NIPPON STEEL MONTHLY

2003
AUGUST
SEPTEMBER
VOL.131
8·9

特　集

特殊鋼棒鋼・BIC

― 棒線事業部 ―

新日本製鉄

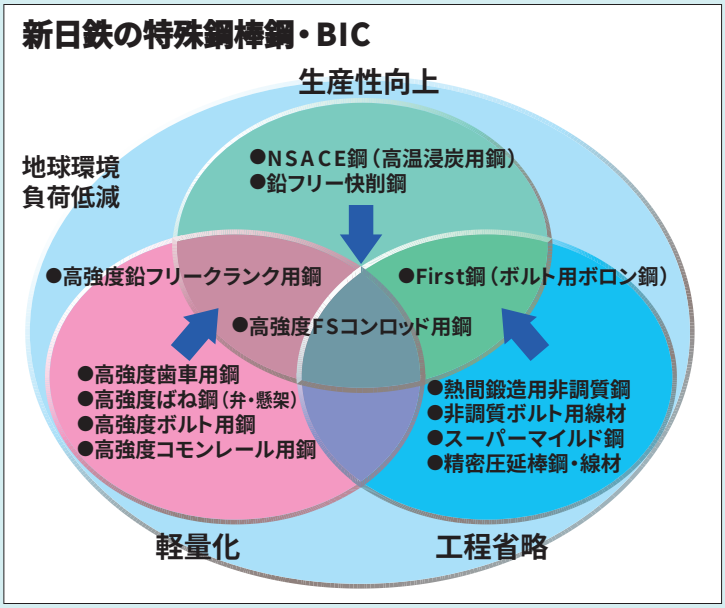
特　集

特殊鋼棒鋼・BIC（Bar in Coil）

― 棒線事業部 ―

特殊鋼棒鋼・BIC（Bar In Coil）の主な用途は、自動車産業向けだ。自動車関連部品の中でも、特に強度や耐久性などが最も高い次元で求められるエンジン、駆動系、足回りのいわゆる「重要保安部品」に多く使われている。
「特殊鋼」はさまざまな合金元素の添加や熱処理などにより、強度や靭性を備えている。主な鋼種には「機械構造用炭素鋼」「機械構造用合金鋼」「ばね鋼」「軸受鋼」「快削鋼」などがある。

今回の特集では、新日鉄が、業界トップクラスの技術力を武器に、プロセスを駆使し、自動車向けを中心とした高度なマーケットニーズにしっかりと応えている姿を紹介する。



ソリューションを提供する

ニーズにきっちり応える商品展開

特殊鋼棒鋼・BICは、「走る」「曲がる」「止まる」という自動車の基本性能を担う。部品に求められるさまざまな要求特性に合わせ、合金元素の添加や熱処理を実施し、強度や靭性を向上させている。現在、商品開発における2大テーマは「環境対策」と「コスト競争力強化」だ。

環境対策には「低燃費・排ガス低減」と「環境負荷物質の低減」がある。「低燃費・排ガス低減」に対しては部品の軽量化（＝高強度化）が求められ、「環境負荷物質の低減」では、快削鋼の“鉛添加”を排除する動きなどが加速している。また、素材から最終製品に至る一貫したコスト競争力の強化に対しては、「工程省略」を提案するなど、積極的商品開発を行っている。

CASE1　低燃費・排ガスの低減　―高強度化に挑む：『高強度ボルト用鋼』『ばね鋼』

部品の高強度化による軽量化を実現した代表的な商品に『高強度ボルト用鋼』がある。

「ボルトは小さな部品ですが、自動車１台に多数使用されており総重量は大きなウェイトを占めます。高強度化の究極の課題「遅れ破壊」(※)は実環境での評価が難しいのですが、新日鉄では遅れ破壊特性評価方法をいち早く確立し、「耐遅れ破壊高強度鋼」の開発をリードしています。ボルトの高強度化は、ボルトの小形化、またはボルト本数の削減を可能にするほか、ボルトが締結される部品も小型化することが可能で、軽量化に大きく寄与します」（棒線営業部 棒線商品技術グループマネジャー 新保康広）。

エンジンバルブを上下させる「弁ばね」や足回りのサスペンションとして用いる「懸架ばね」は、繰り返し荷重がかかるため、高い品質が要求される。また、ばねの軽量化は、燃費の改善や操縦性能の向上に役立つため、『ばね鋼』においても高強度化がターゲットとなっている。

（※）ある時間が経過した後、突然破壊が起きる現象

CASE2　環境負荷物質の低減　―鉛フリー化を実現：『鉛フリー快削鋼』

切削加工を必要とする部品、例えばエンジン部品の1つである「クランクシャフト」や「コンロッド」などに鉛快削鋼が多く用いられてきた。わずか0.2%程度でも鉛を添加すると鋼は削りやすくなるためだ。現在、日本の自動車メーカーでは「鉛フリー化」を目指しさらに厳しい設定を設け、達成期限を掲げて鉛の全廃を目指している。これに対応し、新日鉄は鉛を含まずに鋼材の切削加工性を向上させた『機械構造用中炭素鉛フリー快削鋼』を開発した。

CASE3「工程省略」によるコスト低減
―加工工程を省略：『熱間鍛造用非調質鋼』『軟質鋼』

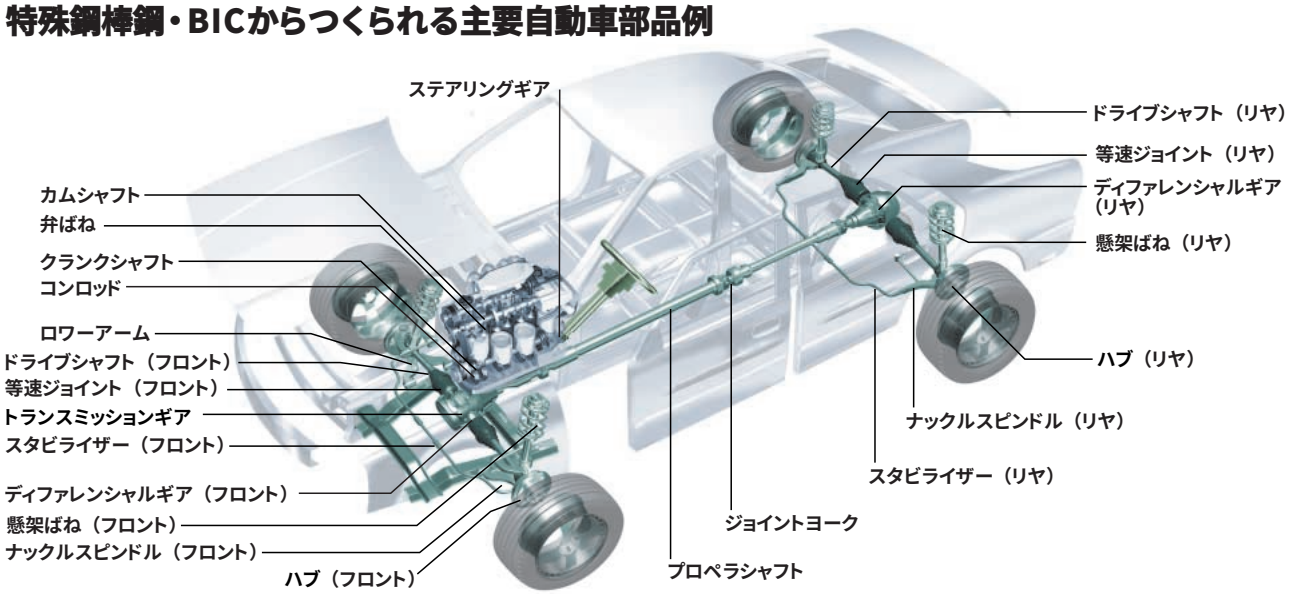
特殊鋼は多岐にわたる二次加工工程を経て自動車部品となるため、一貫コスト低減の取り組みが行われている。そのカギとなるのが“工程省略”だ。例えば、クランクシャフトは鍛造メーカーで熱間鍛造の後、焼入れ・焼き戻しによって硬さと靭性を調整する（調質）。『**熱間鍛造用非調質鋼**』では、この調質工程を省略し調質鋼同等の特性が得られる商品だ。合金元素の添加で結晶粒を細粒化し、硬さと靭性をコントロールしている。

また、棒鋼・線材圧延時の圧延温度、冷却速度のコントロールによって、圧延のままの状態で軟らかい材質を実現したのが『**マイルド鋼**』『**スーパーマイルド鋼**』等の『**軟質鋼**』だ。焼鈍工程の省略によって、省エネ・コスト削減を可能にする。

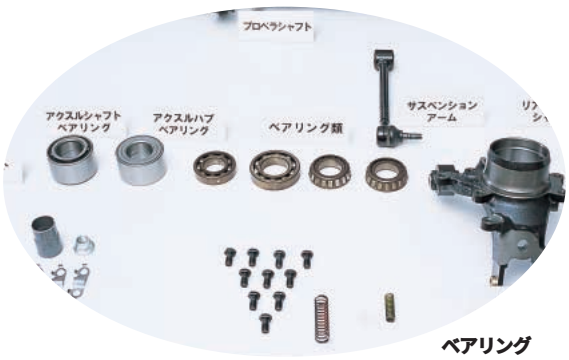
「特殊鋼の製造技術を支えているのは、これまで新日鉄が進化させてきた、高炉材を用いた清浄度が高く表面疵の少ない“鋼材の造り込み”の技術です。今後も、こうした基本品質の高い鉄づくりのノウハウを活かし、お客様が求める機能に対して技術的な視点から最適な答えを出していきます」（新保）。

