# 神鋼環境ソリューション技報 2008年度・Vol.5・No.1



KOBELCO ECO-SOLUTIONS ENGINEERING REPORTS

目	次	CONTENTS
1	<巻頭言> 地球温暖化のジレンマ	
2	国内初の消化ガス精製・自動車燃料 供給プラントの稼働実績 ― "こうベバイオガスステーション"始動―	Japan's First Commercial Plant to Upgrade Biogas for Use as Vehicle Fuel
6	流動床式ガス化溶融炉の長期連続運転	Long-term, Continuous Operation of MSW Fluidized-bed Gasification and Melting Plant
13	顧客ニーズに応えるグラスライニング新商品群	Technological Introduction of Glass Lining New Products That Live Up to Customer Needs
20	低圧力損失散気装置"ニューエアー"	Low-pressure Loss Diffuser "Newair"
24	水リサイクル技術への取組み 膜をもちいた水リサイクル技術と B値モデルによる膜閉塞解析例の紹介-	Activities on Water Recycle
29	排水の回収技術と実施例 —排水リサイクル率のさらなる向上を目指して	Wastewater Reclamation Technologies and Applications
35	ノントランスファー型プラズマ溶融炉の高性能	化 Performance of Plasma Melting Furnace Using Non-Transferred Type Plasma Torch
40	当社の知的財産戦略	Intellectual Property Strategies of KOBELCO ECO-SOLUTIONS
44	紹介	
45	要旨集	

# 地球温暖化のジレンマ



群馬大学 副工学部長 大学院工学研究科 教授

理学博士 板 橋 英 之

Hideyuki Itabashi

私は大学の講義で環境化学を教えている。この講義では、地球環境の特徴を化学的な視点から考察するが、今世間を騒がせている地球温暖化の問題をどのように扱ったらよいか頭を悩ませている。学生には、「地球が温暖なのは大気中に赤外線を吸収する物質が存在するためで、その主成分は $H_2O$ であるが、0.03%程度含まれている  $CO_2$  もわずかに寄与している」と教える。「地球の平均気温に影響を与えるのは主として太陽の活動であるが、近年、大気中の  $CO_2$  濃度が上昇傾向にあるため、気温も上昇しているらしい」と。いたって歯切れが悪い。

IPCC の第 4 次報告書によると、化石燃料に依存した社会を継続した場合、2090年から2099年の平均気温は、20世紀末より 4  $\mathbb{C}$  くらい暖かくなるらしい(最大で6.4  $\mathbb{C}$  と報告しているが)。私は気候のシミュレーションを専門にしているわけではないのでこの数値に対して反論する気はないが、今この 4  $\mathbb{C}$  の上昇のために、世界が破滅するかのようにマスコミが騒いでいる。今から約4000年前は現在より 3 , 4  $\mathbb{C}$  は温暖だったと考えられている。その頃の気温になることがそれほど大きな問題なのだろうか。 4  $\mathbb{C}$  くらいの気温上昇では南極の氷は溶けない(むしろ降雪量が増えるので氷は増える)し、海水面もそれほど上昇しない。少なくとも人類は滅亡しない。温暖で  $\mathbb{C}$   $\mathbb{C}$  濃度が高ければ、植物の成長には良い環境となるのだが……

温暖化の功罪はともかく、今、 $CO_2$  の排出量を減らすために、企業も大学も頭を悩ませている。 1997年に議決した京都議定書において、日本は2012年までに1990年と比較して6%の削減を約束した。EU は8%削減だが、その時点で既に8%以上排出量は減少していたので実質削減する必要がない。世界の20%以上の $CO_2$  を排出しているアメリカは離脱した。カナダは諦めた。インドと中国は途上国扱いで関係ない。ロシアは逆に10%以上余分に排出できる余裕がある。実際に減らさないといけないのは日本だけである。1990年の時点で既にエネルギー効率の良い社会を形成していた日本にとって、6%の削減は不可能である。仮に日本が6%の削減に成功したとしても、インドや中国の排出量の増加はこれを遙かに上回るので、結局、 $CO_2$  の排出量は減らない。そもそも地中にある化石燃料を地上に取り出せば、それらはやがて $CO_2$  を経由した炭素サイクルに入るので、大気中の $CO_2$  濃度は増加する。本当に減らしたいならば、化石燃料起源の物質は分解されない形にして地中か海底に封じ込めるしかない。いずれにせよ、京都議定書の約束を守るため、 $CO_2$  の排出権料として日本は年間約2兆円のお金をつぎ込むものと予測されている。

大学教員の仕事は、学生に夢を与えることだと思っているので、この状況でも「今、日本はチャンスである!」と説いている。この先一番問題になるのは、石油資源の枯渇と考えている。石油が無くなれば、効率的な農業を展開できなくなるため、作物の生産量は減少するし、加えて、輸送がストップするので、大規模な食糧危機になる。この危機を救うには、脱石油社会を構築するしかないが、京都議定書のため、否が応でも日本は急速度でこれに向かわざるを得ない。脱石油社会を構築した世界初の先進国になれるチャンスである。太陽の恵みをエネルギー源にして、蓄積したアーバンマインを資源にして、国際的に自立して、世界から尊敬される国になる。それには科学技術開発が必要になるが、少々お金がかかる。 $CO_2$  の排出権料をこれに回せないものか……地球温暖化のジレンマである。

# 国内初の消化ガス精製・自動車燃料 供給プラントの稼働実績

Japan's First Commercial Plant to Upgrade Biogas for Use as Vehicle Fuel

──" こうベバイオガスステーション " 始動──







 水処理事業部
 技術部 汚泥処理室

 小
 山
 忠
 志

 Tadashi Koyama
 松
 本
 勝
 生

 Katsuo Matsumoto
 技術開発本部
 水・汚泥技術開発部 汚泥処理室室
 宮
 本
 博
 司

 Hiroshi Miyamoto
 Miyamoto

下水汚泥消化ガスを高圧水吸収法をもちいて精製することにより、メタン濃度97%に濃縮した 天然ガスと同等の高品質な精製ガスがえられ、天然ガス自動車燃料としての利用が可能となる。当 社は2008年2月末に国内初の消化ガス精製・自動車燃料供給プラントである「こうベバイオガス活 用設備」を納入し、その引渡しを完了した。その後、1カ月間の試験供給を経て2008年4月より天 然ガス自動車への燃料の本格供給を開始している。

With the water scrubber technology at an elevated pressure biogas from anaerobic digestion of sewage sludge is upgraded to 97 % methane content. The upgraded biogas can be used as fuel for natural gas vehicles. Kobelco Eco-Solutions delivered Japan's first commercial plant to upgrade digester gas and finished commissioning in February 2008. The biogas filling station where upgraded biogas is refueled to natural gas vehicles started commercial operations on 1st April 2008.

# Key Words:

下 水 汚 泥 Sewage sludge 消 化 ガ ス Digester gas 精 製 Upgrading 高压水吸収法 Water scrubbing technology 天然ガス自動車 Natural gas vehicle シロキサン Siloxane バイオガスステーション Biogas Filling Station

#### 【セールスポイント】

従来、消化ガスは発熱量などから、消化タンク加温用ボイラや焼却の補助燃料としてもちいられる以外は余剰ガス燃焼装置にて焼却処理をされていた。しかし、消化ガスはカーボンニュートラルなエネルギ源であり、バイオ天然ガス化設備で有効利用量を増やすことによって二酸化炭素排出量削減し地球温暖化防止に貢献できる。

#### まえがき

消化ガスは、メタン約60 v/v % (以降、ガスの濃度を示すパーセントは v/v %とする) 二酸化炭素約40 %を主成分とする可燃性ガスであり、再生可能なバイオマスエネルギである。神戸市東灘処理場では、従来この消化ガスを消化タンク(メタン発酵槽)

の加温と場内空調設備に利用してきたが、発生ガス量のうち 1/3 は余剰ガスとして焼却処分していた。そこで、神戸市と当社は消化ガスの100 %有効利用を目指して、2004年度より東灘処理場において共同研究を開始した。本研究では、消化ガスをメタン97 %に精製する技術を実証し、その精製ガス(バ

表 1 こうベバイオガスに求められていた性状

項目	単 位	規格	備考
メタン	%	97以上	
酸素	%	4 未満	
硫化水素	ppm	0.1 以下	
露 点	$^{\circ}\! \mathbb{C}$	-51 以下	
シロキサン	mg/m³ <sub>N</sub>	1.0 以下	D3~D6の合計

イオ天然ガスと呼ぶ)を天然ガス自動車(NGV, CNG 車)へ試験供給してきた。さらに、自動車試験機関における排ガスおよび動力テストでは、バイオ天然ガスと都市ガスでの有意な差がないことを確認した。また、これらのテストでは既存の CNG 車に対して一切の改造は不要であった。

本実証実験の結果を踏まえて2006年度に受注した 工事が2008年2月に完成し、CNG車に燃料を供給 する「こうベバイオガスステーション」が4月より

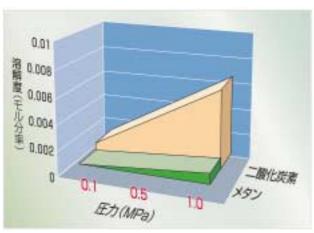


図 1 加圧下におけるメタンガスと二酸化炭素の水への溶解度

供用を開始した。なお、こうベバイオガスに求められていた性状を表 1 に示す。

ここでは、消化ガスの精製技術(当社ではバイオ 天然ガス化と呼ぶ)、東灘処理場の設備概要および その運転状況を報告する。

1. 消化ガス精製技術 (バイオ天然ガス化) 本設備の精製原理は高圧水吸収法を利用しており, 図 1 に示すように圧力下では二酸化炭素の水への溶解度は急激に高くなるが, メタンガスの溶解度はほとんど変化しないという性質を利用している。

精製の様子を模式化したイメージを図2に示し, 本技術を装置化した「バイオ天然ガス化設備」の詳 細フローを図3に示す。本設備では,吸収塔下部か

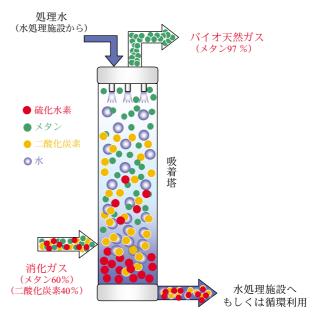


図2 高圧水吸収法の模式図(吸収塔内)

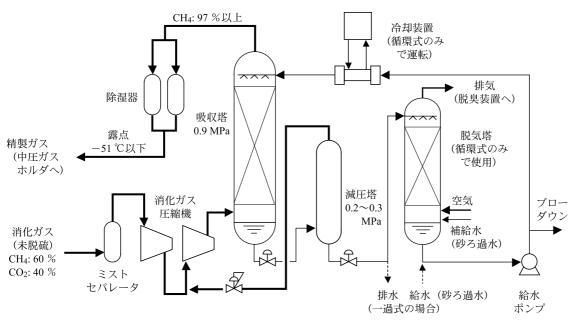


図3 消化ガス精製装置のフロー



写真1 ガス精製設備



写真 2 ガスタンク設備

ら圧力を上昇させた消化ガス(0.9 MPa)を供給し、 上部から精製用水を散水する。この吸収塔内部には 水とガスを効率的に接触させるための充填剤が詰め られており、対向流にて接触させることで二酸化炭 素や不純物(硫化水素、シロキサン等)を選択的に 水に吸収させ、吸収塔頂部からメタンガス濃度97 %に精製したバイオ天然ガスをえる。

一方、精製に利用された用水は、減圧塔で圧力を



写真3 こうベバイオガスステーション

下げることで水にわずかに溶解したメタンを取り出し、このガスを再度吸収塔に戻すことでメタンガスの回収率は97%以上とすることが可能となっている。さらに、減圧後の用水を脱気塔の上部に導入し、水と大気を同様に対向流接触させることで、水に溶解した二酸化炭素を排出させ、精製用水は循環利用されている。

なお、本設備ではこの精製用水の循環利用の他、 系外から全量用水の供給を受け一回の利用で系外に 全て排出する一過利用の選択を可能な構造にしてい る。

# 2. 設備概要

東灘処理場における本設備は、主にガス精製設備 (写真1)、ガスタンク設備(写真2)およびガス充 填設備(こうベバイオガスステーション、写真3) から構成されている。消化タンクとこれら設備の関 係をフローとして図4に示し、各設備の主要機器の 仕様を表2にまとめる。

ガス精製設備の処理能力は、消化ガスの日最大発生量である15 000 m³n/d に対応している。平均的には8 000 m³n/d を想定しており、この場合約5 000 m³n/d のバイオ天然ガスがえられる。東灘処理場では、この

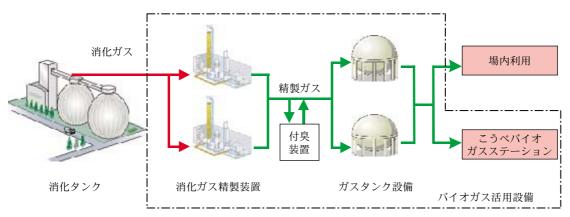


図4 設備全体フロー

#### 表 2 主要機器の仕様

設備名称/機器名称 仕様

#### ガス精製設備

消化ガス精製装置 高圧水吸収法, 330 m³<sub>N</sub>/h× 2 系列 付臭装置 蒸発式

#### ガスタンク設備

球形中圧ガスホルダ | 1 500 m³<sub>N</sub> 相当×2基 (0.8 MPa, 直径 *ϕ* 7.1m)

#### ガス充填設備(こうベバイオガスステーション)

圧縮機ユニット ディスペンサー

 $300 \text{ m}^3\text{N}/\text{h} \times 24.5 \text{ MPa}$ 蓄ガス器ユニット 250 L×24.5 MPa×12本 充填圧力19.6 MPa× 2 口

#### 表3 実設備のガス分析結果

		消化 <b>ガス</b> (未脱硫)	精製 <b>ガス</b> (付臭後)
メタン	%	59.5	98.6
二酸化炭素	%	38.9	< 0.1
酸素	%	< 0.1	0.2
窒 素	%	0.4	1.2
硫化水素	ppm	480	< 0.02
水分	%	1.2	_
露 点	${}^{\sim}$	_	<-60
シロキサン (D3~D6の合計)	mg/m³ <sub>N</sub>	12.6	0.014
高位発熱量	$MJ/m^3N$	24.0	39.4
(計 算 値)	kcal/m³ <sub>N</sub>	5 740	9 410
臭 気 濃 度	_	_	3 000

内3 000 m³<sub>N</sub>/d が場内で利用され、残りの2 000 m³<sub>N</sub>/d (1日50 km 走行する大型路線バスで約40台分に相当) がこうベバイオガスステーションに供給可能となって いる。

精製ガスは本来無臭であるが、天然ガス自動車の 燃料として利用する場合、高圧ガス保安法の規定に より、空気中に漏れた場合に臭いを検知できなけれ ばならない。その方式については、蒸発方式を採用 し、付臭剤には石炭ガスの臭いのするテトラヒドロ チオフェン(化学式: C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>S)を使用している。

ガスタンク設備のガス貯留能力は、約3000 m³N としている。これは、利用するバイオ天然ガスを12 時間分以上貯留ができる能力を有する。また、ガス タンク設備には大量のバイオ天然ガスを有するため、 緊急時にガスの供給を遮断するために安全装置とし て緊急遮断弁を設けている。

こうベバイオガスステーションには、CNG 車に バイオ天然ガスを供給するために約24.5 MPa まで 昇圧するための圧縮機ユニット(1基)を設置して いる。圧縮量は、時間あたり300 m³<sub>N</sub> (1日50 km走 行する大型路線バスで約6台分に相当)となってい る。また、こうベバイオガスステーションで給ガス



写真 4 市民への PR 用にラッピングされた市バス される市バスには、写真4に示したようにラッピン グを施し市民に PR の実施をおこなっている。

# 3. 運 転 結 果

本設備のガス分析結果を表3に示す。循環式の連 続運転時のデータである。実証実験において策定し た天然ガス自動車の燃料として利用する場合の精製 ガス運転管理値(表1)を,各成分とも満足してい る。下水特有の混入物であるシロキサンは99%以 上の高い除去率がえられており、精製ガス中の濃度 はきわめて低い値である。また、精製に要する消費 電力は,消化ガス 1 m<sup>3</sup><sub>N</sub> あたり0.36 kWh,精製ガス 1 m³<sub>N</sub> あたり0.63 kWh であった。これより、精製に 要する電力は,精製ガスの保有エネルギの6%程度 であり、精製によるエネルギロスは十分低い値であ

