

2013年鉄鋼生産技術の歩み

Production and technology of Iron and Steel in Japan during 2013

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

2012年末に政権が交代し安倍政権が発足した。2013年は新たな変化への期待感の中でのスタートとなったが、アベノミクスと呼ばれる「金融政策」、「財政政策」、「成長戦略」からなる経済政策が示され、年初から大胆な金融緩和、補正予算による緊急経済対策が講じられた。この結果、円高が解消し株価も上昇して、我が国の経済情勢は大きく好転した。更に、実質GDP成長率は年を通じてプラスを維持し、物価上昇率の向上、完全失業率の改善が進み、实体经济への効果が確認されるようになった。ただし、2011年に発生した東日本大震災および原発事故からの復興は、未だ緒に就いた感が否めず、引き続き復興・復旧対策を確実に進めていくことの重要性が再認識された。

このように経済情勢が好転したことにより、2013年の我が国の粗鋼生産量は、1億1,057万トンとなり、前年比3.1%増の高水準となった。原料コストも円安ながら比較的安定した上、鋼材価格も改善したことにより、高炉メーカーを中心に業績は改善した。しかしながら、電力コストの上昇を抱える電炉メーカーには厳しい状況となった。国内では、新日鐵住金(株)や(株)神戸製鋼所における高炉休止を含む構造改革や流通業界にも及ぶ企業再編の動きが継続した。一方で、高炉大手による海外の製造ラインの増強や工場買収の動きもあり、国内から海外へのシフトがゆっくりではあるが確かな変化の1年となった。以下に、2013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括する。

1.1 鉄鋼原料の動向

2004年頃からの中国の需要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、鉄鉱

石は豪州、ブラジル等から、原料炭は豪州、カナダ等からの供給量拡大により2011年がピークとなり、2013年は前年に続き安定化する傾向となった。原料価格については、鉄鉱石(豪州・粉鉄石)は年平均で約120US\$/トンレベルとなり、2012年とほぼ同じ水準だった。また、原料炭(豪州・強粘結炭)は豪州やカナダからの供給量過多の傾向にあり、年平均で約150US\$/トンとなり、2012年よりも一段安価となった。

また、インドネシアの新鉄業法によるニッケル鉄石等の輸出禁止等の資源ナショナリズムの問題も引き続き顕在化した。

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、2013年の鉄鋼需要産業の動向は概略以下のとおりである。詳細は、原典あるいは鉄鋼連盟のホームページを参照されたい。

[土木] 2013年1月に講じられた総額10兆円にのぼる緊急経済対策では、公共事業費・施設費として、当初予算に匹敵する約5兆円が上積みされ、上期にかけて公共土木受注額は高い伸びを示した。

[建築] 住宅建設は、消費増税前の駆け込み等の要因により、リーマンショック後に年率80万戸台に落ち込んでいた新設住宅着工戸数が100万戸台に回復した。非住宅分野でも着工床面積が堅調に増加した。

[造船] リーマンショック前に受注した新造船の大量竣工があり、世界経済の停滞感から海運市況低迷という状況に変わりはなく、2013年に入り輸出船契約量が増加した。

[自動車] 2013年の国内販売台数は当初予想ではエコカー補助金の終了等により前年割れとなる予想であったが、軽自動車人気の拡大、ハイブリッド車等の新型車効果等により前年度を上回る見通しである。また、2013暦年の四輪車の生産

台数は963万台で対前年3.1%の減少となった¹⁾。

[産業機械] 建設機械は、復興需要等により堅調な生産活動が期待され、外需も含めると緩やかな回復傾向である。運搬機械は国内の合理化投資等を背景に好調な推移が見込まれる。また、ボイラー・原動機では国内での電力業向けや新興国向けの外需が見込まれ前年度を上回る見込みである。

[電気機械] 重電機器生産は新興国を中心に海外での電力需要が伸びていること等から外需主導で持ち直したが、国内市場では電力会社向けは厳しい状況である。家電・電子機器、白物家電では消費税増税による駆け込みや猛暑・残暑の影響で活動水準を下支えている。一方で、電子機器については地デジ移行後の反動減の影響により大きく停滞している。

このような鉄鋼需要産業の動向に対して、本会維持会員企業においては2013年も新たな製品が開発された。これらの詳細については、後述の表8に示す通りである。

1.3 粗鋼生産量の状況

我が国の2013暦年の粗鋼生産量は1億1,057万トンと前年に比べて3.1%の増加となった。リーマンショック以降4年続けて1億トン台の生産となり、5年振りに1億1,000万トンを超えた。炉別生産では、転炉鋼が8,568万トン、電炉鋼が2,489万トンで、対前年比率では転炉鋼が337万トン増加、電炉鋼は4万トンの減少となった(図1)²⁾。

世界の粗鋼生産量は、2013暦年では対前年3.1%増の16億723万トンとなった³⁾。引き続き右肩上がりの情勢であり、初めて16億トンを超えた。2013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。中国の対前年伸び率は6.6%であり、依然として高い成長率を維持している。また、我が国も3.1%、インドも5.0%の伸びとなったが、10位以内の他国は対前年比マイナスの傾向となった。

また、世界の鉄鋼業の2013年末の操業率は74.2%であ

り³⁾、昨年末の72.0%よりも上昇した。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続いている。

日本鉄鋼連盟では、2014年度の国内鉄鋼需要見通しを発表している。これによると消費税増税に伴う需要の反動減により個人消費や住宅投資の落込みは避けられないものの、企業収益改善による設備投資の回復、米国を中心とした海外経済の持ち直し等による輸出の回復等から、景気はプラス成長を維持するとみられるとしている⁴⁾。

1.4 グローバル化の展開

2013年も鉄鋼各社の海外展開に関する報道があった。新日鐵住金では、6月にインド、メキシコにおける自動車用鋼管事業の量産や営業運転開始、9月～10月にはメキシコ、タイでの溶融鋳鉛めっき鋼板工場の営業運転開始、9月に中国での自動車用鋼板合弁会社の能力増強が報じられた。さらに、11月末には、アルセロールミタル社と共同で、ティッセンクルップ社の米国の薄板工場を買収し合弁事業化するとの発表があった。

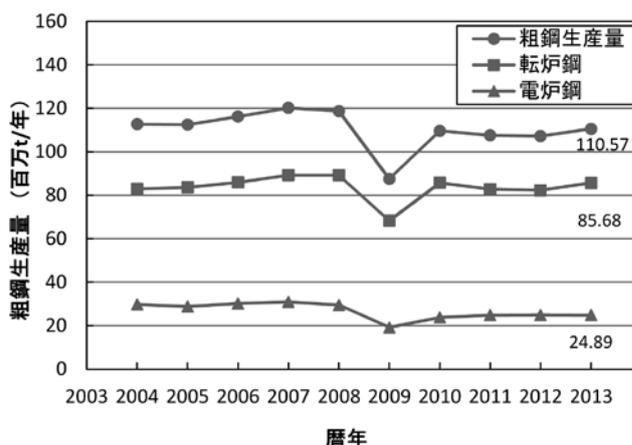


図1 我が国の粗鋼生産量の推移 (暦年)²⁾

表1 粗鋼生産量のトップ10 (出所：WSA；百万トン)³⁾

	2013年 トップ10	2010年	2011年	対前年伸び率 2011/2010 (%)	2012年	対前年伸び率 2012/2011 (%)	2013年	対前年伸び率 2013/2012 (%)
1	中国	638.7	702.0	9.9	731.0	4.1	779.0	6.6
2	日本	109.6	107.6	▲1.8	107.2	▲0.4	110.6	3.1
3	アメリカ	80.5	86.4	7.3	88.7	2.7	87.0	▲1.9
4	インド	69.0	73.5	6.5	77.3	5.2	81.2	5.0
5	ロシア	66.9	68.9	3.0	70.4	2.2	69.4	▲1.4
6	韓国	58.9	68.5	16.3	69.1	0.9	66.0	▲4.5
7	ドイツ	43.8	44.3	1.1	42.7	▲3.6	42.6	▲0.2
8	トルコ	29.1	34.1	17.2	35.9	5.3	34.7	▲3.3
9	ブラジル	32.9	35.2	7.0	34.5	▲2.0	34.2	▲0.9
10	ウクライナ	33.4	35.3	5.7	33.0	▲6.5	32.8	▲0.6

JFEスチール(株)では、4月にタイで溶融亜鉛めっき鋼板製造設備が稼働し、11月には開所式が開催された。また、6月にはインドネシアにおける自動車用溶融亜鉛めっきライン建設が報じられた。

