

特殊鋼

2012
Vol.61 No.6

11

The Special Steel

特集／ボルト・ねじ材料の動向



特殊鋼

11

目次

2012

【編集委員】

委員長	並木 邦夫 (大同特殊鋼)
副委員長	久松 定興 (中川特殊鋼)
委員	福井 康二 (愛知製鋼)
〃	小椋 大輔 (神戸製鋼所)
〃	西森 博 (山陽特殊製鋼)
〃	出町 仁 (新日鐵住金)
〃	本田 正寿 (大同特殊鋼)
〃	上田 博之 (日新製鋼)
〃	縄田 隆男 (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)
〃	加田 善裕 (日立金属)
〃	柴野 芳郎 (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)
〃	池田 祐司 (三興鋼材)
〃	金原 茂 (竹内ハガネ商行)
〃	甘利 圭右 (平井)

【特集／ボルト・ねじ材料の動向】

I. 総論—ねじ産業の最近の動向—

..... (社)日本ねじ工業協会 大磯 義和 2

II. ボルト・ねじの使用例

1. 自動車.....	本田技研工業(株)	高島 光男	6
2. 建設機械.....	コマツ	大川 和英	9
3. 建築・橋梁.....	(株)神鋼ボルト	吉野信一郎	12
4. 家電・OA機器.....	日東精工(株)	濱野 真一	15
5. 航空・宇宙用途.....	メイラ(株)	松本 健巳	18

III. ボルト・ねじができるまで

1. 材料

(1) 構造用鋼・合金鋼.....	(株)神戸製鋼所	稲田 淳	21
(2) ステンレス鋼・耐熱鋼	大同特殊鋼(株)	石川 浩一	25

2. 線材二次加工.....	(株)オーアンドケー	奥 一太	27
----------------	------------	------	----

3. ボルト・ねじの製造

(1) 製造工程.....	(株)佐賀鉄工所	松藤 裕之	30
(2) 加工機械—フォーマの紹介と最近の動向—	 (株)阪村機械製作所	遠藤 信幸	33

IV. 会員メーカーの製品紹介

高強度ボルト用鋼

調質型高強度ボルト用鋼KNDS4

パーライト鋼線型高強度ボルト用鋼KNCHS82

..... (株)神戸製鋼所 37

高強度ボルト用鋼..... 新日鐵住金(株) 38

低炭素調質ボルト用鋼..... JFE条鋼(株) 39



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

高強度耐熱ボルト用線材……………	日本精線(株)	40
700℃級A-USCボルト用		
Ni基合金USC141®……………	日立金属(株)	41

“特集”編集後記……………	(株)神戸製鋼所 小椋 大輔	42
---------------	----------------	----

●一人一題：「欧州への思い」……………	(株)メタルワン 逆井 猛	1
---------------------	---------------	---

■業界の動き……………	43
▲特殊鋼統計資料……………	46
★倶楽部だより（平成24年8月21日～10月20日）……………	50
☆社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧……………	51
☆お知らせ……………	52

特集／「ボルト・ねじ材料の動向」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	小椋 大輔	(株)神戸製鋼所	鉄鋼事業部門 線材条鋼商品技術部 次長
委 員	鎌田 芳彦	住友金属工業(株)	棒鋼・線材カンパニー 専任部長
〃	本田 正寿	大同特殊鋼(株)	特殊鋼製品本部 自動車材料 ソリューション部 主任部員
〃	宮川 利宏	日本高周波鋼業(株)	営業本部 条鋼営業部 担当次長
〃	加田 善裕	日立金属(株)	高級金属カンパニー 特殊鋼事業部 技術部長
〃	柴野 芳郎	三菱製鋼(株)	技術管理部
〃	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

「欧州への思い」

(株) メ タ ル ワ ン
執行役員線材特殊鋼・ステンレス本部長

さかさ い
逆 井

たけし
猛

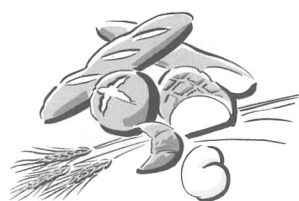


2000年から3年間ドイツに駐在していました。入社以来線材、特殊鋼畑が長く、その経験を活かして是非日欧の特殊鋼ビジネスを拡大できればと張り切って赴任しました。かつて70～80年代欧州向け鉄鋼輸出は花盛りで、特殊鋼、ステンレスも大量に輸出され、各商社共多くの駐在員を派遣していましたが、昨今はほんの一握りになってしまっています。

欧州の自動車産業・部品産業を支えてきた鋼材、とりわけ特殊鋼はその仕様、加工方法の違い等からなかなか欧州以外の鋼材を受け入れる素地がなく、結果拡販出来なかった苦い思いが残っています。最近では中国やアジアに進出している欧州自動車メーカーから現地部品生産が求められ、最も現調化が難しいと言われる特殊鋼でも現地材使用の動きが見られます。こうした需要を是非日本の特殊鋼の技術を武器に補足出来ればと思います。

さて、駐在時代の最大のイベントは何と言っても欧州通貨ユーロの統合でした。1999年からユーロが導入され2002年1月から紙幣、硬貨がすべて新しいEUROとなりました。2002年元旦を休暇先のスペインのマドリッドで迎え、新年とユーロ導入を祝う祭りが夜通し盛大に行われ、EUROの輝かしい未来を皆で祝福していたことを鮮明に覚えています。しかし、一方でそれまでのマルク、フラン、リラ、ペセタなどが一定の比率で交換されEUROという単一通貨になり、果たして経済の強い国と弱い国が為替レートの調整機能を持たずに同じ通貨でやっていけるのかという疑問がありました。関税の撤廃、国境でのイミグレ廃止、単一通貨等自由に行き来が出来非常に便利になった反面、物価や賃金が本当に同じレベルになるのか？そうした疑問、不安が約10年を経て露見してきたのが今日の『欧州危機』と言えるでしょう。

欧州統合の道のりは長く、その流れが加速されたのは第二次大戦後、二度と悲劇を繰り返してはならないという思いからでした。1951年の『欧州石炭鉄鋼共同体 (ECSC)』（これは独仏間の国境地帯にある戦略物資、石炭と鉄鉱石の争奪戦を回避すべく共同管理下に置くというもの）、57年の『欧州経済共同体 (EEC)』、67年の『欧州共同体 (EC)』、92年の『欧州連合 (EU)』、そして99年の『通貨統合』と着実に進められてきました。経済統合（通貨統合もその一環）、財政・金融統合、そして長期目標としての政治統合。今、経済統合から財政統合に向かうステップで生みの苦しみをしていると言えます。違う文化、言語を持つ多くの国が隣りあう欧州で本当に政治統合が出来るのか？多くの否定的見方もあります。しかし、マドリッドで欧州の人達が抱いていた『強い平和な欧州』への思いを、是非知恵を絞り、この危機を乗り越えて達成することを欧州に駐在した一人として切に願っています。



特集 ボルト・ねじ材料の動向

I. 総論

—ねじ産業の最近の動向—

(社)日本ねじ工業協会 専務理事 おお いそ よし かず
大 磯 義 和

◇ ねじの市場動向

1. 国内市場

ねじは、多くの産業で使用されている機械の要素部品で、取り付け、取り外しができる便利でシンプルな締結用部品である。ねじは、時計や携帯電話といった小さな部品の組み立てから住宅やビルといった大きな構造物の組み立てに至るまで、その用途は幅広く、あらゆる産業の基礎的・共通的な製品といえる。したがって、ねじの市場規模は、自動車、機械、建築といった需要家産業の動向に大きく左右されるので、国内産業全体の動向を反映していると見て取れる。

当協会調べによる生産・輸出・輸入の状況は、平成23年（2011）で生産数量273万トン、生産金額8千億円、輸出数量30万トン、輸出金額2千300百億円、輸入数量22万トン、輸入金額640億円となっている。直近10年の生産実績を図1に、輸出実績を図2に、輸入実績を図3にそれぞれ示す。

これらのグラフを見ると分かるように、順調に増加していた生産が2009年に大幅な落ち込みを見せているのは、2008年の米国リーマン社の破綻の連鎖により世界経済が未曾有の不況に見舞われたことを示している。その後回復に向かうと思われた矢先に、東日本大震災が2011年3月11日に起こり、日本経済が停滞したことを表している。今年

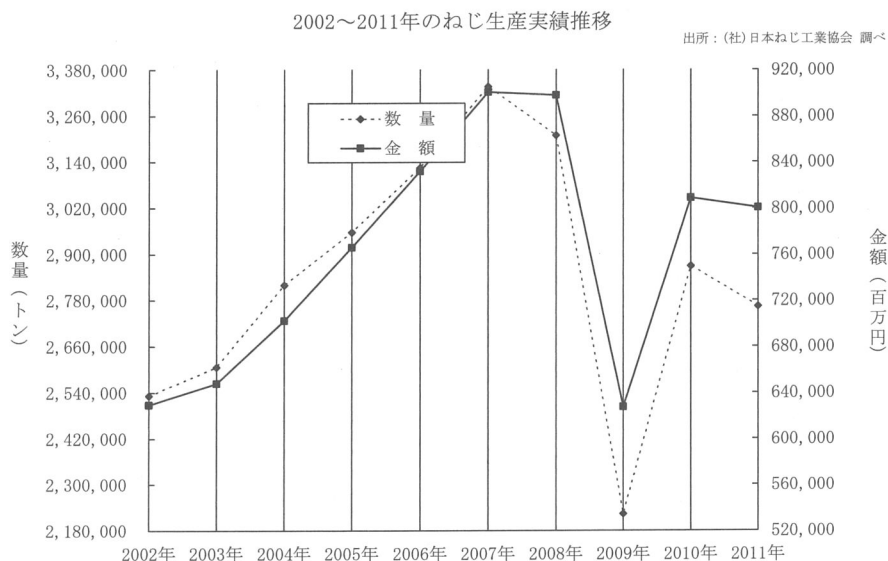


図 1 直近10年の生産推移

2002～2011年の日本のねじ全輸出推移

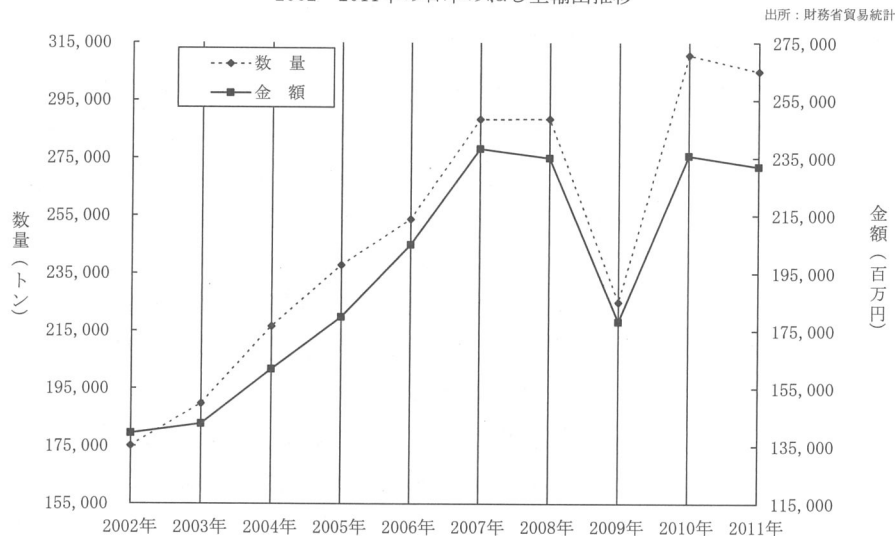


図 2 直近10年の輸出推移

2002～2011年の日本のねじ全輸入推移

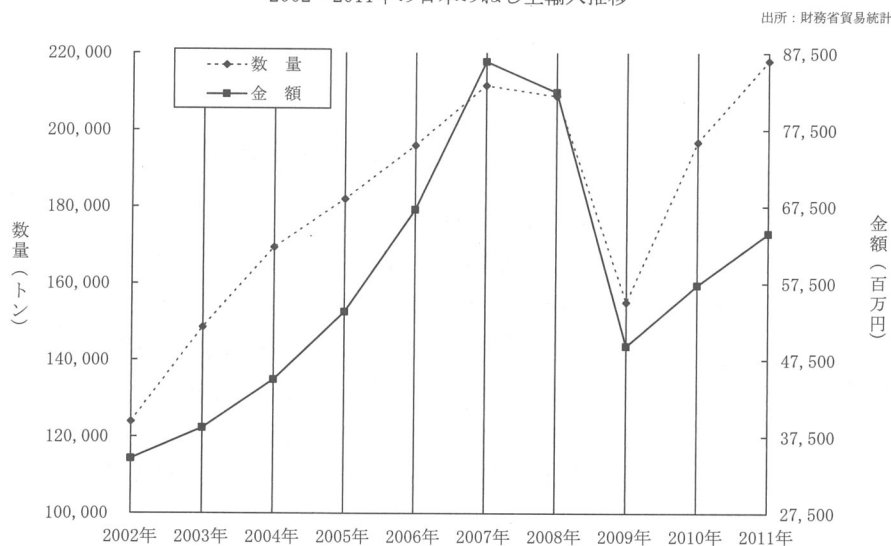


図 3 直近10年の輸入推移

めているのではないかと推測している（世界市場のねじ統計がないので個人的な推計である）。かつて日本が世界一のねじ生産国としての地位を確保していたが、中国のねじ生産の伸びは著しく、2005年あたりから日本を抜いて世界一に躍り出てきた。

参考までに、日本からの輸出先（図4参照）と輸入に占める中国の割合（図5参照）を示す。

◇ ねじ産業の動向

1. ねじの需要家の動き

ねじの需要家は、自動車（全体の6割を占める）に続いて、建築、機械、電機、プラント、鉄道、造船、航空、医療など多岐に亘る。自動車産業の伸張が大きく影響するねじ産業であるからこそ、昨今の自動車生産拠点の海外移転を注視し、需要家の要請に応える形で

2011年 日本のねじ輸出（地域別）（数量）

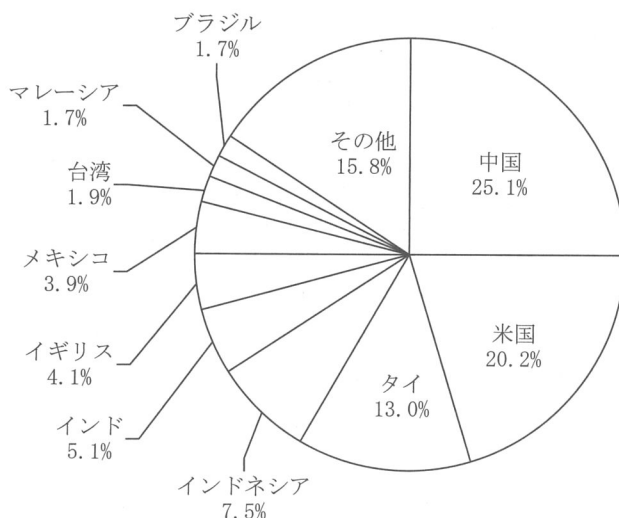


図 4 ねじ輸出の割合

2012年は若干の明るい見通しをもっているが、円高による輸出への影響や、生産拠点の海外移転の加速度合いによっては楽観できない状況が続くと見ている。

2. アジア市場その他

世界経済は欧州の経済危機などの波乱要因もあって停滞する中、中国、インドなどアジアの新興国の堅調な伸びに期待するところが大きい。少し前のねじの世界市場は、アジア、米国、欧州のそれぞれが均等に3割程度を分け合っていたと見られていたが、近年の中国の拡大によりアジア全体における生産量は全世界の半分以上の3兆円は占

2011年 日本のねじ輸入（地域別）
（数量）

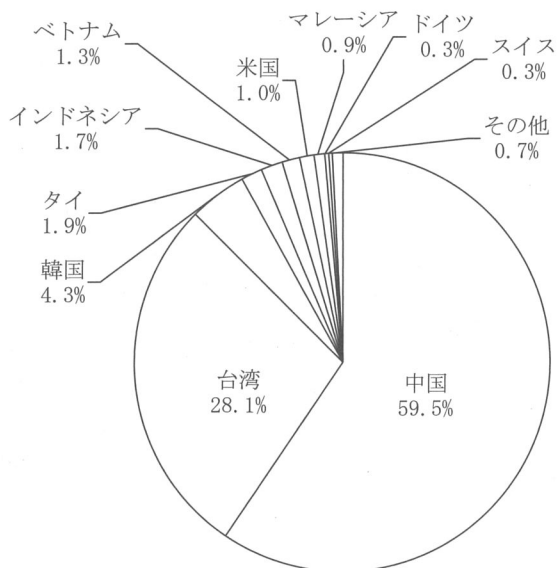


図 5 ねじ輸入の割合

生産工場の海外展開を行っている。海外で生産活動している国は、米国、タイ、中国が多く、それぞれ10社以上が展開しており、最近では、インドネシア、メキシコへの進出も見られる。一方、国内では減少が続いていた住宅着工が伸びに転じたこと、震災復興のインフラ整備の加速など今後の建築・土木関係の進展への期待が寄せられている。いずれにしても、国内産業が依然として厳しい経済環境に置かれているために内需の拡大は楽観視できないことに加えて、コストが安い海外製品を調達する動きが広がることも大いなる懸念材料になっている。

2. ねじ業界の動き

ねじ業界は3,000社の中小企業から成ると言われているが、工業統計によれば、4人以上の従業員がいるねじ製造の事業所数は約1,800となっている。そのうち当協会の会員数は152社で、従業員が100人以上の会社は15社に満たないという中小企業主体の業界である。1社1社の生産規模は大きくないが、ねじ業界全体を集計すると1兆円産業になんなんとする有力産業である。ねじ業界の特徴は、自動車・建設機械など需要家と直接結びついたボルト、ナットのメーカー、住宅・建築向けのボルト、ナット、タッピンねじのメーカー、工作機械向けの穴付きねじ（ソケットスクリュー）のメーカー、電機・電子向けの小ねじメー

カーという具合に得意分野が分かれる専門メーカーの集団といえる。

当協会の重点活動は、ねじの知名度を上げ、ねじ産業の地位向上を目指すプロジェクトの推進であり、具体的には、需要家との双方向の情報交換を進める内外情報の発信強化と、ねじ製造従事者のモチベーションを高める技能士認定、講習会の定期開催、ねじ製造業の職務・職種の適正評価を促す職業能力評価基準の策定とその活用促進などの人材育成である。

国際活動としては、韓国、台湾、中国及び香港と「五地域ねじ協会交流大会」を行っており、各地域が持ち回りで毎年開催し、200名近くが一堂に集まって情報交換と親睦を図っている。最近では、韓国、台湾、中国で個別に開催されるファスナー見本市・展示会が拡大してきており、日本からも各社が独自に出展する傾向が増えている状況である。

◇ ねじの技術動向

1. ねじの種類と用途

ねじの種類は、締結用として多く使われている一般用メートルねじであって、直径とピッチとの組合せによって並目ねじと細目ねじに分けられ、ねじの寸法、精度、強度、材料などの組合せから成るので、数十万～数百万の種類が存在する（写真1参照）。ねじを大まかに言う場合は、ボルト、小ねじ、タッピンねじに代表されるおねじ部品と、ナットに代表されるめねじ部品とに大別できるが、ねじを回す駆動部分の頭部形状の違いに



写真 1 様々なねじの一例

よって十字穴付き、すりわり付き、六角頭、四角頭、六角穴付きなどに分けられ、更に使う場所・用途によってねじの特性・機能が付加されるので、かなり分類が複雑になる。

おねじの強度は、“10.9”という具合に、最初の数字は呼び引張強さを N/mm^2 で表した数字の1/100の値を示し、2番目の数字は呼び下降伏点（又は0.2%耐力）と呼び引張強さとの比の10倍の値を示すので、呼び引張強さが 1000N/mm^2 、呼び0.2%耐力が 900N/mm^2 の機械的性質をもつねじということになる。めねじの強度は、“10”という具合に、ナットと組み合わせて使用することができるボルトの最高の強度区分を示す数字によって表している。ステンレス鋼製の場合は、オーステナイト系、マルテンサイト系、フェライト系の鋼種区分と引張強さで示す強度区分との組合せで、“A2-50”のように示している。これらの表し方は、ISOとJISとは整合しているので国際的に統一された強度表示である。

ねじは工業製品の中で最も標準化が進んでいるので、詳しく見る場合は日本工業規格（JIS）や国際規格（ISO規格）を参照するのがよい。ねじ関係のJISは150件を超え、ISO規格では、ねじ基本のISO/TC1（ねじ）で18件、ねじ部品のISO/TC2（締結用部品）で187件の国際規格を策定している。ねじの山形、基準寸法などのねじ基本は、JIS=ISOの国際整合を確保しているが、六角ボルト、ナット、タッピンねじなどのねじ部品となると、従来から使用しているJISの形状・寸法が我が国の市場で多く使われていることもあり、国際整合が図られていない実態も併せ持っている。

使用材料別の種類としては、炭素鋼、合金鋼、ステンレス鋼などの鋼製と、銅・アルミなどの非鉄金属製に分けられるが、一般的な炭素鋼（SC材、SS材、SWCH材など）、合金鋼（SCr鋼、SCM鋼など）、ステンレス鋼（SUS304、XM7など）だけでもその品種は多い。

2. ねじの技術開発

ねじの付加価値を高める製品開発のうち、代表的な技術開発の幾つかを紹介する。

（1）ねじの高強度化

一本当たりのねじの強度を高めて、使用本数、

太さ、重さなどを減らす高強度化の問題では、呼び引張強さが $1,200\text{N/mm}^2$ で降伏比が90%以上の強度をもつボルトで懸念される遅れ破壊や疲労破壊の防止がある。このため、高強度材料の開発はもとより、高強度ボルトの生産技術の開発が行われている。

（2）ねじの小形・軽量化

締結性能を損なわずに部品のダウンサイジングを図る製品開発も進んでおり、使用材料の変更、ねじの形状変更などに伴う難加工材の成形方法の開発に取り組んでいる。

（3）新材料の利用

航空宇宙や医療分野での使用環境に適した材料開発と、ねじ締結の機能向上では、チタン合金、マグネシウム合金などの新材料を用いたねじの製品開発がある。

（4）締結技術とゆるみ防止

ねじ締結を確実にしてゆるみに起因する事故防止を図る取り組みは、ねじが容易に扱えるために締結機能を軽んじて大事故につながるケースが後を絶たないので手を緩めることができない。容易に使えることと安易に使うこととはまったく別であり、ねじ締結の働きを発揮させるのは適正締め付けにあることを認識すべきである。この締結設計と作業の確実さを高める締結工法の開発はやむことがない。

◇ ねじ用材料の問題と期待

最後に、ねじメーカーが直面している材料メーカーへのお願い事項を記しておく。

ねじ産業にとって大きな問題は、材料の二重価格と材料供給である。二重価格の仕組みを解決し、速やかな材料供給を行ってほしい。最近では、韓国の鉄鋼メーカーから国内より2割以上も安価な材料輸入が増えていると聞いており、材料コストが直に反映される我が国ねじ製品の競争力の低下をもたらしている。加えて小口の材料調達に問題があり、安定供給を阻害しているとも聞いている。是非とも我が国ねじ産業の健全な発展のために、材料メーカーとの意見交換を活発にして現状の課題を共有化し、この問題の改善が図られることを期待している。

Ⅱ．ボルト・ねじの使用例

1．自動車

本田技研工業(株) 四輪品質保証部 たか しま みつ お
高 島 光 男

まえがき

自動車には多くのボルトが使用されており、少なくとも1,000本以上が使用されている。実際には、組立てられた状態で購入する部品のなかにもボルトが含まれておりさらに多くの数となる。

自動車において、ボルト関連で最優先に検討すべき観点としては、グローバル調達、高強度化及び品質向上が挙げられる。グローバル調達は、近年の円高によりますます重要なテーマとなっており待ったなし状態である。ボルトの高強度化はボルト及び部品の軽量化となり、今後HEVまたはEV化になっても永遠のテーマである。近年、自動車の品質向上は重要視されており、このことはボルトにおいても同様である。ボルトの品質検討項目は多々有る中で、今回は最も根が深い問題で、高強度化、廉価材適用でも検討すべき項目である遅れ破壊について述べることにする。

◇ 強度区分と材料

検討すべき3つの観点を理解するために、まずは、ボルトに使用されている材料を表1に示す。6.8は低炭素鋼である。各社標準ボルトとして使用している8.8クラスはボロン鋼が多い。ボロン鋼ボルトが低価格である理由は、ボロン添加による焼入れで、その添加量が微量であり、炭素当量

表 1 ボルト強度区分と素材

強度区分	材料	代表部位
6.8	低炭素鋼	一般部
7T～8.8	炭素鋼・ボロン鋼	一般部
10.9	合金鋼・ボロン鋼	シャーシ
12.9	合金鋼	エンジン
14.9	特殊合金鋼	エンジン
16T	伸線加工共析鋼	コンロッド

を低くすることが可能となり、成形前の球状化焼なましが必要にできることが大きい。10.9は合金鋼とボロン鋼が使用されており、同じボロン鋼でも8.8との違いは遅れ破壊に有害な不純物であるP、Sを低く抑え、また浸りんしないような潤滑剤を使用していることである。12.9は合金鋼であるが、14.9は特殊合金鋼で不純物の低減とバナジウム等の炭化物析出により水素をトラップ、無害化し、耐遅れ破壊性を向上させたものである。量産自動車で使用されている最高強度は16Tであり、材料はピアノ線のような伸線加工共析鋼である。この材料は前述したバナジウム炭化物のように水素のトラップによる無害化能力を有しており、その能力がさらに強固のため16.9という超高強度でも使用可能となっている。

◇ グローバル調達

自動車部品の海外調達は以前から積極的に取り組んできており、「組み立てる地域で調達する」といった現地調達の意味合いが深かったが、最近の円高では、さらに進んで部品の日本への輸入まで考慮しており、ますますのグローバル調達化は急務となっている。

現地調達のターゲットの強度区分としては、まずは、標準ボルトである7T～8.8が多い。この強度区分は、世界的にみても低炭素ボロン鋼が多く、材料を含め調達は可能であるが、その分、日本独自の技術を活かしくく、コスト競争にさらされ易い。10.9は世界的に見るとまだ合金鋼が多く、合金鋼なら素材を含め現地調達は可能となるが、7T～8.8と同様のコスト競争にさらされる。ところが、10.9の低炭素ボロン鋼は日本独自の技術であり、熱処理等のノウハウが必要であるが、素材の日本供給を含めてもコストメリットが出る可能性がある。今後も、このように日本独自の技

術を持つことで、グローバル競争を勝ち抜くように考えるべきである。

◇ 高強度化

ボルトの高強度化による軽量・コンパクトは今後も拡大していくものと考えられる。特にエンジン、トランスミッション、モーター周りのボルトでの軽量・コンパクト化は周辺部品の軽量化や性能向上に及ぼす影響が大きいため多く使用されている。高強度ボルトによる軽量・コンパクト化の事例として16T強度をコンロッドボルトに採用した場合について説明する。

