

# 灰溶融炉併設ストーク式都市ごみ焼却施設

## —佐賀市清掃工場—

曾根 与幸\*

### Stoker Firing System for a Municipal Waste Incineration Plant equipped with an Ash Melting System

by Tomoyuki SONE

A stoker firing system was installed at a municipal incineration plant equipped with an ash melting system. This is resulting in the dioxin concentration in the exhaust gas at the stack outlet to be well below 0.1 ng-TEQ/m<sup>3</sup>(NTP). The slag from the ash melting system was confirmed to be effective and safe to be used as road material. Part of the slag produced during the operation is being actually used as part of road monuments within the plant premises as a test. The heat generated in the incinerator is recovered as steam in the boiler and used within and outside the plant as a heat source, also to generate a maximum of 4500 kW using a turbine. The generated electricity is used within the plant and excess amounts sold to the local electric company.

**Keywords:** Stoker, Ash melting, Waste, Incinerator, Slag, Mud gun, Metal, Ash, Boiler, Bag filter

## 1. ま え が き

九州地区では当社初となる、灰溶融炉併設の発電設備付ストーク式都市ごみ焼却施設を、佐賀県佐賀市向けに納入した(写真1)。

これまでの技術実績を基に、灰溶融炉・高温高压ボイラ・2段バグフィルタなどを採用した最新鋭のごみ処理施設で、2003年3月末に引渡しを完了、佐賀市ごみ処理の中核施設として順調に稼動している。排ガス中のダイオキシン類濃度は、煙突出口で0.1ng-TEQ/m<sup>3</sup>(NTP)を大幅に下回る良好な状態にあり、灰溶融炉から生成する水砕スラグも、溶出試験・物理的性状確認の結果、コンクリート骨材としての有効利用に全く問題のないことを確認した。以下に、本施設の概要と特徴、運転状況について報告する。

## 2. 施設概要

### 2-1 建設概要

敷地面積：42491.59 m<sup>2</sup>

建築面積：7730.52 m<sup>2</sup> (工場棟)

延床面積：21775.92 m<sup>2</sup> (工場棟)

着工：2000年6月

竣工：2003年3月

### 2-2 設計仕様

#### 2-2-1 ごみ処理施設

処理能力：300 t/d {100 t/(d・炉) × 3炉}

受入供給設備：

ごみ計量機 秤量20 t × 2基, 秤量30 t × 1基

ごみ投入扉 観音扉式 × 5基

ごみピット 6835 m<sup>3</sup> (基準ごみ5日分)



03-63 01/201

写真1 施設前面

Photo 1 General view of facility

\* 環境エンジニアリング事業本部 環境プラント統括 設計統括 プラント設計室

ごみクレーン	全自動式	定格3.6 t×2基
燃焼設備：		
ホッパ		21.5 m <sup>3</sup> (基準ごみ1時間分以上)
給じん装置		往復動プッシャー式
焼却炉		HPCCストロカ式焼却炉
燃焼ガス冷却設備：		
廃熱ボイラ		自然循環式 (過熱器3段)
最大蒸発量		14.6 t/h
常用使用圧力		3.9 MPa
蒸気温度		400℃ (過熱器出口)
排ガス処理設備：		
減温塔		水噴射式 (出口排ガス温度165℃)
集じん装置		バグフィルタ式 (2段式)
脱塩装置		乾式脱塩式
脱硝除去設備		無触媒還元式 (炉内尿素水噴霧)
余熱利用設備：		
タービン形式		1段抽気復水タービン
発電量		定格出力4500 kW
場外余熱利用		高温水発生装置 (5.3 GJ/h)
通風設備：		
送風機		平衡通風方式
空気予熱器		燃焼用：ベヤチューブ式 白煙防止用：フィンチューブ式
煙突		高さ59 m
灰出し設備：		
ダスト処理装置	全自動式	混練機 (1.6 t/h×2基)
灰クレーン	全自動式	定格1.6 t×2基
給水設備：		
生活用水, プラント用水		高置水槽式
機器冷却水・再利用水		加圧給水式
排水処理設備：		
プラント排水		凝集沈殿・高度ろ過処理式
生活排水		下水道放流
ごみピット汚水		炉内噴霧高温酸化処理

### 2-2-2 灰溶融施設

処理能力：23 t/(d・炉)×1炉 (予備1炉)

前処理設備：

計量方法	焼却灰	バッチ計量式
焼却飛灰		連続計量式
選別形式		振動選別 (大塊除去) + 破碎 + 振動選別 (小塊除去) + 磁力選別
主灰一時貯留槽		14.2 m <sup>3</sup> (灰1日分)
飛灰固化装置		ロールタイヤ式×1基

