが、米国でも、旅客車用の車輪では、より信頼性の高い鍛鋼

製が一般的です。

◇ 製造プロセス

鍛造車輪の製造プロセスは、まず、鋼材を車輪1個分の重量に切断します。これを、加熱炉で加熱して熱間塑性加工します。最初に、プレスで粗地鍛造し、これをホイールミルという車輪専用の圧延機で圧延します。最後に仕上整形と軸孔を穿孔します。一旦、冷却したのち、熱処理を施工します。この熱処理は、「踏面焼入れ」と呼ばれる独特の処理で、踏面（レールと接触する外周面）を硬化すると同時に、車輪全体に適度な残留応力を与えます。こののち、機械加工で仕上げます(図1参照)。

◇ 更なる特性向上のための新材料

近年、新幹線をはじめ、世界の高速鉄道は、更なる高速走行を目指しています。これに伴い、車輪の安全性を担保するための非破壊検査の基準は、より厳格化されてきています。また、貨車輸送においては、輸送効率を向上させるため、1車両の積載重量が年々増大しています。これは、車輪とレールの接触応力を増大させ、車輪内部の材料欠陥を起点とするき裂の発生確率を高めます。このような観点から、車輪材料には、以前にも増して、不純物の少ない清浄な鋼が求められてきています。日本は、世界に先駆けて車輪に連続鋳造材を採用し、その清浄性において世界をリードし続けています。

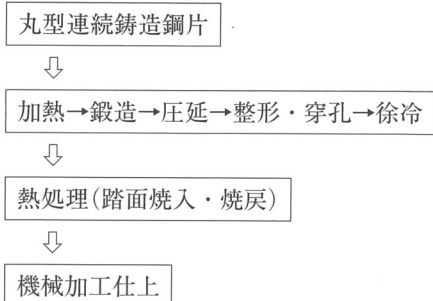
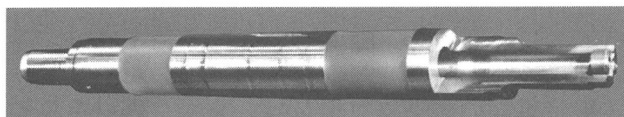


図 1 車輪の製造プロセス

〔住友金属工業(株) おかがた よしのり〕
〔交通産機品カンパニー 岡方 義則〕

車 軸



新幹線用中ぐり車軸

◇ 部品に必要な特性

鉄道用車軸は、車両部品のなかでも、最重要品種のひとつです。その特性は、一言で言えば、車体の重量を支える十分な強度を有することですが、車軸は、通常は、車両が寿命に達するまで、数十年にわたって交換されることなく使用されるため、極端に言えば、「無限の寿命を有する」必要があります。そのためには、仮に、使用中に損傷を受けても、ただちには、折損などの重大な事態に至らないようにしなければなりません。使用によって生ずる最も一般的で危険な損傷は、「疲労きれつ」です。従って、車軸の設計においては、疲労きれつの発生防止と、不幸にして発生した場合の進展の抑制が最大の課題です。また、発生したきれつをメンテナンスによって発見するための検査技術と、その検査をより容易に、かつ、確実に実施するための設計上の考慮が同時に求められます。

◇ 素材

車軸の材料は、大別すると、普通鋼と合金鋼に分かれます。国内向け車軸の材料は、S38C～S45Cと同等な成分を有する普通鋼であり、合金鋼は使用されていません。一方、欧州では、いずれもが使用されており、モーターの回転力を伝える駆動軸には、合金鋼（CrMo鋼）が多く使われています。両者の強度を単純に引張強さで比較すると合金鋼の方が大きいのですが、車軸における引張強さと疲労強度（疲労寿命）の関係は単純ではなく、現在でも、世界的に様々な意見があり、

研究が続けられています。

◇ 製造プロセス

車軸の製造プロセスには、インゴットを直接鍛造する方法、インゴットを一旦丸ビレットに圧延したのち鍛造する方法、圧延ビレットを鍛造せずに、そのまま機械加工する方法など、メーカーによって様々なプロセスがあります。日本の車軸は、連続铸造角型ブルームを一旦丸ビレットに圧延したのち、車軸鍛造用に開発された高速精密鍛造機で完全自動成形をしています。鍛造ののち、規格に従って、焼ならし、または、焼入れ焼き戻しを施工し、機械加工仕上げを行います。

◇ 更なる特性向上のための新材料

最近の新技术という訳ではありませんが、新幹線用車軸には、「高周波焼入れ車軸」が使用されています。これは、新幹線開業に向けて開発された車軸の疲労強度向上ための新技术で、最初の0系新幹線以降、全ての新幹線車両に採用され、その高い信頼性が実証されています。高周波焼入れという技術自体は珍しい技術ではありませんが、これを車軸に適用しているのは、海外では例がありません。図1は、高周波焼入れ軸の焼入れ部の硬化層の写真です。極めて高い表面硬度が疲労きれつの発生を防止し、表面層の大きな圧縮残留応力がきれつの進展を抑制します。

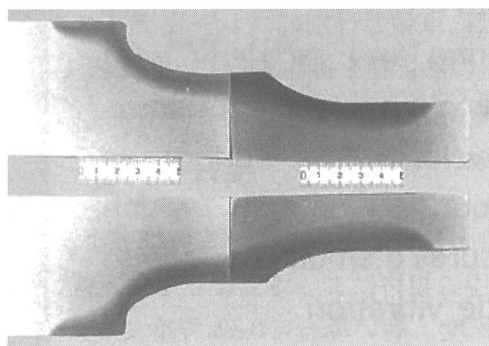
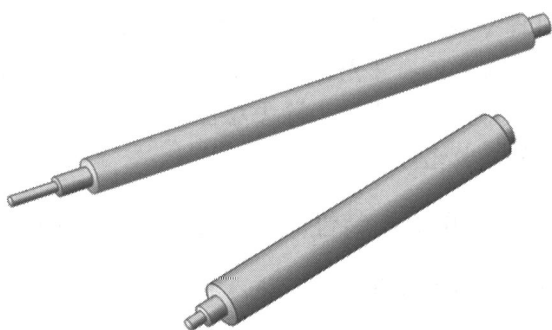


図 1 高周波焼入れ車軸の硬化層

〔住友金属工業(株) おかがた よしのり
交通産機品カンパニー 岡方 義則〕

VIII. その他

プリンターシャフト



◆ 部品に必要な特性

本欄のプリンターシャフトとはプリンター、コピー機等のOA機器のロール芯金やシャフト類であり、表層にメッキ、ゴム、樹脂など被覆することで単に紙送りだけでなく、画像の転写、定着などの印刷ロールにも使用されます。そのため表面粗さや真直度などの高い形状精度が要求されます。これらはカートリッジ内にも多数装着されていることもあり、メッキ特性や品質安定性なども素材に要求される重要な特性で、これらは携帯電話/パソコン等の小物部品にも共通します。

◆ 素材と製造プロセス

プリンターシャフトの素材には一般的な鋼の強度、硬さに加え、大量生産に適する低コスト性と精密機器向けの高精度とメッキなど表面処理に適した特性が要求されます。主な製造工程は鉄鋼メーカーで圧延された鋼を表層スケール除去—伸線—切削加工—表面処理を経て機器に組み込まれます。

この中で部品性能に大きく影響するのが、切削加工であり、この仕上がりが悪いと部品精度の面だけでなく、表面処理性を低下させ、ひいては印刷画質や紙送り性など製品性能や商品の性能ばらつきに直結します。そのため素材の被削性（削られやすさ）が重視され、鋼の中で最も被削性が良いとされる低炭快削鋼が多く用いられてきました。