図1は従来技術であればM12であったものを高強度化によりM9にでき、コンロッド自体も軽量・コンパクトになったことを示している。さらに図2にはエンジン全体の軽量・コンパクト化に波及したことを示した。外線で示したレイアウトが従来技術で設計した場合であり、内線が16T強度を適用した場合の設計である。

但し高強度化に伴う課題として剛性低下や遅れ破壊等があるが、遅れ破壊については次の項で述べる

◇ 品質

ボルトの品質問題としては締付け不良、ボルトねじ部打コン傷等の寸法精度不良や熱処理異常等がまれにあるが、最も憂慮すべき品質問題は遅れ破壊である。遅れ破壊は製造してから数年後に起こるものが多く、このことは自動車のように数年間に大量に生産する製品にとって重大な問題となる。遅れ破壊の原因は製造不良と初期設計ミスに

分けられる。製造不良としては表面硬度や内部硬度が高いといった材料、熱処理に関することと、首下やねじ谷底のR部が小さい、またファイバーフローが最適でないといった形状の因子があり、工程管理の強化で防止は可能である。しかし、問題なのは設計ミス、つまり遅れ破壊に対するバラツキを含めた安全率の設定ミスである。金属の破壊には遅れ破壊以外にも疲労破壊、衝撃破壊、延性破壊等があるが、これらを市場で起こさないために強度計算や試験を行い最適な安全率を設定し量産されている。疲労破壊や衝撃破壊が精度よく最適な安全率が設定できる背景には、その破壊モードに関する知見が充分にあることや、試験も長くて数ヶ月以内にできることにある。一方、遅れ破壊はここ十数年前から拡散性水素¹⁾、それによる空孔形成などと少しずつ原理が解明されて拡散性水素をトラップして無害化する技術を取り入れた耐遅れ破壊用鋼が量産されてきているが、市場保証に対する最適な安全率が設定できているとはいえない。

ここで疲労破壊と遅れ破壊の比較を述べる。まず限界値についてであるが、疲労破壊は疲労限界値が存在するが、遅れ破壊は定まった指標がない。“限界拡散性水素量”があるとの報告もあるが、欠陥は水素がなくても残り²⁾、実環境との比較は難しい。また、動的な応力（疲労）での値も異なり、さらにその負荷速度でも異なると考えら

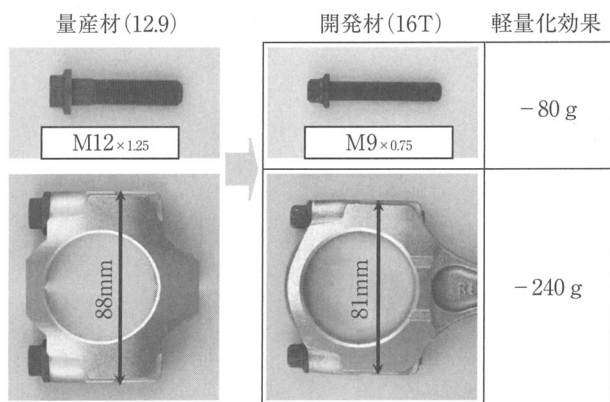


図 1 16Tボルトのコンロッドボルトへの適用

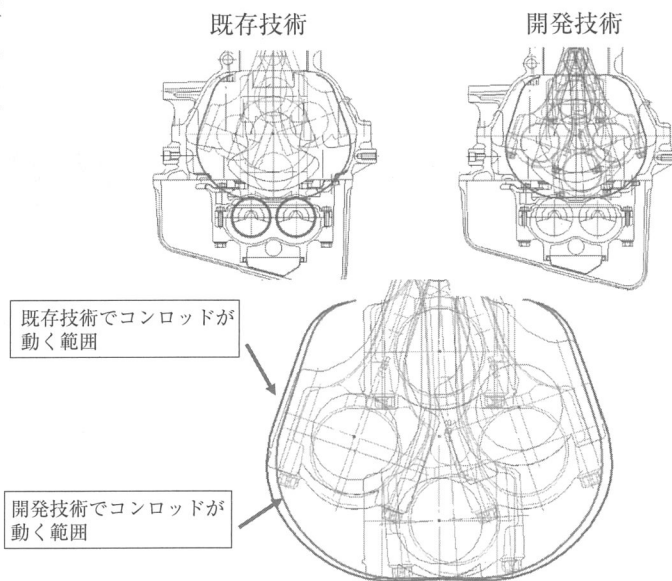


図 2 開発ボルトを適用したエンジン

れ、水素量による安全率比較は困難である。次に温度依存性であるが、疲労は使用環境の大多数を占める $-30\sim 120^{\circ}\text{C}$ では影響ないが、遅れ破壊ではボルト材料そのものは影響ないものの、水素の活性度がその環境で大きく変化し、高温側は活性度が高く不利なのか、あるいは飛散して有利に働くのかわからない。破損確率については疲労の場合はS-N線図から導き出せるが遅れ破壊は何十万本を保証するための試験本数は定かでない。

このように遅れ破壊メカニズムの難しさから現状の評価法としては酸を用いて実環境よりはるかに厳しい雰囲気での定応力による短時間試験となり、結果的に過剰品質の仕様になっている感じである。

しかし、グローバル調達、高強度化による軽量化は今現在取り組むべき課題であるから遅れ破壊の最適な安全率の設定は急がなければならない。従って、今後、材料メーカー等には遅れ破壊のメカニズム解明及び新材料開発には期待している。一方、ユーザーサイドは市場情報の把握に注力す

べきであるとする。市場不具合は起こすべきでないことであるが、起こったものから知見を得ることは、こと遅れ破壊については重要なことである。市場で破損したものが、何十万本量産したうちの1本なのか(破損確率)、何年経って、何万キロ走行したものなのかは貴重な情報である。さらに表面、内部硬度の値、浸りん等のさまざまな因子に対する情報が得られる。遅れ破壊の試験を意図的に何十万本はし難い。ましては自動車の使用環境全てを網羅することはできない。だからこそ市場情報は重要である。

従って、今後の最適な遅れ破壊評価法及び基準値の設定にあたっては理論及び実験室レベルの試験結果と市場情報とを常に比較検討していくべきであるとする。

参 考 文 献

- 1) 山崎真吾、高橋俊彦：鉄と鋼、83、454 (1997)
- 2) 高井健一 他：Acta Mater., 56, 5158 (2008)



2. 建設機械

コマツ 調達本部 おお かわ かず ひで
機械第一調達部 大 川 和 英

まえがき

2008年のリーマンショックからようやく立ち直りつつあった日本の産業界はここに来て欧州金融危機、中国経済発展の鈍化、資源価格の変動といったさらなる試練にさらされている。建設機械業界もこういった影響をまともに受けながらも各社生き残りをかけ、ユーザに少しでも満足のいただける製品を提供し、世界の資源開発、インフラ整備に貢献できるよう努力を続けている。

本稿では建設機械のうち、代表的モデルであるブルドーザと油圧ショベルに使用されているボルトに関して現状の状況を述べたい。

◇ ブルドーザと油圧ショベルのボルトの現状と動向

1. ボルトの強度区分

JISの強度区分は3.6から12.9まで10種類に分類されているが、ブルドーザと油圧ショベルでは約99%が10.9（引張強さ 1,000N/mm²）と12.9（引張強さ 1,200N/mm²）であり、ごく一部が9.8以下である。図1、図2はそれぞれブルドーザ（65トン

クラス）、油圧ショベル（20トンクラス）の使用ボルトの割合（本数ベース）を強度区分別に示したものである。この使用割合は少なくとも筆者が知る上でここ十数年以上ほとんど変化がない。この変化のなさ、不整地でかつ風雨にさらされる現場での稼動という建設機械特有の重負荷で悪環境下に対応するため相対的に高強度ボルトによる高軸力締結が必要であることと、一方では12.9を超える超高強度ボルトがまだまだ割高でかつ耐遅れ破壊性に対する十分な信頼性に欠けていることではないかと思われる。

2. ボルトのサイズと形状

ボルトのサイズは特別なものを除き、ねじの呼びM4～M36の15種類に分類され、さらにその大部分はM10～M20である。呼び長さは12～95でトータルのボルトの種類はブルドーザで約250種類、油圧ショベルで約130種類にのぼる。

形状は大部分が六角ボルトであり、他には六角穴付ボルト、フランジ付ボルト、アイボルトなどで特に変わったものは無い。フランジ付ボルトの一種としてセムスボルト（ワッシャーが組み込まれたボルト）が導入されたことにより、従来ではボ

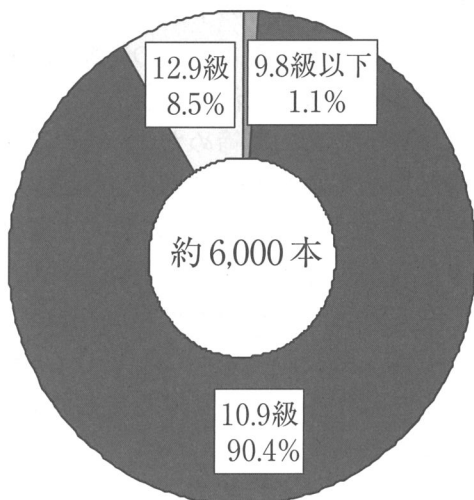


図 1 ブルドーザの強度別使用率

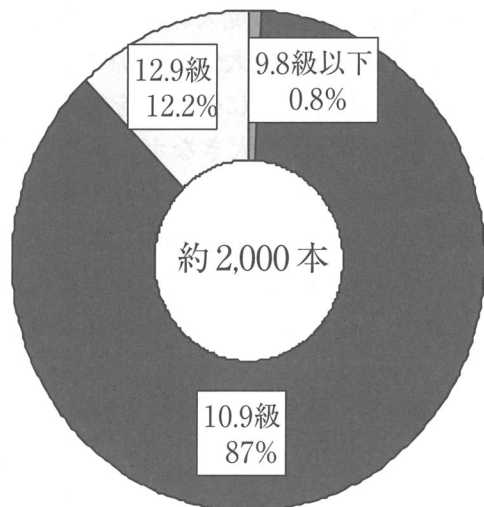


図 2 油圧ショベルの強度別使用率

ルトと対になるワッシャーはおのおの別管理されていたが、両者が一品番で管理可能となり管理品番の低減とワッシャーの小径化、組み忘れの不具合防止がなされた。ただ、セムスボルトはまだM14以下と細径のみに適用されているので、ゆくゆくは適用拡大が期待されている。

3. ボルトの材質、熱処理

ボルトの材質についてJISでは具体的な規定が無く（炭素鋼についての炭素量の上下限規定はある）、特に高強度ボルトによく使用される低合金鋼についてはB、Mn、Crなどが参考の添加元素として記載されているだけである。即ち機械的性質さえ満足できるならば材質（添加元素）は何を使用してもいいわけであり、建設機械用ボルトもメーカーによって異なるようである。

弊社では表1に示すように、以前より強度区分10.9に対しては呼び径サイズに応じてS45CおよびS35BCHを使用し、12.9に対してはS35BCHおよびSCMB427を使用している。ここでS35BCHとSCMB427はいずれもJISには規定されていない弊社独自の鋼種であり、S35BCHはS35CにBを添加して焼入性を向上させ、かつ合金元素を低減させたものであり、SCMB427は同様にSCM427相当材にBを添加してかつ合金元素を低減させたものである。他にSCM435も若干使用されているが、焼戻し軟化抵抗性がS35BCHよりも高く高温焼き戻しが可能なので遅れ破壊防止用として使用されていたが、現在ではもっぱらエンジン周りなどの高温環境下にさらされる部位で使用されている。

強度区分10.9以上のすべてのボルトは必要な機械的性質を付加するため焼入れ焼戻し処理を施される。通常の処理は連続大気加熱炉で加熱されたボルトを油焼入れ後直ちに焼戻しを施すが、強度区分12.9でかつ呼び径の大きなボルトなどは加熱時間も相対的に長くなるため、ねじ山やねじ底に異常な脱炭が生じないように雰囲気加熱を施すものがある。この場合脱炭をおそれるあまり逆に浸炭してしまうことがないよう特に注意がなされて

いる。

4. ボルトの表面処理

ボルトは防錆、焼きつき防止など用途に応じて表面処理が施されている。

ボルト防錆のため亜鉛メッキが施されるが、過去において使用されていた六価クロム系のメッキは人体への悪影響が判明した時点で完全に廃止され、現在はすべて無害な三価クロム系となっている。また防錆効果を強化するためにJISで規定された以上のメッキ厚さを施したボルトも製造されている。

◇ 品質向上の取り組み

品質面で見た場合、ボルトに起因する主な不具合はやはりボルトゆるみと遅れ破壊ということになる。このふたつの不具合モードは見方によれば背反事象ととらえることができる。ゆるみには座面のへたりなどに起因する非回転ゆるみもあるが問題になるのはやはり主として軸力不足にともなう回転ゆるみであり、これの防止のため、より高強度なボルトを用いて高軸力で締結することが指向され、JISの強度区分を越えた超高強度ボルト（引張強さ 1,300N/mm²以上）の開発が試みられ、弊社でも一部の特殊な用途でこういったボルトが採用されている。一般に高強度になるほど遅れ破壊の危険性が高まるが、弊社の管理基準に合致した素材メーカーやボルト製造メーカーに対して製造条件を厳しく管理することにより市場での遅れ破壊事故はほとんど生じていない。

強度区分12.9のボルトが使用されるシューボルト（無限軌道である履帯のトラックシューとトラックリンクを締結するボルト）の締結は回転角度締結法による塑性域締結法を採用している。この締結法は予備トルクにて締めた後、決められた角度分の増し締めを施すものである。一枚のトラックシューを締結するのに4本のボルトを用いるが、4本同時に全自動のナットランナーにて締結される。さらに増し締め角度の見直しや、ナットランナーを油圧駆動から電動に変更して締め付け精度の向上をはかるなど、より安定した軸力の確保を進めている。

トラックシューは走行装置として直接土岩に接して激しく摩耗する消耗部品のため、ブルドーザ

表 1 強度区分別ボルト材質

強度区分	10.9	12.9
材質	S45C S35BCH	S35BCH SCMB427

や油圧ショベル本体が一生を終えるまでに数度のオーバーホールや交換が必要となる。その際シューボルトをはずす必要が生じるがシューと同様にボルトの頭部も摩耗するためレンチがかからなくなることがある。特にブルドーザの場合は走行頻度が多いためこの傾向が顕著である。これを防ぐためブルドーザの頭部は高周波焼入れによって硬化させている。また超大型ブルドーザでは頭部の高さを従来よりも5mm程度高くし摩耗しを多くする改善がなされている。

◇ 今後の動向

建設機械に使用されるボルトは前述したようにここ十数年間目に見えるかたちでの変化は少ない。一方、ボルトに取って代わる締結方法（たとえば簡便な溶接、接着など）もこの業界ではほとんど採用されていない。これはボルト締結法の高い信頼性ととともに一度締結した部品を比較的容易にはずすことができる（すなわち部品交換やメンテナンス性に優れる）という重要な特性によるものであろう。従ってボルトそのものを減らしたりなくしていこうという試みよりも、ボルトの機能向上やコストパフォーマンス改善に着目した試みが今後とも進められていくと思われる。

ボルトは緩みにくく、かつはずしやすくという一見背反する機能を向上するため、錆びたり焼きついたりしないようにねじ精度の向上、塗装や表面処理技術、さらには締結法の改善など既に長年にわたって取り組んできた活動を地道に進める必要がある。

ボルトの原価構成をみると材料費が大きく寄与し、加工費、熱処理費等が続く。

そのため、より優れたコストパフォーマンスを追及して材料の歩留まりを向上するためボルト頭部成形の密閉鍛造化やねじ転造化が小径ボルトに對しはかられており、さらに大径ボルトにも拡大

が期待される。材料そのものに関しては、建設機械で用いられるような比較的呼び径が太く、高強度のボルトは従来から耐遅れ破壊特性と焼入性がネックとなり改善のさまたげとなっていた。

焼入性に関しては高価な合金元素を比較的安価で効果が大きいBに置き換える改善は既に実施されており、今後は低焼入性鋼でも十分に焼きをいれうる冷却能に優れた熱処理技術や非調質高強度ボルトの開発などが期待される。一方、耐遅れ破壊特性については既に鉄鋼メーカによって超高強度ボルトが開発され、技術的には使用可能であるがコスト的にはまだ高価といわざるを得ない。むしろ強度区分12.9程度の汎用ボルトのカテゴリーで、合金元素を低減していくことに伴う焼戻し温度の低下によって遅れ破壊の危険性が増加する可能性もあるため、さらなる信頼性向上に向けた技術開発を期待したいところである。

近年あらゆる素材、製品がアジアを中心とした途上国から調達される動きが進んでいる。弊社では海外現地法人のうち北米、欧州といった先進国では進出当時から現地製のボルトを採用しているが、途上国にはいまだ日本から輸出している場合が多く途上国からの調達は考えていない。これは一口に言ってまだ信頼性が十分得られていないためである。ただ日本から現地に進出したり、進出を検討している日系ボルトメーカもあるため、現状の円高がまだまだ続くようでは現地調達、日本への逆輸入も視野に入れる必要がある。

こういったグローバル調達を進めるためには極端に特殊な材料や製造方法によらないことも今後の動向として考慮が必要であろう。

むすび

現状の建設機械のボルト概要について述べてまいりましたが、本稿がこの分野にかかわっておられる方々の少しでも御参考になれば幸いです。

3. 建築・橋梁

(株)神鋼ボルト 常務取締役 よし の しんいちろう 吉 野 信一郎

まえがき

建設・橋梁向けに使用されるボルトの中で代表的なものとしては、高力ボルトが挙げられる。主として建物や橋の構造物部材に使われる鉄骨の摩擦接合用として使用されている。この高力ボルトについて近年の動向も含めて以下に記述する。

◇ 使用量と使用例

鋼構造物の接合方法としては、以前はリベット接合が一般的に使用されていたが、より合理的な摩擦接合が米国で開発された。日本でもこの摩擦接合が導入されていくに従って高力ボルトの使用が急速に一般化していった。当初は六角頭のハイテンションボルトを使用していたが、現場での施工がより簡易なトルシア形高力ボルトがその主流となった。

高力ボルトとして求められている機能は、構造物の強度を確保することによる安全性の担保である。具体的には導入軸力を管理することが重要であり、軸力の変動を少なくするために高力ボルトの規格はセット品での規格となっている。また実際の施工条件も考慮して、0℃から60℃までの温度範囲で性能が発揮できるように軸力が規定されている。規格による規定だけではなく施工前の軸力の検査や、納入前の立会い検査などによる、実際の軸力の確認検査も頻繁に行われている。また実際の接合部の強度を保証するためにすべり試験によって事前に確認するケースも多い。このように日本では摩擦接合の構造物の安全確保は非常に念入りに行われている。

需要に関しては、近年の生産量を表1に示すが、日本国内の建設需要は国内建設投資額の落ち込みが示すようにピーク時からほぼ半減しており、鉄骨需要も同じく大きく低迷している。このあおりを受けて高力ボルトの需要も大きく減少しているのが実体である。

表 1 高力ボルトの生産量推移 (1,000 t)

平成19年	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年
126	129	103	92	92

◇ 高力ボルトの種類

高力ボルトにはその形状により、高力六角ボルト(写真1)とトルシア形高力ボルト(写真2)の2種類がある。前者はJIS B 1186として、後者は日本構造協会規格JSS II 09と日本道路協会規格化されている。トルシア形高力ボルトはJIS規格ではないため、建設向けに使用するためには大臣認定の取得が必要である。また、めっき品と

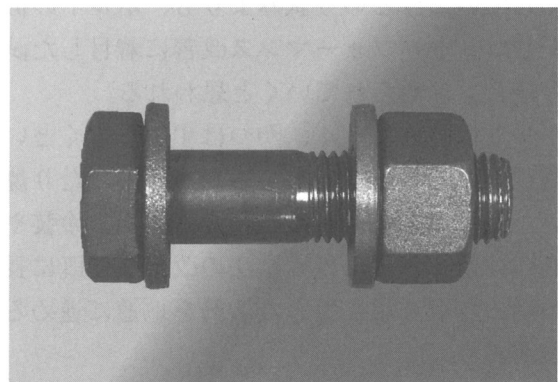


写真 1 高力六角ボルト

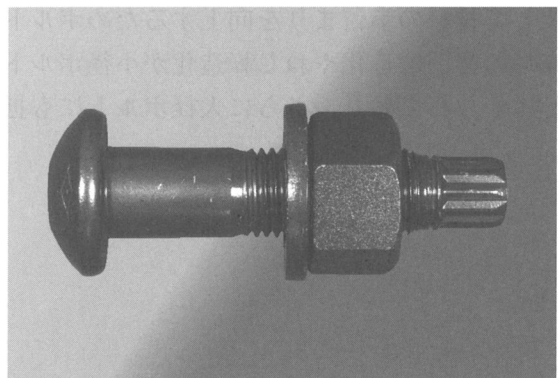


写真 2 トルシア形高力ボルト

して溶融亜鉛めっき高力ボルトがあり、メーカー各社が大臣認定を取得している。上記に説明したように高力ボルトでは導入軸力を厳しく管理しており、トルシア形高力ボルトでは嵌合部などの摩擦を管理して締付けトルクと軸力の関係を安定化させている。高力六角ボルトや溶融亜鉛めっき高力ボルトではトルク係数値が規格化されている。

1. サイズ

高力ボルトのサイズとしては、JIS B 1186ではM12からM30まで規格化されている。M30より太い径のボルトについてはメーカーがそれぞれ大臣認定を取得して製造している。風力発電機のタワー用などにも大臣認定されたM48のボルトなどが使用されている。

2. 強度

強度区分としては、過去には11T以上のボルトも流通していたが遅れ破壊が発生したことにより現在では10Tが主流となっている。溶融亜鉛めっきについては、その処理に酸洗工程が含まれ水素の侵入が懸念されることからその強度は8Tが主流となっている。近年、課題であった遅れ破壊の問題をボルトの材料や形状などにより解決した超高強度高力ボルト（14T）が開発され、最近では使用量が徐々に伸びてきている。また、構造物については破断時に高い伸び能力が求められることから、高力ボルトについても10Tで14%以上という伸び規格となっている。

3. 材料

上述の高力ボルトの規格は強度規格であり、材料の指定はないが、通常はそのサイズに応じた焼き入れ性を有し、かつ冷間加工性能が高い低炭素ボロン鋼が使用されることが多く、焼入れ工程は水焼入れが主流である。これ以外に、使用上要求される特性に応じて異なる材料が使われており、下記のようなものがある。

- ・**耐候性高力ボルト**：橋梁向けに防錆のための塗装を省略することを目的として、鋼材に発生する特殊な錆自体で鋼材を保護する機能を持つ材料としてCu、Cr、Niが添加された耐候性材料があり、耐候性材料で製造された構造物部材を締結するために耐候性高力ボルトがある。

海に近い場所では、塩害のため通常の耐候

性材料は使用できないため、Niを添加して塩素の侵入を抑制する能力を高めたNi系耐候性材料が開発されており、この材料を使用した高力ボルトも製造されている。

- ・**超高強度高力ボルト**：上述のように14Tの強度を有する超高強度高力ボルトが開発されているが、材料面では結晶粒度の微細化による高い靱延性や微細炭化物析出による水素の拡散抑制などの機能を備えた材料が使用されている。
- ・**ステンレス鋼高力ボルト**：ステンレスの部材を締結するボルトとして、析出硬化系のSUS630を用いたステンレス鋼高力ボルトがある。

4. 表面処理

表面処理としては、溶融亜鉛めっきが最も一般的な処理であるが、溶融亜鉛めっき高力ボルトはJIS B 1186の規格には該当せず、各社が大臣認定を取得している。厳しい環境で使用されることを想定しHDZ55という厚めっきが施される。溶融亜鉛めっき高力ボルトの強度は上記のように通常F8Tである。超高強度高力ボルトの材料を使用してF12Tの強度を持つものも一部では実用化されている。溶融亜鉛めっき高力ボルトの締付けはナット回転法により塑性域で締付けが行われる。実際の工事現場で施工する作業者には、溶融亜鉛めっき高力ボルト接合施工技術者の資格の取得が要求されている。

溶融亜鉛めっき以外の表面処理としては、本州四国連絡橋に使用された防錆処理高力ボルトがある。塩水噴霧で100時間以上をクリアーするような一時的な防錆の機能を有し、現場で締付けられた後、上塗りされるまでの期間の発錆を防止し、上塗り前のケレン作業を省略することが目的である。橋梁で使用されることが多いが、最近ではスカイツリーの建設にも採用されている。

また最近では橋梁のメンテナンス省略の流れを受けて、長期間の防錆を維持できるAl-Mg溶射などの特殊な表面処理を施されたボルトも実用化されつつある。また建築向けとしては塩害対策としてAL-Zn溶融めっき高力ボルトが開発され、大臣認定品として使用され始めている。このような新しい表面処理については、これからも多種多様の

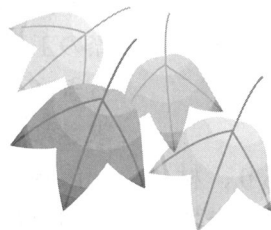
コーティングが施されるものと思われるが、締付け後の軸力を安定させるための締付け方法を確立することがキーとなると考えられる。

5. 施工性の改善

施工性を改善することを目的とした特殊な高力ボルトも一部では使用されている。狭い工事現場でも、片側からだけで締付けが可能なワンサイドボルトや、橋梁の床板を締結する時に、下部の足場が省略できるような片面施工高力ボルトも使用されている。

むすび

高力ボルトは地震国の日本においては建築物や橋梁の構造を支える非常に重要な部品であり、設計通りの強度が保証されるよう軸力が極めて厳しく管理されている。海外の同様な規格品と比較して、日本の高力ボルトが遥かに高い信頼性を有することは明白である。このような高品質のボルトをもっと普及させるべく、新製品の開発や新しい製造技術の開発にこれからも取り組んでいきたい。



4. 家電・OA機器

日 東 精 工 (株) は ま の し ん い ち
ファスナー事業部 濱 野 真 一

まえがき

2011年3月の東日本大震災によってもたらされたりスクマネージメント意識の高揚と、近年の急激な円高の進行とにより、日本国内のものづくりが急速に海外にシフトしている。

家電・OA機器分野においては、それ以前から海外への生産シフトが進んでいたが、東日本大震災や円高は、それに拍車をかけるものとなった。現在では、家電・OA機器は、そのほとんどが海外で生産される状況となっている。このような状況ではあるが、高性能化・高品質化が進んだ家電・OA機器には、高機能・高付加価値のねじが求められるケースがまだまだ多く、我々日本のねじメーカーでなければ対応できない繊細なニーズも存在している。

本稿では、そうした家電・OA機器における高機能・高付加価値のねじの使用例を紹介することで、グローバルな市場において日本のねじメーカーが進むべき方向性を示唆したい。

