

廃棄物焼却システム

—ダイオキシン対応および廃熱利用—

Waste Incinerating Systems

守 秀治* *Hideharu Mori*
加納忠勝* *Tadakatsu Kano*
足田憲彦** *Yoshihiko Hikita*



周南地区衛生施設組合納め恋路クリーンセンター(山口県)

110 t/24 h×3 炉, 1,900 kW発電付き大規模流動床炉が稼働している。余剰電力は中国電力株式会社に売電し、余熱は隣接するスポーツ施設にも供給され、ごみのエネルギーが有効利用されている。

年々増大する廃棄物の処理方法として、焼却炉による減容化が進められている。近年、環境保全と資源循環の観点からさまざまな技術が求められており、特に廃棄物を焼却することによって発生する有害物質であるダイオキシンを抑制、除去する技術、焼却することによって発生する余熱を最大限有効活用した高効率発電技術など、多岐にわたる技術が必要である。

日立グループは1960年代から産業廃棄物、都市ごみ、下水汚泥など各種廃棄物焼却炉および廃熱回収

ボイラに取り組んでおり、国内最大級流動床ボイラ建設、リサイクル発電設備などさまざまな廃棄物分野で数多くの実績を持っている。

一方、小規模施設用の機械バッチ式焼却炉の分野で、運転の簡素化、装置のコンパクト化、環境保全技術などのニーズを反映したシステムを納入している。さらに日立グループは、焼却灰溶融固化システム、粗大ごみ破碎選別システムなどの関連システムとの組合せで廃棄物焼却システムに幅広く取り組んでいる。

* バブコック日立株式会社 ** 日立金属株式会社

1 はじめに

わが国の廃棄物の発生量は大量消費、使い捨てといった生活様式の変化に伴って年々増加するとともに、紙やプラスチック系廃棄物などの増加によって高カロリー化する傾向にある。また、埋め立て処分場の確保も難しくなって、焼却によるごみの減容化、および排ガスや灰などをよりクリーンに処理することの重要性が増している。

さらに、焼却排熱を未利用エネルギーとしてとらえ、単なる焼却ではなく熱エネルギー、電気エネルギーとして回収する需要もますます多くなってきている。ごみ量と処理方法の推移を図1に、ごみ焼却炉を取り巻く近年の課題と対応策を表1に示す。

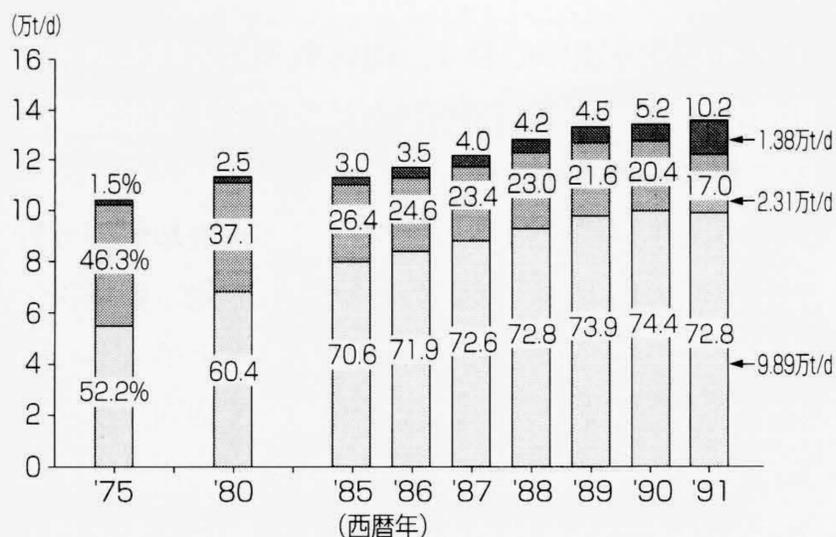
ここでは、流動床式焼却炉および機械バッチ式焼却炉での最近の取組みについて述べる。

