

次世代型流動床高効率ごみ発電施設技術について ～平塚市「環境事業センター」の運転状況報告～

岡 本 有 弘*

Technologies Used for the High-efficiency Waste Power Generation Plant with Advanced Fluidized-bed Incinerators

- Operating Status of the Hiratsuka-city “Kankyujigyou Center” (Environment Management Center) -

by Arihiro OKAMOTO

The Hiratsuka-city Kankyujigyou Center (Environment management center) is a facility that was built based on a “design, build, and operate” (DBO) scheme. This facility, whose period of operation is 20 years, has been operating steadily for the approximately 1.5 years since its completion and delivery in September 2013. It is equipped with fluidized-bed incinerators with a treatment capacity of 315 tons/day (105 tons/24 hours × 3 units). Taking advantage of the features of the fluidized-bed incinerators, the facility keeps the fluctuations in transmitted power small while treating waste stably, thereby maximizing its functions as a green power plant.

This paper reports the operation conditions of the facility over the 1.5 years since its completion and the measures which are adopted to the generated/transmitted power control.

Keywords: Fluidized-bed, Waste, Incinerator, Waste to Energy (WtE), Gross/Net thermal efficiency, Control of generated power, Control of transmitted power

1. はじめに

平塚市環境事業センターは、DBO（Design：設計、Build：施工、Operate：運営）方式によって建設された施設である。施設運営の期間は20年間であり、2013年9月に竣工・引渡しを行い、その後も順調な稼働を継続し、現在は約1.5箇年が経過したところである。

本施設は、処理規模315 t/d（105 t/24 h × 3炉）の流動床焼却炉を有している。流動床焼却炉の特長を生かし、安定したごみの処理を行いつつ送電量変動を小さく抑えた運用を実践し、グリーン電力発電所としての機能を最大限に発揮している。

本報告では竣工後1.5年間の運転状況とともに、現在取り組んでいる発電量／送電量管理について報告する。

2. 運転状況について¹⁾

2-1 処理量及び運転日数

表1に運営開始からの1.5年間の処理量実績を示す。

表1 各炉系での処理量実績
Table 1 Amount of treated waste by each incinerator

	2013年度 ^{*1} FY2013		2014年度 ^{*2} FY2014	
	処理量 Amount of treated waste	運転日数 Number of days operated	処理量 Amount of treated waste	運転日数 Number of days operated
	t/year	day/year	t/year	day/year
施設全体 Whole facility	34235	182	70026	360
A系 Train A	8597	99	22086	232
B系 Train B	13969	153	24010	245
C系 Train C	11669	124	23930	245

*1 2013/10～2014/3

*2 2014/4～2015/3

本施設の年間計画処理量は84388 tであったが、ごみ搬入量が計画よりも大幅に減少したため、2014年度における実績処理量は70026 tとなっている。

図1に運営開始からの1.5年間のごみ処理量の推移を示す。施設の操業実績としては、共通系整備のために全炉停止した5日間を除き、全ての日において継続的にごみの焼却が行われている。施設としては3炉構成であるが、

* 荏原環境プラント(株)

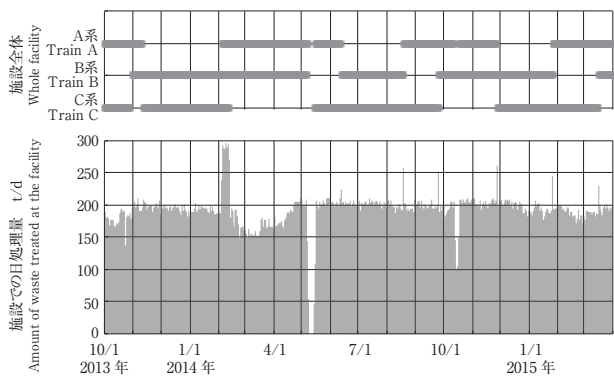


図1 運営開始からのごみ処理量 (2013年10月～2015年3月)
 Fig. 1 Amount of waste treated at the facility since start of operation (Oct. 2013 to Mar. 2015)

