

# 2005年鉄鋼生産技術の歩み

Production and Technology of Iron and Steel in Japan during 2005

影近 博  
Hiroshi Kagechika

日本鉄鋼協会 生産技術部門 部門長

## 1 日本鉄鋼業の概況

2005年の海外の出来事を振り返ると、相次ぐ爆弾テロが発生するなかで、パキスタン北部(カシミール地方)で発生した大地震、米南部を襲ったハリケーンなど、昨年に引き続き自然も猛威を振るった1年であった。そのハリケーンによる米国南部の石油精製施設被害を引き金に一時期、米国産標準油種が1バレル=70ドルを突破した。石油価格は、その後は戦略備蓄緊急放出などで一旦50ドル台まで下がったが、米北東部への寒波襲来で年末には60ドル台に再び上昇し、世界経済に大きな影響を与えている。

国内では尼崎のJR西日本脱線事故、アスベストによる深刻な被害、マンションなどの耐震強度偽装事件など人為的な事件が絶えない1年であった。また年末には、統計を取り始めて以来、初の人口減社会に突入したことが発表され、人口増加を続けてきた日本社会の、歴史的転換点と言われている。また、IT関連企業によるM&Aの動きも非常に活発化した年でもあった。こうした中で、8月に経済財政担当相が景気の現状について「踊り場の状況を脱している」と宣言し、東京株式市場は景気回復期待の強まりを反映して、平均株価が11月に5年ぶりに15,000円台に回復したことは、数少ない明るい話題であろう。

海外の鉄鋼業についてみると、一時期落ち着きを見せた業界再編の動きは、アルセロールとティッセンが相次いでドファスコの買収を提案、ミッタルスチールがステルコの子会社3社の買収を発表、タタグループ(印)南アがハイベルトスチール(南ア)の買収を提案し、ミッタルスチールもこれに意欲を示すなど、年末にかけて再び活発化の様相を呈している。

世界の鉄鋼生産は、中国における急速な鉄鋼需要の増加により、2002年以降大幅な増加を続けている。2004年に始めて10億トン台に達した粗鋼生産量は、2005年にはさらに記

録を更新して11億トン台に及んだ。これは、日本や欧米の主要生産国が2004年に対しては若干の減産基調であったものの、中国が2004年比25%を超える伸びを示したことが大きな要因である(図1)。2001年以降驚異的な伸びを示している中国の粗鋼生産量は2005年には前年比7.5千万トン増の3億5千万トンに達し、全世界の粗鋼生産の30%以上を占めるに至った。鉄鋼需要はアジア・欧米においても年間を通して堅調に推移したものの、中国の供給過剰による市況の悪化を懸念して、他の国々が減産に回るといった構図となった。中国政府は7月に、製造品種の高級化、企業の統合、省エネルギーの推進等を軸とする「鉄鋼産業発展政策」を発表した。この政策が中国の粗鋼生産量や技術開発に、いつ頃どの様な変化をもたらすのか、全世界が注目するところである。

国内の鉄鋼業に目を移すと、2004年は各社、ひたすら増産対応に明け暮れた年であったのに対し、2005年は前述の中国の増産に対処するため、一転して減産対策をとったことが大きな変化であった。そのため2005年の粗鋼生産量は対前年比24万トン減の1億1,248万トン(過去4番目)となった。

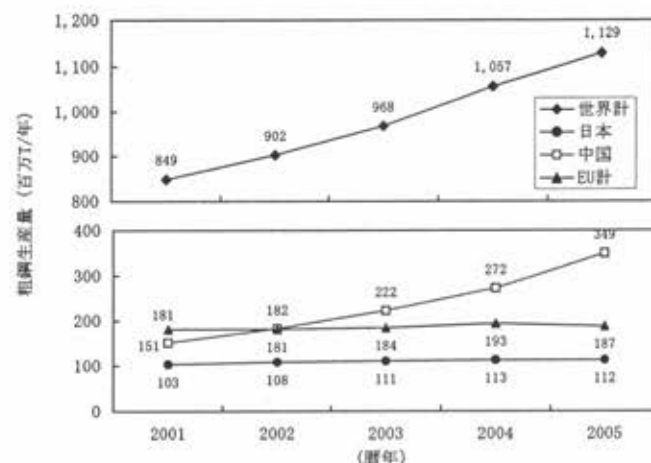


図1 世界の粗鋼生産量推移  
出所: 日本鉄鋼連盟資料

しかしながら、高炉は相変わらずフル操業を続けており、鉄鋼生産量は8,307万トンと2004年を9万トン上回った。粗鋼の炉別生産では、転炉鋼が8,363万トン（04年比0.8%増）、電炉鋼が2,885万トン（同3.1%減）となり、電炉鋼比率は前年比0.8%減の25.6%となった。鋼種別では普通鋼が8,792万トン（04年比1.4%減）、特殊鋼が2,456万トン（同4.1%増）と、特殊鋼の伸びが目立ち、特殊鋼生産は4年連続で過去最高記録を更新した。熱間圧延鋼材（普通鋼、特殊鋼の合計）生産は1億120万トンで2004年比1.9%減であったが、3年連続で1億トン台に乗せ、過去5番目の高水準となった（表1参照）。鉄鋼内需に関しては、年間を通して製造業、建設業共に高位安定を維持し、粗鋼の国内見掛け消費量は対2004年比398万トン増の8,310万トンとなったが、輸出量については、312万トン減の3,520万トンとなった。

原料価格については2004年度比で鉄鉱石は約70%、石炭は2倍以上の大幅な値上がりとなった。これらの動きに対応し、安定調達を目的として2004年から新たな長期契約の動きが出始め、2005年もサプライヤーとの協力体制の強化および長期契約化が進んでいる。鋼材価格については、国内市中相場で見ると、2005年の春頃までは上昇傾向であったが後半には緩やかながら下降に転じている。一方、鋼材輸出平均単価は、2003年当初の600ドル/トンから右肩上がりを持っており、2005年末には950ドル/トンまで上昇した。

収益面では、原料価格の上昇等のコストアップを販売価格の改善により吸収できたことと、継続的な合理化努力により、2005年度9月中間期決算では高炉5社が揃って過去最高の収益となり、通期についても記録を更新する見通しである。また、特殊鋼5社においても2005年度9月中間期決算は過去最高の収益となったほか、多くの電炉メーカーも高収益を続け

ている。

鉄鋼需要産業の個別の動きに触れると、建築関係では、新設住宅着工戸数は対2004年比47千戸増の1,236千戸、建築着工床面積計は対2004年比457万m<sup>2</sup>増の18,608万m<sup>2</sup>であった。自動車については、2005年は、昨年好調の四輪車の生産台数をさらに30万台上回る1,080万台となり、4年連続の1,000万台超えとなった。一般機械は、製造業を中心とした堅調な民需に支えられ、2004年を上回る生産指数を示している。電気機械の生産指数は2005年の前半は前年同期比割れが続いていたが、後半は民生用電子（液晶テレビ、ビデオカメラ等）や電子部品が好調となり、最終的には2004年を上回る結果となった。造船については、選別受注の動き等から受注量は2004年よりは減少したものの、高水準の建造活動が続いており、約3年分の工事量を確保している状況である。

設備投資計画について見ると、2005年度の高炉5社の計画値は、各社2004年度に対して増加しており、5社合計では26.5%増の4,191億円となった。高炉5社の計画値は1992年度の9,000億円を越えるピーク値以降、2002年度の2,600億円が底となり、漸く上向きに転じた状況である。内容的には大規模な新規投資ではなく、投資の主軸はボトルネック解消と品種構成の改善に置かれている。

以下に2005年度の主な設備投資項目を列举すると、高炉改修については、JFEスチールの西日本・福山第4高炉（2006年度第1四半期完工予定）、住友金属工業鹿島第3高炉（2007年5月完工予定）、神戸製鋼所加古川第2高炉（2007年3月完工予定）が計画されている。コークス炉については、新日本製鐵名古屋がコークス炉25門を設置（2005年8月）したほか、JFEスチールは西日本・福山第5炉D団を2006年3

表1 鉄鉄・粗鋼生産量および鋼材生産量推移

（単位：万トン）

|                       |               | 2001年           | 2002年           | 2003年           | 2004年           | 2005年           | 対04年<br>増減 (%) |
|-----------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 高炉鉄鉄生産量               |               | 7,884           | 8,098           | 8,209           | 8,297           | 8,307           | 0.1            |
| 粗鋼<br>生産量             | 転炉鋼           | 7,444           | 7,853           | 8,136           | 8,296           | 8,363           | 0.8            |
|                       | 電炉鋼<br>(比率:%) | 2,842<br>(27.6) | 2,921<br>(27.1) | 2,916<br>(26.4) | 2,976<br>(26.4) | 2,885<br>(25.6) | -3.1           |
|                       | 計             | 10,287          | 10,775          | 11,051          | 11,272          | 11,248          | -0.2           |
|                       | 普通鋼           | 8,396           | 8,735           | 8,833           | 8,914           | 8,792           | -1.4           |
|                       | 特殊鋼<br>(比率:%) | 1,891<br>(18.4) | 2,040<br>(18.9) | 2,218<br>(20.1) | 2,358<br>(20.9) | 2,456<br>(21.8) | 4.2            |
|                       | 計             | 10,287          | 10,775          | 11,051          | 11,272          | 11,248          | -0.2           |
| 熱間<br>圧延<br>鋼材<br>生産量 | 普通鋼           | 7,893           | 8,084           | 8,177           | 8,335           | 8,086           | -3.0           |
|                       | 特殊鋼           | 1,584           | 1,745           | 1,874           | 1,984           | 2,034           | 2.5            |
|                       | 計             | 9,476           | 9,829           | 10,050          | 10,320          | 10,120          | -1.9           |

出所：日本鉄鋼連盟資料

月に完工した。また、製品ラインの増強では、新日本製鐵広畑の連続式溶融亜鉛メッキ製造ライン（CGL）の新設（2006年度下期完工予定）、JFEスチール西日本・福山のCGLの新設（2006年度下期完工予定）、同社京浜の連続式酸洗設備の新設（2006年度下期完工予定）、住友金属工業鹿島のCGLおよび連続式酸洗設備の新設（2006年11月完工予定）、神戸製鋼所神戸の第5ブルーム連続鋳造機の新設（2006年8月完工予定）が計画されている。

特殊鋼メーカー各社も自動車向けの需要増に対応し、設備投資を拡大する計画である。愛知製鋼は知多に新鍛造工場を建設中であり、2006年度中に稼働予定である。三菱製鋼は特殊鋼粉末や自動車用部品を増産、山陽特殊製鋼は電気炉改良による鋼管などの加工能力増強を計画している。各社は当面堅調な受注が続くとみており、フル生産を続けている。また、普通鋼電炉では東京製鉄が、愛知県田原市に製鉄所を建設すると正式に表明している。投資額については1,000億円を超えるとの見通しで早ければ2009年に稼働する予定とのことである。

環境対応に関しては、これまでの「CO<sub>2</sub>削減」に加えて「クロメートフリー」というキーワードが新聞紙面等を賑わせた。年初に神戸製鋼所が鉄鋼業界で初めて全鋼材のクロメート（六価クロム）処理全廃を発表したのを皮切りに、各社、電気亜鉛めっき鋼板、溶融亜鉛めっき鋼板のクロメートフリー化を発表した。2005年度内には電気亜鉛めっき鋼板についてはほぼ100%、溶融亜鉛めっき鋼板についてもそれに近い数字でクロメートフリー化が進むと予想されている。これは、欧州での「RoHS（電気電子機器に含まれる有害物質の使用制限：Restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment）指令」及び「ELV（使用済み自動車：End-of-life vehicle）指令」の発効が近づき、六価クロムを含まない製品への切替需要が急速に高まってきたことに対応するものである。

