

2014年鉄鋼生産技術の歩み

Production and technology of Iron and Steel in Japan during 2014

日本鉄鋼協会 生産技術部門

The Technical Society, the Iron and Steel Institute of Japan

1 日本鉄鋼業の概況

先ず、2014年に生じた鉄鋼の生産技術や科学技術にも関連する出来事に目を向けてみよう。4月には、消費税率が5%から8%へ引き上げられた。1997年の3%から5%への引き上げ以来、17年ぶりの消費税増税となった。その後、消費税増税による反動の影響を受けて、実質GDP成長率が一転マイナスとなったこともあり、当初2015年10月に予定されていた消費税率10%への引き上げ時期を2017年4月に1年半延期することになった。12月には衆議院解散、総選挙が行われ、その結果、第3次安倍内閣が発足した。科学技術の分野では、2014年のノーベル物理学賞が青色LEDの開発者に贈呈された。我が国が優位とされる材料科学に関係する受賞内容であり、鉄鋼研究者にも大いに励みとなった。一方で、科学技術論文に関しては種々の分野でいわゆる論文不正の問題が顕在化し、改めて研究者の倫理や研究組織としての管理体制の是正等の必要性が再認識された。また、8月の局地的な豪雨による広島市北部

の土砂災害や9月には御嶽山噴火等の自然災害が発生した。

我が国の経済情勢は、2012年末以降デフレ脱却と経済の好循環を狙いとした政府の経済政策が奏功し、円安、株高傾向が継続し、個人消費を中心に内需が主導する形で回復して、実質GDP成長率が2013年末までに累積で2.2%増加した¹⁾。製造業・非製造業共に、増収・増益傾向で推移し2014年1-3月期には経常利益が過去最高水準となった。2014年前半は大形の公共事業予算が景気を下支えしてきたが、4月の消費税率引き上げに伴う駆け込み需要とその反動の影響を受けて、2014年後半には個人消費や住宅投資、さらには設備投資の回復遅れが続いた。この結果、実質GDP成長率は4-6月期、7-9月期と2期連続マイナスとなったが¹⁾、年末にかけて円安の定着で日本企業の競争力が高まり輸出が増える効果が出始め、10-12月期では実質GDP成長率(速報値)がプラスに転じた²⁾。

このような我が国の経済情勢を反映して、2014年(暦年)の粗鋼生産量は1億1,067万トンとなり³⁾、2年連続の1億1千万トンを超えた(図1)。中国の生産拡大に伴う鉄鋼原

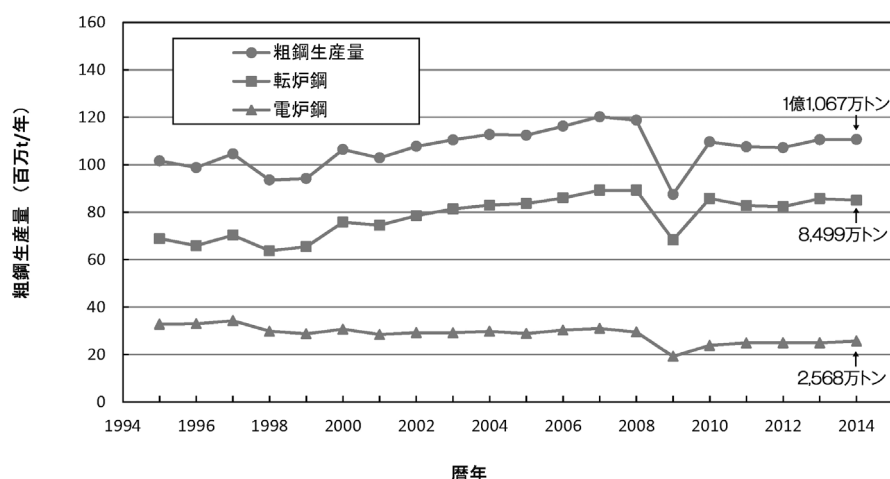


図1 我が国の粗鋼生産量の推移(暦年)^{3,4)}

料のひっ迫により、鉄鉱石や原料炭の価格も高騰していたが、2011年をピークに下落傾向となり、2014年はピーク時の半値以下の水準となった。このような鉄鋼原料価格の変化は企業収益を押し上げる一因となり、鉄鋼メーカーの業績も総じて好転した。一方で、製鉄所における設備や操業トラブルが多発し、発生原因の究明、再発防止対策の検討が急務となった。また、2014年も海外、特に東南アジアへの投資・進出が続き、自動車用薄板の合弁や現地法人の一貫製鉄所設立への資本参加等の形態で海外展開が図られた。以下に、2014年の鉄鋼業を取り巻く状況として、鉄鋼原料の動向、鉄鋼需要産業の動向、我が国および世界の粗鋼生産の状況、鉄鋼企業のグローバル展開等について概要をまとめる。

1.1 鉄鋼原料の動向

2004年頃からの中国の鉄鋼生産拡大に伴い鉄鉱石や原料炭等の鉄鋼原料の需給がひっ迫し、価格が高騰していたが、2011年をピークとして価格低下が続いている。鉄鉱石は豪州、ブラジル等の鉄鉱石3大メジャー（ヴァーレ、リオ・ティント、BHPビリトン）が2015年を目標とする拡張計画を進めている上に、新興サプライヤーの参入もあり、供給力が拡大する一方で、2014年は中国の鉄鉱石消費が鈍化したことにより、鉄鉱石価格は大幅に下落した。鉄鉱石のスポット価格（鉄分62%粉鉱、中国着価格）は2013年夏には1トン140ドル前後であったが、2014年末には70ドル台に低下したとの報道もあった⁵⁾。原料炭についても需給関係は鉄鉱石とほぼ同様に大手サプライヤーによる増産体制が継続するなか中国の鉄鋼生産の伸びが鈍化し中国国内産炭の増産もあり、需給関係は緩和した。強粘結炭2015年1-3月積み価格で1トン117ドル（本船渡し価格）と2010年4月以降で最安値となったとの報道があった⁵⁾。図2には、世界鉄鋼協会、財務省通関

統計等による、世界の鉄鉄生産量と鉄鉱石および原料炭の輸入単価の推移を示す⁶⁾。

1.2 鉄鋼需要産業の動向

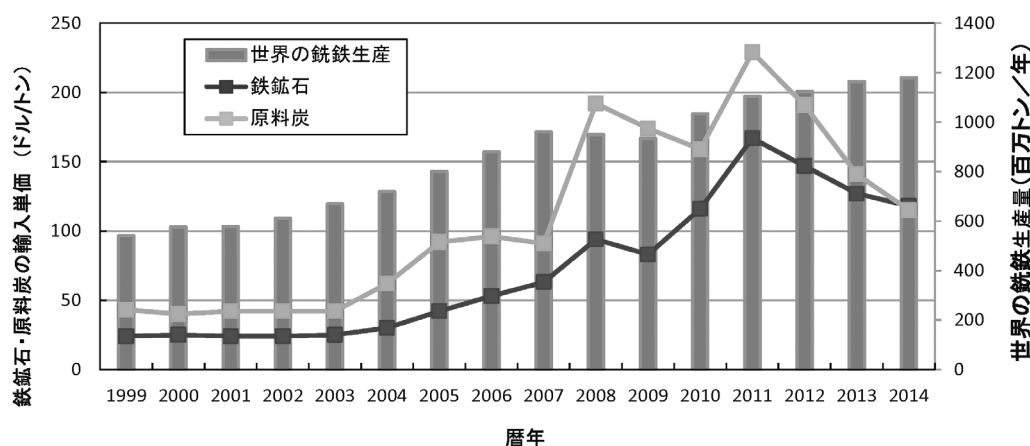
（一社）日本鉄鋼連盟の鉄鋼需給四半期報等によると、2014年の鉄鋼需要産業の動向は概略以下のとおりである⁷⁾。詳細については、原典あるいは日本鉄鋼連盟のホームページを参照されたい。

〔土木〕 2014年度は、2013年度補正予算と2014年度当初予算が一体化した「15ヵ月予算」の前倒し執行を受け、上期の公共土木の受注額は高い伸びとなった。下期に入ると、先行指標の公共工事請負保証金金額は鈍化しており、引続き鋼材需要は堅調なものの、受注金額は上期のような増勢基調はみられず、前年が高かった反動もあり、下期は減少傾向となった。

〔建築〕 住宅建設は、2013年に消費増税前の駆け込み等の要因により、新設住宅着工戸数が100万戸台となったが、2014年は消費増税の反動が大きく、80万台に大幅に落ち込んだ。非住宅分野でも2013年度補正予算の効果の剥落により公務文教用が減少したが鉱工業用や商業・サービス業用等の民間設備投資により非住宅着工床面積は約5,500万m²規模で概ね横ばいとなった。

〔造船〕 2013年春以降、船価の底値感に加え、騒音規制強化前の駆け込み需要も相まって、輸出契約量の大幅増が2014年6月まで続いた。騒音規制強化後の2014年7月以降、新規受注には反動減がみられたが、2012年度に急激に落ち込んだ新造船起工量も約1,200万総トンレベルに回復した。

〔自動車〕 2014年の国内販売台数は、夏前まで消費税増税前の受注残が下支えしたが、その後は増税の影響から販売が低迷した。しかしながら、通年の生産台数は前年より1.5%増の977万台となった⁸⁾。また、完成車輸出は、為替が円安に振れ



（出典：世界鉄鋼協会、財務省通関統計等）

図2 世界の鉄鉄生産量と鉄鉱石・原料炭の輸入単価推移（暦年）⁶⁾

たものの、小型車を中心とした北米への現地生産シフトが進展しており、全体では前年比4.5%の減少となった。また、次世代の自動車として2014年末には燃料電池車（FCV）の市販が開始され、水素ステーションや貯蔵タンク、車載用水素容器等の技術開発が改めて注目された。

〔産業機械〕 建設機械は、排ガス規制強化前の中型～小型機種で駆け込み需要が発生する等、堅調な生産活動であった。運搬機械も物流倉庫の建築増等を背景に堅調に推移した。また、ボイラー・原動機は新興国の電力関係需要が下支えした。この結果、年間の機械受注額は前年比約10%増の約12兆円規模となった。

また、2014年には原油価格が大幅に変動した。年初は1バレル100ドルレベルであったが、年末には50ドルレベルと約半額まで下落した。このため北米シェール開発等のエネルギー開発需要への影響が懸念された。

〔電気機械〕 重電関連は、国内の電力会社向けには厳しい受注環境が続いたが、底堅い企業収益を背景に設備投資が増加基調で推移したことや新興国を中心とした海外での電力需要が増加したため堅調な推移を続けた。家電は海外生産シフトが続き、消費税増税前の駆け込み需要に対する反動減等もあり後半は減少が続いた。電子機器では、産業用電子がパソコンの旧OSサポート終了後から大幅減が継続し、民生用電子も地デジ移行終了後の薄型テレビ生産の大幅減以降の低迷が継続した。

このような鉄鋼の需要産業の動向に対して、本会維持会員企業においては2014年も後述の表8に詳細を示す通り、新たな製品が開発された。

1.3 粗鋼生産量の状況

我が国の2014年（暦年）の粗鋼生産量は1億1,067万トンとなり、前年の1億1,059万トンに比べて0.1%の増加であり、2年連続の1億1千万トン超えとなった。炉別生産では、転炉鋼が8,499万トン（前年比0.8%減）、電炉鋼が2,568万トン（前年比3.1%増）となり、電炉鋼比率は23.2%（前年比0.7ポ

