

<特集>

エバラ流動床ガス化溶融システム 循環型社会の一翼を担う施設として

Ebara Twin Interchanging Fluidized bed Gasification
and Ash Melting System

加藤涼一

(株) 荏原製作所 環境エンジニアリング事業本部 環境プラント事業統括 エンジニアリング室* 部長

Ryoichi Kato

General Manager Engineering Office Environmental Plant Division
Environmental Engineering Group

1 ガス化溶融炉の真価が問われる時期へ

21世紀に入り、日本国内のごみ処理方式は大きな転換期を迎えた。次世代技術と称されるガス化溶融システムの台頭である。2003年春には全国各地で多数のガス化溶融施設が試運転の時期を迎えた。ごみ処理技術は多分に経験工学的なところがあり、竣工に向け多大な追加投資を余儀なくされたケースもある。稼働を始めたガス化溶融施設の真価が問われるのは、年間を通しての安定稼働実績である。

荏原では、約30年の実績と国内外合わせて170基以上の納入実績を積み上げた巡回流型流動床焼却炉の技術をベースに流動床ガス化溶融システムを開発した。また、荏原流動床ガス化溶融システムの1号機として平成12年から稼働を始めた民間施設での様々な問題点を解析し、改良を重ねて、自治体向けの一般可燃ごみ処理施設用に展開を図ってきた。

その自治体向け1号機が、酒田地区クリーン組合で既に約2年間の安定稼働を継続しており、酒田地区のごみ処理行政の基幹施設となっている。さらには、ダイオキシン類特別措置法の期限切れに間に合わせるべく稼働に入った4施設（川口市、宇部市、中濃地域行政事務組合、南信州広域連合）においても、地域の特性に合わせた試みを取り入れ、各施設とも順調な立ち上がりをし、平成

15年度の実績はそれぞれ定格の処理を達成見込みである。

2 エバラ流動床ガス化溶融システム

流動床炉は炉下から吹き込む空気の量を絞り込むことにより、流動媒体（砂）内での燃焼度合いを抑制し、ガス化を促すことが出来る。この原理を利用したものが流動床ガス化炉である。荏原の方式は、実績豊富な巡回流型流動床焼却炉をガス化炉として改良し、廃棄物を部分燃焼ガス化させ、ごみの持つ熱量を利用して次工程の巡回溶融炉での高温化を図り、ダイオキシン等を分解すると同時に灰分を自己熱溶融するものである。構造図（略称TIFG）をFig.1に示す。

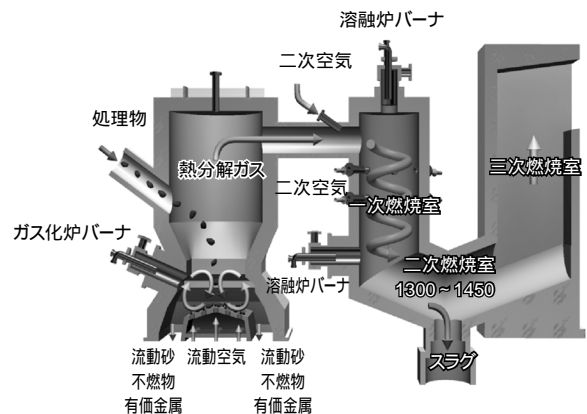


Fig.1 エバラ流動床ガス化溶融炉構造図

*〒108-8480 東京都港区港南 1-6-27
TEL:03-5461-6206 FAX:03-5461-6082
E-mail:kato.ryoichi@ebara.com

