

2004年鉄鋼生産技術の歩み

Production and Technology of Iron and Steel in Japan during 2004

澤田靖士

Yasushi Sawada

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

大地震、大型台風等の自然災害による被害が相次いだ日本の2004年経済は、公共投資を除き需要は堅調に推移し、前年を凌ぐ回復を示した。特に、中国、米国向けを中心とした好調な輸出を牽引役に企業業績は回復しており、ハイテク分野を中心に民間設備投資も高い伸びとなった。中小企業や非製造業の業況も持ち直しの方向にあり、景気回復の裾野は広がっている。前年、年平均で5.3%と高い水準にあった完全失業率が、12月には4.4%まで改善された。3年11ヶ月振りに300万人を下回った完全失業者数は、12月には270万人まで減少した。雇用環境の改善を背景に、消費者の購買意欲も高まったこともあり、政府予測では、今年度の国内総生産(GDP)の実質成長率を+2.1%と見込み、前年度実績の+1.9%を更に上回る見通しである。しかしながら、消費者物価指数は前年同月比で依然として下落し、デフレは克服されていない。

鉄鋼業についてみると、長らく年間8億トン規模であった世界の粗鋼生産量が、一気に増加し、今年10億トンを初めて超え、鉄鋼業は再び成長産業に転じたと指摘されている。日本の鉄鋼業も予想を遥かに上回る世界的規模での需給環境の好転により、鉄鋼各社はフル操業を継続し、前年を更に約200万トンも上回る1億1,267万トンに達し、1973年、74年に次ぐ過去3番目の高水準を記録した。この粗鋼生産量は、急な増量要請に対して十分な対応ができなかったため自動車工場が鋼板不足で一時操業休止に至ったように、日本の鉄鋼業が保有する設備能力の限界ぎりぎりの規模であった。

高生産を支えた要因は、国内の自動車、造船、機械など製造業の活動レベルが輸出に支えられ、内需が高水準であったこと、また、中国向けを中心にアジア向けの鉄鋼輸出が高水準で持続したことによる。

今年の国内の鉄鋼需要をみると、建設の内、土木は公共工

事の削減方針が変わらず、引き続き前年を下回るものの、景況感の回復を背景に、住宅はより底堅く推移し、非住宅は着工面積が久方振りに7千万平方メートルを超え、建設全体では前年比で増加に転じる見込みである。製造業も全体としては前年比プラスとなった。各需要部門別に製造業の動向をまとめると、自動車は、旺盛な輸出に支えられて自動車の国内生産が前年を30万台も上回り、またアジアで展開している日系自動車会社の生産も拡大し、日本の鉄鋼業が供給している鋼材需要を押し上げた。造船は、世界造船量の8割を占める日本、韓国、中国の造船各国は約3年分の契約残を抱えフル操業を続けており、日本の造船向け厚板需要も400万トン規模に達し、なお拡大する傾向にある。一昨年に底を打った産業機械は内外需とも堅調で、20%も生産が伸び鋼材需要に直結した。電気機械もデジタル家電の活況などで前年を上回った。その結果、今年の国内の鋼材消費量は前年に比べ200万トン増加し、7,130万トンと久方振りに7千万トンの大台を回復した。

全鉄鋼輸出は生産限界に直面する中で、国内供給を優先したものの、中国向けを中心にアジア向けが堅調に推移した結果、過去3番目の高水準となる前年比2.6%増の3,530万トンに達した。

一方、全鉄鋼輸入は705万トンと前年比18%増と2年連続で増加した。普通鋼鋼材の輸入量は、国内需給が逼迫している品種に関して増加したことにより、前年比21%増の344万トンに達した。3年振りに300万トンを超えたものの、国内マーケット環境に影響を与える程度までには至っていない。また、普通鋼鋼材の主要仕入先では、中国が23ヶ月連続で増加し、前年比3.4倍と大きく伸ばした。

次に、国内の鉄鉄、粗鋼生産および主要鋼材生産実績の推移を表1に示す。炉別生産では、7年連続で下がっていた電炉鋼比率は前年と同じ26.4%となった。鋼種別では、普通鋼が前年同月比で6ヶ月連続で増加中であり、特殊鋼は自動

表1 鉄鉄、粗鋼生産および主要鋼材生産実績推移 (単位: 万トン)

		2000年 総生産量	2001年 総生産量	2002年 総生産量	2003年 総生産量	2004年 総生産量	対前年 増減%
生 産	粗鋼生産量	10,644	10,287	10,775	11,051	11,267	2.0
	転炉鋼	7,578	7,444	7,853	8,136	8,296	2.0
	電気炉鋼	3,066	2,842	2,921	2,916	2,972	1.9
	普通鋼	8,757	8,396	8,735	8,833	8,907	0.8
	特殊鋼	1,887	1,891	2,040	2,218	2,360	6.4
	高炉鉄生産量	8,107	7,884	8,098	8,209	8,297	1.1
	普通鋼熱延鋼材	8,304	7,893	8,084	8,175	8,335	2.1
	H形大形鋼	724	621	591	561	603	7.5
	中小形鋼	175	156	158	150	153	1.7
	小形棒鋼	1,225	1,191	1,243	1,164	1,144	-0.8
	一般線材	274	240	206	188	181	-4.0
	中厚板	862	930	907	1,015	1,132	11.5
	広幅帯鋼	4453	4,172	4,415	4,543	4,561	0.3
	特殊鋼熱延鋼材	1,575	1,584	1,745	1,874	1,984	5.9
	構造用鋼	621	609	669	733	786	7.3
	ステンレス鋼	302	314	310	333	344	3.2
	バネ、軸受鋼	117	101	110	126	128	1.0

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」

車向けが引き続き好調で32ヶ月連続増加し前年比6.4%増の2,360万トンと大きく伸びた。

世界の鉄鋼生産をみると、鉄鋼新興国の生産が急激に伸びたことで、世界の粗鋼生産量を押し上げ、ここ3年間で1億8千万トンもの急増に至っている。特に、中国の2004年粗鋼生産量は、前年に比べ4,000万トン伸ばして2億6,900万トンに達し、中国の鋼材見掛け消費量も前年比3,600万トン増の2億7,600万トンまで急拡大を続けている。更に、2005年の中国では、粗鋼生産量、鋼材見掛け消費量とも、3億トンの突破が見込まれている。このような世界的な鋼材需要の大幅増加に伴い、原燃料需給が逼迫し、鉄鋼原料である鉄鉱石、石炭の価格は軒並み高騰した。また、鉄スクラップ市況は年間値差トン1万円の異例の乱高下があり、また船舶輸送のフレートも大幅に上昇した。これらの結果、国内の鉄鋼業は、前年に比べ7千億円ものコスト高に見舞われたとされている。

今年度の国内鉄鋼メーカーの業績は、需要増大が追い風となり、コスト高をカバーする鋼材価格の値上げが実現したこともあり、国内の高炉メーカーはいずれも過去最高益を更新する見通しである。電炉メーカーも収益改善が進み、高業績を残しそうである。

鋼材価格は、店売り、輸出価格が先行して大幅に上昇し、また自動車、造船向けで異例の期中値上げを実現するなど、遅れていた大口需要向け価格の改善を果たすことができた。ステンレス鋼材の価格体系も、サーチャージ制の導入、エキストラ改革が実現した。

減少し続けていた鉄鋼業の就業者数は、対2003年末比で

横ばいの約15.5万人となり、フル操業の継続も受けて、国内鉄鋼業の構造改革が一段落した模様である。

世界の鉄鋼業の動向に目を向けると、LNMとイスパット・インターナショナルの2社を統合したミッタールスチールが12月に誕生し、同社による米国ISG社の買収も2005年1～3月に計画されており、実現の暁には年間粗鋼生産規模7千万トンの巨大鉄鋼会社が誕生することになる。また、中国だけでなく、インド、台湾、タイなどのアジアで大型一貫製鉄所の建設計画が相次ぎ、アジア地域での能力拡張の機運は高まっている。

国内鉄鋼業の新たな再編の動きは小さかったものの、海外進出の動きは依然として盛んであった。特筆すべきは、JFEスチールが中国の広州鋼鉄企業集团有限公司の要請を受けて一貫製鉄所建設に関する事業性検証を共同で実施することに合意したことである。また、住友金属小倉が、特殊鋼で初の中国進出となる特殊鋼棒鋼を製造販売する合弁会社を中国の江蘇州江陰市に設立することを決めた。他にも、新日本製鐵が、住友鋼管と住友商事が中国に設立した自動車用鋼管の製造販売会社に参画する事業提携を締結したこと、神戸製鋼所が、メタルワンなどと共同で中国の広東省佛山市に自動車用特殊鋼線材の加工拠点を設立することを決めたことなどが挙げられる。

海外企業との事業提携の面では、鉄鋼各社とも、逼迫している原燃料の安定確保、長期安定輸送と運賃競争力向上を目的とした戦略的な提携を積極的に推進した。主な案件としては、新日本製鐵と住友金属工業が豪州リオ・ティント社と締結した鉄鉱石長期売買契約を含む包括基本契約、JFEスチー

ルがブラジルCVRD社と締結した鉄鉱石長期売買契約、及び新日本製鐵がリオ・ティント社と合意したブラジル鉄鉱石輸送におけるコンビネーション輸送ならびに新造大型鉄鉱石輸送の契約などが挙げられる。

次に設備投資についてみると、2004年度の当初計画では、特殊鋼の設備投資額は前年度比26%増となっているものの、高炉大手メーカー4社の投資額は、主要な高炉改修などの大型投資が前年度までに峠を越えたために、神戸製鋼所を除き、減価償却の範囲内にとどまり、4社合計で前年度比7%減の計画となった。このため、鉄鋼全体の設備投資も2003年度に対前年度比36%増と大幅増大したものの、2004年度は前年度比3.6%減となっていた。

その後、旺盛な鉄鋼需要に応えて、鉄鋼各社とも緊急の設備投資を行い、ボトルネックの解消を急ぎ、能力増強へ転換をはかっている。例えば、新日本製鐵は、約400億円の緊急投資を行い、熱間圧延、冷間圧延、厚板など下工程を中心に設備を改修し、2005年度上期から生産能力を200万トン程度引き上げる。JFEスチールは、高炉改修に伴う西日本製鉄所（福山地区）第5高炉の炉容積拡大の他、東日本製鉄所（京浜地区）における取鍋の大型化、西日本製鉄所（福山地区、倉敷地区）における主力連続鋳造機の改造などにより、粗鋼生産能力10%増の体制構築を進めている。

鉄鋼各社は、主要設備の集約が進む中、各製造プロセスでは生産性向上をはかりながら、一層の省エネルギーを推進している。また、商品開発面では、プレス成形性と溶接性に優れた高張力鋼板、防食性能に優れた耐候性鋼板など、様々な製品の高品質化をはかるとともに、環境負荷物質であるクロムや鉛を含有しないで優れた特性を有する表面処理鋼板、表面処理により高い抗菌性、放熱性、光反射性を有するものなど、環境調和型の高付加価値化製品の研究開発が推進され、順次商品化された。また、既に基礎研究段階を終了した革新的材料「超鉄鋼」の研究開発は、実用化研究を推進し、実機設備で世界初の超微細結晶粒組織からなる厚板の製造に成功した。

