

## 既設流動床焼却施設の基幹的設備改良工事 —水噴霧式排ガス冷却施設の事例—

成田 敬治\* 吉川 純弘\*  
石川 龍一\* 山口 繁\*

### Improvement Work for Existing Fluidized-Bed MSW Incineration Plants — Examples of Such Plants with Water Spraying Exhaust Gas Cooling Systems —

by Takaharu NARITA, Sumihiro YOSHIKAWA, Ryuichi ISHIKAWA, & Shigeru YAMAGUCHI

Improvement work, which aims to prolong the life of the facilities while improving their functions, is being carried out at existing MSW incineration plants. The improvement of functions is for reducing CO<sub>2</sub> emissions as a measure to prevent global warming. For this purpose, there are improvements with heat use and the reduction of energy consumption at the plants. The fluidized-bed incinerator is equipped with features to slash power consumption, based on the results of the fluidized-bed gasification and ash melting system. It is now being reported that the improvement work was carried out at the fluidized-bed incineration plants with a water spraying exhaust gas cooling system, with which the improvement of heat use is difficult, and achieved a 20~30% reduction in plant power consumption.

**Keywords:** Fluidized-bed, Incinerator, Improvement, Life extension, Green-house effect, CO<sub>2</sub> emission, Municipal Solid Waste (MSW)

#### 1. はじめに

一般ごみの焼却施設においては、既存の施設を長期間有効に活用するストックマネジメントの取り組みが環境省主導で進められており、既設焼却施設のCO<sub>2</sub>排出量を3%以上削減する場合には関連装置の改造費用の1/3、削減率が20%以上の場合には関連装置改造費用の1/2に対して循環型社会形成推進交付金が交付される。

この施策のもとで、既存の焼却施設では、主要設備の更新時期に合わせた延命化工事において、CO<sub>2</sub>排出量を削減する工事を併せて実施する基幹的設備改良工事が行われている。

ボイラ・タービン発電機付の流動床焼却施設における基幹的設備改良工事例については既に報告<sup>1)</sup>した。ここでは、既設流動床焼却施設のうち、発電設備をもたない水噴霧式排ガス冷却施設の基幹的設備改良工事の事例について紹介する。

#### 2. 基幹的設備改良工事のメニュー

図1に基幹的設備改良工事におけるCO<sub>2</sub>削減のメニューを示す。

CO<sub>2</sub>削減の方策としては、エネルギー回収対策と省エネルギー対策とがある。発電設備を有する場合にはエネルギー回収の増強余地が大きいが、水噴霧式排ガス冷却施設の場合には省エネルギー対策が有効である。

焼却施設においては通風系の動力が全体の消費動力に占める割合が大きい。流動床焼却施設では、燃焼用の空気供給は、流動床の流動化空気及びブリーボード（焼却炉の流動床の上部空間）への二次空気があり、排ガス処理の後段に誘引送風機を設置して焼却炉から排ガス処理に至る系内を負圧に保つ平衡通風が行われている。

流動化空気は流動層における圧力損失をまかなう吐出し圧を必要とするため、消費動力が大きい。

また、流動床焼却炉では、ごみと流動層との熱交換が短時間で行われるため、焼却炉に供給されるごみの質や量の変動に応じて、ごみの乾燥による水蒸気や熱分解による可燃ガスの発生量が変動しやすい。このため、燃焼に必要な酸素（空気）の供給が不足しないように燃焼用

\* 荏原環境プラント(株)

