

処理方式の選定について

1. 各処理方式の検討

第2回検討委員会にて、処理方式等の方向性を絞ったストーカ方式、流動床方式、流動床式ガス化溶融、シャフト式ガス化溶融の定性的評価を行い、当組合における処理方式の優位性について比較検討を行う。

2. 次期中間処理施設整備の基本方針

第2回、第3回検討委員会において、次期中間処理施設整備の基本方針を以下のように確認した。

次期中間処理施設整備の基本方針

1) 地域住民等の理解と協力を確保する安全・安心な施設整備

- 吉田地区及び周辺の豊かな自然と調和した、安全・安心な施設整備を図る
- 地域住民の理解と協力を確保し、恒久施設となり得る施設整備を図る

2) 循環型社会形成と地域活性化の拠点となる施設整備

- 循環型社会形成を目指すことと併せ、ごみの持つエネルギーを最大限に活用した地域へのエネルギー供給、雇用創出を図る
- 地域の特性や資源を活かし、地域活性化に寄与するほか、大規模災害時には避難・救護のための防災拠点の役割と災害廃棄物を迅速に処理する復興拠点としての役割を果たす施設として整備を図る

3) 経済性と高度なシステムの両立を目指した施設整備

- 効率かつ経済性を考慮した最新技術の導入を図る
- 施設整備から運営に至る全段階において経済性に配慮した検討を行い、最適な事業方式の選定を図る

3. 各処理方式の選定に係る評価項目

次期中間処理施設整備の基本方針を踏まえ、処理方式を選定するにあたり、表-1に示す4つの大項目毎に適合性項目を設け、比較検討する。

表-1 次期中間処理施設整備の基本方針との適合性項目

大項目	適合性項目
安全・安定性	整備実績
	燃焼特性
	処理対象物の量・質の変動への対応
エネルギー生産性	発電
	燃料・電力等エネルギー使用量
	ごみのエネルギー生産効率
	ごみ1tあたり外部取出し電力量
地球環境への配慮	CO ₂ 排出量
経済性	灰等の処理・資源化に係る費用
	用役費