CO<sub>2</sub>削減に対しては、各社、自主行動計画に従って鋭意省エネルギー対策を進めている。日本鉄鋼連盟の報告によると、2004年度の鉄鋼業におけるCO<sub>2</sub>排出量は、1990年度と比較すると、粗鋼生産量が2%増加しているにもかかわらず省エネ努力分で7%削減し、トータルでは5%の削減となった。また、日本鉄鋼連盟は、中国鋼鉄工業協会との共催で7月に北京において、両国鉄鋼業の持続的な発展と地球環境問題への貢献を目的として「日中鉄鋼業 環境保全・省エネ先進技術交流会」を開催し、今後も日中鉄鋼業界で環境保全、省エネルギーについて継続的に交流を図っていくことを確認し、両会長名による覚書を取り交わした。その他の環境対策関連の話題としては、新日本製鐵と三菱商事が共同で、フロンガス削減に向けて中国におけるクリーン開発メカニズム（CDM）

事業に取り組む、と発表したことが挙げられる。

技術開発に関するトピックスのひとつとして、2005年4月に経済産業省鉄鋼課が鉄鋼技術の方向性や課題を示した「鉄鋼技術戦略マップ」を作成し、発表したことが挙げられる。これは、重要技術課題を抽出し、各技術課題のニーズや目的などを俯瞰できるようにしたもので、鉄鋼メーカーの技術戦略に役立てるほか、政府の科学技術政策にも反映させることを目的としている。鉄鋼メーカー各社の技術開発動向としては、2005年も後述するように前年に引き続き、地球環境保全を念頭に置いて、製造コスト削減、省エネルギーのための技術開発を中心にしてきたことが同える。また、特徴のある動きとしては、JFEスチールが東日本・千葉に国内業界初の試みとなる「カスタマーズ・ソリューション・ラボ（CSL：Customers' Solution Laboratory）」を2005年8月に開設した。これは自動車分野でのマーケティング活動、ならびにユーザーの次世代車開発への貢献などを目的としたものである。

労働関係では、高齢者雇用安定法が改正され、2006年4月から施行されることに伴い、各社再雇用の上限年齢を65歳に引き上げる等の動きが出ている。また、前述したように各社好業績に伴い一時金が過去最高となったメーカーが多かったなかで、鉄鋼や造船重機などで構成する基幹労連は来年の春季労使交渉に向け、1人当たり3,000～5,000円の「賃金改善」を要求することで調整に入る、と報じられた。賃上げ要求は鉄鋼では6年ぶりとなる。

2006年の鉄鋼業について触れると、世界の粗鋼生産は中国の4,000万トンの増産、中国以外でも若干の増産が予想されている。一方、日本の粗鋼生産量については日本鉄鋼連盟では1億1,190万トン程度の微減になると見ている。世界経済の拡大基調と日本経済の回復基調は持続し、鉄鋼内需については堅調を維持するが、全鉄鋼輸出については内需優先と価格重視の姿勢から前年度を下回る、との見方である。注視すべきは、やはり原油高騰の影響や中国の動向であり、特に原料価格や鋼材市況の安定化の面からも、中国の「鉄鋼産業発展政策」がどの程度の効果を発揮するのか見守る必要がある。また、2006年初めから、世界最大手のミッタルスチールが第2位のアルセロールの買収を提案し、アルセロールがこれを拒否するという衝撃的なニュースが世界を駆け巡った。世界的な業界再編の新しい動きについても当分目が離せない状況である。

## 2 技術と設備

### 2.1 製鉄

2005年の鉄鋼生産量は、8,306万トンと2004年比0.1%増

となり、4年続けて8千万トン継続した。平均出鉄比も2004年の2.02トン/㎡・日に対して、2.03トン/㎡・日と若干増加した。

個別高炉改修の動きを表2に示す。2005年の稼働状況については、2004年末と同様に28基であった。JFEスチール西日本・福山第5高炉は、2005年2月から3月に58日間の短期間で改修工事を進め4,664㎡から5,500㎡に内容積を拡大した。これにより、2005年末の日本における5,000㎡以上の高炉は7基となった。更に鉄の需要拡大と生産性向上のため、JFEスチール西日本・福山第4高炉改修など5,000㎡級の高炉が増加する予定である。

製鉄関連の原料価格は、高水準のまま推移している。とくに原料炭およびコークスの価格上昇が製鉄コストを増加させるため、需給動向が注目されている。

2005年の高炉の微粉炭吹き込み比(PCI比)は、図2に示すように、平均は118.2kg/トンと前年から若干低下し、コークス比は平均378kg/トンと前年から若干減少した状況にある。

コークス生産能力向上対策についても新たな設備の稼働や計画の発表があった。新日本製鐵名古屋では、25門のコークス炉を設置し稼働させた。JFEスチール西日本・福山では、第5コークス炉D団55門の増設を2006年3月に完成させた。また、新日本製鐵では大分においてSCOPE21で開発した次世代コークス炉の実機化検討を進めている。三井鉱山は、休止中の1A炉団46門の修理を進めており2006年度中の再稼働を見込んでいる。また、住金鋼鉄和歌山は、2009年稼働

を目標にコークス炉を更新リプレースすると発表した。

## 2.2 製鋼

2005年の製鋼作業の状況を、表3の転炉作業成績および表4の電気炉作業成績に示す。転炉では生産高指数が2004年に引き続き高く推移している。また、鉄鉄と溶鉄の配合率が2004年に引き続き低下しており、冷鉄源(スクラップ)使用量がさらに増加していると推察される。転炉の真空処理比率は引き続き増加し、初めて75%を越えた。また、電気炉の操業成績は2004年とほぼ同じ値を示しているが、合金鋼比率がこちらも初めて40%に達し、転炉の真空処理比率とともに鋼材の高機能化志向が加速しているようである。

圧延用鋼塊に占める連铸鋼片の比率を図3に示す。普通鋼は3年連続で99.8%、特殊鋼は94.6%と前年対比0.2%増加した。

製鋼関連の技術・設備の動きでは、製品品質の高度化・厳格化、地球環境負荷軽減、需要高等に対応するための努力が続いている。今年稼働を開始した主な設備増強としては以下が挙げられる。

溶解の分野では、JFE条鋼が姫路の150トン電気炉を更新して廃熱による原料予熱型電気炉を導入、11月に稼働を開

表2 個別高炉の動き

|       | 改修高炉                                                                                  |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 2005年 | JFEスチール 西日本・福山5高炉<br>・1月30日吹止3月31日火入：改修期間58日間<br>・炉内容積4664㎡から5500㎡へ拡大                 |
| 今後の予定 | JFEスチール 西日本・福山4高炉(2006年)<br>新日本製鐵 名古屋1高炉(2007年)<br>神戸製鋼所 神戸3高炉(2007年)<br>神戸製鋼所 加古川2高炉 |

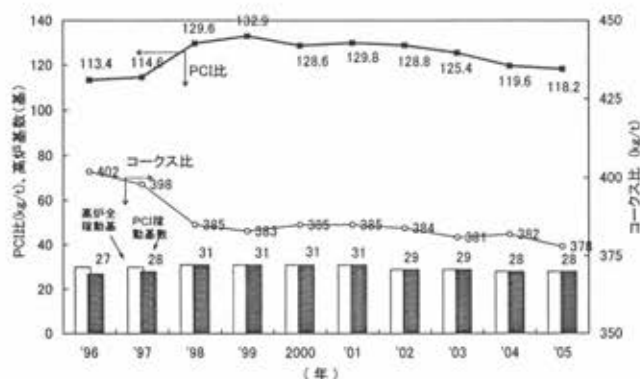


図2 高炉稼働状況の推移  
出所：日本鉄鋼連盟資料

表3 転炉作業成績

| 項目            | 年 | 2002年<br>平均 | 2003年<br>平均 | 2004年<br>平均 | 2005年<br>1～3月 | 4～6月 | 7～9月 | 10～12月 | 2005年<br>平均 |
|---------------|---|-------------|-------------|-------------|---------------|------|------|--------|-------------|
| 製鋼時間当りの生産高指数* |   | 105         | 105         | 104         | 104           | 104  | 106  | 106    | 105         |
| 1回当りの製鋼時間指数*  |   | 99          | 100         | 102         | 101           | 101  | 100  | 100    | 101         |
| 鉄鉄配合率(%)      |   | 91.2        | 89.7        | 89.1        | 87.9          | 88.3 | 88.7 | 89.6   | 88.6        |
| 溶鉄配合率(%)      |   | 90.0        | 88.2        | 87.7        | 86.2          | 86.4 | 87.1 | 88.6   | 87.1        |
| 酸素原単位(Nm³/t)  |   | 57.4        | 56.5        | 57.2        | 58.3          | 58.1 | 57.5 | 57.2   | 57.8        |
| 連铸比率(%)       |   | 99.0        | 98.8        | 98.8        | 98.8          | 98.8 | 98.7 | 98.6   | 98.7        |
| 真空処理比率(%)     |   | 68.1        | 71.5        | 72.7        | 74.9          | 75.2 | 75.5 | 75.9   | 75.4        |

\* 1999～2001年までの平均値を100としたときの指数値

出所：日本鉄鋼連盟資料

表4 電気炉作業成績

| 項目                              | 年 | 2002年<br>平均 | 2003年<br>平均 | 2004年<br>平均 | 2005年<br>1～6月 | 2005年<br>7～12月 | 2005年<br>平均 |
|---------------------------------|---|-------------|-------------|-------------|---------------|----------------|-------------|
| 製鋼時間当りの生産高指数*                   |   | 106         | 108         | 110         | 110           | 108            | 109         |
| 良塊t当りの電気消費量(kWh/t)              |   | 411.9       | 420.2       | 423.9       | 423.8         | 427.9          | 425.8       |
| 良塊t当りの酸素消費量(Nm <sup>3</sup> /t) |   | 19.9        | 19.5        | 19.9        | 19.9          | 20.1           | 20.2        |
| 良塊歩留り(%)                        |   | 91.9        | 91.7        | 91.5        | 91.2          | 91.5           | 91.3        |
| 良塊連铸比率(%)                       |   | 88.3        | 87.0        | 88.4        | 88.0          | 87.1           | 87.6        |
| 合金鋼比率(%)                        |   | 35.7        | 37.8        | 38.1        | 40.2          | 39.8           | 40.0        |

\* 1999～2001年までの平均値を100としたときの指数値

出所：日本鉄鋼連盟資料

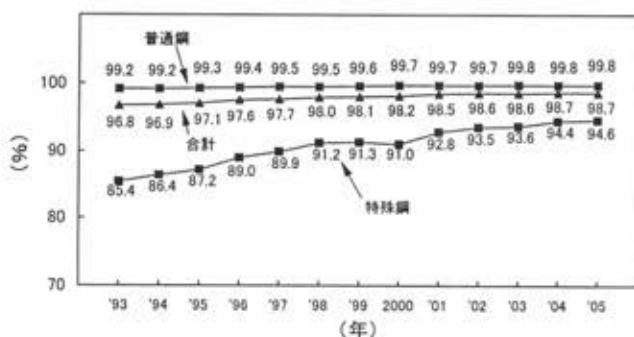


図3 圧延用鋼塊に占める連铸鋼片の比率

始した。新型電気炉はスクラップ予熱槽を炉体に直結しているので熱回収による廃熱ロス的大幅低減、熱効率向上による電力原単位的大幅低減、生産能率の大幅改善が見込まれている。また、炉体密閉化により排ガスの処理が確実にできる（トピックス参照）。