神戸製鋼所では、3月に同社が設立した中国における高級ばね用鋼線の製造・販売会社が稼働開始、5月には北米における自動車用冷延ハイテンの連続焼鈍設備の営業運転を開始、10月には中国で自動車用冷延ハイテン製造合弁会社の契約締結が行われた。

以下に、2013年の鉄鋼生産技術の歩みを振り返る。

2 技術と設備

2.1 日本鉄鋼業の技術的環境

2013年は、経済情勢の好転もあり、我が国の粗鋼生産量は5年ぶりに1億1,000万トンを超える水準となった。このような中、国内の数社の製造現場では高炉休止を含むような構造改革の方向性が打ち出され、一方で自動車用鋼板をはじめとする海外シフトの動きが大きく進展した年であった。また、鉄鋼業の地球温暖化対策として、粗鋼生産量1億トンを前提として、2008～2012年の5年間平均で、鉄鋼生産工程におけるエネルギー消費量を基準年(1990年)に対して10%削減するとした自主行動計画を達成することが出来たという報告もあった。

次に、鉄鋼産業に関わりの深い国家プロジェクトでも、2013年には大きな進展があった。

第一に、我が国の鉄鋼業界が総力を挙げて取り組んでいる「環境調和型革新的製鉄プロセス開発」(COURSE50)は前年までにフェーズ1の第1ステップ(2008～2012年)を終了し、第2ステップへ移行した。第2ステップでは試験高炉を建設して水素還元とCO₂分離回収を連動させる試験を行う予定である。二番目には、材料系の大型の国家プロジェクトとして、鉄鋼技術分野が企画立案を主導してきた「革新的構造材料」プロジェクトが技術研究組合を立ち上げて、技術開発が始動した。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。

以下、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

2013暦年の銑鉄生産量は、8,385万トンであり、2012年の8,141万トンと比べ3.0%増となった⁵⁾。平均出銑比は2012年の1.88トン/m³・日に対して、1.94トン/m³・日に増加した。2013年末の高炉稼働状況については、2013年末が27基と増減はなかった。内容積5,000m³以上の高炉は2012年末と同様

13基である。

新日鐵住金では名古屋製鐵所において、今回が第2号プラントとなる次世代コークス製造技術「SCOPE21」を導入したコークス炉が6月に竣工した。原料炭の事前急速加熱によるコークスの品質向上および製造時間の短縮など、低品位原料炭の利用拡大や大幅な省エネルギー効果などを発揮すると見込まれる。

2.3 製鋼

2013暦年の粗鋼生産は、1億1,057万トンであり、2012年の1億723万トンと比べ、3.1%増となった(図1)。圧延用鋼塊に占める連铸鋼片の比率を図2に示す⁵⁾。普通鋼は99.9%と高水準を維持しているが、特殊鋼でも97.1%と増加している。

日新製鋼(株)周南製鋼所では、ステンレス製造プロセスとしては世界初の試みとなる機械式炉外脱硫設備を導入した。電気炉におけるCaF₂使用量をゼロとするとともに、大幅なエネルギー原単位の低減を達成した。

大同特殊鋼(株)では、知多工場の約200億円の製鋼増強(製鋼プロセス改革)投資を完了し、2013年11月にホットランを開始した。150トン電気炉の新設、物流の整流化などにより能力増強や品質・コスト競争力強化を図るものであり、材料特性確認を経て、2014年度早々には新製鋼プロセスによる生産へ切り替える見通しである。

新日鐵住金株式会社と東邦チタニウム(株)は、航空機向けチタン合金製造の分野で合弁会社を設立して2014年4月から共同で事業を開始することを発表した。新日鐵住金直江津製造所が保有するEB炉(Electron Beam Furnace)1基に加え、新たに(株)大阪チタニウムテクノロジーが保有するVAR炉(Vacuum Arc Remelting Furnace)2基を購入し、中間製品であるチタンインゴットの成分均質化を確保し、製造能力、品質及びコスト競争力の向上を狙ったものである。

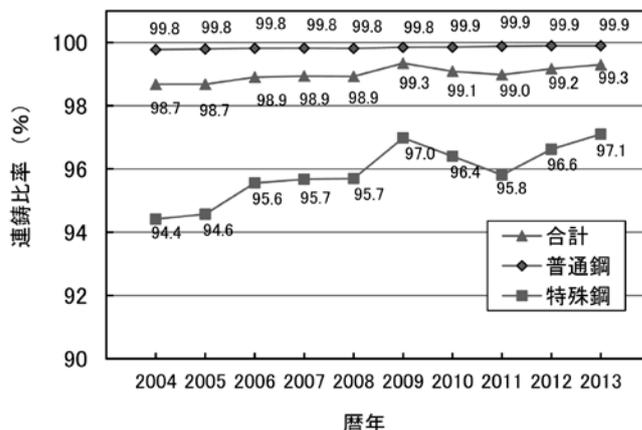


図2 圧延用鋼塊に占める連铸鋼片の比率⁵⁾

2.4 鋼材

2.4.1 薄板

JFE スチールは、高速圧延における優れた潤滑性と圧延油消費量の低減を両立した「ハイブリッド潤滑による冷間タンデムミルの高速圧延技術」を開発し、(一社)日本塑性加工学会より平成25年度日本塑性加工学会賞の大賞を受賞した。これはエステル系合成潤滑油を界面活性剤により低濃度(1~3%)で乳化したエマルジョンを循環使用する給油システムをベースとして、エマルジョン中の油滴が鋼板表面で油膜を形成する挙動を積極的に制御するものである。

また利用技術に関する開発も活発に行われた。新日鐵住金は、ガスケットに加工されたステンレス薄鋼板の疲労強度を簡便かつ適切に評価する方法を開発した。さらにホットスタンプにおいて成形時の下死点保持時間を大幅に短縮する直水冷金型技術や超ハイテンの易成形化を可能とする革新的な新プレス工法を開発した。

JFE スチールは(株)日立製作所と共同で、実使用環境下での耐食性を適正に評価できる表面処理鋼板の耐食性試験法を開発し、2013年3月にISO国際規格に制定された。

2.4.2 厚板

新日鐵住金は、無機Znプライマとの組合せで、高塩害環境において優れた耐食性を有する6%Cr-高Al添加低合金鋼鋼材を開発した。鋼板表面の不動態化状態を安定的に維持し、Zn犠牲防食機構と腐食生成物の活用により高塩害環境において優れた耐赤さび効果を有する地球環境に優しい低合金鋼である。

JFE スチールは2013年9月に引張強度590N/mm²級の建築向け高強度厚板の最大板厚を従来比2倍の100mmまで拡大し、国土交通省の認定を取得した。

2.4.3 鋼管関連

溶接鋼管メーカーの住友鋼管(株)と日鉄鋼管(株)が合併し、「日鉄住金鋼管(株)」が発足した。両社各々の技術・ノウハウを結集することでシナジーを高めるとともに、販売品種の強化や生産体制の最適化を実施し、事業の効率化や顧客対応力の向上を図っている。

JFE スチールは、API X80グレードの管厚20mm超えの高強度厚肉電縫鋼管を開発した。深海での外部圧力に耐える強度と厚みを満たす電縫鋼管として、オーストラリアのエネルギー開発会社向けに伊藤忠丸紅鉄鋼(株)と共同で納入した。

2.5 計測・システム・分析

JFE スチールは、連続鍛造のモールド湯面レベル制御に、定在波の周期成分を選択的に抽出し制御する技術を開発し、

2011年から工程適用し鍛造速度向上に寄与している。棒鋼圧延ミルでは画像処理技術を用いてカリバーロール配置をガイダンス表示する装置を開発し、2008年にJFEスチール西日本(倉敷)に設置し以後稼働している。また、大量操業実績データに基づいて操業の都度最適な予測モデルを構築する技術を冷延工程に適用することにより冷延鋼板の引張強度ばらつき低減を達成した。

大同特殊鋼は、交流電気炉の高調波と炉内発生音により鉄スクラップの溶け落ち時期を判定する交流電気炉用操業支援システムを開発し、2013年4月から発売した。

分析関連では、JFEスチールが高周波燃焼法の長所である迅速性、および紫外線蛍光法の長所である高感度かつ妨害成分が少ない点を組み合わせることで、鉄鋼材料中の硫黄の含有量を0.1ppmレベルまで分析できる装置を開発した。

2.6 環境・エネルギー

2.6.1 政府の取組み

2013年11月11日から28日までポーランドのワルシャワにおいて、気候変動枠組条約第19回締約国会議(COP19)、京都議定書第9回締約国会合(CMP9)が開催された⁶⁾。