2 都市ごみ焼却炉

2.1 流動床式ごみ焼却システム

バブコック日立株式会社の流動床式焼却炉は、(1)燃焼性が優れて排ガスがクリーンである、(2)独自のパイプグリッド式散気管の採用によって流動燃焼性、耐熱性、耐久性に優れている、(3)三軸スクリー式給じん装置によってごみの安定供給性に優れているなどの特徴を持つ。この焼却炉はごみ処理能力が20 t/d規模以上のごみ処理場で用いられており、現在建設中のプラントを含め、887 t/dの累計実績処理量となっている。

最近では平成7年9月、山口県の周南地区衛生施設組合(以下、「周南」と言う。)に大規模流動床炉(110 t/24h×



注：□(焼却)，■(埋立)，■(高速堆肥化など)
資料；各年度の「厚生白書」

図1 ごみ量と処理方法の推移
ごみ処理の中で焼却はごみ量の約 $\frac{3}{4}$ である。

表1 ごみ焼却炉を取り巻く近年の課題と対応策
クリーンなこととエネルギー有効利用が重要課題となっている。

課題	対応策
クリーンな排ガス (特にダイオキシン)	完全燃焼化
エネルギー有効利用	発電, 余熱利用
埋め立て処分地不足, 灰の有効利用	灰溶融固化, 再資源化

3炉, 1,900 kW発電付き)を納入した。厳しい環境規制値などの計画値を達成し、現在順調に稼動中である。

平成2年12月「ダイオキシン類発生防止等のガイドライン」(以下、「ガイドライン」と略す。)が厚生省によって制定された。周南での環境規制値を表2に、システムフローを図2にそれぞれ示す。

以下、周南納めのシステムを例に流動床式ごみ焼却システムの特徴について述べる。

2.1.1 完全燃焼化

ダイオキシンの発生抑制では、ダイオキシン発生がCOと相関するため完全燃焼によってCOの発生を抑制することが重要である。そのためには、火炉内での3T, すなわちTemperature(温度), Time(滞留時間), Turbulence(かくはん)を適正に確保することが不可欠となる。

また、ガイドラインで定めるボイラ付き全連続燃焼炉

表2 環境規制値
自然環境保護のため厳しい規制が行われている。

項目	単位	大気汚染防止法	厚生省ガイドライン	周南での環境規制値	備考
CO	ppm	—	全連：50以下 准連：100以下	50	—
ダイオキシン	ng/m ³ N	—	全連：0.5以下 准連：5以下	—	ダイオキシンはCO濃度と正の相関がある。
燃焼温度	°C	—	800以上	800以上	完全燃焼化
ばいじん	g/m ³ N	0.15	0.02	0.02	バグフィルタ処理
NOx	ppm	250	—	100	二段燃焼, 無触媒脱硝
HCl	ppm	430	—	20	消石灰吹き込み
SOx	ppm	40(県令)	—	20	消石灰吹き込み