一方、大規模な国家プロジェクトとして（社）日本鉄鋼連盟と（財）石炭利用総合センターが共同で受託し、1994年度から10年間推進してきた「石炭高度転換コークス製造技術に関する研究開発（SCOPE21）」は、ほぼ目標を達成し、2004年3月末に全開発計画を終了した。開発された要素技術である「低NO_x燃焼システム」の考え方は、国内で20年振りとなるJFEスチール西日本製鉄所（福山地区）第5コークス炉D団増設に採用されることとなった。また、新日本製鐵では、SCOPE21で構築した技術を基本的にトランスファーするコークス炉の新設計画の検討を進めている。この他、2004年度で終了予定である焼結工程において部分還元機能

を取り入れた新焼結法、コークス炉ガスの改質による水素製造技術、さらに鉄鋼スラグを活用したCO₂固定技術など、多くの革新的研究開発が公的資金を受けて行なわれている。

日本の鉄鋼業は、1996年に日本鉄鋼連盟で取りまとめた自主行動計画の実施を通じて、環境問題・地球温暖化対策に取り組んできており、引き続き世界最高のエネルギー効率と世界最少の環境負荷で、鉄鋼製品を生産するために、研究開発および生産面において努力を続けている。環境対策への取り組みが結実した例としては、新日本製鐵の「製鉄インフラを利用した廃タイヤのリサイクル」で2004年度エコプロダクツ大賞の経済産業大臣賞、JFEスチールの「高炉におけるプラスチック再資源化技術の確立」で大河内記念生産賞受賞などが挙げられる。

2005年の日本の鉄鋼業については、2004年と同様の経済環境と鋼材需要環境が続けば、2005年もフル操業が続き、日本の粗鋼生産量は1億1,300～1,400万トンに達する見込みである。需要増に対して、万全な体制を構築し、安定供給への対応力強化をはかることが最大の課題である。ただし、原油価格や円相場、米国と中国の経済動向などについては、十分に注視する必要がある。

一方、前年に続く世界的な鉄鋼需要の増加に伴い、2005年も原燃料価格の高騰が避けられない情勢である。例えば、2005年度の原料炭購入価格について、国内高炉メーカー大手5社は、最大手の豪州BHPビリトン社と前年度比119%引き上げで合意している。同様に鉄鉱石の大幅な値上げも見込まれている。

2 技術と設備

2.1 製鉄

2004年の鉄鉄生産量は、8,297万トンと2003年比1.1%増となり、3年続けて8千万トンを継続した。平均出鉄比も2003年の2.04トン/m³・日に対して、2.02トン/m³・日と2年連続して2.0を越えた。

個別高炉改修の動きを表2に示す。2004年の稼働状況については、2003年末から1基減少して28基となった。2004年の火入れ高炉は3基であり、新日鐵大分2高炉の内容積は世界最大であり、住金鹿島1高炉は21世紀最初の新設高炉である。この結果、2004年末の日本における5,000 m³以上の高炉は6本となった。更に今後も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5高炉改修など5,000 m³級の高炉改修が予定されている。高炉の建設・改修には意志決定から火入れまで長時間を要するが、例えば、住金鹿島1高炉は、鋼材価格の下落に伴う収益悪化が予想された2000年8月に建設が発表され、火入れは2004年の需要旺盛期で

あった。

製鉄関連の環境変化として原材料価格高騰が挙げられる。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大幅に増加させた。さらに、環境面からの要請として地球温暖化ガスの低減が引き続き求められている。

これらの環境変化に対して、従来の微粉炭吹込技術に加え、JFE スチールが東日本京浜2高炉において実験した都市ガス吹き込み、および重油吹き込み技術などが、コークス低減手段および地球温暖化ガス低減手段として検討されている。2004年の高炉の微粉炭吹き込み比（PCI比）は、図1に示す

表2 個別高炉改修の動き

月、日	吹込高炉	火入高炉	備考
2. 26	新日本製鐵 大分2高炉 (5245m ³)		
3. 24		JFE 東日本京浜2高炉 (5000m ³)	
3. 27	JFE 東日本京浜1高炉 (4907m ³)		
5. 25		新日本製鐵 大分2高炉 (5775m ³)	内容積世界最大
6. 30	JFE 東日本千葉5高炉 (2584m ³)		
9. 26	住友金属 鹿島3高炉 (5050m ³)		
9. 29		住友金属 鹿島1高炉 (5370m ³)	新設高炉
今後の改修予定		JFE 西日本・福山2高炉 神戸製鋼 加古川2高炉	

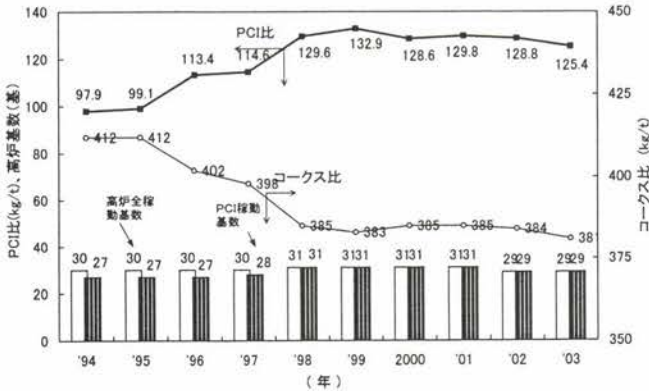


図1 高炉稼働状況の推移
出所：日本鉄鋼連盟資料

ように、平均は119.6 kg / トンと前年から4.7 %低下し、コークス比は平均382 kg / トンと前年から若干増加した。鉄鉄生産量の増加に比較してPCI設備が増強されなかったこと、および旺盛な鉄鉄需要に対応して安定生産を指向した結果、安定操業維持には高度な技術を要するPCI操業への指向が弱まったこと等が原因として考えられる。

高炉におけるコークス使用量低減対策を進める一方で、コークス生産能力向上への動きも始まった。JFE スチール西日本製鉄所（福山地区）では、第5コークス炉D団55門の増設を計画している。また、新日本製鐵ではSCOPE21で開発した次世代コークス炉の実機化検討を開始すると共に、三井鉱山とコークス長期引取契約を締結し、三井鉱山が保有するコークス炉4炉団のうち、昭和63年12月より休止していた1炉団を再稼働させ、約50万トン/年のコークスを平成18年4月から購入する予定である。

製鉄関連技術としては、JFE が実用化した塩化ビニル高炉原料化システムは廃プラスチック処理による環境貢献とともにコークス使用量低減技術として注目される。

2.2 製鋼

2004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高く推移しているが、鉄鉄と溶鉄の配合率、酸素原単位が低下しており冷鉄源（スクラップ）使用量の増加を示している。転炉の真空処理比率は引き続き増加した。また、電気炉の生産高指数は増加の傾向にあり、2004年の成績は過去最高レベル（1998年）に匹敵する値まで回復した。

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%で、10年間に0.6%増加したが殆ど変化がない。特殊鋼は94.4%と前年対比0.8%増加した。

製鋼関連の技術・設備については、製品品質の高度化・厳格化、地球環境負荷軽減、高需要、原料価格の高騰等に対応するため、生産性の改善、原価低減に多大な継続的努力が払われており、大き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 スチールが東日本製鉄所千葉地区に、

表3 転炉作業成績

項目	年	2001年 平均	2002年 平均	2003年 平均	2004年 平均
製鋼時間当りの生産高指数*		103	106	106	106
1回当りの製鋼時間指数*		99	99	100	101
鉄鉄配合率(%)		92.5	91.2	89.7	89.1
溶鉄配合率(%)		91.7	90.0	88.2	87.7
酸素原単位(Nm ³ /t)		59.5	57.4	56.5	57.2
連铸比率(%)		99.3	99.0	98.8	98.8
真空処理比率(%)		65.5	68.1	71.5	72.7

*1998～2000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 2001年 平均	2002年 平均	2003年 平均	2004年 平均
製鋼時間当りの生産高指数*	98	103	105	107
良塊t当りの電気消費量(kWh/t)	415.5	411.9	420.2	423.9
良塊t当りの酸素消費量(Nm ³ /t)	19.9	19.9	19.5	19.9
良塊歩留り(%)	91.3	91.9	91.7	91.5
良塊連铸比率(%)	87.9	88.3	87.0	88.4
合金鋼比率(%)	37.8	35.7	37.8	38.1

*1998～2000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

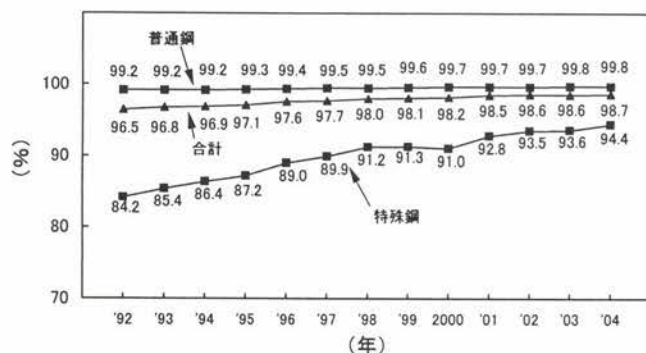


図2 連铸比率推移

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」

加熱・溶解機能を備えたステンレス溶銑の保持炉（J-FIRST：JFE-Flexible Iron Reservoir for STainless steel）を新設し、先に行われた高炉改修などと合わせて生産能力の増強が図られた。また、エヌケー条鋼（現：JFE条鋼）が姫路製造所の150トン電気炉を更新し、廃熱による原料予熱型電気炉の導入を決定した。熱ロス低減による電力源単位の低減、生産能率の改善、排ガスのクリーン化が期待され、2005年下期中に完工を予定している。大型電気炉としては、2001年の岸和田製鋼以来の導入となる。

精錬分野では、神戸製鋼所がハイテンなどの高級鋼の量産化を目的に、脱硫機能と脱ガス機能を併せ持った真空脱ガス設備を10月に稼働させた。

一方、鑄造分野では、大同特殊鋼が知多工場に大断面の半連続鑄造機（PHC：Promising Hybrid Caster）を導入した。連続鑄造とインゴット造塊法の特徴を併せ持ち、これまでインゴットとして製造されていた特殊鋼の品質および歩留の向上が期待される（トピックス参照）。また、神戸製鋼所は、神戸製鉄所にNo.5ブルーム連続鑄造機の新設を決定した（既存のNo.4連続鑄造機は休止の予定）。2006年9月に稼働の予定で、設備単体能力は約72万トン/年である。

2.3 厚板・鋼管・条鋼

厚板の設備関係では、JFEスチール西日本・福山の厚板工場に世界初の電磁コイル（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）を設置した。また同社東日本・京浜の厚板工場にスーパーOLACを昨年の倉敷厚板工場に引き続き設置した。これは理論限界に相当する高冷却速度を実現した厚鋼板のオンライン加速冷却設備で、冷却後の温度分布を更に均一化した。また、JFEスチールは鋼製橋梁のライフサイクルコスト低減に大きく寄与する耐候性鋼の大気環境腐食量の予測を可能とする耐候性鋼の腐食量予測ソフトを開発し、適用拡大と安全性を向上することを可能とした。