また、新日本製鐵室蘭は特殊鋼需要の伸びに対応するため、2001年に休止した三菱製鋼の100トン直流電気炉設備を購入し、7月に再稼働させた。三菱製鋼室蘭特殊鋼の圧延余力を活用することで月間約2万トンの一貫生産能力が向上する。

精錬分野では、新日本製鐵が君津第二製鋼工場に4月に脱りん処理炉を稼働させた。これにより脱りん専用炉および脱炭炉の2炉を用いる精錬方法（専用炉型転炉溶鉄予備処理）による高級鋼（低りん鋼）の安定生産が可能となった。スラグ発生量削減などによる環境改善効果も期待されている。

### 2.3 厚板・鋼管・条鋼

厚板関係では、JFEスチールは西日本・福山に導入した電磁コイル（インダクター）に厚鋼板を通過させて加熱を行う高効率誘導加熱方式によるオンライン加熱装置（HOP：heat-treatment online process）を適用した、溶接性や低温靱性に優れた各種高強度鋼板を開発した（表10新製品参照）。

また、新日本製鐵君津・大分では蓄熱式（リジェネレー

ティブ）バーナーを採用し、排熱回収と厚板の多様な加熱条件にも対応できる高効率省エネルギー型加熱炉を設置した。

条鋼関係では、住友金属小倉は直棒検査ラインを増設した。矯正機、面取機、異材弁別装置、測長計、漏洩磁束探傷機、超音波探傷機を配置したことを特徴とする自動検査ラインで、自動車用途の高品質特殊鋼棒鋼の生産量拡大に対応する。

大同特殊鋼はNEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の助成を受けて開発した独自の加圧誘導溶解鋳造法により、硬さ・耐食性の向上に有効な元素である「窒素」をステンレス鋼に多量に添加（0.6%）する技術確立し、従来の高強度ステンレス鋼と同等の硬さを有したまま、耐海水用鋼のSUS316に近い耐食性を有する鋼種を開発した。

### 2.4 薄鋼板

熱延関係では、JFEスチール西日本・福山は、第二熱延工場にサイジングプレス機を導入した。スラブ幅圧下量が従来の2倍の300mmまで拡大した。同一スラブから多様なサイズの熱延鋼板の製造が可能となり、月間生産能力は30万トンから36万トンまで向上した。主力の自動車や家電向け鋼板の需要拡大に対応する。

酸洗・冷延・表面処理関係では、JFEスチール東日本・京浜は、新酸洗ラインと既存冷延ラインを直結する連続式酸洗設備（能力120万トン/年）、西日本・福山は連続式溶融亜鉛めっき製造ライン（CGL）（60万トン/年）、新日本製鐵広畑はCGL（約36万トン/年）の新設をそれぞれ発表した。何れも2006年下期に稼働予定である。2004年に発表された、住友金属鹿島の連続式酸洗設備およびCGLの新設、新日本製鐵名古屋および君津のCGL更新も2006年に稼働予定であり、薄板表面処理鋼板の製造能力が大幅に増強される。

また、RoHS指令により2006年7月以降にEUで販売される電機・電子製品に六価クロム等の特定有害物質を含むことが禁止されることに伴って、鉄鋼メーカー各社は、クロメートフリー処理鋼板の商品メニューの拡充、製造設備対応

強化および耐食性試験法の開発を行った(表10新製品、トピックス参照)。

## 2.5 計測・試験・分析

住友金属工業は連続鋳造機の鋳型内溶鋼湯面レベルの周期的な変動を抑制する制御方法を開発し、鹿島製鉄所の連続鋳造機の全てに適用した。

ラインパイプ材の使用環境が厳しくなり、その高強度・厚手化が要求されているのに対応し、新日本製鐵では国内最大級の落錘試験器を導入し、板厚60ミリまでの破断試験が可能になった。

一方、微少領域の試験装置や分析装置が相次いで導入された。例えば、微少領域の硬さやヤング率が測定できるコベルコ科研のナノインデント(精密ステージ)、微少領域が分析できるJFEテクノリサーチのレーザICP質量分析計(LA-ICP-MS)、住友金属テクノロジーの微少部蛍光X線分析装置( $\mu$ -XRF)、大同分析リサーチの電界放出型電子プローブマイクロアナライザ(FE-EPMA)等である。

## 2.6 環境

2005年における鉄鋼各社の環境に対する取り組みは従前にも増して活発であり、既に企業の姿勢として恒常化していると言えよう。環境調和型を謳った製品の開発、既存の製鉄所内のインフラを活用した外部の企業・自治体などとの連携が推進された。廃棄物の処理では副生物としての利用や、製鉄所内の既存設備を利用したクリーンエネルギーの提供などが試みられている。また、海外での環境関係の技術協力、事業展開も拡大しつつある。主な新技術には以下が挙げられる。

神戸製鋼所は、人工甘味料エリスリトールを用いて200℃以下の廃熱を効率よく蓄熱・回収し、トレーラーなどで輸送を可能にする技術を開発した。200℃近い温度であれば、吸収式冷凍機などを組み合わせることで冷房に使用でき、飛躍的な用途の拡大が期待される。

JFEスチールは1989年から、天然ガス、石炭やバイオマスから合成するDME(ジメチルエーテル)の研究を行っている。DMEは硫黄を含まず、ディーゼル機関で使用しても粒子状物質が生成しないのが特徴で、これまで製鉄所構内で走行試験を行っていたが、2005年11月には、クレーン付きトラックの公道走行試験を開始した。また、発電用燃料の代替としての可能性を実証する試験が2006年から予定されている。

表面処理の項でも触れたクロメートフリー製品、高炉スラグの新たな利用方法については、鉄鋼メーカー各社で引き続き様々な製品や利用法の開発が行われた。

また、この分野では公的助成を利用した関連技術の研究開発が各企業、ならびに連携した大学で鋭意取り組まれており、4.2節で紹介する。

# 3 技術輸出・技術輸入

2005年の1年間における技術貿易の内訳について、本会維持会員会社(79社)を対象に調査した結果を表5に示す。技術輸出は2004年の27件に対して73件と大きく増加した。輸入は0件と2004年と同様である。輸出対象地域は、アジアが全体の63%を占め、次いでオセアニア、北アメリカ、中南米、と続く。技術分野では加工・処理分野が47%を占め、製鋼が続く。図4に鉄鋼業の2004年度までの技術貿易収支を示す。技術輸出対価受け取り額は前年度よりも23%

表5 技術輸出・技術輸入状況(期間:2005年1月1日~12月31日)

| 技術分野 | 地域           | アジア        | 北アメリカ    | 中・南アメリカ  | ヨーロッパ    | オセアニア     | アフリカ     | 計          |
|------|--------------|------------|----------|----------|----------|-----------|----------|------------|
| 技術輸出 | A.原料・製鉄      | 6          |          | 2        | 1        |           |          | 9          |
|      | 1.原料処理       | 6          |          | 2        | 1        |           |          | 9          |
|      | 2.高炉         |            |          | 3        | 1        | 2         |          | 6          |
|      | B.製鋼         |            | 1        |          |          |           |          | 1          |
|      | 1.転炉         |            | 1        |          |          |           |          | 1          |
|      | 2.電炉         | 1          |          |          |          |           |          | 1          |
|      | 3.連続・造機      | 5          | 3        | 1        |          | 8         |          | 17         |
|      | C.加工・処理      | 4          | 1        |          |          |           |          | 5          |
|      | 1.各鋼・線材      | 4          | 1        |          |          |           |          | 5          |
|      | 2.鋼管         |            |          |          |          |           |          | 0          |
| 技術輸入 | 3.厚板         | 1          |          |          |          |           |          | 1          |
|      | 4.薄板         | 13         | 1        |          |          |           |          | 14         |
|      | 5.表面処理       | 8          |          |          | 1        | 1         |          | 10         |
|      | 6.熱処理        | 3          |          |          |          |           |          | 3          |
|      | 7.成形加工       | 1          |          |          |          |           |          | 1          |
|      | D.製鉄所全般      | 1          |          |          |          |           |          | 1          |
|      | 1.フェーズ・リサイクル | 1          |          |          |          |           |          | 1          |
|      | 2.整備保全       | 1          |          |          |          |           |          | 1          |
|      | 3.その他        | 2          | 1        |          |          |           |          | 3          |
|      | 計            | 45<br>(13) | 7<br>(7) | 6<br>(3) | 3<br>(1) | 11<br>(3) | 0<br>(0) | 73<br>(27) |
|      |              |            |          |          |          |           |          | 0          |
|      |              |            |          |          |          |           |          | 0<br>(0)   |

調査範囲:日本鉄鋼協会維持会員会社 79社  
( )内は2004年1月1日~12月31日実績を示す。

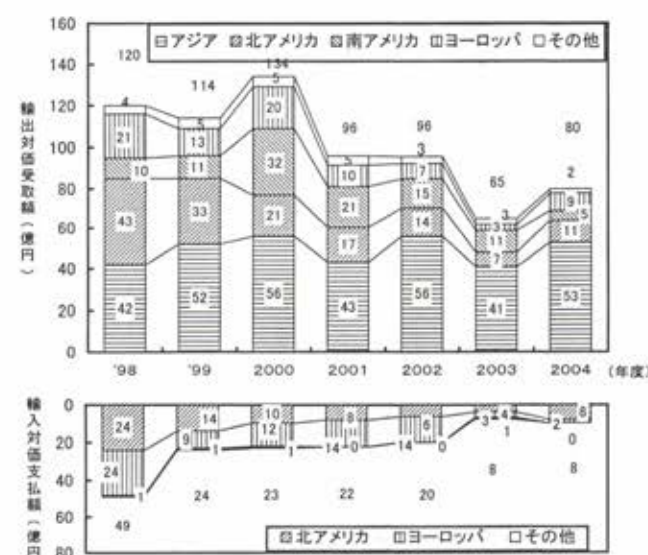


図4 鉄鋼業の技術貿易収支  
出所: 総務省統計局統計センター「科学技術研究調査報告」

増加し、技術輸入対価支払い額は横這いであった。

## 4 研究開発

### 4.1 研究費支出・研究者数

総務省統計局「科学技術研究調査報告」による企業の売上高対研究費支出比率、研究本務者1人当たりの研究費、従業員1万人当たりの研究本務者数の推移を図5から図7に示す。

売上高対研究費支出比率を見ると、2004年度は全産業が増加に転じたものの、鉄鋼業は引き続き減少傾向であった。鉄鋼業における研究費支出は01年の135,345百万円、02年129,660百万円、03年128,032百万円と3年連続で減少した後、04年135,087百万円と僅かながら増加に転じた。

従業員1万人当たりの研究本務者数は、生産人員の合理化の中で、長期的には増加の傾向にある。また、鉄鋼業における研究本務者数は2004年4,238人、2005年4,607人と増加したが、内容的には資本金100億円以上の企業では29人が減少、1,000万円～1億円未満の企業で251人増加している。