イント増）となった（図1）⁴⁾。

世界の2014年（暦年）の粗鋼生産量は16億62百万トンとなり、前年の16億42百万トンに比べて1.2%の増加となった⁹⁾。引き続き右肩上がりの情勢であるが、中国の粗鋼生産量の伸び率が鈍化したため、世界の粗鋼生産量も緩やかになった。2014年の粗鋼生産量のトップ10の国は、中国、日本、米国、…等で、表1に示す通りである。上位の各国はいずれも数%の対前年伸び率となったが、中国の伸び率は0.9%であり、伸び率が鈍化した。世界鉄鋼協会（WSA）によると、主要65か国の2014年の平均操業率は76.7%であり⁹⁾、前年の78.4%よりも1.7ポイント低下した。生産能力については、特に、中国の過剰生産能力が顕著な状況が継続しており、中国内の需給緩和から中国からの鋼材輸出が増加した。

日本鉄鋼連盟では、2015年度の国内鉄鋼需要見通しを発表している。これによると公共事業予算の押し上げ効果が剥落するものの、消費税増税の影響から落ち込んでいた住宅投資が底入れに向かい、非住宅建築や機械など設備投資関連も堅調に推移するとみられる。この結果、2015年度の粗鋼生産は、2014年度並みの1億1千万トンを上回る水準を維持する見通しである、としている¹⁰⁾。

1.4 鉄鋼企業のグローバル展開の状況

2014年も鉄鋼各社による海外事業投資等のグローバル展開に関する報道があった¹¹⁾。

新日鐵住金（株）では、1月に中国ブリキ合弁会社の商業生産開始、2月に米国におけるArcelorMittal社との合弁事業の開始、8月にインドネシアにおける自動車用鋼板製造・販売合弁事業の最終契約締結、9月にインド自動車用冷延鋼板工場の開所式、11月にThe Brunei Shell Petroleum社との油井管供給に関する契約締結およびブルネイ・ダルサラーム国における油井管継手加工の新会社設立等が行われた。

JFEスチール（株）では、9月にベトナムでの製鉄所建設に関するFSを中止、同じく9月に米国のCalifornia Steel Industries社との電縫管製造設備が稼働、11月にはブラジル

表1 粗鋼生産量のトップ10（出所：WSA；百万トン）⁹⁾

	2014年 トップ10	2011年	2012年	対前年伸び率 2012/2011(%)	2013年	対前年伸び率 2013/2012(%)	2014年	対前年伸び率 2014/2013(%)
1.	中国	702.0	731.0	4.1	815.4	11.5	822.7	0.9
2.	日本	107.6	107.2	▲0.4	110.6	3.2	110.7	0.1
3.	アメリカ	86.4	88.7	2.7	86.9	▲2.0	88.3	1.6
4.	インド	73.5	77.3	5.2	81.3	5.2	83.2	2.3
5.	韓国	68.5	69.1	0.9	66.1	▲4.3	71.0	7.4
6.	ロシア	68.9	70.4	2.2	68.9	▲2.1	70.7	2.6
7.	ドイツ	44.3	42.7	▲3.6	42.6	▲0.2	42.9	0.7
8.	トルコ	34.1	35.9	5.3	34.7	▲3.3	34.0	▲2.0
9.	ブラジル	35.2	34.5	▲2.0	34.2	▲0.9	33.9	▲0.9
10.	ウクライナ	35.3	33.0	▲6.5	32.8	▲0.6	27.2	▲17.1

鉄鉱石事業関連資産の統合等が行われた。

(株) 神戸製鋼所では、3月にルクセンブルグPAUL WURTH社へのMIDREX®直接還元製鉄法のライセンス契約締結、4月にインドFLS社とベレットプラントに関するライセンス契約締結、7月に中国における線材二次加工拠点の能力増強、8月に「鞍鋼神鋼冷延高張力自動車鋼板有限公司」を設立、9月にメキシコにおける線材二次加工拠点の設立等が行われた。

特殊鋼事業では、大同特殊鋼(株)が、7月にインドのSunflag Iron & Steel社への資本参加を決めた。三菱製鋼(株)は、7月にインドネシアのPT.JATIM TAMAN STEEL MFG.社に34%資本参加することを決めた。また、鉄鋳物事業では、日立金属(株)が8月に北米市場において輸送機器向け鉄鋳物事業を展開するWaupaca Foundry Holdings社の全株式を取得し小会社化することで合意した。

2 技術と設備

2.1 日本鉄鋼業の技術的環境

2014年は4月の消費税増税前後で鉄鋼の需要環境にも影響がもたらされたが、前年からの種々の経済対策による経済情勢の好転もあり、我が国の粗鋼生産量は2年続けて1億1,000万トンを超えた。このため、特に高炉メーカーでは年間を通じてほぼフル稼働に近い操業となった¹²⁾。このような中、複数の製鉄所に於いて、火災や停電による設備事故が発生し、生産への影響が生じた。これらの再発防止のための原因究明と対応策が検討された。また、中国や韓国の生産能力拡大による鉄鋼生産設備の過剰問題に加えて、自国内の需給緩和により我が国への普通鋼鋼材輸入が増加した。特に、中国から我が国への普通鋼鋼材輸入は年間60万トン規模と従来の2倍規模という過去最高水準となった。

鉄鋼技術に関する研究開発に関しても、中国やインド等の鉄鋼新興国の活動拡大が続いており、例えば日本鉄鋼協会の欧文論文誌であるISIJ Internationalへの論文投稿数は年々増加を示している。現時点では、論文投稿数に比べて論文掲載数の増加は顕著ではないが、製鉄・製鋼等の上工程分野、環境・エネルギー分野、および自動車用鋼板等の製品分野等々において、確実に技術的な進展が図られていると考えられる。一方で、最近、大形の技術流出事例が相次いで顕在化したこともあり、経済産業省の産業構造審議会知的財産分科会では、2014年9月から「技術流出防止・営業秘密保護強化について」の検討が行われ、今後、世界最高レベルの営業秘密保護の実現に向けて産学官が連携して取り組むことの必要性が打出された¹³⁾。

次に、鉄鋼産業に関わりの深い国家プロジェクトでも、2014年は前年に続いて大きな進展があった。経済産業省の

「環境調和型革新的製鉄プロセス開発」(COURSE50)では、2013年から第2ステップへ移行し、水素還元とCO₂分離回収を連動させる試験を行うために新日鐵住金・君津製鐵所に内容積10m³の試験高炉を設置すべく、その建設に着手した。同じく経済産業省の「革新的新構造材料」プロジェクトでは、2013年12月に新構造材料技術研究組合(Innovative Structural Materials Association、略称: ISMA¹⁴⁾)を立ち上げて、2014年から本格的に技術開発が開始された。このプロジェクトは自動車を中心とした輸送機器の抜本的な軽量化に向けた技術開発および輸送機器の主要な構造材料である鋼材、アルミニウム材等の高強度化等に係る技術開発の推進を目的としている。次に、内閣府の総合科学技術・イノベーション会議が主導する戦略的イノベーション創造プログラム(Cross Ministerial Strategic Innovation Promotion Program、略称: SIP¹⁵⁾)では本プログラムが推進する10テーマの一つに「革新的構造材料」が取り上げられ、研究開発がスタートした。また、文部科学省、(独)科学技術振興機構(JST)が主管する産学共創基礎基盤研究プログラムでは、「革新的構造用金属材料創製を目指したヘテロ構造制御に基づく新指導原理の構築¹⁶⁾」が5年目を迎え、2014年には新たに3件の新テーマが採択された。10年間のロングレンジでの技術開発を行うプロジェクトであり、自動車のマルチマテリアル化を目標にした取組みが期待される。

上記のように、我が国の鉄鋼産業ではフル稼働の生産が継続する中で、一層激化する国際競争に打ち勝つべく産学官が連携して技術レベルの向上に努めている。以下には、鉄鋼技術の分野別に主要な技術動向や維持会員企業の技術的なトピックスを紹介する。

2.2 製鉄

2014暦年の鉄鋼生産量は、8,387万トンであり、2013年の8,385万トンと比べほぼ同レベルであった¹⁷⁾。平均出鉄比も2013年の1.94トン/m³・日に対して、1.93トン/m³・日と横ばいである。2014年末の高炉稼働状況については、27基と前年からの増減はなかった。内容積5,000m³以上の高炉は2013年末から1基増の14基である。

新日鐵住金・八幡製鐵所の戸畑第4高炉は約16年の3次操業後、改修工事に入り、2014年4月に火入れした。内容積を4,250m³から5,000m³に拡大、炉頂装入装置をベル式からベルレス式に変更、操業安定化・コスト競争力のある高炉へ生まれ変わった。

新日鐵住金では大分製鐵所の焼結工程において、巨額な脱硝設備に頼らない排出ガス中NO_x低減を目的として、粉コークス表層にCaOをコーティングする事前処理方法を考案し、実機で10%以上のNO_x低減を実現した。

JFE スチールは酸素と水素系ガスを複合的に焼結機へ吹込み、焼結用粉コークスと水素系ガスの燃焼性を改善する技術を開発し、千葉第4焼結工場および京浜第1焼結工場で実用化した。本技術の適用により、焼結中の通気性および焼結鉄の強度が改善し、生産性を改善することができる。

2.3 製鋼

2014暦年の粗鋼生産は、1億1,067万トンであり、2013年の1億1,059万トンと比べ、微増であった(図1)。圧延用鋼塊に占める連鑄鋼片の比率を図3に示す¹⁷⁾。特殊鋼の連鑄比率は、94.8%と低下している。なお、2014年1月分から、普通鋼の「連続鑄造によるもの」は調査されなくなった。

神戸製鋼所は特殊鋼線材・条鋼、自動車向けハイテン鋼板、エネルギー向け厚板など低りん・低硫高級鋼の生産能力向上のため、加古川製鉄所に新溶銑処理工場を建設し、2014年4月より稼働を開始した。機械攪拌式脱硫設備(KR)2基と脱りん炉1基を新設し、高級鋼の増産と大幅なコスト削減を図る。

JFE スチールは、福山第3製鋼工場3号転炉を2014年12月に稼働させ、同転炉を活用した最新の溶銑予備処理プロセスを導入した。当プロセスでは、脱珪工程で発生する二酸化珪素を一旦排出することで、脱りん時の反応効率低下を抑止し、石灰を大幅に削減することが可能である。

2.4 鋼材

2.4.1 薄板

新日鐵住金は、熱間圧延時に走行する鋼板形状測定方法で従来課題とされた測定安定性や板波定在現象(鋼板移動に応じた形状変化)時の精度悪化を解決する為に、高輝度LEDチップの配列で千鳥状投影パターンを鋼板表面に形成して照度むらなく安定した形状測定技術を鹿島製鉄所にて開発した。

JFE スチールは自動車骨格部品用鋼板として、伸び特性に加えて伸びフランジ成形性にも優れた590～980MPa級の高

伸びー伸びフランジ型高張力合金化溶融亜鉛めっき(ハイテンGA)鋼板を開発した。開発した鋼板は、従来材に比べて伸びフランジ成形性を示す指標の穴広げ率が約2倍となっている。これにより、自動車骨格部品の形状自由度が広がり、深い絞り形状のピラーロアなどの車体骨格部品について、更に強度の高いハイテンGAを積極的に適用することが可能となり、自動車の更なる軽量化に大きく寄与できるものと期待される。