ごみ処理量の関係上、年間通してほぼ2炉運転の運営を行っている。

2-2 電力量

図2に発電端効率及び送電端効率の推移を、表2に電力関連データの年間平均実績を示す。

2炉運転での操業による発電量は、所内消費動力を大きく上回ることから、常に送電を行い、全炉停止時以外には電力会社からの電力購入はしていない。

竣工直後の1箇月と負荷調整運転を行った2014年2～3月を除けば、発電量送電量ともに安定した運転ができており、2014年度の1年間においては発電電力量のごみ質量当たり原単位は504 kWh/t、送電電力量は355 kWh/t、発電端効率・送電端効率はそれぞれ19.8%、14.0%を達成し、通年での高効率発電・送電ができた。今後は、夏季を除く時期のタービン排気圧力の低下等を実施することで更に高効率の運転を実証していく予定である。また

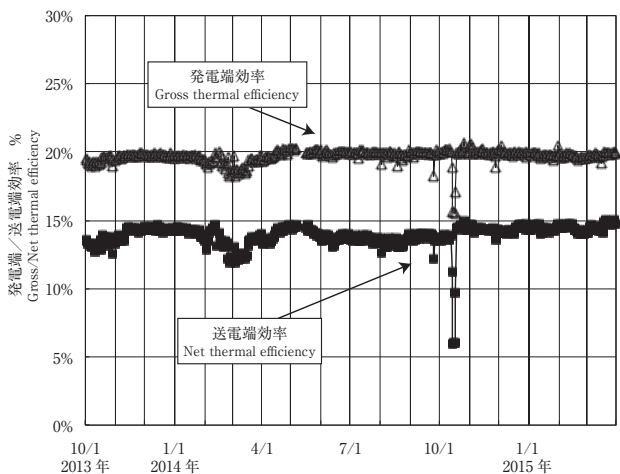


図2 発電端効率及び送電端効率の推移 (日平均)
 Fig. 2 Trend in gross thermal efficiency and net thermal efficiency (daily average)

表2 電力関係年間実績

Table 2 Annual power-related performance

	2013年度 FY2013		2014年度 FY2014	
	MWh	kWh/t-ごみ kWh/t of waste	MWh	kWh/t-ごみ kWh/t of waste
受電電力量 Power from grid	0	0	87	1
太陽光・非常用発電 Photovoltaic/ emergency power	2	0	3	0
発電電力量 Generated power	17376	508	35305	504
所内電力量 Plant consumption	5093	149	10523	150
送電電力量 Transmitted power	12286	359	24872	355
発電端効率 Gross thermal efficiency	19.4%		19.8%	
送電端効率 Net thermal efficiency	13.7%		14.0%	
ごみ発熱量 Amount of heat generated from waste	9417 kJ/kg		9149 kJ/kg	
外気温 Ambient temperature	11.7 °C		17.1 °C	

消費電力量は150 kWh/tであり、今後ごみ処理負荷の季節変動の均一化や無駄な電力の削減等を行うことで更に減少させるべく取り組むところである。

2-3 残渣等搬出量及び薬品使用量

残渣等搬出量及び薬品使用量の実績を表3に示す。本施設では不燃物・飛灰は外部の資源化業者に輸送し、溶融処理後、全量資源化を実施している。また鉄・アルミについても有価取引を行っており、竣工から1.5箇年が

表3 搬出量・薬品使用量 年間実績値

Table 3 Annual material output and chemical use amount

		2013年度 FY2013		2014年度 FY2014	
		t	kg/t-ごみ kg/t of waste	t	kg/t-ごみ kg/t of waste
搬出量* Material output	不燃物 Incombustibles	922	26.9	1998	28.5
	飛灰(加湿後) Fly ash (humidified)	2248	65.7	4611	65.8
	鉄 Iron	124	3.6	216	3.1
	アルミ Aluminum	7	0.2	14	0.2
薬品使用量 Chemical use amount	消石灰(脱塩用) Lime hydrate (for desalination)	57	1.7	117	1.7
	アンモニア(脱硝用) Ammonia (for denitration)	60	1.8	106	1.5

