

## ごみ焼却・バイオガス化 複合システム

# Kawasaki 川崎重工業株式会社

環境プラント総括部  
〒650-8670 神戸市中央区東川崎町 3-1-1  
TEL 078-682-5082  
FAX 078-682-5433

### 1. はじめに

川崎重工業株式会社（2010年10月1日に旧カワサキプラントシステムズ株式会社及び他2社を吸収合併）は、2010年6月に山口県防府市より「防府市クリーンセンター整備・運営事業」を受注しました。本事業は同市がDBO方式(Design Build Operate)で計画した事業です。

今回当社が受注した施設は、選別施設・バイオガス化施設・ごみ焼却施設を組み合わせる高効率な廃棄物発電を実現する国内初となる「ごみ焼却・バイオガス化複合施設」であり、これは環境省・循環型社会形成推進交付金制度における高効率原燃料回収施設の乾式システム（バイオガス化施設から発生する発酵残さの焼却処理を行う）を採用した第1号施設となります。

### 2. 当社の開発経緯

当社は、高効率原燃料回収施設の交付条件に適した「ごみ焼却・バイオガス化複合施設」を開発すべく、複合施設を構成するバイオガス化施設、選別施設、ごみ焼却施設の開発を行ってきました。当社の開発経緯を下記に示します。

#### 2.1 バイオガス化施設

当社は1997年に高温乾式メタン発酵方式の一つである「コンポガス式メタン発酵技術」をスイス：ビューラー社（現 アクスポーコンポガス社）より技術導入しました。1998年には当社を含む共同研究6社にて、京都市伏見区内にコンポガス式バイオガス実証プラント（名称：バイオガス化技術実証研究プラント）を建設し、1999年6月より実証試験を行っています。本

実証プラントは現在も当社を含む共同研究3社にて長期実証運転を継続中です。1999～2002年度の実証試験では、家庭系一般廃棄物に対応した原料（ごみ収集袋に入った厨芥類、草木類、紙類）を用いて、国内におけるごみのバイオガス化処理の適用性を確認し、ごみ中の有機性廃棄物の多くはバイオガス化処理が可能であると実証しました。ここで図1に京都市にて採取された家庭系一般廃棄物の一例と、本技術においてメタン発酵可能なごみ種類を示した適用可能ごみ及びメタン発酵不可能な適用不可能ごみ（発酵不適物）を示します。

この図に示すように、本技術によるメタン発酵適用可能ごみは、「厨芥類、紙類、木竹・わら、雑草・生花」であり、これらの発生比率は、全発生量の74%を占め家庭系一般廃棄物中の多くのごみに適用できる事を確認しました。

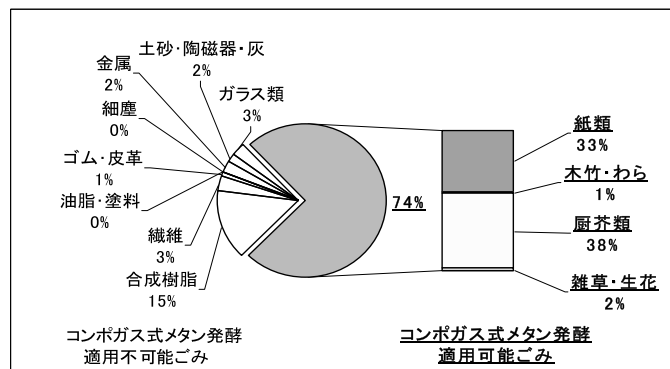


図1 家庭系一般廃棄物のごみ種類別発生比率(京都市)

これらの実証試験の成果により、2001年9月に「コンポガス式メタン発酵技術」は、(社)全国都市清掃会議のごみメタン回収施設第1号

「技術検証・確認概要書」を取得しました。

さらに当社は2007年に国土交通省・下水道技術開発プロジェクト(SPIRIT21)における「下水汚泥資源化・先端技術誘導プロジェクト(LOTUS Project)」への参加や、2008年に国土交通省と環境省の連携事業である石川県珠洲市浄化センター向けの「バイオマスメタン発酵処理施設」を受注し、その後の建設・運用において、下水汚泥やし尿汚泥とごみとの混合バイオガス化の実績と経験を積んできました。

