

# 特殊鋼

2020  
Vol.69 No.3

5

*The Special Steel*

特集／ばねの種類と製造方法のやさしい解説



# 特殊鋼

5

## 目次

2020

### 【編集委員】

委員長	井上幸一郎 (大同特殊鋼)
副委員長	渡辺 豊文 (中川特殊鋼)
委員	宇田川毅志 (愛知製鋼)
〃	福岡 義晃 (神戸製鋼所)
〃	西森 博 (山陽特殊製鋼)
〃	小川 道治 (大同特殊鋼)
〃	正能 久晴 (日本金属)
〃	殿村 剛志 (日本高周波鋼業)
〃	浜田 貴成 (日本製鉄)
〃	及川 誠 (日本冶金工業)
〃	北園 大輔 (日立金属)
〃	福田 方勝 (三菱製鋼)
〃	阿部 泰 (青山特殊鋼)
〃	高橋 秀幸 (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)
〃	平井 義人 (平井)

## 【特集／ばねの種類と製造方法のやさしい解説】

### I. 総論

- ばね産業を取り巻く事業環境  
…………… 一般社団法人日本ばね工業会 中谷 雅彦 2
- ばねを理解するために…………… 日本ばね学会 斉藤 浩明 6

### II. ばねの種類と製造方法

- 自動車用のばね
  - 自動車用懸架コイルばね  
…………… 日本発条(株) 細身 昭平 9
  - 重ね板ばね…………… (株)ホリキリ 菅原 由晴 11
  - トーションバー・スタビライザ  
…………… 中央発条(株) 近田 哲 14
  - 弁ばね (エンジン)…………… サンコール(株) 岸原 竜二 18
  - 皿ばね (トランスミッション)  
…………… (株)バイオラックス 鈴木 博行 21
  - ぜんまいばね (シートベルト)  
…………… 速水発条(株) 四十木拓朗 25
  - 薄板ばね (配管締結用ホースクランプ)  
…………… (株)東郷製作所 小澤 健彦 29
- その他のばね
  - 大型コイルばね…………… 三菱製鋼(株) 道端 一久 32
  - レール締結装置用ばね… (株)スミハツ 飯田 政巳 35

### III. ばね材料

- 熱間成形ばね用鋼 (線)…………… (株)神戸製鋼所 竹田 敦彦 37
- 熱間成形用ばね鋼 (板)…………… 愛知製鋼(株) 上西 健之 39
- 冷間成形用ばね鋼 (線)…………… 日本製鉄(株) 青野 通匡 41
- 冷間圧延ばね用鋼帯…………… 日本金属(株) 高橋 志郎 44

### IV. 会員メーカーのばね材料

- 低合金高強度懸架ばね用鋼  
RIDESWELL®…………… 日本製鉄(株) 青野 通匡 47

低Ni耐熱ばね材料

～メタルガasketへの適用～

.....	日立金属(株)	森	英樹	48
高応力ばね鋼 ZDS13.....	三菱製鋼(株)	渡辺	幹	49
“特集” 編集後記.....	三菱製鋼(株)	福田	方勝	73

●一人一題：「黄金比？」.....	(株)鐵鋼社	桂	美樹	1
-------------------	--------	---	----	---

■業界のうごき.....	50
特殊鋼最終消費需要の変遷.....	53
▲特殊鋼統計資料.....	62
★倶楽部だより（2020年2月1日～3月31日）.....	66
☆特殊鋼倶楽部の動き.....	68
☆一般社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧.....	72

特集／「ばねの種類と製造方法のやさしい解説」編集小委員会構成メンバー

役名	氏名	会社名	役職名
小委員長	福田 方勝	三菱製鋼(株)	技術開発センター
委員	沢田 讓	愛知製鋼(株)	品質保証部 お客様品質・技術室 主査
〃	小川 道治	大同特殊鋼(株)	ソリューションパートナー部 名古屋ソリューションパートナー室 副主席部員
〃	正能 久晴	日本金属(株)	技術部門 技術部 部長
〃	浜田 貴成	日本製鉄(株)	棒線事業部 棒線技術部 棒線技術室 室長
〃	戸塚 覚	日本冶金工業(株)	ソリューション営業部 部長
〃	北園 大輔	日立金属(株)	金属材料事業本部技術部長
〃	高橋 秀幸	伊藤忠丸紅特殊鋼(株)	特殊鋼本部 前橋支店 副支店長
〃	岡崎誠一郎	(株) U E X	常務執行役員
〃	金原 茂	(株)竹内ハガネ商行	技術部長
〃	渡辺 豊文	中川特殊鋼(株)	鉄鋼事業部 技術部長
〃	平井 義人	(株) 平 井	取締役 業務部長

## 「黄金比？」

株式会社 かつら  
常務取締役 桂みき  
美樹

デジャヴの体験をされた方はいらっしゃいますか？「あっ、この光景、夢で見たことがある！」というような感覚です。以前、得意先と会食の際に相手の方が「この場面 夢で見た！」と突然叫んだ事がありました。オーダーしたメニューもその見た夢と同じものだと興奮気味に話されていました。

最近自分はこういう経験がないなと思っていた矢先にそれは突然やって来たのです。と言うのもこの原稿の依頼があった時、自分がこのような格式のある業界紙に寄稿だなんてとか、書くとしたら何を書くのかとボーと考えていた時です。「あれ？以前このような光景があったな」と同時に寄稿内容までもフッと湧いてきたのです。デジャヴです。

それまで寄稿することに躊躇していましたがこの不思議な感覚を現実にしてみようかと思ひ僭越ながらお受けすることにしました。

その湧いてきた内容とはご存じの方はたくさんいらっしゃると思いますがこの世は78：22という宇宙の法則でなりたっているというものです。人間の体は、水分78%その他22%でできている。空気中の成分は窒素約78%その他の気体が22%。肺呼吸と皮膚呼吸の割合は78対22などまだまだこの割合になっているものが世の中には多々あるということです。このことを知ったのはマクドナルドを日本に持ち込んだ藤田 田氏の「ユダヤの商法」という本の内容を数年前にネットで読んだ時です。当時この著書を買って読もうとしましたが絶版になっており読むことができなかったのです。日本を代表する経営者の孫社長、柳井社長も大きな影響をうけた「ユダヤの商法」に興味を湧き昨年なぜか復刊したという本を大いに期待して読んでみました。半世紀前に書かれているので今では危ない表現も多々出てきますがそれを超えて余りある商売のノウハウが詰まっており一気に読んでしまいました。その一部が「78：22の法則」です。現代ではパレートの法則、80：20などと言われているものと同じようなものではないでしょうか。マクドナルドのサンキューセットもこの法則にのっとった戦略だったということで爆発的なヒット商品になりました。500円玉1ケで支払うと代金は390円でおつりが110円になります。この比率は78：22。色々調べているとこれは後々のマクドナルドの業績危機の引き金だという人もいますがヒットしたことには間違いのないと思います。1971年に日本マクドナルドは銀座に1号店をオープンし大成功を収めました。今では全国に2,890店が展開し利用したことがない人はほとんどいないのではないのでしょうか。「ユダヤの商法」恐るべしと感じました。ビジネスのバイブルとしてはランチェスター戦略やハロルド・ジェニーンのプロフェッショナルマネジャーなど多々あります。一筋縄でいかない最近のビジネス社会の中、頭が固い私のような者にはこのような法則、指南書を取り込んでみるのも一つかなと考えています。

もし、近々に弊社の業績が爆発的に良くなったと聞くようなことがあれば「あいつ、あの法則を使ったな」と思ってください（笑）。

〔流通委員会工具鋼分科会長〕



# ばねの種類と製造方法の やさしい解説

## I. 総論

### 1. ばね産業を取り巻く事業環境

一般社団法人日本ばね工業会 専務理事 中谷 まさ彦

#### まえがき

ばねは弾性を利用した機械要素を構成する部品であり、身の回りにある生活用品や事務用品、自動車をはじめとする工業製品に数多く使用されている。現在、ばねは自動車、機械、電機・電子の3業界分野で成長と発展を大きく牽引する基幹部品となっている。

日本のばね業界は長年に渡って世界のばね産業をリードしてきた。しかし、ばね産業のグローバル化は市場の拡大がある一方で、海外事業環境の変化などの影響を大きく受けることから、日本のばね産業を取り巻く環境はここ数年で大きく変貌し、多様化への対応が重要である。

#### ◇ 日本のばね産業の現状

日本のばね産業は経済産業省 工業統計表によれば、2018年のばね生産金額は3,386億円、生産数量は433,611tonである。また、従業員4人以上の事業所数は522社、従業者数は21,655人となっている。

図1に平成30年間（1989～2018年）のばね生産金額、図2にばね生産数量の推移を示す。

日本のばね産業における「金属製ばね 平成30年間の生産金額」は平成元年（1989年）の3,678億円から平成30年（2018年）では3,386億円と7.9%減少している。

図2の「金属製ばね 平成30年間の生産数量」では、653,333tonから433,611tonへと33.6%減少し

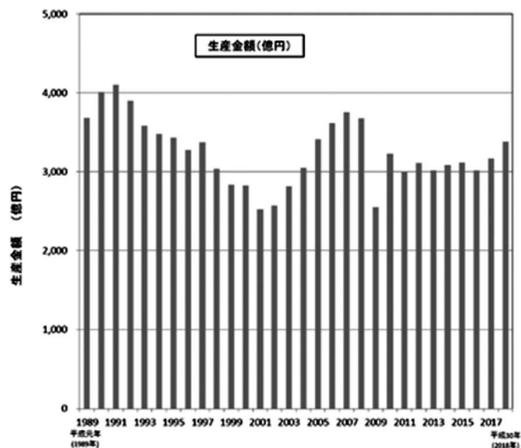


図 1 金属製ばね 平成30年間の生産金額 (億円)

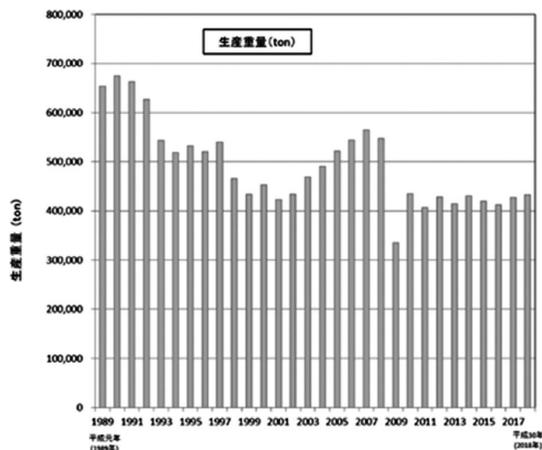


図 2 金属製ばね 平成30年間の生産重量 (ton)

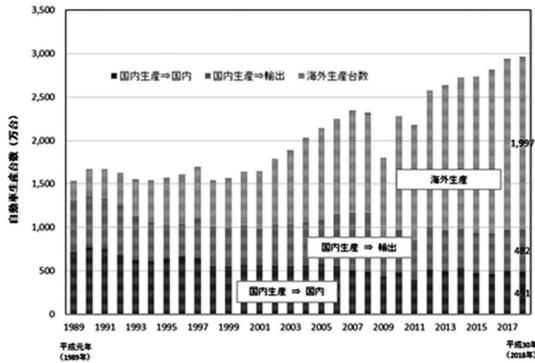


図 3 日系メーカー 平成30年間の自動車生産台数

ている。

この推移は、①ばねの海外現地生産の進展 ②国内自動車生産台数の減少 ③顧客の事業構造の変化 ④ばね材料の高強度化による軽量化 ⑤ばねの最適設計による軽量化 などの複合要素が原因として考えられる。

国内ではばね鋼の使用数量が減少する中で、特殊鋼などの高機能材料の使用による付加価値の向上と提案で、日本のばね産業は発展してきた。

図3に日系メーカーの自動車生産台数（国内・海外）の推移を示す。日本経済を牽引してきた自動車産業は平成元年（1989年）四輪車の国内生産台数1,302万台／海外生産台数233万台から、平成30年（2018年）では国内生産台数973万台／海外生産台数1,997万台へと推移している。

2018年度の国内自動車生産が973万台の中、輸出台数は482万台で49.5%を占めている。一方、海外生産台数は1,997万台、日系メーカーの全世界での生産台数は2,970万台となり、グローバル化が更に進展している。

日本ばね工業会の会員企業への調査では2014年に初めて、金属製ばねの海外生産高が国内生産高を上回る状況となっている。しかし、ばね市場のグローバル化に伴う海外展開は、貿易における保護主義の台頭などで不安定要素の1つとなっており、対応が求められている。

#### ◇ 日本のばね産業の課題

図4に金属製ばねを製造する事業所数、従業員数を示す。日本のばね産業は中小規模の事業者が多いことも特徴の1つであり、従業員数20人以下

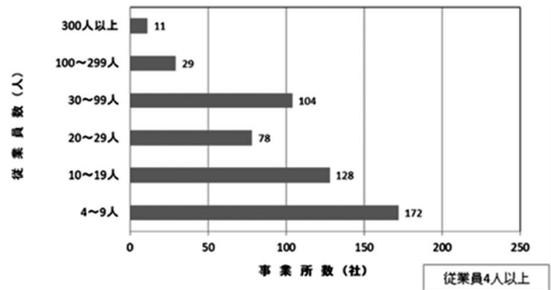


図 4 事業所規模と従業員数（2017年）

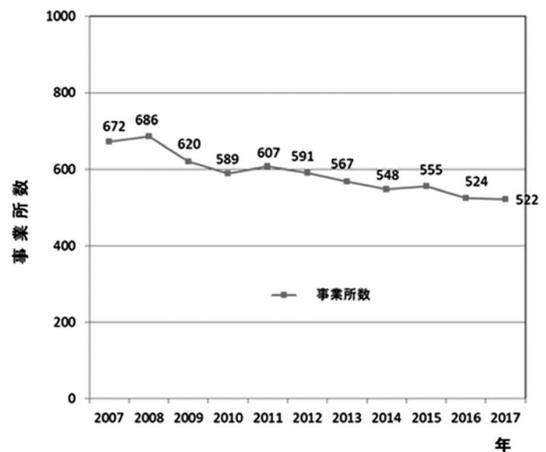


図 5 金属製スプリング製造業 事業所数の推移

の事業所が300社（57.5%）を占めている。

なお、中小企業庁では製造業において従業員300人以下の会社を中小企業者、従業員20人以下を小規模企業者と定義している。

ばねの製造は機械設備による量産が主であるが、特殊なばねでは手作業による製造もされており、裾野が広い事業形態となっている。また、図5にこの10年間の事業所数の推移を示したが、事業所数はこの10年間で22.3%減少し、522社となっている。

参考までに、従業員数3人以下の事業所は2017年に422社あり、小規模事業者が牽引する“ものづくりニッポン”の典型的な事業構造を示す一面も、この数値から理解することができる。

現在、日本の就業者数は6,664万人（2018年）であり、製造業の占める比率が15.9%（1,060万人）となっている。製造業の就業者数は1992年の1,569万人をピークに減少する中で、労働生産性は自動

化や現場での改善活動などで大幅に向上している。

なお、2025年の労働力人口が45歳以上に占める比率が60%を超えるとの報告もある。今後、製造業ではIoTやAIとロボット等の組み合わせにより、更なる省力化と大幅な生産性向上を推進する中で、取り組みを加速していくことが急務ともなっている。

ばねの事業所数が減少している数値がある一方で、生産金額に大きな変動はなく、M&Aなどで事業所統合、事業規模の拡大がなされた結果とも考えられる。しかし、経営者の高齢化や後継者不在による事業承継の問題は、製造業において喫緊の課題となっているのも事実である。

2019年版「中小企業白書」では中小企業の経営者の高齢化と事業承継が取り上げられている。1995年の経営者年齢のピークが47歳であったのに対して、2015年の経営者年齢のピークは66歳となっている。

経営者の高齢化や後継者不在により、今後も事業所数の減少傾向は続くものと考えられている。

#### ◇ 世界のばね産業の現状

世界のばね産業の動向は生産規模、生産金額の大きい自動車産業の動向を把握することで可能である。

2018年の自動車生産台数は中国 2,781万台、北米 1,333万台、EU 1,795万台となっている。

現在、主要な各国地域にばね工業会組織が結成されて、ばね産業の更なる発展を目的として事業活動が行われている。

中国ではCMCA: China General Machine Components Industry (中国一般機械部品工業協会)の分科会であるCSSA: China Spring Specialty Association (中国ばね工業会)、欧州ではESF: European Spring Federation (欧州ばね工業会)、米国ではSMI: Spring Manufacturers Institute (米国ばね工業会)がある。

なお、ESFのホームページには欧州統計局が発表しているEU28ヶ国のばねの生産統計の数値が掲載されている。2018年の欧州(EU)28ヶ国のばね生産金額は€444,789万(5,337億円 €1=120換算)、生産数量は1,109,494tonとなっている。なお、ばねの生産分類が各国・地域で統一されておらず、単純

な数値比較はできないことに留意する必要がある。

#### ◇ 一般社団法人日本ばね工業会の事業活動

日本ばね工業会は日本経済の高度成長がはじまる黎明期の1948年に、日本バネ協会を前身として発足した。当工業会は正会員214社、賛助会員38社で構成されており、支部活動(東部・中部・西部)と委員会活動(総務委員会・技術委員会・標準化会議・技能検定委員会)を中心とした重点運営を実施し、次の3主要事業を推進している。

- |           |                           |
|-----------|---------------------------|
| 1) 標準化事業  | ばねに関する規格・基準の制定と普及         |
| 2) 技能検定事業 | 金属ばね製造技能士の育成と資格認定試験の受託・実施 |
| 3) 統計事業   | ばねの市場規模・動向の把握             |

標準化事業では国内標準化活動としてJIS/JASO/JSMA、国際標準化活動としてISOの規格開発を実施している。特にISO/TC227ばねの活動は、ばね産業界の経営陣が直接国際標準化を主導、実現した稀有な事例となっている。

- |          |      |
|----------|------|
| 【ISO規格】  | 8規格  |
| 【JIS規格】  | 18規格 |
| 【JASO規格】 | 10規格 |
| 【JSMA規格】 | 47規格 |

一方、技能検定事業では技能検定「金属ばね製造」を1985年から実施し、受検者14,968人 合格者6,424人を数えるまでになっている。

内訳)

- |                |            |
|----------------|------------|
| 【線ばね製造作業 合格者】  |            |
| 1級: 1,230人     | 2級: 3,078人 |
| 【薄板ばね製造作業 合格者】 |            |
| 1級: 784人       | 2級: 1,332人 |

#### むすび

日本のばね産業は革新的な材料や技術を通じて、世界の製造業に新たな価値を提供し、その成長を支えてきた。ばねの発展の歴史は製造業の発展の

歴史でもある。

大きな事業環境の変化に直面する中で、日本ばね工業会はばねの技術革新と更なる付加価値の創造によって、国内外の成長を牽引していくとともに、持続可能な社会の構築に貢献していく所存です。

ばねの漢字表記には「発条」が多く使われている。日本ばね工業会に所属する正会員214社の中で、ばねに由来する社名を有する会員企業は143社（67%）であり、「〇〇発条」という会社名が最も多い。



## 2. ばねを理解するために

日本ばね学会 さいとうひろあき 齊藤浩明

### ◇ 「ばね」の定義

物質は形を変えられると、元の形に戻ろうとする復元力を持っている。この復元力を利用したものが「ばね」である。「ばね」はJIS B 0103で「たわみを与えた時にエネルギーを蓄積し、それを解除しようとした時、内部に蓄積されたエネルギーを戻すように設計した機械要素」と定義されている。

### ◇ 「ばね」の性質と機能

「ばね」が持つ基本的な性質や機能としては次のようなことが挙げられる。

- (1) 物体を弾性的に保持する
- (2) エネルギーを蓄積し解放する
- (3) 復元力を利用する
- (4) 振動や衝撃を吸収または緩和する

また、使用条件、機能、ばねの種類をまとめると次のようになる。

使用条件	機能	ばねの種類・用途例
静的条件で使用されるばね	弾性的に保持	はかりばね、安全弁ばね、ブルドン管式圧力系ばね
	蓄積エネルギーの利用	コードリールのばね、定荷重ばね
動的条件で使用されるばね	復元力の利用	弁ばね、调速機ばね、定荷重ばね
	振動緩和	車両用懸架ばね、防振ばね
	衝撃エネルギーの吸収	連結機、昇降機の緩衝ばね

### ◇ 「ばね」の分類

「ばね」は多種多様で、その分類も仕分け方によって異なる。(1) 形状による分類、(2) 応力状態による分類、(3) 荷重特性による分類のほか、材料による分類などもある。

#### (1) 形状による分類

- ①重ね板ばね：ばね板を重ね合わせて構成した板ばね (図1)
- ②コイルばね (巻ばね)：線、棒状または板状の材料をらせん形状に成形したばね (図2)

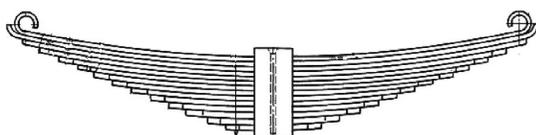


図 1 重ね板ばね



図 2 コイルばね

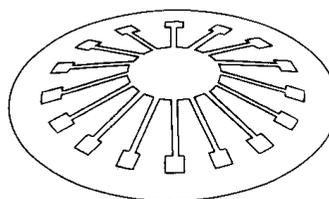


図 3 皿ばね

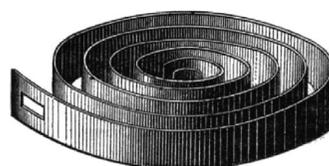


図 4 渦巻きばね

- ③ トーションバー：任意断面の棒状で、長手方向の軸回りにねじりを受けて使うばね
- ④ スタビライザ：車体の遠心力が作用した場合の横揺れを少なくするための棒を曲げたねじりばね
- ⑤ 皿ばね：中心に孔の開いた円板を円すい状に加工し、圧縮方向にばね作用をする、底のない皿状のばね（図3）
- ⑥ 渦巻きばね：平面内で渦巻き形をしているばね（図4）
- ⑦ ばね座金、止め輪：ばね座金はねじの緩み止めに用いるばね作用を利用した座金。止め輪は軸または孔に付けた溝にはめて、軸方向の移動を防ぐ輪状のばね
- ⑧ 竹の子ばね：長方形断面の材料の長辺がコイル中心線に平行な円すいコイルばね
- ⑨ メッシュばね：細い線を布生地のように編んでクッション材として使われるばね
- ⑩ 輪ばね：円すい面を持つ内輪と外輪とを交互に積み重ねたばね

(2) 応力による分類

応力状態	ばねの種類
主として曲げを受けるばね	重ね板ばね、板ばね、ねじりコイルばね、渦巻きばね、皿ばね、歯付き座金、波形座金
主としてねじりを受けるばね	引張りコイルばね、圧縮コイルばね、トーションバー、竹の子ばね、ばね座金
引張り、圧縮を受けるばね	輪ばね、曲げコイルばね
組み合わせ応力を受けるばね	横荷重を受けるコイルばね、ガーターばね

(3) 荷重特性による分類

荷重特性	ばねの種類
線形ばね	円筒圧縮ばね、引張りコイルばね、ねじりコイルばね、トーションバー、非接触型渦巻きばね
非線形ばね (ヒステリシスなし)	皿ばね、不等ピッチコイルばね、テーパコイルばね、2段ピッチコイルばね、磁気ばね
非線形ばね (ヒステリシスあり)	重ね板ばね、接触型渦巻きばね、輪ばね、竹の子ばね、エリゴばね

◇ 自動車に使われる「ばね」

「ばね」は世の中のあらゆるものに使われている。その中で、最も代表的なものの一つとして自

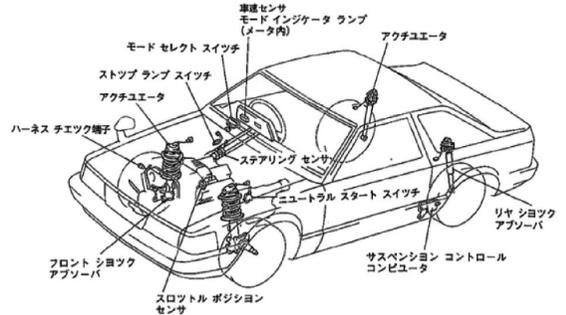
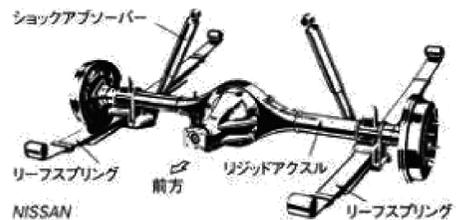


図 5 ばねが使われる部品類



縦置き板ばね式サスペンションの構成

図 6 懸架用板ばね

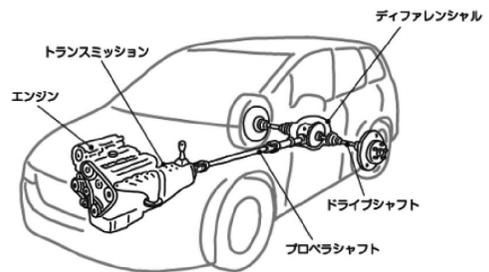


図 7 エンジンとトランスミッション

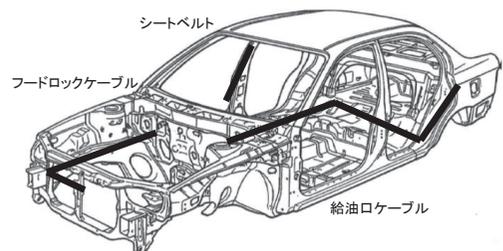


図 8 シートベルトとコントロールケーブル

動車が挙げられる。1台の乗用車は、約23,000～25,000点の部品でできているといわれているが、そのうち約4,000点は「ばね」もしくはその関連製品である(図5)。様々な形状や種類のばねが使われており、これまでに述べてきた要素を全て網羅しているといっても過言ではない。自動車に使われている代表的な「ばね」は以下の通りである。

- (1) 懸架ばね：乗り心地や走行性を左右する「ばね」で、サスペンションばねとも呼ばれる。コイルばねと板ばねがある。また、スタビライザもこの分類になる(図6)。
- (2) 弁ばね(バルブスプリング)：エンジンのシリンダ内の吸排気をつかさどる動的用途の「ばね」で、高い耐久性が要求される(図7)。
- (3) トランスミッション用ばね：エンジンの回

転を車輪に伝える際、変速機を介して伝達比率を変える機構において、ギヤを変えるために様々な「ばね」が使われる(図7)。

- (4) シートスプリング：乗り心地に直接関わる「ばね」である。最近は鋼線を用いたものからウレタンを用いたものに代わりつつある。
- (5) シートベルト：万一の際に作動するが、普段は圧迫感のないことが望まれ、荷重変化が小さい特性が要求される。ぜんまいばね(渦巻きばね)が使われる(図8)。
- (6) ファスナー：自動車の組立で、ねじや溶接を用いずに部品を簡単に固定するため「ばね」の力(弾性)を利用して、振動でも脱落しにくくした留め具が使われる。

それぞれの「ばね」の詳細は「ばねの種類と製造方法」の章を参照いただきたい。

## 参 考

本稿は、日本ばね学会が編集し、日刊工業新聞社が発行した「わかる！使える！ばね入門」の中から、執筆者の了解を得て、斉藤浩明(日本ばね学会広報・出版担当理事)が、本書用にまとめ直したものである。

## Ⅱ. ばねの種類と製造方法

### 1. 自動車用のばね

#### (1) 自動車用懸架コイルばね

日本発条(株) ばね生産本部 製品設計部 細身昭平

##### ◇ 自動車用懸架コイルばねの特徴と求められる要求性能

自動車用懸架コイルばねとは乗用車やトラックのサスペンションに使用されるばねですが、自動車の基本性能において重要な役割を持つ部品です。

自動車用懸架コイルばねには大きく4つの要求性能があります。1つ目は走行中の車両の姿勢を一定に保持すること、2つ目は路面からの不快な振動やノイズを吸収し車内の快適性（乗り心地）を確保すること、3つ目は常にタイヤを路面に押し付ける働きをすることで路面の凹凸によらず常にタイヤが安定して路面に接地することで、走る・曲がる・止まるといった自動車の走行性能（運動性能）を確保すること、4つ目は荒れた路面走行や腐食環境下でも折損しない高い耐久性を有することです。

また、懸架ばねの特徴として上述の3つ目の役割を十分に発揮させるために常に圧縮状態で使用されることが挙げられます。

##### ◇ 自動車用懸架コイルばねの形状・特性

乗用車を取り巻く環境は自動運転化や電動化等の新技術の開発が盛んになっており、コイルばねに求められる要求も軽量化や省スペース、高機能化等多岐にわたっています。従って搭載される車両のニーズに沿った一品一様の形状・特性を有したばねの設計が必要です。そのため、昨今懸架ばねの設計には解析技術を用いてばねの変形形状をシミュレーションし、周辺部品との隙間や耐久性を高い精度で予測する技術が求められます。

##### ◇ コイルばねの荷重軸が車両特性に与える影響

コイルばねを圧縮すると反力として圧縮方向だけでなく、コイルばねの横方向や回転方向にも力が発生します。この様々な方向に発生するそれぞれの力を1つの線で表す事ができます。その線を荷重軸と呼びます。コイルばねの荷重軸が車両の操縦安定性や乗り心地性に与える影響と程度は、サスペンション形式やサスペンション部品の配置と動きによりますが、積極的に荷重軸制御を取り入れる車両が増えていきます。図1に示す例はマクファーソンストラット式サスペンションの図です。図2

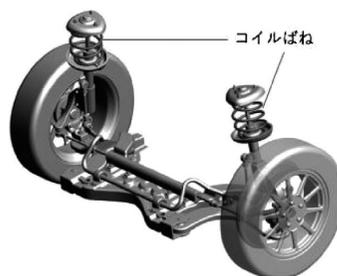


図 1 マクファーソンストラット式サスペンション

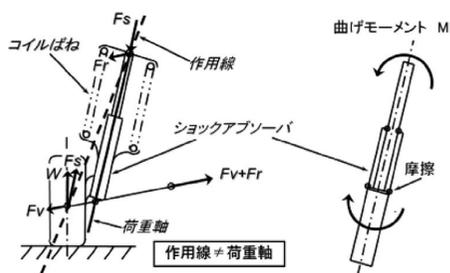


図 2 マクファーソンストラット式サスペンションでの力の作用

の様にタイヤ、ショックアブソーバとロアーアームの幾何的な位置関係により、タイヤが路面から入力を受けるとショックアブソーバを曲げようとする力（曲げモーメント）が生じ、ピストンやロッド摺動部に摩擦が生じることで、ショックアブソーバの寿命が低下するだけでなく、乗り心地が悪くなります。

タイヤが路面から入力を受けたときに生じる作用線にコイルばねの荷重軸を近づけることで、ショックアブソーバを曲げようとする力を力学的に低減させることができます。しかしコイルばねに許されたスペースは限られているためコイルばねの幾何的な配置だけではショックアブソーバを曲げようとする力の低減には限界があります。そこで、コイルばねの巻数や特殊なコイルばね形状によりコイルばねが発生する荷重軸を積極的に制御した荷重軸コントロールばねの需要が高くなっています。

#### ◇ 懸架コイルばねの製造方法

コイルばねの成形方法は大きく分けると材料を熱して加工する熱間成形と常温で加工する冷間成形があります。それぞれの成形方法の特徴と製造方法は以下となります。

##### ■熱間成形の特徴

特徴：材料を熱した状態で加工するので加工抵抗が小さく、比較的太い材料も比較的容易に成形が可能。

##### ■熱間成形の製造方法

- ①材料加熱：材料を高温に加熱する。加熱の目的は成形時に材料が変形しやすくするためと、後の焼入れ工程に必要な温度を確保するため。
- ②コイルリング：加熱した材料を芯金と呼ばれる筒状の型にらせん状に巻き付けて成形する。
- ③焼入れ：成形したコイルばねを油に浸漬させて急冷させる。そうすることで材料組織がマルテンサイト組織と呼ばれる硬くてもろい組

