

流動床式ガス化溶融炉の長期連続運転

Long-term, Continuous Operation of MSW Fluidized-bed Gasification and Melting Plant



環境プラント事業部
操業技術部 施設管理室

伊 藤 正
Tadashi Ito

技術部 プロジェクト室
黒 瀬 卓 治
Takuji Kurose

技術開発本部
プロセス技術開発部 廃棄物処理室
細 田 博 之
Hiroyuki Hosoda

環境プラント事業部
操業技術部 施設管理室
荒 川 康 明
Yasuaki Arakawa

ガス化溶融プロセスは、都市ごみの持つエネルギーを利用して従来の焼却方式より高温で燃焼をおこなうことで、環境負荷の低減と優れた再資源化を同時に達成するものであり、2008年6月現在では全国に80を超える建設実績を有する、スタンダード機種のひとつに成長した。当社は2000年10月に中部上北清掃センターを竣工して以来、現在までに、計8施設を竣工させ、いずれの施設も安定稼働を継続している。なかでも、ビュークリーンおくえつでは228日連続運転という実績をえている。

With utilization of valuable energy in MSW, high-temperature combustion is performed in gasification and melting process, so this process has less environmental load and a superior resource recovery ratio and has grown up to a standard type after construction of over eighty plants in Japan. (as of June, 2008) Our company has completed eight plants including Chubu-kamikita plant in October 2000. All of our completed plants have been successful in stable operation. Especially, Okuetsu plant has achieved continuous operation of 228 days.

Key Words :

都 市 ご み
ガ ス 化 溶 融

Municipal solid waste (MSW)
Gasification and melting

【セールスポイント】

当社は納入した全ての施設で長期連続運転をおこなっており、安心・安全な施設を提供いたします。

ま え が き

従来より、国土の狭いわが国では、都市ごみなどの廃棄物は主に焼却され、その残さは埋立処分がなされてきた。しかし、1990年代に入り、ダイオキシン類に代表される有害物質の排出抑制や最終処分場の逼迫に起因するさらなる減容化がごみ焼却施設において求められるようになった。

ガス化溶融プロセスは、都市ごみの保有するエネルギーを利用し従来の焼却方式より高温で燃焼をおこなうことで、有害物質の排出抑制と溶融スラグ化による減容化を同時に達成するものであり、2008年6月現在では全国で80施設を超える建設実績を有する、スタンダードな機種のひとつに成長した。

当社は2000年10月に国内初の都市ごみ向け流動床



図1 稼働状況

式ガス化溶融施設を竣工させて以来、現在までに計8施設を竣工させている。（図1）いずれの施設も順調に安定稼働を継続しており、なかでも、2006年7月に竣工したビュークリーンおくえつ（福井県）では200日を超える長期連続運転の実績をえている。

本報では、ビュークリーンおくえつの運転データを中心に、稼働実績および連続運転を支える技術について示す。

表1 施設概要

施設名称	ビュークリーンおくえつ
施設規模	84 t/d (42 t/d×2 炉)
処理方式	流動床式ガス化溶融炉
受入供給設備	ピットアンドクレーン方式
排ガス冷却設備	廃熱ボイラ＋水噴射方式
排ガス処理設備	無触媒脱硝＋ろ過式集じん器
公害防止自主基準	ばいじん：0.01 g/m ³ N 以下 硫黄酸化物：50 ppm 以下 窒素酸化物：100 ppm 以下 塩化水素：50 ppm 以下 一酸化炭素：30 ppm 以下 DXNs 類：0.1 ng-TEQ/m ³ N 以下

1. 施設の概要

当社の流動床式ガス化溶融技術は、長年培ってきた都市ごみ流動床式焼却技術と、15年以上の運転実績を有する下水汚泥旋回流溶融技術を組合せ、確立された技術を裏付けとして開発された信頼性の高い技術である。