◇ 近年の動向と使用例

1. テレビ

家電業界で求められるねじを考えたときに、近年、もっとも激しい変化にさらされたのはテレビに使用されているねじであろう。

テレビはアナログ方式からデジタル方式に変化し、かつ液晶・プラズマなどの技術の発達により薄型化が加速した。これに伴い、それまでのブラウン管テレビの時代にはなかった要求が生まれてきた。

薄型テレビの内部を構成する部品は大きく分けて、画面と基板およびシャーシである。当初の薄型テレビのシャーシには、アルミニウム合金が多く使用された。薄型テレビの長所である大型ディスプレイは総重量が重く、強度と軽量化を両立させる必要があったためである。

このアルミシャーシに基板を載せるのだが、基板の放熱性を高めるために、基板とシャーシの間にアルミボスを介在させ、必要最小限の隙間が確保される。

当初は切削によるアルミボスを使用されたが、薄型テレビの生産量増加にともない、ボスの圧造化の要求が出始めた。このアルミボスに求められる機能は、アルミシャーシに圧入が可能で、かつ圧入後にねじを締めるときに外れて空転しないことである。

圧造・転造技術で安定的に量産でき、前記機能を満足する形状や熱処理を試行錯誤した結果、開発されたアルミボスが「インナーフィット」である。

また、コスト削減のため、ねじの締結時にアルミボスにめねじを成形していくセルフタップ方式を採用した。このセルフタップ方式において問題になるのが、めねじ成形時に発生する切粉である。この切粉が画面や基板上に落ちると、各種動作不良や導通不良を引き起こす。また、アルミニウム合金へのセルフタップにおいては、めねじ成形時の摩擦熱による焼き付きも問題となる。

これらの問題を解決する手段として、アルミニウム合金へのセルフタップ性能を高めた「アルミタイト」を使用し、セルフタップ時の焼き付きを防止した。また、アルミタイトの先端に「CPグリップ」と呼ぶ“切粉吸着剤”を塗布することで切粉の脱落・飛散を防止した。

このように、インナーフィットにアルミタイト+CPグリップを組み合わせて使用することで、薄型テレビの生産性向上と品質の安定化に貢献することができた(写真1参照)。

薄型テレビの最大の特徴である“薄型化”により、その他の部位に用いられるねじにおいても今までになかった問題が現れた。今までテレビの内部に隠れていたねじが、表面に露出するようになったのである。薄型テレビは熱を発生しやすく、

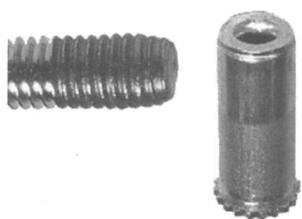


写真1 インナーフィットとアルミタイト
+CPグリップ

この熱がねじをも高温にする。ねじが露出していると、高温になったねじの頭部に触れてやけどをする可能性が高まる。

これを解決するために、写真2に示すように、従来の鉄製のねじ頭部に樹脂をインサート成形した「防熱ねじ」を開発した。これにより、従来と同じ使い勝手でありながら、やけどをする可能性を著しく低減することに成功した。

2. 携帯電話

携帯電話は、ここ10年ほどの間に急速に普及し、一時、市場が飽和状態になるかとも思われた。しかし、近時、スマートフォンの登場によって新たな市場の広がりを見せており、変化と競争の激しい製品分野となっている。

日本人が携帯電話に求める機能は多彩であると言われており、日本市場に出回る携帯電話には、基本的な電話・メール機能に加え、テレビ、クレジット、インターネットといったソフト的な機能や、防水、薄型軽量といったハード的な機能を備えたものが多い。

携帯電話に使用されるねじに求められるのは、ハード的な機能、すなわち薄型軽量、防水機能を下支えする性能である。

携帯電話の薄型軽量化にともない、携帯電話の構成要素に薄手の樹脂材が多用されるようになると、ねじには、こうした薄い樹脂材へのねじ込みによっても十分な締結強度を確保できることが求められるようになる。この要求を満たすために開発したのが、PSタイトⅡである。このPSタイトⅡは、樹脂専用短嵌合用ねじであり、薄手の樹脂材の締結においても、十分な締結強度を実現する。

防水型の携帯電話においては、ねじ締結箇所での防水が非常に重要になる。しかし、ねじ締結箇所での防水機能をねじ単品で実現することは難しいことから、現在の防水型の携帯電話では、防水箇所

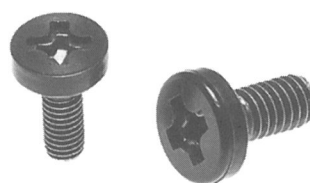


写真2 防熱ねじ

所での防水機能をねじ単品で実現することは難しいことから、現在の防水型の携帯電話では、防水箇所

3. デジタルカメラ

日本が世界に誇れる製品の一つにカメラがある。主流がデジタルカメラとなった現在、カメラ製品に求められるものは、高級感とコンパクト性に2極化している。

カメラの高級感とは、“Made in Japan”の質感を保つことである。特に一眼レフカメラにおいては、質感に対するユーザーのこだわりが強く、一眼レフカメラ特有の漆黒の外観を保つために、カメラ表面に露出するねじの頭部にも塗装が施される。しかし、ねじには被締結物にねじ込まれるという使命がある。この使命を果たそうとすると、塗装されたねじにつきまとうのが、頭部の十字穴付近の塗装剥がれの問題である。ねじ込み時、ドライバビットとの接触により、十字穴縁部分の塗装が剥がれてしまうのである。この問題を解決するべく開発したのが、塗装剥がれ低減駆動部「ペイントクロス」である(写真3参照)。このペイントクロスは、その耐塗装剥がれ性能がユーザーに認められ、現在では、一眼レフカメラに大量に使用されている。

一方、コンパクトカメラには、コンパクト性が求められる。頭高さ0.2mmのラミクス頭部と、携帯電話でも用いられているPSタイトⅡにより、被締結物の薄型化に対応して省スペース化を

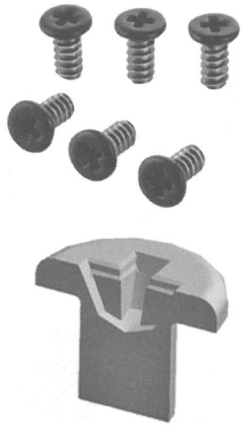


写真 3 ペイントクロスとその断面

現。頭高さを薄くしたことにより十字穴の容積が小さくなり、ねじ込み作業性が低下することに対しては、高強度駆動穴タフクロスを開発して対応した。

カメラ製品においては、カメラを構成するシャーシ材料も変化してきている。コンパクト化のためにシャーシの板厚を薄くする傾向にあり、これによる強度低下を補うために、シャーシ材料としてステンレス材が選ばれるケースが増えている。ステンレス材は、ねじ締結からするとセルフタッ

プが難しい材料であり、ねじ締め前のタップ加工がコスト高の要因になっている。そこで、当社ではねじ材料や熱処理工程を工夫し、ねじ自体の強度を高めたパワータイトを開発した。これにより、ステンレス材に対するセルフタップ性能を確保し、コンパクト化に対応・貢献している。

◇ 今後の展望

上記の家電・OA機器は、日本が世界に誇れる製品ばかりであるが、現在国内でのものづくりとして残っているものは一部だけである。日本国内には海外生産後に輸入されるものがほとんどであり、海外においては現地生産・現地消費となっている。日本企業の製品については日本国内で設計し、海外で生産する形態が未だ残っているため、ユーザーの要望は日本国内でも聞くことができる。しかし、今後、海外での設計が多くなっていくことは明白である。そのとき我々は何処にいて、何処でものづくりを行うべきなのか。製品組み立ての要素部品であるねじを製造するメーカーとして、ユーザーに安心して使ってもらえる製品を、世界中の何処ででも安定して製造・供給できるようにすることが我々の使命だと考える。



5. 航空・宇宙用途

メイラ(株) 航機事業部 まつもと たけみ
松本健巳

まえがき

航空機産業において使用されるボルトは、自動車や建築といった他産業とは大きく異なり、非常に特殊である。「人を乗せて空を飛ぶ」という使用目的上、機体における安全面への信頼性は非常に高いものが要求され、新しい試みよりも確かな技術が優先されている。要素部品として様々な部分・用途で重要な役割を果たすボルトに対する品質要求は当然ながら厳しい。その要求故に、使用される材料の多様性・特殊性と厳格な品質管理体制の2点において他産業にはない特色がある。

本稿では、航空機ボルトの製造における特徴と、使用される代表的な材料、また宇宙産業への展開について述べる。

◇ 航空機ボルトの製造における特徴

我が国における現在の航空機産業は、戦後の復興期より海外航空機のライセンス生産が中心であったため、現在に至ってもその特色を色濃く残している。その代表的な例として、ねじサイズはインチサイズを使用している事にも現れている。また、AN (AIRFORCE NAVY AERONAUTICAL STANDARD) やMS (MILITARY STANDARD) といったアメリカ規格の標準ボルトが現在も大量に使用されている。

航空機ボルトの製造における大きな特色は海外で定められたSpecification (以下スペックと略) による厳格な製造・品質管理体系にある。Procurement Specification (調達スペック) としてMIL (MILITARY SPECIFICATION) やNAS (NATIONAL AEROSPACE SPECIFICATION) といった公共スペック以外に各機体・エンジンメーカーが独自に定める顧客スペックにより、各材料に適した製造方法や試験評価方法が細かに規定されている。特に品質管理上、重要な熱処理、表面処理や非破壊検査等の特殊工程についてはスペックにより装置



参考写真 航空機用ボルト

仕様や作業方法が厳密に規定されるとともに、各顧客や国際審査機関 (Nadcap) による工程認定が必須であり、認定取得後に処理が可能になる。

材料についても同様にAMS (AEROSPACE MATERIAL SPECIFICATION) やMIL等の材料スペックにより規定されている。その内容は化学成分や製造方法はもちろんのこと、材料の特徴に合わせた熱処理後の機械特性等 (引張強度、硬度、高温強度、クリープ強度等) が規定されており、顧客スペックによっては製造業者まで指定されている。如何に優れた材料が開発されても、長期間に及ぶ実験・検証が繰り返された後、これらスペックによる認定を取得しなければ使用することは出来ない。特にボルトの役割上、高い信頼性が重要視されるために十分な実績が必要とされる。これらスペックにより保証された信頼性のある材料から、必要とされる性能を鑑みて使用材料が選択されている。

以上のように、航空機で使用されるボルトはスペックによる厳密な管理のため、一般産業用のボルトと比較すると製造上の自由度は少なく、変化は小さい。それ故にボルトにおける新技術・新製品は、材料の進化によるところが大きいといえる。

◇ ボルト材料について

1. 低合金鋼

Ni-Cr-Mo鋼等の低合金鋼は古くから機体用として高い強度が必要とされる部位に多用されてきた。代表的なものとしては8740鋼や4340鋼があげられる。これらは引張強度が125ksi (862MPa) から180ksi (1,241MPa) までの広い強度範囲において、あらゆる部位にて様々な用途で使用されてきた。更に機体軽量化のニーズに対し、材料、熱処理技術の発展に伴い高強度化は進み、4330M、H-11や300Mといった220ksi (1,517MPa) から260ksi (1,793MPa) で使用される超高強度ボルトも作られている。ただし、水素脆化の危険性からピンの様な剪断用途での使用が多い。

これら低合金鋼製ボルトには腐食防止を目的とした表面処理が必要とされ、その耐食性の高さによりカドミウムめっきが最も多く採用されている。ボルトの強度水準が高くなるにつれ水素脆化が問題となるが、強度レベルに合わせ一般的な電気カドミウムめっきから硼弗化カドミウムめっきや低水素脆性カドミウムめっき、更に高強度レベルのボルトに対して真空蒸着カドミウムめっきやカドミウム-チタン合金めっきを実施している。また、電食防止の効果も見込めるアルミコーティング処理も実績がある。

2. 耐食及び耐熱鋼

耐食性が要求されるボルトとしては300系、400系のステンレス鋼が若干使われている他に、析出硬化型ステンレス鋼が多く使用されている。析出硬化型ステンレスとしては17-4PH (SUS630)、15-5PHや、より強度や靱性の要求が高い部位にはPH13-8Moが用いられている。

また、優れた耐熱性を兼ね備えたオーステナイト系耐熱鋼のA286 (SUH660) は、非常に広い範囲で採用されている。A286は溶体化温度の違いにより130ksi (896MPa) と140ksi (965MPa) の2水準が得られ、高温強度を重視する場合は130ksiが選択される。また、素材または製品の加工時に冷間加工を与え、適切な時効処理を施すことで、加工硬化による強度アップが可能である。この特性から160ksi (1,103MPa)、200ksi (1,379MPa) と高い強度レベルの素材が伸線加工によって次第に

得られるようになり、強度要求に合わせた使い分けがされている。強度アップに対する水素脆化の危険性が少なく、鉄基合金であることから材料コストも抑えられる為に、今後も高強度レベルでの採用は増加する傾向にある。

その他にはCo基超合金のMP35Nが挙げられる。常温強度で260ksiを有し、疲労強度、靱性も高く、優れた耐食性を備えていることから、少量ではあるが過酷な部位にて適用されている。

3. 超耐熱合金

航空機エンジンではその高温環境故に多くの超耐熱合金が使用されている。ボルトに使用される超耐熱合金はNi基超合金が中心で、WaspaloyやInconel718等が多用されており、特にInconel718の占める割合は高い。

Inconel718は溶体化・時効により185ksi (1,276MPa) の強度レベルで一般的には使用されている。この材料も先に述べたA286と同様に、オーステナイト系であり、冷間加工と時効処理により強度アップが可能であることから、近年220ksi用に伸線加工された素材を使用したボルトの採用が進んでいる。また、これまで高温強度を活かしたエンジンでの適用が中心だったが、高強度ボルトとして機体用での使用が増加している。

この他に特徴的なものとしてCo基超合金のMP159があげられる。先に紹介したMP35Nの耐熱特性を改善したもので、常温強度は260ksiを有し、疲労強度、靱性も高く、優れた高温リラクゼーション性能を持っていることから、過酷なエンジン部に適用されている。このMP159も伸線加工による加工硬化が利用されている。これらCo含有量の多いMP159やWaspaloy等の材料は優れた性能をもつが、材料コストが非常に高く、加工性が悪いなどの問題がある。

4. チタン合金

チタン合金は、比強度が高く、耐食性や耐熱性も良好なために機体からエンジンまで使用用途は広い。材料コストが高く、加工性が悪いにも拘わらず、運動性能を重視する軍用機や燃費の改善が求められる民間機における軽量化のニーズに対し、これまで着実に適用が拡大されてきた。特に近年は機体への複合材料の適用が急速に進んでおり、電食防止に優れた性能を有することから、更

にその適用率は増している。

ボルトに適用されるチタン合金は α - β 合金のTi-6Al-4Vが大部分を占めており、溶体化・時効により160ksiの強度で使用される場合が圧倒的に多い。

その他の実用材として、Ti-6Al-4Vに比べ強度が若干高いTi-6Al-6V-2Snや国内開発材で熱間加工性に優れるSP-700などの α - β 合金が挙げられるが適用例は少ない。ただし、機体メーカーからは更なる機体軽量化の要望からTi-6Al-4Vを上回る高強度のチタン合金ボルトが強く求められている。成形性や疲労強度との両立が難しく、現在の所、有力な材料の目処は立っていない。

◇ 宇宙産業への展開

航空機用ボルトを製造するボルトメーカーは、その安定した品質、技術力、高い信頼性が評価され、宇宙産業においても多くの製品を供給している。宇宙産業で使用されるボルトには、航空機産業の様なスペックによる規定が本来は必要とされないが、その実績に対する信頼性から航空機スペックが要求されることが多い。形状は用途によりバラエティに富んでおり、航空機用標準ボルトの使用は少ないが、材料に関しては航空機スペックによるものが大部分である。

国内の宇宙産業の代表としてH-II A、H-II Bロケットが挙げられる。連続打上成功により信頼性の上でも世界の主要ロケットと肩を並べつつある。打上げ能力の増強が進む中、軽量化のニーズは高くフェアリングの分離ボルトなど多くのチタ

ン合金ボルトが採用されている。また、LE-7Aロケットエンジンでは、高温下に晒されるためInconel718やWaspaloyといった航空機でも実績のある超耐熱合金が数多く使われている。

他の宇宙産業では、最近「いとかわ」で注目を浴びた人工衛星が挙げられる。人工衛星は製作から打ち上げまでの期間と、衛星軌道到達後の二つの異なる環境にさらされる。衛星軌道上では真空、無重力であることから大きな外力もかからない。しかし打ち上げまでの大気圏内では耐食性が必要とされ、また衛星自体がコンパクトで軽量であることも要求されることから、比強度の高いTi-6Al-4Vが多く使用されている。他に衛星は精密電子機器を多数搭載しているため、非磁性金属であるオーステナイト系ステンレスやA286の使用も多い。

むすび

今後の航空機産業は民間小型機を中心とした大きな成長が見込まれている。燃費とコストが重視される新機種の立ち上がりは増し、新しい技術が採用される機会は増えていくだろう。ボルトでは軽量化のために、水素脆性に強い高強度耐食鋼やチタン合金の高強度化が期待されている。しかし塑性加工を中心とするボルト製造において、素材の高強度化がボルトの性能アップには必ずしもつながらない。そのために、材料メーカーとボルトメーカーが密接に協力して開発を進め、実績を積み上げていくことが必要と考える。

Ⅲ. ボルト・ねじができるまで

1. 材料

(1) 構造用鋼・合金鋼

(株)神戸製鋼所 鉄鋼事業部門 いな だ あつし
技術開発センター 線材条鋼開発室 稲 田 淳

まえがき

ボルト・ねじは自動車、土木・建築、産業機械など、あらゆる産業分野に用いられる部品であり、使用環境、使用目的などに応じてその形状、強度レベル、製造工程などは多種多様であるが、これらの大半が炭素鋼あるいは合金鋼の線材や棒鋼を素材としていることは周知の通りである。これは、こうした素材が各々のボルト・ねじに必要な強度や靱性などの特性を十分に保証しつつ、一方で、製造時の加工性にも優れ、大量生産に適していることが大きな要因と考えられる。JISにおいては「炭素鋼および合金鋼製締結用部品」なるカテゴリにおいて、使用すべき鋼材や熱処理について一定の規定が設けられている。

また、近年関心が高まっている環境問題や、グローバルな競争激化の中でのコストダウン志向を背景として、新たなボルト素材に対するニーズも生まれてきている。例えば自動車の燃費改善のために、エンジン用などのボルトの小型化が進められており、そのためにボルト強度を高められる高強度素材が求められている。また、焼鈍や調質などの熱処理の省略を可能にしてCO₂排出の抑制や製造コストの低減に貢献する素材や、高価な合金元素を添加しなくとも高い強度レベルを実現できる省合金鋼に対するニーズも高まっている。本稿では、まず一般的なボルトに使用される鋼材の概要を述べるとともに、近年の新しい鋼材の開発動向について紹介する。

◇ 一般的なボルト用鋼材

部材を安定に締結、固定することがボルトの役

目であり、そのためにまず注目されるべき特性は機械的性質である。JISにおいては鋼製ボルトの機械的性質は、『炭素鋼及び合金鋼製締結用部品 機械的性質 (JIS B 1051)』に規格化されている。

表1にボルトの使用素材例と製造工程例を強度区分別に示す¹⁾。強度区分4.8～6.8のボルトでは低炭素鋼(約0.25mass%C以下)ベースの冷間圧造用線材(JIS SWRCH)が主に用いられている。この強度クラスにおいては、所定の強度を得るのに焼入れ焼戻し(調質)は必要なく、伸線加工により適切な強度に調整された鋼線を冷間圧造することでボルトが製造されている。このクラスのボルトに関しては、もともと製造工程が簡素であることもあり、新しい鋼材や工程改善などの技術課題は顕著にはみられない。

強度区分8.8～9.8のボルトでは中炭素鋼系(0.40 mass%C程度)のSWRCH線材が使用されている。このクラスのボルトは、圧造後に調質処理を行うことで強度を調整、確保する。素材強度が比較的高く、冷間圧造の負荷が大きくなるため、圧造前に球状化焼鈍等の軟化処理が行われることが多いが、この軟化処理を省略可能とする、低炭素鋼ベースにボロンが添加された冷間圧造用線材も用いられている。更に、軟化処理、調質処理の両方を省略できる非調質ボルト用線材(後述)の使用も増加してきている。

強度区分10.9のボルトでは、クロム鋼、クロムモリブデン鋼などの低合金強靱鋼が主となり、調質処理によって強度が調整される。近年では、素材の低廉化とボルト製造工程の簡略化を目的に、高価なクロムやモリブデンに替えて微量ボロンを添加したボロン鋼(JIS SWRCHBなど)を使用するこ

表 1 ボルトの製造工程例と使用素材例

JIS 強度区分	最小引張強さ N/mm ²	製造工程例	使用素材例
4.8	420	R→Dr→CH	SWRCH8A
5.8	520	R→Dr→CH	SWRCH18A
6.8	600	R→Dr→CH	SWRCH22A
8.8	800 (d≤16) 830 (d>16)	R→As→Dr→CH→H	SWRCH40K/48K
		R→Dr→CH→H	SWRCHB323
		R→Dr→CH	非調質線材
9.8	900	R→As→Dr→CH→H	SWRCH40K/48K
		R→A→Dr→As→Dr→CH→H	SCr440、SCM435
		R→Dr→CH→H	SWRCHB323、423
		R→Dr→CH	非調質線材
10.9	1,040	R→A→Dr→As→Dr→CH→H	SCr440、SCM435
		R→Dr→CH→H	SWRCHB423、526
		R→(A)→Dr→CH→H	新ボロン鋼
12.9	1,220	R→A→Dr→As→Dr→CH→H	SCM435
		R→As→Dr→As→Dr→CH→H	SCM440
12.9超	1,300以上	R→As→Dr→As→Dr→CH→H	高強度ボルト用鋼

RR：圧延、A：焼なまし、As：球状化焼なまし、H：焼入れ焼戻し、Dr：伸線、CH：圧造

とも多くなっている。

強度区分12.9のボルトでは、クロムモリブデン鋼が主に使用され調質処理が行われる。この強度クラスでは、遅れ破壊発生の危険を回避するため、浸りんに対する規制が盛り込まれている（JIS B 1051）。ボルト圧造時の加工性を高めるため鋼線に処理されるりん酸亜鉛皮膜が、調質時に浸りんを引き起こすため、調質前にりん酸亜鉛被膜を除去したり、りんを含まない石灰被膜を使用している。

さらに、石灰被膜よりも潤滑性に優れた新しい非りん皮膜剤の開発も行われている。

強度区分12.9を超えるボルトでは、通常の鋼材では遅れ破壊を起こすリスクがさらに高くなる。

そこで各社独自の化学成分設計や加工工程による、耐遅れ破壊性を改善した高強度ボルト用鋼材が種々提案されている。

遅れ破壊についてはその評価・判定の方法や基準にも依然課題が多く残されていることもあって、TSが1,300MPaを超えるような高強度鋼の使用はまだ限定的ではあるが、近年は採用例も増加しつつある。

◇ 高強度ボルト用鋼と省工程・省合金鋼

1. 高強度ボルト用鋼

上述の通り、強度区分12.9を超える高強度ボルトにおいては、耐遅れ破壊性の確保が課題となる。遅れ破壊は、鋼中に存在する、あるいは環境より侵入する水素による水素脆化現象であり、特に結晶粒界の結合力が弱められ破壊が引き起こされることが知られている。これに対し、各鋼材メーカーは、主に以下のような手段で耐遅れ破壊性の改善を図っている。

1) 不純物元素の低減

不純物P、Sを極力減らすと共に、P、Sの粒界偏析を促すMnを減らすことにより、結晶粒界の強化を図る。

2) 結晶粒の微細化

Ti、Nb、Vなどの添加により結晶粒を微細化し、粒界強化を図るとともに鋼材の靱延性を向上させる。

3) 微細炭窒化物の析出

析出硬化型の元素Mo、V、Tiなどを添加し、高温焼戻し処理を行うことにより、微細な炭窒化

物を析出させる。それらの化合物が、拡散性水素をトラップし、有害な水素を低減する^{2) 3)}。

4) パーライト組織の活用

パーライト組織を有する高炭素鋼を伸線後、冷間圧造する。粒界割れが抑制されるとともに、組織界面が水素トラップに有効にはたらき、引張強さ1,600MPa程度の高強度域でも遅れ破壊が抑制される例が報告されている^{4) 5)}。

2. 非調質ボルト用線材

上述のように、強度区分8.8以上の高強度ボルトは、通常、調質処理によって所定の強度を得るが、非調質ボルト用線材は強度区分4.8～6.8のボルトのように、冷間圧造のみで所定の強度を得られるよう設計された素材であり、調質のみならず圧造前の軟化熱処理も省略できる（図1）ことからコストダウンに大きく寄与する。更に、調質時に発生する焼入歪を除去するための矯正を行っている長尺ボルトなどにおいては、その矯正工程の省略も実現できる。しかし、非調質線材は従来の冷間圧造用線材に比べ圧造時の素材強度が高いた

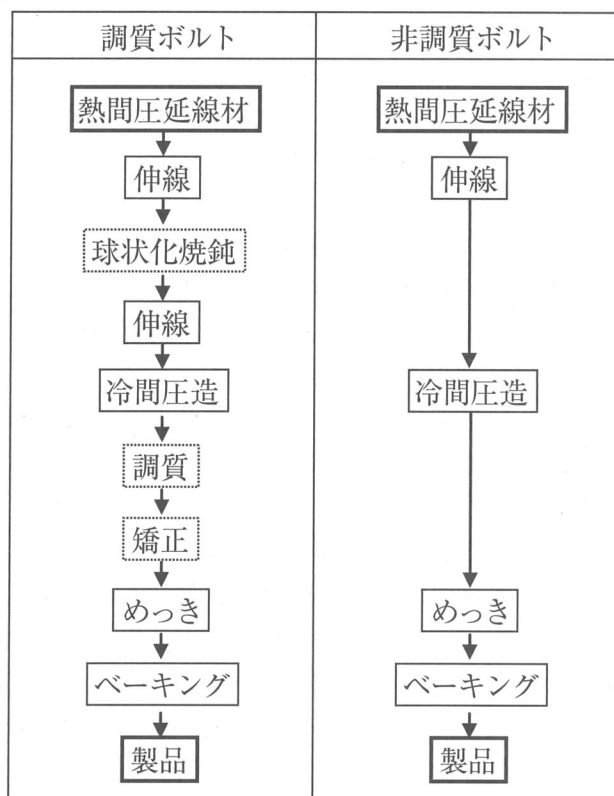


図 1 調質ボルトと非調質ボルトの製造工程例

鋼 種	記号	化学成分 (mass%)								
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ti	B
開発鋼	○	0.25	0.08	1.07	0.009	0.006	0.27	-	添加 (増量)	添加
SCM435	△	0.35	0.24	0.79	0.015	0.022	1.03	0.16	-	-
一般ボロン鋼	□	0.26	0.20	1.04	0.017	0.010	0.16	-	添加	添加