「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、最終的に①ADP7の作業計画を含む決定、②気候資金に関する一連の決定、③気候変動の悪影響に関する損失と被害に関する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石原環境大臣は、京都議定書第一約束期間の日本の温室効果ガス排出量の削減実績は基準年比で8.2%が見込まれ、6%削減目標を達成すること、2020年の削減目標を2005年比3.8%減とすることを表明した⁶⁾。

2.6.2 日本鉄鋼業の取組み

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、以下の取組み内容を推進している⁷⁾。

①鉄鋼生産工程における省エネルギーへの取組み

- (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(エネルギー消費量の10%削減に見合うCO₂排出量は9%削減として設定)。
- (2) ただし、粗鋼生産が1億トンを上回る状況においても京都メカニズムの活用等も含め目標達成に最大限努力する。
- (3) 上記目標は、2008~2012年度の5年間の平均値として達成する。

②社会における省エネルギーへの貢献

- (1) 集荷システムの確立を前提に、廃プラスチック等を100万トン活用。
- (2) 製品・副産物による社会での省エネルギー貢献
- (3) 国際技術協力による省エネルギー貢献
- (4) 未利用エネルギーの近隣地域での活用
- (5) 民生・業務・運輸における取り組みの強化

③革新的技術開発への取り組み (COURSE50)

- (1) 高炉ガスからのCO₂分離回収技術
- (2) コークス炉ガス改質水素による鉄鉱石の還元技術

上記自主行動計画 (参加会社: 90社) の2012年度の実績は、粗鋼生産量が103,944万トンと、1990年度比0.7%減の中、省エネ対策を積極的に推進することにより、2012年度のエネルギー消費量は2,227PJと、1990年度比で8.7%の減少となった。また、エネルギー起源CO₂排出量は185.8百万トン-CO₂と、1990年度比7.4%の減少となった⁷⁾。2008年～2012年度平均では、エネルギー消費量は2,178PJと、1990年度比で10.7%の減少であり10%減の目標を達成した。また、同上年度の平均でエネルギー起源CO₂排出量は179.5百万トン-CO₂と、1990年度比10.5%の減少であり、9%の削減目安を達成した⁷⁾。

また、日本鉄鋼連盟は、日本鉄鋼業の目指す方向として「日本鉄鋼業は、世界最高水準のエネルギー効率の更なる向上を図るとともに、日本を製造・開発拠点としつつ、製造業との間の密接な産業連携を強化しながら、エコプロセス、エコプロダクト、エコソリューションを世界に発信し、日本経済の成長や雇用創出に貢献するとともに、地球温暖化対策に積極的に取り組む」ことを明らかにしている。このうち、エコプロダクトについては、最終製品として使用される段階において、2012年度で2,362万トン-CO₂の排出削減に貢献していると推定している⁷⁾。また、エコソリューションについても世界最高水準の省エネ技術を、途上国を中心に移転・普及し、地球規模での削減に2012年度で約4,692万トン-CO₂の貢献をしていると推定している⁷⁾。

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立するため、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⁷⁾。

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、新日鐵住金は、東日本大震災における津波被害農地の除塩対策として福島県相馬地域での実証プロジェクトに転炉スラグ肥料

を活用し、効果を発揮している。また、JFEスチールは、山口県岩国市沿岸での藻場生育基盤造成や福山内港での硫化物抑制実証試験に製鋼スラグを活用した実証事業等に協力している。

エネルギー分野では、神戸製鋼所がプレート式熱交換器向けの熱伝達性能を約20%向上させる高伝熱チタン板を開発し、沖縄県の海洋深層水の利用高度化に向けた発電利用実証事業で使用されている50kW実証プラントの熱交換器に採用された。

2.7 建築・土木

新日鐵住金は、がれき混じり泥土の再生利用技術を開発し、2012年度末に釜石市の災害廃棄物処理事業に採用され、約20万tの津波堆積物を再生処理した。また、工場生産によるパネルを建設現場で乾式接合組立によるプラットホーム工法を開発し、同工法によるスチールハウスが釜石市上中島復興公営住宅に採用され2013年3月に竣工した。さらに (株) 技研製作所と共同で、止水性に優れたハット形鋼欠板と剛性の高い鋼管杭を組み合わせた壁体を構築する工法を開発し、2013年7月に国土交通省新技術情報提供システム「NETIS」に登録された。

3 技術貿易・技術開発

3.1 技術貿易

図3に鉄鋼業の2012年度までの技術貿易収支を示す⁸⁾。技術輸出対価受け取り額は前年度と比較して85%増加し、技術輸入対価支払い額は180%増加した。

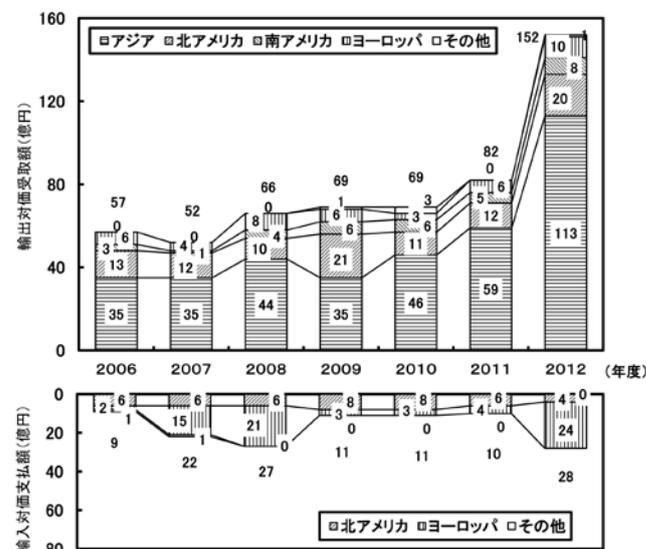


図3 鉄鋼業の技術貿易収支⁸⁾

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4～図6に示す⁸⁾。

3.2.1 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、2012年度は1.18%と2.1%減少している。

3.2.2 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ていたが、2012年度は全産業、鉄鋼業ともに若干の落ち込みが認められる。

3.2.3 研究本務者1人あたりの研究費

2012年度は、全産業ではリーマンショック以前の2008年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、鉄鋼業では昨年度2008年レベルに回復したが、2012年度は2009-2010年度レベルに落ち込んだ。

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、2012年度終了した主要プロジェクトは、①「環境調和型製鉄プロセス技術開発 (COURSE 50)」(2008～2012年度)、②「資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発」(2009～2012年度)、③「難利用鉄系スクラップの利用拡大のための研究開発」(2010～2012年度)などである。①のCOURSE 50はフェーズ1のStep1が終了したもので、継続してStep2 (2013～2017年度)へ移行した。

2013年度着手の主要プロジェクトとしては、経済産業省

の「革新的新構造材料技術開発」(2013～2022年度、2013年度60.5億円)がスタートした。本事業は、自動車、航空機、鉄道車両等の抜本的な軽量化(半減)に向けて、革新的なアルミニウム材、チタン材、マグネシウム材、鋼板、炭素繊維及び炭素繊維強化樹脂(CFRP)、これらの材料を適材適所に使うために必要な接合技術の開発等を行うものである。材料供給メーカー、材料加工メーカー、自動車メーカー、大学等接合技術および各材料分野においてコアとなる技術シーズを保有している企業等が川上から川下まで参画した研究開発共同体を形成し、有機的連携を図りつつ研究開発を行う。本事業は文部科学省の「元素戦略プロジェクト」等とも緊密に連携し、成果の産業化展開、産業界の課題解決のための協力、知的財産・研究設備の活用を促進するガバナング・ボードを設置して推進することになっている。

