

2003年鉄鋼生産技術の歩み

Production and Technology of Iron and Steel in Japan during 2003

大橋徹郎
Tetsuro Ohashi

日本鉄鋼協会 生産技術部門 前部門長

1 日本鉄鋼業の概況

2003年の日本経済は、穏やかな回復基調が続いている。公共投資は減退しているものの、新型肺炎SARSの影響が限定的な範囲に止まった東アジア経済が高成長を維持していることや、株価上昇などにより企業家心理が改善し、設備投資の回復が鮮明となっている。底固く推移している個人消費に加え、輸出も堅調を持続すると見られることから、政府予測では年度の国内総生産（GDP）の実質成長率を+2.0%と見込み、また名目成長率でも+0.1%とプラスへの転換を見込んでいる。しかしながら、全国の消費者物価指数が10月に前年同月比で5年6ヶ月振りの上昇となったものの、全般的には物価の下落は続き、デフレ克服には至っていない。雇用情勢も、12月には完全失業率が4.9%まで低下したが、年平均では5.3%と依然として高いレベルで推移し、年平均完全失業者数は350万人と5年連続で300万人を超えて、依然厳しい状況が続いている。

2003年の国内鉄鋼需要を受注統計でみると、建築では非住宅建築が民間設備投資の回復から若干増加するが、住宅着工戸数は前年と同等であったのに加え、土木では公共土木の落込みが大きかったことから、建設全体としては減少傾向であった。製造業では、堅調に推移した自動車向けに加え、造船は起工量が高水準を持続し、産業機械も外需が好調な土木建設機械・金属加工・工作機械を中心に回復傾向を辿り、製造業全体としては前年比プラスとなった。

全鉄鋼輸出は鉄鋼各社の慎重な販売姿勢を徹底したために、前年比5.1%減の3,446万トンと7年振りに前年を下回るものの、好調な中国向けを中心に、高水準を維持した。なお、中国の2003年粗鋼生産は、単独国家として史上初めて2億トンを突破し、中国の鉄鋼需要は前年度比26%増の2億6600万トン程度に急拡大した。

一方、全鉄鋼輸入は前年比13.3%増の596万トンと3年振

りの増加となった。しかし、厚板、熱延広幅帯鋼を中心に、鋼板類は低水準の輸入量となった。また、普通鋼鋼材の主要仕入先では台湾が11ヶ月連続で減少する一方、中国が10ヶ月連続で増加している。

日本の粗鋼生産量は、国内製造業向けの堅調な推移とともに、中国向けを中心にアジア向け輸出好調の追い風で、累計1億1051万トンと前年比2.6%増となり、4年連続で1億トンを超えた。炉別では、電炉鋼比率は26.4%と7年連続の低下となった。鋼種別では、自動車向けが好調だった特殊鋼が2219万トンと前年比8.8%増となった。表1に、国内の鉄鉄、粗鋼生産および主要鋼材生産実績の推移を示す。

中国の需要急拡大、およびコスト切下げ等の合理化効果と合わせ、国内鋼材価格の改善が店売り、ひも付きともになされ、鉄鋼各社の収益が総じて大幅改善となる見込みである。

外需頼みではあるが、生産、価格、業績のいずれもが好調な一年であった。一方で、中国の生産拡大などの影響で鉄鉱石、石炭、合金鉄、鉄スクラップなどの原燃料価格が軒並み高騰した。その中で鉄スクラップの国内市況が1トン2万円前後に至り、その煽りで自主廃業に追い込まれた電炉会社もあった。

一時の危機的な状況は脱したものの、厳しい環境は依然として続いており、鉄鋼業の雇用要員は減少し続け、就業者数は対2002年末比で1万人強が減り、約15.5万人となった。

企業の体質強化、一層のグローバル化に向け、国内鉄鋼業の再編、海外企業との合弁も相次いだ。鉄鋼業の国内再編で特筆すべきは、2002年9月に設立したNKKと川崎製鉄（株）の統合持ち株会社であるJFEホールディングス（株）の傘下で、経営統合の第2段階として5つの事業会社が発足し、その内の一つで鉄鋼事業を統合したJFEスチール（株）が2003年4月に発足した。粗鋼生産規模で業界第一位の新日本製鐵（株）に伍するミルが誕生する一方で、新日本製鐵、住友金属工業（株）、（株）神戸製鋼所の三社間のアライアンスもス

表1 鉄鋼、粗鋼生産および主要鋼材生産実績推移(単位:千トン)

		1999年 総生産量	2000年 総生産量	2001年 総生産量	2002年 総生産量	2003年 総生産量	対前年 増減%
生 産	粗鋼生産量	94,192	106,444	102,866	107,745	110,514	2.6
	転炉鋼	65,452	75,784	74,442	78,533	81,355	3.6
	電気炉鋼	28,740	30,660	28,424	29,212	29,160	-0.2
	高炉鉄生産量	74,518	81,071	78,836	80,979	82,087	1.4
	普通鋼熱延鋼材	73,221	83,044	78,927	80,838	81,749	1.1
	H形大形形鋼	6,652	7,235	6,206	5,914	5,613	-5.1
	中小形形鋼	1,636	1,752	1,558	1,576	1,501	-4.8
	小形棒鋼	11,850	12,247	11,908	12,430	11,644	-6.3
	一般線材	2,896	2,736	2,401	2,056	1,883	-8.4
	中厚板	7,629	8,618	9,301	9,066	10,153	12.0
	広幅帯鋼	36,873	44,529	41,724	44,152	45,438	2.9
	特殊鋼熱延鋼材	14,224	15,748	15,835	17,451	18,736	7.4
	構造用鋼	5,430	6,209	6,087	6,688	7,329	9.6
	ステンレス鋼	2,651	3,021	3,138	3,096	3,328	7.5
	バネ、軸受鋼	1,008	1,172	1,009	1,099	1,263	14.9

出所: 経済産業省 経済産業政策局 調査統計部「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計月報」

タートし、高炉メーカーは二つの大きなグループに再編された。

設備の有効活用を図る住友金属工業と鉄鋼半製品の安定的供給源の確保を目指した中国鋼鉄(CSC)の合併プロジェクトも画期的な出来事であった。住友金属工業、CSC、住友商事(株)の三社で2003年7月に持ち株会社を設立し、その傘下に和歌山製鉄所の上工程運営会社である(株)住金鋼鉄和歌山が2003年11月に設立された。

また、新日本製鐵と住友金属工業のステンレス事業が切り離されて、国内最大のステンレス専門メーカーとなった新日鐵住金ステンレス(株)が2003年10月に誕生したことも大きな出来事であった。

一方、鉄鋼メーカーだけでなく、鋼材を扱う商社の再編も進んだ。2003年1月には三菱商事(株)と日商岩井(株)の鉄鋼製品事業部門を統合した(株)メタルワンが設立された。住友商事もニチメン(株)の鉄鋼製品事業を買収した。

急拡大する中国市場の対応に乗り出すため、鉄鋼メーカーが対中戦略を本格化した一年でもあった。新日本製鐵は、宝山鋼鉄、アルセロールと自動車用鋼板を製造・販売する合併会社を宝山鋼鉄構内に設立する契約書を締結した。JFEスチールも自動車用溶融亜鉛めっき鋼板を製造・販売する合併会社を広州鋼鉄と設立する契約書に調印した。

数年来、減少し続けた設備投資額は、早期に実効が期待できる合理化案件と事業維持に不可欠な老朽更新案件に加え、2003年には生産技術力をより高め、競争力を向上させる案件に積極的に投資がなされ、高炉メーカーでは軒並み工事ベース投資額で前年度比二桁以上の伸びを示した。特に炉容積

の拡大化も狙った高炉の新設、改修工事への投資が目立った。

日本の鉄鋼業は、世界トップレベルの技術維持のため、各製造工程にて生産性の向上や省エネルギーを図るための技術開発、新たな環境調和型の高付加価値化製品を製造するための研究開発など、より一層の研究・技術開発に取り組んでいる。また、革新的な材料である「スーパーメタル」、「超鉄鋼」などの研究開発も、既に基礎研究段階を完了させ、実用化に向けた研究が推進されている。

一方で、(社)日本鉄鋼連盟が受託した大規模ナショナルプロジェクト「石炭高度転換コークス製造技術に関する研究開発(SCOPE21)」が多大な成果を挙げて2003年度末に終了予定であり、既に本会開催の2003年秋季講演大会などで成果発表がなされている。また本会が受託したナショナルプロジェクト「エネルギー半減・環境負荷ミニマムを目指した高炉の革新的製錬反応に関する研究」も5年間の活動を終えて、同じく2003年度末に終了予定である。業界全体で推進してきた研究開発テーマが相次いで終了するので、今後さらに産学官が連携し、業界を挙げて取り組むべき案件を速やかに創出することが望まれる。

安全面では、2003年は、製鉄所におけるコークスガスホルダーの爆発、タイヤ工場の火災、製油所における火災等、産業界が相次ぎ大規模な事故に見舞われた一年であった。鉄鋼業では労働災害も例年に比して多発し、厚生労働省から日本鉄鋼連盟を通じて、加盟会社には5月と7月の2回、労働災害防止策の徹底の要請があった。

環境面では、日本の鉄鋼業は、社会問題となっている地球

温暖化問題について、1996年に自主行動計画を策定しており、現在も業界一丸となって、CO₂排出削減、省エネルギー、リサイクルなどの推進に多面的に鋭意取り組んでいる。