Tab.1 エバラ流動床ガス化溶融システム納入実績表

客先名	処理物	処理量	発電規模	竣工年月
青森 RER(株) 殿	ASR・下水汚泥	450t/日 (225t/日 ×2 炉)	17,800kW	2000年 3月
上越地域広域行政組合 殿	廃プラ・し尿汚泥	15.7t/日	—	2000年 3月
日鉱三日市リサイクル(株) 殿	廃プラ・銅滓	63t/日	—	2001年 6月
酒田地区クリーン組合 殿	一般廃棄物・し尿汚泥	196t/日 (98t/日 ×2 炉)	1,990kW	2002年 3月
川口市 殿	一般廃棄物・他所灰	420t/日 (140t/日 ×3 炉)	12,000kW	2002年 11月
宇部市 殿	一般廃棄物・し尿汚泥	198t/日 (66t/日 ×3 炉)	4,000kW	2002年 11月
中濃地域広域行政事務組合 殿	一般廃棄物・埋立焼却残渣	168t/日 (56t/日 ×3 炉)	1,980kW	2003年 3月
南信州広域連合 殿	一般廃棄物	93t/日 (46.5t/日 ×2 炉)	780kW	2003年 3月
流山市 殿	一般廃棄物・し尿汚泥	207t/日 (69t/日 ×3 炉)	3,000kW	2004年 2月
マレーシア政府 殿	一般廃棄物	1,500t/日 (300t/日 ×5 炉)	非開示	非開示

荏原ガス化溶融炉の受注実績を Tab.1 に示す。

現在産業廃棄物用に3施設(炉数4基)、国内一般廃棄物用は6施設(炉数15基)が稼働中若しくは建設中である。平成16年2月には流山市の竣工引渡しの時期となる。また、平成15年2月にはマレーシア国から世界最大規模の都市ごみ流動床ガス化溶融システム(処理能力1500t/日)を受注し、現在詳細設計の段階にある。

3 ガス化溶融システムの評価

15年以上の長期に亘り、ごみ行政を安定かつ経済的に行うためには、選択した処理方式が、どのような性能を発揮し、どれだけ運転維持管理費用を必要とするかは、採用した自治体にとって最も関心の高い項目である。本項では当社納入施設での各種データから、その評価を行ってみる。

3.1 安全性

火を扱う施設であることから、システムの安全性には特段の配慮を払わねばならない。各方式とも二重三重の安全装置を組み込み、万全を期している。設備全体のコスト上昇要因ではあるが、削ることの出来ない重要な機能である。流動床ガス化方式はこの点で秀でたシステムである。他方式が様々な安全装置を具備せねばならないのに対し、まったくと言ってよいほど、新たな安全装置を必要としない。その原点は『部分燃焼ガス化』にある。流動床焼却炉はもともと炉床における燃焼原理が、部分ガス化燃焼である。外部から取り込む燃焼用空気をさらに絞り込んでいくと、自然にガス化へと移行する。逆にガス化炉に外部から空気が漏れ込めば、従来の流動床焼却炉へと移行するのである。したがって、外部との遮断を目的としたシールや不活性ガスのパーズなどもまった

く必要としない。

次に、炉内の可燃物保有量の違いが挙げられる。流動床ガス化炉は処理対象ごみを少量連続投入することから、炉内には極僅かな量のごみが滞留するのみで、部分ガス化燃焼を継続する。都市ガスなどでは地震対策として各家庭のガスメーターに自動遮断弁を設けて、燃料となるガスを自動的に遮断するが、流動床ガス化炉の原理はこの考え方と同じである。地震時には燃料となるごみの供給を自動的に停止する。その後、炉床の砂の持つ保有熱と後段の溶融炉の熱およびごみ供給装置からの漏れ込み空気によって、数分内に炉内に残った僅かなごみも燃焼し尽くしてしまう。

このように、地震の多い我が国においては、本質的に安全に停止する方式は、どのような高度な人的安全策を講じたシステムよりも安全性に優れているといえよう。Fig.2に酒田地区での非常停止試験時の炉内酸素濃度の挙動を示した。

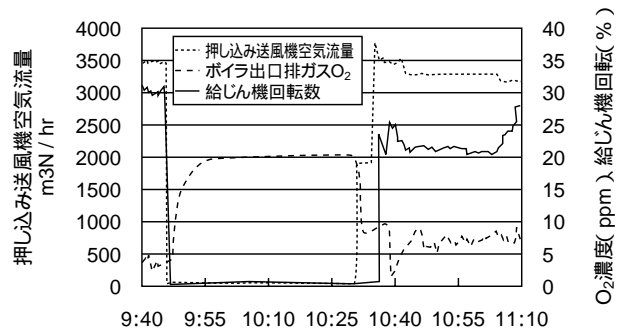


Fig.2 非常停止時の炉内酸素濃度の推移

給じん停止とともに炉内の酸素濃度は速やかに上昇し、数分後には外気の酸素濃度と同等となっていることが判る。

3.2 安定性

安定操業は、その地域のごみ処理行政の根幹をなすものである。年次点検整備のように予定された停止は対応が可能であるが、突発的な停止は行政に多大な迷惑を掛けることとなる。処理対象ごみを如何に合理的に全量処理できるシステムを構築するかがメーカーとしての責務である。