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

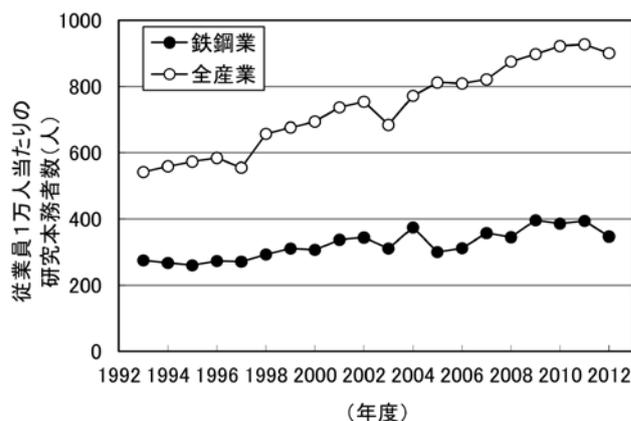


図5 従業員1万人当りの研究本務者数の経年変化 (人)⁸⁾

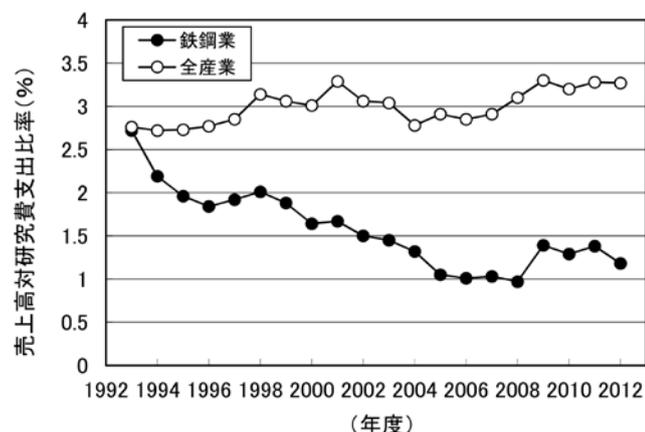


図4 売上高対研究費支出比率の経年変化⁸⁾

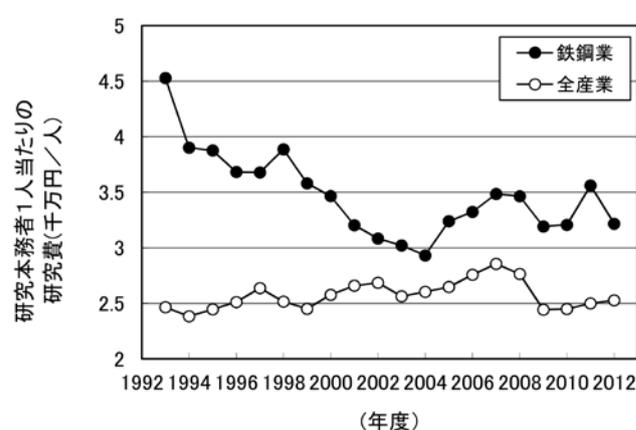


図6 研究本務者1人当たりの研究費の経年変化 (万円/人)⁸⁾

～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。2013年度は2012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（2013年度は神戸製鋼所神戸製鉄所）を行う3日コースの講座で、17大学から42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（千葉地区）、神戸製鋼所加古川製鉄所、新日鐵住金名古屋製鉄所の3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75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が順次講義を行う「大学特別講義」を2012年度に引き続き実施した。実施大学は2012年度の国立7大学および東工大・横国大・早大に、本年度から新たに慶応大を加えた11大学で実施し、トータル約1,500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たいへん好評であり、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）。

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
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
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
	先端省エネルギー部材開発事業	経済産業省	2013	2014
	革新的新構造材料技術開発	経済産業省	2013	2022
その他	複雑系数理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

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	<ul style="list-style-type: none"> 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に向けた活動、若手技術者の育成、産学連携活動 活動：部会大会(年1～2回)を開催、特定テーマを扱う技術検討会活動実施、若手育成のための講習会等各種企画実施、等
技術検討部会	<ul style="list-style-type: none"> 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、調査等の研究活動、他学協会との情報交流活動、等

5.1 技術部会

本会特有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)。2013年度の部会大会は、2012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。参加者延べ人数は2,650(そのうち大学等研究者の延べ参加人数は53)であり、2012年度の2765名に比べ115名減少した。

また、学術部会との産学連携も定着し、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や、学術部会との合同企画など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も、23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が実施された。

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)。2013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2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、講演会等を行った。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、高クロム鋼WGの3つのWGが、それぞれ調査検討、実験等の活動を行い、これまでの成果をまとめた。

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、2013年度から受給開始となる対象者として新たに36件(若手13件)が採択され、2012年度から受給を開始した41件と合わせて2013年度は合計77件が助成された。

「研究会」は、2013年度19研究会が活動し、その内の6研究会が同年度に終了した。

2013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、6件が新規に活動を開始した(表5)。2014年度は新たにⅠ型研究会が4件、Ⅱ型研究会が3件採択された

(表6)。「産発プロジェクト展開鉄鋼研究」は、2010年度採択のテーマが9月末で、2011年度採択のテーマが3月末で活動を終了し、2012年度採択、2013年度採択の2テーマが活動中である。また、2014年度の新規採択案件はなかった。(表7)。

参考文献

- 1) 2013年12月の自動車生産実績, (一社)日本自動車工業会ホームページ, 参照日: 2014年2月5日
<http://www.jama.or.jp/stats/product/20140131.html>
- 2) 鉄鋼生産速報 暦年, “全国鉄鋼生産高/全国鋼材生産高”, (一社)日本鉄鋼連盟 ホームページ記事, 参照日: 2014年2月5日
<http://www.jisf.or.jp/data/seisan/index.html>
- 3) WSA (World Steel Association) ホームページ記事, 参照日: 2014年2月5日
<https://www.worldsteel.org/>
- 4) 2014年度の鉄鋼需要の動向について, (一社)日本鉄鋼連盟ホームページ記事, 参照日: 2014年2月5日
<http://www.jisf.or.jp/news/topics/documents/FY2014tekko-juyo.pdf>
- 5) 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」ホームページ記事, 参照日: 2014年1月31日
http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/resourceData/08_seidow/kakuho/2013/h2daa2013zz_tetu_kmc.xls
- 6) 気候変動枠組条約第19回締約国会議(COP19)及び京都議定書第9回締約国会合(COP/MOP9)の結果について, 環境省, ホームページ記事, 参照日: 2014年2月3日
<http://www.env.go.jp/earth/cop/cop19/index.html>
- 7) 鉄鋼業の地球温暖化対策への取組 自主行動計画進捗状況報告, 一般社団法人日本鉄鋼連盟, ホームページ記事, 参照日: 2014年2月3日
<http://www.jisf.or.jp/business/ondanka/kouken/joukyo/documents/gaiyou.pdf>
- 8) 総務省 統計局統計センター, 科学技術研究調査報告

(2014年2月27日受付)

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	<ul style="list-style-type: none"> ・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：77件(2013年度受給者数)
研究会	<ul style="list-style-type: none"> ・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：18件(2013年12月末現在)
産発プロジェクト 展開鉄鋼研究	<ul style="list-style-type: none"> ・主旨：鉄鋼業の技術課題の解決、重要かつ基盤的領域、産官学の連携 ・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：3件(2013年12月末現在)

表5 2013年度活動の研究会

型	研究会名	部会	主査	研究期間	
I	鉄鋼材料の組織と延性破壊	材料	高木 節雄(九大)	2011~2013年度	終了
I	低炭素高炉実現を目指した固気液3相の移動現象最適化	高プロ	植田 滋(東北大)	2011~2013年度	終了
I	炭素循環製鉄	環境エネ社会	加藤 之貴(東工大)	2011~2013年度	終了
I	素材産業から見た自動車リサイクル	環境エネ社会	松八重 一代(東北大)	2011~2013年度	終了
I	コンパクト中性子源を利用した新組織解析法(FS)	評価分析	大竹 淑恵(理研)	2013年度	新規・終了
II	円周ガイド波による配管減肉検出技術	設備技術	西野 秀郎(徳島大)	2012~2013年度	終了
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)	2011~2014年度上期	継続
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	継続
I	非金属介在物と硫化物・窒化物の固相内反応	高プロ、振興助成	柴田 浩幸(東北大)	2012~2014年度	継続
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	継続
I	高強度鋼の破壊靱性	材料	栗飯原 周二(東大)	2012~2014年度	継続
I	ワイヤレスセンサネットワークの鉄鋼応用	振興助成(計測)	榎 学(東大)	2012~2014年度	継続
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	継続
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	新規
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	新規
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	新規
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	新規
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	新規

表6 2014年度採択の研究会

型	研究会名	部会	主査	研究期間	
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	採択
I	熱間圧延ロール	創形	小森 和武(大同大)	2014~2016年度	採択
I	鉄鋼インフォマティクス	材料/創形	足立 吉隆(鹿児島大)	2014~2016年度	採択
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	採択
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	採択
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	浪川 雅美(埼玉大)	2014~2016年度	採択
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	採択

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
海洋環境での製鋼スラグの利用技術開発	製鋼スラグの有効利用のため、製鋼スラグ及びその混合材による、海洋域造成材、海洋植物成長促進のための材料としての利用、海洋環境の修復・保持材としての利用効果を明らかにする。	月橋文孝(東大)	2010~2013年度 上期
4Dイメージング実現による鉄鋼材料研究の飛躍的高度化	軽金属で開発されてきた3D/4Dイメージングと応用技法を鉄鋼材料に適用可能にし、鉄鋼の変形・破壊過程を4D「その場観察」、局所的な変形挙動や3Dミクロ構造との関係を定量評価して塑性変形・破壊機構を解明する。	戸田裕之(九大)	2011~2013年度
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被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被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被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被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

