

中規模高効率発電の流動床式ガス化溶融施設の完成 (芳賀地区エコステーション)

Introduction of the Latest MSW Gasification and Melting Plant



上古閑久欣*
Hisayoshi Kamikoga



岡村宏志**
Hiroshi Okamura



西野 直*
Tadashi Nishino

芳賀地区エコステーションは2014年3月に竣工した。熱回収施設は都市ごみに加え、し尿・下水汚泥、および併設するリサイクル施設から発生する残渣といった多様な種類のごみを受入れている。ごみ質の低下による助燃量の増加を抑制するため汚泥乾燥設備や酸素富化装置を採用している。また、排水膜処理設備をはじめ、高温高圧ボイラ、溶融炉ボイラ化といった技術を採用することで高効率発電システムを確立している。本施設は当社の技術力を総合した最新の施設である。

Haga Area Eco-Station has been established in March 2014. This plant deals with various kind of waste such as the debris of resources processed in the recycle facility and sludge of human waste and sewage in addition to municipal solid waste. In this plant the sludge dryer and the oxygen enricher are utilized in order to reduce auxiliary fuel consumption in accordance with reduction of waste calorie. In addition to these, with the techniques which are the membrane filtration system for facility drainage, the high temperature and high pressure boiler, the melting furnace which has partially heat recovery function like a boiler and so on, this plant has achieved high resource recovery ratio, and is the latest facility that Kobelco-eco Solution Ltd has accumulated its technologies.

Key Words :

都 市 ご み	Municipal solid waste (MSW)
ガ ス 化 溶 融 炉	Gasification and melting furnace final landfill site
高 効 率 発 電	High resource recovery ratio
多様な種類のごみ	Various kind of waste

【セールスポイント】

都市ごみを処理する中規模のガス化溶融施設において、汚泥、リサイクル残渣等の多様な種類のごみを受入れている。ごみ質の低下に対応するために汚泥乾燥設備や酸素富化装置を採用し助燃量を削減している。生活排水を含めた完全クロードシステムを採用しているながら、排水膜処理設備等の導入により循環型社会形成推進交付金における高効率ごみ発電施設の1/2交付金要件である発電効率14%に対して15.3%まで発電効率を高めている。

まえがき

芳賀地区エコステーションは、真岡市、益子町、茂木町、市貝町および芳賀町の1市4町（栃木県）から発生する一般廃棄物処理する広域ごみ処理施設として、2014年3月に竣工して以来、順調な運転を継続している。本施設の熱回収施設では、都市ごみに加えて、併設するリサイクル施設から発生する不燃残渣、可燃残渣の全量およびし尿汚泥、下水汚泥といった多様な種類のごみを受入れている。生活排水も含めた完全排水クロードシステムや白煙防止装置を採用しながら、設備の工夫により循環型社会形成推進交付金における高効率ごみ発電施設の1/2交付金要件である発電効率14%以上を達成して

いる。本稿では、熱回収施設で採用した特長的な設備、施設の稼働状況および汚泥・リサイクル残渣の混焼状況について報告する。

1. 芳賀地区エコステーションの施設概要

本施設は熱回収施設（143 t/d：71.5 t/24 h × 2 炉）とリサイクル施設（19 t/5 h：もえないごみ・粗大ごみ14 t/5 h、缶類3 t/5 h、ペットボトル2 t/5 h）からなる広域ごみ処理施設である。熱回収施設概要を表1に、熱回収施設フローを図1に示す。

熱回収施設では可燃ごみ、し尿汚泥および下水汚泥に加え、併設するリサイクル施設で発生する可燃残渣、不燃残渣を全量受入れている。このような多様な種類のごみを処理するにあたり、汚泥を混焼し

表1 熱回収施設概要

施設名称	芳賀地区エコステーション 熱回収施設
処理能力	143 t/d (71.5 t/d × 2 炉)
処理対象物	可燃ごみ、リサイクル施設からの可燃残渣・不燃残渣、し尿汚泥、下水汚泥、し渣
受入供給設備	ピットアンドクレーン方式（ダブルピット）
ガス化溶融設備	流動床式ガス化炉＋旋回流溶融炉方式
燃焼ガス冷却設備	廃熱ボイラ＋水噴霧方式
排ガス処理設備	無触媒脱硝＋バグフィルタ＋触媒反応塔
排水処理設備	凝集沈殿・砂ろ過＋膜処理設備（排水クロード）
発電量	1 970 kW