また、こうベバイオガスステーションのバイオ天 然ガス供給実績は、4月で17 172 m³N(約570 m³N/d)、 5月で24 859 m³<sub>N</sub> (約800 m³<sub>N</sub>/d), 6月では,約1 200 m³N (平日) と供給量は拡大している。

#### すび

2008年4月1日に供用を開始したガスステーショ ンで市バスをはじめとする天然ガス自動車の燃料と しての利用が本格的に始まった。下水汚泥を原料と するバイオマスエネルギは「カーボンニュートラル」 であり、代表的な低公害車である CNG 車の燃料と して利用すれば、化石燃料を削減でき二酸化炭素の 削減に有効である。また、CNG 車への利用のみな らず用途拡大することで、さらなる二酸化炭素の削 減に期待できる。

最後に、本工事を進めるにあたり、多大なご助言、 ご協力をいただいた神戸市建設局下水道河川部,東 水環境センターの関係各位に、深く感謝の意を表し ます。

# 流動床式ガス化溶融炉の長期連続運転

Long-term, Continuous Operation of MSW Fluidized-bed Gasification and Melting Plant



環境プラント事業部 操業技術部 施設管理室 正 Tadashi Ito 技術部 プロジェクト室 瀬 治 Takuji Kurose 技術開発本部 プロセス技術開発部 廃棄物処理室 HH Hiroyuki Hosoda 環境プラント事業部 操業技術部 施設管理室 Ш 明 康 Yasuaki Arakawa

ガス化溶融プロセスは、都市ごみの持つエネルギを利用して従来の焼却方式より高温で燃焼をおこなうことで、環境負荷の低減と優れた再資源化を同時に達成するものであり、2008年6月現在では全国に80を超える建設実績を有する、スタンダード機種のひとつに成長した。当社は2000年10月に中部上北清掃センターを竣工して以来、現在までに、計8施設を竣工させ、いずれの施設も安定稼働を継続している。なかでも、ビュークリーンおくえつでは228日連続運転という実績をえている。

With utilization of valuable energy in MSW, high-temperature combustion is performed in gasification and melting process, so this process has less environmental load and a superior resource recovery ratio and has grown up to a standard type after construction of over eighty plants in Japan. (as of June, 2008) Our company has completed eight plants including Chubu-kamikita plant in October 2000. All of our completed plants have been successful in stable operation. Especially, Okuetsu plant has achieved continuous operation of 228 days.

# Key Words:

都 市 ご みガス化溶融

Municipal solid waste (MSW) Gasification and melting

#### 【セールスポイント】

当社は納入した全ての施設で長期連続運転をおこなっており、安心・安全な施設を提供いたします。

# まえがき

従来より、国土の狭いわが国では、都市ごみなどの廃棄物は主に焼却され、その残さは埋立処分がなされてきた。しかし、1990年代に入り、ダイオキシン類に代表される有害物質の排出抑制や最終処分場の逼迫に起因するさらなる減容化がごみ焼却施設において求められるようになった。

ガス化溶融プロセスは、都市ごみの保有するエネルギを利用し従来の焼却方式より高温で燃焼をおこなうことで、有害物質の排出抑制と溶融スラグ化による減容化を同時に達成するものであり、2008年6月現在では全国で80施設を超える建設実績を有する、スタンダードな機種のひとつに成長した。

当社は2000年10月に国内初の都市ごみ向け流動床



図1 稼働状況

式ガス化溶融施設を竣工させて以来,現在までに計8施設を竣工させている。(図1) いずれの施設も順調に安定稼働を継続しており,なかでも,2006年7月に竣工したビュークリーンおくえつ(福井県)では200日を超える長期連続運転の実績をえている。本報では,ビュークリーンおくえつの運転データを中心に,稼働実績および連続運転を支える技術について示す。

表1 施設概要

施設名称	ビュークリーンおくえつ
施設規模	84 t/d(42 t/d× 2 炉)
処 理 方 式	流動床式ガス化溶融炉
受入供給設備	ピットアンドクレーン方式
排ガス冷却設備	廃熱ボイラ+水噴射方式
排ガス処理設備	無触媒脱硝+3過式集じん器
公害防止自主基準	ばいじん: 0.01 g/m³N 以下 硫黄酸化物: 50 ppm 以下 窒素酸化物: 100 ppm 以下 塩化水素: 50 ppm 以下 一酸化炭素: 30 ppm 以下 DXNs類: 0.1 ng-TEQ/m³N 以下

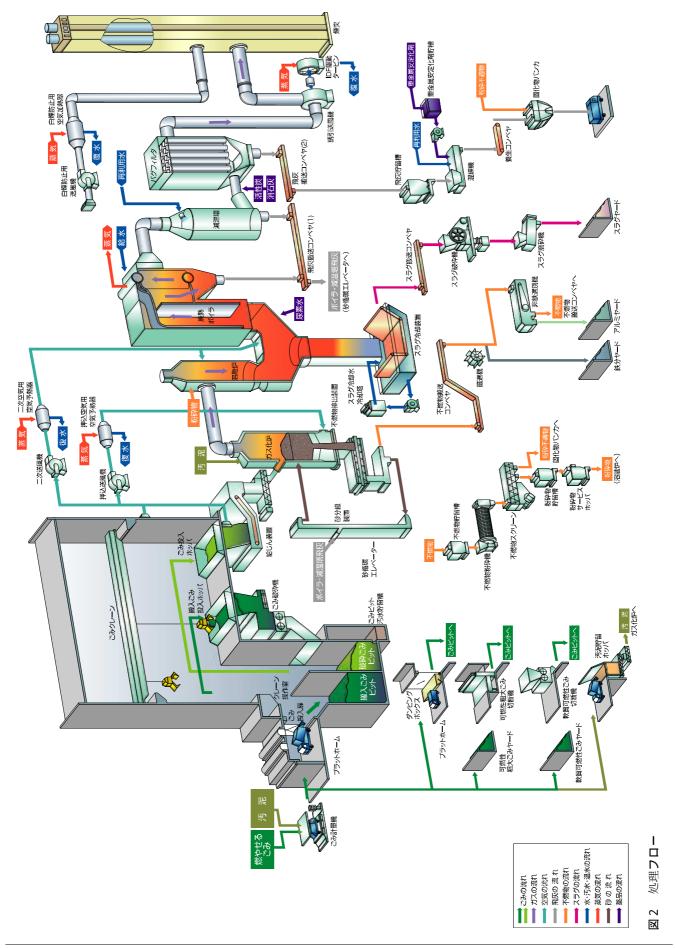
#### 1. 施設の概要

当社の流動床式ガス化溶融技術は、長年培ってきた都市ごみ流動床式焼却技術と、15年以上の運転実績を有する下水汚泥旋回流溶融技術を組合せ、確立された技術を裏付けとして開発された信頼性の高い技術である。

# 1.1 プロセス概要

本技術を採用したビュークリーンおくえつ(ガス 化溶融施設)の施設概要を表 1 に、処理フローを図 2 に示す。施設の処理対象物は一般収集ごみのほか、 併設されたリサイクル施設の可燃残さ、下水汚泥で ある。ごみピットはダブルピット方式を採用してお り、破砕機をオフライン化している。ごみは破砕機 で破砕された後にガス化炉へ供給され、炉底から供 給した空気により砂層内でガス化される。ごみ中の 不燃物は流動砂とともに中央の抜出管から連続排出 され、鉄やアルミなどの金属類が未酸化の状態で回 収できる。

ガス化炉で発生した可燃性ガスと未燃炭素は溶融炉で1250 °C以上の高温で完全燃焼させるとともに、同伴された飛灰を溶融し、出滓口からスラグとして回収する。また、ガレキなどの不燃物は粉砕後、溶融炉に再供給され、スラグとして回収される。溶融



スラグは水砕された後, 粒度調整を施され, スラグヤードに蓄えられる。

溶融炉から排出された排ガスは廃熱ボイラ・減温 塔にて約170 ℃に冷却された後, バグフィルタにて ばいじん, 塩化水素, ダイオキシン類などの有害物 質を除去され, 煙突より系外に排出される。

廃熱ボイラにおいて回収された蒸気は燃焼用・白煙防止用空気の予熱,誘引送風機のタービン駆動,場内施設の給湯・暖房および隣接する健康保養施設への給湯にもちいられている。また,太陽光発電装置,風力発電装置を敷地内に設置しており,発電電力は場内にて利用されている。

#### 1. 2 運転体制

ガス化溶融施設の運転体制を表 2 に示す。整備班が日常からの点検整備を実施することにより、運転班の負荷軽減および予防保全を考慮した施設の効率

表2 運転体制

(ガス化溶融施設)

珊	Ì	種	人数	職務内容
所		長	1	統括
副	所	長	1	副統括 (整備班長兼務)
事		務	1	事務全般
運	転	班		施設運転
4名	4名/班×4班		16	(用役受入, <b>ごみクレーン</b> 操作含 <b>む</b> )
整	備	班	5	給油,消耗品交換,保全全般
合	-	計	24	

表3 処理実績

	1	系	2	系
	処理量 (t)	運転日数 (d)	処理量 (t)	運転日数 (d)
2006年7月~ 2008年5月	19 158	474	17 340	405

的な運営がおこなわれている。また、この運転体制 は運転稼働開始時より変更することなく継続されて おり、各運転員の技量が習熟してきた現在ではさら に充実した運転・整備がおこなえている。

#### 2. 運転実績

ビュークリーンおくえつにおける竣工以降の処理 実績を表3に示す。両系列とも2006,2007年度の定 期点検を経て、年間約19000tのごみを順調に処理 している。

長期連続運転時の処理実績を図3に示す。図より認められるように、2007年3月から10月までに228日の長期連続運転を達成している。当社はこれまで計8施設を竣工させているが、これら多くの施設の運転実績をふまえ、技術課題を克服し、継続的な技術改善をおこなってきた。今回、このような長期連続運転が達成できたことは、下記のような施設の効率的な運営につながるものと考える。

- ① 施設の実状に応じて、余裕をもった計画操業が 可能
- ② 立上回数低減にともなう助燃量低減など維持管理費の削減

# 3. 連続運転を支える技術

連続運転を支えた設計および操業技術の改良について、以下に紹介する。

# 3.1 ガス化炉の流動性確保

ガス化炉は、従来の流動床焼却炉にくらべて単位 面積あたり約2倍のごみ量が処理される。したがっ て、砂層の流動状態に影響を与える不燃物負荷が高 くなるため、より安定した流動状態を維持する必要 がある。当社では図4に示す中央抜出型傾斜分散板 を採用しており、不燃物は空気ノズルから排出され る燃焼空気により生成された気泡に吸い込まれなが ら、中心部に向かって炉底を移動していき、最終的 には抜出管から連続的に排出される。

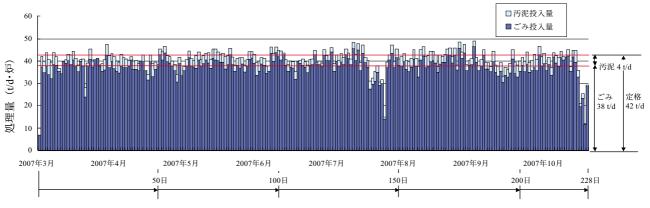


図3 長期連続運転時の処理実績

ガス化炉砂層内で生成された気泡発生速度の実測結果を図5に示す。図中の横軸は炉の半径方向の位置(0は炉の中心,100は炉内壁)を示しており、砂層全域で安定した気泡の生成が実現できていることがわかる。その結果、砂層内部で局所的な高温域

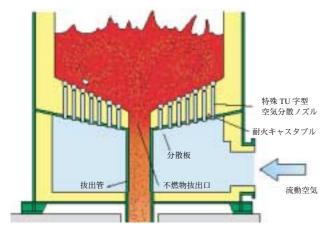


図4 分散板略図

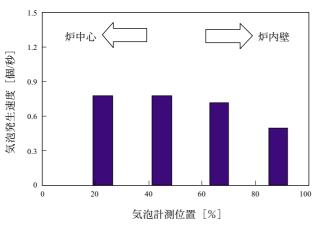


図5 砂層内気泡発生速度

が発生せず、シンタリングなどの運転停止につなが るトラブルの発生が防止できている。

#### 3.2 溶融炉の安定出滓

長期連続運転には溶融炉から排出されるスラグの安定出滓が不可欠である。当社は補助バーナなどによる加熱がなくても出滓口の温度がスラグの溶融温度以上に維持できる構造を採用している。出滓口の温度は出滓口への適度な排ガスの流入、出滓口の形状、シュートの断熱性などにより決定されるが、当社では図6に示すように実機測定結果や熱流体解析プログラムをもちいた数値解析による検討を重ね、適正な形状を決定しており、溶融炉出滓口の温度は1200℃程度に維持されている。

さらに、安定した出滓状態を維持するため、スラ グの塩基度 (CaO/SiO₂) 調整をおこない、スラグの 溶融温度を1 200 ℃以下に維持している。(図 7)

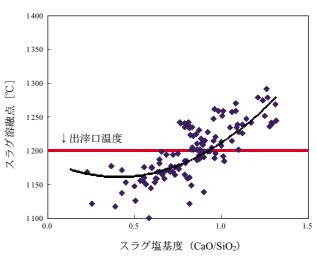


図7 スラグ溶融温度

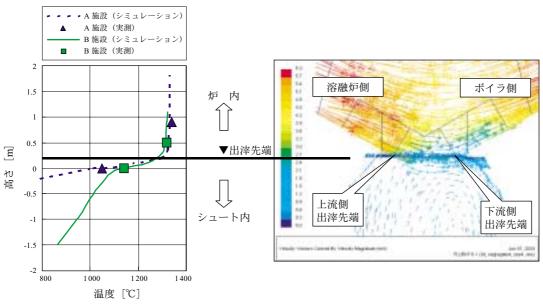


図6 出滓口近傍温度の数値解析結果

#### 3.3 クリンカ・ダスト付着対策

ごみ焼却施設においては、クリンカ・ダスト付着に対する設計上の配慮が連続運転性能に大きな影響を与える。当社においても、これまで経験した付着トラブルをふまえ、設計の改善に努めてきた。

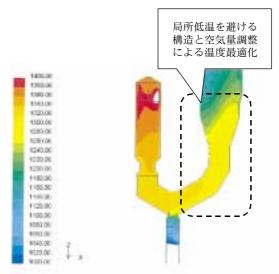


図8 溶融炉出口温度の数値解析

#### 1) 溶融炉出口

溶融炉出口では、完全燃焼をはかるべく燃焼空気を供給しているが、局所的な温度低下にともないクリンカが付着するという問題が発生していた。当社では数値解析による出口温度予測(図8)をもとに炉を設計するとともに、空気量の調整による出口温度の最適化など操業面での工夫も加えながらこの問題を解決している。

# 2) 減 温 塔

減温塔内の温度分布測定結果を図9に示す。当社では減温塔の形状・寸法、水噴霧ノズル仕様および噴霧位置を数値解析に基づいて検討している。実測結果では壁面近傍も含め、塔内全域にわたり100 ℃以下の低温域が存在していない。したがって、内壁やダストが湿潤状態にならないため、ダスト付着を防止できている。

