

当社の廃棄物処理技術

KOBELCO ECO-SOLUTIONS's Waste Treatment Systems



技術開発本部
プロセス技術開発部廃棄物処理室
高橋 正 光
Masamitsu Takahashi
(工学博士)

日本の廃棄物処理は1990年代にはいり、ダイオキシン類に代表される有害物質の無害化、最終処分場の逼迫に起因するさらなる減容化の推進から灰の溶融処理が廃棄物処理技術のなかに登場し、大きなプロセスの変革を迎えた。当社も、市場の要請に応えられるように、リサイクル性と環境負荷低減に優れた流動床式ガス化溶融炉、プラズマ溶融炉、ストーカ式焼却炉を開発、導入した。これらの商用プラントは、すでに1年以上稼動し、排ガス中ダイオキシン類濃度0.01 ng-TEQ/m³N未満、総排出量約1 μg/ごみtの実績をえている。

Ash melting technology has been introduced into municipal solid waste treatment systems to overcome the new regulations on dioxins and the growing shortage of landfill site since 1990's in Japan. Fluidized-bed gasification and swirl-flow melting, grate incineration and plasma ash melting, which enable recycling and reduction in final disposal, have been added to our waste treatment systems one after another during the last decade. Commercial plants have been operated for years, achieving dioxins contents less than 0.01 ng-TEQ/m³N and 1 μg/MSW-t.

Key Words :

廃 棄 物 処 理
ガ ス 化 溶 融
ス ト ー カ 式 焼 却
プ ラ ズ マ 溶 融

Waste treatment
Gasification and melting
Grate incineration
Plasma melting

ま え が き

従来、国土の狭いわが国では、衛生的で減容可能な処理として廃棄物は主に焼却され、その灰を埋め立て処分してきた。現在、焼却される割合はおよそ80%にも上る。1990年代にはいり、ダイオキシン類に代表される有害物質の無害化、最終処分場の逼迫に起因するさらなる減容化の推進から灰の溶融処理が廃棄物処理技術のなかに登場し、大きなプロセスの変革を迎えた。

当社の廃棄物処理も市場の要請に応じて、1990

年代後半に大きな変化を遂げた。本報告では、代表的な最新の当社の廃棄物処理技術について述べる。

1. 流動床式ガス化溶融技術

ガス化溶融技術は、リサイクル性、省エネルギー、そして有害物質の排出抑制等の環境負荷低減を大きな特長とし、灰の溶融までを一貫しておこなう「次世代型廃棄物中間処理技術」として1990年代後半に、20を越える多くの企業が開発に参入し、昨年度は次々に新しい施設が竣工、稼動した。

当社は、長年培ってきた都市ごみ流動床式焼却技

術と15年以上の実績をもつ下水汚泥旋回溶融技術を
 組合せ、「流動床式ガス化溶融システム」を開発した。
 2000年10月に世界初の都市ごみ向け流動床式ガス
 化溶融施設として竣工した中部上北清掃センターに
 はじまり、現在までに5件の施設を竣工、1件を建
 設中である。納入実績を表1に記す。

ここでは、当社流動床式ガス化溶融システムの特
 長を紹介する。

図1に当社流動床式ガス化溶融炉の特長を模式的
 に示す。廃棄物は二軸剪断式破砕機で破砕された後、
 「給じんシュート」と呼ばれるシュートを経由して、
 シュート下部にある二軸のスクリー式給じん機で
 流動床式の熱分解ガス化炉に供給される。この給じ
 んシュート内のごみ堆積によるマテリアルシールで、
 熱分解ガス化炉への空気流入を防止する。機械式の

シールではなくマテリアルシールを採用したのは、
 ごみの挟み込みやタール等によるゲートあるいはダ
 ンプのトラブルを回避するためである。

流動床式ガス化炉は円筒型炉である。ここでは
 炉底から供給した空気で部分燃焼しながら廃棄物を
 熱分解ガス化する。炉内に常に種火があり、た
 とえ多量の空気の漏れこみがあっても、爆発状の急
 激な燃焼は起こらない。不燃物は炉底の分散板中央
 部に設けられた大型の抜き出し管から、短い経路で砂
 と一緒に連続的に炉外に排出される。このため、大
 きな不燃物の抜き出し・排出が容易であり、熱損失
 や炉下の空間を節減することができる。可燃物と灰
 分は可燃性の熱分解ガス、未燃炭素、および飛灰と
 して次の旋回流溶融炉に運ばれる。