1.1 プロセス概要

本技術を採用したビュークリーンおくえつ（ガス化溶融施設）の施設概要を表1に、処理フローを図2に示す。施設の処理対象物は一般収集ごみのほか、併設されたリサイクル施設の可燃残さ、下水汚泥である。ごみピットはダブルピット方式を採用しており、破砕機をオフライン化している。ごみは破砕機で破砕された後にガス化炉へ供給され、炉底から供給した空気により砂層内でガス化される。ごみ中の不燃物は流動砂とともに中央の拔出管から連続排出され、鉄やアルミなどの金属類が未酸化の状態で回収できる。

ガス化炉で発生した可燃性ガスと未燃炭素は溶融炉で1250℃以上の高温で完全燃焼させるとともに、同伴された飛灰を溶融し、出滓口からスラグとして回収する。また、ガレキなどの不燃物は粉碎後、溶融炉に再供給され、スラグとして回収される。溶融

スラグは水砕された後、粒度調整を施され、スラグヤードに蓄えられる。

熔融炉から排出された排ガスは廃熱ボイラ・減温塔にて約170℃に冷却された後、バグフィルタにてばいじん、塩化水素、ダイオキシン類などの有害物質を除去され、煙突より系外に排出される。

廃熱ボイラにおいて回収された蒸気は燃焼用・白煙防止用空気の予熱、誘引送風機のタービン駆動、場内施設の給湯・暖房および隣接する健康保養施設への給湯にもちいられている。また、太陽光発電装置、風力発電装置を敷地内に設置しており、発電電力は場内にて利用されている。

1.2 運 転 体 制

ガス化熔融施設の運転体制を表2に示す。整備班が日常からの点検整備を実施することにより、運転班の負荷軽減および予防保全を考慮した施設の効率

表2 運 転 体 制 (ガス化熔融施設)

職 種	人数	職 務 内 容
所 長	1	統括
副 所 長	1	副統括 (整備班長兼務)
事 務	1	事務全般
運 転 班		施設運転
4名/班×4班	16	(用役受入、ごみクレーン操作含む)
整 備 班	5	給油、消耗品交換、保全全般
合 計	24	

表3 処 理 実 績

	1 系		2 系	
	処理量 (t)	運転日数 (d)	処理量 (t)	運転日数 (d)
2006年7月～2008年5月	19 158	474	17 340	405

的な運営がおこなわれている。また、この運転体制は運転稼働開始時より変更することなく継続されており、各運転員の技量が習熟してきた現在ではさらに充実した運転・整備がおこなえている。

2. 運 転 実 績

ビュークリーンおくえつにおける竣工以降の処理実績を表3に示す。両系列とも2006、2007年度の定期点検を経て、年間約19 000 tのごみを順調に処理している。

長期連続運転時の処理実績を図3に示す。図より認められるように、2007年3月から10月までに228日の長期連続運転を達成している。当社はこれまで計8施設を竣工させているが、これら多くの施設の運転実績をふまえ、技術課題を克服し、継続的な技術改善をおこなってきた。今回、このような長期連続運転が達成できたことは、下記のような施設の効率的な運営につながるものと考えられる。

- ① 施設の実状に応じて、余裕をもった計画操業が可能
- ② 立上回数低減にともなう助燃量低減など維持管理費の削減

3. 連続運転を支える技術

連続運転を支えた設計および操業技術の改良について、以下に紹介する。

3.1 ガス化炉の流動性確保

ガス化炉は、従来の流動床焼却炉にくらべて単位面積あたり約2倍のごみ量が処理される。したがって、砂層の流動状態に影響を与える不燃物負荷が高くなるため、より安定した流動状態を維持する必要がある。当社では図4に示す中央拔出型傾斜分散板を採用しており、不燃物は空気ノズルから排出される燃焼空気により生成された気泡に吸い込まれながら、中心部に向かって炉底を移動していき、最終的には拔出管から連続的に排出される。

