

川崎製鉄技報
KAWASAKI STEEL GIHO
Vol.27 (1995) No.1

川崎製鉄の環境エンジニアリング事業

Environmental Engineering Business by Kawasaki Steel

田代 雄倬 (Yutaku Tashiro) 岩佐 英一 (Eiichi Iwasa) 一宮 正俊 (Masatoshi Ichimiya)

要旨：

川崎製鉄の環境エンジニアリング事業は、製鉄所の建設、操業の長い歴史の中で培われた環境への取り組みをベースとして、水処理設備を手はじめに、汚泥処理設備、ごみの焼却および焼却灰溶融設備、固形燃料化設備や高速堆肥化設備などを提供している。当社のめざすところは、これらの技術を組み合わせてシステムとして提供できる総合プランナーである。今後は、さらに製鉄所で培った技術を生かして社会に貢献していくほか、製鉄所のインフラ、設備等を生かして周辺地域へのサービスの提供も目指す。

Synopsis：

The environmental engineering business by Kawasaki Steel, whose technical base has been cultivated through the construction and operation of steelworks, have been offering many kinds of environmental equipment, such as wastewater treatment facilities, sludge treatment facilities, municipal incinerators, melting furnaces of municipal ash, composting plants for treating municipal or sewage sludge, and so on. The company's aims are to become the total planner of the environmental area, and to contributed to supplying more kinds of techniques concerning environment to the society and more kinds of survices to the people living near the steelworks.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

Environmental Engineering Business by Kawasaki Steel



田代 雄偉
Yutaku Tashiro
エンジニアリング事業
本部 環境エンジニア
リング部長



岩佐 英一
Eiichi Iwasa
エンジニアリング事業
本部 環境エンジニア
リング部 主任部員
(部長)



一宮 正俊
Masatoshi Ichimiya
環境・エネルギー部 主
査(部長)

要旨

川崎製鉄の環境エンジニアリング事業は、製鉄所の建設、操業の長い歴史の中で培われた環境への取り組みをベースとして、水処理設備を手はじめに、汚泥処理設備、ごみの焼却および焼却灰溶融設備、固形燃料化設備や高速堆肥化設備などを提供している。当社のめざすところは、これらの技術を組み合わせてシステムとして提供できる総合プランナーである。今後は、さらに製鉄所で培った技術を生かして社会に貢献していくほか、製鉄所のインフラ、設備等を生かして周辺地域へのサービスの提供も目指す。

Synopsis:

The environmental engineering business by Kawasaki Steel, whose technical base has been cultivated through the construction and operation of steelworks, have been offering many kinds of environmental equipment, such as wastewater treatment facilities, sludge treatment facilities, municipal incinerators, melting furnaces of municipal ash, composting plants for treating municipal or sewage sludge, and so on. The company's aims are to become the total planner of the environmental area, and to contribute to supplying more kinds of techniques concerning environment to the society and more kinds of services to the people living near the steelworks.

1 はじめに

川崎製鉄のエンジニアリング事業は、製鉄所の建設、操業の長い歴史の中で培われた固有技術をベースとし、また鉄という素材の強みも生かして、製鉄設備の販売、鋼構造物の建設をはじめ、プラント建設、土木工事、パイプライン敷設、建築工事、さらには総合都市開発にまで、事業を幅広く展開してきている。このような流れの中で、今回のテーマである環境エンジニアリング事業についても、製鉄所における環境対策設備の建設・操業をベースとして、その中の重要な固有技術の一つである「水処理技術」を手はじめに、「汚泥処理」、「ごみ焼却・溶融」、「ごみ固形燃料化」と時代の要請にも対応しながら事業を展開している。

以下に、まず製鉄所の環境対策の大きな流れを総括し、そこで蓄積・発展してきた環境エンジニアリング事業について、各分野ごとの成果と今後の展望について紹介する。

2 当社における環境対策の流れ

当社は、千葉および水島両製鉄所の建設当初より、環境汚染の未然防止を第一義に考え、法の遵守はもちろん、事前の環境評価を実施し、自治体との間で公害防止協定を締結し、世界で最も厳しい環