ガス化炉に直結して設置された旋回流溶融炉も堅

表1 ガス化溶融施設納入実績

施設名称	所在地	施設規模	発電容量	竣工
中部上北清掃センター	青森県上北郡	60 t/d (30 t/d × 2 炉)	—	2000年10月
安芸クリーンセンター	広島県安芸郡	130 t/d (65 t/d × 2 炉)	1 300 kW	2002年11月
鹿角 環境衛生センター	秋田県鹿角市	60 t/d (30 t/d × 2 炉)	—	2002年11月
石巻広域クリーンセンター	宮城県石巻市	230 t/d (115 t/d × 2 炉)	2 600 kW	2003年3月
中津川環境センター	岐阜県中津川市	98 t/d (49 t/d × 2 炉)	900 kW	2004年3月
大野・勝山地区広域行政事務組合	福井県大野市	84 t/d (42 t/d × 2 炉)	—	2006年3月

*大野・勝山地区広域行政事務組合の施設名称は未定

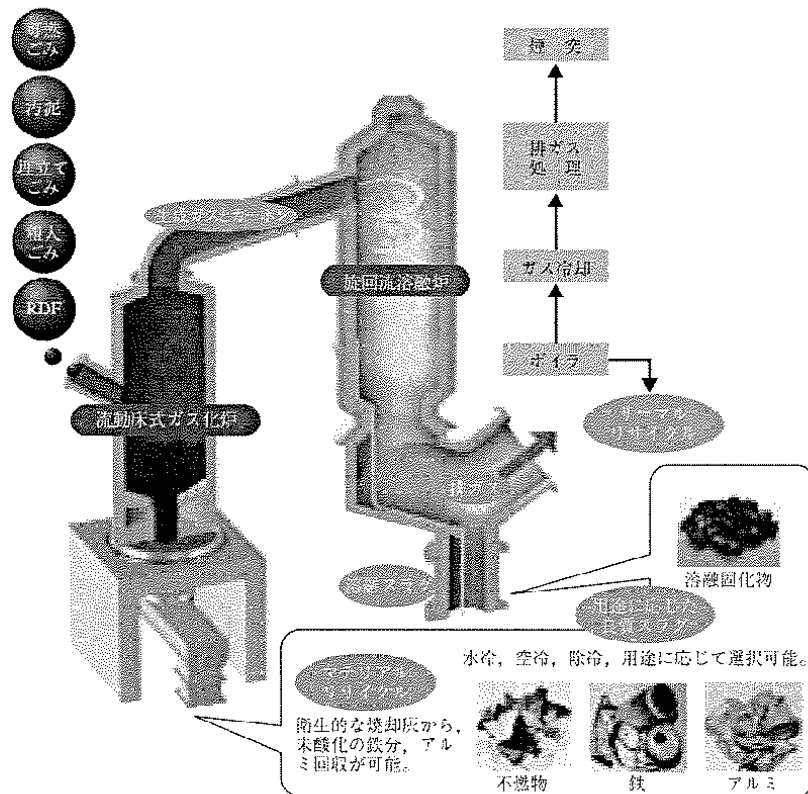


図1 流動床式ガス化溶融炉

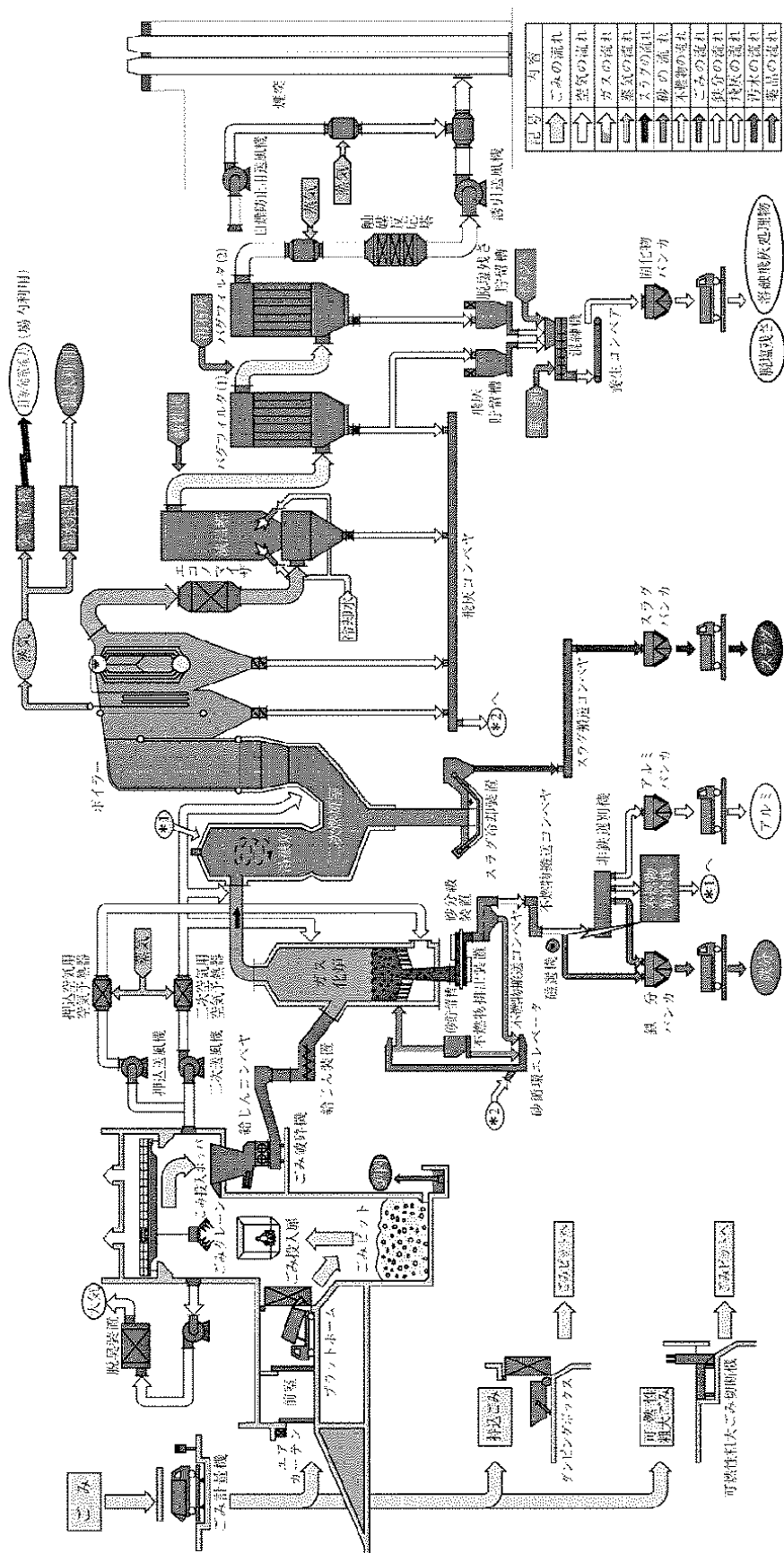


図2 石巻プラントのフロー

型構造である。未燃炭素と飛灰は熱分解ガスとともに溶融炉に接線方向で吹き込まれ、ここで初めて完全燃焼に必要な空気量が供給されて、熱分解ガスと未燃炭素が完全燃焼する。これは、おもにガス燃焼のため燃焼効率がよく、少ない空気でも高温をえることができる。旋回流に乗った飛灰は、この熱で溶融してスラグとなり、炉壁を上方から下方に重力にしたがって流下する。溶融部には絞り部を設けることで、溶融部の温度の均一化と、ガス流速の増加および炉底への衝突によるガスとスラグの分離を容易にしている。溶融部から出滓口までの距離を短くすることで、スラグは速やかに炉外に排出される。また、この部分が短いため、熱による横方向の伸びが小さく、縦方向の伸びと干渉して耐火物に発生する応力を小さくすることができる。

形状以外にも、溶融部は水冷壁構造として炉内壁全面をスラグが均一にコーティングすること、さら

に、スラグが集中する出滓ラインには特殊金属を施工していることにより耐火物を保護している。出滓口下部の出滓シュートは水封されており、滴下した溶融スラグは水冷されて固化、回収される。