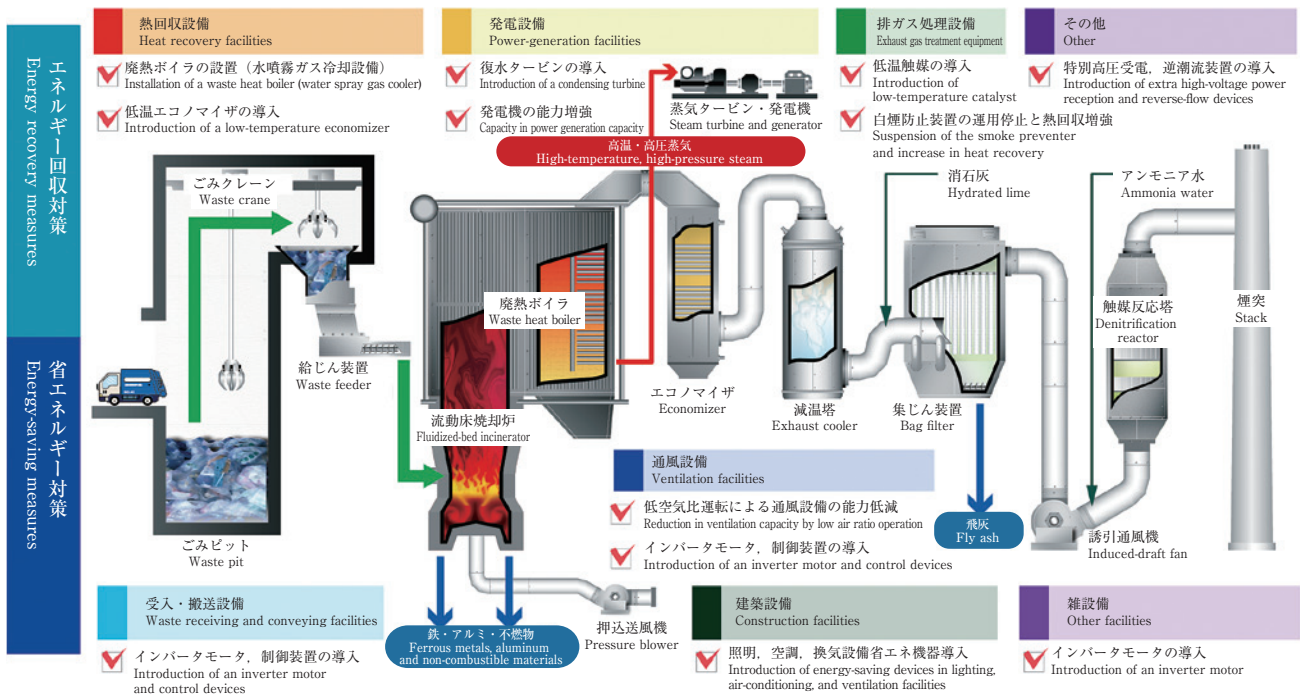


図1 基幹的設備改良工事におけるCO<sub>2</sub>削減メニュー

Fig. 1 Decreasing CO<sub>2</sub> emissions from an MSW incineration plant

の二次空気を多めに供給して完全燃焼の促進を図る。このため、二次送風機や誘引送風機の消費動力も大きくなりがちであった。

特に、ほとんどの既設流動床焼却施設では、従来流動床炉の欠点とされていたごみの破砕前処理を不要とし、無破砕でも焼却処理が可能な炉として開発された巡回流式流動床炉が採用されている。しかし、無破砕で供給されるごみの質や量は変動が大きい。したがって、供給されるごみの質や量の変動下で、可燃ガスの発生をいかに安定させるかが空気比低減の限界を決めるため、基幹的設備改良工事において特に重要な検討項目となる。

水噴霧式排ガス冷却施設の基幹的設備改良工事では、省エネルギー対策が主体となり、そのメニューは次のとおりである。

(1) 流動化空気量の削減

散気面積縮小、単位散気面積当たり空気量削減

(2) 炉床温度の低温化

(3) 通風機器へのインバータモータの導入

(1) は、ごみ処理量に対する流動空気供給量を大幅に削減することによって、流動化に要する消費動力を削減するものである。

既設の流動床焼却炉では、炉床単位面積・単位時間当たりのごみ処理量（炉床負荷）は450 kg/(m<sup>2</sup>・h)で計画さ

れ、ごみ処理量に対する流動化空気量が比較的多く、燃え殻に含まれる未燃分をなくすために流動床中で積極的にごみを燃焼させ、ごみの燃焼熱によって炉床温度を容易に維持できるようにしていた。

一方、流動床ガス化溶融炉では、炉床負荷を1000 kg/(m<sup>2</sup>・h)程度にまで増加させ、また、ごみ処理量に対する流動空気量を大幅に減少させている。流動床中ではごみの熱分解を行わせて多量の可燃ガスを発生させ、後段の溶融炉でこの可燃ガスを低空気比で燃焼させて高温を得るようにしている。流動床中での燃焼は炉床温度維持に必要な量だけ行われる。この場合にも、燃え殻には未燃分はほとんど含まれない。

