
インフラ整備に貢献する土木建築エンジニアリング

Architectural and Civil Engineering Contributing to Developing Infra-structures

浦田 勲(Isao Urata) 川井 豊(Yutaka Kawai) 小保方 廣美(Hiromi Obokata)
辻村 修(Osamu Tsujimura) 木村 保(Tamotsu Kimura) 菊川 春三(Shunso
Kikukawa)

要旨：

川崎製鉄における土木・建築技術の 50 年にわたる歴史的変遷について述べる。本分野は製鉄所の建設経験を出発点とし、現在では、建材や土木・港湾、一般建築、橋梁・鉄構、パイプラインの各事業へと分化・発展を遂げた。これら社会基盤の整備事業の必要性は今後とも変わりはないが、環境保全への配慮、省エネルギーの推進、性能型設計への対応技術が主流になると予測される。

Synopsis：

This paper deals with 50-year long historical changes of architectural and civil engineerings in Kawasaki Steel. Both engineerings started with the construction of steel mills and plants, and now have grown up to several business fields such as construction materials, marine construction, buildings, bridges, steel fabrication and pipelines. These engineering technologies will be also necessary in the future in order to provide infrastructures of the society. Advanced technologies which respond to ecology, energy saving and performance based design are expected hereafter.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

Architectural and Civil Engineering Contributing to Developing Infra-structures



浦田 勲
Isao Urata

橋梁・鉄構事業部 鉄
構部長



川井 豊
Yutaka Kawai

橋梁・鉄構事業部 橋
梁・鋼構造技術部長・
工博



小保方 廣美
Hiromi Obokata

建設事業部 建築部長
兼 土木部長



辻村 修
Osamu Tsujimura

エネルギー・水道事業
部 技術部長



木村 保
Tamotsu Kimura

建材センター 技術部
長



菊川 春三
Shunso Kikukawa

建材センター 事業開
発部 主査(部長)

要旨

川崎製鉄における土木・建築技術の50年にわたる歴史的変遷について述べる。本分野は製鉄所の建設経験を出発点とし、現在では、建材や土木・港湾、一般建築、橋梁・鉄構、パイプラインの各事業へと分化・発展を遂げた。これら社会基盤の整備事業の必要性は今後とも変わりはないが、環境保全への配慮、省エネルギーの推進、性能型設計への対応技術が主流になると予測される。

Synopsis:

This paper deals with 50-year long historical changes of architectural and civil engineering in Kawasaki Steel. Both engineering started with the construction of steel mills and plants, and now have grown up to several business fields such as construction materials, marine construction, buildings, bridges, steel fabrication and pipelines. These engineering technologies will be also necessary in the future in order to provide infrastructures of the society. Advanced technologies which respond to ecology, energy saving and performance based design are expected hereafter.

1 はじめに

川崎製鉄における土木建築技術者の活動は1950年の創業とほぼ同時、すなわち千葉製鉄所の埋立て工事に始まっている。製鉄業における土木建築技術者の役割や昭和期に行ってきた活動についてはすでに12年前に報告¹⁾した。本報告では既報告を包括しつつ、最近の活動について詳しく報告し、50年間の歩みを述べる。

既報告¹⁾では、製鉄所建設にともなう土木建築業務を「第1の流れ」すなわち源流として位置付け、「第2の流れ(建材技術部門)」、「第3の流れ(エンジニアリングセンター(EC)、エンジニアリング事業部(ED)部門)」、「第4の流れ(関係会社)」に波及してきたと表現している。時代に即した技術開発を行い、事業形態を変化させてきた歴史が説明されている。その間、技術者の数も順調に増え続け、製鉄所を立ち上げるために自社の設備投資・建設の一端を担ってきた時代から、それらの活動を通じて得た技術力を活かせる鋼材販売、PJ受注活動へと変化させ、人材を各分野に投入してきたことが分かる。

1980年までに千葉・水島両製鉄所の主要設備建設がほぼ終了したことにより、「第1の流れ」は改造工事や維持管理技術を用いた形態へと変わってきた。また、「第2の流れ」から「第4の流れ」までに位置付けた活動分野についても、バブル崩壊や円高、阪神大震災、さらには高度成長期に建設された構造物の老朽化などを含めて、受注環境、技術動向などに大きな変化があった。製鉄業における土木建築関係の事業は再編、統合など、一層事業変革の流れが激しい時代へと変化している。

現在、このような歴史を経て拡大あるいは集約されてきた当社の土木建築関係事業では、工事受注を主業とする建設事業、橋梁鉄構事業、パイプライン事業と、鉄鋼製品すなわち建材製品販売を目的とした建材事業において多くの技術者が活躍できる場が得られている。集約されてきた各事業・技術をみると、当然ではあるが製鉄会社としての特徴・強みが明確に現れている結果となっている。その大半の活動が、製鉄所の建設工事に必要とされたことで技術開発を推進してきた事業分野、または製鉄業としての素材製造などに関する技術開発成果を活用した事業である。欧米諸国に比べて国民総生産に対する公共投資額の比率が非常に高いと言われている我が国において、今後建設投資の相対的低落現象が予想されており、特徴を生かした「根」をはった事業分野、技術分野が対外的にも強みを発

*平成12年4月28日原稿受付

揮していくものと考えられる。

本報告では、分野ごとに注力してきた事業とその背景を説明するとともに、公共事業や民間投資動向や世の中の技術動向などによって変化させてきた事業形態、特徴を説明し、生き残りをかけた今後の技術・事業戦略について触れていきたい。

2 国内建設分野

2.1 土木分野

当社の土木分野における建設事業は、製鉄所建設によって培った建設技術を基盤として、建材製品の加工技術や施工技术、土質基礎分野の施工技术、建設工事の総合的なマネジメント技術を核に、港湾工事・一般土木工事・土木鋼構造工事などで実績を蓄積してきた。

2.1.1 港湾工事

千葉・水島両製鉄所において総延長 33 km 以上に及ぶ護岸・岸壁を建設しており、そこで蓄積した技術を活用してさまざまな工事を実施している。

山形県（1980 年）、青森県（1983 年）と相次いで水中格点工法による海釣り桟橋を建設した。これは現在、新日本製鐵（株）と共同で格点ストラット工法として技術を発展させている（建材センター）。その後、ゼネコンと共同施工で 2 件の石油備蓄基地のシーバースを建設している（秋田 1988 年、志布志 1991 年）。また、千葉製鉄所 NA パースの建設工事において開発・実用化した臨海杭打（STEP）工法により浦安流通センター岸壁を建設し（1990 年）、この実績は後の大宮人工地盤建設工事にも活かされている。中国木材（株）のバース工事（1992 年）では、KPP パイルによる重防食鋼管杭の施工技术や上部工のプレハブ化による急速施工技术、CM 方式導入によるコストダウンにより施主の高い評価を得た。1993 年のポートアイランドコルゲートセル護岸工事以降、主力販売部門を建設事業部から橋梁鋼構造事業部にシフトし、ジャケット構造物などの部材製作や現地工事について、その拡販に注力している。

2.1.2 一般土木工事

この分野では 1980 年代後半から 1990 年代に実施した、半田ゴルフリンクス（1988 年）、小海リエックス（1990 年）、安塚キュービッドバレー（1990 年）、鷺羽ゴルフ場（1991 年）、おのころアイランド（1998 年）などの地域開発・造成工事の実績が大きなウェイトを占めている。ここで蓄積した計画・設計・施工・運営までのノウハウを活かして、廃棄物処分場の跡地を短工期かつ安価に、水島ゴルフリンクスとして再開発（1999 年）することに成功している。これは、昨今の各自治体における公共事業予算の縮減と、廃棄物処分場の建設や跡地利用における課題の解決策の一つとして貢献できる実績であり、今後の提案型販売活動の有力商品として位置付けられる。

この分野のもう一つの大きな流れは、1995 年の阪神大震災後の復旧・補強工事である。震災直後の西宮大橋復旧工事、阪高深江・浜中上部工撤去解体工事などを皮切りに、その後の全国展開された橋脚耐震補強案件では、鉄鋼加工技術・現場施工技术を武器に主に鋼板巻立てによる補強工事を、阪神圏・首都圏を中心にして 1995 年から現在に至るまで継続的に受注している。これらの実績は、川崎製鉄グループの施工技术の熟度と知名度の向上に高く寄与している。

2.1.3 土木鋼構造工事

この分野では、鉄鋼製品に関わる設計・加工・現地施工などの鉄

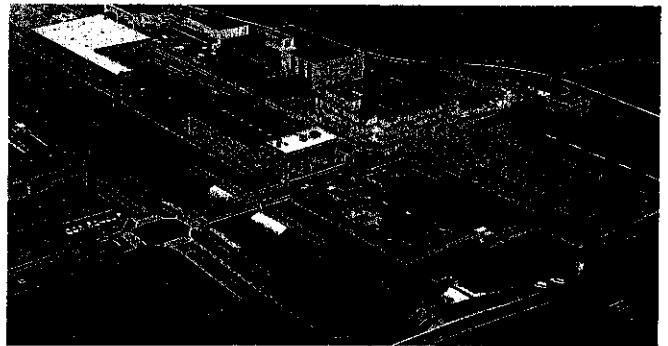


Photo 1 Ohmiya super platform structure

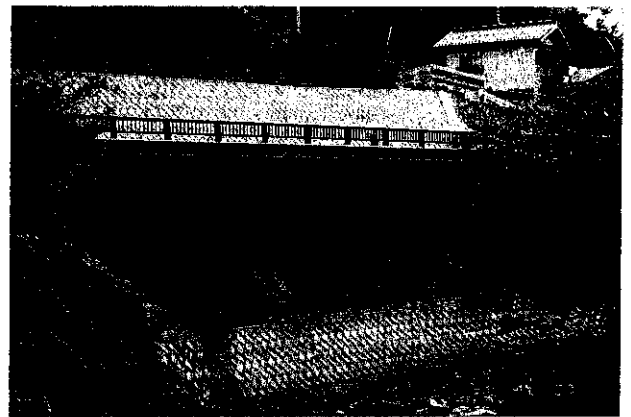


Photo 2 Metal road structure (Youka-Yamazaki Line)