#### 3.4 ダブルピットの採用

破砕機を含めた給じん系のトラブル防止のため、 受入可能なごみを事前に設定しているものの、実際 には規程外の異物が混入することは避けられず、安

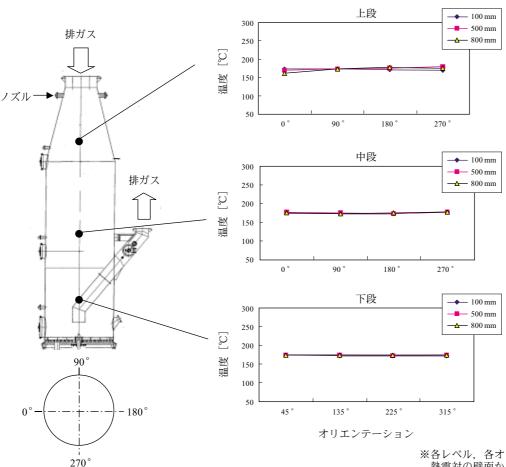


図9 減温塔内の温度分布測定結果

※各レベル、各オリエンテーションにおいて、 熱電対の壁面からの差し込み長さ100 mm、 500 mm、800 mm の3ヶ所で測定

#### 表4 主なトラブルとその対策

ごみ破砕機の刃の破損	異物(金属塊等)かみ込み	・市民への啓発活動の強化 (組合殿) ・破砕刃の強度アップの検討
飛灰コンベヤの過電流トリップ	灰の吸湿による搬送負荷の増大	・電流値の常時監視などによる予防保全体制 の強化
ボイラ内での排ガス差圧上昇	ホッパ内での灰の堆積	・計画的なスートブローの運転により一度に 排出される灰量を減らす

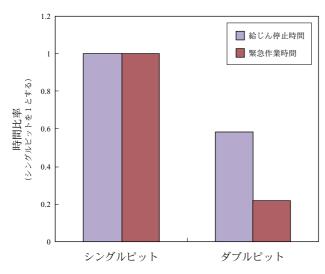


図10 ダブルピット効果

定運転の阻害と作業負荷の増大の一因になっていた。 図10にごみピット方式の相違による給じん停止時間 の比較を示す。シングルピットを採用したA施設で は破砕機およびその周辺機器のトラブルは直接給じ ん停止に至るが、ダブルピット方式を採用したビュー クリーンおくえつではこれらのトラブルが給じん停止に直結しないため、給じん停止時間を約40%削減できている。

また、破砕機などのトラブルが給じん停止に直結 しなくなったため、トラブルが発生しても緊急的な 作業をおこなう必要がなくなった。その結果、緊急 作業時間は前述したA施設にくらべ、約80%削減 できている。緊急作業負荷の軽減は、他の機器の予防保全にあてることができ、間接的に連続運転達成 に寄与していると考える。

# 4. 今後の課題

今回の長期連続運転中に生じた主なトラブルの内容を表4に示す。えられた知見は今後の設計に反映させていくとともに、突発停止を事前に防止する予防保全の観点から監視・点検内容を見直すなど、より安定した運転が継続できるよう技術改善に努めていく。

# むすび

流動床式ガス化溶融炉 1 号機である中部上北清掃センターが竣工してから 7 年あまりが経過したが、継続的な技術改善の結果、ビュークリーンおくえつにて200日を超える長期連続運転を達成することができた。今後は、より最適な運転方法の見極めおよび維持管理費の低減に取組み、技術の成熟度を高めていきたい。

最後に、今回の連続運転実施にあたり、多大なご協力をいただきました大野・勝山地区広域行政事務組合殿に深く感謝申し上げるとともに、現地操業に携わる運転員各位に謝意を表します。

#### [参考文献]

- 1) 秋山保次ら:環境浄化技術, Vol.7, No.3 (2008), p.20
- 2) 松村卓也ら:神鋼環境ソリューション技報, Vol.4, No.2 (2008), p.7

# 顧客ニーズに応えるグラスライニング新商品群

Technological Introduction of Glass Lining New Products
That Live Up to Customer Needs





プロセス機器事業部 技術部 GL 設計室 井 嶋 優 Yusuke Ijima 徳 岡 洋 Hiroyuki Tokuoka

当社では長年にわたりグラスライニング製反応機を製造してきた。この間、顧客ニーズの変化に合わせ、蓄積したノウハウをもとにグラスの改良、撹拌技術の改善、アクセサリー類のブラッシュアップをおこない新商品を上市してきた。これら新商品は、すでに技報で紹介されたものではあるが、本稿ではグラスライニング新商品群の総まとめをおこない、従来品と比較した特長を中心に紹介する。

We have manufactured glass-lined reactors for so many years. According to the variation in customer needs, we have improved material of glass, technology of agitation system and glass-lined accessories. And we have put a lot of new products on the market. In this paper, we summarizes these new products and introduces mainly their selling points compared with the conventional products.

# Key Words:

顧	¥ <b>=</b> -	- ズ	Customer needs
新	商		New products
グラス	スライニ	ング (GL)	Glass Lining (GL)
耐	食	性	Resistance to corrosion
洗	浄	性	Cleanability
コン	タミ	レス	Contamination-free
操	作	性	Operability

#### 【セールスポイント】

グラスライニングは、素地金属を腐食環境等から保護するために鋼の表面にガラスを結合させる という複合技術である。耐食性を要求される化学・医薬分野でグラスライニング製品は多数採用さ れている。

# まえがき

グラスライニング (以下, GL と呼ぶ) 製反応機は、図1に示すように主要部品である容器, 撹拌翼, バッフルのほかに, 排出弁, マンホール, 軸封装置, センサーなどのアクセサリーで構成されている。容器が GL 製になれば, アクセサリー部品なども全て GL 製を要求されることになり, 当社はこれまで多種多様な GL 製品を納入してきた。しかし, 近年プ

ラントの生産性を高めることを目的にグラス性能の 向上や反応機の操作性,不純物除去の洗浄性,補修 技術などさまざまな顧客ニーズが高まってきており, 既存の製品では対応が困難になってきた。

当社はこれらのニーズにこたえるために、表 1 に示す新商品を開発してきた。これら商品はすでに個別に神鋼パンテツク技報、神鋼環境ソリューション技報で紹介し、多数の実績を有している。本稿では

これらの新商品群の総まとめをおこなうとともに、「PPG」、「ツインスター」、「クリーンフラッシュバルブ」、「E-マンホール」、グラス専用補修材の「レジグラス」を取上げ、特長や性能、構造などについて紹介する。

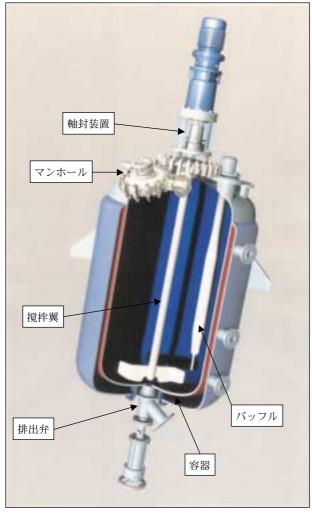


図1 GL 製反応機

# 1. ファーマグラス「PPG」

医薬品製造業で必要な製造管理および品質管理の 基準 (GMP) に適した仕様が要求される医薬産業 用機器に対しては、従来とは異なった GL 機器の特 性が要求されている。とくに洗浄性の向上や、機器 のアルカリ洗浄のための酸アルカリ交互使用時の耐 食性向上など、医薬のみならず、電子材料、ファイ ンケミカル分野においても新しい性能を持つグラス が必要となってきている。

当社においても、GL機器の用途が、大型機器を必要とする従来の石油化学、樹脂工業などから、中小型機器が中心の医薬、ファインケミカル分野へと移り変わっている現状を踏まえ、PWG社との技術提携により2003年10月より日本国内でPPGの販売を開始した。

#### 1.1 PPG の特長

#### 1.1.1 明るく見やすいライトブルーカラー

これまで、グラスライニングのグラスの色は濃紺色が標準色で、ユーザの要求により白色も製作してきた。標準色の濃紺色の場合、缶内が暗く、覗き窓から缶内が観察しづらく、また、白色の場合は、内容物が白色であることの多い医薬品などで容器洗浄後のグラス面への付着が確認しづらいという欠点がみられた。PPG のライトブルーカラーについては次のような点が考慮されている。

- a) 欧州でのユーザ調査の結果, ライトブルーカラー と同系色の色の製品が見られなかったこと。
- b) 淡色の製品のグラス面への付着でもコントラストがよく、付着状況がはっきりわかること。
- c) 従来の暗い缶内と比較して格段に缶内が明るく 缶内の視認性が改善されること。

その結果、洗浄後のグラス壁面への付着物の有無

表 1 新商品一覧

分 類	商品名	概    要
グ ラ ス	PPG ECOGL	医薬用途向けグラス 導電性グラス
撹 拌 翼	ツインスター	三枚後退翼に替わる高機能撹拌翼
軸封装置	ノンコンタクトシール	シール部からのコンタミを防止する軸封
アクセサリー	クリーンフラッシュバルブ サンプリングバルブ クランプレスマンホール Eーマンホール グラスセンサー ST	コンタミ、液漏れを解消した軽量バルブ バルブの開閉だけでサンプリングが可能 ハンドル操作だけで開閉できるマンホール 使いやすくクリーンなマンホール 応答性に優れた GL 製温度計
補修材	レジグラス	新しいグラス専用樹脂補修材



写真 1 従来標準グラス # 9000 (左) と PPG (右)

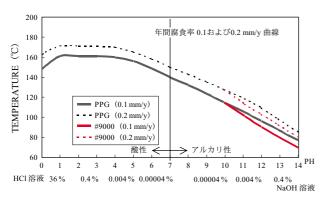


図2 PPGの耐食性能

の認識が確実におこなえるようになった。PPG グラスと従来のグラス#9000のグラス色の対比を写真1に示す。

#### 1.1.2 洗浄性の向上

PPG はグラスの軟化流動性を向上させることにより、従来のグラス表面より滑らかなグラス表面を実現している。従来のグラスと比較して PPG にはミクロなレベルでの微小なうねり、へこみが少ない。これにより、付着物の減少が期待でき、付着物の洗浄プロセスにおけるダウンタイムが期待できる。

#### 1. 1. 3 優れた耐食性

欧州においては、医薬品製造設備の多くはFDA(米食品医薬品局)によって規定され、またそれらのプロセスの多くは中性から酸性であるが、洗浄時には熱アルカリ(70°C/pH10-12)による定置洗浄(Cleaning in place)をおこなうことが多い。PPGは耐アルカリ性能の向上がはかられており、当社の標準グラス#9000に対しても耐アルカリ性が20%向上した性能を持っている。また耐酸、耐水性については、従来の当社標準グラスと比較して同等の性能を有している。PPGの耐食性能を図2に示す。

現在では医薬用途以外でも採用されるケースが増加しており、納入後の顧客評価も高い。

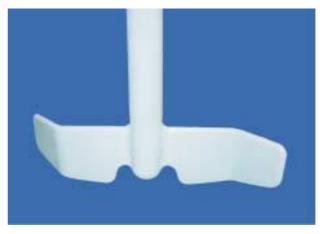


写真 2 ツインスターの形状

# 2. 「ツインスター」

GL 製反応機の撹拌翼としてはオーバル型三枚後 退翼やアンカー翼の他に、当社が開発したフルゾー ン翼などがある。このうちフルゾーン翼はその優れ た撹拌性能から、中高粘度液の高負荷撹拌、水素添 加、酸化反応などの表面ガス吸収撹拌、また、晶析 などの用途でプロセス改善ならびに効率化に貢献し ている。

一方,低中粘度液撹拌では従来からオーバル型三 枚後退翼が使用されており,GL施工の容易さ,低 コストなどを理由にGL製撹拌翼全体の約60%以 上を占めてきた。

この低中粘度液撹拌においても顧客ニーズは次のように多様かつ高度化し、従来のオーバル型三枚後 退翼ではこれらのニーズを満足することが困難となってきた。

- ① 少液量から呼称容量まで撹拌ができること。
- ② 三枚後退翼よりも優れた撹拌性能を有すること。
- ③ 撹拌翼の洗浄性が良いこと。

当社では、上記のニーズを満足する新型撹拌翼としてGL製「ツインスター」を開発した。

#### 2.1 ツインスターの形状

ツインスターの形状を写真2に示す。ツインスターは二枚板翼であり、翼先端を一部折り曲げ後退させた非常にシンプルな形状である。また、撹拌翼下面を撹拌槽底面(鏡部内面)に沿う形状としており、撹拌翼位置(高さ)が従来のオーバル型三枚後退翼よりも低い位置となっている。この形状は撹拌混合実験によって性能確認をおこない最適化した結果としてえられた。

#### 2.2 ツインスターの特長

以下にツインスターの特長を示す。

① 密閉型の撹拌槽への取付けが可能(センターマ

ンホールからの挿入が可能)であり、サニタリー性が良い。またクライオロック化も容易である。

- ② オーバル型三枚後退翼の1.4~2倍の混合性能 を有する。
- ③ 図3に示すように撹拌槽呼称容量の3%程度の 液量から混合可能である。
- ④ オーバル型三枚後退翼の50~80%の動力で粒子の均一浮遊および液滴の分散が可能である。
- ⑤ シンプルな形状であり、洗浄性が良好である。
- ⑥ 製作が容易である。
- ⑦ オーバル型三枚後退翼と軸サイズの互換性があり、既存の撹拌翼の改造にも対応可能である。

ツインスターは優れた撹拌性能と少液量対応から オーバル型三枚後退翼に替わる汎用撹拌翼として多 数の製作実績を有している。

# 3. 「クリーンフラッシュバルブ」

従来のフラッシュバルブは、弁棒の軸封部にグランドパッキンを使用しているタイプがもっとも標準的である。しかしグランド部の製品へのコンタミ、液漏れによるバルブの腐食や分解・洗浄作業が困難であるなどの問題を有していた。また、切削形状のPTFE 製ベローズを使用したタイプは、ベローズ位置や形状の問題によりバルブ内部に液が溜まりやすくコンタミ発生の原因となる。

当社はこれら従来品の問題点を改善すべく「クリーンフラッシュバルブ」を開発した。クリーンフラッシュバルブの外観を写真3に示す。また従来品との構造比較を図4に示す。

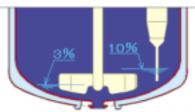
3. 1 クリーンフラッシュバルブの構造 グランドパッキンはコンタミ, 液漏れの問題があ

#### 3枚後退翼



10%以下の液量では十分な 撹拌性能がえられず3%の 液量になると翼が露出し撹 拌ができない。

ツインスター



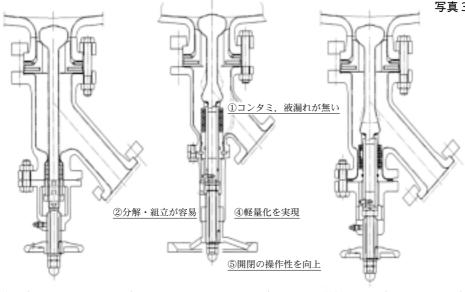
10%以下の液量でも十分な撹拌性能がえられ3%の液量においても翼先端が液につかり少液量撹拌が可能である。



写真3 クリーンフラッシュバルブ

#### 図3 少液量撹拌の比較





従来型グランドフラッシュバルブ

クリーンフラッシュバルブ

従来型ベローズフラッシュバルブ

図4 構造比較図



写真4 E-マンホール外観

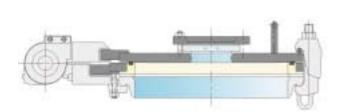


図5 E-マンホール

るため、軸封部には PTFE 製ベローズを採用している。

従来のPTFE 製切削ベローズは内容物の噛み込みが問題であったためベローズ形状は波型を採用した。 弁棒および弁本体とのシール部にはOリングを採用 していることにより液漏れのない構造となっている。

また、分解・組立を容易にするため、弁棒に軸封 部を組込んだまま分解できるよう寸法、構造の最適 化がなされている。

- 3. 2 クリーンフラッシュバルブの特長 クリーンフラッシュバルブの特長を以下に示す。
- ① コンタミ、液漏れ、噛み込みを解消
  - ・グランド部をもたないので、コンタミ、液漏れ がない。
  - ・新開発 PTFE 製波型ベローズは結晶物などの噛み込みがない。
- ② 分解・組立が容易で洗浄性が向上
  - ・主要パーツは丸洗いが可能
- ③ 結晶物を含む液体排出時の詰まりを防止
  - ・弁頭位置の最適化で結晶物の詰まりを防止
  - ・開口面積増加により、排出時間を短縮
- ④ 軽量化を実現
  - ・当社従来品と比較して約30%軽量
  - ・自動タイプは複作動形エアシリンダの採用で総