2.4.2 厚板

タンカーの防食対策が国際海事機関(IMO)でルール化され、防食塗装か耐食鋼の使用かのいずれかが求められており、今後造船耐食鋼の需要拡大が見込まれる。新日鐵住金のタンク底板用の耐食鋼は既に1万トンを越える供給実績を持ち、上部用の耐食鋼も2014年に商品化した。これによりタンカー建造時の工期、コスト低減のほか、LCC低減、塗装回避による環境負荷軽減などの効果が期待される。

また新日鐵住金は衝突安全性に優れた造船用鋼板を開発した。これは、従来の施工性を維持しながら、高い延び性を有することにより、船舶の衝突安全性を高めることができる新しい鋼板で、化学成分の適正化と結晶粒レベルの組織制御を行うことで高強度と高延性の両立を可能にした。本鋼板は延びに優れる為、破口までの衝撃吸収エネルギーが従来鋼の約3倍であり、船舶の側面衝突時に破口が生じにくくなり、浸水防止や貨物保護、深刻な環境汚染につながる油流出の防止に貢献する。

JFE スチールは石炭運搬船用高耐食性厚鋼板を開発した。石炭船のカーゴホールドでは石炭の硫黄分を腐食因子とする腐食が激しくメンテナンスやリプレースコストが増大していた。最適な合金添加により、この石炭環境での腐食減耗を抑制されることを見だし、さらに従来鋼と同等の溶接性と加工性を兼ね備えた船体用鋼板を開発した。実船のカーゴホールド内での暴露試験によりその性能を実証し、2014年には新

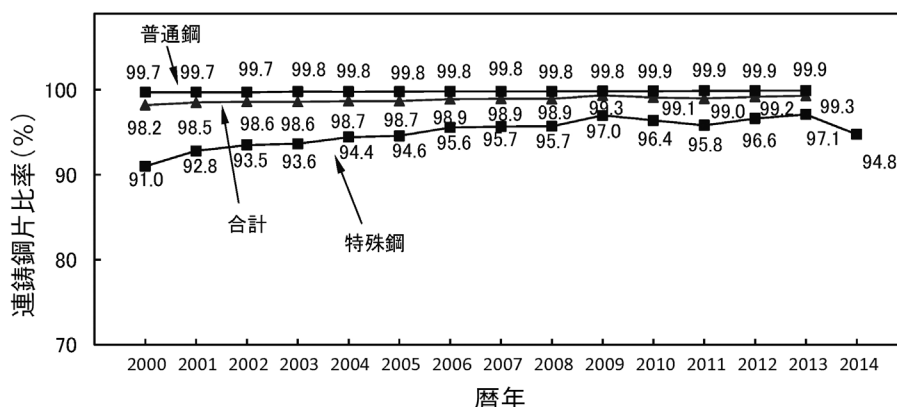


図3 圧延用鋼塊に占める連鑄鋼片の比率¹⁷⁾

造の石炭運搬船に初採用された。

またJFEスチールは世界最大厚の降伏強度460MPa級高アレスト鋼板を開発した。超大型コンテナ船の上部構造には安全性要求から、極厚高強度かつ優れたぜい性亀裂伝播停止性能（アレスト性能）を有した鋼板が要求される。高度なTMCP技術と独自の結晶方位制御技術を活用して、アレスト性能を向上させた世界最大厚のYP460MPa級船体構造用鋼板を開発し船級承認を取得した。これにより、16,000TEU超の大型コンテナ船の安全設計が可能となる。

神戸製鋼所は加古川製鉄所厚板工場の加速冷却設備を2014年7月に改造した。既存の加速冷却設備を、水冷ノズルを稠密に配置しかつ鋼板に近づけると共に、水を高圧で噴射する方式に改造することで、鋼板の均一冷却に適したものとし安全性の確保と良好な溶接施工性の双方を実現した。これによりエネルギー分野向けの高機能鋼の対応力を強化できると共に、造船や建材分野向け製品についても高機能化が見込まれる。

また神戸製鋼所は溶接ビード形状と塗装膜厚との関連性の研究をもとに、水平すみ肉溶接のビード形状に影響を及ぼす溶融スラグの粘度と凝固温度の最適化を図ることで、1パスで8mm程度の大脚長溶接を可能とし、溶接作業効率と塗装性の向上が期待できる溶接用フラックス入りワイヤを開発した。

2.4.3 鋼管関連

JFEスチールは、ブラジル国営石油会社Petróleo Brasileiro社がブラジル沖合で展開する油田開発プロジェクト向けに、ケーシングパイプ用油井管を、(株)メタルワンと共同で280トン受注した。耐腐食性に優れた継目無鋼管の受注は今回が初めてであり、管厚13.84mm、外径9.625インチ（244.4mm）の鋼管を知多製造所で製造、出荷した。

2.4.4 水素ステーションおよび輸送機関連

新日鐵住金は高圧水素用高強度高窒素ステンレス鋼を開発した。燃料電池自動車の実用化が進められており、燃料供給基地となる水素ステーションは2025年迄に1000基以上の建設が計画されている。高強度かつ耐水素脆性に優れる開発鋼を適用することで、軽量化による水素ステーションの建設コストの圧縮が可能となり、普及への貢献が期待される。

(株)日本製鋼所は長年の水素ガス脆化に対する材料研究を基に、設計圧力99MPaの高耐久・高信頼性の鋼製水素蓄圧器の開発に成功した。この材料は海外で超高压压力容器への使用が認められている、強度とじん性に優れた低合金鋼：SA723鋼（NiCrMoV鋼）を適用し、溶製～熱処理～加工～検査の各工程において水素脆性の影響を低減させるための種々の対策を施している。特に加工工程では、水素中で疲

労亀裂の進展を抑制するための高耐久化施工を施し、寿命10万回で年数制限なく使用可能なものとして高圧ガス保安協会（KHK）の認可を取得している。また、蓄圧器の形状は、供用中でも蓄圧器の外表面からの超音波探傷（UT）により内面欠陥の有無を確認でき、カバーを開放することで内面の精密検査することが可能なストレート形状とし、供用中の信頼性も確保できる構造となっている。

また新日鐵住金は鉄道車両用歯車装置の低騒音化を実現した。新幹線を始め、鉄道車両の高速化、利便性の向上に伴い、沿線騒音や車内騒音の低減のニーズが高まっている。歯車装置の歯車に新たな3次元形状の歯面修整を施す技術を確認し、新しい車両に採用され低騒音化の効果を確認できた。一方、新日鐵住金は八幡製鐵所にて鉄道用レールの中で世界最長となる150mレールの製造・出荷体制を整備した。従来鉄道用レールは、圧延後レール長25mを標準として最長50mに切断して出荷していたが、レールとレールの継目は乗り心地の阻害要因や騒音・振動の発生原因の一つであり、また線路保守上の弱点である。そのため、鉄道事業各社はレール継目を溶接してロングレール化するなどの改善を図っていた。

2.5 計測・システム・分析

JFEスチールは、薄鋼板表面のロール性の微小凹凸表面欠陥を漏洩磁束法により検出する技術を開発し、2010年1月からオンラインで自動検査を実施している。神戸製鋼所加古川製鉄所の厚板工場では、エネルギー分野向け鋼板の内質保証を目的に、2014年12月に超音波自動探傷装置をせん断ラインに新設した。日本製鋼所では直径が最大3,200mmにもなる超大型のロータシャフトの内部欠陥の検出を、自動UT装置によるフェーズアレイ UT技術を適用する事により正確で信頼性の高い品質評価手法を確立した。

分析関連では、JFEスチールが、鉄鋼材料に含まれる炭素含有量を世界最高精度で定量分析できる装置を開発し、2014年2月にスチール研究所に設置した。これにより、従来炭素含有量0.1%レベルまでであった定量分析精度を従来装置の10倍の高精度の0.01%レベルまで高めることができた。この開発は国家プロジェクト「革新的新構造材料等研究開発」における「革新鋼板の開発」テーマの中で、NEDOと新構造材料技術研究組合（ISMA）、およびISMAの組合員であるJFEスチールが既存のFE-EPMAを改良して分析精度を高めたものである。今後JFEスチールは、同プロジェクトの一環でさらに精度を高め0.003%以下の精度の分析方法の確立を目指す。

2.6 環境・エネルギー

2.6.1 政府の取組み

2014年12月1日から14日までペルーのリマにおいて、気

候変動枠組条約第20回締約国会議 (COP20)、京都議定書第10回締約国会合 (CMP10) が開催された¹⁸⁾。

「強化された行動のためのダーバン・プラットフォーム特別作業部会 (ADP)」および2つの補助機関会合における事務レベルの交渉を経て、ハイレベル・セグメントにおける協議の結果、2020年以降の枠組みに向けて各国が提出する約束草案等に関する決定を含むCOP及びCMPの決定等が採択された。また、ハイレベル・セグメントの演説において望月環境大臣は、「2050年までに世界全体で50%減、先進国全体で80%減」という目標を改めて掲げるとともに、約束草案をできるだけ早期に提出することを目指すこと、我が国の技術を活用した世界全体の排出削減への貢献等について言及した¹⁸⁾。

2.6.2 日本鉄鋼業の取り組み

日本鉄鋼連盟は、「鉄鋼業の環境保全に関する自主行動計画」を策定し、以下の目標を設定し取り組んできた。

(1) 粗鋼生産量1億トンを前提として、2010年度の鉄鋼生産工程におけるエネルギー消費量を、基準年の1990年度に対し、10%削減。

(2) 上記目標は、2008～2012年度の5年間の平均値として達成する。

同連盟は2013年12月に自主行動計画の実績をまとめ、目標期間5年間における実績の平均値は10.7%削減であり、自主行動計画の目標を達成したと報告した¹⁹⁾。また、CO₂排出量は1990年度比10.5%削減となった。

さらに2013年1月には「低炭素社会実行計画」を策定し、国内企業活動における2020年の削減目標としては、「それぞれの生産量において想定されるCO₂排出量 (BAU 排出量) から最先端技術の最大限の導入により500万t- CO₂削減」を目指し、引き続き鉄鋼製造プロセスで世界最高水準のエネルギー効率の向上を図っていくべく取り組んでいる。2013年度における低炭素社会実行計画の取り組みの結果、低炭素社会計画参加会社合計の2013年度の粗鋼生産量1億846万トンに対しBAU排出量は1億8,879万トン- CO₂であり、一方この生産量に対応するCO₂排出量は1億8,942万トン- CO₂であり、BAU排出量からの削減実績は+63万トン- CO₂で、目標比+563万トン- CO₂であった²⁰⁾。このように2013年度の実績は、自助努力による削減は着実に進展しているものの、目標設定において想定できなかった増加要因により、BAUを上回る形となった。ちなみに2013年度の我が国鉄鋼業全体の粗鋼生産量は1億1,152万トンである。

革新的技術開発については、高炉からのCO₂排出の抑制と高炉ガスからのCO₂分離・回収により、CO₂排出量を約30%削減する「革新的製鉄プロセス技術開発 (COURSE 50)」に2008年度から取り組んでいるが、2012年度にフェー

ズ1Step1が終了し2013年度から5年間の予定でフェーズ1Step2の開発が開始された。Step2の主目的は、ミニ試験高炉を主体とした「水素還元と分離回収の統合開発」であり、水素還元の効果を最大化する送風操作技術を確認するため、CO₂分離試験設備と試験高炉との連動試験を実施する予定である²⁰⁾。2014年度は、高炉での水素による鉄鉱石の還元に係り、10m³規模の試験高炉の建設を開始し、水素還元の効果を最大化する技術開発を進めた。また、高炉ガスからのCO₂分離エネルギー・コスト削減技術開発、物理吸着法のコスト削減とスケールアップ検証、化学吸着法に必要な未利用排熱活用技術の開発を行った⁶⁾。

