

最新ガス化溶融施設

Introduction of the Latest MSW Gasification and Melting Plant



藤田 淳*
Jun Fujita



松本雅彦**
Masahiko Matsumoto



伊藤 正***
Tadashi Ito



中田博一****
Hirokazu Nakata



香島 豊*****
Yutaka Kashima

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12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施設を竣工させている。なかでも、2008年3月に竣工したさしまクリーンセンター寺久（206 t/d）では、竣工後ただちに90日連続運転を達成するなど、早期に安定稼働を実現できた。

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 December, 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, Sashima plant (206 t/day) has demonstrated stable operation immediately at the beginning of its operation. And it has achieved continuous operation of 90 days at the early stage after its completion.

Key Words :

廃棄物処理
都市ごみ
ガス化溶融

Waste treatment
Municipal solid waste (MSW)
Gasification and melting

【セールスポイント】

- ・ガス化溶融施設にて早期に90日連続運転を達成した
- ・乾式高効率脱塩脱硫システムを確立した

まえがき

当社は2000年10月に国内初の都市ごみ向け流動床式ガス化溶融施設を竣工して以来、2008年11月末現在までに、12施設を受注し、内8施設が竣工している（図1）。これらの施設の内、当社納入施設としては最新となる、2008年3月に竣工したさしまクリーンセンター寺久（茨城県）では竣工後ただちに90日間の連続運転を達成するとともに、ナトリウム系薬

剤をもちいた高度な排ガス処理技術を確立したので、稼働実績および安定運転を支える技術について示す。

1. さしまクリーンセンター寺久の施設概要 1.1 プロセス概要

さしまクリーンセンター寺久の施設概要を表1に、施設フローを図2に示す。

処理対象物は収集ごみのほか、併設されたりサイクル施設のリサイクル残さである。ごみはガス化炉



図1 稼働状況

表1 施設概要

施設名称	さしまクリーンセンター寺久
施設概要	206 t/d (103 t/d × 2 炉)
処理対象物	可燃ごみ, 直接搬入ごみ, リサイクル残さ
受入供給設備	ピットアンドクレーン方式
ガス化溶融設備	流動床式ガス化炉 + 旋回流溶融炉方式
排ガス冷却設備	廃熱ボイラ + 水噴射方式
排ガス処理設備	バグフィルター (2 段) + 脱硝反応塔
発電量	3 000 kW

表2 排ガス基準値と測定結果 (酸素濃度12%換算値)

測定項目	基準値	測定結果	
		1系	2系
ばいじん	g/m ³ N	≤0.01	<0.001 <0.001
硫黄酸化物	ppm	≤10	<1 <1
塩化水素	ppm	≤10	3 8
窒素酸化物	ppm	≤50	36 34
一酸化炭素	ppm	≤30	7 6
ダイオキシン類	ng-TEQ/m ³ N	≤0.01	0.000007 0.00022

でガス化され、発生した熱分解ガスは溶融炉で1250℃以上の高温で燃焼されるとともに、同伴された飛灰は溶融されスラグとして回収される。また、ガレキなどの不燃物は粉碎後、溶融炉に供給されスラグとして回収される。排ガスは廃熱ボイラ、減温塔で冷却され、排ガス処理設備にて有害物質を除去後、煙突から系外へ排出される。

排ガス処理設備は2段のバグフィルターと脱硝用の触媒反応塔で構成され、バグフィルター(1)で除じんするとともに活性炭を吹き込んでダイオキシン類を除去し、バグフィルター(2)で酸性ガス除去用の薬剤を吹き込んで塩化水素と硫黄酸化物を除去している。塩化水素および硫黄酸化物の排ガス基準は、乾式処理とともに10 ppm (乾ガス, 酸素12%換算) と湿式処理相当の低い値が設定されているため、酸性ガス除去性能の高いナトリウム系薬剤を使用している。

表3 運転体制 (ガス化溶融施設)

職種	人数	職務内容
所長	1	統括
副所長	1	副統括
事務	1	事務全般
運転班	20	施設運転
5名/班 × 4班		(用役受入, ごみクレーン操作含む)
整備班	4	給油, 消耗品交換, 保全全般
合計	27	