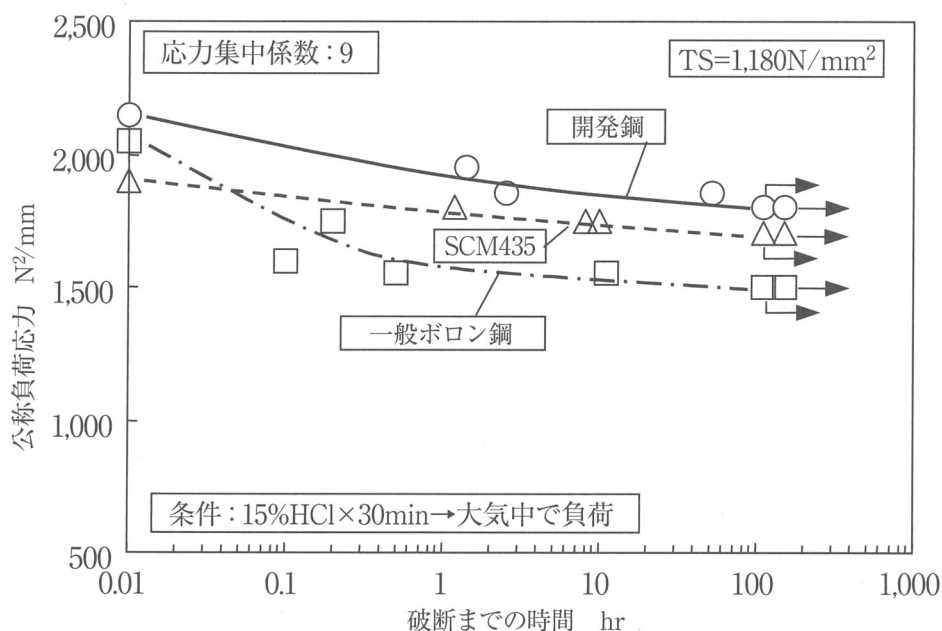


図 2 開発ボロン鋼の遅れ破壊特性

め、複雑形状の部品では割れが発生したり、工具寿命が大幅に劣化するなどの問題があった。そこで特に工具寿命改善を図った新しい非調質線材⁶⁾について、その品質概要を紹介する。

1) 冷間圧造性

適切な加工条件にて伸線された鋼線においては、伸線加工前の圧延材より圧造時の変形抵抗が減少する現象が知られており、当非調質線材の圧造性改善に利用されている。更に、Siや固溶Nを低減し、加工硬化や動的歪み時効による強度上昇を抑制することで、圧造時の変形抵抗を低減する工夫もされている。

2) 線材の強度ばらつき

非調質線材では、圧延後の線材強度が最終製品の強度に直接影響を及ぼすので、圧延後の線材の強度ばらつきを抑える必要がある。これに対しては、化学成分管理の狭幅化に加え、熱間圧延時の冷却制御によって、強度ばらつきを抑制している。

3. 10.9級ボルト用ボロン鋼

これまで強度区分10.9のボルトは遅れ破壊の問題から、ボロン鋼がなかなか普及しなかった。しかし現在では遅れ破壊性を改善し、かつ大幅な工程省略が可能な10.9クラスのボルト用ボロン鋼が開発され、実用化されている¹⁾。その新ボロン鋼の各種特性について以下に紹介する。

1) 冷間圧造性

SCM435に対し、C、Si、Cr、Moなどの添加量を抑制することにより優れた冷間圧造性が得ら

れ、軟化工程の省略・簡略化が可能である。

2) 耐遅れ破壊性

従来のボロン鋼では、ボルト焼入れ時にオーステナイト結晶粒が粗大化し、耐遅れ破壊性を低下させる原因となっていた。当鋼材では、鋼中に微細なTi化合物を析出させることで、焼入れ時の結晶粒粗大化を防止するとともに、C、P、S低減、Ti添加の効果により耐遅れ破壊性改善を図る。図2に示すように従来のボロン鋼およびSCM435にくらべ、耐遅れ破壊性が優れている。

むすび

本稿では、ボルト・ねじの機械的性質やその製造工程設計に与える影響の観点から、素材の役割について論じた。小さな不具合でも大きな事故につながりかねない重要部品であるだけに、適切な鋼種の選択はもちろんであるが、高い品質レベルを安定に維持することが重要であり、我が国において長年蓄積されてきた高度なものの作り力がその支えとなっていることを申し添えておきたい。

参考文献

- 1) 阿南ら：R&D神戸製鋼所技報、Vol.48、No1 (1998)、p.38.
- 2) 並村：R&D神戸製鋼所技報、Vol.46、No2 (1996)、p.79.
- 3) 久保田ら：新日鐵技報、Vol.381、(2004) p.57.
- 4) 並村ら：R&D神戸製鋼所技報、Vol.54、No3 (2004)、p.16.
- 5) Lee et al：Journal of Materials Processing Technology, 210 (2010), p.1870.
- 6) 鹿磯ら：R&D神戸製鋼所技報、Vol.52、No3 (2002)、p.52.

(2) ステンレス鋼・耐熱鋼

大同特殊鋼(株) いしかわ こういち
研究開発本部 特殊鋼研究所 石川 浩一

まえがき

ステンレス鋼・耐熱鋼のボルトやネジは耐食性や耐熱性を要求される部材の締結に使用され、多様な環境下に曝されるため、要求特性に応じた各種材料が開発されている。近年は地球環境対策の技術開発やメンテナンスフリー化などの観点から、これら締結部材へのステンレス鋼の適用が急速に拡大している。これら締結部材は線材から頭部を冷間圧造、ネジ部は転造にて製造されるものが大部分であり、強度、耐食性以外にも素材として高い冷間加工性が求められる。また一方では、合金元素の高騰を受け、ニッケルを含有するオーステナイト系ステンレス鋼から省ニッケルであるフェライト系ステンレス鋼の需要が一部増大している。

◇ 最近の動向

ネジ用のステンレス鋼としては加工硬化の小さいフェライト系ステンレス鋼 (SUS430) や、圧造性が良好で焼入硬化性のある13Cr系マルテンサイト系ステンレス鋼 (SUS410)、加工硬化の小さ

い高Ni系あるいは高Cu系のオーステナイト系ステンレス鋼 (SUS305、SUSXM7) などが主に使用される。図1に強度と耐食性で定性的に位置づけたイメージ図を示し、代表成分を表1に示す。これらステンレス鋼は、使用環境毎に使い分けられる。

1. マルテンサイト系ステンレス鋼

湿潤試験で評価するレベルのオフィスや家庭などの環境であれば、高硬度が得られるSUS410などのマルテンサイト系ステンレス鋼が適用できる。更に硬度が必要な場合は、N、Moを添加し、耐食性を向上させたYUS550¹⁾などの鋼種が開発されており、SUS304並みの耐食性を有するとともに、熱処理によりヴィッカーズ硬さ550Hv程度の硬さが得られることからセルフタッピングネジ、高強度釘などに使用されている。

2. フェライト系ステンレス鋼

室内環境でも高い信頼性が必要な場合にはSUS430に代表されるフェライト系ステンレス鋼が使用され、他の用途としては適度な成形性と耐食性を有するため、自動車等のネジにも使用される。しかし、SUS430はオーステナイト系ステン

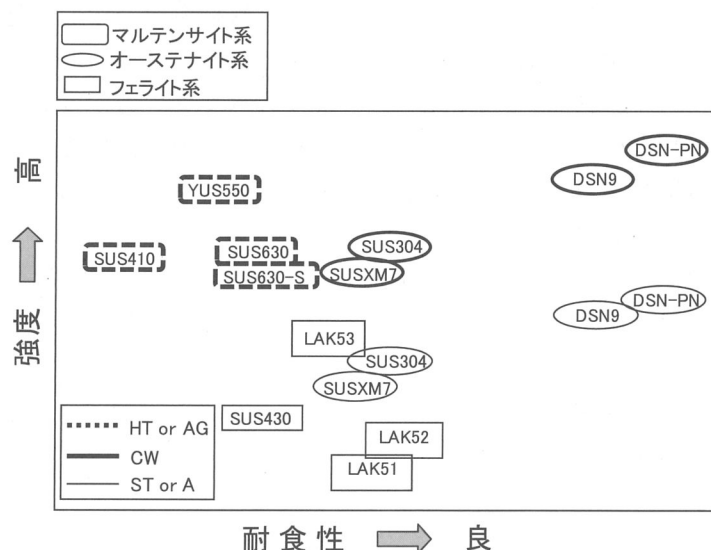


図 1 ボルト・ネジ用ステンレス鋼の特性位置付け

表 1 ボルト・ネジ用ステンレス鋼の主成分 (wt%)

鋼種名	C	Ni	Cr	Mo	N	その他
SUS410	0.1	0.1	13			
YUS550	0.15	2	13	2	0.1	
SUS630-S	0.01	4.5	16			3Cu
SUSXM7	0.01	9.5	18		0.02	3Cu
DSN9	0.03	10	23	2	0.5	6Mn
DSN-PN	0.02		21	2.4	0.8	10Mn
LAK51	0.01		19			Nb
LAK52	0.01		20	1		Nb
LAK53	0.08		19			1.5Mn

レス鋼に比べて強度が不足し、耐食性が劣るため、耐食性の改善を図った鋼種が開発されている。LAK51²⁾、LAK52³⁾はいずれも低C、N化により変形抵抗を低減し、かつ安定化元素であるNbの添加や高Mo、Cr化により耐食性を向上させており、SUSXM7と同等の耐食性を有し、高い冷間加工性を確保している。アンカーボルトや自動車外装用小ネジなどに使用されている。一方で、フェライト+マルテンサイトの2相組織により強度を改善し、SUSXM7に近い耐食性を有したLAK53が開発されており、ネジなどへの適用が検討されている。フェライト系ステンレス鋼は、ニッケルなどの合金元素の影響を受けないことから適用の拡大が進むと考えられる。

3. オーステナイト系ステンレス鋼

最もネジ用として一般的なオーステナイト系ステンレス鋼は、耐食性や成形性によりSUS304、SUS316やSUSXM7が使い分けられる。冷間圧造用のSUSXM7では、CとN含有量を極力減らすことにより変形抵抗を低下させ、金型寿命などを長寿命化することで加工コスト低減を図っている。またCu添加、Ni増量により低加工硬化性、変形抵抗減を狙った鋼種なども開発されている。最近、海水環境で長時間に耐える超高窒素のオーステナイト系ステンレス鋼DSN9⁴⁾やDSN-PNが開発されており、その耐食性はスーパーステンレス鋼と同等で、冷間加工により高強度が得られ、ボルトやネジに適用されることを期待したい。

4. 析出硬化系ステンレス鋼

室内環境でも高い信頼性、そしてより強度が必

要な場合には、析出硬化系ステンレス鋼であるSUS630が使用される。固溶化処理後ピーク時効すれば、1,000MPa以上の引張強さが、韌性がなく更には遅れ破壊を含め応力腐食感受性が強いので、通常は過時効状態で使用される。建築構造用に10T高力ボルトとして適用が進められていたものの、熱間鍛造での製造のため高コストであることから、冷間鍛造用の鋼種SUS630-Sが開発された。本鋼種は固溶化熱処理後の状態では冷間加工性が高く、時効後の強度、耐食性はSUS630と同等である。

5. 耐熱鋼

SUS410などのマルテンサイト系耐熱鋼は、変態点の関係で500~600℃までの使用が限界である。それ以上になると、SUS310などのオーステナイト系耐熱鋼かSUH660などが使用される。SUH660は自動車のエンジン周りのエキゾーストマニホールドや、ターボチャージャの固定用耐熱ボルトとして使用されてきた。SUH660についても低廉化が検討され、Ni含有量を低減させたDHN660LやASL116が開発され、実用化されている。一方で、フェライト系ステンレス鋼との熱膨張差による締め付け力の低下と使用温度の上昇に対応するため、DHN660HやHRA261Sが開発され、使用されている。

まとめ

世界的な需要の増加により今後もステンレス鋼・耐熱鋼のボルトやネジは建築、土木、自動車産業、機械産業を中心に適用が拡大していくものと思われる。ステンレス鋼・耐熱鋼は使用環境により大きく使い方が変わるので、使用環境の的確な把握と事前の評価を必要とし、使用前には専門家に相談すべきである。

参考文献

- 1) 高野光司、榊原瑞夫、村田亘、松井孝至、吉村公一：新日鉄技報、361 (1996)、43
- 2) 電気製鋼、61 (1990)、152
- 3) 飯久保知人：特殊鋼、40 (1991)、No.2、16
- 4) 古賀猛、清水哲也、野田俊治：電気製鋼、73 (2002)、127

2. 線材二次加工

(株)オーアンドケー おく かず た
取 締 役 社 長 奥 一 太

まえがき

ボルト、ナットおよびねじは自動車、建設機械、建築・橋梁、家電・OA機器、航空・医療、一般機械など幅広い分野で使用されている締結部品であり、産業全般を支える重要部品である。それに使われる材料は、鉄鋼メーカーにおいて熱間圧延線材として製造されるが、そのままの状態ではねじ部品の冷間圧造メーカーでは使用することができない。線材二次加工メーカーにおいて、熱処理・脱スケール・皮膜潤滑・伸線などの加工を施すことによってはじめて使用可能な材料に生まれ変わることになり、これを冷間圧造用ワイヤー（あるいは線）と呼ぶ。線材二次加工の品質やサービスやコストは、ねじ部品メーカーの品質、コスト、納期などに直接に大きな影響を与えることになるので、その重要性はますます増加している。

◇ 一般的なワイヤー製品

冷間圧造用ワイヤー製品の鋼種は、(表1)にあるようにJIS G 3507-2 (炭素鋼)、G 3508-2 (ボロン鋼)、G 3509-2 (合金鋼)で規定されている合計79種類が基準となっている。このJIS鋼種に対して、切削性、焼き入れ性、鍛造工具寿命、シャー切断割れ、鍛造割れの感受性などのねじ製造メーカーからの様々な改善要望に適合すべく化学成分の微調整が実施されてきたことにより、100を超える鋼種が流通している。これに二次加工の工程の種類 (JISではD、DA1、DA2、DA3)、表面皮

膜の種類、コイルの単重の種類、さらには百分の1mm単位で指定されるワイヤー径の寸法の種類を合わせると、膨大な数の種類のワイヤー製品が使われている。

◇ 製造工程

冷間圧造用ワイヤーの製造工程は、大きく分けて熱処理、脱スケール・皮膜潤滑、伸線の3分野から構成されており、これを組み合わせることによって、需要家である冷間圧造メーカーからの様々な要求に応えるようにしている。JISにおいては、D工程 (かた引き、1回伸線)、DA1工程 (焼鈍後1回伸線)、DA2工程 (焼鈍を挟んで2回の伸線)、DA3工程 (焼鈍⇒伸線⇒焼鈍⇒伸線) の4種類だけが規定されているが、実際には脱スケールや皮膜潤滑方法の違いを含めてもっと複雑で種類の多い製造工程になっている。

熱処理においては、冷間圧造時の材料の加工割れを防止するために鋼中の硬い炭化物を丸くする球状化熱処理が特徴的であるが、伸線に適した鋼の組織を得るために低温焼鈍も行われている。

材料の表面には通常、鉄が酸化されてできたスケール (酸化鉄) が付着しているので、伸線の前にこれを除去する必要がある。一般には硫酸や塩酸などの酸の中にコイルを丸ごと浸漬してスケールだけを溶かしてしまう酸洗い設備が使用されるが、2回実施される伸線の内1回目の伸線の場合にはコイルを直線にほどいた状態でショット玉を衝突させる機械的な脱スケール設備も使われてい

表 1 JISの冷間圧造用ワイヤーの鋼種名称と数

	炭素鋼 (G3507-2)			ボロン鋼 (G3508-2)	合金鋼 (G3509-2)
	リムド相等鋼	アルミキルド鋼	キルド鋼		
鋼種の数	6	11	21	12	29
鋼種の名称	SWCH6R ⇨ SWCH17R	SWCH6A ⇨ SWCH25A	SWCH10K ⇨ SWCH50K	SWCHB223 ⇨ SWCHB734	SMn420WCH ⇨ SNCM616WCH

る。

スケールを除去されたワイヤーの表面には、その後の冷間加工である伸線や冷間圧造に適した表面潤滑剤を付着させる。燐酸亜鉛の上にステアリン酸ナトリウムを反応させた皮膜および石灰石鹼皮膜が一般的であるが、他にこの中間の特性を持たすために燐酸亜鉛の上に石灰石鹼を付着させる場合もある。

伸線工程ではタングステン・カーバイドを使った超硬チップのダイス穴を通して材料を引き伸ばすことによって、ワイヤー径の寸法公差を改善し表面を滑らかにするとともに、次の工程である冷間圧造メーカーが使いやすい材料強さを作りこんでいく。

◇ 技術動向

1. 線材二次加工業界に見られる近年の動向にはまず、グローバル化の荒波がある。これには需要家がどんどん海外に進出するにつれて線材二次加工メーカー自身も海外に生産拠点を置いて文化、言語、民族の異なる環境でもの作りをすることが必要になってきたことだけではなく、海外のワイヤーメーカーが為替や低コストを武器にして日本の市場に入り込んできたことによりしくみの異なる海外メーカーとの競争が日本で起こってきたことの両方がある。これにともなって線材の遠距離輸送による表面すりきずの防止、海外への技術移転の効率化、核心技術の社外漏洩の防止などの技術課題が新たに発生してきた。

2. コストダウンの主要テーマとして取り上げられたきたものに、ボロン鋼化と非調質鋼化がある。ボロン鋼化に関しては大きな量的な拡大が見られた後、安定した使用が継続しているが非調質鋼化に関してはこれから適用品目が増えていくと期待されている。非調質鋼は鉄鋼メーカーにおいて適正な化学成分の設計と狭巾管理、および制御圧延を組み合わせる上に、ワイヤーメーカーでは最終製品の強度が保証できるような伸線加工率を施すという1品1様の作り込みによって始めて実現しているワイヤーである。通常のワイヤーに比較して強度を高くしてあるので、冷間圧造においては金型工具寿命が短くならないように特別な配慮が必要であるが、成形後の焼き入れ焼き戻しが不

要になるというコスト上の大きなメリットがあるので今後も増加していくと思われる。

3. 冷間圧造用ワイヤーの量の拡大は、従来切削加工や熱間鍛造加工によって使われていた直棒が、冷間圧造技術の発展によってコイル化されてきたことによるところが大きい。この動向は比較的小さな径から始まったが次第に大きな径にまで拡大してきており、現在では50mm近辺の径のワイヤーも採用され始めている。これにともなって太い径のワイヤーを伸線する伸線機が開発されて実用化されているが、ワイヤー端末の処理や先付けには太径特有の困難さも表面化している。

◇ 課題

1. 自動車の燃費向上を目的とする軽量化に向かって、ボルトやねじ部品においても高強度化の大きな流れが起こってきたが、これに対して技術的な障害になっているのが遅れ破壊である。遅れ破壊に抵抗力を持つ鋼材のさらなる開発が望まれるとともに、線材二次加工分野に対しては無リン皮膜の改善が期待されている。現在でも無リン皮膜はワイヤーメーカーの開発努力により実用化され使われているが、燐酸亜鉛皮膜に比較すると、皮膜の耐熱強度、潤滑効果、耐サビ性の点において劣っており、今後の改善が必要とされている。

2. 冷間圧造用ワイヤーの特徴のひとつとして、コイル単重やワイヤー径の違いなどを含めた種類が非常に多いことは先に述べた。種類が多いということはひとつひとつのロットが小さいことを意味しておりワイヤーの生産性の向上の阻害要因となっているのに加えて、冷間圧造メーカーをも含めた材料在庫の量の削減活動の足かせにもなっている。一度、増加してしまった品種の数を一気に減少させることは非常に難しいが、新しい鍛造品を開始するにあたっては既存の流通ワイヤー品の中から選んで採用する、などの地道な活動が望まれる。

3. 近年の鉄鋼メーカーにおける製鋼、連続鍛造、鋼片のきず手入れ、熱間圧延の各工程における表面きず減少の改善効果は著しいものがある。一方、それに反比例する形で、コイルの運搬中、重ね積みや積み替え、加工中に発生する表面すりきずが相対的に目立つようになってきている。対

策のひとつとして、フォークリフトを使わない運搬とか自動立体倉庫なども採用されており改善効果が見られている。製鉄所からの圧延線材の船内輸送は、表面すりきずの発生が最も心配される場所であるので、さまざまな工夫がされているが、梱包資材をリサイクルしながらの簡易的な梱包の採用は確実な効果を出している。また、専用のコイル枠に入れたままで船内輸送する方法も実用化されている。グローバリゼーションによって輸送距離が長くなったことはこの問題が深刻であることを再認識させるきっかけにもなっている。これらの表面すりきずは、コイルを動かすあらゆる場所で発生する可能性があり、緩衝材の採用などのきめの細かい対策を無数に積み重ねていく活動を関係者全員が継続する根気が必要とされる。

4. ワイヤーの強度のばらつきが大きいとボルトやねじ製品の強度ばらつきに直接に影響を与えるほかに、製品の形状や寸法に微妙なばらつきを与えることにもなる。コストの低減の目的で、従来から実施されてきた切削や研磨加工が省略される場合には、ボルトやねじの製品の形状や寸法の微妙なばらつきが問題になる場合があり、ワイヤー強度のばらつきの減少、改善は今後の大きなテ

ーマとなる。化学成分の狭巾管理は有効であるが、それに加えてワイヤーメーカーでの工夫も必要とされ、熱処理工程におけるワイヤー全長にわたる均一性の改善が望まれている。

5. 冷間圧造において割れが発生し発見されると、目視による割れ不良品の全数選別作業がワイヤーメーカーに要求される場合がある。近年において冷間圧造割れの原因の大半を占めるようになった表面すりきずは、きずの長さが短く個数が非常に少ないという特徴を持っており、1コイルに1-2個だけの割れという場合もある。割れの目視全数選別検査作業は現在、ワイヤーメーカーにとってかなりの大きな負荷としてかかっており、材料からねじ製品までの一貫したコスト競争力という観点からは今後、信頼性があり低コストの選別検査自動機器の開発と導入、実用上無害と思える微小欠陥の許容が課題として残されている。

むすび

上述のさまざまな課題を抱えながらも、線材二次加工分野は、その需要分野である冷間圧造技術の発展向上に呼応して、重要性がますます増していくものと思われる。



3. ボルト・ねじの製造

(1) 製造工程

(株)佐賀鉄工所 まつ ふじ ひろ ゆき
開発部 2 課 松 藤 裕 之

まえがき

ボルトやねじは、自動車、産業機械、建設などの様々な産業分野で使用されており、最も基本的な機械要素部品である。ボルトの最大の特徴は、溶接やリベット止めと異なり、締付けた後でも簡単に緩めて取り外すことが出来、また締付けることによって再利用が可能な点である。ここでは、ボルトの製造工程と、近年の自動車用ボルトの動向について述べる。

◇ 製造工程

一般的なボルトの製造工程を図1に示す。

材料は、製鋼メーカーでコイル状に圧延された線材を用い、酸洗、潤滑、焼鈍、伸線などの二次加工を行った後、冷間圧造による頭部及びねじ部の成形、熱処理及び表面処理を行う。製品の種類によっては、ねじ部成形前に熱処理を行うものや、熱処理及び／又は表面処理を行わないものもある。二次加工は、専門の処理業者で行うのが一般的であるが、ボルトメーカーで内製する場合もある。ここでは、頭部成形以降の各製造工程の概要について説明する。

1. 頭部成形

ヘッダー又はフォーマーという圧造機械を用い、冷間圧造によってボルト頭部の成形を行う工程で、一般的にヘッディングと呼ばれる。冷間圧造というのは常温で行う加工のことで、素材を加熱して加工する温間や熱間加工に相対する呼び方である。

コイル状の鋼材を適切な長さに切断し、複数の金型セットで材料を圧造（圧力をかけながら変形させる）していく。圧造の基本的な工法として、据え込み、絞り、後方押し出し、トリミングの4つがある。据え込みは、素材を一端より押し潰して元の径より大きく膨らます加工であり、絞りはその逆で、元の径より小さくする加工である。後方押し出しは、素材の端面から素材径より小さい金型を押し込んで、材料を外に押し広げながら穴を開ける加工であり、トリミングは、金型で余分な肉を打ち抜いて切り落とす加工である。加工する製品の形状により、これらの工法を使い分けもしくは組合せながら成形していく。製品の形状が複雑になるほど、段数を増やして徐々に成形していくが、一般的なボルトは2段から5段の工程で加工が可能である。

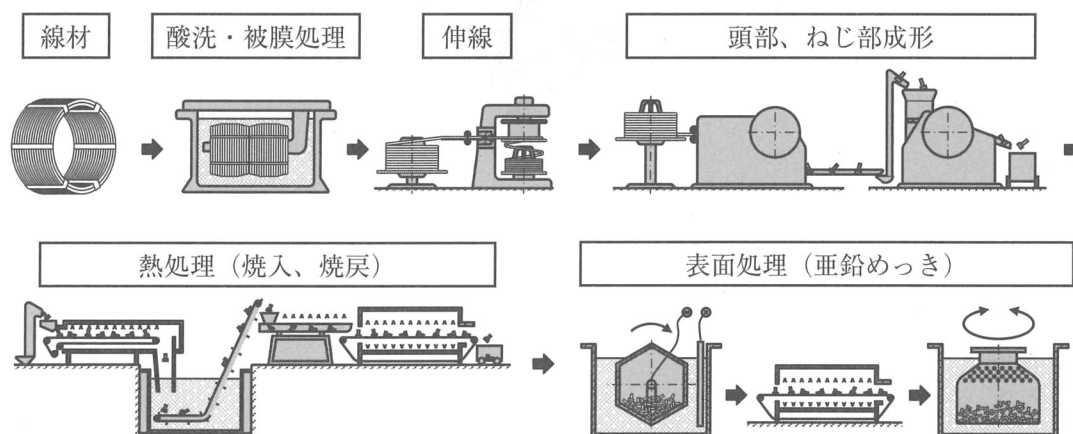


図 1 一般的なボルトの製造工程

2. ねじ部成形

転造機という機械を用い、ボルトのねじ山の成形を行う工程で、転造もしくはローリングと呼ばれる、頭部と同じく冷間圧造にて成形する。

ねじ山形状が加工された2個1組の金型の間でブランクを挟み込み、一方の金型をスライドさせながらブランクを回転させることで、ねじ山を塑性加工により成形していく。ねじ山成形に用いる金型は、転造ダイスと呼ばれる。

転造機には、平ダイス転造機、丸ダイス転造機、プラネタリー式転造機の3タイプがある。平ダイス転造機は、平らな転造ダイス2枚を平行に配置し、片方を固定、もう一方を前後にスライドさせて転造する。丸ダイス転造機は、平行に配置された2個の円筒形の転造ダイスを同方向に回転させ、ブランクを2個のダイス間に挟んで転造する。プラネタリー式転造機は、円筒形のダイスとセグメントダイスと呼ばれる扇形のダイスの間にブランクを挟み、円筒形ダイスを回転させることで転造する。

