N I P P O N
S T E E L
M O N T H L Y

2004 MAY VOL.138

5

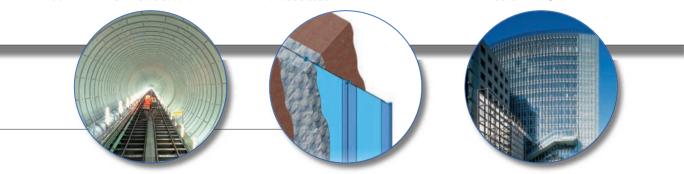
特集

暮らしに安全と安心を 新日鉄の建材商品とソリューション



暮らしに安全と安心を 新日鉄の建材商品とソリューション

今、建設マーケットでは、高度化するニーズに対応した先進的技術が求められており、新日鉄はニーズを先取りした技術開発を進め、新たな需要を開拓している。その第一のキーワードは「都市再生」だ。今回、優れた特性をもつ鉄鋼素材に"プラス"の機能・商品価値を付加し、災害や事故、環境汚染などから暮らしを守る新日鉄のさまざまな建材商品とそのソリューションを紹介する。



時代のニーズを先取りし、新技術を活かしたソリューションを

完成された新技術を マーケットに提供

新日鉄は、1901年、八幡で日本初の近代製鉄所が操業を開始して以来、構内の建築物や設備の多くを自社内の技術者が設計・施工管理してきた。また、そうした実績をもとに、社会に新たなインフラを提供し、昭和30年代にはH形鋼・鋼管杭などの主要な建設材料の製造技術・利用技術を開発し、コンクリート・木材が中心だった建材分野で新たなマーケットを確立した。

建材開発技術部長の栗山実則は、「新日鉄の土木建築事業の使命は、人々の暮らしに"安全と安心"を提供できる建材商品、ソリューションを開発することです」と語る。現在新日鉄の建材事業部では、土木基礎建材、土木加工建材、橋梁建材、建築建材、住宅建材、環境建材など、土木から建築までを広くカバーした事業を推進している。

土木建築分野では、安全性・供用性・利便性などの面から 実績が尊重され、新技術が適用されるハードルは高い。栗山 は、新日鉄の特長を次のように説明する。

「当社では新たな技術の開発にあたり、自社内の施工現場や実験設備、さらにユーザーとの共同研究でノウハウを蓄積し、完成された技術として提供することができます。また、培った経験をもとに採用後のフォローも迅速かつ的確です。 開発に対するこの姿勢により新日鉄への理解が得られ、新技術の採用につながっています」

"能動的"な技術革新で新たな需要を開拓

ここ数年、公共投資が年々減少し、建設のマーケットは縮 小傾向にある。しかし、新日鉄は新たな視点で土木建築技術 を見ている。 「昭和30年代に鋼材製品を開発した原点に立ち返り、新たなニーズを読むことが大切です。現在のキーワードは"都市再生"です。例えば、大深度地下利用に対しては『NMセグメント』や『鋼製薄肉トンネル補強工法』など新たな独自技術・商品を提供しています。これらの技術は、約10年前からニーズを先取りし技術開発を進めてきたものです」(栗山)

「建材開発技術部は、優れた鉄鋼素材に"プラス"の機能、商品価値を付加していくことを目指す」と栗山は言う。その中では、現在高まりつつあるリスクマネジメント、つまり、災害や事故、環境汚染から人々の暮らしを守るための技術開発も欠かせない。「今後、耐火性能を明確化した『FR鋼』など、リスク対策を織り込んだ商品がさらに求められていくはずです」(建材開発技術部建材技術企画グループリーダー後藤信弘)

「今後の技術開発で常に技術革新していくことが大切です。例えば、これまでの建築物は、地震に対して『防振』『耐震』といういわば"受身"の技術で対応してきましたが、現在は地震の揺れをいかに制御するかという能動的な『免震』『制震』技術が求められます。免震構造はすでに橋梁でも採用されています。今後も、能動的な技術革新によって、新たな需要を開拓していきたいと思います」と栗山は語る。



建材開発技術部長 栗山 実則



建材開発技術部 建材技術企画グループリーダー 後藤 信弘



都市再生

洪水から大都市を救う 合成セグメント 「NMセグメント」

都市型水害を防ぐ 新たな地下利用 地下河川

近年、都市部の市街化が進むにつれ、建築物は密集し、 地表の舗装化により地盤の保水機能が失われ、都市型洪 水が起きている。この治水対策として注目を浴びている のが、既存の道路等の地下深部に敷設するトンネル構造 の「地下河川」だ。現時点では海まで通じていないため 「地下貯水池」として活用され、大雨で増加した水位上昇 分の水を地下河川に流して洪水を回避する。洪水が多発 する地域から優先的に敷設し、最終的には全ての区間を つなげて海に流す計画だ。

地下河川建設が本格的に開始されたのは、大阪府寝屋 川南部地下河川「平野川調節池」(1981年建設開始)だ。 当時は、外荷重に耐える一次覆工(注1)と内水圧に対応 する二次覆工の二重構造だった。しかし、二次覆工のコ ンクリート壁に亀裂や剥離が生じるなどの問題が指摘さ れるようになった。そこで、1997年の寝屋川北部地下河 川「古川調節池」建設の際には、地下河川技術検討委員 会((財)先端建設技術センター)にて一次覆工方式が審 議され、新日鉄が開発・提案した高強度の薄肉合成セグ メント「NMセグメント」による覆工が採用された(図1)。

地下河川のベストソリューション NMセグメント

新日鉄では、1990年からNMセグメントの開発に着手し ていた。そのきっかけは、口径14m級という最大規模の シールドトンネル(注2)、東京湾横断道路の建設だ。同

図1-a NMセグメントと従来工法との比較[二次覆工省略型セグメント: NMセグメント (New Mechanically-jointed Segment)]



従来セ	グン	メント(二次覆工方式)	_ ー ーコンクリー
本体部	材	鉄筋コンクリート ダグタイル (鋳鉄)	
継手構	造	ボルト孔	
締結	法	ポルト締結方式	
止水	法	水膨張性止水材	
			_

- 覆工:トンネル外部の地山からの水圧、土圧に耐え、トンネル内空を確保するための構造体。
- 注2) シールド工法: 発進立坑から掘進機(シールド機)で地中に横穴を掘削し、掘進機の後方部にセグメントによる支保工(覆工)を順次組み立て、管路を形 成する工法。19世紀にイギリスで登場し、日本では1936年に着工の関門鉄道トンネルの建設に初採用された。

工事ではRC(鉄筋コンクリート)構造の各セグメントを ボルトで締結する自動組み立て装置が必要だった。

「このときに"ボルトレス"の発想が生まれました。そ の後、構造の合理性を追求していくうちに、五重塔から ヒントを得ました。五重塔は釘を一本も使わず、木材同 士をかみ合わせ楔(くさび)を挿入してかしめる仕口構 造が適用され、幾度の地震にも耐えた歴史的建造物です。 この"匠の技術"を利用し、隣り合うセグメントどうし を強固に接合するために二段のせん断機構を有する嵌合 (カンゴウ=はまり合う)構造が生まれました」と、建材 開発技術部マネジャー中村稔は誕生の経緯を説明する。

NMセグメントの特長は、まずこの「嵌合構造」にある。 ボルトレス継手を一方向から一動作で固定する「ワンパ ス挿入方式」で連結するため、従来工法に比べ施工効率 が格段に高い(図2)。また、覆工の外周と内周にシール 材を施し、嵌合後は4層の止水構造によって地下水の漏 水を防止している。また内空の鋼面はエポキシ系樹脂の 防食塗装を施している。

もうひとつの特長が、H形状の鋼殻の内部にコンクリー トを充填した「合成構造」だ。鉄の優れた特性(高強度 で引っ張りにも圧縮にも強い)は、地下水圧や土圧はも

ちろん、貯留時の内水圧にも耐え内部のコンクリートの剥 離や崩落を防止する。鉄はコンクリートの約10分の1の体 積で同じ圧縮力に耐えるため、RCセグメントの約6割の 覆工厚で同じ内径を確保できる。セグメントの薄肉化や広 幅化により軽量化が可能になり、現場への運搬も効率化で

「鉄の耐久性がライフサイクルコストの削減にも寄与す る上、トンネルの美観にも高い評価を得ています。横浜の みなとみらい線のみなとみらいトンネルや高島トンネルで も使用されています」と、建材営業部加工製品グループマ ネジャーの小林巖も自信を覗かせる。



建材開発技術部マネジャー 中村 稔



建材営業部加工製品グループマネジャー 小林 巖

図1-b NMセグメント構造概要図





リング継手(凹部)



リング継手(凸部)

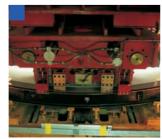




現場説明を行う建材開発技術部 土木加工建材技術グループ マネジャー 川村 彰誉

NMセグメントの組立作業 図2



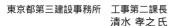






ストックヤードから施工現場に運ばれるNMセグメント(写真)。施工現場では、エレクタによる位置合わせと推進ジャッキの一押しで組立が完了する(ワンパス 挿入方式:写真 ~)。省人化による組立の効率化とエレクタ回転域外での安全作業を実現。

