

2002年鉄鋼生産技術の歩み

Production and Technology of Iron and Steel in Japan during 2002

大橋徹郎
Tetsurou Ohashi

日本鉄鋼協会 生産技術部門 部門長

1 日本鉄鋼業の概況

我が国経済は、2002年当初から非常に厳しい経済情勢と予想されていたが、不良債権処理の進展が見られない中、株価の低迷が続き、消費者物価指数が37ヶ月連続の前年割れとなり、デフレは4年目に突入することとなった。

雇用情勢で見ると完全失業率は5.4%と調査を開始した1953年以降で最悪だった昨年を上回り、すべての月で5.2%以上という状況となった。完全失業者数も359万人と4年連続で300万人を超えて過去最多となり、依然厳しい状況が続いている。なお、就業者数は2001年に比べて82万人減少の6,330万人と5年連続減少した。業種別には、サービス業は増加したが、製造業は10年連続の減少、建設業も5年連続の減少、運輸・通信業は2年連続の減少という状況である。

鉄鋼業について見ると、2002年末時点で対2001年末比約1万5千人(8.2%)減の165,960人で、1994年以降9年連続で年率5%以上の減少となった。

その内訳を見ると、鉄鋼部門7.3%、加工部門12.1%、その他部門8.7%の減少である。

投資面については、公共投資の減少が続き、民間設備投資や住宅投資にも動きが見られなかった。個人消費は緩やかながら回復基調をたどり、外需は米国、アジア向けを中心に増加し、これらが景気を牽引した。

こうした中、鉄鋼の需給について見ると、鉄鋼内需は、建設では公共土木の低迷が続き、建築は住宅が2001年水準を下回り、非住宅も都市再開発関連と店舗が堅調に推移しているものの前年比マイナスが避けられず、建設全体では前年度を下回った。

一方、製造業では、自動車が米国向けを中心とした輸出増と小型車販売の好調を反映して高水準の生産が続き、造船も2年分近い手持ち工事量を背景に堅調な建造活動が持続したことから前年度比微増した。以上のような内需環境下、在庫

調整が急速に進展し、普通鋼鋼材国内向け在庫は適正に近い水準まで圧縮された。

一方、鉄鋼輸出については、中国向けが秋口まで高水準で推移したことや、東南アジアを中心とした旺盛な需要から、全鉄鋼ベースで2001年を大きく上回った。しかし、中国、EUにおいてセーフガード措置が相次いで発動され、慎重な輸出姿勢が求められる状況の中、今後輸出の伸びが鈍化することが予想される。

生産面についてみると、2002年の外需大幅増により、粗鋼生産量は、9,500万トン前後という当初予想値を大きく上回り、対2001年比488万トン(4.7%)増の1億775万トンと3年連続で1億トン台を確保した。

炉別では転炉鋼が5.5%増の7,853万トン、電炉鋼が2.8%増の2,921万トンとなったが、電炉鋼比率は27.1%と6年連続の低下となった。

鋼種別では、普通鋼が4.0%増の8,735万トン、特殊鋼が7.9%増の2,040万トンとなり、特殊鋼は過去最高を記録した。

次に鋼材ベースで見ると、普通鋼熱延鋼材生産量は対2001年比194万トン(2.5%)増の8,086万トンと再び8,000万トン台を回復した。

品種別にみると、中厚板は2.5%減となり、一般線材は二桁台の減少、H形・大形形鋼は4.7%の減と対2001年比でマイナスに転じた。一方、特殊鋼熱延鋼材生産量は、対2001年比161万トン(10.1%)増の1,744万トンと3年連続で1,500万トン台を確保し、91年の1,681万トンを上回って過去最高を記録した。

従って両者合計の鋼材生産量は355万トン(3.7%)増の9,831万トンとなり、3年連続で9,000万トン台を確保した(表1)。

全鉄鋼輸出は、対2001年比584万トン(19.2%)増の3,632万トンと6年連続の増加となった。内訳は、銑鉄と普

表1 銑鉄、粗鋼生産および主要鋼材生産実績推移 (単位：千トン)

		1999年	2000年	2001年	2002年					対前年 増減%
		総生産量	総生産量	総生産量	総生産量	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月	
生 産	粗鋼生産量	94,192	106,444	102,863	107,745	25,055	27,287	27,342	28,062	5.7
	転炉鋼	65,452	75,784	74,442	78,533	18,182	19,725	20,304	20,322	5.5
	電気炉鋼	28,740	30,660	28,421	29,212	6,873	7,562	7,038	7,740	2.8
	高炉銑鉄生産量	74,518	81,068	78,833	80,979	19,395	20,242	20,689	20,654	2.7
	普通鋼熱延鋼材	73,221	83,044	78,789	80,864	19,428	20,167	20,513	20,756	2.6
	H形大形鋼	6,652	7,235	6,206	5,914	1,504	1,509	1,407	1,495	-4.7
	中小形鋼	1,636	1,752	1,558	1,576	403	416	370	387	1.2
	小形棒鋼	11,850	12,247	11,908	12,430	3,066	3,172	3,038	3,154	4.4
	一般線材	2,896	2,736	2,401	2,056	560	528	494	473	-14.4
	中厚板	7,629	8,618	9,301	9,066	2,313	2,131	2,167	2,455	-2.5
	広幅帯鋼	36,873	44,529	41,724	44,152	10,193	11,021	11,626	11,313	5.8
	特殊鋼熱延鋼材	14,224	15,748	15,828	17,443	3,953	4,330	4,555	4,605	10.2
	構造用鋼	5,430	6,209	6,087	6,688	1,527	1,638	1,711	1,812	9.9
	ステンレス鋼	2,651	3,021	3,138	3,096	740	762	815	779	-1.3
	バネ、軸受鋼	1,008	1,172	1,009	1,099	232	265	295	307	8.9

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」

通鋼鋼塊、普通鋼鋼材、特殊鋼鋼材および二次製品が増加した。フェロアロイ、特殊鋼鋼塊半製品が減少した。なお、普通鋼鋼材については、厚板、鋼管、主力品である鋼板類(熱延広幅帯鋼、亜鉛めっき鋼板、冷延広幅帯鋼、電気鋼板等)が増加したがブリキは若干減少した。

また仕向国別では、韓国と中国が4年連続の増加、米国は大きく減少となったが、台湾が3年振りで増加し、タイも2002年は増加した。

一方輸入については、対2001年比83万トン(13.6%)減の526万トンと大きく減少した。内訳は、二次製品、フェロアロイが増加したのに対し銑鉄、半製品、普通鋼鋼材、特殊鋼鋼材が減少した。特に主力品である普通鋼鋼材の中では厚板、熱延広幅帯鋼、冷延広幅帯鋼、亜鉛めっき鋼板等が減少した。

また仕入国別では、主要国である韓国、台湾、中国のすべてが2001年のレベルを下回った。

以上のような厳しい環境下において、2001年に引き続き高炉業界では不採算品種からの撤退や品種別提携、物流・保全・購買など補助部門毎の協力、あるいはグローバル化を視野に入れた海外鉄鋼企業との技術提携等が進みつつある。

具体的には、2002年9月にNKKと川崎製鉄(株)の統合持ち株会社であるJFEホールディングスが設立された。

また2002年11月14日には新日本製鐵(株)と住友金属工業(株)と(株)神戸製鋼所の三社が提携強化を目的として相互に株式を持ち合う形での資本提携に踏み切った。この動きの中で新日鐵と住友金属の提携ではステンレス事業の2003年10月の統合が決まった。また大同鋼板(株)、大洋製鋼(株)の経営統合で10月に日鉄鋼板(株)が設立された。2001年

からの流通業界の再編も急で、「伊藤忠丸紅鉄鋼」に続き2003年1月には三菱商事、日商岩井の鉄鋼部門統合会社「メタルワン」がスタートした。

このような動きは、経済の一層のグローバル化と競争激化や、需要家の選択・集中による供給者選別方針等に対する日本鉄鋼業の体質強化に向けた構造改革と位置付けられ、ここ数年間は続いていくものと推定される。

2 技術と設備

2.1 製銑

2002年の銑鉄生産量は、8,098万トンと2001年比を2.7%上回り、2年振りに8千万トンに復帰した。平均出銑比も前年の1.94トン/m³・日に対して、1.97トン/m³・日と若干増加した。

個別の高炉の動きをみると次の通りである。川崎製鉄水島4高炉が炉容積を4,826m³から5,005m³に拡大し、2002年1月8日に再火入れされた後、同月23日に水島1高炉が吹き止められた。(株)住友金属小倉の小倉2高炉が2002年3月31日の吹き止め後、10日間の短期切替工事で炉容積を1,850m³から2,150m³に拡大し、4月10日に再火入れされた。住友金属工業鹿島1高炉の改修工事が5月1日に着工された(2004年9月末火入れ予定)。(株)中山製鋼所船町1、2高炉が各々7月10、23日に吹き止められた。以上のように2002年の高炉稼働状況は年初31基から年末29基の変化となった。川崎製鉄水島2高炉(1979年3月20日の火入れ)の炉寿命世界記録は現在も更新中である。

2002年の高炉の微粉炭吹き込み量は、図1に示すように、

微粉炭吹き込み比 (PCI比) の平均は132.2kg/トンと前々年からほぼ横ばいの状況であった。

製鉄関連の新技術としては、NKKが京浜製鉄所において、ベルトコンベア上で搬送中の石炭粒度をオンラインで連続計測する技術を実用化した。

スラグ利用技術において、NKKが前年実用化された「高炉水砕スラグ覆砂材」やマリンプロックを使用してメンテナンスフリーの藻場造成を図る海域環境改善技術を開発した。川崎製鉄が「高炉スラグ透水性兼備型ヒートアイランド現象抑止舗装」なる路面温度低下効果を有する舗装材への活用技術を開発した。