表-2 各処理方式の比較

項目	焼却方式		ガス化溶融方式(溶融生成物の再資源化)		備考			
	ストーカ式	流動床式	流動床式	シャフト式				
処理フロー					—			
処理概要	<ul style="list-style-type: none"> ごみを乾燥させるための乾燥段、焼却するための焼却段、未燃焼分を完全に燃焼させるための後燃焼段の3段になっている。種類によってストーカ段が2段階のものもある。 燃焼ガスの再循環、富酸素燃焼、低空気運転等により、排ガス量の低減、高温燃焼を可能としたものである。 	<ul style="list-style-type: none"> 炉内に流動砂が入っており、この砂を650℃～800℃に暖め、この砂を風圧により流動化させる。高温で流動した炉内に破碎したごみを投入し、短時間(数十秒)で燃焼させる。ごみの破碎サイズは炉によって異なるが約10cm～30cm程度である。 	<ul style="list-style-type: none"> 流動床式ガス化炉で450℃～600℃でごみを熱分解し、飛灰と分解ガスを溶融炉に送り1300℃以上で溶融して灰分をスラグ化する。炉底排出の不燃物から鉄、アルミ、がれきを回収し、再利用する。 	<ul style="list-style-type: none"> 投入されたごみは炉上部で乾燥され、熱分解、燃焼されて炉底で灰が溶融してスラグとなって排出される。熱分解ガスは二次燃焼で完全燃焼し、排ガス処理装置を通して排出される。 	出典1 出典2			
安全・安定性	整備実績 (平成20年度～平成30年度竣工予定含む。)	<ul style="list-style-type: none"> 56件 他の方式に比べて、国内に数多くの実績を有しており、信頼性は高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 2件 最近の採用実績は極めて少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 9件 流動床炉から流動床式ガス化溶融炉へ移向が強い。 	<ul style="list-style-type: none"> 15件 ガス化炉の中では、最も多い実績を有している。 	出典3 出典4		
	燃焼特性	<ul style="list-style-type: none"> 燃焼状態の変動が少なく、安定した処理が得られる。 	<ul style="list-style-type: none"> 瞬間燃焼のため、燃焼状態がごみ質等により左右される傾向にある。 	<ul style="list-style-type: none"> 溶融炉温度は、チャー(未燃炭素)や熱分解ガスの質と量の変動により変化しやすく、安定運転が阻害されることがあり、炉内温度低下の信号により助燃バーナーを着火し対応する等の留意を要する。 	<ul style="list-style-type: none"> ごみは、乾燥・予熱帯、熱分解帯、燃焼帯、溶融帯に順次時間をかけて送られるため、安定した燃焼・ガス化が図られている。 	出典1 出典2		
	処理対象物の量・質の変動への対応	<ul style="list-style-type: none"> 供給量に対して、マス(塊)燃焼のため、量、質の変動には影響を受けにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> 瞬間燃焼のため、燃焼状態がごみ質等により左右されやすかったが、近年では、前処理にて燃焼の変動を制御し、安定を図っている。 	<ul style="list-style-type: none"> 前処理等により処理機能の安定化を図っている。 	<ul style="list-style-type: none"> ごみ質に関わらず副資材(コークスなど)が必要であり、出湯口からのスムーズな出滓には、運転管理面で副資材の投入量等の留意を要する。 	—		
評価	◎ 最も実績が多く燃焼特性から安全・安定性の面で信頼性は高い。	○ 近年は前処理にて安定化が図られている。	○ ごみを熱分解、溶融する際、炉内温度が変動しやすいが、近年は前処理等により安定化が図られている。	◎ ガス化溶融の中では、実績も多く運転面での安定性は高い。	—			
エネルギー生産性	発電	<ul style="list-style-type: none"> 高温燃焼により高い発電端効率の達成が可能とされる。 蒸気量の変動が少なく安定的な発電が行える。 	<ul style="list-style-type: none"> ストーカ炉と同程度であるが、瞬間燃焼のため、燃焼を安定化して発生蒸気量の変動を少なくし、安定的な発電を行うためには、ごみ供給量の変動を極力小さくするための前処理(ごみの破碎等)等が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ごみ処理量当りの発電量は、コークスを利用するシャフト炉方式に比べ低い。(ただし、外部燃料を使用しない場合) 	<ul style="list-style-type: none"> ごみ処理量当りの発電量は、他の方式に比べ高いが外部燃料を用いる。コークス方式の場合、比較的自己消費電力は少ないが、酸素発生用のPSAの使用により多少大きくなる。また、酸素方式は自己消費電力が大きい。 	出典1 出典2		
	エネルギー・電気使用量	助燃燃料	助燃燃料(灯油等)を使用するが、ガス化溶融方式に比べ使用量が少ない。	助燃燃料(灯油等)を使用するが、ガス化溶融方式に比べ使用量が少ない。	ごみ質により助燃燃料(灯油等)を使用し、焼却方式に比べ使用量が多い。	コークスベッド方式は、コークスを多く使用する。	出典6	
		電気	<ul style="list-style-type: none"> ガス化溶融炉方式に比べ溶融しない分電気使用量は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ガス化溶融炉方式に比べ溶融しない分電気使用量は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 焼却方式に比べ電気使用量は多い。 	<ul style="list-style-type: none"> 焼却方式に比べ電気使用量は多い。 	出典6	
	ごみのエネルギー生産効率	0.07	0.07	0.04	0.02	—		
	ごみ1tあたり外部取だし電力量(kWh/t)	136.2	136.2	44.7	44.7	—		
	評価	◎ ガス化溶融方式に比べ、エネルギー生産性は高い。	◎ ガス化溶融方式に比べ、エネルギー生産性は高い。	○ 焼却方式に比べ、エネルギー生産性は低い。シャフト式に比べると高い。	○ 焼却方式に比べ、エネルギー生産性は低い。	—		
	地球環境	燃料・電気使用量順位(少ない順)	1	1	2	3	—	
評価		◎ ガス化溶融炉方式に比べ燃料・電気使用量は少ない。	◎ ガス化溶融方式に比べ燃料・電気使用量は少ない。	○ 焼却方式に比べ燃料・電気使用量は多い。	○ 焼却方式に比べ燃料・電気使用量は多い。	—		
経済性	規模当たり建設工事費 [(百万円/(t/日))]	47.0	47.0	44.8	56.1	出典6		
	灰等の処理・資源化に係る費用	<ul style="list-style-type: none"> 焼却灰 0.10t/ごみ1t 飛灰 0.03t/ごみ1t 	<ul style="list-style-type: none"> 焼却灰 0.03t/ごみ1t 飛灰 0.07t/ごみ1t 	<ul style="list-style-type: none"> 飛灰 0.04t/ごみ1t 溶融スラグ 0.03t/ごみ1t 溶融メタル 0.005t/ごみ1t 	<ul style="list-style-type: none"> 飛灰 0.04t/ごみ1t 溶融スラグ 0.09t/ごみ1t 溶融メタル 0.013t/ごみ1t 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 埋立て処分費 4,300円/灰1t(組合現状) ※1 2. 飛灰資源化 45,000円/灰t～65,000円/灰1t (コンサルタント調べ) 	<ul style="list-style-type: none"> ・未酸化の鉄とアルミが分離され回収される。 ・未酸化鉄は10円/kg程度で買い取られている。 ・スラグ・メタルは、スラグ・メタル込みで、100～150円/tで買い取られ、土木資材等に有効利用されている。(コークスベッド方式) 	解説1
		用役費	燃料費(円/t)	107	107	600	2,868	出典6
	電気代(円/t)		1,119	1,119	1,868	1,502		
	薬品費(円/t)		554	554	611	611		
	用水費(円/t)		138	138	204	204		
	合計(円/t)	1,918	1,918	3,238	5,185	—		
評価	◎ ガス化溶融炉方式に比べ、焼却残渣の処分費用が必要であるが用役費は少ない。	◎ ガス化溶融炉方式に比べ、焼却残渣の処分費用が必要であるが用役費は少ない。	○ スラグ化による減容、無害化、再利用効果があるが、用役費は焼却方式に比べかなり高い。	△ スラグ化による減容、無害化、再利用効果があるが、コークスなどの副資材が必要で用役費は最も高い。	—			
方式の評価	◎ 焼却方式では、処理後に灰が排出されるため、埋立てに係る費用(運搬費・埋立て処分費等)が必要となり、自家処分場を有さない施設にあっては外部に依存せざるを得ず、費用が嵩むことや処分は受入先の状況に左右されることがあるが、当該地区では、最終処分場を確保しており、安定処理が可能である。	—	○ ガス化溶融炉方式では、外部燃料の使用が焼却方式に比べ多いことから、エネルギー生産性、地球環境への配慮及び経済性の項目において評価が低い。スラグ化による減容、無害化、再利用効果があり、最終処分場への負荷が軽減できるなど焼却方式に無い特徴を有するものの有効利用の不確実性といった課題もある。	—	—			
総合評価	燃焼特性や最終処分形態の違いにより、処理方式それぞれに一長一短あるが、当印西地区では、確保が非常に困難とされている最終処分場を有しており、焼却灰の安定処理が可能であることは、特筆すべき優位点であると判断できる。また、焼却方式の2方式では、長い歴史と豊富な実績による処理技術の信頼性が圧倒的な採用実績の差に繋がっていると判断からストーカ方式に優位性を見出した。以上のことから、現時点において、次期施設の処理方式としては、焼却方式のストーカ式が最も妥当であると評価する。				—			