排ガス処理性能については、竣工前の引渡性能試験において排ガス基準値をすべて満足していることを確認している (表2)。

1.2 運転体制

ガス化溶融施設の運転体制を表3に示す。整備班による日常の点検整備を実施することにより、運転

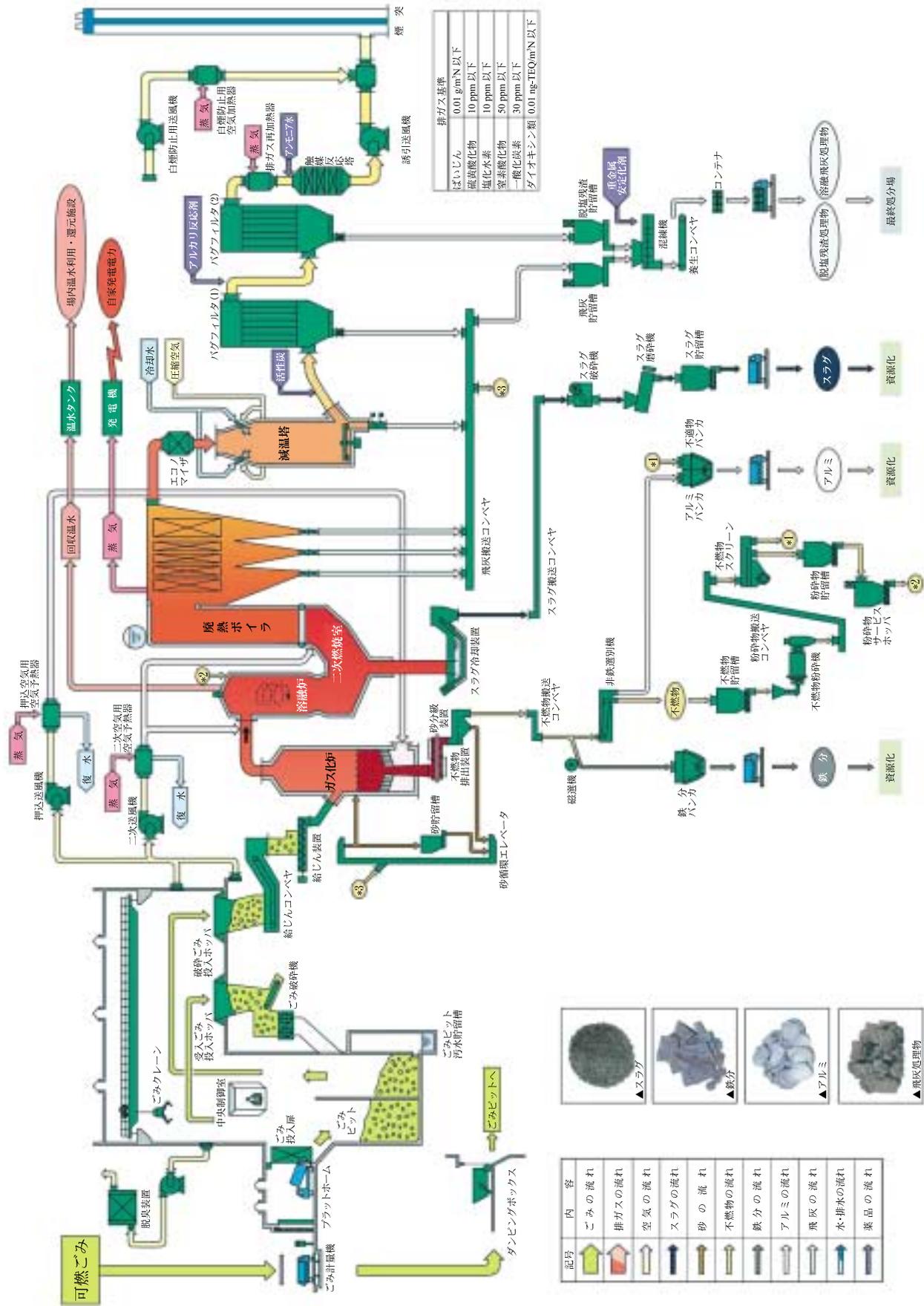


図2 さしまクリーンセンター寺久の施設フロー

班の負荷軽減および予防保全を重視した施設の運営がおこなわれている。

2. 運転実績

2.1 運転実績

さしまクリーンセンター寺久の竣工以降の処理実績を図3、4に示す。竣工の約5カ月後に1系列目の90日連続運転を達成した。2系列目も竣工の7カ月後に達成でき、各系列とも早期に安定稼働を実現することができた。竣工後すぐに両系列とも90日間連続運転を達成できたことは、技術面でのたゆまぬ改善により施設の完成度を高めてきた結果である。