境基準の達成に努力してきた。

1974年以降、コークス炉や焼結炉の排煙脱硫設備を次々と建設し、1976年には日本の鉄鋼業としては初めて大型のコークス炉および焼結排煙脱硝設備を建設・稼働させた。大気汚染防止(SO_x, NO_x, ばいじん, 粉じん)、水質汚濁防止(環水、排水、廃酸、廃油)、廃棄物対策(高炉、転炉のスラグ有効利用、ダストのリサイクル等)、工場緑化等の環境対策には、同時期の全設備投資の10%以上を投入してきている。また、製鉄所の中でも環境技術の開発への取り組みも積極的に行っており、本特集号でも最近の例として「竜巻利用による高効率集塵技術の開発」¹⁾や「排水のフッ素処理技術」²⁾の開発を取りあげている。

また、地球環境問題が世界的関心を集めるなか、とりわけ鉄鋼業では、鉄鉱石還元剤としてコークス中の炭素を用いるため、地球温暖化ガスの中のCO₂への対応が重要な問題となってきた。高炉でのコークス使用量はすでに必要最低限まで絞り込んでいるので、これ以上減らすことは出来ない。したがって当社ではこの問題の現実的対策は省エネルギーが中心となるとの判断から全社エネルギー使用効率化推進体制を作り、活動を展開してきた。具体的な対策としては、

- (1) 生産工程の大幅な省略・連続化(ほぼ100%の連続鋳造化、連続焼鈍設備化等)
- (2) 操業改善
- (3) 高効率設備の導入(新酸素プラント、ガスタービンコンバインド発電、高効率インペラーへの送風機改造等)

* 平成7年4月19日原稿受付

(4) 排エネルギーの回収 (コークス乾式消火設備、高炉頂圧回収発電、調湿炭設備等)を実施している。

さらに、当社は環境問題全体を従来以上に積極的、多面的に捉えるため、1991年より全社「地球環境管理委員会」を発足させ、これを核にして活動を行うとともに、企業の行動方針として「地球環境に関する行動指針」を発表。環境保全、省エネルギー、省資源、“地球にやさしい製品”の開発・製造、物流の合理化、オゾン層保護、革新的技術の開発、国際協力、社会との共生等について具体的指針を示している。

3 当社の環境エンジニアリング事業

3.1 水処理

当社の水処理技術は、製鉄所での用排水処理設備の計画、設計、建設、運転、維持管理の経験を基としている。製鉄所は大量の水を使用することから、水質管理、水量コントロール、排水処理、排水再利用等についての膨大な技術、ノウハウが蓄積されている。これらの技術、ノウハウを発展応用することにより、下水処理分野をはじめとする社会的ニーズに対応することが可能となり、幅広く水処理事業への進出がはかられてきた。

3.1.1 工場用排水分野

鉄鋼製造工程に付帯する水処理設備を中心に、製鉄プラントの海外受注と歩調をあわせて事業展開をしてきている。最近では、台湾の統一實業股份有限公司、東亜鋼鉄股份有限公司などで工事実績があり、本特集号にもその詳細を取り上げている⁹⁾。今後製鉄プラントの建設は、中国、タイ、マレーシア、インドネシアなどで活発化していくので、当社のプラント受注も拡大するものとみられることから、これらの地域における水処理設備の受注が期待できる。製鉄プラント関連以外の水処理についても、すでにフィリピンホンダ社の塗装ライン排水処理、日本セミコンダクター(株)の用排水処理を担当した。半導体工場の超純水処理および排水処理技術では、今後東南アジア地域に新設されると期待される半導体工場の水処理設備で、この技術が大きく貢献できるものと考えられる。

