

相模原市南清掃工場の安定した操業状況

The Stable Operation Results of Minami Waste to Energy & Recovery Plant



小松原裕介*
Yusuke Komatsubara



道場研二*
Kenji Michiba



山形成生*
Naruo Yamagata
技術士（衛生工学部門）



小武海陽**
Yoh Kobukai

当社は2010年3月、国内最大規模の流動床式ガス化溶融炉を有する相模原市南清掃工場（以下、南清掃工場と記す）を納入した。竣工以来、搬入される様々なごみに対しての安定的な処理を継続している。南清掃工場では積極的なマテリアルリサイクル・サーマルリサイクルに加え、相模原市北清掃工場のストーカ焼却灰（以下、他所灰と記す）の混合処理による最終処分場の延命化を推進しており、当社の流動床式ガス化溶融炉が循環型社会の形成に対して優れた技術であることが証明できた。

The Sagami-hara City Minami Waste to Energy & Recovery Plant, which is the largest Fluidized-bed Gasification and Melting plant in Japan, was completed in March 2010 and continues stable operation for more than 6 years. This Sagami-hara plant positively contributes to material recycling, thermal recycling and landfill life extension to treat the bottom ash taken from the other plant. The Kobelco's Gasification and Melting technology verifies high performance to create Sound and Sustainable society.

Key Words :

ごみ発電
流動床式ガス化溶融炉
マテリアルリサイクル
サーマルリサイクル
最終処分場

Waste to Energy
Fluidized Bed Gasification and Melting Furnace
Material recycling
Thermal recycling
Landfill

【セールスポイント】

- ・2010年3月に525 t/d という国内最大規模のガス化溶融施設を納入し、安定的な操業を継続している。
- ・当社の流動床式ガス化溶融炉は主に次の3点で循環型社会の形成に貢献している。①鉄やアルミの未酸化での回収やスラグの有効利用によるマテリアルリサイクル、②高効率発電や温水の供給によるサーマルリサイクル、③他工場のストーカ主灰（他所灰）の混合処理による最終処分場の延命化。

まえがき

1963年に日本で初めて全連続式の廃棄物焼却処理施設が竣工してから現在に至るまで、日本国内における一般廃棄物の中間処理方法はストーカ炉による焼却処理が主流であった。しかしながら1990年代の

初めに廃棄物焼却処理施設から排出されるダイオキシン類が問題となり、ダイオキシン類を抑制できる施設を建設することが社会的急務となった。また最終処分場が徐々に逼迫してきたこと、最終処分場に搬送した灰から重金属が溶出する等の問題が契機と

なり、1990年代後半にガス化溶融炉が注目され始めた。¹⁾

ガス化溶融炉は大きく分けて2つのプロセスで構成される。1つ目のプロセスは「ガス化プロセス」であり、ごみを還元雰囲気加熱し可燃性のガスに分解する。2つ目のプロセスは「溶融プロセス」であり、可燃性の熱分解ガスを一気に燃焼させることで高温雰囲気形成し灰を溶融する。高温雰囲気は1200℃以上に達するため、排ガスおよび飛灰に含まれるダイオキシン類を大幅に低減することができる。また灰を溶融し、再資源化されたスラグを有効活用することで、最終処分場の延命化につながる。

ガス化の方式はいくつかあり、当社では流動床式を採用している。流動床式ガス化炉は流動する約600℃の砂の中でごみを瞬時にガス化する。よって地震などの緊急時においてもごみの供給を停止するだけで速やかに炉を停止することができる安全性に優れたシステムである。またガス化炉内は約600℃の還元雰囲気であるため、ごみに紛れて炉に投入された鉄やアルミなどの有価資源は溶融、酸化されることなく炉から排出される。よって回収された鉄やアルミは容易に再利用することができるマテリアルリサイクル性に優れたシステムである。さらに、上述のとおりガス化炉で生成した熱分解ガスのエネルギーを利用して溶融するため、現状の一般廃棄物の熱量では溶融用外部燃料が不要、つまり自己熱溶融が可能である。このように流動床式ガス化溶融炉は様々な利点を有している。

当社は2010年3月、国内最大規模のガス化溶融炉を有する南清掃工場を納入した。本報告では竣工以来の操業状況、および安定操業に向けた設備改善の事例について報告する。

1. 施設の概要

南清掃工場の施設仕様について表1に示す。また、写真1に外観を、図1にフローを示す。

ごみ投入ステージから投入されたごみは一時的にごみピットに貯留される。貯留されているごみは随時ごみクレーンにて投入ホップへ投入され、破碎機で破碎された後、流動床式ガス化炉に定量供給される。

