

灰溶融炉・リサイクル施設併設ストーク式都市ごみ焼却施設 —弘前地区環境整備センター—

山 崎 薫*

Stoker Firing System for a Municipal Waste Incineration Plant equipped with Ash Melting and Recycling Facilities

by Kaoru YAMAZAKI

Ebara's stoker firing system has been installed at a totalized waste treatment plant in Hirosaki, Aomori Prefecture. This system features two high-temperature incinerators (123 t/day each) capable of degrading dioxins, a high-temperature, high pressure boiler (3.9 MPa, 400°C, energy recovery type), and a two-stage bag filter with consideration given to ash melting. The ash melting facility features pretreatment for prevention of fly ash contamination and is capable of treating 40 tons of ash per day. The resource production facility is capable of handling and recovering diversified waste (100 t/day).

Keywords: Stoker, Ash melting, Waste, Incinerator, Slag, Metal, Ash, Boiler, Bag filter, Recycle

1. ま え が き

青森県弘前地区環境整備事務組合向けの総合ごみ処理プラントを清水・大林・富士・東北石材・マルノ・西村建設工事共同企業体の下で完成させた（写真1）。

これまでの技術実績を基に、ダイオキシン類対応の高温焼却炉，エネルギー積極回収型の高温高圧ボイラ（3.9 MPa, 400℃），灰溶融処理を考慮した2段バグフィルタ等を採用した。2003年3月に引渡しを完了，弘前市を中心とする9市町村のごみ処理，リサイクル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0.05 ng-TEQ/m³(NTP)（本施設規制値）を大幅に下回る良好な状態にあり，灰溶融炉で生成する水砕スラグも，溶出試験・物理的性状確認の結果，道路用骨材などへの有効利用に問題がないことを確認した。また，資源化施設では，不燃ごみ，粗大ごみ，びん，缶，ペットボトル，プラスチック，紙類の選別により資源化を促進している。以下に，本施設の概要と特徴，運転状況について報告する。

* 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



03-64 01/201

写真1 施設前面

Photo 1 General view of facility

2. 施設概要

2-1 建設概要

敷地面積：52328.99 m²

建築面積：13748.24 m²

延床面積：30956.44 m²

着 工：2001年1月

竣工：2003年3月

2-2 プラント設計仕様

2-2-1 ごみ処理施設

処理能力：246 t/d (123 t/(d・炉)×2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	跳ね上げ式×6基
ごみピット	5000 m ³
ごみクレーン	全自動式 定格3.0 t×2基

燃焼設備：

ホッパ	35 m ³ (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ストーカ式焼却炉

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	19.38 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：

ガス冷却塔	水噴射式 (設計出口排ガス温度150℃)
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	触媒脱硝式

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3500 kW

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	混練機
灰クレーン	全自動式 定格1.0 t×1基
スラグクレーン	全自動式 定格1.5 t×1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：40 t/(d・炉)×1炉(予備1炉)

自工場前処理設備：

計量方法	焼却灰 連続計量式
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(中塊除去)+磁力選別

他工場受入灰前処理設備：

計量方法	焼却灰 バッチ計量式
選別形式	振動選別(大塊除去) +乾燥機(回転ドラム式) +破碎+振動選別(中塊除去) +磁力選別 (破碎以降は自工場と兼用)

細粒灰貯留槽	35 m ³ (灰1日分以上)
飛灰成形装置	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×2系列

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 31 m ³
スラグ破碎機	衝撃摩砕式

2-2-3 リサイクル施設

処理能力 不燃ごみ+粗大ごみ：69.7 t/5 h

資源回収びん	7 t/5 h
缶	5.9 t/5 h
ペットボトル	0.4 t/5 h
プラスチック	9.7 t/5 h
紙類	7 t/5 h
蛍光管等有害ごみ	0.3 t/5 h

破碎機形式：二軸破碎機：二軸せん断引裂式

回転破碎機：堅型回転式

びん類自動色選別装置：7 t/5 h

(生きびん, 白, 茶, その他)

プラザ棟：作品展示, 映像上映, パソコン学習などの

コーナ, 体験学習室

2-3 公害防止基準 (煙突出口：排ガス基準値)

ばいじん	0.01 g/m ³ (NTP)以下
HCl	50 ppm以下

NOx	80 ppm以下
SOx	20 ppm以下
CO	10 ppm以下
DXN類	0.05 ng-TEQ/m ³ 以下

- ・熱灼減量SOxを除き測定値はO₂ 12%濃度換算値
- ・騒音・振動・悪臭・排水・溶出・資源化関連などの基準値は省略

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に投入される。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信号により自動投入される。