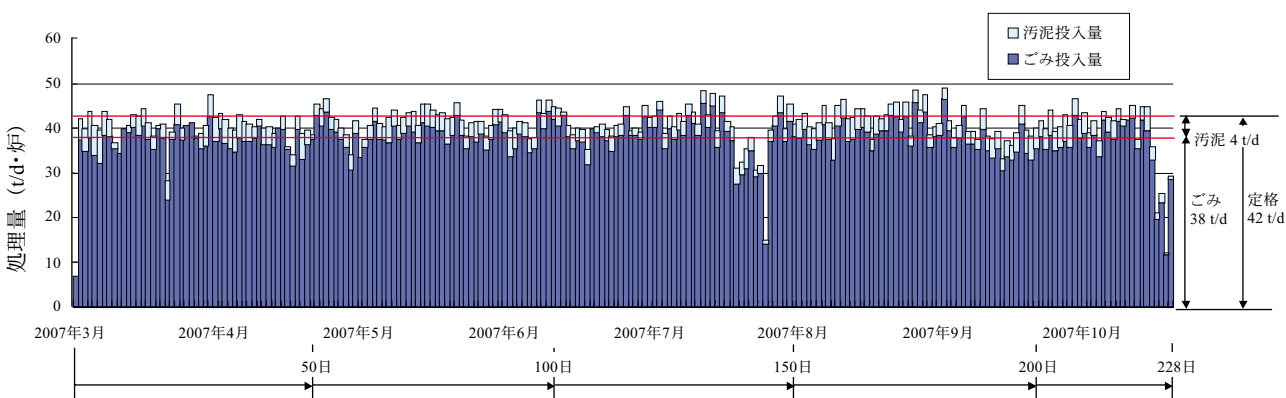


図3 長期連続運転時の処理実績

ガス化炉砂層内で生成された気泡発生速度の実測結果を図5に示す。図中の横軸は炉の半径方向の位置（0は炉の中心、100は炉内壁）を示しており、砂層全域で安定した気泡の生成が実現できていることがわかる。その結果、砂層内部で局所的な高温域

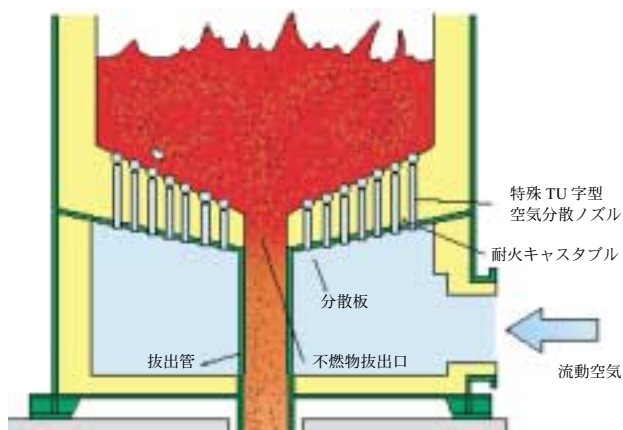


図4 分散板略図

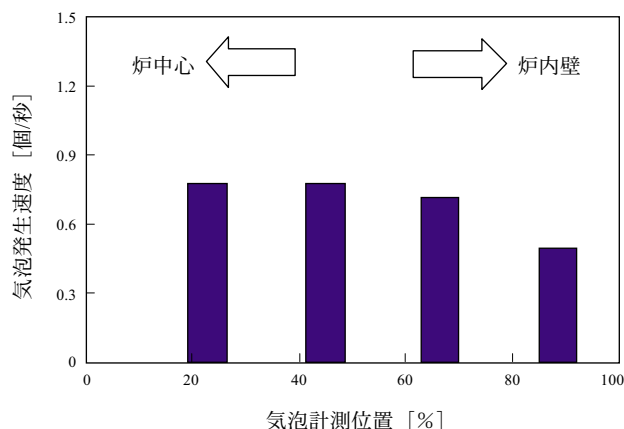


図5 砂層内気泡発生速度

が発生せず、シンタリングなどの運転停止につながるトラブルの発生が防止できている。

3.2 溶融炉の安定出滓

長期連続運転には溶融炉から排出されるスラグの安定出滓が不可欠である。当社は補助バーナなどによる加熱がなくても出滓口の温度がスラグの熔融温度以上に維持できる構造を採用している。出滓口の温度は出滓口への適度な排ガスの流入、出滓口の形状、シュートの断熱性などにより決定されるが、当社では図6に示すように実機測定結果や熱流体解析プログラムをもちいた数値解析による検討を重ね、適正な形状を決定しており、溶融炉出滓口の温度は1200℃程度に維持されている。