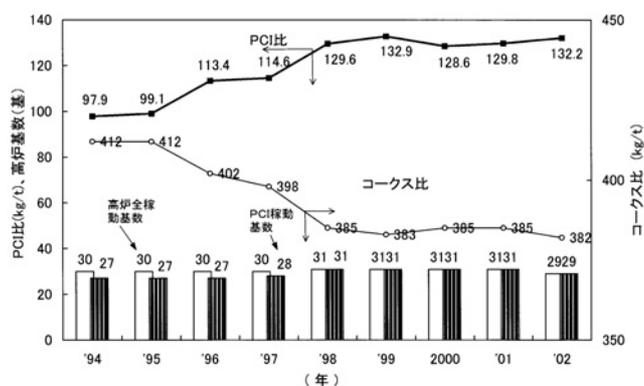


図1 高炉稼働状況の推移
出所：日本鉄鋼連盟資料

2.2 製鋼

製鋼作業の状況は、表2の転炉作業成績および表3の電気炉作業成績に示すように、製鋼時間当たりの生産高指数は転炉については上昇傾向が続き、電気炉についても持ち直してきた。

圧延用鋼塊に占める連铸鋼片の比率を図2に示すが、普通鋼は2001年99.7%に対し横ばいとなり、特殊鋼は2001年92.8%が93.6%に上昇している。

製鋼関連の技術・設備の動きとしては、市場要求の高度化・厳格化、国際的コスト競争力の確保、更には地球環境負荷軽減に対応するための技術開発が各社に見られた。

精錬分野では、新日本製鐵室蘭製鐵所および大分製鐵所の脱珪・脱磷・脱炭工程を1つの炉で連続して行い熱ロス削減およびスラグ量削減を実現した多機能転炉法の開発 (トピック参照) が挙げられる。

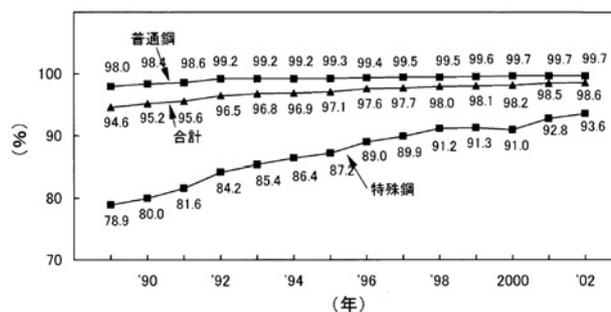


図2 連铸比率の推移
出所：経済産業省 経済産業政策局
調査統計部「鉄鋼・非金属・金属製品統計月報」

表2 転炉作業成績

項目	年	1999年 平均	2000年 平均	2001年 平均	2002年 1~3月	2002年 4~6月	2002年 上期平均
製鋼時間当たりの生産高指数*		102	105	106	108	110	109
1回当たりの製鋼時間指数*		101	101	100	100	99	100
銑鉄配合率(%)		93.6	92.1	92.5	92.9	91.6	92.3
溶鉄配合率(%)		92.8	91.1	91.7	91.9	90.0	91.0
酸素原単位(Nm ³ /t)		60.4	59.5	59.5	58.8	57.9	58.4
連铸比率(%)		99.3	99.3	99.3	99.1	99.1	99.1
真空処理比率(%)		62.4	63.3	65.5	68.0	68.2	68.1

*1996~1998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3 電気炉作業成績

項目	年	1999年 平均	2000年 平均	2001年 平均	2002年 上期
製鋼時間当たりの生産高指数*		93	94	94	99
良塊t当りの電気消費量(kWh/t)		406.8	407.3	415.5	415.7
良塊t当りの酸素消費量(Nm ³ /t)		20.8	20.3	19.9	19.7
良塊歩留り(%)		91.4	91.4	91.3	91.9
良塊連铸比率(%)		88.2	87.2	87.9	89.0
合金鋼比率(%)		35.9	37.7	37.8	35.5

*1996~1998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

連鑄分野では、日本工業大学および大阪大学の基礎研究を基に住友金属工業和歌山製鉄所で実用化された連続鑄造用浸漬ノズル内旋回流付与技術の開発による高品質化、生産性向上が挙げられる。

その他として、山陽特殊製鋼(株)本社工場電気炉における消耗ランス型のランスパイプ自動接続式酸素吹き込み装置の開発やNKK京浜製鉄所の遺伝的アルゴリズムを適用した転炉から連鑄までの製造ダイヤグラム自動作成システムの開発などが挙げられる。

2.3 厚板・鋼管・条鋼

厚板関係では、川崎製鉄水島が、連続鑄造スラブを用いて通常の厚板圧延前に二方向鍛造圧下を加える新プロセスによる高品位極厚鋼板製造技術を開発した。

また、神戸製鋼所では、厚鋼板を圧延する際、材質予測技術から圧延のパススケジュールを設定し、かつオンラインで各パス毎に微調整出来る新材質制御技術(プロメシステム)を完成し材質バラツキ(YP)を半分以下に低減させた。

棒鋼・線材関係では、山陽特殊製鋼本社では、限られたスペースに2段構造のランアウトテーブルと逆送テーブルを併せ持つ事により切断から結束秤量が可能な新精整ラインを増強した。

また、ダイワスチール(株)東部事業所では粗圧延後の45φバーを接合する方式での棒鋼連続圧延設備が稼動した。

この他、新日本製鐵鉄鋼研究所では主に高張力ボルトに関する遅れ破壊評価技術として限界拡散水素法を提示し、その評価と応用技術について発表した。

2.4 薄鋼板

NKK福山では、第一熱延工場のランアウト冷却装置に高精度オンライン加速冷却設備(Super-OLAC H)を設置し、鋼板熱履歴制御や幅・長手方向の温度均一化、結晶粒微細化、材質均質化を図った(トピックス参照)。

新日本製鐵八幡では冷延鋼板、合金化亜鉛めっき鋼板兼用製造設備G.A.P.L.が4月より稼動開始した。年間製造能力は46万トン、主に自動車用等高品位製品を製造する。

住友金属工業総合技術研究所では、室内にて従来の10倍以上の光触媒活性を発揮する可視光応答型光触媒を開発した。今後、塗料化により各種建材、内装材、家電用鋼板などへ展開される予定である。

2.5 その他

設備・計測関係として、NKKでは、次世代型設備診断オンラインモニタリングシステムを開発した。これは適正なしきい値が設定されていない場合でもデータのトレンドから設備

の異常を検知する異常判定機能、保全性を考慮したシステム時効診断機能、設備を遠方から常時監視できるWeb機能など高機能化を進めながら同時にコンパクト化を実現したものである。

分析関係として、川崎製鉄技術研究所では、従来10日程度を要していたダイオキシン類の分析を半分の時間で行う迅速分析技術を開発した。特にサンプルを溶かす工程が複数あったクリーンアップ過程を2段カラムクロマトグラフを用いて1段階での連続処理を実現した。

3 技術輸出・技術輸入

2002年の1年間における技術貿易の内訳について、本会維持委員会(37社)を対象に調査した結果を表4に示す。技術輸出は2001年の37件に対して93件と大きく増加し、輸入は4件とほぼ横ばい(2001年5件)であった。輸出対象地域は、アジアが全体の49%を占め、次いで北アメリカ、中南米、欧州と続く。昨年1件のみであった北アメリカへの輸出が22件(24%)と大きく増えた。

技術分野では加工・処理分野が54%、製鋼関連が25%、次いで製鉄関連が13%となり、これらで全体の92%を占める。2000年には18%を占めていた操業全般は昨年同様低水準に止まった。図3に鉄鋼業の2001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比28%減となったが、技術輸入対価支払い額はほぼ横ばいであった。

4 研究費支出

総務庁統計局「科学技術研究調査報告」による企業の研究費支出、研究者数の推移等を図4から図8に示す。

社内研究費の総額を見ると、全産業ではここ数年の横ばい傾向から2001年度は再び上昇に転じたのに対し、鉄鋼業は

表4 技術輸出・技術輸入状況(期間:2002年1月1日~12月31日)

技術分野	地域	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
	1・コース			1				1
	2・原料処理	1				1		2
	3・高炉	2	2	2	2	1	0	9
	B. 製鋼							1
	1・溶鉄処理	1						1
	2・転炉	2	9	4	0	0	0	15
	3・電炉	1		1				2
	4・連続・渣塊	1	2	0	2	0	0	5
	C. 加工・処理							5
	1・条鋼・線材	1	1	2	1	0	0	5
	2・鋼管	3	2	0	0	0	0	5
	3・厚板	6	0	0	0	0	0	6
	4・薄板	4	1	0	0	0	1	6
	5・表面処理	21	3	0	2	0	0	26
	6・熱処理	1	0	0	1	0	0	2
D. 操業全般(研究含む)	2	2	2	1	0	0	7	
E. 製鉄所全般							1	
1・その他			1				1	
計		46	22	13	9	2	1	93
技術輸入	C. 処理		2	1				3
	1・鋼管				1			1
	2・成形加工							1
計		0	2	1	1	0	0	4