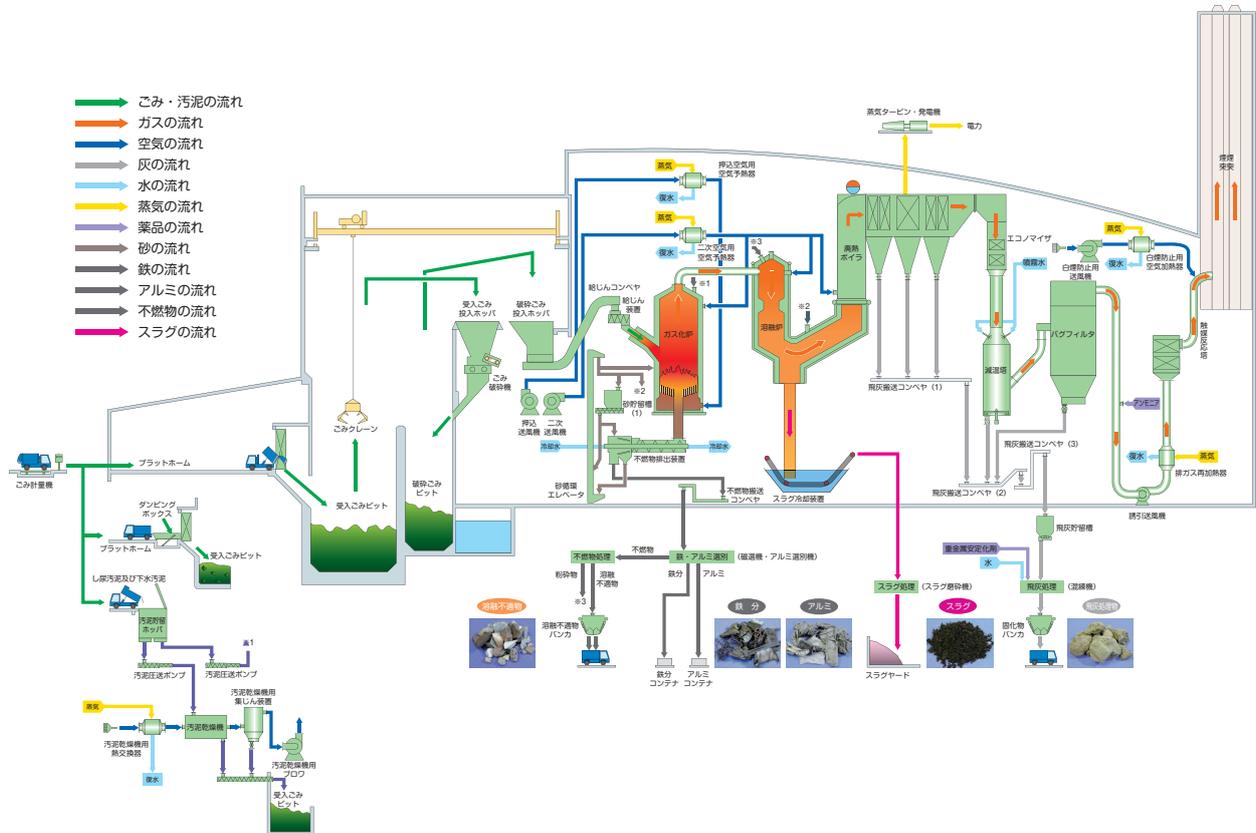


図1 熱回収施設フロー

表2 リサイクル施設概要

施設名称	芳賀地区エコステーション リサイクル施設
処理能力	19 t/5 h (もえないごみ・粗大ごみ14 t/5 h, 缶類3 t/5 h, ペットボトル2 t/5 h)
処理対象物	可燃性粗大ごみ, 不燃性粗大ごみ, 不燃ごみ, スチール缶, アルミ缶, ペットボトル
受入供給設備	ヤード受入方式
破碎設備	低速回転破碎機+高速回転破碎機(不燃・粗大ごみ), 切断式破碎機(可燃粗大ごみ)
選別設備	破碎物用鉄精選機, 缶精選機, アルミ選別機, ペットボトル手選別コンベヤ