環境問題への弛まぬ努力が実を結んだ例として、新日本製鐵が「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、(社)発明協会より平成15年度全国発明表彰「発明賞」を受賞したことなどが挙げられる。

本会においても、2002年に産学官17名から構成された鉄鋼環境技術の将来展望検討特別委員会を発足させ、産業間連携・地域社会連携の物質・エネルギーの循環を高効率に行う「エコ・コンビナート」構想を提言し、これは国家産業発掘戦略「環境・エネルギー」にも採択された。

2004年も引き続き好調を維持し、設備投資と外需が需要の両輪として全体を押し上げる姿が期待されている。依然として公共土木の不振で建設向け鋼材は僅かな減少が見込まれるものの、産業機械が好調を持続することから、2003年に続き鋼材内需についても高位の需要が見込まれる。

一方、2004年は前年に続く中国国内需要の急拡大に伴う原燃料価格の高騰の他、船舶輸送の運賃上昇、トラック規制に伴う物流費の上昇等の不安材料もあり慎重な対応が求められる。

2 技術と設備

2.1 製鉄

2003年の鉄鉄生産量は、8,209万トンと2002年比1.4%増となり、2年続けて8千万トンを継続した。平均出鉄比も前年の1.97トン/m³・日に対して、2.04トン/m³・日と増加した。

個別高炉改修の動きを表2に示す。2003年の稼働状況については、高炉改修はあったものの2002年末と同じ29基のままであるが、炉容積が大きく拡大している。また炉体の解体と設営を大分割で行うブロック化工法の導入により、従来より1ヶ月以上短い3ヶ月以内の短期巻替改修も行われている。更に鉄の需要拡大と生産性向上のため、2004年には引き続き住友金属工業鹿島新1高炉の新設、及び新日本製鐵大分2高炉、JFEスチール東日本京浜2高炉の改修が予定され

ている。

JFEスチール西日本倉敷2高炉(1979年3月20日の火入れ、2003年8月29日吹き止め)の炉寿命は、8929日の世界記録となった。

2003年の高炉の微粉炭吹き込み比(PCI比)は、図1に示すように、増産と改修の影響により平均は125.4kg/トンと前年から若干の減少となった。

製鉄関連の新技术としては、神戸製鋼所が回転炉床炉方式の新還元溶解製鉄法「ITmkⅢ」実証プラントをアメリカのミネソタ州に建設し、順調に連続運転を行っていることが挙げられる(トピックス参照)。

2.2 製鋼

2003年の製鋼作業の状況は、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ように、高生産量を反映して製鋼時間当たりの生産高指数が転炉、電気炉ともに高水準となった。また、品質要求の高度化に対応し、転炉鋼の真空処理比率が初めて70%を越えた。

圧延用鋼塊に占める連铸鋼片の比率を図2に示す。普通鋼は99.8%、特殊鋼は93.5%と前年比横這いで推移している。

製鋼関連の主な新技术としては、従来からの市場要求の高度化・厳格化に対応し、(株)住友金属小倉が連続铸造タンディッシュから溶鋼を吸引採取して電位を測定することで、オンサイトで迅速な非金属介在物粒度分布を測定できるセン

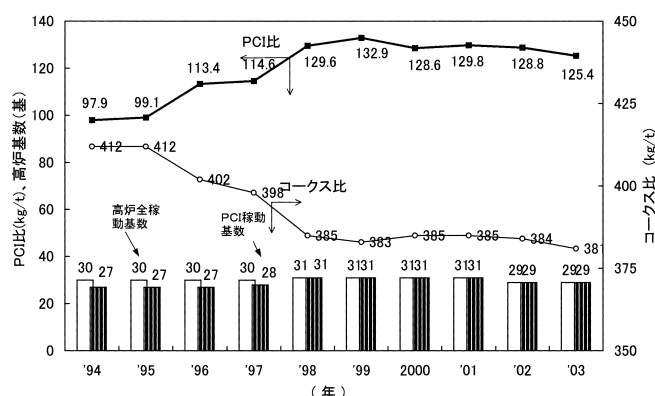


図1 高炉稼働状況の推移
出所：日本鉄鋼連盟資料

表2 個別高炉改修の動き

	高炉	炉容積 (吹止め時)	炉容積 (再火入れ時)	備考
短期 巻替 改修	新日本製鐵 君津4高炉	5,151 m ³ (2月9日)	5,555 m ³ ※世界最大 (5月8日)	大ブロック工法の採用
	JFEスチール 西日本 倉敷2高炉	2,857 m ³ (8月29日)	4,100 m ³ (11月13日)	大ブロックリング工法の 採用
改修	日新製鋼 呉新2高炉	1,650 m ³ (10月30日)	2,080 m ³ (11月19日)	呉旧1高炉を改修

表3 転炉作業成績

項目	年	2000年 平均	2001年 平均	2002年 平均	2003年 平均
製鋼時間当りの生産高指数*		104	105	108	108
1回当りの製鋼時間指数*		100	98	98	99
銑鉄配合率(%)		92.1	92.5	91.2	89.7
溶銑配合率(%)		91.1	91.7	90.0	88.2
酸素原単位(Nm ³ /t)		59.5	59.5	57.4	56.5
連铸比率(%)		99.3	99.3	99.0	98.8
真空処理比率(%)		63.3	65.5	68.1	71.5

*1997～1999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	2000年 平均	2001年 平均	2002年 平均	2003年 平均
製鋼時間当りの生産高指数*		95	95	101	102
良塊t当りの電気消費量(kWh/t)		407.3	415.5	411.9	420.2
良塊t当りの酸素消費量(Nm ³ /t)		20.3	19.9	19.9	19.5
良塊歩留り(%)		91.4	91.3	91.9	91.7
良塊連铸比率(%)		87.2	87.9	88.3	87.0
合金鋼比率(%)		37.7	37.8	35.7	37.8

*1997～1999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

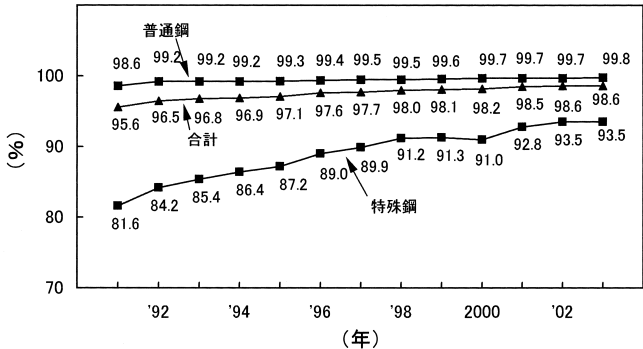


図2 連铸比率推移
出所：経済産業省 経済産業政策局 調査統計部
「鉄鋼・非金属・金属製品統計月報」

サーを開発したことが挙げられる。また、地球環境負荷軽減の要求については、自動車メーカーからの鉄鋼材料の非鉛化方針に対応し、溶製過程にて鉛を使用せずに快削性を向上させる目的で非金属介在物形態制御技術の開発が各社で進められ、2001年の3社、2002年の4社に続き、2003年にも3社から鉛鋼代替の新製品が開発された(新製品参照)。

高需要、生産性の改善に対応するための設備増強としては、中部鋼板(株)における連続铸造設備や新日本製鐵君津の真空脱ガス設備(2RH)の建設等が挙げられる。

2.3 厚板・鋼管・条鋼

厚板関係では、JFEスチール西日本倉敷の厚板工場に高精

度オンライン加速冷却設備(Super-OLAC)を設置し、高強度・高靱性や良好な溶接施工性などのニーズに対応した高品質厚板のより効率的な生産体制を確立した。Super-OLACは1998年旧NKK福山製鉄所(現JFEスチール西日本福山)厚板工場に設置後、大形形鋼工場、熱延鋼板工場に展開されており、今回は5350mmの広幅材にも対応が可能となった。またJFEスチールはHAZ組織制御を狙いとしたマイクロロイニング設計とSuper-OLACの組み合わせによる大入熱溶接HAZ靱性向上技術「JFE EWEL」の発表も行った。

条鋼・棒鋼関係では、新日本製鐵光(現新日鐵住金ステンレス光)のステンレス棒線工場がスリーロールタイプ精密圧延機を導入し、製品寸法精度向上、太径線材・棒鋼のサイズフリー圧延等が可能となった。山陽特殊製鋼(株)は大形圧延機を更新し(S1ミル)、ロール、ガイド高速交換装置の開発により大幅に生産性、品質が向上し、多能化による要員低減が図られた。

粉末製造関係では、大同特殊鋼(株)においてレビアトマイズプロセス(Levi-Atomize process)が発表された。これは、活性金属であるTi合金粉末の量産製造技術として浮遊溶解炉で溶解したTi合金を炉底ノズルから出湯し、高圧ガスにより粉末化するものである。山陽特殊製鋼では、ガスアトマイズー熱間押出ー熱間圧延ー冷間引抜という新工程でのCu-Ni-Fe合金線材の製造技術を確立し、量産化した。

なお、鋼管関係では、特に技術、設備に関する特記事項はなかった。

2.4 薄鋼板

新日本製鐵では、従来不可能であった強度・成形性と良好なめつき品質を両立させた引っ張り強度 590 MPa、780 MPaを有するTRIP型合金化溶融めつき鋼板の製造技術を、鋼板成分の最適化、焼鈍炉での鋼板表面制御、および合金化条件の適正化により世界で初めて確立し、量産車に適用され始めた。