2.2 連続運転早期達成を可能にした技術

従来、ガス化溶融施設の安定稼働開始には地域に

よって異なるごみ性状に対し、適切な調整をおこなうために多大な時間を要していた。下記の項目の改善により、これらの調整に要する時間を短縮できたことが、90日連続運転の早期達成につながった。

2.2.1 給じんシステムの改善

破砕機を含めた給じんシステム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、実際には想定外の異物が混入することは避けられず、安定運転の阻害と作業負荷の増大の一因になっていた。

本施設では、ダブルピット方式を採用し、破砕処理したごみをいったんピットに貯留することで、破砕機のトラブルが生じた場合でも運転を継続するこ

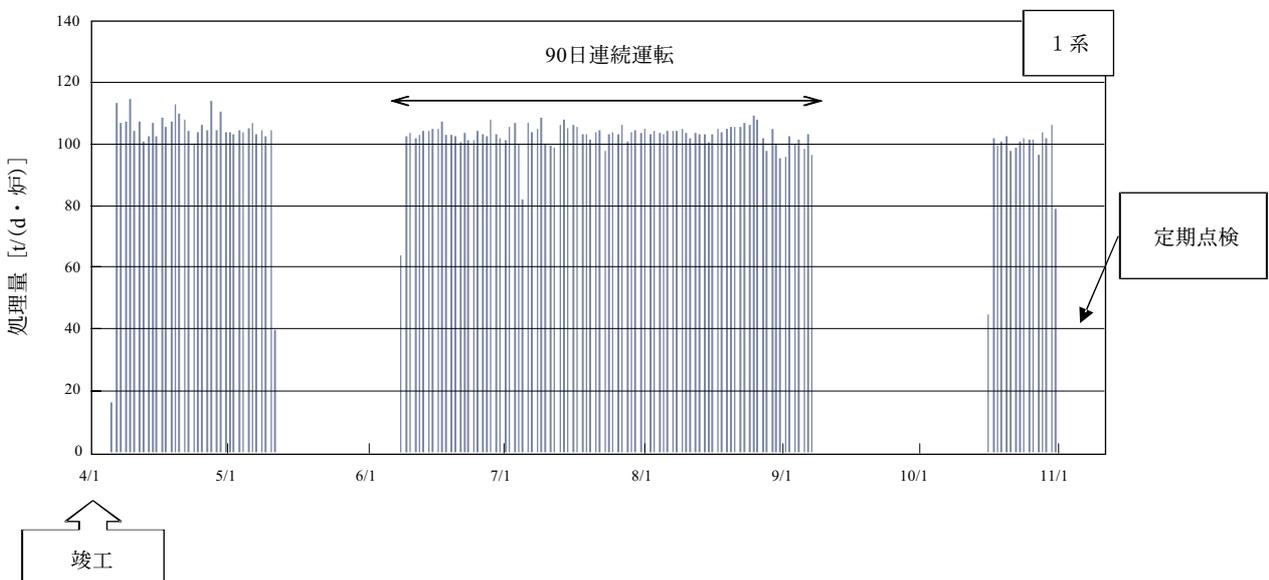


図3 1系運転実績

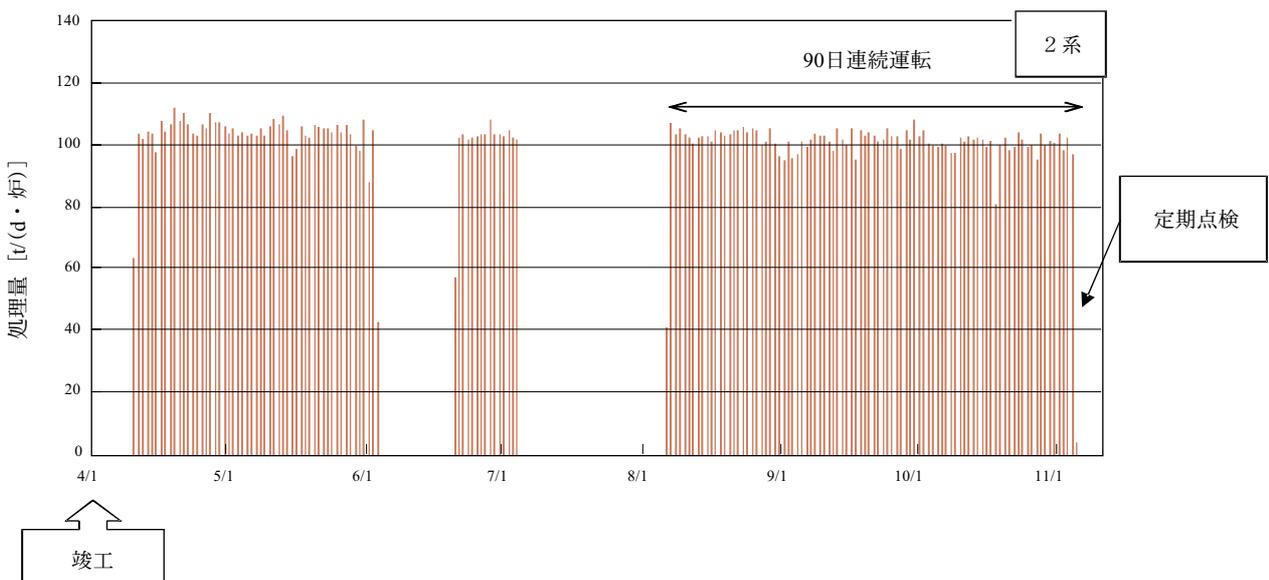


図4 2系運転実績

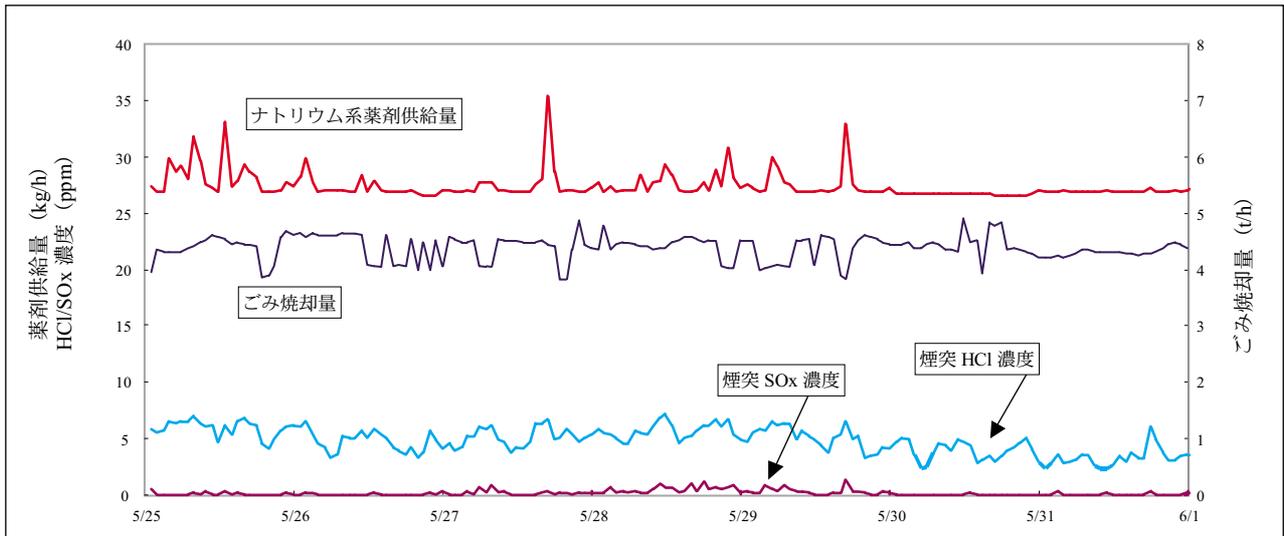