調査範囲:日本鉄鋼協会維持委員会 37社

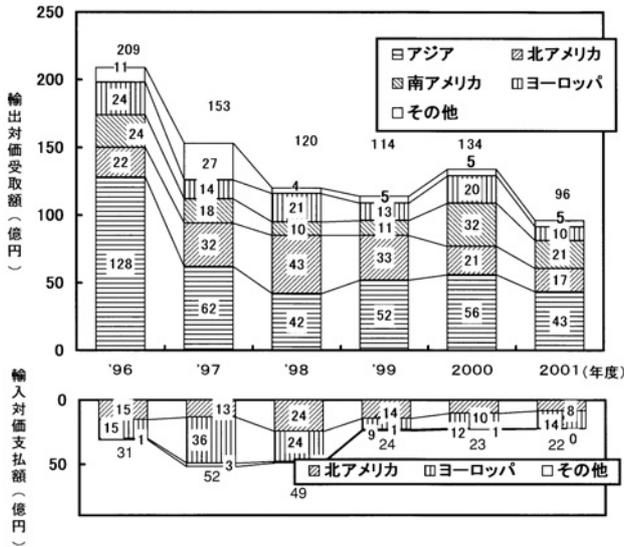


図3 鉄鋼業の技術貿易収支
出所：総務省統計局統計センター「科学技術研究調査報告」

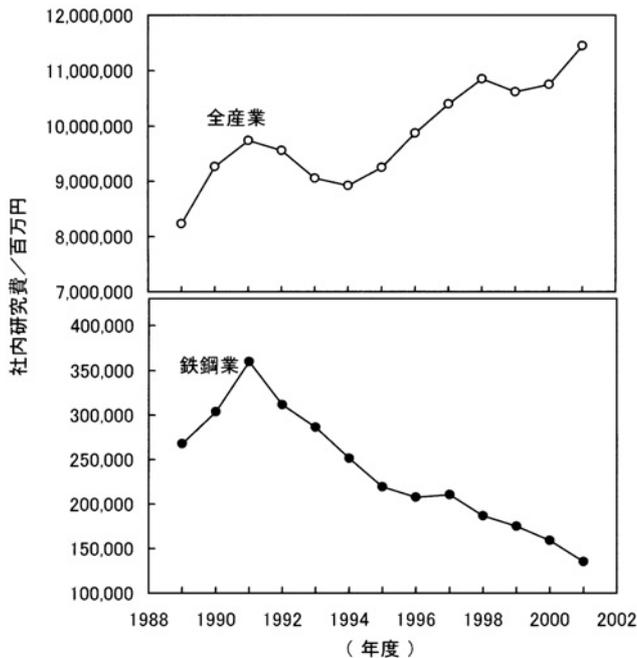


図4 社内研究費の経年変化
出所：総務省統計局統計センター「平成14年度科学技術研究調査報告書」

1992年度来の低下傾向が依然として続いている(図4)。

売上高対研究費支出比率についても、全産業は2001年度上昇に転じたが、鉄鋼業は微増にとどまった(図5)。

研究本務者数については全産業では2001年度に低下したものが再び増加に転じた。これに対し、鉄鋼業では1998年を除いて減少傾向が継続している(図6)。

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が、全産業が微増傾向にあるのに対して鉄鋼業は減少傾向にありその差は縮まりつつある(図7)。

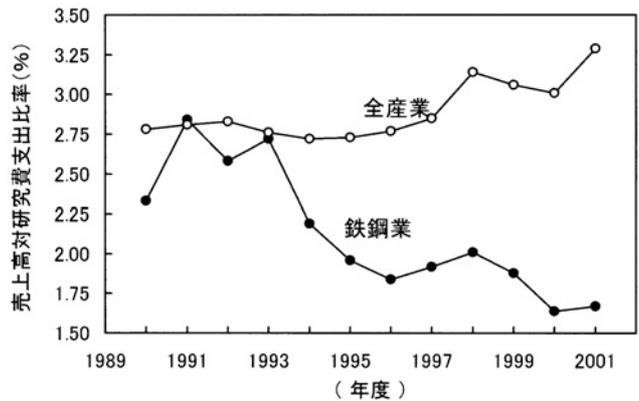


図5 売上高対研究費支出率の経年変化
出所：総務省統計局統計センター「平成14年度科学技術研究調査報告書」

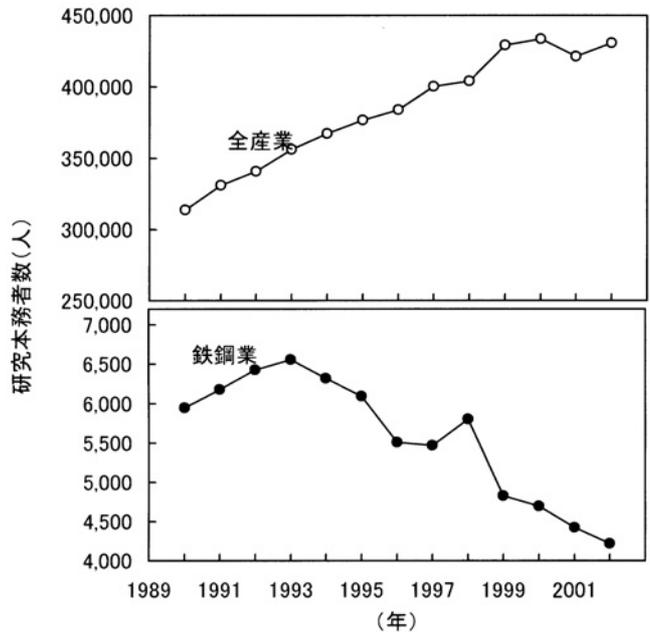


図6 研究本務者数の経年変化
出所：総務省統計局統計センター「平成14年度科学技術研究調査報告書」

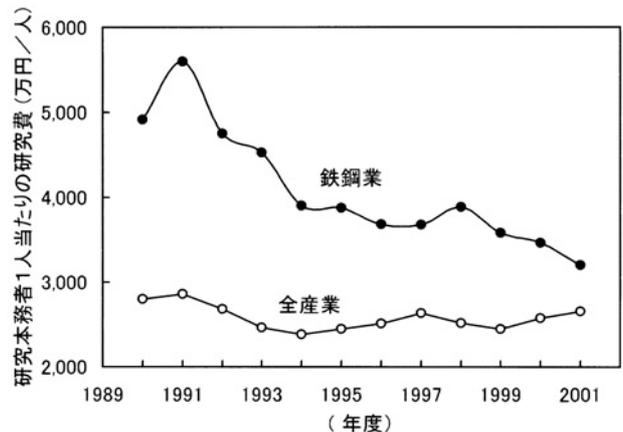


図7 研究本務者1人当たりの研究費の経年変化(万円/人)
出所：総務省統計局統計センター「平成14年度科学技術研究調査報告書」

従業員1万人当たりの研究本務者数については、全産業、鉄鋼業ともに上昇傾向にあるが、鉄鋼業の上昇率は全産業に比べて小さく、その差が広がりつつある(図8)。

5 日本鉄鋼協会における技術創出活動

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5に掲げる。

なお、2002年における本会の課題発信の特筆事項の一つとして、鉄鋼環境技術に関する提言を国に対し実施した(具体的には5.4に記載)。

(鉄鋼に関する学術研究は、学会部門の学術部会、またその下部組織であるフォーラム等で行っている。)

5.1 技術部会

技術部会では、部会を活動内容によりグループ分けし、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性化を目指し相互交流を推進している。

2002年度の部会大会は、本誌7巻9号737頁(上期大会開催一覧)、本号344頁(下期大会開催一覧)に掲載のように現

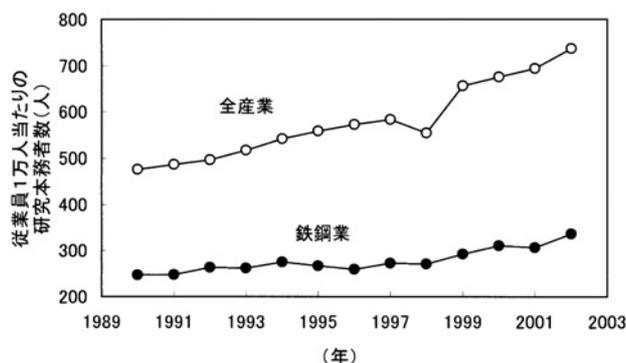


図8 従業員1万人当たりの研究本務者数の経年変化(人)
出所：総務省統計局統計センター
「平成14年度科学技術研究調査報告書」

時点で重要なテーマを共通・重点テーマとして取り上げ、活発な議論を展開した。

技術創出を目指す産学連携強化のため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開催や相互乗り入れなどの交流が定着しつつある。

また、年2回開催する部会ではうち1回を1日部会として研究討論の場に特化したり、部会の活性化策と発表論文の質的向上を目指し表彰制度を導入する等、各部会はそれぞれの活動内容に合わせて負担を軽減しながらも、有効な部会大会とすべく運営改革を行っている。

2002年度に発足した技術検討会は下記の13技術検討会であり、年度内に終了するものも含めて29技術検討会が活動した。

- ・電気炉のトータルエネルギー(電気炉部会)
- ・取鍋精錬の精錬機能と加熱機能(特殊鋼部会)
- ・取鍋炉修方法(耐火物部会)
- ・要員合理化の現状と今後の課題(熱延鋼板部会)
- ・生産性向上「高速製造」(表面処理鋼板部会)
- ・鉄鋼プロセスにおけるゼロエミッションへの展望(熱経済技術部会)
- ・超音波手法による内部欠陥検出の高精度化(制御技術部会)
- ・磁気的手法による内部欠陥検出の高精度化(制御技術部会)
- ・製鉄工程摩耗部品の寿命延長技術(設備技術部会)
- ・鋼板NDI設備定期実態調査(品質管理部会)
- ・新プローブによる渦流探傷試験特性の調査(品質管理部会)
- ・鉄鋼製品の磁粉探傷法テキスト改訂(品質管理部会)
- ・継目無鋼管の超音波探傷法テキスト改訂(品質管理部会)

5.2 技術検討部会

「実用構造用鋼における変態組織と特性の制御技術検討部会」の活動が終了した。また、「自動車用材料検討部会」は、第Ⅲ期が活動中である(2003年度まで)。

表5 技術部会・研究部会の活動内容

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20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。
研究会	鉄鋼企業からのニーズと大学等研究機関からのニーズに基づき、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、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、中小形部会、線材部会、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