た。表1にその代表例を示します。その特徴はS（硫黄）、P（リン）、Pb（鉛）など被削性を向上させる元素を多量に含むことで、特にSUM24L（米国SAE12L14）はPbを含み、切削工具寿命と表面粗さに優れます。しかし最近ではPbの環境負荷が問題視され、欧州、日本などでは工業製品へのPb使用を規制する動きが活発で、鋼でも非鉛化への動きが主流となっています。

◆ 更なる特性向上のための新技術

低炭鉛快削鋼を単純に鉛を添加せずに非鉛化すると切削工具寿命だけでなく表面品質が大幅に劣化し、“商品にならない”といっても過言ではありません。そのため低炭非鉛快削鋼が新たに開発され普及し始めています。それにはより多くのSを添加するだけでなく、従来にないサブミクロンの微細MnSを分散させてSUM24Lを凌ぐレベルの良好な表面粗さと切削工具寿命を達成し、伸線時の真直性、メッキ性など切削以外の性能も従来の鉛快削鋼の同等以上の評価を受け、数万トン/年の規模で普及しつつあります。

表 1 低炭快削鋼の種類と主な成分 (mass%)

鋼種	規格等	C	P	S	Pb
硫黄快削鋼	SUM23	0.08	0.08	0.33	-
鉛快削鋼	SUM24L	0.08	0.08	0.33	0.2
非鉛快削鋼	SUM24EZ	0.08	0.08	0.45	-

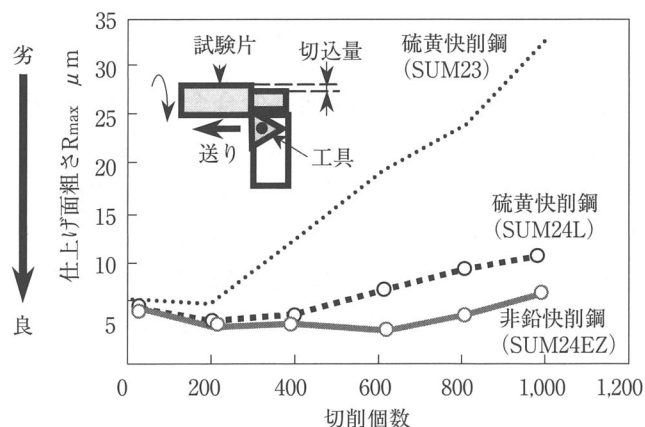
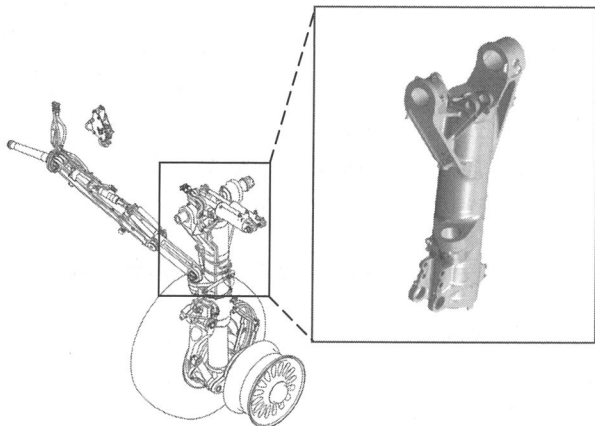


図 1 各種低炭快削鋼の切削面表面粗さ

〔新日本製鐵(株) はしむら まさゆき
鋼材第二研究部 橋村 雅之〕

航空機降着装置部品 (シリンダー)



シリンダー イメージ図

◆ 部品に必要な特性

ここでは航空機降着装置のシリンダーを紹介する。シリンダーは、航空機の着陸や地上で走行の際に機体を支えるため、引張・圧縮・捻りなど多方向からの負荷がかかる。

飛行時は無駄な重量であるので、軽量であること、かつ機体内における格納スペースはできるだけ小さいことが必須となり図示したシリンダーも軽量小型化が求められる。その要求を満たすため、使用する材料には高い静強度特性、疲労特性や韌性が必要である。

◆ 素材

シリンダーには主に高強度低合金鋼（超高抗張力鋼）が用いられる。使用される低合金鋼は破損の原因となる非金属介在物などの不純物を極力抑えるため、溶解環境を制御したVAR（真空アーク溶解）などで溶解された後に鍛造成形され、最終的に焼入れによって強度を高め、低温で焼戻しをおこなうことで韌性を付与している。

◆ 製造プロセス

シリンダーは鍛造素材から切削加工により不必要な余肉を徹底して除去する、左図の部品では500kgの素材から加工し完成すると70kgとなる。その後熱処理を行い、部品取付け部を最終機械加工する。

これらの工程に加え、求められる特性に応じ表面処理やショットピーニング（疲労特性向上）処理を実施する。また、応力集中の原因となる微小な欠陥や、残留応力の除去など多くの検査や処置が実施される。

◆ 更なる特性向上のための新技術

近年、長寿命化や運行密度が上がってくるにつれ、腐食への関心が高まっている。腐食による破損や損傷は、破壊挙動の推定が難しいため、高強度特性に加えて耐腐食特性が降着装置部材にとって重要な特性として注目されている。

このような背景から、ステンレス鋼やチタン合金といった耐食性を持った材料を降着装置部品に適用する事例が増えてきている。そのような中、弊社と日立金属㈱は超高抗張力鋼の強度特性を有し、ステンレスの耐腐食特性をもつHSL180ステンレス鋼を開発した。現在、実機適用に必要な航空機向けの材料規格の取得・登録を終え、実機適用へ検討を進める予定である。HSL180の材料特性は下表参照。

表 特性比較

	引張強度 (MPa)	塩水噴霧試験 ASTM-B177 (腐食までの時間)
低合金鋼 (300M)	1,930	24
ステンレス (15-5PH)	1,300	>1,000
HSL180	1,760	>1,000

〔住友精密工業(株) なかつか しんいち
創事業研究部 中務 真一〕

航空機用ジェットエンジンシャフト

◇ エンジンシャフトの要求特性

ジェットエンジンとは、空気と燃料を混合して燃焼させそれによって生ずる高温・高圧ガスを噴射して推進力を得るエンジンのことをいいます。その燃焼ガスによるジェットの反動そのものを推力として利用したり、タービンの回転力を伝達させプロペラやファンの揚力に変換し軸推力にします。また回転力の一部はコンプレッサーを回転させる動力源として使用されます。エンジンシャフトはエンジンの中心部で燃焼器をはさんでコンプレッサーとタービンを連結し高速回転します(図1)。従って、航空機エンジンシャフト用部材は薄肉軽量化の他、材料として回転を伝達するための高強度、離着陸を繰り返すため高疲労特性等品質バラツキの少ない高信頼性が要求されます。

◇ エンジンシャフトの材質

ジェットエンジンシャフトの主な材質としては構造用鋼、高抗張力鋼、超合金、Ti合金等が使用されています(表1)。これら材質は各エンジンメーカーの設計思想や材料特性に関する膨大なデータベース等により選定されています。従来より、中大型民間航空機で使用されているターボファンエンジンには構造用鋼(Cr-Mo-V鋼)、マルエージング鋼(MA250)の鍛造品のシャフトが使用されています。近年では燃費改善と騒音低減を目的に高バイパス比(燃焼させずにそのまま外側を通す空気量と、燃焼させる空気量の比率)のエンジンが主体となり、大型ファンが回ることに耐えられる更なる高強度マルエージング鋼が実用化されています。