写真5 従来型マンホール外観

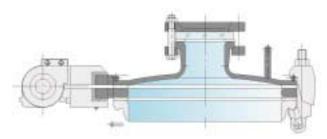


図6 従来型マンホール

重量16 kg を実現

- ⑤ 開閉**の**操作性**を**向上
  - ・手動タイプは大型ハンドルを採用

GL 製反応機には、通常 GL 製フラッシュバルブが 付属されるが、そのほとんどにクリーンフラッシュバ ルブが採用されている。とくに液もれがなく、軽量 で分解・組立が容易な点で高い顧客評価をえている。

#### 4. 「E-マンホール」

GL 製反応機には缶体内部の点検用として、上部にマンホールが設けられている。一方、マンホールは原料の投入口としてももちいられることが多く、そのため開閉の頻度も多く、マンホールの蓋は多数のクランプにより締め付けられており、開閉作業に時間がかかる。さらに、近年では製品の高純度化に対する要求の高まりにともない、製造設備に対してコンタミレス化および洗浄性の良さが求められている。当社ではこれらの問題を解決するため、GL 機器用「Eーマンホール」の開発をおこなった。

#### 4.1 E-マンホールの構造

E-マンホールと従来型マンホールの外観をそれぞれ写真4、5に、形状をそれぞれ図5、6に示す。従来のマンホールではグラスライニング用ガスケット「CRTN」を使用しているが、接触面積が広く、材質的にも固いものであるため、シールを確実にお

表 2 当社の従来樹脂材料

樹脂名	ベルゾナR	ベルゾナS	Fフィラーコート	タフジン
主な用途	化工機用	食品用	補修用充填材	食品用
MSDS の有無	有	有	有	有
食品向 <b>け</b> 使用	可	可		可
環境 <b>ホルモンの</b> 溶出	無	有	_	無
耐 熱 性 ※ドライ時カタログ値	−40~250 °C	−40~200 °C	<190 ℃	<60 ℃
密着性	良	良	不良	良
耐 食 性	良	弱い	(良)	弱い
施工性	易(固 <b>め</b> )	普通 (柔らかめ)	_	難(垂れる)

表3 従来材料と新規材料の基本情報

樹脂名	従来材料 (ベ <b>ルゾ</b> ナ R)	新規材料 (レジグラス)				
主な用途	化工機用	防食コーティング用				
材料タイプ	主剤&硬化剤 2 液混合型	主剤 & 硬化剤 2 液混合 + 下地 <b>プライマー</b> 処理				
主剤:硬化剤比 (重量比)	5 : 1	5 : 1				
完全硬化条件 (メーカー推奨条件)	50 °C −10 h	60 °C − 6 h				
耐 熱 性 (ドライ時カタログ値)	-40~250 °C	<300 °C				
特 長	機械加工性に優れる	ガラスとの密着が 良好 耐食性 <b>の</b> 向上				

こなうためにはクランプが14本必要となる。しかし、Eーマンホールはシール部に FEP 被覆 O リングを使用している。O リングは線接触であり、心材にはやわらかなゴムを使用しているため所要つぶし力が小さく、少数のクランプで十分な締付け力をえることができる。サイズ φ 400 mm の Eーマンホールの場合、クランプの必要数量は 4 本である。このため、マンホールの締付けおよび締付け解除の作業の手間を大幅に削減できる。また、覗窓は蓋板に直接取付き、立上りノズルが無い形状としているため視界が広くなり、洗浄性も向上している。

#### 4.2 E-マンホールの特長

E-マンホールは従来のマンホールと比較し,以下の特長を有する。

- ① クランプが少なく, 開閉操作が容易である。
- ② 0リングを使用しているためガスケット調整が

不要である。

- ③ Oリングは容易に取外すことができるため、O リングへの付着物等の拭取りが容易である。

E-マンホールは、缶体設計圧0.19 MPa 以下の低 圧容器用として開発しており、開閉頻度の多い反応 機で多数採用いただいている。また第一種圧力容器 缶体への適用も可能である。

# 5. 「レジグラス」

使用中の不測の事故等により、ライニングされた グラス層が破損することがあり、そのような場合に は直ちに補修をおこなう必要がある。当社では樹脂 の肉盛り補修や耐食金属ピースによる補修等、種々 の補修を現地で実施しているが、樹脂をもちいた補 修は、どのような形状でも補修できる反面、剥離し やすい等の問題を抱えている。そのため、マイルド な環境にしか適用できず、過酷な条件下でも使用可 能な樹脂材料への改良をユーザより強く要望されて いた。

そこで安定した補修を可能にしユーザ満足度を向上させるために、新樹脂材料「レジグラス」を開発した。

# 5.1 当社の従来の補修樹脂材料とレジグラス

従来当社では表2に示すように計4種類の補修用 樹脂材料を有しており、破損箇所や用途によって使 い分けていた。しかし、いずれも塗布式補修材とし て単独でもちいるのは困難であり、寿命保証するこ とができない状態であった。そのためユーザからよ り安定した補修を要望されていた。

従来材料(ベルゾナ R)とレジグラスの基本特性 の対比を表 3 に示す。どちらもエポキシ系樹脂材料 であるが、硬化剤と含有する充填材が異なるため、 硬化後の耐薬品性、密着性には大きな差が生じる。

表4 従来材料と新規材料の密着強度の比較

基材材質および試験条件			施工条件	各材料とその密着強度 (MPa)	
				従来材料	レジグラス
	プライマー	あり	50 °C − 6 h		7
金属グラス	プライマー	なし		5.6	5.1
グラス	プライマー	あり	80 °C −20 h		9.2
<i>y y x</i>	プライマー	なし	50 °C − 6 h	3.4	7.3
グ ラ ス	ス プライマー	液相		2.7	8.4
HCI 浸漬300 h後	あり	気相		0.2	9.8

<sup>※</sup>表中の密着強度は10点の平均密着強度を示した。

表5 新商品の主な特長と従来品の問題点

分類	商品名	主な特長	従来品の問題点
グラス	ECOGL	静電気の帯電を防止する導電性グラス	静電気によるグラス層の破損
軸封装置	ノンコンタクトシール	シール面が非接触のため磨耗粉が出ない	シール面の魔耗によるコンタミ
サンプリング 装置	サンプリングバルブ	缶内の圧力状態にかかわらずバルブの開 閉のみでサンプリング可能	連続サンプリングができない
マンホール	クランプレスマンホール	中央のハンドル操作のみで蓋の締付け開 放ができ、開閉作業時間を短縮	多数のクランプを使用している ため開閉作業に時間がかかる
温度計	グラスセンサー ST	タンタルチップ付温度計と同等の優れた 応答性	応答速度が遅く、誤差が大きい

従来材料とレジグラスの密着強度の比較**を表 4 に**示す。

# 5.2 レジグラスの特長

従来材料にくらべ、レジグラスは以下**の**特長**を**有**する**。

- ① 金属, およびグラス面に対する密着性が向上。
- ② 薬液の耐浸透性が向上。
- ③ 同等以上**の**低溶出性**を**有**する**。

レジグラスの性能については、フィールドテスト を通して貯槽はもとより GL 反応機の気相部におい て直接塗布補修に採用され好評をえている。顧客施 工用にはパッケージ商品の販売もおこなっている。

#### 6. その他の新商品

**これまで述べてきた**以外**の**新商品**の**特長**を表** 5 に 示**す**。

#### む す び

本稿では、ここ数年にわたり開発を進めてきた GL 製新型商品群について紹介した。取上げた「PPG」、 「ツインスター」、「クリーンフラッシュバルブ」、「E- マンホール」についてはすでに多くの納入実績があり、ユーザからの高い評価をえている。また、GL 補修用の「レジグラス」については今後、納入実績を積み、ユーザ満足度を向上できると確信している。

今後も顧客ニーズに合致した商品を探求し、グラスライニングのトップメーカとして従来商品のブラッシュアップ、新商品の開発を継続し、ユーザ各位の生産性向上に寄与していく所存である。

#### [参考文献]

- 1) 中村隆彦**ほか**:神鋼パンテツク技報, Vol.45, No.1 (2001), p.33
- 2) 徳岡洋由**ほか**:神鋼パンテツク技報, Vol.46, No.2 (2003), p.54
- 3) 宮内啓隆:神鋼環境ソリューション技報, Vol.1, No.1 (2004), p.66
- 4) 中尾末貴:神鋼環境ソリューション技報, Vol.1, No.2 (2005), p.46
- 5) 多田篤志ほか:神鋼環境ソリューション技報, Vol.3, No.2 (2007), p.21

<sup>※</sup>グラス面への施工は粗面化していないグラス面にサンプルを施行した。

<sup>※</sup>従来材料の硬化条件は,50 ℃-10 hである。(メーカー推奨硬化条件が異なるため)

# 低圧力損失散気装置"ニューエアー"

Low-pressure Loss Diffuser "Newair"







水処理事業部 技術部 水処理室 吉 田 忠 広 Tadahiro Yoshida 熊 田 浩 英 Hirohide Kumada 技術開発本部 水・汚泥技術開発部 水処理室 三 浦 雅 彦 Masahiko Miura (農学博士)

下水処理場の反応タンクでもちいる散気装置として低い圧力損失,高い酸素移動効率の特長を有する散気装置(ニューエアー)をドイツから導入し,国内4箇所の下水処理場で稼動中である。実稼動中の下水処理場反応タンクにおいて,酸素移動効率,底部流速,汚泥濃度分布を測定し,設計値を満足するデータがえられた。本報では、ニューエアーの仕様,特長を紹介するとともに、下水処理場での稼動状況を報告する。

Newair is the diffuser for sewage waste water treatment plants. We introduced it from Germany. At the present day, Newair is running at four sewage plants in Japan. In one of these plants, we measured oxygen transfer efficiencies, flow velocities of bottom area, and distributions of mixed liquor suspended solids. In this report, we introduce specification, characteristic and running data of Newair.

# Key Words:

下 水 処 理 反 応 **タン** ク 散 気 装 置 低 圧 力 損 失 高酸素移動効率 Sewage treatment
Aeration tank
Diffuser
Low-pressure loss
High oxygen transfer effeciency

# まえがき

現在,下水処理場においては,主に活性汚泥法が採用されており,活性汚泥への酸素供給と反応タンクの撹拌を目的に大量の空気が吹き込まれている。下水処理場における総消費電力は,日本全体の約0.6%を占め,その中で反応タンクの消費電力は処理場全体の消費電力の30~60%程度と言われている。そのほとんどが空気吹き込み用の送風機による消費であり,送風機消費電力の削減は,維持管理費の低減のみならず,地球温暖化防止にも貢献することができる。送風機の電力削減方法としては,散気

装置の酸素移動効率の向上による送風量の低減や, 圧力損失の低下による送風機吐出圧力の低減などが 挙げられる。当社では,これらのニーズに対応する 技術として,高い酸素移動効率,低い圧力損失を有 する「低圧力損失散気装置 (ニューエアー)」をドイ ツより導入し,国内の4箇所の下水処理場(表1) で稼動している。ここでは,ニューエアーを紹介す るとともに,下水処理場での稼動状況を報告する。

1. ニューエアーの仕様と特長

1.1 形 状

ニューエアーは、高密度ポリエチレンを独自の製



写真 1 ディスクタイプ



写真 2 チューブタイプ

造方法により成形した、特殊な細孔構造を持つ散気装置である。形状は、ディスクタイプとチューブタイプがあり、ディスクタイプを写真1に、チューブタイプを写真2に示す。ディスクタイプは、散気部の直径が240 mm であり、下部に散気配管と接続するコネクターを有している。チューブタイプは、散気部の長さが500 mm、750 mmの2種類があり、片側が散気配管と接続できる構造となっている。

#### 1. 2 特 長

ニューエアーの散気部断面の模式図を図 1 に示す。 高密度ポリエチレンを特殊な成形方法により、散気 装置内面の細孔を300  $\mu$ m 程度に、散気装置外面を 120  $\mu$ m 程度に調整することで、次のような特長を 有している。

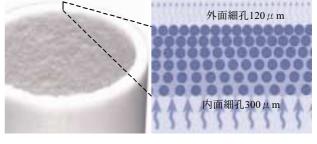


図1 散気部断面模式図

#### 1. 2. 1 低**い**圧力損失

特殊な細孔形状のため、散気装置を通過する際の 通気抵抗が小さく、圧力損失は約1.5 kPa と非常に 低く抑えることができる。

#### 1. 2. 2 高**い**酸素移動効率

外面の細孔が120 µm と非常に小さいため、微細な気泡を発生し、高い酸素移動効率がえられる。

#### 1. 2. 3 軽量, 高強度

チューブタイプは約700g(750 mmL),ディスクタイプは約900gと簡単に持ち運びできる重量である。材質は、高密度ポリエチレン製で、強度も高く、取扱いが容易で施工性に優れている。

#### 1. 2. 4 優れた耐食性, 耐久性

高密度ポリエチレン製のため、pH,温度変化など耐食性、耐久性に優れている。

#### 2. 国内稼動状況

ニューエアーは、海外ではすでに200箇所以上の下水処理場で稼動している。国内では、2005年から実証設備が稼動し、チューブタイプ1件、ディスクタイプ2件の納入実績を有している。国内実績を表1に示す。

# 2.1 設備概要

#### 2.1.1 大久保浄化センター

処理方式は、担体投入型循環式硝化窒法を採用しており、1系列は8区画の水槽から構成されている。それぞれの水槽は、水深8.1 m の深槽であるため、散気装置は水深4.7 m に設置した旋回流方式となる。また、好気槽には担体が投入されており、ニューエ

表1 国内実績と設備概要

No.	納入場所	処 理 場 名	散気装置 タイプ	処 理 方 式	設置方法	納入年月	備考
1	兵庫県尼崎市	武庫川下流浄化センター	ディスク	3段ステップ流入式 硝化脱窒法	全面曝気	2008年3月	系列の半分は 2007年4月より稼動
2	山口県下関市	彦島終末処理場	チューブ	標準活性汚泥法	全面曝気	2008年3月	
3	兵庫県明石市	大久保浄化センター	チューブ	担体投入型 循環式硝化脱窒法	深槽旋回流	2008年3月	
	熊本県玉名郡	長洲町浄化センター	チューブ	標準活性汚泥法	旋回流	2005年10月	実証設備



写真3 大久保浄化センター チューブタイプ



写真5 武庫川下流浄化センター ディスクタイプ



写真4 彦島終末処理場 ディスクタイプ



写真6 武庫川下流浄化センター パビオミックス

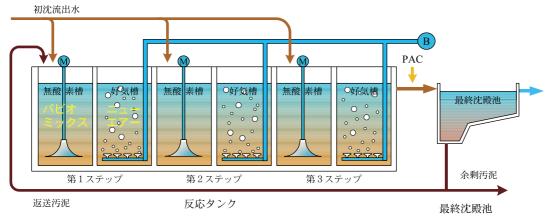


図2 武庫川下流浄化センター 処理フロー

アーの散気によって撹拌・混合されている。写真3に設置状況を示す。

#### 2. 1. 2 彦島終末処理場

処理方式は、標準活性汚泥法を採用し、ディスク タイプを水槽底部に配置した全面曝気方式により運 用されている。写真4に設置状況を示す。

#### 2.1.3 武庫川下流浄化センター

3段ステップ流入式硝化脱窒法により運転をおこなっている。処理フローの概念図を図2に示す。反

応タンクは、無酸素槽と好気槽に区分され、好気槽には、ディスクタイプが1344個据付られている(写真5)。無酸素槽の撹拌機は、写真6に示す双曲面形撹拌機「PABIOMix (パビオミックス)」が合計18機設置されている。

#### 3.1 武庫川下流浄化センターの稼動状況

稼動中のディスクタイプの性能評価を目的として、 酸素移動効率、底部流速、汚泥濃度(MLSS)分布 の測定をおこなった。

表 2 酸素移動効率測定結果

測定箇所	水 深	散気水深	発泡面積比	酸素移動効率 [%]	
侧足固刀	[m]	[m]	[%]	測定結果	設計値
第1ステップ	4.5		6.4	24.77 21.34	20.2
第2ステップ		4.05	5.3	26.38 21.34	19.1
第3ステップ			4.45	19.92 18.69	18.0

#### 表 3 底部流速測定結果

測定箇所	底部流速 [cm/秒]
第3ステップ	29.6~45.1

表 4 汚泥濃度分布測定結果

測定場所	測定位置	MLSS [mg/L]
第3ステップ	上層(水面より500 mm) 中層(槽中央) 下層(底部より100 mm)	2 215~2 511 2 217~2 550 2 182~2 550