図5 ナトリウム系薬剤の供給量，煙突のHCl/SOx，ごみ焼却量の連続チャート

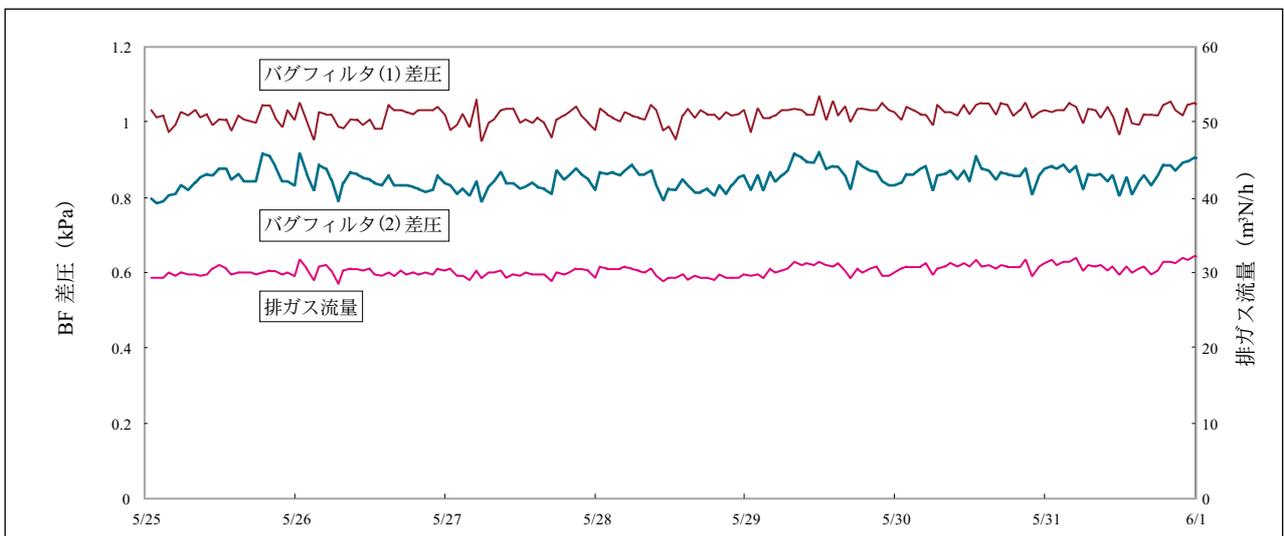


図6 バグフィルタ(1)/(2)の差圧，排ガス流量の連続チャート

とが可能なシステムとした。さらに，受入ごみ投入ホッパからのごみの切り出し方式を油圧プッシャー方式からコンベア方式に変更することにより，受入ごみの形状，寸法や圧縮性の差異に起因する圧密・閉塞など機器トラブルを防止している。また，コンベア速度を可変としており，受入ごみの性状に応じて破碎処理速度が変更できるようにフレキシビリティをもった設計としている。

給じんコンベアには当社独自のエプロン構造を採用することにより，とくに繊維状物質の搬送効率を向上させることができています。また，従来の施設では運転時間の経過につれてエプロンの内面にゴミが付着し，搬送効率の低下を招いていたが，本施設では，約12ヶ月の運転後においてもゴミ付着が進行し

ていないことが確認できている。

2.2.2 安定出滓の確保

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をおこなわなくても出滓口の温度がスラグの溶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，当社では実機測定結果や汎用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。

従来の施設では，スラグの流れをひとつにまとめるための出滓樋として，特殊耐熱金属製をもちいて

いたが、本施設ではステンレス材と耐火物の一体構造とすることにより、コストダウンと耐久性の向上を達成した。

さらに、安定した出滓状態を維持するためにスラグの熔融温度を1200℃以上に維持している。これには、スラグ塩基度 (CaO/SiO₂) を適切に調整する必要がある、この調整技術を確立し実施している。

3. 排ガス処理性能

図5にバグフィルタ(2)におけるナトリウム系薬剤の供給量、煙突のHCl/SO_x濃度、ごみ焼却量の連続チャートを示す。また、図6にバグフィルタ(1)とバグフィルタ(2)の差圧と排ガス流量の連続チャートを示す。