☆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	新日鐵住金	低合金耐食鋼 「ARU-TEN [®] 」	屋外の高塩害環境においては無機 Zn プライマを塗布することでステンレス鋼と同等の耐赤さび性を有し、低塩害環境の屋内では裸仕様で優れた耐食性を示す低合金耐食鋼。
	新日鐵住金 ステンレス	遮熱塗装ステンレス鋼板 「ナルカラー」	錆に強いステンレスに遮熱効果のある塗装を施し、日射による屋根面の温度上昇を抑制することで住環境を改善。
	JFE スチール	厚肉冷間ロールコラム 「JBCR295」	厚肉サイズでありながら最適な化学成分と製造方法により強度と靱性の両立を実現した建築構造用冷間ロールコラム。
		超高層ビルの安全性と経済性向上に貢献する超大入熱溶接用高強度鋼板	オンライン加速冷却により高強度化を実現し、さらに微量添加元素の最適利用技術により溶接熱影響部の材質変化を防止し、超大入熱溶接部の靱性向上と高強度化を両立。第5回ものづくり日本大賞の経済産業大臣賞受賞。
		建築物の耐震安全性を実現するデザイン性に優れた鋼管ブレース	建築物の耐震安全性を実現するデザイン性に優れた鋼管ブレース。「第45回市村産業賞貢献賞」を受賞。
産業機械	新日鐵住金	鉄道車両用動揺防止制御装置（アクティブサスペンション）	鉄道車両用動揺防止制御装置（アクティブサスペンション）が、近畿日本鉄道株式会社の観光特急「しまかぜ」の全車両、および JR 九州の豪華寝台列車「ななつ星 in 九州」に採用。
電機機械	新日鐵住金	精密加工用ステンレス鋼板 SUS304 H-SR3	SUS304 の JIS 規格成分内で結晶粒径を 2 μ m（従来鋼の 1/10）以下に微細化。エッチングやレーザー加工などの加工精度向上に有効。
		高耐食性亜鉛めっき鋼板 「スーパーダイマ [®] 」	亜鉛を主成分に、約 11%のアルミニウム、約 3%のマグネシウム、微量のシリコンのめっきからなる高耐食性亜鉛めっき鋼板。文部科学大臣表彰、第 10 回エコプロクツ大賞推進協議会会長賞（優秀賞）を受賞。めっき外観およびクロメートフリー潤滑被膜の改善によりエアコン室外機外板の後塗装の省略に寄与し、また自動車のボディパネルとしても初採用。
自動車	新日鐵住金	強度 1180MPa 級の溶融亜鉛めっきハイテン	強度と成形性を両立させる最適な微細金属組織を、めっきプロセスを考慮した成分設計と製造プロセスの高度化で実現、自動車骨格部品に適用。
		ディーゼルエンジン用高耐圧コモンレール用鋼	従来比 125%の高強度化を達成し、燃費改善に寄与する燃料噴射圧の更なる高圧化に貢献。
		高バーリング合金化溶融亜鉛めっき熱延 590、780 MPa 級ハイテン	自動車足廻り部品の軽量化を実現する高強度かつ穴抜け特性に優れた合金化溶融亜鉛めっき熱延ハイテン。
		冷延 1180MPa 級 TRIP ハイテン	成分および焼鈍工程の条件を最適化し、組織分率と粒径を制御して高強度でも伸びと穴抜け性を確保した冷延ハイテン。
	JFE スチール	新高炭素熱延鋼板 「スーパーホット [®] -G」	合金元素量の最適化と、熱間圧延工程における組織制御と球状化焼鈍の組み合わせにより、超高加工性化と軟質化を実現。
エネルギー分野	新日鐵住金	LNG タンク用 7%ニッケル鋼板の規格取得、実用化	熱加工制御技術 TMCP の適用と化学成分の最適化によって鋼材組織を微細化し、ニッケルの添加量を約 20%削減しながら従来鋼と同等の高い安全性と強度を有する。JIS 規格を取得し、世界最大規模の LNG タンクに採用、建設中。
	神戸製鋼所	低温靱性に優れた圧力容器用極厚 1.25%Cr-0.5%Mo 鋼板	組織微細化および不純物低減により、低温靱性を向上させ、2.25%Cr-1.0%Mo 鋼板との代替を可能にした。
		高耐食鋼「KPAC-1」	従来鋼と比較しておよそ 4 倍程度の耐食性能を有している鋼板。タンカーの底板に業界初採用。
その他	神戸製鋼所	汚染土壌・地下水浄化用鉄粉「エコメル」	揮発性有機化合物（VOC）の無害化とヒ素に代表される自然由来の重金属を吸着する鉄粉製品。国土交通省の新技術情報提供システムに登録。
		成形瓦用チタン	チタン薄板の表面に酸化被膜を生成させることにより、瓦らしい落ち着いた色調と変色が抑えられた優れた耐候性が得られると共に、高いプレス成形性と生産性が得られる。
	大同特殊製鋼	熱間ダイス鋼 「DHA-WORLD」	熱伝導率と焼入れ性が高い熱間ダイス鋼。ダイカスト金型に適用すると、大割れとヒートチェックが抑制される。

☆生産技術のトピックス☆

2013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。

1. 交流電気炉操業支援システム (E-adjust)

大同特殊鋼 (株)

大同特殊鋼は、交流電気炉操業のスキルフリー化に効果を発揮する交流電気炉操業支援システム「E-adjust」を2013年4月から発売した。

「E-adjust」は交流電気炉の高調波と炉内発生音を独自のアルゴリズムにて計測・解析することで、装入した原料である鉄スクラップの最適な溶け落ち時期を定量的に自動判定し、オペレーターにガイダンスするシステムである。

当システム導入により、従来はオペレーターが各々の経験に基づいて判断していた鉄スクラップの溶け落ち時期を、定量的に判定することが可能となる。その結果、交流電気炉の均一な操業が可能となり、電力原単位のバラツキを低減できる。

また、経験の浅いオペレーターでも、熟練オペレーターと同等に溶け落ち時期を判断できるようになるため、オペレーターのスキルフリー化及び、余分な電力投入の抑制による電力原単位の低減が可能となる。

また、電気炉制御システム「ARMS」と組合せることで、より一層の自動操業が実現可能。



図 E-adjust機器構成例

2. 定在波オブザーバーによる連铸湯面レベル安定化

JFEスチール (株)

JFEスチール (株) は、連続铸造機のモールド湯面レベル制御において、高速铸造、かつ広幅材で発生しやすい定在波に対応する制御システムを開発した。

铸件の品質維持や生産性向上のため、高速铸造下でモールド湯面レベルの安定を維持することが要求されている。湯面レベル制御の対象は、モールド内への溶鋼入出力によるマス

フロー性の変動である。一方、定在波は湯面がモールド幅に応じた周波数で波立つだけの変動であり、制御の対象外であるが、湯面レベルセンサでは定在波も制御すべき変動として検知してしまうため、湯面レベル制御のゲインを低く抑えざるを得ないという課題があった。

今回、図に示す溶鋼揺動モデルに基づいた定在波オブザーバーを開発し、定在波の周期成分だけを選択的に抽出することを可能とした。この抽出した定在波を元のレベル測定値から差し引くことにより、定在波による制御の過剰動作を低減し、制御による定在波の助長を防止することを実験にて確認した。本技術は2011年から工程適用中であり、適用なし時と比べ約1.1倍の増速効果 (※レベル変動は同程度) を確認した。

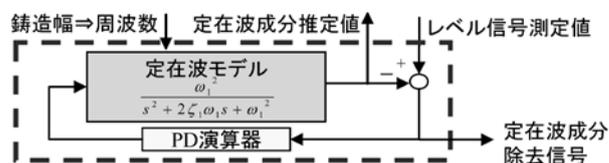


図 定在波オブザーバ

3. 低温靱性 (-30℃) に優れた圧力容器用極厚クロム-モリブデン鋼板 (1.25%Cr-0.5%Mo) の開発

(株) 神戸製鋼所

神戸製鋼所はボイラや圧力容器などの耐熱性部位に使用されるクロム-モリブデン鋼板において、低合金型鋼板 (1.25Cr-0.5%Mo) の極低温における靱性を大幅に向上させた鋼板を開発した。本鋼板は高合金型鋼板 (2.25Cr-1.0%Mo) が使用されてきた極寒冷地への適用拡大が可能となるとともに、クロムやモリブデンというレアメタルの使用量を従来鋼より大幅に削減できるものである。

これまで、-10℃以上の設置環境の場合には低合金型鋼板が汎用され、-10℃以下の場合や一般的に靱性が低下する極厚の場合には低温でも高靱性を示す高合金型鋼板が使用されてきた。しかし、高合金型の場合、レアメタルを多量に含む鋼成分であることより、環境負荷低減の観点から低合金型鋼板の極低温での靱性を向上させ、適応可能環境の拡大が可能となるよう検討を進めてきた。