図2に代表的な石巻プラントの処理フローを示す。本プラントは都市ごみ処理量230 t/d (115 t/24 h×2基)、2 600 kWの発電設備を有した処理施設である。溶融炉の後の排ガス冷却設備として廃熱ボイラと水噴霧式の減温塔があり、消石灰と活性炭を吹き込む2段のバグフィルタと触媒反応塔で排ガス処理をおこなっている。

2002年12月から2004年6月までの連続運転の実績と、ごみトン当りの用役費を図3、4に示す。2003年3月末の竣工以来、90日連続運転を繰返して、2003年度の年間稼働日数は300日を越え、高い稼働率を達成した。ごみトンあたりの用役費も2 000円以下であることがわかる。また、図5に炉内主要

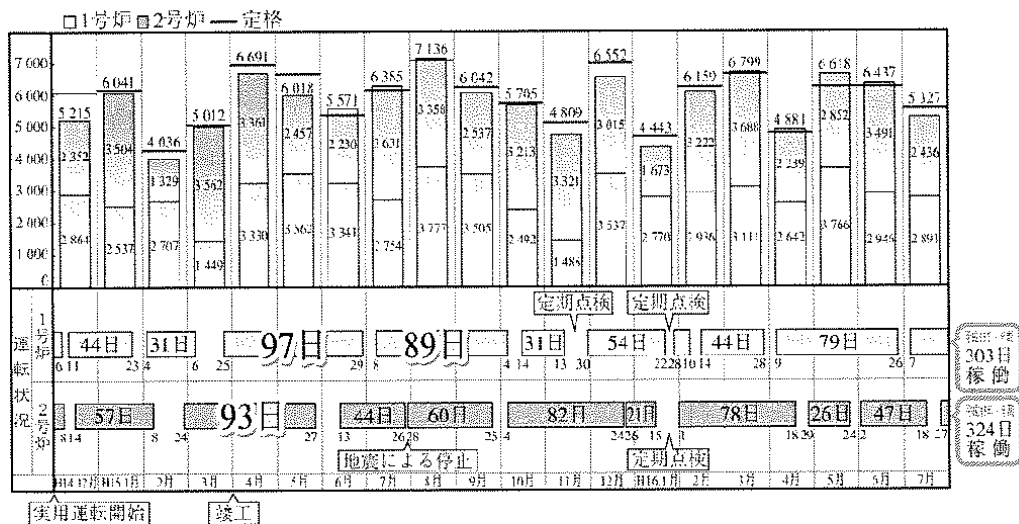


図3 石巻プラントの連続運転実績

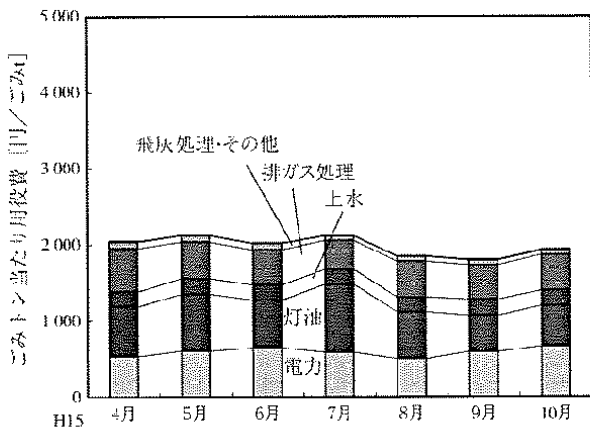


図4 ごみ1トンあたりの用役費

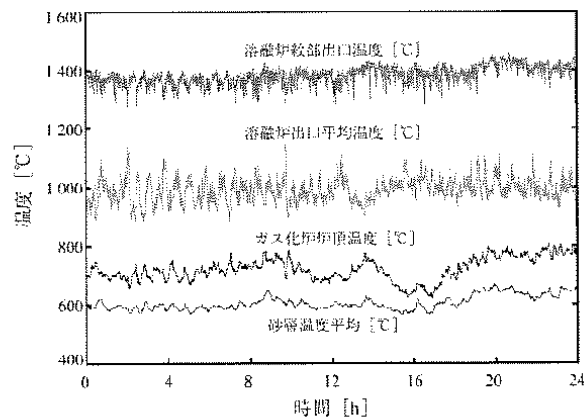


図5 石巻プラントの主要炉内温度トレンド

表2 ダイオキシン類総排出量

	1		2	
	濃度 (ng-TEQ/m ³) (ng-TEQ/g)	総排出量 (μg-TEQ/ごみt)	濃度 (ng-TEQ/m ³) (ng-TEQ/g)	総排出量 (μg-TEQ/ごみt)
排ガス	1系) 0.0069 2系) 0.0074	0.045	1系) 0.0033 2系) 0.0078	0.034
スラグ	0.000099	0.0032	0.000050	0.0016
不燃物類	0.0016	0.031	0.00098	0.019
溶融飛灰	0.093	1.2	0.026	0.37
脱塩残渣	0.0056	0.042	0.011	0.11
合計		1.3		0.53