注：全連；24時間連続稼動の焼却施設
准連；16時間連続稼動の焼却施設
排ガス濃度；O₂12%換算

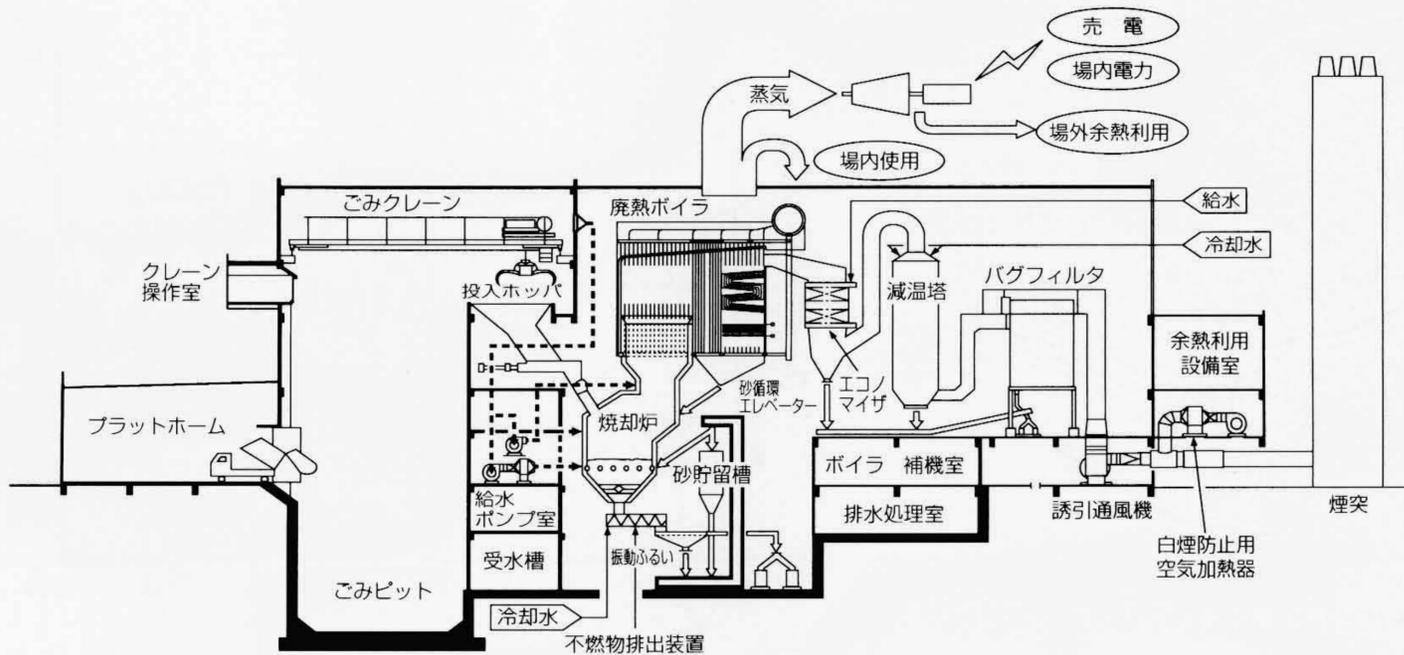


図2 システムフロー図
余った電気、熱を場外に給供してエネルギーの有効活用を図っている。

では、「燃焼温度800℃以上で滞留時間2秒以上」を満足する焼却炉構造が必要となる。この目的を達成するために、図3に示す独自の偏心型後燃焼室付き火炉を採用している。

焼却炉の直上にボイラを設置した場合、燃焼熱は水冷壁へ吸収されて燃焼温度が低下する。特に、低カロリーごみでは燃焼温度が維持できなくなるという欠点がある。これに対してボイラと炉を一体偏心構造にして設置した焼却炉では、主燃焼室での燃焼ガスのふく射熱が直接水冷壁に伝達しない流れが形成され、低カロリーごみ投入時も後燃焼室温度を800℃に確保することが可能になり、ダイオキシンの発生を大幅に抑制することができる。

滞留時間の確保とかくはんに対しては、縮流部、後燃焼室方式の採用によってガス混合を促進し、後燃焼室での滞留時間を2秒以上確保している。また、水流モデルとシミュレーション解析によって二次、三次空気吹き込みノズルの適正配置を図り、ガス混合を活発にしてCO発生を低減した二段燃焼方式でNO_xを抑制している。

2.1.2 パイプグリッド式散気装置

押込送風機からの流動化空気は耐熱、耐磨耗性に優れたパイプによる散気装置から炉内に吹き込まれる。不燃物の取り出しが容易であり、緩慢燃焼によってCOの発生を抑制している。

2.1.3 安定給じん

安定燃焼のためには給じん装置の安定供給性が重要である。自社開発の三軸スクリー式給じん装置によってごみをほぐし、安定供給性を確保している(図4参照)。油圧によって移動可能な逆送スクリーを持ち、回転数可変機構と、軸位置の移動によって供給量の調整、異物の排出を行い、幅広いごみ質に対応している。

2.1.4 アドバンスト制御

これまで述べた設備を系統的に結合させて性能を発揮させるため、独自のアドバンスト燃焼システムを採用している。このシステムは給じん量制御、燃焼速度制御、流動層温度制御で構成しており、自動燃焼制御によってNO_xやCO、ダイオキシンなどの有害ガスを抑制している。中央制御室を図5に示す。