JFE スチール西日本倉敷では、自動車メーカー、コイルセンターには従来から導入されていたTWB設備 (Tailored Welded Blank) を、日本鉄鋼ミルとしては初めて自社内に設置を決定し2004年夏に稼働を開始する予定である。これは、板厚や材質の異なる板どうしをプレス前にレーザー溶接することにより、車両の軽量化や材料の最適配置を可能とするものである。

表面処理鋼板では特に家電製品や事務機などの素材に使われる電気亜鉛めつき鋼板 (EG) の環境対応のためのクロメートフリー化が一気に進み、本年は全体の約6割になったものと推定される。

2.5 計測・試験・分析

主要な鉄鋼メーカーでは、高精度分析電子顕微鏡を活用して、ナノメートルサイズの超微細観察に鋭意取り組んでおり、識別技術や試料作成・調製技術等を発展させて、鋼材のナノ解析を実用化している。例えば、JFE スチール研究所では、ナノメートルサイズの微細炭化物の大きさ、分布を精度良く評価する観察技術を開発した。新日本製鐵先端技術研究所では破壊、変態起点をナノサイズで解析できるピンポイントの試料作製技術を開発した。

JFE スチール知多では電縫管溶接部の欠陥検査のための溶接部超音波探傷マルチプローブ探傷法を開発した。これは厚肉材製造にともない、従来の斜角一探触子法に対して、肉厚中央部の探傷能力を向上させるためタンデム探触子法を開発したものである。

2.6 環境

2003年は鉄鋼各社の環境に対する取り組みが一段と活発化した。

ゼロエミッションからの視点では、新日本製鐵君津で高水分スラッジの回転炉床法を応用した直接処理技術により、高炉原料として再資源化が可能となる技術開発がなされた (トピックス参照)。

スラグ利用では、本会の「製鋼スラグを栄養源として利用

した海洋植物プランクトン増殖によるCO₂固定化研究会」および「スラグ利用プレハブ構造材研究会」の研究成果をまとめた他、新日本製鐵とJFE スチールが他産業の企業等と研究協力し「鉄鋼スラグ水和固化体技術マニュアル」を発刊する等の研究開発が進められた。

また、日本各地で国や地方自治体による循環型社会の町造りが進められる中、製鉄所の既存インフラである生産設備や社有地を活用して、新たな環境事業へ参画する動きが一段と活発化した。例えば、2003年4月には、「ひょうごエコタウン構想」が事業として国から承認され、その中核事業として新日本製鐵広畑で開始されたインフラを利用した廃タイヤのリサイクル事業などが挙げられる。数年前よりNKK (現JFE スチール) や新日本製鐵で取り組んでいた製鉄プロセスを使用した廃プラスチックの有効利用についても、2003年3月新日本製鐵のコークス炉を活用したプロセスが国の「再生利用認定」を取得した。この認定取得により、廃棄物処理業および廃棄物処理施設設置の許可が不要となり、容器包装以外のプラスチックや産業廃棄物プラスチックについても再資源化処理が可能になるなど、使用済みプラスチック類の処理量拡大が進められた。また、神戸製鋼所加古川において塩化ビニル等の塩素含有プラスチックの分離、溶融・ガス化による脱塩素処理、塩素分の回収を行う設備が2004年4月に実用化されようとしている。

3 技術輸出・技術輸入

2003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 (74社) を対象に調査した結果を表5に示す。技術輸出は2002年の93件に対して58件と大きく減少したが2001年の37件よりは多く、輸入は2件とほぼ横ばい (2002年4件) であった。輸出対象地域は、アジアが全体の33%を占め、次いで北アメリカ、豪州、欧州と続く。昨年増えた北アメリカはほぼ横ばいで、昨年2件のみであった豪州への輸出が11件 (19%) と大きく増えた。

技術分野では加工・処理分野が57%、製鋼関連が29%で、これらで全体の86%を占める。図3に鉄鋼業の2002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と同額で、技術輸入対価支払い額は若干減少であった。

4 研究開発

4.1 研究費支出・研究者数

総務庁統計局「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4～図6に示す。

表5 技術輸出・技術輸入状況（期間：平成15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	1・高炉		2					2	
		1・転炉	1	1			1		3	
	B.製鋼	2・電炉				1			1	
		3・連铸・造塊	2	2				9		13
	C.加工・処理	1・条鋼・線材	1	2	1	1			1	6
		2・鋼管	3			3		1		7
		3・厚板	1			1				2
		4・薄板	8	4		1			1	14
		5・表面処理		2	1	1				4
	D.操業全般(研究含む)			1						1
	E.製鉄所全般									
		1・総合的操業指導	1	1						2
		2・整備保全	1							1
		3・その他	1			1				2
計			19	15	3	8	11	2	58	
技 術 輸 入	C.加工・処理	1・鋼管				1			1	
	D.操業全般(研究含む)			1					1	
	計		0	1	0	1	0	0	2	

調査範囲：日本鉄鋼協会維持会員会社 74社

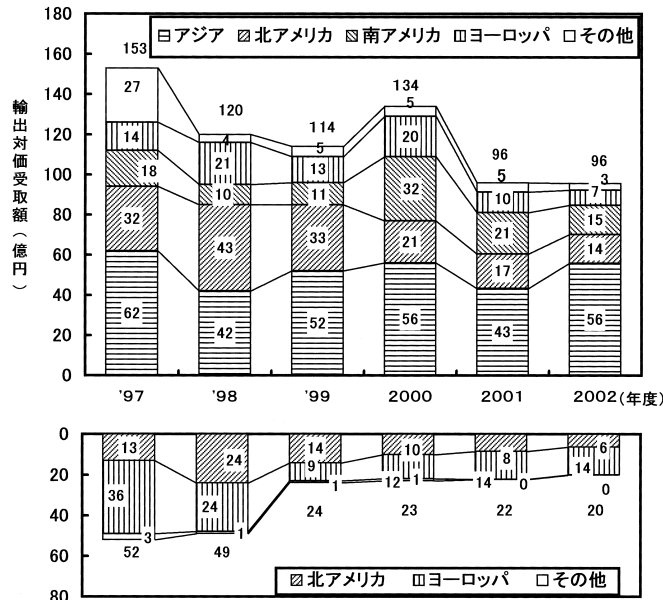


図3 鉄鋼業の技術貿易収支
出所：総務省統計局統計センター「科学技術研究調査報告」

売上高対研究費支出比率を見ると、2002年度は全産業、鉄鋼業ともに減少傾向にあり、鉄鋼業における研究費支出も2002年度129,660百万円で、2001年度の135,345百万円から更に減少した。

鉄鋼業における研究本務者数は2003年4204人で、2002年の4224人から僅かに減少したが、従業員1万人当たりの研究本務者数では、緩やかな上昇傾向が続いている。

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。

4.2 研究動向

公的資金を受託した研究テーマについて、本会の主要な維持会員会社を対象に調査した。主な結果を表6に示す。その結果から2003年の研究動向を分析すると、革新的製鉄プロ