すなわち、ガス化溶融炉では、低空気比高温燃焼を行わせるために、ごみ処理量に対する流動化空気量を従来の流動床焼却炉の1/2以下にしている。

このガス化溶融炉における実績を適用して、既設流動床焼却炉における流動化空気量の削減ができる。

基幹的設備改良工事においては、流動化空気量を削減しても流動化を適正に維持させるために、炉床散気ノズルのうち壁際から複数列のノズルを閉止し、閉止ノズル上方の炉床を固定層として散気面積を縮小している。

また、従来は炉床単位面積当たりの流動化空気量は700～1000 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>・h)程度として活発な流動を行わせる

とともに流動床内での燃焼割合を高めていた。しかしながら、2000年前後に実施されたダイオキシン類削減のための排ガス高度処理において、完全燃焼を促進するために、炉床温度を600℃程度に低温化するとともに、流動化空気量を500～700 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)程度に減らして、流動床中の熱反応を抑制して緩慢に行わせ、水分蒸発量や可燃ガスの発生量を安定化させ、フリーボードで二次空気を不足することのないように供給して完全燃焼を行わせる運用が行われてきた。

当社の巡回流式流動床炉では、炉底から炉床に供給する流動化空気量を、炉床中央部で少なく、炉床の両側縁部で多くして、流動床内に流動媒体が循環する巡回流を形成させている。基幹的設備改良工事においては、次の(3)に記すように、それぞれの部位に対応させて個別にルーツブロワを設け、巡回流の形成と、炉床各部の温度維持に必要な量の流動化空気を供給させている。

(2)は、炉床温度を低温化して、炉床における熱反応を緩慢化させることによって、流動床炉に供給されるごみの質や量の変動しても可燃ガスの発生量を安定させて、低空気比であっても完全燃焼が促進できるようにして、排ガスを減少させ誘引送風機の消費動力を削減するものである。

従来は、炉床温度を600℃以上として流動床中で燃焼を促進させていた。特に、毎日立ち上げを行う準連続式の焼却施設においては、炉床温度を600℃以上として、翌朝の立ち上げ時の燃料消費量を削減する運用が行われていた。

一方、流動床ガス化熔融炉では、炉床温度を550℃程度まで低温化して、流動床中でごみの乾燥・熱分解及び部分燃焼を緩やかに行わせることによって、熱分解ガスを安定して発生させ、後段の熔融炉で低空気比高温燃焼を行わせている。この流動床ガス化熔融炉の運用実績を基幹的設備改良工事に取り込んでいる。

(3)は、流動化空気供給用の送風機を流動層の領域ごとにインバータモータによって駆動されるルーツブロワを設置して、流量調節弁(ダンパ)を設けずにルーツブロワの回転速度を制御して流量を調節する。流動化空気の供給にルーツブロワを使用することによって、立ち上げ時に必要な流動化空気量を確保するとともに、定常運転時はブロワの回転速度を調節して必要最小量の流動化空気を供給し、消費動力を最小化する。さらに炉内圧力の調節も、誘引送風機にインバータモータを使用して、流量調節用ダンパと誘引送風機の回転速度とを組み合わせて制御し、誘引送風機の動力も削減する。

### 3. 改良事例

#### 3-1 A施設改良工事(大規模施設)

A施設は1炉の処理能力は24時間換算で150 t/24 hの大規模な水噴霧式排ガス冷却方式の施設である。設備仕様の概要は、次のとおりである。

施設規模：100 t/16 h × 2系列

排ガス冷却方式：水噴霧式

給じん方式：破袋給じん式(無破碎式)

改良工事の主要な項目は以下のとおりである。

①散気面積の縮小：14 m<sup>2</sup>から10.8 m<sup>2</sup>に縮小

炉床散気ノズル26列のうちごみ供給側の壁から1列、反ごみ供給側壁から5列の計6列を閉止した。

②単位散気面積当たり流動化空気量：約600 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)

③炉床温度：約600℃

④押込み用送風機の変更

改良前：ターボファン

13300 m<sup>3</sup>/h × 26.5 kPa × 170 kW × 1台

改良後：ルーツブロワ

3300 m<sup>3</sup>/h × 25.5 kPa × 45 kW × 3台

#### 3-2 B施設改良工事(小規模施設)

B施設は1炉の処理能力が24時間換算で約41 t/24 hの小規模な水噴霧式排ガス冷却方式の施設である。設備仕様の概要は、次のとおりである。

施設規模：27.5 t/16 h × 2系列

排ガス冷却方式：水噴霧式

給じん方式：破袋給じん式(無破碎式)