表6 2002年度における新規研究会の活動目的と終了研究会の活動成果

	研究会名	活動目的/活動成果	活動期間 (年度)
新規	劣質炭対応型コークス化技術研究会	石炭資源の劣質化（低粘結性石炭の大幅な増加）の背景を睨み、コークス強度低下とコークス粒径低下を回避する「劣質炭多量使用時のコークス強度及びコークス粒径制御技術」を確立するための基礎研究を推進する。	2002～2005
	溶融酸化物高温物性値研究会	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。	2002～2005
	CO ₂ 発生ミニマム化を目指した高炉限界現象の制御研究会	CO ₂ 低減のため、低燃料比操業の実現を目標とし、高炉内部の移動現象の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研究を行い、総合的に高炉モデル解析の精度向上を図る。	2002～2005
	強磁場を利用した鉄鋼材料の組織制御研究会	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則を解明する。	2002～2005
終了	高度電磁力利用マテリアル・プロセスング	具体的なプロセスに結びつく成果として、介在物の電磁分離装置、移動磁界攪拌機、コールドクルーシブルによる製煉効率化などが提案され、その適用性が具体的に示された。また、電磁超音波や電磁界面攪乱などの技術もプロセス化を強く指向した展開を見せている。強磁場利用技術に関しては、磁気浮上技術、新機能膜製造、燃料電池の高性能化、高強度炭素繊維や異方性特殊材料の製造などへの応用が示された。シミュレーション技術においては、電磁力場における介在物粒子周囲の電磁流動や磁化力による気相および液相の対流が明らかにされた。	1999～2002
	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CO ₂ 固定化	製鋼スラグを用いて藻類プランクトンを増殖させることにより大気中CO ₂ の固定化を図る。そのアプローチは、1) 多元系製鋼スラグからの特定成分溶出技術の開発 2) 藻類プランクトン増殖と光合成に最適な海水中への溶出成分の検討 3) 生態系におよぼす影響評価法検討。これらの結果に基づいた、製鋼スラグを利用した炭酸ガス固定化の実用化についても検討を行った。	1999～2002
	大量データをベースにした省力化のための診断・制御の高度化	計測制御システムの高度化・知能化による人手作業の完全自動化、設備・操業の集中監視、設備劣化診断の知能化による保全体制の最適化、総合運転安全システムの実現、情報データモデリング技術の開発・利用による熟練者の技術・ノウハウの伝承し支援を目指した方法論の整理及び基盤技術の確立を行った。	1999～2002
	鉄鋼材料における微量ボロンの挙動解明と利用促進研究会	各種鉄鋼材料における微量ボロンの挙動を明らかにして、特性改善に向けた微量ボロンの一層の利用促進を可能とした。	1999～2002
	析出制御メタラジー	析出の熱力学、核生成・成長、速度論、モデリング、析出と力学特性の関係、変態・再結晶・粒成長と析出現象の相互作用、析出物を利用した材料開発、析出物の解析技術等 様々な課題に関して研究と討論を行い、これらに関する最新情報を基に析出基礎と組織形成、材質との関わりに関する理解を深めると同時に、今後の検討課題も整理した。	1999～2002

5.3 研究会

2002年度には、4研究会が発足し、5研究会が終了した。それぞれの活動目的、活動成果を表6に掲げる。また、継続研究会（2002年発足、終了研究会を除く）についても表7に示す。

5.4 鉄鋼環境技術の将来展望委員会

標記委員会は産学官の専門家17名を集めて昨年7月末に発足し、①鉄鋼技術を基盤にした環境・エネルギー重点化技術②将来展望③国の制度設計④大学での環境技術教育・研究のあり方⑤学協会の役割⑥環境技術学会の必要性、などについて検討し、その結果を報告書としてまとめた。その中で産

業間連携・地域社会連携の資源・エネルギー循環の「エコ・コンビナート」として製鉄プラットフォームを活用し、環境・エネルギーに関する以下の3つの分野で重点技術の開発を展開することを国へ提言した。

- ①クリーンエネルギー（水素・電力）の供給産業としての技術開発
- ②CO₂問題解決への貢献（CO₂削減・固定・分離、エコプロダクツ）
- ③産業間資源循環リンケージのプラットフォーム・製鉄インフラを社会システムとして利用（資源循環コンビナートの形成他）

表7 活動中の研究会一覧(2002年度発足、終了研究会を除く)

研究会名	活動期間(年度)
革新的高効率混合・分離リサイクル創出	2000~2003
スラグ利用ブリッジ構造材	2000~2003
合金化溶融めっき皮膜の構造と特性	2000~2003
鉄鋼プロセス化学分析技術のスケール化	2000~2003
表面疵発生過程予測技術の開発	2000~2003
多孔質メソモザイク組織焼結	2001~2004
表面処理鋼板の防錆機構解明および寿命設計	2001~2004
鋼材表面特性に及ぼすスケール性状の影響	2001~2004
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	2001~2004

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2002年1月1日~12月末までに発表した新製品を表8に示す。

表8 新製品(2002年1月1日~12月31日)

	会社名	製品名	概説	発表時期
普通鋼・条鋼、線材	新日本製鐵	高強度PC鋼より線	過共析鋼で2140MPa級PC鋼燃線を試作し、道路床版への適用技術評価を行った。	2002.5
	川崎製鐵	JES形鋼	鉄道や道路の立体交差トンネル工法に用いられる専用継手を有する熱間圧延形鋼。	2002.6
特殊鋼・条鋼、線材	新日本製鐵	Alレス脱酸軸受鋼	硬質介在物を回避するアルミレス脱酸軸受鋼を試作し、転動疲労寿命延長を達成した。	2002.11
		鉛フリー快削鋼	MnS微細化・分散化技術により、被削性と機械的性質を両立する非鉛快削性鋼。	2002.9
	川崎製鐵	SAE規格12L14代替鉛フリー快削鋼	鋼の母材組織を制御して超硬工具切削性に優れた鉛フリー快削鋼。	2002.12
		直接切削用非調質鋼	極低炭素ベイナイト組織と制御圧延による析出制御で強度・靱性に優れた非調質鋼。	2002.4
		中炭素系軸受鋼NKJ65M	JIS-SUJ2鋼と同等以上の転動疲労寿命及び2次加工特性を有する中炭素系軸受鋼。	2002.6
	三菱製鋼	みつびしNon-Pb Super快削鋼	JIS SUM24L鉛快削鋼の鉛フリー化を達成した代替の快削鋼。	2002.4
		みつびしNon-Pb SC系快削鋼	硫黄添加鉛快削鋼(S1-L2)の鉛フリー化を達成した代替の快削鋼。	2002.8
	住友金属小倉	高強度機械部品用鉛フリー快削鋼(スミグリーンS)	Ca添加硫黄快削鋼をベースに、自動加工ラインで問題となる切屑処理性を画期的に向上。	2002.2
精密切削部品用12L14代替鉛フリー快削鋼		環境に無害な特殊元素の活用により、硫化物を微細分散させ、良好な切屑処理性を発揮。	2002.11	
厚板	新日本製鐵	新S-TEN1	耐硫酸露点腐食性を維持し、耐塩酸露点腐食性を飛躍的に向上させた低合金耐食鋼材。	2002.10
	川崎製鐵	船積みタンク用新KDS1鋼	予熱フリーでYP≥500N/mm ² の非調質鋼。	2002.6
		超大入熱溶接部靱性に優れた建築構造用厚鋼板	大入熱溶接継手の靱性に優れた建築構造用のYP325MPa、YP355MPa級厚鋼板。	2002.4
	住友金属工業	EzWELD鋼材 イージーウエルド鋼材	入熱70KJ/cm、パス間温度600℃の溶接で、柱梁接合部70Jが得られる鋼材。	2002.9
	神戸製鋼所	スーパーヒズミレス	曲げ加工時の変形ばらつきを大幅に低減できる世界初の厚鋼板。	2002.8
エコビュー		ライフサイクルコストを大幅に低減させる橋梁向け塗装用厚鋼板。	2002.10	
熱延	NKK	ハイパーバーリング高炭素鋼板	加速冷却設備(Super-OLACH)を活用し、自動車駆動系強度部品などに適用する、穴拡げ率2倍の高炭素熱延鋼板。	2002.6
冷延	新日本製鐵	サイドパネル用高張力鋼板	高い延性と深絞り性を持つ自動車用サイドパネルなど難成形部品用の40kおよび45k級高張力鋼板。	2002.10
	神戸製鋼所	自動車シート骨格部品用980MPa級超強度冷延鋼板	局部延性及び曲げ特性に優れ、2001年よりレール部品等に本格採用され、適用拡大中。	2002.12
鋼管	NKK	X100グレードのラインパイプ	加速冷却Super-OLACにより、高強度・高靱性と溶接性を両立した、世界初のX100グレードのラインパイプ。	2002.7
	川崎製鐵	油井管用特殊ネジ継手「KS-BEAR」	耐「圧縮」「外圧」「曲げ」性に優れた油井管用特殊ネジ継手。	2002.1