図5から塩化水素、硫黄酸化物とも煙突で常時10

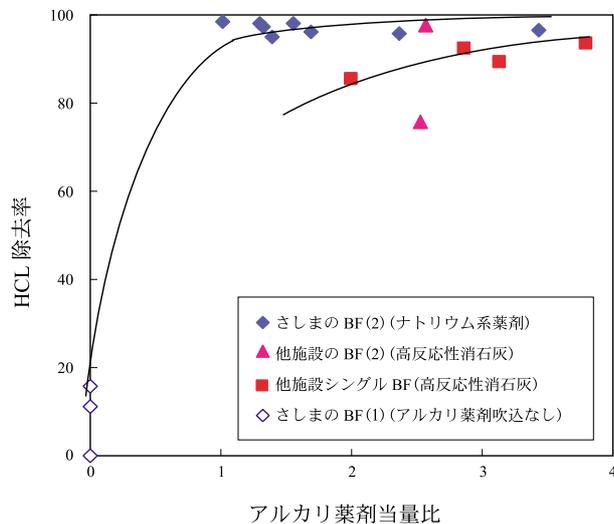


図7 アルカリ薬剤の当量比とバグフィルタにおけるHCl除去率の関係

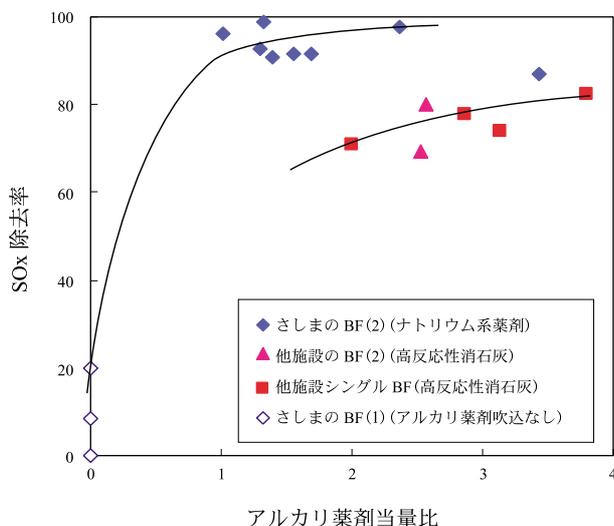


図8 アルカリ薬剤の当量比とバグフィルタにおけるSO_x除去率の関係

ppmを下回っており、安定して処理できていることがわかる。ナトリウム系薬剤の供給量は、おおむね27kg/h前後で、ごみ焼却量1t当たりのナトリウム系薬剤の供給量は6kg/ごみt前後であり、これは当量比に換算して1.4程度である。また、バグフィルタ(2)から排出される脱塩残さの性状は安定しており、搬送や混練などの取扱い上の問題も見られず、バグフィルタの運転も安定している。

図6よりナトリウム系薬剤を吹き込んでいるバグフィルタ(2)の差圧は0.8~0.9kPaの間で安定していることがわかる。

4. ナトリウム系薬剤と高反応性消石灰の酸性ガス除去性能の比較

ナトリウム系薬剤と高反応性消石灰の酸性ガス除去性能について比較するため、図7、8にナトリウム系薬剤および高反応性消石灰の当量比とバグフィルタにおけるHCl除去率、SO_x除去率を示す。ナトリウム系薬剤について、さしまクリーンセンター寺久のバグフィルタ(2)におけるデータをプロットし、高反応性消石灰について、他の流動床式ガス化溶融施設のバグフィルタ(2)またはシングルバグフィルタにおけるデータをプロットした。また参考データとして、アルカリ薬剤を吹き込んでいないさしまクリーンセンター寺久のバグフィルタ(1)におけるHCl除去率、SO_x除去率のデータをプロットした。

ナトリウム系薬剤は、当量比1.3~2.4でHCl除去率が95%以上、SO_x除去率が91%以上であり、高

表4 スラグ測定結果

項目		基準値	測定結果
溶出試験	カドミウム	mg/L	0.01以下
	鉛	mg/L	0.01以下
	六価クロム	mg/L	0.05以下
	ひ素	mg/L	0.01以下
	総水銀	mg/L	0.0005以下
	セレン	mg/L	0.01以下
	ふっ素	mg/L	0.8以下
含有量試験	ほう素	mg/L	1以下
	カドミウム	mg/kg	150以下
	鉛	mg/kg	150以下
	六価クロム	mg/kg	250以下
	ひ素	mg/kg	150以下
	総水銀	mg/kg	15以下
	セレン	mg/kg	150以下
ふっ素	mg/kg	4000以下	
ほう素	mg/kg	4000以下	
ダイオキシン類		ng-TEQ/g	1.0以下
			0.000015