鋼管の設備関係では新日本製鐵の24"中径電縫鋼管工場の成形ラインに近年ラインパイプ分野に要求される低YRを実現するため、FF成形方式（Flexible forming）を導入した。

条鋼の設備等では住友金属小倉は主に自動車用途の高品質特殊棒鋼の生産量拡大を目的にネック工程である特殊鋼棒鋼検査・整備ラインを一基増設するとともに、棒鋼工場で生産している18mm～21mmのコイルを線材工場圧延にシフトするため21mmにサイズ拡大を決め、2005年秋に稼働開始する予定である。

商品開発の関係では大同特殊鋼が破断分離型熱間鍛造コンロッド用鋼の量産化を開始した。これは炭素量の低減、リンの増量、硫化物の形態制御により強度・被削性・破断分離性の3者を両立させたものでリンの増量には丸断面垂直型連続鑄造機の適用により高品質対応をした。また新日本製鐵、JFEスチール、住友金属工業の3社は新世代鋼矢板「ハット形鋼矢板900」を開発した。ハット形状の採用、単一圧延材として世界最大幅の有効幅900mmの薄肉大断面形状の採用、継ぎ手位置の壁体最外縁配置などにより大断面でありながら施工性に優れ構造信頼性が高くかつ経済的な鋼矢板である。

また新しい動きとして住友金属工業と歌山は国内初のISO9001成熟審査認証登録を取得した。成熟審査とはISO9001：2000審査登録後一定期間以上経過し、且つ成熟度の高い品質マネジメントシステムを構築している登録企業に関し、審査登録機関の一部審査機能をその企業の内部監査

を活用代替する審査方式である。

2.4 薄鋼板

自動車・電機等の薄板表面処理分野における顧客対応力の更なる向上のため、新日本製鐵名古屋No.2CGL、君津No.2CGLの老朽更新および住友金属工業鹿島の溶融亜鉛めっき設備（能力30万トン/年）、連続式酸洗設備（150万トン/年）の新設が発表された。新日本製鐵については2006年上期に稼働予定である。住友金属工業については前者が2006年秋、後者が2006年夏である。

神戸製鋼所ではクロメートフリー鋼板の商品化に伴い国内で初めて電気亜鉛めっき鋼板のクロメート処理を全廃した。これは世界的な環境負荷物質使用量の低減活動が進む中、一部残っていたクロメート処理製品の生産を中止するとともに、製造ラインからクロメート処理設備を撤去し、生産工程でのクロメート処理液混入の可能性を排除するものである。（トピックス参照）

2.5 計測・試験・分析

計測・システム分野においては、各社、シミュレーションモデルによるプロセスのオンライン制御、計画最適化システムの開発に取り組んでいる。また、神戸製鋼所では船舶エンジンクランクスローの自動超音波探傷装置を開発し、探傷作業の安定化・時間短縮、品質向上を図っている。JFEスチールでは家電製品の実環境耐食性を適正に再現・評価できる新耐食性評価法ACTEを開発した。これにより、顧客に防錆品質において信頼性の高いクロメートフリー商品を提供できるようになった。

分析関連では、JFEテクノリサーチにおいて、排ガス中ダイオキシン類の分析期間短縮技術により、分析期間が従来の10日から2日に短縮された。また、神戸製鋼所では、省スペース・高機能型のナノ薄膜分析装置を開発し、次世代半導体薄膜・磁気記録関連多層薄膜の開発を行う大学・メーカーなどの研究機関向けに販売を開始した。

2.6 環境

2004年における鉄鋼各社の環境に対する取り組みは、昨年に引き続き活発であった。既存の製鉄所内のインフラを活用し、エコタウン、リサイクルポート、エコ・コンビナートなどの事業で外部の企業、自治体などと積極的な連携が推進され、廃棄物の処理から副生物の利用、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。

新技術としては、新日本製鐵広畑が廃タイヤをロータリーキルンで熱分解し、ガス、乾留カーボン、鉄ワイヤーに分離

して100%原燃料として有効活用する廃タイヤガス化リサイクル施設を立ち上げた。また、同社君津製鐵所では、経済産業省の公的資金を受託し、コークス炉ガスからの液体水素を製造する実証設備を構内に完成させ、燃料電池自動車用水素スタンドに供給する試験などを行っている。また、JFEスチールは塩化ビニル以外の容器包装プラスチック等の高炉原料化リサイクル事業の展開に続き、東日本製鐵所京浜地区にて塩化ビニル高炉原料化システムを5月に稼働を開始させた。2004年度は年間で約3,000トンの使用済み塩化ビニルを受け入れる見込みとなっている。

さらに、鉄鋼企業が公的資金を受けて共同で取り組む主要基盤技術開発として、「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」（2002～2005年度）、「製鉄プロセスガス利用水素製造技術開発」（2001～2005年度）、「省エネルギー型金属ダスト回収技術の実用化開発」（2004～2006年度）などが行われており、成果が期待される。

3 技術輸出・技術輸入

2004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2003年の58件に対して27件と大きく減少した。輸入も0件と減少した（2003年2件）。輸出対象地域は、アジアが全体の48%を占め、次いで北アメリカ、中南米、オセアニアと続く。技術分野では加工・処理分野が59%を占め、製鉄所全般がそれに続く。図3に鉄鋼業の2003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30%低下し、技術輸入対価支払い額は60%減少し、この結果、鉄鋼貿易は企業活動のグローバル化にも拘わらず近年縮小の一途をたどっている。

表5 技術輸出・技術輸入状況（期間：2004年1月1日～12月31日）

技術分野		地域						計
		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	
技術輸出	A.原料・製鉄			1		2		3
	1.高炉							
	2.転炉	1	2					3
	B.製鋼							
	2.電炉							
	3.連続・連続							
	C.加工・処理	1		1				2
	1.条鋼・線材							
	2.鋼管							
	3.厚板							
	4.薄板	8	5		1			14
	5.表面処理							
	D.操業全般(研究含む)							
	E.製鉄所全般							
	1.総合的機務指導			1				1
	2.整備保全	1						1
	3.フィジビリティスタ	1				1		2
	4.その他							
計		13	7	3	1	3		27
技術輸入								0
	計							0

出所：日本鉄鋼協会調査
調査範囲：日本鉄鋼協会維持会員会社 74社

4 研究費支出

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から図6に示す。

売上高対研究費支出比率を見ると、2003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額自体も2001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。

鉄鋼業における従業員1万人あたりの研究本務者数は前年に比べ減少したが、研究本務者数は2004年4238人、2003年4204人、2002年4224人と殆ど変化はない。

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

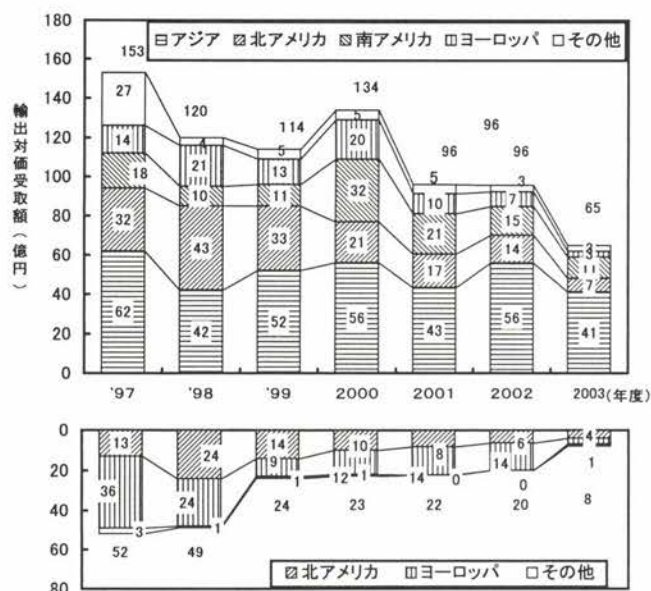


図3 鉄鋼業の技術貿易収支
出所：総務省統計局統計センター「科学技術研究調査報告」

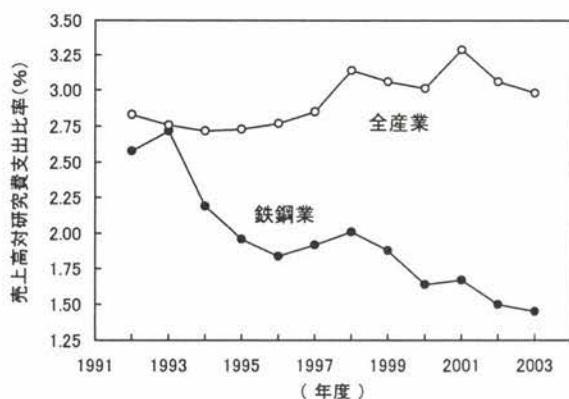


図4 売上高対研究費支出率の経年変化
出所：総務省統計局統計センター「平成16年度科学技術研究調査報告書」

ているものの減少傾向は依然続いており、その差は小さくなっている。

5 日本鉄鋼協会における技術創出活動

5.1 新たな活動

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・エネルギー工学会 (3 フォーラム)』が7番目の分野横断的の学術部会として学会部門に設立され、2004年4月から本格的に活動を開始した。これまでに、講演大会での活動を中心にシンポジウム「持続的社會へ向けての産業間連携へ」や見学会「①小坂製鉄(株)、②秋田総合環境センター、③八戸地区の産業間連携(鉄鋼、非鉄、製紙)の実地調査」などの新しい試みを実施され、多くの参加者を得た。登録会員も本年1月末現在で230名(非会員約30名)に達している。また、社会

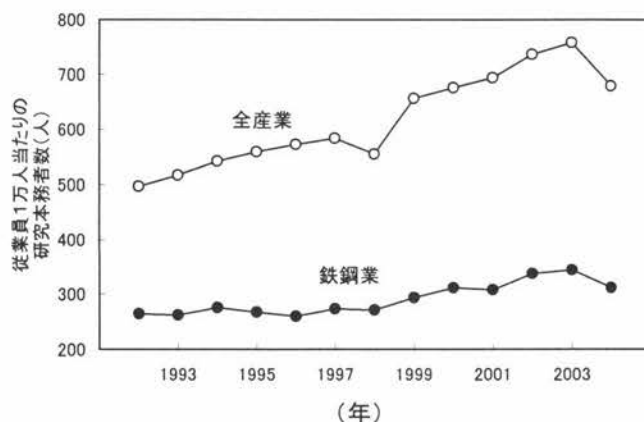


図5 従業員1万人当たりの研究本務者数の経年変化(人)
出所：総務省統計局統計センター「平成16年度科学技術研究調査報告書」

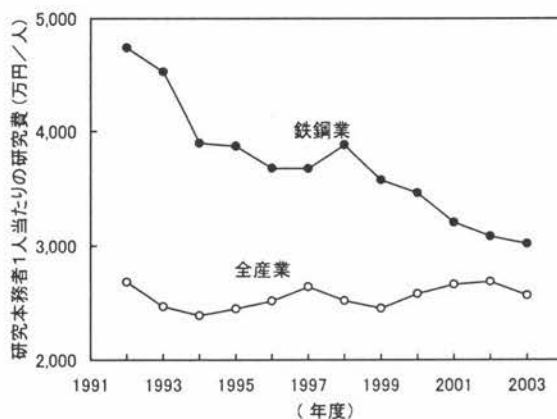


図6 研究本務者1人当たりの研究費の経年変化(万円/人)
出所：総務省統計局統計センター「平成16年度科学技術研究調査報告書」

鉄鋼工学部会との共催で新たなシンポジウム「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」が2005年4月に開催された。

