

# ごみ焼却・バイオガス化複合施設 – 固定買取制度に適合する新たなごみ処理システム – Waste Treatment and Biogas Generation Complex – New Waste Treatment System Compatible with the Feed-in Tariff Scheme



内田 博之①	Hiroyuki Uchida
村田 英彰②*	Hideaki Murata
臼井 勝久③	Katsuhisa Usui
上原 伸基④	Nobuki Uehara
杉原 英雄⑤	Hideo Sugihara
谷口 暢子⑥*	Nobuko Taniguchi

当社は、2014年3月に国内初のごみ焼却・バイオガス化複合施設である防府市クリーンセンターを納入した。一般廃棄物をメタン発酵原料としてバイオガスを発生させ、ボイラ主蒸気を過熱する熱源として使用し、高効率発電を行うものである。また、本施設の焼却炉は当社独自設計の並行流炉を採用しており、低空気比・低公害の燃焼が可能で、エネルギー・地球環境保全の両面で貢献できるシステムである。

In March 2014, Kawasaki completed the construction of Japan's first waste treatment and biogas generation complex called Hofu City Clean Center. The facility converts municipal waste into biogas via a methane fermentation process. The biogas is used to superheat main boiler steam for high-efficiency power generation. Kawasaki has adopted the proprietary Parallel Flow Type Incinerator for this facility, enabling low-emission combustion with a low excess air ratio. This resulted in a system that is both energy efficient and environmentally friendly.

## まえがき

近年、地球環境保全・エネルギー問題の観点から、エネルギー資源としての「ごみ」への期待がますます大きくなっており、ごみ焼却発電・バイオガス発電が注目されている。

## 1 施設概要

当社は、ごみの衛生的な処理の観点から開発した焼却施設の初号機を皮切りに、時代のニーズに応じて数々のごみ焼却発電施設を納入してきた。1990年代からは発電の高効率化にも取り組んできた。

このような中、今回国内初となるごみ焼却・バイオガス化複合システムを採用した防府市クリーンセンターを納入した。可燃ごみ処理施設は、当社独自のごみ焼却技術と、一般廃棄物をメタン発酵してバイオガスを発生させるバイオガス化技術を組み合わせた複合システムで、発電効率23.5%と、同処理規模で最高レベルを実現している。また、リサイクル施設も併設している。

施設の処理規模は以下の通りであり、可燃ごみ処理施設は、ごみ焼却設備とバイオガス化設備を組み合わせた複合化施設である。

### ① 可燃ごみ処理施設

- ・ごみ焼却設備 150t/24h (75t/24h × 2 炉)
- ・バイオガス化設備 51.5t/24h (25.75t/24h × 2 系列)

### ② リサイクル施設 23t/5h

複合化施設の処理フローを図1に示す。一般家庭から排出される可燃ごみをこのフローに従い、処理を行う。

#### (1) ごみ焼却設備

- ① 一般家庭などから収集されたごみは、ごみピットに貯留され、その一部は焼却炉に供給され処理される。焼却により発生する燃焼排ガスは、排熱ボイラにて熱回収される。
- ② 燃焼排ガスに含まれる有害物質は、無触媒脱硝装置および、ろ過式集じん器にて、分解・除去を行う。
- ③ 焼却炉および排熱ボイラから発生する焼却灰および集じん灰は、セメント原料として利用する。

#### (2) バイオガス化設備

- ① ごみピットに貯留したごみの一部は、選別設備に供給され、破碎・磁選・機械式選別などの前処理が施される。バイオガス化の原料に適したごみは選別ごみピットに貯留され、不適ごみはごみピットに返送される。
- ② 選別ごみピットのごみは、さらに破碎処理によって細か



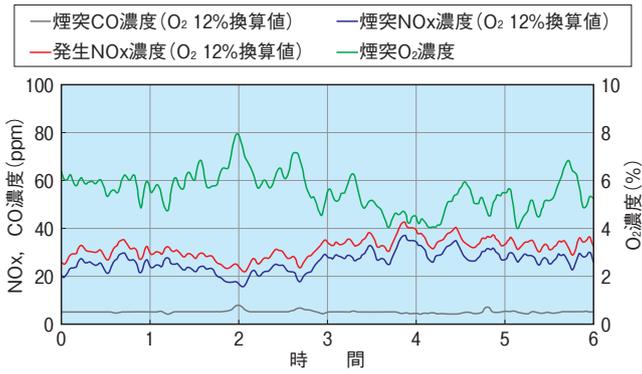


図3 排ガストレンド  
Fig.3 Trends in exhaust gas emissions

(2) 選別設備

受け入れたごみを、バイオガス化に適するものと不適なものに分別する必要があります。これは、分別が適切でないと、発酵過程で効率の良い発酵が行えないほか、発酵槽周りの配管での詰まりの原因となるからである。