3.1.2 下水分野

現状の下水道普及率は約50%であるが、下水道第8次5箇年計画によればこれを2000年には70%まで向上させることになっており、下水道への公共投資金額の拡大から、有望な分野であると考えられる。当社は、水処理機械メーカーとして、沈砂池、沈殿池、汚泥濃縮槽の機械設備を中心として、実績を重ねてきた。また、Uチェーン除塵機、円形沈砂池、ケスライト脱臭装置、高効率脱水機等特長のある製品を取り揃えている。さらに今後は、下水の有効利用や放流水中の窒素・リンの削減を目指した高度処理分野へのニーズの高まりが予想されることから、膜分離活性汚泥法等の開発・商品化によって、ユーザー要求に対応できる体制を整えている⁹⁾。汚水中継ポンプ場、雨水排水ポンプ場では雨水水質改善施設を含め、多数の実績がある。特に、敷地が限られる場所では、当社が長年商品化に取り組んできた回転円筒付き円形沈砂池技術を適用してコンパクトなポンプ場を実現することが可能である⁹⁾。また、1994年7月には、雨水排水ポンプ場としては全国でも最大規模の蘇我ポンプ場(30 m³/s)の沈砂池機械設備を千葉市より受注し、現在建設中である。

農業・漁業集落排水処理では、建築デザインを含め、お客様のニーズに対応した設備プランの提案を行えるよう計画、設計ソフトの

開発を完了させ、またOD(oxidation ditch)法には、K-JET システム(超微細気泡曝気装置)など標準方式にない、特色あるシステムも用意している。

3.1.3 閉鎖性水域(ダム、湖沼、湾等)水質改善技術

近年は、生活環境の快適さを求める傾向が強くなってきており、特に湾、湖沼、河川、ダムの親水空間としての価値を再認識する動きが高まりつつある。また、水資源の保全という観点からも、これらの浄化技術が注目されている。

当社は、この問題にいち早く取り組み、河川や小湖沼向けの水質浄化設備として、生物膜ろ過、接触酸化法等による浄化技術を開発するとともに、ダムや大湖沼等にはK-JET やジェット・ストリーマ等の造流・曝気装置および揚水筒を商品化しており、水深や水面積等の地形条件およびお客様のニーズに対応したプランを提案することができる。

さらに、当社は汚濁浄化シュミレーションシステムを開発し、浄化技術の適用前後の状況をビジュアルにお客様に提供できる体制も整えている⁹⁾。

3.1.4 水処理機械設備診断技術

大都市などでは、下水道や上水道の機械設備の新規建設は、一段落しているが、今後はこれらの公共設備の維持管理が重要な課題となってきた。水処理機械やポンプ設備は、故障による停止の影響が多大なことから、予防保全として老朽した設備から順次更新を行っている。更新の時期を正確に知ることは、設備投資を効率よく行うために重要な情報である。

当社および川鉄アドバンテック(株)が東京都と共同で開発した設備診断システムは、回転機械設備に固有の振動数・振幅をパルス波形に変換し、設備の異常・劣化を早期に検知するシステムで、特に老朽化した大型ポンプ場での自動設備診断装置として適している。

3.2 污泥処理プラント分野

下水道の普及に伴い、下水汚泥の発生量も増加の一途をたどっている。下水処理に際して生じる汚泥については、従来汚泥ケーキの状態で埋め立て処分するのが一般的であったが、埋め立て場の逼迫から汚泥焼却・再資源化やコンポスト化のニーズが高まっており、当社も次のような技術開発を行っている。

下水道の普及に伴い、年々増えつつある下水汚泥を、経済的にかつ安全に処理するシステムとして、当社は新技術の開発に努力している。流動床焼却を中心に、前処理工程にベルトプレス脱水機と強圧搾脱水機の2段階脱水や脱水助剤として下水汚泥を原料とする炭化汚泥を利用するなど省エネルギー指向が特長である⁹⁾。

また、焼却に伴って発生する焼却灰については、後述するプラズマ溶融設備にて溶融スラグにして、無害化、安定化をはかるシステムを提供できる。

溶融後のスラグの利用についてもグループをあげて、その検討を進めており、相当量の再利用も可能な段階に至っている。その一例が本号に紹介されている「下水汚泥溶融スラグを利用した舗道材カワプロムエース®の開発」であり、すでに全国各地の自治体で舗道材として採用されている⁹⁾。

また、汚泥処理の多様化をはかるため、上述した脱水助材としての利用や、汚泥を原料とした高速堆肥化設備の販売も行っている。下水汚泥の高速堆肥設備は岡山県岡山市地方振興局に納入したものが稼働しており、今後緑農地還元の進行に応じて、幅広く展開していきたい。