研究本務者1人当たりの研究費は鉄鋼業が全産業を上回っているものの、鉄鋼業の減少傾向は依然続いている。2,932千円と初めて3,000千円の大病を割り、全産業(2,603千円)に近づきつつある。

### 4.2 公的資金を活用した研究開発の動向

公的資金を取得して行っている鉄鋼関連の研究・技術開発テーマについて、本会の主要な維持会員会社に調査した。主な結果を表6に示す。環境・エネルギー分野、ナノテクノロジー・材料分野などで多くのテーマが取り組まれている。

## 5 日本鉄鋼協会における技術創出活動

### 5.1 新たな活動

分野横断部会として学会部門に設立された環境・エネルギー工学会(3フォーラム)は2年目の活動に入り、登録会員が本年1月末現在で305名(非会員約50名)に達した。講演大会での討論会、シンポジウム、国際セッション、予告セッションの開催など活発に活動し、特に2005年4月に社会鉄鋼工学会と合同で開催した「我が国の鉄鋼業を取り巻く資源・エネルギー需給状況の最前線」シンポジウムは好評を博した。

欧文論文誌(ISIJ International)は2006年1月から独立行政法人科学技術振興機構のWeb上のポータルサイトである科学技術情報発信・流通総合システム(J-Stage)に2005年1月号より掲載を開始する。過去分(1981年以降)について

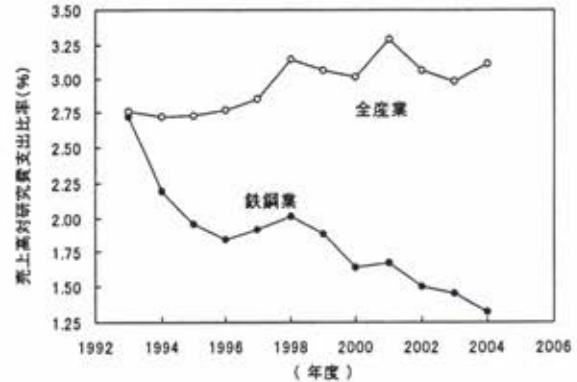


図5 売上高対研究費支出率の経年変化  
出所：総務省統計局統計センター「平成17年度科学技術研究調査報告書」

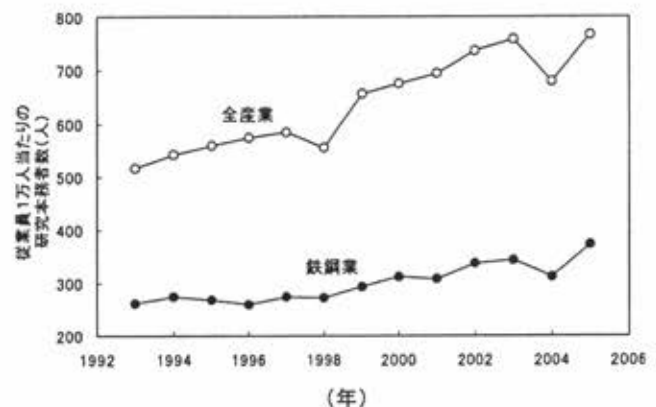


図6 従業員1万人当たりの研究本務者数の経年変化（人）  
出所：総務省統計局統計センター「平成17年度科学技術研究調査報告書」

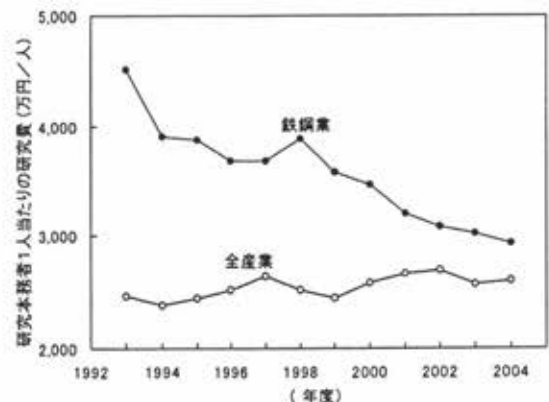


図7 研究本務者1人当たりの研究費の経年変化（万円/人）  
出所：総務省統計局統計センター「平成17年度科学技術研究調査報告書」

も、アーカイブ化の作業が完了次第、随時公開していく予定である。和文論文誌(鉄と鋼)については、国立情報学研究所電子図書館サービスに創刊号からの掲載を2005年に完了している。

## 5.2 技術部会

本会では、鉄鋼生産技術に関する研究および技術開発課題発信を生産技術部門を中心に行っており、その活動の種類および内容を表7に示す。特に本会特有の活動を推進している技術部会では、部会を活動内容によりグループ分けして学会部門の学術部会に対応させ、産学連携を推進している。産学連携強化のために進めてきた部会大会への大学研究者の参加や、学術部会との合同企画や運営への相互乗り入れなどの交流は定着しつつある。

一方、部会内の定期的な活動も活発に行われ、2005年度の部会大会は、本誌10巻9号788頁(上期大会開催一覧)、本号327頁(下期大会開催一覧)に掲載のように現時点で重要なテーマを共通・重点テーマとして取り上げて開催されている。昨年度と同様35の大会(春季17大会、秋季18大会)が開催され、参加者延べ人数は2,659名(2004年度2,581名)で前年度に比べ若干増加をみた。部会大会への大学研究者の

延べ参加人数も73名(2004年度61名)と増加している。特に、厚板部会大会は第100回を迎え、記念誌「わが国における厚板製造設備の現状」を作成した。

特定技術課題を共同で重点的に検討する技術検討部会も、2005年度には28技術検討会(2005年度内の新規発足は14)が活動し、積極的な技術創出活動が展開された。

また、発表論文の質的向上と若手技術者の育成を目指した表彰制度の導入も定着しており、優秀な発表論文については「鉄と鋼」への投稿が進んでいる。

## 5.3 技術検討部会

分野横断的、業際的技術課題を検討する技術検討部会については、「実用構造用鋼の微細第二相の制御と特性」技術検討部会の活動が2005年度で終了する。実用構造用鋼の母材ならびに溶接継手の特性に大きく影響する析出物や島状マルテンサイト(M-A)等の「微細第二相」が、どのように制御

表6 鉄鋼業における公的資金取得研究テーマの一例

| 分類      | 事業名称                                              | 委託元                                            | 開始年度 | 終了年度 |
|---------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|------|------|
| プロセス・設備 | 製鉄プロセスガス利用水素製造技術開発                                | (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                           | 2001 | 2005 |
|         | 電炉技術を用いた鉄及びプラスチックの複合リサイクル技術開発                     | (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                           | 2002 | 2005 |
|         | 廃熱による原料予熱型アーク炉導入による省エネルギー事業                       | (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                           | 2004 | 2005 |
|         | 平成16年度エネルギー多消費型設備天然ガス化推進事業                        | (社)日本ガス協会(経済産業省)                               | 2004 | 2006 |
|         | 省エネルギー型金属ダスト回生技術の実用化開発                            | (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                           | 2004 | 2007 |
|         | コークス炉ガス精製NH <sub>3</sub> 回収設備における廃熱利用による省エネ事業     | (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                           | 2005 | 2005 |
|         | 空気分離装置における高効率圧縮機導入による省エネルギー事業                     | (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                           | 2005 | 2006 |
|         | 使用済みプラスチックの熱処理微粉化による高炉吹き込み省エネルギー事業                | (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                           | 2005 | 2005 |
|         | 高機能チタン合金製プロセス技術開発                                 | (財)金属系材料研究開発センター(経済産業省)                        | 2005 | 2008 |
|         | 実用金属材料分野ナノメタル(鉄系)技術開発                             | (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                           | 2001 | 2005 |
| 要素技術    | 環境調和型超微細粒鋼製鉄プロセス技術の開発(PROTEUS)プロジェクト              | (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                           | 2002 | 2006 |
|         | 省エネルギー型鋼構造接合技術の開発                                 | (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                           | 2003 | 2005 |
|         | 水素安全利用等基盤技術                                       | (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                           | 2003 | 2007 |
|         | 水素に関する共通基盤技術開発・水素用材料基礎物性の研究                       | (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                           | 2003 | 2007 |
|         | 石油環境腐食原因微生物の腐食原因性調査                               | 経済産業省<br>(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構<br>(独)製品評価技術基盤機構 | 2005 | 2007 |
| 製品      | 地球温暖化防止技術プログラム<br>「変圧器の電力損失削減のための革新的磁性材料の開発」      | 経済産業省<br>(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                  | 2002 | 2004 |
|         | 京都議定書目標達成産業技術開発促進事業<br>(700℃級超超臨界圧高強度オーステナイト鋼の開発) | 地球環境産業技術研究機構                                   | 2005 | 2005 |

表7 技術部会の活動内容

| 技術創出活動の種類 | 活動内容                                                                                                                                                                              |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 技術部会      | 現場技術水準の向上を目指し、鉄鋼生産に関する技術交流を図るとともに、各分野における技術課題を抽出、研究の実行を行っている。鉄鋼製造全般にわたる19部会*が活動し、各部会には鉄鋼企業の技術者、研究者の他大学研究者も参加している。年1～2回部会大会を開催し、また下部組織には技術課題を重点的に議論する「技術検討会」が置かれ、技術創出を担う活動が行われている。 |
| 技術検討部会    | 鉄鋼生産プロセスの各分野にまたがる分野横断的、または業際的技術課題に対して、技術の方向と課題解決のための技術討議、調査等の研究活動を行っている。現在2部会**が活動している。                                                                                           |
| 研究会       | 鉄鋼企業からのニーズと大学等研究機関からのシーズに基づき、重要なテーマについて産学協同で研究を行っている。2005年2月末現在24研究会が活動している。                                                                                                      |

\*技術部会 …… 製鉄部会、コークス部会、製鋼部会、電気炉部会、特殊鋼部会、耐火物部会、厚板部会、熱延鋼板部会、冷延部会、表面処理鋼板部会、大形部会、棒線圧延部会、鋼管部会、圧延理論部会、熱経済技術部会、制御技術部会、設備技術部会、品質管理部会、分析技術部会

\*\*技術検討部会 …… 自動車用材料検討部会(第IV期)、実用構造用鋼の微細第二相の制御と特性技術検討部会

され、活用されているかについて討議・調査が行われた。

なお、本部会の後継として「実用構造用鋼の金属組織と破壊特性」技術検討部会が2006年度から発足する予定である。

#### 5.4 研究会

2005年度には24研究会が活動し、その内の4研究会が2006年3月に終了した。終了研究会の概要を表8に示す。

2006年度には新たに5研究会(表9)が活動を開始する。その研究活動は、資源有効利用技術、鉄鋼材料の計算工学による組織と特性予測技術、設備安全性センシング技術、環境調和型鉄鋼分析技術、鉄鋼廃熱有効利用技術などの上工程から下工程、鉄鋼周辺技術までの幅広い分野にわたっており、活発な産学連携研究活動の推進が期待される。中でも、「計算工学による組織と特性予測技術」研究会は材料の組織と特

性部会、創形創質工学部会の両部会から提案されたものであり、複数学術部会連携の研究会としてこれからの活動が注目される。

本会の学への助成制度の見直しが行われ、2006年度より新たなグループ研究制度として「産発プロジェクト展開鉄鋼研究」がスタートする他、研究会も知識集約型、技術開発型および鉄鋼関連新分野探索型の3種に分類されることとなった。