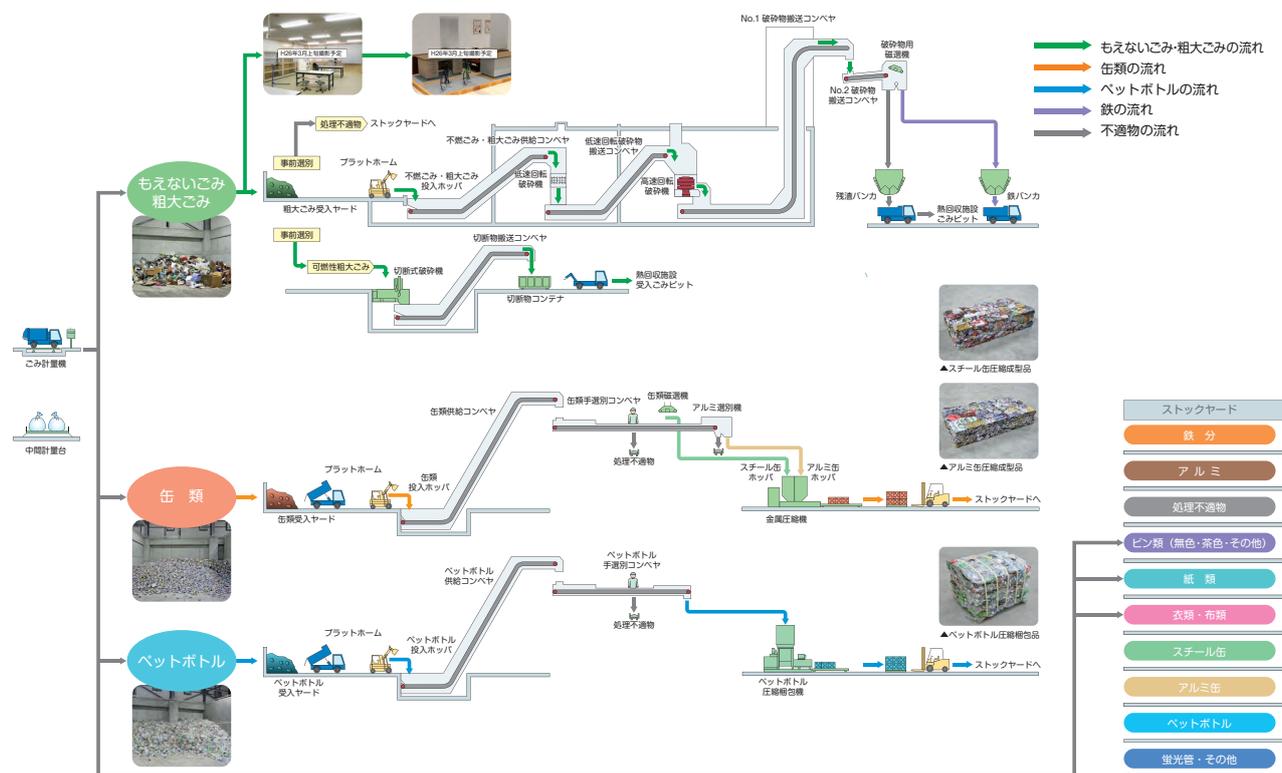


図2 リサイクル施設フロー

でもごみ質が低下しないように汚泥乾燥設備を設置しており、仮にごみ質が低下しても助燃が必要ないように、酸素富化装置を設けている。排ガス処理設備では、無触媒脱硝と触媒反応塔を併用することで、触媒の容量を約25%削減するとともに、操業後の触媒交換量を低減し、ライフサイクルコストのミニマム化を図っている。また、発電量の最大化のため、溶融炉のボイラ化および高度排水処理(膜処理)等を採用し、発電効率を定格15.3%まで高めている。また、ガス化炉から排出される不燃物・がれき類は鉄類・アルミ類を選別した後、粉碎して溶融することにより最終処分量の低減を図っている。