その結果、合金成分の最適化および製造方法の改善によって組織の微細化を図り、へき開破壊を抑制するとともに、不純物を低減させることにより粒界破壊を極限まで抑制することで、低合金型鋼板において-30℃の極低温かつ板厚100mmを超える極厚でも高靱性を達成することに成功した。

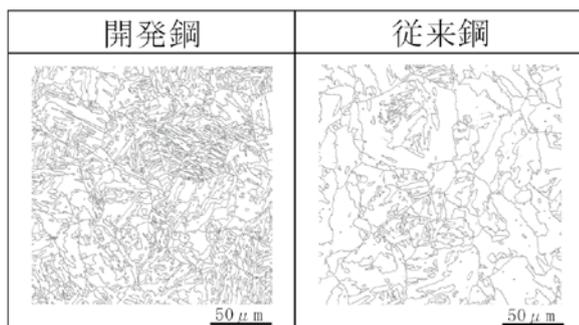


図 Grain Boundary Map (Grain tolerance angle : 15°)

4. 建築構造用590N/mm²級TMCP鋼板「HBL[®]440」

JFEスチール(株)

JFEスチール(株)は、TMCP技術を活用した、建築構造用高性能590N/mm²級鋼材「HBL[®]440」の製造板厚範囲を100mmまで拡大し国土交通大臣の認定を取得した。

高層ビルなどに広く使用されている建築構造用590N/mm²級鋼材である「SA440」は、高強度と低降伏比を両立させるために従来は多段熱処理工程が必要であった。「HBL[®]440」は、母材成分設計と圧延・冷却条件の最適化及びオンライン加速冷却装置Super-OLAC[®]による高精度な冷却コントロールにより、多段熱処理工程を省略し納期短縮を実現した。板厚19mmから100mmまでの極厚領域の商品化を完了し、4面ボックス柱を含む、建築鉄骨のあらゆる部材への対応が可能である。

さらに「HBL[®]440」は、TMCP技術の適用により溶接割れ感受性組成を低く抑えることで、従来の「SA440」に比較して、予熱条件が緩和されるなど、溶接施工性が向上している。また、4面ボックス柱の製作に適用される大入熱溶接の継手部品質に優れた鋼材も揃えており、耐震設計上の重要部位にも適用可能な高付加価値商品である。今後、「HBL[®]440」が有する短納期、高溶接施工性の特長を生かして、本鋼材の高層ビルや大規模建築物等への適用を積極的に進めていく。

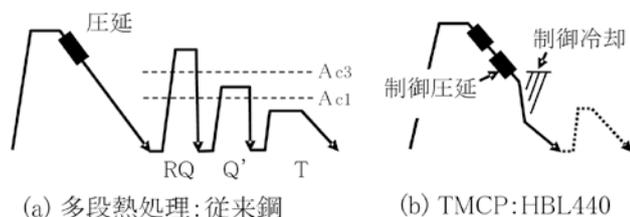


図 590N/mm²級TMCP鋼材「HBL[®]440」の製造プロセス

5. 優れた耐食性を有する低合金耐食鋼「ARU-TEN[®]」

新日鐵住金(株)

新日鐵住金が開発した6%Cr-高Al添加ARU-TEN[®] (Anti-Rust High-tensile-strength steel) 鋼は、低合金鋼であり

ながら無機Znプライマとの組合せで、高塩害環境中においてステンレス鋼に近い優れた耐食性を有する鋼材である。ARU-TEN[®]鋼は、無機Znプライマの腐食生成物(酸化亜鉛(ZnO)、塩基性塩化亜鉛(Zn₅(OH)₈Cl₂・H₂O)等)による弱アルカリ化に加え、CrやAlなどの合金元素添加によって、鋼板表面の不働態化状態を安定的に維持できる。Zn犠牲防食機構に加え腐食生成物を活用することから、より長寿命化が図れる。また、合金添加量を抑制していることから比較的安価であり、高塩害環境において優れた耐赤さび効果を有する地球環境に優しい低合金鋼である。

母材特性やSUS309系溶接材料を用いた溶接継手特性も確認され、構造用鋼としての性能を満足している。また、着磁性を有し、切削・穴あけなどの機械加工特性は普通鋼並みの良好な特性を有している。ARU-TEN[®]鋼は、製鉄設備などの高塩害地域にある設備に適用され、実環境・実構造物でも優れた耐食性が確認されており、今後、さらに適用拡大を図っていく。

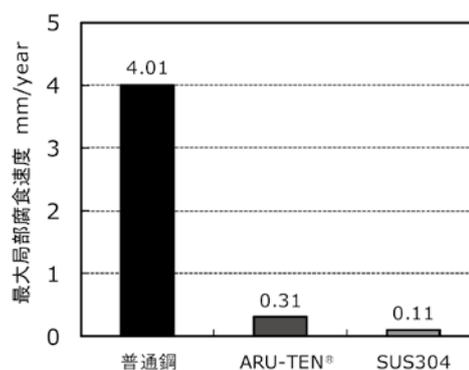


図 人工海水乾湿繰り返し試験結果

6. 操業データベースを活用した冷延鋼板材質制御

JFEスチール(株)

JFEスチール(株)は局所回帰モデル(図1)を用いたオンラインプロセス自動制御手法を開発し、本技術による冷延鋼板材質制御システムを実用化した。

従来、冷延鋼板の引張強度を目標値にするためのフィードフォワード制御が、回帰モデルをもとに行われていた。さまざまな品種毎に与えられた多数のモデルパラメータを環境変化の生じるたびにスタッフが統計解析を行い調整していたが、その作業負荷が高く精度維持に限界があった。

新しく開発した冷延鋼板材質制御システムにおいては、データベースに蓄積された大量の実績データから予測の必要が生じる毎に局所的にフィッティングする予測モデルを用いた。先入れ先出しにより更新される実績データセットをもとにモデルパラメータをリアルタイムに自動的に計算させることにより、スタッフによるパラメータテーブルのメンテナ

ス負荷を低減するとともに、予測精度ならびに制御精度を向上させることができる。実機に適用したところ、引張強度制御誤差の根平均二乗誤差は約32%低減した。

本技術は汎用性があるものと大いに期待できる。今後も、物理モデルの構築が困難、または環境変化によりモデルの精度の維持が困難な他のさまざまな鉄鋼プロセスの制御に対して、本手法の適用範囲を拡大していく予定である。

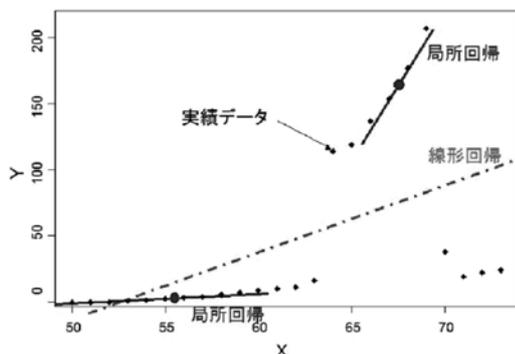


図1 局所回帰モデリング (計測と制御 Vol.49, No.7, pp.441 から引用)

7. 冷延1180TRIPハイテンの開発

新日鐵住金(株)

新日鐵住金は自動車の骨格部品に適用可能な高い成形性と1180MPa級の強度を併せ持つ高張力冷延鋼板を開発し、2013年に日産自動車(株)で世界で初めて適用された。

これまで新日鐵住金でも強度1180MPa級のハイテン材を製造していたが、強度と相反する性質である成形性の制約から、適用範囲は難成形部品以外の用途に限定され、骨格部品への適用は980MPa級ハイテンまでとなっていた。車の安全性を支え、複雑な形状を持つ骨格部品に1180MPa級ハイテンを適用し、車体の更なる軽量化を実現するには、成形性・衝撃吸収性・溶接性などの材料特性が必要となり、新日鐵住金は日産自動車とこれらの要求特性や実用化の検討を共同で実施し、強度と各種特性を高い次元で両立させた高張力鋼板として、高延性冷延1180ハイテンを開発した。

今回開発した高延性冷延1180ハイテンは、プレス成形性の指標である伸び特性が従来の同強度の2倍程度であり、2ランク低い強度レベルの780MPa級と同等程度の成形性を併せ持つ。高延性冷延1180ハイテンの開発では、各製造プロセスでの金属組織変化の過程を詳細に解析し、高い成形性・衝撃吸収特性・溶接性などを確保するため、複数の微細金属組織の最適化(図1)を実現する成分設計と製造プロセスを確立し、需要家での使用性能を満たす鋼板の開発に成功した。