計装設備は、DCS(Distributed Control System)制御として産業用にも幅広く採用されている「EX-5000システム」をはじめとして、各種工業計器、分析計など多岐にわたる。

以上述べてきた対策などにより、NO_x, SO_x, HCl

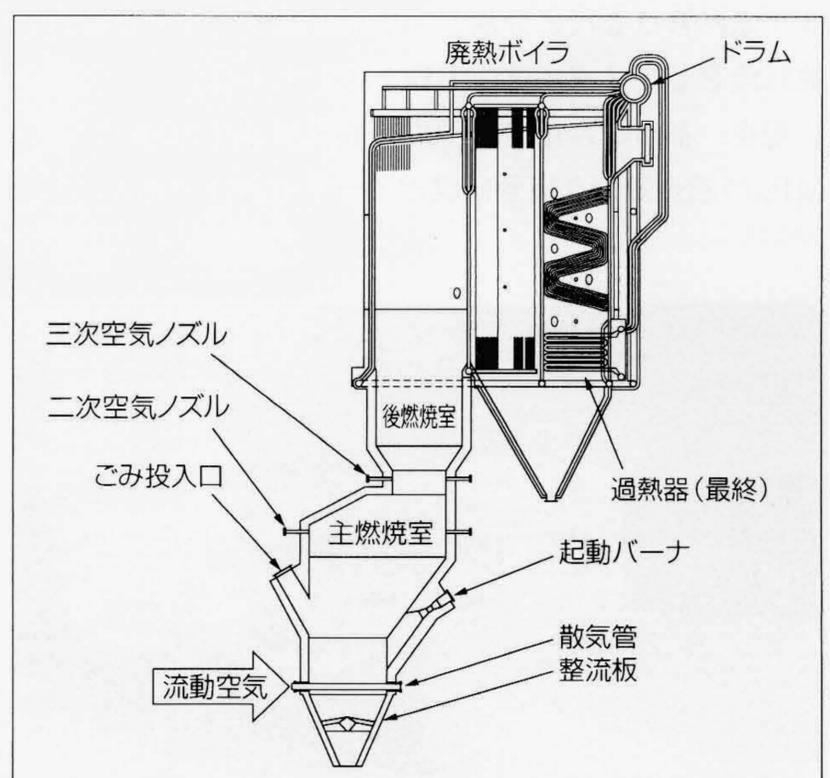


図3 焼却炉の構造

主燃焼室と後燃焼室は偏心しているので、燃焼温度が維持されてダイオキシンの発生が抑制される。

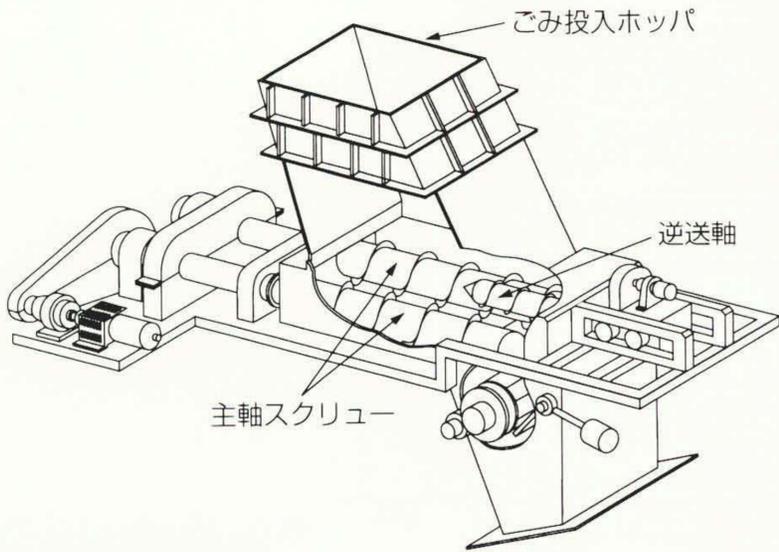


図4 給じん装置
三軸スクリー方式でゴミを焼却炉に安定供給する。

およびダイオキシンの指標となるCOをはじめ、各排ガス規制値の計画値を満足することができる。運転チャートの一例を図6に示す。

2.1.5 高効率廃棄物発電用廃熱回収ボイラ

ゴミ焼却施設に設置される廃熱回収ボイラは高効率発電が要求され、蒸気条件が高温・高圧化してきている。耐食性に優れた廃熱回収ボイラは、都市ゴミ焼却炉用廃熱回収ボイラとして33缶の納入実績を持つ。特徴は次のとおりである。