#### 謝辞

本稿の起草にあたって各段のご協力をいただいた、(社)日本鉄鋼連盟および本会関係者の労に對し、深く感謝の意を表します。

(2006年2月15日受付)

表8 2005年度終了の研究会

| 研 究 会 名                                      | 研究<br>期間            | 部会名                | 研究会<br>主査          | 研 究 目 的                                                                                              |
|----------------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 劣質炭対応型コークス化技術研究会                             | H14.4<br>～<br>H18.3 | 高温プロ<br>セス部会       | 三浦孝一<br>(京大)       | 石炭資源の劣質化(良質粘結炭の不足)の背景を睨み、コークス強度低下を回避する「劣質炭多量使用時のコークス強度制御技術」を確立するための基礎研究を推進する。                        |
| 溶融酸化物高温物性値研究会                                | H14.4<br>～<br>H18.3 | 高温プロ<br>セス部会       | 永田和宏<br>(東工大)      | 製鋼に関する溶融スラグの粘性、表面(界面)張力、熱伝導度の高温物性値の主要かつ最新のデータの調査と評価、推定方法の開発、測定、測定方法の採録、事例収集を行い、これらの結果を書籍として刊行する。     |
| CO <sub>2</sub> 発生ミニマム化を目指した高炉<br>限界現象の制御研究会 | H14.4<br>～<br>H18.3 | 高温プロ<br>セス部会       | 清水正賢<br>(九大)       | CO <sub>2</sub> 低減の鍵である低燃料比操業の実現を目標に、高炉内部の移動現象に関する動力学的な限界規程要因の抽出とその制御、及び低燃料比下の不安定現象の解消に向けた基礎技術を開発する。 |
| 強磁場を利用した鉄鋼材料の組織制<br>御研究会                     | H14.4<br>～<br>H18.3 | 材料の組<br>織と特性<br>部会 | 大塚秀幸<br>(物材機<br>構) | 鉄鋼材料における種々の固相/固相変態の生成組織に及ぼす強磁場の影響を明らかにすることにより、どのような機構で組織が配向するか、磁場によりどの程度組織制御ができるかといった組織制御の基本原理解明する。  |

表9 2006年度発足の新研究会

| 研究会名                    | 部会名                                 | 研究会<br>主査     | 研究会の概要                                                                                                                                                       |
|-------------------------|-------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 高強度・高反応性コークス<br>製造技術研究会 | 高温プロ<br>セス部会                        | 三浦孝一<br>(京大)  | 石炭資源拡大の対応技術開発および製鉄プロセスにおけるCO <sub>2</sub> 排出量削減のために、還元材(コークス比)低減を可能とする「高強度・高反応性コークス製造技術」を確立するための基礎研究を推進する。                                                   |
| 計算工学による組織と特性<br>予測技術研究会 | 材料の組<br>織と特性<br>部会/創形<br>創質工学<br>部会 | 瀬沼武秀<br>(岡山大) | 第一原理計算、Phase Field法、多結晶塑性論、均質化法などの新しい手法も適用し、組織予測モデルの精度アップと適用範囲の拡張を図ると共にマルチスケールモデリングにより組織を考慮した高精度の材料構成式を構築し、それを生かすマイクロ・メカニカルモデルの開発により成形シミュレーション精度の飛躍的な向上を目指す。 |
| 設備安全性センシング技術<br>の高度化研究会 | 計測・制<br>御・シス<br>テム工学<br>部会          | 本多 敏<br>(慶大)  | 電磁気・超音波などによるセンサ技術、信号処理技術等の高度化を図り、大型設備の安全性を定量的に計測・評価できる基盤技術进行研究する。                                                                                            |
| 環境調和型鉄鋼分析技術の<br>開発研究会   | 評価・分<br>析・解析<br>部会                  | 小熊幸一<br>(千葉大) | スクラップ利用拡大に対応するトランプ元素の迅速高感度分析法を開発して鉄鋼製品の品質管理の信頼性を向上させ、高品質製品の生産を確保する。加えて分析法のゼロエミッション化により環境保全に貢献する。                                                             |
| 鉄鋼廃熱有効利用研究会             | 環境・エ<br>ネルギー<br>工学部会                | 秋山友宏<br>(北大)  | 不連続に発生し熱回収が困難である鉄鋼廃熱を対象に、高密度に蓄え一定温度で再生利用することができる潜熱量が大い、主として200℃以上の相変化物質(PCM)を開発するとともに、その適用の可能性を調査、検討する。                                                      |

# ☆ 新製品 ☆

本会維持会員会社が2005年1月1日から12月31日までに発表した新製品を表10に示す。

表10 新製品 (2005年1月1日～2005年12月31日)

| 分類        | 会社名     | 製品名                                         | 内 容                                                          | 発表時期    |
|-----------|---------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------|
| 厚板        | JFEスチール | 建機向け降伏強度960MPa級鋼板<br>JFE-HYD960LE           | オンライン熱処理設備(HOP)を適用した溶接性に優れる高強度・高靱性鋼板。                        | 2005.12 |
|           |         | 原油タンク向け大入熱溶接用610MPa級厚鋼板<br>JFE-HITEN610E    | オンライン熱処理設備(HOP)を適用した大入熱溶接用610MPa級高張力鋼板。                      | 2005.2  |
|           |         | 建機向け780MPa級高強度・高靱性厚鋼板<br>JFE-HITEN780LE     | オンライン熱処理設備(HOP)を適用した低温靱性に優れる780MPa級高張力鋼板。                    | 2005.2  |
|           | 神戸製鋼所   | 橋梁用TMCP型高性能570MPa級鋼板                        | 極低C・Crの新成分系とTMCP技術による大入熱溶接が可能なYS500MPa級高強度高性能鋼板。(TMCP:熱加工制御) | 2005.9  |
| 熱延        | JFEスチール | ハイパーバーリングSC                                 | 熱延後に急冷することにより組織を均一化し加工性を大幅に向上させたSC熱延焼鈍材。                     | 2005.12 |
| 冷延・表面処理   | JFEスチール | ユニハイテン                                      | 自動車外板等の蓋物用低YP型440MPa級GAハイテン。耐デント性、面品質に優れ軽量化が可能。              | 2005.9  |
| 表面処理      | 新日本製鐵   | ジンコート21                                     | クロメートフリー商品メニューの拡充(高耐食、良滑り性等)。                                | 2005.8  |
|           |         | シルバージンク21                                   | 溶融亜鉛めっき用クロメートフリー鋼板を開発。通常型と高耐食型を取り揃え、量産化実施。                   | 2005.8  |
|           | JFEスチール | エコフロンティア JC                                 | 溶融亜鉛めっき用クロメートフリー処理鋼板。優れた無塗装耐食性と良好な溶接性が特長。                    | 2005.6  |
|           | 住友金属工業  | スミジnk NEOコートTH                              | 1層型耐指紋性クロムフリー鋼板を開発・商品化実施。                                    | 2005.6  |
|           |         | タフジnk NEOコートK                               | クロムフリー型溶融亜鉛めっき鋼板の本格量産開始。良バランス性能が高評価される。                      | 2005.1  |
|           |         | 住友ハイコートNEO (高耐食型)                           | 本格的屋外用用途高耐食型クロムフリーPCMを開発・商品化。                                | 2005.11 |
| 鋼管        | JFEスチール | オンライン熱処理活用高強度高機能ラインパイプ                      | 加速冷却とオンライン熱処理により耐サワー性、座屈性に優れた一連の鋼管製造技術確立。                    | 2005.9  |
|           |         | サスペンションアーム用780MPa級電鍍鋼管                      | 成形性、疲労特性、衝撃特性、塗装適合性、材質安定性に優れた高加工性高強度鋼管。                      | 2005.9  |
| 特殊鋼・条鋼・線材 | 住友金属小倉  | クラッキングコンロッド用非調質鋼                            | 高疲労強度・良好な被削性・低コストを達成できる自動車エンジン部品用非調質鋼。                       | 2005.9  |
|           | 神戸製鋼所   | 超高強度弁ばね用鋼                                   | 新介在物組成制御と超微細組織制御により従来比50%軽量化可能な超高強度弁ばね用鋼。                    | 2005.9  |
|           |         | 高強度クラッキング用鋼                                 | クラッキング工法が採用可能な高強度鉛フリーコンロッド用熱鍛非調質鋼。                           | 2005.9  |
|           |         | 純鉄系軟磁性材料<br>ELCH2/ELCH2S                    | 電磁部品の応答性向上と省電力化を実現し、部品製造コスト低減に寄与できる軟磁性材料。                    | 2005.9  |
| ステンレス鋼    | JFEスチール | JFE443CT                                    | ニッケル、モリブデン無添加のSUS304代替高耐食フェライト系ステンレス鋼板。                      | 2005.8  |
|           | 住友金属直江津 | NAR-301 SS1                                 | 当社独自製法によりプレス成形性と加工部疲労強度に優れる微細結晶粒のばね用ステンレス鋼板。                 | 2005.11 |
|           |         | 精密エッチング用ステンレス鋼 (NAR-304 SR<br>NAR-301L SE1) | エッチングによる寸法変化が小さく精密形状が得られ、かつエッチング後の表面が平滑である。                  | 2005.3  |
|           | 日本金属工業  | クロムフリープライマー塗装材                              | クロムフリー塗装ステンレス。断熱材との接着性に優れ、抵抗溶接可能な環境対応製品。                     | 2005.12 |
| 粉末・粉末製品   | JFEスチール | 高疲労強度用途向け合金鋼粉                               | 汎用焼結炉での焼結で高い回転曲げ疲労強度を実現する自動車部品向け新合金鋼粉。                       | 2005.12 |
| 工具類       | 山陽特殊製鋼  | 高性能プラスチック金型用鋼 PCM40S                        | 高纯净度鋼製造技術に裏付けされた、鏡面仕上げ性に優れたプラスチック金型用鋼。                       | 2005.11 |

## 新製品（2005年1月1日～2005年12月31日）つづき

| 分類       | 会社名     | 製品名                                    | 内 容                                                    | 発表時期    |
|----------|---------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------|
| その他鉄鋼製品  |         |                                        |                                                        |         |
| 鋼矢板      | 新日本製鐵   | ハット形鋼矢板900                             | 幅900mmのハット形状の採用により、優れた施工性と信頼性を確保した鋼矢板。                 | 2005.1  |
| パネル部材・工法 | 新日本製鐵   | 薄板遮水パネル工法                              | 高止水性を有する幅広薄板を地中に設置して容易に遮水壁を設置できるパネル部材・工法。              | 2005.1  |
| スラグ製品    | JFEスチール | ロードクール                                 | 高炉スラグ微粉末を使ったヒートアイランド現象抑止舗装用保水材。                        | 2005.8  |
| チタン製品    | 神戸製鋼所   | マフラー用耐熱チタン合金<br>KSTi1.2ASNEX           | JIS2種純チタンクラスの成形性と優れた耐高温酸化性、高温強度特性を有するチタン合金。            | 2005.6  |
|          |         | 高強度βチタン合金箔<br>KSPST15-3-3-3            | 高強度(min.1200MPa)と高延性(min.4%)を確保可能な平坦度の優れたβチタン合金箔を開発した。 | 2005.12 |
|          |         | 熱間鍛造性に優れた高強度チタン合金<br>KS EL-F II        | 熱間鍛造性に優れ、時効硬化処理によりTi-6Al-4Vより高強度を実現したチタン合金。            | 2005.12 |
|          |         | ゴルフ用 高強度、低ヤング率 β 型チタン合金<br>Ti-15Mo-3Al | 60GPaとβ合金中では非常に低いヤング率を有する。高反発のゴルフクラブ用に開発。              | 2005.2  |