◇ 製造プロセス

品質バラツキを低減し高信頼性を確保するため、品質そのものもとより、その製造プロセス、設備、試験検査に至るまでの徹底的な管理が必要となります。高信頼性確保のため、溶解においては素材の清浄度(非金属介在物低減)及び偏析の

表 1 シャフト材の化学成分例 (wt%)

材質	主成分
構造用鋼	0.4C-3Cr-1Mo-0.2V
高抗張力鋼	18Ni-4.8Mo-8Co-0.1Al-0.4Ti
超合金	54Ni-18Cr-3Mo-5Nb-0.5Al-1Ti
Ti合金	6Al-4V

改善が要求されます。そのためシャフト材は厳選した原料を使用した初回溶解の後、VAR、ESR等の再溶解法が一般的に適用されます。鋼塊はビレットに鍛造後、品質保証されます。続く仕上鍛造工程ではシャフトの最終形状に応じて鍛造フローに沿うようにコントロールするべく、拘束鍛造や均一鍛伸にて鍛造されます。材料特性を最終的に決定する熱処理工程においては、熱処理での曲がりや歪みを極力抑えるために上端からシャフトを鉛直方向に吊り下げた状態で熱処理できる堅型炉が使用されています。その後、所定寸法への機械加工や超音波探傷等の品質保証試験検査が実施されます。

むすび

今後は変速機を設けてファンの回転数を変える機種、ファンを複数段設ける機種など、更なる低燃費化を目指した次世代ジェットエンジンが検討されています。それに伴って材料特性も一層の高信頼材料が要求されてくるものと思われます。

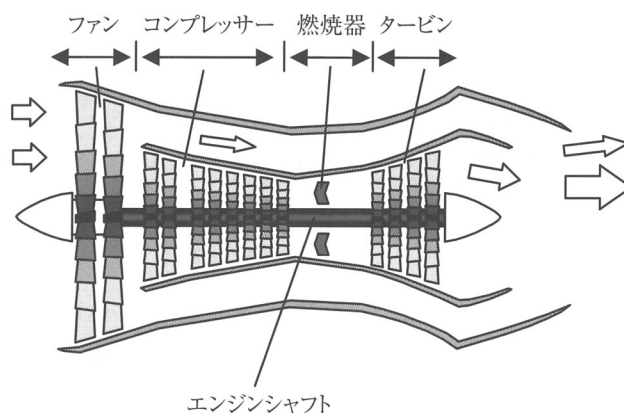


図 1 ジェットエンジン概略図

大同特殊鋼(株) いぬかい とみお
 素材材事業部 犬飼 富雄

レール

◇ 部品に必要な特性

ここではレールを紹介します。レールは鉄道線路を構成する鉄鋼製品で、まくら木、バラストとともに車両の走行を支えます。レール頭部は車輪と接触します。重量物を支持することと車輪と接触することから、強度と耐摩耗性が必要とされています。

また圧延ままの状態で敷設され列車が運行されることから高い寸法精度が必要です。

乗り心地、メンテコストの観点からロングレール化が一般化しており、良溶接性も必要とされます。

◇ 素材

レールは単位長さあたりの質量で呼称されます。例えば60レールは60kg/mをあらわしています。

耐摩耗性と強度を達成するために、炭素、Mnが規定されています。

耐摩耗性が要求される急な曲線部などには、炭素量を0.8%に増加し、Crを添加した素材に熱処理を施します。

代表的な化学成分を表1に示します。

表 1 代表的な成分

	C	Si	Mn	P	S	Cr
普通レール	0.7	0.2	1.0	0.03以下	0.025以下	なし
熱処理レール	0.8	0.4	1.0	0.03以下	0.020以下	0.15

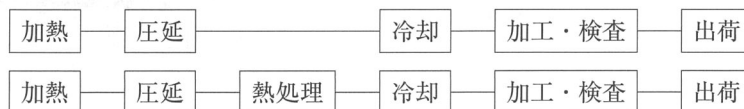


図 1 製造プロセス

上記の成分と熱処理により、パーライト組織(熱処理レールでは微細パーライト組織)を生成させこれによって強度と耐摩耗性の両者を満足しています。

Cr、Moなどの合金を1%程度添加する合金鋼は熱処理材に比べ耐摩耗性に劣ることから現在ではほとんど使用されていません。

◇ 製造プロセス

レールの製造プロセスを図1に示します。圧延は熱間圧延で孔型圧延あるいはユニバーサル圧延方式で行われます。

製造履歴を浮き出し文字(最終段の圧延ロールで付与)、および刻印により各レールに表示します。熱処理は圧延熱を利用したオンライン熱処理です。加工・検査工程においてはご注文に応じたレールの切断や穴あけも行われます。

◇ 更なる特性向上のための技術

車両重量の増大など使用条件の厳格化から、更なる耐摩耗性向上が必要になってきています。

このニーズに応えるため炭素量を0.9~1.0%程度まで増加した過共析鋼が開発、商品化されています。

このほか転がり接触面の疲労損傷を防止する目的で疲労強度の高いベイナイト鋼のレールも実用化されています。

〔新日本製鐵(株) 八幡製鐵所 いわの かつや
条鋼工場条鋼技術・管理グループ 岩野 克也〕

制振鋼板「バイブレス」

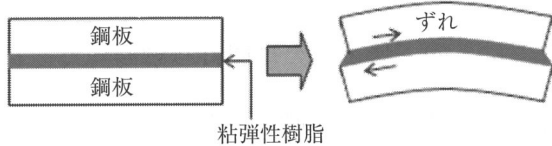


図 1 制振鋼板の構造と振動低減機構

◇ 部品に必要な特性

制振鋼板は、2枚の鋼板の間に、数十ミクロンの非常に薄い粘弾性樹脂をサンドイッチした構成からなります(図1)。鋼板が振動すると樹脂層がずれ変形をすることで、振動エネルギーを樹脂内部での摩擦熱エネルギーに変換して振動低減効果を発揮するものです。自動車ではエンジン周りの部品や、電機ではモーターの架台やファンカバー、建築では屋根材やダクトなど、さまざまな用途に使われています。

◇ 素材

制振鋼板として張り合わされる鋼板には、適用される用途により、耐食性を持たせた亜鉛めっき鋼板、成形性の優れる深絞り用鋼板、また、ステンレスやアルミなどが用いられています。

2枚の鋼板の間にサンドイッチされる樹脂には、常温用、中温用、高温用の種類があります(図2)。常温用は室温近傍での使用を、高温用はエンジン周りなどの100℃近傍での使用を、中温用はその中間温度での使用を目的としたものです。また、通電抵抗溶接が必要な用途には、樹脂中に導電性の微細金属粉を添加した可溶接タイプがあります。

◇ 製造プロセス

制振鋼板は、表になる鋼板と裏になる鋼板の間に樹脂で接着して製造します。製造工程は、接着

性を向上させる前処理工程、樹脂層のコーティングと乾燥工程、表裏鋼板の熱圧着工程からなります(図3)。

◇ 更なる特性向上のための新技術

制振性能は、一般に損失係数で表されます。鋼板が、振動の1サイクルの最初に持っていた振動エネルギーをE、振動の1サイクル中に熱エネルギーに変換して失った振動エネルギーを ΔE とすると、損失係数は、 $\eta = \Delta E / 2\pi E$ となり、損失係数が高いほど制振性能が高いことを示します。