- (1) 単胴型ボイラを採用しているため、従来の二胴型ボイラでのダスト堆積および腐食問題が解消できる。
- (2) 過熱器は600℃以下の位置に配置し、ダストの溶融固着防止およびメタル温度の低下を図る。
- (3) 過熱器は3段に分割し、最高温部ではガスと蒸気を並行流としてメタル温度上昇を防止する。

現在、都市ゴミ用では国内最高蒸気条件の400℃、4MPaの過熱器付き廃熱回収ボイラを建設中である。さら



図5 中央制御室
DCSによって運転制御しているので、運転管理が容易である。

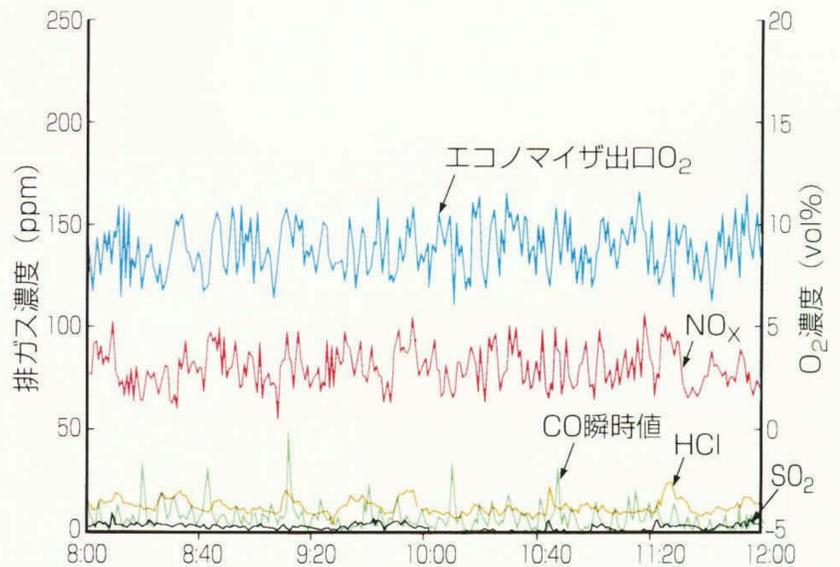


図6 運転チャートの一例
NOx, SOx, HCl, COを一定の幅の中で安定して制御している。

に、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)で進められている高効率廃棄物発電の蒸気条件500℃、10MPaの廃熱回収ボイラ高効率化の研究に参画し、耐腐食性過熱器管(S/H)材のラボラトリ試験および実炉暴露試験を実施中である。

2.1.6 高度ガス処理

排ガス中の有害ガス成分は高度排ガス処理設備(バグフィルタ、有害ガス除去装置、無触媒脱硝装置など)によって規制値以下まで除去している。

2.2 機械バッチ式焼却施設

年間約70件程度建設される都市ゴミ焼却施設では、その約 $\frac{1}{3}$ に相当する20~30件が50t/d以下の小規模施設であり、そのほとんどで8h/d運転の機械バッチ式焼却炉が採用される。

日立金属株式会社では、この分野でクレーン操作のような特別な資格の要らないホッパ・ロード方式によるゴミの直接投入法や、高温域で熱回収を行って設備のコンパクト化を図るシステムを特徴とした焼却炉を開発している(図7参照)。また、ユーザーの意向を反映してゴミ焼却施設としてのイメージアップを図るために、短煙突方式で外観上煙突が見えない建築とするケースも採用している。