温度を、表2にはダイオキシン類総排出量を表わす。本施設の排ガス中ダイオキシン類濃度の保証値は0.01 ng-TEQ/m³であるが、安定した運転により排ガスの保証値を満足することはもちろん、総排出量も約1 ng-TEQ/ごみtと非常に低い値を示していることがわかる。

2. ストーカ式焼却技術

ストーカ式焼却炉は給塵装置から供給されたごみを火格子の上で攪拌・移送しながら、その下部から送り込まれる空気乾燥、焼却する炉である。基本的には、ごみの移動とガスの流れが直交する二次元の動きで構成されるためスケールアップがしやすく、一炉の処理規模が何百トンという大型炉が稼働している。当社のストーカ式焼却炉は、かねてから次世代を見据えたストーカ炉技術の開発に取り組んできたルギ社(独)との技術提携により生まれたものである。

当社ストーカ炉の模式図を図6に示す。乾燥帯と燃焼帯は緩傾斜で一体化され、図に示したように前後進端での落差が大きい対向摺動式ストーカの動きにより、投入されたごみが適度に攪拌・移送されながら、ストーカの下部から適切に配分されて吹き込まれる空気により乾燥・焼却される。後燃焼帯には並向摺動式ストーカを採用し、その緩やかな動きでごみは完全に燃えつき、灰となる。このように対向摺動式ストーカと並向摺動式ストーカを組合わせた「高温燃焼型コンバインドストーカ」構造とすることにより安定した燃焼を実現している。主燃焼室は、全メムレン水冷壁構造とし、空気比1.6の高温燃焼とクリンカの発生抑制を実現している。また、二次燃焼室は炉中央部に位置する直交流型燃焼室で、一次燃焼室出口に絞り部を設け、さらに二次空気を水平方向から高速で吹き込むことにより優れた攪拌性能を発揮して未燃ガスの燃焼効率を向上させている。制御に関してはプラントの挙動特性をモデル化

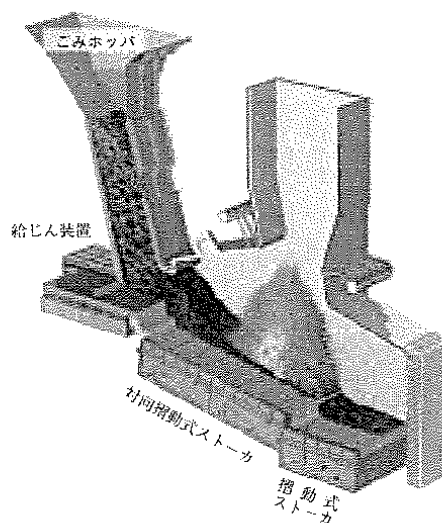


図6 ストーカ式焼却炉の模式図

し空気量や給じん量など運転状態に影響を与えるパラメータに対して近未来のプラント状態を予測するアドバンス制御の採用により、突然のごみ質変化に対しても最小限の挙動変化に抑えることができ、優れた燃焼効率を維持している。

当社は、処理能力180 t/24 h×1炉のストーカ式焼却炉を下関市環境部奥山工場に納入している。その詳細については、本誌に掲載されている「ストーカ式焼却炉とプラズマ式溶融炉の実用運転結果(下関市環境部奥山工場)」を参照いただきたい。

3. プラズマ溶融技術

神鋼グループではプラズマを利用した高温技術は1990年に製鋼分野で利用が始まり、1992年には、焼却炉から排出される廃棄物の焼却灰や飛灰の溶融への適用開発を開始した。プラズマ溶融は燃料式とくらべ、熱源から二酸化炭素や硫酸化物を生成せず、排ガス量を低減できることが大きな特長である。1998年には世界初の飛灰単独処理プラズマ溶融炉を竣工させた。昨年度にはさらに3施設を稼働させ