次にリサイクル施設概要を表2にリサイクル施設フローを図2に示す。

リサイクル施設では、不燃性粗大ごみ・不燃ご

み、可燃性粗大ごみ、缶類およびペットボトルを受入れている。不燃ごみ・粗大ごみは2種類の破碎機で細かく破碎された後、磁選機で鉄のみ回収し、残渣は熱回収施設でガス化・溶融処理される。

2. 特長的な設備の説明

2.1 汚泥乾燥設備概要

表3に各汚泥と可燃ごみの組成分析結果を示す。汚泥は80%以上が水分のため非常に発熱量が低く、そのまま可燃ごみと混合した場合、ごみ質を低下させ助燃量が増加する恐れがある。本施設では、汚泥混焼によるごみ質の低下を防ぐため、汚泥乾燥設備(定格10 t/d)を設置している。図3に汚泥乾燥設備の概略フローを示す。搬入されたし尿汚泥、下水汚泥は、汚泥貯留ホッパに受入れ、汚泥乾燥機へ圧送された後、乾燥処理され受入ごみピットへ投入され

表3 各汚泥と可燃ごみの組成分析結果

			し尿汚泥	下水汚泥	乾燥汚泥	可燃ごみ
三成分	水分	[%]	82.2	85.0	7.4	39.5
	灰分	[%]	5.2	3.8	25.4	6.8
	可燃分	[%]	12.7	11.2	67.3	53.7
見掛け比重		[t/m ³]	0.7	0.8	0.8	0.1
低位発熱量 (湿ベース)		[kJ/kg]	324	50	12 500	9 118
可燃分中 元素組成	炭素 C	[%]	52.60	52.15	—	56.39
	水素 H	[%]	8.44	8.57	—	9.69
	窒素 N	[%]	7.71	8.26	—	0.86
	酸素 O	[%]	29.92	29.37	—	32.44
	硫黄 S	[%]	1.42	1.72	—	0.08
	塩素 Cl	[%]	0.16	0.09	—	0.55

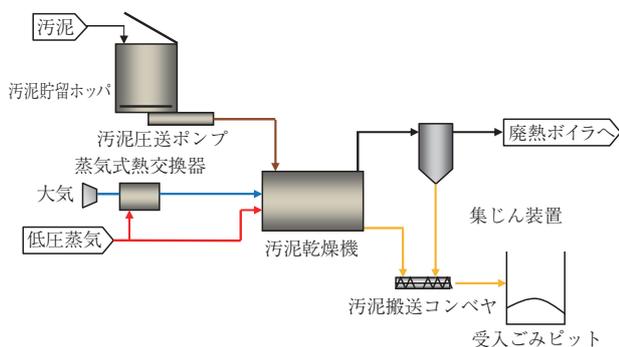


図3 汚泥乾燥設備概略フロー



写真1 乾燥汚泥

表4 膜処理による排水処理の実績

			2014年4月	2014年5月	2014年6月
①	RO 膜透過水量 (プラント用水受水槽へ)	[m ³]	513.4	508.9	665.6
		[%]	67.5	68.3	68.8
②	RO 膜濃縮水量 (再利用水槽へ)	[m ³]	247.5	236.2	301.7
		[%]	32.5	31.7	31.2
③	排水発生量 (①+②)	[m ³]	760.9	745.1	967.4
		[%]	100	100	100
—	減温塔噴霧水流量 (再利用水)	[m ³]	613.5	407.9	479.3

る。汚泥乾燥機は低圧蒸気を利用した間接式乾燥機を採用しており、乾燥排ガス（キャリアガス+蒸発水分）は廃熱ボイラへ吹込み燃焼脱臭している。汚泥の含水率を約6%まで乾燥することで湿ベースの発熱量が可燃ごみよりも高くなる。また、乾燥することで約6分の1まで減容化され、乾燥前は粘土状であった汚泥が数mmの粒状（写真1）となり、ハンドリングもしやすくなり、ピット内でのごみとの混合攪拌も容易となる。