3-2 ごみの燃焼

ホッパ内のごみは、給じん装置で焼却炉内に供給され、**①**ダイオキシン類発生防止（完全燃焼）、**②**ごみ質に左右されない安定燃焼、**③**蒸発量の安定、発生を高次元にバランスさせた自動燃焼制御（ACC）により、各帯ストーカ動作・一次、二次燃焼用空気の適正化、最適燃

焼が行われる。

3-3 排ガス冷却・処理

炉から排出される850℃以上の排ガスは、廃熱ボイラによって約200℃まで減温される。更にダイオキシン類の除去効率を上げるため、ガス冷却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150℃～160℃）を図っている。集じん装置には、焼却飛灰の塩の増加を防止し灰溶融炉への種々の影響を低減させる目的で、2段バグフィルタを採用している。第1バグフィルタには脱じん助剤を、第2バグフィルタには脱塩剤として消石灰を投入している。脱硝方式は無触媒+触媒反応塔方式とした。触媒反応塔はダイオキシン類の分解除去機能を兼ねており、全ての公害防止基準値は**表1**に示すとおり満足のいく結果を得ている。

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、空気予熱器などのプラント所要蒸気に供給されるほか、場内給湯、暖房、抽気復水タービンによる最大3500kW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第1バグフィルタ飛灰、他工場から持ち込まれる灰（主灰のみ）

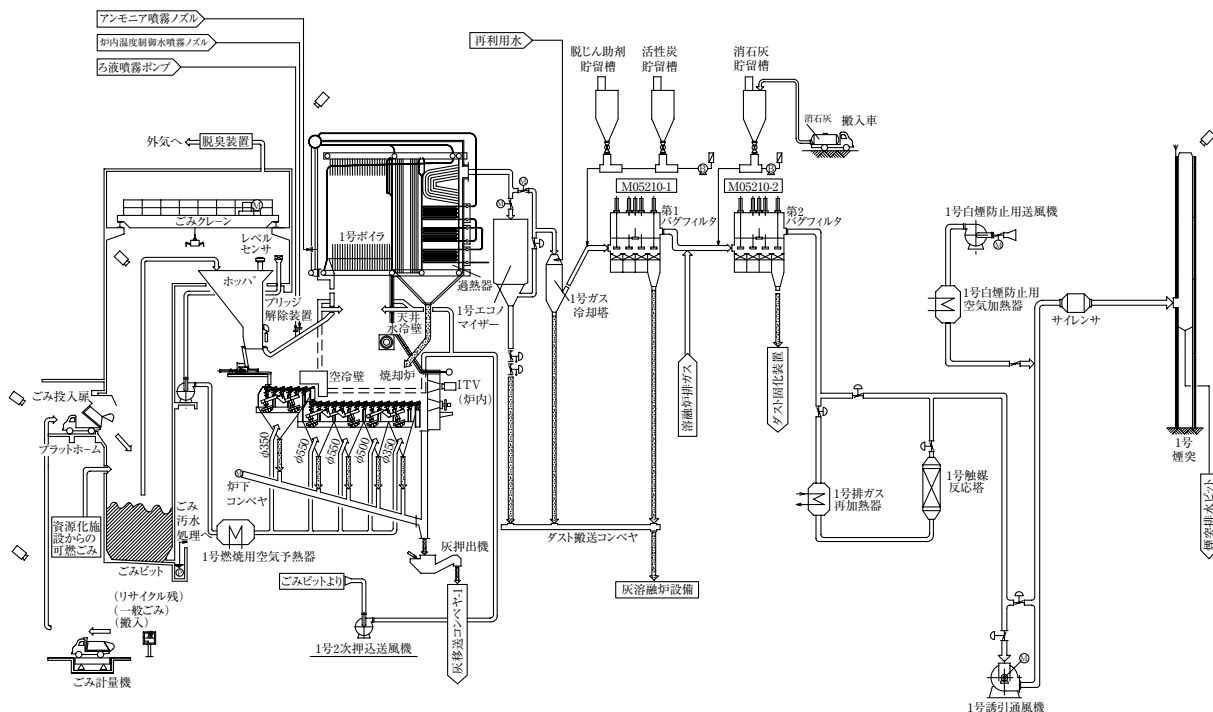


図1 概略フロー（焼却施設）

Fig. 1 Flow sheet (Refuse combustion plant)