ガス化炉に供給されたごみは約600℃の砂の中で可燃性のガスに熱分解される。ガス化炉で生成された熱分解ガスは溶融炉にて一気に燃焼され、高温雰囲気を形成する。溶融炉内の最高温度は1200℃以上に達し、排ガスに含まれる灰は溶融され、スラグとして再資源化される。当社の流動床式ガス化溶融

炉はごみが本来持っているエネルギーを利用し、ガス化から溶融を一貫したプロセスで行っている。すなわちごみがある程度の発熱量を有している場合はガス化・溶融過程で助燃料を必要とせず、化石燃料の使用量、およびCO₂排出量を抑制することができる。

溶融炉を出た排ガスは、廃熱ボイラ、エコノマイザにて熱回収される。その後、減温塔にて約160℃まで冷却され、バグフィルタ、湿式洗煙塔、脱硝反応塔にて排ガスに含まれる有害物質が基準値以下になるよう処理した上で煙突から排出される。南清掃工場における排ガスの公害防止基準値を表2に示す。

表1 施設仕様

施設名称	相模原市南清掃工場
竣工	2010年3月
炉型式	流動床式ガス化溶融炉
施設規模	525 t/d (175 t/24 h × 3 炉)
排ガス処理	バグフィルタ、湿式洗煙塔、脱硝反応塔
蒸気条件	4 MPa × 400℃
発電設備	2 段抽気復水式タービン
発電容量	10 000 kW

表2 公害防止基準値

ばいじん	0.005 g/m ³ N
塩化水素	10 ppm
硫黄酸化物	10 ppm
窒素酸化物	30 ppm
一酸化炭素	30 ppm (4 時間平均値)
ダイオキシン類	0.05 ng-TEQ/m ³ N