2.2 排水膜処理設備

本施設では、従来の凝集沈殿+砂ろ過装置に加え、マイクロフィルタ（MF膜）と逆浸透膜（RO膜）で構成される排水膜処理設備を導入している。図4に排水膜処理設備のフローと水バランスを示す。表4に示すように、完全排水クローズドシステムのもと、排水を高度処理することで、排水の約7割をプラント用水として再利用している。その結果、減温塔で処理する排水を減らすことができるため、減温塔入口、すなわちエコノマイザ出口排ガス

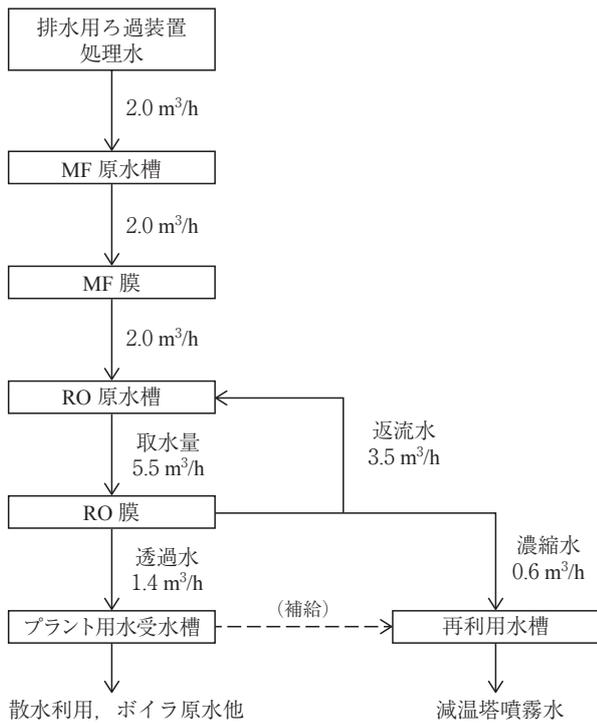


図4 排水膜処理設備フローと水バランス

温度を下げることができ、ボイラでの収熱を増やしている。

3. 運転実績

3.1 熱回収施設処理実績

図5に4月以降の熱回収施設の処理実績を示す。2014年4月以降、ごみの搬入量に応じた作業計画をたて、ピット残量を管理しており、焼却負荷率がほぼ定格となるように1炉運転、2炉運転を実施している。

3.2 汚泥処理実績

4月～6月の汚泥の処理実績として、表5に汚泥混焼状況、表6にごみ種別搬入実績を示す。本施設にひと月に受け入れる汚泥は200t程度で、1系列運転のときの汚泥混焼率は約10%程度となるが、この混焼率においても汚泥を乾燥させることにより助燃量を削減し、安定した自己熱溶融での運転が可能となっている。

図6に汚泥乾燥設備の処理実績を示す。汚泥の受入は平日のみのため週末は汚泥乾燥設備を停止する

表5 汚泥混焼率

		2014年4月	2014年5月	2014年6月
焼却量	1号系 [t]	1 481	2 002	1 055
	2号系 [t]	1 585	0	1 523
	合計 [t]	3 066	2 002	2 578
汚泥処理量	[t]	208	191	218
乾燥汚泥発生量	[t]	34	31	35
乾燥汚泥含水率	[%]	5.7～9.0 (平均7.4)	5.2～7.8 (平均6.3)	4.3～6.7 (平均5.7)
汚泥混焼率	[%]	6.8	9.7	8.6