2.2.1 機械バッチ式焼却システム

当初、小規模焼却施設としてラジケータ型焼却炉の改良型を開発してこの分野での実績を積んできたが、今回30~40t/dの大型化に対応するため、米国JOY社との技術提携によって階段炉床式焼却炉を導入した(図8参照)。この炉はプッシャで燃焼中にゴミを間欠的に移動しながら、階段部で落下、反転させることによって燃焼効

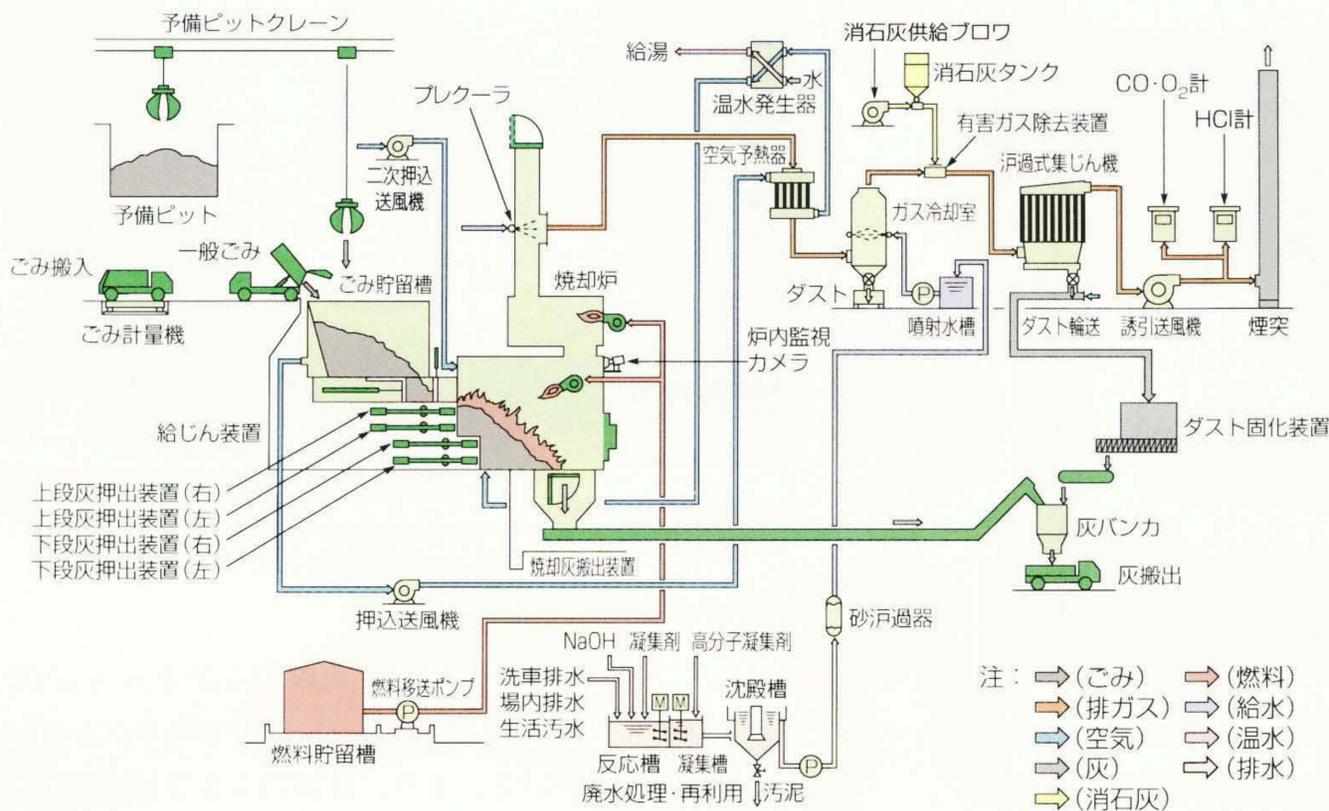


図7 都市ごみ焼却施設のフローシート
予備ピットでピーク時に対応できるホッパ・ローダ方式焼却施設を示す。

率をアップすることを特徴としたものである。構造的にはラジケータ型同様に上下2段の燃焼室を持ち、下部燃焼室は火格子のない平らな階段床でごみを一次燃焼させ、上部燃焼室は下部燃焼室で発生した燃焼ガス中の未燃焼分を完全燃焼させる機能を持っている。また、ごみ燃焼用の空気は上部燃焼室から排出される高温ガスとの熱交換で暖められ、炉床近くの側壁からごみの中に吹き込まれる。これによってごみの乾燥・燃焼・後燃焼を効率よく行うものである。この方式の炉を広島県本郷町、徳島県丹生谷衛生組合、および宮城県牡鹿町などに納入している。

また、1996年3月からベルギーのSEGHERS社との技術提携でストーカ炉を導入した(図9参照)。これにより、多水分系ごみから高発熱量系ごみに至る広範囲のごみ焼却施設に対応することができる。

2.2.2 完全燃焼化

1991年から、当時としては非常に難しいとされていた機械バッチ式焼却施設でのダイオキシンの規制について研究に取り組み、ガイドラインであるCO値100 ppm以下である2 ppm以下を達成する技術を完成した。

この研究は、燃焼バッチ式焼却施設の宿命である日々の立ち上げ、立ち下げ時に起こる不完全燃焼ガスをいかに効率よく再燃焼室で完全燃焼させるかがポイントである。ガスの流れとかくはん混合についてコンピュータによる流体解析をはじめ、各種のコールドモデルテストから実規模設備による実証試験などを行い、最適なガス

の流れとして偏心軸流方式とする再燃焼室構造によるダイオキシン抑制技術を確立した。この技術はすでに実設備に適用され、十分な性能を発揮している。

3 産業廃棄物焼却への適用

3.1 産業廃棄物用流動床式焼却炉

バブコック日立株式会社は、産業廃棄物用の流動床式焼却炉として静岡県内の製紙工場に最初の炉を1977年に納入して以来、19基、4,345 t/dの国内最多の納入実績が