写真1 相模原市南工場の外観

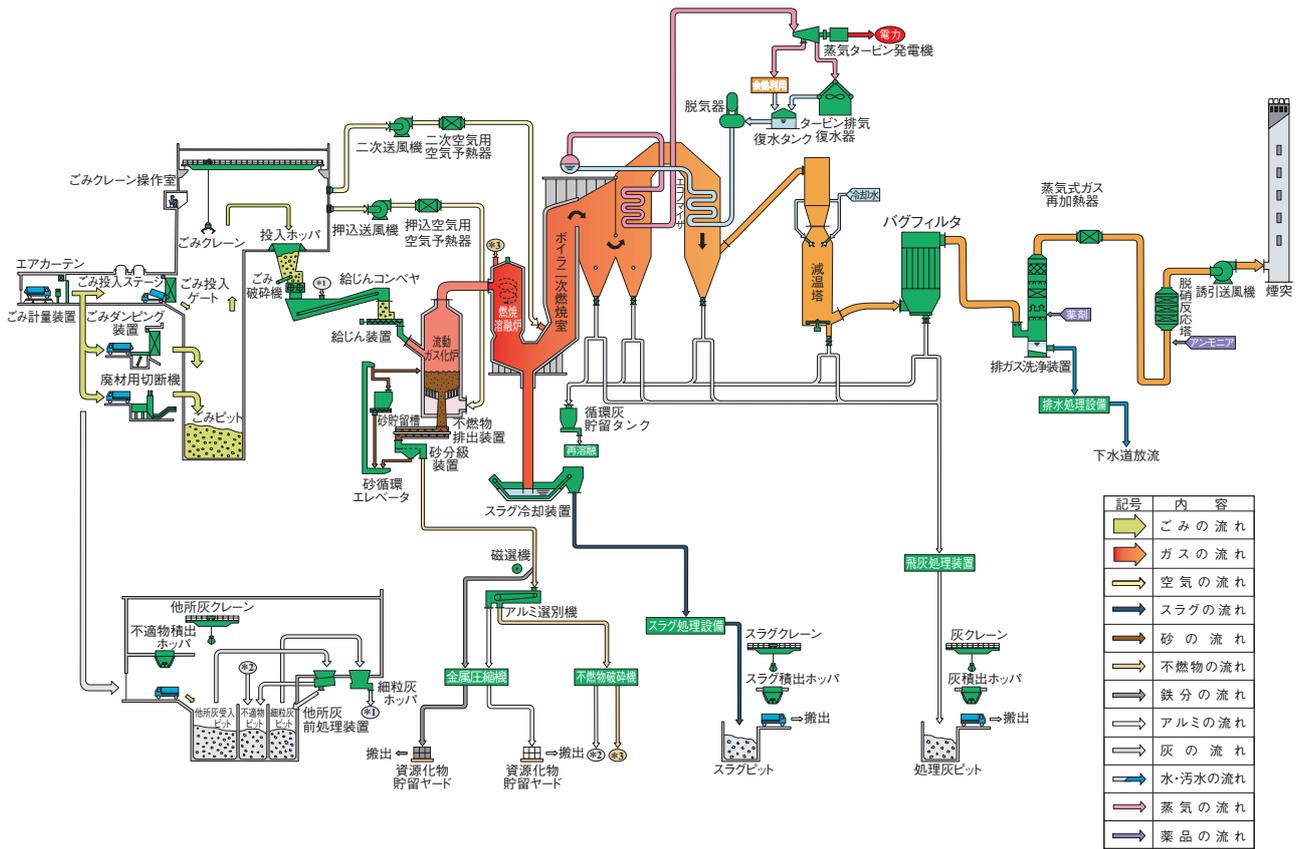


図1 相模原市南清掃工場のフロー

2. 相模原市南清掃工場の特長

2.1 安定した操業状況

図2に竣工から2015年度までのごみ焼却量の計画値と実績を示す。図2に示すごみ焼却量は搬入されたごみに加え、相模原市北清掃工場より搬入されたストーカ焼却灰から処理不適物を取除いた細粒灰を合計した値を示している。ごみの焼却量は年々増加し、2015年度では年間約120 000 tのごみを焼却処理した。

2.2 マテリアルリサイクル

相模原市は2008年に一般廃棄物処理基本計画を策定し、その基本理念として資源循環社会の形成を掲げている。南清掃工場もその基本理念に則り、マテリアルリサイクル、サーマルリサイクルを推進している。

当社の流動床式ガス化炉はごみに含まれる鉄やアルミを、熔融せず未酸化の状態で回収することができる。南清掃工場では鉄とアルミを回収・分別した後、金属圧縮機で成型し、鉄、アルミをそれぞれ全量売却している。

また、再資源化したスラグに対して2011年1月27日にJIS認証（JIS A 5023一般廃棄物、下水汚泥又

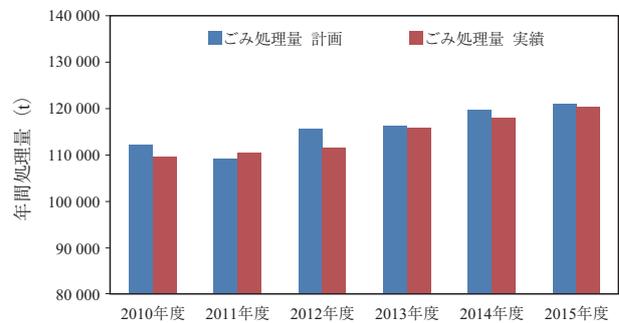


図2 ごみ処理量の推移 (計画値と実績)

はそれらの焼却灰を溶融固化した道路用溶融スラグ)を取得し、以降JIS認証を継続している。

JIS認証を継続するためにはスラグの品質を良質かつ安定的に保つ必要がある。南清掃工場ではスラグの品質維持のために、スラグを冷却する水砕水の管理、溶融状態の管理、そして後述するごみの受入れ時の検査を厳重に行っている。

南清掃工場で生産したスラグは月毎にロット管理している。これまで実施した検査全てにおいてJISで規定されている品質基準を全項目満足している。

図3に2015年度における鉛の含有量を示す。鉛の含有量の規制値が150 mg/kgであるのに対し、年間通じて約40 mg/kgと低い値で推移しており、安定した品質を維持していることが分かる。

このように厳格な品質管理によって製造されたスラグは相模原市の公共工事に使用されるアスファルトの骨材や、最終処分場の保護材・覆土材として有効活用されている。また、スラグを利用したアスファルトと従来のアスファルトを比較し、施工性や品質に遜色ないことが確認されている。³⁾

2.3 サーマルリサイクル

サーマルリサイクルの観点では、まず廃熱ボイラ、エコマイザによる積極的な熱回収が挙げられる。南清掃工場では年間通じてほぼ2炉運転を行っており、その発電量は年々増加している。図4に竣工から2015年度までの発電量の計画値と実績を示す。図4に示す通り2011年度からは計画値を上回る発電量を達成しており、2015年度の年間発電量は約57 000 MWhに達する。発電量が増加した主な要因は、低空気比燃焼に加え、タービンの排気圧力を下げ、熱落差を大きくするなどの運転の最適化を行ったことによるものである。南清掃工場ではEGRは