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6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を目指し相互交流を推進している。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ている。

一方、部会内の定期的な活動も活発に行われ、2004年度の部会大会は、本誌9巻9号680頁（上期大会開催一覧）、本号459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、2004年度には27技術検討会（2004年度内の新規発足は13）が活動し、積極的な技術創出活動が展開された。

各部会では技術検討会の報告書作成以外にも、棒線圧延部会では10数年振りに工場レイアウト集（非公開）を発刊し、品質管理部会では「鉄鋼製品の磁粉探傷法改訂新版」「継目無鋼管の超音波探傷法改訂新版」を出版、圧延理論部会では棒鋼線材圧延3次元FEM解析システムのプログラムNo.5（最終版）を完成する等の活動も盛んであった。その他、本会の会報委員会からの依頼を受けて、ふえらむ解説シリーズ「日本鉄鋼業における独自技術の開発と現在」の執筆に各部会が協力し、8月号より原稿が順に掲載されている。

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つつあり、優秀な論文については鉄

と鋼への投稿を促している。

海外との交流では、中国へ技術調査団を、耐火物部会が5月に、電気炉部会が10月に派遣し、それぞれ耐火物研究事情や耐火物使用技術、電炉技術の現状を調査した。

5.3 研究会

2004年度には22研究会が活動し、その内の4研究会が2005年3月に終了した。研究会の研究概要を表7に示す。終了する4研究会（①多孔質メソモザイク組織焼結研究会、②表面処理鋼板の防錆機構解明および寿命設計研究会、③鋼材表面特性に及ぼすスケール性状の影響研究会、④スクラップ利用拡大に伴う鋼中の微量不純物分析法の開発研究会）は、それぞれの研究テーマで多くの具体的な成果をあげた。

2005年度には新たに6研究会（表8）が活動を開始する。その研究活動は、高温プロセス、鉄鋼プロセス制御、矯正工程加工プロセス、超強加工の材料科学、建材用塗装鋼板の端面腐食など幅広い分野にわたっており、研究活動の活発な展開が期待される。その中でも、「建材用塗装鋼板の端面防錆機構解明および寿命予測」研究会は生産技術部門から提案されたものであり、産業界提案の研究会として今後の活動が注目される。

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。

表6 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。現在2部会活動している。
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。

*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

**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

表7 2004年度終了の研究会

研究会名	研究期間	部会名	研究会主査	研究目的
多孔質メソモザイク組織焼結研究会	H13.4 ～ H17.3	高温プロセス部会	碓井建夫 (阪大)	資源劣質化（褐鉄鉱大幅増）とスラグ極小化の取り巻く背景を睨み、難焼結性褐鉄鉱の多配合を可能にすることを目指して、「多孔質メソモザイク組織焼結体（高強度・高被還元性）の製造技術」を確立するための基礎研究を推進した。
表面処理鋼板の防錆機構解明および寿命設計研究会	H13.4 ～ H17.3	材料の組織と特性部会	水流 徹 (東工大)	①腐食生成物の生成条件・生成機構の解明と機能・構造決定、②腐食生成物による防錆機構の解明、③環境の定量化と防錆機構との関係の明確化により、表面鋼板の寿命設計法の確立を目指す。
鋼材表面特性に及ぼすスケール性状の影響研究会	H13.4 ～ H17.3	材料の組織と特性部会	谷口滋次 (阪大)	スケールの塑性変形能や密着性、スケール／鋼界面性状、スケール剥離特性および鋼の熱間脆性に及ぼす微量元素と加熱条件の影響を解明し、スケール形成に起因する熱間割れや鋼材表面欠陥などの諸問題を解決する。
スクラップ利用拡大に伴う鋼中の微量不純物分析法の開発研究会	H13.4 ～ H17.3	評価・分析・解析部会	平井昭司 (武蔵工大)	スクラップ利用精錬技術の確立および高級鋼への利用拡大に必要なトランプエレメント分析技術の確立を図るため、トランプエレメントの10ppm以下の化学分析法開発と発光分析法の開発を行う。開発した分析法により既存の機器用鉄鋼標準試料にトランプエレメント分析値の値付けを行い、検量線の校正用に使用する。

表8 2005年度発足の新研究会

研究会名	部会名	研究会主査	研究会の概要
マルチフェーズフラックスを利用した新精錬プロセス技術研究会	高温プロセス部会	月橋文孝 (東大)	固相と液相の共存するマルチフェーズフラックスによるフラックス－溶鋼間のミクロな反応機構と界面現象について研究し、新たな精錬フラックスの組成・組織の設計指針を検討することで、マルチフェーズを利用した新たなプロセスを提案する。
複合造粒・層設計焼結研究会	高温プロセス部会	葛西栄輝 (東北大)	埋蔵量が豊富な低密度、低Fe品位、低強度である褐鉄鉱資源への移行を達成するため、焼結原料の複合造粒・原料層設計に基づく新しい焼結プロセス技術原理の確立を目的として、原料配合設計、造粒技術、原料層構造設計、焼結品質設計に関する基礎研究を行う。
オンライン最適化技術を核とした次世代鉄鋼プロセス制御研究会	計測・制御・システム工学部会	杉江俊治 (京大)	オンライン最適化技術によるフィードバック制御の高度化、および学習手法による適応能力の向上により、新製品開発などにおける操業条件変化に迅速に対応可能な次世代鉄鋼プロセス制御の基礎を確立する。
矯正工程の高精度化・高機能化研究会	創形創質工学部会	阿高松男 (東京電機大)	鉄鋼製品の最終加工プロセスの矯正工程を材料の変形特性、矯正理論の両面から抜本的に見直し、矯正工程の高精度化・高機能化を目的とする。その成果は操業の円滑化、製品精度の向上などへと進展の可能性が大である。
超強加工の材料科学研究会	材料の組織と特性部会	梅本 実 (豊橋技科大)	超強加工による結晶粒の微細化、析出物の分解などの組織変化と強度や延性などの力学的特性の変化の原理を明らかにし、その原理を応用した機械部品の超寿命化と、超強加工を施す事による材料の特性向上を検討する。
建材用塗装鋼板の端面防錆機構解明および寿命予測研究会	材料の組織と特性部会	篠原 正 (物材機構)	建材用塗装鋼板の端面腐食について、そのメカニズムの解明と寿命予測技術の確立を通じて、防錆特性に及ぼす影響因子解析を実施し、現行材料の改善を図るとともにクロメートフリー塗装鋼板の設計指針を提示する。

☆ 新製品 ☆

本会維持会員会社が2004年1月1日から12月31日までに発表した新製品を表9に示す。

表9 新製品 (2004年1月1日～2004年12月31日)

分 類	会社名	製品名	内 容	発表時期
特殊鋼・条鋼、線材	新日本製鐵	高強度PC用線材	過共析鋼高強度PC用線材を、インライン熱処理法（DLP）により商品化した。	2004.11
	JFEスチール	リバーボン1275	軟化抵抗と溶接継ぎ手部形状が極めて優れた1275MPa級高強度棒鋼・溶接閉鎖型せん断補強筋。溶接継手部径を母材とほぼ同径にできるため、特にRC構造において効果を発揮する。	2004.3
	住友金属工業	高強度ボルト用鋼	1400MPa以上の引張強度での耐遅れ破壊特性を高めた建築用ボルト用鋼を開発。	2004.10
	神戸製鋼所	1600MPa級超高強度ボルト用鋼	1600MPa以上の超高強度でも耐遅れ破壊特性に優れたボルト用鋼を開発。	2004.12
		浸炭窒化型耐高面圧歯車用鋼	浸炭窒化処理との組み合わせにより歯面の高強度化を図った耐高面圧歯車用鋼を開発。	2004.10
		高濃度浸炭型耐高面圧歯車用鋼	炭化物の微細析出処理技術を用いて、曲げ疲労強度を低下させることなく歯面の高強度化を可能とした耐高面圧歯車用鋼を開発。	2004.12
	愛知製鋼	耐ピッチング高強度歯車用鋼 AG20	優れたピッチング強度と歯元曲げ疲労強度を両立させた高強度歯車用鋼。	2004.8
厚板	山陽特殊製鋼	被削性に優れた高強度高周波焼入れ用鋼	JIS S53Cに対しSi増量とV添加で、強度と加工性を両立した高周波焼入れ用鋼。	2004.6
	新日本製鐵	半冷凍型LPG船タンク用 TS530N/mm ² 級低温用鋼	従来TS490N/mm ² 級低温用鋼より高強度で、且つ母材、HAZ靱性ともに優れた低温用鋼。	2004.5
	JFEスチール	クラッド技術を利用した新型極厚鋼板	連铸スラブを重ね合わせ、これにクラッド化技術を適用し界面を接合し製造した極厚鋼板。(従来主に造塊製極厚材が使用されていた分野に供給可能な連铸製極厚鋼板)	2004.8
		高疲労特性鋼板	S-OLACにより向上した組織制御機能を活用し、第2相組織の分散を制御することにより疲労き裂の伝播速度を1/2とすることを可能にした鋼板。	2004.8
	住友金属工業	EzWELD鋼シリーズ・超大入熱溶接仕様	溶接効率を画期的に向上させるEzWELD鋼シリーズに「超大入熱溶接仕様」を追加。	2004.10
		耐食性に優れたタンカー原油タンク用厚鋼板。	天井部、底板部の耐食性を2倍以上に高めた。メンテナンスコストが低減。	2004.10
	神戸製鋼所	超大入熱溶接用厚鋼板 コーベスーパータフネス	建築構造の超大入熱溶接で高HAZ靱性を確保できる490N級～590N級高張力鋼板。	2004.3
熱延	JFEスチール	980MPa級NANOハイテン	フェライト単相鋼を数nmのTiMoC析出物で超高強度化した高延性・高降伏比型鋼板。	2004.8
冷延	JFEスチール	高λ型超高張力冷延鋼板 980-1180MPa級WQハイテン	DP組織の最適制御により伸びと伸びフランジ性を高次元で両立させた超高張力冷延鋼板。	2004.3
		高非履歴透磁率型磁気シールド用鋼板	ブラウン管の消磁過程を考慮した高磁気シールド性を有する高非履歴透磁率型鋼板。	2004.1
	神戸製鋼所	コーベスーパースハイテン LAS1470	新型サブミクロン組織から構成される超高張力鋼板。加工性と超高強度化を同時に達成。	2004.7
鋼管	住友金属工業	高強度低合金耐食性油井管 SM-125S	マイルドサワー用途では世界初の125ksi級高強度低合金耐食油井管を商品化。	2004.11
粉末・粉末製品	JFEスチール	JIPクリーンミックスHFX JIPクリーンミックスLEX JIPクリーンミックスHDX	発塵や副原料偏析が小さい粉末冶金用ブレミックス鉄粉（JIPクリーンミックス）に、新たな3製品をラインアップ。圧粉金型への充填性が高く（HFX）、成形後の金型からの抜出力が低く（LEX）、常温成形で高密度が得られる（HCX）。	2004.4
		高面圧疲労強度用途向け合金鋼粉	従来の合金鋼粉では特殊な焼結炉を必要とする条件でのみ実現できた高い面圧疲労強度（3.5GPa）を、汎用焼結炉により実現する新しい合金鋼粉。	2004.5
ステンレス鋼	JFEスチール	オートバイディスクブレーキ用耐熱ステンレス鋼「JFE410DB-ER」	炭化物の微細析出制御により耐熱性を飛躍的に向上、エンジンの高出力化を可能にした。さらに、耐食性も向上。	2004.3
	日新製鋼	高加工用フェライト系ステンレス鋼板	各種センサーケース・電池缶等の深絞り用材に加工性に優れたフェライト系鋼種を開発。	2004.1
工具鋼	大同特殊鋼	DRM	組織中の炭化物を微細化するなどにより疲労強度や衝撃特性の向上、高靱性化を可能にした金型材料。	2004.9