鉄鋼スラグを環境修復や環境改善に適用した事例として、JFEスチールは、横浜市と行っている横浜市山下公園前海域での製鋼スラグ製品を活用した共同研究で、当海域での自生のアマモ (海草) をはじめとする生物数種の増加を確認し、鉄鋼スラグ製品が生物付着基盤として有効に機能していることを確認した。

エネルギー分野では、神戸製鋼所が栃木県真岡市にガス火力発電所を建設し、発電した電力全量を東京ガス株式会社に供給することに関する契約を2014年9月に締結した。神戸製鋼所は60万kW級×2基の合計120万kW級のガスタービン・コンバインドサイクル方式 (GTCC) の発電所を建設し、1号機は2019年後半、2号機は2020年前半の稼働を目指している。

3 技術貿易・技術開発

3.1 技術貿易

図4に鉄鋼業の2013年度までの技術貿易収支の推移を示す²¹⁾。技術輸出対価受け取り額は前年度と比較して3%増加し、技術輸入対価支払い額は66%減少した。

3.2 研究費支出・研究者数

総務省統計局「科学技術研究調査」の結果にある企業等の第1表にあるデータを用いて、以下の3項目を整理した。その結果を図5～図7に示す²¹⁾。

[売上高対研究費支出比率]

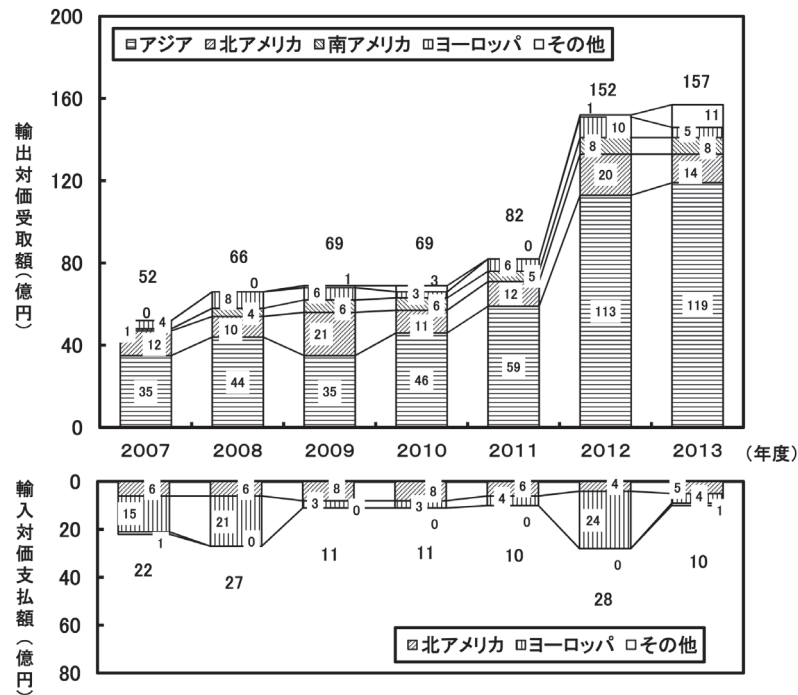
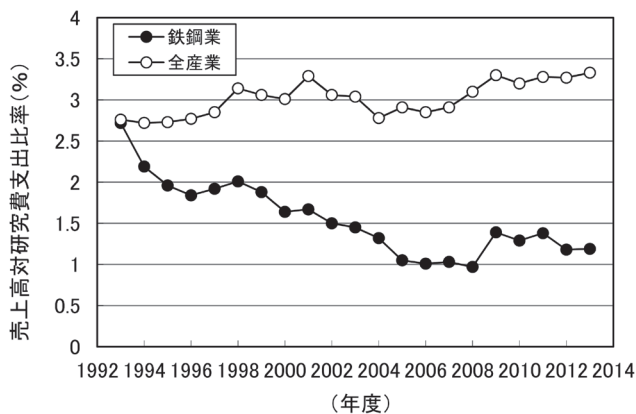
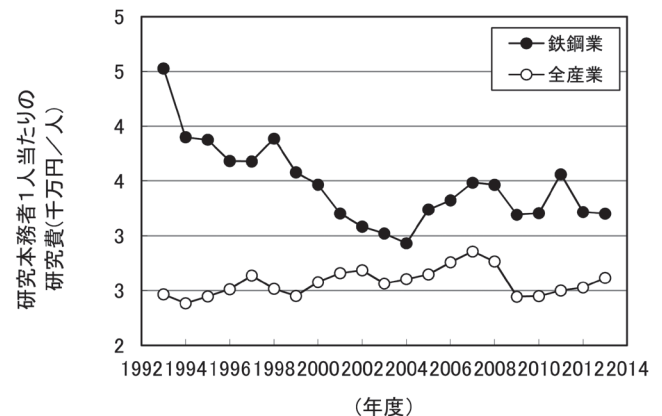
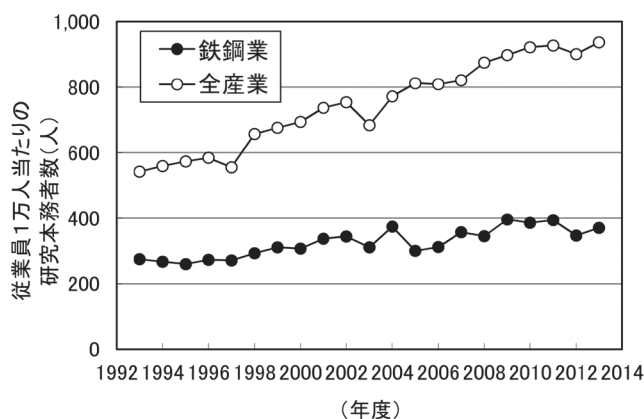
全産業はここ3年ほぼ横ばい、一方、鉄鋼業は減少傾向が認められる。特に鉄鋼業は2009年度の1.39%に対して、2013年度は1.19%と0.2%減少している。

[従業員1万人あたりの研究本務者数]

全産業、鉄鋼業とも、2011年度まで増加傾向を継続し、いずれも2012年度に若干の落ち込みが認められたが、2013年度は再び増加傾向である。

[研究本務者1人あたりの研究費]

2013年度は、全産業ではリーマンショック以前の2008年

図4 鉄鋼業の技術貿易収支²¹⁾図5 売上高対研究費支出比率の経年変化²¹⁾図7 研究本務者1人当たりの研究費の経年変化²¹⁾図6 従業員1万人当たりの研究本務者数の経年変化²¹⁾

度レベルに回復していないものの若干増加傾向を示している。しかしながら、鉄鋼業では2011年に2008年度レベルまで回復したが、2013年度は2012年度よりも更に減少した。

3.3 公的資金を活用した研究開発の動向

鉄鋼関連の技術開発プロジェクトに関し、2013年度で終了した主要プロジェクトは無く、2014年度に新たに着手した主要プロジェクトとしては、内閣府の「革新的イノベーション創造プログラム (SIP: エスアイピー)」の「革新的構造材料」(2014～2018年度、管理法人; 科学技術振興機構 (JST)、2014年度予算36.08億円) がスタートした。本事業における研究開発では、特に、航空機機体・エンジン、発電設備、大型

構造用FRPを出口として想定し、新材料技術を利用して、材料技術を通した持続的イノベーションを可能にする仕組みを構築するものである。特に、鉄鋼関連研究者は「耐熱合金・金属間化合物の開発」および「マテリアルズインテグレーション」に参与している。その他、「戦略的エネルギー技術革新プログラム」((独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構：NEDO) の実用化開発フェーズのテーマとして「鉄鋼スラグからの鉄源回収技術の開発」(2014～2016年度) などが採択された。

また、主要継続プロジェクトは、①「環境調和型製鉄プロセス技術開発 (COURSE 50) Step2」(2013～2017年度)、②「ヘテロ構造制御金属材料プロジェクト」(2010～2019年度)、③「先進超々臨界圧プラント (A-USC) 技術開発」(2008～2016年度) などである。

公的資金を取得して行っている鉄鋼関連の研究・技術開発テーマの主なものを表2に示す。プロセス、環境・エネルギー分野、材料開発分野などで多くのテーマが取り組まれている。

4 技術系人材育成

本会では、これまでも業界横断的な技術系中核人材育成を目的として、各種の育成事業 (鉄鋼工学セミナー、鉄鋼工学セミナー専科、鉄鋼アドバンストセミナー、学生鉄鋼セミナー) を実施している。2014年度は2013年度と同様、主に基礎教育強化事業を本会の育成事業に取込み、修士学生対象である「鉄鋼工学概論セミナー」、学部学生対象である「最先

端鉄鋼体験セミナー」を継続実施した。「鉄鋼工学概論セミナー」は、鉄鋼基礎工学と現場での技術開発について大学および企業側講師から講義を行い、最終日に工場見学 (2014年度は新日鐵住金君津製鐵所) を行う3.5日コースの講座で、10大学から21名の参加者があった。

「最先端鉄鋼体験セミナー」は鉄鋼に関する最先端技術や将来の展望を紹介し、工場見学を行う1日コースの講座であり、JFE スチール東日本製鉄所 (京浜地区)、新日鐵住金和歌山製鐵所、新日鐵住金八幡製鐵所、日新製鋼 (株) 呉製鐵所の4箇所で開催された。材料系以外の学生も対象とし、トータル65名が参加した。

ものづくり産業である鉄鋼産業の魅力を伝えて業界への関心を喚起する目的で、鉄鋼企業の経営幹部による「経営トップによる大学特別講義」を2013年度に引き続き実施した。実施大学は2013年度と同様に11大学で実施し、トータル約1,300名の学生が聴講した。また、これまで行ってきた「経産省による大学特別講義」を、新たに鉄鋼企業の研究所長・部長クラスの講師を加えて「鉄鋼技術特別講義」と改称して12大学で実施し、トータル約800名の学生が聴講した。

上記セミナーおよび講義はいずれも昨年度と同様大変好評であり、来年度以降も継続して実施していく予定である。

5 本会における技術創出活動

本会では、生産技術部門に属する技術部会および技術検討部会が中心となって鉄鋼生産技術に関する技術情報の調査、技術

表2 鉄鋼業における公的資金取得研究テーマの一例

分類	事業名称	委託元	開始年度	終了年度
プロセス	国内立地推進事業費補助金 二次募集	経済産業省	2012	2014
	円高・エネルギー制約対策のための先端設備等投資推進事業	経済産業省	2013	2014
	環境調和型製鉄プロセス技術開発 (COURSE50) Step2	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2013	2017
	戦略的エネルギー技術革新プログラム	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2014	2016
要素技術	先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発費補助金	経済産業省	2008	2016
	水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発事業	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2010	2014
	ヘテロ構造制御金属材料プロジェクト	(独)科学技術振興機構	2010	2019
	エネルギー最適化設計ソフトの開発	経済産業省	2011	2014
	次世代10MW級海洋温度差発電プラントのコア技術研究開発	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2011	2015
	元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型> 構造材料	文部科学省	2012	2021
	ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	2014	2017
	戦略的イノベーション創造プログラム	内閣府	2014	2018
製 品	先進超々臨界圧プラント (A-USC) 技術開発	経済産業省	2008	2016
	低炭素社会を実現する新材料パワー半導体プロジェクト	経済産業省	2010	2014
	次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料開発	経済産業省	2012	2016
	先端省エネルギー等部素材開発事業	経済産業省	2013	2014
	革新的新構造材料等技術開発	経済産業省	2013	2022
その他	複雑数値モデル学の基礎理論構築とその分野横断的科学技術応用	(独)日本学術振興会	2010	2014