都民に大きな安心を提供 「神田川環状七号線地下 調節池」



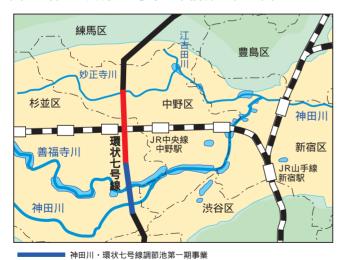


1987年、「東京都地下河川構想検討委員会」は、隅田川 以西の4水系(白子川、石神井川、神田川、目黒川)か ら東京湾に至る約30kmに、地下約40m、内径10mを超え る地下河川構想 (「環七地下河川」) を打ち出した。すで に「神田川環状七号線地下調節池」の建設が始まってお リ、第1期工事は完了し、97年4月から地下調節池の供 用がスタートした(杉並区和泉~梅里間、延長2km、貯 留能力約24万m³)。NMセグメントは、延長工事の第2期工 事に採用されている(妙正寺川~梅里間、延長2.5キロ、 貯留能力約30万m3、内径12.5m)(図3)。今年11月の完工 を目指す。

これにより、1時間に50mmの大雨が降っても中野・杉 並地域の神田川水系はあふれないことになる(第1・2 期で合計約54万m³の貯水が可能)。この事業に携わる東京 都第三建設事務所工事第二課長の清水孝之氏は、同治水 事業の意義を次のように説明する。

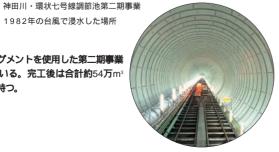
「かつて神田川は"暴れ川"と呼ばれ、2年に1回は洪 水が起こっていました。流域住民の方は洪水が心配で、 夏休みも長期の旅行ができなかったほどです。しかし第 1期の地下調節池の供用を開始した1997年以来、15回に 及ぶ実際の貯水が行われ、神田川で洪水は発生していま せん。流域住民の方々へ、大きな安心を提供している治 水事業です」

神田川環状七号線地下調節池位置図



現在、NMセグメントを使用した第二期事業 が推進されている。完工後は合計約54万m3 の貯水能力を持つ。

1982年の台風で浸水した場所



排出土を大幅に削減し、 飛躍的な高速施工も可能に



大成・熊谷・清水・東急・白石建設共同事業体 神田川シールド作業所所長 今石 尚氏

第2期工事へのNMセグメントの採用は、第1期と比較 して大きな"コスト削減"と"省力化"をもたらした。 外径は約0.5m縮小し、掘削距離1m当たり11m3の排出土を 削減した。「全延長で排出土の搬出用トラック5.300台分の 減量となり、処理費用も大幅に節約できます」(清水氏)

広幅のNMセグメントの採用でセグメント数が減り、運 搬も効率化した。また「ワンパス挿入方式」のため、円 周11個のセグメントをスピーディにリング状に組み立て ることが可能だ(図2)。同じ内径で、トンネルが0.5km長 いにもかかわらず、事業費は、第1期工事の530億円から 490億円に削減できる予定だと言う。

第2期工事の工事責任者である大成・熊谷・清水・東 急・白石建設共同事業体神田川シールド作業所所長の今 石尚氏は、「NMセグメント採用の最大の理由は、鉄が持 つ強度に加えて、他の追随を許さない止水性にある」と 言う。連結部分に貼る『セグメントシール』は、水と触 れると体積が2.5倍に膨らみ、密閉度を高めて水の侵入を 防ぎ、止水性が飛躍的に向上する(図4)

また、第2期工事は、1カ月平均で200mを掘り進む 「高速施工」が業界の注目を集めている。

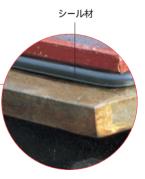
「東京湾横断道路の平均月進量は約160mでした。土壌の 硬さなどが違うので単純な比較はできませんが、200mと いう平均月進量は、内径12mを超えるシールドトンネル では最高速だと思います」(今石氏)。

現在、第2期工事には、学識者や有識者、専門技術者、 地域住民など年間約3,000人の見学者がある。清水氏は NMセグメントのさらなる進化に期待を寄せる。

「NMセグメントの納入や技術サービスのレスポンスの 良さはもちろん、品質についても、製作誤差がわずか 0.5mmという高精度を誇り、止水性も進化し続けていま す。今後、新日鉄の優れた技術開発力をベースに、NMセ グメントの機能をさらに高めてほしいと思っています」

シール材と溝 図4





覆工の外周部と内周部の2層に施されたシール材による止水機構。 漏水による覆工劣化を徹底的に防止している。

老朽化したトンネルを新工法で補強

トンネルでは定期的にメンテナンスを行っても、老朽化は 避けられない。老朽化したトンネルは補強施工によって改修 する。しかし、従来工法には、耐久性、強度、建築限界対応 性、施工性など多くの課題があった。それを解決したのが、 新日鉄が開発した「鋼製薄肉トンネル補強工法」だ(図5) 建材開発技術部土木加工建材技術グループマネジャーの広沢 規行は開発経緯を振り返る。

「1999年に起きた山陽新幹線のトンネル覆工内面のコンク リート剥落事故が、本格的な取り組みのきっかけとなりまし た。鉄を用いて、コンクリートでは困難な薄肉高強度のトン ネル内面補強工法を開発しました」

旧運輸省の外郭団体である運輸施設整備事業団が、「コン クリート構造物の安全性・信頼性の向上に関する研究」を公 募し、「高速鉄道用薄肉トンネル補強工法の基本性能に関す る研究」(筑波大学の西岡隆教授、長岡技術科学大学の杉本光 隆教授、JR東海、新日鉄の共同プロジェクト)が採用された。 短期間での開発を実現したのは、建材事業部や鉄構海洋・ エネルギー事業部における数多くの施工・構造技術の蓄積 だ。水路トンネルを対象とした鋼板を内巻きする『STM工法』 や『NMセグメント』の嵌合構造などの技術がベースとなった。 同工法は2001年、JR東海飯田線での試験工事を皮切りに、 鉄道や道路で実績をあげている。

「社会資本は、メンテナンスを行わなければ初期の機能を 維持できません。トンネルは建設から50年以上経過したもの

も多く、地方にも多くあります。この技 術は、地方都市の再生にも大いに貢献で きると思います」(広沢)。

建材開発技術部 土木加工建材技術グループマネジャー 広沢 規行



図5 施工手順と施工例

坑内測量・調査 ➡ 受け部材設置 ➡ ケージリング設置 写真1 ➡ 補強板組立 写真2 ➡ 根固め・裏込め打設 ➡ 完了 写真3

ゲージリング 設置状況



補強板組立 作業状況



写直3 組立完了



地下高速道路を支える新日鉄のソリューション

都市部の高速道路では、慢性的な渋滞と沿道の騒音公害な どを緩和するため、「地下トンネル構造」を採用する動きが 出ている。トンネルから地上出口に向かって徐々に上に向か う分岐合流部は構造が複雑なため、設計・施工の難度が高い。 建材開発技術部土木加工建材技術グループマネジャーの三宅 正人は、技術開発のポイントを次のように述べる。

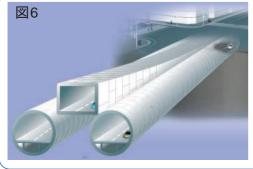
「設計段階での綿密なシミュレーションが必要で、鋼殻の 構造から設計・施工までの総括的なソリューションの構築 を目指しました。地中連続壁の施工時やトンネル掘削時に どのような力が生じるか、また、施工開始から施工後まで の地盤の応力やコンクリートのひび割れなど、あらゆる角 度から構造を検証しました。この多リング梁ばね逐次構造 解析プログラムは国内で唯一の設計ツールだ。

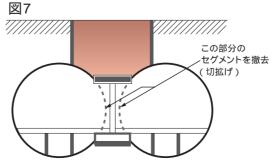
「さまざまな負荷がかかる地下開発では、プロジェクトの 検討時から施工に至るまで、特に設計・解析などのソフト 技術が重視されます。新日鉄の材料の知識と、長年蓄積し

たトップレベルの設計・開発技術でソリ ューションを提案していきます」(三宅)



建材開発技術部 土木加工建材技術グループマネジャー 三宅 正人





通常の円形トンネルとは異なる 強度が求められると同時に、狭 い空間に複雑な構造を構築しな ければならない(図6)。また、 分岐合流部を施工するために新 たに提唱された、切拡げ工法に 対応する部材も必要だ(図7)。 新日鉄では同工法に対して、強 度・延性を持ち、軽量かつ加工 性に優れたトンネル鋼殻を提案 した。

環境建材

新たな環境規制に応える 鋼製鉛直遮水壁 「<u>速水パネル工法</u>



遮水特性を高め処分場の適正化に貢献

環境問題は3つのタイプに大別できる。"公害型環境問題""地球環境問題"、そして"生活環境問題"だ。中でも、ごみ問題をはじめとする"生活環境問題"は「循環型社会形成推進基本法」の制定(2000年)以降、クローズアップされるようになった。

環境省(旧厚生省)は、1998年538カ所の不適正処分場を公表した。また同年「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準」が一部改正され、有害物質を含んだ浸出水を処分場の外に漏らさない徹底した「遮水工の要件の強化・明確化」が図られた。

さらに、顕在化する土壌汚染の対策として2003年「土 壌汚染対策法」が、投棄産廃の撤去を目的に「不法投棄 などによる産廃不法投棄原状回復特別措置法」が施行さ れた。

「公共工事全般は縮小傾向にありますが、新たな環境規制によって、新技術を必要とする市場が顕在化しています」と、建材営業部土木建材グループマネジャーの弘中隆義は語る。不適正処分場については、国が定める最終処分場の適正化への対応が求められる。建材開発技術部マネジャーの川人健二は、その対応策を次のように説明する。

