

刈谷知立環境組合向け次世代ストーカ炉の建設・納入

櫻井清之* 曾根与幸*
岡武裕* 市川淳一*

Construction and Handover of a Next-generation Stoker Type Incineration Plant to the Kariya-Chiryu Environment Association

by Kiyoyuki SAKURAI, Tomoyuki SONE, Takehiro OKA, & Junichi ICHIKAWA

A next-generation stoker type incineration plant, the second of its kind Ebara, has been constructed and handed over to the Kariya-Chiryu Environment Association. Development targets included minimized impact on the environment and a visual blending with the landscape. This plant is capable of not only advanced treatment of flue gas but also production of reusable slag by melting incineration ash and fly ash. Another feature is the effective use of incinerator heat to generate electricity which is used in the plant and in other facilities. Moreover, wastewater is treated by a closed system, thus preventing any contamination outside the plant. The previous administration building had been modified for this plant so there was no need to construct a new building. A greening wall had been erected for visual betterment of the landscape. In this way not only the betterment of incineration/treatment performances but also of environmental and landscape factors had been achieved.

Keywords: Next generation stoker technology, Incineration plant, Exhaust gas recirculation, Power plant, Slag, Closed cycle system, Heat supply, Dioxins, Greening wall, Reuse

1. はじめに

2009年3月末に次世代型ストーカ式ごみ焼却施設を刈谷知立環境組合に納入した(写真1)。本施設は、次世代ストーカ技術を組み込んだ環境負荷の低い最新鋭の施設である。次世代ストーカ技術とは、豊富な実績があるストーカ式焼却施設に、環境負荷の低減、効率の向上等に寄与する技術を新たに組み込んだ、都市ごみ焼却施設を一段と進歩させるものである。更に、本施設には灰溶融炉を備えており、焼却炉から排出された灰を溶融してスラグ化し、道路用の骨材等に有効利用することで、埋立処分量を大きく削減することができる。

また、本施設は排ガスを高度処理するだけでなく、ごみ焼却廃熱から得る蒸気を発電に利用し、施設内及び近隣余熱利用設備の電力を賄っている。更に所内で発生するプラント排水を外部へ放出しない排水クローズドシステムを採用する等、施設性能面ばかりでなく、周囲の環境や経済性に十分配慮した施設として建設された。



10-102 01/229

写真1 刈谷知立クリーンセンター
Photo 1 Kariya-Chiryu Clean Center

本稿では、本事業の概要と次世代ストーカ技術について報告する。

2. 施設概要・特徴

刈谷知立環境組合クリーンセンターの主な設備仕様を以下に示す。

* 荏原環境プラント(株)

- (1) 焼却炉
形式：全連続燃焼ストーカ式（エバラ HPCC21 型）
処理量：291 t/d (97 t/d × 3基)
- (2) 灰溶融炉
形式：三相交流アーク式
処理量：20 t/d
- (3) ボイラ
形式：過熱器付自然循環式水管ボイラ
蒸発量：最大 18.2 t/h × 3基
蒸気条件：300℃ × 3.0 MPa（ゲージ圧）（過熱器出口）
- (4) 排ガス処理設備
焼却炉：減温塔（水噴霧）、2段バグフィルタ（乾式排ガス処理）、脱硝反応塔
灰溶融炉：減温装置、バグフィルタ（乾式排ガス処理）
焼却炉排ガスへ合流処理
- (5) 煙突
形式：外筒建屋一体型内筒鋼板製
高さ：59 m
- (6) 排水処理設備
形式：プラント排水 凝集沈殿 + 砂ろ過方式
生活用水 合併浄化槽 + 下水道放流
ごみ汚水 ろ過後炉内高温酸化処理

- (7) 蒸気タービン発電設備
形式：抽気復水タービン
発電機定格：6400 kW
- (8) 余熱利用
形式：蒸気供給及び温水供給
供給先：隣接場外施設（温水プール等）へ蒸気供給
場内施設へ温水供給
- (9) 建築物（工場棟）
建築構造：地下1階地上8階
プラットホーム2階（ランプウェイ方式）
S造, RC造, SRC造
建築面積：5717.64 m²
延床面積：15193.71 m²
- (10) 公害防止基準値〔煙突出口での排ガス基準値〕
ばいじん：0.02 g/m³ (NTP) 以下 (O₂12%換算値)
硫酸化合物：25 ppm 以下
窒素化合物：70 ppm 以下 (O₂12%換算値)
塩化水素：50 ppm 以下 (O₂12%換算値)
一酸化炭素：30 ppm 以下 (O₂12%換算値)
水銀 : 0.05 mg/m³ (NTP)
ダイオキシン類：0.05 ng-TEQ/m³ 以下 (O₂12%換算値)