開発課題の抽出と課題解決に向けた活動を行っている（表3）。

5.1 技術部会

鉄鋼製造にかかわる特定分野毎の活動を推進している技術部会は、部会大会を定期的に開催し、現時点で重要な課題を共通・重点テーマとして調査等を行い、活発な議論を行っている（表3）。2014年度の部会大会は、2013年度とほぼ同様に34の大会（春季17大会、秋季17大会）が開催された。中でも、熱延鋼板部会、冷延部会、大形部会は、それぞれ第100回の部会大会を迎え、記念企画が行われた。参加者延べ人数は2,724名（そのうち大学等研究者の延べ参加人数は68名、2013年度から15名増）であり、2013年度の2,650名に比べ若干増加した。

また、学術部会との産学連携も定着しており、部会大会や若手育成のための企画への大学研究者の参加、学術部会との合同企画等、交流が推進されている。

特定技術課題を共同で重点的に検討する技術検討会については、19件の技術検討会が活動した。

なお、従来から継続している若手技術者対象の講演会や異業種見学・講演会などに加えて、海外技術の調査やプラントツアー等、さらなる部会活性化を狙った企画の実施とともに、海外からの工場見学および合同技術ミーティング開催の要望を受け入れた。

5.2 技術検討部会

分野横断的、業際的技術課題を検討する技術検討部会は期間を原則3年以内として活動している（表3）。2014年度は、「実用構造用鋼における信頼性向上」技術検討部会の活動が3年目に入り、文献調査等が進められた。「自動車用材料検討部会」では、自動車メーカーとの新たな協力関係のあり方を模索しつつ、見学会、（公社）自動車技術会への話題提供等を行った。また、圧力容器用材料技術検討部会では、鋼材規格検討WG、化学プラント用鋼材の水素脆化評価WGが、それぞれ調査検討、実験等の活動を継続するとともに、新たに高強度耐熱鋼WGが発足した。

5.3 研究助成

本会の研究助成に関する活動内容を表4に示す。「鉄鋼研究振興助成」では、2014年度から受給開始となる対象者として新たに35件（若手13件）が採択され、2013年度から受給を開始した41件と合わせて2014年度は合計76件が助成された。

「研究会」は、2014年度には19研究会が活動し、その内の7研究会が同年度に終了した。

2014年度には、研究会Ⅰ（シーズ型）、研究会Ⅱ（ニーズ型）の各研究会で、7件が新規に活動を開始した（表5）。2015年度は新たに研究会Ⅰが5件、研究会Ⅱが1件採択された（表6）。「産発プロジェクト展開鉄鋼研究」は、2012年度採択のテーマが3月末で活動を終了し、2013年度採択の1テーマが

表3 生産技術部門における技術創出活動の主体

種 類	活動内容
技術部会	・対 象：鉄鋼製造全般にかかわる特定分野 ・部会種類：製鉄、コークス、製鋼、電気炉、特殊鋼、耐火物、厚板、熱延鋼板、冷延、表面処理鋼板、大形、棒線圧延、鋼管、圧延理論、熱経済技術、制御技術、設備技術、品質管理、分析技術、以上19部会 ・参 加 者：鉄鋼企業の技術者、研究者、大学等教職員 ・活動目的：現場技術水準の向上を目的とした鉄鋼生産に関する技術交流、各分野における技術課題の抽出と課題解決、若手技術者の育成、産学連携による技術向上 ・活 動：部会大会（年1～2回）、特定テーマを扱う技術検討会、若手育成のための講習会等各種企画、等
技術検討部会	・対 象：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 ・部会種類：自動車用材料検討部会（第Ⅶ期）、実用構造用鋼における信頼性向上技術検討部会、圧力容器用材料技術検討部会、以上3部会 ・活動内容：技術の方向と課題解決のための技術討議、調査等の研究、他学協会との情報交流、等

表4 日本鉄鋼協会の研究助成制度

種 類	活動内容
鉄鋼研究振興助成	・主旨：鉄鋼研究の活性化、鉄鋼の基礎的基盤的研究の支援、若手研究者の育成 ・募集：公募により毎年採択、受給期間は2年間。 ・特徴：研究者個人を対象、若手枠を設置 ・件数：76件（2014年度受給者数）
研究会	・主旨：鉄鋼研究の活性化、技術革新の基盤創生、産学連携による人的研究ネットワーク構築 ・募集：提案、公募により毎年度採択、活動期間は原則として3年間 ・特徴：大学等研究機関からのシーズ主導の基礎的・先端的テーマを扱う研究会（研究会Ⅰ）と鉄鋼企業からのニーズ主導の応用的・産業的テーマを扱う研究会（研究会Ⅱ）を設置 ・件数：19件（2014年12月末現在活動中）
産発プロジェクト 展開鉄鋼研究	・主旨：鉄鋼業の技術課題の解決、重要かつ基盤的領域の研究、国家プロジェクト等への展開 ・募集：公募により採択、活動期間は原則として3年間 ・特徴：鉄鋼企業からのニーズ主体のプロジェクト ・件数：2件（2014年12月末現在活動中）

表5 2014年度活動 研究会

型	研 究 会 名	部 会	主 査	研究期間
I	電磁振動印加時の物理現象解明	高プロ	岩井 一彦(北大)	2012～2014年度
I	非金属介在物と硫化物・窒化物の固相内反応	高プロ	柴田 浩幸(東北大)	2012～2014年度
I	ワイヤレスセンサネットワークの鉄鋼応用	計測	榎 学(東大)	2012～2014年度
I	加工プロセスにおける酸化被膜の影響	創形	宇都宮 裕(阪大)	2012～2014年度
I	高強度鋼の破壊靱性	材料	粟飯原 周二(東大)	2012～2014年度
II	鋼材矯正後残留応力の予測・評価	圧延理論	早川 邦夫(静大)	2012～2014年度
II	鉄鋼分析における技術基盤の再構築を指向した統合型データベース開発	分析技術	上原 伸夫(宇都宮大)	2011年度下期～2014年度上期
I	生石灰高速滓化によるスラグフォーメーション	高プロ	小林 能直(東工大)	2013～2015年度
I	資源対応型高品質焼結鋳造プロセス	高プロ	村上 太一(東北大)	2013～2015年度
I	革新的水素不働態表面構築の原理探求	材料	坂入 正敏(北大)	2013～2015年度
II	粒子法による製鋼プロセス解析ツールの開発	製鋼	安斎 浩一(東北大)	2013～2015年度
II	高亜鉛含有ダストの高度資源化	電気炉	長坂 徹也(東北大)	2013～2015年度
I	固液共存体の挙動制御によるマクロ偏析低減	高プロ	大野 宗一(北大)	2014～2016年度
I	熱間圧延ロール	創形	小森 和武(大同大)	2014～2016年度
I	鉄鋼インフォーマティクス	材料／創形	足立 吉隆(鹿児島大)	2014～2016年度
I	小型中性子源による鉄鋼組織解析法	評価分析	大竹 淑恵(理研)	2014～2016年度
II	円周ガイド波による配管減肉検出技術 II	設備技術	西野 秀郎(徳島大)	2014～2016年度
II	鉄鋼スラグ中フリーMgO分析法の開発と標準化	分析技術	渋川 雅美(埼玉大)	2014～2016年度
II	スケールの伝熱特性支配因子調査	圧延理論	須佐 匡裕(東工大)	2014～2016年度

表6 2015年度採択 研究会

型	研 究 会 名	部 会	主 査	研究期間
I	高度循環製鉄に向けた鋼中遷移金属・循環元素の熱力学	高プロ	小野 英樹(阪大)	2015～2017年度
I	スマート製鉄システム	環境	加藤 之貴(東工大)	2015～2017年度
I	先進的多軸応力試験による鋼板成形の高度化	創形	桑原 利彦(農工大)	2015～2017年度
I	鉄系金属ガラスの粘性流動成形技術開発	創形	川崎 亮(東北大)	2015～2017年度
I	水素脆化の基本要因と特性評価	材料	高井 健一(上智大)	2015～2017年度
II	新規コークス製造プロセス要素技術	コークス	青木 秀之(東北大)	2015～2017年度

表7 産発プロジェクト展開鉄鋼研究の研究テーマ

研究テーマ	研 究 目 的	主 査	研究期間
製鋼スラグによる東日本大震災で被災した沿岸田園地域の再生	東日本大震災で被災した沿岸田園の除塩、土壌改良に対する製鋼スラグの有効性の確認と、農業利用のためのスラグの組成・組織制御技術の開発を行う。	北村 信也 (東北大)	2012～2014年度
GA皮膜加工特性の飛躍的向上に関する研究	GA鋼板の弱点であるプレス加工時のめっき皮膜加工性の飛躍的向上を目指し、Fe-Zn金属間化合物多結晶組織であるめっき皮膜の剥離現象を極限まで抑制する優れた加工特性を有するめっき皮膜の開発に向けた基礎研究を推進する。	山口 周 (東大)	2013～2015年度
鋼の脆性き裂伝播挙動機構理解深化とLNG貯槽次世代材料設計指針提案	LNG貯槽用鋼材を構造材として使用した場合に、脆性き裂伝播停止特性の付与により、絶対に大規模破壊事故に至らない材料設計が可能であることを実証し安心して使用する基礎環境を整える。	川畑 友弥 (東大)	2015～2017年度

活動中である。また、2015年度の新規案件として、新たに1件が採択された。(表7)。

参考文献

- 1) 内閣府政策総括室：“日本経済2014-2015－好循環実現に向けた挑戦－”，内閣府（2015年1月）

- 2) 内閣府：四半期別GDP速報，検討結果“統計表一覧”，内閣府ホームページ，（参照日2015年2月17日）
- 3) 日本鉄鋼連盟鉄鋼統計専門委員会：“鉄鋼統計要覧-2014年度版”，日本鉄鋼連盟，（2014年10月29日）
- 4) 鉄鋼生産速報 暦年，“全国鉄鋼生産高／全国鋼材生産高”，日本鉄鋼連盟ホームページ，<http://www.jisf.or.jp/data/>