さらに、下水汚泥を原料とした活性炭の製造も開発中である。

3.3 ごみ焼却プラント分野

一般家庭から排出される都市ごみを焼却する分野である。近年、生活の向上にともなって、廃棄物の発生量が増大し、種類も多様化してきている。

当社は、製鉄所における焼却技術や排ガス処理技術、使用者としての炉材のノウハウをベースに、エンジニアリング事業をとおして培ったプラント技術により、総合的な技術力を必要とするごみ焼却施設建設に取り組んでいる。1994年度には並列揺動型階段式ストーカ炉を中心とするごみ焼却施設を熊本県天草中央衛生施設一部事務組合から受注した。その概要は本特集号「並列揺動型階段式ストーカ炉を用いた都市ごみ焼却施設」に詳しい¹⁰⁾。

さらに今後は、単にごみを燃やすだけでなく、サーマルリサイクル(ごみ発電)、溶融炉をキーワードとして技術開発に努めていく。

3.4 ごみ焼却灰溶融・再資源化システム分野

ごみ焼却炉から出る焼却灰は、従来そのままの状態最終処分場に埋め立てられていたが、その量は現在、全国で年間約600万トンにもなっている。近年、都市部を中心とした埋立処分地の減少、新規埋立処分地の確保難、埋立処分地周辺の環境維持などの深刻な問題を抱えており、その技術的な対応が急がれている。また、資源の有効利用、リサイクルの面からも社会的に重大な関心事となっている。こういった背景において、都市ごみの焼却灰の減容化、無害安定化、再資源化が強く要求されている。

当社は、東京電力(株)との共同によるプラズマ式ごみ焼却灰溶融炉の基礎実験¹¹⁾を経て、川崎重工業(株)、千葉市を加えた4社共同で千葉市北谷津清掃工場での実証実験を行ってきた。これについては、本特集号の「プラズマ式ごみ焼却灰溶融システム」に詳述されている¹²⁾。

当社の溶融システムは、電気プラズマを熱源としたものであり、エネルギーの指向性が高くかつ安定しており、化石燃料を熱源とするものに比べて排ガス量はプラズマ作動ガスと未燃分の燃焼ガスによるもののみで量が少なく、装置がコンパクトにできる。また、電気プラズマは容易に高温を実現できるため、完全溶融した安定なスラグを得ることができる。プラズマ電極の寿命も、長期間のパイロット設備による豊富な技術の蓄積により、実証設備において連続1箇月以上の実績を確認しており、2、3箇月の連続使用に十分耐えられることを実証した。

また、特定の産業廃棄物向けの検討も進んでおり、このシステムの有効性が確認されている。さらに、当社はプラズマ式溶融炉の下汚泥焼却灰への適用研究を進めている。

さらに、ごみ焼却灰のプラズマ式溶融により製造した溶融スラグを前述のカワブロムエースの製造技術で舗道材を作り、千葉県四街道市に納入した実績もある。

このように、当社はごみの焼却にとどまらず、溶融および溶融スラグの再資源化までを可能にする技術を有しており、都市から排出されるごみを一貫して処理・再資源化できる総合プランナーを目指している。

3.5 ごみ固形燃料化システム

環境に対する国民のリサイクル意識の高まりや、最終処分場の逼迫を背景とする廃棄物に対する国の方針転換といったことから、ごみを単に燃やさずに固形燃料化する廃棄物の処理方式が注目を集めている。

昨年度閣議決定された環境基本計画では、「21世紀初頭をめど

に廃棄物のほとんど全てを、単に燃やして埋める処理から、極力リサイクルを推進し、焼却処理の際には熱エネルギーを活用するものへの転換を推進する」とうたっている。

このごみ固形燃料化方式は、従来の焼却炉方式と比べると以下の特徴がある。

- (1) ごみを燃やさず処理し、排煙が出ないため環境を汚染することがなく、住民に受け入れやすい。
- (2) ごみを固形燃料化することで長期保存を可能にし、ハンドリングを容易にする。
- (3) ごみ処理とエネルギーの利用の局面を時間的、場所的に切り離すことができる。
- (4) 小規模な処理でもサーマルリサイクルが可能である。
- (5) 小規模分散処理も可能であり、大型焼却炉による集中処理に対して、ごみ収集車による交通問題の発生が防げる。