棒線事業部 棒線営業部
棒線商品技術グループ
マネジャー　新保 泰広

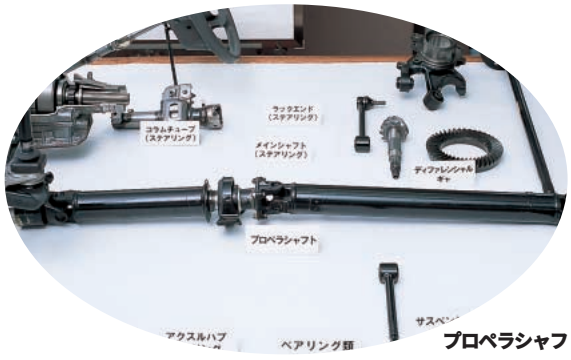
特殊鋼棒鋼・BICからつくられる主要自動車部品例



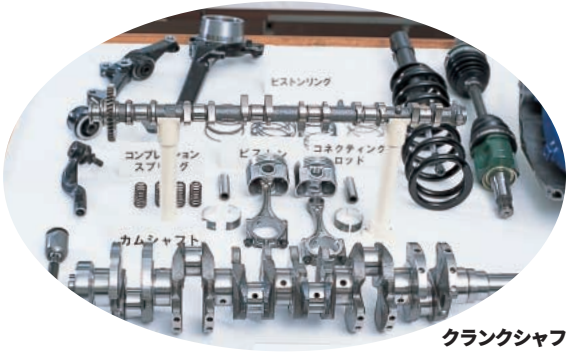
ボルト



ベアリング



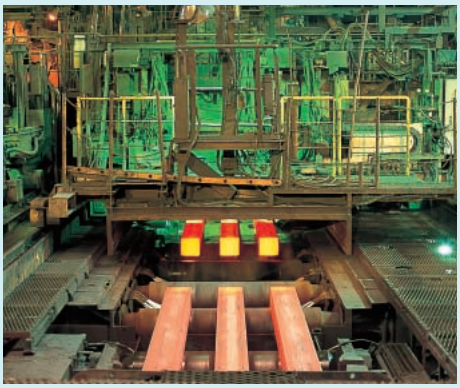
プロペラシャフト

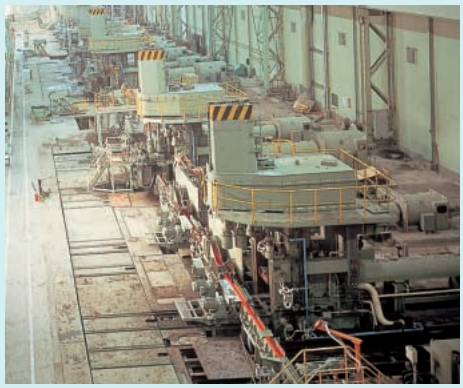


クランクシャフト

モノづくりの原点―室蘭

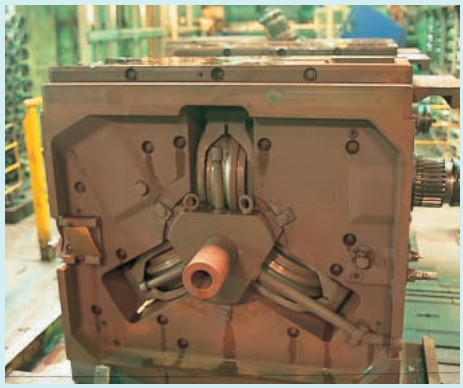
新日鉄棒線事業部室蘭製鉄所は、製造品の約8割を特殊鋼が占める特殊鋼棒鋼・BICの製造基地だ。室蘭で特殊鋼棒鋼を本格的に手掛けたのは棒鋼工場が稼働した1974年からで、特殊鋼業界では、早いほうではない。また、大消費地からも遠い。そうした背景を技術力で克服すべく、先行他社がいわば手作りしていた部分を設備技術・プロセス技術で造り込むことを指向し、新日鉄独自の技術創出に取り組んできた。
室蘭は、国産の第1号連続鋳造機を稼働（1965年）させた歴史を持ち、自動車重要保安部品用の特殊鋼棒鋼についても業界で初めての連続鋳造化に成功した。また、VHミルや調整冷却・精密圧延など、業界の中でも先駆けとなる数々の設備を立ち上げて装備力を高め、特殊鋼の生産に最も適する体制を確立してきた。その結果、現在では特殊鋼における業界トップクラスの製造体制を整えている。


連続鋳造


棒鋼圧延機

線材ライン

棒鋼冷却床


棒鋼スリーロール

競争力の源泉となる新日鉄の技術力

「室蘭技術研究部では、鋼材そのものはもちろん、二次加工後の最終部品が最大限の機能を発揮するための研究に取り組んでいます」と技術開発本部室蘭技術研究部主任研究員の高田啓督は語る。ここでは、新日鉄の高機能特殊鋼製品の競争力の源泉である、3つの基盤技術を紹介する。

①マイクロアロイング技術
―ピュアな鉄源をベースにppm単位の合金制御を実現

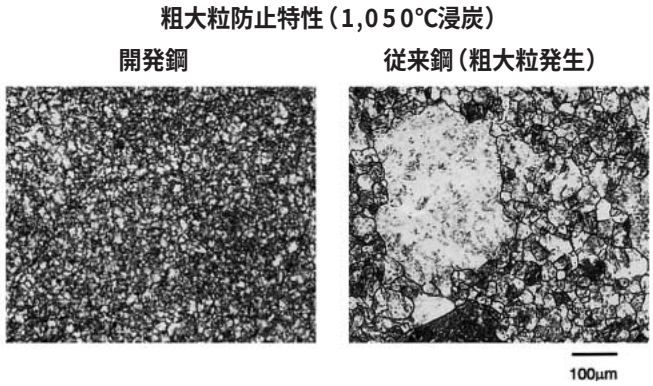
自動車部品の半分以上は「熱間鍛造」で成形される。熱間鍛造は従来成形性を良くするための工程で、その後の「焼入れ」「焼き戻し」と呼ばれる加工段階で、部品の強度や靭性を調整していた（調質処理）。その後70年代のドイツで、特殊鋼において初めてバナジウム（V）やニオブ（Nb）といった微量の合金元素（マイクロアロイ）を添加することで強度を高めた「非調質鋼」が誕生。初期の非調質鋼は強度の確保のみが目的で、靭性を必要としないクランクシャフト等に限定的に適用されていた。80年代の日本では、非調質鋼に衝撃靭性を与えて足廻り部品にも適用しようとする研究が始まったが、高靭性化は難航していた。

「新日鉄で研究を進めた結果、硫化マンガン（MnS）とバナジウム窒化物（VN）が靭性を向上させる粒内フェライトを発生させる理想的な組み合わせであることを実証しました。高靭性化に“粒内変態”の促進が有効であるという発見は、特殊鋼におけるエポックメイクであり、適用範囲が大きく拡大しました」（高田）。

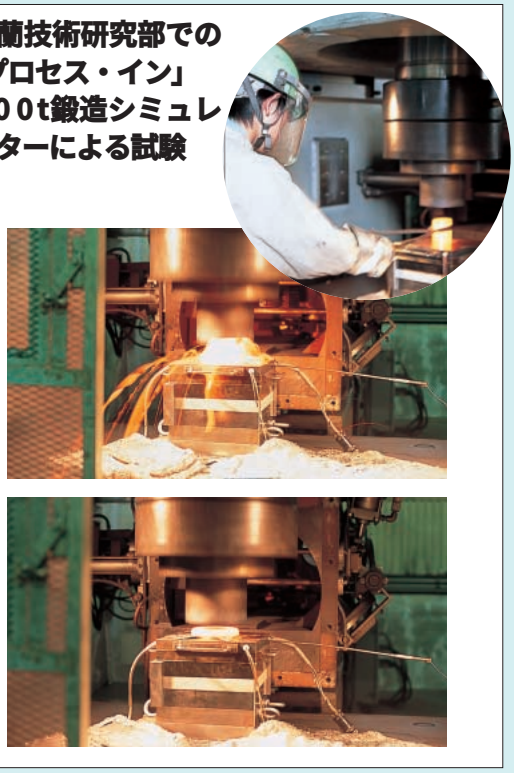
マイクロアロイング技術は、他にも浸炭部品等の組織粗大化防止、ボルトの高強度化など、広範囲で利用されている。

室蘭技術研究部
主任研究員　高田 啓督

NSACE鋼/エヌエスエース鋼
（粗大粒を発生させない高温浸炭用鋼材）の結晶粒写真



室蘭技術研究部での「プロセス・イン」500t鍛造シミュレーターによる試験



②オキサイドメタラジー技術
―介在物を無害化・有効活用

「オキサイドメタラジー」は、鋼材中の酸化物（オキサイド）や硫化マンガンを分散・制御し、鋼の削りやすさ、加工性、強度などの諸性能を高める技術だ。室蘭では、硫化マンガン（MnS）粒子を微細にして分散させることによる、再加熱組織の粗大化防止や、被削性の向上および酸化物の制御による加工性の向上を図る技術を研究している。

エンジンの吸排気バルブを開閉する弁ばねは、エンジンの回転数（毎分数千回転）の荷重を受け続けるため、極度の疲労に耐える2,000MPaの強度（構造用ビル鋼材：500MPa）が必要とされる。繰り返し荷重に耐えるために、鋼材中に破壊の起点となる介在物があってはならないが、介在物を皆無とすることも難しい。そこで新日鉄は、変形可能な介在物となるように制御することで介在物の無害化を図り、高強度化を実現した。また、削りやすさを良くした『鉛フリー快削鋼』の開発では、鉛の代替として硫化物を採用し、マイクロアロイとオキサイドを利用して硫化物を微細分散させ、鉛同様の切削加工性を実現している。

③プロセスメタラジー
―お客様でのパフォーマンスを最大化する技術

二次加工後に最高の性能を発揮させるためには、鋼中の介在物や析出物を制御しておくことが必須だ。例えば「浸炭熱処理」(※)では、浸炭焼き入れ後の組織は微細均一であることが求められるが、結晶粒の一部が異常成長した「粗大粒」が問題となる場合がある。粗大粒が発生すると歯車等のひずみ等を引き起こす。最近は処理時間短縮のために浸炭温度の高温化が指向されているが、高温化すると粗大粒発生の確率が高まってしまう。そこで新日鉄では、結晶粒の成長を止める析出物をコントロールした『NSACE鋼／エヌエスエース鋼（粗大粒防止鋼）』を開発し、最終浸炭工程で効果的に粗大粒の防止を実現している。

プロセスメタラジーは、部品加工コストの低減にも寄与している。例えば、軟質化に必要な焼鈍を省略できる「軟質鋼」は、低温圧延と徐冷ラインを組み合わせ、軟質なフェライトを増加させることで実現した。部品の製造過程で必要な焼鈍を室蘭製鉄所のプロセスを最大限に利用してあらかじめ製品に盛り込むことにより、部品のトータルコストを低減している。

(※) 930℃程度の温度で部品の表面から高濃度の炭素を拡散させて焼き入れる熱処理で、強度の必要な表層部のみを硬くできる

正攻法の技術開発・提案

高性能な素材・部品の開発のためには、商品の開発段階からお客様との綿密な連携を図ることが双方のメリットを生む。室蘭では、先行他社に負けないよう、「カスタマー・イン」（お客様の中に入り込んで問題意識を共有化する）、「パーツ・イン」（お客様と一体となった部品開発）、「プロセス・イン」（お客様と同じ条件下での加工性能評価技術）を推進してきた。

「お客様の加工工程を把握した上で、お客様の工程に合った最適な材料を提案・開発します」と技術開発本部室蘭技術研究部主任研究員久保田学は説明する。室蘭製鉄所では、表面硬化処理をはじめとする特殊な熱処理設備や、お客様と同じ条件下で部品加工における材料性能を評価できる諸技術を有している。そこでの試験溶解・圧延による加工特性データを、現場に迅速にフィードバックすることができる。

「お客様からは“解析力”についても高い評価を頂いています。また、鉄に関する幅広い知識で総力をあげた開発ができるという“新日鉄の総合力”も期待されています」（高田）。「私たちは、常に正攻法の技術開発・提案を行ってきました。その姿勢がお客様からの信頼につながっているのだと思います」（久保田）。

室蘭技術研究部
主任研究員　久保田　学

お客様の声に応えて

お客様と一体となった取り組み

営業部門では、各自動車メーカーのモデルチェンジのタイミングをいかに早く先取りするかが勝負を決める。まず、自動車メーカーや部品メーカーのニーズを吸い上げ、新商品サンプルを納入し、その評価結果を技術部門にフィードバック。品質の実証、実稼動における諸条件を想定した試験を実施し、フルモデル装備による試運転を経て“正式受注”に至る。モデルチェンジの場合は、自動車メーカーのコンペから始まり、約4、5年に及ぶ品質評価の長い道のりを経るケースも少なくない。

「パフォーマンスの高い材料を提供するためには、お客様の加工環境を知ることが最も重要です。例えば、鍛造メーカーのコンベアの長短によって冷却時間も異なるなど、設備条件によって仕上がる部品の硬さも違ってきます。そんなことを踏まえて新商品を紹介しなければなりません」(前川)。

特に、長期間にわたる品質評価で、お客様と一体となった取り組みが何よりも重要になると言う。例えば、部品メーカーと共に、鋼材・加工両面から鍛造部品の品質向上とコストダウンを追求し、その結果、自動車メーカーから評価され採用に結び付いたケースもある。