新製品（2002年1月1日～12月31日）つづき

	会社名	製品名	概説	発表時期	
粉末・粉末製品	川崎製鉄	高成形性還元鉄粉「KIP230M」	複雑形状の自動車用小型部品などを対象に従来比で成形体強度が80%向上する。	2002.9	
		高密度用「温間金型潤滑成形工法」	高密度の焼結機械部品を対象に独自に開発した金型潤滑剤により7.5Mg/m ³ の高密度を得る。	2002.12	
		高強度複雑形状部品用「焼結冷間鍛造工法」	自動車用部品等を対象に鋼粉・工法開発で複雑形状の7.7 Mg/m ³ 超の高密度と5GPaの高面圧疲れ強さを得る。	2002.12	
ステンレス鋼	川崎製鉄	超深絞り加工用フェライト系ステンレス鋼	世界最高の高r値達成による優れた深絞り性を有する高耐食フェライト系ステンレス鋼板。	2002.11	
	住友金属工業	NAR-DP-3W鋼板	高塩化物環境で優れた耐食性を示すスーパーニ相ステンレス。海水、食品機器等に適用。	2002.1	
	大同特殊鋼	高切削性ステンレス棒鋼(ACE鋼)	鋼中快削元素の介在物形態制御を行うことで、耐食性を損なうことなく切削性が大幅に向上。	2002.3	
		自動車耐熱バネ用合金	自動車のマフラー部に使用されるバネ材として従来のインコネル合金よりも優れた耐熱性を有する合金。	2002.4	
	愛知製鋼	スクリーンバー	熱間圧延機で直接成形することにより、コストダウンと納期短縮を実現したステンレス鋼。	2002.1	
	山陽特殊製鋼	QSF190LM1	耐食性、耐アウトガス性および被削性に優れたフェライト系快削ステンレス鋼。	2002.6	
工具鋼	山陽特殊製鋼	QCM10	表面処理性に優れた冷間工具鋼。ダイス鋼の熱処理でハイス並の型寿命を実現。	2002.6	
表面処理	新日本製鐵	高吸熱性鋼板	吸熱性に優れ、電気機器内部の熱を効率良く外部に放出することができる鋼板。	2002.7	
		帯電防止型ビユークート	ごみの付着の減少、加工組立時の省力化等に寄与する静電気が発生し難い塗装鋼板。	2002.11	
	NKK	ガルフレックスカラーマルチシリーズ	つや消し・遮熱・抗菌・帯電防止の各機能を有するガルバリウム鋼板。	2002.1	
		ユニバーサルブライトタイプE	無研磨溶接が可能なTFSの表面にポリプロピレンかポリエチレンテレフタレートの内づれかをラミネートした、環境対応の缶用鋼板。	2002.10	
	住友金属工業	住友ハイコートNEO	表面処理にクロムをまったく含まない耐食性能に優れた家電用途の塗装鋼板。	2002.3	
		住友アルジंकNEOコート(AZ-FN)	耐食性能に優れた55%アルミ亜鉛合金めっき鋼板のクロムフリータイプ。	2002.2	
表面処理	住友金属工業	GA無機系潤滑処理鋼板(タフジंकアロイV)	リン酸亜鉛系皮膜を施した潤滑性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板。	2002.9	
		スーパーDL	熱延鋼板や冷延鋼板に無機系皮膜を施した複雑なプレス加工に適した潤滑処理鋼板。	2002.9	
	神戸製鋼所	放熱性鋼板コーベホーネット [®]	亜鉛メッキ材より7倍以上の放熱性を有し、加工性、導電性を付与した高機能鋼板。	2002.10	
	日新製鋼	パール調クリヤーコートステンレス	パール顔料を光の干渉で発色させるクリヤーコートステンレス。家電用外板に採用。	2002.4	
		プレコート鋼板「テクスター」のクロムフリー化	塗装前処理や塗膜中にクロムを含まない環境にやさしいプレコート鋼板。	2002.5	
その他鉄鋼製品	電磁鋼板	新日本製鐵	高張力薄手電磁鋼板	鉄損の増加を最小限に抑えながら、従来の2倍以上の高強度を有する薄手電磁鋼板。	2002.11
			高トルク・良加工性電磁鋼板	鉄損を許容範囲に保ち、より高磁束密度で加工性の良好な薄手電磁鋼板。	2002.11
		住友金属工業	高トルク低鉄損型スミロック	電気自動車用高効率モーターに適した高磁束密度型の無方向性電磁鋼板。	2002.8
	建材	川崎製鉄	建単構造用円形鋼管KTP440	590MP級建築構造用円形鋼管で外側半径が厚さの5.5倍以上、厚みが19～80mmの鋼管。	2002.1
	溶接棒	川崎製鉄	KB-55IAD	ボックス柱角溶接用高能率・高品質フラックスであり、高入熱溶接での性能が優れている。	2002.8
	その他	川崎製鉄	鉄鋼スラグ水和固化体「フェロフォーム」	製鋼スラグ等の副産物のみを原料とする固化体でコンクリート相当の強度を有し、環境負荷が小さい。	2002.1
			高炉スラグ透水性兼備型ヒートアイランド現象抑止舗装。	高炉スラグからなる保水材を複合させた舗装材で、最大18℃路面温度を低下させ、かつ透水性を兼備する。	2002.8
		住友金属直江津	感温磁性クラッド材	キュリー点を制御することで、自発的な温度制御するIH加熱用のクラッド鋼材。	2002.2
		山陽特殊製鋼	INVAR-H3	超高強度で優れたねじり特性を有する高圧送電線の芯線用新インバー合金。	2002.11
		日立金属	高耐食FeCrCo系低熱膨張材	ステンレス並の耐食性を有する低熱膨張材。熱膨張係数はSUS304の十分の一である。	2002.8
	有機ELメタルマスク用3層箔		中間バリヤ層を有する3層構造であり、高精細のマスクパターン形成が可能。	2002.12	

☆ 2002年生産技術トピックス ☆

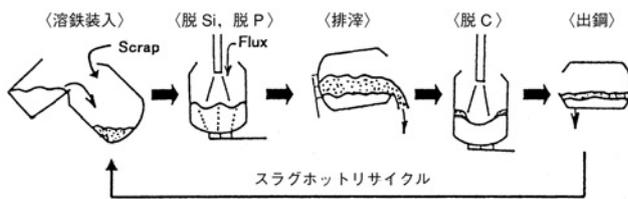
1. 転炉・二次製錬

転炉多機能化による新精錬プロセス

新日本製鐵 (株)

従来の溶銑予備処理法においては、多段分割精錬により、熱ロスや処理及び滞留時間の増加という課題を抱えていた。新日本製鐵においては、転炉に脱Si・脱Pの予備処理機能を集約し、同一炉で連続して脱Si・脱P、排滓、脱炭を行う多機能転炉法 (MURC: Multi-Refining Converter) の開発を行い、予備処理効果を保持しつつ、普通銑と同等以上のスクラップ利用の大幅な改善および処理時間、滞留時間の大幅な短縮を可能とした。現在、室蘭製鐵所、大分製鐵所に導入している。

本法は転炉を用いて低塩基度・高 (%T.Fe) スラグにて高速脱Pを行うが、脱Si・脱P期には意識的にスラグ中の (%T.Fe) 濃度を高めてスラグをフォーミング状態に制御し、その後転炉を傾動してスラグを自然排滓する。そして連続して脱炭を行い、出鋼に至るが、脱炭後のスラグは一部を炉内に残し、ホットリサイクルとして次回の脱Si・脱P吹錬へ使用する。転炉型の脱P方式を採用しているため酸化鉄の利用を抑える事が可能であり、かつスラグのホットリサイクルによる熱の再利用向上も可能な事から、溶銑配合率は普通銑吹錬と同等以上の低減が可能である。処理時間については、一連の処理を連続して行うため、例えば大分製鐵所では約38分のサイクルタイムでの処理となり、脱Si、脱P、脱炭のトータルの処理時間は大幅に短縮されている。



多機能転炉法 (MURC: Multi-Refining Converter) の概要

2. 熱延鋼板

次世代型高精度加速冷却設備「Super-OLAC H」

NKK (現JFEスチール(株))

NKK 福山製鐵所・福山第一熱延工場のランアウトに、次世代型 高精度加速冷却設備「Super-OLAC H」*が2002年4月に設置され、世界に先駆けて実用化された。高精度加速冷却装置 (Super-OLAC) は、すでに、1998年に厚板工場に設置され、生産実績が飛躍的に拡大している。この技術は、

世界最高冷却速度の超急速冷却と鋼板全面の均一冷却を両立し、製造された商品は強度のバラツキを大幅に低減する高い品質精度を誇っている。

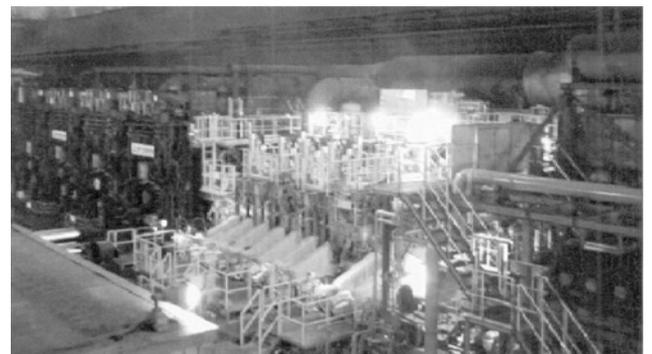
従来、熱延仕上圧延機後面のランアウトテーブルにおいて、70km/H以上の速度で巻き取られるストリップの通板性を維持した上で、強冷却を行うことは技術的に困難であった。今回導入したSuper-OLAC Hでは、テーブルロールの駆動方法の改善等により通板性を確保し、高精度冷却装置の能力を限界まで引き出し、世界最速の冷却速度 (700°C/秒 at 板厚3mm) の実現に成功した。

今回のSuper-OLAC Hの設置・稼働により、以下の効果が期待されている。

- ①温度制御精度の向上 熱履歴制御の精度並びに幅・長手方向の温度精度アップ
- ②薄板品質の向上 結晶粒の微細化や材質の均一化及び向上 (高強度化・高韌性化・溶接性安定・加工性アップ)
- ③ランアウトテーブルのコンパクト化 従来100mの1/4以下

この急速冷却と均一冷却の実現により、自動車用ハイテン等の高品質薄板商品の安定製造や加工熱処理の能力が大幅に拡大するものと期待されている。福山製鐵所では既に、厚板、形鋼へSuper-OLACを導入し、加工熱処理の体系化を図ってきたが、今回の熱延ランアウトへのSuper-OLAC Hの導入により、熱延工場の加熱炉・粗バーヒータ・ミル能力増強等の一連の高品質化対応と合わせて、熱延ミルでの加工熱処理技術が完成した。

*Super On-Line Accelerated Cooling for Hot Strip Millの略



熱延次世代加速冷却設備 Super-OLAC H

ハイパーバーリング高炭素鋼板

NKK (現JFEスチール(株))