溶融設備：

灰溶融炉	空気プラズマ式灰溶融炉
電源装置	定格出力1800 kW

ガス冷却設備：

冷却室	空気希釈式
-----	-------

排ガス処理設備：

集じん装置	バグフィルタ式
脱塩装置	乾式脱塩式
脱硝装置	触媒脱硝式

スラグ冷却・搬出設備：

スラグ分離コンベヤ	保有水量 23 m <sup>3</sup>
スラグ破碎機	衝撃摩砕式

雑設備：

炉頂クレーン	定格10 t×2基
--------	-----------

### 2-3 公害防止基準

煙突出口での排ガス基準値 (O<sub>2</sub>12%換算値)

ばいじん	0.02 g/m <sup>3</sup> (NTP) 以下
SO <sub>x</sub>	50 ppm以下
HCl	50 ppm以下
NO <sub>x</sub>	100 ppm以下
DXN類	0.1 ng-TEQ/m <sup>3</sup> (NTP) 以下

(騒音・振動・悪臭・排水・溶出等の基準値は省略)

## 3. 施設の概略フロー及び特徴

本施設の概略フローを、**図1** (焼却施設)、**図2** (灰溶融施設) に示し、主要設備について説明する。

### 3-1 ごみの搬入・供給

搬入されたごみは、ごみ計量機で計量後、ごみ投入扉からごみピットへ投入される。ピット内のごみは、ごみクレーンにより、攪拌・積替が行われ、ホッパ内のごみレベルが一定になるようホッパに自動投入される。

### 3-2 ごみの燃焼

ホッパ内のごみは、①ダイオキシン類発生の防止 (完全燃焼)、②ごみ質に左右されない安定燃焼、③給じん量による蒸発量の安定、それぞれを高次元にバランスさせた自動燃焼制御 (ACC) により、給じん装置で焼却炉内に投入される。

投入されたごみは、ACCによる各帯ストロカ動作・燃焼用空気の適正投入により、完全燃焼する。本施設では、蒸発量設定に応じて焼却負荷を変更する負荷追従制御を積極運用しており、売電単価の高い日中に、焼却負荷を上げている (**図3**)。