「土壌汚染対策と同様、"原位置封じ込め(図1)"という共通技術が取られます。新日鉄では遮水工の要件の強化に対応して、遮水機能を高めた『鋼製鉛直遮水壁(遮水パネル)』を開発しました」

広幅化、薄肉化、独自の継手で機能を追求

新日鉄は、鋼矢板、鋼管矢板といった土留部材を販売 して70年以上の歴史と実績を持つ。近年その技術力を基 盤に環境対応型の鉛直遮水壁をメニュー化した。

「鋼矢板や鋼管矢板の機能は保持しながら、遮水機能に 特化した新たな商品開発の必要性を感じました。その結 果誕生したのが『遮水パネル』です」と、技術開発本部 鉄鋼研究所鋼構造研究開発センター主幹研究員の木下雅 敬は開発経緯を説明する。

新日鉄の遮水パネルには、次の特徴がある。まず、遮水パネルは従来の継手式遮水壁の2倍(2m~2.4m)と超広幅だ。広幅になるほど継手延長が減り、水が漏れるリスクを低減できる。また遮水機能に特化することで6

図1 汚染土壌からの有害物質流出防止(原位置封じ込め)

遮水パネル/鋼矢板
- 汚染土壌 表面遮水 粘土層 地下水 汚染 不透水層 地下水 汚染

原位置封じ込め:汚染土壌・物質が地下水に拡散することを防ぐため、透水層部 分に遮水性能のある壁を不透水層に到達するまで根入れし、汚染物や汚染土壌を 巨大な箱の状態に封じ込める方法。

図2 遮水パネルと打設フレーム



打設時には高剛性の打設フレームと遮水パネルを一体化し、地面に打設する。打 設後は打設フレームを引き抜き、地中に遮水パネルが残る仕組みだ(特許出願中)。

mmの薄肉化を実現。地盤の変形にもフレキシブルに対応する。さらに、継手充填材にアスファルトやモルタルなどさまざまな材料を組み合わせユーザーニーズにきめ細かく対応できる。

コスト面では、遮水パネルの広幅化・薄肉化は、材料・輸送費ばかりでなく、工期短縮や施工費の削減につながる。当然、施工に用いる打設フレームは、引き抜いた後で何度もリユースできる(図2)。



建材営業部 土木建材グループ マネジャー 弘中 隆義



建材開発技術部 マネジャー 川人 健二



技術開発本部 鉄鋼研究所 鋼構造研究開発センター 主幹研究員 木下 雅敬

地域住民の信頼に応える 環境ソリューション

かつては十中の構築物は壊れないという認識があった が、阪神淡路大震災の際に、地上部分にまだ建物がない 土中の鉄筋コンクリート杭にひび割れが発生している事 例が見つかった。地震によって土中の杭が損傷するとい う事実を物語っている。

そこで新日鉄では、全社の土木技術を担う環境・プロ セス研究開発センターで土中壁体の地震時挙動と損傷評 価手法を開発し、ソイルセメント壁の耐震性を検証した (図3)

「TRD工法(注)で築造されたソイルセメント壁は、品質 の高い遮水壁を作ることができます。しかし、レベル1地 震動(構造物の耐用期間内に数回発生する地震)で性能 を照査した結果、地盤条件によってはソイルセメント壁 にひび割れが発生し遮水性能が低下する箇所があること が分かりました。そこで、地震によって壁にひび割れが発 生しても、壁中に遮水パネルを芯材として挿入することで、 遮水性能を確保する構造を提案しました」(川人)(図4)。

地震を想定した対策が評価され、新日鉄の遮水パネルは 八千代市一般廃棄物最終処分場遮水施設に採用された。

施工を担当する㈱奥村組東京支社八千代処分場工事所所 長の服部末彦氏は次のように語る。

「新日鉄が正確な解析によって地震時の遮水性能を検証 し、対策案を含めて提案したソリューションが、遮水パ ネル採用のポイントになりました。また、同パネルは2 mという広幅で継手が最も少なく、実験データで継手の 耐震性能も確保しており、部材そのものの信頼性が高い と言えます」

今後は、最終処分場の再生案件が増

㈱奥村組 東京支社八千代処分場工事所

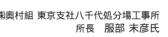
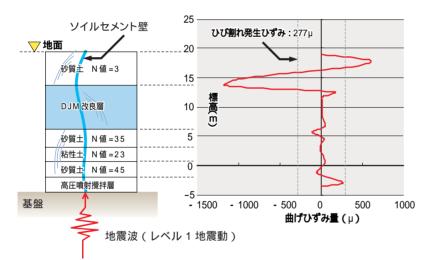


図3 ソイルセメント壁の地震時安定性の検討



ソイルセメント壁:原位置の地盤にセメントミルクを混合して築造した低強度の壁で、仮設土留や遮水 壁として使用されている。

図4 芯材による漏水対策 遮水パネル ソイルセメント壁 ひび割れ 芯材 発生部 根入れ 2.5 m ソイル セメント壁

(注)TRD工法:地盤に挿入したチェーンソー型のカッターをベースマシンと接続して横方向に移動させ、 地盤切削と切削土と固化液の攪拌を同時に行い、地中に等厚で連続したソイルセメント壁をつくる。

遮水パネルの施工 図5

遮水パネルと 打設フレーム の一体化



ソイルセメ ントの造成、 定規の設置



遮水パネル+ 打設フレーム の自沈打設 開始



打設フレーム を引き抜き 打設完了



固化後の遮水 壁(中央が遮 水パネル) 継手にはモル タルを充填し、 遮水性と耐震 性を確保



加することが期待される。超広幅な鋼製部材である遮水 パネルは、耐震性をはじめとする新たな機能開拓によっ て市場を拡大できると、弘中は意気込みを語る。

「耐震性など必要な市場ニーズをつかむことができまし た。新規市場に対して、今後も技術・営業・開発の三位 一体で、優れたソリューションを提案していきます」

また、服部氏は遮水パネルの施工性のさらなる向上に 期待を寄せている。

「施工第一号ということで、㈱テノックスには、あらゆ るリスクを視野に入れ、施工準備をしていただきました。 今回、自沈で埋没する遮水パネル工法のメリットが実証 されましたが、今後、さらに施工技術が高まっていくも のと期待しています(図5)」

川人は次のように締めくくった。

「今回の八千代市の実績が今後の処分場再生案件の先駆 けとなることを期待しています。原位置封じ込めという 共通技術に対して、地域の方々が安心して共存できる環 境を作ることが最終の目標です。そのためにさらに信頼 性を高めた継手も開発中です。ソイルセメント壁との複 合丁法だけでなく、単独壁による実現も目指しています」

「丈夫でしなやかな鉄」から生まれた遮水パネルに期待

名古屋工業大学教授 工学博士 中井 照夫氏(都市社会工学科)

処分場の遮水壁で重要なことは、ある程度の変形が起 きても遮水機能が保持されることです。地震時には固い 所に応力が集中します。阪神淡路大震災で基礎杭が折れ たのも杭が地盤の変形に追従できなかったからです。

その点、地盤の変形にフレキシブルに対応できる "しなやかさと強度を持つ鉄"を使った新日鉄の遮水パ ネルは非常に適しています。鉄は硬いというイメージ

がありますが、"しなやかさ"とい う機能に着目した発想がユニークで す。

今後、モデル実験と数値解析を重 ね、さらに防食性も高めることで、 複雑な地盤構造を持つ日本に適した 工法として需要が高まるでしょう。



建築耐火

先進的耐火ソリューションで 安全性とデザイン性を高める

写真提供:(株)久米設計



的確な耐火性能を導く耐火設計

オフィスなどでは、火災時に爆発的な燃焼(フラッシュ オーバー)が起こり、鉄骨建築の場合、鋼材が1,000 以上 の高温に包まれることがある。このような火熱にさらされ ると、鋼材の強度が下がり、骨組が大きく変形して、最悪 の場合は建物が倒壊する。鉄骨を耐火被覆で保護すること が必要になり、火災時間が長くなるほど厚い耐火被覆が必 要だ。

従来の建物では、最上階から数えて4以内の階は1時間、 5以上14以内の階は2時間、15以上の階は3時間の火災に 耐えるように耐火被覆を施すことが義務付けられていた (図1)。そして耐火被覆の厚さも、被覆材の種別ごとに必 要時間に応じた値が定められていた。

この耐火の基準は、40年以上前に、当時の技術レベルや 社会要請をもとに設定されたものだ。現実の火災は、高層 階ほど短時間化するわけではなく、高温強度が低い鋼材で は、同一の被覆でも、短時間の火災にしか耐えることはで きない。

それにも関わらず、建物の安全性と経済性を両立させな ければならないため、従来の耐火規定は、総じて過剰な設 定となり部分的には過少な設定になっていた。その課題を 克服するのが「耐火設計」だ。建材開発技術部建築建材技 術グループマネジャーの雑喉(ざこう)良介は、耐火設計を 次のように説明する。

「現在では、室の用途や開口寸法、建築部材の荷重条件 や熱特性、耐火被覆の仕様などを考慮して建物の火災時間 や建築部材の耐火時間を精度良くシミュレーションする技

術が開発されています。また、FR鋼や、 鋼管内部にコンクリートを充填したCFT 造など、耐火性能に優れた部材も開発さ れており、穏やかな火災しか起きない個



建材開発技術部 建築建材技術グループマネジャー

所では、耐火被覆を施さなくても必要な耐火時間を確保す ることができます。これらの技術を駆使して安全かつ無駄 のない耐火仕様を算定し、ユーザーに提案するのが"耐火 ソリューション"です」