織に変わる。

- ④焼き戻し：焼入れ後のコイルばねを低温で加熱する。そうすることで焼入れで生じた材料内部のストレスを除去し粘り強い材料となる。  
※焼入れ・焼き戻しは材料を硬く（＝強い）、粘り強く（＝折れにくい）するための重要な工程です。

- ⑤セッチング：成形したコイルばねを車両の使用範囲以上に圧縮させて、初期へたを取り除く。

- ⑥ショットピーニング：ばねの表面に小さな鉄粒を高速で打ち付ける。そうすることでばね表面に圧縮方向の残留応力を付与させて耐久性を向上させる。

- ⑦塗装：ばねの耐食性を確保するため、ばね表面に高耐食性の塗料を塗布する。

→完成

##### ■冷間成形の特徴

特徴：あらかじめ熱処理した材料を常温の状態で芯金レスで螺旋状に成形する。

##### ■冷間成形の製造工程

- ①コイルリング：常温の材料をコイルリングマシンと呼ばれる専用の機械でらせん状に成形する。
- ②歪取り焼鈍：成形後のコイルばねを低温で加熱し、成形時に発生した加工歪を除去する。  
※以降セッチング～塗装までは熱間成形と同様のため省略。

#### むすび

- ・懸架コイルばねは自動車の基本性能に重要な役割をもつ高機能部品です。
- ・昨今は自動車の高機能化によりコイルばねにも省スペース、軽量、多機能化が求められています。
- ・コイルばねの成形方法には熱間成形と冷間成形の2種類があります。

## (2) 重ね板ばね

(株)ホリキリ すが わら よし はる  
技 術 部 菅 原 由 晴

### まえがき

重ね板ばね（リーフスプリング）は、車両の車台と車軸を結合し、リーフサスペンションを構成する。自動車をはじめとする車両のサスペンションは、主に路面の凸凹を吸収し車体の振動を緩和する緩衝装置としての機能と車輪・車軸の位置決めを行う構造部材としての機能の二つを持つが、板ばねはこの両方の機能を併せ持ち、リーフサスペンションとして構造が単純で堅牢性があり、ほかの方式に比べ安価であるため今まで広く使用されてきた。

ここ数十年で乗り心地や操縦安定性への高度な要求に対応する設計が進み、大型貨物輸送トラッ

クのリアサスペンションでは空気ばねが多く採用されてきているが、トラックのサスペンション全般では重ね板ばねが現在でも主流である。

重ね板ばねをその構造から大きく二つに分けると、漸次長さの異なる一定板厚のばね板（以下リーフ）を重ねたマルチリーフスプリング（以下MLS、図1参照）と、中央から両端にかけてほぼ全長に渡りテーパされた全長リーフを重ねたテーパリーフスプリング（以下TLS、図2参照）に分けられる。一般に、MLSはリーフ加工が容易で、悪路走破性に優れ、TLSは乗り心地、軽量化に優れる。ここでは、現在日本国内で主流であるTLSの製造方法を紹介する。

### ◇ TLSの製造方法

リーフの素材は、商用車用重ね板ばねの場合、日本産業規格JIS G 4801ばね鋼鋼材のSUP9、9A、10、11Aと、これらの近似材が一般的に使われ、特にV鋼であるSUP10は高強度ばねに使われることが多い。

TLSの製造方法は「表1 テーパリーフスプリングの主な工程」に示す。表1は主な工程の工程名と、その簡単な説明を示し、理解しやすいように概念図を添えた。工程No.は、ばねの工程順に準じているが、No.4、5、11はそれぞれのリーフの必要に応じ適用されると理解していただきたい。概念図中、黒矢印はものの動きを示し、白矢印は時間の順序を示す。

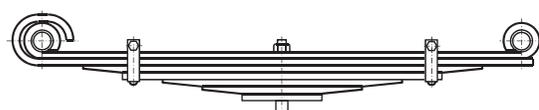


図 1 MLSの例

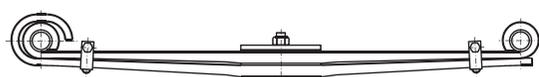
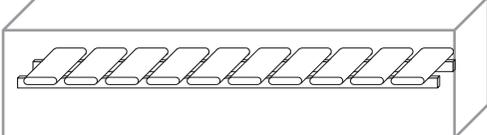
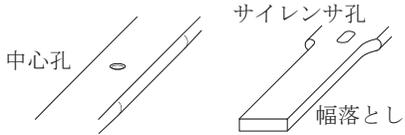
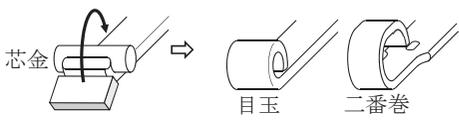
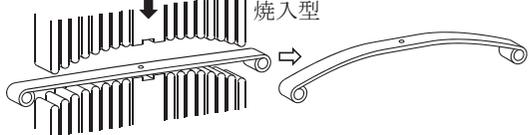
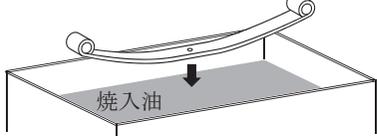
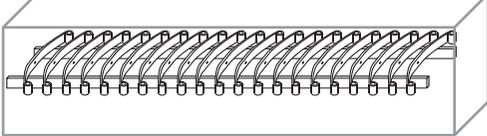
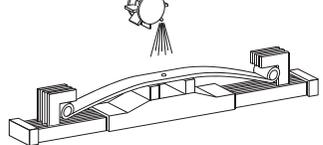
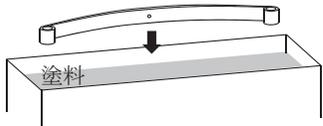


図 2 TLSの例

表 1 テーパリーフスプリングの主な工程

No.	工程	概念図
1	素材切断 受け入れた長尺素材を所定の長さに切断する	

No.	工程	概念図
2	<b>加熱</b> 圧延及び熱処理をするために、素材をA <sub>3</sub> 変態点以上に加熱する	
3	<b>圧延</b> 最後に必要な板幅となるように板幅を予め圧延した後に、板厚を圧延する	
4	<b>プレス加工</b> 孔あけ、先端切断、幅落とし等必要なプレス加工を行う	
5	<b>目玉成型</b> 板ばねを車両に取り付けるための目玉や、二番巻などを成型する	
6	<b>成型</b> 焼入型でキャンバ成型する	
7	<b>焼入れ</b> 硬度を高めるため、焼入れを行う	
8	<b>焼き戻し</b> 焼入れ後、韌性を増すために焼き戻しを行う	
9	<b>ショットピーニング (SP)</b> 疲労強度を増すためにSPを行う TLSでは、より大きな効果を得るために、応力を与えた状態でSPを行う ストレスSP (SSP) が主流である	
10	<b>下塗り塗装</b> SP後、直ちに下塗り塗装を行う (ディッピング方式とスプレー方式がある)	

No.	工程	概念図
11	リーマ加工、プッシュ圧入 目玉部は、通常、リーマ加工後、プッシュ圧入を行い、必要に応じてプッシュ内面もリーマ加工を行う	
12	組み立て 必要な加工を施した各リーフと部品を組み立て、中央をセンターボルト、ナットで締結する	
13	セッティング 使用中のへたりを防止するために、想定する最大荷重を少し超える荷重を加える	
14	荷重検査 所定の荷重下でのばね高さを検査し、客先の要望に応じて公差内でのランク分けを行う	
15	完成塗装 完成スプレー塗装を施した後に、メーカー名、部品番号等を吹き付け完成となる	
16	出荷 完成品をパレットに並べ、出荷する	

# (3) トーションバー・スタビライザ

中央発條(株) こんだ あきら  
技術部シャシばね技術室 **近田 哲**

## ◇ トーションバー

### 1. 使用部位と特徴

トーションバーは、その名の通り真直な棒の一端を固定して他端をねじり、そのときの弾性ねじり変形を利用したねじりばねである。単位体積あたりに蓄えられる弾性エネルギーが大きいので軽量でコンパクトな設計が可能である。また、形状が簡単でばね特性が計算値とよく一致するという利点がある。自動車には、懸架用のばねとしてダブルウィッシュボーン式サスペンションのコントロールアームの回転軸上に配置して使用される。アームと組合せて用いるため、締結部での振動を吸収しにくいこともあり、乗用車ではほとんど使われていない。現在は小型トラックやワンボックスのバンなどの商用車のフロントサスペンションに使用されている。トラックのエンジンの点検などのためにキャブを跳ね上げて保持する機構(ティルトキャブ用)にも使用されている。また、コイルスプリングではサージングを起こして困るような高速回転エンジンの弁ばねとしても使用することがある。懸架用ばねとしては耐久性と耐へたり性が、またティルトキャブ用としては耐へた

り性とばね定数の精度が要求される。

### 2. 構造

懸架用のトーションバーの一般的な形状を図1に示す。トルクを伝達するため両端のつかみ部にはセレーション加工がされる。セレーションの形状にはインボリュート曲線の歯形が用いられる。バーの寿命を損なうことが無いようにセレーションの基準ピッチ円径をバーの直径の1.2倍以上にする。両端の相手部品の位相角を高い精度で組付けられるように、前後のセレーションを互いに素の関係となる歯数にする場合がある。バーニアの原理によって要求の位相角に最も近い前後の歯の組合せを選び出すことができる。また、その位置で確実に組み付けられるようにセレーションの歯の山を谷側へ削る加工を施すことがあり、欠歯と呼ばれる。セレーション及び欠歯の外観を図2に示す。ティルトキャブ用のトーションバーには外れ防止のためのキー溝の加工をつかみ部に施すことがある。

### 3. 製造方法

1) 素材加工：材料はSUP9などのばね鋼やS48Cなどの炭素鋼の丸棒を用いる。ばね特性はバーの直径と全有効長さで決まる。特にバーの直径の精

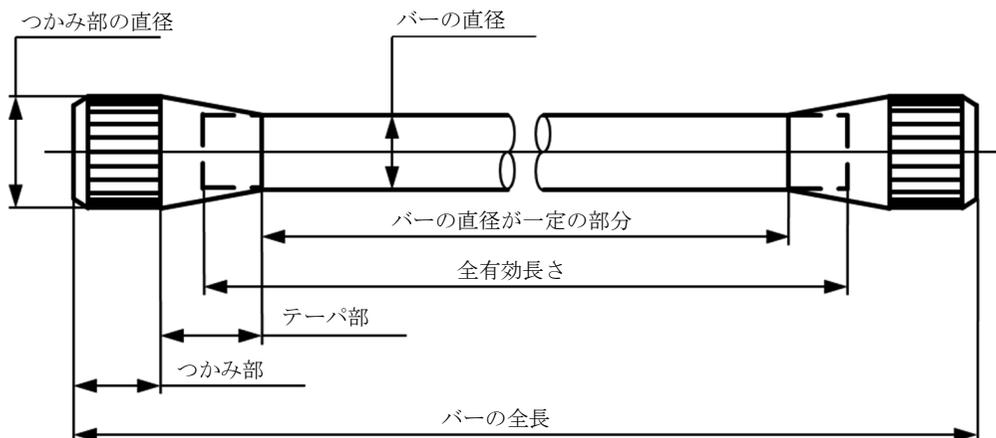


図 1 トーションバーの形状

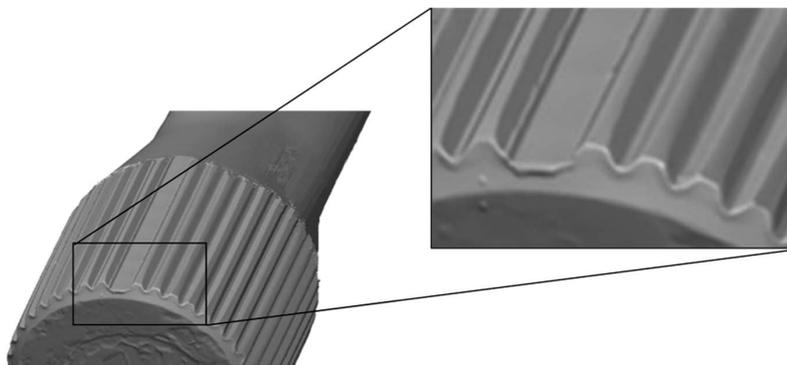


図 2 セレーションと欠歯

度が求められるため、研削や切削を行う。

2) 据込み：両端のつかみ部の径を大きくするために据込みを行う。端部を約1000℃に加熱してアップセッタなどにより成形する。その後の加工性を確保するため成形後は除冷する。

3) セレーション加工：つかみ部外径をセレーション加工時に必要な径となるよう切削する。つぎに、セレーションを転造またはホブ盤によって加工する。

4) 熱処理：全体加熱して焼入れ焼戻しを行う。炭素鋼の場合は高周波焼入れを行うこともある。熱処理後の硬さは、ばね鋼では415～495HBW、炭素鋼では硬さ45HRCの部分がバー断面の半径比45～75%の範囲に入ることとしている。耐久性向上のため硬さの下限値を高くする場合もある。曲がりが発生しないようにロール式の拘束焼入れや垂直の状態での焼入れを行う。

5) ショットピーニング：耐久性向上のためショットピーニングを行う。バーの全面に均一にショットピーニングが掛かるように回転前進させながら行う。

6) セッチング：へたりを防止するためセッチングを行う。耐へたり性の要求が厳しい時にはホットセッチングと呼ばれる温度を上げた状態でセッチングを行う場合もある。懸架用、ティルトキャブ用ともに右用と左用でセッチングの方向が異なる。そのため外観上で区別ができるようにセッチングの方向を表示する刻印などが同時に行われる。

7) 塗装：懸架用、ティルトキャブ用ともに粉体塗装が行われる。つかみ部は相手部品の組付け

があるため塗装は行わず、防錆油を塗布する。その後必要に応じて歯の組合せの選び出しや欠歯の加工が行われる。

#### 4. 材料と求められる特性

トーションバー用の材料には前述したように耐久性と耐へたり性が求められるが、つかみ部の直径やバーの全長の変更は、相手部品の大幅な変更が必要であり、車両のモデルチェンジのタイミングでないと変更が難しい。そのため短期的にはトーションバーの寸法諸元の変更が伴わない廉価な材料が、中長期的には高強度による軽量化ができる材料が望まれる。

### ◇ スタビライザ

#### 1. 使用部位と特徴

フロントやリヤサスペンションの左右を、円形断面を有する材料をコ字形に曲げて繋いで、中央部をトーションバーとして、両端を曲がり梁として使った車体のローリングを少なくするために取り付けられたばねである。左右両輪が同じ変位（同相）となる直進時には作用せず、車体に遠心力が作用して左右輪が異なる変位（逆相）の際に左右の変位差に比例した力を発生する。これにより車体が傾くことを抑制する。上下方向のばね定数を高くすることなく車体のロール剛性のみを高くすることができるため乗心地を損なうことなく操安性を向上させることができる。トーションビーム式サスペンションに溶接やボルト止めされたトーションバー状のタイプもスタビライザの一種である。耐久性は要求されるが、引張りと圧縮の両方向の入力があるため、他のサスペンション用

ばねと異なり耐へたり性はあまり必要ではない。一般的にはクランプ部をボデー側に、目玉部をリンク機構（スタビリンク）を介してサスペンション側に取り付ける。ボデー側及びサスペンション側への取付け部位が逆の場合もある。また、目玉部ではなくクランプ部にスタビリンクを取付けることもある。クランプ部は横方向のずれを押さえるためクランプの横にリング状の部品を取付けたり、クランプブッシュの接着を行う場合がある。

## 2. 構造

スタビライザの一般的な形状を図3に示す。スタビリンクとの締結を行う目玉部、曲がり梁のアーム部、中央のねじりを受けるトーション部、アーム部とトーション部を繋ぐ肩曲げ部からなる。目玉部はスタビリンクのタイプに合わせた形状とする。アーム部やトーション部は、サスペンションやステアリングの構成部品、ボデー、タイヤなどとの干渉を避けるため複雑な形状となることが多い。バー本体は中実のものと同軸のものがある。中空にすれば軽量化ができるが中実と同じ剛性を得るためには外径を大きくする必要があるので、周辺との隙間がその分だけ小さくなり、干渉を避けるのが難しくなる。

## 3. 中実スタビライザの製造方法

1) 素材：材料はSUP9などのばね鋼の丸棒が用いられる。他のサスペンション用ばねと異なり、ばね定数の精度は要求されないので、一般には黒皮材をそのまま使用する。

2) 目玉成形：先端を加熱して鍛造にて必要な

形に成形する。線径が細い場合や目玉の体積が大きい場合には目玉成形前に据込みを行うこともある。

3) 成形及び熱処理：全体を加熱してプレスにて成形する。形状が複雑なため一方向だけでは成形できない場合が多く、専用の成形機を用いる。引き続き焼入れ焼戻しを行う。焼入れ時にひずみが発生しやすいためワーク姿勢などをできるだけ一定に保つようにする。

4) 形状確認：3次元の複雑な形状をしているのでゲージにて形状のチェックを行う。形状が満足しないものは矯正をする。この場合、必要に応じてひずみ取り焼鈍を行う。

5) ショットピーニング：耐久性向上のためショットピーニングを行う。肩曲げ部内側などにも確実にショットを当てるためにワークを回転させながら行う。

6) 塗装：粉体塗装を行う。ボールジョイントタイプのスタビリンクを用いる場合、目玉部の締結面は塗装による締結のゆるみが生じないような配慮が必要である。

引張り圧縮の両振りで使用するので、他のサスペンション用ばねと異なりセッチングは行わない。

## 4. 中空スタビライザの製造方法

1) 素材：焼入れ性を保証した機械構造用鋼管などの電縫管を用いる。

2) 目玉成形：熱間または冷間にて目玉をプレス成形する。目玉成形は全体成形の後に行うこともある。

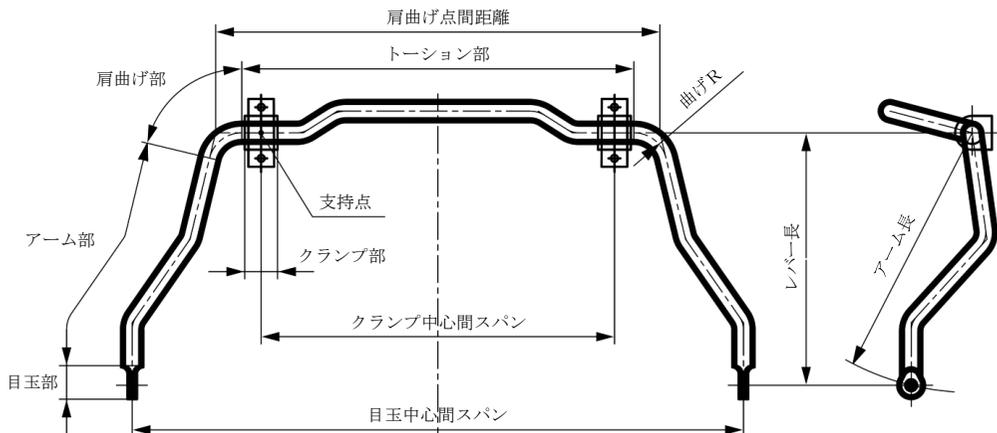


図 3 スタビライザの形状

3) 全体成形：冷間で回転引き曲げ方式のNCベンダーにて成形する。中実スタビライザと同じように全体加熱後にプレスにより成形を行うこともある。

4) 熱処理：全体加熱または通電抵抗加熱にて加熱を行い、焼入れ焼戻しを行う。

その後は中実スタビライザと同様の工程となる。

## 5. 材料と求められる特性

中実スタビライザでは周辺部品との干渉を避けるため形状の自由度が低く、高強度化による軽量化は難しい。従って軽量化をするためには中空材を用いて、板厚を薄くして外径を大きくすることが効果的である。そのため中空材の母材や電縫部の高強度化、内面の強化、耐食性の向上が望まれる。



## (4) 弁ばね (エンジン)

サンコール(株) 精密機能加工 I 部門 まし はら りゅう じ  
豊田工場 品質技術課 **岸原 竜二**

### まえがき

弁ばね (図 1) とはエンジンの動弁機構に用いられ、吸排気を行う弁を閉じる力を発生させるリターンスプリングである。エンジン用途で用いるため、次の機能が求められる。

- (1) 150℃程度の高温で使用されてもへたり (= 荷重損失) 難いこと
- (2) 高速 (高回転域) で使用されても挙動が安定すること
- (3) エンジン作動中に折損しないこと

使用中に上記の機能が損失するとエンジン故障につながり、設計や製造不具合が起きればリコール対象となる部品である。弁ばね設計は、 $1 \times 10^8$  回以上の繰り返し回数で折損せず (疲労特性)、高回転域で使用においても共振による荷重/応力変動を最小限にとどめ (共振特性)、高温で使用しても荷重損失が起き難い (耐熱特性) を満足する

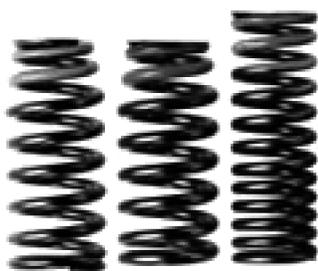


図 1 弁ばね

仕様を検討し、開発段階で十分検証を行った後に量産化を行う。また、弁ばね荷重はエンジンの燃費・性能・環境 (排ガス清浄化) に影響を及ぼすため、次世代に向けた開発を常に実施している。本報告では、弁ばねの製造方法を中心に紹介する。

### ◇ 弁ばね用材料

弁ばね用材料は、ピアノ線 (SWP-V: JIS G 3522)、弁ばね用オイルテンパー線 (SWOSC-V: JIS G 3561) を用いるが、近年は市場ニーズに応じ高応力設計に対応出来るよう各製鋼メーカーが独自開発した高強度鋼 (表 1 に一例を示す) を使用する場合は主流である。開発材はSWOSC-Vをベースに、添加元素を調整した特殊材である<sup>1)</sup>。各種添加元素を加えることで、素材強度、耐熱強度、靱性、熱処理性を向上させ、弁ばね特性にとって必要な強靱な素材強度を得る。

弁ばね用線材は、極めて厳しい品質保証が要求されるため、製鋼段階で発生したキズ・脱炭層を除去するための皮むき工程、キズ部を除去or明示するための過流探傷を行いキズにして全長保障した線材を使用する。線材を連続的に熱処理を行うため、油槽への焼き入れ (オイルテンパー) を行い、疲労・耐熱特性を確保した線材である。高強度化が進むことでキズに対する感度が上がり、伸線メーカーでのキズ保証レベルは常に向上している。

近年、弁ばね用材料の高強度化に伴い、ばねの高応力設計が可能となったが、それに反して非金

表 1 弁ばねに使用する鋼材<sup>1)</sup>

名称	(mass%)						備考
	C	Si	Mn	Cr	V	Ni	
SWOSC-V	0.55	1.4	0.7	0.65	-	-	JISG3561
SWOSC-VH	0.65	1.45	0.7	0.7			
SWOSC-VHV	0.65	1.4	0.7	0.65	0.15	-	
SWOSC-VX	0.58	2	0.9	0.95	0.1	0.3	
SWOSC-VXT	0.6	2.1	0.5	1.75	0.3	0.2	

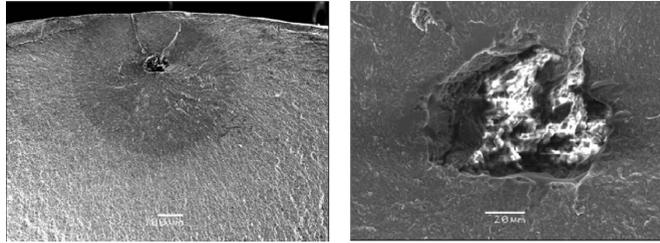


図 2 非金属介在物の折損破面事例

属介在物を起点とした内部破壊の発生頻度が増加傾向にある。繰返し回数 $1 \times 10^9$ 回以上の繰返し回数に到達するとギガサイクル疲労と呼ばれる領域になり、鋼材の内部から疲労が進行する<sup>2)</sup>。鋼材に内部欠陥（非金属介在物）が存在すると、欠陥部に応力集中が起き、内部亀裂が進展し破損に至る（図2）。弁ばねの更なる高強度化のためには、非金属介在物折損の抑制技術の確立が不可欠であり、製鋼メーカー・研究機関にて介在物低減の技術開発・破損メカニズム解明と予測式の確立が進められており、今後の量産適応を期待する。

### ◇ 弁ばねの製造

弁ばねの製造工程フローを図3に示す。弁ばねと一般的な圧縮コイルばねとの違いは下記である。

- ①要求特性を維持するために、精度良く製造すること
- ②熱処理とショットピーニングを施すこと
- ③最終工程で全数保証を行う

エンジン高回転域で使用される際に共振現象の発生に伴い、共振し難く、減衰しやすい形状（高強度化、多段ピッチ、ピーハイブ化）を採用しており製造ばらつきを極力抑えた製造管理が求められる。

ばね加工は、図4に示す形式にて冷間加工を行う。ワイヤをフィードローラーで送りだし、ワイヤガイドとコイルングピン（2本）の3点で円弧を形成しコイル状態にし、線間隙間（ピッチ）はピッチツールを押し出すことにより形成する。加工機の全ての稼働軸はNC制御でプログラムされており、バラツキの少ない安定した形状でばねの成形が可能である。

素材断面は、丸形状と楕円形状があり、楕円形状は省スペース化の場合に使用する（図5）。単純

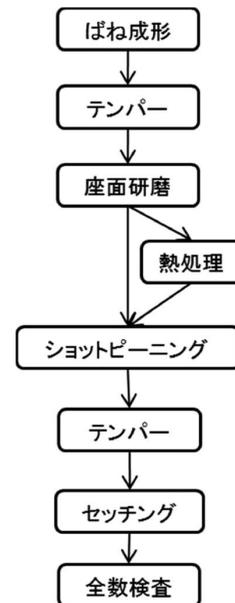


図 3 工程フロー

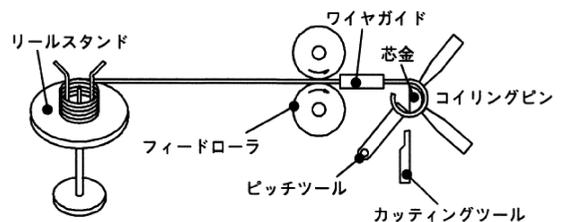


図 4 コイルング模式図

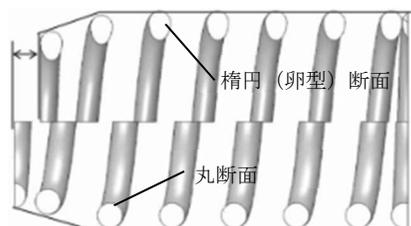


図 5 釣鐘形状（楕円断面）

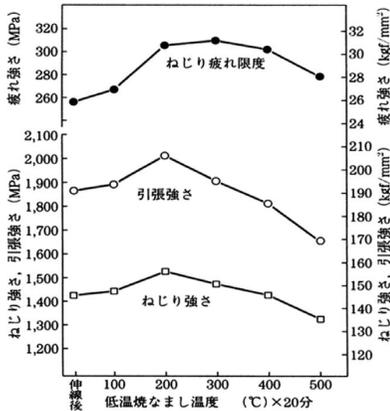


図 6 テンパー処理後の特性

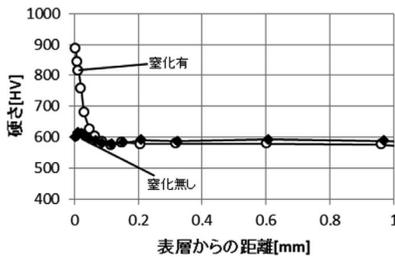


図 7 硬さ分布

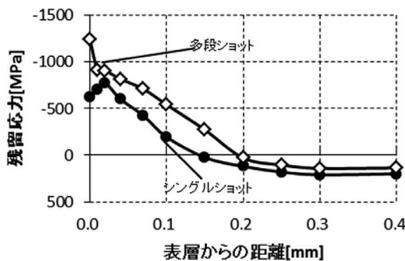


図 8 残留応力分布

な楕円を使用すると、1点に応力集中が起きるため、卵型の断面を使用し、均等に応力が分散する形状である。但し、楕円形状を使用すると、生産性が落ちることからコストアップとなり、費用対効果を踏まえて採用の検討を行う。

また近年、ばねのコイル形状に釣鐘（ビーハイブ）形状を採用するメーカーが増えている（図5）。釣鐘形状にすることで、ばね上側の部品を小型化（慣性重量削減）でき、ばね荷重を下げることから、燃費改善が出来る。

ばね成形後、テンパー（低温焼きなまし）処理

を行い冷間成形加工中に生じた加工ひずみを除去する。図6にSWOSC-Vのテンパー処理後の特性値を示す<sup>3)</sup>。テンパー処理後、疲労強度（疲れ強さ）が増加する。

高強度仕様の場合、熱処理を施す場合がある。日系メーカーでは窒化処理を用い、表面硬さを上げ、応力が作用する表層部位の強度を高めている（図7）。窒素が拡散することにて圧縮残留応力が付与される効果も得られる。

その後、圧縮残留応力の付与を目的にショットピーニングを施す。ショットピーニングは遠心歯車や空気圧を用いて鋼球を投射し、ばね表面に凹みを形成される。表面が引き伸ばされることにて圧縮残留応力が付与される。深く作用させる場合は、大きな球を打ち付け、表面を強化する場合は小さな球を高速で打ち付けることにより、目的に応じた圧縮残留応力分布を得ることが出来る。弁ばねの場合、処理回数を2回or3回行う多段化が主流であり、多段化することにて表層から内部まで圧縮残留力を幅広く付与できる（図8）。熱処理、ショットピーニングは各弁ばねメーカーのノウハウが詰まっている。

ショットピーニング後、セッチングを行い初期へたりに与え使用中の荷重損失を抑制する。使用応力が高い場合や使用温度が高い場合、温間でセッチングを施す場合がある。セッチング後の荷重が図面中央値になるよう調整し製造する。最終工程にて全数検査を行い、主要諸元（コイル径、荷重値、密着長等）を全数保証された製品を出荷する。

## むすび

高効率エンジンの開発は継続しており、エンジンの性能向上に直結する弁ばねの発展も進めていく必要がある。更なる高応力化設計を行っても折損しないことは当然であり、今より低コスト化（生産性向上、ロス低減、省人化）を推進していくことが弁ばねメーカーの使命である。常に技術開発、製造方法の改善を実施していく必要があり、この流れは今後も継続していくと考えている。

## 参考文献

- 1) 神保ら、神戸製鋼技報/Vol. 57 No. 1 (Apr. 2007)
- 2) 古谷佳之、日本ばね学会会報 No. 550 (July. 2017)
- 3) 日本ばね工業会、ばねハンドブック

## (5) 皿ばね (トランスミッション)

(株) パイオラックス オブ ミヒル ユキ  
 駆動系部品SBU 開発グループ 鈴木 博行

### まえがき

皿ばねはその名の通り食器の皿のような円錐状で、中心に穴が空いている形をしており、小さなスペースで大きな力(荷重)を発生出来ることで知られており、英語ではDisc spring、Coned disc springまたはBelleville springと呼ばれている。

また一般的に、ばねのたわみ(変位)が大きくなるにつれて発生する力(荷重)も大きくなる直線的な特性になるが、皿ばねの場合は、ばねの高さと板厚の比により、たわみに対して力(荷重)の変化が少ないばね定数がゼロに近い特性や、たわみに対して逆に発生する力(荷重)が小さくなるばね定数がマイナスになる特性を得られることが大きな特徴であり、敢えてその特性を狙って設定する場合が多い。

加えて、皿ばね同士を同じ方向にまたは互い違いに重ねることにより、より大きい力(荷重)を発生させたり、たわみ量を大きく出来る使用方法も有る。前者を並列、後者を直列の組み合わせと