- seisan/index.html, (参照日：2015年2月10日)
- 5) “2015年の鉄鋼原料需給”, 鉄鋼新聞記事, 鉄鋼新聞社 (2015年1月5日)
 - 6) “日本の鉄鋼業2014”, 日本鉄鋼連盟 (2014年6月)
 - 7) “鉄鋼需給四半期報”, 日本鉄鋼連盟 (2015年1月)
 - 8) 2014年12月の自動車生産実績, 日本自動車工業会ホームページ, <http://www.jama.or.jp/stats/product/20150130.html>, (参照日：2015年2月10日)
 - 9) WSA (World Steel Association) ホームページ, <https://www.worldsteel.org/>, (参照日：2015年2月10日)
 - 10) 2015年度の鉄鋼需要の動向について, 日本鉄鋼連盟ホームページ, <http://www.jisf.or.jp/news/topics/141216.html>, (参照日：2015年2月10日)
 - 11) 鉄鋼各社ホームページ, (参照日2015年2月10日)
 - 12) “鉄鋼需給統計月報2015.1”, 日本鉄鋼連盟 (2015年1月16日)
 - 13) 経済産業省産業構造審議会知的財産分科会：技術流出防止・営業秘密保護強化について, 経済産業省ホームページ, http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/chitekizaisan/eigyohimitsu/pdf/001_05_00.pdf, (2014年9月30日等)
 - 14) 新構造材料技術研究組合ホームページ, <http://isma.jp/>, (参照日2015年2月10日)
 - 15) 戦略的イノベーション戦略プログラム, 総合科学技術・イノベーション会議ホームページ, <http://sip-caojp/>, (参照日2015年2月10日)
 - 16) 産学共創基礎基盤研究プログラム「革新的構造用金属材料創製を目指したヘテロ構造制御に基づく新指導原理の構築」, 科学技術振興機構 (JST) ホームページ, <http://www.jst.go.jp/kyousou/theme/h22theme01.html>
http://www.jisf.or.jp/news/topics/documents/FY2014_tekko-juyo.pdf, (参照日2015年2月10日)
 - 17) 経済産業省 経済産業政策局 調査統計部 工業動態統計室：鉄鋼・非金属・金属製品統計月報, 経済産業省ホームページ, http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08_seidow.html, (参照日：2015年2月18日)
 - 18) 気候変動枠組条約第20回締約国会議 (COP20) 及び京都議定書第10回締約国会合 (COP/MOP10) の結果について, 環境省, ホームページ, <http://www.env.go.jp/earth/cop/cop20/index.html>, (参照日：2015年1月23日)
 - 19) “日本鉄鋼連盟, 自主行動計画を達成 10年度エネ消費10%削減”, 産業新聞記事, 産業新聞社 (2013年12月16日)
 - 20) 鉄鋼業の地球温暖化対策への取組低炭素社会実行計画実績報告, 平成27年1月, 一般社団法人日本鉄鋼連盟, ホームページ, <http://www.jisf.or.jp/business/ondanka/kouken/keikaku/documents/gaiyou.pdf>, (参照日：2015年3月16日)
 - 21) 総務省 統計局統計ホームページ, “科学技術研究調査 調査の結果 統計表一覧”, <http://www.stat.go.jp/data/kagaku/kekka/index.htm#kekka2>, (参照日：2015年1月23日)

(2015年2月26日受付)

★新製品★

本会維持会員企業における最近の新製品を表8に示す。

表8 新製品一覧表

分類	会社名	製品名および動向	内 容
土木・建築	日新製鋼	ZAM+®(ZAM®プラス)	溶融Zn-Al-Mg合金めっき鋼板(ZAM®)の高耐食性に新たな機能をプラスした製品(塗装性付与、防眩性付与の2タイプ)。
	日鉄住金鋼板	エスジーエル®(SGL®)	ガルバリウム鋼板®(55%アルミニウム-1.6%シリコン-残部亜鉛)にマグネシウムを2%添加することで耐食性を飛躍的に向上させた溶融めっき鋼板。日鉄住金鋼板、新日鐵住金株式会社、豪州ブルースコープ社との共同研究開発品である。
産業機械	神戸製鋼所	高疲労強度クランク軸と舵用鋳鍛鋼部材	船舶ディーゼルエンジン用組立型クランクシャフトの「型入れ鍛造法」に関して、日本海事協会殿より「設計疲労強度向上」の認証を世界で初めて取得。
	JFEスチール	世界最大厚の降伏強度460MPa級高アレスト鋼板	超大型コンテナ船の安全性保証に必要となる、優れたアレスト性能を有したYP460MPa級極厚高強度鋼板。
電気機械	JFEスチール	スーパーコア®JNSF	高い飽和磁束密度と高周波低鉄損を従来以上に高レベルで両立した表層6.5%のSi濃度傾斜型電磁鋼板。2014年度金属学会技術開発賞受賞。リアクトル、モーター等の小型、高能率化に貢献。
自動車	JFEスチール	JIP クリーンミックスJFM®X	ドリル加工性と旋盤切削性の両方に優れるオールマイティーな被削性に優れる偏析防止処理鉄粉。
		JIP クリーンミックス®ZERO	特殊な潤滑材を用いて粉末の充填性を高める事で焼結部品の重量や寸法安定性を向上できる偏析防止処理鉄粉。
エネルギー分野	新日鐵住金	原油タンカー用高耐食性鋼板 NSGP®-2	タンカーの上甲板や隔壁の腐食環境に耐える鋼板。※NSGP®-1はタンカーの底部用耐食鋼。
		衝突安全性に優れた造船用鋼板 NSafe®-Hull	高延性とする事で、船舶の衝突時の吸収エネルギーを増加させ、沈没等の致命的事故の回避に有効な鋼板。
		高圧水素用高強度高窒素ステンレス鋼 HRX19®	水素ステーションや燃料電池自動車の軽量化に貢献できる高強度かつ耐水素脆性に優れる新材料。
	JFEスチール	X80 グレードの管厚1インチ(25.4mm)電縫鋼管	高強度・厚肉材の豊富な製造実績を基にした独自の成形技術により実現した世界で初めての電縫鋼管。
		石炭運搬船用高耐食性厚鋼板「JFE-SIP®-CC」	石炭運搬船のカーゴホールドの腐食を低減し、メンテナンスコストの削減を可能とする世界初の高耐食性鋼板。
	日本製鋼所	水素ステーション用蓄圧器	容量300L、設計圧力99MPaの鋼製蓄圧器。疲労き裂進展を抑制する高耐久化施工、高精度検査により10万回の寿命を達成。
その他	JFEスチール	JIP S91(粉美人®)	あらかじめ鉄粉と焼石膏を所定割合で均一配合した直播稲作で用いられる種子コーティング用の鉄粉。
	神戸製鋼所	高機能抗菌めっき技術『KENIFINE®(ケニファイン)』	神戸製鋼所が独自開発した高機能ニッケル系合金めっき技術であるケニファイン「KENIFINE®」を植物プラントへ初採用。植物プラント内の床や壁などにケニファイン水系コート を塗布。
	大同特殊鋼	ダイカスト金型専用溶接補修材 DHW	溶接ままで金型と同等の硬さとなる溶接補修材。従来材よりも補修部のヒートチェックの発生や進行を遅らせる。
		DAT58 (TNCZ)	人体に優しい元素からなり、しなやかさと複雑な形状にも加工できる成形性を有した低弾性率チタン合金。

☆生産技術のトピックス☆

2014年の注目すべき技術開発、新設備、新製品などの概要を紹介する。

粉コークス改質（LCC：Lime Coating Coke）による焼結NO_x低減技術

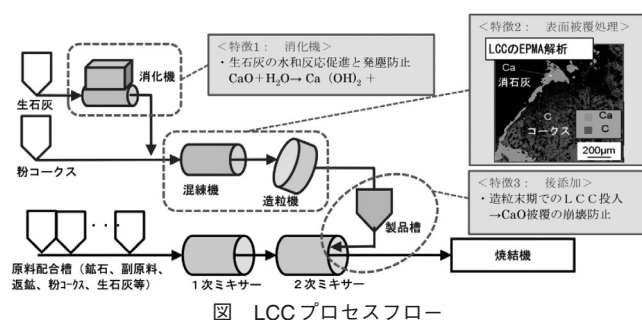
新日鐵住金（株）

鉄鉱石焼結工程においては燃料である粉コークスを燃焼させる際に、含有窒素分の一部が酸化されることによって窒素酸化物（以下、NO_x）が発生する。焼結鉄増産に伴い、NO_x排出量もそれに応じて増加するため、NO_xの低減対策は不可欠となっている。

これまで、発生NO_xを系外で還元処理する脱硝設備対策が広く普及したが、設備費やランニングコストが高額である問題があった。

そこで、本技術（LCC）では、粉コークスと水和生石灰を事前造粒し、粉コークス表面にCa（OH）₂被覆層を形成する粒子を作込む斬新なアイデアを取り入れた。その狙いは、1200℃以上の高温下において、被覆水和生石灰と周囲の鉄鉱石とを反応・溶融せしめ、粉コークスからの脱離により燃焼を活発化させる点である。この結果、粉コークス表層の酸素分圧低下を介して、NO_x生成量が低減する。

本件は2009年に研究を着手し、ラボ試験・実機試験を経て、2013年1月に大分第二焼結機へ導入した。その結果、NO_x排出量は15%低下した。併せて、粉コークスの造粒強化によって、1.1%の歩留改善効果や0.6t/d/m²の生産率向上効果も得られた。



溶解プロセス合理化順調稼働

大同特殊鋼（株）

13年11月に知多・製鋼工場に導入した150t電気炉を含む溶解プロセスは順調に稼働し、2014年度の粗鋼生産は約150万tとなる見込みである。

本プロセスは、関連設備を含め総額約200億円を投じたもので、炉容量の拡大と共に製鋼工場内の溶鋼搬送ラインを整

流化し、連続鑄造機能力をフルに発揮させ、品質の更なる向上とコスト競争力アップを図るもので、トータルの生産効率を大幅にさせた。

また溶解入熱効率の向上、ガスや炭材など代替エネルギーの積極活用によるエネルギー多様化など様々な新技術の導入により、エネルギーコストに関しても従来対比、約10%低減。電気料金値上げに対応すると共に、粗鋼生産能力も約20%向上させた。

この合理化により、自動車や産業機械向け特殊鋼を中心にものづくり競争力を更に高めていく。



原油タンカー用耐食鋼の開発

新日鐵住金（株）

新日鐵住金は、IMO（国際海事機関）が定める原油タンカーの貨物タンク（COT）甲板（天井部）の耐食性能基準を満たす高耐食鋼板NSGP[®]-2を開発し、（一財）日本海事協会及びピロイド船級協会から、共に世界で初めて承認を取得した。

2010年のCOT防食措置に関する国際条約改正により、2013年以降建造契約されるタンカーの腐食対策が義務付けられた。この対策として耐食鋼を使用する場合は、IMOおよび船級協会のルールを満足するものとして承認を得ることが必要となる。NSGP[®]-2が船級協会から承認を受けたことで、防食が義務付けられるCOTに適用する際、正式に塗装なしで使用できることとなった。

COTの天井部は防爆目的で導入されるエンジン排ガス成分（CO₂、O₂、SO₂）と原油由来のH₂Sが存在し、昼夜の温度差により濡れと乾きが繰り返される極めて特異な腐食環境下にある。この環境においては弱酸性の結露水による乾湿繰り返しにより腐食が進行するという機構をベースに再現試験法を確立し、少量の合金元素添加により耐食性を大幅に向上させたNSGP[®]-2を開発した。

NSGP®-2は船級規格を満足する材料特性と従来鋼とほぼ同等の施工性を有する鋼材であり、原油タンカー COT天井部に約8年間適用し実環境で優れた耐食性を有することを検証した。本結果を基に25年後の推定板厚減少量を求めたところ、IMO 規定の腐食試験の合格基準である2mmに対し、従来鋼は2.7mmとなり基準を上回るが、NSGP®-2では約1.6mmと従来鋼の6割程度で、長期間の無塗装使用が可能となると考えられる¹⁾。

新日鐵住金が既に開発し2011年に船級協会の承認を取得している原油タンカー COT底板用の耐食鋼NSGP®-1とNSGP®-2とを組み合わせることで原油タンク底部から天井部まで塗装が不要となり、建造時や竣工後の定期的維持管理に際し、塗装・点検用足場等の周辺準備等含め、塗装費削減や工期短縮、更にはVOC（揮発性有機化合物）の削減による環境負荷軽減にも寄与する。

1) 新日鐵住金技報, 400 (2014) 86.