#### 3. 1. 1 酸素移動効率

実負荷運転中の反応タンクのため、酸素移動効率はオフガス法により測定した。オフガス法は、水面より排出される酸素、二酸化炭素濃度を測定することで水中に溶解した酸素量を算出する方法である。

測定結果と設計値の比較を表 2 に示す。各ステップとも設計値を上回る酸素移動効率がえられ、設計性能を満足することを確認した。

#### 3. 1. 2 撹拌性能

散気装置は、曝気により活性汚泥を撹拌、混合している。撹拌が不十分な場合、汚泥が底部に沈降し、処理の障害となることがある。このため、汚泥の沈降がないことを確認するために、反応タンク内の撹拌性能の指標として底部流速(池底より100 mm)と、槽内の汚泥濃度の分布を測定した。測定は、第

#### 3ステップの好気槽においておこなった。

表3に底部流速を、表4に汚泥濃度の分布の測定結果を示す。底部流速は汚泥が沈降するとされる目安の10 cm/秒を大きく上回る29.6~45.1 cm/秒の流速がえられていることを確認した。また、汚泥濃度の分布は、底部(底部より100 mm)、中層(層中央)、上層(水面より500 mm)で各層ごとに4箇所、合計12箇所測定した。汚泥濃度は、約2200~2500 mg/L と、ほぼ槽内で均一に分布しており、汚泥が沈降することなく、良好に撹拌されていることを確認した。

#### むすび

ニューエアーは、国内 4 箇所の下水処理場で稼動中である。実稼動中の設備において、性能評価(酸素移動効率、撹拌性能)をおこない、良好な結果がえられた。

下水処理施設は、施設の老朽化や処理水の高度処理化のため、更新、改築が進められている。ニューエアーは、圧力損失が低く、高い酸素移動効率を有していることから、必要風量が増加する高度処理においても、既設の送風機を交換することなく、散気装置の更新が可能である。また、軽量で強度も高いことから施工性にも優れているなど、更新需要に対応した散気装置であり、今後さらに下水処理場で利用されることを期待したい。

最後に、多大なご協力を頂きました関係各位、業 務遂行にご支援頂きました神鋼テクノ(株)小畑聡氏 に深く感謝の意を表します。

# 水リサイクル技術への取組み

Activities on Water Recycle

# lacktriangleright一膜をもちいた水リサイクル技術とB 値モデルによる 膜閉塞解析例の紹介lacktriangleright







技術開発本部 水・汚泥技術開発部 長谷川 進 Susumu Hasegawa (工学博士・技術士) 水・汚泥技術開発部 水処理室 島 田 光 重 Mitushige Shimada 水環填事業部 技術部 プロジェクト室 塩 田 憲 明 Noriaki Shiota (農学博士)

21世紀は水の時代といわれている。これまでのように単に汚水を処理するだけではなく,処理水を再生し,付加価値の高い水として再使用することが求められてきている。当社は,これまで,海水淡水化,車載式浄水セット,工場排水リサイクルなど,逆浸透膜をもちいた水リサイクル技術の実績を有している。とくに,工場排水は水質の変動が大きいことから,逆浸透膜を保護する保安膜の運転制御法が重要である。著者らは,膜目詰まりモデル(B 値モデル)により膜間差圧を上昇させない運転条件を求めた。B 値モデルは,COD に起因する膜目詰まりの状況をよく再現することができ,B=0 となる透過流束で運転することにより,膜間差圧を上昇させない運転が可能であった。

The 21st century is called the age of water. It has been requested wastewater not only is processed up to now but also to reproduce the processing water, and to use it again as water with a high additional value. Up to now, our company has had results of the water recycling technology that uses reverse osmotic membranes of the desalting of seawater, the in-vehicle clean water set, and the plant effluent recycling, etc. In this text, the operating condition in which the trans membrane differential pressure (TMDP) was not raised, was requested by the fouling model (B value model) about the driving control method of the security membrane that protected the reverse osmotic membrane. B value model was able to reproduce the situation of the fouling well caused by COD, and driving that did not raise the TMDP was possible with the flux that became B=0.

# Key Words:

水リサイクル Water recycle 再 生 Reclaim 膜 処 玾 Membrane filtration 逆 诱 膜 Reverse osmosis membrane 浸 詰 ま IJ Fouling 目 膜 間 圧 Trans membrane differential pressure

#### 【セールスポイント】

逆浸透膜をもちいた膜処理により工水レベルの水をえることができる。 これまで捨てていた水を再利用することにより節水になる。また、渇水期に対応できる。 下水放流している場合は、下水道料金を削減できる。 水リサイクルで企業イメージを向上できる。

#### はじめに

水はわたしたちにとってあまりにも身近な物質であるため、その特異性に気付く人は少ないが、水は液体としては特異な性質を有している。たとえば、水の定圧比熱容量は25℃で4.18 kJ/kg/K、熱伝導率は0℃の水で0.56 W/m/K、蒸発潜熱は100℃で2.25 kJ/kg と通常液体のうち最大で、1)分子量等から外挿される予想値を大きく上回っており、この特異性により、水は、冷却水や熱媒体として広くもちいられている。また、双極子モーメントも6.17×10<sup>-30</sup> C・mと同族分子のうち最大で、多種・多様の溶質を溶解できることから、様々な分野で洗浄水として利用されている。このように、水は日常生活の中でもっとも多く利用されている液体である。

一方で、周囲を海で囲まれ、大小多数の河川を有する我が国は、水不足とは無縁との印象もあり、これまで、多量の水を浪費してきたといえる。しかし、工場の大規模化、人口の集中など、水のユースポイントが集中するにつれ、地域的水不足が顕在化してきており、また、資源リサイクルの社会的ニーズから水リサイクルを検討する企業も増加しつつある。

本稿では、世界の水リサイクルの現状を紹介するとともに、そこから発生するニーズに応える当社の水リサイクル技術について紹介する。(水リサイクルシステムの一般的フローを図1に示す。)

# 1. 水リサイクルの海外動向

# 1.1 シンガポール/NEWater

「NEWater」とはシンガポールで進められている下水を膜処理して飲料水源に供する国家プロジェクトのことで、中国語では「新生水」という。シンガ

ポールはマレー半島の先端にある小豆島ほどの面積の国で、大きな川がないため水道源を隣国のマレーシアに依存している。しかし、近年、マレーシアから水源料の大幅な値上げを通告されたことをきっかけに、世界最先端の膜処理技術をもちいた下水処理水の再生利用に取組んでおり、現在、すでに、表1に示す4箇所の下水処理場で稼動中であり、2011年には国内の水需要の30%を賄う計画である。

水再生の方法としては、下水処理水を精密る過膜 (MF 膜)で前処理し、逆浸透膜(RO 膜)をもちいて脱塩後、紫外線(UV)殺菌して水道水源に戻している。

# 1.2 オーストラリア/人が住むもっとも乾燥した 大陸

農業大国オーストラリアの干ばつは世界の食糧事情にも影響を与え、近年の世界的食糧の高騰は、バイオ燃料問題以外にもオーストラリアの干ばつによる影響もあるといわれている。

一昨年,この100年間で最悪といわれる大渇水があり、シャワーの長さに至るまで制限され、長時間シャワーにも罰金が科せられた。乾燥大陸オースト

表 1 下水処理水再利用施設(Singapore NEWater)

プラント名		造水量 (m³/d)	稼動開始年
Bedok	1期	32 000	2002
	2期	56 000	2008
Kranji	1期	40 000	2002
	2期	16 000	2006
Seletar		24 000	2003
Ulu Pandan		148 000	2006
Changi		189 000	2009

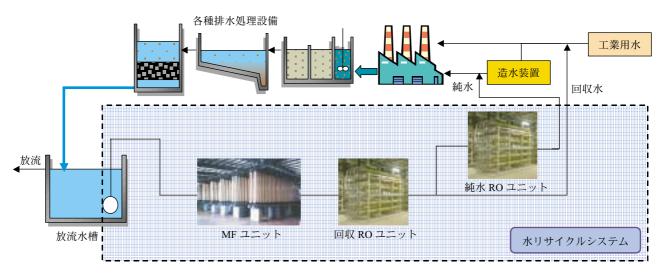


図1 水リサイクルシステムの概略フロー

ラリアでは水資源確保は常に重要課題となっている。

現在、渇水対策の切り札として約2000億円の予算をつけた海水淡水化のプロジェクトが進められているが、海水淡水化は生産コストが高いため、並行して、下水処理水の再利用が検討されており、シンガポールより「NEWater」の技術が導入されることになっている。

#### 1.3 我が国の水事情

我が国の年平均降水量は約1700 mmで世界平均の約2倍であるが、人口密度が高いことから、1人当たりの水資源量としては約3300 m³/年と世界平均の1/2以下となっており、20一級河川が無いなど地理的に恵まれない福岡市や沖縄、離島などでは渇水対策を余儀なくされている。

当社は、早くから RO 膜をもちいた水リサイクル 技術の開発に取組んでおり、すでに、離島の水不足 を補うための海水淡水化設備、節水を目的とした工 場排水の排水回収設備、下水処理水の親水利用など 多くの実績を有している。以下にその一例を紹介す る。

# 2. 当社の水リサイクル技術

#### 2.1 海水淡水化技術3)

海水の淡水化法としては、中近東などの大規模設備では蒸発法の採用も見られるが、我が国の離島向けのような小規模設備では、省エネルギ、コンパクトかつ維持管理が比較的容易なRO膜の採用が一般的である。RO膜法の基本フローは、前処理設備(砂ろ過+MF膜または限外ろ過膜(UF膜))+RO膜であるが、海水の場合は、原海水貯槽に貝、藻類が付着するのを抑制するため、電解により発生させた次亜塩素酸ナトリウムを原海水に注入する。また、海水中に5 mg/L 程度含まれるほう素は、ほかの無機物にくらべ RO膜での除去率が低いため、改正水質基準の1 mg/L 未満に除去するため、当社では低

表 2 水質例

水質項目	度	原 水 (海水)	処理水 (生産水)
濁度	度	0.4	< 0.1
色度	_	< 1	<1
pН	mg/L	8.2	7.5
蒸発残留物	mg/L	37 700	161
ナトリウム	mg/L	10 300	1.4
全硬度	mg/L	6 460	85
塩素イオン	mg/L	19 500	34
ほう素	mg/L	4.9	0.4
有機物等	mg/L	3.9	0.7
(過マンガン酸カリウム消費量)			

E RO 膜を後段に設置した二段 RO 膜処理システムを採用している。これにより、処理水ほう素平均濃度0.5 mg/L を安定的にえている。表 2 <sup>3)</sup> に水質例を示す。

#### 2. 2 TFT 工場排水回収技術<sup>4)</sup>

近年台湾では、大量に水を使用するIT関連工場があいついで建設されたため、渇水期には深刻な水不足に陥っている。そのため、自治体は工場に対して排水再利用の指導をおこなっており、当社も大型TFT(Thin Film Transistor:薄膜トランジスター)液晶工場に排水回収設備を納入している。TFT製造工場から排出される排水は、無機系排水、高濃度有機系排水、低濃度有機系排水に大別される。

無機系排水は、イオン交換樹脂により電気伝導率数μS/cm以下にまで除去可能である。また、高濃度有機系排水は、希釈して生物処理をおこなうことも可能であるが、設備規模が極端に大きくなることから、ここでは、蒸発法を採用している。発生する凝縮水を回収して再利用するもので、台湾では前例のない方法であるが、大型工場では有効な方法として評価されている。一方、低濃度有機性排水は、水量も多いことから蒸発法は不経済なため、当社では、前処理として生物処理を採用している。まず、固定床式好気性生物処理装置(BCF: Bio Contact Filter)で、TOC(Total Organic Carbon:全有機炭素)成分を生物で分解した後、MF膜+RO膜処理することにより再利用可能な水質にしている。

# 3. 膜運転制御技術

水リサイクル技術は膜のファウリング(汚れ)抑制技術といっても過言ではない。とくに、工場排水では、水質が大きく変動することから、RO膜の前処理として設置するMF膜の操作が重要となる。ここでは、溶解性有機物含有排水をリサイクルする場合の、MF膜の運転解析例について紹介する。

#### 3.1 理 論

篩い分けを基本とする分離膜の目詰まりは、膜表面のケーキ形成による目詰まりと、細孔へのゲル状物質の吸着に大別される。固形物質(SS)を多く含む場合は、前者が主要因となるが、SS が少ない見た目にきれいな排水の場合は後者がメインとなる。ケーキに対する解析は多くなされているが、細孔の目詰まりについての報告はほとんどなされていない。これは、従来、篩い分けを基本とする分離膜の用途がSS の分離に限られていたためで、上水分野のような見た目に清澄な原水への適用では、長期間目詰りを生じることがないため、あまり注目されなかっ

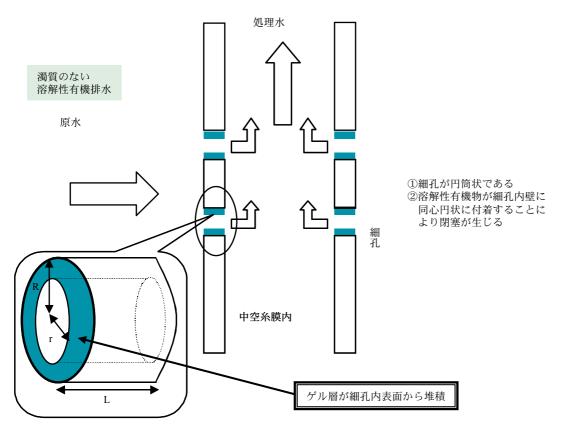


図2 膜目詰まりモデルの概念図

たものと推察される。しかしながら、工場排水の場合は、砂ろ過などで見た目に清澄な排水に処理できても、多くの溶解性有機物や無機イオンを含んでおり、予想以上に早く目詰まりを生じる例が多く見られる。そこで、細孔へのゲル状物質の蓄積による目詰まりの理論解析を試みた。

図 2 に細孔へのゲル状物質の蓄積による目詰まりのモデルを示す。ここで、

- ① 細孔は円筒状である。
- ② ゲル状物質は細孔内表面から同心円状に細孔内部に向かって蓄積する。
- ③ 細孔内の流れは層流である。

と仮定すると、細孔内部における堆積物の物質収支 および Hagen-Poiseuille の式より次式が成り立 つ。<sup>6)</sup>

$$d\Delta P_g/dt = B \cdot \Delta P_g^{3/2} \tag{1}$$

ここで,

$$B = (QC_g - Z\rho)/(\pi nL\rho) \times (\pi \mu QL)^{-1/2} \times (1/2)^{-3/2}$$
(2)

P : 圧力 [Pa]
Q : 流量 [m³/min]
C<sub>a</sub> : **ゲル**濃度 [kg/m³]

t : 時間 [d]

L : 細孔長さ [m] n : 細孔数 [-]

ρ : ゲル密度 [kg/m³]

Z : 逆圧洗浄によるゲル除去量 [m³/d]

B は、目詰り物質の蓄積 ( $QC_g$ ) と排除 ( $Z\rho$ ) の バランスを表す係数で、ここでは B 値(Balance coefficient)と称する。B 値がゼロの条件では膜間 差圧の上昇がない運転が可能となる。

#### 3.2 **B**値モデル解析

表3の外圧式円筒型中空糸膜モジュールに,膜透過流束(Flux)1.44 m/d で通水した場合の膜間差圧の経日変化およびB値のパラメータフィッティングを図3に示す。パラメータフィッティングによる相関は良好で,B値モデルにより膜目詰り現象をよく再現できることがわかった。

表3 外圧式円筒型中空糸膜モジュール仕様

型式	外圧式円筒型
材質	PVDF( <b>ポリフッ</b> 化 <b>ビニリデン</b> 樹脂)
公称細孔径	$0.1\mu\mathrm{m}$
膜面積	約 7 m²
モジュール仕様	3 inch × 1 m