呼ばれており、更に両者を組み合わせる例も有る。

図1に示したこれらの特性、特徴を活かして、様々な産業機械に皿ばねは使用されているが、本稿では皿ばねの概要と自動車のトランスミッションでの使用例を中心に紹介する。

尚、従来はばねが発生する力を、一般的には“荷重”と表現されていたが、関連JISの改訂により“力(荷重)”と現在では定義されている。そのため本稿でも“力(荷重)”とした。

### ◇ 皿ばねに使用される材料

一般的には加工性や強度の面からS\*\*C、SK\*\* (みがき特殊帯鋼やばね用冷間圧延鋼帯)、SUP (ばね鋼鋼材)などの炭素鋼が使用される。

ただし耐食性や耐熱性を考慮する必要がある場合はSUS\*\*\* (ばね用ステンレス鋼帯)、その他の用途によってはりん青銅やベリリウム銅をはじめとした銅合金やインコネルが使用される例もある。

また要求精度が厳しい場合は板厚公差を厳しく設定する場合もある。

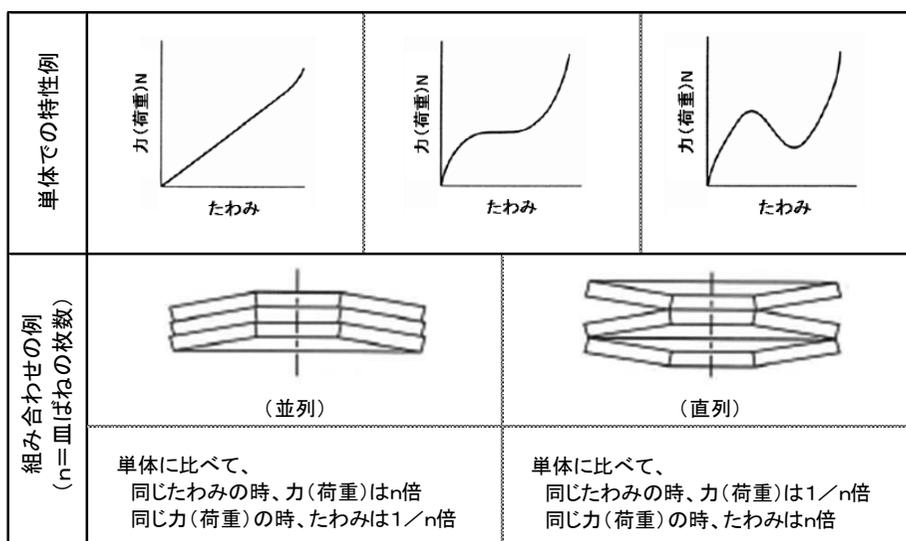


図 1 皿ばねの単体特性と組み合わせの例

### ◇ 皿ばねの種類

皿ばねの種類を図2に示す。大きく分けてスリット無と内周側にスリットを設けたスリット有のタイプに分けられる。後者は、応力を低く抑え、かつ、たわみを大きく取りたい場合に用いられる。特性は、皿部と片持ちはりとしてのスリット部の合成となり、動的（応力振幅が有る）に使用される場合に多い。また位置決めや回転防止のためにドラムの溝などに嵌るように外周に爪を設けたタイプもある。

### ◇ 皿ばねの設計

アルメン・ラスロ (J. O. Almen・A. László) の近似式が用いられるが、非常に複雑な式のためここでは割愛する。ただし実態に応じて加工時に出来る内外周縁のR（ダレヤバレル研磨などでの丸み）を考慮した補正が必要であり、かつ摩擦による行き（負荷方向）と戻り（負荷解放方向）での力（荷重）の差が大きく、力（荷重）の特性は計算と実測が合わない場合がある。特に前述した組み合わせでの使用例は、皿ばね同士的位置ずれを防止するために必要なガイドや各々の皿ばね同士の接触も発生するため、ヒステリシスが大きくなるので注意が必要となる。

耐久性を左右する応力は、断面の各四隅である内外周上下縁によって次の形式の応力が発生する。

- 1) 内周上縁：通常圧縮応力
- 2) 外周上縁：通常圧縮応力
- 3) 内周下縁：通常引張応力
- 4) 外周下縁：通常引張応力

耐久性に大きな影響を及ぼすのは引張応力なので、3)と4)の部分に、エッジやバリなどがあると皿ばね自身の破損などに繋がる懸念がある。また相手部材を攻撃して磨耗させるなどの危険性

のため、プレスでの抜き方向や二次加工も含めた製造工程での注意が必要である。

またスリットが有る場合は力（荷重）の特性は、前述の通り皿部とスリット部の合成で考える必要があり、応力についても上記に加えてスリット部や爪部の応力（通常はスリットや爪の根元が最大）にも注意する必要がある。またスリットや爪の根元の角Rを充分に取り、応力の集中を防ぐ工夫が必要である。尚、設計精度を向上させるため、近年では有限要素法（FEM）解析を用いている場合もある。

### ◇ 皿ばねの製造工程

大形のは熱間加工の工程となるが、ここでは冷間加工で成形する場合の概要を紹介する。プレス加工により成形後、焼き入れ焼き戻しやオーステンパーなどの熱処理を行い、バリやエッジ除去のためバレル研磨やショットブラスト、耐疲労性を高めるためのショットピーニング、へたりの予防や力（荷重）の特性を安定させるためのセッチングなど用途や要求に応じた2次加工が行われる。また特に組み合わせの使用例では、ヒステリシス低減のための潤滑性がある表面処理を施す場合もある。

板ばねの類の熱処理は上述の焼き入れ焼き戻しやオーステンパーが一般的だが、熱処理時の変形は避けられない。皿ばねは、形状のばらつきが発生する力（荷重）の特性に大きく影響するため、厳しい精度を要求される場合はプレスクエンチ（ダイクエンチとも呼ばれる）という工法が用いられる場合もある。この工法は、成形後、焼き入れ温度まで加熱させ、製品が熱い状態のままプレス金型に挿入し、上下型に挟みこむことにより矯正させる。矯正後に急冷し、その後に焼き戻しを行う工法である。

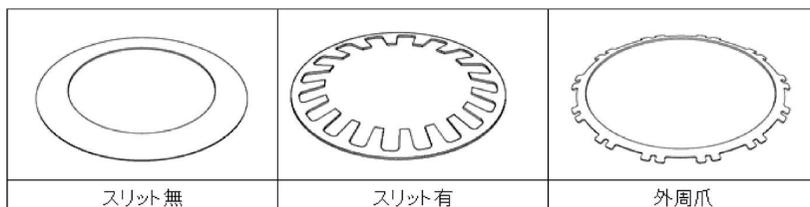


図 2 皿ばねの種類

## ◇ 自動車のトランスミッション（変速機）での皿ばねの使用例

皿ばねが使用されている自動車の部位の例としてはトランスミッションが有る。特に古くから採用されているマニュアルトランスミッションにあるクラッチのダイヤフラムスプリングは広く知られている。周辺部品が磨耗し、ばねの組付け高さが変化しても一定の押し付け力を保持する必要を求められているため、前述の通り非線形特性となる皿ばねが適している。また現在の日本国内でオートマチックトランスミッション（AT: Automatic Transmission）が主流である。その種類の代表格として、変速を段階的に行う多段式（ステップ）ATと連続的に変速を行うCVT（無段変速機：Continuously Variable Transmission）がある。これらのトランスミッションのクラッチにも皿ばねが使用されており、ここでは代表例としてクッションスプリングとリターンスプリングと呼ばれている2種類の例を紹介する。これらの皿ばねは図3に示す、クラッチと呼ばれる部分に使用されている。

### 1) クッションスプリング

図3の通り、多段式ATやCVTのクラッチは、油圧の力を印加されたピストンにより、摩擦材が貼り付けられた金属の円板同士が押し付けられることにより締結され、逆に油圧を解除することにより解放される。この繰り返しにより変速を実現しているが、クラッチは急激な締結や解放によりショックが発生する。乗り心地にも関わるため、そのショックを緩和する必要があり、その目的の

ためにクッションスプリングは使用されている。この使われ方として、軸方向の小さなスペースで大きな力（荷重）を得ることが出来る皿ばねが適している。またクッションスプリングは自由状態から密着状態までの振幅で使用される場合が多く、その点でも密着高さを低く出来、かつ強度面を考慮して皿ばねが適していると言える。クッションスプリングには、皿ばねの他にウェーブスプリングが使用されている例もある。

### 2) リターンスプリング

上記の通り、ピストンにかかっている油圧を解除することによりクラッチを解放するが、単純に油圧を解除するだけではピストンは元の位置に戻らず、クラッチを完全に解放することが出来ない。いわゆる半クラッチのような状態になり、クラッチの過大な磨耗や変速不良などに繋がりがかねない。そこでピストンを油圧解除時に適切な位置に押し戻すために使用されているのがリターンスプリングである。シートまたはリテーナーと呼ばれる金属の板の上に小形の圧縮コイルばねを複数個円環状に配置したマルチスプリングが従来から多く採用されているが、このリターンスプリングにも皿ばねが使用されている例がある。近年ではトランスミッションの小型化（特に軸長）の要求が厳しくなっているため、軸方向の小さなスペースで大きな力（荷重）を発生する皿ばねの採用が増えている傾向にある。リターンスプリングは他に、巻数が少ない圧縮コイルばねや、異形線をコイル状に巻線して波をつけた形状のコイルドウェーブスプリングと呼ばれるばねなどが使用されている例

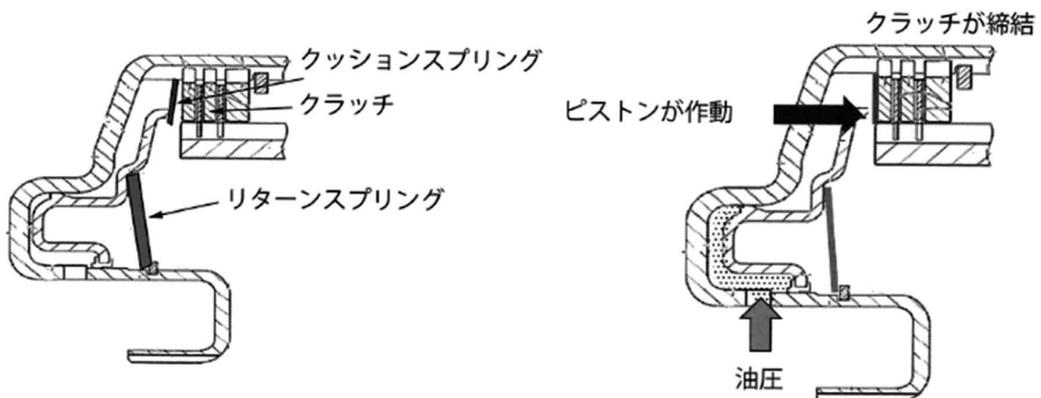


図 3 クラッチ部分の構造と締結原理の概要

もあり、要求特性やスペースなどにより各々の種類のばねが採用されている。ちなみにクッションスプリングで紹介したウェーブスプリングは板を成形したものや異形線1巻で波形状になっているもので、コイル状のものとは異なる。

#### ◇ その他の使用例

詳細は割愛するが、ボルトの緩み止めの座金（ワッシャー）や、建築関係の防振装置、原子力発電の制御棒、スイッチ類などの接点部品をはじめとした電気製品、OA機器にも使用されている。

#### ◇ 皿ばねの規格

日本国内の皿ばねに関する規格は次のようなものが有り、これらに準じた規格品も市販されている。

JIS B 2706 皿ばね

JIS B 1251 ばね座金

#### 参考文献

日本ばね学会編 わかる！使える！ばね入門 P26.2.7 日刊工業新聞社（2019）

ばね 第4版 日本ばね学会編 丸善

ばねの種類と用途例 ばね技術研究会編 日刊工業新聞社



## (6) ぜんまいばね (シートベルト)

速水 発条 (株) あい き たく ろう  
技術部 製品開発課 四十木 拓 朗

### ◇ 自動車用シートベルト

自動車シートベルトは、車両搭乗員の身体を座席に拘束し、万一の衝突事故の際には、派生した慣性力による車両外への放出や自動車内部での身体の衝突を防ぐ役割を担っている。シートベルトが開発されて以降、徐々に法規による規制が強くなっており、日本では道路交通法や道路運送車両法により乗員の着用及び自動車メーカーへの搭載が義務化されている。

シートベルトの構造は、大きくはタング／バックル、ウェビング、リトラクターに分類できる。ぜんまいばねはこの内のリトラクターに組み込まれている。3点式シートベルトの構造を図1に示す。リトラクター内のドラムに収納されたウェビングが引き出されると、ドラムの回転と共にぜんまいばねにトルクが発生する。このトルクにより搭乗者がシートベルト装着後もウェビングにテンションが保持される。

現在のシートベルトおよびエアバッグは、万一の事故発生時には次のように作動する。

#### a) シートベルトプリテンショナー作動、エアバッグ展開

事故発生と同時に、乗員が拘束されないまま衝

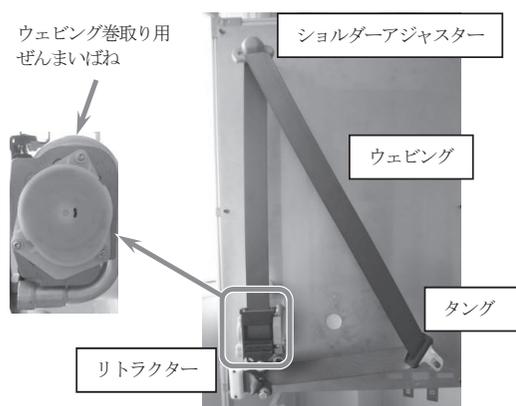


図 1 自動車シートベルト

撃により前方に加速し、慣性が増大することを防ぐため、火薬等によりシートベルトプリテンショナーが作動し、シートベルトのたるみを巻き取り、乗員を拘束しロックする。また同時に、エアバッグが展開を始める。

#### b) フォースリミッター作動

強固に乗員を拘束し続けると、鎖骨骨折等の障害が発生する可能性があるため、張力のある一定の力に制限し、乗員をゆっくりと前方に解放していき、その時点で展開が完了しているエアバッグにゆっくりと衝突させる。

このほか、前方をレーダー等で監視し、衝突の可能性があると判断したときに、モーターによりシートベルトに断続的にテンションを付与し、乗員に注意を促す機構を備えたものもある。

また、装着時に圧迫感を減じるテンションレデュサーと呼ばれる機構を備えたものもある。

### ◇ 自動車シートベルト用ぜんまいばね

前項において自動車用シートベルトにおけるぜんまいばねが果たすべき機能がウェビングの引き出しに応じてトルクを発生させ、ウェビングのテンションを保持することであると説明した。その他、各観点から以下のようなことが求められる。

- (1) 人が使用するため使用時に異音がないことやウェビングからの圧迫感が小さいこと、引出し時に過度な引出し力が不要なことは当然求められる。これについては主にシートベルトメーカーとのトルク規格の取り決めにおいて要求を満足する。
- (2) シートベルト自体にも主に使用上の安全面に関して規格 (JIS規格等) や法規 (FMVSS法規等) の適用が求められる。そのうちぜんまいばねでは耐久性 (50,000回以上等) と耐環境性 (-40~80℃で使用可能等) に耐えうる性能が求められ、特に耐久性に関しては安全マージン確保の観点から更に

厳しい数値をシートベルトメーカーから要求される。

- (3) シートベルトメーカーの設計からは省スペース、軽量、ローコストであることが当然求められる。

かつては、定トルクぜんまいばねを利用し、タング引き上げ領域でトルクが高く、装着時にはトルクを低くする方法が用いられたが、定トルクぜんまいばねの構造上、微少なストロークでもフルストロークでも同一な変形が起きること、また基本的に応力の振幅が大きいことにより、耐久性能を満たせず、現在は接触型渦巻きばね（S字ぜんまい）がぜんまいばねとして用いられている。

下図は、ぜんまいばねを組み付けた例である。

### ◇ ぜんまいばね

#### 1. 材料

ぜんまいばねに用いられる材料はステンレス鋼と炭素鋼に大別され、具体的な材質並びに材料寸法は以下の表にまとめる。

近年はコストダウンのため、炭素鋼が多く用いられている。

ぜんまいばねは、一般のばねと比較すると、格

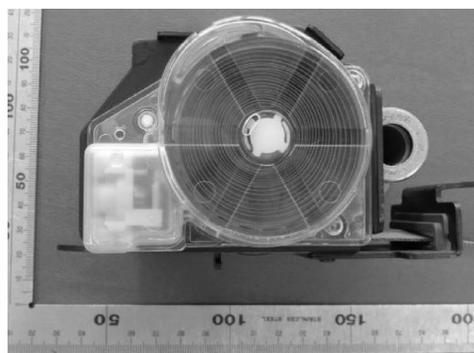


図 2 シートベルト用ぜんまいばね

段に使用時の応力が高く、表面の最大応力は2,000MPaにも達する。高強度かつ表面が平滑であること、大規模介在物（20 $\mu$ m程度）等のない清浄度の高い材料であることが求められる。

#### 2. 基本形状と特性

ぜんまいばねは、一次巻と二次巻の工程を経て製造される（図3、図4）。テンションサイドの材料表面は、一次巻によりまず圧縮応力が付与される。その後低温焼鈍にて材料の強度を上げ、若干のセッチングをかねて使用される軸よりも細い二次巻軸で逆方向に巻き取られる。但し、二次巻軸に巻き取られていくに従って、実使用時の巻き締めり径との比率すなわちセッチング量が減少していく（図5）。このため、ぜんまいばねの材料表面には、材料の負荷できる最大応力に近い応力が発



図 3 一次巻



図 4 二次巻後の製品と自由形状

表 1 ばね材料一覧

材質	板厚mm	板幅mm	全長mm
SUS301-CSP	0.16~0.25	7~10	2,500~5,500
SK80相当品（欧州規格EN10132-4規定等級C75~C85中間）			
SWRS 62A等			

セッティング率

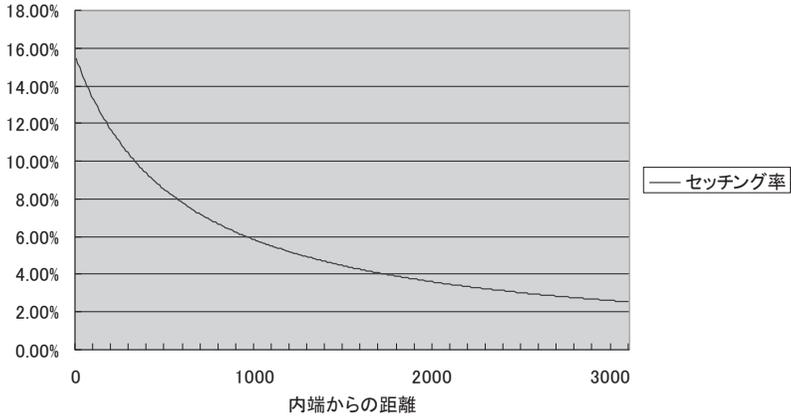


図 5 セッティング率の変化の例

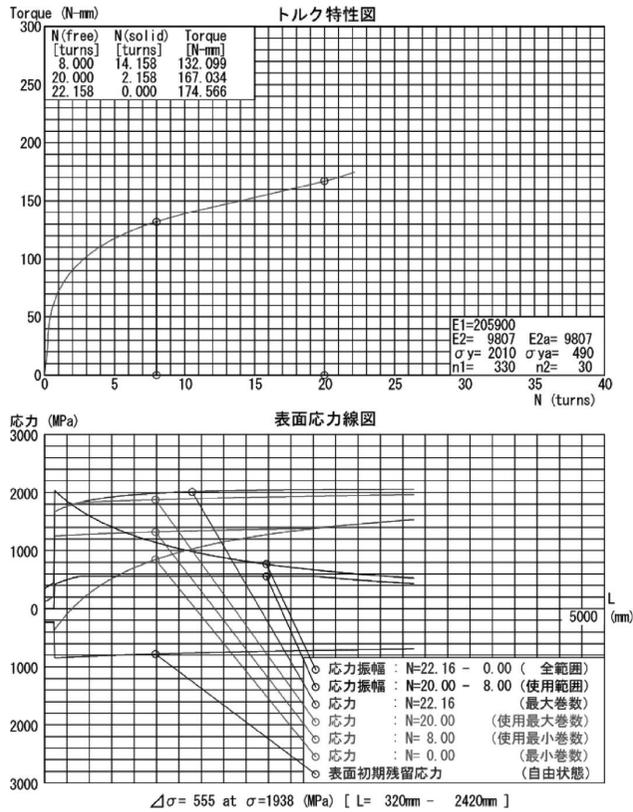


図 6 計算例

生ずる。

また、ぜんまいばねのトルクから、表面応力を計算すると、材料の降伏応力より高い応力値となるが、これは一次巻で付与された圧縮応力と表面

応力の合算となるからである。

ぜんまいばねは構造上、巻上に伴い、ばねとして機能する有効長が変化する性質を持っている。そのため、使用範囲は基本的にトルク特性が線形

となる領域を使用することが望ましい。ぜんまいばね全長に対して、均一に負荷がかかっていると仮定すれば簡易的にトルクを求めることも可能であるが、トルク特性の一部しか表すことが出来ない。従って、正確なトルクと応力は、数値解析により求めることになる(図6)。

実際の設計では、以下の手順で設計を行う。

- (1) タング格納時トルクを実現できる最低の板厚を設定する。規格内容によっては板幅を大きくするか、一次巻径を小さくする。(トルクの確保)
- (2) 使用範囲により、総巻数を確保するための全長を設定(総巻き数の確保)。
- (3) 使用範囲内での応力振幅を確認し、高い場合には全長を長くする(耐久性能の確保)。

トルク実測一例を図7に示す。巻き上げ時と巻き戻し時のトルク差を減らすため、外端は固定支持とされる。自由支持だと板間の接触圧が高くなるからである。また、主に作動音低減のためグリスを塗布するが、耐環境性能や耐久性能にも重要な影響を及ぼすので、選定には十分注意する必要がある。

また最近では、コストダウンや軽量化、環境負荷の軽減のため、材料の高強度化や一次巻時の圧縮応力の増大により、板厚の薄肉化・全長短縮の設計が行われている。但し、板厚を薄くして、圧縮

応力を増大させた場合、材料欠陥が顕著になる可能性があるといったトレードオフが生じるため、ユーザーが望む規格内容を十分に理解した上で対応されたい。

#### ◇ 今後の課題

前述の通り、材質は炭素鋼が主力になりつつあるが、材料にかかる応力が極めて高いことから、80℃程度の環境でも熱へたりがかなり発生する。また、耐久へたりもある程度発生する。通常のコイルばねであれば、ホットセッチングで対処すべきであるが、ぜんまいばねは工場出荷時に樹脂部品にセットされているので、ホットセッチングは非常に困難である。また構造上ショットピーニングも困難である。

従って、自ずと材料開発に比重がかかる。高強度、高疲労強度、耐熱性のある材料の開発に期待したい。

#### 追記

昨今、法規制に伴いシートベルトの着用率は高くなっているが、後部座席での着用率は非常に低くなっている。高速道路等での事故の場合、後席の乗員がフロントガラスや、ウィンドウガラスを突き破って飛び出し、死傷するケースが多くなっている。万一の事故への保険として、後部座席に乗車の際も、自動車に装備されているシートベルトの着用を是非お願いしたい。

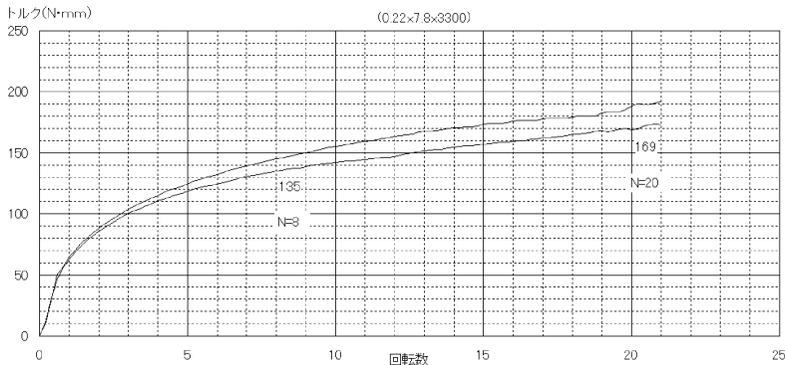


図 7 トルク実測結果

## (7) 薄板ばね（配管締結用ホースクランプ）

（株）東郷製作所 技術部 お ぎわ たけ ひこ  
技術二課 第一係 係長 小 澤 健 彦

### ま え が き

自動車用配管締結用薄板ばねとは、主に「ホースクランプ」、「ホースクリップ」と呼ばれる金属ベルト状の部品（以下、ホースクランプと記載）であり、自動車1台当りには約50個のホースクランプが使われている。

自動車には、ガソリンや冷却水、エアーなど様々な流体が配管内を流れており、その配管のパイプとゴムホースを締結し、流体の漏れ防止やパイプからゴムホースの抜け防止の主に2つの機能を満たすために使用されている。

### ◇ 特 徴

図1に示すように、ホースクランプが組付く相手部品である金属や樹脂で出来たパイプには抜け止め用の凸部とホースクランプが組付くストレート部があり、そのパイプにゴムホースを挿入する。ホースクランプは、つまみ部を工具でつまむことにより内径を拡張パイプの抜け止め用の凸部を通過しゴムホースの外周部にホースクランプを組付ける。

抜け止め用の凸部の通過時やホースクランプ組付け時にホースクランプはより真円であることが理想であるが、帯状の材料を丸くするだけでは拡張時に真円には拡張されない。真円に近づけるため

に、ホースクランプの形状は本体部に三角形の抜き穴があったり、板幅を徐変させたりする設計手法が必要となる。

ばね力を用いてゴムホースの円周上を均等に締め付けることにより、ゴムホースの経年劣化による肉厚の減少にも追従するため、長期間の締め付け力を維持することが可能となる。

ホースクランプのサイズは、約φ6mm～約φ60mmと大きささまざまであり、燃料配管など高圧がかかる部位には2枚重ねになった、ダブルタイプがある。荷重を上げるのであれば、板厚を厚くすればとの考え方もあるが、ホースクランプは抜け止め用の凸部を通過させる径まで拡張すると塑性変形し、つまみを戻した後の内径が大きくなる。板厚を厚くするとつまみを戻した後の内径が更に大きくなってしまうため、2枚重ねにすることで塑性変形量を抑えつつ強力な締付力を保有することが可能となる。

次に、ホースクランプの代表的な製造方法について紹介する。

### ◇ 製造方法

ホースクランプの製造工程は、図2の工程からなる。

#### ①材料

使用される材料はホースクランプの仕様（材質／

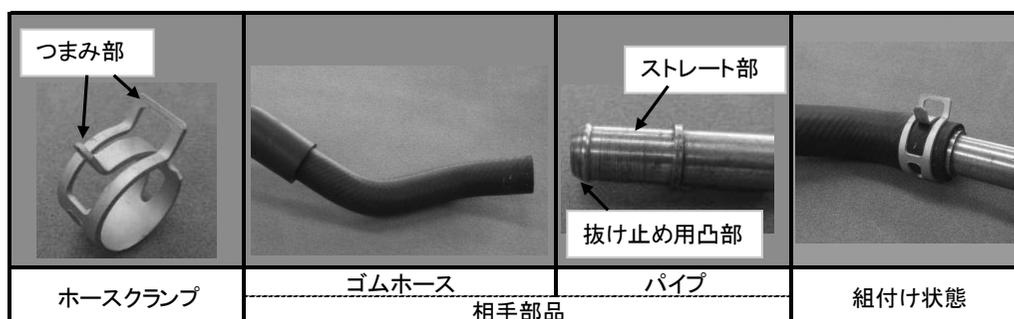


図 1 ホースクランプと組付け相手部品

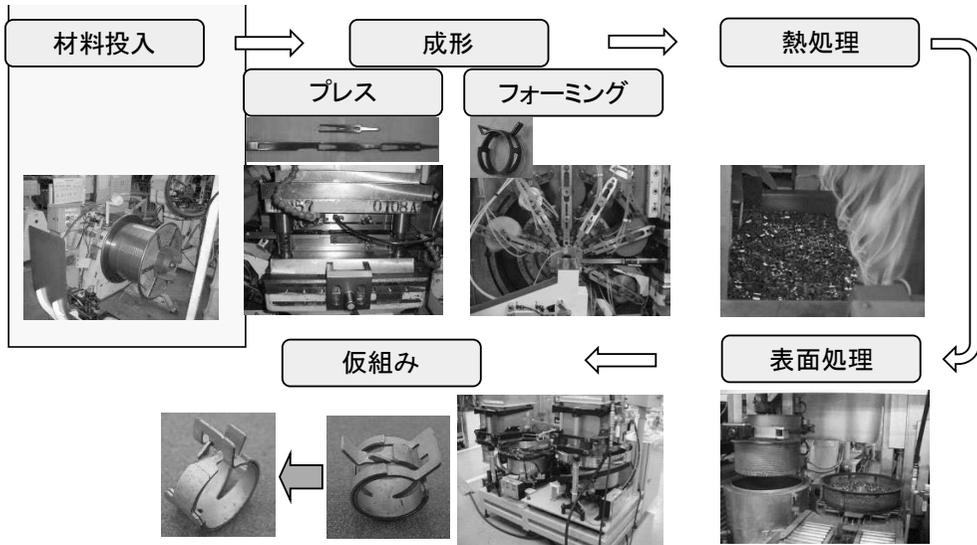


図 2 製造工程

幅／板厚）に応じて鉄鋼メーカーで冷間圧延鋼帯から切断したものが納入される。この時、材料の歩留まりをよくするためホースクランプの板幅と材料の板幅は同じサイズとなっており、ビッカース硬さ200HV以下の軟らかい材料が納入される。

材質は、JIS G 3311の炭素鋼などが使用される。

#### ②成形（プレス）

プレス金型により、2～3工程でフォーミング前の展開形状の打抜き加工を行う。

#### ③成形（フォーミング）

フォーミングでは、中央に丸い芯金があり芯金に向かって、四方からツールが飛び出してくる。プレスで打抜かれた材料は芯金の下で位置決めされ、その下からツールで押し付けられU字に曲がり、次に左右のツールで押し付けられ交差形状となり、最後に上からのツールで押し付けられると全周芯金に巻き付けられ円筒状の形状が成形される。ツールが解放された時、スプリングバックが発生し、形状が若干大きくなる。このスプリングバック量を見込んで金型を設計する必要がある。プレスで発生するバリはホースクランプの外径側にしゴムホースに接する内径側をプレスのダレ側にする事でゴムホースに傷をつけないようにする。

#### ④熱処理

成形時の材料硬さがビッカース硬さ200HV以下

では、拡張しても元の形状に戻らず容易に変形してしまうが、パイプとホースの締結に必要な保持力を満たすために、熱処理を行うことによりビッカース硬さ500HV程度の硬さにする。

硬さは、軟らかいと容易に変形してしまい、硬すぎると材料の靱性がなく容易に割れてしまう。熱処理工程は、ホースクランプにはばねの機能を持たせる最も重要な工程である。

熱処理には、主に焼き入れ焼き戻し処理とオーステンパー処理がある。ここでは、オーステンパー処理について紹介する。

鋼は温度に応じて固体内の結晶の原子配列の変化が生じ、それによって性質が大きく変わる。727℃のA1変態点まで鉄を熱すると、共析変態が生じて組織はパーライトからオーステナイトへ変わる。これを冷却すると鋼の中の炭素の動きによって加熱の前とまったく異なる組織になる。オーステンパーの加熱炉では、800～900℃で一定時間加熱する。この時、炉内に酸素が入ると脱炭という鋼表面の炭素が抜ける現象が起き狙った硬さが得られないため、CO、H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>が主成分である吸熱型変性ガスを炉内に送り込み脱炭を防止する。加熱された鋼を300℃～400℃の液体状になったソルト（硝酸カリウムや亜硝酸ナトリウムなど）に投入し急冷することにより、組織はベーナイトへと変わり靱性に優れ、ばねに適した性質となる。