新製品（2004年1月1日～2004年12月31日）つづき

分 類	会社名	製品名	内 容	発表時期	
表面処理	JFEスチール	Super Galling Less鋼板	自動車駆動系部品はプレス成形時の型かじり防止のため、プレス前に鋼板へ高コストなボンデ処理を行っている。本新製品は耐型かじり性に優れた無機/有機皮膜による潤滑鋼板であり、ボンデ処理鋼板と同等の耐型かじり性を有する。	2004.4	
		JFEエクセルジンクニッケルGT	アルカリ脱脂後の耐食性に優れた燃料タンク用鋼板をCr（Ⅵ）フリーで提供。	2004.9	
	住友金属工業	スミクエンチZ	プレス後脱スケール処理不要の熱間プレス用合金化溶融亜鉛めっき鋼板。	2004.10	
		ハイコート・放熱型	家電・OA機器向け良導伝性・良放熱型のクロムフリー塗装溶融亜鉛めっき鋼板。	2004.12	
		スミジンクNEO-T	耐疵つき性、深絞り性に優れる無機系完全Crフリー耐指紋電気めっき鋼板。	2004.1	
	日新製鋼	耐熱非粘着ハードコートクロムフリー鋼板	高温調理機器用途に耐疵付き性に優れた耐熱非粘着性クロムフリープレート鋼板を開発。	2004.5	
その他鉄鋼製品	電磁鋼板	住友金属工業	高効率モーター用無方向性電磁鋼板「27SHX」	ハイブリッド自動車の駆動モーター鉄心用の優れた磁気特性と加工性を有する。	2004.10
	溶接棒	JFEスチール	J-STAR Welding	炭酸ガスアーク溶接プロセスにおいてスパッタを大幅に低減できる溶接棒と溶接技術。	2004.9
	土木・建材	新日本製鐵	PANEL-HBB パネル・Hビーム・ブリッジ	H型橋梁のニューモデル。橋桁と床版を一体化加工・搬入する事で低価格・短工期を実現。	2004.5
			スチールハウス用建築部材と工法	三階建て耐火建築物の構造設計法と防耐火設計法を構築するにあたって構造用亜鉛めっき鋼板を用いた耐火建築用部材を開発した。	2004.10
		JFEスチール	ポケット付き遮水鋼矢板	継手部底面に圧延によるポケット部を設け、遮水材の設置などを可能とした鋼矢板。	2004.7
			ハイパーウェルSP	鋼管矢板基礎の継手部のせん断強度を従来比10倍に改良し、基礎の剛性を高めた。	2004.10
			Super KING工法	最大で杭径2倍の大きさを持つ根固め球根を築造し、杭先端部に螺旋状の外周突起を有する鋼管杭を根固め部に挿入する工法。根固め部と杭との一体化により従来より2.5倍に支持力を得ることができた。	2004.8
			カシーン	鋼管杭・鋼管矢板の鋼管本体の現場接合に用いる無溶接機械式継手。	2004.3

☆ 生産技術のトピックス ☆

2004年の注目すべき技術開発、新設備および新製品などの概要をご紹介します。

1. 環境

コークス炉ガスからの液体水素製造技術

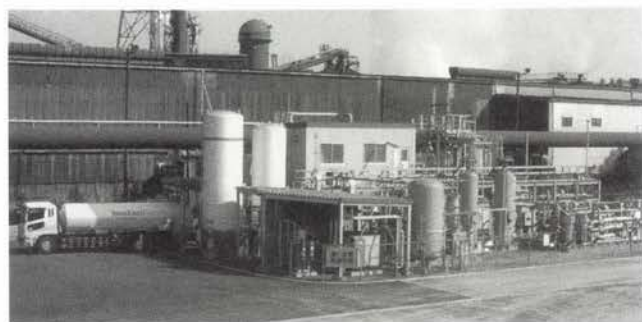
新日本製鐵 (株)

新日本製鐵は君津製鉄所において2004年3月にコークス炉ガスから液体水素を製造する実証設備を立ち上げた。これは、経済産業省の水素・燃料電池実証プロジェクトの一環として液体水素を製造し、有明水素ステーションに液体水素を輸送し燃料電池自動車走行までの実証試験を目的にしている。

コークス炉ガスは水素を約55%も含んでおり、効率的に水素を分離・回収するのに適している。供給ポテンシャルとしてガス量も十分であり、全国の主要都市に製鉄所は近接しており将来の供給拠点としても有望な位置付けにある。

コークス炉ガスからの液体水素製造は、世界初の試みであり、実証試験設備では高純度水素 (99.999 vol%以上) を1日当たり0.2t製造し、輸送・貯蔵効率の高い液体水素で水素ステーションに搬送する。この量は燃料電池車40～60台の充填量に相当し、水素のハンドリング技術などの貴重な実証データが日々蓄積されている。

水素を製造する方法は種々あるが、コークス炉ガスから水素を製造する利点は高濃度で含有する水素を吸着操作だけで分離精製できることにある。炭化水素から水素を得るには改質という化学反応が必ず必要で、そのために高温反応場とエネルギー消費を伴うため効率下がることが問題になる。コークス炉ガスは、これまで熱エネルギーとしてしか利用していなかったが、将来のクリーンエネルギー時代を担う水素源として副生ガスが有効活用されるポテンシャルは十分にあると考えられる。



タイヤガス化リサイクル技術

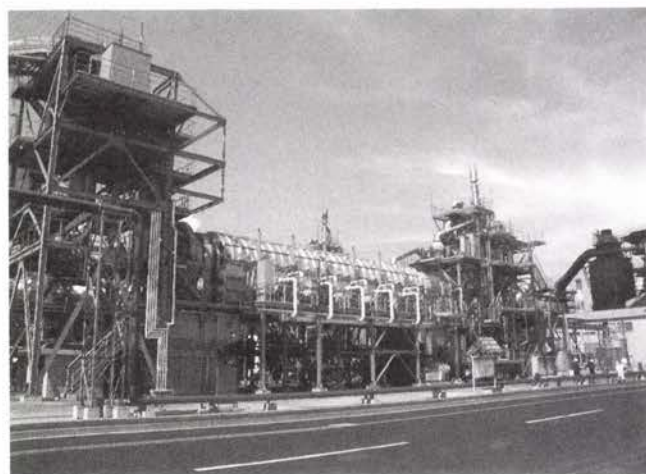
新日本製鐵 (株)

新日本製鐵は広畑製鉄所において2004年7月にタイヤガス化リサイクル設備を立ち上げた。製鉄インフラを活用した廃タイヤの100%原料・燃料活用を確立し、「エコプロダクト大賞」経済産業大臣賞を受賞した。従来より冷鉄源溶解法で廃タイヤを6万t/年再資源化しており、今回の処理設備を合わせて12万t/年 (全国発生量の12%) の再資源化に貢献できることとなった。

リサイクル設備は外熱式ロータリーキルンで廃タイヤを熱分解し、油成分を含有するガスと乾留カーボンは燃料として利用し、スチールコードは鉄スクラップとして高級な鋼に戻し、ほぼ100%原燃料に有効できるのが特徴である。

これらによる省資源効果は、鉄鋼石2.2万t/年、石炭7.9万t/年、重油換算で年間10万kLに当たり、製鉄所が立地する人口48万人の姫路市全家庭で消費するエネルギーの5ヶ月分に相当する大きな省エネ効果がある。

本プロジェクトは、環境省と経済産業省からの承認を得て「ひょうごエコタウン」の中核事業として平成14年に歩み出し、世界にも類を見ない施設は、無から有を生み出す技術開発の挑戦から始まり、資源循環型社会システムの強力な推進役として大いに貢献している。(エコプロダクト大賞受賞)



石炭灰の道路用資材化プロセスの開発

(株) 神戸製鋼所

神戸製鋼所は加古川製鉄所において2004年4月に石炭灰を道路用に資材化するフライアッシュ造粒設備を稼働し、順調に操業を継続している。

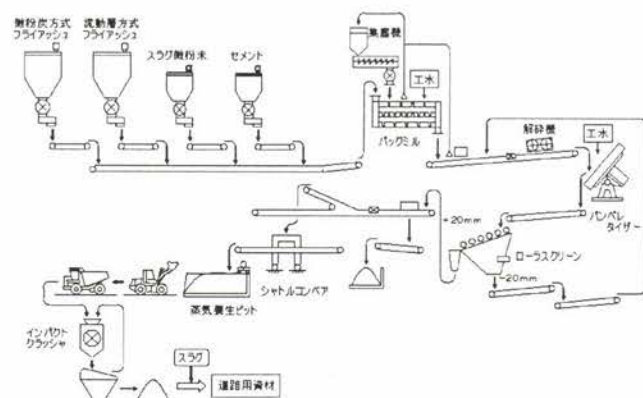
神戸製鋼所では自家発電設備から発生した石炭灰をセメント原料や土工用資材の一部としてほぼ全量有効利用してきた。しかし、近年の公共工事の縮小等に伴うセメント需要の低迷や石炭灰の性状に由来する環境面、品質面からその使用