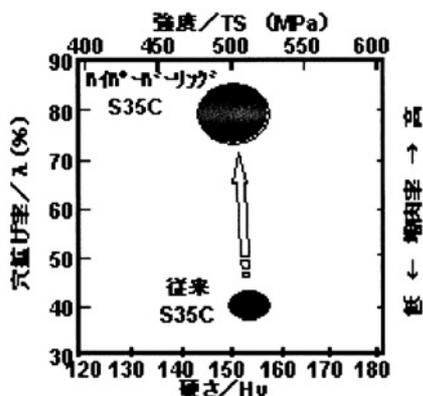
NKKは2002年4月に福山製鐵所に導入した熱延ランアウト高精度超高速冷却装置 (Super-OLAC H) *を活用し、自動車駆動系強度部品用等のバーリング加工に適する高炭素熱

延鋼板「ハイパーバーリング高炭素鋼板」を開発した。従来、自動車の駆動系部品は鋳造または鍛造により製造されてきたが、製造コスト低減のため鋼板を用いた一体プレス化が積極的に進められている。しかしながら、フランジ部分の板厚を部分的に厚くするような加工では高いバーリング加工性が要求され、従来の高炭素鋼板では加工時に割れが発生するため、プレス化の障害になっていた。

NKKが導入したSuper-OLAC Hは世界最高速度の冷却速度(700℃/秒at板厚3mm)を実現することができ、従来設備では達成困難であった熱延組織の均一・微細組織制御が可能となった。これにより焼鈍後の炭化物は冷延鋼板およびみがき帯鋼レベル以上の均一微細分散が得られ、バーリング加工性が大幅に向上した。

非常に優れたバーリング加工性と優れた焼入れ性を有したハイパーバーリング高炭素鋼板は、複雑形状の部品の一体成形および部分強化による製造コストの合理化に一層寄与することが期待される。

*Super On-Line Accelerated Cooling for Hot Strip Millの略



強度—穴拡げ性バランス

BHT鋼板

川崎製鉄(株)(現JFEスチール(株))

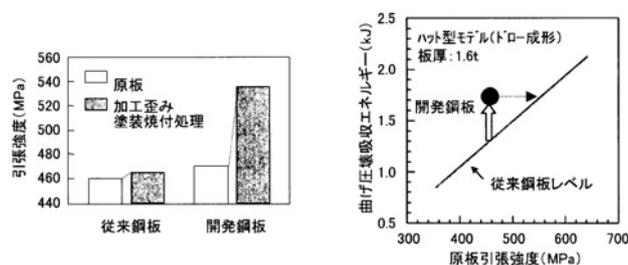
川崎製鉄では、窒素による歪み時効硬化を活用した、自動車の強度部材、耐衝突部材に適した高強度高成形性熱延鋼板「BHT(Bake Hardenable steel with Tensile strength increase)鋼板」の開発に成功した。

本開発鋼板は、高い歪み時効硬化能を有し、塗装焼付け処理後には大きな降伏強度の上昇を示すとともに、従来の塗装焼付け型鋼板には無い「引張強度の上昇」を実現している(左図)。これは、プレス成形により導入された転位を、塗装焼付け処理時に窒素で強固に固着し、塗装焼付け後の塑性変形時に転位の増殖を促進させることで、変形応力(加工硬化)

が増大するためである。熱間圧延工程での高精度の冷却制御により、鋼中の固溶窒素量を適正に調整するとともに結晶粒径の微細化を施して、高い歪み時効硬化能と良好な耐常温時効性を両立している。一方、プレス成形時には低強度であるため加工性に優れ、母材強度レベルが同一の従来鋼板と同等の成形性を示す。

本開発鋼板では、歪み時効硬化により高速変形時の吸収エネルギーや疲労強度が向上するため、耐衝突特性や耐久性が要求される自動車の構造部材に適している(右図)。部材の衝突特性の評価での吸収エネルギーに対する歪み時効硬化の寄与は、TSに換算すると60~70MPaの上昇と同等であった。これは、吸収エネルギーを同等のまま板厚を約0.1mm低減できることを意味している。このように、本開発鋼板は、自動車の衝突特性の向上あるいは板厚低減による車体軽量化に寄与することから、自動車の安全性、環境問題に大いに貢献するものである。実際に、自動車の耐衝突部材に既に採用されており、10%以上の部品軽量化が達成されている。

本開発鋼板は2002年度の先端技術大賞・経済産業大臣賞(日本工業新聞社主催)を受賞しており、その工業的価値は広く認められているものである。



左図 従来鋼板と開発鋼板の引張強度上昇量の比較
右図 開発鋼板の衝突特性向上効果

3. 冷延鋼板・表面処理鋼板

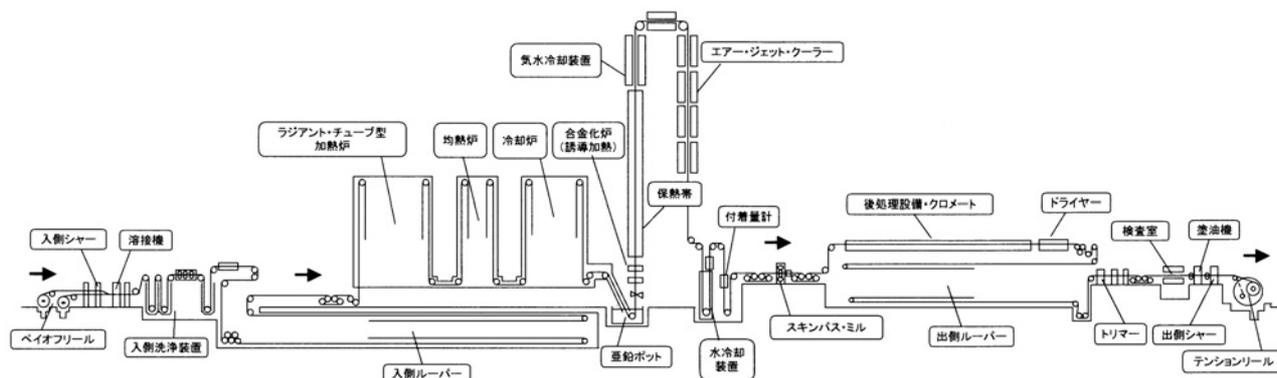
冷延・めっき鋼板製造設備G.A.P.L新設

新日本製鐵(株)

新日本製鐵は自動車用途を主体とした高品位鋼板の供給力向上と、老朽化した焼鈍、溶融亜鉛めっき関連ラインの集約を目的に、八幡製鐵所にG.A.P.L.(Galvanizing, Annealing and Processing Line)を建設し、平成14年4月に操業を開始した。

同設備は冷延鋼板(CR)と合金化溶融亜鉛めっき鋼板(GA)の双方を製造できる世界初の新設兼用設備であり、板厚は0.4mmから2.3mmまで、板幅は600mmから、最大は同様の設備としては最大級の1880mmまでの製造が可能で、年間の生産能力は46万トンに達する。

個々の設備としては、素材となる冷間圧延済みコイルの清



G.A.P.L.ライン構成図 (GA材製造時)

浄化に電解・ブラシ併用型設備を、焼鈍炉にオール・ラジアントチューブ型炉を、また、GA製造のためのめっき層合金化炉には誘導加熱炉(インダクション・ヒーター)をそれぞれ採用し、更に設備の随所に社として蓄積してきた自動車用鋼板製造に関するノウハウを十二分に盛り込み、CR・GAの炉内ロール疵や、GAのドロスなどめっき欠陥、合金化不良等の極めて少ない高品質の自動車用鋼板を高効率に製造できるライン構成としている。

操業開始以降、安定生産を継続し、かつ各カスタマーからの製品に対する承認も早期に獲得を完了し、今後、国内、海外からの更なるCR・GA製品の受注拡大が期待されている。

省エネに貢献する薄手高効率電磁鋼板

新日本製鐵(株)

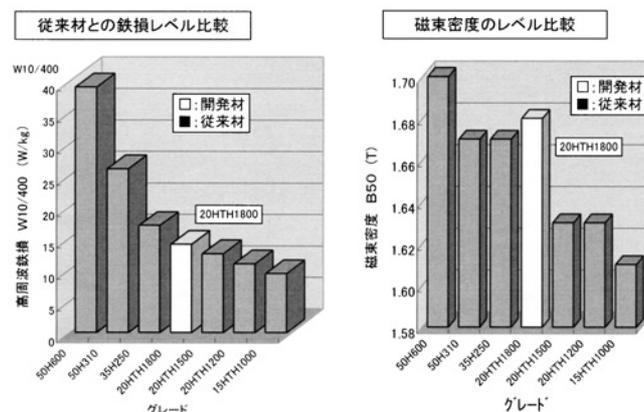
電磁鋼板は、モーターをはじめとする電気機器の鉄心材料として広く使用され、その電力損失が機器の効率エネルギー消費量を左右する重要な材料である。モーターのエネルギーロス(鉄損)低減のためには、使用される電磁鋼板の薄手化が有力な方法で、新日本製鐵では従来の板厚0.15~0.2mmに加えて、さらに性能をアップした高張力薄手電磁鋼板と高トルク・良加工性薄手電磁鋼板を拡充した。

モーターの回転子が高速回転する際に大きな遠心力が作用するため、電磁鋼板の強度が不足すると破壊に至る危険性がある。特に電磁鋼板の回転子に穴を開けて磁石を挿入しているタイプのモーターでは、構造上、磁石を保持する部分の強度確保が重要な課題となる。高張力薄手電磁鋼板は鉄損の増加を最小限に抑えながら、従来の2倍以上の高強度を実現している。

また、HDD用モーターの生産台数の増加にともない、金型の損耗を防ぐため打ち抜き加工性の改善(低硬度)も求められている。鉄損値を許容範囲に保ちながら、より高トルクに適し(磁束密度が高く)、併せて加工性の良い(低硬度)の

薄手電磁鋼板を開発した。

既に、これらの新商品を使って、数万回転を超える高速スピンドルモーター、磁気軸受け、あるいは電気自動車用モーター等をターゲットに試作開発が進んでいる。今後、これらの新商品が、小型化の進むモバイル機器や電気自動車の普及・発展のために重要な材料として幅広く使用され、環境問題・省エネルギーに大きく貢献することが期待される。