### ⑤表面処理

鋼は、そのまま放置すると錆の発生により板厚が減少し、従来の性能が発揮できなくなる。それを防ぐために表面処理を行う。表面処理には、電着塗装の亜鉛めっきやディッピング塗装の亜鉛アルミフレックコーティングなどがあり、ここではディッピング塗装の亜鉛アルミフレックコーティングについて説明する。

ディッピング塗装は、電着塗装とは異なり皮膜のコントロールが難しいため、薄膜層を2回塗ることで未着部を無くし、滑らかな表面状態の皮膜を得ることが可能となる。

主な工程は、前処理、ディップスピンと焼付け工程がある。熱処理工程で付着した酸化スケールやゴミなどの異物は表面処理の安定した塗着を阻害するため、前処理としてショットブラストや脱脂などによる洗浄を行う。ディップスピンでは円形状のカゴに投入された製品が亜鉛フレックやアルミフレックが添加された液体のタンクの中にカゴごと浸漬され、浴中から引き上げてカゴを高速で回転し遠心力で余分な液体を飛ばす。液体の粘度やカゴの回転速度を調整することにより、規定量の液を塗布する。その後、焼き付け炉に投入し乾燥、焼付けさせる。ディップスピンと焼付け工程を2回繰り返す。

### ⑥仮組み

表面処理が終われば、ノーマルタイプのホースクランプは完成である。しかし、自動車を生産する組付けラインでホースクランプを毎回工具でつまんで拡張するのは、かなりの重労働である。その作業を軽減するために、ホルダーと呼ばれる部品で拡張状態に保持しホルダーを引き抜くことでゴムホースへの組付けを可能としたホルダータイプやホースクランプを拡張状態で仮組みし、つまみ部を工具でつまむだけで拡張状態を解除できるワンタッチタイプがある（図3参照）。ホルダータイプとワンタッチタイプは最終工程で、仮組みを行い製品の完成となる。

### むすび

近年の自動車の動向として、ハイブリッド化などによりエンジンルーム内の部品が密集し部品の取り付けスペース、作業スペースが狭くなっており、ホースクランプは組付け作業性のよいワンタッチタイプ化やクランプの幅を狭くした省スペース化が進んでいる。

また、自動車の性能の向上と共にホースクランプに求められる耐用年数も長くなる傾向があり、自動車メーカーからの長期間錆が発生しない高耐食表面処理の開発の要求も強い。

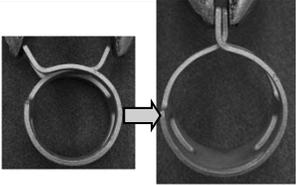
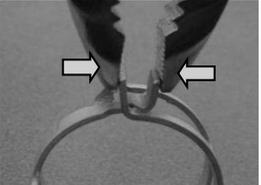
タイプ	ノーマルタイプ	ホルダータイプ	ワンタッチタイプ
写真		 シングル  ダブル	 シングル  ダブル
作業方法	 工具でつまみ部を挟み拡張する。	 ホルダーを矢印方向に引抜く	 工具でつまみ部を矢印の方向に挟み解除

図 3 ホースクランプタイプと作業方法

## 2. その他のばね

### (1) 大型コイルばね

三 菱 製 鋼 (株) 三 菱 鋼 材 有 限 公 司  
千葉製作所 技術部 道 端 一 久

#### まえがき

大型コイルばねの定義は明確ではありませんが、当社では線径 $\phi 20\text{mm} \sim \phi 100\text{mm}$ 程度のばねを大型としています。この線径の範囲を大型としている理由は熱間成形で製造するからです。これよりも細い線径のばねは冷間成形という方法でも製造できますが、線径の太いばねは熱間成形という方法でしか製造できません。以下に熱間成形による大型コイルばねの製造方法を簡単に説明します。

#### ◇ 大型コイルばねの製造方法

##### ①材料

材料としてはJIS G 4801「ばね鋼鋼材」を使用します。材質名としては、SUP9、SUP9A、SUP11A、SUP13等があります。これらは同じばね鋼ですが、焼入れ性が違うため製造するばねの線径によってそれぞれ選択します。SUP9が一番細く、SUP13が一番太いばねとなります。同じ硬さに調質すれば同じ強度のばねができます。

##### ②材料加工

ばね一本分に切断した直棒の材料の両端のみを加熱し、マイナスドライバーの先端の様な形状に加工します。これはコイルばねの両側の座巻部になる部分です。この両端の加工の相対角度は材料の長さやコイル径等を考慮して設定します。次工程のコイルリング時に材料がねじれながら巻かれるので、巻終わり時に両端の角度が平行になるようにします。

これ以外にもテーパコイルという特殊なばねを製造する場合は、材料の線径をテーパ形状に削って線径を変化させます。

いずれの加工も熱間成形だから可能な加工です。冷間成形の場合の材料は長い線材を使用し、ばね

をコイルリングしながら切断するため、このような加工は出来ません。

##### ③コイルリング（熱間成形）

加工した材料を加熱炉で真っ赤に加熱し（900℃以上）、そのまま芯金に巻付けてコイル状に成形します（写真1）。

これに対して冷間成形は材料が常温の状態のコイルリングします。線径の細いものは冷間でも加工が可能です。線径が大きくなると冷間では加工が不可能になるため上記のような熱間成形となります。これが大型コイルばねの製造方法の一番の特徴と言えます。

ただし、材料は熱で膨張しており、芯金に巻付ける時にも元に戻ろうとする力（スプリングバック）があります。更に、後の工程のセッチング工程ではばねをへたらせる（ばねの高さを低くする）ので、それを見越したばね高さでコイルリングします。すなわち、ここでの狙いの形状は完成したばねの形状とは全く違うものです。この形状を見越してコイルリングする製造技術がそれぞれのばねメーカーのノウハウです。

##### ④焼入れ

コイル状に成形したばねを真っ赤なまま油中に投入し、急速に冷却してばねの硬度を硬くします。焼入れたままのばねの硬さは700HV程度となり組

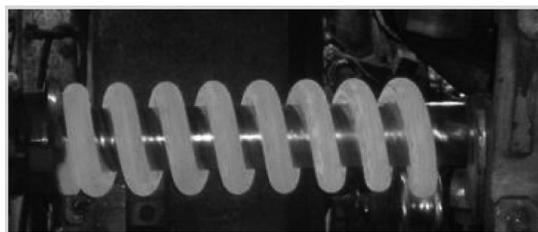


写真1 熱間コイルリング  
(例：線径 $\phi 50$ 、芯金径 $\phi 100$ 、ばね高さ約600mm)

織はマルテンサイト組織になります。

#### ⑤焼き戻し

焼入れたままのばねは硬さは硬いのですが脆くなっています。そしてマルテンサイトになった時点で組織に歪が発生しているため、そのまま放置しておくとう焼割れという現象が発生してしまう事があります。そのため温度管理した炉に一定時間投入して焼き戻しを行います。温度や時間はそのばねの狙いの製品硬さやばねの大きさによって変えます。この工程により脆さが取れて粘り強くなり、歪も取れるためばねとして使用出来るようになります（焼き戻しの雰囲気温度は400℃前後。保持時間は2時間程度。）。

#### ⑥座面研削

ばねの両側の座面を研削します。あらかじめ両端を材料加工の時にマイナスドライバーの先端の様に加工してある程度の座面を作っているため、この研削加工にはあまり時間は取られません。更に、ばねの要求仕様によってはこの研削加工自体が廃止できる場合もあります。

冷間加工のばねで研削する場合は、両端が丸の形状のままなので研削するのに時間がかかります。

#### ⑦磁粉探傷

暗室で、磁化したばねに磁粉液をかけてブラックライトで照らして、ばねが焼入れ時に焼割れしていないかを確認します。

#### ⑧ショットピーニング

ばねの表面に小さな鋼球等の玉を空気圧や遠心力を使って高速で衝突させて、表面に塑性変形による圧縮の残留応力を付与する工程です。この処理によりばねの表面に細かなディンプルができます。自動車用と比べて大型のばねには大きめの玉を使用します。これはばねの耐久性を向上させるための工程です。コイルばねの使用時はばねの表面に引張応力が働くので、あらかじめ圧縮の応力を表面に付与していればその応力が相殺されて疲労強度改善になります。

#### ⑨セッチング

ばねを使用する範囲より更に強く圧縮して事前へたらせることにより、実際の使用中にばねがへたって荷重が出なくなることを防止する工程です。この工程でばねの高さが低くなり、図面の要求仕様のばね高さとなります。

#### ⑩塗装

ばねの使用中に錆が発生するとそこを起点に折損する可能性があるため、それを予防するために防錆目的で塗装します。塗装の種類はそのばねの要求仕様により様々です。

### ◇ 大型コイルばねの用途及び特徴

大型のコイルばねは自動車用の様に多くの数は生産されませんが、以下のような様々な用途に用いられています。

鉄道車両の台車に使用される軸ばね・枕ばね、建設機械の油圧ショベル等のトラックベルトのテンションを張るために使用されるリコイルスプリング、製鉄所や発電所等のプラントに使用されるハンガー用ばね、橋梁の揺れ防止やタワーなどの最上部に取付ける制振用ばね、建物の基礎に地震時の為に入れる免震用ばね、油圧プレスやハンマー等の鍛造機械の基礎に入れて機械の振動を直接地面に伝えないための防振用ばね。これ以外にもクレーンのバッファ用やエレベーターの非常用ストッパ等、振動を抑えたり衝撃を吸収したりするような用途に数多く使われています。特に、岸壁に設置する大型のコンテナクレーンの免震装置用は国内最大級で、線径φ80mm以上の大型のばねを8個あるいは16個並列に並べて使用します。また、特殊な用途としては、熱による設備等の伸縮を吸収するために耐熱素材で作られた耐熱ばねもあります。

これら多くのばねの中で、例として鉄道車両用コイルばねについてその特徴を紹介します。

#### ①鉄道車両に使われるコイルばね

鉄道車両には様々なコイルばねが使用されています。パンタグラフを架線（トロリ線）に押し付けるコイルばね、連結器を支える胴受けばねや復芯ばね、車体と台車の間にあり主に乗り心地確保のための枕ばね（かつてはコイルばねが多く使われていましたが現在は空気ばねを使う事が多くなっています）、台車と輪軸（車輪の軸）の間で車両全体を支える軸ばね等があります。これらの中で大型コイルばねの例として「軸ばね」を取り上げます。

#### ②軸ばねの特徴

軸ばねは台車と輪軸の間の狭いスペースに配置されるため、極力ばねの高さを低くすることが要

求されます。1本のコイルばねでは支える荷重が大きいので応力的な問題で線径が太めになり巻数も多くなります。しかし、それではばねの高さが高くなりスペースに入らなくなります。そこで、ばねの内側にもう1本のばねを組み合わせてダブルコイルばねにすることにより、ばねの高さを低くする方法がとられています。それでも入らない場合はトリプルコイルばねにすることもあります。ばねの大きさはコイル径200mm、高さ300mm程度となります。

軸ばねには材料線径をテーパ加工してばねの特性を非線形にしたテーパコイルばねというばねもあります（通常のばねの特性は線形）。テーパコイルばねは車両が傾いた時の輪重抜け（脱線対策）に効果があります。

写真2に、シングル、ダブル、テーパコイルばねの例を示します。図1に、テーパコイルばねの特性の例を示します。

軸ばねの硬度については、自動車や建機用のばねは高応力で使用するため高硬度にしていますが、車両用のばねは昔からの基準でJIS通りの硬度（JIS B 2704-2）で製造しています。なぜならば、車両用のばねは十分な安全性と信頼性を考慮した基準で設計されているからです。

車両用軸ばねに求められている一番の性能は折損しないことです。通常のばねは有限寿命設計で、自動車であれば10年10万キロ等です。しかし軸ばねは30～40年使用しても折損しないことが求められています。

## むすび

大型コイルばね全体ではコストダウンの要求が非常に厳しくなっています。コストダウンのためには軽量化が一番効果が出ますので、線径を細くして高応力で使用できるばねを作るための製造方法や素材の開発が重要となっています。



写真2 シングル、ダブル、テーパコイルばねの例

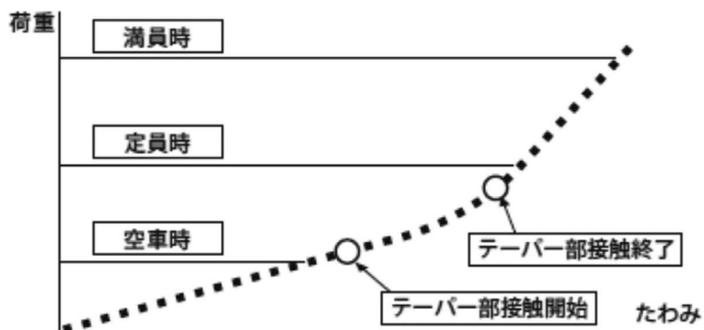


図1 テーパコイルばねの特性の例

## (2) レール締結装置用ばね

株式会社 スミハツ  
軌道部製造課 主査 飯田政巳

### まえがき

鉄道車両は2本のレール上を走行しますが、レール締結装置はレールとまくらぎなどの下部構造の間に配置されており、レールを必要とされる正しい位置に固定するための位置調整や、振動を緩衝するなどの役目を持つ重要な装置です。この装置を構成する部材の一つに金属製のばねが使用されています。

### ◇ 素材形状によるばねの分類

ばねは使用する素材形状から、平鋼を使用した「板ばね」と棒鋼を使用した「線ばね」の二つに大きく分類されます。写真1に板ばねと線ばねを使用した締結装置の例を示します。

板ばねはボルトで固定され、軌道パッド（平板形状、主に合成ゴム製）と合わせて二重の弾性構造となっており、レールから伝わる車両走行時の衝撃力を路盤に対して緩衝させる機能を持っています。素材の板厚は5mm～9mm、板幅は50mm～80mm程度が主に使用され、材質はJIS G 4801に規定されるSUP9（Mn-Cr鋼）となります。

線ばねは英国で開発されたバンドロール形締結装置が国内で広く普及しております。線径はφ16mm～20mmで、国内で生産されている線ばねには英国規格に準じた材質（Si-Mn鋼）が使用されています。板ばねとは固定方法が異なり、ボ

ルトを使用しない固定方法（無螺締式）でボルトのトルク管理が不要となることから保守作業を軽減できるなどのメリットがあります。

### ◇ レール締結装置用ばねの設計

新しくレール締結装置を開発する場合には、構成する各部材に対して荷重や発生応力の検討が必要となります。ここで、設計に用いる荷重は、列車の走行時に作用する垂直方向の荷重（輪重：列車荷重／車輪の数）と水平方向にかかる荷重（横圧：主に列車走行時の遠心力）からばねに発生する応力を算出します。一般の構造物のように予想される最大荷重を設計荷重とはせず、極まれに発生する極大荷重（A荷重）、しばしば発生する最大荷重（B荷重）及び平均荷重（C荷重）に分け、それぞれから算出した応力が、所定の疲労寿命を確保できるように設計を行います。

### ◇ ばねの製造とその管理

#### ①板ばね

板ばねの一般的な製造工程を図1に示します。基本的な工法は自動車用の重ね板ばねに準じており、ばね1個分に必要な長さに切断した材料をおよそ900～950℃に加熱し、プレスに取付けた金型により数回の曲げ加工を行い所定の形状に成形します。成形工程で温度が低下したばねを再度加熱して、焼入れ・焼戻しの処理を行い、ショット



写真1 レール締結装置 (左: 板ばね 右: 線ばね)



図 1 板ばねの製造工程



写真 2 ロボットによる成形

ピーニングを施工して塗装、完成となります。

成形工程では品種ごとに専用の成形金型を使用します。締結用のボルトを通す穴の穿孔など、一部冷間（常温）で加工される場合もありますが、締結用ばねの成形（曲げ）は熱間で材料を軟化させて加工することを前提として設計されており、冷間では割れが発生するため加工できません。熱間では材料がおよそ 1% 程度膨張するために、最終的な製品の寸法形状を考慮した型設計と成形時の型調整が必要となります。現在、成形作業は人の経験や勘に頼る部分が多く、型設計や調整作業の標準化や、多軸ロボットなどを使用した自動化（写真 2）による品質の安定化を図る必要があります。ショットピーニングは、小径の鋼粒をばねに高速で衝突させる加工で、疲れ限度を高める目的

で行われる重要な加工工程です。ばねの表面に圧縮の残留応力を生じさせることで、折損に至る引張応力を相殺する形で軽減し、疲れ限度を高めることができます。自動車用の重ね板ばねや巻ばね等に広く用いられております。塗装は一般的に、防錆目的で下塗りにジクリッチペイントを施し、黒色フタル酸樹脂エナメルの上塗り（焼き付け）が採用されております。漏水などにより湿潤環境となりやすいトンネル内部や、沿岸部の飛沫塩の影響で腐食が進行しやすい敷設場所においては、更なる防食性能が求められ、溶融亜鉛メッキや樹脂系コーティングなどを採用する場合があります。

## ②線ばね

前述のバンドロール形レール締結装置に使用される線ばねを例に、板ばねとの製造方法の違いについて簡単に説明します。熱間で成形を行うことは板ばねと同様ですが、成形加熱は板ばねが主にガス炉を用いるのに対して、線ばねでは高周波加熱炉を用い、且つ成形後の焼入れのための再加熱は行わず、そのまま直接焼入れを行います。このため、成形終了後に焼入れを行うことが可能な温度を確保することが必須であり、そのための確実な温度管理が求められます。その他に、ばねが三次元的な造形であることから、寸法測定やその管理は板ばねに比べ難易度が高い内容となっております。

## ◇ 今後の動向と課題

国内では板ばねと締結ボルトを使用するタイプの締結装置が長く使われてきました。今後は労働人口の減少に伴い軌道保守要員の確保が難しくなることなどの理由もあり、新設時には海外では主流となっている、敷設時に機械化による省力化対応のしやすさと保守管理面などでメリットが多いボルトレスの線ばねタイプへの移行が更に進むと考えられます。一方で既に敷設された締結装置においては、板ばねから線ばねタイプへの変更にはばね以外の部材やまくらぎなどの見直しも必要になることが多いことから、基本的には既存構造のまま交換寿命を延ばすための表面処理の検討や、既存部材を活用した小規模改良による保守低減の対応が求められると考えられます。

# Ⅲ. ばね材料

## 1. 熱間成形ばね用鋼（線）

（株）神戸製鋼所 鉄鋼アルミ事業部門 技術開発センター 竹田 敦彦  
線材条鋼開発部 線材条鋼開発室 主任研究員

### まえがき

熱間成形の線ばねは、圧延された線材や棒鋼を引抜、矯正、切断した棒材を素材として使用し、素材をオーステナイト化する高温域に加熱した状態でばね成形し、その後焼入焼もどし処理を施して所定のばね特性を得る。ばね製品としては鉄道車両や自動車の懸架用コイルばね、一般機械用大型ばねなどがある。ここでは生産量の多い自動車懸架用コイルばねに焦点を当てて、使用される鋼材と要求される諸特性、製造プロセスについて基礎的な内容を紹介する。

### ◇ 熱間成形ばねに使用される鋼材

#### 1. 規格鋼

熱間成形ばね用鋼としてJIS G4801:2011（ばね鋼鋼材）に8種類のばね鋼の化学成分が定められている（表1）。その成分の違いから鋼材の焼入性、焼もどし軟化抵抗、加工性、弾性限などの材

料特性が異なり、対象製品のサイズ、要求特性などに合わせて選択される。自動車懸架用コイルばね用鋼には、耐へたり性などの観点から高Si系成分が好ましく、Si-Mn鋼であるSUP6、SUP7および世界的に入手性がよいSUP12成分相当鋼（SAE 9254、Si-Cr鋼）が用いられている。

#### 2. 開発鋼

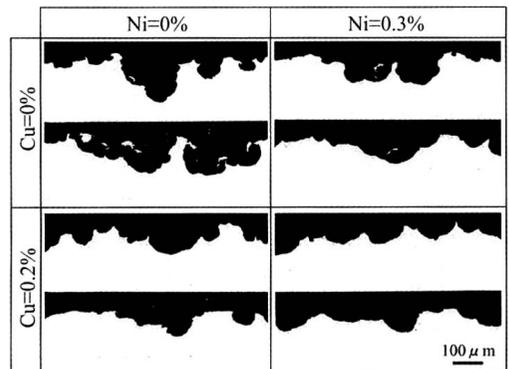
日本では、自動車懸架用コイルばねの軽量化ニーズが強く、ばねの高応力化が積極的に進められてきた。ばねの高応力設計に対応するために、鉄鋼メーカー各社から高応力設計に対応できる独自の開発鋼が自動車懸架ばね用鋼として商品化されている。

高応力化には高硬度化が必要となるが、それに伴う切り欠き感受性の増大、耐水素脆性の低下により、腐食疲労特性の悪化が懸念される。ばね品質を維持したまま高応力化を実現するために、規格鋼に比べて低C化による韌延性向上、Ni、Cu添加による耐食性改善、腐食ピット平坦化<sup>1)</sup>（図1）、Ti、V添加による耐水素脆性向上<sup>2)</sup>など成分設計による鋼材特性の改善がなされている。

表 1 ばね鋼の化学成分（JIS G 4801：2011より作成）

単位：%

鋼種	種類の記号	C	Si	Mn	P	S	Cr	他
Si-Mn鋼	SUP6	0.56 ～0.64	1.50 ～1.80	0.70 ～1.00	0.030 以下	0.030 以下	-	
	SUP7	0.56 ～0.64	1.80 ～2.20	0.70 ～1.00	0.030 以下	0.030 以下	-	
Mn-Cr鋼	SUP9	0.52 ～0.60	0.15 ～0.35	0.65 ～0.95	0.030 以下	0.030 以下	0.65 ～0.95	
	SUP9A	0.56 ～0.64	0.15 ～0.35	0.70 ～1.00	0.030 以下	0.030 以下	0.70 ～1.00	
Cr-V鋼	SUP10	0.47 ～0.55	0.15 ～0.35	0.65 ～0.95	0.030 以下	0.030 以下	0.80 ～1.10	V0.15 ～0.25
Mn-Cr-B鋼	SUP11A	0.56 ～0.64	0.15 ～0.35	0.70 ～1.00	0.030 以下	0.030 以下	0.70 ～1.00	B0.0005 以上
Si-Cr鋼	SUP12	0.51 ～0.59	1.20 ～1.60	0.60 ～0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.60 ～0.90	
Cr-Mo鋼	SUP13	0.56 ～0.64	0.15 ～0.35	0.70 ～1.00	0.030 以下	0.030 以下	0.70 ～0.90	Mo0.25 ～0.35



・複合サイクル腐食試験後 14サイクル  
・鋼材ベース成分： 0.48%C-1.6%Si-0.3%Mn-1.0%Cr-0.15%V

図 1 表層の腐食ピット断面形状に及ぼす Cu、Ni添加の効果<sup>1)</sup>

## ◇ 鋼材に要求される諸特性

所定のばね特性を満足できる鋼材選定やばねの品質管理を適正に行うために、ばね鋼材の諸特性を把握しておく必要がある。

### 1. 表面品質

圧延材や引抜材の表面がそのままばね製品となるため、素材に表面疵があると疲労破壊起点となりばね疲労寿命の低下をもたらす。これらの表面品質は、素材を供給する鉄鋼メーカー、2次加工メーカーによっても異なるが、一般的に海外材に比べて日本材の表面品質は優れる。

### 2. 表層脱炭

熱間圧延でつくられる線材や棒鋼には表層に脱炭層が生じており、ばね成形時の加熱でも脱炭する。また、Si量が1.4~2.2%程度に増量された鋼材が多く、 $A_3$ 変態点温度が高温側にずれ、最表層部にフェライト脱炭（層状のフェライト）を生じやすい。これらは表層の硬度低下を招くため適正に管理することが求められる。

### 3. 焼入性

通常、ばね鋼は芯部まで焼入焼もどしして使用される。焼入れが不完全な場合、伸び、絞り、衝撃値などの低下をもたらすため、製品の断面寸法に見合った焼入性を持つ鋼材選定が必要となる。

### 4. 機械的特性

ばね設計応力の高応力化に伴い、鋼材に対する要求強度は高まる傾向にある。焼もどし温度を低温化すると強度は向上するが、高強度化しすぎると韌性、延性の低下を招く。各鋼材には適正な使用強度域があり、その範囲にとどめる必要がある。

規格鋼の各焼もどし温度における強度、絞り、耐へたり性に影響する弾性限（耐力）などの機械的特性は「ばね第4版」<sup>3)</sup>などで確認することができる。開発鋼についても供給元メーカーで特性データを確認できる。初めて扱う場合はこれらを参考にするとよい。

### 5. 結晶粒度

鋼材の旧オーステナイト結晶粒度は、絞り、衝撃特性、耐水素脆性などに影響する。同一の熱処理をしても鋼種によって結晶粒度は異なり、要求特性を満足するために微細粒が必要な場合は、Ti、Vなどの微細化効果のある元素を活用した鋼材を

用いるとよい。

## 6. 大気疲労特性

一般に疲労限度は、高硬度化に伴い向上させることができる。しかしながら、当該材の適正硬度を超えると疲労限度の低下を招くため注意が必要である。ばねの大気疲労破壊では介在物が折損起点となりうることがあるが、日系メーカーの鋼材の清浄度レベルは一般的に高く、問題になることは少ない。

## 7. 腐食疲労特性

懸架ばねは走行中の飛び石などで塗装が剥離し、鋼が露出した部分から腐食が生じる場合がある。そして、腐食ピットを起点とした腐食疲労破壊により早期折損を引き起こす。これを抑制するために、鋼材の耐食性、耐水素脆性の改善が有効である。耐水素脆性は強度依存性も大きく、強度レベルを考慮して検討する必要がある。

上記の鋼材に要求される諸特性は、自動車懸架用においては冷間成形ばね鋼でも共通する事項となる。

## ◇ 鋼材の製造プロセス

一般的な製造プロセスを記載する。熱間巻きばね用線材は高炉法あるいは電炉法で製造された溶銑が用いられ、精錬、連続鍛造、分塊圧延などを経て鋼片としたのち、熱間圧延により $\phi 10\sim 20\text{mm}$ 程度の線材とする。

線材の品質、仕様としては、鋼材の化学成分、表層脱炭量、機械的特性（TS、RA）、組織（過冷組織有無）、介在物の大きさ、表面疵深さなどが規定される。

線材は、二次加工メーカーにて酸洗やショットブラスト等でスケール除去後、10~25%程度の冷間引抜加工、矯正を経て、ばね展開長に合わせて2m~3m程度の真直性の高い引抜磨棒に加工される。その際、渦電流探傷で表面疵の検査が行われる。その後、引抜磨棒はばねメーカーにてばねに加工される。

## 参考文献

- 1) 稲田淳、下津佐正貴、茨木信彦、辻博人、杉山充弘：ばね論文集、46（2001）、33
- 2) 吉原直、茨木信彦：神戸製鋼R&D技報、56（2006）、48
- 3) 日本ばね学会編、ばね第4版、丸善（2008）、41-47

## 2. 熱間成形用ばね鋼（板）

愛知製鋼(株) 部品開発部 うえにし たけゆき  
エンジン・シャシー開発室 上西健之

### まえがき

熱間成形用ばね鋼の中で、本稿では板ばねに使用されるばね鋼について述べる。熱間成形の板ばねは、矩形断面をもつばね平鋼を高温に加熱して板ばねに成形し、その後焼入焼戻しを施して所定のばね特性を得るばねであり、代表的な製品としては自動車・トラックの懸架用重ね板ばねがある。以下にトラック用重ね板ばねに使用されているばね鋼とその製造プロセスについて現状と最近の動向を紹介する。

### ◇ 重ね板ばねに使用されるばね鋼

#### 1. 規格鋼

重ね板ばねではJIS規格などによって規定されている規格鋼が主に使用されている。現在、JIS G 4801（ばね鋼鋼材）には8種類のばね鋼が規定されているが、重ね板ばねに使用されている主な鋼種は、SUP9、SUP9A、SUP10、SUP11Aの4鋼種である。マンガンクロム鋼のSUP9、SUP9Aは、最も広く使用されており、SUP9AはSUP9に対して焼入性を向上させた鋼種である。クロムバナジウム鋼のSUP10は、V添加による結晶粒微細化及び低Cにより、高硬度域の韌性に優れ、高強度を要求される板ばねに使用される。マンガンクロムボロン鋼のSUP11Aは、SUP9AにBを添加した鋼種であり、焼入性が高いため、大型の重ね板ばねに使用されている。その他、クロムモリブデン鋼のSUP13があり、焼入性に非常に優れるため、大物のコイルばねや板ばねなどに使用されている。これらの鋼種の焼入性は、SUP13>SUP11A>SUP10>SUP9A>SUP9の順に高い。なお、海外規格のばね鋼については、本誌62巻3号（2013年5月）に紹介されているので、そちらを参照されたい。

#### 2. 開発鋼

環境問題、輸送効率向上、経済性、信頼性向上など、トラックに対するニーズには様々なものが

ある。トラックの構成部品である重ね板ばね及びその材料においても、それらのニーズに対応すべく開発が進められている。重ね板ばね用鋼の開発事例を以下に紹介する。

#### (1) 高強度ばね鋼

トラック用重ね板ばねは比較的重量が大きいいため、その軽量化をはかることは、燃費向上、輸送効率向上（積載重量増）などに対して有効である。重ね板ばねの軽量化手法としては、ロングテーパーリーフ化や、厚板化して枚数を減少させる方法があり、これには材料の高強度化や焼入性の向上が必要となる。高強度化には高硬化が有効であるが、高硬化を行うと韌性の低下や腐食からの水素侵入による強度の低下（水素脆化）を伴いやすく、その抑制が課題となる。これに対応するため、結晶粒微細化、粒界強化、母相の韌性向上を目的にC・Si・Ti・Bなどの化学成分を最適化した鋼種が開発された<sup>1)</sup>。開発鋼及び従来鋼SUP10の衝撃特性を図1に、水素チャージ後の引張試験結果を図2に示す。開発鋼は従来鋼に比べ高硬度域において、優れた韌性と耐水素脆化特性を有することが確認されている。また開発鋼は各種プロセス強化技術との組合せも可能であり、車両の要求に応じて強化技術を組み合わせることで、板ばねの枚数低減などの軽量化も期待できる。

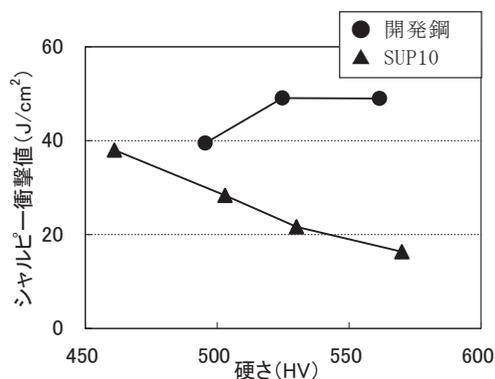


図 1 開発鋼の衝撃特性

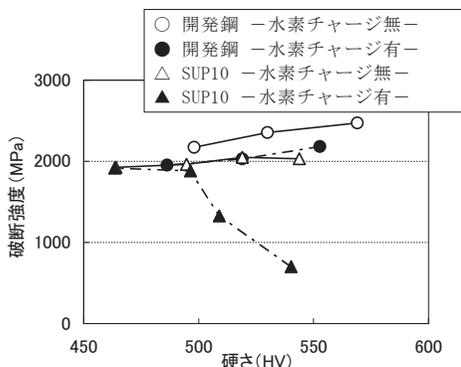


図 2 開発鋼の水素チャージ後の引張試験特性

## (2) 耐食ばね鋼、耐遅れ破壊性ばね鋼

輸送距離の長距離化、メンテナンスコスト低減、保証期間延長などの面から、トラック及び部品に対する信頼性向上が強く望まれている。しかし、材料の高強度化が進むにつれ、腐食疲労や遅れ破壊といった重ね板ばねの信頼性を低下させる現象が懸念されるようになり、腐食疲労強度や耐遅れ破壊性に優れたばね鋼が要求されるようになってきた。これに対応するため、従来鋼SUP11Aに対して韌性向上のため低C化、耐食性向上のためNi、Cu添加及び高Cr化をはかり、耐食性、腐食疲労強度を向上させた鋼種が開発された<sup>2)、3)</sup>。また、遅れ破壊に対しては、Cr、Mo増量及びMn、P、Sの低減、結晶粒微細化元素添加により遅れ破壊特性を改善した鋼種が開発されている<sup>4)</sup>。