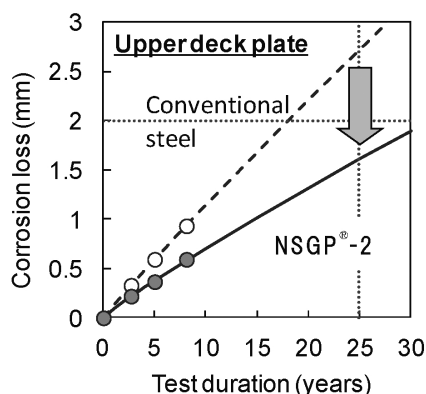


図 NSGP®-2の実船試験結果および25年後推定腐食量

衝突安全性に優れた造船用鋼板「NSafe®-Hull」

新日鐵住金 (株)

今治造船 (株)

(独) 海上技術安全研究所

新日鐵住金が開発した、衝突安全性に優れた高延性造船用鋼板「NSafe®-Hull (エヌセーフ ハル)」が、今治造船、海上技術安全研究所との実用化に向けた共同研究を経て、世界で初めて (株) 商船三井の船舶 (ばら積み船) に採用され、2014年8月2日に進水した。

NSafe®-Hullは、従来の施工性を維持しながら、化学成分の適正化とTMCP (Thermomechanical Control Process) 技術の活用により、フェライトと第二相の組織分率を最適化し、かつ第二相を微細分散させるマイクロ組織制御を行うことで、高強度と高延性の両立を可能にした。さらに、Sの低減と介在物制御を行うことで、延性破壊のボイドの起点となり得る粗大介在物を減少させ、伸びのばらつきを低減した。TMCP 技術の活用は、炭素当量及び溶接割れ感受性組成の低減にも寄

与しており、十分な溶接性と溶接熱影響部靱性を確保した。

NSafe®-Hullは延びに優れるので、非線形有限要素法解析によるシミュレーションの結果、例えば、ばら積み船に適用した場合、船体中央部に側面から衝突された際に破口発生までの衝撃吸収エネルギーが従来鋼に比べ約3倍となる (図1)。船体の破口発生の抑制により、貨物の保護、深刻な環境汚染につながる油流出の防止の役割を担う。

今回実用化された船舶には、貨物倉船側部、燃料タンク部などの高い衝突安全性が求められる部位に、合計約3000tのNSafe®-Hullが採用された。さらに2015年10月に竣工予定のばら積み運搬船にも約2000t適用される予定である。

今後は、(一財) 日本海事協会では、本船のように安全性を高めた船舶に対し「ノーテーション (識別表示)」を付与し、船舶の安全性向上を推進することを検討している。

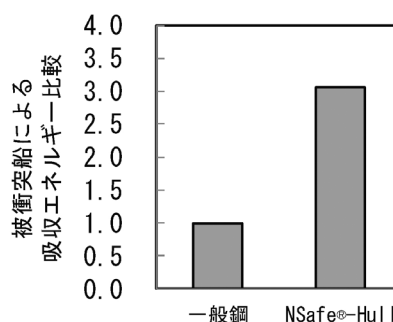


図1 被衝突船 (ばら積み船) による吸収エネルギーの比較 (一般鋼の場合を1として正規化)

厚板加速冷却設備の改造

(株) 神戸製鋼所

神戸製鋼所は加古川製鉄所 厚板工場の加速冷却設備を2014年7月に改造した。2015年3月に本格稼働の予定。

新興国を中心とした世界的なエネルギー需要の増大・北米でのシェールガス革命等により、石油やガスを生産・輸送する海洋構造物やパイプラインの市場は将来的に拡大して行く予想されている。そのトレンドに対応するため、当社では海洋構造物用鋼板やラインパイプ用鋼板の開発と拡販を進めている。

海洋構造物やラインパイプに使用される鋼板の多くは、圧延直後の加速冷却設備で鋼板全体を高速で均一に冷却し、かつ冷却温度域を高い精度で管理することで組織微細化を行い、破壊に対する高い安全性の確保と良好な溶接施工性を実現するためにTMCP*が適用されている。

今回既存の加速冷却設備を、水冷ノズルを稠密に配置しかつ鋼板に近づけると共に、水を高圧で噴射する方式に改造することで、鋼板の均一冷却に適したものとし安全性の確保と良好な溶接施工性の双方を実現した。これによりエネルギー分野向けの高機能鋼の対応力を強化できると共に、造船や建材分野向け製品についても高機能化を図る。

※ Thermo Mechanical Control Process (制御圧延、制御冷却を適用した製造技術)

石炭運搬船用高耐食性厚鋼板「JFE-SIP®-CC」

JFEスチール (株)

JFEスチールは、石炭運搬船カーゴホールド (貨物倉) の腐食を抑制する高耐食性厚鋼板「JFE-SIP®-CC」を世界で初めて開発し、石炭運搬船に初採用された。

石炭運搬船のカーゴホールドでは、石炭の硫黄分が結露水と反応して希硫酸水溶液が生成され、鋼板が激しく腐食する。そのため、定期的な再塗装や、場合によっては鋼板の交換が必要となり、メンテナンスコストを増大させていた。更に腐食が広範囲に渡る場合は、船の寿命自体に影響を与えていた。

JFEスチールは、適切な合金元素の添加により、石炭に由来する硫酸イオンの鋼材表面への侵入をブロックする保護性の高い緻密な錆層が形成されることを見だし、腐食減肉を遅らせることが可能な本耐食鋼を開発した (図1、図2)。

実際のカーゴホールド内での暴露試験でも、実験室での腐食試験と同様に耐食鋼の優位性を確認している。実験室での石炭積載腐食試験では、鋼板の寿命が大幅に延びることが確認されており、石炭運搬船のメンテナンスコストの削減が期待される。また、本耐食鋼は、従来鋼と同等の溶接性や加工性を有しており、船舶建造に際しての特別な施工管理も必要としない。今後、本耐食鋼の適用拡大により、石炭運搬船のライフサイクルコスト低減に寄与していく。

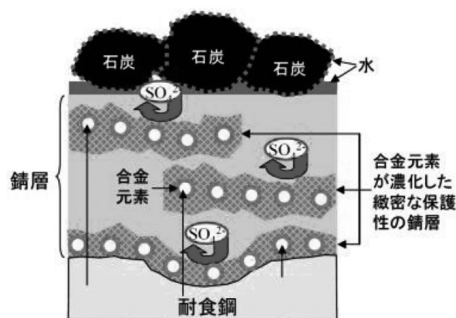


図1 防食機構

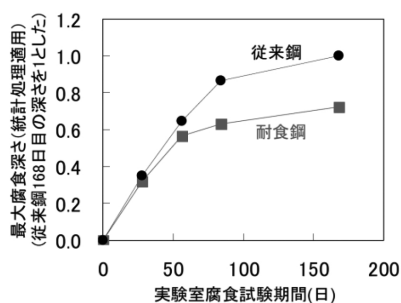


図2 実験室石炭積載腐食試験結果

世界最大厚の降伏強度 460MPa 級高アレスト鋼板

JFEスチール (株)

JFEスチールは、メガコンテナ船に用いられる世界最大厚 (80mm) の降伏強度 460MPa 級高アレスト鋼板を開発し、(一財) 日本海事協会より認証を取得した。

コンテナ船は、その構造上大きな開口部を有し、デッキ上部構造に高強度厚肉の鋼材を使用する必要がある。更に近年、16,000TEUを超えるメガコンテナ船も建造され始め、デッキ上部構造では降伏強度 460MPa 級、板厚 80mm の鋼板が必要となった。しかし、鋼板は高強度厚肉になるほど靱性が低下し、亀裂の伝播を抑制するアレスト特性も低くなるため、メガコンテナ船デッキ上部構造用の高アレスト鋼板を製造することは困難であった。さらに、IACSにより、2014年以降に新規契約されるコンテナ船にはデッキ上部構造へのアレスト設計が義務付けられることとなった。この様な背景から、新規メガコンテナ船用に適用できる極厚の高強度かつ高アレスト鋼板が求められていた。

JFEスチールは、鋼板のアレスト特性向上のために、結晶粒の微細化に加えて、TMCP技術を駆使することにより、亀裂進展の抵抗となる向きの結晶比率を通常より上昇させる独自の結晶方位制御技術を適用し、極厚・高強度の鋼材においても高いアレスト性を確保することを可能とした。今後、コンテナ船の大型化による輸送効率の更なる向上や船舶航行の安全確保に貢献していく。

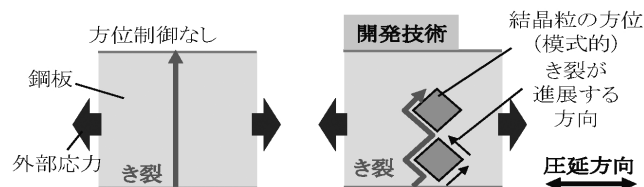


図 結晶方位制御によるき裂伝播抑制技術

高伸び・伸びフランジ型高張力合金化溶融亜鉛めっき鋼板

JFEスチール (株)

自動車軽量化のために車体強度や耐衝突特性を支える骨格部品向けにプレス成形性の優れた鋼板として伸びの高い高張力合金化溶融亜鉛めっきが開発されてきたが、高い伸びだけではプレス成形出来ない部品に対しても高強度化の必要性が迫ってきている。JFEスチールは、この状況に対して従来鋼に比べて伸びフランジ成形性を向上させた、高伸び・伸びフランジ型高張力合金化溶融亜鉛めっき鋼板の開発に取り組んできた。

従来、高強度で高い伸びを得るために硬度差のある複数の金属組織を鋼板の中に共存させる方法がとられていた。この方法では、鋼板をプレス用ブランク素材に打抜く工程において金属組織の硬度差が原因となって成形時に鋼板端面内部に

おいて割れの起点となるボイドが発生しやすくなる。このボイドが鋼板の伸びフランジ成形性を低下させることになり、図1に示すように伸びフランジ成形性が自動車骨格部品への高張力合金化溶融亜鉛めっき鋼板の更なる適用拡大での大きな課題となっていた。JFE スチールは独自の熱処理により金属組織それぞれの硬度や体積などを精緻にコントロールする画期的な組織制御技術を開発し、図2に示す伸びを高く維持したまま伸びフランジ成形性に優れた590～980MPa級合金化溶融亜鉛めっきを開発した。

この開発鋼板は、従来鋼に比べて約2倍もの穴広げ率を有している。これにより、自動車骨格部品の形状自由度が広がることから、深い絞り形状のピラーロアなどの車体骨格部品について高張力合金化溶融亜鉛めっき鋼板のさらなる適用拡大に貢献できる。



図1 伸びフランジ成形性不足による高張力合金化溶融亜鉛めっき鋼板のプレス割れ事例

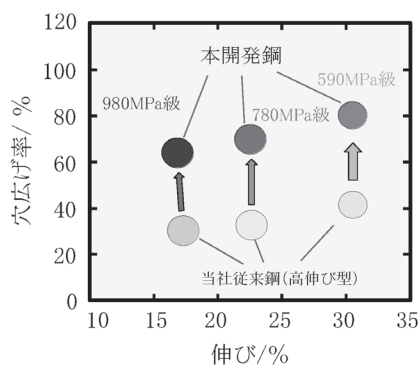


図2 開発鋼の伸びフランジ成形性

高圧水素用高強度高窒素ステンレス鋼HRX19®の開発

新日鐵住金(株)

新日鐵住金は燃料電池自動車や水素ステーションなどの高圧水素用途の高強度ステンレス鋼HRX19®を開発した。この開発材は既に複数の商用水素ステーションに採用されている。

燃料電池自動車の航続距離向上のためには従来の35MPaよりも圧力が高い70MPa級の水素タンクが必要となる。また、水素ステーションでの充填を高速度化するためには配管

内径の拡大が必要となる。これを実現するためには、自動車やステーションに使われる金属材料に、これまで用いられてきた材料(SUS316L等)より高強度が必要で、あわせて、水素ガスの漏洩防止や施工コスト低減のため、溶接ができることが強く望まれていた。