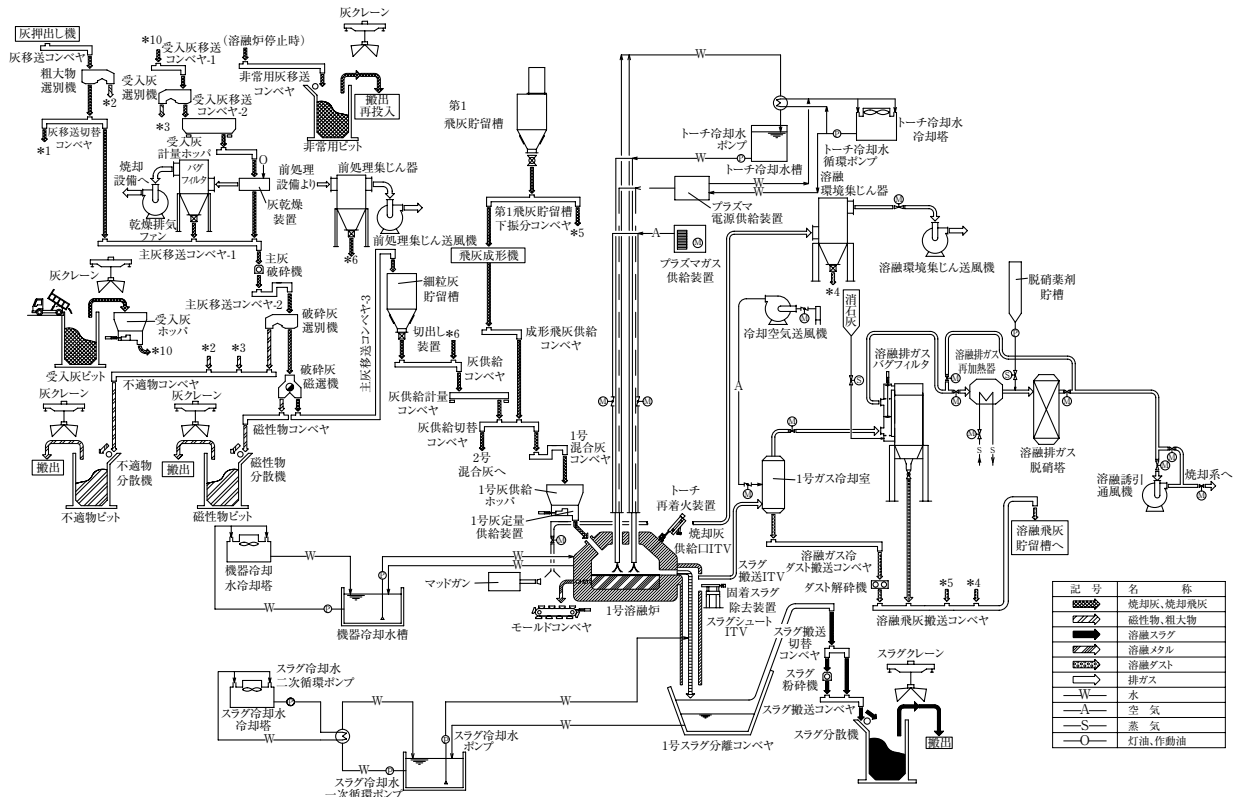


図2 概略フロー (灰溶融施設)
Fig. 2 Flow sheet (Ash melting plant)

である。鉄類を含む焼却灰には、振動選別（大塊除去）・破碎・振動選別（中塊除去）・磁力選別の順で前処理を施す。鉄類の除去で灰の融点上昇を防止して、耐火物の損耗及び電力原単位 (kWh/kg) を低減させる。焼却灰より比重の小さい第1バグフィルタ飛灰は、飛灰成形装置で小塊に固化し、焼却飛灰の溶融性を向上させている。また、他工場からの受入灰は振動選別（大塊除去）後、灰乾燥機で水分を5%以下にし、自工場の灰の前処理ライン（破碎機の手前）に合流させている。以上の過程を経て、灰は灰溶融炉へ混合・連続投入される。

灰溶融炉の熱源である空気プラズマは、①高温状態を容易に得られるため、良質、均一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出力調整が容易である、④プラズマガスは空気のため、炉内が酸化雰囲気であり安全であるなどの特長を持っている。溶融炉内は、比重分離により、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、水砕スラグとして取り出す。

メタルは定期的にタップ出滓し、乾式モール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し、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、第2バグフィルタ入口で焼却排ガスに合流させる。プラズマガスは空気のため、溶融排ガスの酸素濃度は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及び第2バグフィルタから排出される灰はダスト処理装置に運ばれ、キレート剤を添加された後、固化物バンカに貯留される。その後搬出され、最終処分場に埋立てられる。

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後、場内で再利用されており、生活排水は下水として放流される。