### 3-3 排ガス冷却・処理

炉から出た850℃以上の排ガスは、廃熱ボイラによっ

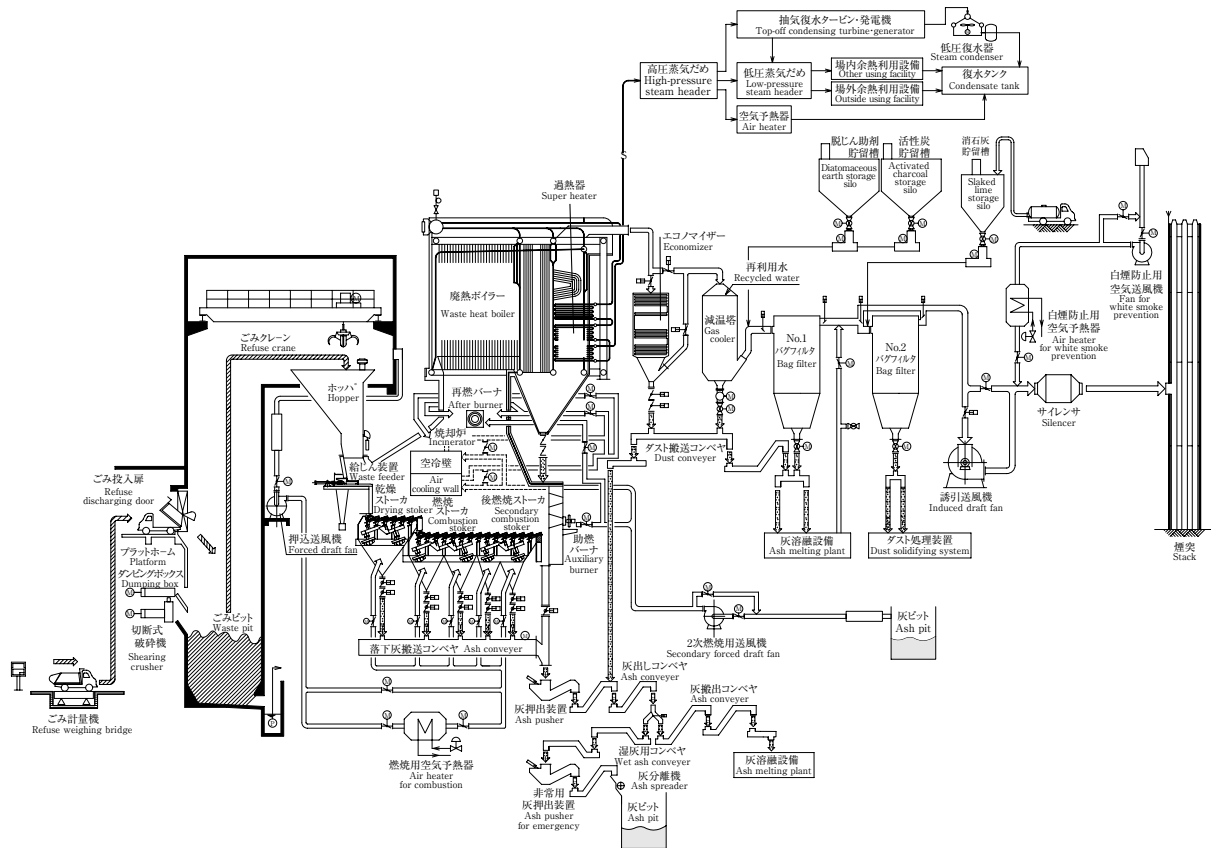


図1 概略フロー (焼却施設)  
Fig. 1 Flow sheet (Refuse combustion plant)

て約200℃まで減温される。更にダイオキシン類の捕集効率を上げるため、減温塔で再利用水を噴霧し、集じん温度の低温化(集じん装置出口で約155℃)を図っている。集じん装置は焼却飛灰の塩基度を低減させるため、2段バグフィルタを採用、No.1バグフィルタには、脱じん助剤・DXN類吸着用微粉末活性炭を投入している。No.2バグフィルタには、脱塩剤として高反応消石灰を投入する。脱硝面は、炉内尿素水噴霧による無触媒脱硝にて、十分な性能を発揮した。

### 3-4 余熱利用

廃熱ボイラで蒸気として回収された熱エネルギーは、空気予熱器等のプラント所要蒸気に供給されるほか、場内給湯や高温水発生装置による場外余熱利用、抽気復水タービンによる最大4500kWの発電に利用される。

### 3-5 灰溶融

溶融対象灰は、焼却施設から排出する焼却灰とNo.1バグ灰である。鉄類を含む焼却灰は、振動選別(大塊除去)・破碎・振動選別(小塊除去)・磁力選別の順で前処理を行う。鉄類の除去で灰の融点上昇を防止し、耐火

物の損耗の低減、電力原単位(kWh/kg)を向上させる。焼却灰より密度の小さいNo.1バグ灰は、飛灰固化装置で小塊に固化する。焼却飛灰のスラグ化率を向上させるためである。以上の過程を経て、双方の灰は灰溶融炉へ混合・連続投入される。

灰溶融炉(写真2)の熱源である空気プラズマ(写真3)は、①高温状態を容易に得られるため、均質なスラグを得やすい、②電気を熱源としているため、排ガス量が少ない、③出力調整が容易、④プラズマガスが空気のため、炉内が酸化雰囲気であり安全、などの特長をもっている。溶融炉内は、密度差分離により、上層はスラグ層・下層はメタル層となる。スラグはオーバーフローにより、水砕スラグ(写真4)として取り出す。

メタルは定期的にタップ出滓(写真5)し、乾式モードへ引き抜いている。溶融排ガスは冷却室で空気冷却後、灰溶融炉バグフィルタで除じん、200℃に再加熱後、脱硝塔で脱硝処理される。その後、溶融排ガスは排ガス規制上、No.2バグフィルタ入口で焼却排ガスに合流する。プラズマガスは空気のため、溶融排ガスの酸素濃度