耐火設計の扉を開いた「FR鋼」の開発

旧建設省では、従来規定の課題を克服する突破口として、 1982年から、建築物の火災条件や使用材料の高温特性を基 に建築物の防災安全性を総合的に評価する「建築物の総合 防火設計法の開発(5カ年計画)」に取り組んでいた。新日 鉄が1989年に世界に先駆けて開発した「FR鋼」は、この新 しい設計概念を初めて実用化した"鋼材とその利用技術" からなる総合技術だ。

使用材料の高温特性を考慮して耐火被覆の必要な厚さを 決定するためには、その材料が、ある温度でどのように変 形し、いくらの荷重に耐えるかが保証値レベルで明確にさ れていなければならない。また、この現象を個々の建物の 火災条件に応じてシミュレーションできる解析技術を備え ていなければならない。

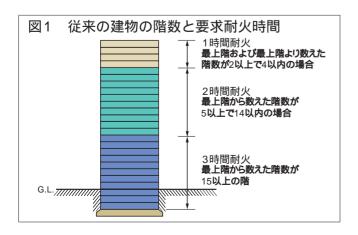
FR鋼は、高温特性の保証値を明確化し、この値を満足す るよう造り込みを行った世界初の建築構造用鋼材だ。火災 時のシミュレーション技術も開発した上、合金を添加して 一般的な鋼材よりもさらに耐熱性能を高めた。現在では、 年間100棟超の建物にFR鋼が採用されている。

火災安全に関係する基準について研究し、建築基準法防 火関連規定全般のメンテナンスに関して技術的サポートを 行う国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部防火基 準研究室室長の河野守氏は、次のように評価する。

「鉄はもともと安定した性能を持ち、構造的影響や火災時 の材質変化などを予測しやすい、他の材料にはない優れた 性質を備えています。1989年に発売された新日鉄の『FR鋼』 はその代表的な建築材料です」

シカゴ大火以来の100年間の流れを変える

1988年に完了した「建築物の総合防火設計法の開発」に 基づく耐火設計は、FR鋼やその後に開発されたCFT造など、 耐熱特性が明確化された特殊な材料を用いた部分のみに限 定して適用が認められてきたが、その成果に触発された新 たな研究も踏まえ、2000年6月には「建築基準法」が改正さ れ、一般的な材料を用いた部分にも耐火設計が利用できる ことになった。



「1871年に発生したシカゴ大火以来、"耐火被覆の種別と 厚さを直接的に規定して建築物を守る"という考え方が 脈々と受け継がれてきた中で、これは画期的な変化でした。 しかし、現在の性能規定はまだ完全なものではありません。 ようやく"動き出した"というのが実感です」(河野氏)。

法律の規定では、従来規定との連続性や、専門家でない 人々に対しても単純で分かりやすいことが求められる。例 えば、骨組を構成する柱と梁は、互いに独立した構造体と みなして個別に検討する。温度による荷重や剛性の変化に は触れずに、鋼材強度の温度変化のみに着目して評価する 等の簡略化が行われている。そのため耐震規定では考慮さ れているが、耐火規定では考慮されていない事項も多数存 在する。

「本来、建築物は連続した構造です。法律の基準を作る立 場にある私たちは、そのような法律のくいちがいを是正し

ながら、国民に提供すべき建築物の安全 性と産業界ニーズの整合性をとる、パイ プ役としての機能を果たしていきたいと 考えています」(河野氏)。



国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部 防火基準研究室室長 河野 守氏

無被覆鋼材がストレートなデザインを実現 明治大学アカデミーコモン

2004年3月に竣工した明治大学アカデミーコモン(東京都 千代田区)で、新日鉄の耐火設計が採用された。「社会に開 かれた、人に優しい生涯教育の拠点として、多くの人々が 出会い、交流し、知を発信する舞台」というコンセプトの もと設計されたアカデミーコモンは、同大学の新たなシン ボル的施設だ。

アカデミーコモンは、ガラスのカーテンウォールで囲わ れた構造だ。同施設を設計した㈱久米設計設計部主管の上 田克行氏は、耐火設計の採用経緯を次のように説明する。

「神田駿河台に建つ21世紀の新しい都心型大学に対し、 我々が提起した "開放性と透明性"というテーマの完成度 を高めるためには、ガラスのカーテンウォールだけでなく、 構造を支える鋼管柱をできる限りスリム化する必要があり ました。そこで鋼管柱の耐火被覆を最少化できる耐火設計 に着目し、新日鉄のコンサルティングのもと、ほとんどす べての柱を無耐火被覆の構造とすることができました。大 学側には火災時の安全性と設計の考え方を説明する必要が ありましたが、理論的な検証を踏まえた耐火設計は、非常 に説得力を持ちました」

無被覆で鋼材を使用することで、" 鉄骨の質感 "を活かし、 教育施設にふさわしい清楚な空間デザインを実現した。そ の効果を最大化するために、通常、施工効率上フロアの上 に出てしまう溶接ジョイント部を、室内からは見えない OAフロアの下に持っていくなどの工夫が凝らされた。今 回の設計では、スリムな柱が並ぶ開放的な空間を意識して、 上階から下階へ鋼管柱が11m貫通したエントランスホール が設置されている。

「無駄なものが削ぎ落とされたストレートさが、無被覆鉄 骨の最大の特徴です。この柱は大変目に付く存在なので、

建築関係の方々から、『どうやって仕上げたのか』という質 問をよく受けます。耐火設計によるものだと説明すると、 皆さん驚かれます」(上田氏)。

デザインと耐火ソリューションの コラボレーション

アカデミーコモンは、社会に開かれた大学施設であると同 時に、建築物のあり方を"社会に発信する拠点"でもある。

「コストを抑えながら、高い安全性と画期的なデザインを 実現しました。耐火設計の導入により、我々が望んだ効果

を設計上最大限に反映することができ たのではないでしょうか」(上田氏)

新日鉄に対して、設計者は、材料使 用における一歩踏み込んだ"コンサル



(株)久米設計設計部主管 上田 克行氏

ティング"を期待している。使用環境に合わせて鋼材特性 に応じた最良の提案することによって、アカデミーコモン のような画期的設計を具現化できるチャンスが生まれる。

「アカデミーコモンでは、実施設計に入る少し前から、新 日鉄より耐火設計のコンサルティングを受けました。この 実績を今後さらに発展させ、美しく、長く使っていただけ る"本質に近い建物"を実現していきたいと思います」(上 田氏》

現在、新日鉄では、羽田空港ターミナルビル、東京競馬 場などの耐火設計も行っている。最後に雑喉は今後の抱負 を次のように語った。

「鉄鋼材料は、ニーズに応じた性能を造り込むことができ、 その性能を明確に示す優れた素材です。FR鋼は耐熱性能を 明確化し、耐火分野の性能規定化を牽引する役割を果たし てきました。耐震分野においても、素材の性能をより明確 にしていくことが設計技術や施工技術の高度化につながり ます。今後も、一歩踏み込んだ設計提案型のソリューショ ン活動に尽力していきます」

明治大学アカデミーコモン



横造を支える鋼管柱(内部)





11m**の鋼管柱が貫通するエントラン**ス

写真提供:(株)久米設計

途:学校

模:地上11階、地下2階、2万6,000m² 建設場所:東京都千代田区神田駿河台1丁目

主:明治大学、設計:㈱久米設計、施工:鹿島建設㈱



ファサード Photo: 大野 繁 (写真家)

モノづくりの原点 — 科学の世界 VOL.11

館を生み出す

その1 製鋼法の主流 転炉法

日常生活の中で私たちが利用している鉄鋼製品のほとんどは 「鋼(はがね)」から作られている。現代は「鋼の時代」だ。 高炉ではコークスで鉄鉱石を還元するため、そこで生まれる 銑鉄には炭素分が多く含まれている(約4.5%)。この銑鉄は 粘りがなくもろい。このもろさの原因となる炭素、燐(リン) 硫黄(サルファ)、および珪素などの不純物をできるだけ取り 除いて粘りのある強靭な鉄にする。それが「鋼」だ。今回から 4回シリーズで強靱な鋼を生み出す科学の世界を紹介する。

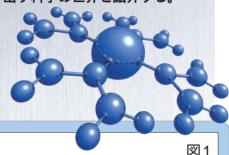


図2

工業用鉄類の分類

科学的純鉄 炭素% 1 0

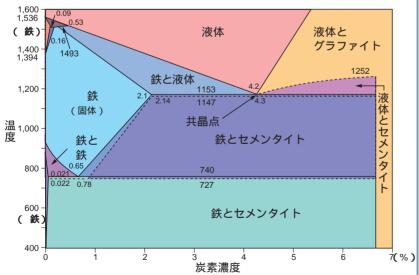
工業用鉄類

鉄

工業用純鉄 「炭素% 1=0.~0.007 「炭素% 1=0.007~1.2

鋳鉄または銑鉄 「炭素% 1=2.0 ~ 4.5

鉄と炭素の状態図



鉄も他の物質と同様に、高温になると溶けて液体になる。固体鉄が液体に変化する最も 温度の低いところが「共晶点温度」。 炭素を 2%以上含む鉄は、共晶点温度以上になる と溶け始める。固体としての鉄は、炭素を約2%まで溶け込ませることができる。

注釈/共晶 温度の下降に伴って液体から2種の固体が一定の割合で同時に出てくる現象、およびそ の結果生じた混合物のこと。鉄の共晶点温度では、炭化鉄 (セメンタイト) あるいは黒鉛 (グラファイト)と鉄が同時に出てくる。