平成14年4月から操業する酒田地区クリーン組合を初めとし、その後次々に操業を始めた川口市、宇部市、中濃地域広域行政組合、南信州広域連合といずれも受け入れごみの全量処理を達成している。

安定性を示す指標として、1炉当たりの連続操業日数が挙げられるが、ごみ量との関係で、長期連続運転の機会は少ない。因みに、酒田では104日、宇部では101日のデータがある。酒田地区クリーン組合は発電付都市ごみ流動床ガス化溶融システムの安定稼働実績により2002年ウェステック大賞プラント部門賞を受賞した。

もうひとつの安定性を示す指標としては、運転中のCO濃度の挙動がある。Fig.3に川口市での運転中のCO濃度およびO₂濃度の挙動を示した。

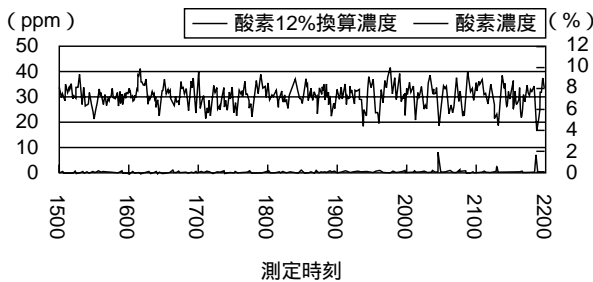


Fig.3 川口市でのCO濃度推移

3.3 操作性

従来の焼却方式に加え、灰溶融炉の導入が図られた時点から、施設の運転維持管理を専門業者に委託するケースが増加している。これは、技術の高度化とともに専門性が要求される点が挙げられる。当社の流動床ガス化溶融システムは、溶融炉からの出滓工程も自動少量連続であり、熟練技術者に頼ることなく運転が可能である。宇部市納入施設には、職員教育用に運転シミュレータを導入し、既設炉を運転していた職員がそのまま、当社納入のガス化溶融炉を運転している。

3.4 経済性

初期の建設費もさることながら、長期に亘る運転維持管理費用は、導入した自治体にとって大きな負担となる。当社では早期にLCCの概念を導入し、顧客にとってのメリットとは何かを追究した施設設計を心掛けている。残念ながら、導入した破碎機の維持補修に予測を超える費用が発生しており、今後さらに改善を図る必要がある。

また、運転員の習熟度向上も、運転維持管理費低減に結び付くことから、従来にも増して教育訓練が重要となっている。

4 循環型社会の一翼としての位置付け

エバラ流動床式ガス化溶融システムは、循環型社会の一翼を担う施設として、各自治体のニーズに即した設備としている。ここではその一端を紹介する。

4.1 マテリアルリサイクル

当社の旋回流型流動床ガス化炉は、炉床部分は還元雰囲気下にあるため、ごみと共に投入された鉄やアルミ銅などの非鉄は未酸化の状態で炉底から排出され (Fig.4)、有価で引き取られている。



Fig.4 炉内回収アルミ

炉砂で磨かれた状態であり、付着物はまったく無く、クリーンな状態での回収となる。

溶融炉に導かれた灰分は、約1300°Cの高温下でスラグ化し、炉底より水砕スラグとして回収する。このスラグは細粒化した後、砂の代替品として利用が図られている (Fig.5)。

現在はコンクリート二次製品への利用が主体であるが、JIS化の作業と共に更に用途が広がると考えられている。



Fig.5 スラグ有効利用事例(酒田駅前)