改良工事の主要な項目は以下のとおりである。

①散気面積の縮小：3.36 m<sup>2</sup>から2.6 m<sup>2</sup>に縮小

炉床散気ノズル10列のうち両壁から1列、合計2列を閉止した。

②単位散気面積当たり流動化空気量：約600 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)

③炉床温度：約560℃

④押込み用送風機の変更

改良前：ターボファン

3700 m<sup>3</sup>/h × 26.4 kPa × 50 kW × 1台

改良後：ルーツブロワ

1200 m<sup>3</sup>/h × 31.4 kPa × 18.5 kW × 2台

750 m<sup>3</sup>/h × 24.7 kPa × 11 kW × 1台

#### 3-3 改良後の運転状況

A及びB施設の改良工事後の運転状況について、炉内温度、排ガスCO濃度及び排ガス酸素濃度の2時間のトレンドデータを図2に示す。A施設では処理規模が大きいため、炉床温度が600℃、酸素濃度が10%程度でもCOの

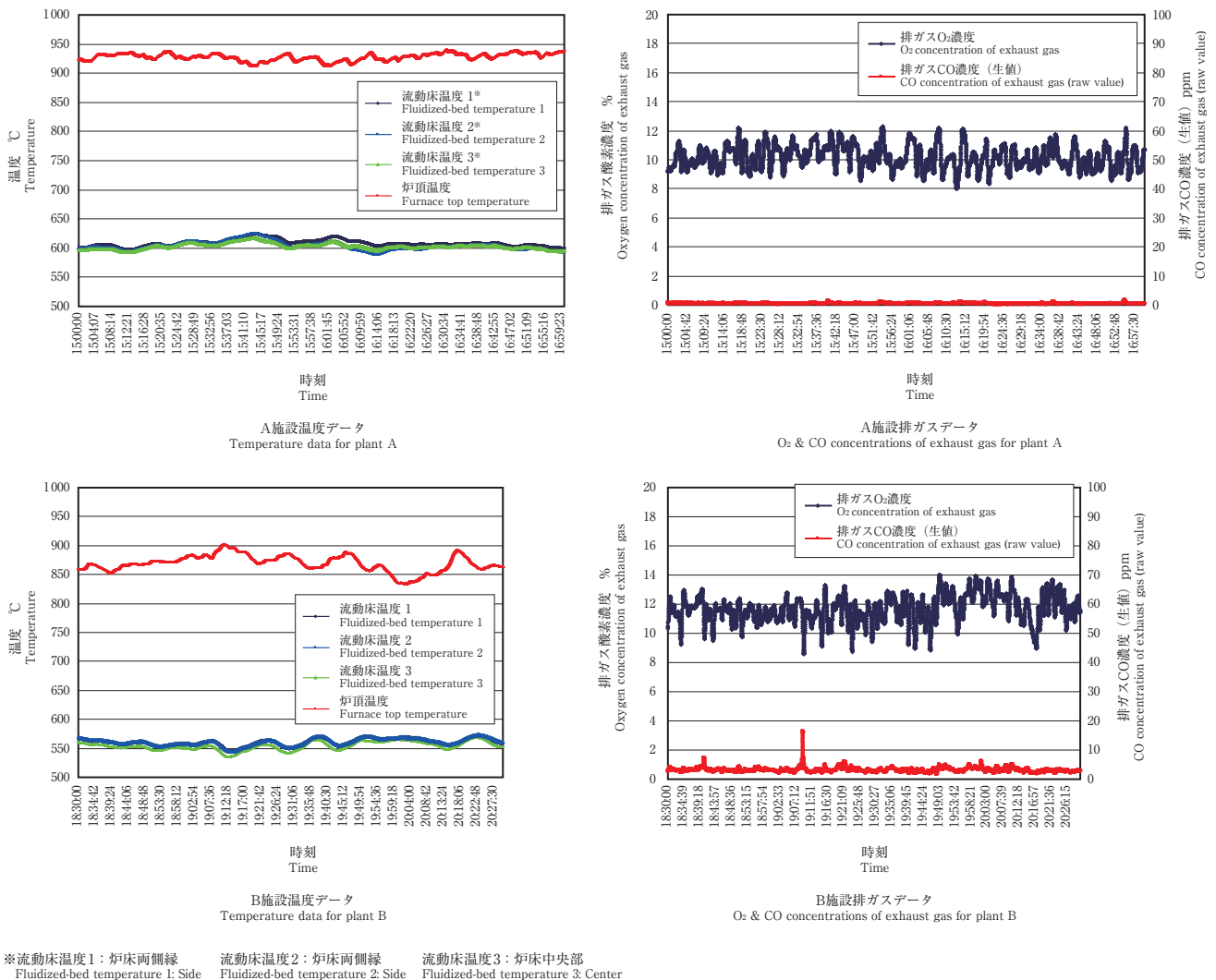


図2 改良工事後のトレンドデータ  
Fig. 2 Trend data after improvement work

発生はほとんど見られなかった。一方、B施設では処理規模が小さいため、炉床温度を560℃程度に下げ、酸素濃度も12%程度とすることによってCOピークの発生を抑制できた。

炉頂温度は、排ガス酸素濃度の低いA施設では930℃程度を維持できたが、B施設では870℃程度とやや低目に推移した。

酸素消費量は燃焼量の指標となるが、上記条件における酸素消費量の振れ幅は、A施設では平均酸素消費量の約5/7程度であった、処理規模がA施設の約1/3のB施設では振れ幅が平均酸素消費量の約5/4倍であった。

すなわち、無破碎でごみを処理している既設炉においては、処理規模が小さくてもごみ供給量の変動は小さくならない。このため、処理規模が小さくなるほど平

均的な酸素消費量に対する変動幅の割合が増大する。したがって、処理規模の小さな施設でCO濃度の発生を抑制するためには、炉床温度をより低温化して炉床での反応をより緩慢にし燃焼量の変動に酸素供給量を適切に追従させるとともに、空気過剰率を高く設定して燃焼に必要な酸素供給量に対して余裕をもたせた酸素供給を行う必要がある。

A施設及びB施設の基幹的設備改良工事前後のプラント消費電力量の推移を表に示す。