「加工メーカーや鍛造・部品メーカーと共同で自動車メーカーへの新たな加工部品の提案を行っていきます」(前川)。

棒線事業部　棒線営業部
棒鋼グループ
マネジャー　前川 賢司

新日鉄の総合力をフルに発揮—技術サービス

新日鉄は、業界でも先駆けとなる製造設備を積極的に取り入れてきた。その一例が、1977年に量産化を開始した「リアアクスルシャフトの連鋳化」だ。これは、初めて自動車用重要保安部品の連続鋳造化を実現したもので、従来、品質安定性の問題から、一つずつ型で固める方法(造塊)が主流だった。

しかし新日鉄では、連続鋳造設備で従来よりも品質の安定したリアアクスルシャフトを製造することに成功した。他にも、熱間圧延中に鋼材寸法を高精度に測定する「棒鋼・線材熱間プロフィルメーター」の開発や、超音波探傷によって鋼の介在物を検出する「全断面UT装置」を業界に先駆けて開発してきた。

「従来、特殊鋼づくりは熟練した職人の技能に依存していました。当社は、特殊鋼製造に最適な設備技術と品質保証機器の開発を同時に行い、職人の勘を超える安定的な製造を実現しました」と棒線事業部室蘭製鉄所製品技術部棒線管理グループリーダーの西野淳二は語る。棒線管理グループマネジャーの大木光一は続ける。

「当社は鉄鋼分野の全領域にわたる研究を行っているため、技術を全品種にトランスファーできます。例えば『マ

棒線事業部　室蘭製鉄所
製品技術部棒線管理グループ
グループリーダー　西野 淳二

棒線事業部　室蘭製鉄所
製品技術部棒線管理グループ
マネジャー　大木 光一

特殊鋼棒鋼・BICの適用部品例(自動車)

イルド鋼』は、圧延時の鋼材温度を制御して、お客様での焼鈍工程を省略する商品ですが、厚板での研究成果を棒鋼、線材に応用したものです。こうした新日鉄の総合力で、お客様の声・ニーズを迅速に製造技術に反映させています」（大木）。

「室蘭の製造品種は従来大半が普通鋼でしたが、自動車向けが増えたことなどにより、現在では特殊鋼が約８割を占めています。これは、需要家と一体となってニーズを商品開発に取り入れてきたことの成果です」と西野は言う。

「お客様のご要望には、迅速かつきめ細かな対応ができる体制を整えています。お客様の工程省略、コスト低減、高強度化、高機能化などのニーズにお応えします。ぜひご相談ください」（大木）。

1個のボルトが大きなソリューションに —名古屋支店

自動車部品向け機能部材の販売で重要な役割を担う新日鉄名古屋支店。名古屋支店自動車棒線グループマネジャーの長門隆重は、材料供給メーカーに求められるニーズも変化しつつあると言う。

「お客様にいかにソリューションや付加価値を提供できるかが競争力です。『粗大粒防止鋼』のようなお客様にメリットのある性能を前面に打ち出し、独自性ある優れた製品を提案していくことが営業面では最大の武器となります」

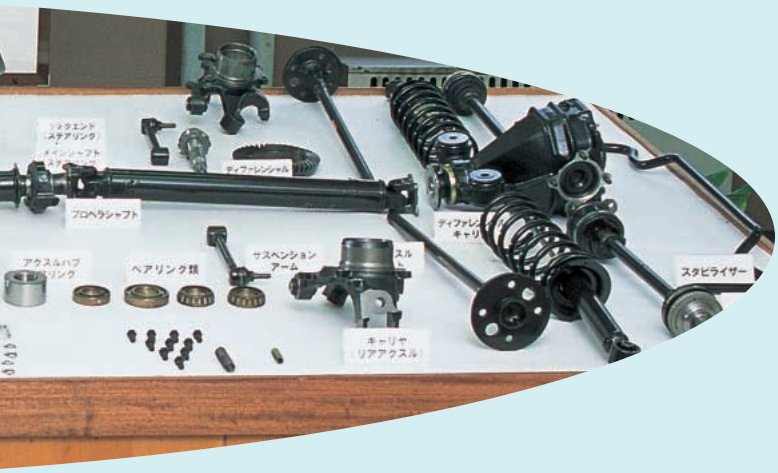
その一例が、「コンロッド」という駆動系の部品に使用された高強度ボルト『12Tボルト』（1200MPaの応力を保証）だという。

「コンロッドに使用されるボルトは、従来“遅れ破壊”がネックで軽量化が進んでいませんでした。業界に先駆けて“遅れ破壊”を克服し十分な荷重保証を実現した新日鉄の12T高強度ボルトは、軽量化により、自動車の燃費向上や部品ユニットのコンパクト化に寄与したのです。現在では、複数の自動車メーカーで『12Tボルト』が広く採用されるようになりました」（長門）。

一方、現在では自動車産業の構造変化が進み、新しい動きが見られるようになった。「かつては自動車メーカー中心だった鋼材の販売先が、部品メーカーまで広がりました」と長門は言う。これまでは、自動車メーカーが一括購入した鋼材を部品メーカーに支給することが多かったが、今では部品メーカーが独自に鋼材を調達し、部品を独自に開発しつつある。

「部品製造の最前線とダイレクトにコンタクトできることで、材料への踏み込んだニーズを拾いやすくなったと思います」と、長門はこの動きを受け止めている。

名古屋支店　自動車棒線グループ
マネジャー　長門 隆重



完璧な製品をお客様に —新日鉄の製品輸送

“疵をつけない”ための輸送管理を徹底追求

“精密材料”である特殊鋼の取り扱いには細心の注意が払われる。例えば製鉄所で完成した特殊鋼をお客様の最寄り港まで輸送する際、表面にわずかな疵がついただけで部品材料としての価値がなくなってしまう。そこで重要になるのが、輸送プロセスの品質管理だ。室蘭では、徹底的な輸送管理体制を実施している。

「例えば揚げ地で使われるクレーンやワイヤと鋼材が直に触れて疵つくことがないか、保管場所で鋼材が直接地面に触れていないかなど、輸送現場における品質管理プロセスを詳細にチェックしています。輸送管理の徹底により品質不良率は著しく減少しています」と長門は胸を張る。

新日鉄の造り込みにおける品質は、お客様に届くまで一貫して保証されていることで初めて意味がある。ここにも、新日鉄の総合力が活かされている。

お問い合わせ先
棒線営業部
棒鋼グループ　TEL. 03-3275-7312
棒線商品技術グループ　TEL. 03-3275-7887

パートナーとともに世界一を目指す

“モノづくりの哲学”を共有し世界一を目指す ―トヨタ自動車（株）

新日鉄の幅広いラインナップと基礎研究が魅力

自動車の重要な部分を支える新日鉄の特殊鋼棒鋼・BICについて、自動車メーカーはどう見ているのか、トヨタ自動車㈱車両技術本部第２材料技術部金属材料室グループ長の中野修さんに伺った。

「新日鉄さんには、製品開発プロセスの上流である企画開発段階の試作から、最終的な品質保証を含む量産まで全てにわたり、最適な形で鋼材を提供して頂いています。自動車用鉄鋼材料のほとんどをカバーしている新日鉄さんの幅広い製品ラインナップは魅力です。また、一つの分野を長年研究している研究者が多く、プロの人材が豊富です。技術的な課題について、相談すれば道が開けるという期待感を持っています。そうした基礎研究を地道に推進してきたことも強味だと思います」

新日鉄が、自動車メーカーの商品開発を強力にサポートした事例もあると言う。

「かつて、ロアアーム、ステアリングナックルといった、足廻りを支える部品の高強度軽量化かつ低コスト化ニーズに対する材料開発を新日鉄さんと共同で行いました。その結果【800MPa高強度高靭性非調質鋼】を採用することになり、トヨタのほぼ全車種に投入されるようになりました。今から13年程前のことです。現在こうした部品の一部はより軽量の鋼板やアルミに置き換わっていますが、当時は画期的であり、大きな成果をあげた開発でした」

また、エンジンの高出力化、低燃費化を目的に高疲労強度バルブスプリングの鋼材、熱処理、表面改質の技術開発も共同で行ったという。

「当時としては大変ハードルの高い課題に取り組みました。我々2社に加えて線材加工メーカーの鈴木金属工業さんと、バネ加工メーカーの東郷製作所さんにも参加いただき、1994年頃製品化にこぎつけました。当時としては世界ナンバーワンの性能を持つバルブスプリングを開発することができ、学会でも数々の表彰を受けました。地道に時間をかけて素材と加工技術の両面から強度を上げる工夫が必要でしたが、新日鉄さんの高度な解析技術があったからこそ、これほどの成果につながったのだと思います」

このバルブスプリングは、現在でも最高峰の強度を誇っている。９年前に開発された技術がいまだに他の追随を許さないということは、競争が激しい自動車業界では驚異的なことだと言う。最近では、ディーゼルエンジンに使う部品も共同開発し、実用化している。

「トヨタのブランドイメージ＝高品質」を支える素材

部品の共同開発でこのような成果をあげられたのは、トヨタと新日鉄のパートナーシップの根底に、“日本的なモノづくり”の哲学があるからだと言う。鉄鋼メーカー、自動車メーカーに限らず、日本の製造業はモノづくりにおける品質向上に真摯に取り組み、絶対不良品を出さないことを目指したことで、第二次大戦後の奇跡的な成長を遂げた。

ソアラ 430SCV“NOBLE COLOR EDITION”

ランドクルーザーワゴン VXリミテッド“Gセレクション”

ブレビス特別仕様車 Ai250“プレミアム”

クラウン特別仕様車 2.5 ロイヤルエクストラ“リミテッド”

「世界的に不良品を出さない“高品質”がトヨタのブランドイメージですから、部品調達にあたっても、欧米メーカーのように一定の不良品比率を前提とすることを認めていません。もし不良品が出た場合はその原因を究明し、製造工程に工夫を凝らして不良品をなくすことが日本のモノづくりの常識です」

トヨタのグローバル展開は、成熟した生産管理方式や製造工程といった日本基準をグローバルスタンダードにすることで、ブランドイメージである“高品質”を世界的に浸透させる取り組みでもあると言う。

「実際に小さなネジ１本の不具合でも、１台100万円以上する自動車が故障することがあれば、ユーザーの信頼は得られません。つまり部品やそれを構成する素材は、トヨタのブランドイメージを縁の下で支えてくれているものなのです」

「グローバルな視点で、より高品質を目指して欲しい」

最後に、新日鉄に対する要求と期待を伺った。

「日本の鉄鋼メーカーの鋼材は非常に高品質です。ただ、グローバル化が進展する中で、低コストの海外製品に押され気味だという現状があります。そこで今後、海外鉄鋼メーカーの製品をコスト・品質両面から分析し、それによって明確化された自社の強みに一層磨きをかけて頂くことを期待しています。

もう一つの期待は、自動車部品の機能、製造方法に精通した人材の育成です。これまでの共同開発を通じ、特に新日鉄さんの若い技術者には、当社および部品メーカーの現場を積極的に見てもらい、材料開発と密接に関わる部品の製造プロセスにより一層精通して欲しいと思います。

現在、新日鉄さんとは品質面ではこれまで確立された以上のレベルを追求しながら、さらに新しい機能を材料に付与するための共同開発にご協力頂いています。当社としても、高性能、高品質かつコストミニマムを実現する自動車づくりを追求していくために、新日鉄さんとのパートナーシップをフルに活用した開発を目指していきたいと考えています」

トヨタ自動車㈱
車両技術本部 第２材料技術部
金属材料室　グループ長　中野　修 氏

パートナーシップがプラスαを生み出す ―宮崎精鋼（株）

加工メーカーから見て、鉄鋼メーカーにはいま何が最も求められているのだろう。現在、新日鉄が共同で部材開発を推進する宮崎精鋼㈱品質保証部部長の伊藤英男氏に伺った。

「自動車メーカーや部品メーカーは、部品製造における全体的なコストパフォーマンスを重視します。そのような要求に応えられるのが、新日鉄が開発する高性能鋼材です。例えば、新日鉄の軟質鋼は、競合他社よりも軟らかく、適用サイズ範囲も広いため魅力的です」