「錙」をつくる

固体の状態で鉄に炭素が飽和する炭素濃度 の最高は約2%で、状態図上ではそれ以下の ものを「鋼」と言い、それ以上のものを「鋳 鉄」と呼ぶ。通常、加工に耐える延びがあり、 鉄鋼製品として使用できるものを鋼と呼ぶ が、その炭素含有量は1.2%以下が一般的だ。 一方、炭素を2%以上含む鋳鉄はたたくと割 れてしまうため、融点の低さを利用して鋳型 に流し込み製品化する(図1)。

さらに詳しく説明すると、鉄も他の物質と 同様に、高温になると溶けて液体になるが、 固体鉄が液体に変化する最も温度の低いとこ ろが「共晶点温度(注釈)」だ。炭素を2% 以上含む鉄は、この共晶点温度以上に温度を 上げると溶け始めてしまう。固体としての鉄 は、炭素を約2%まで溶け込ませることがで き、それ以下のものが状態図上の「鋼」とな

炭素濃度2%以上の融点の低い鉄は、鋳型 などで形を整える鋳鉄だ。その場合、全てが 液体となる温度が最も低いのは炭素4.2~ 4.3%の場合であり、そこが鉄 - 炭素 2 成分 系(2元系)の共晶点温度となる。

「鋼」づくりの進化

炭素 2%以下の鋼は、紀元前3000~5000年 頃のメソポタミアや、エジプトの古墳から出 土した「隕鉄」にも見られる。隕鉄とは宇宙 から落ちてきた隕石のうち、ニッケル、鉄成 分を70%以上含むものだ。当時はその隕鉄を 使って装飾品などが作られていた。

その後、紀元前1500~2000年頃の古代オリ エント地方(現在のトルコ地方)で、木炭を 炭素源として鉄鉱石を還元する製鉄方法が登 場した。しかし、当初は燃焼温度をそれほど 上げられなかったため(おおむね共晶点温度 以下)炭素が溶け込みやすい液体の鉄が得 られず、還元後は必然的に最初から2%以下 の炭素を含んだ固体の鋼となっていた。固体 とは言ってもスポンジのような海綿鉄だ。

この場合、鉄鉱石に含まれる不純物(脈石 分)がそのまま鋼の中に多く残るため、たた いて(鍛冶により)不純物を取り除く必要が あった。温度を上げて液体化できれば、こう

した不純物が比重差で分離除去できるため、たたく必 要はない。

木炭還元の加熱方法が改良され温度が高くなってく ると、液体と固体が混ざった鉄が還元されるようにな った。それでも不純物が残るためたたき出す必要があ った。日本古来の製鉄法「たたら」の源流「のだたら」 は、固体または固体と液体が混ざり合った鋼であった ため、たたく必要があった。製造時に日本刀をたたく のは、鋼中の組織を緻密にするとともに、不純物を取 り除くためでもある。

18世紀初頭に、イギリスでコークスによる高炉法が登 場し、さらなる高温化が可能になり、完全な液体状態で の還元が可能になった。液体には炭素が溶け込みやすい ため、炭素濃度4.5%程度の融点が低い銑鉄となる。液 体の状態であれば比重差から不純物を除去しやすい。

一方で、もろさの原因となる燐や硫黄などの元素も 還元され溶け込みやすくなる。その数値は固体に比べ、 燐が約8倍、硫黄は約30倍にもなる。そこで「製鋼プ ロセス」では、炭素を除去するとともに、燐や硫黄な どの不純物を取り除くことが重要な役割となる。

製鋼法の主流 - 転炉法

現在、製鋼法の主流を占めるのが転炉法だ。転炉法 による製鋼プロセスは、脱炭精錬前に溶銑中の燐や硫 黄を取る「溶銑予備処理」と、炭素を取る「一次精錬」 そしてその後、溶鋼中に残った水素や窒素などの気体 を抜き、必要に応じてさらに硫黄を取り、かつ成分調 整の合金添加を行う「二次精錬」で成り立つ(図3)

製鋼プロセスの中心となる転炉(写真1)はつぼ型 (洋梨型)で、この中で銑鉄が鋼に精錬される。まず少 量の鉄スクラップが装入され、次に高炉から出銑され た溶銑が溶銑鍋(溶銑を運搬する容器)から流し込ま れ、炭酸カルシウム(生石灰)を主成分としたスラグ 原料を加え転炉内での精錬が始まる。 1 cm²当たり約 10kgの大きな圧力で酸素を吹き込み、攪拌し、その酸 素が銑鉄中の炭素、珪素、燐、マンガンなどと急速に 反応し、燃焼による高熱が発生する。

ここで生じた酸化物は炭酸カルシウムと結び付き、 スラグとして安定化する。この酸化反応によって炭素 が除去されるとともに、燐や珪素は比重が軽く上部に 浮上するスラグに取り除かれ、低炭素で不純物の少な い鋼が生まれる(図4)。

鋼はこうしてつくられるが、それでもまだ微量の酸 素や不純物が残る。そこでこれらの成分をさらに取り 除いて成分を調整する(二次精錬)。不純物の少ない高 級鋼を製造するためには不可欠な工程だ。二次精錬の 方法は多様だが、真空の容器に溶鋼を吸い上げ、また

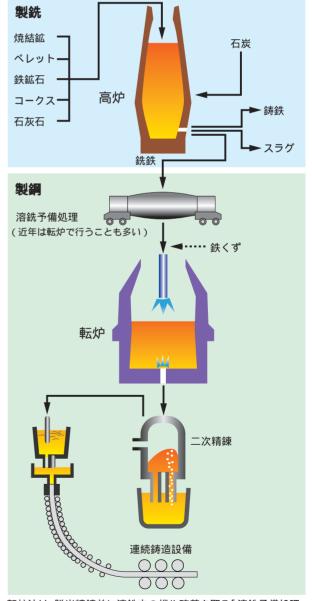
転炉

写真1



転炉では「銑鉄」が「鋼」に精錬される。まず少量の鉄スクラップを 入れ、次に高炉から出銑された溶銑を、溶銑を運搬する容器の溶銑 鍋から流し込み、精錬が始まる。

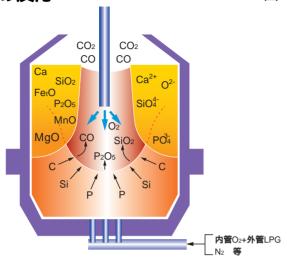
転炉法による製鋼プロセス 図3



転炉法は、脱炭精錬前に溶銑中の燐や硫黄を取る「溶銑予備処理」 と、炭素を取る「一次精錬」、溶鋼中の水素・窒素や、必要に応じて 硫黄を取り除き成分調整として合金添加を行う「二次精錬」から成る。

転炉内の反応

図4



大きな圧力で酸素を吹き込み、攪拌。酸素は銑鉄中の炭素、珪素、燐、 マンガンなどと反応し、高熱が発生する。

酸化物はスラグとして安定化される。酸化反応によって炭素が少なくなり、 燐や珪素はスラグに取りこまれ、低炭素で不純物の少ない「鋼」が生まれる。

スラグ内反応	スラグ/メタ	ル界面、メタル/:	ガス界面反応
(CaO)-(Ca ²⁺)+(O ²⁻)	脱P反応	$[P]+\frac{3}{2}(O^{2})+O_{2}(g)$	→(PO ₄ ³⁻)
$(SiO_2)+(2O^{2-})-(SiO_4^{4-})$		[P]+3/2(O ²⁻)+2(FetC) (PO4 -)+2t[Fe]
(Fe ₁ O)(2-2t)(Fe ³⁺) +(3t-2)(Fe ²⁺)+(O ²⁻)	脱C反応	[C]+ $\frac{1}{2}$ O2(g)	→CO(g)
+(3t-2)(Fe ²⁺)+(O ²⁻)		[C]+(FetO)	→CO(g)+t[Fe]
	脱Si反応	[Si]+O ₂ (g)	→(SiO ₂)
		[Si]+2(FetO)	→(SiO ₂)+2t[Fe]
	FeOの生成反応	t[Fe]+ 1 O2(g)	→(Fet+O)

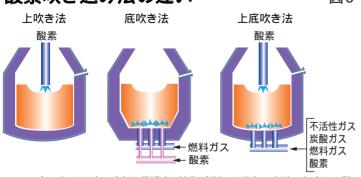
平炉の構造 溶解室 溶解室 Ш

1856年に登場した「平炉(蓄熱炉)」では、銑鉄とスクラップを入れて、 蓄熱室で加熱した空気で燃料を燃焼させ、その熱を反射盤で炉全体に回し 溶鋼を作る。

酸素吹き込み法の違い

図6

図5



1949年、上から吹 くだけで十分に溶銑 が攪拌されることが が実用化された。

底部を保護する技術が現れ、 現在の主流。上吹きで酸 再び底吹き転炉が登場。 攪拌力が強く反応速度は 拌力の強い底吹きを補 わかり、「上吹き転炉」 速いが、上部の温度が上 完的に行う手法。 がりにくかった。

素を吹き込みながら、攪

はアルゴンガスなどの不活性ガスを吹き込ん で還流させて、炭素、酸素、窒素、水素など の不要な成分をガスとして抜いてしまう「真 空脱ガス技術」が広く用いられている。また、 減圧下で酸素を吹き込んだり(インジェクシ ョン) 上吹きランス(酸素を吹き込むパイプ) から吹き付けると一酸化炭素ガスの発生が促 進されて、さらに炭素を下げることができる。