図1に設備フロー図を示す。本施設では収集された家

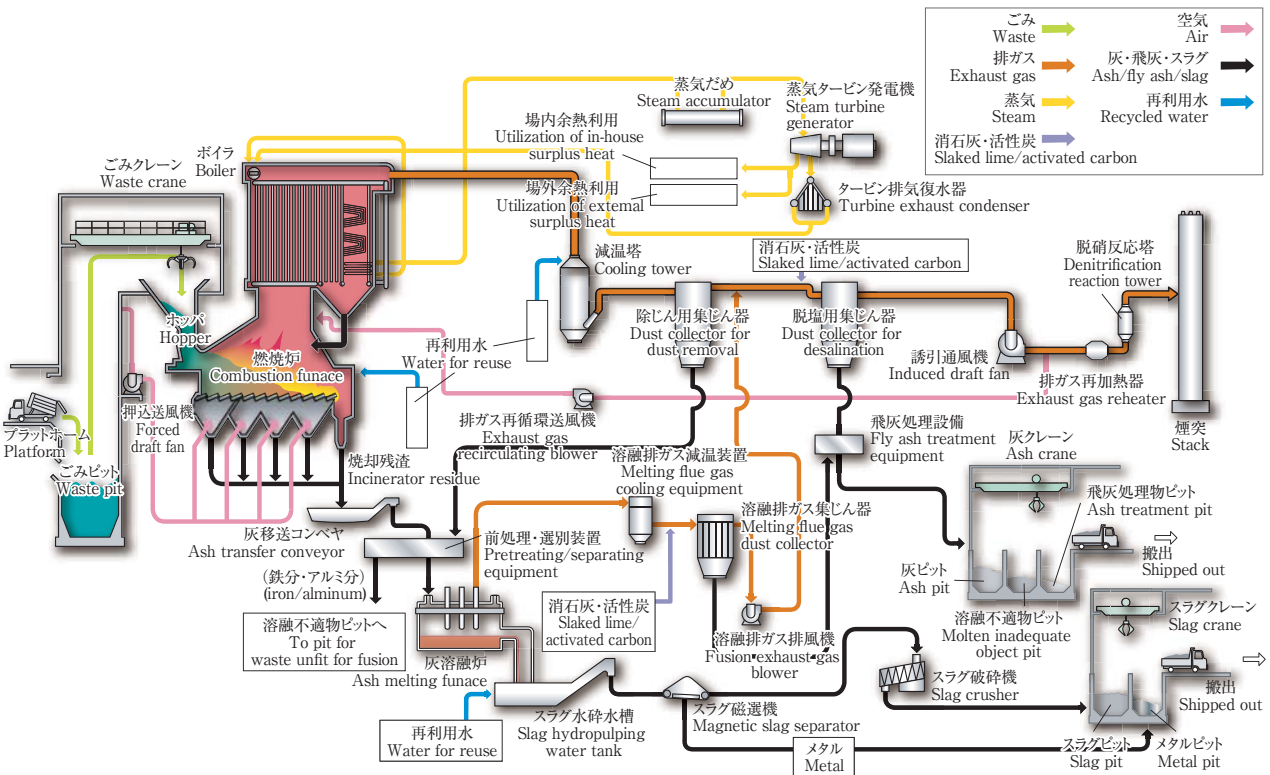


図1 設備フローシート
Fig. 1 Flow sheet of plant

庭ごみ（一般廃棄物）はごみピットに一時貯留される。ごみクレーンを用いごみはホッパに投入され、給じん装置を介して焼却炉へ送られる。焼却炉内では850℃以上の高温で焼却処理され、焼却灰はコンベヤで排出される。焼却炉から発生する排ガスはボイラ及び減温塔で160℃まで冷却した後、除じん用集じん器でばいじんを除去し、消石灰及び活性炭を噴霧し脱塩用集じん器で酸性ガスやダイオキシン類を吸着除去する。その後200℃まで再加熱し、脱硝反応塔で窒素酸化物を分解して大気へ放出する。再加熱した排ガスの一部を焼却炉内へ供給することで、焼却炉内での未燃ガスの完全燃焼を促進させるとともに窒素酸化物の発生を抑制する（排ガス再循環システム）。