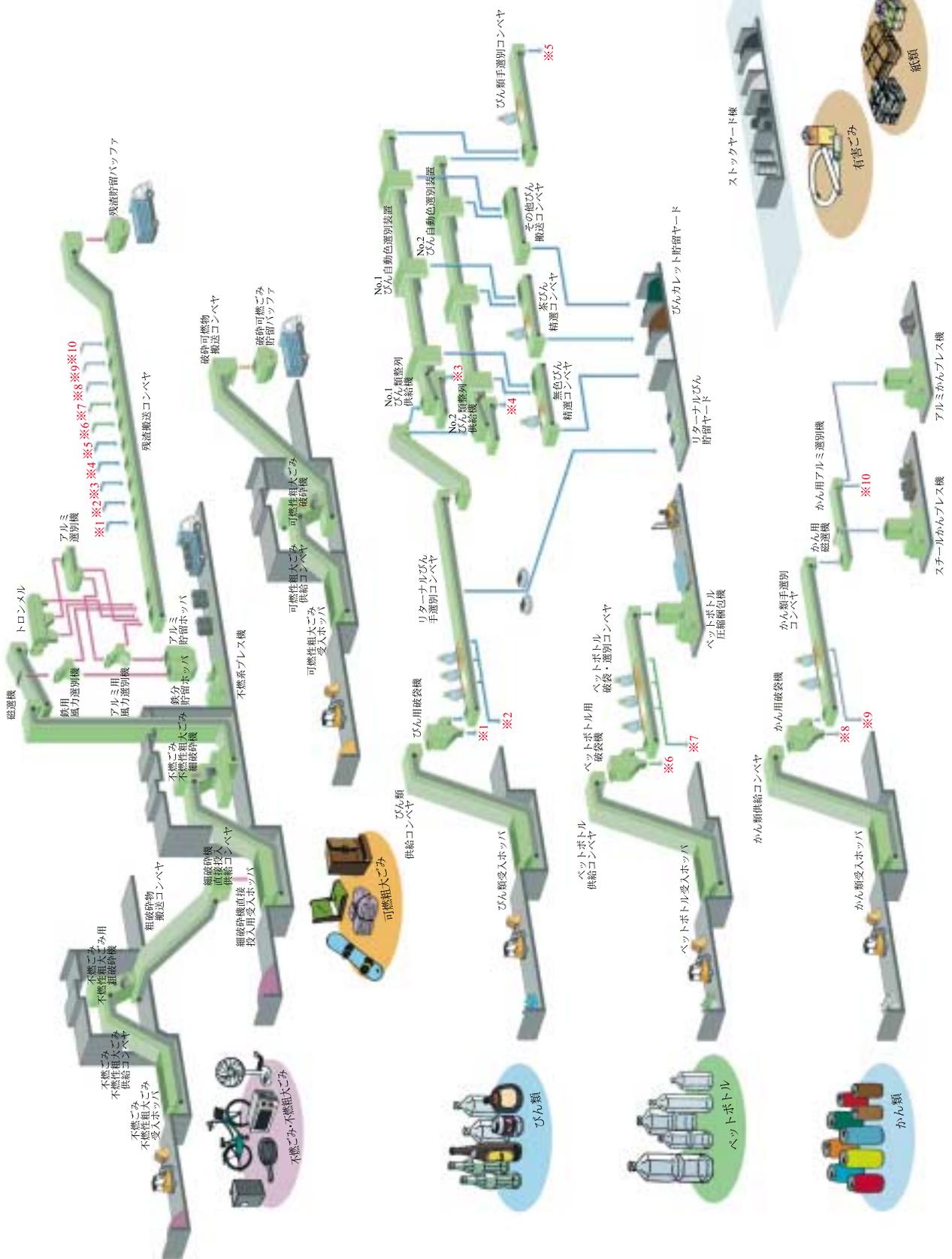


図9 リサイクルプラザ処理フロー

反応性消石灰と比較して少ない当量比で HCl と SOx の高い除去率がえられた。なお、さしまクリーンセンター寺久のバグフィルタ(2)入口における排ガス中の HCl 濃度は160 ppm前後、SOx 濃度は12 ppm 前後であった。また、高反応性消石灰は HCl とくらべて SOx の除去率が10 %以上低いという傾向が見られるが、ナトリウム系薬剤は SOx についても HCl と同等程度の高い除去率がえられた。