「外部燃料を使わない」転炉

現在の転炉の原型(酸性底吹き転炉法)は、 1856年、イギリス軍の砲身用材料開発の要請 を受けたH.ベッセマーによって発明された。 当初は、転炉底のノズルから空気(酸素)を 吹き込む「底吹き」で、銑鉄中の炭素を一酸 化炭素、二酸化炭素に変換して取り除いた。

しかし、この「ベッセマー転炉」の炉壁は 酸性酸化物の珪石(酸化シリコン)でできて おり、空気をいくら吹き込んでも不純物であ る燐が取り除けなかった。通常、燐は燐酸と して酸化させ除去するが、分離除去する燐酸 がうまく溶け込むスラグが、珪石を用いた炉 壁の転炉ではできなかったためだ。

一般的に、スラグ中の酸化カルシウムの濃 度が高いほど燐酸が安定して燐が取りやすく なるが、ベッセマー転炉の耐火物に使われた 珪石が溶けて増加すると燐を除去しにくくな る。燐濃度が高い鋼はもろくなるため、この 転炉法では製鉄原料の制約があり、燐を含ま ない鉄鉱石を選ぶ必要があった。

1879年に登場した「トーマス転炉(塩基性 底吹き転炉法)」も「底吹き」方式だが、炉壁 が酸化カルシウムと酸化マグネシウムをベー スとした耐火物で作られている。酸化カルシ ウムと酸化鉄があれば、溶銑中の燐を酸化さ せ、それを化学的に安定させてスラグ中に取 り込むことができる。

それと並行し、1856年に登場した「平炉 (蓄熱炉)」(図5)が、アメリカを中心に普及し た。銑鉄(炭素約4.5%)と市場の鉄スクラッ プ(低炭素の鋼材)を入れて、蓄熱室で加熱 した空気で燃料を燃焼させ、その熱を反射盤 で炉全体に回し、加熱しながら不純物を酸化 させて溶鋼をつくる方法だ。炭素濃度が高い 銑鉄と、すでに炭素が除去された鋼のスクラ ップを混ぜて炭素濃度を薄めることができる。

しかし、平炉では冷えた銑鉄やスクラップ

を使用するため加熱に時間がかかり、精錬処理には約 10時間(1960年代には約3時間まで短縮された)も要 した(転炉の処理時間:約30分)。そのため平炉は徐々 に衰退し、1960年代を境にわが国からは姿を消した。

転炉の大きな特徴は、溶銑の炭素量が多いため、こ れを燃やして熱を生み出す「外部燃料を使わない自家 発熱」だということだ。これに対して平炉は、炭素量 が少ないスクラップを使うため、外部からの熱供給が 必要になる。

進化する転炉法 「酸素吹き込み法」の変遷

鋼の精錬に不可欠な酸素は、当初大気をそのまま利 用していた。しかし大気中には窒素が80%もあり、窒 素が熱を奪うため溶銑の温度が下がってしまう。その 後、空気液化装置が発明されて、純酸素を廉価に製造 する方法が現れ、その酸素を使うことでこの課題を解 決できるようになった。

しかし、底吹きで純酸素を吹き込むと、底部の耐火 物の消耗が激しくなる。実は従来、窒素はその消耗を 抑える役割を果たしていた。しばらくの間は、底部が 消耗しないように酸素濃度を調整したトーマス転炉と 平炉が併用されていた時代があった。トーマス転炉で は、燐濃度の高い鉱石を還元して得られた溶銑を用い て、燐の酸化熱も使って温度を上げていた。

その後、1949年には酸素を底から吹いて攪拌しなく ても、上から吹くだけで十分に溶銑が攪拌されること が分かり、「上吹き転炉」が実用化された。最初は上 からノズルを深く溶銑の中に差し込んでいたが、ある ときそのノズルが折れていたにもかかわらず、十分に 脱炭できたことで発見された技術だ。

次に、底部を保護する純酸素の底吹き技術が現れ、

再び底吹き転炉が登場。しかし、攪拌力が強い底吹き は反応速度は速いが、上部の温度が上がりにくいなど の課題があった。そこで、上吹きで酸素を吹き込みな がら、攪拌力の強い底吹きを補完的に行う方法が考案 された。また、高炭素鋼などをつくる場合は、底吹き には酸素を使わず、アルゴン、窒素などの攪拌用のガ スを用いて、炉底部の消耗を抑える方法なども考案さ れた。現在はこの「上底吹き転炉」が主流になり、上 から吹き込まれる酸素と底部からの攪拌力によって製 鋼時間は飛躍的に短縮された(図6)

酸素ガスの底吹き羽口の耐火物は、炭素や鉄の燃焼 による過酷な高温環境下に置かれるため、冷却しなけ ればならない。純酸素底吹きではプロパンガスやメタ ンガスなど、熱分解時に吸熱・冷却効果があるガスを 2重管ノズルの外管に流して、耐火物の温度上昇を抑 えている。ノズル内管からは酸素を吹いて炭素や燐を 燃やし、外側には冷却用ガスを流す2重管構造だ。

こうして転炉法は約150年の歴史を経て進化を遂げ てきた(表1)。



監修 新日本製鉄㈱フェロー 松宮 徹(まつみや とおる)

プロフィール

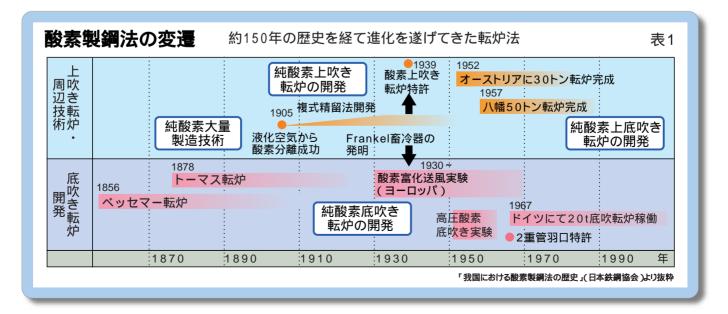
1949年生まれ、京都府出身。 1973年入社。2001年よりフェロー

1980年:日本塑性加工学会 会田技術奨励賞

1985年:日本鉄鋼協会 俵論文賞

1991年:日本金属学会 功績賞(金属加工部門) 1999年:(社)日本鉄鋼協会 西山記念賞

2002年: 文部科学大臣賞 研究功績者表彰





新日鉄住金ステンレス(株)設立記念商品 NSSCシリーズ:

昨年10月に発足した新日鉄住金ステンレス(株)(NSSC)。製造業の原点「技術」で生きる会社として 「ものづくり力」「開発力」をその基本としている。同社は、発足とともに、お客様のニーズに応え、 永く愛用いただけるよう、新会社設立記念商品「NSSCシリーズ」を新設した。

商品1 既成概念をくつがえした「軟らかく加工しやすい」ステンレス

高成形性ステンレス潤滑鋼板/NSSC 304JS

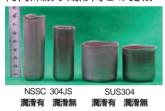
開発経緯

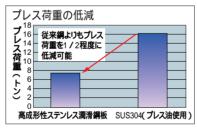
「高成形性ステンレス潤滑鋼板(NSSC 304JS)」は、「最も柔らかい」 オ・ステナイト系ステンレス鋼板。表面に摩擦係数の小さい潤滑皮膜 を塗装し、従来のステンレス鋼板(SUS304)と比べて、「プレス加工 で 2 倍伸びる(絞れる)」とともに「プレス圧力(荷重)を1/2に小さ くする」ことを実現した画期的な商品だ。

NSSC 304JSは、住友金属工業が培ってきた『極軟質ステンレス鋼』 の研究開発と、新日鉄の「潤滑塗装技術」の上に実を結んだ製品。

ステンレス鋼は、普通鋼と比べると硬くて加工しにくいが、製品の 多くはステンレスの流し台(シンク)のようにステンレス鋼板をプレ ス加工して作られる。この製品は ステンレス鋼の錆びにくく耐久性 に優れる特長をさらに活かし、「硬く加工しにくい」という既成概念 を覆した。

円筒深絞り成形高さの比較





研究最前線から

薄板研究グループ 主任研究員 秦野 正治



汎用SUS304は高延性ですが、加丁歪が入るとオーステ ナイト組織から硬いマルテンサイト組織に変態する(加工 誘起マルテンサイト変態)ため、プレス加工の段階で、材 料自体が硬くなってしまいます。そのため、数回にわたっ てプレス加工を施すような複雑な形状を作ることはできま せん。また、材料をただ軟らかくするだけでは、高延性は 得られません。

ステンレス鋼の「プレス加工性 2 倍 、「プレス圧力1/2」 を達成するには、プレス加工での加工硬化の抑制を図りつ つ、延性が良い最適な材料設計を見出すことが必要でした。 さらに、材料特性を最大限に引き出すため、プレス加工で の金型との摩擦力を徹底的に低減する必要がありました。 そのために不可欠だったのが、鋼板表面への潤滑塗装です。 今回、クロメ・ト処理を省略した環境負荷の低い塗装皮膜 を実現しました。

商品2 メンテナンス作業を大幅に軽減

ケミカルタンカー用高耐食性ステンレス厚板/NSSC 260A

開発経緯

「ステンレス厚板」は、ケミカルタンカーや産業機械、原子力発電 など幅広い分野に使われている。今回開発した新商品「NSSC 260A」 は、当該用途では世界で初めて各種メンテナンス作業を大幅に削減し、 お客様のコストダウン、運搬効率の向上、環境負荷の低減等に貢献で きる商品だ。