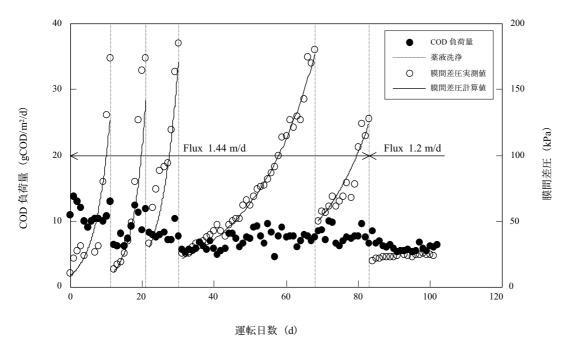


図3 膜目詰まりのシミュレーション

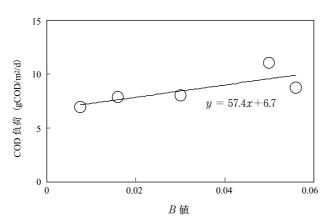


図4 B値とCOD 負荷量の関係

上述式(2)より、B 値は目詰り物質の負荷に相関があると考えられることから、目詰り物質の指標として COD を測定し、B 値との相関を調べた。図4にB 値とCOD 負荷量の相関を示す。図4よりB=0(膜間差圧が上昇しない運転条件)となる COD 負荷量(y 切片)を求めると、6.7g COD/ $m^2$ /d で、流入 COD 値(平均5.7mg/L)よりこのときの Flux を計算すると1.2 m/d となった。そこで、運転83日目より Flux を1.2 m/d に下げて運転したところ、ほぼ一定の膜間差圧で運転することができた(図3)。

このように、排水の水質にあった目詰りモデルを 適用することにより、MF 膜の適正な運転を実現す ることができる。

#### おわりに

20世紀後半、排水処理技術は大きな進展をとげ、

ほとんどの場合、排水を満足いく水質まで処理することが可能になった。しかし、世界的水不足が叫ばれる中、21世紀は単に水を処理するだけではなく、回収して再利用することが求められる時代といえる。幸い我が国では、慢性的な水不足はないが、それでも、地域的には問題となっているところもあり、また企業によっては、放流水量規制あるいは節水の観点から、水リサイクルを検討する事業所も増えつつある。

水リサイクル技術においては、その要素となる膜の性能も重要であるが、膜のファウリング抑制が十分でなければ、その性能も発揮されない。当社は、これまで積み上げてきた実績と経験に加え、本稿で紹介したような理論的解析に基づくファウリング抑制技術により、ユーザニーズに応えていきたい。

#### [参考文献]

- 1) 三浦靖:水の機能化,工業調査会(2004), p.16
- 2) 国土交通省土地・水資源局水資源部:平成19年版日 本の水資源(2007), p.50-54
- 3) 佐藤良太, 竹坂憲治, 野下昌伸:神鋼環境ソリューション技報, Vol.2, No.2 (2006), p.12-18
- 4) 西澤昭彦, 秋吉栄宏:神鋼パンテツク技報, Vol.46, No.2 (2003), p.18-22
- 5) 真鍋恵:神鋼環境ソリューション技報, Vol.3, No.1 (2006), p.8-11
- 6) 尾崎敏之,中島優一,石山明,長谷川進:第39回日本水環境学会年会講演集(2005),p.43

# 排水の回収技術と実施例







水環境事業部 液晶水処理部 テクノサービス室 藤 井 匡 Tadashi Fujii 計画室 松 田 年 博 Toshihiro Matsuda (技術士) 知 福 博 行 Hiroyuki Chifuku

水の回収をより進めてゆくためには冷却・温調用水以外の排水,たとえば無機系・有機系排水の 回収が必要となる。無機系排水の回収では主として物理化学処理が使用され,有機系排水の回収で は生物処理と物理化学処理が使用される。経済性の面からも両排水は分別して排水され,処理され ることが重要である。本稿では排水回収のフロー例と2つの実施例を示した。実施例では無機系排 水はイオン交換装置で純水として回収し,有機系排水は膜分離活性汚泥装置と逆浸透膜装置により 処理し,中水として再利用されている。

In order to promote reclamation water more, it is necessary to reclaim not only cooling and heating water but also wastewater, for example inorganic and organic wastewater. On the one hand physicochemical treatment is mainly used in reclamation of inorganic wastewater, on the other hand, biological treatment and physicochemical treatment are used in reclamation of organic wastewater. For not only easy reclamation but also economical reclamation it is important that both water are discharged separately and treated separately. In this paper, we show two examples of reclamation wastewater with application and flow. In one example, we recover the inorganic wastewater by a ion exchange treatment system, and the treated water is used for pure water. In the other example, we recover the organic wastewater by a membrane bio-reactor system and a reverse osmosis membrane system, and the treated water is used for process water.

# Key Words:

排 水 回 収 Wastewater reclamation 無機系排水 Inorganic wastewater 有機系排水 Organic wastewater イオン交換 Ion exchange 膜分離活性汚泥法 Membrane bio-reactor

#### 【セールスポイント】

当社の蓄積している排水回収技術・ノウハウを活用し、排水性状に応じた効率的な回収システム を提供しています。

#### まえがき

経済産業省「工業統計」によると2005年の我が国の淡水使用量は年間で約516億 m³,淡水補給量は約110億 m³となっている。¹) これらより淡水の回収率を計算すると78.7%となるが、2000年の78.6%、2004年の79.2%と比較してほとんど変化が見られていない。

淡水使用量と回収率の関係をみると、淡水使用量が多い業種ほど回収率が高い。また淡水使用量が多い業種ほど冷却・温調用水の比率も高いことより、回収の対象水は簡易な処理により回収することが可能なこれら冷却・温調用水が中心であることが推察される。

回収率をさらに向上させるためにはこれらの排水 以外の部分, すなわち比較的汚れの多い排水を対象 としなければならず, 回収水の用途を見据えた適切 な処理技術の適用が必要となる。<sup>2)</sup>

排水の回収により水処理コストの削減、水資源の 節減、水系への環境負荷削減、用水の安定した確保 などが期待できる。また水の使用量に制限を受けに くくなるため、市場動向を見定めながらの工場拡張 に対しても自由度が増すものと考えられる。なかで も経済面の効果は回収設備導入のインセンティブと なるため1.1で述べる導入検討が重要となる。

本稿では排水回収システムの導入に役立てていただけるように、排水回収の基本的な考え方を述べる

とともに、無機系排水および有機系排水の回収例に ついて紹介する。

#### 1. 基本計画

#### 1.1 回収設備の導入検討

水処理設備を計画するにあたっては排水条件,水源条件,放流条件などをもとに回収を検討してゆく。 排水条件としては①排水の水質・含有物②水量など,水源条件として①現在の供給能力②将来における供給見込・増量対応力③供給単価④供給水質など,放流条件としては①放流可能な水量②放流水質(規制値,管理値)③放流費用(下水道料金) などが含まれ,これらより総合的に検討をおこなう。

経済性の面では【建設費+運転費】のトータルで評価される。運転費のなかには水費用(購入費)と下水放流費用が含まれるがこの費用の大小により投資メリットが大きく変わってくる。わが国では水資源に恵まれているため安価な工業用水を入手できる地域も多いが、高価な上水を使用し、放流先が下水道である場合には水費用と下水放流費用のみで1m³あたり数百円を超えることもある。このようなケースでは回収率を60%以上に高めても経済的なメリットが期待できる。

#### 1.2 回収技術

無機系排水,有機系排水それぞれについての排水 回収フローの例を図1に示した。無機系排水の回収 では夾雑物を除去したのち流量を均一化し、凝集分

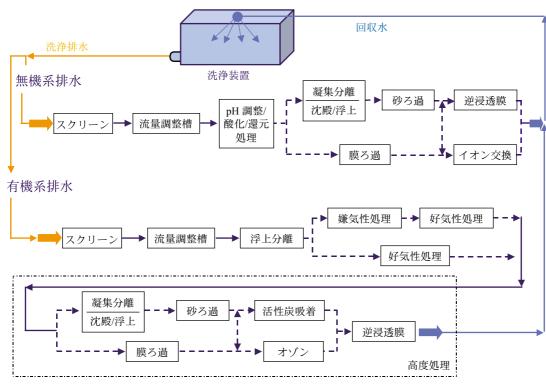


図1 排水回収フロー例

離・砂ろ過, または膜ろ過により濁質を除去する。 溶解性塩類を低減する必要が有る場合には逆浸透膜 装置やイオン交換装置を設置する。

有機系排水については無機系排水と同様に前処理をおこない、生物処理により有機物を除去する。浮遊固形物が多い場合には浮上分離による前処理をおこなうことがある。排水の有機物濃度により嫌気性処理と好気性処理を組合せた二段処理か、または好気性による1段処理を選択する。通常はこのような生物処理による有機物除去の後には物理化学処理による高度処理設備を設置するケースが多い。

残留する少量の溶解性有機物を除去する必要がある場合には、活性炭吸着またはオゾン処理をおこなう。純水装置の原水として再利用する場合にはさらに紫外線酸化などにより微量な有機物も除去する。3)

このように生物処理を含めた有機系排水の回収では無機系排水の場合と比較して設備費用が増加しやすいが、逆に低濃度の有機系排水で再利用水の要求水質も緩やかであれば前段の生物処理を省略し経済的に回収がおこなえるケースもある。

# 1.3 分別回収

有機系排水では無機系排水と比較すると回収プロセスが複雑になりやすい。低濃度の無機系排水でも少量の有機物を含む場合、回収水の用途によっては回収コストが増加する場合もあるので、生産設備側での分別が望まれる。また回収には不適当な高濃度排水を混入させないような工場内の排水系統の計画も必要となる。

# 2. 無機系排水の回収例

#### 2.1 設備導入の背景

本事業所ではふっ素などの処理をおこなったあと 下水へ放流していたが、上水費用・下水放流費用の 負担を低減するためイオン交換装置による回収設備 を導入した。その結果、設備費用は数年で回収する ことができ、水資源の節減にもつながった。

#### 2.2 イオン交換装置について

イオン交換装置はカチオンおよびアニオンのイオ ン成分をイオン交換樹脂に吸着させて除去し, 樹脂 にイオンが飽和すると薬品により脱着(再生)させる。イオン交換樹脂にはカチオン成分を吸脱着する強酸性カチオン交換樹脂と弱酸性カチオン交換樹脂,アニオン成分を吸脱着する強塩基性アニオン交換樹脂と弱塩基性アニオン交換樹脂がある。強型の方が弱型にくらべ吸着力が強いためイオンの除去能力は高いが,再生薬品の使用量は弱型にくらべて多くなる。

イオン交換装置では、原水のイオン濃度が高いと 再生間隔が短くなり回収率が低下するため、比較的 イオン濃度が低い排水の回収に適している。

#### 2.3 設備の概要

#### 2. 3. 1 設備能力

生産活動にともない数種類の排水が排出されているが、そのなかで酸系排水と冷却塔ブロー水を対象として回収をおこなった。酸系排水はふっ素を含む

表 1 無機系排水回収設備の設計条件

	排	水	処 理 水	
	冷却塔ブロー水	酸系排水	(回収水)	
水量(m³/d)	200	500	<0.05(>2M Ω •cm)	
電気伝導率(mS/m)	30	70	<0.05(>21VI \$2 •cm	



写真 1 無機系排水回収設備

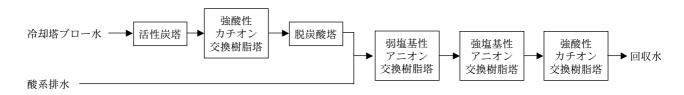


図2 無機系排水回収設備のフロー

排水で有機成分およびカチオン成分をほとんど含ん でいない。

表1に本設備の設計条件を示した。回収対象排水の電気伝導率は上水の2~5倍あるが、回収水の電気伝導率は上水の1/200程度に低減されている。

回収水は純水として事業所内で再利用している。 処理方式としては逆浸透膜方式も検討したが、排水 の性状を考慮してイオン交換方式を採用した。なお 回収しなかった他の排水については従来どおり排水 処理設備で処理後、下水放流している。

#### 2. 3. 2 設備フロー

図2に設備フローを写真1に設備全景を示す。冷却塔ブロー水は活性炭塔にて有機物を除去したのち、強酸性カチオン交換樹脂塔にてカチオン成分を除去する。その後、脱炭酸塔により炭酸分を除去する。その処理水と酸系排水を混合後、弱塩基性・強塩基性の二種類のアニオン交換樹脂塔を通してアニオン成分を除去する。最後に微量のカチオン成分を強酸性カチオン交換樹脂塔により除去する。

イオン交換樹脂の再生は塩酸と苛性ソーダにより 実施しているが、再生排水にはふっ素が含まれるため、既設の排水処理設備で他の排水とともに処理し たのち下水放流している。

#### 2.4 本設備の特長

#### 1) 再生効率が高い

弱塩基性・強塩基性アニオン交換樹脂塔を組み合わせ、強塩基性アニオン交換樹脂塔の再生廃液で弱塩基性アニオン交換樹脂塔の再生をおこなうことにより再生薬品使用量を削減した。また、強塩基性アニオン交換樹脂塔については再生後の立ち上がりが早く、処理水質の良い向流再生(上向流通水、下向流再生)方式を採用している。

# 2) 純水レベルの回収水

最後段に強酸性カチオン交換樹脂塔を設け、微量 のカチオン分を除去することにより処理水水質の向 上を図り、回収水を純水として利用している。

#### 3) 系統別処理によるコストダウン

酸系排水はほぼアニオン成分のみである。pH が低く炭酸をほとんど含んでいないため、活性炭塔→強酸性カチオン交換樹脂塔→脱炭酸塔を省略した。

この結果,設備費用およびランニングコストを低減できた。

#### 2.5 排水の分別について

本設備を導入するにあたり客先と事前に調査・議論を重ね、回収に適さない成分を含む酸系排水について分離して分別排水していただいた。これにより、

効率的な回収システムが構築できた。

#### 3. 有機系排水の回収例

#### 3.1 設備導入の背景

本事業所ではすでに低濃度の有機系排水を回収・ 再利用していたが、新たに処理が必要となった有機 性窒素を含む排水と IPA (イソプロピルアルコール) 排水についても回収することになった。

設備の設置スペースの制限や有機物濃度が高い排水であることなどより、生物処理法としては膜分離活性汚泥法<sup>4)</sup>を採用した。

#### 3.2 膜分離活性汚泥設備について

有機系排水処理では実績の多い活性汚泥法の固液 分離(沈殿槽)を膜分離装置で代替したものである。 膜分離活性汚泥法の特長を次に示す。

# 1) 処理水質の安定化・高度化

汚泥の固液分離を膜でおこなうため、使用する膜の分離孔径に応じた確実な懸濁物質の除去が可能である。また従来の活性汚泥法のように汚泥沈降性により処理水質が左右されないため、安定した水質がえられる。処理水はトイレ用水や散水用水等の雑用水として、また逆浸透膜処理を経てプロセス用水としても再利用が可能である。

#### 2) 設備の省スペース化

沈殿槽が不要となる。また従来の活性汚泥法より も2~3倍の汚泥濃度で運転が可能なため曝気槽容 積を縮小できる。とくに窒素の硝化、脱窒をおこな う場合には設備のコンパクト化が可能となる。

#### 3.3 設備の概要

# 3.3.1 設備の能力

表 2 に有機系排水回収設備の設計条件を示す。

処理された新旧の排水は、逆浸透膜による高度処理を経て中水(主に冷却塔補給水)として再利用されている。

逆浸透膜装置から排出される窒素分を含む濃縮液は他排水と混合されて放流されるため、前記の膜分離活性汚泥設備では窒素除去が可能な設計となっている。

表 2 有機系排水回収設備の設計条件

	排	水	
	窒素含有 有機排水	IPA 排水	処理水
水量(m³/d)	200	30	_
TOC(mg/L)	100	3 600	< 20
T-N (mg/L)	50		< 10