*搬出量は施設内にて計量した値
 The material output amount was measured at site

経過した現在も埋立処分量ゼロを継続・実践している。

また薬品については、消石灰使用量はごみ質量当たり原単位で1.7 kg/tであり、比較的少量で排ガスHCl: 50 ppm以下を維持できている。

今後は運転手法の検討や調整によって更に原単位を減少させるべく取り組むこととしている。

3. 発電量, 送電量管理について²⁾

3-1 背景と目的

本施設では、発電電力で場内消費をまかなった上で余剰分を新電力事業者（特定規模電気事業者：PPS）に売電している。

電気事業法によって、各々の新電力事業者に対しては、需要家へ安定した電力を供給するため30分ごとに電力の需要量と供給量を極力一致させることが求められている（30分同時同量制度）。現行制度では、需要量と供給量の誤差（インバランス）が±3%を上回った場合に、一般電気事業者による周波数調整が必要となることを勧告し、インバランス損失と呼ばれるペナルティを一般電気事業者に対する託送料金に上乗せして支払う必要が生じる。このため新電力事業者にとっては、計画どおりの送電量を安定して達成でき、さらには刻々と変化する電力需要に対しても高い負荷追随性を有する発電所からの電力ほど、需要家への電力販売における価格競争力を高める上で魅力的であることになる。

一般廃棄物処理施設において、廃棄物発電を実施している施設は多数あるが、発電量や送電量を積極的にコントロールするには至っていない。流動床焼却炉は、炉内での燃焼反応の時定数が小さく応答性が良いため、ボイラ蒸発量をコントロールすることが容易である。よって、発電量・送電量の一定制御を実現することが技術的に容易である。本施設では、流動床焼却炉の特徴を生かし、安定したごみの処理を行いつつ、発電出力の変動を極力抑えたグリーン電力発電所としての機能を最大限に発揮できる施設運用の取組を実践している。

3-2 発電量, 送電量制御の概要

発電量・送電量を制御する場合には、制御対象の変化量に応じてボイラ蒸発量を調整する必要があるため、ボイラ蒸発量の制御性、追従性が要求されるが、流動床焼却炉は前述のとおり負荷応答性に優れているため、図3に示すようにボイラ蒸発量を一定に制御することは容易である。

本施設では図4に示す制御ロジックに基づき、発電量及び送電量制御による運転を実施した。

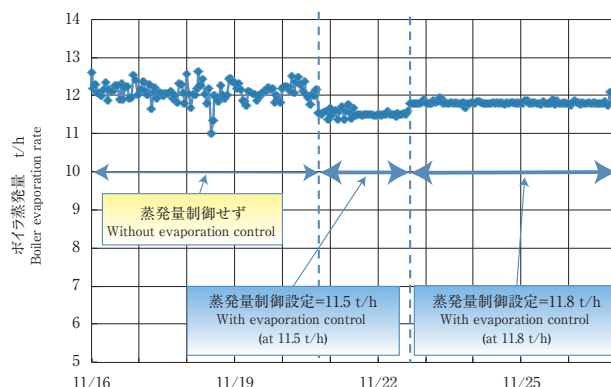


図3 ボイラ蒸発量制御時の蒸発量トレンド（2013年11月）
Fig. 3 Trends in boiler evaporation rate during evaporation control