ケミカルタンカーで、硫酸、粗製りん酸などの薬品類を積載する場 合、従来、主に「SUS316LN」が使われていた。しかし、タンク表面 の腐食や変色が避けられず、お客様でのメンテナンスが必要だった。 また、海水でタンク洗浄を行う場合、塩分による局部的な腐食(さび) を除去するためのメンテナンスも行われている。このようなお客様の 使用現場からの貴重な情報をもとに、全社で開発に取り組み、新商品 を開発した。



粗製リン酸による鋼板変色の比較



ケミカルタンカー

研究最前線から

厚板・棒線研究グループ 主任研究員 福元 成雄



NSSC 260Aは、優れた耐食性を発揮するように合金設計 され、以下の特長を持っています。

硫酸中での腐食速度が、SUS316LNの約1/30。

粗製りん酸の腐食による変色を大幅に軽減。

海水洗浄時の耐局部腐食性が大幅に向上。

NSSC 260Aでは、耐食性の観点からの材料開発を新日鉄 鋼材第一研究部、専用の溶接材料開発を接合研究センター が担当し、製造技術開発を新日鉄住金ステンレス㈱研究セ ンター、八幡厚板工場、光製造所製鋼工場が分担して進め てきました。

合金を多量に含む高合金鋼は熱間加工や溶接が難しく、 開発当初は割れ等の問題が懸念されました。しかし、関係 者がアイデアを出し合って実験を積み重ね、耐食性、溶接 性、熱間製造性を兼ね備えた成分系を見つけ出すことがで きました。現在はケミカルタンカーへの適用に向け、お客 様での評価試験が進められています。

商品3 ステンレス業界初の「100年住宅」適合商品

建築構造用クロム鋼 / YUS410W-MS

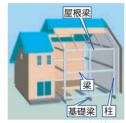
開発経緯

「建築構造用クロム鋼/YUS410W-MS」は、高耐久性 スチール住宅の柱など、構造部材のために開発された 新しい「クロム鋼」だ。住宅建材とステンレス鋼の技 術を融合させた技術の成果で、鉄に11%のクロムと特 殊元素を加え、特別な条件で製造している。「建て替え サイクルの短い日本の住宅を、長期再利用型に転換す るための新鋼材を提供したい」という思いで、開発に 取り組んだ。

高い耐久性を可能にしているのは、鋼材表面に自然 に形成される緻密な"クロム酸化物"の薄膜だ。この 皮膜は、施工時の切断や穴明け、使用中のキズ付きな どで、一旦素地が露出しても合金元素の作用で自然に 再生する特性を持つ。

このクロム鋼は耐食性に優れることから、湿気が多 く海に囲まれた日本のような風土でも耐久性の高いこ とが評価され、裸鋼材としては初めて、国土交通大臣 より耐久性100年の認定を獲得した。





YUS410W-MS適用で高耐久化が 可能な箇所

研究最前線から

薄板研究グループ 主任研究員 武藤



100年という長期耐久性の立証が最も困難でし たが、これまでに蓄積された膨大な長期大気曝 露試験データを足がかりに、結露や乾燥に伴う 腐食機構を解明し、促進試験を開発することが できました。また、地域ごとに異なる腐食性を 正確に再現するため、気象学にまで手を広げ屋 外環境をモデル化する手法を開発しました。

建材は、耐食性に加え、高強度・耐震性、溶 接部が脆くならないことなども重要です。この 新商品には、材質制御、耐震性向上、溶接施工 など、多くの新技術が盛り込まれています。

商品4 冷間圧造用工具の寿命を2倍に延長!

ステンレス鋼線材/NSSC XM7SH

開発経緯

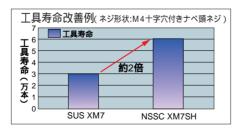
「ステンレス線材」を用いたステンレス鋼ファスナーは、屋外環境にさらされる 建築・構造物や自動車から錆びを極端に嫌うOA機器まで幅広い分野で使用され ている。耐食性が必要とされる一方、製造コストの安い冷間鍛造プロセスで製造 されるため、優れた冷間鍛造性も要求される。そのため、両特性を同時に満足す るオーステナイト系ステンレス鋼SUS XM7が適用されている。

今回開発した「NSSC XM7SH」は、ネジ加工時の工具荷重を従来鋼に対し約2 割低減するとともに、工具寿命を約2倍に延長するなど、冷間鍛造性を飛躍的に 向上させた。さらに、従来は困難だった冷間鍛造による複雑形状部品の製造も可 能とした。

線材圧延 熱処理・酸洗 -[線材メーカー]-

伸線・熱処理 [伸線メーカー] ネジ頭部鍛造 ネジ軸部転造 - [ネジメーカー] -





研究最前線から

厚板・棒線研究グループ 主任研究員 高野 光司



NSSC XM7SHの特徴は、 特殊精錬技術によ り酸化物の形態を制御して鋼中の不純物を低減 主要合金成分の最適化を進め、 素を微量添加し、一層の軟質化が図られている ことです。

本開発では"鋼中の微量な酸化物の消失・再 析出挙動"という鉄鋼材料では全く新しい現象 を発見しました。また、この発見により、鋼中 の酸化物の形態を制御する特殊精錬技術の開発 につなげました。

ステンレス鋼は、無限の可能性を秘めていま す。現在、新商品開発だけでなく、既存鋼のさ まざまな用途開発に応じた研究を展開していま す。今後NSSCブランドの開発で、ステンレス 鋼の未来を築いていきます。

提案力 "と" 課題解決力 "で、社会に貢献

新日鉄住金ステンレス㈱研究センター長 北村 信也 リューションの提供を使命としています。

新日鉄住金ステンレス㈱研究センターは、新日鉄技術開発 本部旧光技術研究部を母体とし、そこに新日鉄、住友金属か らステンレス研究の精鋭を集め、「我らこそ起業の主役」をス ローガンに高水準の研究開発を行っています。薄板、自動車 材料、厚板・棒線、製鋼・環境の各研究グループで構成され、 あらゆる分野でお客様のニーズに密着したスピーディーなソ

また、新日鉄技術開発本部との強い連携の もと、画期的な新商品開発、接合や耐火物な どの要素技術開発、高度な解析評価技術開発、 基盤研究開発など、"強い提案力"と"的確な

課題解決力"で社会に貢献していきます。



新日鉄とリオ・ティント社との包括的提携に関する基本合意について

新日鉄は、リオ・ティント社 (Rio Tinto、本社ロンドン・メル ボルン、社長:リー・クリフォ ード)との間で豪州鉄鉱石・原料 炭に関して、権益取得、共同開

発、長期契約締結ならびに海上 輸送面での協力および鉄鋼原料 使用に関する技術交流を含む包 括的提携の基本合意に達した。 現在、リオ・ティント社は、中 国を中心とした旺盛な需要に伴う世界的な鉄鋼原料の需給逼迫に対応するため、豪州における 鉄鉱石、石炭の鉱山開発・拡張 を進めている。 今回の合意により当社は中長期 的な原料の安定供給を確保し、同 社とのさらなる関係強化を図る。

お問い合わせ先 広報センター TEL 03-3275-5021

広畑電磁鋼センター(株)を連結子会社に

新日鉄は3月30日、広畑電磁鋼センター㈱を電磁鋼板事業の主要機能を担う加工拠点として発展・拡充させるため、連結子会社とした。三井物産㈱からの株式譲り受けにより、出資比率を向上させたもので、昨年1月

1日の㈱日鉄電磁テクノに続く もの。広畑電磁鋼センターは、 新日鉄の電磁鋼板の指定スリットセンターとして広畑製鉄所電 磁鋼板工場の精整工程を担当す るとともに、モーターコア加工 等の部品事業に注力している。 自動車・電装品分野用途の電磁鋼板を需要家での開発・設計段階から確実に捕そくするため、連携強化による素材製造から最終製品までの技術サービスの一体的な事業運営の実現を目指す。今後、両社の連携をより

深め、技術交流を推進しながら 需要家サービスの一層の充実を 図っていく。

・資本金: 2億円

・株主構成:新日鉄51%

三井物産49%

・売上高:約24億円(平成14年度)

新日鉄、(株)商船三井、ブラジル鉄鉱石輸送に世界最大級超大型船を導入

新日鉄と(㈱商船三井は、三井造船(㈱と、日本最大、世界でも最大級の超大型鉄鉱石専用船(32万トン級)を新日鉄向けのブラジル鉄鉱石輸送に導入することで合意した。当社は船隊整備の一環として、特に輸送距離の長いブラジル鉄鉱石のフレート

レベルの低減に取り組んできた。 今回、日本で唯一30万トン超の超大型船を受け入れ可能な大分・君津製鉄所をフル活用し、 積出港とのシャトル輸送により 画期的に競争力あるフレートレベルで、長期安定的に輸送する ことが可能となる。今後とも、 あらゆる面から、競争力ある原料購買の実現に取り組んでいく。