制振鋼板は制振性能が高いこと以外は、できるだけ単一の鋼板に近い特性を有することが求められます。このため、成形性に対しては鋼板との接着強度が高い樹脂が開発され、樹脂の耐熱性や耐久性の向上に対しては、熱硬化型樹脂での制振樹脂が開発されています。

また、鋼板の廃棄時の環境対策として、従来、前処理に使われていた6価クロム酸処理を廃止し、クロムフリー前処理が開発されています。

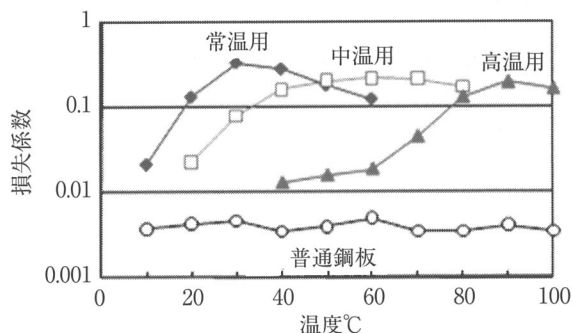


図 2 制振鋼板の使用温度と損失係数の関係

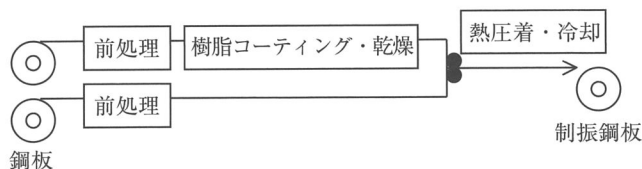


図 3 制振鋼板の製造プロセス例

〔新日本製鐵(株) 薄板事業部 薄板管理グループ 相馬 秀次〕

“特集”編集後記

本特集の編集にあたり、編集委員会を開催、議事の取りまとめ、執筆の案内の労を取って頂いた特殊鋼倶楽部の方々、小職の未熟な編集案に対し大所、高所からご指導、ご指摘賜った並木委員長、久松副委員長はじめ編集委員の方々、また編集委員の方々からの依頼を受け、各解説文をご執筆いただいた方々に、この場所をお借りして厚く御礼申し上げます。

雑誌特殊鋼で、誰に何を訴えるのか。“誰に”は、流通の若手の方々である。特集記事では毎回そうになっている。問題なのは“何を”である。編集委

員会ではこの“何を”を毎回打ち合わせる。良い編集をやるにはこの“何を”をはっきりさせ、これを各編集委員あるいは事務局が執筆者の方々に丁寧に伝えることであろう。そうでなければ、この忙しい中、なかなか執筆を引き受けていただけないし、出来上がった特集の内容自体も充実しない。これは、編集委員として常々思ってきたことであるが、今回、小委員長として、自分は十分できたのか全く自信が無い。なかなか難しい作業であったが周囲に助けられ、やっと発行までこぎつけた。

〔株住友金属小倉 村井 暢宏〕
カスタマーサービス室

業界のうごき

愛鋼、上野工場 磨棒鋼生産を効率化

愛鋼は、上野工場の磨棒鋼生産の効率化、小ロット多品種生産への対応能力強化などを図るため、前処理-引抜加工-矯正-切断の一連の工程をライン化した。具体的には、既設の磨棒鋼引抜機3基を2基に集約、ショットブラストマシン1基を新鋭機に更新して、引抜機、矯正機各2基を自動搬送装置で接続、給材から切断までの工程を自動化したものの。

磨棒鋼部門は、上野工場にこれまでは前処理用のショットブラストマシン、連続引抜機、バーツパー引抜機、矯正機、渦流探傷機などの設備を保有していたが、各設備をそれぞれオフラインで運用していたため構内物流が煩雑になるといった問題があった。

今回の合理化工事で生産能力に余裕ができたこともあって、同社では今後異形磨棒鋼などの付加価値の高い製品の受注拡大に力を入れていく考えで、最近ではステンレス素材の異形引抜品の試作も行った。

(1月27日、鉄鋼新聞)

石原鋼鉄、7割受注で黒字確保へ 加工部門再編、コスト減

石原鋼鉄は、通常比7割の受注量でも黒字化できる体制を整えた。国内の工具鋼需要が低迷する中、継続的に取り組んできた社内改革が実を結びつつあり、加工部門の組織を改正、コストを従来比25%削減した。来週22日には日本橋人形町の本社を赤羽に移転。

同社は、南関東支店(神奈川県厚木市)を加工専門の拠点と位置付け、名古屋支店は社内および外注加工の併用とする体制に変更した。一部設備を廃棄、人員も160人から30人程

度削減するなど徹底的なコスト削減で今期の経常黒字化を可能にした。

長田社長は「営業所・支店の組織を変更し、新年度から新しい体制で臨めるようにしたい。ピークの7割需要でも黒字にできる組織作りを進める」と話す。

10年度の工具鋼需要は本年度並みのピーク比6~7割で推移すると見込み、在庫は常時少なめに保つ方針。

(2月17日、産業新聞)

井上特殊鋼、グループ製造設備拡大 精度向上で収益確保

井上特殊鋼は扱い製品の高付加価値のため、グループ製造会社の製品精度を向上させる。機械加工のグループ会社、井上マシナリー(滋賀県東近江市)に3次元測定器を導入し、鍛造品の最終工程まで取り掛かる体制を構築。

3次元測定器は昨年末に井上マシナリーの本社工場内に導入。井上マシナリーは同じくグループ製造会社で型打鍛造の山崎機械製作所(本社=滋賀県湖南市)の後工程として、単品から量産品までの機械加工を行っている。測定機の導入で複雑な立体形状の測定や評価が短時間でできるため、従来の一次加工から最終製品に近い段階まで加工精度アップが可能となる。

昨年には、もう1社のグループ製造会社の富士鍛工の室戸工場(高知県室戸市)に約7億円を投じて大型ローリングミルを増設するなど、ここ数年グループ全体での製造設備の拡充を進めている。(2月12日、産業新聞)

佐久間特殊鋼の切断事業、 司鋼商会在業務開始

司鋼商会在は昨年、佐久間特殊鋼との間で業務提携を強化したが、その一環として佐久間特殊鋼から構造用鋼の切断事業の移管を受け、1

月から名和工場で本格業務を開始した。数量的な目標は立てていないが今後1、2カ月の間に各種検証を実施、さらなる効率化に努める。同社は本社と名和工場の2拠点を構え、自動車向けや建設機械、産業機械向けユーザーを対象に構造用鋼を中心とした切断加工を行っている。昨年初には超硬丸鋸切断機と面取り機をドッキングさせた新鋭設備を導入、純チタン、純ニッケルといった難削材の加工に乗り出した。現在は佐久間特殊鋼側から業務と現場担当者が1人ずつ立ち会い、伝票作業や切断実務の指導を受けている。店売り向けの製品が主体で、『少量多品種』型の作業となるが、随時検証を行うことで今後効率化に取り組む方針だ。

(1月20日、産業新聞)

佐藤商事、無振動システムで 合併販社を設立

佐藤商事は4月1日付で各種クレーンや産業用ロボット向けなどに搭載する無振動システムの販売会社を設立する。国内初の総代理店として、現在約10万台稼働しているといわれる既存クレーンに付属する無振動システムの販売を担う。新会社は、同社を筆頭株主として韓国メーカーを含む3社合併でスタートする予定。初年度はクレーン用無振動システムの販売を中心に売上高8,000万円程度が目標だが、搬送用やステージ用の無振動システムも合わせて販売する3年後をめどに、4億円の売り上げを目指す。