従来材との鉄損レベル比較

超高加工性フェライト系ステンレス鋼板

新日本製鐵(株)

新日本製鐵は高効率真空精錬技術、鋳造から熱間圧延~冷間圧延までの一貫製造プロセスにおける金属組織制御技術を駆使し、加工性、深絞り性を飛躍的に向上させた超加工性フェライト系ステンレス鋼板を開発した。

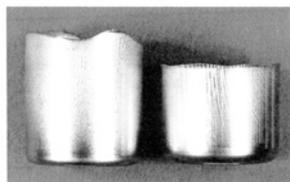
従来のフェライト系ステンレス鋼は、ニッケルを含有するオーステナイト系ステンレス鋼に比べ破断までの伸びが小さく、成形性に劣っていた。伸びを低下させる不純物を高効率真空精錬技術によって低減させ、添加するチタンを最小限にすることで、従来のSUS430鋼に比較して伸びで約10%向

上させ、ランクフォード値も2.0程度まで上昇させ、プレス成形性を飛躍的に向上させている。

また、フェライト系ステンレス鋼の不純物を低減し高純度化すると、鑄造した時の金属組織が粗大化し、プレス加工するとリジングと称する表面凹凸が大きくなる問題があるが、鑄造から熱間圧延～冷間圧延までの一貫製造プロセスの最適制御によって、プレス加工後もリジングはほとんど認められないのが特徴である。

用途としては、燃焼器具、電池ケース、自動車部品、厨房機器、建物内装部品等の加工部品を中心に、プレス成形性を活かして、複数部材の溶接構造からプレス一体化成形化やプレス工程の簡略化も可能で、部品製造コストの削減に役立つと期待される。

プレス成形後の外観写真



YUSPDX SUS430

プレス成形後の外観写真

成形加工例
(燃焼機器部品)

成形加工例 (燃焼機器部品)

一般缶用ラミネート鋼板「ユニバーサルブライト タイプE」 NKK (現JFEスチール)

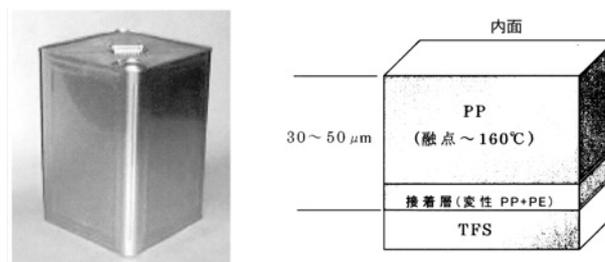
NKKは、低コストで、地球環境にやさしく、酸～アルカリの汎用内容物を充填できる、一般缶用ラミネート鋼板、「ユニバーサルブライト タイプE (=Ecology)」の実用化を、世界に先駆け達成した。

従来、18L缶、ペール缶等の一般缶は、内面塗装缶が主流を占めていた。しかしながら塗装コストが高く、有機溶媒や炭酸ガスのような環境負荷物質の排出量が多いという問題があり、近年ラミネート化に対する要望が高かった。「ユニバーサルブライト タイプE」は、独自設計の2層ポリプロピレン (PP) フィルムをTFS (Tin Free Steel) にコイルラミネートしたものであり、以下のような特長を有する。

- ①低コストで、酸～アルカリの幅広いpH領域で化学的に安定なPPフィルムを使用。汎用用途として現在広く使われている二回塗装缶の代替が可能。
- ②塗装工程省略による環境負荷物質の低減が可能。
- ③フィルムの母層には耐熱性の高いPP (融点160℃) を使用。外面印刷 (焼付け温度～150℃) 時の熱でもフィルムが融けず、缶に意匠性の付与が容易。
- ④接着層には、カルボン酸変性PP中に溶融濡れ性に優れる

ポリエチレン (PE) を適正比配合したものを使用。フィルムが下地TFSと強く密着するため、耐食性や気密性に優れる。

「ユニバーサルブライト タイプE」は、薬品・洗剤などの幅広い内容物に対して適性が確認され、大手18L缶メーカーで実用化された。今後もいっそうの需要の拡大が期待される。



左 ラミネート18L缶の製缶例

右 ユニバーサルブライト タイプEの断面膜式図

耐久性に優れた400MPa級11%Cr鋼材R410DHの開発と 建築構造材認定の取得

川崎製鉄 (株) (現JFEスチール)

住宅構造用鋼材としては、一般にカチオン電着塗装や亜鉛めっきなどの防錆処置をした鋼材が使用されている。しかし、最近の長寿命3世代対応住宅、中古住宅の鋼材を再利用した住宅などの展開に対応してさらなる耐久性の向上が求められている。

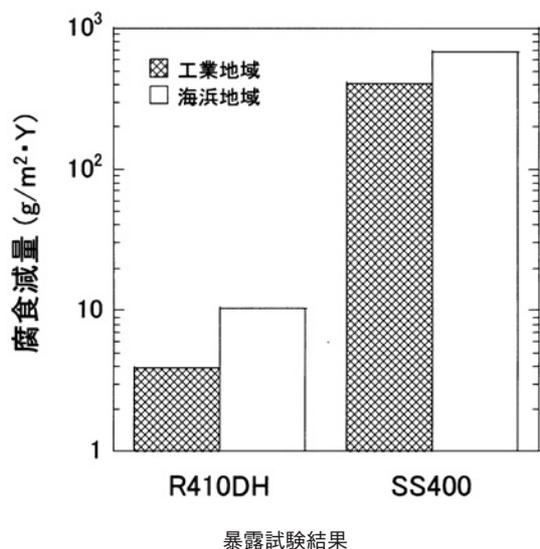
そこで、川崎製鉄では一般的な建築構造用鋼材と同じ設計手法・部材加工が適用でき、かつ極めて耐久性に優れた「建築構造用11%Cr鋼材R410DH」を開発した。

R410DHの代表化学成分は、0.01% C-11% Cr-1.5% Mn-0.3% Cuである。Cの低減とMnの1.5%添加により、韌性に優れた微細マルテンサイト組織を溶接部に生成させるように成分設計することで、優れた韌性を有していることが本鋼種の大きな特徴である。また、機械的性質が建築用400MPa級炭素鋼と同等になるように製造プロセス条件の最適化を図った。そのため、鉄骨造の構造設計・部材加工において、従来使用されている鋼材と同様に扱うことができる。

R410DHはCrを11%含むために、大気環境において極めて優れた耐久性を示す。図に暴露試験した結果を示すが、R410DHは建築用400MPa級炭素鋼の約1/80の腐食減量であることから、極めて長期間の耐久性が期待できる。

R410DHは11%Cr鋼として、初めて(財)日本建築センター鋼構造審査委員会の性能評価(平成13年12月14日:

BCJ基評—ST0101—01)を取得し、併せて国土交通大臣認定(平成14年1月28日:MSTL—0071)も取得した。400MPa級R410DHの開発とその建築構造材認定の取得により、低コストで耐久性に優れた建築構造用Cr鋼材の使用が可能となった。



放熱性鋼板「コーベホーネツ®」

(株)神戸製鋼所

近年、DVDや液晶モニター等の電子機器や、家電製品の高性能化に伴って、ICや半導体などの発熱量が大きくなる傾向にある。ファンによる強制冷却、装置そのものに穴をあけ内部の熱を逃がすなどの対策を実施しているが、加工費の増加、気密性や電磁波シールド性における問題などがあつた。

神戸製鋼所は、これらの問題の解決に寄与することを目的として、従来の電気垂鉛めっき鋼板に比べて7倍以上の放熱性を持つ鋼板「コーベホーネツ®」を開発した。この鋼板は、特殊皮膜に放熱性が優れる添加剤を適性配合し、鋼板表面にコーティングすることによって放射率を極限まで向上させている。「コーベホーネツ®」を用いることにより、電子機器内の温度を下げるができるため(図1)、冷却ファンモーターの容量低減、あるいはファンレスも可能になり、電子機器の高速化・高機能化・小型化ニーズに対応できる。しかも、環境負荷の低減を考慮したクロムフリー対応の鋼板である。また、「コーベホーネツ®」には、高い放熱性に加えて、(1)表面導電性を有し、筐体を通したアースがとれる、(2)保護フィルムなしで曲げ・絞り・張出し加工が可能(写真1)、(3)つやを抑えた、落ち着いた色調で、意匠性が高い、(4)高い耐食性を有する、などの特徴がある。

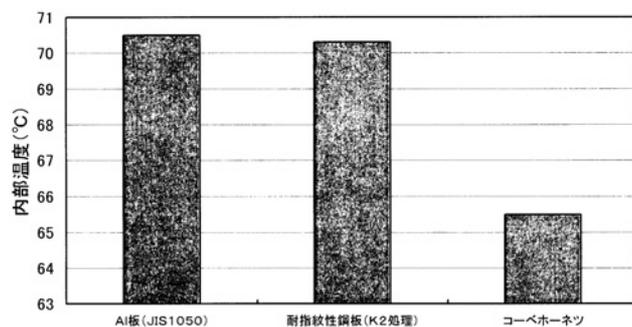


図1 放熱特性 (120℃の熱源を有する試験装置の1面を、Al板からコーベホーネツに置き換えることにより、内部温度が約5℃低下する—弊社測定法による)

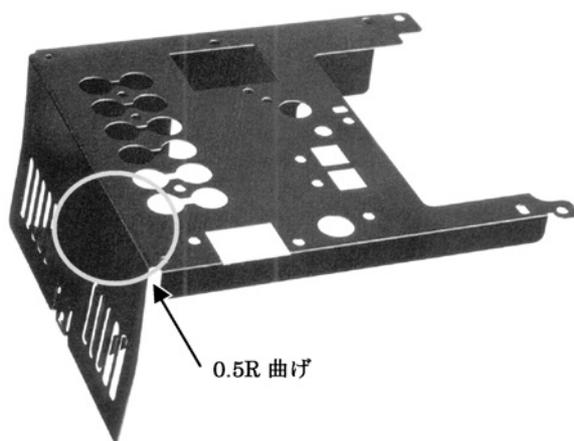


写真1 コーベホーネツの加工例

4. 鋼管

X100グレードのラインパイプ

NKK (現JFEスチール)