・造船所:三井造船・竣工時期:2007年後半・航路:主にブラジル~

新日鉄大型港湾保有製鉄所



釜石製鉄所構内に「(株)ガルバート・ジャパン」を設立

4月1日、新日鉄、㈱メタルワン、㈱サンロックオーヨド、小岩金網㈱の4社が共同出資する亜鉛めっき鉄線加工メーカー「㈱ガルバート・ジャパン」が

釜石製鉄所構内に設立された。 線材の供給は全面的に釜石製鉄 所が行い、同所線材事業の一層 の基盤強化につながる。

新会社の目指す「線材~めっ

き鉄線加工製品までの一貫した 技術力向上とコストダウンによ る競争力強化」に対し、釜石製 鉄所は全面的な協力を行う。

お問い合わせ先 棒線事業部 企画・調整グループ TEL 03-3275-7738

WEB上に『新日鉄 アルキメテツのモノづくり図書館』を立ち上げ

4月よりホームページ上に、新日鉄の鉄づくり・モノづくりに関する情報を得られる『新日鉄 アルキメテツのモノづくり図書館』を立ち上げた。2001年7月のホームページリフレッシュ以降、IR、環境経営、グループ会社等の情報発信を強化しており、「モノづくり」に関しては

『動く絵本 新日鉄の新・モノ語 り』、広報誌『ニッポン・スチール・マンスリー』『新日鉄技報』の掲載などを行い、アクセス数は約3倍に伸びている。図書館は、 鉄の基礎知識の紹介鉄づくりに関する当社発信のアーカイブスの検索・閲覧 鉄に関する質問の受付・公開

の3つから成り立ち、子供から大人まで幅広い層が対象。トップページ「アルキメテツのモノづくり図書館」からアクセス可能。

お問い合わせ先 総務部広報センター

TEL 03-3275-5115 URL http://www.nsc.co.jp



案内役の「アルキメテツ男爵」「質問コーナー」では、モノづくりに関する質問を受け付け、関心が多く寄せられたテーマについて回答を公開する。

新日鉄コンサート

5月放送予定 毎週日曜日22:30~23:00 ニッポン放送

2日 YBPストリングスオーケストラ

ヴィヴァルディ:調和の霊感 ほか

9・16日 高木綾子: フルート

バッハ:無伴奏フルートのためのソナタイ短調

ドピュッシー:シランクス

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。

式満徹:アルトフルートとピアノのための「海」 ほか

23・30日 伊藤恵:ピアノ

シューベルト: ソナタ イ長調 ラヴェル: クープランの墓

シューマン: 幻想曲八長調OP - 17 ほか

紀尾井ホール

5月主催・共催公演情報から



9日 シリーズ「歌」~こころ響き合うとき~ Vol.3「イタリア古典歌曲の真実」

20日 日本文学と邦楽 新・竹取物語 【邦楽】

28・29日 紀尾井シンフォニエッタ東京 第44回定期演奏会

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 http://www.kioi-hall.or.jp

・お詫びと訂正 4月号CLIP欄に掲載しました「バイオダイエット」の問い合わせ先につき、次の通り訂正いたします。鉄構海洋・エネルギー事業部水処理施設部 TEL.03-3275-6234

入社式 / 社長からのメッセージ

4月1日、本社にて入社式が 行われ、三村社長は新入社員に 次のようなメッセージを贈った。 「当社は現在、鉄事業をコアビジ ネスとして、エンジニアリング 事業、化学事業、システムソリ ューション事業、新素材事業、 都市開発事業に特化した、グロ ーバル企業になっている。皆さ んに望むことは、1つ目は、『将

来、部下から信頼されるような 人になってほしい』ということ。 2つ目は、『常に新しい改革を心 掛け、現状に満足しないでほし い』ということ。3つ目は、『現 場を大切にしてほしい』という こと。常にお客様に対応してい る現場こそが、世界を一番分か っている。コーポレートスタッ フは、現場の声を吸い上げて、

現場のサポートに徹してほしい」 「新日鉄は伝統ある企業だが、成 長の望めるダイナミックな企業 として発展していく。収益をあ げること、現状に満足しないこ と、そして現場主義を徹底する ことで、働くことに誇りを持て る会社、新しい新日鉄を、一緒 に作り上げていこう」





4月1日入社式

「スチール缶フリーデザインコンクール」表彰式

スチール缶リサイクル協会 (理事長: 当社宮本副社長)は小 中高専門学校生徒を対象として 鉄のリサイクル活動と優れた成 形性への理解を図るため、「スチ ール缶フリーデザインコンクー ル」を実施し、3月26日に表彰

式を行った。

今回は353点の応募の中から小 学校2年生天野育朗君の「飲ん だらロケット缶」が最優秀賞に 選ばれた。宮本理事長から「自 由で夢のあるアイデアを次の人 たちが必ず実現してくれると期 待し、ぜひ新しい鉄の時代をつ くりあげてほしい」と挨拶があ った。

> お問い合わせ先 スチール缶リサイクル協会 TEL 03-5550-9431



紀尾井シンフォニエッタ東京が2005年の「ドレスデン音楽祭」に正式招聘

このたび、紀尾井ホールを拠 点に活動する「紀尾井シンフォニ エッタ東京(KST)」が、2005年 ドイツ最大の音楽祭「ドレスデ ン音楽祭」に出演することが決ま った。同音楽祭の音楽監督を務 める指揮者ヘンヒェン氏がKST と共演した際にその演奏を高く 評価し"一目惚れ"したことか ら、同音楽祭の中心的役割をな す「レジデント・オーケストラ」 としての正式招聘につながった

もの。

- ・開催期間:2005年5月13日~ 29日 ドイツ・ドレスデンにて
- * KST: 1995年紀尾井ホール(運営: 新日鉄文化財団)オープンと同時に発 足、2002年NPO法人として独立。



会場となる「ゼンパー・オパー」

新日鉄化学(株) 「グランドデザイン」を策定

4月1日、新日鉄化学㈱は、 グループとして2010年の"目標と する企業像 "と" 目標実現の方策 " を明確にした「グランドデザイン」 を発表した。このなかで同社は 「高度な化学技術を自ら育成・蓄

積し、その活用により社会に貢 献する」「広く社会から信頼され 尊敬を受けるにたる社員で構成 される」ことを企業理念に掲げる とともに、収益の目標や運営体 制などを示した。今後、強靭で

安定した経営構造の構築と、新 日鉄グループの化学事業を担う 会社として、より一層の企業価 値の向上を図っていく。また同日、 エア・ウォーター(株)、エア・ウォ ーター・ケミカル(株)と、タールお

よび工業ガスの共同事業会社の設 立合意についても発表した。

> お問い合わせ先 新日鉄化学(株) 経営企画本部総務部(広報) TEL 03-5759-2741

日鉄ドラム(株)が5月7日から「ドラム缶アート展」を開催

日鉄ドラム㈱が日本のドラム 缶発祥の地である同社本社ビル で「ドラム缶アート展」を開催 する。ちょっと変わった美しい ドラム缶の魅力をアピールしよ

うというもので、作者はペイン ト・アートの創作活動で知られ ている画家のくわナよしゆき氏。

・会期:5月7日~21日(土日休)

· 時間: 8時~21時

・場所:東京都江東区亀戸1-5-7 日鉄NDタワー

1階ロビー 入場無料

お問い合わせ先

日鉄ドラム㈱総務部 TEL 03-5627-2311 URL http://www.drum.co.jp



スペースワールド通信

©SPACE WORLD.INC

日本初!! 本物の"アポロ司令船"に搭乗できます!

スペースワールドの宇宙博物館では、幻のアポロ22 号の司令船(飛行はしておりませんが、本物)に搭乗 できるようになりました!スイッチを押すと、モニタ ーにアポロ打ち上げのシーンが映し出され、迫力ある 音響とともに臨場感あふれる打ち上げを体感すること ができます。他にも人類がたどってきた宇宙開発の貴 重な資料が多数展示されていますので、宇宙に人生を かけた科学者たちの足跡をたどってみてください!

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

3.800円

TEL. 093-672-3600

フリーパス

URL http://www.spaceworld.co.ip/

大人(12歳~64歳)小人(4歳~小学生)

0~3歳・65歳以上の方は無料

2.800円

世界の有力鉄鋼会社とともに、新日鉄は新たなグローバル供給体制へ。

いま日本で生産している、新日鉄の鉄。それは、より進化した、より高品質なプロダクツ。海外のマーケットが求める鉄でもあります。世界中のいたるところへ、日本の高品質をそのままお届けしたい。そのために私たちは、世界最大の鉄鋼メーカー・欧州Arcelorをはじめ、各大陸のリーディングカンパニーと提携。全世界をカバーする生産・供給ネットワークを築きました。その一つの成果として、すでに、高級自動車鋼板の現地生産拠点の確立や技術・ライセンスの相互提供もスタート。さらには、地球環境問題にも取り組んでいます。世界の鉄鋼リーダーたちとの鉄の絆は、私たちにも、新たな価値を生み出します。夢のスケールに、限りはありません。

お問い合わせは広報センター Tel.03-3275-5021



CONTENTS

MAY 2004 Vol. 138

特集

暮らしに安全と安心を

新日鉄の建材商品と ソリューション

都市再生「NMセグメント」 環境建材「遮水パネル工法」 建築耐火「耐火ソリューション」

モノづくりの原点 科学の世界

VOL.11

鋼を生み出す

その1 製鋼法の主流 転炉法

新日鉄グループmade

新日鉄住金ステンレス(株) 設立記念商品 「NSSC**シリーズ**」

Clipboard

②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

N I P P O N S T E E L M O N T H L Y

2004年4月26日発行

MAY

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 本誌掲載の写真および図版・記事の無断転載を禁じます。 表紙 鉄を巡る色糸の旅・シリーズ 辻 けい(つじ・けい)

表紙の言葉

私の"作品"は自然との出会いでつくられる。 空気、光、水、時には目に見えない鉱物までもが "作品"に色どりを与える。 作業を終えてホッとする一時。自然は何と眩しいことか。

日々に色かはりゆく新樹かな <虚子>