焼却炉から排出される焼却残渣と除じん用集じん器で捕集される飛灰は、一時貯留後、灰溶融炉内に供給され1250℃以上の高温で溶融処理される。溶融処理することで減容化、及び有害物質を分解・安定化してスラグとして排出される。灰溶融炉から発生する排ガスは、溶融排ガス集じん器で酸性排ガスを除去された後、焼却炉排ガスと混合後、窒素酸化物を処理される。

ボイラから発生する蒸気は、蒸気タービンに送られ発電に使われる。タービン抽気から得る低圧蒸気は、場内プロセスに使用する蒸気以外は隣接する温水プールへの熱供給に使用する。

3. 地域に配慮した施設（本施設の特長）

本施設は周囲の環境・景観の調和を目的とし、施設の機能性、経済性、合理性を兼ね備えることをコンセプトとしている。地域に配慮した施設として挙げられる項目についてそれぞれ特長を紹介する。

3-1 余熱利用設備

本施設のボイラから発生する蒸気は3 MPa、300℃であり、最近主流の4 MPa、400℃よりも低い設定であるが、抽気蒸気タービンの採用、低温エコノマイザ、低空気比運転を採用することで、発電効率15%以上を達成している。本施設が今後15年以上稼動することを考慮すると、蒸気条件を3 MPa、300℃に設定することで、維持補修費の低減及び使用電力の削減に大いにメリットが生まれる。また、年間を通じて最も多い2炉運転時でも売電が維持できるように、蒸気タービンの負荷に応じて配管を切り替え、最大限蒸気タービンに蒸気を送るプロセスを構築した。これにより灰溶融炉を含む場内使用電力だけでなく、粗大ごみ処理施設、場外余熱利用設備への給電や場外温水プールへの熱供給（最大7.1 GJ/h）も賄い、施設外へ売電ができるプロセスを実現した。

表1に発電量及び電気使用量の季節平均値を示した。表1からも年間を通じほぼ本施設内の発電だけで運転を継続していることが分かる。景気低迷の影響によるごみ収集量の減少により、焼却炉1炉当りの負荷が90%を大きく割り込む時期もあるが、ごみ発熱量が低く負荷率の低い夏季を除けば買電率（買電量／所内使用量）は1%以下を維持しており、所内電力をごみ発電だけで賄えていることが分かる。

3-2 排水クローズドシステム

本施設はプラント排水を場外に排出しない運転を維持している。プラント排水には、ボイラや機器冷却水のブロー水、スラグ水砕水ブロー水が含まれる。排水のクローズド化を実現するためには、これらの処理水を排ガス中に噴霧する方法しか排水を処理できない。しかし、大量に水を噴霧すると排ガスを過剰に冷却することになり、集じん器入口温度を低下させ集じん器の腐食を引き起こしてしまう。そのため、ボイラ出口温度を上げて運転しなければならなくなり、つまり廃熱回収量が減り発電量が減少することになる。排水クローズドシステムと発電効率の向上とは相反する関係にある。

通常運転時の他にボイラの定期整備時にはボイラ缶水を全量排水する必要がある。そのような場合を考慮し、排水処理設備の純水廃液槽の容量をボイラ3缶分とし、一時的に大量の排水が発生した場合でも排水全量を貯留できる設備とした。その後は適時排水処理を行い徐々に排ガス中に噴霧処理している。本施設ではプラント排水の無放流を継続している。

3-3 運転状況

本施設における最も特徴的なフローは排ガス再循環である。炉出口での酸素濃度は約5.5%で運転しており、空気比は約1.3である。従来機に比べ酸素濃度で3%、空気比で0.2低い運転である。

炉出口部分での排ガスの混合・かくはんのために空気ではなく再循環した排ガスを用いることにより（図2）、未燃ガスの完全燃焼を促進させるとともに、サーマルNO_xの発生を抑制できるため、脱硝薬剤として使用するアンモニアの使用量が約半分削減できる。

また、定期点検時にボイラ水管の肉厚を測定しているが、低空気比燃焼で懸念されるボイラ1パス部分での水管の減肉も現在のところ認められておらず、安定した運転を継続している。排ガス中の有害物質に関する性能試験結果を表2に示す。