鋼メーカー保有の独自技術を活かして、対外的な強みを発揮している。新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）アルコール工場建設工事（1994 年）、東海旅客鉄道（株）（JR 東海）防音壁架台製作（1996 年）、日本道路公団（JH）向け MMST 鋼殻製作（1999 年）などの実績がその例である。

また、前述の STEP 工法により、民有洪水調整池の上空に卸売団地組合の造成を行うための人工地盤を構築した大宮人工地盤建設工事（1993 年、Photo 1）もこの分野に位置付けることができる。STEP 工法だけでなく、重防食鋼管杭や波動理論による支持力管理技術（PDA）などの当社の保有技術を総合的に活用した事例である。

現在、この人工地盤の構築技術は二つの方向に派生している。一方は、STEP 工法の施工技术を汎用化した自走式作業架台の技術である。新宿南口人工地盤構築工事（1996 年）や神田川護岸改修工事（1996 年）がその事例である。

他方は、人工地盤構造の用途の拡大である。山岳道路の拡幅に着目したのが、萩山福岡線（1992 年）と八鹿山崎線（Photo 2, 1994 年）（ともに兵庫県）、野狼谷林道工事（山梨県、1997 年）をはじめとするメタルロード工法である。また、ヘリポート（駐車場）に適した岩屋ダムヘリポート工事（1997 年）の事例もある。これらは（財）道路保全技術センターの技術審査証明を取得し（1999 年 3 月）、自治体やコンサルタントへの PR を強化することで、今後の事業拡大が期待される。

以上、3 つのカテゴリーでの実績事例を中心に、国内土木における建設事業を概説した。その他に最近では、調査測定工事の分野でも音響トモグラフィを用いた地盤の構造や断層、透水係数を調査する技術を導入・開発し、国内外から高い評価を獲得している。今後

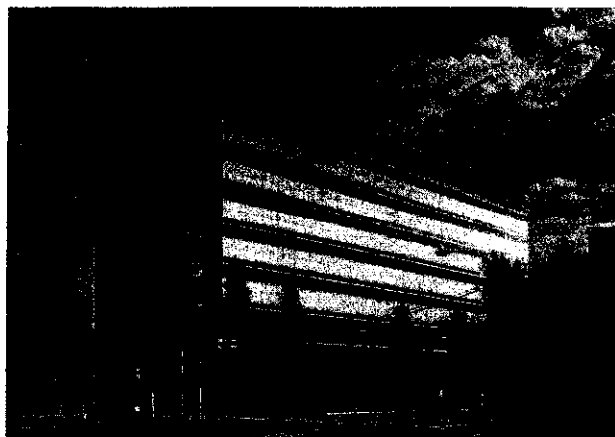


Photo 3 New Excel-core (River Kuramae Building)

とも、こうした数多くの実績と「土質および基礎」、「鋼構造物」に関する一流の技術(者)を核に、得意分野での建設事業の発展に努力を惜しまないものである。

2.2 建築分野

当社の建築分野における事業方向性は以下に集約される。すなわち、(1) 鋼構造系のシステム建築を中核商品に位置付け、当社グループの保有する特色ある要素技術を集約活用した建築事業、(2) 顧客ニーズを徹底して志向した企画提案型の総合建設マネジメントの2点である。いずれも新しい時代に求められる建設事業の姿を追求しており、今後も当社らしい挑戦を続けていく。

2.2.1 システム建築および周辺技術

建築分野では次世代の社会的ニーズを見据えて、近年特に上記(1)の潮流、すなわちシステム建築および周辺技術を活用した事業開発を推進している。

ビル建築においては、川崎製鉄神戸本社ビルおよびリバー蔵前ビルの建設を契機に、鋼管コンクリート構造、極軟鋼制振ダンパー、コンピュータネットワークによる設計施工情報管理など当社の建設技術を集大成した都市型システムビル「ニューエクスルコア」²⁾を実用化した(Photo 3)。その後もJA アグリクス³⁾、(仮称)国際興業三田ビル、永寿総合病院などへ引き続き順調に適用拡大している。

次に、中高層集合住宅向けの「K-FLAT」は、鉄をベースにコンクリートの長所を取り込み、省力化と工期短縮を徹底した新しい建設システムである。鋼管コンクリート・プレキャストコンクリート構造⁴⁾、スケルトン・インフィル分離、屋内完全フラット化とバリアフリー化などの特徴を有し、社会資本として次世代の住宅に求められる耐震性、高耐久性、リフォーム性などの諸性能を最適なコストで実現した。ヴィエント本郷菊坂を手始めに、大規模再開発案件の神戸海岸通ハーバーフラッツに適用している。

産業系・商業系建築においては、30年の実績を誇る鋼構造系システム建築「川建メタルビル」をベースに、ライン式クリーンルーム⁵⁾、システム倉庫、立体駐車場など当社建設系グループの特色ある技術を加味した総合エンジニアリングを展開しており、シチズン時計(株)八戸液晶工場など多くの実績を有する。

上述の3分野のシステム建築はいずれも、木製型枠代替工法を多用した環境に優しい商品である。また部材の工業化によって建設現場の省力化と安全化に寄与しており、次世代型の建設工法である。

振り返ればこれらは、エンジニアリング事業で培ってきた総合建築技術と、鉄鋼系建材および鉄構製品の拡販過程で蓄積してきた技

術が有機的に結合して、当社らしい技術的ダイナミズムを醸成し、その結果生み出された技術商品群であると言える。

当社のシステム建築が今後目指していくのは、コストパフォーマンスが高く、施主にとって透明で分かりやすい建設システムである。

建設業の生産性はいまだ向上の余地が大きく、さらに消費エネルギーおよび保守更新まで含めたライフサイクル全体のコスト削減は、次世紀の建設業で必須の要件となる。また建設業の構造変革とインターネットによる情報革命が進み、今後建設部門においても、商品たる建築物の性能、コスト、および工期に関する透明性が一般消費財並みに求められる時代を迎えようとしている。

当社のシステム建築は、鉄で培った工業化技術と生産性向上技術を基礎に、建築物の企画から現場施工に至るプロセスを通じてコスト対性能比を最大化するとともに、透明で合理的なコストと工期をもって施主へ建築物を供給しようとするもので、いわば製造業由来の論理と文化を建設業に持ち込もうとするものである。

2.2.2 建築総合マネジメント

前述(2)の潮流を一貫して支えてきたのは、製鉄所の大規模施設建設と周辺の街づくり⁶⁾に端を発し、エンジニアリング事業で長年培ってきた、多方面にわたる豊富な経験と実績である。

事例として、既存建物総合診断を契機に建設とコンサル業務を総合的に推進したホテル大佐渡春日、大規模複合施設の開発・設計・施工に取り組んだ千葉ポートスクエア⁷⁾、日本初の調整池上人工地盤の開発に取り組んだ埼玉県御売団地⁸⁾、フルターンキープロジェクトの建築部門を担った東日本くみあい飼料工場などがある。

これらの最大の特徴は、建設プロジェクトのあらゆる懸案を常に施主の立場から考えて総合的に対処していく姿勢を貫いてきた点であり、きめ細かな課題解決の積み重ねによる顧客満足度の向上は、当社の建築分野に根付いている伝統である。

低成長型経済構造への転換が加速する中で、地域活性の低下あるいは市街地の空洞化が懸念されている。今後当社建築部門は不動産を有機的に維持・活用・再生する事業の企画提案を加速していく。経済的ボトルネックを乗り越え、豊かな社会資本を次世代に遺していくように、事業主と一緒に未来への挑戦を続けていく所存である。

3 海外建設分野

製鉄所建設で培った技術をベースに、鋼管杭を多用する港湾土木分野、鉄骨を主体とする総合建築・鉄骨工事分野、鉄道分野、製鉄プラント土建分野を主体に、海外での建設プロジェクトを展開してきた。特にフィリピンでは、1974年に開始したフィリピン・シンター・コーポレーション(PSC)建設の実績を生かし、多数の土木・建築・パイプライン工事を受注し、1990年にはリオフィル社(現地法人)を設立し、フィリピン建設業界でも確固たる足場を築いている。またフィリピンでは、ラグナテクノパークに出資し、工場建設とあわせて運営もほぼ成功している。

3.1 港湾土木分野

PSCの栈橋建設を足掛かりに、フィリピン・インドネシア・マレーシア・台湾において、鋼管杭を多用する栈橋プロジェクトを中心に受注してきた。鋼管杭にかかわる技術では、大径管鋼管杭の支持力管理、波動方程式を用いたPDA、KPPパイルなどを有し、自社保有の杭打船を武器に競争力もある。円借款や世界銀行・アジア開発銀行融資のプロジェクトばかりでなく、民間の設計込みのプロジェクトも多く、物流エンジニアリングを含めたコスト削減のための

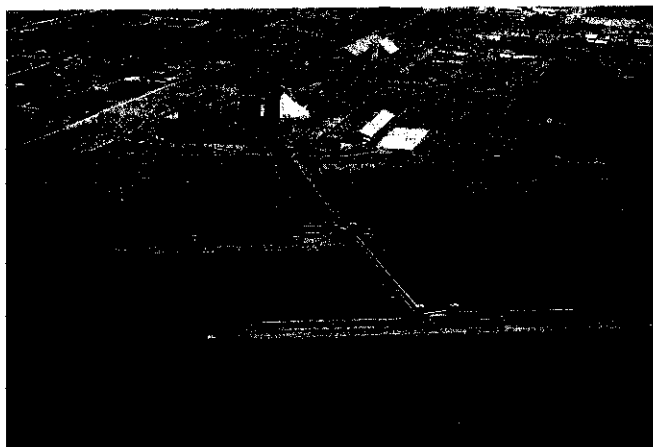


Photo 4 INDOKODECO Cement Jetty (Kalimantan)