そこで新日鐵住金はNi添加量をSUS316Lレベルに抑えつつ、Niと比較して安価な元素であるMnやCr、Nの添加量を適正化することで金属材料では最高レベルの耐水素脆性(図1)と高強度(図2)の両立を実現した新材料を開発した。開発材は溶体化熱処理ままで高強度を達成しており、溶接施工も可能となる。

水素ステーション普及に向けた課題の一つに莫大な建設・運転コストが挙げられるが、このHRX19®を使用することにより装置の小型化、軽量化が可能となりコスト低減が図られる。さらには溶接施工を適用することでメンテナンスコストの低減に加え、安全性の更なる向上も期待される。まさに水素社会に変革をもたらす優れた材料である。

新日鐵住金は今回紹介した開発材だけでなく、製鉄所で副生する水素の活用や水素輸送に用いられる各種配管の製造など、二酸化炭素を排出しない燃料電池の普及に向け、これからも貢献していく。

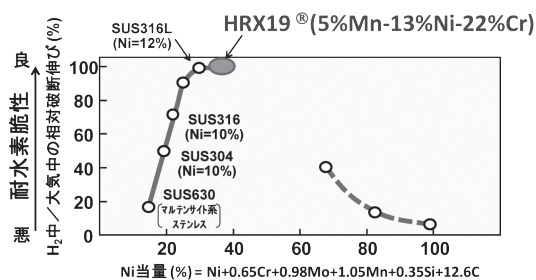


図1 HRX19®の耐水素脆性

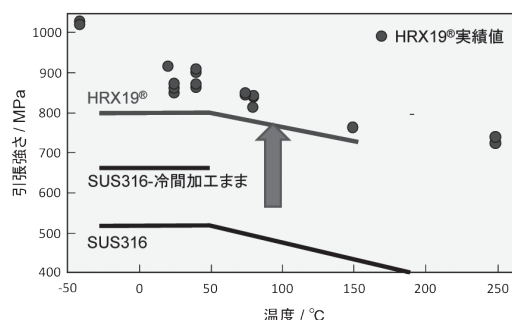


図2 HRX19®の引張強さ

高耐食性継目無鋼管『JFE-UHP®-17CR-110』初納入

JFE スチール(株)

JFE スチールは、ブラジル国営石油会社Petróleo Brasileiro S.A. (以下、「ペトロブラス社」)がブラジル沖合で展開する油田開発プロジェクト向けに、ケーシングパイプ用油井管『JFE-

UHP®-17CR-110』280トンを入れた。耐腐食性に優れた継目無鋼管『JFE-UHP®-17CR-110』の納入は今回が初めてであり、管厚13.84mm、外径9.625インチ(244.4mm)の鋼管を知多製造所で製造、出荷した。

同プロジェクトは、ブラジル沖合の海底盆地の海底下3,000m～4,000mにあるプレソルトと呼ばれる層から原油を産出するプロジェクトである。プレソルトは高腐食環境であり、従来は耐腐食性に優れた二相系ステンレス鋼と呼ばれる超高級材が多く使用されてきた。当社が独自に開発した『JFE-UHP®-17CR-110』は、高強度で高温特性に優れた耐腐食性鋼管である『JFEUHP®-15CR』よりもさらに耐腐食性を高めた鋼材で、二相系ステンレス鋼に比べてコスト面・納期面でのメリットが見込まれる。

また、パイプ同士の接続部には、シール形状に特徴がある最新特殊ネジの『JFELION®』が使用される。

本件は『JFE-UHP®-17CR-110』の初納入案件である。当社の長年にわたる世界の様々な油田・ガス田開発プロジェクトへの高級鋼管の供給実績、およびそれを支える最先端の鋼管製造技術と品質への高い信頼性が評価され、今回の初受注に至った。



図 製造中の『JFE-UHP®-17CR-110』

鋼板凹凸表面欠陥検査システム

JFE スチール (株)

薄鋼板表面の凹凸量が数 μ m程度の非常に小さいロール疵は、そのままの状態では目視確認できないが、お客様で加工時に塗装されると明瞭に見えるようになり、外観上大きな問題となる。従来、このロール疵を見つけるために、鋼板の走行を一旦停止し、砥石がけを行った後に目視検査を行っていたが、生産性を阻害する一要因となっていた。

上記に対し、ロール疵部での残留応力に起因した歪みが透磁率変化を引き起こすメカニズムを解明、漏洩磁束法の適用に取り組み、JFE スチール西日本製鉄所福山地区No.4CALへ検査装置を設備化した。本装置における探傷ヘッドは、幅方向磁化器と1mmピッチで配置された100chのホール素子より構成され、1回につき幅方向100mm、長手方向24mを検査する。ここでロール疵は、幅方向同一位置に該当ロール周期でコイル全長に渡って発生することから、一方の板エッジから他方に向かって、上記所定長さ分を検査、横行、検査を

繰り返しながら全幅検査する。各ホール素子からの探傷信号は、10回の同期加算処理を施すことでS/Nを3倍程度向上、安定したオンライン探傷を実現した。

本装置は2010年1月より運用を開始、ライン停止を伴う定期的な砥石がけ頻度を従来の4割まで低減させることで、ライン生産能率が大きく向上した。

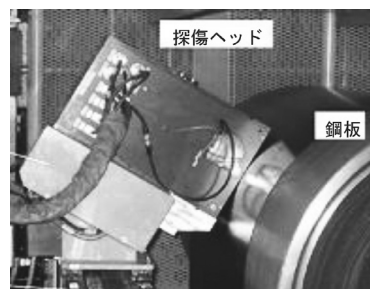


図 探傷ヘッド外観

Phased-Array UTを用いた超大型ロータ軸材の評価手順確立

(株) 日本製鋼所

一体LPロータ軸材の超大型化が進み、近年では最大径が ϕ 3,200mmにまで達しているが軸材を伝播する超音波のエネルギーは軸材径の二乗に反比例して減衰することから従来UT法では「きず」の「検出能」を上げる事が困難になっている。

「検出能」を上げられない主要因は超音波が鋼中で拡散しながら伝播する「拡散損失」によりエネルギーが減衰するからであり、もう一つは探触子と探傷面が密着せずに超音波のエネルギーをロスする「伝達損失」である。

「拡散損失」を防ぎエネルギーを軸材の中心部まで到達させるために、超音波を電氣的に収束させるPA-UTの機能“Zone Focusing”(図1)を応用して“近距離”“中距離”および“遠距離”のそれぞれに収束させるような超音波特性を設計する事で一度の探傷走査で全域をカバーする事を可能とした。その特性を用いて「きず」の「検出能」を評価した結果、最小検出欠陥(きず)サイズが従来UT法では一体LPロータ軸材の中心部で ϕ 1.2mm程度に対し本方法では ϕ 0.4mmと大幅に向上させる事が可能になった。また「伝達損失」を軽減する為に、1つの探触子を4つのハウジングに分割し、個々のハウジングが外周面の曲面に追従するようにデザインした探触子を開発した。

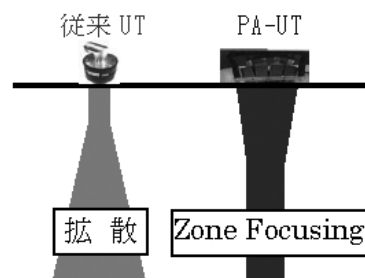


図1 PA-UT/Zone Focusing

日本製鋼所では、確立した品質評価手順を自動UT装置に組入れて一体LPロータを探傷することで「高い検出能」を維持したまま、要求する探傷データを効率よく正確に採取する事を可能とした(図2)。



図2 自動UT装置による探傷

水素ステーション用蓄圧器

(株)日本製鋼所

日本製鋼所は、水素ガス脆性に対する長年の材料研究を基に設計圧力99MPaの高耐久・高信頼性を有する鋼製水素蓄圧器の開発に成功し、燃料電池自動車(FCV)用の水素ステーションに採用された。

水素蓄圧器は、高压容器としての設計・製造要求に加え、水素環境下での材料の脆性も考慮する必要がある。材料はアメリカ機械学会(ASME)で超高压圧力容器への使用が認められている強度・じん性に優れた低合金鋼SA-723Mを用い、高压水素中での各種評価試験により高い安全性を確認している。また、製造の各工程においても水素脆性の影響を低減させるための種々の対策を施し、特に加工工程では水素中の疲労き裂進展を抑制するための高耐久化処理も施している。製造中の検査においては、圧力容器メーカーとしての数多くの実績やノウハウを基に厳しい検査項目を設け、万全な品質管理体制で製造している。その結果、サイクル寿命10万回かつ年数無制限で使用可能な蓄圧器として高压ガス保安協会(KHK)の認可を取得し、高い安全性と信頼性を実現した。蓄圧器は、外面からの超音波探傷検査で内表面の欠陥の有無に関する検査ができ、カバーを開放することで内表面の精密検査が可能なストレート形状とし、供用中の信頼性を確保できる構造となっている(図)。

鋼製水素蓄圧器は更に寿命を延ばすことが可能であり、今後のFCV普及期における蓄圧器として期待されている。



図 300リットル鋼製水素蓄圧器

鉄道車両用歯車装置の低騒音化

新日鐵住金(株)

近年、省エネルギーおよびCO₂削減の推進により、鉄道の利用増加とともに、利便性改善に伴う鉄道車両の高速化や運用距離の延長等の対策が講じられ、車内の快適性向上や周辺環境の騒音低減要求が高まっている。

新日鐵住金は、歯車装置の一歯毎の噛み合い運動に注目し、騒音の原因となる歯の撓みにより発生する噛み合いの振動起振力が、可能な限り小さくなる様に以下の特徴を持つ新しい歯面修整形状(図1)の開発に成功した。

1. 噛み合い進行方向にできるだけ長く相手歯車との歯当たり接触を保つ事ができる。
2. 走行中の幅広いトルク変動でも噛み合いの起振力の変動が少ない(図2)。
3. 走行中に歯車装置の変位が発生しても、極端な歯面の片当りを防止できる。

このような特徴を持つ歯面修整として、三次元的な滑らかな歯面修整を施した歯車を開発する事により、現状の寸法形状を維持しつつ、歯車装置の騒音を従来より約10dB低減させる事ができた。これにより新幹線を始めとする高速鉄道や、在来線、地下鉄等幅広い鉄道分野への活用が可能となり、車内の静粛性向上や周辺環境の騒音低減に効果を得ている。

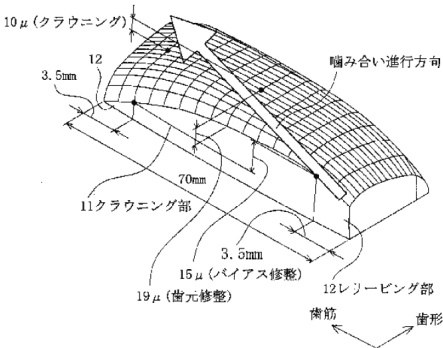


図1 歯面修整形状例

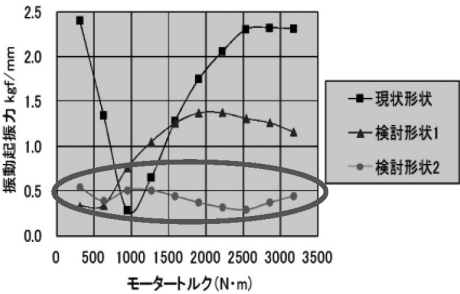


図2. 振動起振力検討結果