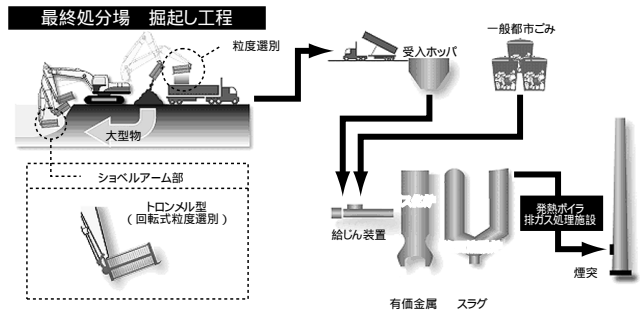


Fig.6 掘り起こし処理システム

4.2 サーマルリサイクルと他所灰処理

溶融炉出口の高温排ガスを冷却する際に廃熱ボイラにより、高温高圧の蒸気として回収し、蒸気タービンを介して電力を発生させている。川口市向け施設では、他所灰を受入れ、混合溶融させることにより、埋立残渣の更なる減容化を図っている。従来の焼却炉 + 灰溶融炉では焼却廃熱回収による発生電力を灰溶融炉が消費し、外部供給可能な余剰電力が少ない点が欠点であったが、エバラ流動床ガス化溶融システムは、燃焼熱により直接溶融させるため、新たな電力を必要とせず、送電端効率が高くなる事が特長である。当施設は洗煙設備等の高度排ガス処理設備を装備しているにもかかわらず、基準質ごみ相当で定格処理時、5000kW 前後の逆送電を行っている。

4.3 掘り起こし残渣処理による最終処分場延命化

自治体の保有する最終処分場の残余年数が逼迫している事もごみ処理行政には大きな問題となっている。最終処分場の延命化対策の手法として、流動床ガス化溶融システムで可燃ごみと混合し、溶融スラグ化することによって最終処分場の再生を行っている。その一例が中濃地域広域行政事務組合である。当施設は最終処分場に隣接して建設されており、掘り起こしを行い、ガス化溶融炉で可燃ごみの燃焼熱を利用して溶融スラグ化をすることによって、最終処分場の再生に寄与している。掘り起こし残渣の混入率は約 15%であるが、助燃料を使用せずに安定したスラグ化が達成されている。収集可燃ごみの発熱量にも左右されるが、最終処分場の残余年数が逼迫している自治体にとっては一石二鳥の解決策と考えられ、今後採用を検討する自治体が増加すると見込まれる。

Fig.6 に当施設で採用した最終処分場内での掘り起こしごみ処理システムフローを示す。

5 エバラ流動床ガス化溶融炉の今後

酒田地区クリーン組合の商用運転開始から 1 年半が経過し、平成 14 年度後半に更に 4 件の施設が商用運転に入った。細かな部分でのトラブルは生じたものの、搬入されたごみは全量処理されており、順調な稼動状況である。

都市ごみ旋回流型流動床焼却炉のパイオニアとして約 30 年の実績の上に開発・改良を重ねてきたエバラ流動床ガス化溶融システムは、前処理システムの合理化へ向けての取り組みを始めている。現在稼動中の 5 施設においても、前処理破砕機の位置や設置基数、破砕後のごみピット形状など、様々なパターンを提供して来た。しかしながら、経済的合理性の観点からは、機器の種類や設置台数は少ないほど維持管理費用は軽減される。今後は、よりシンプルでより操作性の優れた施設の提供に注力していく考えである。

ガス化溶融炉は大型化に不向きとの一部指摘もあるが、当社は既に 1 炉当たり 225t/d の稼働実績を有し、さらにはマレーシア国向けに 1 炉 300t/d の建設を開始している。スケールアップに対する技術的課題は解決済みであり、大型炉の市場へ積極的に参入していく考えである。

自然・自溶融を目指す流動床ガス化溶融システムにより、受け入れごみの平均発熱量は計画を大きく左右する因子である。特に、小型炉においては炉壁からの放熱ロスなどにより、助燃を必要とする結果となる場合も発生する。今後の課題として、中小都市向けの小型施設に対しても LCC の考え方を取り入れ、顧客のニーズに合うシステムを供給していく。

また、更新時期にきている焼却施設を運営する自治体に対して、建替え時の財政負担の軽減と最終処分場の延命化、高効率発電設備の設置等によるランニングコストの低減等の各種メリットを組み合わせた更新方法として、既設建屋をリフォームし、プラントを流動床ガス化溶融炉へ更新する手法を、新たな取組みとして提案していく。