## ☆ 生産技術のトピックス ☆

2005年の注目すべき技術開発、新設備、新製品などの概要をご紹介します。

### 1. 環境

#### 特殊鋼スラグ、ダストからのニッケル回収

大同特殊鋼（株）

大同特殊鋼は知多工場において2005年10月に特殊鋼スラグ、ダストからのニッケル回収設備を立ち上げた。この施設は、特殊鋼製造工程で発生するスラグ（汚泥）、ダスト（ばいじん）に含まれるニッケルを独自に開発した技術を用いて還元回収するものである。

従来、スラグ、ダストの大部分は産業廃棄物として埋立て処分されてきた。また、既存の方法（抵抗式電気炉や回転炉床法）ではスラグ、ダスト中の金属酸化物が一律に還元されるため、得られるフェロ合金のNi濃度が低すぎる問題点があった。

今回開発した技術では、特殊な構造を有するバーナーの高温火炎中にスラグ、ダストの粉体が吹き込まれ、熔融した各種酸化物の中からニッケルが選択的に還元される。このため、ニッケルの含有率をスラグ、ダストよりも数倍に高めたフェロニッケル合金が得られ、製鋼用母材や調整用合金として製鋼プロセスで再利用することが可能となった。また、2次スラグは路盤材原料として再利用が可能、排ガス顕熱は投入原料であるスラグの乾燥に活用される、などの特徴も持つ。

本事業は「あいエコタウンプラン」ハード補助事業として、経済産業省、愛知県の助成を受けて実現したものであり、当施設の稼働により、廃棄物のリサイクル化が進み、資源循環型社会の実現に貢献することが期待される。



図 設備外観

### 2. 高炉・スラグ

#### 西日本製鉄所（福山地区）第5高炉（3次）火入れ

JFEスチール（株）

JFEスチールは西日本製鉄所福山地区第5高炉の改修工事を実施（2005年2月1日～3月30日）し、2005年3月31日3次火入れを行った。

この改修にあたり、同社独自の超短期改修工法である大ブロックリング工法を採用した。本工法は事前に新しい炉体を約2,000トンの大ブロック3～4分割で製作しておき、改修中にはブロックの搬送と接合作業のみを行なう画期的な工法である。表1に大ブロックリング工法と従来工法を比較した。

同社は、過去に東日本製鉄所（千葉地区）、西日本製鉄所

(倉敷地区)において同工法による高炉改修を実施し、改修期間の短縮に効果を発揮してきた。今回の福山地区第5高炉改修における同工法の採用により改修期間58日という大幅な工期短縮を実現した。

これは5,000 m<sup>3</sup>級大規模高炉の改修としてこれまで世界最短であった千葉地区第6高炉の62日をさらに短縮する記録となった。

改修前後の主要仕様比較を表2に示すが、改修後の福山第5高炉は、炉内容積の拡大(4,664 m<sup>3</sup>→5,500 m<sup>3</sup>)に伴い、出鉄口を3本から4本に増強し熱風炉についても休止中の1基を改修して4基操業体制とした。

また、炉頂原料装入装置を従来のベル方式からベルレス方式に全面更新することにより装入原料の分布制御性を向上させ、安価な原料をより多く使用可能にするなど、溶鉄製造コストの低減を図っている。

表1 従来工法と大7'ロッキング工法との比較

|        | 従来法                                                                                | 大7'ロッキング工法                                                                         |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 工法     |  |  |
| ユニット数  | 500~1,000                                                                          | 3~4                                                                                |
| ユニット重量 | 10~20 t                                                                            | 約2,000 t                                                                           |
| 改修期間   | ~130日                                                                              | 58日                                                                                |

表2 改修前後の主要仕様比較

|      | 改修前(2次)            | 改修後(3次)            |
|------|--------------------|--------------------|
| 炉内容積 | 4664m <sup>3</sup> | 5500m <sup>3</sup> |
| 炉体支持 | シャフトブラケット          | フリースタンディング         |
| 装入装置 | ベル+アーマー方式          | 3ノパラレルベルレス         |
| 鉄床   | 出鉄口3本              | 出鉄口4本              |

## 高炉スラグ微粉末を使った

### ヒートアイランド現象抑止舗装用保水材

#### JFEスチール(株)

JFEスチールは、吸水・保水能力が高く、施工後の性能持続性に優れる、ヒートアイランド現象抑止舗装用保水材『ロードクール』を開発し、2005年夏より販売を開始した。『ロードクール』は、以下の特長を有する。

#### ○路面温度低減効果の持続性

『ロードクール』は、原料配合を最適化することにより、当社の従来の保水材に比べて吸水能力が大きく、雨水を効率

的に吸収・保持することを可能にした。『ロードクール』を用いた保水性舗装(前提:舗装厚さ10 cm、保水材注入率75%)では、降雨等で一旦飽水状態になれば、その後晴天が続いても、1週間後の路面温度を、概ね6~8℃程度低くできることを確認した(図)。

#### ○施工後の保水性能持続性

一般的に、保水材は固化材としてセメント系材料を使用するため、施工後徐々に気孔量が減少して保水性能が低下し、路面温度低減効果が小さくなる可能性があった。『ロードクール』水和固化体は気孔閉塞などの劣化がほとんど起こらず、促進劣化試験によって5年以上の耐久性が確認されている。JFEスチール東日本製鉄所(千葉地区)において2004年3月に施工した保水性舗装による検証実験では、施工直後の路面温度低下性能と、施工後1年経過後の路面温度低下性能が、概ね同等であることを確認している。

○有害物質の溶出なども認められず、環境に優しい材料である。

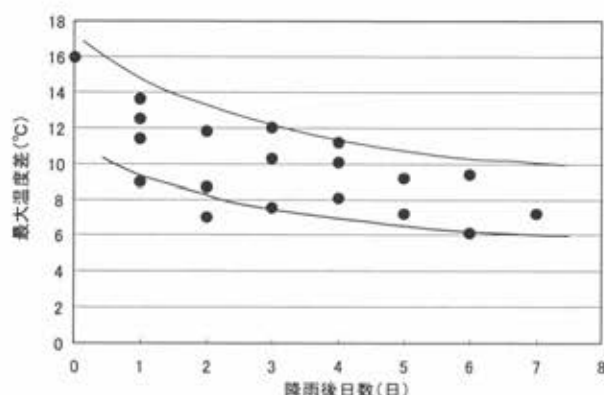


図 路面温度低減効果の持続性

## 磯焼け改善にむけた鉄鋼スラグによる海域施肥技術の開発

### 新日本製鐵(株)

新日本製鐵は、磯焼け改善を目的とした鉄鋼スラグと腐植物質からなる混合物の実用化に向けて、北海道増毛町の実海域で施肥実験を行った。

日本の沿岸では、コンブやワカメ等の有用な海藻群落が消失して岩石や岩盤が石灰藻と呼ばれる白色藻類に覆われた磯焼け(海の砂漠化)が広がり、魚介類の生息場や産卵場所の消失によって漁業に被害も出ていることから、豊かな海の生態系の再生を促進させることは喫緊の課題となっている。磯焼けの原因としては、海水温の上昇、水質汚濁等の環境変化や、有用藻類をウニが食い荒らす等の様々な複合要因があると言われているが、海に流れ込む河川上流における木々の伐採等により、腐植土中の腐植酸鉄がでにくくなり、有用な

藻類の成長に必要な二価鉄イオンの海への供給が減少したこともその一つと考えられている。

工学院大学の定方教授（東大名誉教授）らは、長年、東京大学にて磯焼け改善の研究に取り組み、鉄鋼スラグ等の二価鉄含有物質と廃木材チップを発酵させた腐植物質の混合物中に存在する腐植酸鉄が藻類の成長促進に有効であることを研究室的に明らかにしてきた。

新日本製鐵は（株）エコ・グリーン、西松建設（株）と共同で、当該混合物の実海域での効果を確認するため、北海道増毛町の増毛漁業協同組合の協力を得て、2004年11月に同町舎熊海岸の汀線部（波打ち部の陸側）、幅約15 mに鉄鋼スラグと腐植物質の混合物からなる施肥ユニットを設置した。2005年3月以降に海中観察を進めたところ、数年来、海底一面が真っ白であった同海岸において、ユニット設置部から沖合いへ30 mほどの海域にコンブ等が豊かに生育していることを確認した。本結果は、ある実海域において二価鉄含有物と腐植物質の混合物が磯焼け改善に有効であることを初めて確認できたものとする。



対策前状況

対策後状況

図 対策前後の海中状況  
写真提供：（株）渋谷潜水工業

### 3. 転炉・電気炉

#### 原料予熱槽直結型電気炉での省エネルギー操業技術

##### JFE条鋼（株）

JFE条鋼は姫路製造所において11月末に環境調和型である原料予熱槽直結型電気炉の稼動を開始し順調に操業を行っている。これは従来型の150トン電気炉を更新したもので大型電気炉では初めての試みである。

当所の製造工程は、原料であるスクラップを溶解し半製品（ピレット）を製造する製鋼工程と、ピレットを圧延して形鋼製品をつくる圧延工程よりなる。使用エネルギーの約80%は、この溶解工程（電気炉）で消費されるが、従来の電気炉ではスクラップ装入時に炉蓋を開放することと操業時に高温の排ガスは廃棄していたため熱ロスが約43%と大きい。この熱エネルギーを回収して溶解エネルギーを低減することを目的として、電気炉の構造をスクラップの予熱槽が電気炉の炉体と直結した構造とした。スクラップは全てこの予熱槽中で排ガスと熱交換されて予熱される。また予熱槽上部より

ほぼ連続的にスクラップを供給できるので熱ロスは約14%と従来型に比べて約3分の1と大幅に低減できる。このため省エネルギー効果が大きく、費用対効果の大きい本プロセスは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の2004年度エネルギー使用合理化事業者支援事業に採択されている。

また、炉体の密閉化により排ガスのクリーン化も可能となるので昨年より施行された自動車リサイクルでの廃車全部利用促進にも役立ててゆきたいと考えている。



図 導入設備

#### 製鋼プロセスの高効率化による省エネルギー実現

##### 住友金属工業（株）・（株）住金鋼鉄和歌山

住友金属工業と住金鋼鉄和歌山は和歌山製鉄所において2005年に製鋼プロセスの高効率化を完成させた。高効率化の主眼は溶鉄脱りん専用炉を中心とした全量同一プロセス・高能率操業の実現である。この結果、従来に比べCO<sub>2</sub>換算値で年間約34万トンの排出量削減に相当する省エネルギーを達成した。

和歌山製鉄所製鋼工場は自動車用外装鋼板・電磁鋼板・油井管・原子力鋼管・車輪・車軸向けなど多種・多様なニーズに対応する素材を供給してきた。このため品種毎に製造方法が異なるなど工程は複雑であり、製造能率の向上が課題であった。そこで1999年、低りん化を始めとする高品質化への対応を満足しながら、高能率生産が実現可能な製鋼工場を建設、操業を開始し種々の開発を行ってきた。