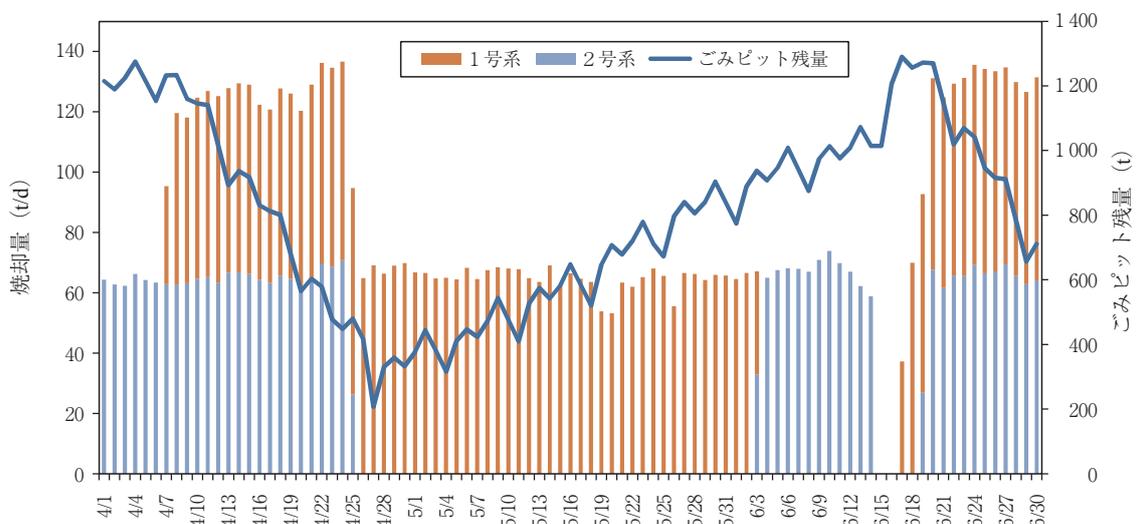


図5 熱回収施設の処理実績

ことが多くなるが、安定して処理ができていることがわかる。

3.3 熱回収施設の性能評価

表7に煙突の排ガス測定結果を示す。全項目について排ガス基準値を十分下回っていることがわかる。表8にスラグの各種試験測定結果を示す。スラグは重金属の溶出と含有量、各種物理性状ともすべ

てJIS A 5032に適合し、現在アスファルト舗装用の混合材として有効利用されている。

むすび

芳賀地区エコステーションは、可燃ごみの他、し尿汚泥、下水汚泥およびリサイクル残渣といった多様な種類のごみを受入れ、安定した操業を継続している。また、高度排水処理（膜処理）の採用などで

表6 ごみ種別搬入実績

		2014年4月	2014年5月	2014年6月
可燃ごみ [t]		2 045.4	2 241.0	2 210.2
汚 泥	し尿汚泥 [t]	119.8	110.1	116.7
	下水汚泥 [t]	97.0	80.1	96.8
	農集汚泥 [t]	0.6	3.4	1.0
	合 計 [t]	217.3	193.6	214.4
し 渣 [t]		—※	10.4	8.5
可燃残渣 (リサイクル) [t]		82.6	61.2	58.3
不燃残渣 (リサイクル) [t]		161.7	163.9	140.4
合 計 [t]		2 507.0	2 670.2	2 631.7