新会社は、クレーン用無振動システム(C-VIC)をはじめ、電気メッキ工程自動化、製鉄所鉄湯輸送、高速エレベーター向けのシステム(T-VIC)計測器、産業用ロボット、高速立体パーキング向けのシステム(S-VIC)という3システムの販売に加え、クレーンなどの完全自動化シ

業界のうごき

ステム (SFCC) の販売も手掛ける。

(2月3日、産業新聞)

ハヤカワカンパニー、 レアメタル部門強化

ハヤカワカンパニーはレアメタル部門の強化を図る。その一環として3月3日から5日までの3日間東京ビックサイトで開催されるPV EXPO2010 (第3回国際太陽電池展) に出展する。

同社が09年から日本総代理店となっている中国の大手ゲルマニウム採掘・精錬・精密加工一貫メーカーの雲南臨滄鑫圓ゲルマニウム有限公司と共同出展するもので、臨滄鑫圓ゲルマニウム社製の集光型太陽電池用ゲルマニウムウェハー、金属ゲルマニウム、二酸化ゲルマニウム、暗視装置用ゲルマニウムレンズなどゲルマニウム関連製品を出展する。

同社は、収益基盤強化のため事業領域拡大を図ることを狙って、07年に特殊鋼の原料となるレアメタルの扱いを開始した。

同社ではPVに出展するのを機に、太陽光発電だけでなく同社のレアメタル部門への取り組みを広くPRしたいとしている。(2月23日、鉄鋼新聞)

プルータス、 新ビル竣工を披露

プルータスは7日、創業90周年(07年7月)を機に建設した「プルータスビル」(東京都千代田区岩本町)の竣工披露宴を開催し、取引先関係者など約250人が出席した。

佐藤社長は「皆様のおかげで今日を迎えられた。物流拠点としての柳原河岸の役目は終わったが、海外市場にも24時間対応する情報発信基地として機能を果たし、1年ごとの積み重ねで100周年に向かっていきたい」と挨拶した。15日から同ビル内で本社業務を開始する。

旧本社ビルは27年に水運を利用した倉庫として建設したが、当時では珍しい鉄筋コンクリート造で東京大空襲でも消失せず、07年まで本社事務所として活用。30年余で入手した近隣地と合わせて遊休地の収益化を図るため、地上9階・地下1階建てのプルータスビルを建設した。施工した三浦工務店が10数%を所有し、設計したマルタ設計を含めた3社共同事業として運営する。(2月9日、鉄鋼新聞)

愛知、SUS用途拡大 関門トンネル補修用に採用

愛知製鋼は、ステンレスの用途拡大に注力している。同社が生産するステンレス形鋼は、最近では木造文化財復元工事で耐震補強に使われた。また、九州地区では直近で関門トンネル補修工事で採用され、ステンレスの用途拡大に大きく貢献している。同社は今後も「ステンレスマーケットの拡大につながるのであれば、あらゆる工事の相談を受けたい」と意欲を見せる。

関門トンネル補修工事の中で、08年10～12月にかけて行われた工事では天井板と内装板の張替工事があり、天井板の支持(吊り具)に同社のステンレス形鋼が使われた。使用量は約300t。

同社は、「身延山久遠寺五重塔」や「名古屋城」の改修工事でステンレスの使用を提案。「五重塔」再建工事では、ステンレス需要の促進と社会環境との調和、文化の向上に寄与したとして、ステンレス協会から『優秀賞』を受賞している。

(1月19日、産業新聞)

秋山精鋼・ベトナム工場 快削ステンレス鋼生産へ

秋山精鋼は今春、ベトナムの合弁工場で快削ステンレス鋼の生産を開始する。プリンタシャフトに加え、

同国内で好調な自動車や家電関連向けなどの需要に対応していく。昨年末に稼働した工場では、今月7日に製品の初出荷が完了。今後は需要状況を見極めつつセンタレス加工も進める考えとしている。

ベトナム国内ではキャノン、ブラザー工業がプリンターを生産しており、安定的に高品質な磨棒鋼を短納期で供給するとともに、住友商事の同国内での豊富な事業経験を生かして販路拡大を図る。

秋山社長は「人材の育成が課題であり、従業員の習熟度を高めて生産力を増強していきたい」とし、「ベトナム国内にとどまらず、アジア全体で受注を取っていく。ベトナム、中国、日本の3工場の連携を密にし、最適な製品を提供していきたい」と話している。(1月15日、鉄鋼新聞)

神鋼の次世代製鉄法 商業1号機、米で稼働

神戸製鋼所が開発・実用化した新製鉄法「アイティ・マークスリー」の商業1号機が今週、米国で生産を開始した。同製鉄法は約10分という短時間で高炉鉄並みのアイアンナゲットを製造できる画期的なプロセス。神鋼は1号機の稼働を機に操業ノウハウなどの蓄積を急ぐ。

生産開始したのは、米電炉メーカー、スチール・ダイナミックス社(SDI)と神鋼の合弁会社(神鋼の出資比率は19%)メサビナゲット・デラウェア社(MNDミネソタ州)の設備(年産能力50万t)。

現地時間12日、午後6時に最初のナゲットを生産した。徐々に生産量を引き上げ、今年央をめどにフル生産に入る予定。生産したナゲットはSDIに供給する。

今回のプロジェクトで神鋼は設計・主要機器の供給などを受け持った。操業参画を通じて技術力をさら

業界のうごき

に高め、同プラントの普及につなげる。
(1月15日、鉄鋼新聞)

山陽、大型設備投資を再開 新連鑄建設に着手

山陽特殊製鋼は、急速な経済悪化を受けて凍結していた大型設備投資を再開した。約150億円を投じて高品質対応の60t電気炉系連続鑄造設備を建設、2012年明けにも完成させ、世界的な経済回復のタイミングをとらえ、高級鋼化戦略を加速する。

新連鑄の建設は、現在進めている第7次中期連結経営計画(08~10年度)の中核事業の一つ。同中計では、「高信頼性鋼の山陽」のブランド力向上を基本方針に、グループで合計約600億円の効率化・高品質化の設備投資を計画している。

新連鑄は当初08年11月に着工し、11年8月の完成を予定していたが、一昨年秋のリーマンショック以降の世界経済の急速な悪化で、需要環境が一変したため、投資を見合わせていた。ここにきて、新興国を主体に世界経済は先行きの回復が見えてきたことから、大型投資の再開に踏み切った。
(1月15日、産業新聞)

JFEスチール、 高耐熱ステンレス開発

JFEスチールはこのほど、モリブデンフリーの高耐熱フェライト系ステンレスを新たに開発し、国内外にサンプル出荷を開始した。従来鋼種より高温強度、熱疲労特性、耐酸化性、加工性に優れ、高価で価格変動の大きいモリブデンを添加していないため、コスト競争力もあるという。主に自動車の高温排気系部品であるエキゾーストマニフォールドや触媒コンバーター(排ガス浄化装置)ケースなどに需要を見込む。まずは3年後をめどに月間1000t程度の受注を目指す方針。

JFEが開発したのは「JFE-TF1」で、クロム、銅、ニオブを含有する。高耐熱材であっても耐熱性と同じく重要な特性である加工性を低下させないよう配慮し、同社開発の高加工性耐熱鋼である「JFE429EX」(15%クロム、1%ケイ素、0.5%ニオブ、低炭素)および「JFE-MH1」と同等の加工性を持つ。
(1月5日、産業新聞)