伊藤氏はもう一つの典型的な例として、新日鉄が提供している『**非調質ボルト用線材（NHF、NHF-S）**』を挙げた。この鋼材は冷却速度の調整により、必要な強度を確保しつつ、高い靭性を有している。同社の製品は自動車産業向けの二次加工鋼材がメインだ。知多工場の９割は自動車向けで、その大部分がボルト関連だ。

「ボルトの製造では、通常最終工程で熱処理を行い強度・靭性を出しています。しかし、『**非調質ボルト用線材**』は十分な強度・靭性を持つため、熱処理工程の省略が可能です。高品質でありながらコストを削減できるメリットから、自動車メーカーや部品メーカーに対して強力にアピールできる製品です」

宮崎精鋼㈱の倉庫

競争力強化のためには、鉄鋼メーカーと加工メーカーのパートナーシップは不可欠だ。伊藤氏も「自動車メーカーは、鉄鋼メーカープラス加工メーカーというトータルのパフォーマンスを評価します。連携を強化して顧客ニーズを先取りすることが求められています」と強調する。

加工メーカーとのパートナーシップは営業面でも大きな力となる。伊藤氏は、「鉄鋼メーカーと加工メーカーが緊密に連携することで、より優れたソリューションを提供することが可能となります」と説明する。最後に伊藤氏は、新日鉄とのパートナーシップについて次のように締めくくった。

「基本は信頼関係をベースとする“人と人のつながり”です。新日鉄は独自に自動車メーカーや部品メーカーに営業展開しており、当社の拡販戦略上の大きな相乗効果を生み出しています。さらには、新プロセスが稼働して品質への信頼性がさらに高まった室蘭製鉄所の技術力があり、そのバックアップ体制も非常に心強く感じています」

宮崎精鋼㈱
品質保証部
部長　伊藤　英男 氏

シリーズ　新日鉄made　VOL.1

画期的な耐疲労性能の「U字リブ構造」
―土木学会技術開発賞を受賞

近年、道路や高架橋上の照明柱や標識柱などでは、橋梁の振動や風の影響などによる倒壊・折損・落下事故例が報告されており、高い疲労耐久性能が求められていた。これは、鋼管ポールの基部に、金属疲労（繰り返し力を受けることにより、壊れてしまう現象）による亀裂が生じることが原因だ。
今回は、強度・機能に優れ、市場の高い評価を受けて採用が急速に増加している「U字リブ構造」を紹介する。今般、適用対象の拡大が期待される画期的な構造として、平成１４年度の「土木学会技術開発賞」を首都高速道路公団と共に受賞した。

金属疲労に弱い従来構造

従来の鋼管ポールは、ベースプレートにポールを溶接固定し、補強のために「三角状」のリブ（添え板）を配置していた。しかし、高架橋などに設置された従来構造の鋼管ポールは、風や路面の振動により繰り返し力を受け、リブの溶接部付近に亀裂を生じることがあった。放置しておけば、鋼管ポール自体が倒壊してしまう恐れがあり、疲労しにくい構造が求められていた。（図①）

これに対するソリューションが、新日鉄が開発した「U字リブ」構造だ。（図②）（㈱因幡電機製作所とヨシモトポール㈱との共有特許を取得）

シンプルで画期的なソリューション

「U字リブ構造」は、従来の三角リブを、U字状に折り曲げ加工した板リブに置き換えたシンプルな形態だ。しかし、そのパフォーマンスは大きく違う。

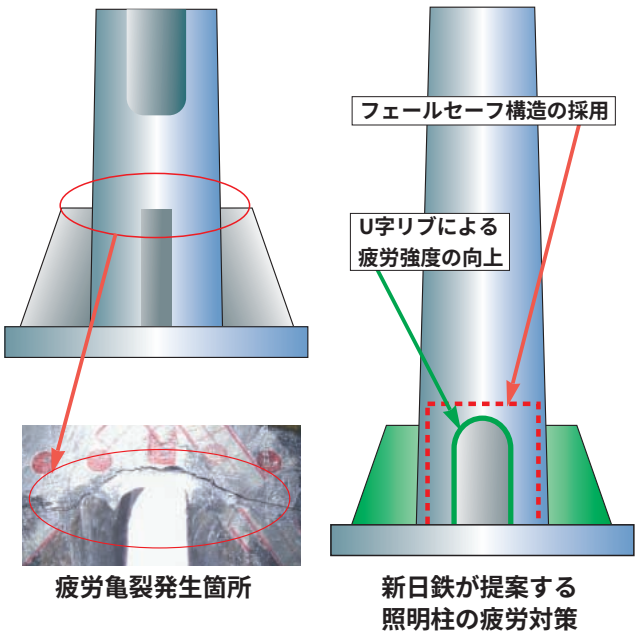
従来の三角状リブと比較して、リブの上端への応力集中（※）を大幅に低減する画期的な構造で、従来の疲労強度等級（G～H等級：（社）日本鋼構造協会）から、C～B等級以上に、5ランクも引き上げることに成功した。（図③）

開発に携わった鉄鋼研究所主任研究員の杉本雅一は、次のように解説する。

「U字リブは、従来の三角リブと比較して疲労寿命（強度や機能が損なわれるまでの期間）が数十倍と驚異的です。なぜこのようなことが可能なのか、それは溶接部分に秘密があります。U字リブは、亀裂が生じていた部分（リブ上端の溶接止端部）に応力が集中しにくい構造であることに加え、溶接加工後の溶接部分への力の残り方が、三角リブとはまったく逆なのです。FEM解析や種々の測定により、三角リブの溶接部近傍には、疲労寿命を縮める“引張り残留応力”が内在していたのに対し、U字リブは疲労を抑止する“圧縮残留応力”が内在していることがわかりました」

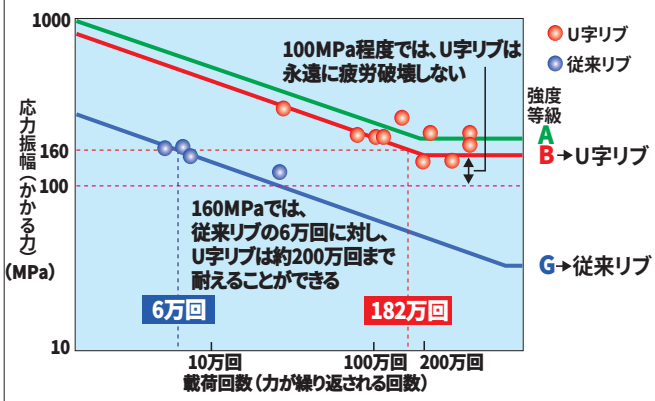
（※）突起物などの近くで、単位面積あたりに掛かる力＝応力が増大する現象

〈従来構造の三角リブ〉図①　〈U字リブ構造〉　図②

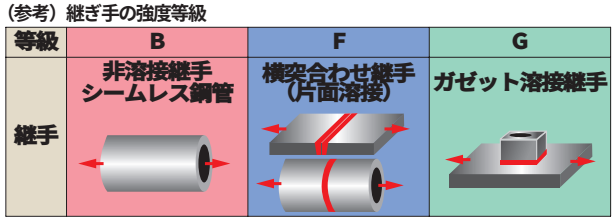


疲労亀裂発生箇所　　新日鉄が提案する照明柱の疲労対策

U字リブの画期的な疲労強度　図③



高耐疲労補強構造
U字リブは溶接構造でありながらC～B等級の疲労強度を実現
（参考）継ぎ手の強度等級



U字リブの「経済性」

杉本は、「U字リブ」工法の特長は、耐疲労性能だけでなく、その経済性にもあると言う。

「U字リブは、現在、おかげさまで全国各地の鋼管照明柱に採用され、その数はすでに2,500本にも及びます。その大きな理由は、特殊な材料や加工方法に頼ることなく、一般的な鋼板を使用したプレス加工・隅肉溶接のみという簡便な加工によって、疲労に強い構造を確保できることです」(杉本)

従来技術である三角リブと比較しても、製造コストを抑えて、格段の耐疲労性能を実現できる。実際、高架橋の照明柱では、U字リブ構造と同等の疲労性能を、三角リブを使用したまま鋼管の板厚を厚くすることで確保しようとすると、5倍以上の板厚が必要とされ、実現不可能だ。

今後さらなる採用拡大が期待されるU字リブ

このように高い性能を誇るU字リブ。ライフサイクルコストや安全性確保の観点から耐疲労特性が重視され、ますます採用が増えている。

「U字リブは、一般的な照明柱に使用される以外にも、架線柱や信号柱、標識柱などその適用範囲が広く、今後さまざまな可能性を秘めています」と、鋼管営業部配管グループマネジャーの近藤哲己は言う。

「シンプルな構造ですから、現場設置・施工も従来と同様の手順で実施でき、加工精度の影響も少ないため、十分な耐久性・信頼性が確保できます。画期的な疲労強度向上の理由も理論・実験両面で解明されており、『納得のいく』技術として信頼を高めています」(近藤)。

性能、信頼性、経済性などから、従来構造にとってかわるベストのソリューションと評価を受け、多くの道路照明柱の基部構造として採用が広がっているU字リブ。海外でも同様の問題が存在しており、適用範囲の拡大が期待される。

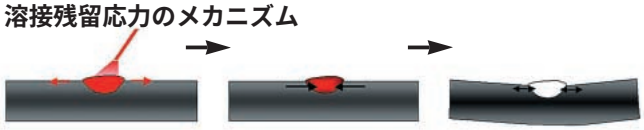
「今後この技術を国内外に紹介し、広い分野に向けたソリューションを提供していきます」(近藤)。

「3次元思考」で驚異的な疲労強度を実現

通常、金属の疲労損傷は、「引張り応力」が金属に繰り返し作用した場合に生じる。しかし、U字リブの場合は通常は考えにくい「圧縮残留応力」が内在しているため、引張り応力が働いても、材料の表面が「圧縮応力状態」に保たれるため、疲労亀裂が発生しにくい。

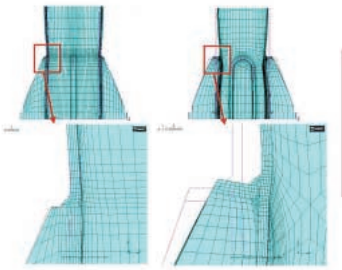
普通、溶接すると、溶接で溶けた部分(溶接ビード)は冷却され固まる時に縮もうとする。そのため、溶接ビードのまわりが引っ張られた状態で固まり、「引張り残留応力」を生じ疲労寿命に悪い影響を与える。ところが、U字リブの場合、溶接ビードが縮もうとする力で鋼管の外側の表面が部分的に変形し、押し合うような形で固まり、疲労を抑止する「圧縮残留応力」が働く。平面にとらわれない「3次元思考」による構造的アプローチが成功のキーワードだ。

溶接残留応力のメカニズム



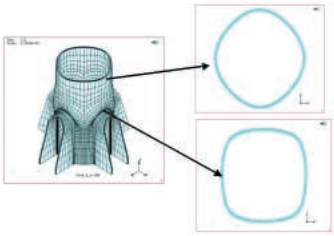
溶接による熱膨張 / 冷却と凝固によりビードが収縮 / 溶接部周辺に引張残留応力が生じる

圧縮残留応力が働くU字リブ構造



三角リブ　U字リブ

疲労しにくい形に変形する鋼管



U字リブを囲む受賞者

・鉄鋼研究所加工技術研究開発センター　主任研究員　**杉本　雅一**(後列中央)