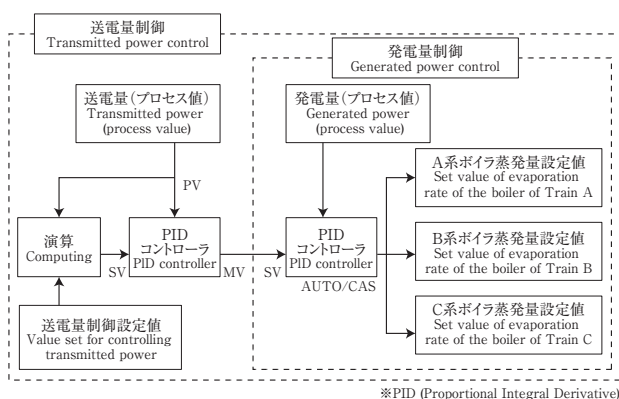


図4 発電量/送電量制御ロジック
Fig. 4 Logic for controlling generated/transmitted power

(1) 発電量制御

発電量制御モードでの運転時には、発電量の設定値とプロセス値の偏差に基づくPID制御で、所望の発電量が得られるように各ボイラの蒸発量設定値を調節している。つまりボイラ蒸発量設定値は発電量制御PIDの出力に応じて上下し、ボイラ蒸発量をコントロールするカスケード制御を行っている。

(2) 送電量制御

送電量制御モードにおいては、30分同時同量制御を鑑みた上で送電量の設定値とプロセス値の演算を行うことで、瞬時の送電量設定値を決定（現在までの送電量から30分間の送電量を予測し、設定送電量との偏差に応じた送電量設定を演算させる）し、PID制御で発電量制御設定値を決定する。つまり、送電量制御モードでは発電量制御において、その設定値が現在の送電量を踏まえて変化するカスケード制御となる。

なお、発電量を設定値に合わせるためにタービンバイパス装置で蒸気量を調整することはしていない。

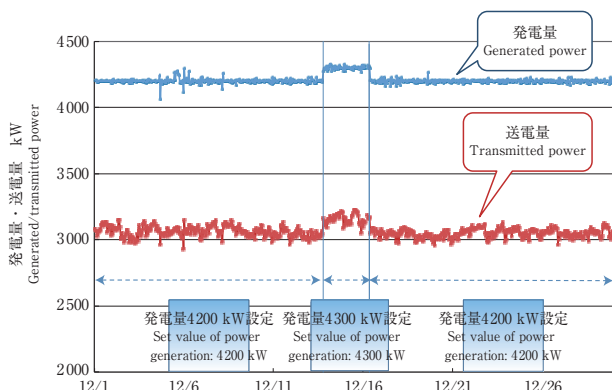


図5 発電量制御時の発電電力・送電電力トレンド (2013年12月)
Fig. 5 Trends in generated power and transmitted power during power generation control (December 2013)

3-3 発電量, 送電量制御による運転状況

(1) 発電量制御の運転結果

図5に発電量制御モードでの発電量, 送電量トレンド(1時間平均値)を示す。発電量設定は4200 kWを基本として短期的に4300 kWと設定を変更したが, 設定変更にも十分追従し安定した制御ができていることが分かる。

(2) 送電量制御の運転結果

送電量制御モードでの運転時は所内動力の変化に伴い発電量の設定を変えていくことになる。つまり所内における動力の大きな機器(例えばごみクレーンやごみ破碎機など)の稼働状況や, 外気温変化による機器の動力変化に応じて発電量を制御し追従させる必要がある。

新電力事業者においては, 一般に複数の発電所から電力調達することによって発電所ごとの送電出力変動が平準化されるため, また実際には需要量と供給量の差分によってインバランスの判定がなされるため, 個々の発電所において必ずしも送電出力変動を±3%以内に抑制する必要はないが, ここでは送電量の設定値に対する誤差, すなわち送電量の設定値(需要量に相当)と実績値(供給量に相当)の差分比率の目標範囲を±3%以内と設定して送電量制御モードによる運転を行った。

図6に発電量制御モード及び送電量制御モードでの運転時の発電量, 送電量トレンド(1時間平均値)を示す。所内動力は最大でも±150 kW程度の振れ幅があるが, 送電量制御モードの際にはこの所内動力の変動を吸収するため発電量が変化しており, 送電量は安定的に設定値である2800 kWを保持している。