## ◇ 製造プロセス

### 1. ばね平鋼の品質改善取り組み

重ね板ばねは、400HVを超える高硬度で使用され、圧延材の表面がそのまま板ばね製品の表面として使用される。また、曲げ荷重によって表面に最大応力が負荷されることから、素材であるばね平鋼の脱炭、表面きずなどの表面品質は極めて重要である。

脱炭は鋼片加熱工程での進行が大きい。脱炭抑制のため、加熱炉にて低温加熱した後、誘導加熱炉にて所定の温度まで加熱することにより、高温域での加熱時間を短縮する技術が実用化している<sup>5)</sup>。

表面きずについては、発生側の対策もさることながら検査による保証が重要である。しかし、ばね平鋼の表面きず検査は、棒鋼では一般的な漏洩磁束探傷が形状的に困難なため、目視検査が一般

的である。安定した欠陥検出には、検査機器による探傷が望ましく、その取組みとして、超音波を利用した表面波探傷及びフェイズドアレイによる斜角探傷によって、ばね平鋼の表面と内部の欠陥を検査・保証する工程が実用化されている<sup>6)</sup>。

### 2. 重ね板ばねの高強度化取り組み

重ね板ばねの高強度化に対しては、材料開発だけでなく、製造プロセス開発も進められており、改良オースフォーミング(MAF)と呼ばれる加工熱処理技術が実用化され、重ね板ばねの軽量化及び疲労強度向上に効果をあげている<sup>7)</sup>。また、ばねの高強度化に伴い、材料の欠陥感受性が高くなる傾向にあり、近年ではショットピーニングにより、表面の材料欠陥を無害化する研究が進められている<sup>8)</sup>。

## ◇ 今後の課題

近年国内トラック市場の縮小の影響などにより、重ね板ばねの素材となるばね平鋼の国内生産は減少傾向にある。一方、海外新興国市場では経済成長に伴い、物流や輸送に必要なトラックの需要も拡大しており、重ね板ばね及びばね平鋼の需要は今後も伸びるものと考えられる。このような中、海外市場においては安価な海外ばね平鋼が数量を拡大しており、さらに低コストを武器に国内市場への流入が始まっている。今後もその傾向は続くと考えられ、競争激化の中、日本のばね平鋼が生き残っていくためには、生産性向上、歩留向上といった地道な原価低減活動はもちろん、鋼材+製造プロセスの最適組み合わせによるトータルコスト低減などによりコスト競争力を確保していくことが重要であり、更に高強度・軽量化ニーズに対応した材料開発や製造プロセス開発を推進することにより、海外材との差別化をはかっていくことが重要と考える。

## 参考文献

- 1) 江口卓宏、福田康弘、水野浩行：愛知製鋼技報、34 (2018)、3
- 2) 杉本淳：ばね技術研究会会報、392 (2004)、3077
- 3) 黒木俊昭、杉本淳、甲斐和憲：日野技報、54 (2002)、75
- 4) 坂本雅紀：ばね技術研究会会報、390 (2004)、3061
- 5) 松江活人、林勇二：愛知製鋼技報、13 (1993)、27
- 6) 澤清和：愛知製鋼技報、28 (2011)、23
- 7) 大森宮次郎、田中忠賢、齋藤勉、田中大麓：熱処理、30 (1990)、99
- 8) ばねの高強度・信頼性化技術研究委員会：ばね論文集、56 (2011)、49

### 3. 冷間成形用ばね鋼（線）

#### まえがき

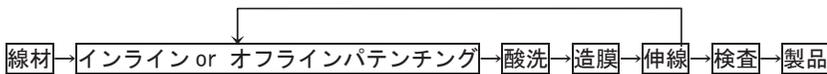
冷間成形ばねは、加熱後ばね加工したのちに焼入れ・焼戻しを行い焼戻しマルテンサイト組織にする熱間成形とは異なり、ばね加工前の鋼線の状態で、製品として必要な強度に調整される。強度の調整には、パーライト組織とした後に伸線し加工硬化により高強度化する方法や、熱間成形と同様に焼き戻しマルテンサイト組織により強度を上げる方法などがある。また、必要強度に調整された後にばね加工するため、強度と合わせて加工性も必要とされる。そのため、冷間成形ばね用鋼線は加工性を確保しやすい小型ばねでの用途が多い。ここでは、伸線型のピアノ線・硬鋼線と熱処理型のオイルテンパー線について、その特徴及びその

最近の動向についても一部紹介する。

#### ◇ 硬鋼線・ピアノ線

硬鋼線とピアノ線は材料の基本成分からいえば同じ種類だが、その母材である線材への要求が異なる。ピアノ線材は、硬鋼線材と比較して、P、S、Cuなどの不純物が厳しく管理されており、また線材のきず、脱炭についてもピアノ線材では腐食試験の結果、きず深さ0.10mm以上であってはならず、脱炭試験の結果も0.07mm以下と硬鋼線材よりも厳しく規定されている。また、線材規格だけでなく鋼線規格としても、微細パーライト組織を作り込むためのオフラインパテンチング処理の適用、引張強さ、捻回値、きず、脱炭、線径について、ピアノ線は硬鋼線に対して性能高く規定されている。

#### 硬鋼線



#### ピアノ線



#### 弁ばね用ピアノ線V種

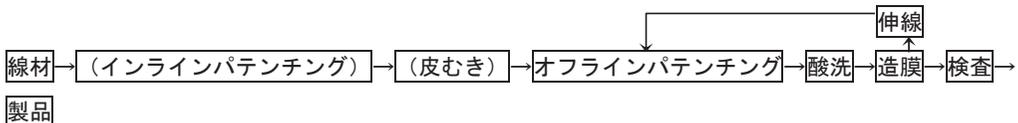


図 1 ピانو線・硬鋼線の製造工程例

表 1 ピانو線材と硬鋼線材の化学成分規格例（単位%）

種類記号	化学成分					
	C	Si	Mn	P	S	Cu
SWRS 82A	0.80～0.85	0.12～0.32	0.30～0.60	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRH 82A	0.79～0.86	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030以下	0.030以下	—

硬鋼線は椅子やベッドのばねの他、スイッチ類、はかり、玩具用ばねなど、比較的軽度な負荷で、繰り返し使用数の少ないばねに用いられ、我々の身のまわりにある多くのばねがそれである。

ピアノ線は、楽器のピアノの弦として、強靱で機械的性質に優れた高級高炭素鋼線が使用されたことに由来し、ばねとして必要な諸特性が安定して優れているため、ばね用に採用される中で本来の楽器用途を凌ぐ需要になった。ピアノ線には、弁ばね用ピアノ線、ばね用ピアノ線、楽器用ピアノ線などがあり、通常はばね用ピアノ線を単にピアノ線と呼んでいる。引張強さ、巻付け性、ねじり特性、曲げ性、線径及びその許容差、外観、さず・脱炭層の表面状態などからA種、B種、V種に規定されている。

V種は自動車、船舶、農機具用の弁ばねや自動

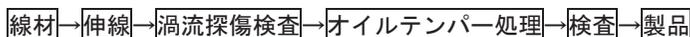
車のクラッチばねなどの重要部品、A種、B種は電気機器、電子機器、工作機械、建設機械等の部品ばね、その他の高級ばねとして用いられている。

図1にピアノ線・硬鋼線の製造工程例を及び、表1にピアノ線材と硬鋼線材の化学成分の例を示す。

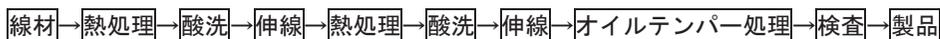
### ◇ オイルテンパー線

オイルテンパー線は、弁ばね用オイルテンパー線とばね用オイルテンパー線に分類される。ピアノ線と比較すると、耐疲労性と耐へたり性で優れているため、特に耐久性が必要なばねにオイルテンパー線が多く用いられる。弁ばね用オイルテンパー線は、要求品質の高い自動車エンジンの弁ばねやクラッチ、トランスミッション系のばねに使用される。これらのばねは、数千万回以上も負荷を受けることがあるため、非金属介在物や表面き

#### 懸架ばね用工程



#### 細径一般ばね用工程



#### 弁ばね用工程



図 2 オイルテンパー線の製造工程例

表 2 JISに規格化されているオイルテンパー線例

規格	規格	記号	化学成分 [mass%]							
			C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	V
一般ばね用	ばね用炭素線 オイルテンパー線	SWO-A	0.53~0.88	0.10~0.35	0.30~1.20	0.040以下	0.040以下	-	-	-
		SWO-B	0.53~0.88	0.10~0.35	0.30~1.20	0.030以下	0.030以下	-	-	-
	ばね用シリコンクロム鋼 オイルテンパー線	SWOSC-B	0.51~0.59	1.20~1.60	0.50~0.90	0.035以下	0.035以下	0.55~0.90	-	-
		SWOSM-A SWOSM-B SWOSM-C	0.56~0.64	1.50~1.80	0.70~1.00	0.035以下	0.035以下	-	0.30以下	-
弁ばね用	弁ばね用炭素鋼 オイルテンパー線	SWO-V	0.60~0.75	0.12~0.32	0.60~0.90	0.025以下	0.025以下	-	0.20以下	-
		SWOCV-V	0.45~0.55	0.15~0.35	0.65~0.95	0.025以下	0.025以下	0.80~1.10	0.20以下	0.15~0.25
	弁ばね用シリコンクロム鋼 オイルテンパー線	SWOSC-V	0.51~0.59	1.20~1.60	0.50~0.80	0.025以下	0.025以下	0.50~0.80	0.20以下	-

ずが起点となり疲労破壊する恐れがある。そのため、製鋼段階で、非金属介在物をコントロールし、表面きず、脱炭などを除去するために、皮むきが行われる。かつオイルテンパー線の最終工程では、過流探傷による表面きず検査も実施される。

自動車の燃費向上への要求が高まる中で基本成分にNi、Cr、V等を添加し高強度、軽量化を図る鋼種の開発も図られてきた。

またオイルテンパー処理の方法としては、語源ともなっている油などの冷媒で焼入れした後に焼戻しを行うほか、高周波誘導加熱方式、水溶性焼入れ剤や水への焼入れも用いられる。高周波誘導加熱は急速短時間加熱のため、表面脱炭に優位であり結晶粒が微細化するという特徴があるものの、電力コストや生産性なども考慮し必要に応じて使い分けされている。図2にオイルテンパー線の製造工程例を及び、表2にJISのオイルテンパー線の種類と化学成分を示す。

## むすび

これまで前述のばねは自動車業界と密接な関係にあった。そして今後も自動車業界の動きは我々に大きな影響を与え続けるであろう。100年に一度の大変革の時代を迎える自動車の「電動化」「自動化」「コネクティッド」「シェアリング」によってもたらされる要求特性の変化や新しい用途創出の機会に対し、より一層柔軟な対応力を発揮することが今後のばねの可能性を更に大きくしていくものと思われる。

## 参考文献

- 1) ばね技術研究会編 ばね用材料とその特性 日刊工業新聞社 (2000)
- 2) 線材製品協会編 線材製品読本 改訂第4版 線材製品協会 日本線材製品輸出組合 (1997)
- 3) 日本ばね学会編 ばね 改訂第4版 丸善 (2008)
- 4) 日本ばね学会編 わかる！使える！ばね入門 日刊工業新聞社 (2019)



## 4. 冷間圧延ばね用鋼帯

日 本 金 属 (株) たか はし し ろう  
技術本部 技術部 主幹 高橋 志郎

### まえがき

“冷間圧延ばね用鋼帯”の動向に関しては、本誌において過去数回にわたって取り上げられている。今回は、前報（2013年7月号）以降の動向及びその製造方法等について解説する。

### ◇ 需要の動向

冷間圧延された「ばね用鋼帯」そのものの製造実績、販売実績をまとめた統計はなく、以前には磨帯鋼振興会がまとめた資料からその大まかな動向がつかめたが、磨帯鋼振興会が解散して以降、「冷間圧延ばね用鋼帯」としての統計を収集することは困難となっている。そこで、経済産業省の鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報から「うす板ばね」の生産量の推移を見たものが図1である。この統計に「ばね用ステンレス鋼帯」は含まれていないが、冷間圧延ばね材のおおまかな動向はつかめる。2008年後半に起きたリーマンショックの影響で2009年に生産量が30%ほど落ちているが、その後持ち直してきている様子うかがえ、冷間圧延されたばね材の需要には根強いものがある。2018年のうす板ばねの生産重量は前年比4.0%増の

9.5万t、3年連続の増加、生産重量は2003年以降で当年が最大となった。

### ◇ ばね用炭素鋼帯

ばね用の炭素鋼帯は、ばね用として使用される冷間圧延用の炭素鋼帯全てを示す。我が国では、ばね用も含めて、用途を問わず特殊鋼の冷間圧延材は、「みがき特殊鋼」と称され、JISG3311に規格化されている。ばね用の炭素鋼帯は、みがき特殊鋼に各種の調質（焼なましをしたもの：A、冷間圧延のままのもの：R、焼入れ焼戻しをしたもの：H、オーステンパーをしたもの：B）を施したもので、JISG4802として規格化されている。

みがき特殊鋼帯は、各種その特徴を活用し、幅広い分野の機能的な役割の部品として使用されている。冷間圧延後に焼きなまし処理を施した特殊鋼帯は、種々の部品に成形された後に熱処理を行い、鋼を強くすることで、自動車や機械などの信頼性向上、長寿命化が可能なホースバンド、ブレーキパットクリップなどに使用される。また、焼入れ処理を行い、鋼を硬くすることで、他の鋼を削ったり加工したりする工具類である、カッター刃や、メタルバンドソー、トムソン刃、カミ

[万t]

2018年:9.5万t

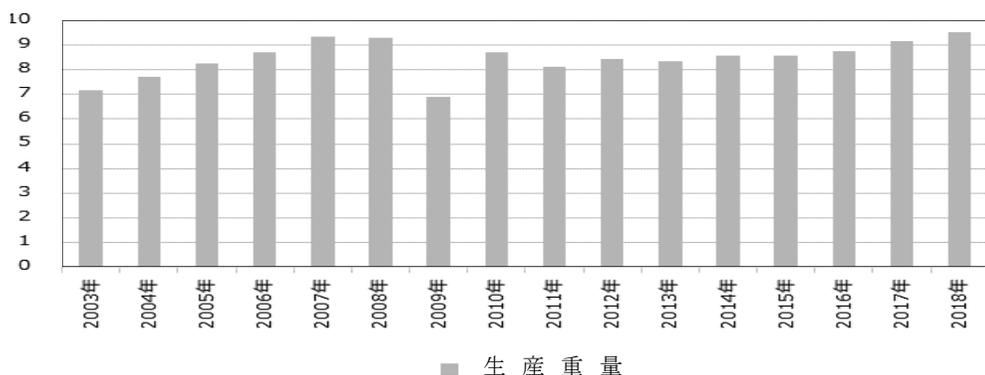


図 1 うす板ばねの生産量の推移  
(出展：経済産業省生産動態統計調査)

ソリ刃などに使用されるものや、鋼にオーステナイト処理（ベイナイト変態）を行い、しなやかな靱性をもたせることで、バルンサーゼンマイなどにも使用されている。

#### ◇ 冷間圧延ばね用ステンレス鋼帯

ばね用のステンレス鋼帯は、冷間圧延の加工硬化を利用して強度を得るオーステナイト系のステンレス鋼が主流であり、SUS301-CSP、SUS304-CSP、SUS631-CSPとしてJISG4313に規格化されている。強度レベルは、調質の記号として区分されており、1/2H、3/4H、H、EH、SEHと表記される。尚、析出硬化系ステンレス鋼帯のSUS631については、オーステナイト系と同様に、冷間圧延による加工硬化を用いて強度を得る場合と、添加元素であるAlを利用して、熱処理により強度を得る場合もある。

冷間圧延ばね用ステンレス鋼は、主に精密電気機器に使用されている。中でも、スマートフォンは開発のサイクルが早く、携帯電話メーカー各社が機能性、デザイン性を追求している。高精度のばね用ステンレス鋼は、薄手で強度の高い特性を生かし、シャーシやFPC（フレキシブル・プリント・サーキット）の補強板、振動モータ機能（ハプティック技術）部材などに使用されている。また、コピー機のトナーブレード、除電針、電子機器等を接続するためのコネクタなどにも使用されている。

#### 1. 加工硬化

図2に、ステンレス各鋼種の冷間圧延率と引張強さ（強度）の関係を示す。各鋼種とも冷間圧延を施すと引張り強さが上がることが確認される。これは加工硬化と呼ばれ、金属に応力を与えると塑性変形によって強度が増す現象である。引張強さの上昇は、フェライト系の鋼種SUS430より、オーステナイト系の鋼種SUS301、SUS304の方が大きいのが分かる。これは、オーステナイト系の鋼種には、オーステナイト相そのものの加工硬化と、加工誘起変態による加工硬化（組織変化によって強度レベルが上昇するメカニズム）があるからである。

オーステナイト系の鋼種SUS301及びSUS304は、常温ではオーステナイト組織の準安定を保っている。

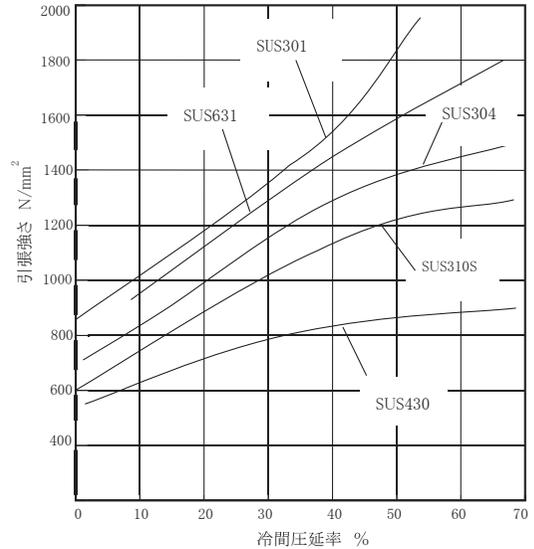


図 2 各鋼種の冷間圧延率と引張強さの関係

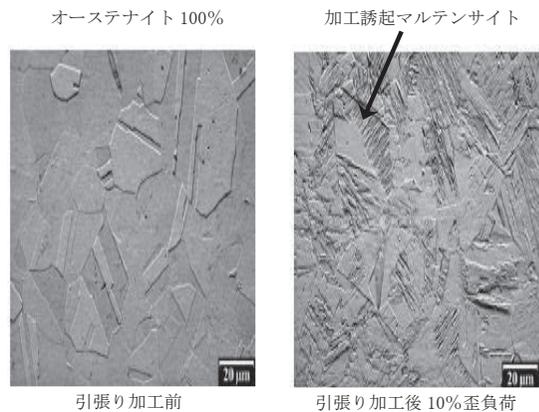


図 3 SUS301 10%引張り加工前後の電子顕微鏡写真

るが、加工（歪）を与えることにより、オーステナイト（ $\gamma$ ：面心立方）がマルテンサイト（ $\alpha'$ ：体心正方）に変化する。このような変化は加工誘起マルテンサイト変態と呼ばれている。図3に、SUS301の試験片に引張り試験機を用いて、約10%の引張り加工（歪）を荷重させた前後の電子顕微鏡写真を示す。加工前の組織がオーステナイト100%に対して、加工後には加工によって変態した加工誘起マルテンサイトが確認できる。加工誘起マルテンサイトの発生量は、加工歪量に大きく依存する。また、加工温度とオーステナイト相の安定度にも強く影響される。オーステナイト相の安

定度は化学成分と密接に関係しており、その評価の指標の一つにあげられるのが、Md30 (°C) である。

以下に、Md30 (°C) を求める代表的な式を示す。

$$\begin{aligned} \text{Md30 (}^\circ\text{C)} = & 551 - 462(\text{C}\% + \text{N}\%) - 9.2\text{Si}\% - 8.1\text{Mn}\% \\ & - 13.7\text{Cr}\% - 29(\text{Ni}\% + \text{Cu}\%) - 18.5\text{Mo}\% \\ & - 68\text{Nb}\% - 1.42(\text{ASTM G.S. No} - 8.0) \end{aligned}$$

Md30 (°C) とは、材料に30%の引張真歪を与えた時に、組織の50%がマルテンサイト相に変態する温度と提起され、Md30 (°C) が小さいほどオーステナイト相は安定で、加工誘起マルテンサイト変態が起こり難くなる。

SUS301及びSUS304のばね用圧延ステンレス鋼帯は、冷間圧延によって発生する加工誘起マルテンサイトの発生量を圧延条件などで緻密にコントロールすることにより調質を整え、精密に製造加工される。

## 2. 製造工程

前述のように、ばね用ステンレス鋼帯は、JISG 4313に規格化されており、ばね材の硬さ、耐力、引張強さ、伸び等の機械的性質、厚さの許容差、横曲り、平たん度等の寸法、形状の許容差等が詳細に取り決められている。一般的には、JISG4313の規格に準じた製品を製造することになる。図4に冷間圧延ばね用ステンレス鋼帯の製造工程の代表例を示す。

まず、ホットコイル（焼鈍材）を用いて、最終の製品圧延（仕上げ圧延）でJISG4313の規格に規定されている機械的性質の許容差を満足できるように、中間圧延、中間焼鈍を繰り返し行い、準備を整える。その後、製品圧延では様々な圧延条件を緻密にコントロールするとともに、多様なアクチュエータを用いて、精密な圧延を行う。製品圧延後は、製品圧延にて生じた材料の耳波、中伸び

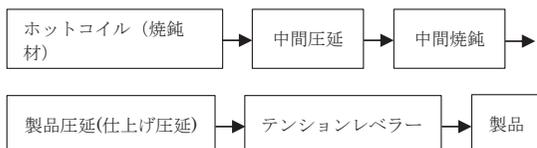


図 4 冷間圧延ばね用ステンレス鋼帯の製造工程

等の平たん度を整えてJISG4313の規格に規定された寸法、形状の規格を満足した製品に仕上げ、製品として出荷する。これが、冷間圧延ばね用ステンレス鋼帯の代表的な工程である。

また、それ以外にもお客様の要求に応じて、JISG4313に規格化されている製品許容差よりも厳格な、特別仕様の取り交しが行われることもある。そのような場合は、工程設計の段階から各工程での管理ポイントを詳細に取り決め、お客様の製品単位で一品一様の対応が必要となる。

なお、メタルマスクなどのエッチング用に適用されるばね用材料については、材料内に残留応力が存在すると、エッチング加工後に板が反るといふ現象が発生する。そのため、製品圧延、テンションレベラーの後に、両工程にて生じた材料内部の残留応力を除去するために、テンションアニール処理（歪取り熱処理）の工程を追加した後に製品出荷される。

## むすび

冷間圧延ばね用鋼帯（炭素鋼帯・ステンレス鋼帯）は、自動車や機械の信頼性向上、長寿命化等の機能部品としての役割、スマートフォンなどの精密電気機器の機能部品としての役割を担ってきた。

今般、100年に1度の改革とも言われている自動車の「CASE」（Connected：コネクテッド化、Autonomous：自動運転化、Shared/Services：シェア／サービス化、Electric：電動化）で、自動車を走らせるための構造そのものの変化が加速するものと考えられる。また、5G（第5世代移動通信システム）時代の到来で、通信機能の改革も同時進行することで、冷間圧延ばね用鋼帯に求められる品質要求も変化していくものと想定される。製品の変化に対応出来る技術・商品開発を行い、それを提案することで、需要の拡大を図ることが重要と考える。

## 参考文献

- 1) ステンレス協会：ステンレスの初歩2015 P 45～P47
- 2) 特殊鋼倶楽部：特殊鋼2013年7月号 P 17～P19

# IV. 会員メーカーのばね材料

日本製鉄(株)

低合金高強度懸架ばね用鋼  
RIDESWELL®

る靱性、耐水素脆性を従来の合金懸架ばね鋼より少ない合金添加量で改善した“低合金高強度懸架ばね用鋼”を開発した。

### ◇ 商品特徴

高強度化と耐遅れ破壊特性の両立のため、焼戻し温度の維持を目的に、比較的安価なSi、Crを添加している。Ti添加はオーステナイト粒径を微細化させることで靱性を向上させている。Bは旧オーステナイト粒界にPと競合的に偏析し、しかもその拡散速度からPに優先して粒界に偏析する。RIDESWELL®ではB添加によりP偏析や粒界炭化物の析出を抑制し、旧オーステナイト粒界の強化、ひいては耐遅れ破壊特性の改善を図っている。

### ◇ 商品概要

自動車の軽量化による燃費向上は電動化においても重要な課題となっており、自動車用懸架ばねにも高強度化、軽量化が強く求められている。近年、ばね加工技術の発展により規格鋼SUP12を従来よりも高強度で使用することが海外を中心に検討されているものの、高強度化に伴い靱性や耐水素脆性など懸架ばねとして必要となる機械特性が低下するため、更なる高強度化には鋼材自体の開発が必要である。そこで、課題とな

〔日本製鉄(株) あおの みちまご 棒線技術部 棒線商品技術室 青野 通匡〕

表 1 懸架ばね用鋼の化学成分

	種類	C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	Ti	B
RIDESWELL®	R1	0.50	2.00	0.50	0.25	0.25	0.30	添加	添加
	R2	0.50	2.00	0.50	0.25	0.25	0.75	添加	添加
規格鋼	SUP12	0.55	1.35	0.70	-	-	0.70	-	-

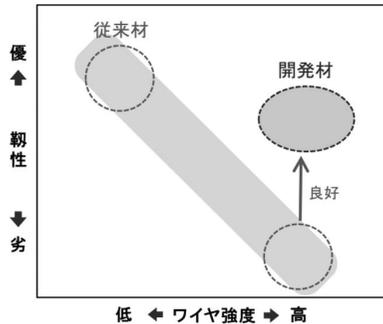


図 1 開発コンセプトのイメージ

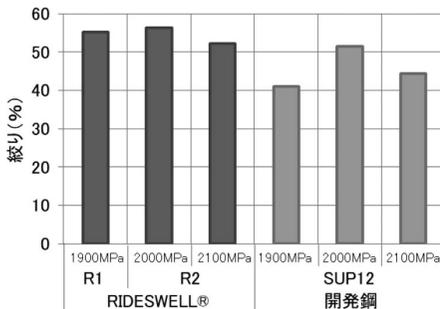


図 2 引張強度毎の絞り

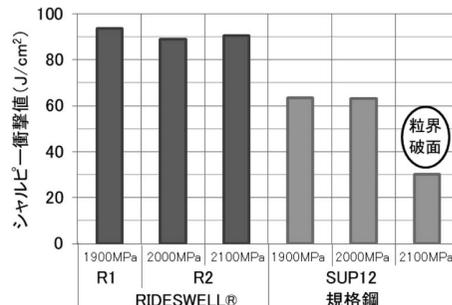


図 3 シャルピー衝撃試験 (室温)

## 低Ni耐熱ばね材料 ～メタルガasketへの適用～

### ◇ 開発の目的

近年、自動車の燃費向上や排ガス規制等の環境対応に際して、エンジンの燃焼温度や圧力が高まる傾向にある。そのため、エンジン部品（例えば、メタルガasket、皿ばね、シールリングなど）にも更なる高温特性の向上が求められ、冷間圧延帯鋼（薄板）を素材としたプレス成形部品等でもオーステナイト系ステンレス鋼から超耐熱合金化の検討が進められている。高温部位で使用される上記のプレス成形部品は、高温下の形状変形を抑制するため、耐熱ばね性（一定の荷重が作用する部品において、高温下で生じる形状変形の度合いを評価する指標）と呼ばれる特性が重要視される。この耐熱ばね性は、高温強度に優れるAlloy718等の超耐熱合金が優れた性能を有するが、一方でニッケル（Ni）基合金系となるため、コスト高となる課題もある。これらの状況を鑑み、プレス成形部品の置換えとして検討が進められている低Ni組成でありながら良好な耐熱ばね性を有する耐熱合金の検討を行った。

### ◇ 開発の内容

良好な耐熱ばね性を実現するため、Alloy718と同様、Ni基合金系の $\gamma'$ （ガンマプライム）析出強化型となる超耐熱合金をベースとして、Alloy718対比、Ni含有量を約10%低減した当社鋼種名「ASL<sup>®</sup>171」の耐熱ばね性について検討を行った。表1にASL171とAlloy718の概略成分比較を示す。ASL171は安定 $\gamma$ （オーステナイト）領域を確保することができる範囲の低Ni組成で、アルミ（Al）、チタン（Ti）、ニオブ（Nb）量の最適化から析出強化（ $\gamma'$ ）相の組成、相量を調整することで、高温強度の向上を図った当社の開発合金である。なお、ASL171は800℃付近でも比較的に高い強度が得られる合金であり、一般的な超耐熱合金と同様、変形抵抗が高く、冷間圧延帯鋼への製造が極めて難しい合金組成である。当社では本合金の製造面についても検討を行い、熱間圧延、冷間圧延工程の製造条件等を最適化することで、板厚0.2mmの冷間圧延帯鋼を製造することも可能である。

表 1 ASL171、Alloy718概略成分の比較

鋼種	Ni	Cr	Mo	Al	Ti	Nb	Fe
ASL171	42	15	0.7	添加	添加	添加	残
Alloy718	53	19	3	0.5	0.8	5	残

### ◇ 開発の成果

一般的なオーステナイト系ステンレス鋼SUS304も含めて、Alloy718とASL171の耐熱ばね性を比較評価した。図1に、耐熱ばね性の評価方法として行った熱ヘタリ試験に使用した治具の模式図を示す。板厚0.2mmの平滑な試験片を平面5mm曲げとなるように図1の試験治具へセットし、試験温度600℃、700℃、800℃の3水準で4hr後の各熱ヘタリ（凸変形）量を測定した。熱ヘタリ量が小さいことがすなわち耐熱ばね性が高いことを示す。図2に、試験結果を示す。何れの試験温度においてもASL171の熱ヘタリ量が最も小さく、800℃におけるAlloy718の熱ヘタリ量と比較して、約43%の低減効果が得られ優れた耐熱ばね性を有していることが分かる。

現在、ASL171は①低Ni組成によるコストメリット、②優れた耐熱ばね性から、高温部位で使用される自動車用プレス成形部品の性能向上に大きな期待が寄せられ、サンプル評価を頂いている。将来的にはASL171の成分、製造条件の更なる改良から、素材特性をより向上させる検討も進めていく所存である。