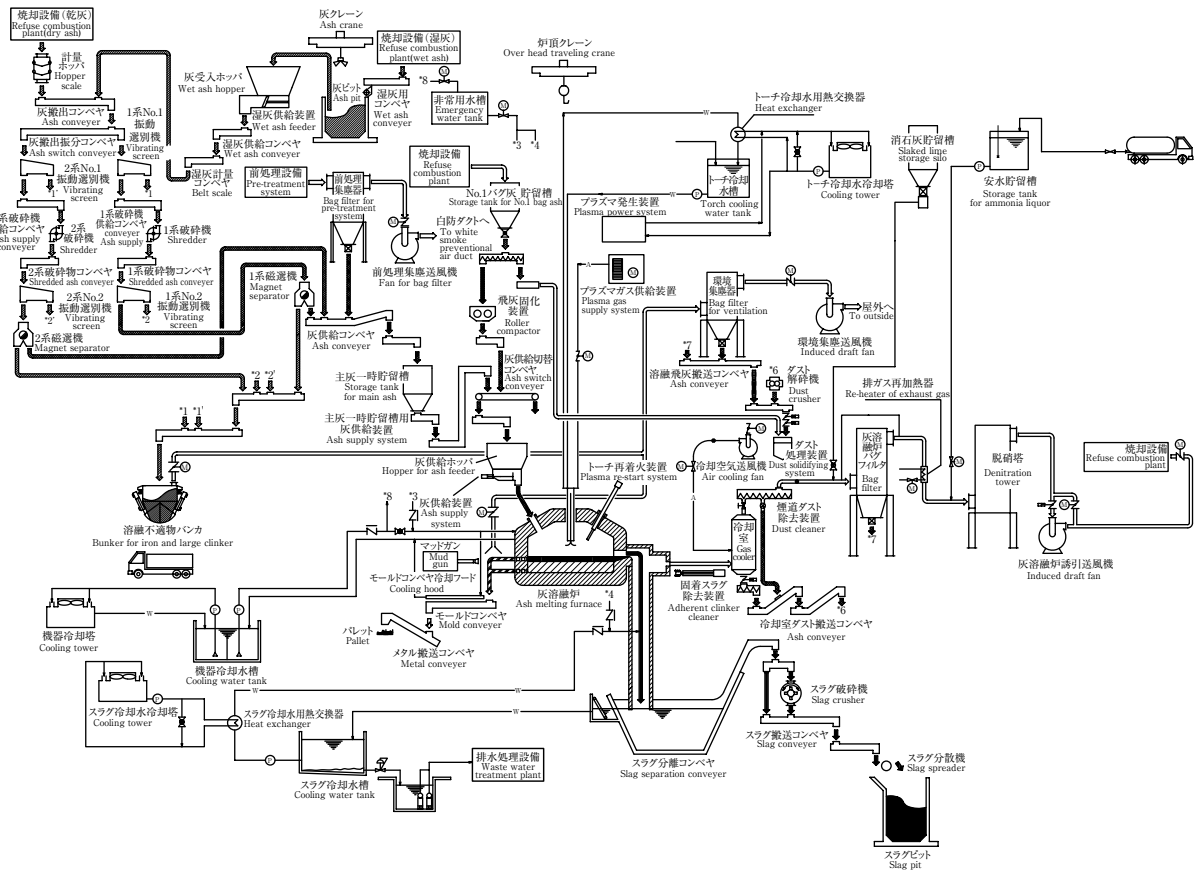


図2 概略フロー (灰溶融施設)  
Fig. 2 Flow sheet (Ash melting plant)

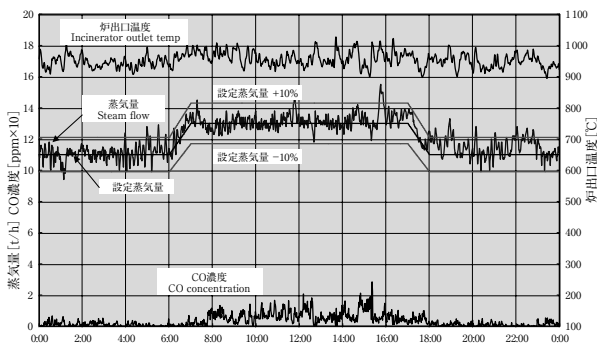


図3 トレンドデータ (1号炉, ACC)  
Fig. 3 Trend data (No. 1 incinerator, ACC)



写真2 灰溶融炉  
Photo 2 Ash melting furnace

03-63 02/201

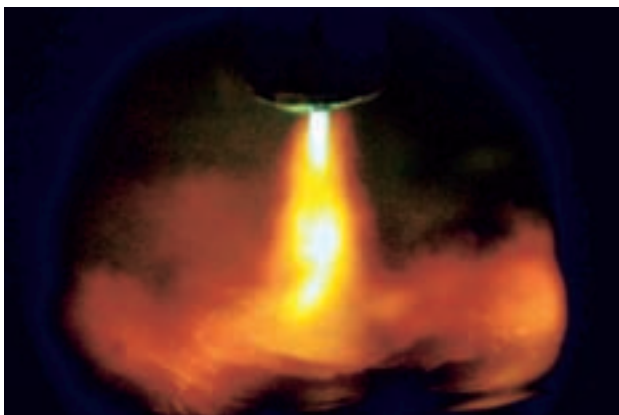
は21%に近いが、溶融排ガス量は焼却排ガス量の1/10以下であり、合流後の焼却排ガス酸素濃度に及ぼす影響はほとんどない。