さらに、安定した出滓状態を維持するため、スラグの塩基度（ CaO/SiO_2 ）調整をおこない、スラグの熔融温度を1200℃以下に維持している。（図7）

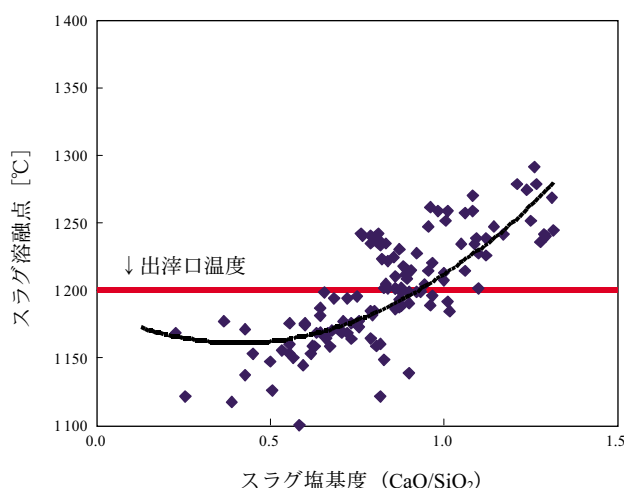


図7 スラグ熔融温度

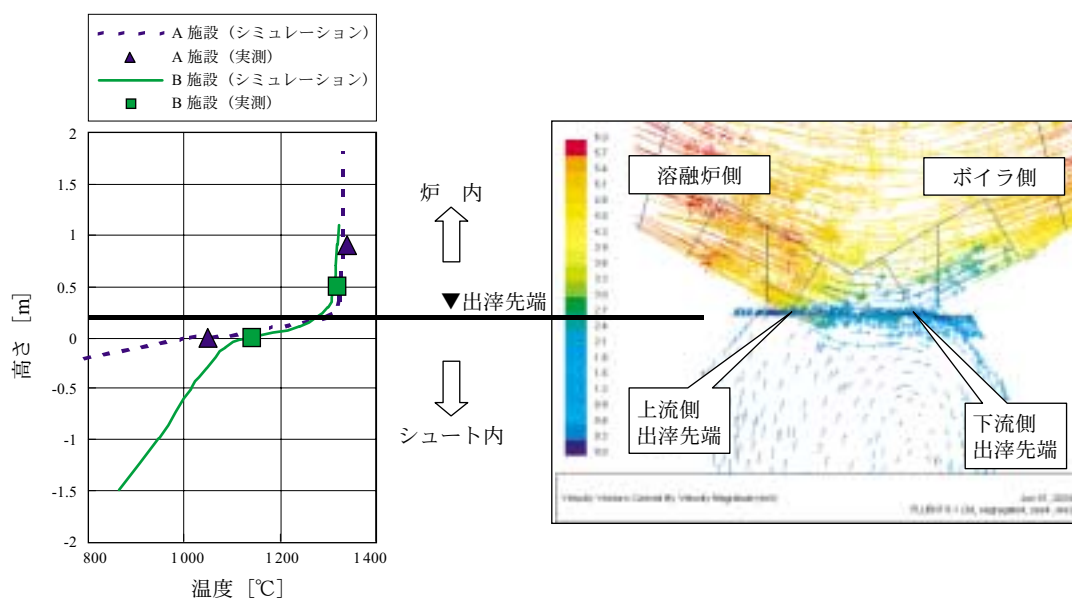


図6 出滓口近傍温度の数値解析結果

3.3 クリンカ・ダスト付着対策

ごみ焼却施設においては、クリンカ・ダスト付着に対する設計上の配慮が連続運転性能に大きな影響を与える。当社においても、これまで経験した付着トラブルをふまえ、設計の改善に努めてきた。