などの有用性がある。

当社は、ごみ固形燃料化についてはいち早く取り組み、伊藤忠グループと合併で、(株)日本リサイクルマネジメントを設立し、栃木県野木町および奈良県榛原町に実機を稼働させるとともに、1993年度には厚生省の補助金認定を受けた第1号機として、富山県砺波郡の南砺リサイクルセンターのごみ固形燃料化プラントを受注し、本年3月に建設を完了、順調に稼働している。その概要については、本特集号の「都市ごみ固形燃料化設備」で取り上げている¹³⁾。

現在、固形燃料の用途については、栃木県野木町では町営のクアハウス用のボイラー燃料として、また富山県では地元福光町の老人ホームの冷暖房、給湯用や、南砺リサイクルセンター内の融雪用の燃料等としてそれぞれの公共施設で用いられている。

民間でも、クリーニング、製紙、石膏ボードなどの乾燥用熱源として有効活用されているが、今後はさらに固形燃料の生産量増加に対応して、発電や産業用燃料としての利用や地域への熱供給としての利用が考えられる。

固形燃料発電については、自治省、NEDOの支援を受けて三重県で検討が行われている。三重県の固形燃料化発電構想は、県下の各自治体で固形燃料化施設を建設し、できた固形燃料を一箇所に集めて発電をおこなうというもので、三重県以外でもいくつかの自治体が三重方式による固形燃料発電の検討に着手もしくは検討予定である。

3.6 生ごみの堆肥化システム分野

これまで、廃棄物の焼却・溶融、固形燃料化という観点から述べてきたが、これと異なる観点として、生ごみを堆肥(コンポスト)にして自然界に還元するシステムが注目されている。

生ごみから堆肥を作るシステムについては、(株)日本リサイクルマネジメントが栃木県野木町で実機を稼働させている。野木町では、町民の協力によって水分の多い生ごみとその他の可燃物を分別収集しており、生ごみは堆肥にして野木町が地元町民に無料配布しており好評である。

緑農地を抱えた地方自治体において、生ごみは堆肥に、その他の可燃ごみは固形燃料にといった野木方式が広まることが予想される。

また、従来の堆肥化の周辺技術の開発にも取り組んでおり、その一例として、本特集号で紹介しているGPCによる腐熟度判定指標の提案がある¹⁴⁾。今後、地球にやさしいシステムとして注力していきたい。

4 今後の事業展開の方向性

(1) 製鉄所の有する技術の活用

今後、環境保全は地球規模に広がるとともに、環境基準、排出基準等の各種規制もますます強化されていくと考えられるため、新しい技術の実用化が引き続き望まれている。鉄鋼業を通じて培った環境技術、製鉄周辺技術の中には、まだまだ、一般環境に適用して社会に貢献できる技術やシステムがあることから、都市のインフラ整備等を通して、社会に貢献できる最適なハードやソフトを提供すべく、全社をあげた取り組み体制で技術開発を推進していく。

具体的には、都市ごみ、産業廃棄物（特に廃車シュレッダーダスト）および下水汚泥を対象とした直接溶融炉の開発や、脱硫、脱硝、集塵等の大気汚染防止システムの早期製品化を目指したい。

(2) 都市との共生

都市と製鉄所の共生という面でも積極的に取り組んでいる。一例として水島製鉄所の副生ガスを精製、調整して5000 kcal/Nm³の都市ガスとして、岡山ガス(株)に供給している。これは、岡山市、倉敷市で使用される都市ガスの8割以上を占めるに至っている。今後はこのような製鉄所から都市へのエネルギーの一方通行ではなく、都市から製鉄所への廃棄物の流れも作りだし、相互の関係を有機的かつ強固なものとすることも重要である。

具体的には、ごみの固形燃料（RDF）を利用した発電システムを早期に開発するとともに、この発電システムによる電力供給の拠点として、製鉄所が都市に貢献することも積極的に検討していきたい。