高砂鐵工、 新体制スタート

高砂鐵工は昨年末に抜本的構造改革を終え、今月から新体制でのスタートを切った。磨帯鋼(普通鋼・特殊鋼)を生産していた大島工場(東京都江東区)をステンレス帯鋼を生産している本社工場内(東京都板橋区)に移転するとともに、ステンレス事業でも冷間圧延から撤退、精整・販売に特化した。「身軽で効率的な生産体制への転換」という構造改革効果を最大化し、来年度の黒字化を目指す。

みがき帯鋼工場の移転は2回に分けて行われた。1期工事では厚ものライン(圧延機・精整設備)と熱処理炉を移設、8月に完了した。

2期工事では、薄ものライン(圧延機、精整設備)と熱処理炉を移設昨年末に終えた。

1社1工場となることで①借地代がなくなる、②研磨機、試験機などを共用できる、③管理部門の統合などにより年間2億円のコスト効果が見込める。今月は70%操業にあたる1,900tの生産を計画している。
(1月19日、鉄鋼新聞)

大同、来期設投100億円に増 研究開発50億円

大同特殊鋼は、研究開発や一部工場の構造改革推進、新規事業、海外事業の積極化などを目的に2010年度の設備投資を増額する。09年度は、急

激な収益状況の悪化により減価償却費の半分程度に抑制、約70億円にまで圧縮したが、ここにきて数量面でも回復基調が鮮明になってきており、新たなイノベーションに向けて総額100億円弱の水準にまで引き上げる方針だ。

同社では、さらなるコストダウンの実現やリードタイム短縮に向けた取り組みを強化、10年度は09年度見通しを上回る設備投資に踏み切るもの。

新規事業の太陽光発電は昨年秋、宮崎大学に集光型太陽光発電パネルの1号機を納入したが、今回は知多工場内に100kWの発電能力を持つパネルを新設、2~3月には実証実験を開始する。海外事業では米・ティムケン社との協業事業を本格化し、中国やインド市場への本格参入を図ることにしている。(1月20日、産業新聞)

日金工、衣浦の電炉スラグ 再生路盤材に認定

日本金属工業は、衣浦製造所で発生する電炉スラグが愛知県独自のリサイクル資材評価制度「あいくる」で再生路盤材として認定されたと発表した。09年12月28日付けで再生路盤材の中の再生砕石(CS-40)として、道路などで使用する舗装用の路盤用途に認定された。これを機に近隣土木工事などへの採用を図っていく。

「あいくる」は、建設資材のグリーン購入推進を狙いにした愛知県独自のリサイクル資材評価制度。県は公共工事で使用可能な性能・安全性を確保するための基準を公表し、製造販売業者が評価基準を満たす資材を製造、申請する。「あいくる材」として認定、登録された資材は、県の公共工事で率先利用される。再生原料の発生地やリサイクル資材の製造地は県内に限定していない。対象資材は現在24品目あり、路盤材の場合は県発注工事で8割を占めている。

(1月22日、鉄鋼新聞)

業界のうごき

高周波・長期計画策定へ 工具鋼の設備増強検討

日本高周波は、10年度を起点とする10カ年長期経営計画を策定中で、早ければ1月末に骨子をまとめる。成長力の高い地域・需要分野で独自製品の拡販を図る方針で、中国などアジアの新興市場で需要を捕捉するとともに、エネルギー・環境分野などに注力する。設備投資も立案中で、工具鋼では多品種・小ロットに最適な製造プロセス確立やサイズ拡大などを狙いに、富山製造所の小型電炉、二次溶解設備や鍛造処理炉の増強を「10年度にも意思決定したい」考えだ。

長期計画で10年後に目指す企業像を描いた上で、来年度からの3カ年中期計画を策定する。新興市場では、日系ユーザーなどに対する高機能品の供給対応を強化する一方で、地場ユーザー向け主体の「中価格品で喜ばれる量産品市場」も狙う。輸出比率は08年の10%から現在は約15%に拡大しているが、中期的に30%を目指す。(1月18日、鉄鋼新聞)

環境格付・日立金属が最高ランク 政策投資銀から低利融資

日本政策投資銀行 (DBJ) は29日、日立金属に対して最高ランクの環境格付融資を実施した。DBJ環境格付融資の利用は鉄鋼メーカーで4社目、特殊鋼業界では初めて。環境適合設計アセスメントを導入して、製品の設計・開発を行い、製品のライフサイクルコスト全体の影響を考慮して、エコプロダクツの認定基準を設けている点、エコプロダクツ売上高の目標設定まで踏み込んでいる点などを高く評価した。

今回の融資額は5億円で、日立金属はハイブリッド自動車の駆動用モーター小型化・高効率化に貢献するネオジウム系焼結磁石、自動車

CVTベルト用リング材の研究開発資金などに充当する。エコプロダクツ売上高目標では、自動車排気系耐熱鋳鋼「ハーキュナイト」、プラ型用鋼「HPM-MAGIC」を含む08年度の環境適合製品売上高比率 (国内) は、81.5%で、目標の72%を超過達成している。(1月29日、鉄鋼新聞)

愛知、大変革期に対応 次世代製品創出に活路

愛知製鋼は、自動車を中心としたユーザーや鉄鋼マーケットの大変革期が訪れていることに対応し、製品面から見た会社の今後の方向性を明確化するための調査・企画組織「次世代新製品創生プロジェクト」を立ち上げた。同社の「2015年ビジョン」の核となる活動のひとつで、安川社長をリーダーに10人のメンバーが定期的に議論を重ね2年以内に具体的な結論を出したい考え。

同社は、リーマンショック後の世界金融不況の影響を受けて昨年1～3月は特殊鋼棒鋼などを生産する知多工場の稼働率が30%程度まで落ち込んだものの以後、順次回復し10月以降は80%稼働が現在まで続いている。

しかし「市場はものすごいスピードで変化しており、自動車も新産業革命が到来している」(安川社長)ため、それらの変化を見据えて会社の今後の方向性を検討するもの。

(2月19日、鉄鋼新聞)

神鋼のエンボスチタン材、 川重の欧米向大型バイクに採用

神戸製鋼所は、川崎重工業製の欧米向け大型バイク「NinjaZX-10R」のマフラーに同社のエンボス加工したチタン素材が採用されたと発表した。

今回、採用されたチタン素材は、エンボス加工で表面におうとつを施した新しいデザインの素材。チタン

製マフラーにエンボス加工を施したのは業界で初めて。

川崎重工業製の欧米向け大型バイク、「NinjaZX-10R」は、昨年10月に発売された2010年モデル。マフラーのデザインでは両社でさまざまな仕上げトライアルを行った結果、エンボス加工に仕上げることにより差別化を実現した。カーボン調の意匠性がアピールポイント。なお、チタンマフラーは榛葉鉄工所 (静岡県掛川市) で製造している。(1月15日、鉄鋼新聞)

三菱製鋼、北米ばね子会社 6月に構造改革完了

三菱製鋼の、北米における自動車用ばね子会社「メリトール・サスペンション・システムズ・カンパニー (MSSC社)」の構造改革が今年6月末に完了する。

カナダ・ミルトン工場を閉鎖し、米国・ホプキンスビル工場とカナダ・チャタム工場に1ラインづつ移設するもので、これでホプキンスビルとカナダ・チャタムの2工場体制になる。

また、人員も08年度上期比100人減の体制にスリム化するとともに、チャタム工場従業員の労働協約見直しでもCAW (カナダ自動車労組) と合意している。

一方、自動車用巻きばね生産は09年度上期を底に10年度上期は300万本程度に、スタビライザーも09年度上期を底に10年度上期は280万本程度まで戻るとみている。

現在は3工場での重複生産を行っていることもあって赤字だが、早期黒字化を目指すことにしている。

(2月25日、鉄鋼新聞)