Photo 6 Kazafstan railway transport capacity development

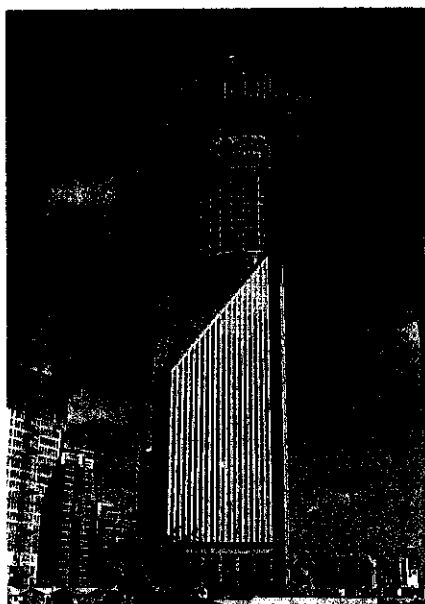


Photo 5 Bank of China Tower (Shanghai)

提案力も評価されている。Photo 4 は、インドネシア国カリマンタンのインドコデコ港湾設備を示すものである。このプロジェクトはセメント搬送設備・荷役設備・袋詰設備・棧橋建設・建家・埋立・浚渫を含む工事で、基礎杭には KPP パイルを使用した。

3.2 総合建築・鉄骨工事分野

大スパン工場・重量プラント鉄骨の技術をもとにした鉄骨工事は、旧来の鉄骨供給から建方込み工事へとスコープの拡大を図るとともに、加工の現地化を推進して 53 階建ての上海での中国銀行大廈（1999 年、Photo 5）までに展開している。現在までに 40 万 t の鉄骨を供給するとともに、スーパーハイスレンド H 形鋼などの適用を図っている。ホテル・ショッピングセンターなどの都市型建築もアメリカなどで手がけており、ソルトレークシティ・デルタセンターの屋根にはスーパーウィング構法も採用されている。

近年ではフィリピン・中国・インドネシアで工場建設を中心に、総合建築・鉄骨工事を受注し、それらの中で中国では KPEB (Kawatetsu pre-engineered building) も適用された。

3.3 鉄道分野

製鉄所は、千葉・水島・知多あわせて約 120 km の線路が敷設されている。トビードカー（自重約 800 t）などの安全走行のための建設・維持管理技術を活かし、フィリピン・インドネシア・カザフスタンにおいて、円借款による鉄道プロジェクトを展開している。軌道工事・橋梁や車両工場・車両基地に関わる土木・建築工事ばかりでなく、信号・通信・変電や車両の保守点検用の機器供給を含めて受注し、プロジェクトの全体的な建設マネジメントのために技術力を発揮した。現在、カザフスタンで円借第 1 号案件である鉄道輸送力増強工事（シルクロード鉄道、Photo 6）を施工中であり、旧ソ連邦の基準である GOST や SNIP に準拠して、着実に進めている。CIS 圏における初の円借鉄道プロジェクトとして各方面から注目を集め、今後の展開が期待されている。

3.4 製鉄プラント土建分野

海外工場建設プロジェクトでは、タイのタイティンプレートマニュファクチャリング (TTP) (1972 年)、フィリピンの PSC (1974 年)、ブラジルのツパロン (1974 年～83 年) を始めとして、複雑な重量機械基礎と重量鋼構造建築の設計技術力を活かし、機械設備部門との連携を取りながら短期間の工期内で建設工事を成し遂げてきた。台湾の統一実業冷延工場建設 (1995 年) では、粘性土と砂質土の互層からなる複合地盤における基礎設計・連続焼鈍炉部高層工場建屋設計などに自社建設の経験を生かし、さらに綿密な建設マネジメントを含めて、客先の要求するコスト削減と短納期に大いに寄与した。また、フィリピンバタングスの電炉棒鋼工場 (BSII プロジェクト) では、育成してきたリオフィル社が土木・建築・据付などの現地工事で重要な役割を果たした。

1997 年の東南アジアの経済危機以降、厳しい建設市場においても港湾土木・総合建築・鉄骨・鉄道の分野で受注を継続し、競争力のある体質へと改善してきた。今後とも、フィリピンを軸足としつつ、インドネシア・中国・中央アジアでの海外展開推進が可能である。

4 橋梁・鉄構事業部^{1,9)}

4.1 橋梁・土木鋼構造分野

川崎製鉄グループとして橋梁建設に参入したのは、当時の川崎電機工業(株)が 1963 年に東京都の「旭立体橋」(鉸桁)を手掛けたの

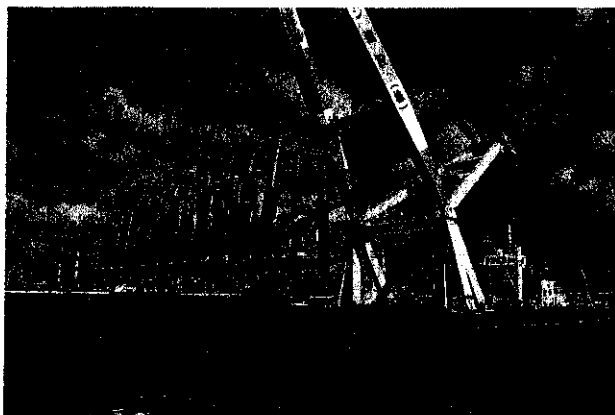


Photo 7 Installation of Kobe Central Jetty with jacket-type wharf

が初めてである。その後、歩道橋の建設で実績を重ね徐々に道路橋の受注も増加し、1976年には「明石 SA 橋」において、橋梁の防食システムとしては革新的であった溶融亜鉛めっき橋を手掛けるに至った。さらに1978年にはこれらの実績をベースに川崎電気工業(株)と生浜鉄工(株)が合併し川鉄鉄構工業(株)として橋梁事業への基盤作りが行われた。

そのころ、当社では石油探査、掘削用リグを対象とした海洋構造物の受注活動を積極的に行い、川鉄鉄構工業(株)の播磨工場がその主力製作部門として位置付けられた。これにともない、大型海洋構造物浜出しに備え播磨工場の岸壁補強などが行われ、そこから多くのジャケット式石油掘削用リグを浜出しして、現在もその機能が各種海洋、沿岸鋼構造物に活かされている。

橋梁部門では、本四架橋の初期段階としての「番の洲高架橋」(1984年)、ランガー桁橋を海上一括架設した「邑久長島大橋」(1988年)、「関西空港連絡橋鋼製橋脚」(1989年)などの大型プロジェクトへの参入を果たした。その後も、「関西空港連絡橋」の「大型トラス橋」(1991年)、「東京湾横断道路鋼製橋脚」(1992年)、「明石海峡大橋アンカーフレーム」(1993年)などに実績を積み、着々と大型橋梁建設の技術力を高めた。

海洋構造物部門では、石油価格の低迷によりエネルギー関係分野での需要が激減したが、護岸や岸壁、防波堤などの港湾構造物にジャケット式構造物やハイブリッドケーソンの適用が増加し、それらが新たな受注分野となった。

1994年に当時の川鉄鉄構工業(株)の橋梁部門が川崎製鉄に事業統合され、橋梁・鋼構造物事業部が発足した。橋梁・海洋構造物を主軸とした土木鋼構造物の総合ファブリーケーターとしての位置付けが明確にされるとともに、技術力と営業力が結集された。

事業統合翌年の1995年1月には、兵庫県南部地震が発生し多くの構造物が壊滅的な被害を受けた。その復旧工事として「浜手パイパス上部工」や「神戸中突堤のジャケット式岸壁」(Photo 7)など(1996年)を手掛け、短い工期的制約の下で鋼構造物の急速施工の長所をいかに発揮して神戸の復興に寄与することができた。

事業統合後は、ドーリーによる一括引出し架設という特殊工法で一晩の内に架設した「日本道路公団今井インターチェンジ橋」、景観を考慮しコーナー部をアール加工した鋼床版台形箱桁の「浅虫入道橋」、陸上部では最も構造高さが高いV脚ラーメン橋の「瀬川橋」など(いずれも1997年)を製作し、架設の難易度の高い橋梁の施工実績をあげることができた。さらに、世界初の3連吊橋である「来島海峡大橋」(1998年)(Photo 8)、当社としては初めての受注となった本格的斜張橋の「浜田マリン大橋」(1999年)(Photo 9)



Photo 8 Kurushima Kaikyo Bridge

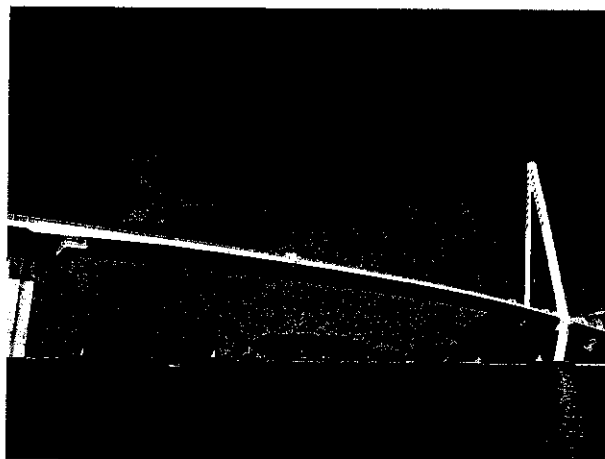


Photo 9 Hamada Marine Bridge

など、いわゆる高難易度橋と呼ばれる長大橋のすべての橋種の設計、製作、架設の実績をあげ、名実ともに総合ファブリーケーターとしての位置付けが確固たるものとなった。

技術開発の面では、当社独自の橋梁建材商品として突起付きCT形鋼を主桁に配置した合成床版橋(KCSB)、交通規制が最小限で施工可能な架け替え鋼床版(バトルデッキ)、大型斜張橋用のセミプレファブタイプケーブル(PSC-H)を実用化し受注活動を展開している。

また、鋼材の市場拡大と鋼構造の新規分野創出を目的として超大型浮体構造物(メガフロート)の海上空港(Photo 10)や浮体式防災拠点への実用化研究に参画し技術開発を進めるとともに、これと並行してプロジェクト開発活動も積極的に推進中である。大型浮体に関する技術は、浮体橋梁などにも適用可能であり次世代の海洋架橋工法としても有望視されている。

加えて、最近の土木構造物の建設において強く要求されている「建設コスト縮減」と「ライフサイクルコストミニマム化」を目的に、鉄鋼メーカーのファブリーケーター部門として、これらの要求に適合する新機能鋼材を積極的に用い土木分野における鉄鋼需要拡大の一翼を担うべく活動中である。