量に制約があり、セメント原料以外での用途の多様化が求められてきた。

そこで神戸製鋼所では、石炭灰を道路用資材として有効利用するために安定かつ多量処理に実績のある粉鉄鉱石ペレット製造技術を応用し、流動層方式・微粉炭方式と異なる燃焼方式のボイラーで発生する性状の違う石炭灰をセメントと加水・混練後、パンペレタイザーで粒径20～40 mmの球状ペレットを製造する方法を開発した。石炭灰には遊離石灰 (f-CaO) を含むものもあり、このf-CaOは水との水和反応により体積が約2倍まで膨張する問題があった。このため、鉄鋼スラグ処理で培った製鉄プロセスの排熱回収から得られる蒸気による養生技術を適用し、f-CaOの安定化とセメントの固化を促進する適切な養生方法を行う技術を開発した。この結果、短時間で道路用資材に使用される高炉徐冷スラグ相当の強度を有したフライアッシュペレット (アッシュストーン) を製造することが可能となった。

石炭灰の道路用資材としての検討は、産学官一体となって積極的に取り組んだ結果、2003年4月に兵庫県土整備部から設計施工マニュアルに織り込む旨の通達が出された。

道路用資材としてアッシュストーンを混合した路盤材は、従来の製品と同等以上の供用性が得られており、2004年1月からアッシュストーンを混合した道路用路盤材のサンプル出荷を始め、同年4月からは、兵庫県、神戸市等の道路工事で約40千ton/月規模の使用が開始されている。



設備フロー

2. 鑄造・凝固

大断面半連続鑄造法：PHC (Promising Hybrid Caster)

大同特殊鋼 (株)

大同特殊鋼 (株) 知多工場では特殊鋼の70%を湾曲型ブルームCCと垂直型丸断面ブルームCCの2つの連続鑄造機により製造している。残りの30%は以下の理由によりインゴット造塊法で製造されている。

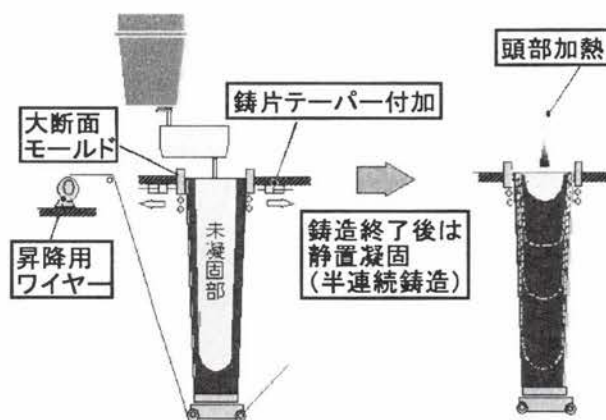
1. 現有の連続鑄造機で製造されるブルームは、現在インゴット造塊で製造されている太径製品、広幅製品には適用が難しい。
2. 合金鋼の内部品質を確保するためには冷却制御 (凝固制御) が要求される。
3. 連続鑄造機の製造能力制限により、小ロット品はインゴットで生産される。

これらの問題の解決策として、連続鑄造法とインゴット造塊法の特徴を併せ持つ半連続鑄造法を開発した。新鑄造機は、知多工場に設置され、2004年7月に稼動を開始した。2ストランドで、生産能力は13万2千トン/年である。PHC (Promising Hybrid Caster) と命名され、以下の特徴を持つ。

1. 大断面ブルーム；現ブルーム対比約3倍 (インゴットの断面積と同等)
2. 大同により開発された可変テーパモールドシステムによりブルーム内部/中心品質の最適化が可能。
3. 凝固収縮影響を低減するため、頭部加熱機能を装備。

PHCのこれらの特徴によって、以下のことが可能となった。

- 鑄片表面品質及び内部品質の向上
- 7%の歩留向上
- 高合金鋼などの製造
- インゴット造塊比率の低減



PHC (Promising Hybrid Caster) の概要

3. 厚板

微細粒子によるHAZ細粒高靱化技術“HTUFF”の開発

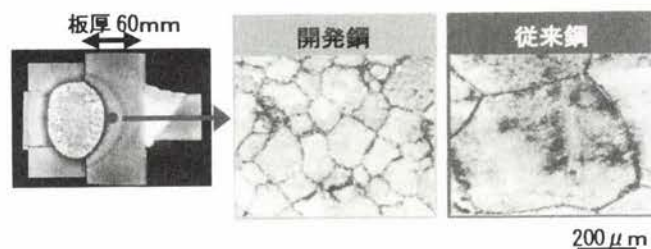
新日本製鐵 (株)

近年、溶接構造物に対して信頼性の向上、大型化、軽量化、溶接能率向上などの社会的ニーズが高まっている。特に溶接能率向上に関しては、大入熱溶接の適用が増えており、厚鋼板の溶接熱影響部 (HAZ: Heat Affected Zone) の靱性を高

めることが重要な技術的課題となっていた。

新日本製鐵(株)は厚鋼板のHAZ靱性を格段に高めることを目的に、従来の限界を超える新しいHAZ細粒高靱化技術「HTUFF®(エイチタフ): Super High HAZ Toughness Technology with Fine Microstructure Imparted by Fine Particles」を開発した。本技術は、1400℃以上の高温に加熱されるHAZの結晶粒成長を抑制するために、酸化物や硫化物等のナノ粒子を活用し、高温での熱的安定性に優れるこれらの粒子を微細かつ高密度に分散させることにより、HAZの金属組織を画期的に微細化する技術である。

これを実現するために、酸素や硫黄と化学的親和力の強いマグネシウムやカルシウムなどに着眼し、これらの特殊元素を鋼中に適正に含有させることで酸化物や硫化物の大きさを従来の1/100~1/10まで微細化し、ナノ粒子として高密度に分散させる技術を工業的に確立した。本開発鋼は国内外における各種の溶接構造物、例えば高層ビル、大型コンテナ船、海洋構造物、ラインパイプなどとして既に28万トン以上の使用実績があり、構造物の安全性向上、建造コスト低減、輸送効率向上などに貢献している。



超大入熱溶接HAZにおける結晶粒サイズの比較

FCA鋼適用船、世界初の特別付記・注記取得

住友金属工業(株)

住友金属工業が開発した船体用の耐疲労鋼(FCA鋼)は、世界で初めて溶接構造物鋼材の疲労損傷に対する抵抗性を金属組織の制御により大きく高めることに成功した厚鋼板として、造船を始め多くのユーザー業界から高い注目を浴びるとともに、関連の学協会等の研究機関からも強い関心が寄せられている。

本鋼は高性能厚板製造の主流をなすTMCP技術の高度な制御とその効果を最大限に発揮させる鋼材化学成分の組み合わせで、金属組織を最適にコントロールし、疲労損傷の発生とその進展を効果的に抑制するものである。

本鋼の使用により溶接構造物の疲労損傷の程度を大幅に抑制する効果が、造船所、日本海事協会との共同で実施された多数の大型構造モデル試験や、学識経験者との共同による数値シミュレーションで実証されている。

本鋼は世界の主要船級協会(*1)から疲労特性に優れた鋼として材料認定を取得しており、建造予定も含めすでに20隻を超える多種の船舶への実用を果たしている。

2004年9月には、三井造船株式会社にて本鋼を適用して建造されたケーブサイズバルカーが、日本海事協会から世界で初めて「使用鋼材により疲労損傷抑制(疲労亀裂進展抑制)を考慮した船舶である事」を示す特別な付記・注記(ノーテーション・ディスクリプティブノート(*2))を取得した。この付記・注記の取得は本鋼の優位性、有用性を示す一つの証であり、船主ニーズと相俟って、今後、その取得要請が更に高まるものと期待できる。

一方、あらゆる分野で社会における安全安心への関心が高まっている中で、特に近年、インフラを中心とした各種大形構造物における損傷事例が報告される機会が増えているが、それらの損傷の多くは疲労にかかわることが多いため、構造物分野でも本鋼の適用に高い関心がもたれている。

こうした中で、例えば橋梁、建機、車両、産業機械等の分野では、実用を目指した精力的な共同研究が進められており、近い将来これらの分野でも本鋼の適用が開始され、これらを通じて更なる安全安心社会の実現に貢献できるものと期待している。

〈用語解説〉

*1 船級協会:

日本(日本海事協会)、英国(Lloyd Register of Shipping)、米国(American Bureau of Shipping)、ノルウェー(Det Norske Veritas)

*2 ノーテーション・ディスクリプティブノート:

船級協会は、船舶の登録に際し、航路、船殻材料、構造・機装、検査等について、特別な要件の付加または緩和がなされた船に対し、船級がその旨を船級符号に付記している。日本海事協会では、上述の「付記」(ノーテーション)と特別な構造、載荷の種類を示す「注記」(ディスクリプティブノート)とを区別している。

建築向け超大入熱溶接用厚鋼板「コーベスーパータフネス」 (株)神戸製鋼所

近年、阪神・淡路大震災を超えるレベルの巨大地震時に鉄骨の脆性破断を防止でき、建築物の長期継続使用を可能とするため、4面ボックス柱の超大入熱溶接部に高靱性(例えば $vE0 \geq 70J$)が要求される例が増えている。

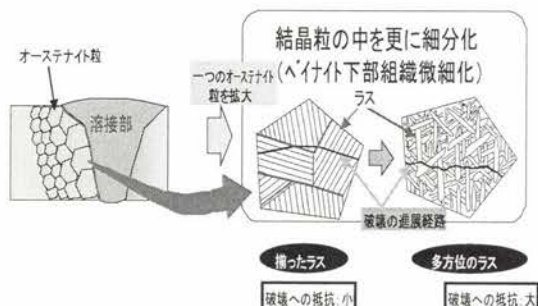
神戸製鋼所では、この要求に応えるため、全く新しいコンセプトによる「溶接熱影響部結晶粒の超微細分割(低カーボン多方位ベイナイト)技術」を確立し、「コーベスーパータフネス」シリーズ(490N/mm²級鋼から590N/mm²鋼まで)

として超大入熱溶接用高強度厚鋼板の製品化に成功した。

これらの新しい鋼材および専用開発された溶接材料はトータルとして、超高層ビルの長寿命化、無柱大空間の実現等に大きく貢献するものである。

その特性の一例を下図に示す。開発鋼の使用により、四面ボックス柱ダイヤフラム部の超大入熱エレクトロスラグ溶接（入熱量 $\leq 1000 \text{ kJ/cm}$ ）においても、熱影響部（HAZ）で従来鋼の4倍以上の高靱性を確保できる。

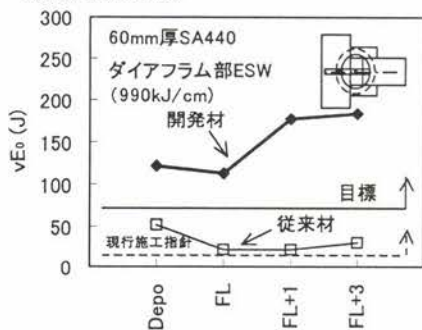
また、開発鋼はこれまでにない低Pcm化の実現により、小入熱溶接時の硬化性を大幅に低減させることができ、従来溶接われの防止のために必要とされた厳格なビード長制限および予熱管理を大幅に緩和でき、飛躍的な施工能率の向上が可能となった。



低カーボン多方位ベイナイト技術

グレード	鋼種	成分 (mass%)		われ防止 温度 (°C) ¹⁾
		C	Pcm	
KCL A325	開発鋼	0.07	0.18	0
	従来鋼	0.14	0.21	25
SA440C	開発鋼	0.03	0.21	0
	従来鋼	0.12	0.23	50