高効率化を可能にした技術は、以下の4点である。

1. 世界で初めて開発した上底吹き転炉方式溶鉄脱りん
2. 9分吹錬、TAP-TAP20分操業を可能にした世界最高速の転炉脱炭吹錬
3. 世界初の脱りん炉・転炉レイアウトによる工場内一方物流の実現
4. 脱りん炉・転炉の高稼働率を確保する脱りん炉20000回の高寿命化および5.5日短期間炉修

製鋼プロセスの高効率化により、熱エネルギーロスの削減・使用エネルギー減少・生石灰使用量減少をはかり、CO<sub>2</sub>排出量換算値で年間約34万トンの省エネルギーを達成した。また、亜鉛ダストの分離回収・スラグ減少により環境調和を実現した。さらに低りん、極低硫、低酸素鋼などの高品質鋼の安定製造体制を確立し、お客様ニーズへの対応力を増強するなど社会に大きく貢献している。



図 和歌山新製鋼工場の全景

#### 4. 熱延

##### 高加工性高炭素熱延鋼板「ハイパーバーリングSC」

JFEスチール(株)

JFEスチールは加工性を大幅に向上させた高炭素熱延鋼板「ハイパーバーリングSC」を世界に先駆けて開発・実用化し、ギア、ワッシャーなどのほか、従来プレス成形が困難であるとされていたクラッチドラムなどの自動変速機部品に採用された。自動変速機の円盤状部品には従来からS35C～S45Cクラスの高炭素鋼が使用されているが、素材の加工性が乏しいことから鋳鍛造品や切削加工品が主であった。

「ハイパーバーリングSC」は、2003年に大河内記念技術賞

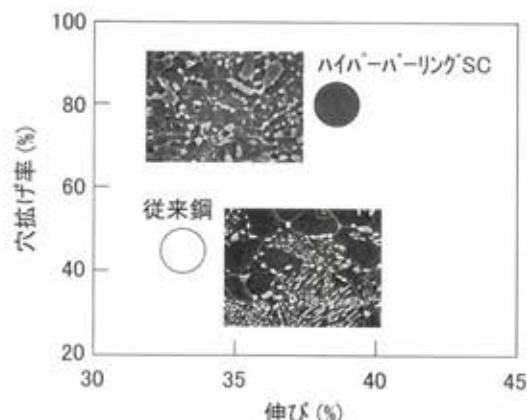


図 S35Cにおける従来鋼とハイパーバーリングSCの特性比較

を受賞した「限界冷却速度によるオンライン加速冷却技術」を熱間圧延設備に用いたSuper-OLAC Hを使用することによって焼鈍後のミクロ組織を均一微細化することに成功したもので、以下のような特長を有する。

- (1) 伸び、穴拡げ性に優れ、従来困難であった複雑形状へのプレス成形(増肉加工含む)が可能。
- (2) 従来材に比べ、打抜き性や焼入れ性が向上。
- (3) 熱処理前の引張強度も440 MPa程度以上あるため、非熱処理部でも高い強度・耐久性を確保。

本材を用いることによって、従来は材質の異なる部材を別個に加工後溶接していた自動変速機部品の一体成形製造が可能になり、自動車会社における自動変速機部品の機能・信頼性の向上と製造工程の合理化に大きく寄与するものと考えられる。

#### 中国大型水力発電所への

##### SUMITEN610F-TMCP厚鋼板初採用

住友金属工業(株)

住友金属工業は、三峡ダムに次ぐ大型水力発電所となる龍灘発電所向けに引張強度610N/mm<sup>2</sup>級厚鋼板を受注、この度出荷を完了した。当該鋼板は、ダムの上池から発電機に水を落とし込む水圧鉄管に使用されるものであり、トンネル内の高温多湿環境での溶接を配慮した優れた溶接性に加えて、高い水圧に耐えうる良好な強度・靱性が要求される。

住友金属工業が開発したオースフォームドベイナイト\*と

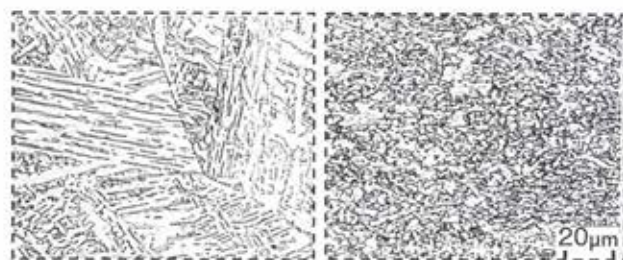


図1 従来QT組織(左)とオースフォームドベイナイト組織(右)比較例



図2 龍灘発電所イメージ

\* 日本金属学会技術開発賞、市村産業賞ほか受賞

呼ばれる独自のTMCP（熱加工制御法）を駆使した高張力鋼板製造技術が評価され、中国国内で初めて610N/mm<sup>2</sup>級TMCP鋼板（商品名SUMITEN610F-TMC：JIS G3115 SPV490相当）が水圧鉄管に採用された。

同発電所は、中国南部の広西壮族自治区に建設中のもので、2009年完成時の発電能力は、日本最大の黒部ダムの約4倍にあたる540万KW。水圧鉄管用厚板使用量は全体で4千トンあるが、住金はこのうち高い圧力のかかる下部の3千トン（板厚52mm）を納入した。

住友金属工業は、これを機に、クリーンエネルギーとして注目される水力発電分野に対して溶接施工性に優れたSUMITEN610F-TMC厚鋼板適用を一層推進することによって、溶接作業負荷および製作コストの削減に貢献して行きたい考えである。

#### 原油タンカーのカーゴタンク用耐食鋼板「SMICORE」の開発（SMI Crude Oil Resistant Steel）

住友金属工業（株）

住友金属工業は原油タンカー、カーゴタンク内の上甲板部及びタンク底板部両環境で耐食性能の優れた鋼板を開発し、実用化した。

船舶の重大損傷防止と海洋汚染防止の観点から、大型タンカーの原油タンクにおける腐食問題がクローズアップされてきている。原油タンク内は防爆のため吹き込まれるイナートガスに加え原油由来の硫化水素が存在する複雑な腐食環境であり、腐食が大きいとされる部位は、上甲板裏面（全面腐食）と底板内面（孔食）である。

住友金属工業は日本造船研究協会第242部会の研究成果をもとに、両環境での腐食状況を再現出来る独自の実験室的試験法を確立し、両環境で耐食性能が優れた鋼板の開発に成功、実船への試験適用を開始した。本鋼板は従来鋼と全く同様の施工が可能であり、機械的特性や溶接継ぎ手性能は従来鋼と同等のレベルである。

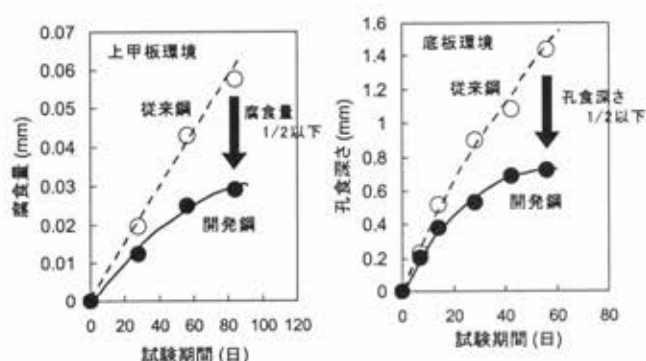


図1 SMICORE（開発鋼）の耐食性能  
（左：上甲板部、右：タンク底板部再現試験結果）



図2 試験適用第1船目の「SANKO BLOSSOM」  
住友重機械マリンエンジニアリング（株）建造  
（三光汽船（株）採用船）

また、本鋼板は主要船級（LR、NK、AB、DNV）の船体用圧延鋼材としての製造法承認を取得しており、特にLR船級協会からは「従来鋼に比べ耐食性が2倍以上に優れた鋼板」との認定を取得している。

#### 5. 棒鋼・線材

##### 高耐食性・高強度ステンレス鋼の開発

大同特殊鋼（株）

大同特殊鋼は、耐食性に優れた高強度ステンレス鋼を開発した。通常、耐食性と耐摩耗性が必要とされる部品には、炭素含有量が多く、焼き入れ・焼き戻し処理を行って硬さを確保したSUS440Cなどの高硬度ステンレス鋼が広く用いられている。一般的に、ステンレス鋼は良好な耐食性を得るためにクロムを添加するが、クロムは焼き入れ・焼き戻し処理後の硬さを低下させることから、添加可能量には限界があり、そのため、従来の高硬度ステンレス鋼は塩化物や海水などが含まれる環境下では腐食の発生が不可避であった。

一方、窒素はクロムと同様に耐食性を向上させる元素としてよく知られており、ステンレス鋼でも窒素を添加した鋼種が多く開発されている。しかし、従来の製造方法では窒素の

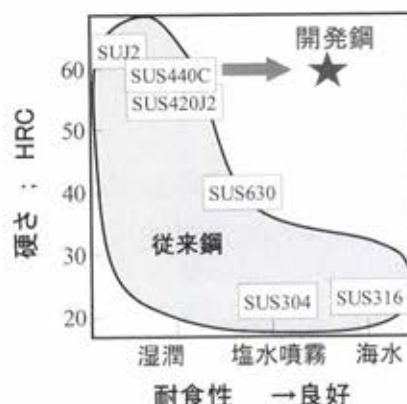


図1 開発鋼と従来鋼の耐食性と硬さの関係



図2 開発鋼と従来鋼の塩水噴霧試験後の外観  
(35℃、5%塩化ナトリウム溶液96時間噴霧)

溶解度に限界があり、高硬度ステンレス鋼の窒素は0.1%程度しか添加できなかった。

今回、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成を受けて独自の「加圧雰囲気誘導溶解鋳造法」を開発し、0.6%以上の窒素を含有する新ステンレス鋼の製造に成功した。新ステンレス鋼の特性は、SUS440Cなどの高強度ステンレス鋼と同等の硬さ(HRC60)でしかも耐海水用鋼SUS316に近い耐食性を持つ。このため、耐食性が求められる高強度部品に適用でき、具体的な用途としては自動車・化学プラント・海洋構造物・IT産業などで使用される軸受けや圧力・流量制御バルブ、刃物、金型などが挙げられる。

#### クラッキングコンロッド用非調質鋼の開発

(株)住友金属小倉

住友金属小倉(以下住金小倉)は、本田技研工業(株)(以下Honda)と共同で、これまでにない高強度を有するクラッキングコンロッド用非調質鋼を開発・実用化した。

これまでも粉末焼結材や高炭素鋼でクラッキングコンロッドを実用化している例はあったが、疲労強度や加工性等に問題があった。住金小倉は、Hondaと共同で、これらの問題を解決する高疲労強度のクラッキングコンロッド用非調質鋼を開発・実用化した。

新しく開発した材料の特徴は、

- (1) クラッキング性能を得るために特殊元素を含有させて、「析出」という強化手法を活用した。
- (2) 炭素含有量を適正レベルに調整し、(1)の「析出」と組み合わせることにより、目標とする高い疲労強度を達成した。
- (3) 環境負荷物質である鉛を含有していない。鉛には加工性を改善する働きがあり、従来材料には含有されていたが、環境負荷物質でもある。住金小倉とHondaは環境に配