―基本コンセプトを具現化しメカニズムを解明

「㈱日鉄テクノリサーチで疲労試験を実施し、当社の誇る溶接熱応力数値解析技術により実用化に至りました。専門家の常識を覆す仮説を立て、検証していくのは研究者冥利に尽きる楽しい作業でした。採用が拡大する中、あらためてU字リブが高く評価され、光栄です」

・鋼管営業部配管グループマネジャー　**近藤　哲己**(後列左)

―市場ニーズの取り込み、本技術を適用した照明柱を企画

「首都高速道路公団、ヨシモトポール㈱のご支援で受賞できました。U字リブの採用数は現在2,500本を超え、ベストのソリューションとの評価を頂いています。今後、寿命延長、安全確保などで社会に貢献できる商品を引き続き開発していきます」

新日鉄の照明柱疲労対策メニュー

①優れた強度をもつ「テーパー鋼管」:
完全溶接された電縫鋼管を使用し、溶接部での応力集中がほとんどなく凍結割れが起こらない。独自の「温間スピニング工法」により曲線形も製造可能。大きな力のかかる底部の肉厚を厚くした、振動等に強いポール形状を提案。

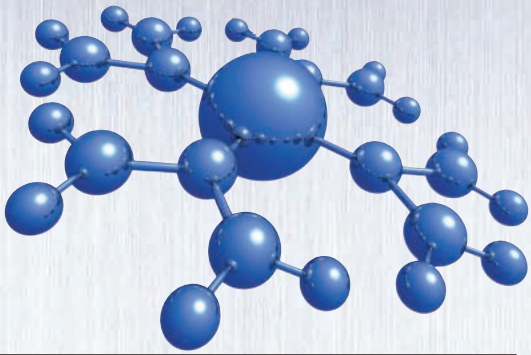
②「共振現象」の防止対策:
ポールの外径と肉厚分布を最適化し、風や交通による路面の振動数と照明柱の固有振動数をずらす設計を提案。

③フェールセーフ対策:
一部が破損しても安全性に支障がない、底部二重管などの対策を提案。

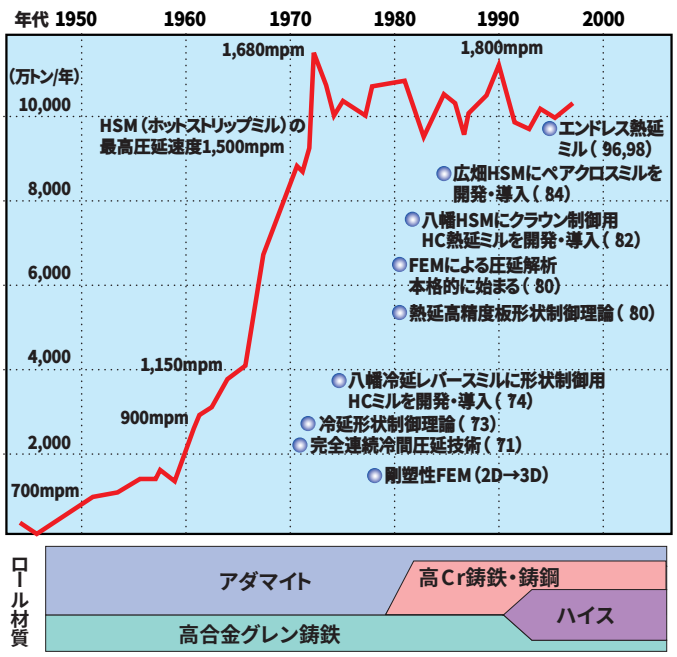
お問い合わせ先　鋼管営業部配管グループ　TEL.03-3275-5557

形を造り込む（上）

まっすぐな針金を少し曲げて手を離すと、針金は元の直線に戻る。この性質を「弾性」と言う。しかし、さらに曲げ続けると手を離しても針金は曲がったままの状態になり、元の形には戻らない。この性質を「塑性」と呼び、鉄の加工はこれらの性質をコントロールしながら利用して行われている。
鉄の「塑性加工」の中で最初のハードルが「熱間圧延」だ。“硬い鉄を薄く延ばす”。一見単純に思われるその技術の陰には、力学的な諸現象を解析し課題を克服する新日鉄の“形を造り込む”挑戦がある。本号から2回にわたり、高い寸法・形状精度を実現するためのメカニズムと新日鉄の技術を紹介する。



薄板圧延技術の変遷　図1



＊弾性：応力がある限界を超えない間は、応力が消失すればひずみも消失し、元の状態に帰る性質。弾性限界内の力による変形（元に戻る変形）を「弾性変形」と言う。
＊塑性：弾性の逆の性質。外力によって生じた変形が、外力を取り去っても残っているとき、塑性をもつという。力を除去しても消えない変形を「塑性変形」という。
＊応力：物体に加えられる外力によってその内部に生ずる力。単位面積当たりの力で表す。「引張り応力」「圧縮応力」「剪断応力」「ねじり応力」などがある。
＊残留応力：外力が作用していない状態で、材料や構造部材内部に存在する応力。塑性加工、熱処理や溶接により発生する。
＊FEM：有限要素法 Finite Element Method。

硬い鉄を伸ばす

時速100km以上、荷重2,000tの世界で高精度を追求

鉄の加工は大きく2つの段階に分かれる。一つは製鉄所で鉄鋼製品をつくるときに行われる加工。その種類には、目的の形に鋳込む「鋳造」や、刀のように鋼塊を叩いて形をつくる「鍛造」、熱した鋼片をダイスに通す「押出し」などがある。そして板やレール、パイプなど一般的に馴染みの深いものはほとんど「圧延」によってつくられている。さらに、そのようにして作られた製品は、二次加工メーカーやユーザーに納められ、成形やプレス加工などで自動車部品等の最終製品に加工される。

「圧延」には2種類ある。薄板製品を例にとると、加熱された約250mm厚のスラブと呼ばれる鋼片をロールで上下に挟んで押し伸ばし、最終的に最小1.2mmまで薄くする「熱間圧延」と、その圧延された鋼板を常温で、飲料缶材料などのようにさらに薄く（1mm未満）する「冷間圧延」だ。今回は、鉄の塑性加工の基本とも言える「熱間圧延」にスポットを当て、主に薄板製品の圧延を例に、そのメカニズムに迫る。

現在における薄板熱間圧延の代表的な設備はHSM（ホットストリップミル）。複数スタンドの粗圧延機群と6～7スタンドからなる仕上げ圧延機群を一直線に並べた設備だ。1,000℃以上に加熱したスラブを圧延し、最終的には全長数km、厚さ1.2～19mm程度まで薄くして、走行中に冷却し終点で巨大なトイレットペーパーのようなコイルにして捲き取る。一連の圧延機の最終スタンドにおいて鋼板は時速100km以上で走っていく（図2）。

この工程には、さまざまな技術とノウハウが集積されている。

例えば、固形物をロールで延ばすという意味では、練ったうどん粉を麺棒で薄く平らに延ばす原理と似ている。しかし、その決定的な違いは“硬さ”だ。うどん粉は軟らかいため、木製の麺棒などある程度硬い素材を使えば、小さい荷重でもうどんをスッと薄く平らに伸ばすことができる。一方、鉄を圧延する場合は、圧延している部分のロールに幅1mm当たり2t近くの荷重がかかる。たとえ加熱炉で1,200℃に熱せられた鉄でも、やはり硬い。板幅が仮に1mだとすると、約2,000tという想像を絶するような荷重が生じる。

それによってロールが変形（弾性変形）してしまい、予期せぬさまざまな現象が起こる。原理的には、うどん粉と麺棒のように圧倒的な固さの差があればロールは曲がったりへこんだりしないが、鉄よりもはるかに硬いロール素材は現実には存在しない（図3）。その中で、新たな圧延方法を考案し、ロールの変形形状を見極め、製品の板厚や板幅、平坦度の精度を高めてきたのが熱間圧延技術の挑戦史だ（図1）。

50ミクロン以下の高精度なクラウン値を追求

「硬い鉄を薄く延ばす」挑戦史の中で大きく立ちはだかったのが「クラウン（板幅方向板厚差）」と呼ばれる現象だ。圧延時にロールが大きな荷重によって変形することで、圧延された鋼板は、板端部に比べ中央部が厚くなる。その厚みの差が「クラウン」だ。特に鋼板の「クラウン」をいかに小さくして幅方向の板厚差をなくすかが、ブレイクスルーすべき技術的課題だった。材質を造り込みながら、クラウンを減少させ精度の高い断面形状を追求することが大きなテーマとなった。

クラウンの発生メカニズムを、圧延機の基本形式として多く適用されている「４重圧延機」で見てみよう（図4）。この圧延機は、実際に圧延する上下のワークロールと、それぞれを支えるバックアップロールの計４本で構成されている。板を薄くするために圧下を大きくすると大きな荷重が発生し、４本のロールは弾性変形して曲がる。その変形したロール形状によって、鋼板も幅方向で中央部が厚く端部が薄くなる。

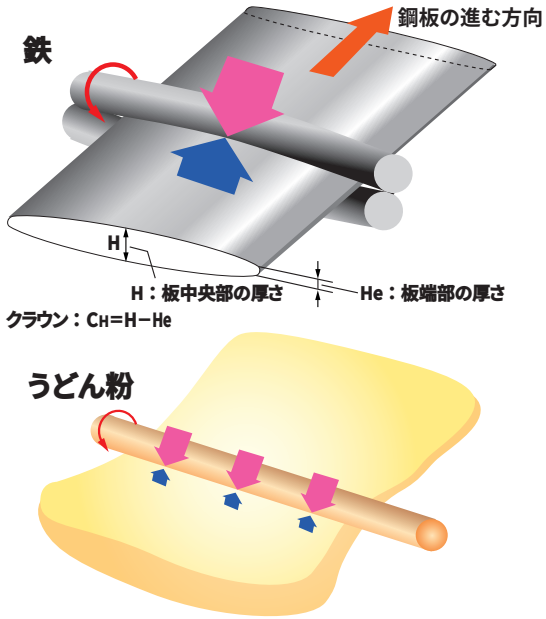
この４重圧延機のクラウン値は紙幣の厚さにも満たない50μ以下の微小なものだ。しかし鋼板に高精度のクラウン値が要求される熱延鋼板は冷間圧延で薄くして使用される。例えば電磁鋼板は、モーターやトランスの鉄心用に積層して使われるが、クラウン値が大きいと重ねた鋼板の間に隙間ができ、効率が落ちる。

1960年代後半までは、薄くなった最端部（エッジ）を切り落として板厚の差を少なくしていたが、歩留が悪いことから、「クラウン」を減少する新たな圧延機の開発が望まれるようになった。

新日鉄の技術が生んだ画期的圧延方式

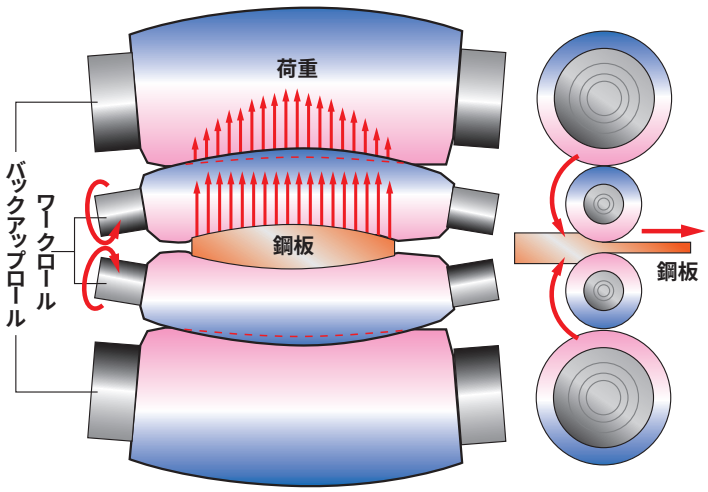
「クラウン」との戦いは、まず圧延機の改良から始まった。そして1974年、４重圧延機のバックアップロールとワークロールの間に、それぞれ中間ロールを入れた「６重圧延機（HCミル）」が登場（新日鉄と㈱日立製作所が共同開発）した。中間ロールが板幅に応じて幅方向で動き、端部にお