3. 熱処理

冷間圧造で成形するボルトは、塑性加工に適した硬さの材料を用いている。炭素量が多い材料や合金元素が添加された材料は、素材自体が硬く加工しづらくなるため、焼鈍を行って柔らかくしているものもある。それ故、冷間圧造したままでは必要な強度を満たしていないものが殆どである。熱処理は、要求される強度や機械的性質をボルトに与えるため、冷間圧造後に行われる処理であり、ボルト製造工程の中でも最も重要な工程である。

ボルトには、使用箇所や用途に応じて様々な強度区分があり、JISやISO、自動車メーカーなどのユーザー独自の規格により、硬さや引張強さなどの機械的性質が強度区分毎に定められている。成形が終わったボルトは、それぞれの規格に定められた機械的性質を得るため、熱処理（焼入れ焼戻し）を行う。

4. 表面処理

自動車のエンジン内部に使用され、常に潤滑油等の油が付着するようなボルトは、表面処理を施さなくても錆びてしまうことはない。しかし、そのようなボルトはほんの一部であり、殆どのボ

ルトは腐食環境で使用されるため、表面処理無しではすぐに錆びてしまう。錆びたボルトをそのまま放っておくと、腐食して緩めることが出来なくなったり、最悪の場合ボルトが折れて大事故につながったりという危険性がある。従って、腐食環境で使用するボルトには、めっきなどの表面処理を施す。

ボルトの表面処理には、大きく分けて電気めっき系と塗装系があり、最も幅広く使用されているのは、コストと耐食性のバランスに優れた電気亜鉛めっきである。電気亜鉛めっきより高い耐食性が要求される場合は、亜鉛鉄や亜鉛ニッケルなどの合金めっきや、塗装系の亜鉛アルミ複合皮膜が用いられる。

◇ 近年の自動車用ボルトの動向

近年の自動車メーカーのニーズとして、部品のコストダウン、軽量化、高強度化などが挙げられる。海外、特に新興国の自動車メーカーとの価格競争に勝つためには、可能な限りコストを下げ、現地での競争力がある車を作る必要がある。環境問題に対応するためには、CO₂排出量削減の為に燃費性能向上が必要であり、そのためには出来るだけ車を軽くする必要がある。

部品のコストダウンは、当然ボルトにも求められている。ボルトの製造コストの中で大部分を占めるのは素材のコストであるため、材料自体のコストダウンが最も効果的である。そのため、日本の各自動車メーカーは調達コストを削減すべく、海外の安い材料を使用する検討を進めている。しかしながら、ボルトに使用する線材は、鋼鉄や棒鋼に比べ清浄度などの品質要求レベルが高いこともあり、海外の材料メーカーの品質レベルは、日本の自動車業界の要求品質を十分に満足しておらず、現時点で採用されている海外の鋼材メーカーはまだ少ない。

一方、軽量化についても、各自動車メーカーが様々な取り組みを行っている。ボルトメーカーもそういった顧客のニーズに応えるべく、ボルトの軽量化を行うための様々な検討を行っている。ボルトを軽くする手法として、アルミやチタンなどの軽量金属の使用やサイズダウンなどがある。その中で、アルミは鉄に比べると遥かに軽い、強

度が低いものしか出来ない。また、チタンは鉄より軽くて同程度の強度を出すことも出来るが、加工が難しい上に材料コストもかなり高い。以上の理由より、自動車用ボルトとしての使用実績はまだ少ない。

ボルトのサイズダウンは、重量が軽減できるものの、同じ強度区分のままサイズダウンしてしまうと、断面積の減少により得られる締結力が下がってしまう。そのため、同程度の締結力を確保しつつサイズダウンするためには、強度を上げる必要がある。

現在JIS等の公的規格や、自動車メーカー独自の規格では、強度区分は12.9までしか規定されていない。通常の調質タイプのボルトは、強度12.9を超える辺りから、急激に遅れ破壊特性が悪くなるためである。既に10.9や12.9の高強度のものを使用している箇所でサイズダウンによる軽量化を行おうとすると、12.9を超える強度のものが必要となってくるが、何らかの方法で遅れ破壊特性を改善する必要がある。

調質タイプのボルトでそれを実現するためには、遅れ破壊特性を改善する合金元素を添加する手法がある。しかし、そのような合金元素は高価であり、多少は遅れ破壊に対して強くなるものの、それ以上にコストの上昇が避けられない。

もう一つの手法として、非調質タイプのボルトがある。非調質ボルトは、成形後の調質（熱処理）を行わず、主に材料の加工硬化によって強度を確保している。金属組織は、調質タイプのものと全く異なり、遅れ破壊に対して強い組織となっている。非調質ボルトは、調質タイプに比べ炭素量の多い硬い材料を、素材の段階で制御冷却や熱処理を行い、高い減面率で伸線加工して加工硬化させた後、ボルトの成形段階で更に加工硬化させて強度を確保する。通常のボルトのように、成形後の

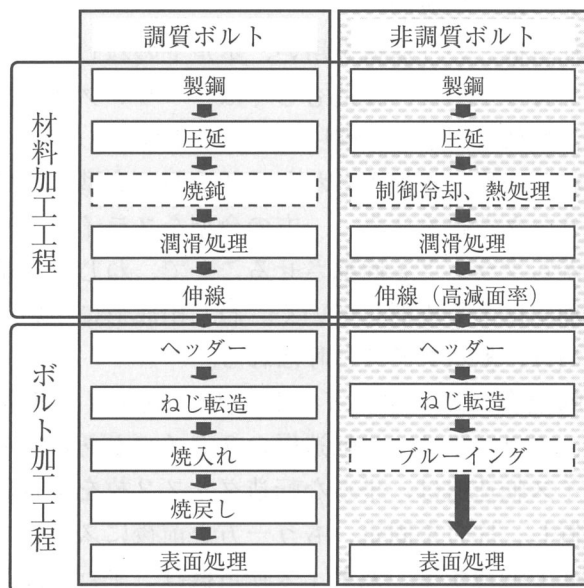


図 2 調質ボルトと非調質ボルトの製造工程比較

調質は行わないが、冷間圧造によるボルト内部の歪を除去するため、ブルーイング工程が必要となる。デメリットとしては、調質タイプに比べ硬い材料を用いるため、成形が非常に難しくなる点である。図2に調質ボルトと非調質ボルトの製造工程を示す。

現在非調質ボルトは、エンジン系で強度1,600MPa級、車体系で強度1,400MPa級までが実用化されている。今後もこのような高強度ボルトのニーズは一層高まっていくと考えられる。

むすび

自動車メーカーは、生産拠点を国内から人件費の安い海外へ徐々にシフトしており、海外での安価な材料や部品の調達を進めている。日本の材料メーカーや部品メーカーは、海外メーカーとの競争に打ち勝つべく、高機能な部品やより安く作る技術を磨いていかねばならない。

(2) 加工機械

—フォーマの紹介と最近の動向—

(株)阪村機械製作所 技術部 えん どう のぶ ゆき
遠 藤 信 幸

まえがき

フォーマはコイル材を切断し、塑性加工を施して、毎分数百個の生産を行うことができる高性能な鍛造機械である。金型構成により、さまざまなパーツやねじブランクを生産することができる。今回は、ねじの製造過程では欠かせない設備であるフォーマの構造や特長を説明するとともに最近の機能の動向などを紹介する。

◇ ねじブランクの製造

主にボルトのブランクはヘッダまたはボルトフォーマを用いて、ナットのブランクはナットフォーマを用いて製造される。簡単な形状のボルトブランクは2工程のヘッダにより加工され、六角ボ

ルトや六角穴付きボルトなどは3～4工程のボルトフォーマで製造されるのが主流である(図1)。

一方、ナットブランクの製造は1950年代までは切削が主流であったが、現在では4～5工程のナットフォーマで製造されるのが主流である(図2)。

◇ フォーマとは

フォーマは、主にクランク機構によって駆動される横型プレス的一种である。コイル材またはバー材を連続的に供給して所定の寸法に切断し、自動搬送を行い、固定金型(ダイ)と移動金型(パンチ)の間でブランクを挟み成形加工する機械である。主にボルト、リベット、パーツなどを冷間または熱間で鍛造する機械である。図3に概略の駆動系統を示す。

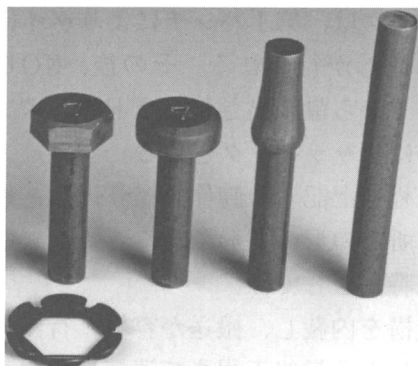


図 1 ボルト圧造工程サンプル

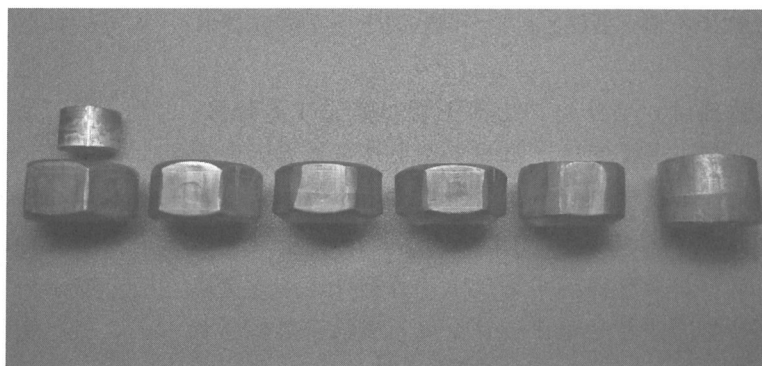


図 2 ナット圧造工程サンプル

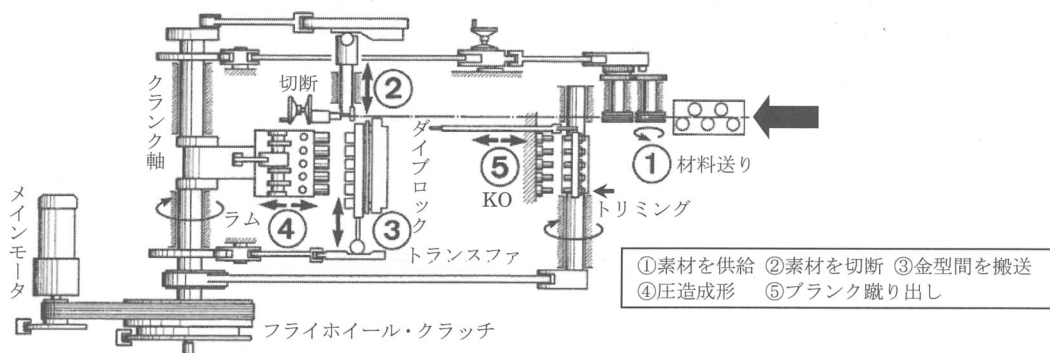


図 3 フォーマの駆動系統

◇ フォーマの機構

フォーマの機構は、主に駆動部、材料送り部、切断部、圧造部、蹴り出し部、搬送部などから構成されている。

駆動部は、メインモータを中心として各機構へ動力を供給する。各機構へは、エアクラッチを介し、ギヤやカムにより決められたタイミングの運動を伝える。

材料送り部は、コイル材の曲がりを直線に矯正する矯正機、ロールに線材を挟み機械のタイミングに合わせ線材を送り込む送りローラ、所定の送り長さになるようにストロークを調整し送りの駆動を与える送り駆動で構成される。

切断部は、所定の長さに線材を切断する装置。送り込まれた材料を所定の位置で停止させるストップパがあり、切断された線材をカッタから蹴り出すプッシャも装備されている。

圧造部は、回転運動をクランク軸により往復運動に変換し、パンチを保持しているラムを駆動する。またダイを保持するダイブロック、金型であるダイ・パンチで構成される。

蹴り出し部は、成形したブランクを金型から蹴り出すダイ側のKOとパンチ側のPKOで構成される。

搬送部は、ブランクを次工程へ搬送する装置。ナットフォーマでは、パンチ側とダイス側の成形方向を180°反転させることのできるターンチャックが装備されている。また、ボルトフォーマでは、ブランクを保持するフィンガをタイミングに合わせて開閉させるオープンカム機構が装備されている。

フォーマでは、1つのメインモータにより全体が連動できるような駆動系統となっている。このため各機構は、決められたタイミングに合わせて動き、機能している。

図4に概略の機械動作を示す。

- ①矯正ローラを通してフィードローラにより送り込まれた材料は、端面がストップパに当たり停止し、カッタで定寸に切断される。切断されたブランクは、プッシャの位置まで搬送される。
- ②プッシャの位置でプッシャロッドによりブラ

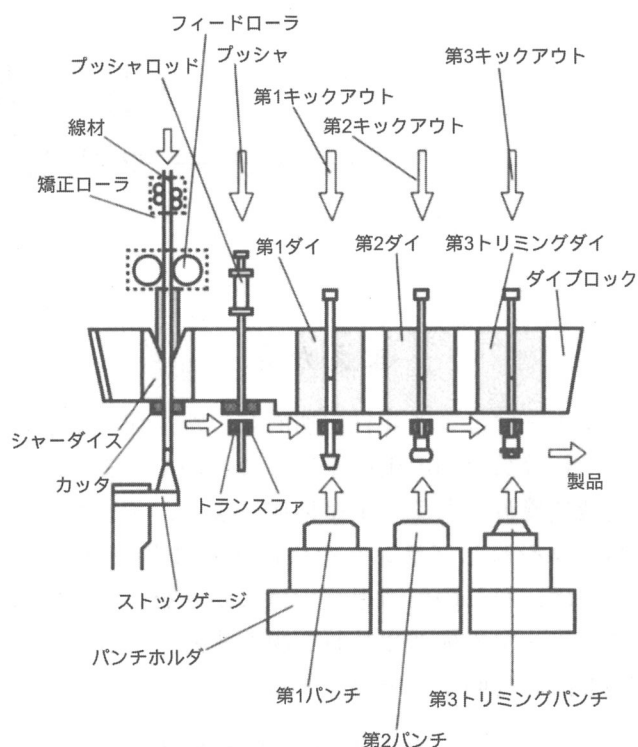


図 4 フォーマの加工動作

ンクがカッタから押し出され、第1工程のトランスファフィンガにチャッキングされる。

- ③トランスファにより第1ダイの位置に搬送されたブランクは、第1パンチによりダイに押し込まれ成形が行われる。その後、KOピンによりダイから蹴り出され第2トランスファフィンガにチャッキングされる。
- ④以降の工程も上記③の動作を繰り返し、最終工程にて所定の形へ成形される。

フォーマの特長としては、

- (1) 切断機構を内蔵し、搬送が容易に行えるため、素材から最終工程まで連続自動生産が行える。
- (2) 毎分数百個といった高速生産が行える。
- (3) 連続自動生産で人的な影響が少ないため加工精度のバラツキが少ない。

などが挙げられる。

◇ 成形方法 (図5)

1. 前方押し

ダイに素材を入れ、パンチの進む方向に材料を流動させて、軸絞りやカップ形状の製品を作る押し出し方法。軸絞り加工では、外径を拘束せずに行

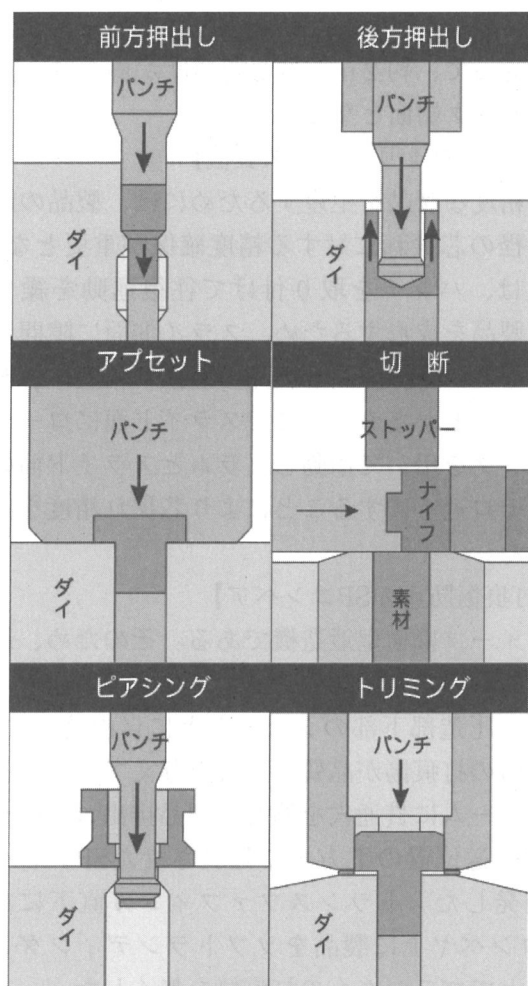


図 5 成形方法

う自由押しと外径を拘束し行う密閉押しがある。

2. 後方押し

ダイに素材を入れパンチで圧縮し、パンチとダイの隙間またはパンチの空洞部分に材料を流動させ、カップ形状や軸状の製品を作る押し出し方法。

3. 据え込み

素材を軸方向に圧縮し、材料を半径方向に広げる方法。素材の外径を拘束しない自由据え込みと素材の外径を金型で拘束する（半）密閉据え込みがある。

4. せん断加工

材料を2個の刃型工具の間に挟んで工具を互いにずらすことにより行う加工。フォーマでは、素材を所定の長さにする切断、カップ形状のブランクを打ち抜き中空形状へ成形する穴抜き、素材の外径を打ち抜くトリミングなどがある。

◇ 最近の機能動向

近年、標準的なねじの製造が諸外国で行われるようになり、国内での生産は特殊な形状や大型部品のような付加価値の高いものへと移行してきている。これらを生産するうえで特に重視されるのが、1. 段取り替えと作業性の向上、2. 高精度成形である。

それらの最近の動向を機能別に紹介する。

1. 段取り替えと作業性の向上

【双頭線台付き矯正機】

機械が大型化し長尺の製品を生産する場合には、線材は30分程度で消費されることもある。そのため、線材の段取り替えの回数が多く迅速に供給できることが重要となる。双頭線台付き矯正機は、生産に使用している矯正機とは別にもう1台の矯正機を並列で待機させておき、フォーマ稼働中に線材を搭載でき、先端の曲がり部分を矯正しフォーマに供給する前段階まで準備できるようになっている。稼働中のコイルが無くなると次生産のコイルを載せた矯正機と入れ替えを行うだけで段取りが完了するため、交換時間を大幅に短縮できる。

【金型ブロック全体交換システム】

ブロック全体交換システムでは、金型を保持しているダイブロック・パンチブロックの固定を油圧シリンダで行うため、段取り替えの際にはロック／開放をボタン操作でできる。工場内クレーン、設備専用クレーンまたはロボットでブロック全体が交換できるため段取り時間が短縮できる。

【ダイブロックリフタ】

大型機では、全工程のダイをセットしたダイブロックは2トンを超える。ダイブロックを機械内で吊り上げたり下げたりするには、フレーム等への打痕の配慮で慎重かつ難作業が強いられる。ダイブロックを油圧シリンダによって一定位置へ昇降させることのできるダイブロックリフタにより、その難作業が不要になる。

【パンチ前後位置の自動調整】

金型及び機械の温度変化による製品寸法の経時変化を補正するために、パンチ前後位置の電動自動調整装置が有効である。

従来、この補正作業は、フォーマを停止させ、

作業者が機内に入って調整していた。自動調整システムの開発により、機械稼働中の調整が可能となり、運転初期の熱的影響による寸法変化にも対応でき、稼働率向上・初期不良品廃棄数の低減に大きな効果を発揮する。

【トランスファハウジングのターンと機内芯出し】

トランスファハウジングが運転位置より上昇後、作業者側に回転することで、トランスファのユニットが作業者に対峙する。フィンガの交換や芯出し調整作業が大きく改善されるとともに圧造部内に大きなスペースが確保できるため作業性が向上する。

2. 高精度成形と品質の維持

【リニアフィード装置】

通常の方法送り機構では、材料を送りロールにより引き込みストッパに材料を接触させ所定の切断長さを得る。このとき材料とストッパとの摩擦により傷や焼け付きの不具合が発生する場合がある。これを防ぐため、上下1対の直線的なグリッパで材料を挟み込み機械へ送り込むリニアフィード装置がある。材料とグリッパの間でスリップすることなく送り込めるため、ストッパが無くとも高精度な切断が得られる。

【インパクト切断装置】

素材の切断においては、せん断加工を行うため良好な端面の直角度が得られず、傾きが発生する。切断加工速度を早くすることでこれらは改善される。通常の構造では、切断加工の初期の段階で刃型工具は速度ゼロの状態より加速しながら切断を行う。インパクト切断装置では、切断を行う動作に入る前に空走距離を設けることにより、加

速し終わった段階で切断加工を始めることができる。従って、約2m/sの切断速度が得られ、良好なブランク端面となる。

【ラムゼロクリアランス装置】

高精度な製品を生産するためには、製品の内径や外径の芯振れに対する精度確保が重要となる。ラムは、パンチを取り付けて往復運動を繰り返し、製品を成形するため、スライド面に隙間が必要になる。その隙間が製品の芯振れ精度に影響を及ぼすことがある。そこでスライド面にローラベアリングを用いて摺動し、ラムとスライド面の隙間をゼロ近くにするにより芯振れ精度を向上させた。

【打痕傷防止のSPコンベア】

フォーマは横型鍛造機である。そのため、最終成形工程にてダイからロックアウトされたブランクは、圧造部下部のシュート上に自由落下する。落下時の打痕傷が品質に影響を与えていた。そこでフレームに貫通穴を施し、製品排出コンベヤを最終搬送位置の下方まで延長させたSPコンベヤを開発した。トランスファフィンガ直下にあるSPコンベヤ上に製品をソフトランディングさせることでブランクへの打痕傷を無くした。

むすび

ねじ製造過程で欠かせない設備であるフォーマの機構・機能や最近の動向について述べた。昨今、部品の製造拠点が諸外国へ移る中、国内での生産は、多品種少量で高精度・高付加価値な製品が要求されるため、機械への要求レベルも日々高まっていく。これらニーズに応えるべく、今後も機械メーカーとしての開発に取り組んでいきたい。

IV. 会員メーカーの製品紹介

(株)神戸製鋼所

高強度ボルト用鋼 調質型高強度ボルト用鋼 KNDS4 パーライト鋼線型 高強度ボルト用鋼 KNCHS82

近年の自動車では、CO₂排出量低減や低燃費化の観点から、軽量化へのニーズがますます高まっています。締結部材のボルトについても、高強度化は、ボルトのサイズダウンや使用本数低減、或いは部品全体の小型軽量化を可能にするため、以前から強い要望がありました。

しかし、ボルトの引張強さが1,200MPa (12T)以上になると、締付後に突然脆性的に破壊する現象（遅れ破壊）の発生確率が増加し、更なる高強度化が困難になっていました。

本報では、上記問題を解決し、1,300MPa以上の引張強度を有する高強度ボルト用鋼を紹介します。

◇ 特徴

遅れ破壊は、鋼中に侵入した水素が引き起こすと考えられており、これら鋼中水素による悪影響を無害化するため、微細炭窒化物を活用した調質型高強度ボルト用鋼とパーライト組織を活用したパーライト鋼線型の高強度ボルト用鋼を開発しました（表1）。

1. 調質型高強度ボルト用鋼KNDS4

遅れ破壊は、水素起因で発生するほか、旧オーステナイト粒界割れが支配的であるため、KNDS4では以下の方策を講じました。調質型で13-14Tのボルト強度を実現できます。

- ①結晶粒界の強化：P、Sを極力減じ、合わせてP、Sの粒界偏析を促すMnを低減する。また高温焼戻しを適用し、脆弱なフィルム状セメンタイトの粒界析出を防止して、旧オース

テナイト結晶粒界を強化する。

- ②結晶粒の微細化：Ti、Nb、Vなどの添加で旧オーステナイト結晶粒を微細化し、粒界強化とともに鋼材の靱延性を向上させる。
- ③水素トラップ能力の向上：水素との結合力が強いMo-Ti-V系の極微細炭窒化物を分散させ、鋼中に侵入した水素をトラップ（無害化）する。

2. パーライト鋼線型高強度ボルト用鋼 KNCHS82

KNCHS82では、冷間伸線加工されたパーライト組織を用い、下記方策で耐遅れ破壊性を更に向上させて、16Tのボルト強度を実現しました。

- ①水素トラップ能力の向上：パーライト中のセメンタイトとフェライトの界面、および伸線加工時にフェライト中に付与される転位によって、鋼中に侵入した水素を強力にトラップする。
- ②旧オーステナイト粒界の消失：パーライト組織とすることで、遅れ破壊の起点と成り易い旧オーステナイト粒界を本質的に消失させ、水素による粒界割れ感受性を大幅に低減する。

◇ 効果

調質型のKNDS4は13-14T級の高強度ボルトに、パーライト鋼線型KNCHS82は16T級の高強度ボルトに適用できます。ボルト単体での比較では、SCM435やボロン鋼が用いられている10T級のボルトに対し、KNDS4 (14T) で約29%、KNCHS82 (16T) で約38%の軽量化が期待できます。

◇ 用途

コンロッドボルト、シリンダーヘッドボルト、ハブボルトなど。自動車分野をはじめ、ボルトのサイズダウンや軽量化に対する要望は非常に強く、今後更なる適用拡大が見込まれます。

(株)神戸製鋼所 ちば まさみち
技術開発センター 千葉 政道

表 1 高強度ボルト用鋼の化学成分比較

強度区分	鋼種	化学成分 (mass%)										ボルト製造工程
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	Ti	
13-14T	KNDS4	0.37 /0.42	≤ 0.10	0.40 /0.60	≤ 0.010	≤ 0.010	0.85 /1.15	0.90 /1.10	0.45 /0.65	添加	添加	圧延材→伸線→球状化焼きなまし→伸線→冷間鍛造→焼入れ・焼き戻し
16T	KNCHS82	0.80 /0.85	0.12 /0.32	0.60 /0.90	≤ 0.025	≤ 0.025	添加	-	-	-	-	圧延材→恒温変態処理→伸線→冷間鍛造→ブルーイング
10-12T	SCM435	0.33 /0.38	0.15 /0.35	0.60 /0.90	≤ 0.030	≤ 0.030	0.90 /1.20	0.15 /0.30	-	-	-	圧延材→伸線→球状化焼きなまし→伸線→冷間鍛造→焼入れ・焼き戻し

高強度ボルト用鋼

まえがき

土木建築物の大型化、自動車の軽量化などの要望から高強度の材料が求められています。特に、ボルトは、機械構造物の中で小さい部品であるため大きい応力を負担する必要がある、高強度化ニーズの高い部品です。