採用していないが、図5に示すように年間通じて安定した空気比を維持している。図6に同期間における発電効率を、図7に売電量の計画値と実績を示す。図6より、発電効率も年々増加しており、2013年度以降は17 %以上の高い発電効率を維持している。図7より、売電量は竣工以来計画値を上回っており、2015年度は約26 000 MWhを電力会社に売電している。南清掃工場は2012年12月にFIT制度の認定を受け、2013年4月からはFIT価格による売電を行っている。売電による収入はFIT制度認定前と比較して認定後は約2倍以上となっている。

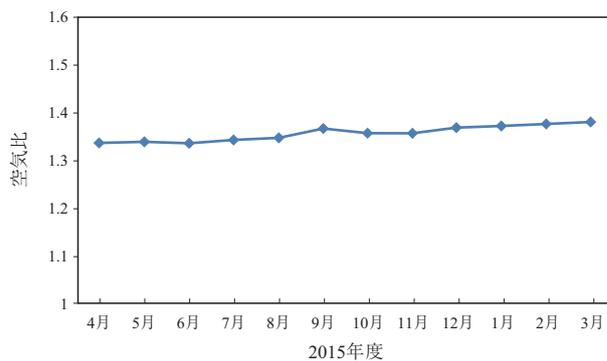


図5 2015年度の空気比の推移

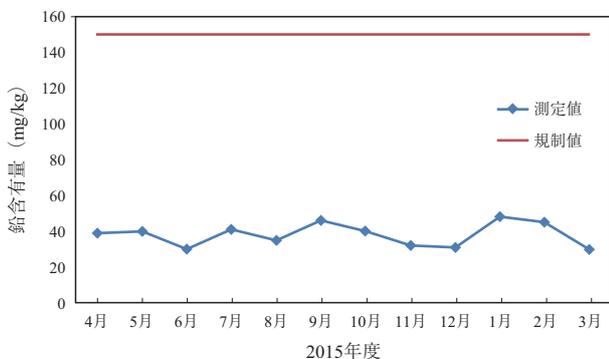


図3 スラグ中の鉛含有量の推移

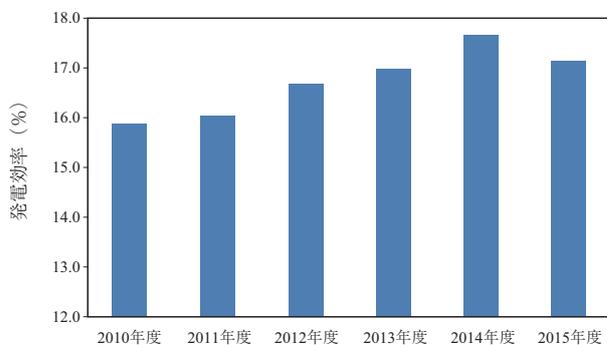


図6 発電効率の推移

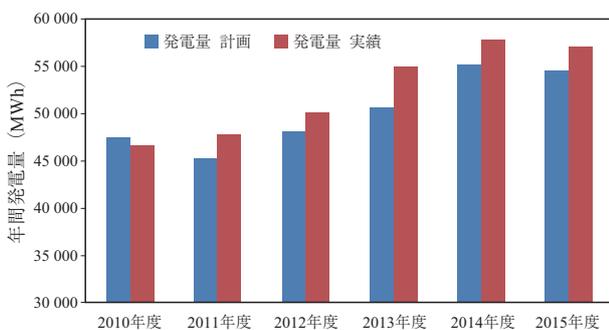


図4 発電量の推移 (計画値と実績)

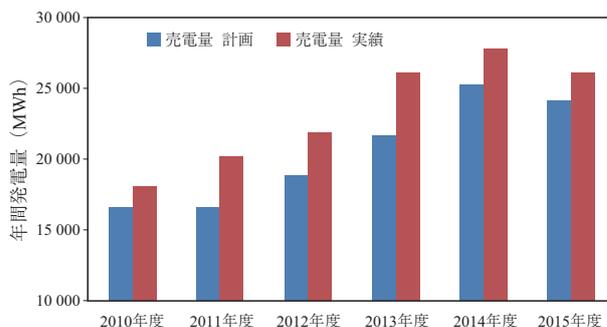


図7 売電量の推移 (計画値と実績)

また、南清掃工場では発電だけでなく排ガスの熱を温水として熱回収し場内で利用している。加えて隣接する温水プールや温室に蒸気を供給し、発電と合わせてサーマルリサイクルを推進している。

2.4 他所灰混合処理

前述のとおり南清掃工場では従来まで埋立て処分していた他所灰を受入れ、他所灰に含まれる処理不適物を取除いた細粒灰をごみとともに焼却、処理している。細粒灰の混焼率は約3%である。他所灰を溶融することで、相模原市全体で最終処分場の延命化を図っている。