鉄とうどん粉の違い　図3



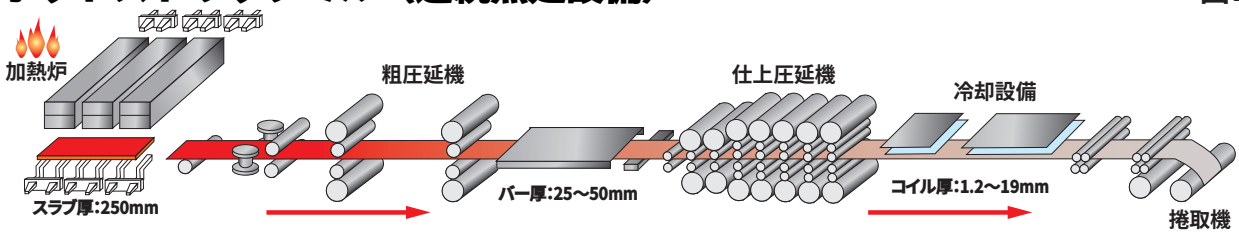
鉄の圧延は、うどん粉を麺棒で薄く平らに延ばす原理と似ている。しかしその決定的な違いは「硬さ」。鉄の場合、圧延ロールに幅1㎜あたり２t近くの荷重がかかる。

クラウンの発生メカニズム　図4



４重圧延機（ワークロールとバックアップロールで構成）は、押さえつける力を大きくすると大きな荷重が発生し、ワークロールが変形する。変形したワークロールで圧延された鋼板は、中央部が厚く端部が薄くなる。これがクラウンだ。

ホットストリップミル（連続熱延設備）　図2

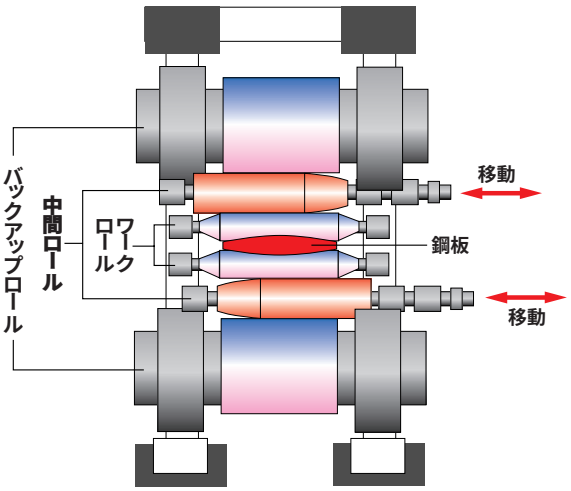


1,000℃以上に加熱したスラブを一直線に並んだ複数の圧延機で連続的に圧延し、最終的に1.2〜19㎜程度まで薄くしてコイル状に巻き取る。最終スタンドでは時速100㎞以上で鋼板が走る。

けるバックアップロールとワークロールの直接的な接触を防ぐことで、ワークロールの変形をコントロールする画期的なミルだ（図5）。中間ロールを板幅に応じて幅方向にシフトさせることによってワークロールが撓（たわ）まず強い圧下力でもクラウン値の小さい鋼板が得られるようになった。

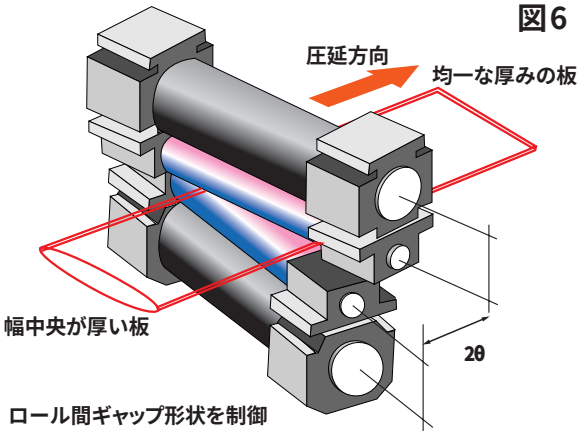
もう一つの新技術が、1984年に開発・導入した「ペアクロスミル」だ（新日鉄と三菱重工業㈱が共同開発）。このミルは、上下それぞれのバックアップロールとワークロールをペアーで約１度前後クロスさせることによって、幅方向の上下ロール間隙を変え、クラウン値の小さい鋼板を得ることができる圧延機だ（図6）。これら２つの技術はいずれも新日鉄で開発・実用化されたものだ。

ワークロールの変形をコントロールするHCミル（6重圧延機）　図5

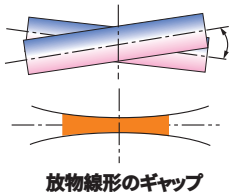


「バックアップロール」と「ワークロール」の間に「中間ロール」を入れ、ワークロールの変形をコントロールする画期的な方式。これで鋼板の端部が著しく薄くなってしまうことはなくなった。

中央部の圧下を強くできるペアクロスミル　図6



ロール間ギャップ形状を制御



上下のワークロールとバックアップロールをクロスさせることで、幅中央部の圧下力を強くすることが可能。これでクラウンが大きい板でも、クラウン値の小さい鋼板に圧延することができる。

クラウンに勝つ

平坦で、断面が長方形の鋼板を求めて

こうしてクラウンをうまく制御できる圧延機が完成した。しかし、それを使いこなすことは容易ではなかった。

鋼板を圧延するとき、圧下され薄くなった部分は基本的には長手方向（鋼板が進む方向）に伸びていく。そのため圧延された鋼板は圧延前よりも長くなるが、例えば、圧延機で、板幅中央の圧下力を高めてクラウンを小さくしようとすると、鋼板は圧下力の強い中央部が余分に長手方向に伸びてしまい、中央部が波を打ってしまう（中伸び）（図7）。

逆にハイテンなど硬い鋼板の場合は、大きな荷重が発生するためロールがたわんで端部の方が長手方向に余計に伸びるため、今度は板端部が伸びて波を打ってしまう（端伸び）（図9）。こうした異常な伸びが生じると、最悪の場合、６～７スタンドある仕上げ圧延機の途中で鋼板が引っかかりロールを破損したり板が切れたりしてしまう。

こうした異常な伸びを防ぐために、どのような圧延が良いのか。原理的には、圧延前の鋼板中央の厚さ（H）とクラウン（CH）の比率（クラウン比率：$\frac{C_H}{H}$）が、圧延の際に相似形でそのまま薄く縮小され、圧延後も同じ比率になることが望ましい。しかしその場合、波のない平坦な鋼板はできるが、クラウン比率は減少しない（図8）。これでは永久にクラウン比率を変えられないため、所定のクラウン値の小さい鋼板を造ることはできなくなる。

地道な実験と、高度な解析技術

新日鉄では、クラウン比率の変化と中伸び、端伸び等の板形状との相関関係を把握するため、地道な圧延実験を重ね、圧下力による伸びは、長手方向だけでなく幅方向にもわずかに出ることを発見した。つまり、クラウン比率を変えても圧延後の長手方向の伸びは幅方向の伸び分だけ小さくなり板形状は若干良くなる。

実験を繰り返した結果、板幅が広い、または薄いと幅方向の伸びが出にくくなりそれだけ形状の改善代が小さく、微妙にクラウン比率を変えただけで中伸びや端伸びが起こりやすい。また、ロール径が小さいと幅方向の伸びが相対的に出にくいため、そうした異常な伸びが起こりやすいことも実証した。

さらに圧延実験の過程で、“クラウンが遺伝”することも発見した。例えば、圧延前のクラウンが大きな素材を、クラウンを減少させるため、均一ロールギャップ（板厚分布）となるような圧延機設定条件で圧延する場合、鋼板の中央部が端部よりも余分に伸びようとし、圧延機を出た後に中伸びの波が出る傾向の圧延となる。

しかし、圧延機の中では鋼板はロールに押さえつけられていて波が出ることは許されない。そのため中央部の鋼板はロールと周辺の材料に拘束され“押しくら饅頭”状態になり、中央部の圧延荷重が大きくなって、鋼板に若干のロール変形がプラスされる。

つまり、本来クラウンを減らすべきところが、伸びを抑えようとする内部応力によってクラウンが少し残ってしま

う現象が起こるのだ。それを「クラウンの遺伝」と呼んでいる（図10）。「遺伝」の仕方は板厚、板幅によって異なるが、薄くなると「遺伝」も大きくなることがわかった。最初に述べた“うどん粉”の場合は、素材が軟らかいため内部応力が残らず「遺伝」は起こらないが、鉄は硬いためそうした現象が起こる。

新日鉄では、これらの発見した現象を緻密に数値解析し、クラウンの遺伝性を定量的に示す「クラウン遺伝係数」およびクラウン比率の変化や板幅、板厚、ロール径の違いによって生じる形状変化を示す「形状変化係数」を導き出した。そしてクラウン比率の変化が形状に及ぼす影響を解明し、圧延中のクラウンと形状の変化を追う理論解析技術として「クラウン・形状計算モデル」を確立した。

地道な実験と高度な理論解析によって約20年前に開発されたこのモデルは、当時世界トップクラスのもので一世を風靡し、現在でもクラウン・形状制御技術の基本となっている。

ギリギリの状態でシビアなコントロール

現在、熱間圧延はこの「クラウン・形状計算モデル」を始めとする各種の計算モデルと「設備技術」の両輪で成り立っている。地道な実験、理論解析によるモデル化、そしてそれを具現化する技術開発体制が新日鉄の強みだ。

例えば、「クラウン・形状計算モデル」を使った条件設定による「ホットストリップミル」の実圧延において、仕上げ圧延機の各スタンド間（約5m）で、中伸び、端伸びなどの程度を表す急峻度（波高さとその波ピッチの比の%表示）が2%、つまり1mにつき2cmまでの波の高さについては、圧延時に中央部の圧下力を強めてクラウン比率を下げても問題がないことがわかった。クラウン比率の変更によって形状が波打っても、次のスタンドで確実に噛み込み、徐々に後段スタンドに行くに従って所定のクラウンに減少させながら、最後のスタンドで確実に平坦に圧延すれば良い。

新日鉄は、この2%の形状変化の範囲でクラウンを減少させることができることを実圧延でも証明した。

熱間圧延のノウハウとは何だろう。まず、所定のクラウン値（断面形状）に圧延するには、最終的に時速100km以上で流れる圧延ラインにおいて、鋼の温度を測定しその時の硬さ、すなわち変形抵抗から圧延荷重を計算し、各スタンドのロール間隙、ロール回転数、クラウン、形状等を制御しなければならない。各スタンドを適切に制御するためには、「クラウン・形状計算モデル」を始めとする各種の計算モデルを使って、短時間（1秒以内）に計算して各スタンドをセットアップすることが求められる。

また、仕上げ圧延機出口の圧延状況を実際に計測し、その情報を各スタンドにフィードバックし修正制御をする。さらにエネルギーミニマムで、各スタンドのロール摩耗やモーターの疲労などをできるだけ均等にするといった計算もしながら板厚、形状、クラウンを高精度に制御している。これが、新日鉄の熱間圧延のノウハウだ。

熱間圧延は時間が勝負だ。時間が経過し、温度が下がれば硬くなりそれだけで変形に対する抵抗が強まり、圧延が困難になってしまう。熱間圧延とは、ロール自体が熱により膨張することも含め、さまざまな現象をモデル化し、いわばギリギリの状態でシビアに圧延条件をコントロールすることで初めて可能になる。