そのため、日本では1960年代に土木建築用の13Tボルト（引張強さ1,300～1,500MPa）が規格化されましたが、水素脆化の一種である「遅れ破壊」が発生し、土木建築用ボルト規格は10Tまで後退することとなりました。遅れ破壊とは、静的応力下にある金属が突然脆性的に破壊する現象であり、高強度材ほどそのリスクが高くなります。

したがって、鋼部品の高強度化において、耐遅れ破壊特性の確保は非常に重要です。そこで、ボルトの高強度化に対する要請に応えるため新日鐵住金で開発された耐遅れ破壊特性に優れた高強度ボルト用鋼を紹介致します。

◇ 特徴

炭素鋼の遅れ破壊は、酸洗、電気めっきなどの

製造工程や使用中の腐食によって鋼中に侵入するppmオーダーの微量水素によって発生します。また、耐遅れ破壊特性の低い鋼は、遅れ破壊発生時に粒界割れを生じることが知られています。これを踏まえて、新日鐵住金では、次の点に着目して耐遅れ破壊特性に優れた高強度ボルト用鋼を開発しました。

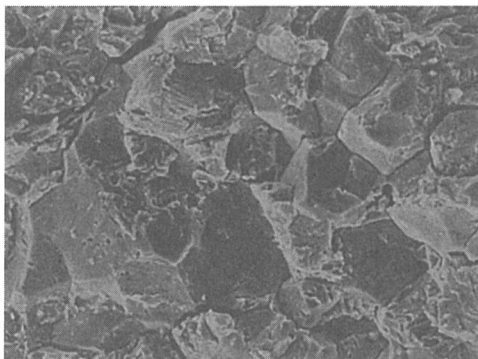
1. 拡散性水素の無害化…水素トラップ機能のあるMoやVの炭化物を微細に粒内に分散させ、粒界への水素の拡散を抑制
2. 旧 γ 粒界の強化…粒界脆化元素（P、S）の低減、高温焼戻しによる組織改善（MoやVの炭化物析出による強度確保）

図1に従来鋼と開発鋼の遅れ破壊した破面観察結果を示します。従来鋼では、遅れ破壊で典型的な粒界破面を発現するのに対し、開発鋼は拡散性水素の無害化や旧 γ 粒界の強化により、粒界破壊が抑制されます。

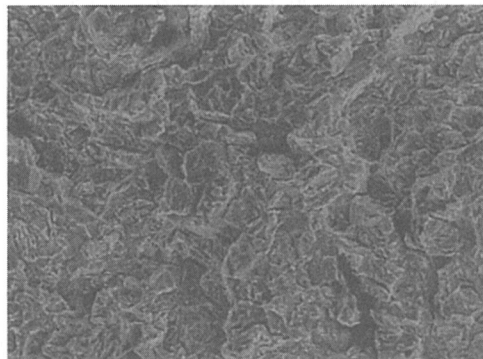
むすび

12T開発鋼は、自動車用エンジンボルトとして既に採用されています。また、14T開発鋼は、建築用の超高強度ボルトとして1999年以来、累計20,000ton以上の販売量、工事件数としては500件を超えており、今後は橋梁など屋外での使用も進むものと期待されます。

〔新日鐵住金(株) 鉄鋼研究所 ちだ てつし 千田 徹志〕



(a) 従来鋼



(b) 開発鋼

図 1 遅れ破壊破面SEM像

低炭素調質ボルト用鋼

まえがき

環境問題への意識の高まりを受けて、地球温暖化ガス排出削減や省エネルギーを求める声は、自動車や建産機などの軽量化だけにとどまらず、これらを構成するボルトなどの部品にまで及んでいます。また最近では新興国の製造技術も向上してきた中で、海外部品の採用が新聞等で報じられるようになり、国内ボルトメーカーは危機感を強めています。

これらの潮流に対応するためボルトメーカーは製造工程のスリム化に活路を見出そうとしており、球状化焼鈍の簡略・省略化、焼入焼戻しの簡略化または非調質化などが積極的に検討されています。こうした中で当社は焼鈍を省略でき、低温焼戻しでも良好な特性が得られる低炭素調質ボルト用鋼を開発いたしましたので、御紹介いたします。

◇ 特徴

強度区分が8.8から10.9程度の調質型ボルトにおいては、SCM435等のクロム－モリブデン鋼から、微量添加で焼入性の劇的な向上が図られ、合金元素の削減が期待できるボロン添加鋼への切り替えが積極的に進められています。これらの調質型ボルトではJISで焼戻し温度の下限值が規定されていますが、省エネルギーの観点からは、焼戻し温度は低いほうが好ましいと考えられ、JIS規定よりも低温の焼戻しを行っても良好な特性が得られる低炭素調質ボルト用鋼を開発いたしました。

一般的に低い焼戻し温度では低温焼戻し脆性が懸念されます。低温焼戻し脆性のメカニズムの詳細については未だ定説はありませんが、炭素過飽和のマルテンサイト相から析出する炭化物と関連

する現象であることは間違いありません。そこで当社は、炭素量を0.1mass%程度まで低減することにより、300℃以下の焼戻しでもSCM435より高い靱性を具備する、強度クラス8.8から10.9のボルト用鋼を開発いたしました。

これにより焼入焼戻しの熱処理の簡略化が可能となります。また、炭素量を下げると共にSi量を0.1mass%以下まで低下させることで冷間加工時の変形抵抗の低下に成功いたしました。

図1に示すように、開発鋼の変形抵抗は球状化焼鈍を省略しても球状化焼鈍を行ったSCM435よりも低いため、球状化焼鈍の省略が可能であり、伸線ダイスや金型の寿命向上も期待できます。

開発鋼の引張試験値、硬度が強度クラス8.8～10.9を満足することは言うまでもありませんが、開発鋼は疲労特性にも優れ、ボルトの引張－圧縮軸疲労試験においても良好な値を示します。

むすび

より多品種へ、より高強度部品へと拡大してきたボルトメーカーでの製造工程のスリム化は、今後もとどまることはないでしょう。当社は今後もこのようなボルトメーカーの様々なニーズに対応可能な新商品の開発に尽力してまいります。

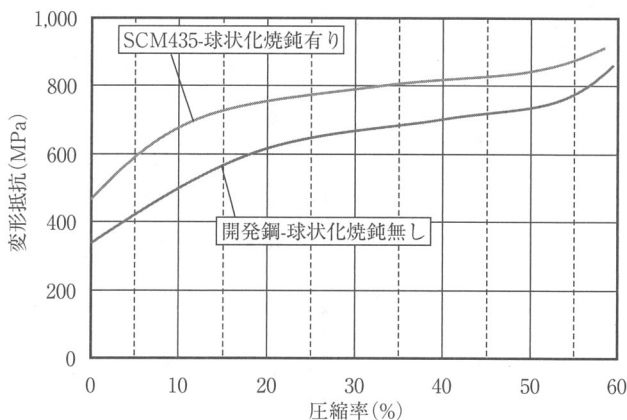


図 1 開発鋼とSCM435の変形抵抗の比較

JFE 条鋼(株) 研究開発部 ただ まさふみ 多田 雅史

高強度耐熱ボルト用線材

まえがき

耐熱ボルト用に広く用いられているSUH660は、近年自動車エンジンの排気系部品締結に数多く使用されています。特にターボチャージャーやエキゾーストマニホールドの締結部など高温領域で使用されています。一方コストダウンの要望による材料低廉化の2局化傾向にあります。

弊社ではこれらの要望にお応えする為に幅広いボルト用材料を取り揃えております。

以下にそれらボルト用鋼線を紹介します。

◇ 特徴

1. 化学成分

表1に化学成分を示します。

2. 耐熱性

耐熱温度：DHN660L (630℃) < SUH660 (650℃) < DHN660H (700℃) …図1

3. コスト

コスト的には耐熱性に比例して上昇する傾向に

あります。…図1

DHN660L < SUH660 < DHN660H (→高コスト)

4. 冷間圧造性

何れも冷間圧造が可能です。独自鋼の圧造性はSUH660とほぼ同等です。

5. 時効硬化特性

何れも適正な時効硬化処理により、時効後30%以上の強度UPが見込めます。

6. 取扱い寸法及び用途例

- ・取扱い寸法：φ0.8mm～φ14mm。その他寸法については要相談。
- ・用途：ターボチャージャー、蒸気タービンなどの高温部締結ボルト。

◇ 今後の展望

ターボチャージャーや蒸気タービンなどは環境問題やダウンサイジング等に伴い、今後益々高温化の傾向にあります。一方で省資源化ニーズ等低廉材要望も強く、当社では耐熱ボルト用材料において代表鋼種であるSUH660に加え、上述の如く超高温域ではDHN660H、低廉材ではDHN660Lをラインアップしています。お客様のニーズに合った適正な鋼種をご提供させていただきます。

〔日本精線(株) 顧客サービス部 高橋 薫〕

表 1 耐熱ボルト用鋼線の化学成分 (wt%)

	鋼種名	Ni	Cr	Mo	Al	Ti	Nb	V
既存鋼	SUH660	26	15	1.3	0.2	2.0		0.3
独自鋼	DHN660H	25	15	—	0.4	3.5	0.6	—
	DHN660L	20	11	—	0.3	2.8		—

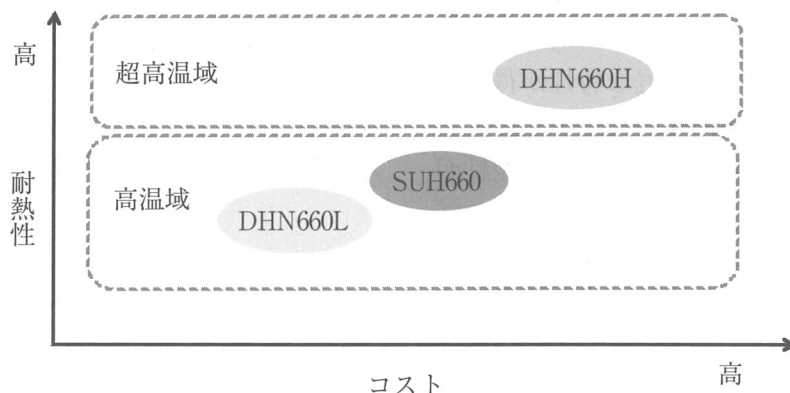


図 1 耐熱鋼の特性イメージ

700℃級 A-USC ボルト用 Ni 基合金 USC141[®]

まえがき

現在の発電プラントの主流は石炭火力発電であるが、石炭は資源量が豊富である一方でCO₂の排出量が天然ガス等に比べて多い。そこで、CO₂排出量の抑制、化石燃料節約等のニーズから、石炭火力発電の高効率化を図るため、現状の600℃級超々臨界圧 (USC) の蒸気温度を大幅に高めた700℃級の先進超々臨界圧 (A-USC) の開発が国内外で進められている。現状のUSCの蒸気タービン等の高温高压部で使用されるロータ、タービン翼、ボルト等の材料はフェライト系耐熱鋼であるが、A-USCではフェライト系耐熱鋼の高温強度が十分ではないため、高温強度の高いオーステナイト系Fe-Ni基、Ni基の超耐熱合金が使用される。そこで、当社では、A-USCプラントのタービン翼、タービンケーシングのボルト等に適用可能なNi基超耐熱合金USC141[®]を開発したので、その特徴について紹介する。

◇ 特徴

USC141[®]は、20%Cr-10%Mo-Al-Ti-bal.Niを主成分とするNi基超耐熱合金である。γ'相を微細析出させて強化するために固溶化処理の後、時効処理を行って使用される。代表的な熱処理条件は、1066℃での固溶化処理後、850℃、760℃での2段時効処理である。USC141[®]の特性上の主な特徴を以下に示す。

1. 低い熱膨張係数

USC141[®]の特徴の一つは、Ni基超耐熱合金の中では熱膨張係数が小さいことである。USC141[®]の室温から700℃までの平均熱膨張係数は約 14×10^{-6} /℃であり、代表的なNi基超耐熱合金Alloy80A、Alloy625等の値 (約 15×10^{-6} /℃) より小さい。これは高温でのボルトの締結力の維持、熱疲労強度の点で有利と考えられる。

2. 高いクリープ破断強度

USC141[®]のクリープ破断強度をラーソンミラーパラメータで整理し、代表的なフェライト系耐熱鋼や他のNi基超耐熱合金と比較して図1に示す。図1中に600、650、700℃×10万時間に対応するラーソンミラーパラメータの位置を点線で示すが、Ni基超耐熱合金の10万時間でのクリープ破断強度の推定値は、従来材のフェライト系耐熱鋼に比べて大幅に高い。USC141[®]は、A-USCの候補材である他の既存Ni基超耐熱合金に比べても高いクリープ破断強度を示しており、700℃、10万時間のクリープ破断強度の推定値は100MPaを大きく上回っている。また、USC141[®]は600、650℃でもフェライト系耐熱鋼に比べて高いクリープ破断強度を有することから、600℃級USCに適用することも可能と考えられる。

むすび

USC141[®]は700℃級A-USCの蒸気タービンのボルト、ブレードだけでなく、ボイラ管への適用も検討されている。今後、さらに長時間クリープ試験データの蓄積を行い、A-USCの実用化に貢献していきたい。

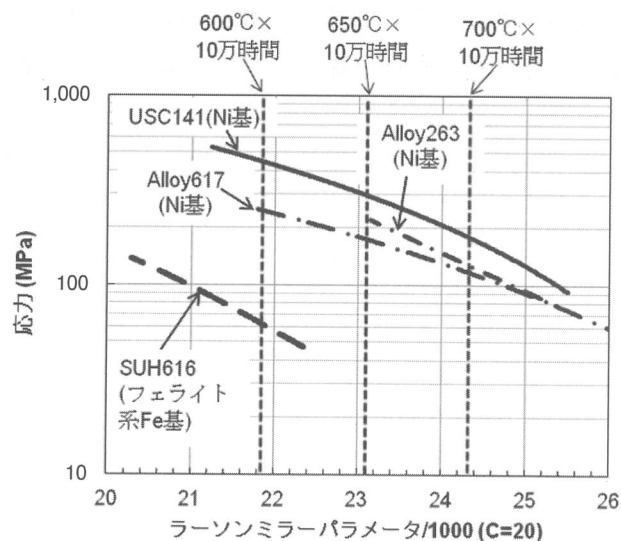


図 1 USC141[®]のクリープ破断強度の比較
(ラーソンミラーパラメータ=(T+273)×(C+logt)、ここでT: 温度(℃)、t: 時間(h))

日立金属(株) うえはら としひろ
安来工場 冶金研究所 上原 利弘

“特集” 編集後記

今月号の特集では10年振りにボルト・ねじ材料を取り上げました。ボルト・ねじは多くの産業で使われているおなじみの締結用部品ですが、「たかがねじ、されどねじ」という言葉に代表されるように、単純に見えて実は使用環境に応じて様々な機能を持った重要な機械要素部品であることに改めて気付かされます。今回、ボルト・ねじの奥深さを読者の皆さんに少しでも触れて頂きたいという思いから、この特集を組んでみました。

I章の総論では、ここ10年のボルト・ねじの市場動向、業界動向、技術動向などを振り返り、今後の課題について述べて頂きました。海外メーカーとの競合が激しくなっており、材料メーカー、ねじメーカーが協力して競争力のある商品を作り出す必要性を痛感させられます。II章ではボルト・ねじの使用例と題して、自動車、建設機械、建築・橋梁、家電・OA機器、航空・宇宙用途といった幅

広い産業分野における使用例や技術動向を解説して頂きました。ボルト・ねじの軽量化や腐食・高温環境への対応など最新の技術動向や課題が述べられており、特殊鋼業界にとっても関心の高い内容になっています。III章ではボルト・ねじが出来るまでと題して、材料、線材二次加工、ボルト・ねじ製造工程に加え、加工機械フォーマの解説もして頂きました。材料からボルトやねじが完成するまでのプロセスや技術課題を判りやすく紹介して頂きましたので、読者の皆様にご理解を深めて頂けるものと確信しています。IV章では、各会員メーカーの特長あるボルト・ねじ用材料の紹介も掲載していますので是非ご一読お願いします。

最後になりましたが、ご多忙の中本特集にご寄稿頂いた方々、編集にご協力頂いた関係者の方々に厚く御礼申し上げます。

〔(株)神戸製鋼所 線材条鋼商品技術部 おぐら だいすけ 小椋 大輔〕

業界のうごき

伊藤忠丸紅特殊鋼・前橋工場 市長ら招き地鎮祭

伊藤忠丸紅特殊鋼は、群馬県前橋市の朝倉工業団地で新工場の地鎮祭を行った。今西社長や同社幹部、設計・施工の代表者、山本龍前橋市長、根岸富士夫群馬県産業経済部長など23人が出席した。

同社は、総投資額5億円強を投じて新工場を建設し、浦安工場を移転するとともに、高崎支店・高崎工場も新工場に統合・集約する。新工場は敷地約6,100m²、建築面積約3,600m²で13年1月末の完工を予定する。設計は蔵建築設計事務所、施工は冬木工業。

(9月6日、鉄鋼新聞)

碓井鋼材が子会社吸収 群馬営業所を開設

碓井鋼材は、11月1日付で完全子会社のマキノスチール（本社・群馬県太田市）を吸収合併し、群馬営業所を開設する。北関東地区の営業基盤を強化するのが狙いで、マキノスチールの事務所・倉庫をそのまま活用し、浦安本社、茨城支店などと連携してサービス向上を図る。

碓井鋼材は関東屈指の構造用鋼問屋で12年4月期の売上高は69億円。マキノスチールは構造用鋼の切断販売が主力でステンレス丸棒なども扱い、年商3億円で仕入れの8割は碓井鋼材が占める。

碓井鋼材はマキノスチールの支援要請を受けて06年に75%資本参加して子会社化し、経営陣も派遣。10年に100%子会社化した。

北関東は大需要地だが競争も激しく、厳しい市場環境下でマキノスチールは12年9月期で赤字を計上した。今後は碓井鋼材群馬営業所として営業・経営基盤を強化し、商圏の維持・拡大を図る。

(10月22日、鉄鋼新聞)

三和特殊鋼が設備投資 切断機械加工の機能拡充

三和特殊鋼は、今期（2012年12月期）の設備投資計画として、今月中に本社在庫センターの帯鋸切断機更新および機械加工部門であるメカテック工場（大東市）内のCNC旋盤増設を実施する。切断機能と機械加工機能の向上により、ユーザーニーズへの対応強化につなげる。

導入設備のうち、本社在庫センターの帯鋸切断機はアマダ製バンドソーマシン「HFA-400」で、既存設備のリプレースで、すでに設置を終え稼働を開始している。もう一方のメカテックに導入するCNC旋盤は森精機製作所製「NL3000/700」で、今月中に設置を予定。

同社が現在進める中期経営計画（10-12年度）の最終年度に当たる今期は数値目標達成に向け、投資規模を必要最小レベルにとどめたが、デリバリーや納期対応に加え、加工機能の拡充を順次進めることで機能強化を図り、流通としての存在意義を示したいとしている。

(9月19日、産業新聞)

名古屋特殊鋼、北海道に子会社設立 鍛造用金型を加工・販売

名古屋特殊鋼は、北海道に熱間鍛造用金型の加工・販売を行う子会社を設立する。総投資額は1億円。道内で金型加工を行うのは中部地区特殊鋼流通では初めてのケースで、11月の稼働開始を目指す。

新会社は、「メイトク北海道」で、資本金3千万円は名古屋特殊鋼が100%出資する。所在地は北海道勇払郡安平町早来257-6で1万2,810m²の敷地、工場建屋（460m²、3階建）を購入したが、建屋は老朽化していることから9月から改修工事を行う。加工設備は旋盤、マシニングセンタな

ど全10台でそれぞれ本社から移設する。

大手自動車部品メーカーによる道内の金型調達比率・ニーズが高まっていることに対応するもので、素材から加工までの一貫生産体制を築くことでジャストインタイムの供給が可能となるほか、各拠点間での生産のリスク分散効果も期待できる。

(9月20日、鉄鋼新聞)

南海鋼材・広島営業所 移転拡張

南海鋼材は、7月17日付けで広島営業所を移転拡張した。作業スペースが従来比で大幅に拡張したことで、作業効率面の大幅向上を図るとともに、新規事業への取組も視野に入れながら営業力強化につなげる。

移転した広島営業所は、敷地面積が約1,000m²、うち建屋面積が660m²で、2階建て建屋の1階が倉庫、2階が事務所フロアで構成。主な設備としては、従来の営業所から鋼材切断機6基を移設するとともに美原切断センター（大阪府）の同1基も移設したことで切断機は計7基体制となった。

広島営業所は、同社の3カ所目の事業拠点として1968年に開設。従来の営業所が老朽化とともに手狭になっていたため、リニューアルが懸案となっていた。営業所の土地および建屋は本年に入ってから購入。建屋の外壁や内装など一部リフォームを手掛け、このほど本格営業を開始した。

(8月27日、産業新聞)

ノボル鋼鉄、3か年中期計画 配送強化、海外進出も視野

ノボル鋼鉄は、創業70周年の15年6月期を最終年度とする3か年中期計画を始動した。海外も視野に入れて営業拠点拡大を検討するほか、配送機能の強化など顧客サービスの充

業界のうごき

実、人材の確保育成などに取り組む。

福島第一原発から約30kmに位置するテクニカルセンター（以下TC）は、昨年11月に一部操業を再開したが、現在も半数以上の社員が他拠点で勤務する。今期はTC単独の黒字化は難しいが全社収益でカバーする。TCは高付加価値加工に注力する方針で、前期もマシニングセンターを1台増設した。前期は総額7千万円の設備投資を実施し、パルスカッティング切断機を羽田配送センターと仙台支店に各1台、帯鋸盤を仙台支店に1台導入。多頻度化など配送機能の強化は安値の輸入材に非価格サービスで対抗するのも狙い。

（9月14日、鉄鋼新聞）

白鷺特殊鋼・九州 大径丸棒の販売強化

白鷺特殊鋼九州支店はこのほど、切断機1基を更新した。アマダ製の切断機で、直径430mmの特殊鋼丸棒などを切断する。大径丸棒の販売強化と短納期対応が目的。切断能力が向上することで、コスト低減も見込める。

今回導入したのはアマダ製「PCSAW430」。同社が開発したパルス振動を使って鋸刃のびびり振動やブレードの刃先摩耗を抑制するパルスカッティング機能を搭載。高速・高精度切断が可能となり、生産性は従来機よりも2倍、鋸刃の寿命も1.5倍に向上するという。

パルスカッティング機能搭載機の導入は、同支店では初めて。更新前の切断機は導入から15年を経過し、切断可能サイズも直径400ミリの丸棒に対応していた。今回更新した新鋭機は直径430ミリの丸棒に対応し、加工能力も向上。7月中旬に導入し、本稼働している。ユーザーニーズに合った加工に力を入れ、収益性

の向上を目指していく考え。

（9月4日、産業新聞）

藤田商事、最新鋭全自動帯鋸盤 販売開始

藤田商事は、独・KASTO社製の最新鋭全自動帯鋸盤2モデルを販売開始する。ツインコラム（2本柱）式の重切削タイプ「KASTO twin A4×5」と、水平上昇式の両サイド・角度切りタイプ「KASTO flex F」で、11月1～6日に東京ビッグサイトで開催される日本国際工作機械見本市（JIMTOF2012）で他4機種と合わせて展示・実演する。

カストツインA4×5はパイプ、形鋼から軟削材の切断まで可能な高性能帯鋸盤。材料先端の位置決めは自動に行われるため、材料をバイスにセットするだけで簡単に自動切断を始められる。鋸刃ガイドアームはバイスと連動して自動調節する。最大切断寸法は丸・角鋼が440mm、平鋼が440×520mm。カストフレックスFは丸・角・平鋼やパイプ、形鋼の直角切りと20度までの全自動角度切りができる。（10月16日、鉄鋼新聞）

メタルワン特殊鋼、 中部加工センターに第2倉庫新設

メタルワン特殊鋼は中部加工センター（三重県三重郡菰野町）の敷地内に第2倉庫を新設し、10月1日から業務を開始する。ユーザーニーズに合わせ在庫能力を強化するのが狙い。第2倉庫の開設で、同センターの倉庫面積は約1.4倍の約7千m²、保管能力は1.6倍の約1万トンになる。総投資額は約2億8千万円。

中部加工センターは旧エム・シー・メタルワークスの本社倉庫として1993年に開設。三重県、愛知県など東海地方のユーザーを中心に、構造物用鋼など特殊鋼の在庫販売及び加工を行ってきた。よりいっそう、きめ

細かくユーザーニーズに対応し、付加価値の高いサービスを提供するため、このほど倉庫を増設することにした。

第2倉庫の面積は2,100m²で在庫保管能力は4千トン。在庫置き場として活用する。既存の第1倉庫の面積は約4,870m²。（9月26日、鉄鋼新聞）

山一ハガネ、ベトナム進出 特殊鋼を熱処理加工

山一ハガネはベトナムに進出する。100%出資の現地法人を設立して高精度熱処理加工を行い現地ニーズに対応するほか、特殊鋼素材の加工販売も行う。需要動向などを見極めながら将来的には精密機械加工分野へ進出することも検討している。

現法社名は「ヤマイチ・スペシャル・スチール・ベトナム」。資本金は約3億円で9月18日に会社設立登記を完了。

ホーチミン市のドムアン2工業団地内に8千m²の用地を取得、2,400m²の工場建屋を構える。建屋は現在建設中で来年3月ごろ完成、4月の稼働を予定。設備は真空焼入炉、窒化炉など熱処理炉5基、切断機、高精度MCなどを導入する。

ベトナムでは熱処理加工ニーズが高まっているが、高品質・精度を得ることが難しい。

山一ハガネは今年6月、精密部品や金型の経年変形を大幅に低減させる熱処理方法を開発、特許を取得している。（10月3日、鉄鋼新聞）

高周波 casting、 造型ラインを刷新

日本高周波鋼業の完全子会社である高周波 casting は約15億円を投じて本社工場のダクタイル鋳鉄生産設備をリフレッシュすると発表した。中小型製品の主力造型ラインを最新鋭設備に一新し、付帯設備も増強して

業界のうごき

QCD競争力を高める。本社工場全体の鋳物製品生産能力は月3,500トンから4千トンに拡大し、短納期・小ロット対応も強化する。

同社は、トラック、建機向けを中心に中小型および大中型の鋳物製品を生産する。今回の大型投資で、老朽化したエアインパクト造型設備を最新鋭のダブルスクイズ（背面・模型面からの加圧）造型設備に更新。砂型の強度を高めて品質向上や鋳仕上げ能率を改善し、サイクルタイムは現行21秒から国内最速級の18秒に短縮する。新造形設備は枠サイズ650×850×250/250ミリで生産能力は月2,500トン。また自動注湯機を導入して作業環境を改善し、溶湯歩留りを向上する。（10月10日、鉄鋼新聞）