1) 形溶接割れ試験



4. 冷延・表面処理

高効率モータ用無方向性電磁鋼板 27SXH

住友金属工業 (株)

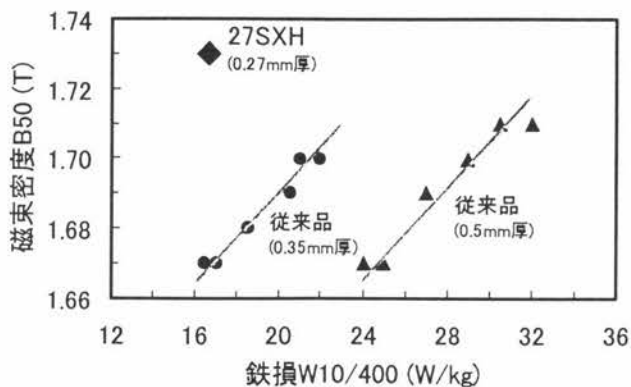
住友金属工業は、地球環境の観点から普及が進んでいるハイブリッド自動車の駆動モータ鉄心向けに、優れた磁気特性と加工性を有する無方向性電磁鋼板 27SXH を開発した。

高効率 (省エネルギー) のモータを作るためには、鉄損の

低い電磁鋼板を使用することが有効である。一方、小型でトルクの大きいモータを作るためには、磁束密度の高い電磁鋼板が必要となる。しかし、鉄損は板厚が薄いほど低減しやすいが、磁束密度も低下する傾向がある。従来モータに比べて高効率と小型化への要求が厳しいハイブリッド自動車の駆動モータにおいては、低鉄損と高磁束密度を高度に両立する無方向性電磁鋼板の開発が望まれていた。

本開発では、微量のPを添加した新規な合金設計と焼鈍条件の組み合わせにより集合組織を制御し、板厚を薄くしても高磁束密度を確保できる技術を世界に先駆けて実現した。更に、電磁鋼板の一般的な加工方法である連続打ち抜き・自動かしめの工程では、生産性を阻害しないかしめ強度を安定確保できる下限板厚が、0.27 mmであることを見出した。

以上の知見をもとに開発した 27SXH (板厚: 0.27 mm) は、同一磁束密度の従来品 (板厚: 0.35 mm、0.5 mm) に比べて、30～60%の鉄損低減を可能とした画期的な無方向性電磁鋼板である。27SXH は、小型高出力で高効率な二輪車用発電機の鉄心材料にも採用されており、今後も用途拡大が期待される。



27SXHの磁気特性の位置付け

電気亜鉛めっき鋼板のクロメートフリー化

(株) 神戸製鋼所

電機製品やパソコン・OA製品などに広く使用される電気亜鉛めっき鋼板には、一次防錆を目的として六価クロムを含むクロメート処理が汎用的に利用されてきた。これは、クロメート皮膜が自己修復作用による高い防錆能力と上塗り塗料との密着性に優れるためである (図1)。

しかし、近年の地球環境保全やリサイクルの観点より環境負荷物質排除への関心が高まる中、1998年8月に神戸製鋼が世界で初めてクロメート処理を行わないクロメートフリー型薄膜有機系の耐指紋処理電気亜鉛めっき鋼板 (グリーンコート GX-K2処理) を発表・商品化した。これに続き、鉄鋼各社から相次いでクロメートフリー製品が商品化された。

クロメートフリー化の手段は各社各様であり、金属酸化物や金属塩皮膜により一次防錆能を確保する方法、有機樹脂やシリカを使用して防錆能と密着性を確保する方法およびこれらに有機酸を混合した方法等が開示されている（表1）。

現在、種々の顧客ニーズに対応するための製品メニューも整備され、当社ではGX-K2処理以外にもGX-KS処理（無機系耐指紋性鋼板）、GX-J2処理（潤滑鋼板）を商品化し、りん酸塩処理鋼板に関してもクロメートフリー化を完了した。

欧州におけるRoHS指令（電気・電子機器における特定有害物質の使用制限指令）の実行を2006年7月に控え、鋼材製品へのクロメート（六価クロム）汚染をより高い精度で防止するためにはクロメート処理の全廃が望ましい。神戸製鋼は、業界で初めて電気亜鉛めっき工場のクロメート処理設備を撤去し、05年3月までに電気亜鉛めっきにおける全クロメート処理製品の生産を中止する予定である。

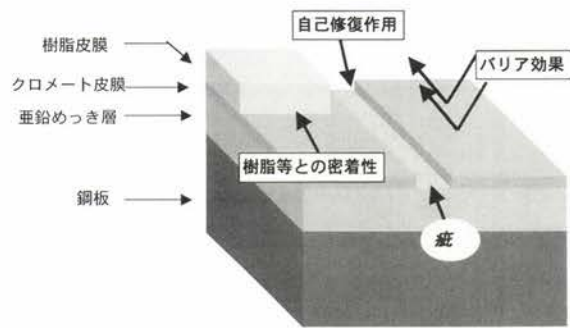


図1 クロメート処理皮膜の機能

表1 クロメートフリー化技術の例

分類	内容
無機系皮膜処理型	遷移金属や希土類金属の酸化物や塩を使用したもの。
有機系皮膜処理型	クレolinやポリウレタン等の樹脂や金属キレート剤を使用したもの。
有機無機複合処理型	上記の無機系、有機系皮膜処理の組み合わせ。樹脂にシリカなどを添加して使用。

高成形性超高張力冷延鋼板980-1180MPa級WQハイテン
JFEスチール（株）

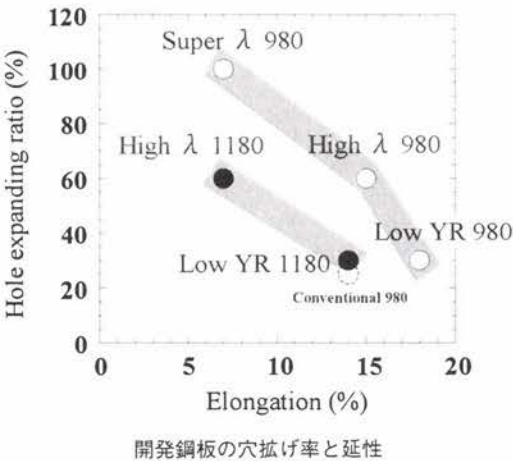
JFEスチールは、伸びフランジ性と延性に優れ、用途によって最適な材質が選択できる高成形性980 MPa-1180 MPa級超高張力冷延鋼板シリーズ（WQハイテン）を開発した。

近年、軽量化・衝突安全性向上のため高張力鋼板を用いた自動車部品が実用化されてきているが、これまで、引張強さ（TS）980-1180 MPa級鋼板は、プレス成形性として、伸びフランジ性または延性が十分でなく、その適用の拡大が制限されていた。

当社の超高張力冷延鋼板は主に、独自に開発した水焼入れ型連続焼鈍炉（WQ-CAL）を用いて最終熱処理を実施している。水焼入れ法は冷却速度が極めて高く、省合金化が可能であるので、良溶接性、耐遅れ破壊特性において、従来よりユーザーから高い評価を得てきた。また、同法は、水焼入れ槽直前のガス冷却帯での高精度温度制御との組み合わせにより、金属組織の高精度制御が可能である。

本開発鋼板は、フェライト、マルテンサイトの二相組織で構成されるDual Phase鋼またはマルテンサイト単相鋼において、伸びフランジ性および延性と各相のマイクロ硬度および分率に関する基礎研究によって最適な金属組織を明らかにし、WQ-CALを活用して、これを工業レベルで実現させた。さらに、量産における製品材質のばらつきを最小化するため、製鋼工程における化学成分変動を熱処理工程で補償するフィードフォワード材質制御を、いち早く導入し、成果を上げている。

本開発鋼板シリーズは、深絞り成形用途に最適な低YR型、伸びフランジ性と延性を高次元で両立させた高λ型、機械接合用途など局部延性に特に優れた超高λ型より構成される。既に、自動車シート部品、バンパー部品のみならず、車体補強部材用途としても採用され、自動車軽量化に貢献しており、今後、さらなる適用拡大が期待されている。



5. 棒鋼
溶接後の延性に優れる高強度せん断補強筋
「リバーボン1275」

JFEスチール（株）

近年、鉄筋コンクリート（RC）構造建築物の高層化に伴い、せん断補強筋にも高強度化の需要が高まっている。しかしながら、従来の高強度棒鋼の溶接では、熱影響部軟化領域への変形集中による強度・延性低下が問題だった。従来鋼の溶接時には、継手をコブ状にするなど、断面積増加で補強したが、

これでは建築基準法等に定めるコンクリートかぶり厚さ確保のため、RC構造のコンパクト化が困難だった。そのため、高強度せん断補強筋の溶接は困難とされてきた。

今回、JFEスチール(株)、エヌケーケー条鋼(株)、JFEテクノワイヤ(株)の3社は、溶接後の延性が極めて優れた、降伏強さ1275 MPa級溶接閉鎖型せん断補強筋『リバーボン1275』を開発・商品化した。開発鋼は、Mo、Vなどの適切な合金添加により、溶接熱影響に起因する軟化を抑制し、軟化部の硬度低下量を極めて小さく、軟化部幅も狭くする(図1)ことに成功した。開発鋼を用いることで、母材と同径の溶接継手の引張強度、伸びバランスに優れ(図2)、コブのない優れた溶接継手形状でのせん断補強筋の溶接閉鎖が施工可能で、これによりコンクリートかぶり厚さを確保した上で、柱・梁等RC構造断面のコンパクト化が可能となる。

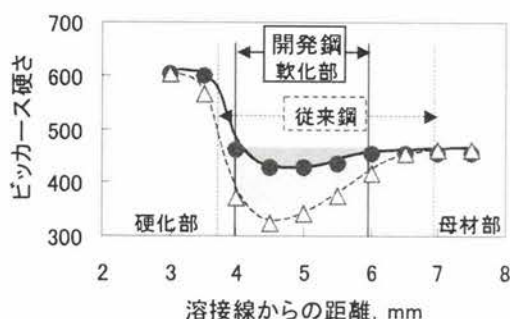


図1 溶接後の熱影響部硬さプロファイル

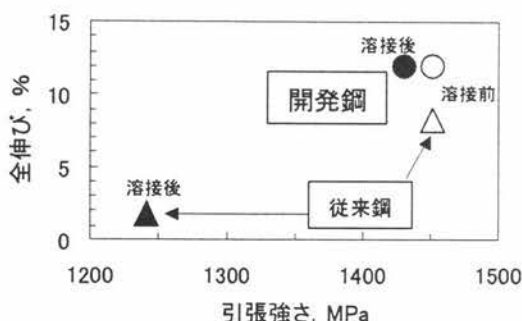


図2 溶接前後の引張試験における強度-伸びバランス

6. 鋼管

天然ガス用高強度ラインパイプ「X120」商業化へ

新日本製鐵(株)