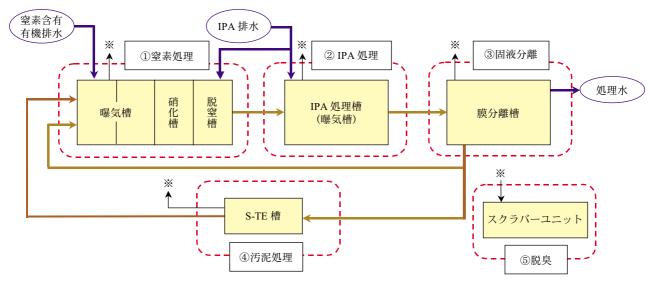


図3 有機系排水回収設備のフロー

#### 3.3.2 設備フロー

設備フローを図3に、設備外観を写真2に示す。 この設備は大きく次の5つの工程に分けられる。

#### ① 窒素処理工程

窒素を含む有機物を生物分解するとアンモニアが 生成するが、このアンモニアは硝化槽において微生 物により亜硝酸・硝酸へ酸化される。次に脱窒槽に おいて微生物によって窒素ガスへ分解除去される。 この脱窒処理に必要な水素供与体には高濃度 IPA 排水の一部を利用している。また曝気槽および硝化 槽における曝気手段には超微細気泡散気装置 (PABIO Flex<sup>5)</sup>)を、脱窒槽における攪拌手段には 高効率水中撹拌装置(PABIO Mix<sup>6)</sup>)を採用し、省 電力化を図っている。

#### ② IPA 処理工程

この工程では高濃度 IPA 排水の生物分解をおこなう。窒素処理工程から流入する汚泥混合液で IPA 排水を希釈することにより、高濃度による生物分解性への悪影響を低減している。ここでも曝気には PABIO Flex を採用している。

#### ③ 固液分離工程

槽内に浸漬した膜分離装置(浸漬膜)により、活性汚泥の固液分離をおこない処理水をえる。浸漬膜には耐薬品性、強度面で優れた PVDF 製の中空糸型精密る過膜を採用している。槽内の活性汚泥濃度は10 000 mg/L 前後の高い濃度で運用している。

前述のとおり処理水は逆浸透膜装置を経て中水として再利用されるが、精密ろ過膜でろ過されているため砂ろ過などの前処理と比較して、安定に運転できている。



写真 2 有機系排水回収設備

#### ④ 汚泥処理工程

生物処理により発生した余剰汚泥を好熱菌を利用した S-TE プロセス<sup>7)</sup>によって減容化する。発生汚泥の約 9 割を減容化しており、廃棄物の削減を図っている。

#### ⑤ 脱臭処理工程

各生物処理槽からは処理状況によって悪臭防止法の規制物質である硫化メチル、メチルメルカプタン、アンモニア等の臭気が発生する。これらの臭気は薬品洗浄方式の脱臭塔によって臭気強度 2.5 以下に処理後、大気放出している。

#### 3.4 設備導入による効果

当社の特長ある製品群を組合せることにより、排水を回収し有効再利用するだけでなく、設備スペース、消費電力および廃棄物量を最小限に押えた設備を納入できた。

#### むすび

排水回収設備を導入する場合の基本的な考え方と 排水回収のフロー例・実施例を紹介した。回収設備 の導入において経済的なメリットをえることは重要 なポイントであるが、近年では企業ポリシーとして 環境負荷削減の目的で回収率アップにとりくむ企業 が増加している。また回収技術への要求もますます 高度化しているため、当社では回収技術の効率化・ 開発にも取組んでいる。工場がすでに稼動している ケースでは排水サンプルを頂くことにより、当社に てラボ試験を実施し経済的な回収プロセスをご提案 することができる。

本稿が貴事業所での水リサイクル推進の一助にな

#### れば幸いである。

#### [参考文献]

- 1)経済産業省経済産業政策局調査統計部:平成17年工業統計表「用地・用水編」データ,(平成19年)
- 2) 西澤昭彦ら:神鋼パンテツク技報, Vol.46, No.2 (2003), p.18
- 3) 杉澤政宣ら:神鋼パンテツク技報, Vol.45, No.1 (2001), p.51
- 4) 藤井匡ら:神鋼パンテツク技報, Vol.44, No.1 (2000), p.17
- 5) 松田年博ら:神鋼パンテツク技報, Vol.44, No.2 (2001), p.46
- 6) 松田年博ら:神鋼パンテツク技報, Vol.44, No.2 (2001), p.50
- 7) 長谷川進:神鋼環境ソリューション技報, Vol.3, No.1 (2006), p.19

# ノントランスファー型プラズマ 溶融炉の高性能化

Performance of Plasma Melting
Furnace Using Non-Transferred Type
Plasma Torch



技術開発本部 プロセス技術開発部 廃棄物処理室 田 浩 Hiroshi Sunada 環境プラント事業部 技術部 計画室 袁 Shoji Umezono 環境プラント事業部 操業技術部 施設管理室 金 尾 Eiji Kanao 紩 外 間 夫 Tetsuo Sotoma 技術開発本部 プロセス技術開発部 廃棄物処理室 水 由 Yoshiaki Shimizu HH 頭 成 Shigeyoshi Tagashira

焼却残さに含まれるダイオキシン類などの有害物質の無害化、減容化の効果的な方法として、灰溶融技術がある。ノントランスファー型プラズマトーチをもちいた当社のプラズマ溶融は、幅広い種類の焼却残さにも対応することができ、主灰・飛灰混合溶融や飛灰単独溶融も安定しておこなえることが特長である。

本報では、当社のプラズマ溶融技術の特長と合わせて、安定稼働、プラズマ溶融炉の溶融炉耐火物およびプラズマトーチ電極の長寿命についても紹介する。

Ash melting is one of the effective treatment methods of incinerator ash for volume reduction and decomposition of hazardous content. Plasma melting furnace with using non-transferred type plasma torch, which Kobelco Eco-Solutions adopts, can be applied to various kinds of incinerator ash, including fly ash/bottom ash mixture, or fly ash only. In this article, we introduce advantages of non-transferred type plasma ash melting furnace, including stable operation in long term and long lifetime of both of plasma torch electrodes and furnace refractory.

# Key Words:

灰溶Ash meltingプラズマ溶融炉Plasma melting furnaceノントランスファーNon-transfer

#### 【セールスポイント】

- ・幅広い種類の焼却残さにも対応することができ、主灰・飛灰混合溶融、飛灰単独溶融も安定しておこなうことができる。
- ・溶融炉耐火物やプラズマトーチ電極の長期使用が可能である。

#### まえがき

1990年代から、ごみ焼却にともない発生する焼却 残さに含まれるダイオキシン類などの有害物質によ る汚染や、最終埋立地の不足問題から、溶融処理の 導入が進められてきた。

その焼却残さの溶融設備には各種方式があり、熱源として、「燃料」、「電気」をもちいる方式(図1<sup>11</sup>)に分けることができる。コークスや灯油などの「燃料」をもちいる方式にくらべて、焼却炉の廃熱ボイラで発生した蒸気を利用した発電電力をもちいて溶融処理する「電気」方式は、外部燃料の使用量が少なく、環境負荷が少ない。

この「電気」方式の中にもアーク方式,電気抵抗 方式,プラズマ方式などがあり,当社はプラズマ方 式を採用している。またノントランスファー型プラ ズマトーチの採用により,溶融対象物の性状に関わ らず,安定して運転ができることが特長である。

本報では、運転の安全性、プラズマ溶融炉の溶融 炉耐火物やプラズマトーチ電極の長寿命などの当社 のプラズマ溶融技術の特長について説明する。

# 1. プラズマ式溶融炉の概要2)

# 1.1 プラズマ原理

プラズマを発生させる方法には、プラズマトーチ内に陰極と陽極の両方を有するノントランスファー型(以降、NTRと略)と、いずれか一方がトーチにあり、もう一方が被溶融対象物にあるトランスファー型(以降、TRと略)のふたつのタイプがある。

ここでは当社が採用している NTR 型プラズマ溶融についての原理と、その特長について説明する。 NTR 型プラズマトーチの概略図を図 2 に示す。

自身に陽極と陰極を有する NTR トーチ内でアー

クを発生させ、そこに作動ガス(空気)を供給する ことで、プラズマジェットを発生させる。このプラ ズマジェットにより、供給される焼却残さを溶融す る。

#### 1.2 溶融プロセスフロー

溶融炉に加えて、併設する焼却炉を含めたフロー の一例を図3に示す。

焼却炉で発生した焼却残さを、プラズマ溶融炉に 供給し溶融する。溶融スラグは冷却水で水砕され、 粒状の水砕スラグとして取出される。また、この水 冷方式のほかに空冷も採用でき、各施設構成に合わ せた方式を選択することができる。焼却残さ中の金

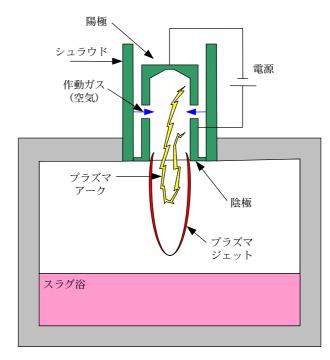


図2 NTR型プラズマトーチ概略図

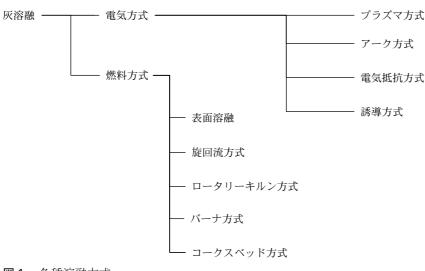


図1 各種溶融方式

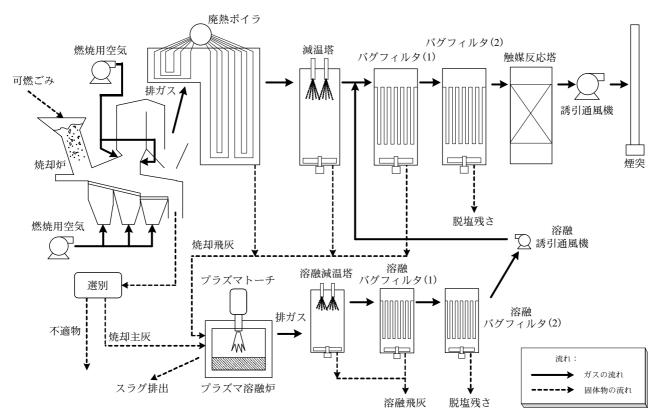


図3 焼却及び溶融処理フロー図

属は、溶融スラグ浴下に蓄積するため、定期的に炉 側壁にタップロを開けて溶融メタルとして抜き出し ている。

溶融排ガスは溶融減温塔で冷却され、溶融バグフィルタで除塵される。溶融炉で発生する HCI や SOx などの酸性ガスは、消石灰を吹き込むことで除去する。その後、焼却排ガスと合流して煙突から排出される。

また焼却残さに含まれる Pb や Zn, Cu などの重金属類は、溶融排ガス中に揮散したのち、溶融バグフィルタで捕集される溶融飛灰中に濃縮される。この溶融飛灰は、山元還元して資源化が可能である。山元還元とは溶融飛灰から有価金属を回収することであり、また溶融飛灰を埋立て処分する必要がない。

当社の NTR 型プラズマ溶融炉を納入した加古川市新クリーンセンターでは、溶融飛灰を山元還元して資源化をおこなっている。

#### 1.3 NTR 型プラズマ溶融炉の特長

NTR型プラズマ溶融炉の主な特長を以下に示す。

(1) 主灰・飛灰混合**や**飛灰単独溶融で**も**安定した運転性

主灰・飛灰混合や飛灰単独溶融では、灰中の塩素 分濃度が高いため、TR型プラズマ方式、アーク方 式、および電気抵抗式の溶融炉では、通電状況が変 わりやすく溶融状態が不安定になる。また塩化物が溶融炉出口や2次燃焼室で析出するので、閉塞が起こり、運転の阻害因子となる。

しかし NTR 型プラズマ溶融炉では、プラズマアークがトーチ内で完結するため、塩素や塩基度等の灰分の性状や、溶融スラグの性状による影響がない。また炉底電極に通電する必要がないため、炉頂から溶融炉全体を均一に加熱することができ、溶融炉出口も高温に維持できることから、塩化物による閉塞が起こらない。

#### (2) 運転**の**容易性

アーク発生点を電磁力によって広範囲に移動させることや、電極を水冷することにより、プラズマトーチ電極の寿命は長い(約2カ月交換作業不要)。そのため、トーチ交換時に必要な操業停止頻度は少ない。

また炉底電極に通電する必要がないため、炉の立ち上げが容易である。

その他, 灰の供給量の変動に応じた幅広い出力範囲への調整が容易であり, 低負荷運転も十分対応できるなどの特長がある。

# (3) 運転**の**安全性

プラズマトーチの作動ガスに空気をもちいており、 溶融炉からのCO等の可燃性ガスはほとんど発生せ

表1 納入実績

方	拖 設 名	下関市環境部奥山工場	加古川市新クリーンセンター	クリーンピア射水
焼却炉	焼却方式	ストーカ式	流動床式	流動床式
	焼却能力	180 t/d× 1	144 t/d× 3	46 t/d× 3
溶融炉	溶融対象物	主灰+飛灰+隣接焼却炉の灰	飛灰	飛灰
	溶融能力	41 t/d	30 t/d	12 t/d
	プラズマトーチ	ノントランスファー×2	ノントランスファー× 1	ノントランスファー× 1

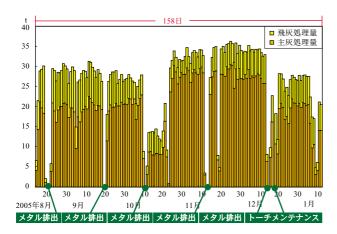


図4 下関市環境部奥山工場の運転実績例

ず、炉内は酸化雰囲気で運転できる。よってダスト による閉塞がおこりやすい2次燃焼室が不要である。

また金属製の炉底電極が不要であり、炉底を耐火物だけで構成できるので炉底からのメタル漏れなどが起こらない、プラズマトーチからの漏電が起こらないなど、安全性に優れている。

#### 2. 納入実績

NTR 型プラズマ溶融炉の納入実績を表 1 に示す。 焼却飛灰単独溶融炉の施設もあるが、いずれも安定 操業を続けている。

#### 3. 運転実績

#### 3.1 運転稼動状況

図4に下関市環境部奥山工場の連続運転実績を示す。

本施設では約1カ月ごとに溶融メタルを抜き出しているが、起動・停止が容易なため、1日で運転を再開することができる。

また焼却施設から発生する飛灰をほぼ全量溶融処理しているが、飛灰混合による運転への支障はない。 3.2 電力原単位

図5に各施設の電力原単位と灰処理量の関係を示す

各施設とも灰処理量が増加するほど電力原単位は 低下する。

また、スケールアップ効果が見られ、もっとも溶

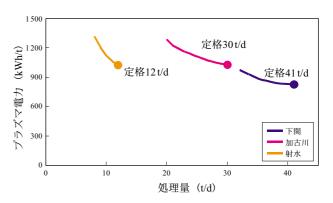


図5 電力原単位

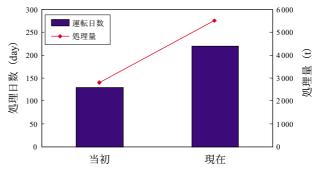


図6 側壁レンガの更新期間の推移

融能力の大きい下関市環境部奥山工場では,通常運転時(35 t/d)で約890 kWh/t であった。

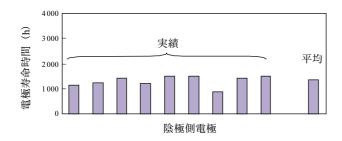
#### 3.3 耐火物損傷状況

運転稼働状況で説明したとおり、各施設によって 期間が異なるが、耐火物の簡易な部分補修をおこな うことで、側壁レンガの更新期間を延ばしている。 図6に下関市環境部奥山工場の側壁レンガの更新期 間、およびその期間中の処理量をまとめた。

当初,130日程度の運転期間ごとに、耐火物の更新をおこなってきたが、現在は損耗が顕著に現れる前に、当該箇所を中心に部分的に補修することで、耐火物の長期使用を図っている。

#### 3.4 プラズマトーチ電極寿命

プラズマトーチ電極に、水冷の銅合金製電極**をも** ちいている。これに加えて、プラズマアーク発生点



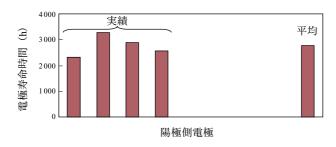


図7 プラズマトーチ電極寿命

を電磁力によって広範囲に移動させることで、プラ ズマ電極の局所的な損耗の低減を図っている。

直近の加古川市新クリーンセンターにおける,プラズマトーチの電極寿命について図7にまとめた。 陰極側電極で平均1300時間,陽極側電極で平均2770時間であった。プラズマトーチ電極の交換は約2カ月ごとであり頻繁におこなう必要はなく,安定して連続運転をおこなうことができる。

