

# 流動床式ガス化溶融炉の226日連続運転

渡邊和章\* 成瀬克利\*

## Continuous Operation of a Fluidized-Bed Gasification and Ash Melting Plant for 226 Days

by Kazuaki WATANABE, & Katsutoshi NARUSE

“Ecotopia Ikehara” is a fluidized-bed gasification and ash melting plant with a capacity of 309 t/d (103 t/d x 3 lines) run by the Kurahama Sanitary Facilities Association in Okinawa. Continuous operation using the third line of the plant was accomplished for 226 days from June 2011 to February 2012. The results of the continuous operation have shown that the CO concentration in stack exhaust gas can be kept to 10 ppm or less during low air ratio operation and that the voluntary criterion for dioxin concentration in ash (0.25 ng-TEQ/g or less) is met without heating dechlorination equipment. Thus, it has been demonstrated that the plant can provide reliable incineration for a long continuous period. With a combustion air ratio of nearly 1.0 in the area up to the slag hole of the ash melting furnace, the transfer factor of lead to slag is less than 1%, which is quite a low value for ash melting furnaces operating in oxidizing atmospheres. In addition, slag quality during continuous operation meets JIS requirements.

**Keywords:** Fluidized-bed, Gasification, Continuous operation, Transfer factor of lead to slag, Dioxins, Combustion stability, Low air ratio, Ash melting, Fuel consumption, Power generation

### 1. はじめに

荏原環境プラント(株)が倉浜衛生施設組合向けに納入した流動床式ガス化溶融炉「エコトピア池原」(写真)は、竣工後も順調に処理運転を継続し、2010年12月には2号炉、2011年6月には1号炉が、それぞれ90日連続運転の実証を終えた。一方、3号炉は2011年6月から90日連続運転の実証を開始したが、90日連続運転達成後もそのまま処理運転を継続し、定期点検整備に入る2012年2月まで、226日間の連続運転を達成した。本報では、3号炉の長期連続運転状況について報告する。

### 2. 施設概要

所在地：沖縄県沖縄市字池原3394番地

施設規模：309 t/d (103 t/24 h × 3炉)

竣工年月日：2010年3月31日

廃熱ボイラ仕様

最大蒸発量 15.6 t/h × 3基

蒸気条件 4.0 MPa 400℃



12-78 01/236

写真 施設外観  
Photo General view of facility

余熱利用 (蒸気タービン)

抽気復水タービン 6000 kW

### 3. 運転状況

#### 3-1 運転期間とごみ処理量

3号炉は2011年6月20日0時からごみ供給を開始し、運転開始から227日目となる2012年2月1日の13時にごみ供給を停止した。連続運転期間中の3号炉のごみ処理量を図1に示す。累計処理量は23707 t、平均すると104 t/d

\* 荏原環境プラント(株)