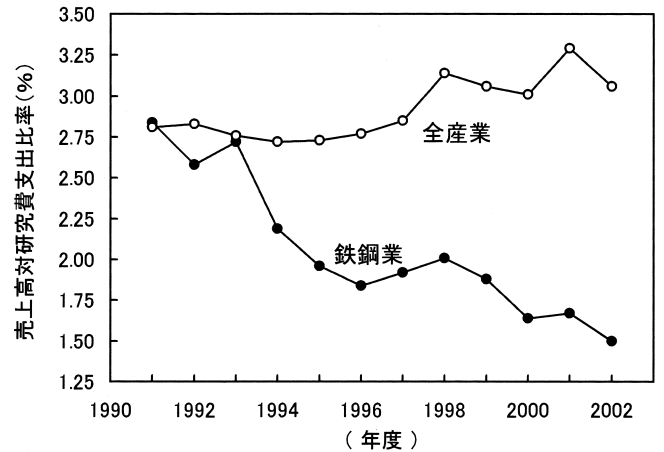


図4 売上高対研究費支出率の経年変化
出所：総務省統計局統計センター「平成15年度科学技術研究調査報告書」

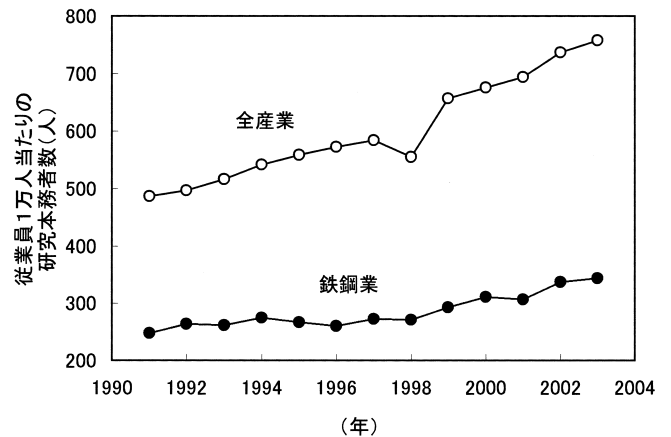


図5 従業員1万人当たりの研究本務者数の経年変化（人）
出所：総務省統計局統計センター「平成15年度科学技術研究調査報告書」

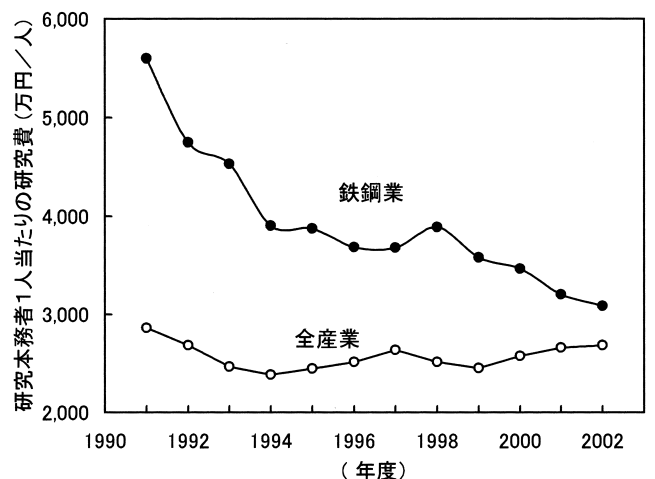


図6 研究本務者1人当たりの研究費の経年変化（万円／人）
出所：総務省統計局統計センター「平成15年度科学技術研究調査報告書」

表6 鉄鋼業における公的資金受託研究テーマの一例

分類名	プロジェクト名称	委託元	開始年度	終了年度
プロセス・設備	省エネルギー型金属ダスト回生技術の開発	(独)新エネルギー産業技術総合開発機構	1998	2002
	省エネルギーと高品質化のための高効率スラブ鋳片電磁鋳造技術の研究開発	(独)新エネルギー産業技術総合開発機構	2003	2005
	高成形性 Mg 合金板高生産一貫製造プロセスの開発	経済産業省	2003	2004
	環境調和型超微細粒鋼創製基盤技術の開発	(独)新エネルギー産業技術総合開発機構	2002	2006
	CO2 排出抑制型新焼結プロセスの開発	(独)新エネルギー産業技術総合開発機構	2002	2004
	フロートスメルターを用いた革新的製鉄技術の開発	(独)新エネルギー産業技術総合開発機構	2001	2005
	次世代型バーナーシステムの開発	(独)新エネルギー産業技術総合開発機構	2002	2006
	薄板軽量形鋼造に断熱・遮熱・通気機能を効果的に配置した住宅省エネシステムの研究開発	(独)新エネルギー産業技術総合開発機構	2003	2004
要素技術	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
	製鉄プロセス顕熱高効率水素製造技術開発	(財)金属系材料研究開発センター	2001	2003
	排ガス中の CO2 を用いた鉄鋼スラグブロック製造技術の開発	(独)新エネルギー産業技術総合開発機構	2001	2003
	ナノメタル技術 PJ(鉄系)	(独)新エネルギー産業技術総合開発機構	2001	2005
製 品	光触媒利用高機能住宅用部材 PJ	(独)新エネルギー産業技術総合開発機構	2003	2005
	変圧器の電力損失削減のための革新的磁性材料の開発	(独)新エネルギー産業技術総合開発機構	2002	2004
	高炉スラグを利用した海砂代替人工砂(エコサンド)製造技術の開発	経済産業省	2003	2004
	光触媒利用放熱部材の研究促進	(独)新エネルギー産業技術総合開発機構	2003	2005
	水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術(WE-NET)研究開発	(独)新エネルギー産業技術総合開発機構	1993	2002
	水素安定利用等基盤技術開発	(独)新エネルギー産業技術総合開発機構	2003	2007

セスの研究は減ってきた一方、ナノメタル、超微細粒鋼などの新材料開発とともに、各社は競って水素の安定利用関連技術開発、環境対策（CO₂削減、資源循環、省エネ型鋼構造接合）技術開発に重点的に取り組んでいるようである。

本会においても、ナショナルプロジェクトの立上げを目標にして、企業研究者を中心に構成された課題抽出WGを発足させ、「製鉄プロセスへのバイオマス利用」などの5つのテーマを選出し大学教官も交えた調査・検討を行っているところである。

5 日本鉄鋼協会における技術創出活動

5.1 新たな活動（環境分野の強化）

本会では、これまで環境関連テーマをそれぞれの学術部会や技術部会にて個別に取り上げてきたが、環境分野を本会の将来の大きな柱にすることを目的に、「環境分野の強化に関する検討」WGが2003年6月に結成された。本WGは会員アンケートの結果を踏まえて、学問としてオリジナリティーを追求でき、かつ異分野の専門家が新たに参加できる分野横断的な新組織を作ること新たに提案した。その提案を受け、鉄鋼技術を基礎として環境技術をより活発に調査・研究し、かつ社会に向けて積極的に発信していく「環境・エネルギー工学部会」が学会部門の分野横断型部会として設立され、平成16年4月から本格的に活動を開始することになった。今後、大学関係者と企業技術者・研究者や異分野の技術者・研究者が連携した「環境分野に関する活力ある活動」が期待される。

また、本会の2003年秋季講演大会では、前述の「鉄鋼環境技術の将来展望検討特別委員会」最終報告のシンポジウム

「鉄鋼環境技術の将来展望—エコ・コンビナートをめざして—」を開催し、地球環境問題への対応や循環型社会構築などを睨んだ「鉄鋼環境技術の将来展望」について深く討議した。

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課題発信活動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、産学交流と技術開発課題提案の活発化を目指し相互交流を推進している。技術創出を目指す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、学会部門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が定着しつつある。2003年には、例えば、①製鋼部会では高温プロセス部会精錬フォーラムとのセミナー共同開催、②特殊鋼部会では部会大会参加大学研究者の事前工場見学の実施、③制御技術部会では計測・制御・システム工学部会との合同シンポジウム開催、などの交流が行われた。

一方、部会内の定期的な活動も活発に行われ、2003年度の部会大会は、本誌8巻9号694頁（上期大会開催一覧）、本号347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た。技術課題を共同で検討する技術検討会も、2003年度には28技術検討会（2003年度内の新規発足は11）が活動し、積極的な技術創出活動が展開された。例えば、熱経済技術部会の技術検討会では鉄鋼業のゼロエミッションを達成するための現在までの取り組み状況と今後克服すべき技術課題を調査・解析した。

各部会では活動を更に活性化するための改革を随時行っているが、中小形部会と線材部会は部会活動の効率化と技術討

議の充実を目的に統合され、2003年3月より棒線圧延部会として新たな活動を開始した。

また、発表論文の質的向上と若手技術者の育成を目指し、表彰制度を導入する部会も19部会中15部会に上った。特に、棒線圧延部会では、部会大会での優秀発表賞受賞者2名が学会部門の創形創質工学部会 棒線工学フォーラム報告会に招待されて発表を行った。発表に対して活発な質疑がなされ、学の発展には産からの発信も非常に重要であることが再認識された。

5.3 技術検討部会

「実用構造用鋼の微細第二相の制御と特性」を共通テーマとした技術検討部会の活動が2003年度から開始した。合金元素の複合添加による効果が安心・安全や環境負荷軽減に関する特性にどのように影響するかを整理する。

「自動車用材料」検討部会は、その第Ⅲ期の活動を2003年度で終了するが、その活動を通じて自動車材料の課題を学会部門と協同で検討する基盤を作り、第Ⅳ期の活動へさらに進むこととした。

5.4 研究会等

2003年度には21研究会（調査研究会含む）が活動し、その内6研究会が2004年3月に終了した。それらの研究会の研究概要を表8に示す。例えば、合金化溶融めっき被膜の構造と特性研究会では、合金化反応機構や薄膜構造のモデル化と破壊機構に関する研究で成果を挙げた。

2004年度には、表9に示すように、新たに7つの研究会が活動を開始する。その研究活動は、鉄鋼プロセス、新鉄鋼材料、チタン材料、環境技術、副生物利材化、業務革新・創成など多岐の分野に渡っている。

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。
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。

*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、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、耐火物部会、制御技術部会、品質管理部会、分析技術部会、設備技術部会

表8 2003年度終了の研究会

No.	研究会名	研究期間	部会名	研究会主査	研究目的
1	革新的高効率混合・分離リアクター創出研究会	H12.4～H16.3	高温プロセス部会	横谷真一郎(日工大)	溶融金属精錬反応を高効率にするための新しい流動・攪拌・混合・分離リアクターの創出を目指した研究を行なう。従来のプロセスにとらわれることなく革新的リアクターのシーズを発掘する場とする。
2	スラグ利用プレハブ構造材研究会	H12.4～H16.3	社会鉄鋼工学部会	原茂太(阪大)	鉄鋼スラグを利用し、他成分添加・混合・改質により、新構造材料および鋼との複合構造材料の設計・製造技術の実用化を目指した開発研究およびこの材料を都市基盤整備に活用するための社会鉄鋼工学的研究を行う。
3	合金化溶融めっき皮膜の構造と特性研究会	H12.4～H16.3	材料の組織と特性部会	山口正治(京大)	①三元系熱力学状態図の提案、②薄膜構造のモデル化と破壊メカニズムの解明、を実施し、優れた溶融めっき材料の開発に生かす。
4	鉄鋼プロセス化学分析技術のスキルフリー化研究会	H12.4～H16.3	評価・分析・解析部会	山根兵(山梨大)	今後の鉄鋼製造の基盤技術である鉄鋼化学分析技術の伝承・維持・発展を図るために熟練技術者や技能者を必要としないスキルフリーな鉄鋼化学分析技術を流れ分析法(FIA法)をベースに研究開発する。
5	表面疵発生過程予測技術の開発研究会	H12.4～H16.3	創形創質工学部会	石川孝司(名大)	欠陥フリー鋼を製造するための支援ソフトを開発するため、実際の圧延データやモデル実験により、疵の発生・進展・消滅過程を追跡し、実現象をシミュレートできる数理モデルを構築する。
6	スラグ顕熱有効利用に関する調査研究会	H15.4～H16.3	高温プロセス部会・社会鉄鋼工学部会	柏谷悦章(北大)	鉄鋼プロセスから排出される溶融スラグの顕熱を有効利用することを主目的とする。熱は、メタン水蒸気改質反応により水素として回収する。スラグはTTT線図を作成し冷却速度を制御しながら、目的に応じ、安定したスラグ組織を得るためのプロセスを調査し提案する。