## 2.2 選別施設

当社は、コンポガス式メタン発酵技術の家庭系一般廃棄物への適用性確認後、バイオガス化施設が国内で普及していく為の方向性の一つとして、「ごみの分別収集負荷を低減した簡易選別によるバイオガス化処理」と「発酵不適物と発酵残さの焼却処理を行う複合施設」を掲げました。これは破碎・機械選別したごみをメタン発酵できる技術を確立したことにより厨芥類のみを分別収集する必要がなくなります。このようにコンポガス式メタン発酵は、不適物を混入したごみにも対応できる特徴を活かしたもので複合施設によりごみ焼却量の削減と総合的エネルギー回収効率の向上に寄与しております。

簡易選別の実証試験を行う為、2005年度に環境省の「平成17年度次世代型廃棄物処理技術基盤整備事業」に「乾式メタン発酵法による高効率原燃料回収技術の開発」として当社を含む共同研究3社で応募し採択されました。本事業では、京都市内において既存のクリーンセンターにて焼却処理されている家庭系一般廃棄物を簡易的な前処理(選別設備)によりバイオガス化対象ごみを選別し、選別ごみをバイオガス化処理する実証試験を行いました。ここで選別残さ(発酵不適物)は、クリーンセンターにて焼却処理としました。

本事業では選別設備の性能確認と共に、選別ごみをバイオガス実証プラントにて処理することで「バイオガス発生量187m<sup>3</sup>N/ごみトン(メタン濃度50%換算値)」という結果を出すことが出来ました。この成果により、都市型の家庭系、事業系一般廃棄物を処理対象とするコンポガス式メタン発酵技術における簡易型前処理選

別設備の確立と、高効率原燃料回収施設の交付条件を超える数値を確認できました。

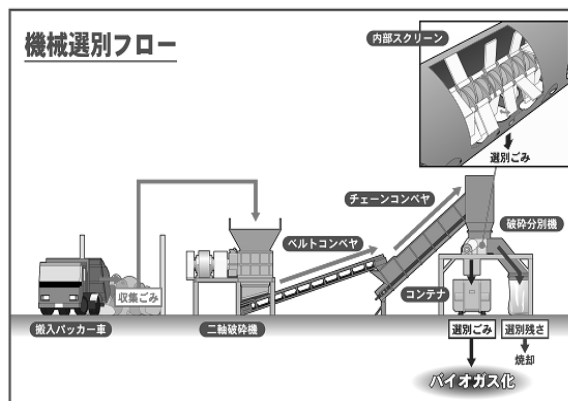


図2 機械選別フロー

## 2.3 ごみ焼却施設(次世代型ストーカ式焼却炉)

一般廃棄物の焼却施設として国内で40年以上の歴史を誇るストーカ式ごみ焼却施設は、その信頼性をベースとしつつ更なる性能向上を目指し、当社は次世代型ストーカ式焼却炉として「カワサキ・アドバンストストーカシステム」を提唱しています。本システムの基本コンセプトは、①低空気比高温燃焼 ②熱回収率の向上 ③焼却灰・排ガスのクリーン化 ④運転の安定化です。

今回の防府市クリーンセンター向けに、これらのカワサキアドバンストストーカのコンセプトから採用した焼却炉として、燃焼ガスの効率的な攪拌効果が得られる当社独自の並行流焼却炉の採用と、排ガス再循環システム(以下、EGRと呼ぶ)を導入しました。

EGRは低空気比燃焼の安定性を更に高いレベルで実現する事を目的としており、燃焼技術で空気過剰率 $\lambda$ を従来の $\lambda$ 1.6を1.2まで下げることが可能となり、排ガス損失を極小化できる技術です。そのしくみは、バグフィルタで除じんされた排ガスの一部を分岐して循環ガスとして焼却炉内に投入し、局所的な過剰温度の燃焼を防ぎつつ、未燃ガスを完全燃焼させ、同時に約50ppmという低NOxの燃焼を実現しています。このように当社は、ごみ焼却施設におきましても、カワサキ・アドバンストストーカという次世代型ストーカ式焼却炉を開発し、実績を積んできました。