分別の方法としては、収集段階で行う方法や、受け入れてから機械選別を行う方法があるが、本施設では、細分化した収集が不要である後者を採用している。機械選別のフローを図4に示す。

受入ごみの大きさは500mm程度であるが、一次破砕機により150mm程度まで粗破砕し、機械選別して選別ごみとする。これにより、メタン発酵に対して不適な大型ビニール類・布類を減量し、厨芥類・紙類を選別して良好な発酵原料にすることができる<sup>2)</sup>。

(3) メタン発酵設備

メタン発酵は、発酵槽内部を約55℃に加温して、有機物を分解する高温メタン発酵を採用している。発酵槽内での滞留時間は20日間程度である。

(i) 強度評価

発酵槽は直径6.8m、長さ34m、容量約1,000m<sup>3</sup>の円筒横型で鋼板製である。内部で発生するガスを効率良く排出す

るため、パドルを設置し常時攪拌を行っている。

本発酵槽には内容物やバイオガスを保持するため、地震時においても十分な強度を有する必要がある。このため、地震時における応力解析(図5)を行うとともに、運転時の変形状態についても解析を行い、強度設計に反映した。また、通常運転時の変形状態についても同様に解析を行い、設計に問題ないことを確認した。

(ii) 運転状況

選別されたごみは二次破砕機にて50mm以下まで破砕され、ミキサーにて調整水および汚泥と混合後、発酵槽へ投入される。これまで安定運転を継続できており、本発酵技術は異物混入に対して許容範囲が広いことが分かる。また、一般廃棄物をバイオガス化する際に、分別収集しなくても安定運転が可能であることを示している。

バイオガスの発生状況を図6に示す。バイオガス発生率としては、250m<sup>3</sup>N/ごみt超となっており、高効率原燃料回収施設の1/2交付率の要件であった150m<sup>3</sup>N/ごみtを大きく上回る性能を発揮している。また、メタンガス濃度も平均で約58%と計画の54%よりも高い。

(4) ごみ焼却とバイオガスの複合化<sup>3)</sup>

本施設では、排熱ボイラの蒸気条件は4MPa×365℃であるが、バイオガスを熱風発生炉で燃焼させ、得られた高温ガスにより排熱ボイラで得られた蒸気を独立過熱器により415℃までさらに過熱する(図7)。

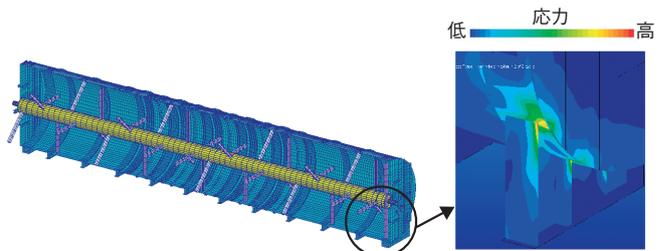


図5 発酵槽の構造および応力解析結果  
Fig.5 Structure and stress analysis results of fermentation tank

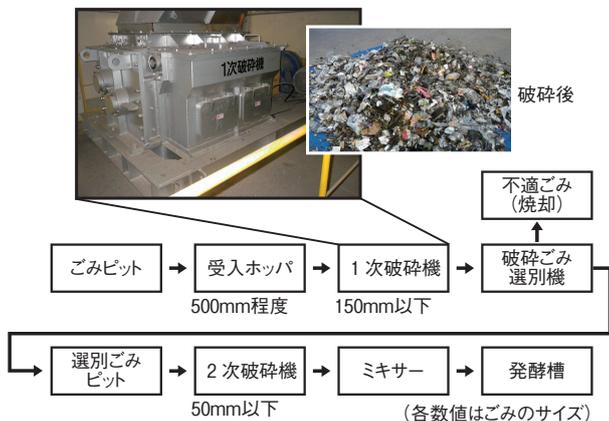


図4 機械選別フロー  
Fig.4 Mechanical sorting flow

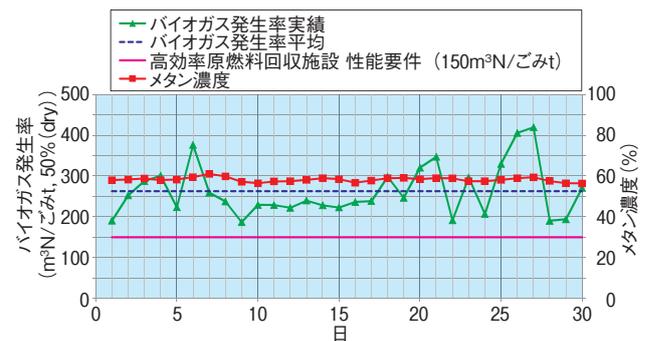


図6 バイオガス発生状況 (2014年12月)  
Fig.6 Biogas generation status (December 2014)