4.2 建築鉄構分野

1981年エンジニアリング事業部(ED)発足当初より、鋼材メーカ

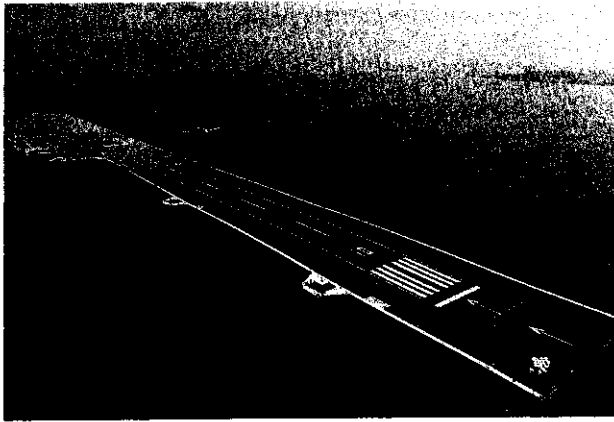


Photo 10 Mega-float air port model

ーとして保有する優れた鋼材および溶接技術、ならびに製鉄所建設や建材開発で培われた鋼材利用技術を最大限活用できる建築鉄構事業に参入し、拡大発展を図ってきた。事業内容は主に国内および海外向けの鉄骨の供給であるが、1996年建材センター発足までは建築構造用鋼材の開発も行い、鋼材から加工・現場工事まで一貫した技術力をもとに建築鉄構分野で先駆的な役割を果たしてきた。

ED発足以来25年となるが、その間推定約250万tの鉄骨を加工し、国内向けに約200万t、海外向けに約50万tを供給してきた。円高が進行し1986年に1ドル150円を記録して以後海外向けは落ち込んだものの、単年度ではバブル景気の際約16万tの鉄骨を供給した。バブル崩壊とともに年々供給量は落ち込んではいくが、なお年間約10万tの鉄骨の供給に寄与している。また近年には通信鉄塔への参入も実現し、照明鉄塔とともに鉄塔分野の充実にも注力している。

以上のような建築鉄構事業を支える技術の歴史や今後の展開を概括的に述べる。なお、建材開発については6章で詳述する。

4.2.1 新建材の開発と適用

市場ニーズに応えるべく種々の新建材が開発されてきたが、それを実際の物件に先駆けて社内関係工事などに適用して、新建材の優位性を実証し、その加工技術とくに溶接方法を開発してきた。

(1) 高強度鋼

高強度化の幕開けとなったTMCP鋼を1988年に初めて「幕張テクノガーデン」の柱材である四面組立ボックス（リバーボックス）に適用、予熱温度が低くても良好な溶接性や溶接部の性能を実証した。また、高強度化と低降伏比を同時に実現した590MPa級鋼を1990年、「草津・WEST Project」のSRC造柱材に日本で初めて適用した。これ以後570MPa級鋼の実績を重ね、SA440として一般認定の取得（1996年）にも寄与した。さらに、円形鋼管柱への適用も「晴海一丁目再開発」において実現し、冷間成形後の柱材の性能はストレス・リリーフなど種々の加工時の工夫により十分に確保できることを実験的にも、実大の物件においても明らかにした。同様に、1996年「江戸川区タワー」（Photo 11）において570MPa級のシームレスパイプを柱材に採用し、鋼材および溶接部の性能が耐震性に優れていることを実証した。

(2) 耐火鋼

高温強度に優れかつ溶接性を確保できる耐火鋼と、これを建築鉄骨に適用した際、火災時の鉄骨の構造性能を検証する耐火設計法を開発し、1991年に販売を開始した。当時は耐火設計

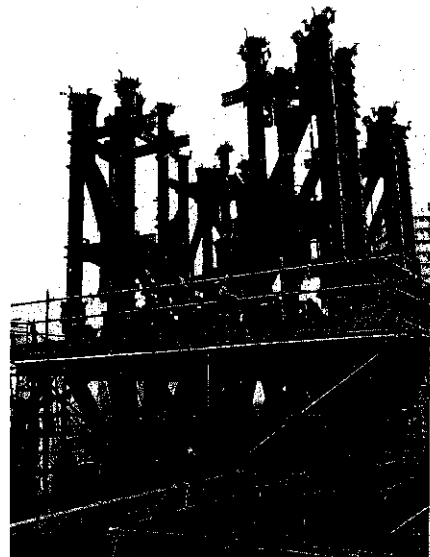


Photo 11 Erection of Edogawa-ku Tower

法という言葉自体耳新しい状況で、実績主義の壁に阻まれ普及には多くの労力と時間を費やした。幸いに当社の案件で建設大臣認定いわゆる個別認定を含む実績が蓄積できたこと、また当社と深い繋がりを持つ立体駐車場メーカーの協力を得ることができたことなどにより、耐火被覆を削減できる立体駐車場向け鉄骨を中心に拡販することが可能になった。この結果、耐火鋼の販売量は年間3万tに達したが、そのうちの約半分は当社が供給する鉄骨に使用されている。

また、受注活動により蓄積された耐火設計に関するノウハウは、2000年6月に改正が予定されている建築基準法の耐火構造性能規定化への大きな武器となり、鋼材の用途開発や拡販に大いに役立つであろう。

4.2.2 鉄骨加工の効率化

鉄骨加工工数の主要な部分を占める溶接施工の効率化は、鉄骨加工の競争力向上の要であり、大入熱による溶接施工の効率化や溶接ロボットによる省力化などを当社においても指向してきた。

まず、四面組立ボックス（リバーボックス）のシーム溶接部には、高能率3電極サブマージ溶接（KX法）を適用し、板厚70mmまで1パス溶接で可能にする技術を確認した。大入熱により懸念される溶接部の品質も、鋼材の改良などにより一定レベル以上をクリアし、溶接施工の効率化を実現している。これは当社の大型物件受注の皮切りとなった「新宿ワシントンホテル新築工事」で好評を博し、以降数多くの物件に採用されてきた。

溶接ロボットについては初期段階から取組み、1985年の「アークヒルズ」の簡易溶接ロボットによる部材溶接から、コラムとダイヤフラムを2ヶ所同時に溶接する「サイコロロボット」へと順次溶接ロボットの高度化へと適用範囲の拡大を図り、1993年には多関節溶接ロボットを用い下向き、縦向き、横向き溶接の自動化を確認した大組立溶接ロボットを開発した。これにより無人化で24h連続溶接が可能になり、溶接の省力化のみならず夜間電力の使用を可能とし、コストダウンに大いに寄与している。

また、設計法からのアプローチも合わせて行っている工法もある。たとえば、コラム柱の絞り加工をなくした「シボラン」やスカラップを排し耐震性能を向上させた「ノンスカラップ工法」など、鉄骨



Photo 12 Lift-up of roof trusses for Saitama Arena

構造の要である接合部の開発にも注力してきた。兵庫県南部地震以後鉄骨の接合部、とりわけ溶接部の性能確保が再検討されており、前述の研究など接合部性能の重要性が再認識されている。

以上、建築鉄骨の内容を概説したが、前述の他に高張力ケーブルと鉄骨トラスを組み合わせたスーパーウィング工法、鉄骨キールトラスと KT トラス（立体システムトラス）を組み合わせた「上北町体育館」（1998 年）、ジャッキ・アップ工法を用いた「さいたまアリーナ」（Photo 12）や 3 次元 CAD を駆使した立体鉄骨造の「宮本武蔵武道館」などの特殊鉄骨がある。また他にも、耐候性鋼板を用いた照明・通信鉄塔を設計から現場施工まで一貫して行うなどの実績も数多くある。これらの特殊な鋼構造物は、プロジェクトにより要求される技術は異なるが、いずれも総合的技術力の必要なものである。1996 年千葉加工センターを閉鎖したが、川鉄メタルファブリカ（株）を始めとする川崎製鉄関連会社、ならびに全国限なく網羅する協力ファブリケーターとともに、鉄鋼メーカーとしての技術フルに活用した独自性ある差別化技術をベースに、鋼材から鉄骨加工・現場工事まで、いわゆる設計から施工までの一貫した技術力の更なる研鑽に励むものである。

5 パイプライン事業

当社のパイプライン事業は大きく 2 つの柱より展開されてきた。一つは製鉄所の建設より展開されてきた印旛沼から千葉製鉄所までの工業用水パイプラインの完成が、パイプライン布設技術の蓄積となった。もう一つは鋼管の拡販という観点から建材事業（鋼管杭）からパイプライン分野への技術の展開である。パイプライン事業を推進するために組織化された後、パイプライン航空燃料成田パイプライン建設工事（1982 年完工）、フィリピン・マニラ水道工事 PG6 および PG9（1985 年完工、1987 年完工）、シンガポール海底水道パイプライン布設工事（1987 年完工）、東京電力（株）；富津～袖ヶ浦ガス導管新設工事および姉崎～千葉ガス導管新設工事（1992 年完工、1995 年完工）など国内外で着実に実績を重ねてきた。

当社のガスパイプライン技術を確実なものとしたものが、石油資源開発（株）新潟～仙台ガスパイプラインプロジェクトである¹⁰⁾。本パイプラインは、延長距離が日本で 2 番目の長距離ガスパイプラインであり、当社が企業化調査から計画、設計、施工まで一貫して携わった。本プロジェクトへの参画を礎として、高圧ガスパイプラインに関する技術が集積されたといっても過言ではない。この技術が、

東京互斯（株）、東邦互斯（株）などの大規模都市ガス会社への設計、施工実績を積み上げることにつながった。また、他の都市ガス会社からも、新潟～仙台パイプライン建設工事での経験と知識を生かして川鉄テクノコンストラクション（株）が中心として工事を受注している。

水道事業については、上述の印旛沼からの水道パイプラインの建設以降も多くの工事を経験してきた。特筆すべき主要工事としては、首都圏の水源を確保するための北千葉導水路の建設、明石海峡大橋を経由して淡路島へ水を供給するパイプラインプロジェクトなどがある。さらに水道事業に対する時代のニーズに合わせて技術フィールドを拡大して鋼製配水池や緊急貯水槽などへ展開して、着実に実績を広げてきた。