3-7 中央制御室

中央制御室（写真2）ではプロジェクトとモニタによる場内外監視、DCSによる運転管理、電力監視が行われ、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。



03-64 02/201

写真2 中央制御室
Photo 2 Central control room

3-8 リサイクル施設

① 不燃ごみ、粗大ごみ

不燃ごみはピットに貯留された後、粗大ごみクレーンでホッパ内に投入され、破袋・除袋・手選別の後、粗大ごみ受入ホッパに運ばれる。粗大ごみは破碎不適物を除去した後、不燃ごみと共に受入ホッパに投入され、二軸破碎機、回転破碎機で破碎され、磁選機、粒度選別機、アルミ選別機により、鉄、アルミ、不燃物、可燃物に選別される。鉄、アルミについては資源として回収され、不燃物は、場外搬送のほか可燃物の搬送ラインに乗せ焼却処理もできるラインとしている。可燃物は、コンベヤで焼却施設のごみピットに搬送される。

② 資源ライン

缶、びん、ペットボトル、プラスチック、紙類は各々一時貯留される。缶類は破袋・除袋後に手選別を行い、鉄缶磁選機、アルミ缶選別機で分別回収後圧縮される。びん類は破袋・除袋後に自動色選別装置に送られ、色別（白、茶、その他）に分別された後、バンカに貯留される。また、生きびん回収機能も備わっている。ペットボトルは破袋・除袋、手選別後圧縮梱包され、プラスチックは破袋、手選別後圧縮梱包される。紙類はコンベヤに梱包機に送られる。各選別品、梱包物は資源物として回収される。

③ 混載収集車対応

分別したごみを一台の車輛に混載し、本施設へ搬入にされる場合がある。3種類以上の混載車については、別棟の貯留棟内に直接搬入し、計量後処理が必要な場合は工場棟へ運ぶ形式を採用している。

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	保証値 Guaranteed values
ばいじん Dust	g/m ³ (NTP)	< 0.002	< 0.002	≦ 0.01
HCl	ppm	8.8	14	≦ 50
NOx	ppm	56	52	≦ 80
SOx	ppm	4	< 1	≦ 20
CO	ppm	3	5	≦ 10
DXN類	ng-TEQ/m ³ (NTP)	0.00008	0.00009	≦ 0.05
熱しゃく減量 Lg-loss	%	< 0.1	< 0.1	≦ 3.0

* 熱しゃく減量, SOxを除き測定値はO₂ 12%濃度換算値

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 and slag and waste water

測定対象 Test item	単位 Unit	測定値 Measured values	保証値 Guaranteed values
1号炉焼却灰 No. 1 plant ash	ng-TEQ/g	0.0029	≦ 3.0
2号炉焼却灰 No. 2 plant ash	ng-TEQ/g	0.016	≦ 3.0
2号炉焼却灰 Solid dust from No. 2 bagfilter	ng-TEQ/g	0.016	≦ 3.0
第2飛灰固化物 Solid dust from No. 2 bagfilter	ng-TEQ/g	0.000077	≦ 3.0
溶融飛灰固化物 Solid dust from ash melting plant	ng-TEQ/g	0.040	≦ 3.0
スラグ Slag	ng-TEQ/g	0.0	—
排水 Treated water	pg-TEQ/g	0.34	≦ 10

4. 運転状況

性能試験時の焼却炉、溶融炉関連の測定結果を表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、工場棟内の作業環境は、ダイオキシン類濃度に応じて設定される管理区域のうち最も清浄な第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、道路用骨材等への有効利用に、問題のないことを確認した。

表3 スラッ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 values	保証値 (参考値) Guaranteed values
溶出試験 Dissolu- tion	Cd	mg/l	< 0.001	≦ 0.01
	Pb	mg/l	< 0.005	≦ 0.01
	Cr ⁶⁺	mg/l	< 0.02	≦ 0.05
	As	mg/l	< 0.002	≦ 0.01
	T-Hg	mg/l	< 0.0005	≦ 0.0005
	Se	mg/l	< 0.002	≦ 0.01
物理的 性状 Physical quality	絶乾密度 Specific gravity	g/cm ³	2.86	(≧ 2.45)
	吸水率 Water absorption	%	0.12	(≦ 2.0)
	金属鉄 (Feとして) Metal iron	%	< 0.05	(≦ 1.0)

5. あとがき

2001年1月の着工から2003年3月竣工までの2年2箇月という短納期工事で無事完成することができた。本工事において御尽力頂いた、弘前地区環境整備事務組合担当者の皆様及び本工事の施工主である清水・大林・富士・東北石材・マルノ・西村 建設工事共同企業体関係者の方々に深く謝意を表する。