〔日立金属(株) 安来工場技術部 主任技師 森 英樹〕

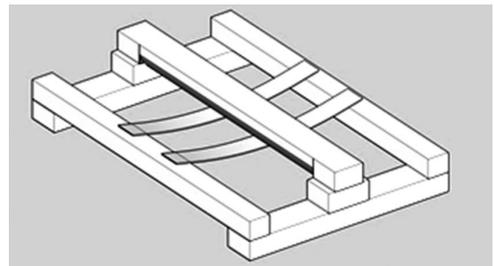


図 1 熱ヘタリ試験治具の模式図

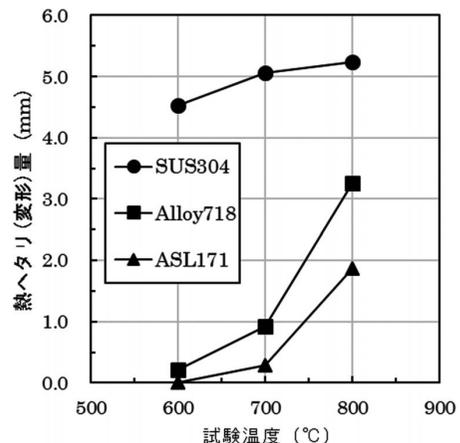


図 2 SUS304、Alloy718、ASL171熱ヘタリ量

まえがき

地球温暖化対策の観点から自動車の軽量化はCO<sub>2</sub>排出量の削減、及び燃費の向上に大きく貢献するため、部品やモジュールは様々な軽量化の取り組みが進められています。自動車用懸架ばねについても同様に軽量化の取り組みがなされており、アプローチの1つとして高応力ばね鋼の開発が進められています。しかしながら、高強度化（高硬化化）により耐環境特性（耐腐食疲労特性、耐遅れ破壊性）が大きく劣化することが知られており、強度と耐環境特性の両立が重要です。

◇ 特徴

『高応力ばね鋼ZDS13』は、硬度を高めても耐環境特性が劣化することがないように化学成分を調整し、高強度化を達成しています。

1. 耐腐食疲労特性の改善

①疲労き裂の起点となる腐食ピットの生成を抑制するためにNi及びCuを添加しています。

②腐食の進行を促進、及び破壊起点となり得るMnSを低減するためS量を減量しています。

2. 耐遅れ破壊性の改善

①水素のトラップサイトとして機能する微細炭化物を析出させるためVを添加しています。

②靱性を向上させるためC量はJISばね鋼よりも減量しています。

③き裂伝播の経路となり得る粒界の脆化を抑制するためP量を減量しています。

◇ 特性

JISばね鋼SUP12、及び従来鋼HDS12よりも高い設計応力での使用が可能であります（図1）。また、従来鋼より負荷応力を高くしても耐環境特性は劣化することなく、従来鋼よりも優れた特性を有しています（図2、図3）。

むすび

『高応力ばね鋼ZDS13』は、お客様のニーズに応

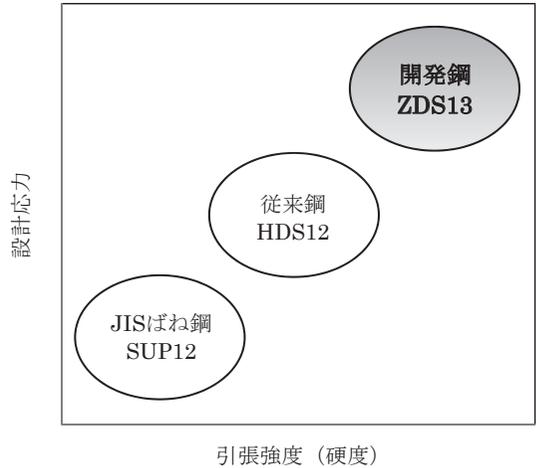


図 1 設計応力

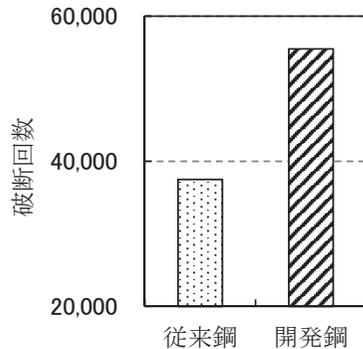


図 2 腐食疲労試験結果

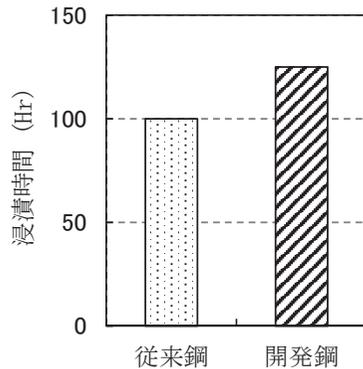


図 3 遅れ破壊試験結果

えて付加価値の高い鋼材として商品化され、お客様からご好評を得ております。今後もより良い製品の提供に努めてまいります。

〔三菱製鋼(株) 技術開発センター 渡辺 幹〕

# 業界のうごき

## 伊藤忠丸紅鉄鋼、ヤマト特殊鋼を買収 特殊鋼加工事業を強化

伊藤忠丸紅鉄鋼はヤマト特殊鋼を買収する。100%出資の特別目的会社が5月1日付でヤマト特殊鋼の全株式を取得し、新「ヤマト特殊鋼」として全面的に事業を継承する。新会社は資本金1億円で本社などは変わらず、1年間は藤原久芳社長が統括する。

ヤマト特殊鋼は1947年創業。高精度の機械加工や鍛造品、管継手など加工品・部品販売に特色があり、浦安、山形、甲府、茨城、新潟に加工・物流拠点を持つ。鋳鍛造品、管継手などの輸入販売も手掛け、海外には韓国連絡事務所を持つ。藤原社長は在任34年で数年前から事業継承を検討していた。

伊藤忠丸紅鉄鋼は特殊鋼分野で伊藤忠丸紅特殊鋼、紅忠スチールを傘下に持つ。ヤマト特殊鋼の高精度な加工能力を生かし、ロボットや半導体製造装置など成長分野への事業領域拡大を図り、同社の技術力をグローバルに展開して顧客の海外進出支援も目指す。(3月11日)

## 伊藤忠丸紅特殊鋼、桐生市に全面移転 ステンレス加工拠点、総投資18億円

伊藤忠丸紅特殊鋼は、ステンレスコイル加工拠点の「ステンレスセンター」を群馬県伊勢崎市から桐生市に全面移転し、2月から本稼働を開始した。主要設備はスリッター、レベラーシャー各3ラインで加工能力は月約4,000トン。移設ライン改造、工場レイアウト改善、小板用立体倉庫導入などで効率性を大幅に高め安全性も向上させた。総投資額は約18億円。

桐生武井西工業団地に敷地2万7,790平方メートルを取得。工場と事務所棟合わせ約6,900平方メートルを建設した。移転に際し広幅スリッター1基を削減したが工場全体の加

工能力は変わらない。将来の流通再編や付加価値加工の拡大を視野に余裕のある敷地を確保した。

広幅レベラーでは将来はパイラーの増設も検討する。主に自動車部品向けに小板保管用の立体倉庫も導入した。全ラインについて安全柵で囲う工事を今後行う。(2月18日)

## 井上特殊鋼、栃木物流センター開設 神奈川の在庫拠点を集約・移転

井上特殊鋼は、同社の物流拠点として最大規模となる栃木物流センター(栃木県栃木市)を5月初旬に本格稼働させる。現在の栃木物流倉庫(栃木県佐野市)と大和物流センター(神奈川県大和市)を集約。特殊鋼の在庫、切断加工を行うとともに、ラックを導入して自社および取次の加工品を在庫し、関東一円のユーザーに供給する。

栃木物流センターの総投資額は15億円。倉庫作業の安全性を高めるとともに、拠点を集約することで加工品の物流機能を高める。地に余裕があり、将来は増設も検討する。

栃木物流センターは、約1万6,500平方メートルの敷地に約3,300平方メートルの倉庫を2棟建設し、3月4日に竣工する予定。栃木物流倉庫、続いて大和物流センターの在庫や切断機を移し、竣工から2カ月後に本格稼働に入る。移転後に大和物流センターは売却する方針。(2月20日)

## 佐藤商事、シンガポールに電子材料販社 インド、アセアン地区で営業強化

佐藤商事はシンガポールに電子材料・電子部品の販売会社を設立し、4月1日に営業を開始する。電子材料部門の海外現地法人・拠点は香港佐藤商事を中心に7拠点あり、このうちインド地区やアセアン地域の営業・サービス強化を図るため、香港佐藤商事・シンガポール支店を独立

させた。拠点数としては変わらない。

佐藤商事の電子材料部門はプリント基板材料、化成品素材、レアメタルなどが中心。シンガポール現地法人は「SATO SHOJI ASIA PACIFIC」で、資本金10万米ドル。佐藤商事が100%出資した。社長には河野龍造氏が就任し、日本人営業1名、現地営業2名、事務4名の合計7人体制でスタートした。

インド、アセアン地域の取引先へのサービス向上や取引拡大を進めるうえで、シンガポールをより重要な拠点として位置付けていく。3年後に売上高15億円を目指す。(3月31日)

## 三和特殊鋼、健康経営優良法人に 経済産業省から認定を受ける

三和特殊鋼は2日、経済産業省から健康経営優良法人(中小規模法人部門)の認定を受けた。同認定は、従業員の健康保持・増進の取り組みが、将来的に収益性などを高める投資であると経営的視点から捉え、戦略的に実践している企業や各種法人を経産省が認定する制度で18年にスタートした。三和特殊鋼は20年分で認定を受けた。

認定を受けるため、60人余りの全従業員にアンケートを実施。この結果をもとに、昨年6月には本社の渡り廊下にあった喫煙所を撤去し、工場周辺の喫煙所を人の動線のない場所に移動した。

同時に有給休暇を取りやすいように名称をリフレッシュ休暇に改め、休暇申請の際の理由の申告もなくした。全社員の有給休暇取得率は、19年は48.2%(18年は37.6%)に向上した。4月からは土曜日を全休とする完全週休2日制にし、年間休業日を115日にする。(3月3日)

## 千曲鋼材、北海道で初の在庫販売 日本製鉄の耐摩耗鋼板と高張力鋼

千曲鋼材は、日本製鉄の耐摩耗鋼

## 業界のうごき

板「ABREX」、高張力鋼「WEL-TEN」について北海道で初の在庫拠点を開設した。産鋼スチール（本社・北海道小樽市）と寄託契約を締結し、同社の鋳鋼工場内で在庫体制を整えた。80トン体制でスタートし、今後の販売動向に応じて拡大を図る。従来は浦安から配送していたため、大幅な納期短縮、運賃圧縮が実現する。販売は千曲鋼材、産鋼スチールがそれぞれ行う。

千曲鋼材は特殊鋼鋼板の店売り最大手。北海道内にはABREX、WEL-TENの在庫拠点がなく、本州経由の販売だったため、道内の需要を捉えられていなかった。今後は顧客ニーズにきめ細かく対応できるようになる。産鋼スチールは鋳鋼工場で切断、製缶加工なども手掛ける。千曲鋼材は顧客ニーズに基づき、産鋼スチールへの加工委託も行う。配送についても、必要に応じて産鋼スチールへの委託を視野に入れる。（3月26日）

### 堀田ハガネ、超硬丸鋸盤を老朽更新 搬出装置大型化で作業性改善

堀田ハガネは1月下旬、超硬丸鋸盤1基を老朽更新した。従来より切断速度が2割向上したほか、搬出装置を大型化し作業性を改善した。堀田靖社長は「女性も現場で働けるように、安全で力のいらぬ職場環境にしていきたい」とする。

同社は構造用鋼やステンレス鋼を在庫販売し、本社倉庫には超硬丸鋸盤、帯鋸盤を各5基設置する。新設機はアマダ製で切断可能サイズは20～100ミリ径。搬出装置を長さ3,200ミリ（標準仕様は1,500ミリ）に大型化し、長尺品切断の省力化を図り、安全性を高めた。搬出装置は上段4カ所、下段5カ所の計9カ所。素材搬入装置は20～37ミリ径で41本、最大の100ミリ径で11本へと積載能力を拡大した。

加工時の入力間違いや誤出荷を防止するため、加工データはQRコードで読み込む。今回の切断機更新により10基の切断機のうち5基がQRコード対応となった。（2月10日）

### 愛知製鋼、「ステンレスカンパニー」新設 製品軸の新組織、新たな事業の柱に育成

愛知製鋼は、ステンレス事業を強化するため、製品軸によるカンパニー制の新組織として、4月に「ステンレスカンパニー」（プレジデント・深津和也氏）を設置する。ステンレス鋼事業部をステンレス事業統括部、鋼生産技術部ステンレス鋼技術室をステンレス生産技術部に改組し、刈谷工場をステンレスカンパニーへ移管する。

17年に、それまでの機能軸による6本部制を見直して、製品軸による「鋼（ハガネ）」「鍛（キタエル）」「スマート」の3カンパニー制に移行し、トップのリーダーシップによる迅速な判断やオープンな議論ができる体制とした。

3年が経過し、技術開発や生産技術、製造技術など組織体制の整備が進み、収益や将来展望などの成果にも結びついてきており、ステンレス事業を鋼カンパニーから分離・独立させることにした。（3月3日）

### 神鋼、4月に鉄鋼アルミ事業部門発足 神戸製鉄所は神戸線条工場に

神戸製鋼所は、4月の鉄鋼事業部門とアルミ・銅事業部門の再編に伴い、素材の「鉄鋼アルミ事業部門」と、部品を軸とした「素形材事業部門」を発足させ、製品ごとの事業ユニット制を導入する。神戸製鉄所は加古川製鉄所へ統合し、「神戸線条工場」へ改組する。

鉄鋼アルミ事業部門では、自動車向けの営業部と商品技術部を一体化し、原料部やシステム技術部といっ

た共通機能も統合する。ユニットは鉄鋼アルミ事業で薄板、アルミ板、線材条鋼、厚板の四つ、素形材事業で鋳鍛鋼、アルミ鋳鍛、チタン、サスペンション、アルミ押出、銅板、鉄粉、の七つを設ける。

神戸製鉄所は17年に高炉・製鋼工程を休止。上工程を加古川製鉄所へ集約し、半製品の供給を受けて棒鋼・線材を造る下工程に特化している。「神鉄」の略称で親しまれた神戸製鉄所の名称が変わることになる。（3月2日）

### 山陽特殊製鋼が緊急収益改善対策 月2日程度休業、役員報酬一部返上

山陽特殊製鋼は、事業環境の悪化などで20年3月期に10期ぶりの連結経常赤字に転落する見通しで、早期黒字回復に向けて緊急収益対策を実施する。経営責任の明確化による役員報酬の一部返上、雇用調整助成金制度を活用した休業実施、管理職給与の一部自主返上、その他の経費削減一を骨子とする。

役員報酬返上は、社長が報酬月額20%、取締役および執行役員などが10%など2月分から当面の間行う。雇用調整（一時帰休）は本社工場の全従業員を対象に3月から当面の間、月2日程度実施する。このほか雇用調整と併せて管理職の同意を得た上で管理職給与の自主返上（1～5%）や、不急の出費・投資抑制など経費節減の徹底化を図る。

昨年10月の段階で通期連結経常損益は30億円の利益を見込んでいたが、今回23億円の赤字見通しに下方修正した。最終赤字は28億円の見通し。（2月3日）

### JFEスチール、23年度めど京浜高炉休止 収益改善効果、年600億円

JFEスチールは東日本製鉄所京浜地区（川崎市）の高炉を休止する。

# 業界のうごき

高炉以外の上工程設備と熱延ミルも合わせて23年度をめどに休止する。鉄源工程を残し3地区の高炉一貫製鉄所に集約し、国内生産体制を効率化する。設備の休止・集約を通じて年600億円の収益改善効果を見込む。東日本製鉄所千葉地区（千葉市）では高炉一貫体制を維持し、第6高炉を23年に改修する。

同社の高炉は8基体制から7基体制になる。北野嘉久社長は全社の粗鋼生産能力について「これまで年3,000万トン程度としてきたが、2,500万~2,600万トンが最大能力と考えるべき」と述べた。

京浜の従業員は約2,000人。このうち高炉など休止設備のスタッフ約1,200人は配置転換で対応する。設備休止の影響を受ける約2,000千人のグループ会社・協力会社の従業員の雇用対策などにも協力する。休止設備の跡地活用については今後、地域や行政と協議する。（3月30日）

## 日鉄ステンレス、衣浦の熱延今年末休止 冷延は10月から「実質1系列化」

日鉄ステンレスは20年12月末をめどに衣浦製造所の熱延設備を休止する。9月末に精密品専用設備（精密圧延機・光輝焼鈍設備・精整設備）を休止し、コイルグライnder 3基のうち1基を休止する。10月以降は薄板工程は冷間圧延機（ゼンジミアミル）2基、連続焼鈍酸洗設備2基の体制になるが、冷延、APとも1基分の要員規模で「実質1系列化」の操業体制とする。精密品の製造は山口製造所などに集約する。

衣浦の熱延設備はかねて低稼働が継続し、間接輸出向けを含む内需低迷や海外市場の競争激化により、18年以降さらに稼働が低下している。加えて、電気品の老朽更新投資を回避するため休止する。

衣浦の熱延設備の年産能力は約40

万トンで現状は3割稼働の状況。酸洗・冷延を合わせた出荷量は月1万トン弱とみられる。衣浦の直営人員は400人強で、熱延休止後は約240人規模になる。（2月10日）

## 日本金属が10カ年経営計画策定 長期的視野で成長追求

日本金属は20年度から10年間の経営計画を策定した。同社の経営計画はこれまで3年間の中期計画だったが、第11次経営計画は創立100周年を迎える30年までの10年計画とする。自動車のCASE対応など需要産業においても技術を主として急激な変化や進化が予想される中、より長期的視点であるべき姿を追求する。業績目標は、新型コロナウイルス問題の影響や昨年11月に発生した板橋工場の火災影響などが判明した時点で開示する。

「NIPPON KINZOKU 2030」のビジョンは「人と地球にやさしい新たな価値を共創するMulti & Hybrid Material企業」。基本方針はリレーションシップの深化、製造力の強化、次世代成長製品の事業化、独自技術による将来を見据えた商品開発、活力ある職場づくりと人材強化とする。

「成長市場を捉えた新規事業化」では「Multi & Hybrid Material」、「Near Net shape」、「Near Net Performance」の三つのキーワードで成長市場の変化に対応する。（3月26日）

## 日本製鉄、国内製造拠点を再構築 呉製鉄所全面休止、和歌山高炉も

日本製鉄は、高炉や厚板ラインなど主力製造設備の休止を柱とする日鉄グループの国内製造設備構造改革策を発表した。4月に統合する日鉄日新製鋼の主力拠点、呉製鉄所の全設備休止すなわち一貫製鉄所の実事実上の閉鎖など、前例のない構造改革に取り組む。休止する設備は上工程

から下工程まで幅広い。粗鋼生産能力の削減規模は年間約500万トンでグループの国内能力の約1割に相当する。設備の休止・集約を通じて年間1,000億円の収益改善効果を見込む。

設備休止の最大の柱は呉製鉄所の全設備休止。高炉など上工程設備を21年度上期、熱延・酸洗ラインなど下工程設備を23年度上期に休止する。呉製鉄所は閉鎖する方向だ。

和歌山製鉄所の高炉1基や連続鑄造機の一部は22年度上期、名古屋製鉄所の厚板ラインは22年度下期をめどに休止する。厚板は鹿島、君津、大分に集約する。（2月10日）

## 日立金属、金属積層造形事業を強化 技術開発・サービスで専門組織

日立金属は金属積層造形事業の強化に向け、4月に金属材料事業本部に「AMソリューションセンター」を新設する。金属積層造形だけでなく、金属粉末射出成形（MIM）や精密鑄造など、日立金属グループが知見を持つ幅広い造形分野を対象に素材、設計、加工、レシピまで含めたソリューション提供や技術コンサルティングに注力する。

新組織は幅広い造形事業の強化に向け設立する。AMは主に金属積層造形を指す「アディティブ・マニファクチャリング」（付加製造）の略だが、AMソリューションセンターはグローバル技術革新センターGRITや冶金研究所で培ってきた金属積層造形だけでなく、幅広い造形分野を対象にする。

素材や造形の分野における社外パートナーとの「協創」も推進して、次世代の金属積層造形の技術開発とサービス提供を図り、金属粉末や造形品の事業拡大を目指す。

（3月13日）

文責：（株）鉄鋼新聞社

# 特殊鋼最終消費需要の変遷

(一社)特殊鋼倶楽部 業務部長 **重光俊明** (しげみつとしあき)

## ◇ 特殊鋼最終用途別需要実態調査の狙いとこれまでの経緯

鉄鋼の需要状況の動きを把握するため、鉄鋼連盟・鉄鋼統計委員会の主導で、自主統計として昭和33年(1958年)より普通鋼を対象に「鉄鋼用途別受注統計」が開始され、その後、昭和39年(1964年)から同じく普通鋼を対象に「鉄鋼地域別受注統計」が追加された。特殊鋼については、普通鋼と同様の分類基準で昭和43年(1968年)から「鉄鋼用途別受注統計(特殊鋼)」が実施され、さらに昭和48年(1973年)からは普通鋼と同様に「鉄鋼地域別受注統計(特殊鋼)」が整備された。特殊鋼の需要先についてはこの二つの統計により需要分野別、地域別に把握することが可能になった。

昭和43年(1968年)から実施されている「鉄鋼用途別受注統計(特殊鋼)」では次工程用及び販売業者向けが最終用途不明分として残されており、図1の通り、2017年度統計において「次工程用」、「販売業者」を合わせた用途不明分が40.6%あった。

表1の2017年度「鉄鋼用途別受注統計(特殊鋼)」において特殊鋼鋼材全体としては内需計を100%とした場合、最終用途判明分では自動車用37.4%、産業用機械・器具用で14.3%、建設用2.7%、船舶用1.9%、家庭用及び業務用機械・器具用1.3%などである。

特殊鋼全体(表1)をみると、自動車、産業機械、建設用等で合計59.4%が判明しているものの、図1

表 1 2017年度「鉄鋼用途別受注統計(特殊鋼)」で解明する不明分

		2017年9月分 (トン)	2017年10月分 (トン)	2017年9月分 +10月分 (トン)	(2017年9月分 +10月分)/2 (トン)	内需構成比 (%)	
建設用	建築用	1,631	1,639	3,270	1,635	0.2	
	土木用	8,344	9,396	17,740	8,870	0.9	
	その他建設用	17,673	16,925	34,598	17,299	1.7	
	計	27,648	27,960	55,608	27,804	2.7	
産業用機械・器具用		143,988	147,106	291,094	145,547	14.3	
電気機械・器具用		8,139	9,427	17,566	8,783	0.9	
家庭用及び業務用機械・器具用		13,176	13,580	26,756	13,378	1.3	
船舶用		15,514	22,963	38,477	19,239	1.9	
自動車用		389,168	374,710	763,878	381,939	37.4	
鉄道車両用		1,619	1,789	3,408	1,704	0.2	
その他輸送用機械用		1,019	881	1,900	950	0.1	
容器用		2,852	2,609	5,461	2,731	0.3	
その他諸成品用		3,972	4,532	8,504	4,252	0.4	
計		607,095	605,557	1,212,652	606,326	59.4	→最終用途判明分
次工程用		294,898	301,148	596,046	298,023	29.2	→次工程用
最終用途不明の再加工用		604	520	1,124	562	0.1	→最終用途不明分
販売業者向		110,064	112,274	222,338	111,169	10.9	
シヤー業者向		5,164	4,686	9,850	4,925	0.5	
内需計		1,017,825	1,024,185	2,042,010	1,021,005	100.0	
輸出		542,303	575,634	1,117,937	558,969		
合計		1,560,128	1,599,819	3,159,947	1,579,974		
非報告者向		37,170	28,890	66,060	33,030		
累計		1,597,298	1,628,709	3,226,007	1,613,004		
報告者間取引		80,459	46,708	127,167	63,584		
総計		1,677,757	1,675,417	3,353,174	1,676,587		

出所：鉄連「鉄鋼用途別受注統計(特殊鋼)」より日鉄総研作成

最終用途判明分	59.4%	(54.9%)	
最終用途不明分	40.6%	(45.1%)	→ 内訳
内需計	100.0%	(100.0%)	
	次工程用	29.2%	(34.2%)
	販売業者	11.4%	(10.9%)

( )内前回2013年9・10月平均

図 1 今回「鉄鋼用途別受注統計（特殊鋼）」で解明する不明分  
 (出所：(一社)日本鉄鋼連盟 特殊鋼最終用途別受注統計2017年9・10月平均)

の通り、次工程向け29.2%、販売業者向け11.4%で合計40.6%の最終用途は不明である。販売業者、次工程に向けて出荷された特殊鋼鋼材は一部が中間加工品として輸出に回るものもあるが、大部分は流通・加工されて最終用途の需要分野に回る。

これを解明するため、次工程向け及び販売業者向け特殊鋼材がその後どの需要分野へ流れているかを明らかにするため「特殊鋼の最終用途別需要実態調査」が昭和52年（1977年）に初めて行われ、昭和58年（1983年）以降5年ごとに実施されてきた。

#### ◇ 平成30年度（2018年度）調査の概要

平成30年度（2018年度）には昭和58年（1983年）以降8回目の「特殊鋼の最終用途別需要実態調査」が行われその結果が2020年3月に報告書として会員に公表された。

特殊鋼の最終用途別実態調査では、次工程（線材製品、磨棒鋼、ねじ、ばね、鍛工品、金型）の各業界及び販売業者（商社、問屋）に対してアンケート調査（事業所ごとに1,524通発送し、437通の有効回答を得た）により当該年の10月の受払量及び最終用途を記入して頂き（軸受はヒアリング調査、金型はアンケート調査並びにヒアリング調査）、これを集計することにより、その先の最終用途を推計する。

推計方法はアンケート結果の集計から販売業者及び次工程事業所の最終用途先の構成比を算出し、この比率で用途別受注統計から得られる販売業者及び次工程向け数量を最終用途別に再分配して、これらをすべて最終用途別に集計することによって算出している。このプロセスは表2にまとめた通りである。この結果、販売業者及び次工程向けの数量が最終用途にどれだけ回ったかが算定される。これを整理すると表3の通りである。

ここから理解されるように特殊鋼の最終用途としては、自動車が57.1%、産業機械が19.5%で、この2分野で76.6%を占めるという需要構造が明らかとなる。

「鉄鋼用途別受注統計（特殊鋼）」(表1)によると、2017年の9・10月における特殊鋼の内需合計に占める比率は、最終需要部門向けが59.4%、次工程用が29.1%、販売業者向けが11.5%であった。

今回の推計結果を図2に示した。販売業者向け11.5%のうち7.9%を最終需要に結びつけることが可能となった。また、3.6%は次工程向けであり、販売業者間での取引部分0.05%が用途不明分として残った。次工程向けの29.1%と販売業者から次工程向けと判明した部分3.6%を合わせた32.7%のうち、28.3%（線材製品9.4%、磨棒鋼3.1%、ねじ3.3%、ばね2.3%、鍛工品2.7%、軸受6.8%、金型0.7%）を最終需要部門に展開した。

次工程のその他用途不明分4.3%（線材製品1.0%、磨棒鋼0.2%、ばね0.9%、その他1.2%、販売業者から次工程その他とされた部分1.0%）と販売業者間取引分0.05%を合わせた4.35%が今回の調査では最終需要部門を解明出来なかった部分である。この4.35%を最終需要判明分の比率で按分したものを今回の調査



表 3 特殊鋼の用途別最終需要の推計結果・構成比の変化

(単位:%)

	用途別受注(組付き)						販売業者						線材製品						磨棒鋼						ねじ										
	増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減						
	2018年	13年	18年	13年	18年	13年	2018年	13年	18年	13年	2018年	13年	18年	13年	2018年	13年	18年	13年	2018年	13年	18年	13年	2018年	13年	18年	13年	2018年	13年	18年	13年	2018年	13年	18年	13年	
自動車	37.9	+2.9	+32	21.9	+10.4	▲0.8	52.9	+19.5	▲0.5	23.8	▲10.0	▲0.2	51.8	▲11.3	+1.0																				
産業機械	13.7	+1.6	▲0.9	17.7	▲7.1	+0.5	4.6	+0.4	+0.4	17.1	▲0.7	+0.2	16.5	+6.5	+0.4																				
電気機械	0.9	▲0.1	-	1.5	▲0.6	▲0.0	2.2	+0.7	▲0.1	7.3	+0.1	+0.1	0.8	+0.1	▲0.2																				
家庭用業務用機器	1.3	▲0.1	+0.5	6.3	▲0.4	+0.4	0.6	+0.6	▲0.0	0.4	+0.1	▲0.0	0.3	+0.3	-																				
船舶	1.9	+1.2	▲0.9	0.6	+0.0	▲0.1	▲0.8	+0.1	-	0.1	+0.0	-	1.7	+1.6	▲0.1																				
その他製造業	1.0	+0.0	▲0.4	13.5	+3.6	+0.1	5.3	+2.5	▲0.5	38.9	+4.2	+0.4	6.1	▲1.7	+0.1																				
建設	2.8	▲1.8	▲0.5	7.2	+2.8	▲0.4	10.2	+1.2	▲1.0	3.9	+3.1	▲0.0	19.9	+8.3	+0.1																				
中間製品の輸出	-	-	-	-	-	-	5.6	▲4.3	+0.1	1.5	▲0.0	▲0.2	1.5	▲5.2	+0.3																				
合計(受注量)千ト	59.4	+3.8	+10	68.6	+8.8	▲0.3	81.4	+19.8	▲1.5	92.9	▲3.2	+0.2	98.6	▲1.4	+1.6																				
合計(受注量)千ト	598.2	+41.6	▲830	79.5	+14.1	▲14.1	94.5	+9.7	▲32.3	31.6	▲9.9	▲5.8	33.3	▲34.1	+6.5																				

	ばね						鍛工品						軸受						金型						(参考)金型(アンケート調査より)						最終用途パターン					
	増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減		増減			
	2018年	13年	18年	13年	18年	13年	2018年	13年	18年	13年	2018年	13年	18年	13年	2018年	13年	18年	13年	2018年	13年	18年	13年	2018年	13年	18年	13年	2018年	13年	18年	13年	2018年	13年	18年	13年		
自動車	59.9	▲7.1	+0.4	69.0	+3.1	+0.2	24.8	▲10.6	+0.6	75.1	+11.3	▲0.1	12.8	▲51.0	▲0.1	57.1	+0.7	+3.8																		
産業機械	0.4	▲0.2	▲0.0	23.5	▲3.8	▲1.0	8.6	▲1.6	▲0.1	2.3	+2.3	▲0.1	6.6	+6.6	▲0.1	19.5	+0.3	▲0.7																		
電気機械	0.6	▲4.1	+0.2	0.1	▲0.0	-	0.9	▲0.3	+0.0	0.7	+0.6	▲0.0	0.5	+0.4	▲0.0	1.7	▲0.3	+0.1																		
家庭用業務用機器	0.3	+0.1	▲0.2	-	-	-	0.1	▲0.0	-	2.4	+2.2	-	37.0	+36.8	-	2.5	+0.2	+0.5																		
船舶	0.0	▲0.0	▲0.0	0.5	▲0.5	▲0.1	0.0	▲0.1	-	-	-	-	1.9	+1.9	-	2.1	+1.2	▲1.2																		
その他製造業	9.7	+0.6	▲0.6	3.5	+0.4	▲0.0	3.5	▲1.0	+0.1	19.5	▲13.5	-	1.0	▲32.0	-	5.5	▲0.1	▲0.1																		
建設	1.1	▲3.2	+0.1	1.1	+0.7	-	-	-	-	-	-	-	38.1	+38.1	▲0.0	6.2	▲1.4	▲1.8																		
中間製品の輸出	1.9	▲0.0	+0.0	1.9	▲0.2	▲0.0	62.1	+13.6	▲0.8	-	-	-	0.4	▲2.3	▲0.0	5.3	▲0.6	▲0.7																		
合計	73.9	▲14.1	▲0.1	99.6	▲0.4	▲1.0	100.0	+0.0	▲0.1	100.0	+0.0	▲0.1	98.3	▲1.7	▲0.0	100.0	+0.0	-																		
合計(受注量)千ト	24.1	▲6.9	▲6.9	27.1	▲1.5	▲17.1	68.0	▲5.9	▲14.1	7.3	+0.5	▲1.6	7.2	+0.4	▲1.6	1007.4	+6.9	▲171.3																		

(単位：%、内需合計=100)