5. リサイクル残さの混合処理

流動床式ガス化溶融施設にはリサイクル施設が併設されており、ここで、発生するリサイクル残さをガス化溶融施設にて処理をしている。一般にリサイクル施設から発生するリサイクル残さには重金属類が多量に含まれているため、溶融処理をおこなった場合にはスラグ中の重金属濃度に影響を与える懸念があった。本施設では、表4に示すとおり、スラグの重金属溶出量ならびに濃度とも JIS A 5032の基準を十分に満足しており、流動床式ガス化溶融施設のリサイクル性の高さを証明している。以下にリサイクル施設について紹介する。

リサイクルプラザのフローを図9に示す。処理能力は51 t/d (5時間)で、処理対象物は不燃ごみ、不燃性粗大ごみ、可燃性粗大ごみ、びん、かん、ペットボトル、紙、有害ごみである。

5.1 不燃ごみ・不燃性粗大ごみライン

17 t/d の処理能力を有し、混入するガスボンベ等による爆発を防止するために二軸破砕機で粗破砕した後、分離性能の向上を目的とした高速回転式破砕機にて細破砕される。

鉄・アルミは磁選機、アルミ選別機にて回収され、圧縮成型後リサイクル業者に引取られる。残さはガス化溶融施設に搬出される。

5.2 可燃性粗大ごみライン

9 t/d の処理能力を有し、二軸破砕機にて破砕した後、ガス化溶融施設に搬出される。

5.3 びん

10 t/d の処理能力を有し、収集袋にて回収されたびんから袋を取除く破除袋工程、ビールびんや一升びん等の空きびんを回収する手選別工程、および、びんを色別に無色、茶、その他に自動選別する機械選別工程に分けられる。

回収、選別されたびんはリサイクル業者に引取られ、残さはガス化溶融施設に搬出される。

5.4 かん

9 t/d の処理能力を有し、収集袋にて回収されたかんから袋を取除く破除袋工程、塗料かん等の異物を除去する手選別工程、磁選機、アルミ選別機にてスチールかん、アルミかんに分別する機械選別工程、およびプレス機にて圧縮成型する圧縮工程に分けられる。

圧縮成型されたかんはリサイクル業者に引取られ、残さはガス化溶融施設に搬出される。

5.5 ペットボトル

本ラインは3 t/d の処理能力を有し、収集袋にて回収されたペットボトルから袋を取除く破除袋工程、キャップ等の異物を除去する手選別工程、および圧縮梱包機にて圧縮成型する圧縮工程に分けられる。

圧縮成型されたペットボトルはリサイクル業者に引取られ、残さはガス化溶融施設に搬出される。

5.6 紙・有害ごみ

紙はダンボール、新聞紙、雑誌等の種類ごとに回収・保管されリサイクル業者に引取られる。

また、蛍光灯は有害ガスを処理しながら破砕処理される。

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8年あまりが経過した。8号機となるさしまクリーンセンター寺久では、これらの稼働実績からえられたノウハウを基に、たゆまぬ改善をおこない、下記のようにガス化溶融施設の性能と安定性を大幅に向上した。

- ① 竣工後ただちに両系列とも90日連続運転を達成することができた。
- ② ナトリウム系薬剤をもちいた乾式排ガス処理技術確立し、HCl 濃度10 ppm 以下、SOx 濃度0 ~ 1 ppm と高い除去性能をえた。
- ③ リサイクル残さをごみと合わせて安定的に溶融処理し、リサイクル性の向上に貢献した。

[参考文献]

- 1) 松村卓也ら：第19回廃棄物学会研究発表会講演論文集Ⅱ(2008), p.561-563
- 2) 藤田淳ら：第30回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集(2008)
- 3) 伊藤正ら：神鋼環境ソリューション技報, Vol.5, No.1(2008), p.6-9

*環境プラント事業部 技術部 計画室 **環境プラント事業部 技術部 プロジェクト室 ***環境プラント事業部 操業技術部 施設管理室
****神鋼環境メンテナンス(株) 技術サービスセンター 技術部 *****神鋼環境メンテナンス(株) 技術サービスセンター 技術部 技術室