### 3-6 ダスト処理・排水処理

灰溶融炉バグフィルタから出る灰とNo. 2バグフィルタから出る灰はダスト処理装置に運ばれ、キレート剤を

添加しセメント固化した後、ダスト処理物ピットへ貯留される。その後搬出され、最終処分場に埋立てとなる。

ごみピット汚水は、炉内噴霧で高温酸化処理される。プラント系排水は、凝集沈殿処理・高度ろ過処理された



03-63 03/201

写真3 プラズマ  
Photo 3 Plasma



03-63 05/201

写真5 タップ出滓  
Photo 5 Tap discharge



03-63 04/201

写真4 水砕スラグ  
Photo 4 Water granulated slag



03-63 06/201

写真6 中央制御室  
Photo 6 Central control room

後、場内で再利用するほか、一部余剰処理水は生活排水と共に下水放流となる。

### 3-7 中央制御室

中央制御室（写真6）では、電力監視のほか、80型大型プロジェクタ3面とモニタ12面による場内監視、DCS5画面による運転管理が行われ、プラントの立上げ・立下げ・定常運転時の自動化が図られている。

## 4. 運転状況

性能試験時（溶融排ガスは、2号炉にだけ合流）の測定結果を表1～3に示す。いずれも良好な結果を得た。

2003年3月末引渡し以降も順調に稼動しており、作業環境も、全作業箇所（炉外作業）で管理区域が第1管理区分となり、良好な状態にあることを確認した。スラグについても、道路用骨材としての有効利用に、何ら問題のないことを確認済み（表3）で、試運転中に発生したスラグの一部は、既に路面モニユメントの一部として、本施設玄関前に試験施工されている（写真7）。



03-63 07/201

写真7 路面モニユメント  
Photo 7 Monument for Road surface

表1 排ガス性状（煙突出口）分析結果  
Table 1 Analyzed results of exhaust gas

測定項目 Test item	単位 Unit	1号炉 No. 1 plant	2号炉 No. 2 plant	3号炉 No. 3 plant	保証値 Guaranteed values
ばいじん Dust	g/m <sup>3</sup> (NTP)	< 0.01*	< 0.01*	< 0.01*	≦ 0.02
HCl	ppm	18	12	23	≦ 50
NOx	ppm	60	50	50	≦ 100
SOx	ppm	6	12	6	≦ 50
CO	ppm	15	9	14	≦ 30
DXN類	ng-TEQ/m <sup>3</sup> (NTP)	0.000040	0.00000067	0.000084	≦ 0.1
熱しゃく減量 (Ig-loss)	%	0.5	0.9	0.8	≦ 3.0

・熱灼減量を除き、測定値はO<sub>2</sub> 12%濃度換算値  
・\* (<数値)：定量下限値未満であることを指す

表2 灰・スラグ・排水中のダイオキシン類分析結果  
Table 2 Analyzed results of dioxin in ash, slag and treated water

測定対象 Test item	単位 Unit	測定値 Measured value	保証値 Guaranteed values
焼却灰 Ash	ng-TEQ/g	0.0026	≦ 3.0
ダスト固化物 Solid dust	ng-TEQ/g	0.015	≦ 3.0
スラグ Slag	ng-TEQ/g	0.0	—
排水 Treated water	pg-TEQ/g	0.63	≦ 10

表3 スラグの溶出試験及び物理的性状

Table 3 Analyzed results of dissolution and physical quality in slag

	測定対象 Test item	単位 Unit	測定値 Measured value	保証値 (参考値) Guaranteed values
溶出試験 Dissolution test	Cd	mg/l	< 0.005*	≦ 0.01
	Pb	mg/l	< 0.01*	≦ 0.01
	Cr <sup>6+</sup>	mg/l	< 0.05*	≦ 0.05
	As	mg/l	< 0.01*	≦ 0.01
	T-Hg	mg/l	< 0.0005*	≦ 0.0005
	Se	mg/l	< 0.01*	≦ 0.01
物理的性状 Physical quality	絶乾密度 Specific gravity	g/cm <sup>3</sup>	2.78	(≧ 2.45)
	吸水率 Water absorption	%	0.54	(≦ 2.0)
	金属鉄 (Feとして) Metal iron	%	0.28	(≦ 1.0)

・\* (<数値)：定量下限値未満であることを指す

## 6. あとがき

今後も本施設が、「日本一のインテリジェント田園都市を目指す」佐賀市の環境保全に、少しでも貢献すれば幸いである。また2000年6月の着工から2003年3月竣工までの2年9箇月という短納期工事に御尽力頂いた、佐賀市担当者の皆様及び工事関係者の方々に無事完成できたことを、ここに深く敬意を表する。