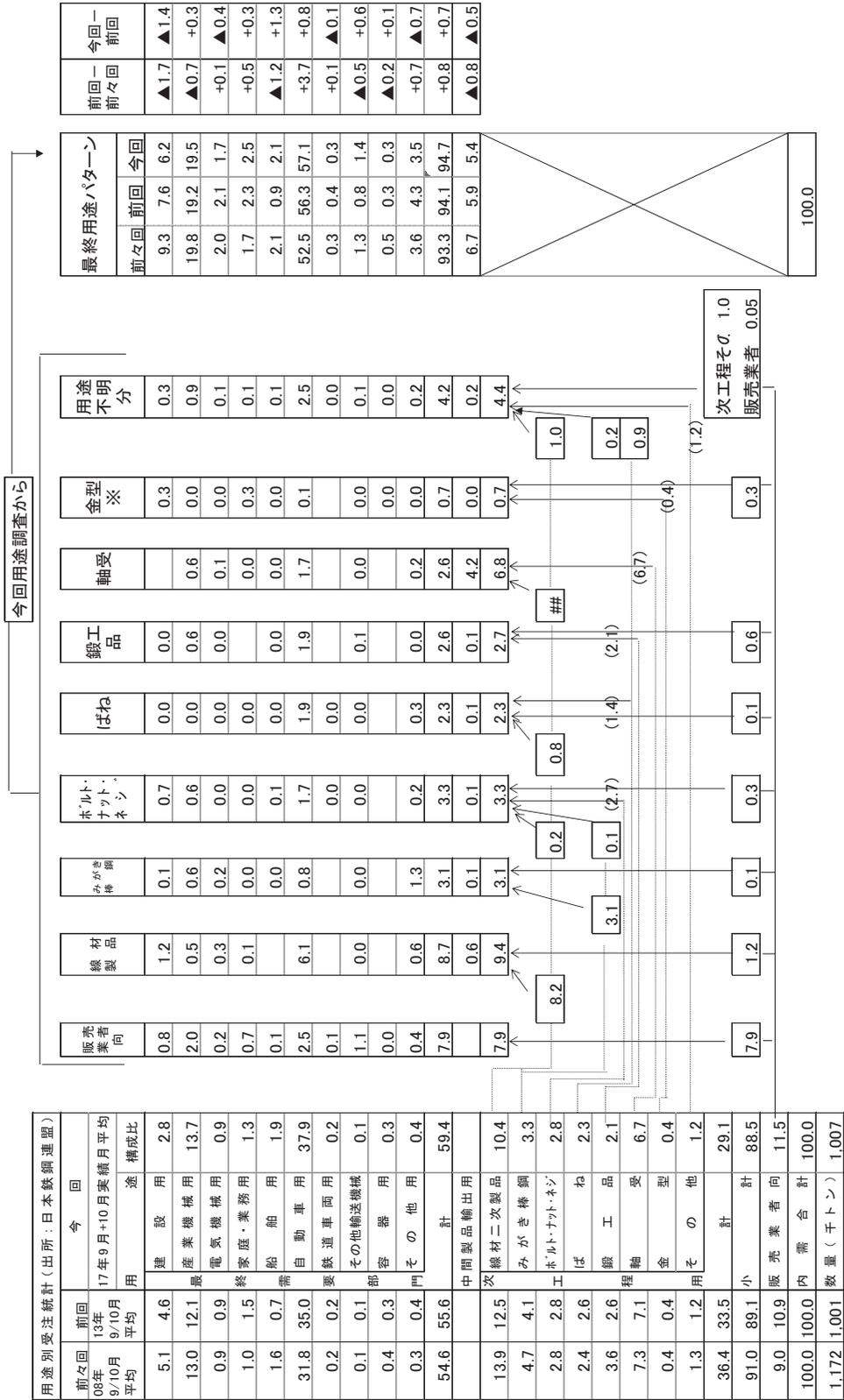


表 4 特殊鋼の販売業者及び次工程の需要構成変化（今回調査対前回調査対前々回調査）

(単位:%)

	販売業者			線材製品			磨棒鋼			ねじ			ばね			鍛工品			軸受			金型				
	構成比変化			構成比変化			構成比変化			構成比変化			構成比変化			構成比変化			構成比変化			構成比変化				
	2018年 10月 調査	13- 08年 調査	18- 13- 08年 調査																							
自動車	21.9	+10.4	▲11.8	50.2	+15.9	▲8.5	21.9	▲20.8	+10.3	▲2.7	▲9.5	82.4	▲2.6	+17.6	▲68.8	+3.6	+19.8	▲8.5	+9.0	75.1	+10.9	▲15.8	11.2			
産業機械	17.7	▲7.0	▲0.2	2.5	+0.7	▲0.1	18.2	+2.9	+2.1	18.1	+7.8	+3.4	0.3	▲0.5	+0.2	24.3	▲4.1	▲17.4	6.5	▲1.5	2.3	+2.2	▲2.3	9.1		
電気機械	1.5	▲0.6	▲0.3	1.3	+1.0	▲1.0	9.1	+1.5	+4.4	0.8	+0.5	▲2.7	0.5	▲3.4	+3.4	0.1	▲0.0		1.1	▲0.3	0.7	+0.6	▲2.0	0.4		
家庭用業務用機器	6.3	▲0.4	+2.9	0.4	+0.4		0.5	+0.1	▲0.1	0.3	+0.3	▲0.7	0.4	+0.1	▲8.3				0.1	▲0.1	▲0.2	2.4	+2.2	▲11.6	46.2	
建設	7.2	+2.8	▲5.2	3.6	+0.2	▲9.0	4.0	+3.4	+0.4	17.9	+0.2	+5.5	0.8	▲4.3	+4.2	1.1	+0.5	+0.6						▲2.5	29.4	
その他	14.1	+3.6	▲1.0	3.7	▲0.1	▲0.6	42.7	+13.8	+1.6	6.9	▲1.4	+0.6	12.5	+10.0	▲17.0	3.8	+0.6	▲2.4	3.9	▲0.9	+3.1	19.5	▲13.4	+32.1	3.3	
(最終需要要項合計)	(68.6)	(+8.7)	(▲15.6)	(61.6)	(+18.0)	(▲19.2)	(96.4)	(+0.9)	(+18.7)	(98.7)	(+4.7)	(▲3.4)	(97.0)	(▲0.6)	(+0.1)	(98.1)	(+0.6)	(+0.6)	(35.4)	(▲8.3)	(+10.1)	(100.0)	(+2.5)	(▲2.1)	(99.7)	
ねじ	2.4	▲0.0	+1.0	25.0	▲13.2	+12.8	1.8	▲0.9	+1.6																	
ばね	0.7	+0.3	▲0.6	5.2	+1.1	+0.8			▲0.1																	
鍛工品	5.5	+3.5	▲1.1																							
軸受				0.3	▲2.7	+3.0			▲1.5																	
金型	2.7	+0.4	▲1.5																							
その他次工程	19.7	▲7.1	+19.3	3.6	+0.3	▲0.3	0.2	▲0.5	▲14.5																	
(次工程向け)	(30.9)	(▲8.0)	(+17.1)	(34.1)	(▲14.5)	(+16.3)	(2.0)	(▲1.4)	(▲14.5)																	
(販売業者向け)	(0.4)	(▲5.8)	(▲1.5)																							
内需計	100.0			95.7	+3.5	▲2.9	98.5	▲0.4	+4.2	98.7	+4.7	▲3.4	97.0	▲0.6	+0.1	98.1	+0.6	+0.6	35.4	▲8.3	+10.1	100.0	+2.5	▲2.1	99.7	
輸出				4.3	▲3.5	+2.9	1.5	+0.4	▲4.2	1.3	▲4.7	+3.4	3.0	+0.6	▲0.1		▲2.5	▲0.6	64.6	+8.3	▲10.1		▲2.5	+2.1	0.3	
合計	100.0			100.0			100.0			100.0			100.0			98.1	▲1.9		100.0	▲0.0		100.0	▲0.0	+0.0	100.0	

(注)①鍛工品は支給材を欠く構成、その他は支給材を含む構成、②販売業者の今回調査は77年10月、③ばねと軸受は88年が第1回目。

④金型の2018年のデータは日本合金工業会調査によるもの。参考値としてアンケート調査から推計した数値を掲載した。

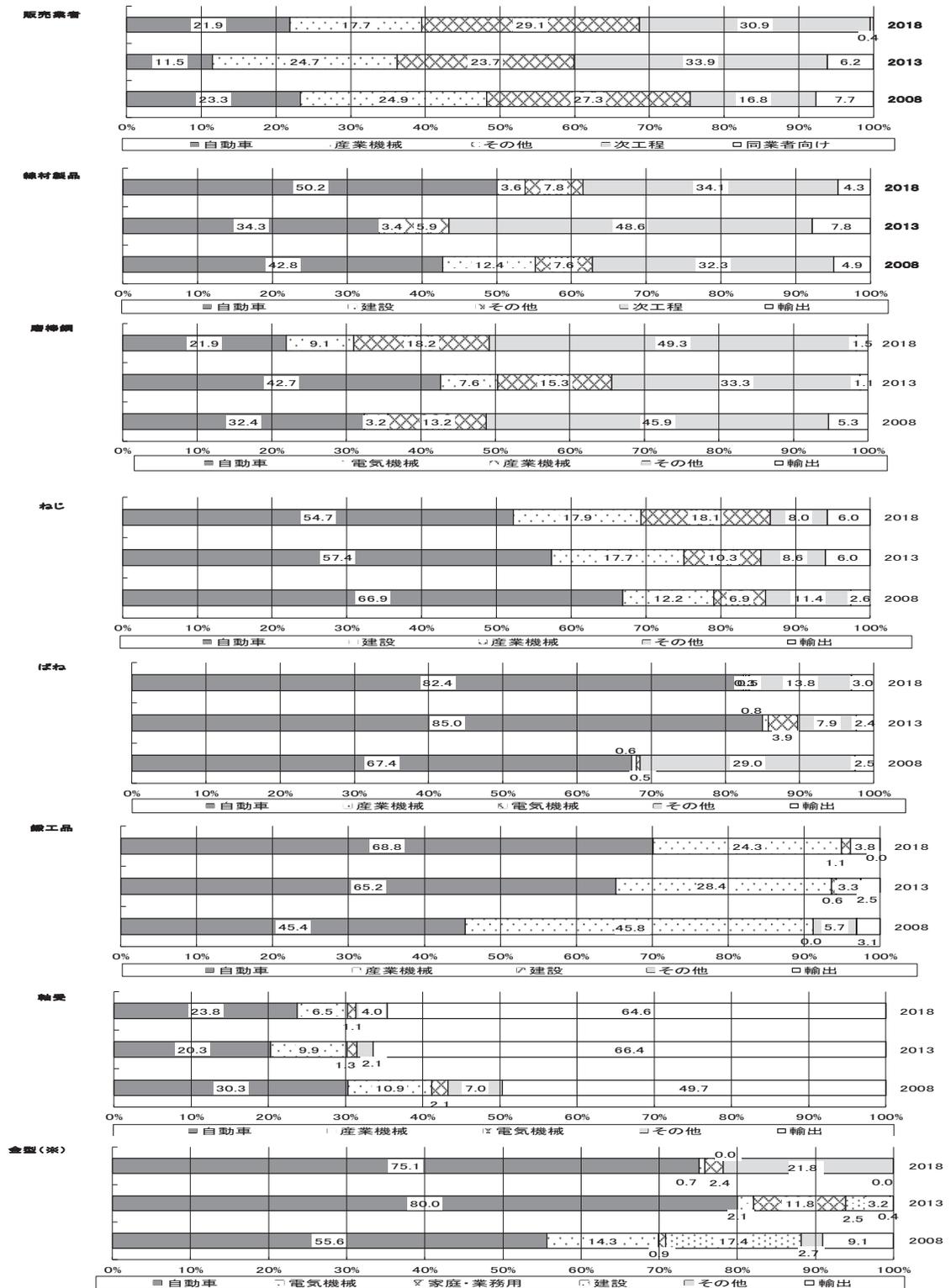


図 3 部門別需要構成の推移

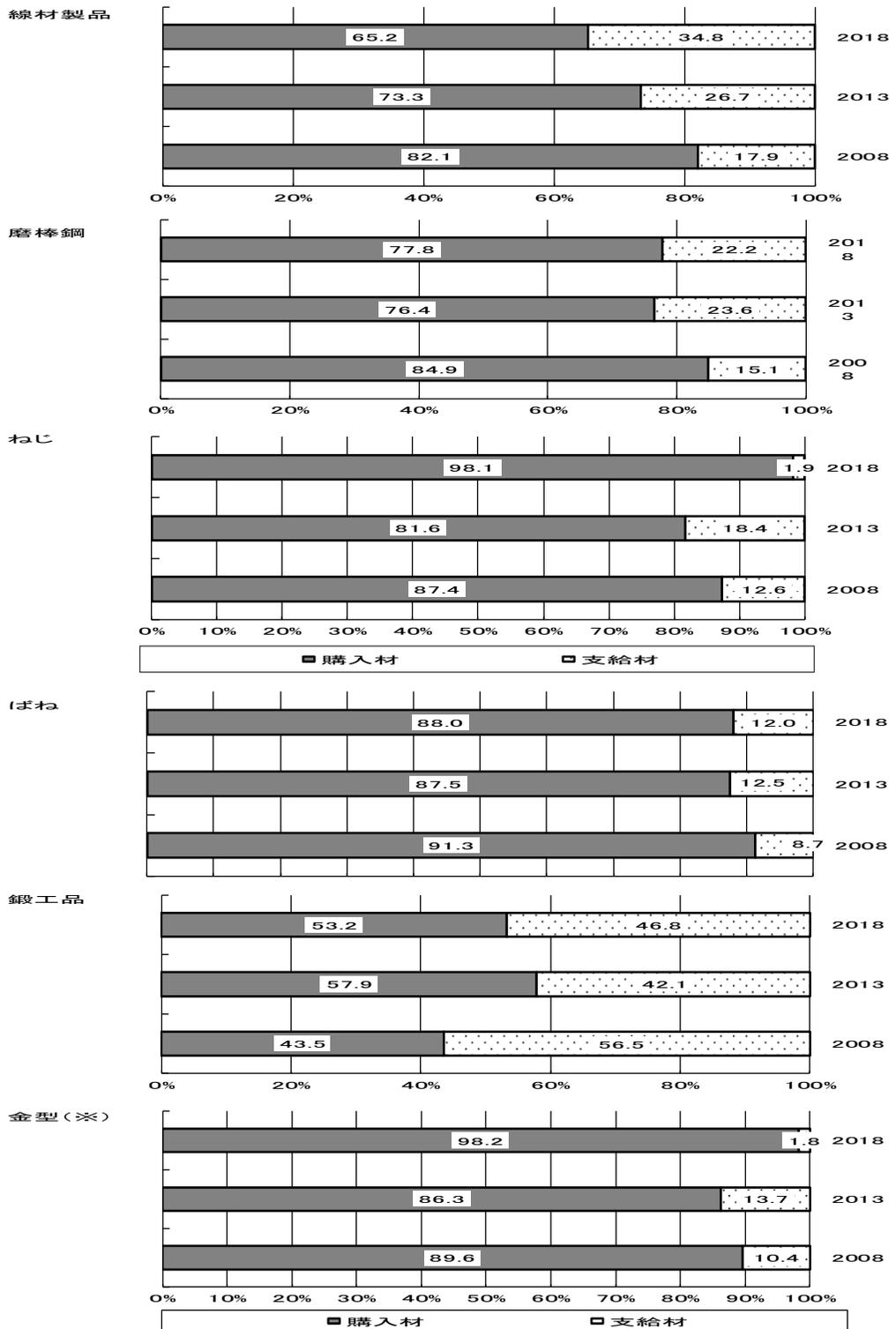


図 4 購入材・支給材の受入状況  
 ※金型の2018年数値は参考値(アンケート集計値)

結果から導いた用途別最終需要のパターンとした。ただし金型については以下に述べる理由から本データは参考値として扱うこととする。

今回のアンケート調査結果によると用途別の特殊鋼製品の出荷状況は表4の通りである。ただし、金型についてはアンケートの回収率が12.9%と低い特殊な状況下での調査であったことを鑑み、2018年は日本金型工業会が調査した産業別出荷額比率のデータを記載した。

調査結果をみると前回、前々回と同様、今回の調査結果においても、図3に示すように部門別需要構成の中での自動車部門のウェイトは大きく、磨棒鋼及び軸受以外の部門において自動車向けが第1位となっている。

自動車向けが多い部門としては、今回調査ではばね（82.4%）、金型（75.1%）、線材（50.2%）、鍛工品（68.8%）、ねじ（54.7%）が挙げられる。前回からの比率の変動をみると、ばねは2.6ポイント減少、線材は15.9ポイント増加、鍛工品は3.6ポイント増加、ねじは2.7ポイント減少となった。磨棒鋼は前回調査では自動車向けが42.7%を占めていたのが今回調査では前回に比して20.8ポイント減少の21.9%となった。軸受については前回調査と同様に輸出の占める比率が高く、輸出は前回から8.3ポイント増加の64.6%となった。

業種ごとの調査対象企業の素材（＝特殊鋼鋼材）の受入状況を、購入材、支給材（需要家、同業者からの加工依頼）別に整理し、図4に示す。

支給材の割合が大きいのは鍛工品で、今年度調査で素材受入の46.8を占める。次いで線材（34.8%）、磨棒鋼（22.2%）、ばね（12.0%）で支給材の割合が相対的に大きい。一方、ねじ（1.9%）、金型（1.8%）は素材受け入れの大半を購入材が占めている。

以上、本稿では特殊鋼鋼材全体についてのトレンドを見てきたが、実際の需要は鋼種、形状によって変わるものである。関心のある方は「最終用途別需要実態調査報告書」により鋼種別の状況を確認されることをお勧めしたい。

また、本調査は調査年の10月の一断面に区切った調査であり、その時々を経済環境も反映されており、必ずしも普遍的なものではない点についてもご理解頂きたい。

最後に平成30年度（2018年度）の「特殊鋼最終用途別実態調査報告書」作成にあたり、ご協力頂いた関係工業会及び調査を実施して頂いた日鉄総研株式会社の関係者に改めて御礼を申し上げます。

# 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	合金鋼	計		ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高抗張力	その他		
'18 暦年	265,850	5,232,401	4,055,787	9,288,188	428,588	1,029,788	2,954,588	651,312	5,616,124	552,701	11,233,101	20,787,139	
'19 暦年	220,798	4,696,002	3,849,414	8,545,416	397,465	939,803	2,667,128	570,971	5,335,063	506,642	10,417,072	19,183,286	
'17 年度	268,659	5,058,907	4,010,098	9,069,005	434,231	1,025,656	2,898,689	637,160	5,672,002	575,660	11,243,398	20,581,062	
'18 年度	254,113	5,231,860	4,054,690	9,286,550	430,796	1,032,732	2,881,369	648,216	5,498,472	564,665	11,056,250	20,596,913	
'19. 1-3月	59,133	1,285,351	1,015,067	2,300,418	109,020	257,157	692,224	156,026	1,347,700	143,155	2,705,282	5,064,833	
4-6月	59,607	1,214,992	1,003,656	2,218,648	106,395	257,956	662,226	151,618	1,325,442	128,939	2,632,576	4,910,831	
7-9月	50,278	1,114,002	921,737	2,035,739	90,686	205,660	645,485	134,225	1,348,062	136,324	2,560,442	4,646,459	
10-12月	51,780	1,081,657	908,954	1,990,611	91,364	219,030	667,193	129,102	1,313,859	98,224	2,518,772	4,561,163	
'19年 1月	20,434	434,551	329,353	763,904	37,528	79,435	226,667	54,103	456,023	50,861	904,617	1,688,955	
2月	19,080	405,541	331,266	736,807	34,145	83,307	223,912	50,926	402,421	41,825	836,536	1,592,423	
3月	19,619	445,259	354,448	799,707	37,347	94,415	241,645	50,997	489,256	50,469	964,129	1,783,455	
4月	21,290	413,374	346,443	759,817	34,096	85,831	211,052	52,162	410,739	44,250	838,130	1,619,237	
5月	20,098	406,199	330,484	736,683	35,942	84,342	235,021	47,734	445,952	39,429	888,420	1,645,201	
6月	18,219	395,419	326,729	722,148	36,357	87,783	216,153	51,722	468,751	45,260	906,026	1,646,393	
7月	20,072	410,278	333,648	743,926	31,001	68,405	223,023	49,985	468,266	48,818	889,498	1,653,496	
8月	15,421	353,393	289,877	643,270	27,841	65,863	204,477	41,776	459,321	43,043	842,321	1,501,012	
9月	14,785	350,331	298,212	648,543	31,844	71,392	217,985	42,464	420,475	44,463	828,623	1,491,951	
10月	16,576	371,057	318,789	689,846	29,293	76,101	221,915	45,273	432,550	36,549	841,681	1,548,103	
11月	19,290	374,968	315,272	690,240	32,384	74,985	218,159	42,006	437,449	33,759	838,742	1,548,272	
12月	15,914	335,632	274,893	610,525	29,687	67,944	227,119	41,823	443,860	27,916	838,349	1,464,788	
'20年 1月	13,363	330,582	275,829	606,411	24,844	56,694	220,519	31,984	436,453	38,423	815,342	1,435,116	
2月	16,793	333,166	290,703	623,869	27,987	57,385	227,566	45,370	409,818	37,993	806,119	1,446,781	
前月比	125.7	100.8	105.4	102.9	112.7	101.2	103.2	141.9	93.9	98.9	98.9	100.8	
前年同月比	88.0	82.2	87.8	84.7	82.0	68.9	101.6	89.1	101.8	90.8	96.4	90.9	

出所: 経済産業省『鉄鋼生産内訳月報』から作成。

### 形状別

(単位: t)

年月	形鋼	棒鋼	管材	線材	鋼板	鋼帯	合計
'18 暦年	374,683	6,452,802	1,188,873	4,261,952	1,647,479	6,868,340	20,794,129
'19 暦年	327,633	5,859,800	1,229,819	3,910,932	1,310,485	6,550,016	19,188,685
'17 年度	347,415	6,340,621	1,168,193	4,199,478	1,780,457	6,761,726	20,597,890
'18 年度	383,020	6,439,522	1,203,698	4,292,348	1,495,812	6,788,499	20,602,899
'19. 1-3月	96,599	1,588,574	317,290	1,070,966	323,004	1,669,733	5,066,166
4-6月	75,598	1,563,314	295,776	1,000,644	311,269	1,665,778	4,912,379
7-9月	81,867	1,376,572	298,841	940,262	354,394	1,595,937	4,647,873
10-12月	73,569	1,331,340	317,912	899,060	321,818	1,618,568	4,562,267
'19年 1月	25,837	512,321	103,122	364,796	105,736	577,550	1,689,362
2月	39,550	514,051	99,936	340,701	98,157	500,768	1,593,163
3月	31,212	562,202	114,232	365,469	119,111	591,415	1,783,641
4月	20,116	529,582	107,602	333,637	104,685	524,182	1,619,804
5月	21,523	505,525	100,690	337,026	101,841	578,912	1,645,517
6月	33,959	528,207	87,484	329,981	104,743	562,684	1,647,058
7月	29,571	480,049	106,271	348,559	118,268	571,126	1,653,844
8月	25,128	431,139	97,429	298,588	127,327	522,140	1,501,751
9月	27,168	465,384	95,141	293,115	108,799	502,671	1,492,278
10月	23,692	468,339	111,905	305,014	110,233	529,333	1,548,516
11月	23,142	465,065	108,670	308,188	106,924	536,650	1,548,639
12月	26,735	397,936	97,337	285,858	104,661	552,585	1,465,112
'20年 1月	24,198	391,670	95,270	277,185	109,583	537,703	1,435,609
2月	17,837	412,341	98,659	286,062	105,492	526,858	1,447,249
前月比	73.7	105.3	103.6	103.2	96.3	98.0	100.8
前年同月比	45.1	80.2	98.7	84.0	107.5	105.2	90.8

出所: 『経済産業省生産動態統計』から作成。

### 特殊鋼鋼材の鋼種別販売(商社+問屋)の推移 (同業者+消費者向け)

(単位: t)

年月	工具鋼	構造用鋼			特殊用途鋼						計	合計
		機械構造用炭素鋼	構造用合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高抗張力鋼	その他		
'18 暦年	330,317	3,525,290	2,049,316	5,574,606	122,660	581,255	1,703,148	181,436	95,234	49,039	2,732,772	8,637,695
'19 暦年	273,872	2,970,829	1,631,511	4,602,340	62,907	376,372	1,488,018	141,142	89,625	82,507	2,240,571	7,116,783
'17 年度	328,965	3,482,828	2,582,257	6,065,085	169,371	561,237	2,045,095	180,396	100,874	56,424	3,113,397	9,507,447
'18 年度	322,765	3,543,660	2,028,274	5,571,934	119,549	546,004	1,681,386	179,074	95,026	47,294	2,668,333	8,563,032
'19年 6月	23,555	228,385	131,682	360,067	4,842	30,709	123,571	11,834	7,596	9,554	188,106	571,728
7月	25,205	257,150	141,572	398,722	4,660	31,487	125,931	12,086	7,736	10,574	192,474	616,401
8月	19,082	214,078	119,311	333,389	3,171	27,243	104,810	8,671	7,096	8,373	159,364	511,835
9月	22,106	246,355	129,742	376,097	3,964	33,479	120,696	11,831	7,651	10,402	188,023	586,226
10月	23,177	239,723	133,016	372,739	4,436	29,891	122,771	11,241	7,120	9,590	185,049	580,965
11月	21,163	211,065	121,318	332,383	4,479	28,304	125,585	10,517	6,120	9,206	184,211	537,757
12月	20,267	218,509	117,010	335,519	3,863	27,468	113,562	10,167	7,077	7,835	169,972	525,758
'20年 1月	19,439	210,769	115,133	325,902	3,543	26,310	113,334	10,695	7,182	8,190	169,254	514,595
2月	19,705	211,477	113,424	324,901	4,415	28,316	111,776	11,005	8,860	7,844	172,216	516,822
前月比	101.4	100.3	98.5	99.7	124.6	107.6	98.6	102.9	123.4	95.8	101.8	100.4
前年同月比	76.1	76.1	70.7	74.1	45.3	77.7	80.3	84.8	116.1	210.5	82.1	76.7

出所: 一般社団法人特殊鋼倶楽部『特殊鋼鋼材需給月報調査』から作成。

(注) 2018年3月より経済産業省『鉄鋼需給動態統計調査』から特殊鋼倶楽部業界自主統計化へ変更した。

### 特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別メーカー在庫の推移

(単位: t)

年月	工具鋼	構造用鋼			特殊用途鋼						計	合計
		機械構造用炭素鋼	構造用合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高抗張力鋼	その他		
'18 暦年	9,022	265,513	163,666	429,179	30,989	37,438	132,754	28,173	163,433	19,784	412,571	850,772
'19 暦年	10,060	251,976	163,330	415,306	24,572	30,691	129,191	26,275	186,987	18,501	416,217	841,583
'17 年度	6,776	223,466	121,672	345,138	32,300	31,384	119,951	28,451	175,114	21,424	408,624	760,538
'18 年度	8,276	237,787	154,530	392,317	29,638	33,728	122,372	25,391	162,107	28,897	402,133	802,726
'19年 6月	9,608	254,437	164,494	418,931	27,656	37,018	139,751	27,966	198,581	25,747	456,719	885,258
7月	9,180	260,101	169,211	429,312	22,520	30,313	139,613	30,677	204,687	29,138	456,948	895,440
8月	8,687	266,125	177,380	443,505	22,806	32,897	141,151	31,595	222,825	29,980	481,254	933,446
9月	8,278	248,413	162,047	410,460	23,846	29,494	136,422	28,372	168,239	24,237	410,610	829,348
10月	9,438	248,897	159,291	408,188	21,907	29,949	133,737	30,109	174,612	24,465	414,779	832,405
11月	8,434	258,185	167,297	425,482	23,736	31,736	122,793	30,562	163,789	21,846	394,462	828,378
12月	10,060	251,976	163,330	415,306	24,572	30,691	129,191	26,275	186,987	18,501	416,217	841,583
'20年 1月	9,233	258,760	171,897	430,657	20,456	30,217	134,564	27,267	196,168	24,370	433,042	872,932
2月	9,462	252,222	164,866	417,088	19,932	29,051	133,687	30,923	160,507	24,003	398,103	824,653
前月比	102.5	97.5	95.9	96.8	97.4	96.1	99.3	113.4	81.8	98.5	91.9	94.5
前年同月比	104.9	95.0	100.7	97.2	64.3	77.6	100.7	109.8	98.2	121.3	96.5	96.9

出所: 経済産業省『鉄鋼生産内訳月報』から作成。

### 特殊鋼鋼材の流通在庫の推移 (商社+問屋)

(単位: t)

年月	工具鋼	構造用鋼			特殊用途鋼						計	合計
		機械構造用炭素鋼	構造用合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高抗張力鋼	その他		
'18 暦年	65,783	207,930	157,295	365,225	13,020	47,754	170,896	9,657	10,264	2,925	254,516	685,524
'19 暦年	78,181	249,537	186,489	436,026	12,273	59,071	178,758	14,078	10,161	9,526	283,867	798,074
'17 年度	65,001	195,049	149,069	344,118	12,899	52,740	161,067	10,837	10,373	2,192	250,108	659,227
'18 年度	71,065	243,896	179,491	423,387	12,518	51,977	183,062	13,627	10,935	3,646	275,765	770,217
'19年 6月	74,133	248,968	194,691	443,659	12,931	58,312	183,696	13,291	10,684	11,316	290,230	808,022
7月	75,351	247,828	190,021	437,849	12,765	55,343	179,844	13,663	10,901	12,109	284,625	797,825
8月	78,051	245,497	187,694	433,191	12,879	54,597	176,733	13,434	10,606	12,603	280,852	792,094
9月	78,368	245,599	186,988	432,587	12,989	54,627	176,614	12,528	10,145	12,336	279,239	790,194
10月	77,379	241,079	181,868	422,947	12,515	55,841	175,953	11,527	9,969	11,443	277,248	777,574
11月	77,688	246,661	184,746	431,407	12,647	57,869	175,952	11,294	10,655	10,761	279,178	788,273
12月	78,181	249,537	186,489	436,026	12,273	59,071	178,758	14,078	10,161	9,526	283,867	798,074
'20年 1月	78,978	241,257	184,276	425,533	12,055	56,417	178,710	11,476	10,037	9,051	277,746	782,257
2月	77,774	238,190	185,915	424,105	12,456	54,001	180,592	13,186	10,011	9,461	279,707	781,586
前月比	98.5	98.7	100.9	99.7	103.3	95.7	101.1	114.9	99.7	104.5	100.7	99.9
前年同月比	118.2	114.6	118.2	116.1	95.7	113.1	105.7	136.5	97.5	323.5	109.9	114.0

出所: 一般社団法人特殊鋼倶楽部『特殊鋼鋼材需給月報調査』から作成。

(注) 2018年3月より経済産業省『鉄鋼需給動態統計調査』から特殊鋼倶楽部業界自主統計化へ変更した。

## 特殊鋼鋼材の輸出入推移

### 輸 出

(単位：t)