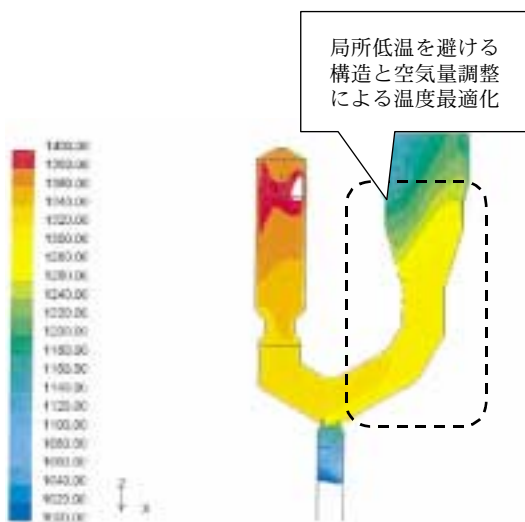


図8 溶融炉出口温度の数値解析

1) 溶融炉出口

溶融炉出口では、完全燃焼をはかるべく燃焼空気を供給しているが、局所的な温度低下にともないクリンカが付着するという問題が発生していた。当社では数値解析による出口温度予測(図8)をもとに炉を設計するとともに、空気量の調整による出口温度の最適化など作業面での工夫も加えながらこの問題を解決している。

2) 減温塔

減温塔内の温度分布測定結果を図9に示す。当社では減温塔の形状・寸法、水噴霧ノズル仕様および噴霧位置を数値解析に基づいて検討している。実測結果では壁面近傍も含め、塔内全域にわたり100℃以下の低温域が存在していない。したがって、内壁やダストが湿潤状態にならないため、ダスト付着を防止できている。