このように常にライフラインに関する時代のニーズに応じて着実に実績を積んできた当社のパイプライン事業の技術開発について以下に述べる。

5.1 エネルギー事業

近年、環境問題がクローズアップされており、クリーンエネルギーの採用が望まれている。特に天然ガスは、 NO_x の発生が少なく、 SO_x を出さない比較的環境にやさしいエネルギーとして世界的に注目されている。その需要は年々伸びており、その埋蔵量も世界中に豊富に存在する。近年、日本に近い東シベリア地区での豊富な埋蔵量も確認され始めている。

一方、日本国内においてもエネルギー政策が見直され天然ガスを利用するガスタービン発電や燃料電池の普及に注力される見通しである。このような状況を鑑みても、ガスパイプラインシステムの拡充が今後要求されることが想定される。このような状況を踏まえて、ガスパイプラインの建設に必要な技術要素について述べる。

(1) 新潟～仙台パイプライン

本プロジェクトは、石油資源開発（株）が新潟県で産出される国産天然ガスと新潟東港に陸揚げされるインドネシア産 LNG 気化ガスを仙台地区の需要家に輸送するための総延長 251 km に及ぶパイプラインである。当社は 1986 年の FS 調査より参画して 1996 年 3 月に竣工し、無事に運転されている。当プロジェクト実現の大きな鍵となったのはコストダウンであった。本パイプライン建設においてコストダウンに寄与した技術の一例を挙げる。

一般に橋梁による河川などの横過の場合、既設橋への添架がもっとも経済的であるが、添架が不可能な場合にはパイプライン専用橋の建設が必要となる。そのうちのもっとも技術的に特筆すべき専用橋（児拾川吊り橋、Photo 13）を挙げる。本専用橋は、コストダウンのために無補剛型の吊橋が採用された。無補剛型の吊橋はガスパイプラインでは初めての適用例である。また、採用にあたっては解析、風洞実験などを実施した。

(2) パイプライン施工技術の開発

都市部にパイプラインを布設する際、いかに近隣住民、交通への影響を少なくするかが課題となる。そこで、当社は、都市部に布設されるパイプラインの推進の工期短縮および長距離化をターゲットとした非開削工法「カンセンモール工法」を開発した。本工法は、鞘管の押込み（推進）とガス管に引き込みを同時に行うことのできるようなシステムである。鞘管とガス管の 2 重構造で、鞘管と本管の間には、スライドする構造となっており、1 工程にて推進から管の引き込みまで行うことのできる工法である。Fig. 1 にその推進断面を示し、Photo 14 に布設状況を示す。

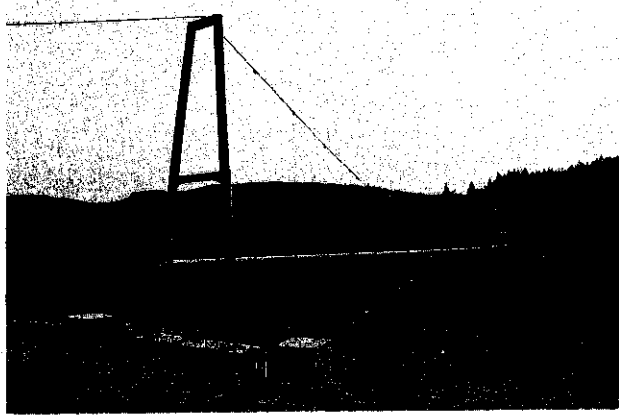


Photo 13 Kosutegawa Suspension Bridge

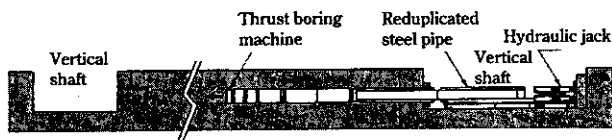


Fig. 1 Kansen mole

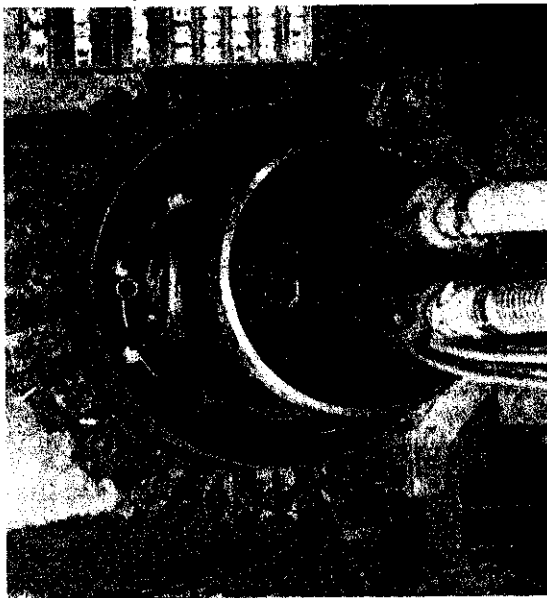


Photo 14 Kansen mole (under construction)

Fig. 2 は弧状に掘削して河川などの障害物を横過することができる石油掘削技術を応用した立坑のいらない非開削工法（Kリード工法）であり、小口径でも長距離の推進が可能となる。この工法は、ガスパイプラインのみならず、水道パイプライン油パイプラインにも適用することができる。

(3) ガス受け渡し設備

コージェネレーションの普及およびガスタービンの技術開発にともない、機器へのガス受渡し条件が高圧で大容量かつ高精度の圧力制御を要求される。そこで当社は、このような客先ニーズに応じて、基本計画から設計施工および試運転まで一貫して対応した。Photo 15 は、新潟～仙台ガスパイプラインの終

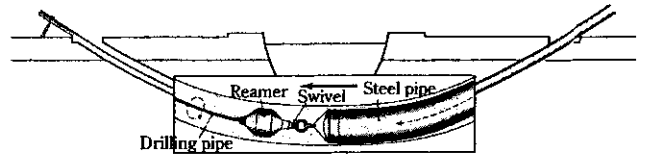


Fig. 2 Profile of K-lead



Photo 15 Sendai-Shinko gas regulating station

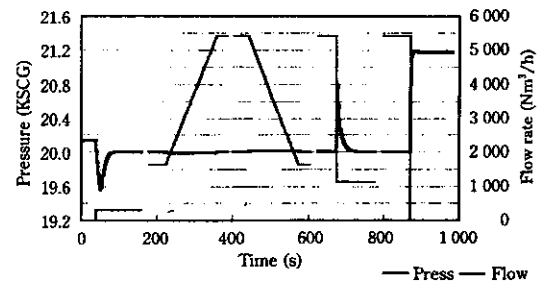


Fig. 3 Simulation of gas pressure

点の東北電力(株)殿新仙火火力発電所にガスを供給する受け渡しステーションを示す。

本ステーションでは、7.0 Pa で受入れたガスを 1.5 Pa に制御するステーションであり、処理流量規模としては、日本最大クラスのガス受け渡し設備である。北越製紙(株)向け受け渡しステーションは、ガスタービンの運転条件より、受け渡し時の許容圧力変動範囲が大変狭い (2.0 ± 0.02 Pa) 要求値となったが、プロセスシミュレータを用いて最適な減圧弁の制御方法を決定した。Fig. 3 に流量、ガス圧力のシミュレーション結果と試運転時のデータを示す。解析結果と実データの整合性がよく分かる。

5.2 水道事業

阪神・淡路大震災以降、ライフラインの重要性が改めて認識され、水道パイプラインの整備とともに、水の備蓄という観点から、鋼製配水池、緊急貯水槽などの建設が進んだ。水道普及率が 96.3% と高くなる一方で、管の更新、冗長化（2重ループ）および高品質化などが今後の課題となってくる。Photo 16 に当社が施工した代表的な水管橋の例を示す。本水管橋は本四明石横断大橋に添架された明石から淡路島へ飲料水を供給する水道パイプラインである。

(1) 鋼製配水池と緊急貯水槽

水道パイプライン技術から展開した商品として、鋼製配水池と緊急貯水槽がある。Photo 17 に当社が設計、施工した日本



Photo 16 Water pipeline on Akashi Kaikyo Ohashi Bridge

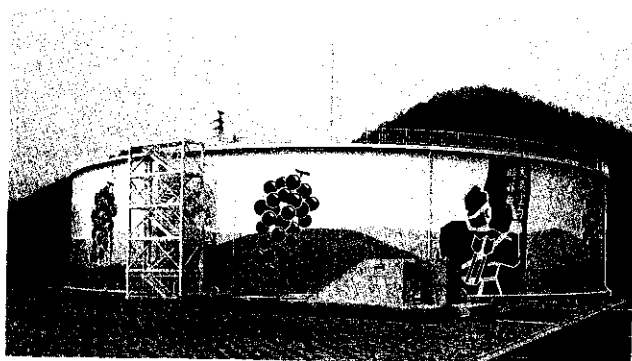


Photo 17 Water storage tank

最大級の鋼製配水池（岡山県）を示す。

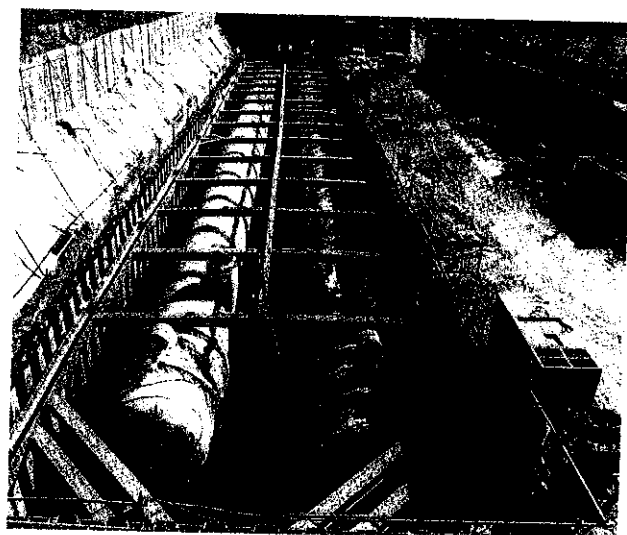
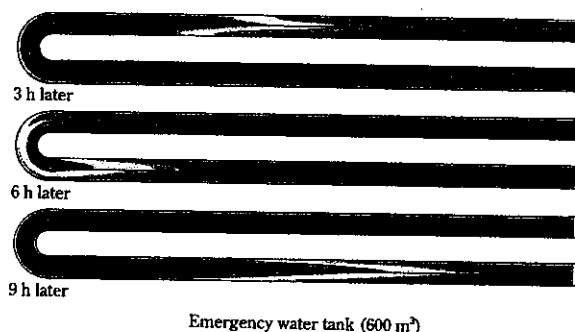
阪神・淡路大震災以降、水の貯蔵の重要性が再認識された。当社は先駆けて、このニーズを吸収して貯水槽の流体解析（水の入れ替わりを確認）をして開発に取り組んできた。Photo 18 に掘付中の緊急貯水槽（貯水量：600 m³ タイプ）を示す。Fig. 4 は、貯水槽内の水の循環性をシミュレーションにより確認したものである。常時貯水槽内の水は循環されていることが確認できる。