天然ガスの長距離パイプラインによる輸送コストを下げするためには、高圧輸送にてラインパイプを小径・薄肉化して敷設コストを低減することが有力な方法である。このために、高強度ラインパイプが必要とされる。新日本製鐵は、石油メジャー最大手のエクソンモービル社と世界最高強度のラインパイプX120（引張強度1000 MPa）の開発に関する共同開発契約を1996年に締結し、以来開発を進めてきた。2004年2

月には極寒カナダで36インチのパイプを1.6 kmにわたって敷設するデモンストレーションに成功し、実用化にめどをつけた。

開発開始当時、高強度ラインパイプはX80が限定的に使用されていただけであり、X120開発のためには、鋼材開発、鋼管成形技術、シーム溶接技術と全ての要素に抜本的な技術開発が必要とされた。鋼材開発では高強度・高靱性さらに高溶接性という相反する特性を満足させるために、鋼材のミクロ組織に微細なベイナイトを適用した。また、ラインパイプの分野では殆ど使用されていなかった微量ボロン添加をおこなったため、少ない合金添加量でベイナイト組織を実現できた。この引張強度1000 MPaの鋼板は、熱処理することなく、圧延ままで製造される。鋼管成形においては、高強度鋼で起こるスプリングバックなどの難成形性を克服し、シーム溶接でも高強度・高靱性を実現した。天然ガスの時代、21世紀を支える鉄鋼製品として、長距離パイプラインへの早期の実適用が待たれている。



高強度低合金耐食性油井管SM-125S

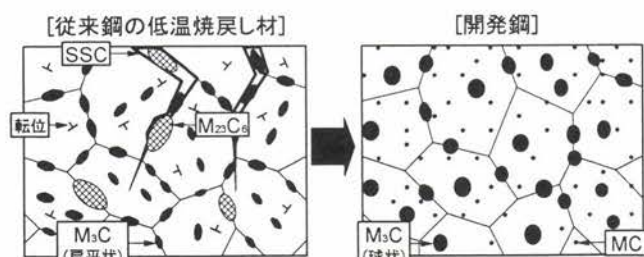
住友金属工業(株)

石油・天然ガス生産の分野では、より高強度の低合金耐食性油井管の需要が増している。この背景には、腐食性の低い油井が枯渇し腐食性が高く高圧の深井戸開発が増加していること、高強度鋼管の適用により薄肉化によるコストメリットが増すことが挙げられる。しかし、油井管の高強度化には硫化物応力割れ（Sulfide Stress Cracking, SSC、生産流体に含まれる硫化水素による水素脆化）という障害がある。このため、従来最も強度の高い耐食性油井管はC110（数字はksi単位、降伏強さ758 MPa級）であり、これ以上の高強度耐食性油井管は実用化されていなかった。

住友金属工業は、鋼中の析出物（炭化物）の形態制御と転位密度の低減という新たな材質設計思想に基づき、世界で初めて降伏強さ125 ksi級（862 MPa級）の耐食性油井管を開発、実用化した。

従来鋼を低温焼戻しにより高強度化すると、水素トラップサイトとなる転位密度が高く、さらに、粒界の粗大炭化物

$M_{23}C_6$ ($M=Fe, Cr, Mo$) や扁平状 M_3C が SSC を誘発する。これに対して開発鋼は、Cr 含有量の低減と V 添加による高温焼戻しにより、粒界粗大炭化物 $M_{23}C_6$ の抑制、 M_3C の球状化均一分散、転位密度の低減を達成した。この思想に基づき開発した成分系 (0.5%Cr-0.7%Mo-0.1%V) は従来鋼よりも耐 SSC 性に優れ、0.03atm の硫化水素環境用に bp 社、STATOIL 社の認定を取得し、北海油田に適用された。今後も深井戸化や腐食性の高いガス井の開発は加速化すると考えられ、さらなる需要拡大が見込まれる。



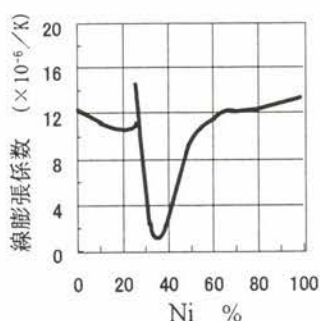
SM-125S の材質設計思想

インバー合金を用いた LNG ループレス配管システム

住友金属工業 (株)

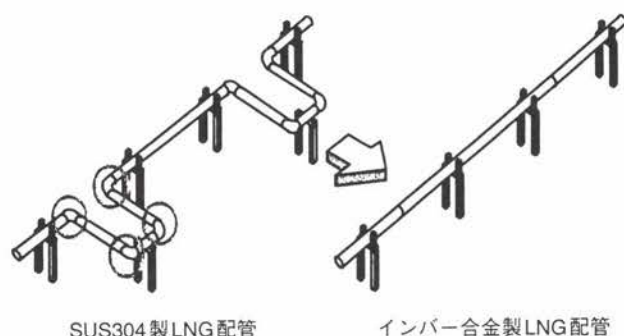
従来から、LNG 配管には SUS304 を代表とするオーステナイト系ステンレス鋼が用いられてきたが、その場合、極低温によって生じる大きな熱収縮を吸収するため、配管ループ機構等が用いられてきた。インバー (Fe-36%Ni) 合金は線膨張係数がステンレス鋼の約 1/10 となる特性を活かし、直管のみで熱収縮を吸収するもので、その結果、溶接及び保冷工事量の減少など大幅な建設コスト削減が可能となるものである。

インバー合金は、これまで機能材としての歴史はあるが、溶接金属で高温割れが生じやすいため厚肉材を用いた構造物への適用実績はほとんど皆無であった。そのため、インバー合金の高温割れ防止技術の確立を始めとする LNG 配管材料として必要な各種技術開発を行い、実用化を果たしたものである。本開発は大阪ガス (株) 殿、川崎重工業 (株) と 1993



Fe-Ni 合金の Ni 含有量と線膨張係数

年より共同で取組み、2001 年に実機適用開始以後、現在、実機適用 3 件目となる大阪ガス (株) 殿泉北製造所で約 2.0km (12B×6.0t) の大規模 LNG 配管建設工事を行う予定である。また、本技術開発の成果で、第 33 回日本溶接協会技術賞本賞及び平成 16 年度日本高圧力技術協会科学技術賞を受賞している。



7. 試験・分析

鉄道車両用駆動装置「高速負荷回転試験機」の開発導入

住友金属工業 (株)

住友金属工業は、半無響室を備えた鉄道車両用駆動装置専用高速負荷回転試験機を世界で初めて、開発・導入した。近年、鉄道車両の高速化と合わせて、低振動・低騒音化のニーズが高まっていることから、より静粛な車内環境、周辺環境と、強靱でかつ安全な足回り部品の提供を目指すもので、実車トルクを負荷できる機能を有し、高速新幹線の開発に対応すべく、容量 400kw、最高回転数 10,000 rpm の高出力モータ採用により、当社従来比 +200km/h の最高速度 500km/h における走行特性をシミュレートできるものとした。従来、駆動装置 (歯車装置、継手) の設計・開発は車両完成後、実営業路線を使った現車走行試験で、振動・騒音を始めとする各種性能の評価・検証を行ってきたが、他搭載機器の影響を受け評価が難しかった駆動装置本体からの発生音を正確に評価することを目指して、供試品 (駆動装置) は「防音室+吸音くさび」から構成される、内寸法 W6.5m×D6.4m×H4.8m の半無響室内で評価することとした。この半無響室の導入により、適正な暗騒音空間にて、トラバーサ装置を備えた音響インテンシティ計測装置により、駆動装置本体からの音源、音響特性の調査が可能となった。なお、車軸に装着したフランジを介して、駆動装置にトルクを負荷させる駆動方式 (車輪なし) を採用し、レールを模擬した軌条輪駆動方式の場合に発生する「車輪・レール間の音源」の影響を排除すると共に、モータ、ダイナモを半無響音室の外に配置することで、更に暗騒音を低減 (試験機非稼動時 40dB 以下) させ、駆動装置自体の音響特性を的確に評価できる試

験機とした。今後は、実車による走行試験を実施することなく、実車走行時の挙動を予見した設計、更にはあらゆる運転条件下（力行、回生ブレーキ、および怠行時）の温度特性、振動・騒音特性ならびに強度を、トラッキング分析、実稼動解析等により、効率良く総合評価することが可能となり、高性能新商品の開発を促進していく予定である。



排ガス中のダイオキシン類の迅速分析技術

JFEスチール（株）

ダイオキシン類は400以上の異性体からなり、そのうち毒性のある29種類の異性体を定量してダイオキシン類の毒性指標を算出する。一方、ダイオキシン類の排出抑制に向けた燃焼状態の評価には、異性体の組成分布も重要な情報である。ダイオキシン類分析では多量の夾雑物中に極微量存在する多数の類似化合物を定量しなければならないことから、最短でも10日程度の時間が必要であった。

従来、クロロベンゼン等のダイオキシン類前駆物質を測定して排ガス中のダイオキシン類濃度を迅速に推定する方法が提案されている。しかし、この方法はダイオキシン類自体を分析するものではないので、異性体の組成分布に関する情報は得られない。それに対して今回開発した方法はダイオキシン類そのものを迅速に分析することをねらいとしている。そのため、排ガスのサンプリングに最適な吸着剤を検討・採用

することにより従来法（JIS法）より大幅に簡便なサンプリング方法（図1）を確立し、また、クリーンアップ過程も従来法の多段階処理に対して1段階の処理でおこなえるようにした（図2）。

本法によるクリーンアップの程度はJIS法と同等以上であると同時に、前処理時間は大幅に短縮した。従来法による分析所要日数が10日であったのに対し、本開発法では2日で分析が可能である。このため、燃焼設備からのダイオキシン類排出を抑制する対策検討など、正確な分析結果を早く知る必要がある場合に特に有効である。

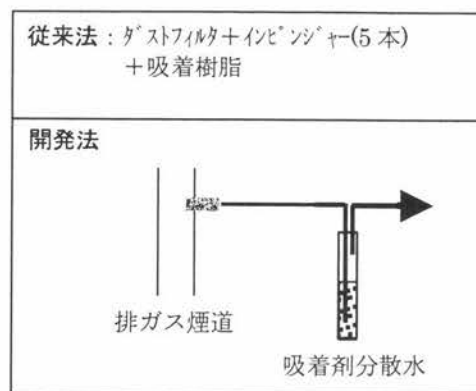


図1 排ガスのサンプリング方法

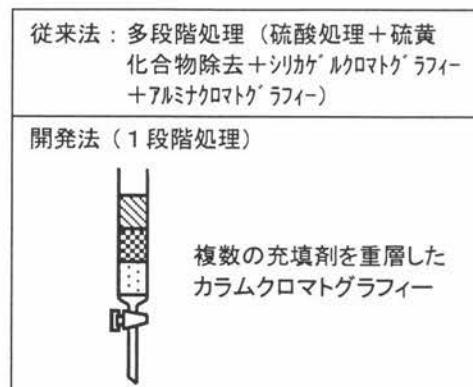


図2 クリーンアップ方法