(3) サーマルリサイクルからマテリアルリサイクルへ

資源は有限であり、廃棄物の徹底した再資源化が望まれている現在、今後ますますマテリアルリサイクルが重要となる。そこで当社は、廃棄物リサイクルプラザ、下水汚泥広域処理（エースプラン）等の大型リサイクルプロジェクトに参加すべく下記のような廉価、省エネルギー、省スペースの技術の確立に取り組んでいきたい。

・溶融スラグの利用技術

- ・有機質廃棄物のコンポスト化技術
- ・下水汚泥直接溶融技術
- ・冷熱利用破砕選別技術

(4) 自然環境の再生

東京湾、大阪湾などの大都市周辺の閉鎖性海域および琵琶湖に代表される大型湖沼には、河川や下水処理場を通じて膨大な汚濁負荷が流入している。さらに、流入する豊富な窒素、リンを原因物質として富栄養化が生じ、有機物が内部生産され、アオコや赤潮が毎年のように繰り返されている。その結果として、魚介類の死滅等の水産業の被害、農業用水の汚濁による農業被害、水道水源の汚濁から過度の浄化処理を行うことによりトリハロメタン等の発ガン性物質が生成するという健康への脅威などが大きな社会問題となっている。

この対策としては、汚濁負荷の流入した湖沼や河川を直接浄化する方法と汚濁負荷の流入を削減する方法が考えられる。前者には、曝気や水流創造などにより、湖沼内での有機物の内部生産や嫌気による有機物の腐敗を防ぐ技術があり、当社でも現在技術開発に注力している。後者としては、例えば東京湾では流入する窒素の半分以上が生活系排水に起因することから、当社は窒素・リンの高率除去を考慮した下水処理の新プロセスの開発に取り組んでいる。その結果として、処理水の再利用が進めば、水資源の保全などの多面的な効果も期待できる。

水域以外の問題では土壤汚染が重要と考えている。今後、大都市周辺での旧工場用地の再開発が進むなかで、土壤汚染の調査技術、浄化技術の簡便化、廉価化が望まれており、当社としても積極的に調査、研究を行っている。一例として、音響トモグラフィを用いた地下水調査技術を土壤汚染の調査に適用することがあげられる。

5 おわりに

当社の環境エンジニアリング事業のめざすところは、製鉄所で培った技術をベースとし、時代の要請に基づき開発した環境技術を生かして社会に貢献していくとともに、製鉄所の持つインフラ、設備等を十分生かした形での周辺地域へのサービス提供も行っていく総合プランナーである。これに向けて、当社および当社グループの総力を結集していきたい。

参考文献

- 1) 齋藤征太郎、日根野孝之、高橋千代九：川崎製鉄技報，25(1993)3，153-160
- 2) 藤田昌男、安川明生、松尾秀夫：川崎製鉄技報，27(1995)1，40-46
- 3) 篠崎清志、白井眞一：川崎製鉄技報，27(1995)1，61-62
- 4) 野間秀明、宮本康弘、隈崎勝雄：川崎製鉄技報，27(1995)1，47-52
- 5) 濱田康裕、福田一美、内野和博：川崎製鉄技報，27(1995)1，53-54
- 6) 福田一美、渡辺重世、村上みさを：川崎製鉄技報，27(1995)1，5-11
- 7) 小池 武、加古登志夫：川崎製鉄技報，27(1995)1，33-39
- 8) 日向博久、福田一美：川崎製鉄技報，27(1995)1，59-60
- 9) 高橋 弘、小林秀夫、日向博久：川崎製鉄技報，27(1995)1，19-26
- 10) 松添 剛、佐藤良雄、渡辺重世：川崎製鉄技報，27(1995)1，57-58
- 11) 林 昭彦、木下勝雄、赤秀公造、山崎健利、下山統康：川崎製鉄技報，25(1993)3，169
- 12) 木下勝雄、中野健治、有明紘治、加賀 彰、下山統康、井上 宏：川崎製鉄技報，27(1995)1，12-18
- 13) 佐藤明宗、吉田鉄男、木暮覚而：川崎製鉄技報，27(1995)1，55-56
- 14) 日向博久、武内大造：川崎製鉄技報，27(1995)1，27-32