山陽、印の特殊鋼合併メーカー 出資完了

山陽特殊製鋼はインドでの特殊鋼合併メーカー向け出資を完了したと発表した。合併契約手続きが完了したことで、今後は技術者などを送り込み、自動車向けなど特殊鋼の製造技術強化を図っていく。

合併会社は「マヒンドラ・サンヨー・スペシャル・スチール」。自動車・鉄鋼・機械・金融などを傘下に持つインドの財閥系企業・マヒンドラグループのマヒンドラ・ユージン・スチール（MUSCO）が保持していた特殊鋼部門を分離し、資本金1億ルピー（約1億4千万円）をMUSCO 51%、山陽29%、三井物産20%の出資比率で再スタートした。

所在地はインド西海岸の経済都市・ムンバイ南東部のマハラシュトラ州コポリ。約26万3千m²の敷地に45トン電炉LF-VD（取鍋精錬炉および真空脱ガス装置）、1,200トン鍛造プレス、分塊および連続圧延機などの設備と素材材工場を保有している。

（9月13日、鉄鋼新聞）

JFEが再参入 タンク向け9% Ni厚板

JFEスチールは、需要拡大が見込まれるLNGタンク向けに、9% Ni厚板の生産を再開する方針だ。東日本製鉄所の京浜地区で、早ければ今年中に生産を始める。すでに客先からは引き合いがきているが、過去4年間は厚板ミルにおける熱処理能力の制約などもあり、受注・販売活動を見送っていた。今年、生産・販売を始めれば、5年ぶりの再参入となる。

JFEスチールは現在、タンク向け厚板では、石炭火力のボイラーや中国のLPG用球形タンク向けに、主に西日本製鉄所の福山地区で生産している。京浜地区は厚板ミルの熱処理能力を月間1万5千トン程度に引き上げたが、足元では耐磨耗鋼や建産機向けハイテン材などの生産が高水準で、熱処理設備はフル稼働となっている。

9% Ni厚板は、オンラインの熱処理では製造できずにオフラインでの熱処理工程が必要なため、他地区の厚板ミルも含めて生産品種の最適な配分を検討中だ。（8月30日、鉄鋼新聞）

大同特殊鋼が開発、 チップインダクタ用合金粉末

大同特殊鋼は金属粉末事業の用途開発の一環で、高周波用途のチップインダクタ用合金粉末の開発を進めている。チップインダクタは、電子部品に使用され、車載用、携帯端末用などで高い市場成長率が見込まれる。従来はフェライト、セラミックなどが使われてきた分野で金属粉末の採用を促進することにより、事業拡大の推進軸とする狙いもある。

合金開発技術や粉末形状・分布・粒径の微細制御など独自技術を生かし、多様化するニーズにきめ細かく対応するカスタマイズ開発に注力し

て、用途に応じた金属粉末を開発する。

粉末事業部ではステンレス、高合金粉末など耐食性、耐熱性、耐磨耗性に優れた金属粉末に加えて、磁性粉末の強化も進めている。

軟磁性材料分野にはブリュースにも搭載されている大電流用途や、このほどコイル形状の生産も開始したノイズ抑制シートなどがある。

（10月16日、鉄鋼新聞）

三菱、建設機械用太巻きばね 中国新工場が量産稼働

三菱製鋼が中国・浙江省寧波市に展開する寧波菱鋼彈簧はこのほど、建設機械の足回りに使用される太巻きばねの新工場が量産稼働を開始した。12億5千万円を投じて、自動車用ばね工場の隣接地に昨年秋、年産能力1万8,000トンの新工場（建屋、土地含む）を建設。4月から一部生産を開始していた。

中国では足元は一服感があるものの、中長期的に建設機械市場の成長が期待されており、三菱では今後さらなる事業拡大を目指す方針。

グローバルスタンダードな製品を供給するため、三菱は中国拠点と国内拠点とで作り分けし、北米も合わせた世界3極でばね事業を拡大する。中国の新工場では鋼材の地産地消を目指し、現地採用も積極化していきたい考え。

寧波菱鋼彈簧では、建機用のほかに乗用車用巻ばねの第2ラインが2011年10月に完成、供給能力を増強し、さらなる競争力向上を図っている。

（8月24日、産業新聞）

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

特殊鋼統計資料

特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別生産の推移

鋼 種 別

(単位：t)

年 月	工具鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼						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		
'10 暦 年	264,305	4,709,973	3,765,411	8,475,384	433,942	990,566	3,084,123	808,875	5,613,907	833,938	11,765,351	20,505,040
'11 暦 年	249,273	4,616,659	4,039,110	8,655,769	427,775	1,117,301	2,931,487	744,318	5,380,181	833,755	11,434,817	20,339,859
'10 年 度	268,456	4,789,705	3,919,752	8,709,457	433,475	1,036,426	3,112,544	808,958	5,697,455	857,115	11,945,973	20,923,886
'11 年 度	242,207	4,668,645	4,110,473	8,779,118	434,274	1,127,858	2,863,668	727,115	5,354,346	772,025	11,279,286	20,300,611
'11. 7- 9月	63,550	1,136,405	996,818	2,133,223	116,440	265,916	759,343	195,018	1,327,638	215,241	2,879,596	5,076,369
10-12月	57,752	1,274,796	1,104,273	2,379,069	120,533	294,871	655,788	197,842	1,475,742	176,958	2,921,734	5,358,555
'12. 1- 3月	56,170	1,236,552	1,077,411	2,313,963	111,879	283,972	703,504	187,888	1,385,817	158,955	2,832,015	5,202,148
4- 6月	57,695	1,174,592	1,063,309	2,237,901	113,931	277,311	729,481	187,857	1,518,776	165,653	2,993,009	5,288,605
'11年 7月	22,281	355,331	348,247	703,578	35,487	92,094	255,413	65,285	393,823	75,509	917,611	1,643,470
8月	20,271	382,506	321,949	704,455	39,289	78,809	252,148	64,145	468,032	65,085	967,508	1,692,234
9月	20,998	398,568	326,622	725,190	41,664	95,013	251,782	65,588	465,783	74,647	994,477	1,740,665
10月	20,889	435,694	374,192	809,886	40,259	94,470	248,790	69,019	508,407	64,445	1,025,390	1,856,165
11月	18,150	426,079	370,333	796,412	37,419	100,839	210,556	65,182	529,268	61,975	1,005,239	1,819,801
12月	18,713	413,023	359,748	772,771	42,855	99,562	196,442	63,641	438,067	50,538	891,105	1,682,589
'12年 1月	18,675	408,626	355,517	764,143	36,747	95,048	217,805	58,771	469,382	48,402	926,155	1,708,973
2月	19,187	405,399	354,966	760,365	37,736	93,186	240,907	63,622	443,887	47,840	927,178	1,706,730
3月	18,308	422,527	366,928	789,455	37,396	95,738	244,792	65,495	472,548	62,713	978,682	1,786,445
4月	17,140	380,029	365,570	745,599	35,838	89,329	238,532	56,124	495,959	41,969	957,751	1,720,490
5月	20,746	396,903	364,204	761,107	42,020	95,275	242,862	67,523	560,654	60,587	1,068,921	1,850,774
6月	19,809	397,660	333,535	731,195	36,073	92,707	248,087	64,210	462,163	63,097	966,337	1,717,341
7月	20,574	397,141	344,017	741,158	35,376	80,305	240,756	58,894	517,173	53,393	985,897	1,747,629
8月	18,275	380,864	301,001	681,865	34,157	76,436	239,112	57,434	501,035	57,184	965,358	1,665,498
前 月 比	88.8	95.9	87.5	92.0	96.6	95.2	99.3	97.5	96.9	107.1	97.9	95.3
前年同月比	90.2	99.6	93.5	96.8	86.9	97.0	94.8	89.5	107.1	87.9	99.8	98.4

経済産業省調査統計部調べ

形 状 別

(単位：t)

年 月	形 鋼	棒 鋼	管 材	線 材	鋼 板	鋼 帯	合 計
'10 暦年	393,638	6,029,672	1,355,012	4,382,009	2,074,482	6,270,227	20,505,040
'11 暦年	500,334	6,256,373	1,498,992	4,163,728	2,087,517	5,832,915	20,339,859
'10 年度	436,149	6,260,098	1,405,850	4,383,582	2,105,357	6,332,850	20,923,886
'11 年度	482,765	6,309,819	1,538,799	4,146,216	2,063,714	5,759,298	20,300,611
'11. 7-9月	132,742	1,529,404	368,045	1,073,534	480,912	1,491,732	5,076,369
10-12月	125,400	1,694,250	398,307	1,116,172	637,544	1,386,882	5,358,555
'12. 1-3月	111,741	1,655,247	394,385	1,048,331	480,797	1,511,647	5,202,148
4-6月	136,598	1,590,471	387,243	1,049,910	533,708	1,590,675	5,288,605
'11年 7月	60,678	511,399	131,676	338,217	127,379	474,121	1,643,470
8月	34,788	482,060	125,245	355,383	178,768	515,990	1,692,234
9月	37,276	535,945	111,124	379,934	174,765	501,621	1,740,665
10月	41,782	562,994	147,857	389,358	216,410	497,764	1,856,165
11月	31,881	573,197	127,228	369,966	237,030	480,499	1,819,801
12月	51,737	558,059	123,222	356,848	184,104	408,619	1,682,589
'12年 1月	41,754	532,998	136,362	342,774	170,803	484,282	1,708,973
2月	42,726	555,757	122,460	334,840	135,870	515,077	1,706,730
3月	27,261	566,492	135,563	370,717	174,124	512,288	1,786,445
4月	37,145	512,707	147,874	319,737	185,193	517,834	1,720,490
5月	55,320	542,575	128,944	370,178	206,748	547,009	1,850,774
6月	44,133	535,189	110,425	359,995	141,767	525,832	1,717,341
7月	48,559	507,343	126,311	342,088	143,102	580,226	1,747,629
8月	20,623	452,004	123,852	342,735	162,564	563,720	1,665,498
前 月 比	42.5	89.1	98.1	100.2	113.6	97.2	95.3
前年同月比	59.3	93.8	98.9	96.4	90.9	109.3	98.4

経済産業省調査統計部調べ

特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別販売(商社+問屋)の推移

(単位: t)

年 月	工 具 鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼							計	合 計
		機械構造用炭素鋼	構 造 用 合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ス テ ン レ ス 鋼	快 削 鋼	高 抗 張 力 鋼	そ の 他			
'10 暦 年	447,725	3,903,203	4,298,708	8,201,911	273,624	490,599	2,787,997	212,853	52,711	90,797	3,908,581	12,558,217	
'11 暦 年	441,844	3,966,807	4,653,986	8,620,793	273,757	547,952	3,626,549	200,660	82,191	79,046	4,810,155	13,872,792	
'10 年 度	462,905	4,084,266	4,338,870	8,423,136	276,543	532,229	3,438,657	207,684	61,239	109,308	4,625,660	13,511,701	
'11 年 度	436,022	3,961,080	4,615,541	8,576,621	278,975	557,870	3,259,900	196,709	87,121	54,934	4,435,509	13,448,152	
'11年 12月 12年 1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月	35,445	345,305	349,292	694,597	24,479	43,065	247,766	15,720	5,916	1,999	338,945	1,068,987	
	36,205	324,263	349,619	673,882	23,739	42,316	242,879	15,545	6,655	2,121	333,255	1,043,342	
	39,675	354,984	356,489	711,473	24,164	49,093	249,918	15,305	7,404	3,087	348,971	1,100,119	
	37,986	374,682	360,080	734,762	23,573	57,519	262,059	16,410	7,354	2,009	368,924	1,141,672	
	33,871	350,174	351,151	701,325	22,941	52,898	244,488	13,745	6,630	2,460	343,162	1,078,358	
	35,345	353,980	348,292	702,272	24,908	54,413	252,112	15,148	6,760	2,143	355,484	1,093,101	
	27,093	332,414	344,131	676,545	21,309	50,933	250,313	15,494	7,393	2,286	347,728	1,051,366	
	26,849	337,404	338,895	676,299	19,316	46,510	250,073	15,265	8,116	2,005	341,285	1,044,433	
24,568	307,758	324,474	632,232	18,555	38,201	238,405	12,499	7,920	1,589	317,169	973,969		
前 月 比	91.5	91.2	95.7	93.5	96.1	82.1	95.3	81.9	97.6	79.3	92.9	93.3	
前年同月比	66.6	93.8	78.7	85.4	77.1	65.2	86.3	68.7	115.6	28.0	81.4	83.5	

経済産業省調査統計部調べ

特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別在庫の推移

(単位: t)

メーカー在庫

年 月	工 具 鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼							計	合 計
		機械構造用炭素鋼	構 造 用 合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ス テ ン ス 鋼	快 削 鋼	高 抗 張 鋼	そ の 他			
'10 暦 年	8,211	196,285	116,884	313,169	26,837	32,899	118,937	32,660	171,362	33,367	416,062	737,442	
'11 暦 年	8,488	190,227	116,969	307,196	24,614	38,099	122,684	30,553	197,768	32,381	446,099	761,783	
'10 年 度	8,496	172,140	103,840	275,980	23,338	30,420	111,558	29,060	154,845	47,895	397,116	681,592	
'11 年 度	8,295	179,079	120,934	300,013	25,426	40,127	114,550	25,787	167,698	42,520	416,108	724,416	
'11年 12月	8,488	190,227	116,969	307,196	24,614	38,099	122,684	30,553	197,768	32,381	446,099	761,783	
'12年 1月	8,500	202,252	123,578	325,830	25,651	42,694	125,286	29,633	177,103	33,036	433,403	767,733	
2月	7,720	195,704	130,628	326,332	25,267	41,560	135,402	34,362	194,961	32,618	464,170	798,222	
3月	8,295	179,079	120,934	300,013	25,426	40,127	114,550	25,787	167,698	42,520	416,108	724,416	
4月	8,399	193,868	133,808	327,676	25,088	44,481	111,039	28,316	192,259	30,005	431,188	767,263	
5月	8,509	192,411	144,357	336,768	28,561	46,720	110,419	31,793	186,796	34,570	438,859	784,136	
6月	8,329	195,934	147,059	342,993	23,461	46,048	127,997	28,750	177,906	37,602	441,764	793,086	
7月	9,028	186,151	143,469	329,620	25,004	43,714	124,193	27,513	211,872	27,012	459,308	797,956	
8月	8,543	199,109	137,591	336,700	21,918	46,990	130,916	31,846	199,281	31,143	462,094	807,337	
前 月 比	94.6	107.0	95.9	102.1	87.7	107.5	105.4	115.7	94.1	115.3	100.6	101.2	
前年同月比	92.3	111.7	111.1	111.4	105.7	143.3	102.6	111.9	110.8	75.4	107.3	108.8	

経済産業省調査統計部調べ

流通在庫

年 月		構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼							計	合 計
		機械構造用炭素鋼	構 造 用 合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高力抗張鋼	そ の 他			
'10 暦 年	58,676	233,045	154,142	387,187	20,594	53,478	143,960	17,731	7,227	2,142	245,132	690,995	
'11 暦 年	59,145	253,243	174,301	427,544	21,518	57,780	173,543	17,188	8,031	2,218	280,278	766,967	
'10 年 度	58,255	257,087	161,527	418,614	21,846	54,551	152,234	22,431	7,125	2,218	260,405	737,274	
'11 年 度	63,141	273,132	187,035	460,167	26,229	73,087	162,898	18,396	7,303	2,296	290,209	813,517	
'11年 12月	59,145	253,243	174,301	427,544	21,518	57,780	173,543	17,188	8,031	2,218	280,278	766,967	
'12年 1月	60,293	261,381	177,245	438,626	21,317	63,750	174,941	19,064	7,789	2,138	288,999	787,918	
2月	60,441	269,527	179,429	448,956	23,065	67,376	159,304	16,249	7,568	2,047	275,609	785,006	
3月	63,141	273,132	187,035	460,167	26,229	73,087	162,898	18,396	7,303	2,296	290,209	813,517	
4月	62,062	264,746	183,739	448,485	24,994	73,044	155,450	18,325	6,983	2,322	281,118	791,665	
5月	60,594	268,729	185,162	453,891	24,413	76,018	162,269	18,732	7,078	2,465	290,975	805,460	
6月	58,976	267,710	187,682	455,392	24,232	76,018	158,835	18,884	6,870	2,423	287,262	801,630	
7月	59,738	267,203	188,312	455,515	24,151	76,902	157,452	18,588	7,157	2,458	286,708	801,961	
8月	60,076	272,611	189,622	462,233	24,367	79,797	159,705	19,138	7,663	2,614	293,284	815,593	
前 月 比	100.6	102.0	100.7	101.5	100.9	103.8	101.4	103.0	107.1	106.3	102.3	101.7	
前年同月比	98.0	112.5	119.3	115.2	120.5	157.2	99.2	105.1	99.9	118.8	112.8	112.9	

経済産業省調査統計部調べ

特殊鋼熱間圧延鋼材の輸出入推移

輸 出

(単位：t)

年 月	工具鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼				そ の 他 の 鋼			特 殊 鋼 鋼材合計
		機械構造 用炭素鋼	構造用 合金鋼	計	ばね鋼	ステンレス鋼	ピアノ 線 材	計	高炭素鋼	その他 合金鋼	計	
'10 暦 年	29,076	526,073	515,148	1,041,222	178,652	1,245,293	178,065	1,602,010	16,986	5,092,548	5,109,534	7,781,841
'11 暦 年	34,103	424,408	540,217	964,625	183,369	1,245,945	211,120	1,640,433	15,635	5,054,857	5,070,493	7,709,654
'10 年 度	32,088	518,301	537,548	1,055,849	186,550	1,312,140	188,479	1,687,169	17,707	5,342,919	5,360,626	8,135,732
'11 年 度	31,409	412,032	515,762	927,794	180,097	1,212,348	179,423	1,571,868	14,676	4,893,245	4,907,922	7,438,993
'11年 12月	2,639	31,473	47,225	78,698	12,629	89,336	6,398	108,362	1,279	401,672	402,951	592,650
'12年 1月	2,407	32,548	32,298	64,847	15,786	77,120	8,497	101,403	993	379,422	380,415	549,072
2月	1,793	33,566	36,878	70,444	16,699	106,080	5,120	127,899	1,302	432,351	433,653	633,790
3月	1,889	43,836	44,828	88,664	15,392	127,550	10,608	153,550	886	477,238	478,124	722,227
4月	2,395	34,327	46,049	80,376	15,380	89,412	7,636	112,427	1,415	417,424	418,840	614,038
5月	2,270	39,909	52,703	92,612	16,203	95,183	8,547	119,933	765	606,956	607,721	822,536
6月	2,320	40,539	52,758	93,297	16,984	106,154	13,343	136,481	1,109	444,761	445,870	677,968
7月	2,558	35,118	47,728	82,846	15,802	94,326	11,926	122,054	1,275	429,764	431,039	638,497
8月	2,499	42,889	39,660	82,550	14,933	91,469	15,920	122,322	1,024	476,359	477,384	684,754
前 月 比	97.7	122.1	83.1	99.6	94.5	97.0	133.5	100.2	80.3	110.8	110.8	107.2
前年同月比	87.3	122.5	80.8	98.1	92.9	94.4	128.2	97.5	61.8	121.7	121.5	113.1

財務省通関統計

輸 入

年 月	工具鋼	ばね鋼	ス テ ン レ ス 鋼						計	快削鋼	その他の鋼			合 計
			形鋼	棒鋼	線材	鋼板類	鋼管	高炭素鋼			合金鋼	計		
'10 暦 年	4,549	1,084	975	10,871	9,624	137,703	8,327	167,499	3	8,967	110,481	119,449	292,583	
'11 暦 年	5,781	881	665	11,941	9,319	156,308	11,030	189,263	85	29,045	174,950	203,995	400,005	
'10 年 度	5,439	1,157	866	11,315	9,305	142,188	8,720	172,393	2	13,278	118,915	132,193	311,184	
'11 年 度	6,495	736	817	13,714	9,745	159,034	11,299	194,609	120	27,334	209,170	236,504	438,465	
'11年 12月	694	39	88	1,016	697	14,258	850	16,909	5	507	30,926	31,433	49,079	
'12年 1月	655	56	124	1,770	715	11,780	882	15,272	24	631	13,201	13,832	29,840	
2月	1,045	54	81	1,216	910	10,288	749	13,243	5	1,158	21,803	22,960	37,308	
3月	597	17	110	1,303	923	14,752	882	17,971	5	1,942	24,631	26,573	45,164	
4月	551	35	137	1,169	885	11,488	972	14,652	24	3,858	19,274	23,132	38,393	
5月	924	62	150	1,172	873	11,079	936	14,210	19	2,623	13,950	16,573	31,787	
6月	323	125	56	1,097	870	11,694	1,007	14,723	-	1,785	17,126	18,911	34,083	
7月	549	123	41	1,331	725	12,014	986	15,097	37	2,951	35,986	38,938	54,744	
8月	525	113	48	1,249	543	9,507	1,037	12,384	17	1,503	24,947	26,449	39,488	
前 月 比	95.7	91.6	115.5	93.8	75.0	79.1	105.2	82.0	44.4	50.9	69.3	67.9	72.1	
前年同月比	110.5	100.6	183.6	158.5	55.6	66.0	104.8	72.0	34.9	677.6	130.8	137.1	106.4	

財務省通関統計

関連産業指標推移

(単位：台)

(単位：億円)

年 月	四輪自動車生産		四輪完成車輸出		新 車 登 録		建設機械生産		産業車輛生産		機 械 受注額	産業機械 受注額	工作機械 受注額
	うち トラック	うち トラック	うち トラック	うち トラック	うち トラック	うち トラック	ブル ドーザ	パワー ショベル	フォーク リフト	ショベル トラック			
'10 暦 年	r9,628,875	r1,209,179	4,841,460	450,312	4,956,136	731,094	4,354	101,788	104,767	9,726	82,555	47,731	9,786
'11 暦 年	r8,398,630	r1,135,996	4,464,413	423,767	4,210,219	674,780	6,887	135,303	114,789	12,043	88,961	52,656	13,262
'10 年 度	r8,993,839	r1,146,804	4,806,058	437,594	4,601,135	709,410	4,938	111,973	106,058	10,066	84,480	47,463	11,136
'11 年 度	r9,266,957	r1,244,733	4,621,975	448,275	4,753,273	732,158	7,435	145,100	118,129	12,476	89,742	59,270	13,111
'11年 12月	r848,250	r113,500	457,464	45,022	349,205	58,522	635	13,103	9,649	1,299	7,425	5,458	1,160
'12年 1月	r837,192	r107,527	380,295	32,294	415,924	56,498	542	12,120	8,514	972	7,475	6,845	974
2月	r952,256	r123,291	454,449	40,548	519,626	69,236	609	13,474	9,719	947	7,681	4,471	1,030
3月	r984,563	r116,045	432,046	45,610	751,888	108,498	757	14,064	10,302	927	7,463	10,954	1,153
4月	r799,470	r97,891	402,389	40,717	359,630	52,367	668	12,319	9,361	900	7,886	2,365	1,073
5月	r781,345	r99,867	387,776	36,389	394,947	56,235	646	11,734	9,112	841	6,719	2,366	1,048
6月	r893,145	r113,575	431,020	45,035	505,341	71,693	705	12,899	10,022	921	7,097	4,492	1,087
7月	r922,679	r113,357	417,819	40,007	513,125	67,099	666	12,914	10,143	1,000	7,421	2,828	1,057
8月	735,999	92,230	344,049	33,769	370,777	54,155	577	11,474	9,058	927	7,173	2,685	963
前 月 比	79.8	81.4	82.3	84.4	72.3	80.7	86.6	88.8	89.3	92.7	96.7	95.0	91.0
前年同月比	104.5	102.5	94.6	104.0	112.4	97.8	106.1	104.1	97.4	103.7	94.4	55.6	97.3