表9 2004年度発足の新研究会

No.	研究会名	部会名	研究会主査	研究会の概要
1	γ粒微細化に向けた凝固組織制御研究会	高温プロセス部会	江阪久雄 (防衛大学校)	鉄鋼の凝固核生成およびγ粒成長を実験的・理論的に扱い、材料組織の制御のための指針を明確にする。凝固組織形成モデルを構築することにより普遍化を図り、「凝固に始まる材料組織制御」技術を確立する。
2	循環型社会構築のための鉄スクラップ資源利用における環境負荷最小化モデルの構築研究会	社会鉄鋼工学部会	松野泰也 (東大)	我が国の将来における鋼材の需要量と鉄スクラップ供給量およびその質を考慮した鉄スクラップ利用モデルを構築し、鋼材の生産により誘発される環境負荷総量の経年変化を解析し、鉄スクラップ利用の最適化を検討する。
3	水熱合成による製鉄プロセス副生物の利材化研究会	社会鉄鋼工学部会	田中敏宏 (阪大)	鉄鋼プロセスの副生物（スラグ等）を製鉄プラントからの未利用排熱や炭酸ガスと水熱反応を利用して機能性建材として利材化するための研究を行う。
4	鉄鋼業における業務革新・創成のためのナレッジマネジメント研究会	計測・制御・システム工学部会	藤本英雄 (名工大)	業務革新・創成の為、技術・知識の①抽出、②蓄積、③活用、④創発、⑤共有化およびレベルアップの仕組み作りを研究する。
5	調質圧延のミクロ変形解析研究会	創形創質工学部会	鍾田征雄 (千葉工大)	不均一な弾塑性変形にある調質圧延の応力・ひずみ挙動や粗さの形成機構、クロスバックル等の発生機構を実験とFEMなどミクロ解析により明らかにし、実機適用を図り、薄鋼板の品質向上と新製品の開発に寄与する。
6	体心立方系チタン合金の新しい展開研究会	材料の組織と特性部会	萩原益夫 (物材機構)	体心立方系チタン合金を対象に、組成制御及び組織制御による特性の高度化、特性発現機構の解明、加工性能の評価に関する研究を行い、特に輸送機器の構造部材、耐熱部材用途の合金開発に資する基盤データを取得する。
7	鋼の諸特性に対する窒素の有効性研究会	材料の組織と特性部会	片田康行 (物材機構)	鉄鋼材料の合金元素としての窒素に注目し、各種添加法による高窒素鋼の製造と諸特性を調査して、高窒素鋼の実用可能性を探る。同時に鋼と窒素との相互作用に注目した新たな材料科学の展開に資することを目的とする。

過去に取り組んだ研究会を基盤に発展させ、本会が受託した2件のナショナルプロジェクトも活発な研究活動を推進した。「構造材料の環境脆化における水素の機能に関する研究」（研究代表者 南雲道彦）は2003年3月末に5年間の活動を終え、表面反応～水素存在状態～破壊過程の動的相関関係の発見、水素進入抑制と耐割れ性に優れた新しい材料設計指針提案など、基礎的かつ実用的にも多くの具体的な研究成果をあげた。

「エネルギー半減・環境負荷ミニマムを目指した高炉の革新的製錬反応に関する研究」（研究代表者 石井邦宜）では、2003年11月に世界の主要な製鉄研究者・技術者を集めた国

際ワークショップ（文部科学省主催）が開催され、成功裏に終了した。還元とガス化反応の高速化に関する研究を担当した「第1分科会」から新製鉄法のプロセスイメージ確立と波及効果の定量化に関する研究を担当した「第4分科会」までの「4つの分科会活動」にて多くの研究成果を挙げた。

謝辞

本稿の起草にあたって各段のご協力をいただいた、経済産業省製造産業局鉄鋼課製鉄企画室（鉄鋼業における諸情勢）、（社）日本鉄鋼連盟（鉄鋼業における諸情勢他各種統計資料）並びに本会関係者の労に対し、深く感謝の意を表します。

☆ 新製品 ☆

本会維持会員会社が2003年1月1日～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 (2003年1月1日～12月31日)

分 類	会社名	商品名	内 容	発表時期
普通鋼・条鋼・線材	新日本製鐵	特殊螺旋ワイヤ構造物	特殊螺旋形状の応用により、衝撃吸収性能に優れた金網の製造技術を開発した。	2003.5
	住友金属工業	厚肉ウェブ極厚H形鋼 T-CRS325 T-CRS355	ウェブがフランジよりも厚い極厚H形鋼を開発、関西地区の超高層ビルに初採用された。	2003.10
特殊鋼・条鋼・線材	新日本製鐵	高強度PWS用線材	過共析鋼高強度PWS用線材を、インライン熱処理法(DLP)により商品化した。	2003.4
		低炭素非鉛快削鋼	MnS制御技術と特殊元素により、鉛快削鋼と同等以上の低炭素非鉛快削鋼を開発した。	2003.11
	神戸製鋼所	高強度弁ばね用鋼 KHV10N	従来鋼SAE9254に比較して約40%疲労強度向上が可能な高強度弁ばね用鋼を開発。	2003.1
		SUM系Pbフリー快削鋼	鉛快削鋼と同等の被削性を有する鉛を含まない環境に優しいSUM系快削鋼。	2003.4
		高強度ボルト用鋼 KND54	1,300MPa以上の高強度でも耐遅れ破壊性に優れた高強度ボルト用鋼を開発・実用化。	2003.10
	三菱製鋼	高応力巻ばね用鋼 SUP11AM	結晶粒の粒界強化により建機、鉄道車輛用太径巻ばねの10%軽量化を達成したばね鋼。	2003.1
		高強度歯車用鋼 SCM916H SCM920H	曲げ疲労強度、面疲労強度、衝撃疲労強度のバランスの良いCr-Mo系高強度歯車用鋼。	2003.1
	山陽特殊製鋼	定ひずみ鋼	コア部(等軸晶)の面積率低減により熱処理歪みのバラツキを低減させた浸炭部品用鋼。	2003.6
		鉛フリー快削鋼 CMAX快削鋼CSシリーズ	当社独自のCa処理による機械的性質に優れた硫化物形態制御快削鋼。	2003.6
		鉛フリー快削鋼 CMAX快削鋼MCシリーズ	CaとMgの複合処理による被削性(特にドリル寿命)と機械的性質に優れた快削鋼。	2003.6
厚板	新日本製鐵	建築構造用高溶接性 高性能590N鋼	露出型柱脚工法のベースプレートに用いる建築構造用高溶接性高性能590N鋼。	2003.7
		新耐孔食鋼板	原油タンカーのタンク底板等に発生する孔食の進行速度を従来比で1/5程度に低減した鋼板。	2003.8
	JFEスチール	大入熱溶接用高HAZ靱性 高張力鋼板 SA440-E	建築構造物向け大入熱溶接用高HAZ靱性590MPa級高張力鋼板。	2003.12
	住友金属工業	エレクトロガスアーク溶接 向け建築用高HAZ靱性 鋼材	入熱42,000J/cm以下の1パス溶接で溶接部の0℃シャルピー吸収エネルギー70Jを保証。	2003.10
	神戸製鋼所	低温海域向けLNG船用 FH355鋼板	低C-B系へのTMCP適用により-40℃での大入熱溶接部(40kJ/mm)の靱性を確保した。	2003.9
冷延	住友金属工業	熱間プレス用後熱処理鋼板 「スミケンチ」	熱間プレス後引張強度1,470MPaが得られる鋼板。形状精度と耐遅れ破壊に優れる。	2003.7
鋼管	新日本製鐵	高強度ラインパイプ X120の開発	化学成分・TMCP・新造管技術により世界で初めてX-120グレートの開発に成功。	2003.5
	JFEスチール	深井戸生産用シームレス鋼管 UHP15Cr油井管	高温の炭酸ガス環境における使用に耐える高強度油井管。	2003.10
		ガス用非塩ビ樹脂外面被覆鋼管 PLS-F(ガスエース)	外面ポリエチレン被覆(非塩ビ)鋼管で防火区画貫通認定、耐熱耐候性により全ての配管環境に適応するガス配管材。	2003.11
	大同特殊鋼	エチレン分解炉用コーティング管	遠心 casting 耐熱鋼管の内径に特殊な成分の粉末をPPW肉盛りした管。固炭炭素の管内付着防止効果大。	2003.5
	日新製鋼 (日新鋼管)	ZAM製鋼管膨張型ロックボルト	トンネル内壁崩壊防止用に高耐食性めっき鋼板ZAMを用いた膨張型ロックボルトを開発。	2003.6
ステンレス鋼	JFEスチール	自動車ガソリンタンク用フェライト系ステンレス鋼 「JFE-SX1」	厳しい環境規制適合の燃料タンク用で高耐食と高加工性を備えたフェライト系ステンレス。	2003.6