年 月	工具鋼	構造用鋼			特殊用途鋼					その他の鋼			特殊鋼鋼材合計
		機械構造用炭素鋼	構造用合金鋼	計	ばね鋼	ステンレス鋼	快削鋼	ピアノ線 材	計	高炭素鋼	合金鋼	計	
'18 暦年	42,373	471,715	598,677	1,070,392	189,872	975,751	118,025	92,901	1,376,549	3,582	5,507,686	5,511,269	8,000,583
'19 暦年	37,039	r 373,118	r 549,771	r 922,888	r 187,541	r 912,981	96,189	78,476	r 1,100,522	3,982	r 4,847,994	r 4,851,976	r 7,087,091
'17 年度	42,058	459,167	611,145	1,070,312	187,017	986,779	109,512	110,363	1,393,671	5,038	5,624,583	5,629,621	8,135,663
'18 年度	40,883	r 457,288	r 586,191	r 1,043,479	189,839	r 943,017	119,463	92,202	r 1,344,521	3,295	5,260,314	5,263,608	r 7,692,492
'19年 5月	2,989	26,968	43,487	70,456	14,905	68,979	7,807	6,472	98,163	313	r 373,284	r 373,597	r 545,205
6月	3,086	32,525	51,470	83,995	14,467	71,592	10,398	7,961	104,417	346	391,215	391,560	583,059
7月	3,430	28,925	47,665	76,589	r 20,183	86,189	5,803	6,861	r 119,035	397	451,340	451,738	r 650,792
8月	2,968	28,698	40,921	69,619	15,817	75,129	9,842	11,731	112,520	240	419,594	419,834	604,941
9月	3,150	27,958	38,454	66,412	11,930	83,834	5,326	11,937	113,029	442	430,028	430,470	613,061
10月	3,209	28,313	42,889	71,202	15,892	79,534	9,268	2,107	106,801	288	r 422,162	r 422,450	r 603,662
11月	2,946	32,813	47,057	79,870	12,843	75,424	6,638	436	95,340	325	406,535	406,860	585,015
12月	2,593	29,796	42,592	72,388	15,349	85,655	10,016	2,850	113,871	228	403,485	403,713	592,565
'20年 1月	1,922	23,812	29,142	52,954	12,280	64,736	5,105	3,290	85,411	259	400,973	401,232	541,518
2月	2,603	27,827	46,831	74,657	10,510	74,081	5,765	5,105	95,460	261	473,355	473,616	646,336
前月比	135.4	116.9	160.7	141.0	85.6	114.4	112.9	155.2	111.8	100.7	118.1	118.0	119.4
前年同月比	84.8	69.0	89.7	80.7	66.4	98.6	37.7	78.4	84.7	61.6	116.4	116.4	105.0

出所：財務省関税局『貿易統計』から作成。

### 輸 入

(単位：t)

年 月	工具鋼	ばね鋼	ステンレス鋼					快削鋼	その他の鋼			特殊鋼鋼材合計	
			形鋼	棒鋼	線材	鋼板類	鋼管		計	高炭素鋼	合金鋼		計
'18 暦年	3,821	4,446	1,079	11,731	9,183	222,159	16,704	260,857	297	5,724	444,746	450,470	719,892
'19 暦年	3,901	7,382	557	15,075	8,603	193,072	15,995	233,301	306	8,622	536,308	544,930	789,819
'17 年度	3,720	3,649	896	11,567	11,437	216,687	16,435	257,022	125	8,434	544,543	552,977	817,491
'18 年度	3,789	4,813	901	12,809	9,392	214,008	17,217	254,327	379	6,282	524,362	530,643	793,952
'19年 5月	435	793	48	1,401	1,042	14,379	1,429	18,299	5	287	27,910	28,197	47,729
6月	277	623	69	1,428	650	14,799	1,011	17,957	14	716	23,534	24,251	43,122
7月	285	873	24	1,224	838	16,602	1,334	20,022	20	1,040	40,191	41,230	62,430
8月	461	756	81	1,371	465	13,958	1,139	17,013	12	800	33,113	33,912	52,154
9月	345	541	8	971	653	15,460	1,421	18,514	13	176	54,877	55,053	74,466
10月	253	512	82	r 1,051	639	18,269	1,443	21,482	37	1,260	36,040	37,300	59,584
11月	303	708	49	1,117	430	14,096	1,272	16,964	39	767	63,127	63,894	81,908
12月	313	498	54	1,416	580	19,802	1,195	23,047	28	1,428	46,444	47,871	71,758
'20年 1月	383	986	60	1,215	396	17,680	1,302	20,654	・	233	45,646	45,878	67,901
p 2月	868	770	31	689	367	17,336	1,229	19,652	51	1,055	30,849	31,904	53,245
前月比	226.8	78.1	51.2	56.7	92.6	98.1	94.4	95.2	11,729.6	453.1	67.6	69.5	78.4
前年同月比	259.2	197.4	87.3	64.3	52.8	93.8	91.1	90.8	164.6	93.9	71.5	72.0	79.9

出所：財務省関税局『貿易統計』から作成。

(注) p:速報値

## 関連産業指標推移

(単位：台)

(単位：億円)

年 月	四輪自動車生産		四輪完成車輸出		新車登録・軽自動車販売		建設機械生産		産業車輛生産		機械受注額	産業機械受注額	工作機械受注額
	うちトラック	うちトラック	うちトラック	うちトラック	うちトラック	フルドーザ	パワーショベル	フォークリフト	ショベルトラック				
'18 暦年	9,729,594	1,257,111	4,817,470	350,091	5,272,067	867,205	-	192,131	121,971	12,099	105,091	50,701	18,158
'19 暦年	9,684,294	1,232,917	4,818,132	324,973	5,195,216	880,539	-	192,203	110,759	10,972	104,323	48,441	12,299
'17 年度	9,683,262	1,224,728	4,786,909	362,966	5,197,109	832,361	-	182,533	116,204	11,544	101,480	49,284	17,803
'18 年度	9,750,021	1,265,838	4,837,553	347,731	5,259,589	882,342	-	197,549	122,108	12,318	104,364	52,276	16,891
'19年 5月	792,919	106,308	354,984	24,230	396,120	67,865	-	16,957	10,071	868	r 8,776	2,814	1,085
6月	810,188	104,242	415,389	28,290	450,398	82,364	-	17,878	10,453	928	r 9,459	3,888	989
7月	895,822	111,146	445,026	29,064	459,456	78,897	-	19,713	11,427	1,071	r 8,895	3,429	1,013
8月	678,546	83,693	349,518	24,187	388,600	70,133	-	14,824	8,394	888	r 8,720	4,675	885
9月	828,889	102,274	400,971	30,382	548,209	88,107	-	18,405	10,522	1,246	r 8,549	4,273	990
10月	778,590	99,359	404,811	25,549	314,798	54,098	-	14,710	7,523	1,083	r 8,279	3,752	875
11月	804,523	102,272	413,054	26,242	385,858	69,337	-	8,433	5,006	510	r 9,261	3,829	817
12月	725,296	93,618	399,262	25,657	344,875	59,614	-	11,767	7,679	700	r 8,157	3,877	901
'20年 1月	762,315	94,008	334,800	20,756	360,103	58,146	-	16,165	9,725	668	8,394	2,374	808
2月	-	-	393,610	28,047	430,185	66,949	-	15,546	10,037	530	8,585	3,092	772
前月比	-	-	117.6	135.1	119.5	115.1	-	96.2	103.2	79.3	102.3	130.2	95.6
前年同月比	-	-	94.4	93.8	89.7	87.1	-	91.6	101.0	60.5	101.7	92.9	70.4

出所：四輪自動車生産、四輪完成車輸出は(一社)日本自動車工業会『自動車統計月報』、

新車登録は(一社)日本自動車販売協会連合会『新車・月別販売台数(登録車)』、

軽自動車販売は(一社)全国軽自動車協会連合会『軽四輪車新車販売確報』、

建設機械生産、産業車輛生産は『経済産業省生産動態統計』、

機械受注額は内閣府『機械受注統計調査』、産業機械受注額は(一社)日本産業機械工業会『産業機械受注状況』、

工作機械受注額は(一社)日本工作機械工業会『受注実績調査』

(注) r:訂正値

特殊鋼需給統計総括表

2020年2月分

鋼種別	項目	月別				
		実数 (t)	前月比 (%)	前年 同月比(%)	2015年基準 指数(%)	
工 具 鋼	熱間圧延鋼材生産	16,793	125.7	88.0	81.5	
	鋼材輸入実績	868	226.8	649.1	281.4	
	販売業者	受入計	18,501	91.4	72.4	68.5
		販売計	19,705	101.4	76.3	75.0
		うち消費者向	16,744	102.6	84.7	88.5
在庫計		77,774	98.5	113.5	131.7	
鋼材輸出船積実績	2,603	135.4	74.9	54.6		
生産者工場在庫	9,462	102.5	100.1	114.1		
総在庫	87,236	98.9	111.9	129.5		
構 造 用 鋼	熱間圧延鋼材生産	623,869	102.9	84.7	91.2	
	販売業者	受入計	323,473	102.6	73.3	49.5
		販売計	324,901	99.7	73.9	49.7
		うち消費者向	272,226	103.2	79.8	62.0
		在庫計	424,105	99.7	109.7	120.5
鋼材輸出船積実績	74,657	141.0	89.5	90.8		
生産者工場在庫	417,088	96.8	102.7	119.2		
総在庫	841,193	98.2	106.1	119.9		
ば ね 鋼	熱間圧延鋼材生産	27,987	112.7	82.0	77.8	
	鋼材輸入実績	770	78.1	278.6	189.0	
	販売業者	受入計	4,816	144.8	86.8	22.7
		販売計	4,415	124.6	81.2	21.0
		うち消費者向	2,872	124.9	72.6	61.8
在庫計		12,456	103.3	101.6	102.0	
鋼材輸出船積実績	10,510	85.6	63.9	66.8		
生産者工場在庫	19,932	97.4	62.3	77.2		
総在庫	32,388	99.6	73.1	85.2		
ス テ ン レ ス 鋼	熱間圧延鋼材生産	227,566	103.2	101.6	99.1	
	鋼材輸入実績	19,652	95.2	107.7	135.8	
	販売業者	受入計	113,658	100.3	79.4	45.3
		販売計	111,776	98.6	80.0	44.5
		うち消費者向	66,140	114.1	95.7	118.3
在庫計		180,592	101.1	101.7	132.1	
鋼材輸出船積実績	74,081	114.4	116.8	84.5		
生産者工場在庫	133,687	99.3	96.7	116.0		
総在庫	314,279	100.3	99.5	124.8		
快 削 鋼	熱間圧延鋼材生産	45,370	118.1	89.1	88.4	
	販売業者	受入計	12,715	157.1	90.5	89.9
		販売計	11,005	102.9	80.5	76.5
		うち消費者向	10,795	105.6	82.6	77.5
		在庫計	13,186	114.9	103.1	97.4
鋼材輸出船積実績	5,765	112.9	57.3	60.2		
生産者工場在庫	30,923	113.4	112.4	111.4		
総在庫	44,109	113.9	109.4	106.8		
高 抗 張 力 鋼	熱間圧延鋼材生産	409,818	93.9	101.8	99.3	
	販売業者	受入計	8,834	125.2	115.9	85.9
		販売計	8,860	123.4	113.2	87.1
		うち消費者向	6,478	118.5	111.5	96.6
		在庫計	10,011	99.7	98.5	91.3
生産者工場在庫	160,507	81.8	102.4	84.6		
総在庫	170,518	82.7	102.1	85.0		
そ の 他	熱間圧延鋼材生産	95,378	100.3	76.2	68.9	
	販売業者	受入計	34,154	108.9	87.3	84.3
		販売計	36,160	104.8	90.9	89.2
		うち消費者向	34,430	106.9	93.3	93.7
		在庫計	63,462	96.9	121.5	119.4
生産者工場在庫	53,054	97.2	95.4	76.7		
総在庫	116,516	97.1	108.0	95.3		
特 殊 鋼 鋼 材 合 計	熱間圧延鋼材生産合計	1,446,781	100.8	90.9	92.0	
	鋼材輸入実績計	53,245	78.4	75.8	65.5	
	販売業者	受入計	516,151	103.5	76.3	50.7
		販売計	516,822	100.4	76.9	50.8
		うち消費者向	409,685	105.5	83.7	71.1
		在庫計	781,586	99.9	108.5	122.6
	鋼材輸出船積実績計	646,336	119.4	112.8	100.5	
生産者工場在庫	824,653	94.5	99.8	104.9		
総在庫	1,606,239	97.0	103.9	112.9		

出所: 鋼材輸入実績及び鋼材輸出船積実績は財務省関税局『貿易統計』、

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

(注) 総在庫とは販売業者在庫に生産者工場在庫を加算したもの。生産者工場在庫は熱間圧延鋼材のみで、冷間圧延鋼材及び鋼管を含まない。また、工場以外の置場にあるものは、生産者所有品であってもこれに含まない。

# 倶楽部だより

(2020年2月1日～3月31日)

## 理事会 (3月24日、書面)

- ①2019年度事業報告について
- ②2019年度決算見込について
- ③2020年度事業計画案について
- ④2020年度予算案について
- ⑤2020年度入会金及び会費・賦課金徴収方法について
- ⑥2020年度貿易一般保険包括保険特約の締結について
- ⑦特殊鋼倶楽部本部事務室の移転について
- ⑧特殊鋼貿易問題対応負担金管理規程の改定について
- ⑨就業規則等改正について
- ⑩各種委員会委員長及び委員変更について
- ⑪会長・専務理事の業務執行状況報告について
- ⑫退会及び理事減員について

## 運営委員会

### 総務分科会・財務分科会 (3月12日、書面)

- ①2019年度事業報告について
- ②2019年度決算見込について
- ③2020年度事業計画案について
- ④2020年度予算案について
- ⑤2020年度入会金及び会費・賦課金徴収方法について
- ⑥2020年度貿易一般保険包括保険特約の締結について
- ⑦特殊鋼倶楽部本部事務室の移転について
- ⑧特殊鋼貿易問題対応負担金管理規程の改定について
- ⑨就業規則等改正について
- ⑩各種委員会委員長及び委員変更について
- ⑪会長・専務理事の業務執行状況報告について
- ⑫退会及び理事減員について

### 本委員会 (3月19日、書面)

- ①2019年度事業報告について
- ②2019年度決算見込について
- ③2020年度事業計画案について
- ④2020年度予算案について

- ⑤2020年度入会金及び会費・賦課金徴収方法について
- ⑥2020年度貿易一般保険包括保険特約の締結について
- ⑦特殊鋼倶楽部本部事務室の移転について
- ⑧特殊鋼貿易問題対応負担金管理規程の改定について
- ⑨就業規則等改正について
- ⑩各種委員会委員長及び委員変更について
- ⑪会長・専務理事の業務執行状況報告について
- ⑫退会及び理事減員について

## 海外委員会

### 専門部会 (3月6日、書面)

- ①2019年度事業報告 (案) 及び決算報告 (案)
- ②2020年度事業計画 (案) 及び予算計画 (案)
- ③2020年度賦課金徴収方法 (案)

### 商社分科会 (3月12日、書面)

- ①2020年度貿易一般保険包括保険特約の締結について

### 本委員会 (3月16日、書面)

- ①2019年度事業報告及び決算 (見込) 報告
- ②2020年度事業計画 (案) 及び予算 (案)
- ③2020年度賦課金徴収方法 (案)
- ④貿易一般保険包括保険特約の締結

## 編集委員会

### 小委員会 (3月23日、書面)

9月号特集「塑性加工のやさしい解説」の編集内容の検討及び執筆分担について

## 人材確保育成委員会

「2019年度後期ビジネスパーソン研修講座」

(2月17日、18日、全特協と共催)

テーマ: 「言いにくいことを伝えるスキル講座」

講師: 日鉄総研(株) 明治大学リバティアカデ

ミー講師 他 堀口 瑞子 氏

参加者: 25名

#### 流通委員会 説明会

演 題：価格交渉サポートセミナー（2月7日、  
全特協と共催）

講 師：中小企業診断士 荒谷 司聖 氏  
（主催：経済産業省中小企業庁）

参加者：65名

#### 流通海外展開委員会 講演会（2月21日）

演 題：「三井物産鉄鋼製品グループの注力事業  
領域～海外事業の概観」

「インドでのEV駆動用・産業用高効率  
モーター製造事業を一例として」

講 師：三井物産スチール(株) 代表取締役社長  
宇都宮 悟 氏

聴講者：41名

#### [大阪支部]

運営委員会（2月14日）

- ①2019年度事業実績
- ②2020年度事業計画・予算他

三団体共催「ビジネスパーソン研修講座」（2月  
4日、5日）

テーマ：「営業パーソンのための儲かる視点の  
会計講座」

講 師：日鉄総研(株) 森 達哉 氏

参加者：49名

#### [名古屋支部]

部会

構造用鋼部会（2月7日）

ステンレス鋼部会（2月13日）

工具鋼部会（2月18日）

三団体共催中堅社員研修フォローアップ研修  
（2月12日）

テーマ：問題解決力向上講座

講 師：(株)名南経営コンサルティング  
山田 亮太 氏

参加者：45名

二団体共催若手及び女子社員研修（2月21日）

テーマ：スマイルトレーニング講座

講 師：ザ・コンダーハウス 秋田 麻世 氏

参加者：53名

## 「価格交渉サポートセミナー」開催

全日本特殊鋼流通協会、及び当倶楽部 流通委員会（委員長 佐久間特殊鋼㈱ 代表取締役執行役員社長 佐久間貞介）、共催で「価格交渉サポートセミナー」を下記の通り開催しました。

本セミナーは、2017年10月19日に全日本特殊鋼流通協会との共催で実施していますが、今回は、2017年度に実施した内容（基礎編）に実践編を加え充実させたもので、再度実施してはとの提案を頂いたため全日本特殊鋼流通協会との共催で実施したものです。

当日は、価格交渉に必要なノウハウをアドバイス、取引条件の改善に向けて違反事例となる取引行為や必要な価格交渉ノウハウについて、中小企業診断士 荒谷 司聖氏に判りやすく説明して頂き聴講された方々は最後まで熱心に聞き入っていました。

説明会に参加された方々にはアンケートを実施し、お聞かせいただいた貴重なご意見は今後の検討に是非とも反映させたいと思います。多数のご参加をいただき、誠にありがとうございました。

日 時 2020年2月7日（金） 13時30分～16時45分 参加者65名

場 所 東京都中央区日本橋茅場町「鉄鋼会館」802号室

テーマ 価格交渉サポートセミナー

講習内容

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. 基礎編：13：30～15：00  | 2. 実践編：15：15～16：45  |
| （1）国の取組、振興基準の説明     | （1）価格の概念、価格設定の具体的事例 |
| （2）下請法・違反事例の説明      | （2）価格交渉の進め方と具体的事例   |
| （3）価格交渉の進め方・交渉のポイント | （3）問題となる下請法違反事例の共有  |

講 師 中小企業診断士 荒谷 司聖 氏（主催：経済産業省中小企業庁）

以下に、会場写真を掲載いたします。



【冒頭挨拶の事務局小澤専務理事】



【司会・進行の(株)パソナ・青木様】



【講師の中小企業診断士 荒谷様】



【会場の様子（東京・鉄鋼会館）】

## 「2019年度後期ビジネスパーソン研修講座」を開催しました

本講座は、一般社団法人特殊鋼倶楽部人材確保育成委員会が人材育成事業の一環として一般社団法人全日本特殊鋼流通協会東京支部との共催により、毎年度タイムリーなテーマを選定し実施しています。

今回は、2019年度後期として、テーマを「言いにくいことを伝えるスキル講座～クレーム対応、社内外での建設的な対話に活用できる～」と題し、営業活動対話術、部下後輩育成術、ハラスメント未然防止策に役立つとされる関係力強化において、ベースにある自己基礎力を鍛え、関係性の質を高めることで、より良いパフォーマンスを発揮できるようにする内容といたしました。

講座方式は単なるスクール形式の座学ではなく、講義とグループディスカッションを織り交ぜた聴講実践型を取り入れて、受講者の皆様は、堀口講師の説明に神経を集中して耳を傾け、それを演習により習得することで即実務に役立つよう学びとっている様子でした。今回の特色は、多くの人の中にある性格の特徴の中から、代表的な52を選び出したSPトランプ（サブパーソナリティ トランプ）をツールとして使用し、主体性やコミュニケーション能力を効率的に高める体験型の教育プログラムを取り入れた点にあります。1日目終了後に懇親会を開き、日頃機会のない他社との交流ができ、打ち解けた雰囲気の中で有効な時間を過ごされました。

受講者からの受講後アンケートでは、「非常に多くの気づきを得られた」、「グループワークで自己認識ができた」、「目標達成の切っ掛けとなるスキルを学べた」など、人間関係を築く上での発信力強化の習得術を知りえたことで、総じて受講への好評価が得られました。

受講されました皆様には、一日半大変お疲れさまでした。

日 時：2020年2月17日（月）13時00分～18時30分

2月18日（火）9時00分～17時00分

場 所：「鉄鋼会館」803号室（東京都中央区日本橋茅場町3-2-10）

講 師：日鉄総研株式会社 明治大学リバティアカデミー講師 他 堀口瑞予 氏

内 容：①主体的に関わる、発信する、行動することの重要性に気付く

②他者との良好な関係性を高める対応力を醸成する

③営業マンの方々をはじめ“クレーム、苦情”対応に活用する

④社内会議、打ち合わせ、面談等で積極的且つ建設的な対話に活用する

受講者：25名

以下に、研修講座の様子を紹介いたします。



【冒頭挨拶する特殊鋼倶楽部専務理事の小澤氏】



【ご講義される講師の堀口氏】



【講座の様様】



【懇親会の様様】

## 「三井物産鉄鋼製品グループの注力事業領域～海外事業の概観」 「インドでのEV駆動用・産業用高効率モーター製造事業を一例として」 講演会の開催

流通海外展開委員会では、特殊鋼流通の海外展開に関する課題に資する事業の一環として、特殊鋼倶楽部ならではの特殊鋼・鉄鋼に関連した情報提供を目的に、会員商社の方々に商社鉄鋼部門の海外展開状況の紹介を内容とする講演をしていただくこととし、今回、三井物産スチール(株)代表取締役社長 宇都宮悟 氏を講師としてお招きし、本講演会を実施いたしました。

三井物産と三井物産スチールが、一丸経営として押し進めているモビリティ、エネルギー、インフラを柱とした3ドメインの事業開拓を紹介した分かり易い説明と資料により、最後まで熱心に講師の話に耳を傾け、盛会の内に終了いたしました。

また、講演会に参加された方々にはアンケートを実施させていただき、貴重なご意見をありがとうございました。今後の講演会などに反映させていきたいと思っております。

多数のご参加を賜り、厚く御礼申し上げます。

日時 2020年2月21日（金）13時30分～15時00分  
場所 「鉄鋼会館」803号室（東京都中央日本橋茅場町3-2-10）  
講師 三井物産スチール株式会社 代表取締役社長 宇都宮 悟 氏  
内容 「三井物産鉄鋼製品グループの注力事業領域～海外事業の概観」  
・モビリティ、エネルギー、インフラを重点領域と定め事業開拓に注力。  
「インドでのEV駆動用・産業用高効率モーター製造事業を一例として」  
・インドでの経済成長による大気汚染進行が深刻な社会問題化、EV促進へ。  
・東元電機との合弁事業、EV駆動用・産業用高効率モーター製造工場を建設。  
聴講者 41名

以下に会場写真を掲載いたします。



【冒頭挨拶される流通海外展開委員会委員長の中川氏】



【ご講演される三井物産スチールの宇都宮氏】



【真剣に説明を受けるご参加いただいた会員の皆様】



【講演会の模様】

# 一般社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覽

(社名は50音順)

<p>[会 員 数]</p> <p>(正 会 員)</p> <p>製造業者 25社</p> <p>販売業者 103社</p> <p>合 計 128社</p>	【販売業者会員】		
<p><b>【製造業者会員】</b></p> <p>愛 知 製 鋼 (株)</p> <p>秋 山 精 鋼 (株)</p> <p>(株)川口金属加工</p> <p>高周波熱錬(株)</p> <p>(株)神戸製鋼所</p> <p>合同製鐵(株)</p> <p>山陽特殊製鋼(株)</p> <p>J F E スチール(株)</p> <p>J X 金 属 (株)</p> <p>下村特殊精工(株)</p> <p>大同特殊鋼(株)</p> <p>高砂鐵工(株)</p> <p>東北特殊鋼(株)</p> <p>日鉄ステンレス(株)</p> <p>日 本 金 属 (株)</p> <p>日本高周波鋼業(株)</p> <p>日 本 精 線 (株)</p> <p>日 本 製 鉄 (株)</p> <p>日本冶金工業(株)</p> <p>日 立 金 属 (株)</p> <p>(株)広島メタル&amp;マシナリー</p> <p>(株)不二越</p> <p>三 菱 製 鋼 (株)</p> <p>ヤマシンスチール(株)</p> <p>理 研 製 鋼 (株)</p>	<p>愛 鋼 (株)</p> <p>青 山 特 殊 鋼 (株)</p> <p>浅 井 産 業 (株)</p> <p>東 金 属 (株)</p> <p>新 井 ハ ガ ネ (株)</p> <p>粟 井 鋼 商 事 (株)</p> <p>伊 藤 忠 丸 紅 鉄 鋼 (株)</p> <p>伊 藤 忠 丸 紅 特 殊 鋼 (株)</p> <p>井 上 特 殊 鋼 (株)</p> <p>(株) U E X</p> <p>確 井 鋼 材 (株)</p> <p>ウ メ ト ク (株)</p> <p>扇 鋼 材 (株)</p> <p>岡 谷 鋼 機 (株)</p> <p>カ ネ ヒ ラ 鉄 鋼 (株)</p> <p>兼 松 (株)</p> <p>兼松トレーディング(株)</p> <p>(株) カ ム ス</p> <p>(株)カワイスチール</p> <p>川 本 鋼 材 (株)</p> <p>北 島 鋼 材 (株)</p> <p>ク マ ガ イ 特 殊 鋼 (株)</p> <p>ケー・アンド・アイ特殊管販売(株)</p> <p>小 山 鋼 材 (株)</p> <p>佐 久 間 特 殊 鋼 (株)</p> <p>櫻 井 鋼 鐵 (株)</p> <p>佐 藤 商 事 (株)</p> <p>サ ハ シ 特 殊 鋼 (株)</p> <p>(株) 三 悦</p> <p>三 協 鋼 鐵 (株)</p> <p>三 京 物 産 (株)</p> <p>三 興 鋼 材 (株)</p> <p>三 和 特 殊 鋼 (株)</p> <p>J F E 商 事 (株)</p> <p>芝 本 産 業 (株)</p> <p>清 水 金 属 (株)</p> <p>清 水 鋼 鐵 (株)</p> <p>神 鋼 商 事 (株)</p> <p>住 友 商 事 (株)</p>	<p>住友商事グローバルメタルズ(株)</p> <p>大 同 興 業 (株)</p> <p>大同DMソリューション(株)</p> <p>大 洋 商 事 (株)</p> <p>大 和 興 業 (株)</p> <p>大 和 特 殊 鋼 (株)</p> <p>(株)竹内ハガネ商行</p> <p>孟 鋼 鉄 (株)</p> <p>田 島 ス チ ール (株)</p> <p>辰 巳 屋 興 業 (株)</p> <p>千 曲 鋼 材 (株)</p> <p>(株)テクノタジマ</p> <p>(株) 鐵 鋼 社</p> <p>デルタステール(株)</p> <p>東京貿易マテリアル(株)</p> <p>(株) 東 信 鋼 鉄</p> <p>(株) ト ー キ ン</p> <p>特 殊 鋼 機 (株)</p> <p>豊 田 通 商 (株)</p> <p>中 川 特 殊 鋼 (株)</p> <p>中 野 ハ ガ ネ (株)</p> <p>永 田 鋼 材 (株)</p> <p>名 古 屋 特 殊 鋼 (株)</p> <p>ナ ス 物 産 (株)</p> <p>南 海 鋼 材 (株)</p> <p>日 金 ス チ ール (株)</p> <p>日 鉄 物 産 (株)</p> <p>日鉄物産特殊鋼西日本(株)</p> <p>日 本 金 型 材 (株)</p> <p>ノ ボ ル 鋼 鉄 (株)</p> <p>野 村 鋼 機 (株)</p> <p>白 鷺 特 殊 鋼 (株)</p> <p>橋 本 鋼 (株)</p> <p>(株)長谷川ハガネ店</p> <p>(株)ハヤカワカンパニー</p> <p>林 田 特 殊 鋼 材 (株)</p> <p>阪 神 特 殊 鋼 (株)</p> <p>阪 和 興 業 (株)</p> <p>日 立 金 属 工 具 鋼 (株)</p>	<p>日 立 金 属 商 事 (株)</p> <p>(株)日立ハイテク</p> <p>(株) 平 井</p> <p>(株) フ ク オ カ</p> <p>藤 田 商 事 (株)</p> <p>古 池 鋼 業 (株)</p> <p>(株) プ ル ー タ ス</p> <p>(株)堀田ハガネ</p> <p>(株)マクスコーポレーション</p> <p>松 井 鋼 材 (株)</p> <p>三 沢 興 産 (株)</p> <p>三 井 物 産 (株)</p> <p>三井物産スチール(株)</p> <p>(株) メ タ ル ワ ン</p> <p>(株)メタルワンチューブラー</p> <p>(株)メタルワン特殊鋼</p> <p>森 寅 鋼 業 (株)</p> <p>(株)山一ハガネ</p> <p>山 進 産 業 (株)</p> <p>ヤ マ ト 特 殊 鋼 (株)</p> <p>山 野 鋼 材 (株)</p> <p>陽 鋼 物 産 (株)</p> <p>菱 光 特 殊 鋼 (株)</p> <p>リ ン タ ツ (株)</p> <p>渡 辺 ハ ガ ネ (株)</p>

## “特集” 編集後記

特殊鋼誌において「ばね」の特集は、2013年7月号の「新たな環境に対応するばね」以来7年ぶりの特集です。「ばね」とは、機械工学事典によると、力が加わると変形して力を取り除くと元に戻るといふ、物体の弾性という性質を利用する機械要素であると定義されています。また、「ばね」については、現在は、小学3年生の理科で、ゴムの力の働きについて観察し、中学1年生の理科で、ばねに加える力の大きさとばねの伸びの関係、いわゆる「フックの法則」を学びます。

構造材料でありながら様々な機能を持つばねについて、新しい読者を含めて理解していただくために、今回「ばねの種類と製造方法のやさしい解説」と題して特集いたしました。

はじめに、ばね産業を俯瞰して、日本のばね産業の現状と課題および世界のばね産業の現状について記載しています。つぎに、ばねを理解するために必要な知識と、自動車に使われるばねの種類についてわかりやすく記載しています。これらは日本ばね工業会殿および日本ばね学会殿に執筆していただきました。

ばねの種類は非常にたくさんあります。また、その使われ方も非常に多岐にわたります。それらをすべて取り上げることはできません。よって、

本誌の対象読者を考慮して、主として、自動車に使われるばねを取り上げました。それぞれのばねを製造しているメーカーの技術者の方々に、そのばねの特徴、使用する目的について、製造方法を含めて執筆していただきました。自動車には実に多くの種類のばねが使われていることが理解できると思います。

また、ばね材料も多岐にわたります。非鉄金属や樹脂などもありますが、圧倒的に鉄鋼材料が主力です。よって、特殊鋼倶楽部の会員メーカーの技術者の方々に、鉄鋼のばね材料を対象として熱間成形用と冷間成形用の線材／板材について、それぞれ対象とするばね、材料としての特徴、製造方法を執筆していただきました。

「ばね」とは、広辞苑によると、弾性を利用して、ひずみエネルギーを蓄え、または衝撃を緩和する作用をするものという一般的な意味のほかに、比喩的に、飛躍・発展などのきっかけとも記載されています。限られた紙面ではありますが、本特集が、読者の皆様が「ばね」について少しでも理解を深めていただき、今後の飛躍・発展のきっかけとなることを編集委員一同期待しております。

〔三菱製鋼(株) 福田 方勝〕  
技術開発センター

## 特 集 / チタン・チタン合金のやさしい解説

- I. チタンの基礎知識と需要動向
- II. 製造技術
- III. 用途
- IV. 最近の開発動向
- V. 会員メーカーのチタン製品

9月号特集予定…塑性加工（主に鍛造）のやさしい解説

## 特 殊 鋼

第 69 卷 第 3 号  
© 2 0 2 0 年 5 月  
2020年4月25日 印 刷  
2020年5月1日 発 行

定 価 1,252円 送 料 200円  
1年 国内7,434円（送料共）

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

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

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

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