出所：日本自動車工業会、経済産業省、総務省、産業機械工業会、工作機械工業会

特殊鋼流通統計総括表

2 0 1 2 年 8 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(%)	1987～2012年随時					
							年 月	ピーク時	年 月	ボトム時		
工 具 鋼	生 産 高		18,275	88.8	90.2	82.2	91. 3	29,286	09. 4	5,565		
	輸 出 船 積 実 績		2,499	97.7	87.3	69.8	87. 3	10,368	09. 6	693		
	販 売 業 者	{	受入高計	24,906	90.2	63.8	121.1	11. 9	51,246	09. 2	10,035	
			販売高計	24,568	91.5	66.6	120.6	11. 9	52,655	09. 2	13,875	
			消費者向	17,467	89.0	85.4	186.1	12. 2	22,745	09. 2	6,438	
			在庫高計	60,076	100.6	98.0	166.7	11. 4	66,956	87.10	31,813	
生産者工場在庫高		8,543	94.6	92.3	76.2	91.10	17,876	09.12	4,601			
総 在 庫 高		68,619	99.8	97.3	145.5	11. 4	76,339	88. 1	41,105			
構 造 用 鋼	生 産 高		681,865	92.0	96.8	125.6	08.10	827,404	09. 2	269,906		
	輸 出 船 積 実 績		82,550	99.6	98.1	487.7	12. 6	93,297	92. 1	10,222		
	販 売 業 者	{	受入高計	638,950	94.5	86.5	193.4	08.10	1,157,330	98. 8	257,445	
			販売高計	632,232	93.5	85.4	192.8	08.10	1,134,981	99. 8	253,970	
			消費者向	410,320	91.9	145.3	192.0	08.10	670,656	98. 8	166,732	
			在庫高計	462,233	101.5	115.2	192.3	12. 8	462,233	87.10	169,822	
生産者工場在庫高		336,700	102.1	111.4	112.5	12. 6	342,993	09. 4	176,539			
総 在 庫 高		798,933	101.8	113.6	148.0	12. 8	798,933	87.12	427,089			
ば ね 鋼	生 産 高		34,157	96.6	86.9	80.3	89. 3	60,673	09. 2	10,159		
	輸 出 船 積 実 績		14,933	94.5	92.9	118.0	06. 5	27,829	09. 4	3,629		
	販 売 業 者	{	受入高計	18,771	97.6	74.6	125.8	11. 9	35,943	09. 4	6,202	
			販売高計	18,555	96.1	77.1	124.6	11. 9	33,717	09. 4	6,339	
			消費者向	6,485	83.7	92.5	52.3	90.10	23,876	09. 4	2,550	
			在庫高計	24,367	100.9	120.5	766.7	12. 3	26,229	03. 9	1,534	
生産者工場在庫高		21,918	87.7	105.7	68.2	95.12	41,374	09. 4	15,541			
総 在 庫 高		46,285	94.2	113.0	131.1	12. 5	52,974	02. 9	23,836			
ス テ ン レ ス 鋼	生 産 高		239,112	99.3	94.8	88.5	07. 3	330,543	09. 2	116,542		
	輸 出 船 積 実 績		91,469	97.0	94.4	90.0	05. 3	152,476	90. 1	27,186		
	販 売 業 者	{	受入高計	240,658	96.8	85.8	160.2	06. 5	587,740	09. 2	88,978	
			販売高計	238,405	95.3	86.3	159.6	06. 5	587,941	09. 2	88,740	
			消費者向	54,087	85.6	89.6	94.9	06. 1	292,191	87. 1	34,263	
			在庫高計	159,705	101.4	99.2	144.4	12. 1	174,941	87. 3	51,419	
生産者工場在庫高		130,916	105.4	102.6	89.0	02. 4	188,988	09. 6	94,564			
総 在 庫 高		290,621	103.2	100.7	112.7	01.10	352,013	88. 4	191,203			
快 削 鋼	生 産 高		57,434	97.5	89.5	64.9	88. 3	116,819	09. 2	22,054		
	販 売 業 者	{	受入高計	13,049	87.2	65.2	77.6	06. 9	25,874	04. 9	7,949	
			販売高計	12,499	81.9	68.7	75.5	08. 4	26,351	09. 2	10,358	
			消費者向	12,023	81.4	67.9	84.5	08. 4	23,235	04. 9	9,649	
			在庫高計	19,138	103.0	105.1	83.6	07. 8	27,861	87. 1	9,364	
	生産者工場在庫高		31,846	115.7	111.9	141.7	87. 1	43,166	01.12	17,975		
総 在 庫 高		50,984	110.6	109.3	112.4	06. 5	69,020	02. 3	31,448			
高 抗 張 力 鋼	生 産 高		501,035	96.9	107.1	213.9	12.05	560,654	87. 2	151,890		
	販 売 業 者	{	受入高計	8,426	100.3	117.5	68.0	90. 2	18,841	09. 8	1,571	
			販売高計	7,920	97.6	115.6	64.1	90.10	18,863	09. 8	2,035	
			消費者向	5,350	95.8	122.8	99.4	90.10	9,573	09. 8	1,701	
			在庫高計	7,663	107.1	99.9	57.8	99.12	20,289	02.12	5,895	
	生産者工場在庫高		199,281	94.1	110.8	118.9	12. 7	211,872	99.11	99,475		
総 在 庫 高		206,944	94.5	110.3	114.5	12. 7	219,029	06. 3	110,555			
そ の 他	生 産 高		133,620	99.9	92.9	57.1	-	-	-	-		
	販 売 業 者	{	受入高計	42,841	86.7	69.3	345.9	-	-	-	-	
			販売高計	39,790	82.0	61.9	322.3	-	-	-	-	-
			消費者向	32,338	87.6	99.3	600.7	-	-	-	-	-
			在庫高計	82,411	103.8	155.6	622.0	-	-	-	-	-
	生産者工場在庫高		78,133	110.5	105.4	46.6	-	-	-	-	-	
総 在 庫 高		160,544	107.0	126.3	88.8	-	-	-	-	-		
特 殊 鋼 鋼 材 合 計	熱延鋼材生産高合計		1,665,498	95.3	98.4	123.6	07. 3	1,942,468	09. 2	697,318		
	鋼材輸出船積実績計		684,754	107.2	113.1	204.0	12. 5	822,536	87. 1	153,788		
	販 売 業 者	{	受入高計	987,601	94.5	84.3	172.7	06. 5	1,516,366	87. 1	435,213	
			販売高計	973,969	93.3	83.5	171.2	08. 6	1,512,463	87. 5	442,211	
			消費者向	538,070	90.5	126.7	159.8	08. 6	926,258	98. 8	267,392	
			在庫高計	815,593	101.7	112.9	184.4	12. 8	815,593	87.10	290,674	
生産者工場在庫高		807,337	101.2	108.8	105.9	98. 1	839,861	97. 3	425,932			
総 在 庫 高		1,622,930	101.4	110.8	134.7	12. 8	1,622,930	97. 1	873,633			

出所:経済産業省 大臣官房調査統計部

- 注 1. 総在庫高とは販売業者在庫高に生産者工場在庫高を加算したもの。生産者工場在庫高は熱延鋼材のみで、冷延鋼材及び鋼管を含まない。また、工場以外の置場にあるものは、生産者所有品であってもこれを含まない。
2. 1987～2012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

倶楽部だより

(平成24年8月21日～10月20日)

臨時総会 (10月9日)

- ①理事辞任の承認
- ②一般社団法人への移行認可申請の承認

理事会 (9月19日)

- ①理事辞任に伴う新任理事候補者選出
- ②一般社団法人への移行認可申請
- ③平成25年新年賀詞交換会開催方法
- ④各種委員会委員長及び委員変更
- ⑤平成24年9月～平成25年3月の会議開催日程
- ⑥報告事項

運営委員会

- ・本委員会 (9月12日)
一般社団法人への移行認可申請の件
- ・総務分科会・財務分科会 (9月5日)
一般社団法人への移行認可申請の件

海外委員会

- ・「安全保障貿易管理」説明会 (8月24日、日本鉄鋼連盟、ステンレス協会と共催)
講師：経済産業省 貿易経済協力局
安全保障貿易検査官室
上席安全保障貿易検査官
熊野 幸一氏
参加者：120名
- ・「アセアンの特殊鋼需給動向」調査報告書説明会 (8月29日)
講師：(株)日鉄技術情報センター 経済産業
調査部長 松尾 悟氏
経済産業調査部特別研究員
渡邊 泰雄氏
参加者：70名

編集委員会

- ・本委員会 (9月25日)
1月号特集「世界に寄与する我が社の新製

品・新技術」(仮題)の編集方針、内容の確認

流通委員会

- ・工具鋼分科会 (8月12日)
- ・説明会 (9月28日)
「平成24年度第3・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 田久保 憲彦氏
参加者：45名

【大阪支部】

- 説明会 (10月4日)
テーマ：「平成24年度第3・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 田久保 憲彦氏
参加者：50名
- 3団体責任者会議 (10月15日)
本年度下期共催事業の検討他

【名古屋支部】

- 説明会 (10月2日)
テーマ：「平成24年度第3・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
計画係長 市丸 純氏
出席者：80名
- 2団体共催工場見学会 (9月14日、15日)
見学先：東北特殊鋼(株)
参加者：24名
- 2団体共催中堅社員研修 (10月19日)
テーマ：「仕事ができる人になる」～好まし
い考え方、仕事の進め方とは～
講師：村野 文洋氏
参加者：35名

社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧

(社名は50音順)

【会 員 数】		【販売業者会員】		
(正 会 員)		愛 鋼 (株)	住 金 物 産 (株)	阪 神 特 殊 鋼 (株)
製造業者	25社	青 山 特 殊 鋼 (株)	住 金 物 産 特 殊 鋼 (株)	阪 和 興 業 (株)
販売業者	106社	浅 井 産 業 (株)	住 商 特 殊 鋼 (株)	日 立 金 属 ア ド メ ッ ト (株)
合 計	131社	東 金 属 (株)	住 友 商 事 (株)	日 立 金 属 工 具 鋼 (株)
(賛 助 会 員)	0 社	新 井 ハ ガ ネ (株)	大 同 興 業 (株)	(株) 日 立 ハ イ テ ク ノ ロ ジ ー ズ
【製造業者会員】		栗 井 鋼 商 事 (株)	大 同 D M ソ リ ュ ー シ ョ ン (株)	(株) 平 井
愛 知 製 鋼 (株)		伊 藤 忠 丸 紅 鉄 鋼 (株)	大 洋 商 事 (株)	(株) フ ク オ カ
秋 山 精 鋼 (株)		伊 藤 忠 丸 紅 特 殊 鋼 (株)	大 和 興 業 (株)	藤 田 商 事 (株)
(株) 川 口 金 属 工 業		井 上 特 殊 鋼 (株)	大 和 特 殊 鋼 (株)	古 池 鋼 業 (株)
(株) 神 戸 製 鋼 所		植 田 興 業 (株)	(株) 竹 内 ハ ガ ネ 商 行	(株) プ ル ー タ ス
合 同 製 鐵 (株)		(株) U E X	孟 鋼 鉄 (株)	(株) 堀 田 ハ ガ ネ
山 陽 特 殊 製 鋼 (株)		碓 井 鋼 材 (株)	田 島 ス チ ー ル (株)	(株) マ ク シ ス コ ー ポ レ ー シ ョ ン
J F E 条 鋼 (株)		ウ メ ト ク (株)	辰 巳 屋 興 業 (株)	松 井 鋼 材 (株)
J F E ス チ ー ル (株)		扇 鋼 材 (株)	中 部 ス テ ン レ ス (株)	三 沢 興 産 (株)
J X 日 鉦 日 石 金 属 (株)		岡 谷 鋼 機 (株)	千 曲 鋼 材 (株)	三 井 物 産 (株)
下 村 特 殊 精 工 (株)		カ ネ ヒ ラ 鉄 鋼 (株)	(株) テ ク ノ タ ジ マ	三 井 物 産 ス チ ー ル (株)
新 日 鐵 住 金 (株)		兼 松 (株)	(株) 鐵 鋼 社	(株) メ タ ル ワ ン
ス テ ン レ ス パ イ プ 工 業 (株)		兼 松 ト レ ー デ ィ ン グ (株)	ゲ ル タ ス テ ィ ー ル (株)	(株) メ タ ル ワ ン チ ュ ー ブ ラ ー
大 同 特 殊 鋼 (株)		(株) カ ム ス	東 京 貿 易 金 属 (株)	(株) メ タ ル ワ ン 特 殊 鋼
高 砂 鐵 工 (株)		(株) カ ワ イ ス チ ー ル	(株) 東 信 鋼 鉄	森 寅 鋼 業 (株)
東 北 特 殊 鋼 (株)		川 本 鋼 材 (株)	特 殊 鋼 機 (株)	(株) 山 一 ハ ガ ネ
日 新 製 鋼 (株)		北 島 鋼 材 (株)	豊 田 通 商 (株)	山 進 産 業 (株)
日 本 金 属 (株)		ク マ ガ イ 特 殊 鋼 (株)	中 川 特 殊 鋼 (株)	ヤ マ ト 特 殊 鋼 (株)
日 本 高 周 波 鋼 業 (株)		ケ ー ・ ア ン ド ・ アイ 特 殊 管 販 売 (株)	中 野 ハ ガ ネ (株)	山 野 鋼 材 (株)
日 本 精 線 (株)		小 山 鋼 材 (株)	永 田 鋼 材 (株)	陽 鋼 物 産 (株)
日 本 冶 金 工 業 (株)		佐 久 間 特 殊 鋼 (株)	名 古 屋 特 殊 鋼 (株)	菱 光 特 殊 鋼 (株)
日 立 金 属 (株)		櫻 井 鋼 鐵 (株)	ナ ス 物 産 (株)	リ ン タ ツ (株)
(株) 不 二 越		佐 藤 商 事 (株)	南 海 鋼 材 (株)	渡 辺 ハ ガ ネ (株)
三 菱 製 鋼 (株)		サ ハ シ 特 殊 鋼 (株)	日 輪 鋼 業 (株)	
ヤ マ シ ン ス チ ー ル (株)		(株) 三 悦	日 金 ス チ ー ル (株)	
理 研 製 鋼 (株)		三 協 鋼 鐵 (株)	日 鐵 商 事 (株)	
		三 京 物 産 (株)	日 本 金 型 材 (株)	
		三 興 鋼 材 (株)	ノ ボ ル 鋼 鉄 (株)	
		三 和 特 殊 鋼 (株)	野 村 鋼 機 (株)	
		J F E 商 事 (株)	白 鷺 特 殊 鋼 (株)	
		芝 本 産 業 (株)	橋 本 鋼 (株)	
		清 水 金 属 (株)	(株) 長 谷 川 ハ ガ ネ 店	
		清 水 鋼 鐵 (株)	(株) ハ ヤ カ ワ カ ン パ ニ ー	
		神 鋼 商 事 (株)	林 田 特 殊 鋼 材 (株)	

平成24年度調査票提出促進運動について

経済産業省大臣官房調査統計グループ

経済産業省が実施する各種の統計調査に対して、平素より多大なる御尽力と御協力を賜りまして、誠にありがとうございます。

我が国が実施する公的統計につきましては、社会経済の急激な変化や国民生活の多様化など、経済活動の現状を正しく見極める指標として、その果たす役割は一層大きくなっております。御提出いただく調査票は、当グループにおいて集計・加工・分析をした上で公表され、国・地方公共団体の行政施策の基礎資料、商工鉅業における企業経営資料として、さらには諸研究のための貴重なデータとして幅広い活用が予定されています。

経済産業省では、こうした公的統計調査結果の成果をより高めるため、例年より「統計の日」（10月18日）を中心として「調査票提出促進運動」を実施しております。

公的統計の結果データが信頼性高く、かつ、早期に公表されるためには、何より皆様から正確な調査票を所定の期日までに御提出いただくことが最も重要となります。現在、当省が実施をしている統計調査は、「経済産業省生産動態統計調査」、「商業動態統計調査」、「経済産業省特定業種石油等消費統計調査」、「特定サービス産業動態統計調査」、「製造工業生産予測調査」、「海外現地法人四半期調査」です。

ご多用な中、大変に恐縮ではありますが、当省が実施する統計調査の調査票を御提出いただけますよう、重ねてお願い申し上げます。

本運動の詳細につきましては、当省のHPにて趣旨等をご紹介しますので、併せて御参照ください。

URL： <http://www.meti.go.jp/statistics/toppage/topics/sokushin/index.html>

平成24年工業統計調査を実施します

■ 昨年（平成23年）の工業統計調査は、「経済センサス-活動調査」の実施により中止となりましたが、■ 本年は平成24年12月31日現在で実施をいたします。

■ 調査員が皆様の事業所へお伺いし、調査票の配布・回収を行います。他の公的統計調査■ と同様、調査票を御提出いただきますよう、よろしくお願いたします。

11月は下請取引適正化推進月間です。

平成24年度下請取引適正化推進月間キャンペーン標語

下請法 知って守って 企業のモラル

11月は下請取引適正化推進月間です。全国各地において下請取引適正化推進講習会（参加費無料）を開催するほか、全国の公正取引委員会の地方事務所等や経済産業省の地方経済産業局等で、下請取引に関する相談等にも応じています。詳しくは次の連絡先にお問い合わせください。

公正取引委員会 取引部企業取引課 03-3581-3375 (ホームページ http://www.jftc.go.jp/)		中小企業庁 事業環境部取引課 03-3501-1669 (ホームページ http://www.chusho.meti.go.jp/)	
北海道事務所	011-231-6300	北海道経済産業局	011-709-1783
東北事務所	022-225-8420	東北経済産業局	022-221-4922
取引部企業取引課	03-3581-3375	関東経済産業局	048-600-0325
中部事務所	052-961-9424	中部経済産業局	052-951-2748
近畿中国四国事務所	06-6941-2176	近畿経済産業局	06-6966-6037
中国支所	082-228-1501	中国経済産業局	082-224-5661
四国支所	087-834-1441	四国経済産業局	087-811-8529
九州事務所	092-431-6032	九州経済産業局	092-482-5450
沖縄総合事務局総務部公正取引室	098-866-0049	沖縄総合事務局経済産業部	098-866-1755

下請取引については、「下請代金支払遅延等防止法」や「下請中小企業振興法」による振興基準において、親事業者（発注者）の義務や禁止行為のルールなどが定められています。公正取引委員会及び中小企業庁では、定期的の下請取引の実態を調査し、下請取引適正化のための指導を行っています。

下請代金支払遅延等防止法

【親事業者の義務】

- 取引条件等を記載した注文書の交付
- 下請取引に関する事項を記載した書類の作成と保存
- 下請代金の支払期日を定めること
- 遅延利息の支払

【親事業者の禁止行為】

- 受領拒否
- 下請代金の支払遅延
- 下請代金の減額
- 返品
- 買ったたき
- 物の購入強制・役務の利用強制
- 報復措置
- 有償支給原材料等の対価の早期決済
- 割引困難な手形の交付
- 不当な経済上の利益の提供要請
- 不当な給付内容の変更・やり直し

下請中小企業振興法

【振興基準】

- 下請事業者の生産性の向上及び製品若しくは情報成果物の品質若しくは性能又は役務の品質の改善
- 親事業者の発注分野の明確化及び発注方法の改善
- 下請事業者の施設又は設備の導入、技術の向上及び事業の共同化
- 対価の決定の方法、納品の検査の方法その他取引条件の改善
- 下請事業者の連携の推進

特 集／世界に寄与する我が社の新製品・新技術

本特集は、会員メーカー各社が「世界に寄与する我が社の新製品・新技術」と考えている材料・製品・設備・技術等について1社1～3頁で特集しています。

また、当倶楽部会長、副会長、及び主要メーカー代表による年頭所感をはじめ需要部門の動向（自動車、産業機械）等掲載予定です。

3月号特集予定…ランドマークと特殊鋼

特 殊 鋼

第 61 卷 第 6 号

© 2 0 1 2 年 11 月

平成24年10月25日 印 刷

平成24年11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 佐 藤 正 則

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。

「特殊鋼」誌第61巻索引

2012年 1～11月

■ 経 済 関 係 ■

「平成24年新年挨拶」……………嶋尾 正 1・1

【年頭所感】

「年頭に寄せて」……………上田 隆之 1・3
 「年頭所感」—幕末開国論とTPP—
 ……………竹内 誠二 1・5
 「年頭所感」(回顧と展望)……………高橋 規 1・6
 「年頭所感」……………久保 亮二 1・7
 「年頭所感」……………佐伯 康光 1・8
 「年頭所感」……………加藤 芳充 1・9
 「“その先”を築く」……………深谷 研悟 1・10
 「年頭所感」……………平岡 惟史 1・11
 「年頭所感」……………田中 敬一 1・12
 「ピンチをチャンスに」……………平木 明敏 1・13

【一人一題】

「担板漢」……………古賀 康友 3・1
 「ことば」……………安田 保馬 5・1
 「特殊鋼への想い(鐵は金属の王なる哉)」
 ……………紅林 豊 7・1
 「ノンアルコールビール」……………山中 敏幸 9・1
 「欧州への思い」……………逆井 猛 11・1

【需要部門の動向】

自動車工業……………志賀 俊之 1・14
 産業機械……………片岡 功一 1・16

■ 技 術 関 係 ■

《 特 集 記 事 》

☆ 我が国の技術開発プロジェクトと特殊鋼

I. 総論—我が国の鉄鋼に関する
 技術開発の方向・展望— ……齊藤 和則 1・19
 II. 鉄鋼、特殊鋼に関連した国の技術開発プロジェクト
 1. 鉄鋼材料の革新的高強度・
 高機能化基盤研究開発プロジェクトの概要
 ……………宮田 隆司 1・32
 (1) 溶接技術SGの活動と成果
 ……………平岡 和雄 1・34
 (2) 高温クリープサブグループ
 ……………増山不二光 1・44
 (3) 制御鍛造サブグループ ……梅本 実 1・50
 (4) 内部起点疲労破壊サブグループ
 ……………梅澤 修 1・56
 2. 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発
 —水素製造・輸送・貯蔵システム等に使用する
 金属材料開発、および国際標準化・規制見直し
 に資する評価試験法の開発、材料データの取得
 に係る研究開発— ……藤井 秀樹 1・61

3. 環境調和型製鉄プロセス技術開発 (COURSE50)

……………齋藤 公児 1・67

☆ 営業マンが体験した難問・珍問集2nd

I. はじめに……………小椋 大輔 3・2
 II. 営業の現場からでた難問・珍問の専門家による回答
 1. 材料の特性について
 (1) 化学成分の働き ……柴野 芳郎 3・3
 (2) 硬さのもつ意味は? ……吉田 統樹 3・6
 (3) 鋼はどのくらい強い? 焼入性との関係は?
 ……………福井 康二 3・8
 (4) 介在物欠陥とJIS測定法の海外での知名度は?
 ……………射場 俊彰 3・11
 (5) いろいろな記号があり、わかりにくい
 ……………内藤 靖 3・13
 (6) 紛らわしい鋼種の使い方は?
 ……本田 正寿、森川 秀人、
 大崎 元嗣 3・16
 (7) ステンレスもさびるの?
 磁石に付くステンレス? ……加藤 方隆 3・21
 2. 特殊鋼の製造に関連して
 (1) 実務で最初に出てきますが、
 違いがよくわかりません?
 ……………金須 貴之 3・24
 (2) 電気炉鋼と高炉(転炉)鋼
 ……………金須 貴之 3・26
 (3) ミルシートの内容は? ……安木 真一 3・27
 (4) 加工、熱処理工程 ……殿村 剛志 3・29
 III. 特殊鋼のグローバル化……………鎌田 芳彦 3・31
 IV. 営業マン“いまさら聞けない”質問集 …… 3・35
 山陽特殊製鋼(株)、日立金属(株)、中川特殊鋼(株)、
 (株)神戸製鋼所、新日本製鐵(株)、大同特殊鋼(株)、
 愛知製鋼(株)
 V. 昔の特殊鋼は良かったのですか?
 ……………加田 善裕 3・38

※先輩・後輩スレチガイカンチガイ

……………中川有一郎

☆ 熱処理を支える設備の進歩

I. 総論—熱処理設備の変遷と今後の動向—
 ……………大竹 保男 5・2
 II. 熱処理設備の実際
 1. 塩浴熱処理の特徴と最近の技術動向
 ……………鶴見 州宏 5・7
 2. 浸炭炉
 (1) ガス浸炭炉 ……藤野 智彦 5・10
 (2) 真空浸炭炉 ……堀 哲 5・14
 3. 窒化・軟窒化炉……………梶澤 均 5・17
 4. 高周波焼入焼戻装置……………片沼 秀明 5・20
 5. 表面改質(CVD、PVD) ……河田 一喜 5・23
 6. 新しい熱処理レーザ焼入れ…後藤 光宏 5・27
 III. 熱処理設備を支える要素技術
 1. 加熱源と加熱方式……………栗太 清文 5・30

2. 耐火物……………前田 六郎、林 和宏	5・34
3. 冷却媒体……………小別所匡寛、有田 裕司	5・39
4. 燃焼炉のエネルギー管理と安全制御 ……………大浦 肇、日比野知久	5・41
5. 熱回収システム—廃熱回収ボイラによる “活エネルギー”の実践—…石崎 信行	5・44
IV. 会員メーカー及び関連会社の熱処理・素材技術 真空浸炭シミュレーション技術の開発 ……………愛知製鋼(株)	5・48
ダイカスト金型用新熱処理法・表面処理法 ……………小山鋼材(株)	5・49
棒線の熱処理簡省略技術と商品 ……………新日本製鐵(株)	5・50
焼きならしを省略できる 高強度軟窒化クランクシャフト用鋼 ……………住友金属工業(株)	5・51
冷間ダイス鋼の熱処理、表面処理時の 寸法変化最小化技術…日本高周波鋼業(株)	5・52
☆ 自動車のHV・EV化と特殊鋼	
I. EV・PHVタウン構想の取組みについて ……………丸山 智久	7・2
II. HV化・EV化の技術動向	
1. 最新のハイブリッド自動車 ……近田 滋	7・7
2. 電気自動車	
(1) 電気自動車で替わる材料とその加工技術 ……………藤川真一郎	7・11
(2) 次世代自動車用部材に対応する 金型材へのニーズ ……金内 良夫	7・15
III. 軽量化・低フリクション化・低騒音化等に資する 技術・商品	
1. 動力伝達系CVT ……吉田 誠	7・19
2. 車体系	
(1) ばね ……岡田 秀樹	7・23
(2) ハブユニットとドライブシャフト ……………井上 昌弘	7・26
(3) インホイールモータシステム ……………鈴木 稔	7・29
IV. 会員メーカー及び関連会社の材料・技術の紹介 純鉄系軟磁性材料 ELCH2、ELCH2S ……………(株)神戸製鋼所	7・33
耐ピッチング性に優れた歯車用鋼 KSCM418H ……………(株)神戸製鋼所	7・34
軸受のさらなる長寿命化・小型化のニーズに対応する 新グレード軸受鋼「PremiumJ2」 ……………山陽特殊製鋼(株)	7・35
高耐久比鋼……………新日本製鐵(株)	7・36
自動車の進化を支える住友金属の特殊鋼 ……………住友金属工業(株)	7・37
ダイドー電子の製品紹介 ……(株)ダイドー電子	7・39
軽量化に資するこれからの素材 ・マグネシウム圧延材 ……日本金属(株)	7・41

☆ 鉄道と特殊鋼

I. 総論（鉄道車両の技術変遷） ……石塚 弘道	9・2
II. 主要部品に求められる機能と製造方法	
1. 車両	

(1) ボディー	
①ステンレス鋼 ……平田 茂	9・7
②アルミ ……貝田 一浩	9・9
(2) 鉄道車両用車輪・車軸 ……岡方 義則	9・12
(3) 軸受 ……藤田 康弘	9・15
(4) 鉄道車両用ばね ……早坂 善広	9・18
(5) 主電動機（モータ） ……小村 昭義	9・21
2. 軌条	
(1) 普通レール ……廣口 貴敏	9・24
(2) 鉄道軌道用 マンガンクロッシング ……………梅村 孝雄	9・26
3. パンタグラフすり板……………土屋 広志	9・29
III. 鉄道車両工業の動向……………井上 邦夫	9・33

☆ ボルト・ねじ材料の動向

I. 総論—ねじ産業の最近の動向— ……………大磯 義和	11・2
II. ボルト・ねじの使用例	
1. 自動車……………高島 光男	11・6
2. 建設機械……………大川 和英	11・9
3. 建築・橋梁……………吉野信一郎	11・12
4. 家電・OA機器 ……濱野 真一	11・15
5. 航空・宇宙用途……………松本 健巳	11・18
III. ボルト・ねじができるまで	
1. 材料	
(1) 構造用鋼・合金鋼 ……稲田 淳	11・21
(2) ステンレス鋼・耐熱鋼 ……石川 浩一	11・25
2. 線材二次加工……………奥 一太	11・27
3. ボルト・ねじの製造	
(1) 製造工程 ……松藤 裕之	11・30
(2) 加工機械 フォーマの紹介と最近の動向 ……………遠藤 信幸	11・33
IV. 会員メーカーの製品紹介	
高強度ボルト用鋼 調質型高強度ボルト用鋼KNDS4 パーライト鋼線型高強度ボルト用鋼KNCHS82 ……………(株)神戸製鋼所	11・37
高強度ボルト用鋼……………新日鐵住金(株)	11・38
低炭素調質ボルト用鋼……………JFE条鋼(株)	11・39
高強度耐熱ボルト用線材……………日本精線(株)	11・40
700℃級A-USCボルト用 Ni基合金USC141®……………日立金属(株)	11・41

【業界のうごき】……………毎号掲載

【倶楽部ニュース】……………1・74

【特殊鋼統計資料】

▲特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別生産の推移……………毎号掲載

▲特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別販売（商社＋問屋）
の推移……………毎号掲載

▲特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別在庫の推移……………毎号掲載

▲特殊鋼熱間圧延鋼材の輸出入推移……………毎号掲載

▲関連産業指標推移……………毎号掲載

▲特殊鋼流通統計総括表……………毎号掲載

【倶楽部だより】……………毎号掲載

【会員会社一覧】……………毎号掲載