新製品（2003年1月1日～12月31日）つづき

分 類	会社名	商品名	内 容	発表時期	
ステンレス鋼	J F E スチール	加工性・溶接性に優れる高強度溶接構造用ステンレス鋼 「J F E - 4 1 0 U D」	輸送機等の構造部材に適した高強度と溶接部靱性を有するフェライト系ステンレス。	2003.12	
	住友金属直江津	オーステナイト系ステンレス鋼ばね材 N A R - 3 0 1 L H S 1 (ガスケット部材)	結晶粒径を極限まで微細化したガスケット材で、優れたシール性と高疲労特性を両立した。	2003.4	
表面処理	新日本製鐵	G A - T R I P	衝突エネルギー吸収特性に優れる60k及び80k級高延性合金化溶融亜鉛めっき鋼板。	2003.10	
	J F E スチール	へんげ	経時で積極的に有利な色調に変化させるという新コンセプトに基づく世界初の建材用塗装鋼板。	2003.3	
		耐食性に優れたC r (V I)フリー高潤滑鋼板 「エコフロンティアコートJ W」	難成形部品の加工が可能で、皮膜にC r を全く含まないZ n - N i ベース潤滑鋼板。	2003.3	
		プレス成形性・表面外観に優れた自動車用溶融亜鉛めっき鋼板	表面粗度の適正化により良好な擦動性を、専用浴での製造によりドロス付着を防止した良好な表面外観を有する溶融亜鉛めっき鋼板。	2003.11	
	住友金属工業	クロムフリー黒色鋼板 「スミジnk N E O コートブラック」	黒化処理Z n - N i 合金電気めっき鋼板のクロムフリータイプ。	2003.1	
	住友金属建材	「住友レインボー」	自然な風合いの多彩模様を有する意匠性の高い塗装鋼板。建材および家電用途にも適する。	2003.10	
	日新製鋼	耐熱500℃プレコート鋼板	500℃の耐熱を有し、プレスや曲げ等の成形加工が可能なプレコート鋼板を開発。	2003.6	
		高加工用クロムフリープレコート鋼板	従来の加工用クロムフリープレコート鋼板の加工性を上回る高加工用クロムフリープレコート鋼板。	2003.7	
	淀川製鋼所	ヨドG L エコグリーン	耐アブレーション性・耐久性に優れた環境対応のクロムフリー処理ガルバリウム鋼板。	2003.4	
その他鉄鋼製品	電磁鋼板	JFEスチール	スーパーコア	6.5% S i の含有による低騒音を特徴とするハイブリット電気自動車用リアクトル素材。	2003.10
		建材	住友金属工業	先端翼付き回転貫入鋼管杭 「ジオウィング・パイル」	先端翼付き回転貫入鋼管杭「ジオウィング・パイル」を開発、本格販売を開始した。
	住友金属工業		木造住宅向け鋼製大引きシステム	大幅に施工性を向上させた木造住宅向け鋼製大引きシステムを開発し、販売を開始した。	2003.7
	住友金属建材		「らく屋根」	建築用折板屋根で、踏込むだけで所定強度・水密性を発揮。部材が少なく施工が簡便。	2003.5
			「SK-Gパッケージ」	土木用カゴ枠のメッシュ部分にフラットバーを使用した強化型カゴ枠。	2003.10
	その他	大同特殊鋼	自動車用高耐熱性タービンハウジング鋳鋼	自動車エンジンの燃費向上を可能にするターボチャージャー部品。高温排気ガスに耐える。	2003.3
		愛知製鋼	新チタン合金 「ASTA(アスタ)」	低ヤング率と高強度を兼ね備えた超弾性的性質を持つチタン合金。	2003.10

☆ 生産技術のトピックス ☆

1. 環境

高水分スラジ再資源化設備

新日本製鐵 (株)

新日本製鐵は君津製鐵所において2002年12月に高水分スラジを再資源化するNo.2ダストリサイクル設備を稼働し、順調に操業を継続している。

酸化鉄を含んだスラジは、その高い水分のために再資源化が難しく、廃棄物とされていた。これに対し、新日鐵では高水分スラジをRHF (回転床炉) への投入原料として直接処理する新たな技術を開発した。No.2ダストリサイクル設備はこの技術を適用し、リサイクルの比較的容易なダスト類に加えて、高水分スラジのリサイクルを可能とした。この技術は、新型の脱水と、事前乾燥なしでRHFへ直接投入可能な湿式の成形により成り立っている。このRHFでの高水分処理方式は世界初の技術である。

また、亜鉛やアルカリ金属、その他の不純物を含んだダストをRHFで処理することにより、高炉で直接使用し得る高強度のDRIペレットを製造する新技術をすでに開発している。No.1設備はこの技術を適用し、2000年5月より稼働を開始し、余剰ダストの鉄分および炭素分の有効利用、大幅な省エネルギー達成等の効果を得ている。本技術は平成13年度の省エネルギー優秀事例全国大会での経済産業大臣賞を受賞している。

これらの技術を組み合わせた今回の高水分スラジの再資源化設備により、鉄分含有ダスト廃棄物のほぼ100%を高品質な高炉原料として再資源化することを可能とした。



No.2 RHF設備

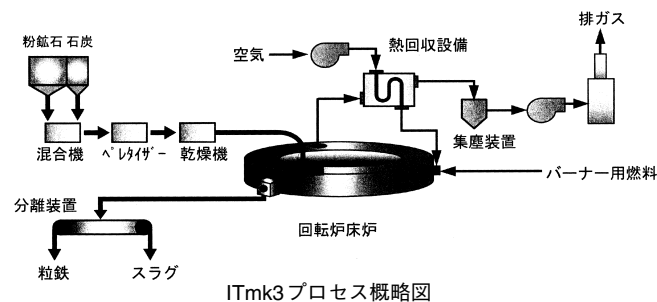
2. 製鉄

新還元溶解製鉄法「ITmk3」実証プラントの操業開始について

(株) 神戸製鋼所

ITmk3プロセスは回転炉床炉を用いて粉鉱石と炭材から直接粒鉄を製造するプロセスである。すなわち、粉鉱石と粉石炭を塊成化した後、回転炉床炉 (Rotary Hearth Furnace) にて非常に短時間 (10分程度) で還元・溶融・スラグ分離を一気に行い、純度96~98%Feの粒鉄を製造するプロセスであり、従来の製鉄法に比べ、原料予備処理が不要なことから設備費は半分以下、更にCO₂排出量を20%削減できると試算され、地球環境保全への貢献が可能となる。

1996年プロセス開発の基礎研究に着手、2000年神戸製鋼所加古川製鉄所内に建設した年産3,000トン規模のパイロットプラントでの成功に続き、翌年にはFerrometris社、Cleveland-Cliffs社、Steel Dynamics社とともにMesabi Nugget社を設立、米国ミネソタ州政府の融資及び米国エネルギー省 (DOE = Department Of Energy) の補助金交付も受け、2003年5月ミネソタ州に年産25,000トンの実証プラントを完成させた。5月24日に最初の粒鉄生産に成功、その後も順調に運転を継続し、同年末には月間平均稼働率99%を達成した。実証プラントで製造された粒鉄はSteel Dynamics社の電気炉で問題なく溶解され、この粒鉄が鉱山元にとっては付加価値を上げた製品となり販路を一貫製鉄所の製鋼工程、電気炉、鋳物工場にも広げることができること、使用者側にとっては高級スクラップや鉄鉄代替の鉄源となることが確認された。今後2004年6月まで実証運転を継続し、並行して商業機の建設準備を進めて2006年に商業機第一号の操業を開始する計画である。



3. 厚板

タンカー・タンク底板用耐孔食鋼板 NSGP-1

新日本製鐵 (株)

新日本製鐵は2003年、VLCC (Very Large Crude oil Carrier) など原油タンカーのカーゴタンク (COT) 底板の孔食に極めて有効な鋼板「NSGP-1 (Nippon Steel's Green

Protect-1」の開発に世界で初めて成功し、実船への適用を展開中である。

従来から原油タンカーのカーゴタンク底板は無塗装であるが、その使用環境は非常に厳しく、腐食速度は最大で3～4 mm/年（通常2年半毎のドック検査時では最大深さ9～10 mm）にも及ぶ激しい孔食が発生する。近年ではCOT底板への厚膜塗装が主たる対策と思われるが、塗装時の施工管理は非常に難しく、完全無欠な塗装は殆ど不可能であり、深い孔食が依然として発生している。孔食の対策・点検・補修管理が船主にとって頭痛の種であった。

新開発のNSGP-1は、孔食の成長速度を従来鋼の5分の1に低減した画期的な耐孔食鋼であり、その開発に当たり、新日本製鐵は船主殿との共同研究によって実船の腐食環境を究明した上で、培ってきた耐食・防食技術を総動員して、従来の耐食鋼設計にとらわれない斬新な設計指針を開発・樹立し、新たな耐食鋼NSGP-1の開発に成功した。本開発鋼の化学組成は船級規則を満足し、従来の船体構造用鋼板とほぼ同等以上の機械的性質、溶接性、加工性などを保有するとともに、使用性能も船級規則にも問題なく合致するものである。つまり、建造時の従来の製造工程を一切変えることなく、COT底板の耐孔食性能が飛躍的に向上した鋼板の提供を可能にしたのである。

NSGP-1は現在建造中のVLCCに搭載され、2004年に就航予定である。就航後に効果検証を行う計画であるが、NSGP-1の採用によって通常2年半毎に実施されるドック時の検査でも2 mm未満の軽微な孔食が観察されるのみで、タッチアップ、溶接などの孔食補修は不要になるものと期待している。併せて、環境への負荷が高いCOT内塗装からの脱却も実現可能と確信している。今回のNSGP-1は、環境に優しい船づくりの第一歩として大いに貢献できるものと期待している。