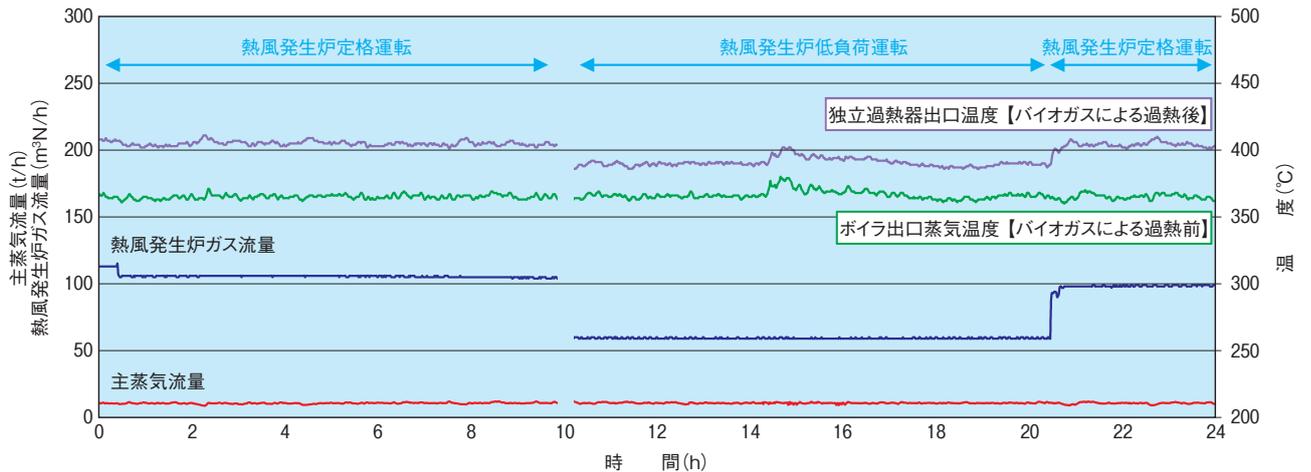


図8 熱風発生炉および独立過熱器の運転状況  
Fig. 8 Operating status of biogas burner and independent superheater

(i) 独立過熱器の運転

熱風発生炉および独立過熱器の運転状況を図8に示す。図中の「バイオガスによる過熱前」がボイラ出口、「過熱後」が独立過熱器出口の主蒸気温度を示す。

熱風発生炉の負荷を定格、低負荷（50%）とも、主蒸気を安定して過熱することが可能であった。また、20時間付近で、ステップ変化を実施したが、負荷追従性も非常に早く運転調整が容易であることを確認した。

(ii) 発電効率の向上

熱風発生炉停止時と運転時の発電効率について比較した結果、2%超の効率向上が達成された（表1）。

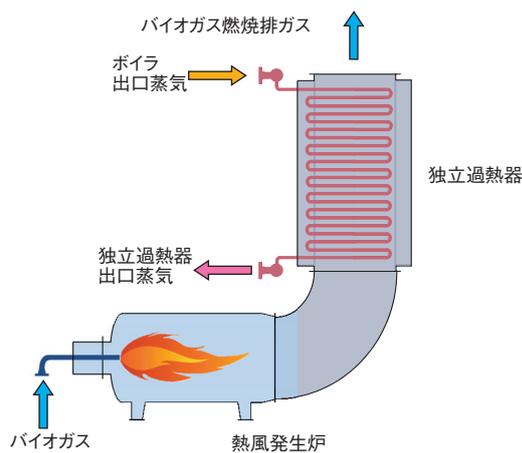


図7 独立過熱器  
Fig. 7 Independent superheater

表1 発電効率  
Table 1 Power generation efficiency

独立過熱器	運転時	停止時
発電出力 (KWh)	3,545	3,584
ごみ入熱 (MJ/h)	62,429	63,202
バイオガス入熱 (MJ/h)	3,885	0
発電効率 (%)	23.6	21.0

あとがき

バイオガスによる独立過熱器を備える本システムは、同規模のごみ焼却発電施設に比べて発電効率の向上に寄与できる。また、固定価格買取制度における認定設備であり、引き続き、運転調整の容易性・メンテナンスの簡便性を兼ね備えシンプルなシステムである独立過熱器を用いた複合化施設の普及に取り組んでいく所存である。

参考文献

- 1) 内田, 谷口, 白井, 上原: “防府市クリーンセンター低空気比燃焼運転の報告”, 第36回全国都市清掃会議 (2015)
- 2) 村田, 内田, 白井, 服部, 杉原, 上原: “可燃ごみによるバイオガス化施設の運転について”, 第36回全国都市清掃会議 (2015)
- 3) 内田, 白井, 竹田, 服部, 杉原, 上原: “防府市クリーンセンター バイオガスを用いた独立過熱器の運転報告”, 第36回全国都市清掃会議 (2015)



内田 博之



村田 英彰



白井 勝久



上原 伸基



杉原 英雄



谷口 暢子