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	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	2,843,314	2,361,757	5,205,071	290,195	546,103	2,345,966	526,071	3,630,014	607,092	7,945,441	13,269,350
'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	474,365	1,019,062	58,453	97,382	486,799	109,624	718,177	125,973	1,596,408	2,632,732
7-9月	30,208	820,890	614,618	1,435,508	89,766	160,568	734,385	137,450	945,678	172,190	2,240,037	3,705,753
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
'08年 11月	19,655	388,191	340,881	729,072	36,563	93,295	192,741	67,307	424,641	61,602	876,149	1,624,876
12月	17,395	295,893	242,513	538,406	29,516	69,454	150,177	57,505	373,035	65,948	745,635	1,301,436
'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	169,116	398,559	22,075	46,870	188,785	47,331	261,963	46,576	613,600	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	259,683	184,124	443,807	31,585	50,299	250,784	40,428	344,272	60,185	777,553	1,231,387
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
前月比	94.8	102.1	106.8	104.1	110.9	99.4	109.6	91.3	102.6	101.9	103.5	103.6
前年同月比	88.1	121.2	118.6	120.1	119.0	99.3	169.0	118.2	116.9	95.7	124.1	121.9

※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	3,448,158	1,077,489	2,916,040	1,475,712	4,173,103	13,269,350
'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	958,464	228,063	870,219	323,113	1,272,932	3,705,753
10-12月	73,962	1,249,527	304,823	1,034,913	408,896	1,491,653	4,563,774
'08年 11月	26,415	536,776	146,437	324,178	168,711	422,359	1,624,876
12月	10,982	391,358	122,744	273,609	168,540	334,203	1,301,436
'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	276,049	71,410	293,226	121,994	457,788	1,231,387
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
前月比	136.2	101.1	121.7	99.1	130.0	98.1	103.6
前年同月比	218.9	110.3	89.5	130.7	97.8	149.2	121.9

経済産業省調査統計部調べ

特殊鋼流通統計総括表

2009年 12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(%)	1987~2009年随時				
						年月	ピーク時	年月	ボトム時	
工 具 鋼	生産高	15,330	94.8	88.1	69.0	91.3	29,286	09.4	5,565	
	輸出船積実績	1,449	119.7	70.0	40.4	87.3	10,368	09.6	693	
	販売業者	受入高計	32,332	114.0	158.5	157.2	09.12	32,332	09.2	10,035
		販売高計	32,741	108.5	173.0	160.7	09.12	32,741	09.2	13,875
		消費者向	17,248	110.8	168.0	183.7	07.10	17,272	09.2	6,438
		在庫高計	46,236	99.1	81.3	128.3	09.6	57,658	87.10	31,813
生産者工場在庫高	4,601	109.4	56.9	41.0	91.10	17,876	09.12	4,601		
総在庫高	50,837	100.0	78.3	107.6	08.12	64,937	88.1	41,105		
構 造 用 鋼	生産高	646,380	104.1	120.1	119.1	08.10	827,404	09.2	269,906	
	輸出船積実績	91,320	155.2	189.1	539.5	09.12	91,320	92.1	10,222	
	販売業者	受入高計	572,811	89.7	69.0	173.4	08.10	1,157,330	98.8	257,445
		販売高計	568,570	87.9	70.6	173.4	08.10	1,134,981	99.8	253,971
		消費者向	299,822	78.6	58.6	140.3	08.10	670,656	98.8	166,732
		在庫高計	283,040	101.5	84.7	117.8	09.2	346,348	87.10	169,822
生産者工場在庫高	245,118	106.0	95.7	81.9	97.11	320,394	09.4	176,539		
総在庫高	528,158	103.6	89.5	97.9	08.12	590,665	87.12	427,189		
ば ね 鋼	生産高	35,128	110.9	119.0	82.5	89.3	60,673	09.2	10,159	
	輸出船積実績	16,642	137.7	103.6	131.5	06.5	27,829	09.4	3,629	
	販売業者	受入高計	24,020	112.7	120.8	161.0	08.4	26,487	09.4	6,202
		販売高計	23,626	110.3	124.7	158.6	08.4	25,355	09.4	6,339
		消費者向	3,862	99.9	121.3	31.1	90.10	23,876	09.4	2,550
		在庫高計	13,221	103.1	89.8	416.0	08.12	14,722	03.9	1,534
生産者工場在庫高	25,398	116.5	126.2	79.0	95.12	41,374	09.4	15,541		
総在庫高	38,619	111.5	110.8	109.4	96.3	45,219	02.9	23,836		
ス テ ン レ ス 鋼	生産高	253,754	109.6	169.0	93.9	07.3	330,543	09.2	116,542	
	輸出船積実績	100,502	105.2	141.1	98.8	05.3	152,476	90.1	27,286	
	販売業者	受入高計	168,455	104.0	150.8	112.2	06.5	587,740	09.2	88,978
		販売高計	165,797	102.9	150.2	111.0	06.5	587,941	09.2	88,740
		消費者向	53,509	100.7	103.5	93.9	06.1	292,191	87.1	34,263
		在庫高計	128,676	102.1	82.0	116.4	01.10	169,096	87.3	51,419
生産者工場在庫高	108,939	113.0	92.8	74.0	02.4	188,988	09.6	94,564		
総在庫高	237,615	106.8	86.6	92.2	01.10	352,013	88.4	191,203		
快 削 鋼	生産高	67,950	91.3	118.2	76.7	88.3	116,819	09.2	22,054	
	販売業者	受入高計	17,068	92.6	115.2	101.5	06.9	25,874	04.9	7,949
		販売高計	16,390	88.2	111.9	99.0	08.4	26,351	09.2	10,358
		消費者向	16,167	87.7	122.4	113.7	08.4	23,235	04.9	9,649
		在庫高計	22,719	103.1	93.1	99.2	07.8	27,861	87.1	9,364
	生産者工場在庫高	32,693	92.3	94.9	145.4	87.1	43,166	01.12	17,975	
総在庫高	55,412	96.4	94.1	122.1	06.5	69,020	02.3	31,448		
高 抗 張 力 鋼	生産高	436,068	102.6	116.9	186.2	07.3	513,596	87.2	151,890	
	販売業者	受入高計	2,637	117.4	51.9	21.3	90.2	18,841	09.8	1,572
		販売高計	2,830	109.4	65.6	22.9	90.10	18,863	09.8	2,035
		消費者向	2,219	109.7	75.4	41.2	90.10	9,573	09.8	1,711
		在庫高計	6,619	97.2	68.0	50.0	99.12	20,289	02.12	5,895
	生産者工場在庫高	131,497	100.8	91.5	78.5	87.6	204,893	99.11	99,475	
総在庫高	138,116	100.6	90.0	76.4	01.5	217,711	06.3	110,555		
そ の 他	生産高	132,083	100.6	97.5	56.4	-	-	-	-	
	販売業者	受入高計	34,310	110.2	110.9	277.0	-	-	-	-
		販売高計	34,540	103.6	125.3	279.7	-	-	-	-
		消費者向	27,494	102.7	130.6	510.8	-	-	-	-
		在庫高計	49,714	99.5	128.8	375.2	-	-	-	-
	生産者工場在庫高	58,304	97.0	85.3	34.8	-	-	-	-	
総在庫高	108,018	98.1	101.0	59.7	-	-	-	-		
特 殊 鋼 鋼 材 合 計	熱延鋼材生産高合計	1,586,693	103.6	121.9	117.7	07.3	1,942,468	09.2	697,318	
	鋼材輸出船積実績計	627,425	127.2	160.0	187.0	09.12	627,425	87.1	153,788	
	販売業者	受入高計	851,633	94.4	82.5	148.7	06.5	1,516,366	87.1	435,213
		販売高計	844,494	92.4	84.5	148.4	08.6	1,512,463	87.5	442,211
		消費者向	420,321	83.9	68.5	124.8	08.6	926,258	98.8	267,392
		在庫高計	550,225	101.3	86.6	124.4	09.2	647,470	87.10	290,674
生産者工場在庫高	606,550	104.6	93.6	79.6	98.1	839,861	97.3	425,932		
総在庫高	1,156,775	103.0	90.1	96.0	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に含まない。
 2. 1987~2009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21年12月21日～平成22年2月20日)