建設・産業機械用耐摩耗鋼板「JFE-EH500LE」

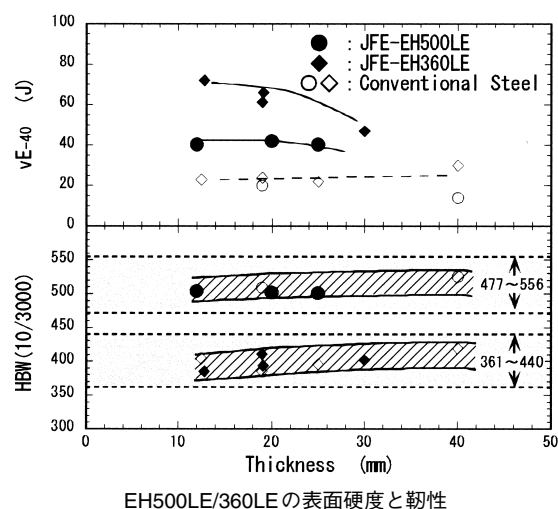
JFEスチール（株）

鉱山などで使用される大型ダンプカーのベッセル部分やショベルカーのバケット部分などには、高い耐摩耗性を備えた厚鋼板を使用し、部材の損傷を軽減する必要がある。一方、耐摩耗性（硬度）が向上すると靱性は一般的に低下し、特に数多くの鉱山が位置する高地の寒冷地域などでは、低温による靱性劣化も加わることになる。そのような環境下では、鉱石の衝突による衝撃を繰り返し受けることにより鋼板にき裂が生じるなど、部材の寿命が短くなるという問題があった。

JFEスチールでは、このような問題に対し、マイクロアロイニング技術と特殊熱処理による鋼のマイクロ組織制御により、建設・産業機械分野で使用される耐摩耗鋼として最上級の硬

度（ブリネル硬さ477HBW以上）を確保しながら、-40℃という低温域での靱性を保証した「JFE-EH500LE」を開発した。

優れた耐摩耗性と寒冷地での使用に配慮した耐衝撃損傷性を兼ね備えた「JFE-EH500LE」をベッセル部分やバケット部分に使用することにより、部材の長寿命化が可能となる。さらに、より板厚の薄い鋼板の使用が可能となり、これらの部材の軽量化を図ることができ、燃費向上による環境負荷の低減やトラックの積載量アップなどに効果を発揮できる。「JFE-EH500LE」は、先に開発し豊富な実績を有する耐摩耗鋼板「JFE-EH360LE（ブリネル硬さ361HBW以上）」とともに、建設・産業機械分野での普及が期待される。



中国／三峡ダム向け水圧鉄管用60キロ級高張力厚鋼板

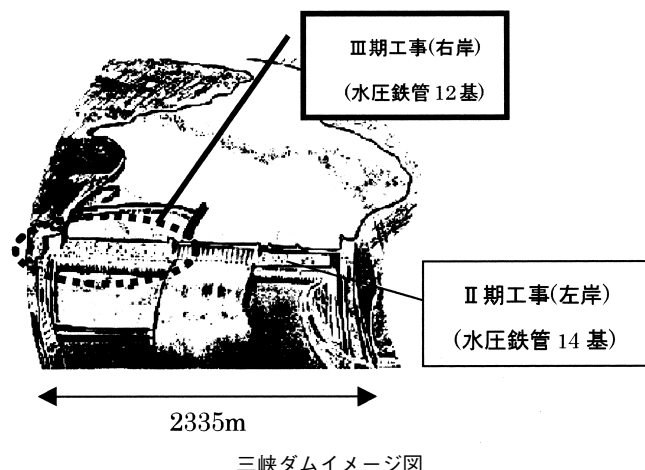
住友金属工業（株）

住友金属工業は、世界最大の発電量規模となる「中国三峡ダム建設プロジェクト」において、Ⅱ期工事に引き続き、Ⅲ期工事向けに水圧鉄管用高性能60キロ（610 MPa）級高張力厚鋼板（SUMITEN610F）を納入した（施主：中国長江三峡開発総公司）。

本プロジェクトは、1919年に孫文が提唱したことに始まるとされ、建設費は3兆円以上、発電量は1820万KWと世界最大規模のプロジェクトであり、「万里の長城以来の大工事」と称される国家プロジェクトであり、電力供給、石炭輸送、洪水の防止を目的として1993年より取り進められてきたが、特に近年の中国では電力需要が著しく増加、それに対応するプロジェクトである。

本プロジェクトにおいては、Ⅱ期工事向けに8基分、Ⅲ期工事向け12基分の受注により、プロジェクト全体26基中の20基とその大半を納入することとなった。

今回の厚鋼板は、これまで培ってきた製造技術の粋を集めた水圧鉄管用の60キロ級高張力厚鋼板で、高い強度を有し、溶接性と韌性に優れた鋼板である。特に溶接施工時の予熱作業が省略できる鋼材で、溶接作業および製作コストの削減に大きく寄与するものである。



三峡ダムイメージ図

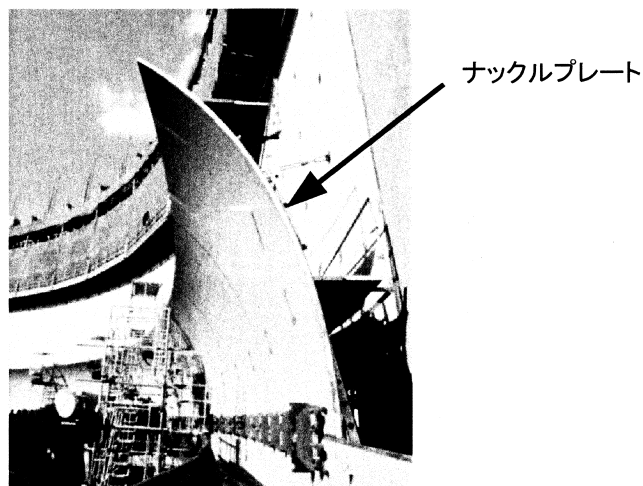
国内大型地上式LNGタンクへの連続鋳造製9%Ni鋼板の本格的採用

住友金属工業 (株)

住友金属工業が連続鋳造により製造した9%Ni厚鋼板 (JIS G 3127 SL9N590Q) が、国内の地上式PCLNGタンクの主要構造部材に国内で初めて採用された。

9%Ni鋼板は地上式LNGタンクの内槽に使用される鋼材である。1990年後半には海外タンク向けの30mm厚さのものが連続鋳造で製造されるようになっていたが、国内タンクに適用するためには50mm厚さまでの鋼板についてより高い低温韌性、脆性亀裂伝播停止特性等を満足する必要がある、造塊法が継続して適用されてきた。

住友金属工業は、2000年に鹿島製鉄所に導入した最新鋭の連続鋳造設備により製造した最大厚さ50mmの9%Ni厚鋼について、国内タンクに要求される高仕様が十分満足されることを各社との共同研究で確認、その成果が施主に認められた。タンクの容量は国内で2番目の規模に当たる16万KLで、アニュラー、側板及びナックルをはじめタンク全体で使用される9%Ni鋼板の総重量の75%に当たる2400トンに連続鋳造材が使用される。特にナックル用として、連続鋳造製9%Ni厚鋼板として世界最大厚の48.3mmが製造された。



溶接を待つ連続鋳造製 世界最大厚 (48.3mm) のナックルプレート

4. 冷延・表面処理

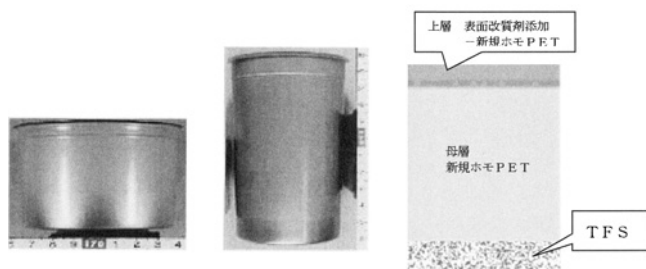
食缶用ラミネート鋼板「ユニバーサルブライト タイプF」

JFEスチール (株)

JFEスチールは、食缶の要求特性に優れ、かつ地球環境に優しい食缶 (深絞り缶=DRD缶) 用新ラミネート鋼板、「ユニバーサルブライト タイプF (=Food)」を世界で初めて開発、実用化した。

食缶の塗装工程で発生する有害物質 (廃溶剤・廃塗料) の処理、焼付工程で発生する多量の廃ガス (CO₂) 対策として、新開発の2層ポリエチレンテレフタレート (PET) フィルムをTFSにコイルラミネートすることで対応した。特長として、

- ①母層には、ホモPET (エチレンテレフタレート単位のみからなるPET) を使用、加工性を阻害する結晶性PETの生成を抑制することで、格段に優れた「製缶加工性」を実現した。
- ②上層には、特殊な表面改質剤を添加。PET分子の極性部と、表面改質剤を親和させることで、フィルム表面を非極性化 (不活性化) させ、内容物の缶壁への付着を防止。