3. 安定操業に向けた設備改善の事例

南清掃工場に搬入されるごみの約25%を事業系ごみが占めており、その中に破碎・給じんライン、および不燃物搬送ラインでのトラブルの要因となる金属塊等の処理不適物が含まれていることがある。³⁾

そこで南清掃工場では2010年7月、ごみ投入ステージに自走式ごみ検査装置を設置し、事業系ごみを対象に受入時に抜取り検査を実施している。自走式ごみ検査装置の外観を写真2に示す。検査装置を設置し抜取り検査を実施した結果、大きな抑止力となり処理不適物に起因するトラブルの発生件数は激減した。

また、不燃物搬送ラインに当社で独自に開発した異物除去装置を設置した。異物除去装置の外観を写真3に、概略図を図8に示す。この装置は不燃物搬送コンベヤの乗継ぎ部に設置していたシュートを置換える形で設置しており、乗継ぎの過程で異物を除去することができる。本装置は図8に示すように装置内に2本のバーを斜めに設けており、このバーによって大型の処理不適物のみを捕捉し、小型の不燃物は通過を許容するクロスフロー形式の異物除去装置となっている(特願2016-36000)。2本のバーの間隔は任意に調整可能であり、下流の搬送設備の搬送性能に応じた大きさの不燃物のみを通過させることができる。また、この装置にはレベルセンサ、および監視カメラが設置されており、写真4に示すように装置内部の異物堆積状況を中央制御室で常時監視することで、ガス化炉から排出された処理不適物を不燃物搬送ラインの上流で除去でき、下流側でのトラブル発生を未然に防ぐことが可能となった。

加えて不燃物処理設備のシュート口径を竣工当初よりも大口径のものへ変更する改善工事を行った。これも閉塞に対して一定の効果があることが確認された。

これらの設備改善を行うことによって、南清掃工



写真2 自走式ごみ検査装置の外観



写真3 異物除去装置の外観

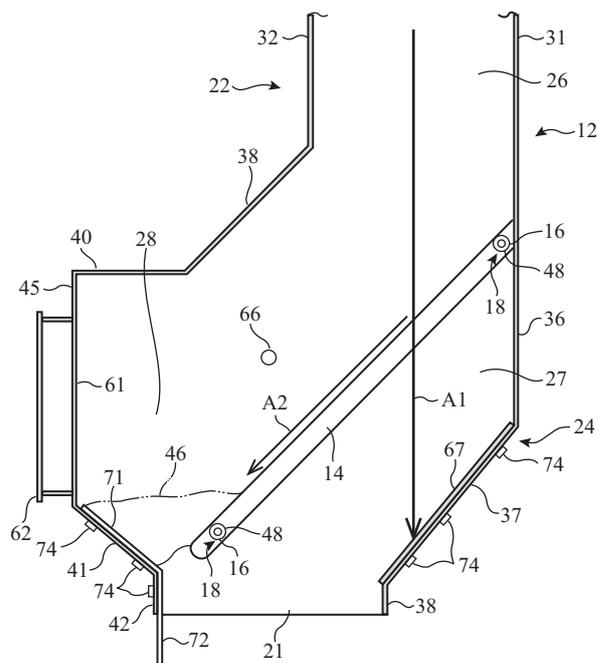


図8 異物除去装置の概略図



写真4 異物除去装置の監視状況

場の操業の安定性はさらに向上した。

むすび

当社は国内最大規模の流動床式ガス化溶融炉を有

する相模原市南清掃工場を納入し、種々の設備および操業改善を重ね、2010年の竣工以来安定したごみの処理を継続している。これにより当社の流動床式ガス化溶融炉を適応できる処理規模がさらに拡大し、施設規模において60 t/d から600 t/d クラスとほぼ国内すべてをカバーできることとなった。

今後も流動床式ガス化溶融炉の性能・付加価値をさらに向上させていくとともに、南清掃工場で培った技術を基盤として循環型社会の発展に向けて尽力していく所存である。

[参考文献]

- 1) 谷川昇：新処理技術の展開，廃棄物学会誌 No. 7, Vol.9 (1998), P 470-486
- 2) 増川幸宏：第37回全国都市清掃研究・事例発表会，講演論文集 (2016), P.61-63
- 3) ごみ処理施設訪問 国内最大級の流動床ガス化溶融施設 稼動5年後の状況：神奈川県相模原市 南清掃工場，環境施設143号 (2016), P52-56