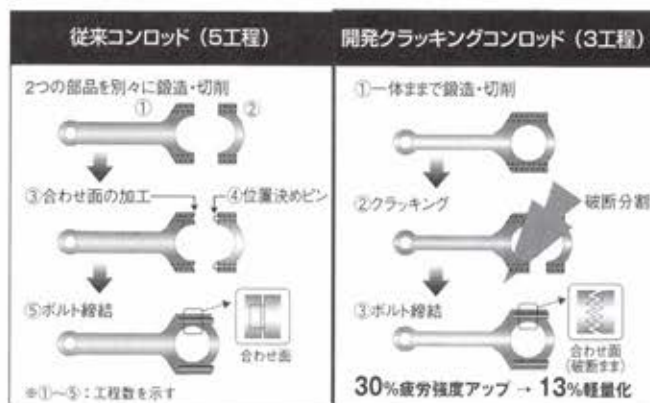


図 従来コンロッド(左)とクラッキングコンロッド(右)の比較

慮し、鉛を含有しなくても良好な加工性が得られるように、材料と加工方法の最適化に成功した。

- (4) 本材料を使用することにより、コンロッド部品として、30%の疲労強度向上および13%の軽量化が図れた。

#### 純鉄系軟磁性材料「ELCH2/ELCH2S」

(株)神戸製鋼所

神戸製鋼所は、自動車用電磁部品の応答性向上と省電力化を実現し、部品製造コスト低減に寄与できる純鉄系軟磁性材料ELCH2シリーズを開発した。

近年の自動車分野では、利便性の向上や低燃費化による環境負荷低減を達成するため、ソレノイドやアクチュエータ等、電磁制御による高性能化が急速に拡大している。従来、これらの電磁部品では、磁気回路の鉄心に低炭素鋼(0.1%C程度)が用いられてきたが、電磁制御の目覚しい伸展に伴い、各部品とも一層の高性能化と低消費電力化が必須な状況にある。

神戸製鋼所では、この要求に応えるため、磁気特性に有害な元素や析出物を低減・無害化する技術を確認し、優れた磁気特性と冷間鍛造性を有する純鉄系軟磁性材料ELCH2の商

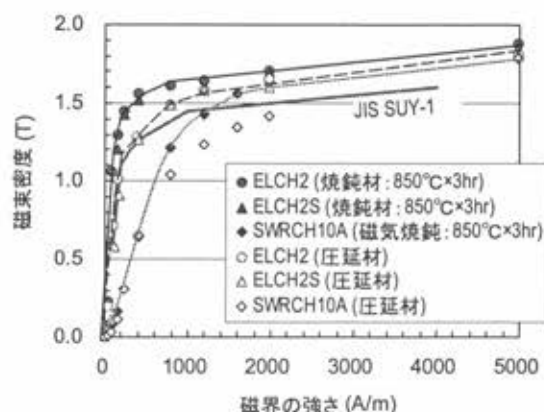


図 開発鋼(ELCH2/ELCH2S)の磁束密度特性

品化に成功した。更に、切削加工を重視する電磁部品に対しては、当社の得意とする特殊鋼製造のノウハウを活かし、鉛以外の元素を最適条件で分散させることで、切削加工性を改善した純鉄系軟磁性材料ELCH2Sを開発・商品化している。

本開発鋼ELCH2シリーズの磁気特性の一例を図に示す。

ELCH2シリーズは、JIS SUY-1種以上の磁気特性を満足し、また特長である優れた冷間鍛造性を「軟質化焼鈍の省略」や「複雑形状部品の一体成型」等に活用することによって、各種電磁部品の高性能化と製造コスト低減に大きく貢献できる。

近年、電磁クラッチ部品等、新たな自動車部品にも採用されており、今後も更なる適用拡大が見込まれる。

## 6. ステンレス

### Ni、Moフリー高耐食ステンレス鋼「JFE443CT」

JFEスチール(株)

近年、鉄鉱石や原油などの原材料の高騰が大きな問題になっている。ステンレス鋼の分野でも、原料のNi、Moなどが高騰して大きな影響を受けている。長期的に見ても、ステンレス鋼の代表鋼種であるSUS304(18%Cr-8%Ni)は、Ni原料価格の変動により価格が激しく上下してきた。一方、Niを添加しないCr系ステンレス鋼のSUS436L(18%Cr-1.2%Mo)等が、その高い耐食性からSUS304代替鋼として使用されてきたが、Mo高騰により高価になり代替鋼としての使用が困難となった。

この状況を解決するため、「Ni、Moフリー」として価格を安定させ、Cr含有量を21%まで高めることによりNi、Mo無添加でもSUS304と同等の耐食性を確保した、高耐食Cr系ステンレス鋼「JFE443CT」を開発した。高Crステンレス鋼は量産しにくい鋼種であるが、不純物元素の炭素、窒素を効率よく除去できる大排気量・大容量のVOD(真空脱炭炉)の使用と、SUS447J1(30%Cr-2%Mo)ステンレス鋼をはじめとする多くの難製造性高Cr系ステンレス鋼の製造で蓄積したノウハウを活用し、特殊ステンレス鋼ではなく汎用ステンレス鋼としての量産を可能とした。

本鋼は次の特長を持つ。

- (1) 耐食性はSUS304と同等。
- (2) Ni、Moを添加しないため、SUS304より安価で安定している。
- (3) 加工性はSUS436Lと同等で、Cr系の代表鋼種であるSUS430(16%Cr)より優れる。特に深絞り性はSUS304よりも優れている。

今後は、SUS304代替として、厨房機器・用品、家電製品、建築内外装材、建築金物、自動車排気系部品、海上輸送用の冷凍コンテナなどのあらゆる用途で広く使用されることが期待される。

## 7. 試験・分析

### 家電用表面処理鋼板の新耐食性試験法「ACTE」の開発

JFEスチール(株)

2003年2月に発効したRoHS指令により6価クロムを含む6物質が2006年7月以降製品に使用できなくなることを受けて、家電製品に含まれる環境負荷物質の低減の観点から、家電用表面処理鋼板のクロメートフリー化が進められている。従来、家電用表面処理鋼板の耐食性評価は、塩水噴霧試験(SST)や複合サイクル試験(CCT)などが広く適用されてきたが、実使用環境における家電製品の腐食実態との相関は必ずしも明らかになっていなかった。使用実績の短いクロメートフリー表面処理鋼板を適正に評価するためには、実際に使用環境を踏まえた適正な腐食試験法が必要である。そこで、JFEスチールは(株)日立製作所日立研究所殿と共同で、従来の腐食促進試験(SST、CCT)に替わる家電用表面処理鋼板の新耐食性試験法「ACTE」(Accelerated Corrosion Test for Electrical appliances)を世界で初めて開発した(2003年発表)。

2005年にはACTEの試験条件を公開し、家電製品への適用が進んでいるクロメートフリー表面処理鋼板について実使用環境下での耐食性の適正評価に適用して家電分野への普及を推進している。ACTEは塩分付着工程と乾湿繰り返し工程とで構成され、その特徴は、実環境を模擬した試験条件(人工海水の使用、絶対湿度一定)であることと、試験条件を変化させて主要腐食因子(付着塩分量など)の依存性のデータを取得することにより広範囲にわたる使用環境における材料の耐食寿命推定が可能であることである。一方、ACTEは家電分野だけでなく建材分野で使用される各種表面処理鋼板の大気暴露試験結果とも良好な相関を示すことが確認された。

2006年には、ISO TC/156(金属および金属合金の腐食)

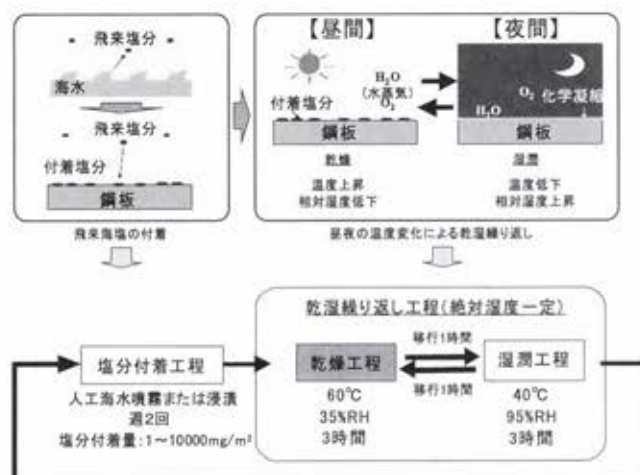


図 新耐食性試験法「ACTE」の試験条件

において、表面処理材料及び耐食材料の大気腐食試験法として本試験法のISO規格化に向けた国内プロジェクトを開始する予定である。

#### 金属元素測定用自動前処理装置の開発

東亜ディーケーケー（株）

東亜ディーケーケーは、工場排水試験方法（JISK0102）試料の前処理5.1項、5.2項をベースに、試料・試薬を半分にした金属元素（Cd、Cr、Ni、Pbなど）測定前処理操作の自動機を開発、実用化した。

本機は、試料計量・試薬計量・加熱分解・放冷・ろ過・分解液計量・洗浄の一連の複雑な前処理工程を自動化したもので、人の操作に比べバラツキの少ない、安定した回収率（90%以上）、CV値（5%以下）を実現した。

主な特長は、

- ①JIS K 0102 5.1項、5.2項の手順をベースに2種類の処理工程を準備、1検体当りの処理時間は30～40分程度。
- ②一度に36検体をセット可能なターンテーブルを使用し、処理中に追加、取り出し、割り込みが可能。
- ③加熱分解部は、石英ガラス容器の外側に蒸着を施した蒸着ヒーターを採用し、分解効率を向上。



図 自動前処理装置 外観

- ④豊富なアラーム機能を装備しており、夜間の無人運転が可能。

既に本機は実用に供しているが、ベテランの作業員と同等性能であるとの評価である。今後、多くの分析作業現場において前処理の自動化・省力化に貢献できると考えている。

#### 8. 耐震

##### アンボンドブレースによる革新的耐震技術の開発

新日本製鐵（株）

従来の耐震設計の考え方は、大地震に対して「人命確保・崩壊防止」が主流であり、建物の塑性化・残留変形などの被害を許容している。しかしながら、首都直下地震での建物被害は数十兆円と言われ、耐震性の高い建物が強く求められている。新日本製鐵は、特殊な鋼材を使った耐震部材「アンボンドブレース」を開発し、これを建物に組み込むことで、地震エネルギーを吸収させて揺れを低減し、地震後の「建物被害の低減・継続使用」を可能にした。

これは以下の3つの要素技術開発からなっている。

- ①従来鋼より低く安定した降伏強度かつ塑性域の疲労特性に優れた地震エネルギー吸収用鋼を開発した。
- ②①の鋼材を部材の性能として発揮するための特殊な耐震部材「アンボンドブレース」を開発し、安定した地震エネルギー吸収性能を可能とした。
- ③②のアンボンドブレースを建物に組み込むことで、アンボンドブレースが地震エネルギーを吸収し、建物の揺れを低減して柱梁の損傷を抑える新しい概念の耐震設計法を開発・実用化した。

本開発により、建物の「建物被害の低減・継続使用」が可能となり、現在ほとんどの高層鉄骨建物に地震エネルギー吸収部材を使った地震被害低減の考えが採用されている。さらに米国・台湾・中国等への本技術の開示とアンボンドブレースの供給を通じて国際レベルでの耐震技術の向上と普及に貢献している。



図 アンボンドブレースの概要