食缶の製缶例

ユニバーサルブライト
タイプFの断面構造

優れた「内容物取り出し性」を実現した。

③現有の製缶設備をそのまま使用でき、塗装・焼付工程省略が可能となり、製缶コストの低減と環境負荷物質（廃溶剤・廃塗料・CO₂ガス排出）の低減を同時に実現した。

その結果、食缶主要市場の欧米の主要製缶メーカー中心に、優れた品質性能が高く評価され、北米大手製缶メーカーから大量受注を獲得、順調に採用実績を重ねている。

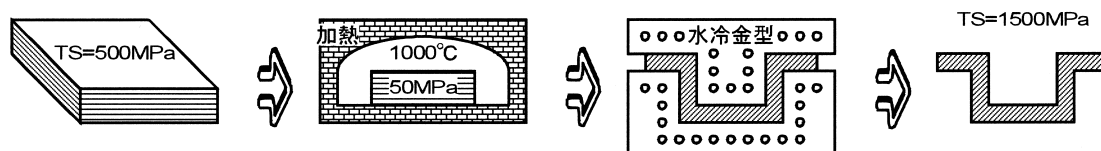
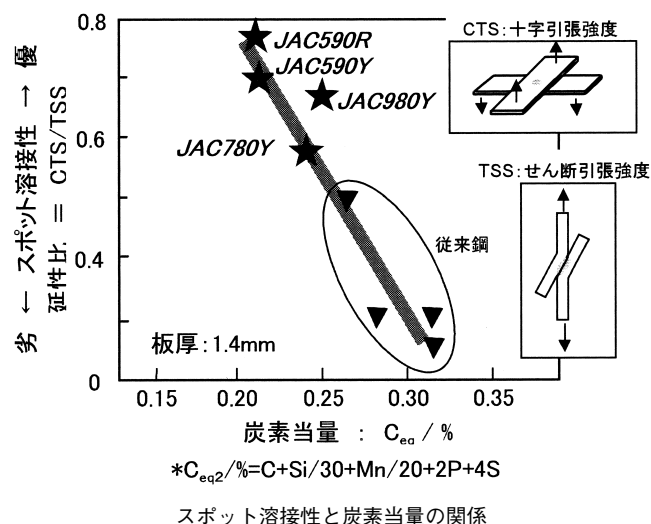
スポット溶接性を向上させた780MPa級・980MPa級
ハイテン

JFEスチール(株)

JFE スチールは、自動車の強度部材・衝撃吸収部材用に好適で、かつスポット溶接部信頼性を高めた引張強度780 MPa級および980 MPa級の高強度冷延鋼板および合金化溶融亜鉛めっき鋼板を開発した。

高強度化のための単純な合金元素添加では、スポット溶接部信頼性およびめっき特性を著しく劣化させるため、両特性を兼ね備えるためには、TiやNbなどの微細な析出物が得られる元素を使用し、炭素当量を低下させることが必要となる。

JFE スチールでは、知見をベースに、①スポット溶接性とめっき特性を損ねない強化元素の選択、②結晶粒径の微細化、③新めっき処理技術の開発により、780 MPa 級および



熱間プレスのプロセスイメージ

980 MPa級の冷延鋼板、合金化溶融亜鉛めっき鋼板の開発に成功し、量産を開始した。

スポット溶接部の強度（垂直剥離強度）を従来銅と比較して780 MPa級では約50%、980 MPa級では約70%改善、また溶接電流範囲を大幅に拡大することが可能となり、下記のようなメリットが期待できる。

- ①鋼板の薄肉化による自動車車体の軽量化に寄与
- ②スポット溶接条件範囲の拡大による、溶接安定性の増大
- ③めっき特性向上による防錆性の向上

熱間プレス用後熱処理鋼板「スミクエンチ」

住友金属工業（株）

昨今、排ガス規制強化に対応するために、自動車の燃費向上が急務となっている。そこで、車体軽量化のための各種部材のハイテン化が進められている。しかし、複雑な形状をした部材をハイテン化することは容易ではない。特に、引張強度が1000 MPaを超える場合、プレス割れ、大きなスプリング・バックが適用拡大を妨げている。更に、引張強度が1200 MPaを超える場合、遅れ破壊が発生する危険性が高まる。

熱間プレス法（ダイクエンチ法とも呼ぶ）では、下記の図の様に、銅板を900～1000℃に加熱し、軟質な状態で加工すると同時に金型で成形品を急冷して焼きを入れる。残留応力が小さいため、ハイテンの適用に伴う上記の問題は生じない。熱間プレス法は欧州では1990年代から使われているが、国内では最近ようやく使われ始めたばかりである。

住友金属工業は、部品メーカーと共同で熱間プレス法による部品製造技術を実用化するために、熱間プレス用後熱処理鋼板「スミクエンチ」を開発した。加熱中に密着性のよい薄い酸化膜が生成すると同時に、冷却速度が最も遅い部位でも必ず焼きが入るように鋼組成が調整されている。熱間プレス法で製造されたドア・サイド・ビームの場合、従来の通常プレス品に比べて30%高強度で、10%軽く、更に軟鋼製品並みの寸法精度が得られた。このビームは、既に国内数社の乗用車に搭載されている。

耐熱500℃プレコート鋼板

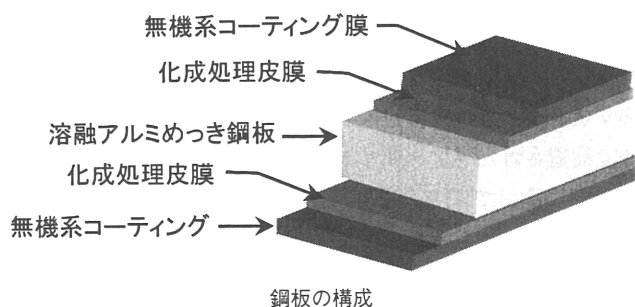
日新製鋼(株)

加熱調理機器や暖房機器には300℃を越える高温部位があり、これらの高温部位でも使用可能なプレコート鋼板が望まれていた。そこで日新製鋼では、500℃の耐熱性を有し、プレスや曲げなどの成形加工が可能なプレコート鋼板を開発し、先駆けて商品化した。

プレコート鋼板は、塗装工程省略によるコストダウンと生産性向上、環境負荷低減などのメリットがあり、広く使用されているが、従来のプレコート鋼板では耐熱性は100℃程度であり、使用塗料成分を耐熱性の高いものに変更しても300℃程度が限界であった。また、プレコート鋼板は、プレス成形や曲げなどの加工を受けるため、加工時に塗膜が下地鋼板の変形に追従し、剥離しないことが必要である。

耐熱500℃プレコート鋼板は、耐熱性と成形加工性を有し、加熱時に臭気、煙、有害ガスの発生がなく、室温から500℃までの広い範囲で安全に使用できる。また、耐食品汚染性、耐食性、塗膜密着性、耐洗浄性、遠赤外線放射特性、脱臭性、黒色意匠などの優れた性能を有している。以上のような性能は、独自の配合のバインダー、顔料および耐熱性に優れた下地鋼の溶融アルミニウムめっき鋼板との組み合わせにより達成している。

本耐熱プレコート鋼板は、オープン電子レンジ用材料として採用されており、今後さらに家電機器をはじめ、これまでプレコート鋼板では対応不可能とされていた高温用途への使用拡大が期待される。



使用例

5. その他

金型打抜加工性と全方向鉄損特性を大幅に改善した方向性電磁鋼板「JGE」

JFE スチール(株)

方向性電磁鋼板は圧延方向の磁気特性が良好であり、主として変圧器の鉄心材料として、電力損失低減に貢献してきた。しかし表面はフォステライト (Mg_2SiO_4) を主体とするセラミックス質の下地被膜と、その外面に「無機系絶縁被膜」を有する二層構造となっている。しかし、その下地被膜は極めて硬質のためユーザーにおいて打抜加工する際に、金型が激しく磨耗するといった問題があった。

今回、JFE スチールが新たに開発した方向性電磁鋼板「JGE」は、硬質の下地被膜を有さず、かつ無方向性電磁鋼板で使用する無機系あるいは樹脂を含有した打抜加工性が良好な絶縁被膜を採用、下記2点の特長を有する。

- 1) 金型寿命および打抜加工性の向上：従来と比べ、金型手入までの打抜回数が約10倍と大幅に改善。さらに絶縁被膜の密着性を大きく向上したため強加工をも可能とした。
- 2) 圧延方向以外の鉄損特性が大きく改善(図1参照)：これは、EIコアと呼ばれる小型トランス鉄心用に適しており、圧延方向のみでなく、圧延直角方向の鉄損特性も良好のため、従来に比べ鉄損が約10%改善される。

以上のようにJGEは打抜加工性と圧延方向以外の鉄損改善の両立により、今後は無方向性電磁鋼板を用い複雑な形状に分割して鉄心とするタイプの発電機から、一般モータ用鉄心まで幅広い分野での利用が期待される。

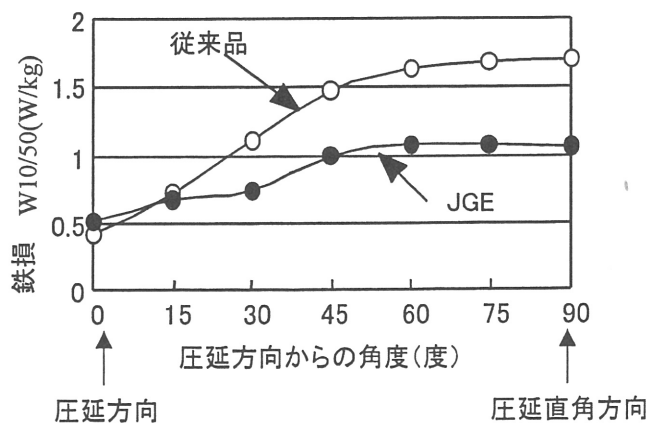


図1 圧延面内の各方向で鉄損値の比較

(2004年2月20日受付)