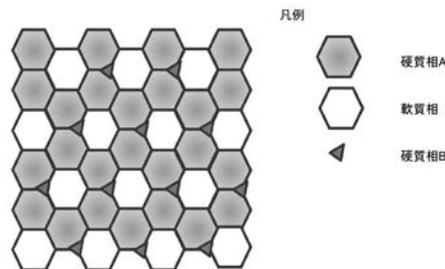


図1 開発鋼微細組織概念図

8. 遮熱塗装ステンレス 鋼板“ナルカラー”®

新日鐵住金ステンレス(株)

新日鐵住金ステンレスは、塗装ステンレス鋼板“ナルカラー”に遮熱機能を標準装備した屋根用14色を2013年3月に商品化し、現在約3千t/年のペースで生産を行っている。

ナルカラーは錆に強いステンレスを塗装した30年以上の歴史ある商品であり、塗装により錆を防ぎ、景観により色を選ぶことができることが特徴である。

さらに今回、塗膜に遮熱効果のある顔料を使用する事で、従来の同系色品に比べ、日射による屋根面の温度上昇を大きく抑制することが可能となった。

日射を模した白熱ランプ照射試験では、鋼板表面の到達温度が、濃色系で20℃以上低くなることを確認している(図)。

遮熱機能をもつナルカラーを建築物の屋根面へ採用することにより、夏季における住環境の改善や省エネが期待される(効果は、採用色、環境、工法等で異なる)。

商品サイズは、板厚0.3～0.8mmで巾917,1000mmを中心に建材として流通しており、市中入手が可能である。

現在、塗装ステンレス鋼板の原板はSUS304が主体であるが、遮熱塗装の技術はステンレスの他鋼種へも適用が可能であり、原料価格の変動影響を受けにくい省資源ステンレス(錫を添加した高純度フェライト系ステンレス等)との組み合わせにより、耐食性、資源保護、経済性の全てに優れる外装建材としての普及を目指している。

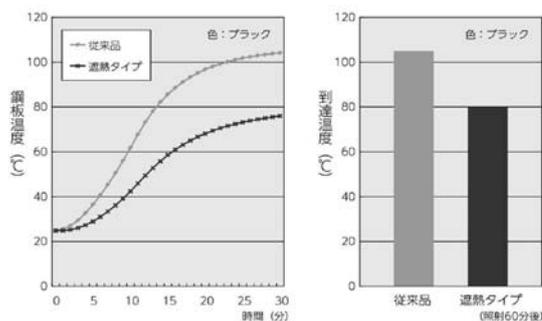


図 ランプ照射法による遮熱性能評価

9. 表面処理鋼板の耐食性試験法「ACTE[®]」がISO国際規格に制定

JFEスチール(株)

JFEスチールが(株)日立製作所と共同開発した、実使用環境下での耐食性を適正に評価できる表面処理鋼板の耐食性試験法「ACTE[®]」(Accelerated Corrosion Test for Electric Appliances)が、2013年3月1日付でISO国際規格(ISO16539-Method B)に制定された。ISO16539は、人工的に調整された海水を試料表面に均一に噴霧付着させる工程と、絶対湿度一定下で乾燥・湿潤のサイクルを繰り返す工程の組み合わせを特徴とする耐食性試験法である。

自動車・家電・建材用など多様な環境下で長期間使用される表面処理鋼板には実使用環境下での高度な耐久信頼性が求められるが、従来の耐食性試験法(塩水噴霧試験など)では実使用環境下での耐食性を適正に予測することが困難だった。国際規格化されたISO16539-Method B(「ACTE[®]」)は実使用環境下における腐食との相関性が高く、本試験法を活用することにより、製品・部品の設計寿命の最終段階まで耐食性を保持させるための適正な材料選択が可能となる。

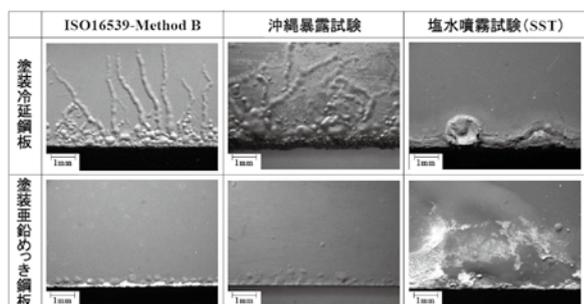


図 塗装鋼板端面の塗膜膨れ形態の比較

10. 棒鋼圧延ミルのカリバーロール配置ガイダンス装置

JFEスチール(株)

近年の線棒製品は、高速回転体の軸受などの精密機械部品素材として利用されるため、製品断面の寸法精度や形状に対する要求がますます厳しくなっている。これに対しJFEスチール(株)西日本製鉄所では、カリバーロールを上下左右対称に配置した仕上圧延機(4ロールミル)を開発し高精度な断面形状の製品を供給してきたが、そのロールの配置の調整は従来より治具を用いた作業員の目視判断により行われているため、昨今のお客様の高度な要求にこたえるためにもロール配置調整作業の客観化、定量化が求められていた。このような背景より、画像処理技術を用いてカリバーロールミルの相互の位置関係を検出し作業者にガイダンス表示する装置を開発した。本装置は、ミルハウジングの外側からロール

カリバー部の形状を投影する長焦点の平行投影光学系、得られた投影画像からロールカリバーの形状を抽出する超解像画像処理技法、ロールカリバーの位置を形状の先験情報を用いずに統計的に検出するデータ処理アルゴリズム、などの要素技術から構成されており、実用化試験においてロールカリバーの変位を0.1mm以内の精度で検出可能であることを確認している。本設備は2008年秋にJFEスチール西日本製鉄所倉敷地区に設置され、以後順調に稼働中である。

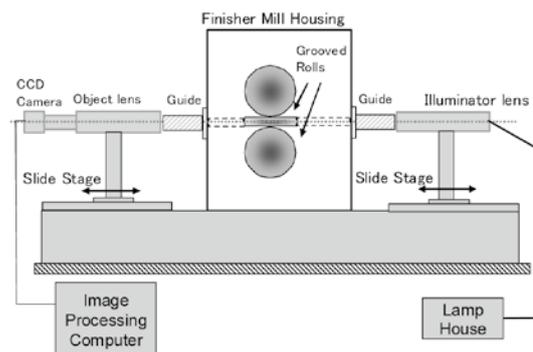


図 ロール配置ガイダンス装置の構成図

11. 厚肉冷間ロールコラム「JBCR295」

JFEスチール(株)

従来の建築構造用冷間ロール成形角鋼管(ロールコラム)「BCR*295」は、(一社)日本鉄鋼連盟の製品規定で、製造範囲は外径150～550mm、板厚6～22mmである。

これに対し、JFEスチール(株)は独自の規格として、外径400～550mmで板厚22mm超25mm以下の冷間ロールコラム「JBCR295」を国内で初めて開発し、2013年3月に国土交通大臣の認定(認定番号:MSTL-0401)を取得した。「JBCR295」は「BCR295」と同等の材料特性を有する鋼材で、最適な化学成分と製造方法により、厚肉サイズでありながら強度と靱性の両立を実現し、高い設計基準強度や溶接施工の広い適用性など、「BCR295」の特長を維持している。

また、写真1及び図1に示すような部材実験により、「BCR295」と同様の設計指標の適用を認める(一財)日本建築センターの設計法評定(評定番号:BCJ評定-ST0216-01)を取得し、設計上の利便性を確保している。

これにより、JFEスチールは建築構造用ロールコラムの標準供給サイズを、従来の「BCR295」と併せて全38サイズへと拡充した。

『JBCR295』の活用により、主要な用途である事務所、倉庫等の中低層建築分野において、ロールコラムで設計可能な建物規模が拡大するものである。

*:「BCR」は日本鉄鋼連盟の登録商標です。

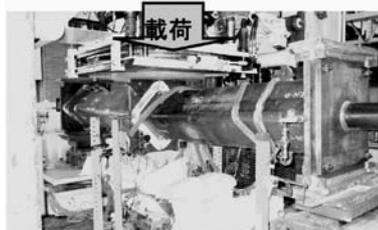


写真1 柱曲げ実験例

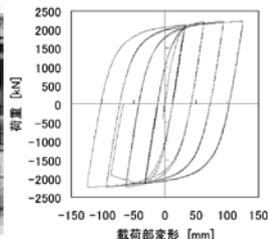


図1 荷重変形関係例

12. 高強度極厚ケーシングパイプ用鋼管 (UHP[®] 15CR-125) 1,900t納入

JFEスチール (株)