#### 3.5 ダイオキシン類挙動

焼却飛灰中のダイオキシン類が、焼却施設からの 総排出量のほとんどを占めており、焼却飛灰中のダ イオキシン類の無害化は重要である。

表 2 ダイオキシン類排出量

スラグ	0.0000026 ngTEQ/g	
溶融飛灰	0.019 ngTEQ/g	
脱塩残さ	0.0088 ngTEQ/g	
排ガス	$0.0013 \text{ ngTEQ/m}^3_N$	
総排出量	0.42 µgTEQ/ごみ ton	_

下関奥山工場において、その飛灰を含んだ混合灰 を溶融した場合のダイオキシン類排出量を表 2 に示 す。

溶融処理をおこなうことで、溶融炉から排出する各項目のダイオキシン類濃度は、基準値を十分に下回る。また施設から排出される総排出量は、0.42  $\mu$ gTEQ/ごみ ton と十分に低い結果となった。焼却飛灰の溶融処理は、ごみ焼却施設から排出されるダイオキシン類の低減に大きな効果を持っているといえる。

# むすび

当社のプラズマ溶融炉の特長を紹介した。

今後もさらなる運転の安定性、操作性の向上に努めるとともに、用役費や補修費の低減に取組み、プラズマ溶融技術のさらなる性能向上を目指していきたい。

#### [参考文献]

- 1) 循環社会の輪をつなぐごみと下水の溶融スラグ (エコスラグ) 有効利用の課題とデータ集, (2005)
- 2) 髙橋正光:神鋼環境ソリューション技報, Vol.1, No.1 (2004), p.22

# 当社の知的財産戦略

Intellectual Property Strategies of KOBELCO ECO-SOLUTIONS





技術開発本部 知的財産室 二階堂 宏 央 Hiroo Nikaido (弁理士) 永 野 竜 規 Tatsuki Nagano (弁理士)

我が国において、2003年の知的財産基本法の制定後、知財立国に向けての改革が進んできており、企業経営において知的財産をより重視する傾向になってきている。また、世界的な環境問題の深刻化から、我が国の環境技術に注目が集まってきている。本稿では、総合環境ソリューション企業である当社の知的財産活動を紹介するとともに、今後の知的財産戦略について述べたい。

In Japan, since the enactment of the Intellectual Property Basic Act in 2003, institutional reforms have been promoted in an effort to create a nation based on intellectual property, and there is also a growing trend in corporate management towards placing more emphasis on intellectual property. In addition, due to the deepening of global environmental problems, attention is now being focused on Japan's environmental technologies. In this article, besides introducing the intellectual property activities of our company, which is a corporation that supplies a comprehensive range of environmental solutions, we would also like to describe our company's future intellectual property strategies.

# Key Words:

知 的 財 産知 的 財 産 戦 略特 許 戦 略 検 討 会リスクマネジメント

Intellectual property
Intellectual property strategies
Patent strategy meeting
Risk management

# まえがき

知的財産権は、企業が保有する技術を財産権として保護することができ、企業において事業競争力の維持、強化に欠かすことができないものである。そして、企業の成長、発展のためには、経営、技術開発、知財の一体化が重要になってきている。

一方, 昨今の世界情勢に目を向ければ, 地球温暖 化問題等, 世界的な環境問題の深刻化が問題となっ ている。この問題解決の糸口として, 我が国が有す る環境技術がクローズアップされてきており, 優れ た環境技術の国内外への発信と有効活用が求められ ている。このような状況において, 環境技術に関す る知的財産権をいかに役立てるかが, 環境に携わる 企業にとって、きわめて今日的な課題となっている。

当社は、総合環境ソリューション企業として、有 用な環境技術を保有しており、当社技術を知的財産 権として保護し活用するように活動してきている。 本稿では、当社の知的財産活動の特徴と現況を述べ るとともに、前述の観点からの今後の知的財産戦略 について述べる。

#### 1. 当社の知的財産活動の特徴

### 1.1 特許戦略検討会

当社は、多面的、重層的な特許網形成のために、 特許戦略検討会という当社独自の手法を開発し、機 動的に各部署と実施している(図1)。特許戦略検 討会とは、発明部署、知的財産室、弁理士の三者が 一緒に集まって、発明アイデアを検討する会議である。この特許戦略検討会でのヒアリング内容に基づき専門家である弁理士が明細書を作成するので、発明部署における発明考案説明書や特許明細書を作成するという負担の軽減と、アイデアの発掘という効果がある。

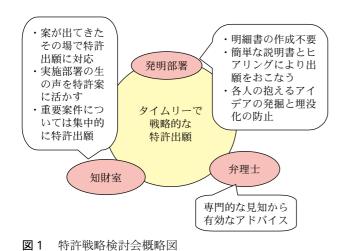
また、アイデアが出ればすぐに対応可能なので、タイムリーで、スピーディーな出願と、集中的な特許出願ができ、多面的、重層的な特許網形成に寄与している。さらに、三者がそれぞれの観点から発明をより深く掘り下げていくので、特許出願の「質」の向上に繋がっている。

#### 1.2 リスクマネジメント

特許権は、設定登録により独占的な権利を取得する。そのため、当社技術と同一の他社の特許権が存在した場合、当社の事業活動に支障をきたすことになる。このようなリスクを事前に回避すべく、他社特許監視システムの構築と、他社問題特許を無害化する活動をおこなっている。他社特許監視システムとは、当社が関係する技術分野における競合他社特許の公開公報、登録公報が発行されたら、すぐにE-mail で関係部署に配信するものである。

そして、問題特許が発見された時は、関係者と知 財部門が対策を協議し、特許権利化を阻止する必要 があると判断した場合は、特許庁に対する情報提供 を積極的におこなっている。当社において、例年数 十件の情報提供を実施しており、高い権利化阻止率 となっている。このように他社問題特許を無害化す ることで、当社の円滑な事業活動に寄与している。

また、万が一に特許が権利化された場合には、無効審判による特許権の無効化を図っている。ここ数年の当社が審判請求した他社特許権は、全て特許無効となっている。



# 2. 知的財産活動状況

#### 2.1 出願状況

当社は多面的な権利保護の目的で、特許出願とと もに、意匠出願を積極的におこなっている。すなわ ち、特許で商品の機能面を保護し、意匠で商品の外 観形状を保護するのである。

当社が総合環境ソリューション企業として新たに 統合された2003年度の前年の2002年度から2007年度 の当社の特許, 意匠出願件数の推移を図2に示す。

当社の特許出願は、統合による効果と、前述の特 許戦略検討会の推進により、2004年度以降は約80件 ~100件の出願をしている。この件数は、会社の規 模を勘案すれば、環境関連企業としてはトップクラ スの出願件数であると評価できる。また、意匠出願 に関しては、2007年度は20件の出願を達成している。 一昨年の意匠法改正により意匠権の権利期間が長く なったことから、今後も意匠出願も重視し強化して いく方針である。

さらに、当社のオンリーワン、ナンバーワン技術については、表1のとおり重点的な特許、意匠出願を推進し、強固な特許、意匠網を構築している。これらの商品の市場における優位性を増強すべく、今後も当社のオンリーワン、ナンバーワン技術の特許網構築を引き続き推進していきたい。

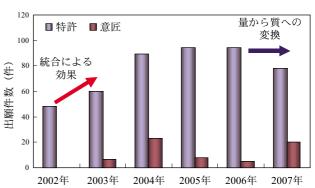


図2 当社の特許, 意匠出願件数の推移

表 1 当社のオンリーワン, ナンバーワン技術の特許, 意匠出願状況(2008年7月1日現在)

製品分類	出願件数
PCB•POPs 処理	139
HHOG	80
ガス化溶融炉	80
膜処理関連	53
プロセス機器	45
S-TE	35
バイオガス関連	25

#### 2.2 権利化推進活動

当社の優れた環境関連技術の知的財産権による保護を目指して、特許庁に対する面接審査や早期審査請求制度を利用して、積極的な権利化活動を推進している。当社の知的財産権(特許権、実用新案権、意匠権)の保有権利数の推移を図3に示す。引き続き積極的な権利化活動を推進することで、当社の優れた環境技術の保護と知財力の向上に努めていきたい。

また、特許のビジネス活用度を増す目的で、2007年度に、「事業性」および「特許性」を客観的に評価し、総合評価点に基づき出願審査請求要否を決定する、出願審査請求ガイドラインを策定した。今後は、このガイドラインを運用していくことで、保有特許の実施率および特許登録率の向上と、重要技術の早期権利化を目指す方針である。

# 2. 3 調査活動

当社では、特許、意匠、商標等の知的財産権の出願、権利化、他社特許対策の他に、多様な調査活動もおこなっている。単に特許出願前の先行技術調査や、事業化、上市に際しての侵害調査をするだけではなく、知財担当者自らパテントマップを作成し、関係部署に視覚的に理解されるよう工夫をしている。パテントマップの作成により、当社および他社の強み、弱み、問題特許の有無が一目で概観でき、当社の知財戦略の立案およびリスクマネジメントに大いに役立っている。

さらに、特許の公開公報に記載されている情報を 最大限に利用して、当社および他社の開発、事業戦 略、技術的な特徴等の調査、解析も実施している。 今後は、特許情報に限らず、競合他社の IR 情報や 新聞情報を取込んだ戦略的な調査活動をおこなって いきたいと考えている。

#### 3. 今後の知的財産戦略

当社は、「知財力を高めることで、事業競争力の 強化を支援する」ことが知財部門の業務目的である との認識のもと、当社はこれまで知財活動を積極的 に推進してきた。

しかしながら、企業間競争はますます厳しくなり、 それにつれて知財が事業に対して果たすべき役割は さらに重要となってきている。また、環境に携わる 企業として、環境問題の解決のために、当社の保有 する知的財産権を役立てていくことも必要である。 このような状況をふまえて、今後の当社の知財戦略 について述べる。

#### 3.1 維持管理ビジネスの特許出願の推進

廃棄物処理施設や水処理施設において, プラント

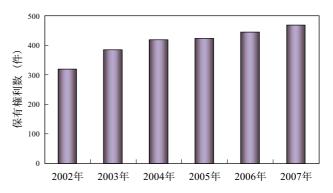


図3 当社の知的財産権の保有権利数の推移



図4 当社の海外特許権保有状況(2008年7月1日現在)

の建設だけではなく、その後のプラントの運営や維持管理にもビジネスチャンスを求めるという方向性が顕著となってきている。当社においても、プラントの運営維持管理ビジネスを経営戦略の柱のひとつとしており、この経営戦略に沿って特許出願の推進に取組んでいる。

この取組は、プラント現場での改善や、操業の最適化、メンテナンスの利便性向上、効率向上などの多くの事例の中から発明を見出し、特許化しようという試みである。そして、そのような特許を積み重ねて、プラントの維持管理の受注に寄与しようという試みである。そのために、プラントの開発、設計、建設、操業、メンテナンスに携わる関係者が一同に会して、前述の特許戦略検討会を開催し、検討を重ねている。

このような検討会を重ねることで、操業現場での 貴重な改善提案や工夫を特許出願へと導くことがで きるようになった。その結果として、関係者の知財 マインドおよびプラント維持管理関連の知財力の向 上という、良好な知財サイクルが築き上がりつつあ る。今後もこの取組を継続し、維持管理ビジネスの 強化に向けての知財戦略をより実効性のあるものに する方針である。

#### 3.2 海外特許戦略

海外における当社の特許権の保有状況を図4に示す。この図に示されるように、当社はこれまで、米国、欧州だけでなく、中国、韓国、東南アジア、オセアニア地域にも特許権をまんべんなく保有している。昨今の世界的な環境問題は深刻であり、当社が保有する廃棄物処理技術、水処理技術関連の知的財産権を有効活用することにより、世界の環境問題の解決に役立てたいと考えている。その目的で、当社では今後の海外特許戦略について検討を重ねている。

海外に特許を出願するに際してもっとも重要なポイントは、「どの技術をどの国に出願するか」であり、それを、将来の当社の事業戦略および世界情勢を見越して、時機を失することなく決める事である。特許権を世界の有望な地域にいかに効率的に配置できるか否かが、海外特許戦略の成否と、その後の海外ビジネス活動に大きく影響するからである。

その一方、国際的な特許制度の動向をみると、 PCT 出願(特許協力条約に基づく国際出願)の普及、審査ハイウエイの整備による国際的な審査基準の共有化等、海外への特許出願の困難性とコスト面の問題が解消されつつある。

当社としては、この機をとらえて、効率的かつコストミニマムで、海外ビジネス活動をサポートできる海外特許戦略を推進していく方針である。

#### 3.3 事業戦略、開発戦略、知財戦略の一体化

当社の事業活動において、知的財産の有効活用および特許権侵害の防止等のリスクマネジメントを適切に実施していくことが重要となってきており、知財は事業とは切っても切れない関係になっている。また、環境に携わる企業として、環境問題を解決し得る新技術の発掘と開発を継続していくことが企業の使命であり、開発した新技術を知的財産権で保護

し、それを有効活用していくことも必要である。このような状況から、当社の将来の知財戦略は、開発 戦略および事業戦略との一体化を志向した特許戦略 を実行していく必要がある。

開発戦略との一体化においては、環境問題の解決に寄与し得る新技術の調査、探索の段階から知財部門が関与して特許戦略を立案するとともに、開発デザインレビュー会議等に知財担当者が参画し、発明の掘り起こしと、特許権侵害防止等のリスクマネジメントを開発の進渉状況に応じて適宜講じていくことで、開発部門との連携強化を図っていく方針である。最終的には、開発担当者と知財担当者とが一心同体となって行動していく体制を目指している。

事業戦略との一体化においては、事業部門の特許 出願の強化、全社知財教育の充実の他に、技術、営 業会議への知財担当者の積極参画、経営層、幹部層 への知財情報の発信とコミュニケーションの活発化 を検討しており、会社全体としての知財力の向上と、 リスクマネジメント力の強化を図る方針である。

これらの活動を通じて、事業戦略、開発戦略、知 財戦略との一体化に取組む所存である。

# むすび

本稿では、総合環境ソリューション企業である当 社の知的財産活動の紹介と、今後の知財戦略につい て述べた。引き続き、当社の知財力向上に向けた取 組みを進めることで、当社の環境関連技術の商品価 値が高められるものと確信している。また、そうす ることで、日本を代表する総合環境ソリューション 企業の地位の確立と、世界の環境問題の解決に少し でも貢献できるよう努めていきたい。

#### [参考文献]

1) 西岡:神鋼パンテツク技報「知的財産権について」, Vol.42(1), (1998), p.100

# 知的財産権の弁護士といわれる「弁理士」試験に 当社から2名が合格

弁理士とは発明や商品名などの知的財産権に関する権利を守るスペシャリストです。弁理士は、現在、全国で約7千7百人います。毎年約1万名が受験する国家試験で、合格率が6%程度という難関の資格です。 この弁理士試験に当社では2名が同時合格するという快挙を成し遂げました。

弁理士の業務は、大きく分けて2つあります。1つは従業員の皆さんが考えた発明や商品名などを権利化するために、より効果的な出願方法や出願内容を検討して特許庁に対して手続をおこなったり、特許庁の審査結果に対して反論をおこない自社の出願の権利化を図る等、自社技術保護・強化のための活動です。2つめは、他社の技術調査や他社の権利に対する侵害性の判断など、他社の権利を侵害しないための活動をおこなっています。どちらの活動も当社技術を保護し事業をスムーズにおこなうためには非常に重要な活動です。

他社では特許事務所などに所属する弁理士に依頼する業務を、当社は社内弁理士を有するため社内で処理 することができます。社内弁理士は、自社技術を熟知しているため、法律的な観点による権利保護のアドバ イスは勿論のこと、技術的な観点からの的確かつ強力な権利保護の検討をおこなうことができます。

当社の弁理士は専門性を生かし、戦略的な知的財産権の取得を図るとともに、当社のあらゆる技術を知的財産権でガードすべく日々業務をおこなっています。