また, この期間の30分間(00分～30分, 30分～00分)のデータから送電量の設定値と実績値の差分比率を求め, ヒストグラム化したものを図7に示す。送電量制御を行った結果, 約94%の頻度で差分比率が±3%以内に

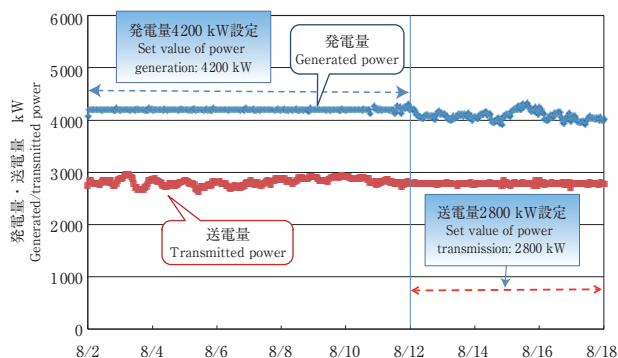


図6 送電量制御時の発電電力・送電電力トレンド (2014年8月)
Fig. 6 Trends in generated power and transmitted power during power transmission control (August 2014)

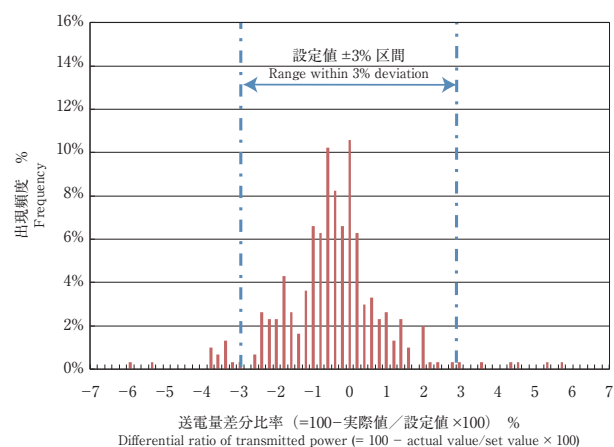


図7 送電量制御時送電量差分比率 ヒストグラム
Fig. 7 Histogram showing differential ratio of transmitted power during power transmission control

入ることを確認した。今後制御ロジックの見直しも含めて改善を進めていく予定である。

4. 運営事業評価委員会の設立による第三者評価

本施設の運営に関する新しい取組として, 特定目的会社(株)ひらつかEサービス)が行う事業運営の透明性・客観性の確保を目的に, 当社は第三者で構成される平成25年度平塚市環境事業センター運営事業評価委員会を設立した。本委員会において, 施設運営状況, 特定目的会社の経営状況及び民間企業による焼却残渣の資源化状況の健全性・確実性に対して良好な評価を受けており³⁾, 今後も本活動を継続していく。

5. まとめ

平塚市環境事業センターにおける施設運営の取組と, 竣工後1.5年間の安定した高効率ごみ発電施設の稼働実績について紹介した。今後長期にわたる包括的な事業であり, 関係者が連携を密にし, より安全で, 安定した,

効率的な施設運営を継続できるように努めていく所存である。

最後に、本施設の建設・運営に当たり多大なる御指導・御協力を頂いた平塚市をはじめとする関係各位に深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 岡本有弘, 長洋光, 最新型の流動床式高効率ごみ発電施設「平塚市環境事業センター」の運転状況について～第2報～, 第36回全国都市清掃研究・事例発表会 (2015年1月).
- 2) 岡本有弘, 安倍真也, 次世代型流動床式高効率ごみ発電施設技術について～平塚市「環境事業センター」の運転状況報告～, 日本機械学会第24回環境工学総合シンポジウム2014 (2014年11月).
- 3) 株式会社ひらつかEサービスホームページ運転事業評価結果 (<http://www.hes.ebara.com/hyouka.html>)