3-4 溶融スラグ品質

灰溶融炉から排出されるスラグは、道路用溶融スラグ

表1 ごみ処理施設における1年間の発電実績
Table 1 Actual power output of refuse heat recovery plant

	ごみ処理量 (t/d) ^{*1} Amount of refuse treatment	施設負荷 (%) Whole plant load of refuse treatment	炉負荷 (%) Furnace load of refuse treatment	発電量 (MWh) ^{*1} Generated power	所内 (消費使用) 動力 (MWh) ^{*1} Power consumed at plant including ash melting furnace, administration building, bulky waste treatment plant and swimming pool	買電量と所内動力の割合 (%) Ratio of purchased power to consumed at plant
春季 Spring	173.9	59.7	89.6	75.0	56.9	0.21
夏季 Summer	167.4	57.6	86.3	65.0	58.5	4.22
秋季 Autumn	183.4	63.0	94.6	77.8	59.8	0.65
冬季 Winter	184.8	63.5	95.2	80.7	56.0	0.35
年平均 Average	177.4	61.0	91.4	74.6	57.8	1.36

※1 1日の処理量、電力量の各期間の平均値を示す
Daily values averaged in each season

※2 焼却炉：97 t/d × 3系列

Furnace: 97 t/d × 3 trins

発電設備：蒸気タービン発電機 6.4 MW × 1基

Power generation system: Steam turbine generator 6.4 MW × 1 set

灰溶融炉：アーク式 20 t/d × 2基 (内1基予備)

Ash melting furnace: Arc type 20 t/d × 2 unit (1 unit for spare)

電力供給：管理棟、粗大ごみ処理施設、場外余熱利用設備

Power supply: Administration building, Bulky waste treatment plant, Swimming pool

蒸気供給：場外余熱利用施設 (温水プール)

Steam supply: Outside heat use facility (swimming pool)

※3 上記の数値は2009.3～2010.6のデータを集計した結果である

Above values are collected from Mar. 2009 ~ Oct. 2010

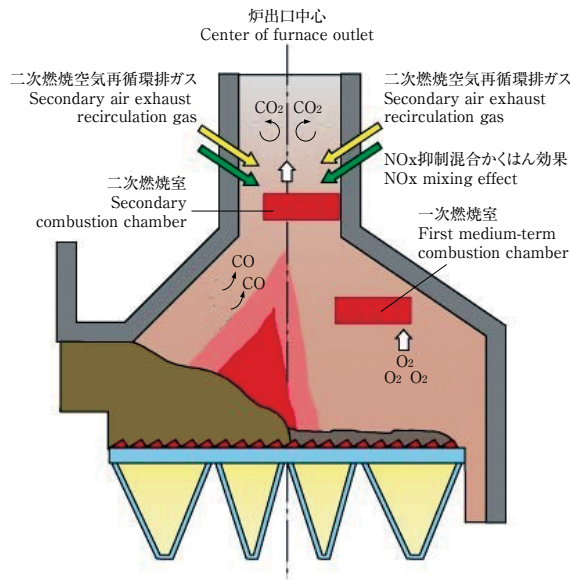


図2 排ガス再循環システム
Fig. 2 Schematic diagram of exhaust gas recirculation

細骨材として再利用する。1250℃以上の高温で溶融し、重金属やダイオキシン類を無害化したスラグは、水冷した後に磁選機、破碎機で鉄の除去、粒度調整を行った後にスラグピットに排出される。スラグの品質を表3に示す。

表2 性能試験結果 (排ガス測定)

Table 2 Result of performance test (exhaust gas)

項目 Item	単位 Unit	基準値 Guaranteed value	1号炉 ^{*2} Line No.1	2号炉 ^{*2} Line No.2	3号炉 ^{*2} Line No.3
ばいじん Dust ^{*1}	g/m ³ (NTP)	≦0.02	0.001	0.001	0.001
硫酸酸化 物 SOx	ppm	≦25	14.0	13.0	8.5
窒素酸化 物 NOx ^{*1}	ppm	≦70	42.0	50.5	49.0
塩化水素 HCl ^{*1}	ppm	≦50	26.5	25.5	11.5
一酸化炭 素 CO ^{*1}	ppm	≦30	7.1	6.1	9.1
水銀 Hg	mg/m ³ (NTP)	≦0.05	<0.005	<0.005	<0.005
ダイオキ シン類 DXNs ^{*1}	ng- TEQ/m ³ (NTP)	≦0.05	0.0006	0.0008	0.0011

※1 酸素12%換算値

O₂12% equivalent

※2 2検体以上測定した数値の平均値

Average of 2 analyses or more

有害物質の含有量及び溶出量は、テストを行った3期間において安定して基準値を下回る結果を得た。粒度は

JIS A 5032の道路用溶融スラグ細骨材 (FM-2.5) の基準に適合し、表乾密度、吸水率はいずれも基準値をクリアしている。道路用骨材スラグとして十分な品質を有するスラグを安定して製造している。