こうした“形を造り込む”優れた技術によって、クラウン値はそれぞれの鋼板の目標値(例えば30μ)に制御されている。

新日本製鉄㈱顧問　**菊間 敏夫**（きくま　としお）

1939年生まれ、群馬県出身。
1964年当社入社。1995年フェロー・プロセス技術研究所長を経て、2002年より顧問。
1987年：第33回大河内記念賞“大規模熱間圧延ミルにおける高精度・即応生産技術の開発”
1994年：科学技術庁長官賞“薄鋼板の熱間圧延プロセスにおける高精度即応生産技術の開発”
2001年：日本鉄鋼協会香村賞“鉄鋼の塑性加工技術の進歩発展及び製鉄技術の研究開発の推進”
2002年：紫綬褒章“熱間圧延による薄鋼板の高精度・高効率生産技術の開発”

クラウン比率変化と形状の関係

図7～図9

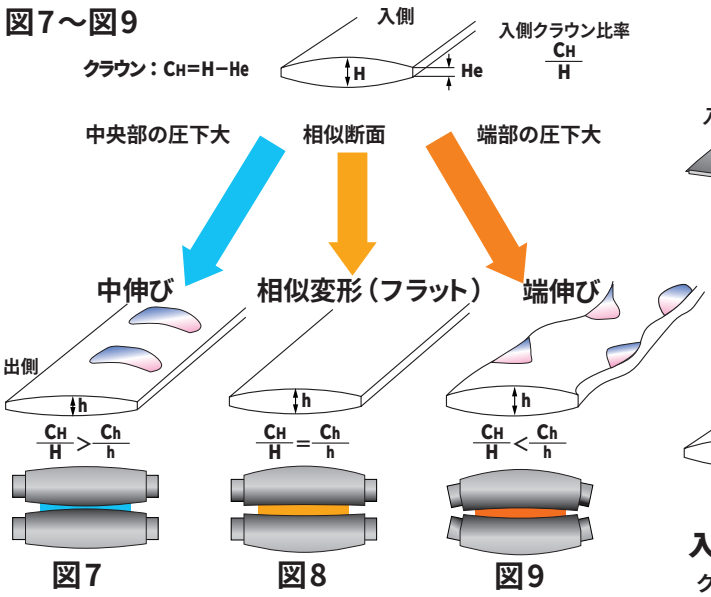
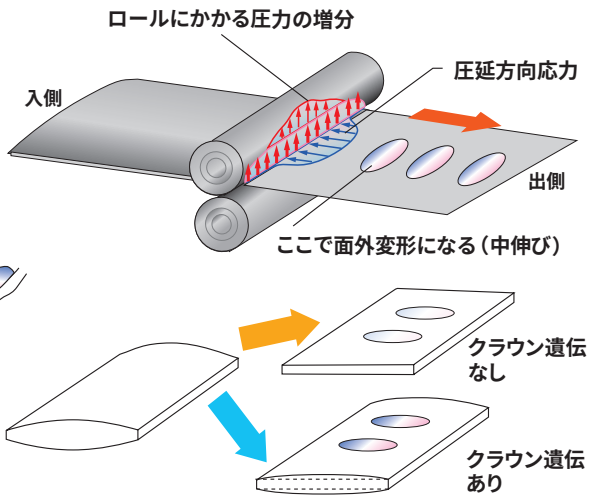


図7　図8　図9

中央部の圧下力を強くすると中央部が波を打つ「中伸び」、ハイテン材料などの硬い材料を圧延するときには「端伸び」が起きる。

クラウン遺伝の原理

図10



クラウンが大きな鋼板の板厚を均一にする際、中央部は端部より余分に伸びようとするが、ロールに押さえつけられているため、中央部の圧延荷重が大きくなる。その圧力増分だけロールが余分に変形するため、鋼板のクラウンが少し余分に残ってしまう現象。

レポート1

「製鉄用コークス炉を活用した塩素を含むプラスチックの再資源化」—全国発明表彰 発明賞を受賞

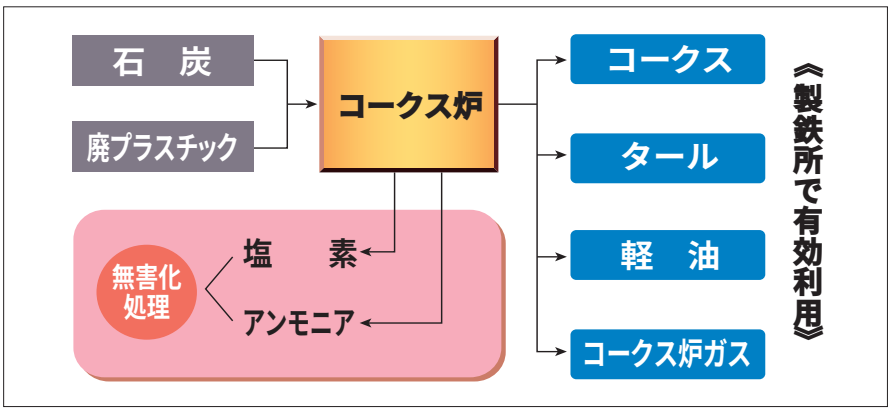
6月17日、平成15年度の全国発明表彰式が行われ、新日鉄は「製鉄用コークス炉を活用した塩素を含むプラスチックの再資源化方法」で発明賞を受賞しました。当社としては21回目の受賞となります。社会問題化していた廃プラスチックのソリューションとなる技術を紹介します。

増え続ける廃プラスチックをコークス炉を使って100%再資源化

リサイクルできずゴミとして焼却されてきた家庭用廃プラスチックは、年々増え続け、社会問題化してきた。今回表彰された「コークス炉化学原料化法」はこれに対応する技術で、製鉄用コークス炉を用いて廃プラスチックの再資源化を図り、循環型社会を構築しようとするものだ。

製鉄用コークス炉では、石炭を酸素がない密閉した室内で、約1,200℃の高温で加熱（乾留）し、主製品として製鉄原料となるコークス（固体）、副産物としてタール、軽油（液体）およびコークス炉ガスなどの化学製品を製造する。

今回の発明では、コークス炉を使って、廃プラスチックを石炭と共にコークス炉内で乾留し、化学製品として再資源化することとした。廃プラスチックから発生する塩素分は、石炭から発生するアンモニアと接触させて無害化処理される。



受賞者の声

技術総括部製鉄技術グループ部長　植松 宏志

循環型社会の構築が叫ばれている中、その解決へ向けて鉄鋼プロセスの持つ高い可能性を感じています。

技術開発本部環境・プロセス研究開発センター
製鉄研究開発部主幹研究員　加藤 健次

日本では普段の生活に身近なものが発明・実機化され、世界に発信されていますので、これからも世の中に役立つ開発を目指していきます。

全国発明表彰：
(社)発明協会が主催の、大きな社会貢献や経済効果を実績としてあげた、優れた技術の基本特許の発明者に対して授与されるもの。大河内賞、市村産業賞と並び極めて権威のある賞と言われる。

発明の成果は、地球環境への貢献

現在、新日鉄では容器包装リサイクル法（2000年より施行）で対象となる廃プラスチックを、年間12万トン再資源化している。廃プラスチックを化学製品（コークスやタール、軽油、コークス炉ガス）として100%再資源化できることから、地球にやさしく安全と品質に優れたリサイクル技術として普及し拡大している。

地球温暖化対策のための「鉄鋼連盟自主行動計画」では、製鉄業全体で2010年までに1990年に対し10%のエネルギー削減目標に加え、100万トン／年の廃プラスチック活用による1.5%相当のエネルギー削減目標が掲げられており、今回の発明はこの達成に大きく貢献する。

新日鉄の廃プラスチック再資源化実施規模

君津製鉄所	4万トン／年
名古屋製鉄所	4万トン／年
室蘭製鉄所	2万トン／年
八幡製鉄所	2万トン／年
合計	12万トン／年

4つの製鉄所で、全国の家庭から排出される廃プラスチックを受け入れており、再資源化した製品は、製鉄所内で有効利用している。

レポート2

鉄人28号のパワーでスチール缶をアピール！

スチール缶リサイクル協会では、鉄人28号をイメージキャラクターとした広告・キャンペーン活動を展開しています。
平成14年の日本のスチール缶リサイクル率は86.1%を達成し、不燃ごみからの磁石によるリサイクルをあわせると92.9%と世界トップレベル。世界に先駆けた高度のリサイクルシステムです。今回、その取り組みについてスチール缶リサイクル協会の小田武事務局長に聞きました。

スチール缶リサイクル協会　http://www.rits.or.jp/steelcan/

スチール缶の良さを もっと知って下さい

紀元前2000年のヒッタイト時代からリサイクルされている鉄。その歴史が物語るように、スチール缶は地球環境への負荷が少ない容器で、そのリサイクル率は86.1%（平成14年）と、世界トップレベルです。しかし、同協会が実施した「缶容器に関する意識調査」の結果、一般的にはスチール缶の良さがまだまだ知られていないことがわかりました。

調査によると、スチール缶と言えば「缶コーヒー」「缶詰」を思い浮かべる人が多く、「長期保存できる」「完全密封できる」「加熱殺菌できる」「中味の状態が安定している」など、スチール缶の特徴はある程度知られています。

しかし、スチール缶を「鉄だと知らない人」が4割（39.0%）近くいました。また、“環境によい”イメージの容器は、1位が「紙パック（56.2%）」2位「ガラスびん（27.2%）」3位「ペットボトル（19.0%）」で、実は食品容器の中で“リサイクル率1位”のスチール缶は5位（9.4%）。素材への関心の薄さから、身近にありながら正しく理解されていないことがわかります。さらに、デザイン性に関して評価している人が1割で、加工性・印刷性に優れているにもかかわらず、スチール缶の利点はよく知られていません。

“無限リサイクル”が可能な 優等生スチール缶

協会では、昭和48年からスチール缶のリサイクルの推進に息の長い取り組みを続けており、不燃ゴミから磁石で資源回収しているものを合わせると、実に92.9%がリサイクルされている“リサイクルの優等生”です。

まず、スチール缶は“無限リサイクル”が可能。「鉄」は、100%マテリアルリサイクルが可能な原材料のため、リサイクル率が高いほど製造工程の短縮につながる、最も環境負荷をかけない資源循環性の高い容器の一つです。

また、スチール缶は素材が強いため、他素材ではできない加工が可能だ。凹凸のあるエンボス加工やくびれ型、湯飲み型、樽型など多様な外観に対応できます。また、数十分の間、100℃以上の高温殺菌や気圧の変化に耐えることができるため、食品保存容器として安心で長期間保存することが可能です。

「鉄人28号」をイメージ キャラクターに選んだワケ

現在、スチール缶が“無限リサイクル”（フリーサイクル）、フリーデザインであることを大々的にアピールするために、「スチール缶はフリー缶」というキャッチコピーで、交差点や地下鉄の主要駅などで広告・イベントのキャンペーンを実施しています。

スチールといえば「鉄」。今回スチールを代表するイメージキャラクターに「鉄人28号」を起用しました。その不死身のパワー、正義感、安心感が、スチール缶の特性である①何度でも再生できる、②リサイクルにまじめな姿勢、③長期保存できる安心な容器、にぴったりマッチしたためです。