3.4 ダブルピットの採用

破砕機を含めた給じん系のトラブル防止のため、受入可能なごみを事前に設定しているものの、実際には規格外の異物が混入することは避けられず、安

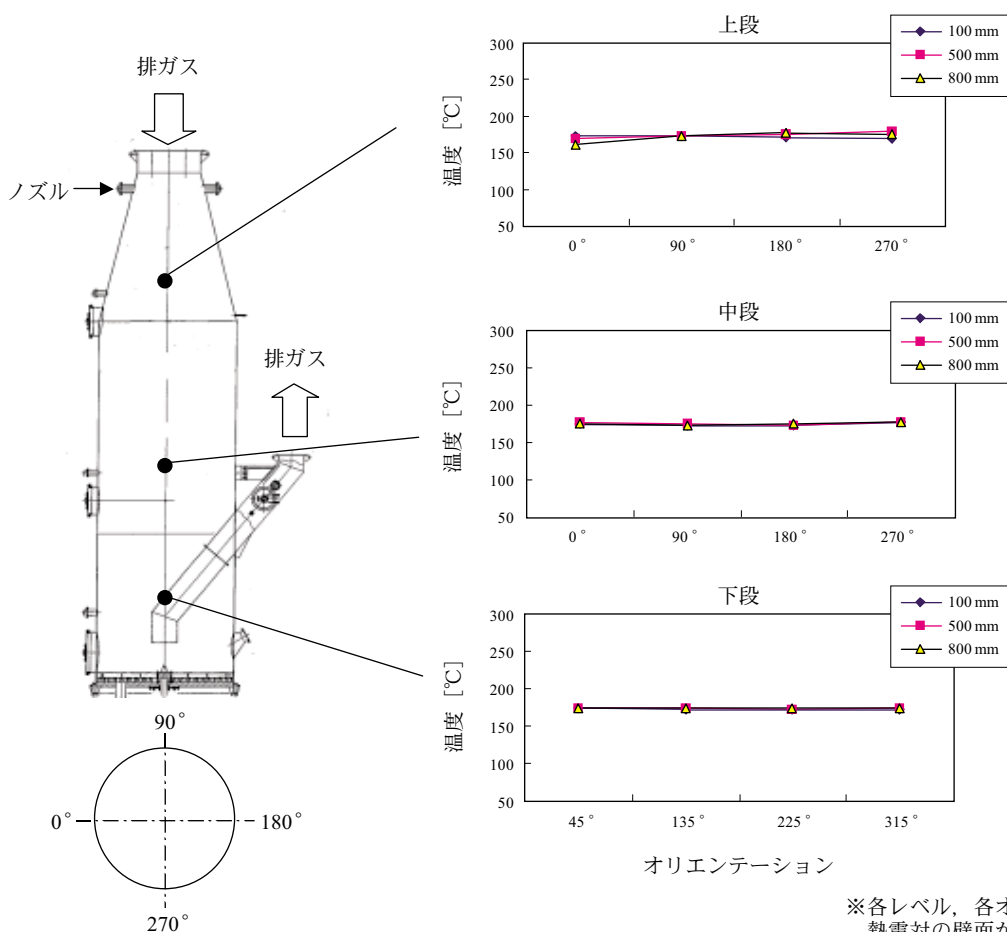


図9 減温塔内の温度分布測定結果

※各レベル、各オリエンテーションにおいて、熱電対の壁面からの差し込み長さ100 mm, 500 mm, 800 mmの3ヶ所で測定

表4 主なトラブルとその対策

ごみ破碎機の刃の破損	異物（金属塊等）かみ込み	・市民への啓発活動の強化（組合殿） ・破碎刃の強度アップの検討
飛灰コンベヤの過電流トリップ	灰の吸湿による搬送負荷の増大	・電流値の常時監視などによる予防保全体制の強化
ボイラ内での排ガス差圧上昇	ホッパ内での灰の堆積	・計画的なスートブローの運転により一度に排出される灰量を減らす

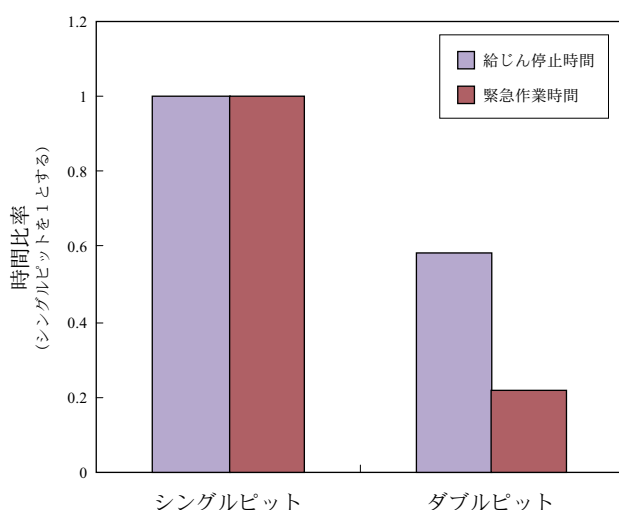


図10 デブルピット効果

定運転の阻害と作業負荷の増大の一因になっていた。図10にごみピット方式の相違による給じん停止時間の比較を示す。シングルピットを採用したA施設では破碎機およびその周辺機器のトラブルは直接給じん停止に至るが、ダブルピット方式を採用したビュークリーンおくえつではこれらのトラブルが給じん停止に直結しないため、給じん停止時間を約40 %削減できている。

また、破碎機などのトラブルが給じん停止に直結しなくなったため、トラブルが発生しても緊急的な作業をおこなう必要がなくなった。その結果、緊急作業時間は前述したA施設に比べ、約80 %削減

できている。緊急作業負荷の軽減は、他の機器の予防保全にあてることができ、間接的に連続運転達成に寄与していると考ええる。

4. 今後の課題

今回の長期連続運転中に生じた主なトラブルの内容を表4に示す。えられた知見は今後の設計に反映させていくとともに、突発停止を事前に防止する予防保全の観点から監視・点検内容を見直すなど、より安定した運転が継続できるよう技術改善に努めていく。

む す び

流動床式ガス化溶融炉1号機である中部上北清掃センターが竣工してから7年あまりが経過したが、継続的な技術改善の結果、ビュークリーンおくえつにて200日を超える長期連続運転を達成することができた。今後は、より最適な運転方法の見極めおよび維持管理費の低減に取組み、技術の成熟度を高めていきたい。

最後に、今回の連続運転実施にあたり、多大なご協力をいただきました大野・勝山地区広域行政事務組合殿に深く感謝申し上げますとともに、現地操業に携わる運転員各位に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 秋山保次ら：環境浄化技術，Vol.7，No.3（2008），p.20
- 2) 松村卓也ら：神鋼環境ソリューション技報，Vol.4，No.2（2008），p.7