編集委員会

- ・小委員会（1月20日）
5月号特集「コスト低減に寄与する特殊鋼」
（仮題）の編集内容の検討
- ・本委員会（1月27日）
5月号特集「コスト低減に寄与する特殊鋼」
（仮題）の編集方針、内容の確認

流通委員会

- ・説明会（12月25日）
「平成21年度第4・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：50名
- ・工具鋼分科会（1月21日）

平成22年新年賀詞交換会（1月5日）

場 所：東京・グランドプリンスホテル赤坂
参加者：800名

【大阪支部】

平成22年新年賀詞交換会（3団体共催 1月5日）
場 所：リーガロイヤルホテル
参加者：750名

【名古屋支部】

平成22年新年賀詞交換会（3団体共催 1月7日）
場 所：名古屋観光ホテル
参加者：410名

部会

- ・工具鋼部会（1月27日）
 - ・企画部会（1月28日）
 - ・ステンレス鋼部会（1月29日）
 - ・構造用鋼部会（2月12日）
- 2団体共催若手及び女性社員研修（2月5日）
「婚活ガイダンス～1ランク上のモテ講座」
講 師：(株)クレースプランナーズ 代表者
正門律子氏
参加者：40名

社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覽

(社名は50音順)

<p>[会 員 数]</p> <p>(正 会 員)</p> <p>製造業者 28社</p> <p>販売業者 111社</p> <p>合 計 139社</p> <p>(賛 助 会 員) 0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)川口金属工業</p> <p>(株)神戸製鋼所</p> <p>合 同 製 鐵 (株)</p> <p>山 陽 特 殊 製 鋼 (株)</p> <p>J F E 条 鋼 (株)</p> <p>J F E ス チ ー ル (株)</p> <p>下 村 特 殊 精 工 (株)</p> <p>新 日 本 製 鐵 (株)</p> <p>ス テ ン レ ス パ イ プ 工 業 (株)</p> <p>住 友 金 属 工 業 (株)</p> <p>大 同 特 殊 鋼 (株)</p> <p>高 砂 鐵 工 (株)</p> <p>中 部 鋼 鈹 (株)</p> <p>東 北 特 殊 鋼 (株)</p> <p>日 鉦 金 属 (株)</p> <p>日 新 製 鋼 (株)</p> <p>日 本 金 属 (株)</p> <p>日 本 金 属 工 業 (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>吾 妻 金 属 (株)</p> <p>新 井 ハ ガ ネ (株)</p> <p>粟 井 鋼 商 事 (株)</p> <p>石 原 鋼 鉄 (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>植 田 興 業 (株)</p> <p>(株) U E X</p> <p>碓 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>(株)スチール</p> <p>住 金 物 産 (株)</p> <p>住 金 物 産 特 殊 鋼 (株)</p> <p>住 商 特 殊 鋼 (株)</p> <p>住 友 商 事 (株)</p> <p>大 同 興 業 (株)</p> <p>大 同 マ テ ッ ク ス (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 ィ 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 鐵 商 事 (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 ア ド メ ッ ト (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)福岡ハガネ商店</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)マクシ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>三 菱 商 事 ユ ニ メ タ ル ズ (株)</p> <p>宮 田 ス テ ン レ ス (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>リ ン タ ツ (株)</p> <p>渡 辺 ハ ガ ネ (株)</p>

平成22年度 第7回 特別研修（実施予定）

本研修は、平成17年度以前に熱管理士、電気管理士のいずれかの資格をお持ちの方を対象とした移行措置の研修です。対象者で現行制度のエネルギー管理士へ移行を希望する方は、今回が最終回となりますので、是非受講してください。

○ 特別研修の日程、実施場所及び募集人員

平成22年 6月15日（火）

時 間	9:30～15:50	16:20～17:40
内 容	講 義	修了試験

実 施 場 所	募 集 人 員	
	熱管理士 ¹⁾	電気管理士 ²⁾
北海道経済センター（札幌）	50	50
仙台国際センター（仙台）	100	100
東京ビッグサイト（東京）	700	400
愛知県産業労働センター（名古屋）	200	200
富山県中小企業研修センター（富山）	50	50
マイドームおおさか（大阪）	300	200
広島商工会議所（広島）	100	100
かがわ国際会議場（高松）	100	100
サンポートホール高松（高松）		
九州ビルディング（福岡）	200	200
財団法人福岡県中小企業振興センター（福岡）		
沖縄産業支援センター（那覇）	50	50

1) 熱管理士とは、熱管理士免状取得者、熱管理士試験合格者、熱管理研修修了者をいう。

2) 電気管理士とは、電気管理士免状取得者、電気管理士試験合格者、電気管理研修修了者をいう。

※実施場所は都合により変更する場合があります。

○ 特別研修申込書受付期間

平成22年 4月2日（金）～平成22年 4月19日（月）

○ 特別研修受講料

20,000円（非課税）（テキスト代を含む）

○ 特別研修申込書配布箇所（配布は3月19日から予定しております。）

機 関 名	住 所	電 話
（財）省エネルギーセンター エネルギー管理試験・講習センター 試験部	〒104-0032 東京都中央区八丁堀3-19-9 ジオ八丁堀ビル	(03)5543-3019
（財）省エネルギーセンター 北海道支部	〒060-0001 札幌市中央区北1条西2-2 北海道経済センタービル	(011)271-4028
（財）省エネルギーセンター 東北支部	〒980-0811 仙台市青葉区一番町3-7-1 電力ビル本館	(022)221-1751
（財）省エネルギーセンター 東海北陸支部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-23-28 イトービル	(052)232-2216
（財）省エネルギーセンター 東海北陸支部北陸支所	〒930-0004 富山市桜橋通り5-13 富山興銀ビル	(076)442-2256
（財）省エネルギーセンター 近畿支部	〒530-0057 大阪市北区曾根崎1-2-6 新宇治電ビル	(06)6364-8965
（財）省エネルギーセンター 中国支部	〒730-0012 広島市中区上八丁堀8-20 井上ビル	(082)221-1961
（財）省エネルギーセンター 四国支部	〒760-0026 高松市磨屋町8-1 富士火災高松ビル	(087)826-0550
（財）省エネルギーセンター 九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東1-11-5 アサコ博多ビル	(092)431-6402

※本記事に関する問い合わせは、上記申込配布箇所をお願いします。

特 集 / コスト低減に寄与する特殊鋼

- I. 総論
- II. 製造コスト低減への取り組み
- III. 物流でのコスト削減
- 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

7月号特集予定…最近の塑性加工

特 殊 鋼

第 59 卷 第 2 号
© 2 0 1 0 年 3 月
平成22年2月25日 印刷
平成22年3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。