A施設は2炉構成であるが、通常の運転パターンである1炉の準連続運転における立ち上げ・立ち下げを含むプラントの消費電力量は改良工事によって約20%削減し104 kWh/ごみtにまで低減できた。

処理規模の小さなB施設では、同様に立ち上げ・立ち

表 改良工事前後のプラントの消費電力量

Table Plant's power consumption before/after improvement work

	単位 Unit	A施設 Plant A	B施設 Plant B
		1 炉運転 1 Incinerator operated	2 炉運転 2 Incinerators operated
改良工事前 Before	kWh/ごみ t kWh/ Waste t	134	204
改良工事後 After	kWh/ごみ t kWh/ Waste t	104	140

下げを含む2炉連続運転時のプラントの消費電力量を約30%削減し、140 kWh/ごみtにまで低減できた。

### 3-4 改良工事まとめ

既設水噴霧式排ガス冷却施設において省エネ対策として流動化空気量の削減を含む基幹的設備改良工事を実施した。既設炉では、ごみは無破砕で焼却処理されているが、炉床温度の低温化と流動化空気量の低減によって流動床内の熱反応が緩慢化し、COピークの発生を抑制した運転が行われた。処理規模が150 t/24 hの場合には炉床温度が約600℃でCOピークの発生は見られなかった。また処理規模が約41 t/24 hと小さい場合には、炉床温度を約560℃にまで低下させることによって、COピークの

発生を抑制することができた。基幹的設備改良工事によるプラントの消費電力量の削減率は20～30%であった。

## 4. おわりに

既設流動床焼却炉においては2000年前後にダイオキシン類対策の高度排ガス処理の改良工事が行われ、2010年頃から延命化工事が行われている。基幹的設備改良工事は、施設の機能回復とともに延命化工事の後、長期間使用される施設のCO<sub>2</sub>排出量を削減するものである。

無破砕式で水噴霧式ガス冷却方式の既設流動床焼却炉において、省エネ対策を徹底することによってプラントの消費電力量を大幅に削減するとともに、処理規模に応じて必要な対処方法も確認することができた。

今後とも既設炉の延命化と同時に温暖化防止機能の強化に継続的に対応する所存である。

最後に基幹的設備改良工事の実施に当たり、多大な御指導、御協力を戴いた自治体の関係各位に深く感謝の意を表する。

## 参考文献

- 1) 橋本恭二, 柴田巧, 齊藤寛, 早野努: 厚木市環境センターにおける基幹的設備改良工事, エバラ時報No.241, 30-34(2013.10).