※4月搬入のし渣は可燃ごみに含む

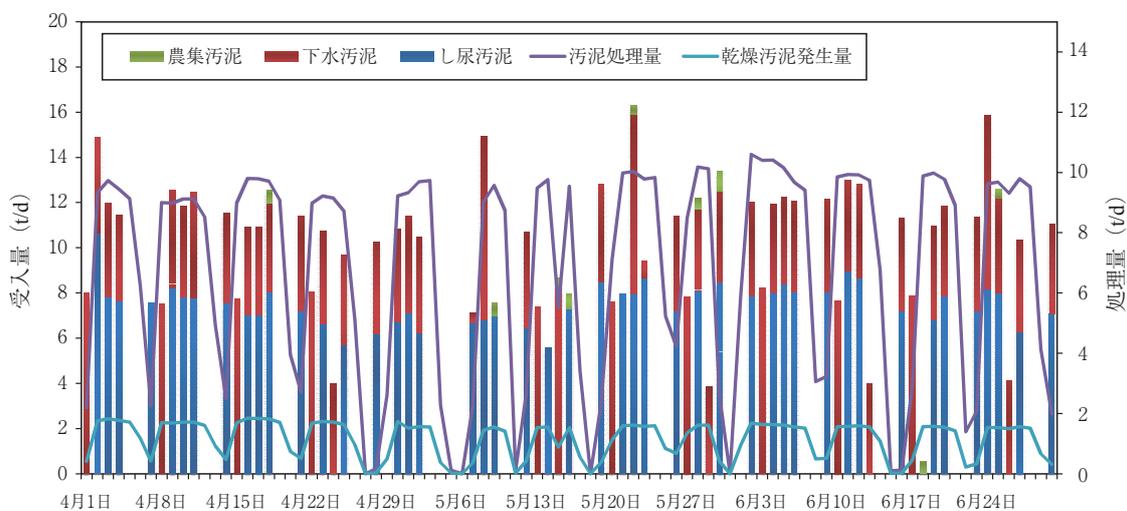


図6 汚泥処理の実績

表7 煙突の排ガス測定結果

		1号系 (1回目)	1号系 (2回目)	2号系 (1回目)	2号系 (2回目)	基準値
ばいじん	[g/m ³ _N]	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	0.02
NOx	[ppm]	50	52	32	41	70
HCl	[ppm]	44	36	40	43	50
SOx	[ppm]	<5	<4	<4	<4	30
CO (4hr 平均)	[ppm]	2	2	1	2	30
DXNs	[ng-TEQ/m ³ _N]	0.00019	0.0036	0.0016	0.0014	0.1

表8 溶融スラグの各種試験測定結果

項 目		基 準 値	測 定 結 果	
溶出試験	カドミウム	mg/L	0.01以下	<0.001
	鉛	mg/L	0.01以下	<0.001
	六価クロム	mg/L	0.05以下	<0.005
	ひ素	mg/L	0.01以下	<0.001
	総水銀	mg/L	0.0005以下	<0.0005
	セレン	mg/L	0.01以下	<0.001
	ふっ素	mg/L	0.8以下	<0.08
	ほう素	mg/L	1以下	<0.1
含有量試験	カドミウム	mg/kg	150以下	<5
	鉛	mg/kg	150以下	22
	六価クロム	mg/kg	250以下	<5
	ひ素	mg/kg	150以下	<5
	総水銀	mg/kg	15以下	<0.05
	セレン	mg/kg	150以下	<5
	ふっ素	mg/kg	4000以下	<100
	ほう素	mg/kg	4000以下	129
ダイオキシン類		ng-TEQ/g	—	0.000226
JIS A 5032	外 観 (目視観察)		※ 1	良
	粒 度 (FM-2.5) (ふるいを通る物の 質量百分率)	4.75 mm	100	100
		2.36 mm	85~100	99
		75 μm	0~10	3
表乾密度	g/cm ³	2.45以上	2.96	
吸水率	%	3.0以下	0.3	
JIS A 5031	酸化カルシウム (CaO として) %		45.0以下	26.5
	全 硫 黄 (S として) %		2.0以下	<0.1
	三酸化硫黄 (SO ₃ として) %		0.5以下	<0.1
	金 属 鉄 (Fe として) %		1.0以下	0.5
	塩 化 物 量 (NaCl として) %		0.04以下	<0.01
	膨 張 率 %		2以下	0
	絶 乾 密 度 g/cm ³		2.5以上	2.95
	吸 水 率 %		3.0以下	0.3275
	安 定 性		10以下	0.475
	粒形判定実積率		53以上	56.825
	微 粒 分 率		7.0以下	1.875
	アルカリシリカ反応		無害であること	無害
	粒 度 (MS2.5) (ふるいを通る物の 質量百分率)	10 mm	100	100
		5 mm	95~100	100
2.5 mm		85~100	99	
1.2 mm		60~95	77	
0.6 mm		30~70	40	
0.3 mm		10~45	17	
0.15 mm		5~20	7	
粗粒率		※ 2	2.6	

※ 1 溶融スラグは堅硬で、かつ、異物、針状固化物、扁平又は鋭利な破片などを使用上有害な量を含まないこと。

※ 2 購入契約時に定められた粗粒率と比べ、±0.20以上変化してはならない。

発電効率15.3%を達成している。今後も本事業の目的である自然環境・地域社会と共生する安全・安心で経済的なごみの再生の実現に向け、流動床式ガス化溶融施設の安定した運転を継続していきたい。

最後に、本発表にあたりご協力を頂きました芳賀地区エコステーションの方々および関係各位に深く感謝の意を表します。