3-5 その他

3-5-1 既設管理棟の再利用

社会資本ストックの一つであるごみ焼却施設の建設には多大な費用が使われている。既存施設のうち使用可能

なものは極力再利用とする組合のストックマネジメントの観点から、本工事では既設管理棟を移動、補修し再利用した。写真2 (a) に示すように、元々既設工場棟の横に設置されていた管理棟を地下に埋設されている基礎ごと持ち上げ、約60 mを移動し再度設置した〔写真2 (b)〕。管理棟は部分的な補修と内装の交換を行っただけであり、2階部分にはリサイクル品の展示販売スペースを新設することで、市民へのリサイクルの啓蒙活動拠点として使用されている。

3-5-2 工場棟の壁面緑化

本施設は周囲に住宅地や病院が隣接し、組合で運営する厚生施設に面していることもあり、ごみ焼却場特有の無機質な外観でなく、周囲の環境・景観に調和した施設を建設することが求められていた。そこで施設内にあるソフトボール場やリサイクルプラザに面する施設正面の壁面には、ランプウエー部：幅80 m、高さ12 m、工場棟部：幅50 m、高さ15 mにわたり壁面緑化を施工した。使用した植物には、常時緑を保有しメンテナンスの手間も最小限にできるつる植物を採用した。つる植物は成長が早く、施工後数年で壁面が緑で覆われる予定である。竣工後1年半経過した時点での壁面緑化の状況を写真3に示す。壁面緑化には、その外観だけでなく壁面緑化に面した通路での路面温度の低下や輻射熱の減少効果がある。

表3 溶融スラグの品質
Table 3 Quality of melt-solidified slag

項目 Item	単位 Unit	基準値 Guaranteed value	Test 1	Test 2	Test 3	
外観 Appearance			良	良	良	
有害物質の溶出量 Toxic substances leaching	カドミウム Cd	mg/L	≦ 0.01	<0.001	<0.001	<0.001
	鉛 Pb	mg/L	≦ 0.01	<0.005	<0.005	<0.005
	六価クロム Cr ⁶⁺	mg/L	≦ 0.05	<0.02	<0.02	<0.02
	ヒ素 As	mg/L	≦ 0.01	<0.001	<0.001	<0.001
	総水銀 T-Hg	mg/L	≦ 0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	セレン Se	mg/L	≦ 0.01	<0.001	<0.001	<0.001
	フッ素 F	mg/L	≦ 0.8	0.11	<0.1	<0.1
	ほう素 B	mg/L	≦ 1	<0.01	<0.01	<0.01
有害物質含有量 Environmentally toxic content	カドミウム Cd	mg/kg	≦ 150	<5	<5	<5
	鉛 Pb	mg/kg	≦ 150	<10	<10	<10
	六価クロム Cr ⁶⁺	mg/kg	≦ 250	<5	<5	<5
	ヒ素 As	mg/kg	≦ 150	<5	<5	<5
	総水銀 T-Hg	mg/kg	≦ 15	<0.05	<0.05	<0.05
	セレン Se	mg/kg	≦ 150	<5	<5	<5
	フッ素 F	mg/kg	≦ 4000	165	110	190
	ほう素 B	mg/kg	≦ 4000	78	50	55
粒度 Grain size		FM-2.5	良	良	良	
表乾密度 Density in saturated surface- dry condition	g/cm ³	≧ 2.45	2.84	2.71	2.83	
吸水率 Water absorption	%	≦ 3.0	0.43	0.54	0.61	



(a) 移動前
Before



(b) 移動後
After

10-102 02/229

写真2 管理棟曳き屋工事
Photo 2 Moving work of administration building



10-102 03/229

写真3 壁面緑化状況
Photo 3 View of greening wall

4. おわりに

本施設は当社が納入した2施設目の次世代ストーカ施設である。竣工後1年半以上経つが、竣工1年後に行った性能試験においても安定した性能を示している。

最後に本施設の建設において多大なご指導を頂いた刈谷知立環境組合の関係各位、及び協力頂いた関係各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) ガス再循環を用いたストーカ式焼却プラントにおける低空気比燃焼, 第14回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp.641-643 (2003).
- 2) Operation Status of Msw incinerator and development trend of new incineration technology, 4th-CIPEC, P53-56.
- 3) DBO方式により建設した次世代ストーカ施設の運転状況, エバラ時報 (225), P24-31 (2009).