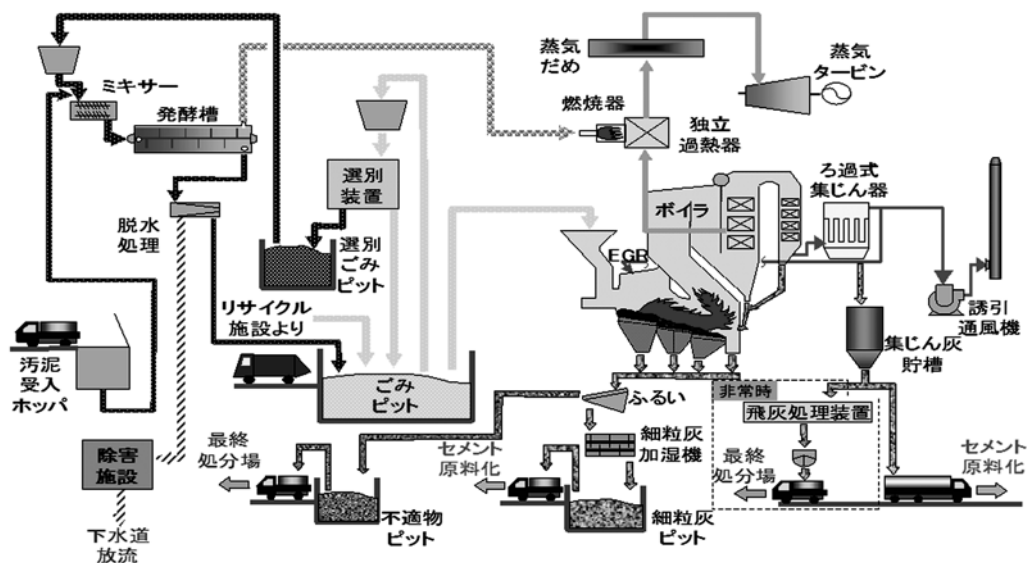


図3 防府市クリーンセンター処理フロー

### 3. ごみ焼却とバイオガス化複合

防府市クリーンセンターでは、可燃ごみからバイオガス化に適したごみを選別し、選別したごみはバイオガス化施設の高温乾式メタン発酵処理によりバイオガスを発生します。選別しない可燃ごみやメタン発酵残渣等は、焼却施設のストーカ式並行流焼却炉において低空気比高温燃焼を行い、エネルギーを回収します。また、汚泥有効利用施設は隣接施設より発生する下水・し尿汚泥を受入れ、バイオガス化施設により汚泥を有効活用します。焼却施設より発生する焼却灰及び飛灰は、セメント原料として利用します。

本施設で発生したバイオガスは、発電用蒸気をさらに過熱する熱源に利用し、ごみ焼却だけでは達成できない最大発電量 3600kW、基準ごみ時の発電効率 23.5%という優れた性能を実現します。この電力は施設内の消費電力を賄うとともに余剰電力を売電する事で施設の維持管理費の低減と温室効果ガス排出量削減に貢献します。

### 4. 今後の展望

「ごみ焼却・バイオガス化複合施設」は、バイオガス化のエネルギー回収率が高いという特徴があり、ごみ焼却発電単独の場合よりも高い効率でエネルギー（ガス又は電力）を取り出せる強みを活かして複合施設の普及を図ることで地

球温暖化防止や脱炭素社会の実現に貢献できると考えております。バイオガス化の普及には、ごみ中の水分を排水として処理しなければならないというデメリットがあり、排水の処理にかかるエネルギーと取出せるエネルギーとのバランスをどのようにとるかが普及を決める重要な要素となると考えます。

また、高効率原燃料回収施設は、「ごみから水素の原燃料であるメタンガスを取り出せる」という特徴もあります。今後、世界のエネルギー市場が水素社会にむけた動きを活発化していく中、高効率原燃料回収施設は水素エネルギーを利用する社会にとって不可欠なインフラのひとつになるものと考えています。

### 5. おわりに

複合施設は一般的に立地場所の確保に苦労している焼却施設を将来的に下水処理場等と連携して総合的な処理施設を作り上げることが可能であることを示すものです。また、今回防府市に適用した「ごみ焼却・バイオガス化複合化施設」は、2011年1月に日刊工業新聞社主催の第53回「十大新製品賞」の「本賞」を受賞したことも付記いたします。