NKKでは、世界で初めて「X100グレード(規格下限降伏強度:690MPa)」という世界最高強度のラインパイプの商業生産を開始した。

現在API (American Petroleum Institute) 規格における最高グレードはX80で、X100は規格化が検討されている。また、X100相当のラインパイプはCSA (Canadian Standards Association) 規格においてグレード690として規格化されている。この規格に基づいて世界初のX100ラインパイプは製造された。世界的な長距離パイプラインにおける、高強度鋼管に対するニーズの高まりがこのX100の開発に結びついた。高強度化によるトータルのコストメリットは、現在広く用いられているX65に対してX80が約5%、X100は約8.5%に及ぶと試算されている。

高強度かつ高韌性、優れた溶接性を達成するため、X100ラインパイプの製造には、世界最高速の冷却速度と均一冷却

を特徴とする加速冷却技術 (Super-OLAC) を適用している。NKKでは、世界最高速の冷却速度と均一冷却を得るため、新加速冷却技術Super-OLACを開発し、1998年からこれを稼働させている。スプリングバックを考慮した成形技術の確立と高品質な溶接技術の開発もX100開発に欠かせない要素であった。

長距離ガスパイプラインの建設増加が予想されるなか、X80以上の高強度ラインパイプの適用拡大を図っていきたい。



図 パイプライン建設工事

5. 計測・制御

新しい鉄道台車「制御台車」の実用化

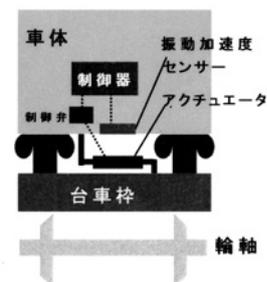
住友金属工業 (株)

住友金属工業交通産機品カンパニーでは、鉄道車両の新しいニーズに対応する高付加価値製品として、車両のサスペンションにコンピュータ制御を導入した「制御台車」を開発してきたが、この度、新幹線の高速での乗り心地向上を図る「アクティブサスペンション」が世界で初めて採用されることとなった。

「アクティブサスペンション」は、H13年よりJR東日本の東北新幹線の一部に適用され、12月1日の八戸延伸開業にともない「はやて」「こまち」の両先頭車両とグリーン車に順次装着されている。

従来の鉄道車両は、台車と車体の間に備えられた空気ばねやオイルダンパ的作用によって振動を吸収する構造をとってきたが、今後のさらなる高速化のためには飛躍的に乗り心地を改善する必要性に迫られていた。そこで、今回のシステムでは、車体に設置した加速度センサーによって車体の振動を検知し、 $H\infty$ 制御理論に基づいて制御力を演算し、空気圧アクチュエータにより、車体の左右方向の振動を積極的に打ち消す方式を採用した。その結果、本システムの採用により、

車体の左右振動は1/2以下と大きく改善され、新幹線車両の乗り心地改善に大きく貢献することができた。



東北新幹線 (JR東日本) アクティブサスペンション概念図

6. その他

世界初の還元溶融法『Hi-QIP』のパイロットプラント

川崎製鉄 (株) (現JFEスチール)

炭材ベッド型還元溶融法 (Hi-QIP) プロセスは、安価な粉状鉱石、一般炭から直接粒状の銑鉄を製造する世界初の還元、溶融型の新製鉄法である。本プロセスでは、回転する炉床の上に炭材を敷き詰め、炭材表面にたこ焼き鉄板状の凹部を多数設け、さらにその上に粉状の鉱石と炭材の混合物を装入する。上部よりバーナで加熱することにより、鉱石を還元、溶融させる。溶融物は、凹部に自然に凝集し、溶銑とスラグに分離する。炉床上にて冷却、凝固した粒状の銑鉄、スラグは、排出装置により炉外に排出される (図)。

このプロセスの特長は

1) コークス炉、焼結機が不要であり、コークス炉老朽化に対応できる。2) 炭材を炉内で完全燃焼 ($C \rightarrow CO_2$) し、有効利用することにより熱効率が改善され、炭酸ガスの排出量の低減につながる。3) 製品の粒鉄には、スラグなどの不純物を含まず、高品位である。高品位粒鉄がプロセスの名称 Hi-QIP (High quality iron pebble) 法の由来である。

NEDOの民間基盤技術研究促進事業として委託を受けて、15t/d規模のパイロットプラントでの研究開発 (平成13年度から17年度) を進める。平成14年度はパイロットプラントの第一期工事と冷間実験を実施した。

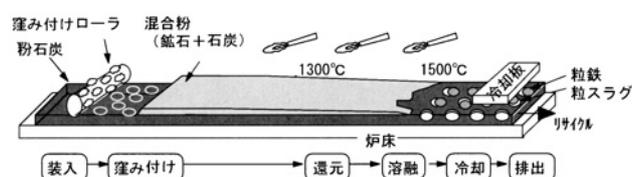


図 Hi-QIPプロセスの概要

鉄系粉末冶金用温間・金型潤滑成形法

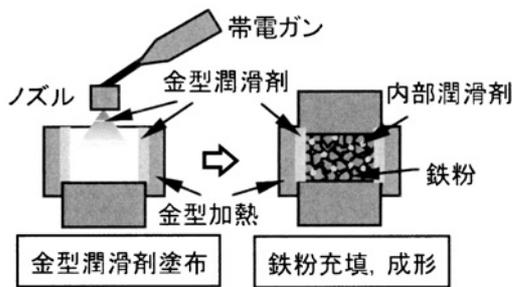
川崎製鉄(株)(現JFEスチール)

川崎製鉄は、粉末冶金法において高い成形体密度が得られる、新工法「温間・金型潤滑成形法」を開発した。

自動車エンジンの高性能化に伴い、自動車部品にかかる応力は高くなる傾向にあり、鉄系焼結部品に対しても疲労強度向上の要求が高まっている。このような要求に対応するためには、焼結部品の高密度化が有効であるが、従来の高密度成形工法である2回成形2回焼結法では、コストが高く、また小型の部品しか製造できないという問題があった。また、鉄粉と金型を100～150℃に加熱する温間成形法で得られる密度は、高い疲労強度を達成するには十分ではなかった。

そこで、当社では、温間成形法より高い密度を実現するため、粉末潤滑剤を金型に帯電塗布する金型潤滑法を温間成形法に組み合わせた高密度成形工法を開発した。この方法により、比重の小さい内部潤滑剤の配合量を低減することができ、温間成形法に比べ約 $0.1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ の密度向上を図ることが可能となる。1例として、686MPaの成形圧力で、従来製造が困難であった $7.4 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ の成形体密度を達成した。この成形体を焼結した場合、密度が $7.5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 程度の高密度焼結部品となり、疲労強度は約8%増加する。

今後、この成形工法は、粉末冶金法による自動車分野での高疲労強度部品製造への適用が期待される。



温間金型潤滑成形工法の概要

高炉スラグを用いた透・排水性を兼備したヒートアイランド現象抑止舗装

川崎製鉄(株)(現JFEスチール)

都市部で局地的に気温が高くなるヒートアイランド現象が

深刻な社会問題となりつつあり、国や自治体レベルで種々の対策が検討されている。

川崎製鉄は、鉄鋼副産物である高炉スラグ固化体製造技術を応用して開発したスラグ保水材と、排水性舗装を組合せた「透・排水性をもちかつヒートアイランド現象を抑止する舗装技術」を、鹿島道路(株)と共同開発した。

高炉スラグを主成分とする保水材は、 $1 \mu\text{m}$ 近傍にシャープな気孔径分布を持ち、含水率が約50%の固化体である。太陽光線等で加熱されると、保持した水を徐々に放出し、その気化熱によって舗装面を冷却する。本開発技術では、この保水材をアスファルトの空隙に充填する際に、雨水の通り道が確保可能な特殊工法を採用し、ヒートアイランド抑止性能と共に、透・排水性を兼備させるという、従来にはない舗装を実現した(図1)。本舗装は多数の水みちが存在するため、雨水が舗装体内部へ早く浸透して保水材に効率よく吸収されるとともに、水溜まりや水はねが起りにくいこと、車走行時の騒音低減効果を有することが特徴である。

本舗装は、千葉製鉄所内での試験施工を通じた性能確認後、'02年3月にJR千葉駅前バスレーン(千葉市、施工面積 2680m^2 、舗装厚さ5cm)で試験施工された。同年7月の舗装面温度測定では、一般舗装に比べて散水当日に 15°C 、翌日に 12°C の舗装面冷却効果が確認されている(図2)。今後さらに本舗装技術の普及に努め、「ヒートアイランド現象の抑止」や「鉄鋼スラグのリサイクルによる資源有効活用技術」を通じ、都市環境の改善・保全に貢献していく。

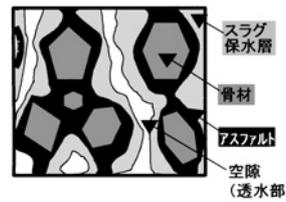


図1 ヒートアイランド現象抑制舗装模式図
実舗装における空隙の大きさは約1～3mm、骨材の大きさは5～12mm。

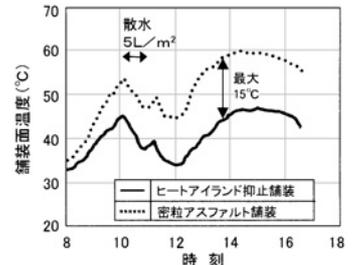


図2 散水後の舗装面温度比較

(2003年2月25日受付)