(2) 塗覆装損傷探査システム

パイプラインの維持管理の重要性が増していく中、当社は磁場差分式を用いたパイプラインの塗覆装損傷探査システム「PICO FIDER」を開発した。本システムは水道パイプラインのみならずガスパイプラインの塗覆装の損傷を調査することが可能となり、着実に実績を積み上げている。

5.3 溶接技術

現在さまざまなパイプライン構想が計画されているが、そのプロジェクトの実現の鍵となる技術要素の一つが溶接技術である。すでに高圧ガスパイプラインへの現地自動溶接の適用は 1000 リング以上の実績を持っているが、現地周継手自動溶接に関し、今後、さら

Photo 18 Emergency water tank ($V=600\text{ m}^3$ type)Fig. 4 Results of simulation for water circulation ($V=600\text{ m}^3$ type)

に以下の開発を考えている。

- (a) 溶接時間の高速化（溶接時間の 3 倍～5 倍）
- (b) 高品質化（発生欠陥の低減化）
- (c) 高張力鋼への適用
- (d) インプロセス化

Photo 19 に高速化の方案の一つとして、2 ヘッド自動溶接の状況を示す。

一方、水道パイプラインは、大径管が多いため、現地周継手自動溶接に対しては高速溶接が要求されるが、当社は FCW (flux cored wire) を用いた現地周継手自動溶接 (K-ING 工法) を開発した (Photo 20)。今後よりいっそうの溶接時間の短縮化が要求される。

5.4 今後の技術展開

常に、時代や顧客のニーズに合わせた技術開発を展開してきたが、今後も引き続き、ニーズに合せた技術開発を進め、長距離ガスパイプライン構想の実現および参画を目指していく。

6 建材事業

国内鉄鋼製品の需要量の内、40～50% を占めるとも言われる土木建築建材市場での市場・技術動向の見極めが鉄鋼会社の事業戦略を決定する上で非常に重要である。当社においても、土木建築建材製品販売支援を目的とした建設資材研究室（1962 年）、建材技術部

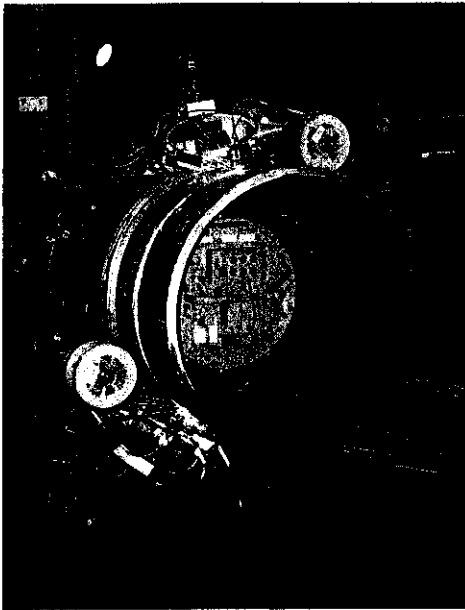


Photo 19 2-head type automatic welding system

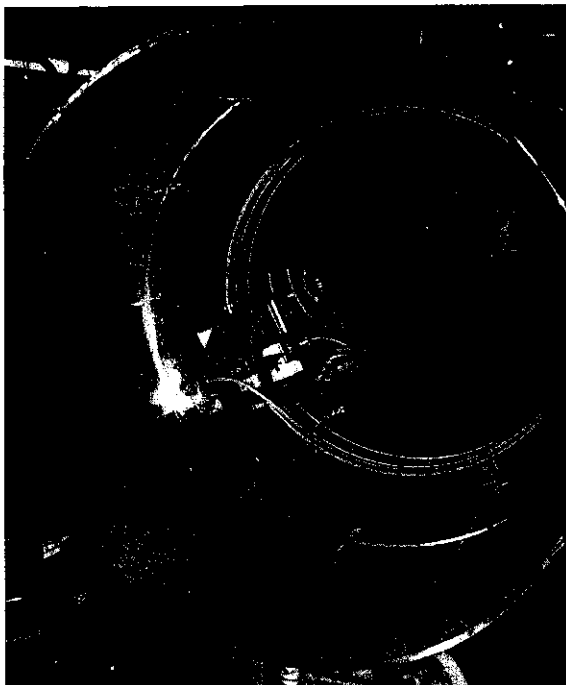


Photo 20 K-ing automatic welding system

発足（1966年）以来、技術サービス・商品開発など、土木建築技術面での当事業への取り組みが続いている¹⁾。過去においては、製鉄所建設技術を基礎に培った技術をベースとした鋼材販売支援活動（研究開発、技術サービス）と、さらなる事業拡大を目指した将来展望ならびにバブル崩壊後の不況、特に個人消費の低迷や阪神大震災以降の復旧対応とその反動による需要の冷え込みと言った環境での建材事業の営みに関する報告¹⁴⁾¹⁵⁾を行ってきた。

本報告では過去の建材分野での活動、およびコスト縮減が強く求められインフラ投資の長期低下傾向が予想される事業環境をふまえて、鉄鋼業あるいは当社がとるべき方向性、今後の展望に関して述べる。川崎製鉄グループでは、製品の持つ特性（たとえば圧延製品、



Photo 21 Composite pier (REED method)

加工技術）により供給体制・事業主体が異なるが、ここでは紙面の都合上、主に当社において取り組んできた製品・工法・事業分野に限定する。

6.1 土木建材分野

土木建材製品が用いられる対象の多くは公共土木工事であり、鉄鋼会社が果たす主な役割は社会基盤整備に必要な製品の供給であった。しかし、最近では土木工事で培った技術を活かして、民間事業主体の建築構造物（基礎など）への展開も進められてきており、市場環境の変化・技術の進歩によって鉄鋼会社が対象とすべき分野も変化してきている。ここでは、土木建材製品を道路・鉄道、港湾、治水（河川）、治山、地下、建築基礎の6分野に分けてこれまで取り組んできた活動について概説する。

(1) 道路・鉄道分野

鋼管杭の発展を支えてきた分野であり、1965年に当社が先駆けて実用化した鋼管矢板基礎¹⁶⁾は鋼管を用いた道路・鉄道基礎として認知され、多くの実績をあげてきた。鋼管杭の施工方法に関しては、開発当初は打撃工法主体であったが、1967年の公害対策基本法などの法整備を契機に、中掘工法やソイルセメント鋼管杭工法などさまざまな低公害工法が開発された。最近では、鋼管杭協会における活動を通じて、振動工法や動的載荷試験法など新しい工法・管理方法の開発の他、性能設計型設計基準移行に向けた鋼管杭・鋼管矢板基礎の評価（たとえば、塑性率）に関する研究活動が進められてきている。

基礎以外の道路・鉄道分野の建材製品としては、パイプルーフに代表されるアンダーパス工法（JES形鋼）、高架裏面吸音板や鋼製CCBOX¹⁷⁾などが開発され、環境・情報といった新規分野へも参入してきている。また、橋梁・トンネル分野においては橋脚への鉄筋代替材料の活用（REED工法（Photo 21）¹⁸⁾、鋼管を用いたハイピア構造形式¹⁹⁾）に関する開発を進めてきた

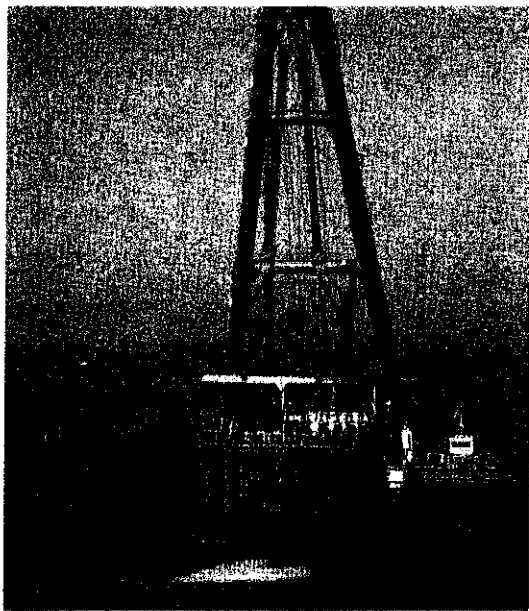


Photo 22 Prefabricated cell by steel sheet piles

が、さらに施工性の向上・ライフサイクルコスト低減を視野に入れた技術・工法開発が求められている。

(2) 港湾分野

阪神大震災の復旧対応を見てもわかるように、曲げに強いという鋼材の特性が活かされ種々の構造が提案・採用されており、公共事業費に占める鋼材原単位が最も高い事業分野である。当社では、一般的な構造形式（たとえば、自立式、控え式、組杭式）に加え、地盤の持つ抵抗力を活かした構造形式、すなわち二重壁構造²⁰⁾、鋼矢板セル構造²¹⁾ (Photo 22) や補強工法としても対応できる水中格点工法²²⁾ など、設計手法から施工方法の研究に至るまで一貫した製品と工法の開発を行ってきた。