今後、協会では、製缶メーカー、飲料メーカーのご協力を得て、鉄人とともにスチール缶の良さを再認識して頂くために積極的にPRしていく予定です。

夏本番、今後ともスチール缶をご愛飲のほどよろしくお願い致します。

スチール缶リサイクル協会事務局長　小田 武

TP工法（チタンカバー方式のペトロラタムライニング工法）、電力会社向けに初採用

新日鉄と日鉄防蝕㈱が共同開発したTP工法（チタンカバー方式のペトロラタムライニング工法）が、今年3月、電源開発㈱石川石炭火力発電所（沖縄県石川市）の海外炭受け入れ桟橋の既設鋼管杭の防食補修工事に採用された。本工法は、カバーにチタンを使用することで防食システムの長寿命化を可能にした。電力会社で初採用となる。

従来の防食方法「FRP（繊維強化プラスチック）防食法」とほぼ同コストで高寿命化（30～40年）できる。官庁および民間での採用が増えており、現在までの施工実績は25物件に及ぶ。今後全国ベースでの営業活動を強化していく。

お問い合わせ先
チタン事業部
TEL 03-3275-5675

「大容量水蓄熱システム」が、経済産業省資源エネルギー庁長官賞を受賞

新日鉄は、「第5回電力負荷平準化機器・システム表彰」〈(財)ヒートポンプ・蓄熱センター主催〉において東京都市サービス㈱・㈱日建設計と共同で「経済産業省資源エネルギー庁長官賞」を受賞した。

今回受賞した「晴海アイランド トリトンスクエアにおける大容量水蓄熱システム」では、CO_2の排出量の削減と、夜間蓄熱による電力負荷平準化が高く評価された。

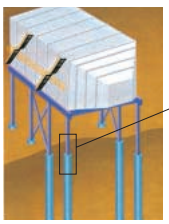
お問い合わせ先
エネルギーエンジニアリング事業部
TEL 03-3275-7326

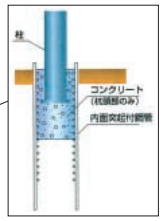
短工期・排土低減を実現する1柱1杭工法（サットインパイル）が建築評定を取得

新日鉄の「サットインパイル工法」（1本の柱に1本の杭を直接連結する基礎工法）が、本年1月、日本建築センターの評定を取得した。従来工法の杭打設および基礎フーチングと比較して、10～15%以上の工期および建設コストの縮減効果がある上、占有スペースが小さいため、建設排土の発生量を減らす事ができる。

アンカーボルト柱脚に対応したバリエーションも取り揃えており、施工方法も極めて簡易。これまでにプラント設備架構を中心に20件近くの適用があり、今後建物の他、人工地盤基礎、立体交差橋基礎等の分野へ拡大を図っていく。

お問い合わせ先
鉄構海洋事業部
TEL 03-3275-7028





中央合同庁舎第7号館整備等事業（PFI）正式契約を締結

「新日本製鉄グループ（28社）」が設立したSPC・霞が関7号館PFI㈱は、「中央合同庁舎第7号館整備等事業」の競争入札における事業者選定（平成15年4月24日）を受け、国と正式に事業契約を締結した。これは、都市再生プロジェクト（第一次決定）で国（国土交通省、文部科学省、会計検査院および金融庁）がPFI事業として行うもの。

ごみ焼却炉技術のクロスライセンスを実施

新日鉄とHitz（日立造船㈱）は、ごみ焼却炉技術のクロスライセンス（相互に保有する技術の実施許諾契約の締結）を実施した。新日鉄は自治体の採用実績が最も多いシャフト式ガス化溶融炉のトップメーカーで、日立造船はストーカ炉について世界最高水準の技術と実績を誇っている。両社が保有する技術を相互に活用し、より的確に顧客ニーズを捉えることを狙いとしている。

二酸化炭素（CO_2）地中貯留圧入実証試験で圧入設備を納入

新日鉄は、(財)地球環境産業技術研究機構（RITE）が実施している「二酸化炭素地中貯留技術研究開発」プロジェクトで、(財)エンジニアリング振興協会から国内初のCO_2圧入実証試験設備を受注し、7月7日に圧入を開始した。

この技術は、水などを通しやすい地層へCO_2を圧入し長期的に貯留するもの。本設備は、地下1,100mの帯水層へ超臨界状態のCO_2を圧入する。今後、新潟県長岡市 帝国石油㈱岩野原基地で、約1年半かけて約10,000トンのCO_2が圧入される。

お問い合わせ先
エネルギーエンジニアリング事業部
TEL 03-3275-6360

新日鉄コンサート

8・9月放送予定

毎週日曜日22:30～23:00 ニッポン放送

8月3・10日　久石譲の室内楽　ピアノ久石譲とチェロ奏者10人
17・24日　オリンピックコンサート2003　円光寺雅彦指揮、東京フィルハーモニー交響楽団、ソプラノ服越満美
31日　第13回新日鉄音楽賞 受賞記念　小菅優ピアノリサイタル

9月7・14日　第13回新日鉄音楽賞 受賞記念　小菅優ピアノリサイタル
21・28日　紀尾井シンフォニエッタ東京　尾高忠明指揮

一部地域により、放送局・放送時間が異なる場合があります。

紀尾井ホール

8・9月主催・共催公演情報から

KIOI HALL

8月30・31日　東京室内歌劇場公演
9月9日　紀尾井・いずみ・しらかわ3ホール共同プロジェクト作曲共同委嘱 アール・レスピラン第18回定期演奏会
20・21日　紀尾井朗読スペシャル　谷崎潤一郎作「春琴抄」

お問い合わせ・チケットのお申し込み先：
紀尾井ホールチケットセンター
TEL 03-3237-0061〈受付10時～19時　日・祝休〉　URL：http://www.kioi-hall.or.jp

特定規模電気事業者向け電力卸供給事業会社を設立

新日鉄・新日本石油㈱・三菱商事㈱の３社は、共同出資により、「㈱フロンティアエネルギー新潟」を設立した。同社は、新潟県新潟東港地区の新日鉄所有地に出力約11万キロワットの火力発電所を建設し、特定規模電気事業者である新日鉄と新日石に対する電力の供給を行う。

バンコク地下鉄 鋼製地中連続壁プロジェクトチームが、エンジニアリング功労者賞受賞

新日鉄と東急建設㈱が、㈱熊谷組、㈱巴コーポレーションと共同で結成した「バンコク地下鉄鋼製地中連続壁プロジェクトチーム」は、タイ・バンコク地下鉄プロジェクトのシーロム駅建設において採用された鋼製地中連続壁のエンジニアリング業務に関して、(財) エンジニアリング振興協会より第23回エンジニアリング功労者賞を受賞した。

本プロジェクトの規模は鋼製地中連続壁利用のケースとしては世界最大で、難易度の高い工事を実現させたことから国際的にも高い評価を得ている。今後、他の東南アジア諸国においても都市部の開発における鋼製地中連続壁の有効性を提案し、需要拡大に努めていく。

お問い合わせ先
建材開発技術部
TEL 03-3275-7748

(株)スピナが５０年史発行

㈱スピナが今年５月に創業50周年を迎えたのを記念し、『スピナ50年史―響き合う今日と明日』を発行した。製鉄所購買会としてスタートし地域の人々と共に歩んできた歴史や、現在の「生活密着型総合サービス企業」としての事業展開などがつづられている。同社は今後も、サービスの開拓者として、地域の人々のより良い生活環境の実現と、地元産業界の活性化のために貢献していく。

お問い合わせ先
㈱スピナ　総務課　TEL 093-671-0344

(株)ステンレス光のゴミ収納ボックス販売2万台を突破

光製鉄所のステンレスを使用した㈱ステンレス光のゴミ収納ボックス／商品名『ワンニャンカア』の販売累計数が２万台を超えた。これは犬や猫、カラスから生ゴミなどの散乱を防止するもので、全国の自治体から清潔感と優れた耐さび性が好評を博し、順調に台数を伸ばしている。

お問い合わせ先
㈱ステンレス光
TEL 0833-71-5119

日鉄化工機(株)の排水処理法「バンブーストリッパー」１号機が完成

日鉄化工機㈱の高効率排水処理システム『バンブーストリッパー』の１号機が、このたび旭硝子㈱千葉工場に完成し順調に稼動している（他社から２号機も受注）。本処理法は蒸留技術を応用しており、工場排水や地下水中の有機塩素化合物などの有害物質を環境基準値以下まで除去できる。消費蒸気量は従来設備の1/10程度で済み、有害物質を大気に放散せずに除去処理でき、有機塩化物などの有効成分は容易に回収できる。

同社は、半世紀近くにわたり環境関連プロセス装置の製造販売・工事および技術サービス事業を展開している。今後、さらに工場排水および地下水対策として、「バンブーストリッパー」の積極的な営業を展開していく。

お問い合わせ先
日鉄化工機㈱　TEL 03-5399-3513

今井敬 相談役名誉会長　オナラリー・コンパニオン勲章（オーストラリア）受章

新日鉄相談役名誉会長　今井敬（日豪経済委員会会長）が、このたび、オーストラリア政府よりオナラリー・コンパニオン勲章（*）を受章した。同勲章はオーストラリア政府が外国人に授与する勲章では最高位のもの。今回は、新日本製鐵㈱のトップとして鉄鉱石、石炭等オーストラリア資源の輸出および投資の促進への貢献ならびに、日豪経済委員会会長として、日豪両国間の経済交流発展に寄与したことが評価された。

(*) Honorary Companion in the General Division of the Order of Australia

授章式は7月17日開催された。

スペースワールド通信　★ギャラクシーサマーパーティ★ 開催中 !!　～8月31日

『HANABI イリュージョン』　©SPACE WORLD,INC

ただ今スペースワールドは、8月31日まで夏季限定のビッグイベントを盛りだくさん開催中！朝から夜まで思いっきりお楽しみいただけます。中でも人気の『HANABI イリュージョン』（8月9日～17日）は、『サンダーバード・モダンinスペースワールド』とのコラボレーションで、今夏のみ特別バージョンでお贈りします！そして9月13日からは、秋のスペシャルイベント『ブルースカイパーティ』がスタートします。お楽しみに！！

●お問い合わせ先
スペースワールド・インフォメーションセンター TEL.093-672-3600
URL　http://www.spaceworld.co.jp/

	大人（12歳～64歳）	小人（4歳～小学生）
フリーパス	3,800円	2,800円

※0～3歳・65歳以上の方は無料

文藝春秋　8月号掲載

C O N T E N T S

AUGUST&SEPTEMBER 2003 Vol.131

① 特集
特殊鋼棒鋼・BIC(Bar in Coil)
—棒線事業部

⑨ シリーズ　新日鉄made　VOL.1
画期的な耐疲労性能の「U字リブ構造」
—土木学会技術開発賞を受賞

⑪ モノづくりの原点
—科学の世界　VOL.4
形を造り込む（上）

⑮ 循環型社会の構築に向けて（7）
レポート1
「製鉄用コークス炉を活用した塩素を含むプラスチックの再資源化」
—全国発明表彰 発明賞を受賞

レポート2
鉄人28号のパワーでスチール缶をアピール！

⑰ Clipboard

新日本製鐵株式會社

●皆様からのご意見、ご感想をお待ちしております。　FAX:03-3275-5611
●新日鉄に関する情報は、インターネットでもご覧いただけます。http://www.nsc.co.jp

NIPPON STEEL MONTHLY
AUGUST & SEPTEMBER
2003年7月30日発行

新日本製鐵株式会社
〒100-8071　東京都千代田区大手町2-6-3　TEL03-3242-4111
編集発行人　総務部広報センター所長　白須 達朗

企画・編集・デザイン・印刷　株式会社 日活アド・エイジェンシー

●本誌掲載の写真及び図版・記事の無断転載を禁じます。

表紙 — 鉄のキャンバス・シリーズ
野田 裕示（のだ・ひろじ）
タイトル： 対話—時の稔
制 作 年： 2003年
（キャンバスはステンレスを使用）