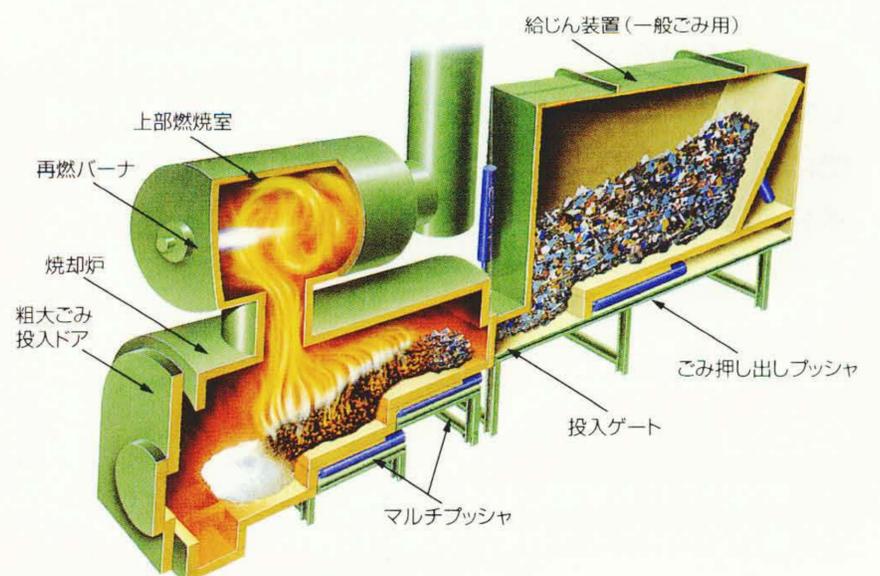


図8 階段式焼却炉
炉床でのごみの落下、反転で燃焼効率を向上させ、偏心軸流によって排ガスを完全燃焼させてダイオキシンを抑制している。

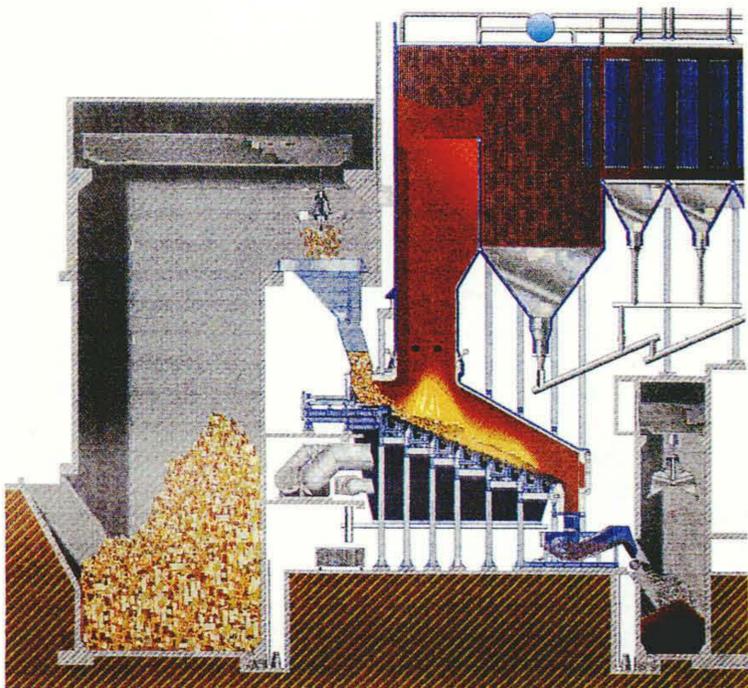


図9 ストーカ式焼却設備
しゅう動タイプのストーカで広範囲のごみ焼却に対応する。

ある。単機処理能力でも国内最大750 t/dの実績を持つ(図10参照)。

このほか、一般の炉では焼却の難しい水分の多い下水汚泥、中でも揮発成分が多い下水含油スラッジ向けにも大型の250 t/d(1,800 kW発電付き)の納入実績がある。

3.2 事業所用の焼却炉「ラジケータ」

日立金属株式会社は、1973年に米国ミッドランドロス社との技術提携によって産業廃棄物焼却炉「ラジケータ」を導入して以来、一般工場、大学、病院、官庁などに200台強を納入してきた。また、最近では「ラジケータ」の応用製品として廃プラスチック専焼炉や一括投入炉も開発し製品化している。

「ラジケータ」は炉内に火格子のないシンプルな機構、日々昇降温を繰り返す間欠運転に強いキャストブル構造、および温度と空気による自動燃焼制御機構を特徴としている。また、二次燃焼方式の採用により、ごみの燃焼に伴う排ガスは上部に設けられた二次燃焼室でその未燃分が高温で分解され、無公害のガスとして大気に放出される。