今後は、運輸省の港湾整備五カ年計画で公表されている大水深岸壁、耐震岸壁の整備や海上空港整備に向け、より低いコストにつながる技術提案・工法開発が求められるであろう。その場合、ハイブリットケーソンや鋼殻ケーソンにみられるような合成構造、あるいは地盤のもつ強度・抵抗力をより積極的に活用する方法など、多様な技術の組み合わせが必要とされてくる。また、最近の廃棄物処分場の不足から、海面処分場建設の気運も高まってきており²³⁾、従来工法の遮水技術の評価や信頼性の高い遮水工法開発も必須である。

(3) 治水（河川）分野

我が国は山岳が国土の90%以上を占めるという地形的特徴から、小河川が多く、鋼材を用いた河川整備が継続的に行われてきている。本分野で主に使われている鋼矢板は継ぎ手を介して中立軸の両側にある材料を一体（継ぎ手低減はあるものの）構造とした画期的な製品である。圧延材であることや、その形状から鋼管杭ほどの応用は利かないが、最近ではコスト縮減対応として有効幅600mmの広幅鋼矢板 (Photo 23) の開発・販売を実施してきている。

また、都市河川整備により、生物が住みにくく画一的で面白味の少ない河川が増えたことにより、多自然護岸²⁴⁾ あるいは風景とカラーコーディネートできる材料²⁵⁾ も開発してきたが、適用環境に応じた商品を提供するさらに利用技術のグレードアップも求められる。

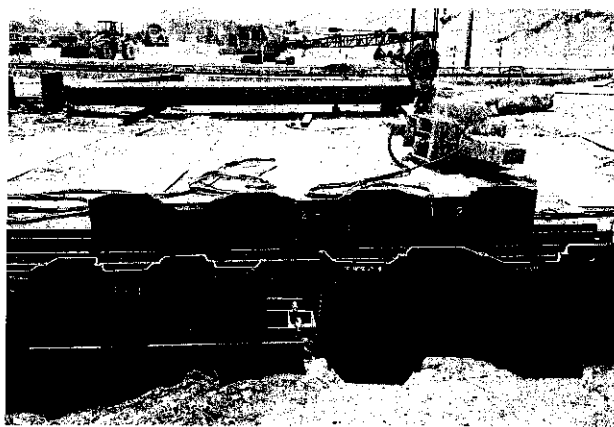


Photo 23 Wide flange sheet pile

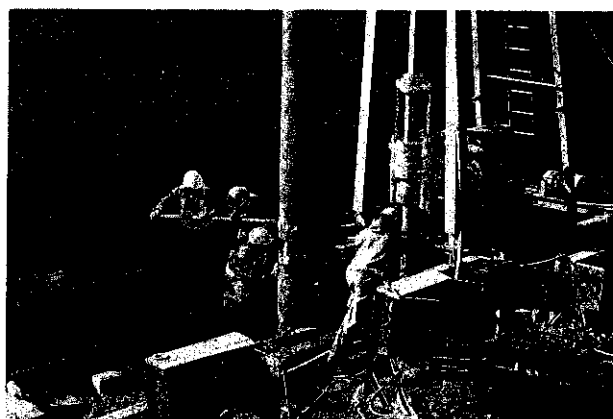


Photo 24 Landslide control steel pipe pile with screw joint (mecha-neji)

(4) 治山分野

本分野で鋼材が用いられる代表的製品としては、地滑り抑止用鋼管杭があげられる。地滑り抑止鋼管杭の特徴は、その利用用途から厚肉の鋼管杭が使われるケースが多いことがあげられ、現場溶接継ぎ手の施工性向上を目的として、全自動溶接方法「KH-P工法」が開発され多くの実績を上げてきた。さらに最近では、現場溶接をしないネジ継ぎ手「メカネジ^{26,27)} (Photo 24)」や材料費のコストダウンを目的とした高強度材料「K60²⁸⁾」の商品化を行った。

しかし、本分野では雲仙普賢岳の痛ましい災害に象徴されるように、人命尊重の見地からも鋼材の特性を活かし、たとえば無人化施工との組み合わせにより迅速かつ安全な工法の開発も望まれている。

(5) 地下分野

地下分野では既存の製品を活用し、利用技術の中でも施工技術の開発・改良に重点を置いて活動を行ってきた傾向がある。特に当社で注力してきた低空間土留め工法（たとえば、Kドメール²⁹⁾、Photo 25) では、都市内の道路や鉄道を供用したまま施工を行うといった条件に対応できる工法として多くの現場で採用されてきた。今後は地下開発に対する動向をにらみつつ大深度分野への対応も必要である。

(6) 建築基礎分野

鋼管杭の施工方法が打撃工法中心であった時期には、本分野



Photo 25 H-shaped steel sheet pile (K-domeru)

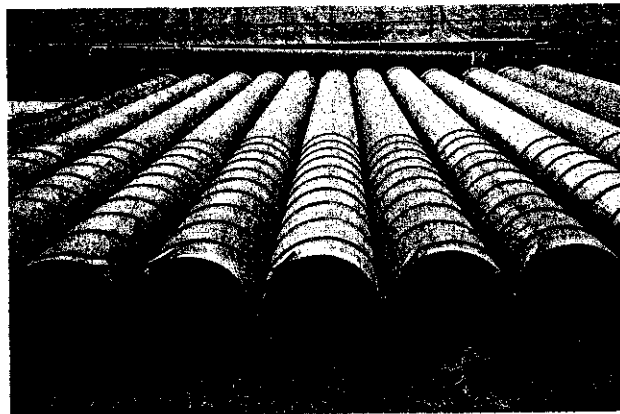


Photo 26 Rotary penetration steel pipe pile (drill pile method)

での適用が騒音・振動に問題が少なかった臨海埋立て地区などに限定されており、施工条件や地盤沈下に対応できるという特殊用途に使われてきた。当社では、1990年の川崎製鉄式回転貫入鋼管杭（ドリル杭）工法²⁹⁾（Photo 26）の販売開始を契機に民間建築基礎分野に本格的に参入してきた。本工法は低騒音・低振動かつ排土がないということで、都市内であっても環境に配慮できる工法として現在までに施工技術（胴体回転工法など）、施工管理技術、周辺技術の改良も進め、多くの実績を上げることができた。さらに、大型建築構造物の基礎として中掘工法の施工技術改良を行い、機械式中掘鋼管杭（KING）工法^{30,31)}の開発を進め、鋼管杭径1 000 mmまでの適用も可能となっている。

場所打ちコンクリート杭が排土を大量に発生させる機構であることから、当社も掘削量を30%程度削減できる耐震場所打ち鋼管コンクリート杭³²⁾の開発に携わってきたが、残土・産業廃棄物処分場の減少、環境重視社会への移り変わりとともに排土処理にはさらなる負担が予想されており、業界全体としても重要な課題としてとらえておく必要がある。

以上述べてきたように、従来土木分野における鉄鋼会社およびそ

こに従事する土木技術者が求められていたのは、安定した品質の製品を安価で使いやすい形で供給するための利用技術開発であり、技術サービスであった。現在、公共投資に対し世論から公平性や高齢化社会、世界環境向上への貢献といったことへの対応が迫られているのと同様、鉄鋼業界や土木技術者に対しても求められることが変わってきている。コスト縮減に関してもライフサイクルコストの削減、リサイクルへの対応など、新世紀を迎え循環型社会への役割分担も視野に入れておく必要が出てきたと言える。性能規定型設計仕様もその一つの流れであり、世の中が求めているニーズの移り変わりをより早く察知し、既存の技術にこだわらずに事業に反映できた企業および技術者が生き残れる時代であるといえる。

6.2 建築建材分野

我が国の普通鋼国内需要の約30%を占める建築用途向け普通鋼の中で、当社が製造販売している厚鋼板、H形鋼、鋼管などいわゆる構造用途の建築建材需要は現在約750万t/年であり、一大需要分野といえる。しかしながら、バブル崩壊以降の景気低迷、建築不況の影響で需給バランスが崩れ、鉄骨価格の下落は著しく、建築建材販売に対するユーザー要求も非常に厳しい。景況感はいささか改善しているとはいえ、今後も建築需要が回復するという見込みはなく、建築建材に関してはさらなるコストダウンが求められるであろう。

一方、1995年に発生した兵庫県南部地震による建築物被害を反映し、建築物の耐震安全性を向上させるための建築建材の高品質化、高性能化も求められている。さらに、建築基準法の性能規定化にともない、より自由度の高い設計体系への移行も予想され、建築建材についてもより細分化された、そして高度な性能要求が求められるものと推察される。

このように、ある意味で相反するユーザーニーズに対応し、当社では製造技術者と建築技術者が一体となって、新しい建築建材の製品化を進めている。以下では建築建材を、(1)建物の規模・用途に関わらず広く一般的に使用する一般建材、(2)超高層建築などの特殊建築を主用途とする大断面材や高強度材などの高性能建材、(3)特殊な機能を有する高機能建材に分類し、1990年代の開発製品を紹介するとともに、今後の方向性について述べる。

(1) 一般建材

1990年代初頭の開裂鋼板に代表される不良鉄骨や冷間成形材の脆性的破断現象が建設業界で問題視され、その後の産官学の検討の中から生まれた新建材が1994年に規格化されたSN材³³⁾に代表される建築用新JIS材であり、1995年に認定を取得した冷間成形角形鋼管BCR³⁴⁾である。これら新建材は建築用途を考慮して溶接性や塑性変形性能を向上させた建材であり、現在では厚鋼板のSN材比率が約50%程度、BCR比率が約30%程度と広く一般に使用されるようになった。新しい建築基準法の施行により、溶接品質確保が重要視されることで、使用比率はさらに上昇するものと考えられる。

(2) 高性能建材

メガストラクチャーなど新しい構造形式の採用により、より高強度で大断面の新建材が求められるようになった。また、従来超高層の柱材として多用されていた溶接四面ボックスに変わる建材として、極厚H形鋼やコンクリート充填鋼管が使用されるようになった。

当社ではこれらのニーズに対応して、1996年に建築構造用高性能590 N/mm²鋼材「SA440」の一般認定を取得した³⁵⁾。また、TMCP極厚H形鋼の開発を進め、1999年に「RT325、RT355」の一般認定を取得するとともに³⁶⁾、SA440相当の