表3 プラズマ灰溶融炉の納入実績

施設名称	所在地	施設規模	処理対象	竣工
クリーンセンター美馬	徳島県美馬郡	5 t/16 h	流動焼却飛灰	1998年3月
下関市環境部奥山工場	山口県下関市	41 t/24 h	ストーカ焼却土灰+飛灰	2002年11月
クリーンピア射水	富山県射水郡	12 t/24 h	流動焼却飛灰	2003年3月
加古川市新クリーンセンター	兵庫県加古川市	30 t/24 h	流動焼却飛灰	2003年3月

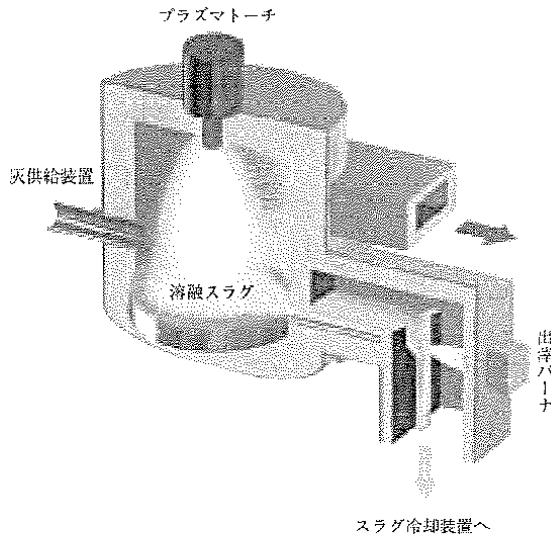


図7 プラズマ溶融炉の模式図

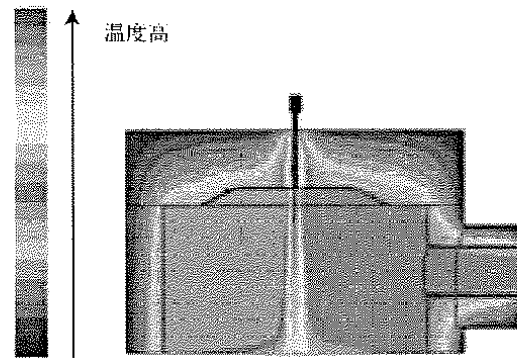


図8 プラズマ溶融炉温度分布シミュレーションの一例

ており、2施設が流動床焼却炉の飛灰単独溶融で1施設は前述の下関の焼却灰と飛灰の混合溶融設備である。その納入実績を表3に示す。

図7にプラズマ溶融炉の模式図を示す。当社のプラズマ溶融技術は、金属製のプラズマトーチでプラズマガスとして空気をもちいる酸化雰囲気での溶融であることが大きな特長である。プラズマトーチには、トーチ内に陽極と陰極の両方を有するノントランスファー式と、いずれか一方がトーチにあり、もう一方が被処理物にあるトランスファー式のふたつのタイプがある。ノントランスファー式は被処理物の性状にあまり影響されないことが特長であり、トランスファー式は被処理物の着熱効率が高いのが特長である。当社には両タイプの実績がある。

プラズマ灰溶融炉では、焼却施設から排出された灰をいったん貯留した後、炉内に連続的に定量供給する。灰は溶融して、高温のプラズマと十分な滞留時間により性状の安定したスラグ浴を形成し、この

スラグが連続的に排出される。図8はプラズマ溶融炉温度分布シミュレーションの一例である。当社では、このようなシミュレーションと実炉の運転データを融合させてスケールアップや炉形状の最適化等に対応している。

クリーンなエネルギーで高温処理ができるプラズマ技術は、灰以外の難処理廃棄物にも適用が可能である。

むすび

当社の廃棄物処理の主力であるガス化溶融、ストーカ式焼却、そしてプラズマ溶融の各技術について概括した。これ以外にも、当社にはロータリーキルン焼却、RDF製造やメタン発酵等の技術がある。また、これらの技術のみでなく、搬送や分選別、そして排ガス処理技術等を組合わせて適切で効率的な廃棄物処理が可能となる。

多様化する廃棄物処理への要請に応えられるよう、今後も技術を磨いていく所存である。