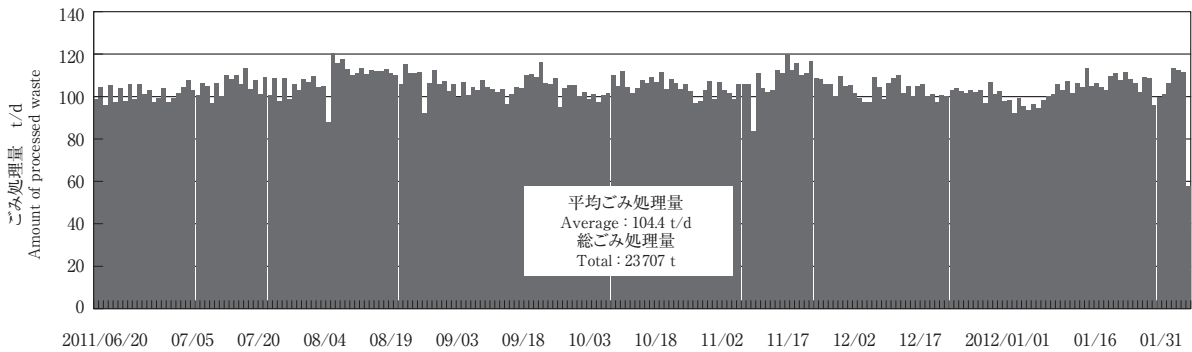


図1 連続運転中のごみ処理量  
 Fig. 1 Amount of processed waste during continuous operation

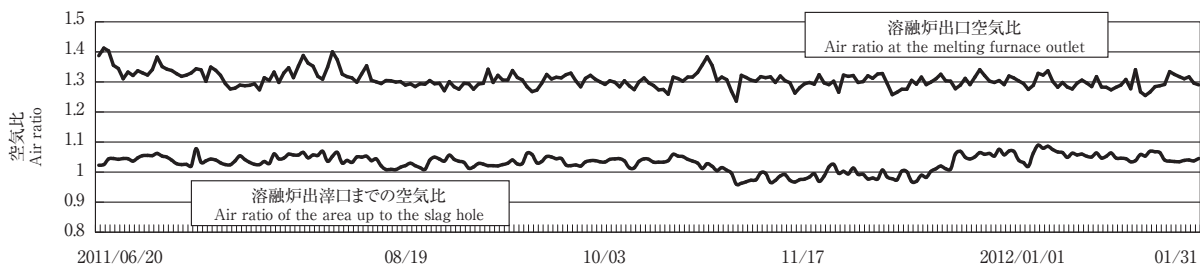


図2 連続運転中の溶融炉出滓口までの空気比及び溶融炉出口空気比  
 Fig. 2 Air ratio of the area up to the slag hole of the ash melting furnace and that at the furnace outlet during continuous operation

で、定格処理量である103 t/dとほぼ同等の処理量となっている。

### 3-2 低空気比運転による溶融スラグへの鉛移行率抑制効果

図2に連続運転中の溶融炉出滓口までの空気比と溶融炉出口空気比の推移を示す。出滓口までの空気比は平均1.03、溶融炉出口空気比は平均1.30で運転している。

一般に、鉛などの重金属含有量が多いほどその溶出量も増加するため、スラグ利用の観点からは重金属含有量は少ない方が望ましい。しかし、溶融スラグの鉛濃度は酸素分圧が低くなるほど低下するため<sup>1)</sup>、これまで酸化雰囲気での溶融炉では、還元雰囲気の溶融炉と比較すると溶融スラグへの鉛移行率が高い傾向にあった<sup>2)</sup>。酸化雰囲気で溶融スラグの鉛移行率を下げるには1500℃以上の高温溶融が必要であるが<sup>2)</sup>、1500℃以上の高温溶融は耐火物の損耗が激しくなり、また、一般廃棄物の発熱量のみでは1500℃以上の高温燃焼も難しい。

そこで本施設では、溶融炉の最適な形状設計と燃焼制御により、溶融炉出滓口までの燃焼空気比を1.0に近づけることで、酸化雰囲気での良好な燃焼状態を維持しつつ、余剰酸素を少なくすることで溶融スラグへの鉛移行率を

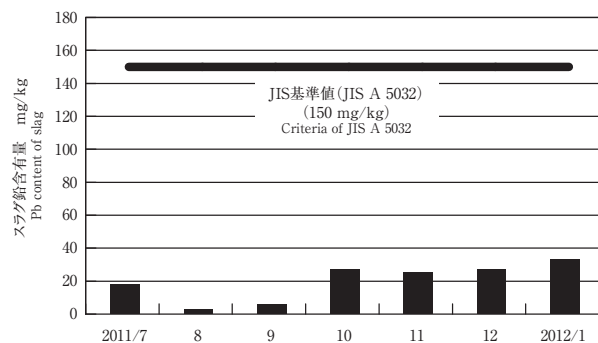


図3 連続運転中のスラグ鉛含有量測定結果 (JIS A 5032に準拠)  
 Fig. 3 Measurement results of lead content in slag during continuous operation according to JIS A 5032