「RT440」も実用化している。さらに世界最大となる 700×500 シリーズを開発し、同一断面積で強軸方向の断面性能を 20% 前後向上させることが可能となり、鉄骨重量の削減を達成することができる。リングダイアフラム付円形鋼管柱「KS コラム」は 1998 年販売開始と後発ではあるが、厚鋼板リングを採用したことで、さまざまな構造計画に対応できるといった特徴を有している。

梁用途に使用される外法一定 H 形鋼「スーパーハイスレンド H」³⁷⁾ は、我が国最多のサイズレパートリーで好評を博しているが、1999 年に $H=1000\text{mm}$ という我が国最大サイズの製品を投入し、ビルトアップ H からの代替によって、加工費削減に貢献している。

(3) 高機能建材

阪神大震災以降、建築物の耐震安全性を向上させる手段として鋼材を用いた履歴型ダンパーの採用が急増している。当社ではダンパー用の鋼材として低降伏点鋼「RIVER FLEX」を開発した^{38,39)}。また、この鋼材を使用したダンパーとして制振パネル⁴⁰⁾と二重鋼管ブレース⁴¹⁾を実用化している。制振パネルについては 1999 年に一般認定を取得した⁴²⁾。

現在、低降伏点鋼を使用したダンパーを採用するためには、個別の建物ごとに認定が必要であり、中低層建築物への普及阻害要因となっている。また、前述の制振パネルについても最大限効果を発揮できる認定内容にはなっておらず、ダンパーを使用する建物の設計方法の一般化が急務である。

以上のように、当社では一般建築用建材からより特殊な用途に使用される高機能建材まで、ユーザーニーズに応える製品を開発してきた。今後、新しい建築基準体系のもと、さまざまな構造形式、設

計手法が採用され、それに対応した新建材ニーズが生まれるであろう。鉄鋼メーカーの建築技術者としてユーザーと製造をつなぐ役割を果たし、より魅力ある製品開発を推進していく考えである。

7 おわりに

土木・建築技術は社会基盤整備の根幹技術である。この 50 年、周期的変動はあるものの、わが国の力強い経済成長とともに社会基盤の整備・充実が意欲的に進められてきた。この結果、土木・建築用鋼材の使用量は安定的に増加し、国内総生産量の約 50% 弱を占めるに至ったことは知られている。この一方、近年、産業構造やその他の社会構造の変化にともない、社会基盤のあり方にも種々、変化が求められていることもまた周知のとおりである。したがって、これらの社会情勢変化に応えるべく、土木・建築技術においても備えておくべき技術課題は少なくない。

国内の近年の社会基盤整備政策は有限である地球資源の効率的利用と環境保全に立脚していることが一大特徴である。すなわち、ライフサイクルコスト最小化やリサイクル化、耐久性能設計、リフォーム、メンテナンスなどの諸技術が重要視されている。また、コスト削減はすべてに共通の課題である。

さらに、建築基準法の大改正に代表されるように、性能規定化、規制緩和は必至であり、設計法や工法ならびに、これらに使用される建設材の自由度が増えることは確実である。

激動の社会構造変革の中で、当社土木・建築関係事業も、専門分野間の重複を避け、より合理的かつ効率的組織体をねらって再編が進められている。このような状況下で、しっかりした技術の基盤作りとその応用技術の展開と商品開発活動が切に求められている。

参考文献

- 富永眞生、大阪 清、越後勇吉：「川崎製鉄の土木建築技術の特色」、川崎製鉄技報、20(1988)4、251-260
- 下方 豊、島田清吾、田中勝利：「川崎製鉄システムビル ニューエクスルコア」、川崎製鉄技報、30(1998)4、196-200
- 佐藤勝則、藤澤一善、梅宮良之：「耐震性に優れた極軟鋼二重鋼管ブレースの設計と施工」、川崎製鉄技報、32(2000)2、133-138
- 岩崎 隆、稲岡真也、村上行夫、森田耕次：「CFT-PCa 耐震壁構法の実験的研究（その 1-その 3）」日本建築学会大会学術講演梗概集、(1997)、191-196
- 長谷川欣也、木村正夫、浦 等、高橋 功、秋田充穂：「ライン式クリーンルームシステム」、川崎製鉄技報、20(1988)4、366
- 廣瀬一、本江克二、阪上 宏：「川崎製鉄の新しい福利厚生施設」、川崎製鉄技報、25(1993)3、216-220
- 工藤秀次、濱口孝志、岩崎 隆：「千葉ポートスクエア」、川崎製鉄技報、25(1993)3、205-209
- 三好弘高、泉 祐司、幕田徹夫：「人工地盤の構築による洪水調整池の高度利用」、川崎製鉄技報、25(1993)3、174-17
- 斎藤征太郎、日根野孝之、高橋千代丸：「川崎製鉄の総合エンジニアリング-起点は島、起点は都市-」川崎製鉄技報、25(1993)3、153-160
- 古川九州男、田中正文、神 豊和：「川鉄の海外エンジニアリングにおける歴史と特色」川崎製鉄技報、28(1996)3、127-134
- 鋼構造特集号；川崎製鉄技報、27(1995)4
- 橋梁・鉄構特集号；川崎製鉄技報、32(2000)2
- 辻村 修、菅井英暁、小泉英彦：「新潟・仙台間天然ガスパイプラインの施工と技術」、川崎製鉄技報、29(1997)2、102-107
- 富永眞生：「建材分野における最近の動向」、川崎製鉄技報、24(1992)3、1-5
- 高橋千代丸、橋本正治、菊川春三：「川崎製鉄グループ建材技術の現状と今後の動向」、川崎製鉄技報、30(1998)4、1-5
- 鋼管杭協会：「鋼管矢板基礎—その設計と施工」、(1999)
- 辰見ターら：「鋼製電線共同溝（メタル C・C・BOX）の開発」、アーバンインフラ・テクノロジー推進会議、第 8 回技術研究発表論文集、(1997)、153-158
- (財)先端建設技術センター：先端建設技術・技術審査証明報告書「REED 工法」、(1998)
- 日本道路公団技術部：「鋼管・コンクリート複合構造橋脚—設計マニュアル」、(1998)
- 水谷太作、金子忠男、原 道彦：「二重矢板壁構造物の振動時特性」、川崎製鉄技報、20(1988)4、19-28
- (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説、第 8 編係留施設、第 7 章鋼矢板セル式係船岸、702-721
- 水中格点工法研究会：水中格点構造物設計施工指針、(1994)
- 港湾整備促進協議会：平成 12 年度概算要求の概要、(1999)
- 篠原雅樹、島谷幸宏、塩崎禎郎ら：「生態系に配慮した鋼矢板河川改修工法の開発」、第 52 回土木学会年次学術講演会、(1997)
- 三浦 聡、豊原陽登志、石澤 毅、城 郁夫、森川孝義、金子忠男：「景観設計と意匠性土木建材」、川崎製鉄技報、24(1992)3、228-234
- 豊原陽登志、白井一矢、置田孝一：「地すべり抑止杭用ねじ継手「メカネジ」」、川崎製鉄技報、30(1998)4、19-24
- 江面行正、豊原陽登志、清水正則：「高強度地すべり抑止杭「K-60」およびメカニカル継手「メカネジ」」、川崎製鉄技報、29(1997)2、199
- 石澤 毅、三浦 聡、篠原雅樹：「鋼製土留壁「K ドモール」」、川崎製鉄技報、24(1992)3、24-32
- 橋本正治、橋本修身、西澤信二、佐藤清治、豊島陽登志、高橋功：「低騒音・低振動鋼管杭（ドリル杭）の貫入・支持力特性」、川崎製鉄技報、22(1990)4、283-290

- 30) 元木卓也, 脇屋泰士ら:「機械式根固め鋼管杭の先端支持力」, 日本建築学会学術講演梗概集, 構造 I, (1998), 683-684
- 31) 脇屋泰士, 元木卓也ら:「拡大根固め鋼管杭の FEM 解析」, 日本建築学会学術講演梗概集, 構造 I, (1998), 685-686
- 32) 橋本正治, 江面行正, 大久保純美弘:「KKTB 場所打鋼管コンクリート杭」, 川崎製鉄技報, 25(1993)3, 331
- 33) (社)鋼材倶楽部建築専門委員会/建設用鋼材研究会:「新しい建築構造用鋼材」, (1998), 13-18
- 34) 川崎製鉄(株):「建築構造用冷間ロール成形角形鋼管「K コラム BCR」」, 建設省東住指発第 329 号, (1995)
- 35) 川崎製鉄(株):「建築構造用高性能 590 N/mm² 鋼材 (SA440B, C) の基準強度」, 建設省東住指発第 567 号, (1996)
- 36) 川崎製鉄(株):「建築構造用 TMCP 極厚 H 形鋼 (RT325B, RT325C, RT355B, RT355C) の基準強度」, 建設省東住指発第 197 号, (1999)
- 37) 志賀勝利, 土井彌彦, 朝生一夫, 阿部英夫, 橋本順次, 山口 勝:「外法一定 H 形鋼「スーパーハイスレンド H」の開発」, 川崎製鉄技報, 23(1991)1, 1-7
- 38) 荒木清己, 谷川 治, 久保高宏:「建築用低降伏点鋼板の特性」, 川崎製鉄技報, 30(1998)3, 186-187
- 39) 藤澤一善, 山本健一, 今井克彦:「制震用極軟鋼管」, 川崎製鉄技報, 29(1997)2, 123
- 40) 中川郷司, 藤澤一善, 清水孝憲, 島井信吾, 岩田 衛, 飯田仲男:「極軟鋼制震壁の開発 (その 3 1 層 1 スパン骨組実験)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, (1996), 827-828
- 41) 安井信行, 今井克彦, 藤澤一善, 清水孝憲, 中山信雄, 田淵勝道, 金子洋文:「極軟鋼を用いた制振プレースの低サイクル疲労実験—その 2. 二重鋼管プレース」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, (1996), 761-762
- 42) 川崎製鉄(株):「低降伏点鋼制振パネル」, 建設省東住指発第 69 号, (1999)