図10 産業廃棄物用の流動床式焼却炉
スラッジ・パーク燃焼45 t/hボイラを備えている。

炉のサイズとしては比較的小規模の3形から10 t/d規模の大型の40形まで7機種があり、さまざまなごみ質に合わせて納入している。また、比較的大きな規模のものにはごみの自動供給装置や灰の自動搬出装置で、排ガス規制の厳しいところにはサイクロンや電気集じん機等の排ガス処理装置などで対応した「ラジケータ」を核とするシステムを製品化している。

そのほか、この炉をベースとして廃プラスチックの焼却も手がけている。これは、事前に破碎したプラスチックを定量供給して安定的に高温燃焼状態を確保することによって完全燃焼を維持し、無害化の実現と運転の安定化を図るシステムとしている。また、1日分のごみを一括して炉に投入し、あとは15~20時間のガス化燃焼によってゆっくり処理する焼却炉も製品化している。

4 おわりに

ここでは、地球環境保護、とりわけダイオキシンへの対応および廃熱利用という強いニーズにこたえて開発した流動床式および機械バッチ式焼却炉について述べた。

今後もますます高まる環境保護に対応するためにさらに開発を進め、よりよい製品化の実現によって社会に貢献していく考えである。

参考文献

- 1) 財団法人日本環境衛生センター：生活と環境, Vol.40, No.11(1995)
- 2) 藤原, 外：ボイラ研究, 第269号(1995)