も低減させることを狙った。その結果、竣工前の引渡性能試験では約0.5%と低い移行率を示していた。

倉浜衛生施設組合が溶融スラグ定期性能試験として、連続運転期間中にサンプル採取・分析を行った溶融スラグの鉛含有量測定結果の推移を図3に示す。連続運転中の各スラグはすべて鉛含有量がJIS基準値である150 mg/kgを大きく下回る値となっており、溶出試験や物理試験もJIS A 5032<sup>3)</sup>を満足するものであった。図3のデータと連続運転中の飛灰の鉛含有量測定データ、およびそれぞれの搬出量デー

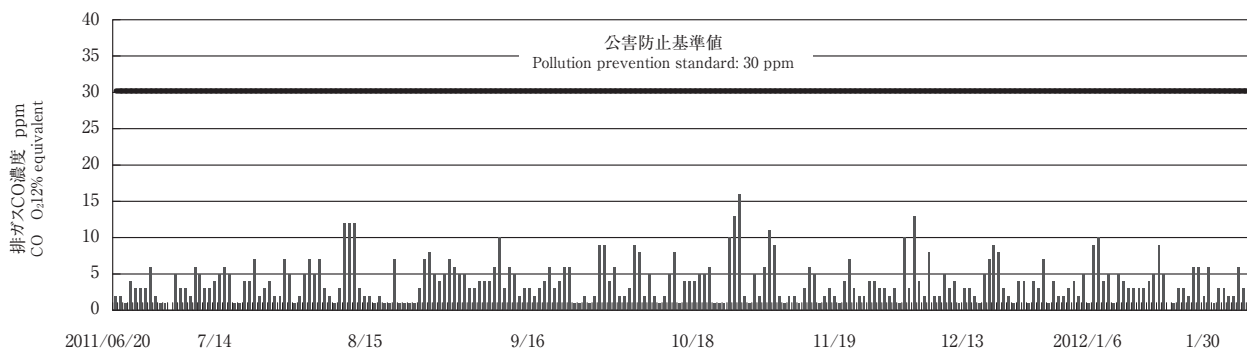


図4 連続運転中の日ごとの煙突排ガスCO濃度\*最大値  
 Fig. 4 Daily maximum CO concentration\* in stack exhaust gas during continuous operation  
 ※酸素12%換算値, 連続測定 of 4時間平均値  
 O<sub>2</sub>12% equivalent and 4hrs average of continuous measurements

タから算出した鉛移行率は、約0.9%と性能試験時と変わらない低い移行率を維持しており、出滓口までの燃焼空気比を1.0で制御することの効果十分現れていると言える。

### 3-3 低空気比運転での安定燃焼性維持

図4に、毎時間帳票として記録されている煙突排ガス中の一酸化炭素濃度（酸素12%換算値、4時間平均値）の日ごとの最大値の推移を示す。最大値が10 ppmを超えたのは、述べ227日の運転日数のうち、わずか7日であり、全体の97%の日数は、煙突排ガス中の一酸化炭素濃度を10 ppm以下に抑えることができている。

低空気比運転によりスラグへの鉛移行率を抑制する運転を行いながらも、煙突排ガス中の一酸化炭素濃度について公害防止基準値である30 ppmを大きく下回る安定した燃焼状態を維持することができるのは、スラグ出滓後の燃焼室容積を十分確保した炉設計や、応答速度に優れたレーザー式酸素濃度計を用いた適切な燃焼制御の効果によるものであると考えている。

### 3-4 飛灰中ダイオキシン類含有量と総ダイオキシン排出量

本施設は、灰中ダイオキシン類含有量について、法規制である3 ng-TEQ/gより厳しい0.25 ng-TEQ/gという自主基準値が設定されているが、灰のダイオキシン類を分解する加熱脱塩素化装置は設けていないため、炉の安定燃焼のみで飛灰中のダイオキシン類含有量を低減しなければならない。

2011年度の本施設における処理飛灰中ダイオキシン類含有量の測定結果を表1に示す。3号炉の連続運転期間中にサンプルが採取された2011年11月の測定結果についても、0.039 ng-TEQ/gと自主基準値を大きく下回る値となっていることから、煙突排ガスのCOを抑制するための燃焼室容積確保の考え方や応答性に優れた燃焼制御