JFEスチール (株) は、アメリカのFreeport-McMoRan Oil & Gas LLCがメキシコ湾シェルフ (大陸棚) で展開する超深部のガス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[®]-15CR-125』1,900トン を納入し、無事現地に設置された。知多製造所で製造した最大管厚34.29mm、外径7～9インチの耐腐食性に優れた継目無鋼管を納入し、2本の井戸に使用された。

同プロジェクトで使用するガス井は、従来は開発が難しいとされてきた超深部 (8,900m) のガス田から天然ガスを産出する商業井戸で、従来開発されてきた深さ5,000mレベルを大きく上回る超深井戸の為、内圧及び荷重が高く、従来よりも高強度かつ厚肉の鋼管が求められた。また、最深部は230℃を超える高温環境のため、高温対応かつ耐腐食性のある鋼管が求められた。

これに対しJFEスチールは、独自に開発した高強度で高温特性に優れた耐腐食性鋼管である『JFE-UHP[®]-15CR-125』について、一般的なケーシングに使用される標準板厚13mm程度を大きく超える厚肉での製造技術を確立した。パイプ同士の接続部には、厚肉ケーシングパイプ専用の特殊ネジである『JFELION[™]-HW』を新たに開発し、初めて採用された。

従来開発されていた石油・ガス層の下のガス層で天然ガスの埋蔵が確認されており、同プロジェクトの開発成功を機に同様の超深井戸の開発が進展することが期待される。



図 JFE-UHP[®]-15CR-125 および JFELION[™]-HW

13. カルスピン[®]工法によるがれき混じり泥土の再生利用技術

新日鐵住金 (株)

津波堆積物には木片等の震災がれきが多量に混入している。また、その土質性状は含水比が高いドロドロの泥土であり、このままでは土木材料としては利用できず、埋立処分するしかない。この津波堆積物に対して「①がれきの分別」と「②強度・締固め特性の改善」を同時に行い、土木材料 (カルシア改質土) へ再生する工法を開発した。

①⇒がれきの減量化 (処分費削減・焼却灰の減量)

②⇒再生資材化 (復興資材不足にも貢献)

本工法のポイントは、回転式破砕混合機の採用とカルシア改質材 (製鋼スラグを主原料) の混合であり、これらが上手く融合し機能し合うことで、津波堆積物を「早く安く精度良く」分別・改質ができることである。

本工法は、2012年度末に釜石市の災害廃棄物処理事業 (大成JVの下で新日鐵住金エンジニアリングが受託) に採用され、約20万トンの津波堆積物を再生処理した。改質された津波堆積物 (カルシア改質土) は、釜石市の整備工事 (グリーンベルト堤体材料、競技場等の地盤かさ上げ材料) に有効利用される予定である。

また、2012年度地盤工学会賞 (地盤環境賞) を受賞、2013年8月に一般財団法人 土木研究センター建設技術審査証明 (建技審証 第1305号) を取得している。



図 カルスピン[®]工法の全景 (釜石市災害廃棄物処理事業)

14. 高伝熱チタン板「HEET」の海洋温度差発電実証プラントへの採用

(株) 神戸製鋼所

神戸製鋼所が開発した高伝熱チタン板 (HEET[™]) が、沖縄県久米島にて発電利用実証事業で使用されている50kW海洋温度差発電実証プラント (図1) の熱交換器プレートに採用された。海洋温度差発電は、海洋エネルギーを有効に使う再生可能エネルギー源の有力候補で、海洋の深層から汲み出す冷たい海水と表層の暖かい海水との、20～30℃の僅かな温度差を利用して、代替フロンなどの低沸点媒体を気化

させその蒸気でタービンを回し電気を生み出す仕組みである。このため、熱交換器の性能が発電効率を大きく左右する。HEET™は、図2に示すように表面に均等な間隔でサブミリサイズの凸凹が設けられており、この凸部が、特に液体を気化させるような沸騰型の伝熱において、沸騰核を容易に形成させて伝熱を促進させる。V字型の波型形状のプレートにHEET™を成形し、PHEに組み込んだ状態での蒸発伝熱は、従来の表面が平滑な板と比べて伝熱性能が約20%向上することから、その高い伝熱性能が評価された。

現在、熱サイクルの安定性・制御性の検証や熱交換器の性能評価中であり、次なる1MWクラスの大型実証プラントの早期実現が待たれる。また、HEET™は、様々なタイプの熱交換器の効率も向上させることから、エネルギープラントや造船向けの熱交換器への適用も期待される。

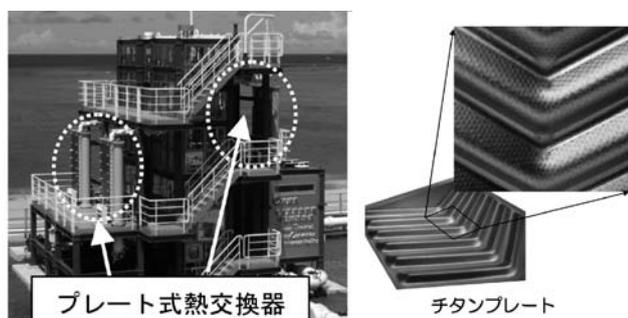


図1 海洋温度差発電実証機と熱交換器 図2 HEET™の概観

15. 「釜石市上中島復興公営住宅 I 期」でスチールハウスが竣工 新日鐵住金（株）

新日鐵住金が開発したNSスーパーフレーム工法®によるスチールハウスが、釜石市復興公営住宅（54戸、延床面積：3,507.51m²）に採用され、2013年3月27日に竣工した。岩手県において3階建て以上（木造を除く）としては最初の復興公営住宅である。

本工法は、予め工場生産した壁・床・屋根パネルを建設現場でドリルねじや接合金物で結合して箱型に組み立てるプラットフォーム工法である。各パネルは、厚さ1mm前後の薄板軽量形鋼の枠組みに窯業系の構造面材をドリルねじで固定して構成されている。これらの部材をベースに、（一財）日本建築センターの構造評定や、国土交通大臣の建築基準法施行規則第1条の3認定、1時間耐火認定を取得している。加えて、省エネルギー対策や、界壁・界床の遮音性能、劣化対策において、住宅の品質確保の促進等に関する法律の等級や特別評価方法認定など、広範囲の公的認可を保有している。

躯体重量はRC造の約1/3であるため基礎工事を軽減できる。さらに、工場生産によるパネル化や現場での乾式接合組

立て等により、短工期化が実現できる（釜石市復興公営住宅の工期は5.5カ月）。今後も、コンクリート等の建設資材や職方不足が問題となっている被災地において、高品質かつ短工期で建設可能な工法として期待が寄せられている。



図1 釜石市上中島復興公営住宅 図2 躯体構成

16. コンビジャイロ工法®

新日鐵住金（株）

新日鐵住金は、（株）技研製作所と共同で、止水性に優れたハット形鋼矢板と剛性の高い鋼管杭を組み合わせた壁体を構築する工法「コンビジャイロ工法®」を開発した。

このコンビジャイロ工法®は、これまでに実績を積み上げてきた、先端に切削爪の付いた鋼管杭を地盤に回転切削圧入する「ジャイロプレス工法®」を応用して開発したものである。専用の圧入機を技研製作所が開発し、施工用の把持装置を交換することにより、ハット形鋼矢板と鋼管杭の圧入を1台の機械で行うことのできる仕様となっている。専用の圧入機完成後、技研製作所の関西工場にて、以下の手順による実証試験を実施し、安定して施工可能であることを確認した。

1. 鋼矢板施工用把持装置にて鋼矢板を圧入
2. 施工用把持装置を取り替え
3. 鋼矢板から反力を取って鋼管を回転切削圧入

本工法は、鋼矢板から反力を取るため、鋼管杭の設置間隔を飛ばして施工することができ、工期短縮、工費削減が可能になる。壁体上に施工機械を配置し、狭隘な場所や水上等の制約を受ける場所での施工が容易に行えるため、都市部での道路擁壁や河川・海岸護岸などで、コンクリートを使った従来の構造からの転換が期待できる。また、本工法は国土交通省新技術情報提供システム「NETIS」に2013年7月に登録されている（登録番号：CB-130005-A）。

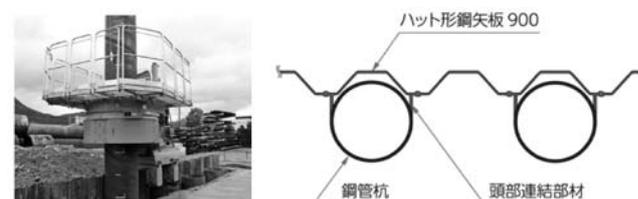


図1 実証試験の様子 図2 壁体の断面形状