表1 固化処理灰中のダイオキシン類

Table 1 Measurements of dioxins in solidified fly ash

分析年月 Date	分析結果 Results
2011年5月 May 2011	0.045 ng-TEQ/g
2011年11月 November 2011	0.039 ng-TEQ/g

が、灰中ダイオキシン類含有量の低減にも有効であったことが分かる。

また、同様に3号炉の連続運転期間中に測定された排ガスや溶融スラグ等の各排出物のダイオキシン類測定結果と、それぞれの排出量から、連続運転中の単位ごみ処理量あたりの総ダイオキシン排出量を算出した結果、1.63 μg-TEQ/ごみtonと旧厚生省ガイドラインの目標値であった5 μg/ごみtonを十分下回っていた。

### 3-5 灯油使用量

本施設に搬入されるごみの低位発熱量は、10000～11000 kJ/kgと比較的高いことから、通常運転において助燃は必要ない。そのため運転中に灯油を使用するのは、主としてスラグ出滓状況が悪化した場合に間欠で使用する出滓口バーナである。連続運転中の3号炉の灯油使用量（ごみトンあたり）を表2に示す。長期連続運転を行っ

表2 長期連続運転における灯油使用量

Table 2 Fuel oil consumption per unit waste weight during continuous operation

灯油使用量 Amount of fuel oil consumption	実績値 Results
立上げ・立下げ使用分を含む Including start-up and stop	2.8 L/t-waste
立上げ・立下げ使用分を含まない Excluding start-up and stop	2.4 L/t-waste

表3 連続運転中の単位ごみ重量あたりの発電量と消費電力量

Table 3 Amounts of power generation and power consumption per unit waste weight during continuous operation

運転炉数 Number of lines in operation	発電量 Power generation kWh/t-waste	総消費電力量（建築設備含む） Total power consumption including building equipment kWh/t-waste	消費電力量（プラントのみ） Power consumption (Plant) kWh/t-waste
2 lines	456	212	160
1 line	351	312	223

たことで、ごみトンあたりの灯油使用量に対する立上げ・立下げ使用分の影響が小さくなり、3号炉については立上げ・立下げ分を含めた総灯油使用量の計画値であった5 L/ごみtを大きく下回る結果となった。

### 3-6 発電量と消費電力

3号炉連続運転中における単位ごみ処理重量あたりの発電量（平均値）と消費電力量（平均値）を表3に示す。ただし消費電力については、併設するリサイクルセンターの消費電力分は除いている。ごみ低位発熱量を11000 kJ/kgとした場合の発電端効率は、1炉運転時で11.5%、2炉運転時で14.9%であり、低空気比運転効果によりエコノマイザを設置していないにもかかわらず比較的高い発電効率となっている。また消費電力についてもインバータの積極的採用などで300 t/d規模の施設としては低くなっている。

## 4. おわりに

今回の3号炉長期連続運転では、連続運転による設備

としての安定性の実証だけでなく、長期連続運転による灯油使用量の削減効果や、燃焼安定性や環境性能、スラグ品質についても本施設が長期にわたって性能維持できることを確認できた。

最後に、長期連続運転を行うにあたり倉浜衛生施設組合には多大なご理解とご協力を賜った。また、現場運転員をはじめとする多くの関係各位のご尽力により、施設竣工後2年目で226日という長期連続運転を達成することができたと考えている。ここに深く感謝の意を表す。

### 参考文献

- 1) 長田, 古角, 徳田: 焼却飛灰の溶融処理に関する熱力学的考察. 第7回廃棄物学会研究発表会講演論文集 p.467-469 (1996).
- 2) 芝野, 西垣: 都市ごみ焼却残渣の溶融特性—スラグ質に影響を及ぼす因子について. 第5回衛生工学シンポジウム論文集 p.117-120 (1997).
- 3) JIS A 5032: 一般廃棄物, 下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化した道路用溶融スラグ.