備考 ※1 最終処分場を有する組合における処分経費 ※2 焼却灰を民間施設にて資源化した場合の費用

出典1: ごみ処理施設整備の計画・設計要領(全国都市清掃会議)

出典2: 廃棄物ハンドブック(廃棄物学会編)

出典3: 環境省 廃棄物処理施設の入札・契約データベース(熱回収施設)(平成23年5月)

出典4: (一社)日本環境衛生施設工業会HP プレスリリース

出典5: ごみ焼却施設維持管理実態全国調査結果(一財)日本環境衛生センター 平成16年5月

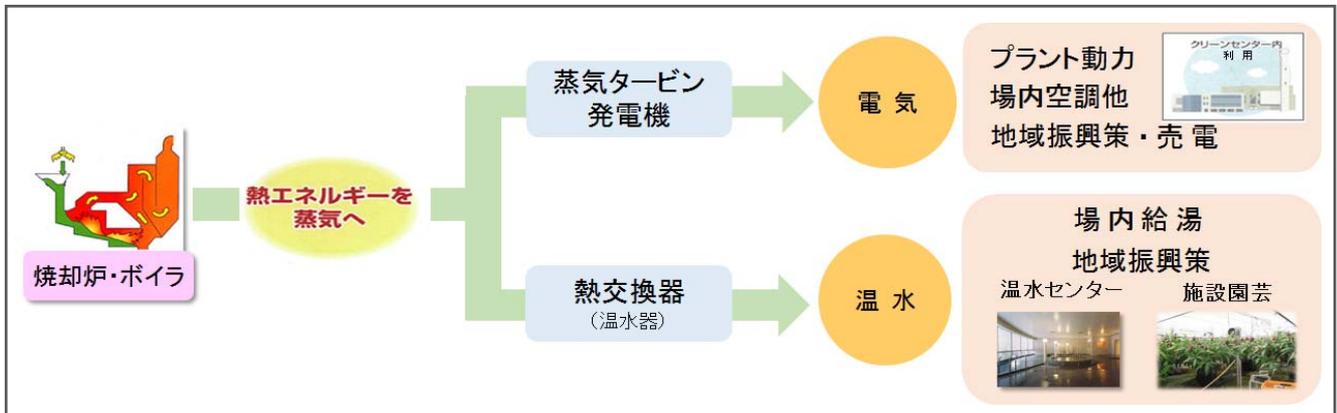
出典6: 北海道大学廃棄物処分工学研究室平成23年度環境研究総合推進費補助金研究事業総合報告書 データ中央値

解説1: 主灰、飛灰の溶融スラグとして受入れ企業は、メルテック(株)、中央電気(株)、御リフレックス等。セメント化は、太平洋セメント(株)、三菱マテリアル(株)、山口エコテック(株)等。市原エコセメント(株)は操業休止。

エネルギーバランスについて

1. 熱利用の形態

焼却炉で発生した熱はボイラで回収され、電気、温水に変換され、次期施設や余熱利用施設で利用されます。



2. 余熱利用施設への熱供給システム的前提条件

地域振興策の余熱利用施設への熱供給量は、エネルギー回収型廃棄物処理施設の発電規模と発電システム等の前提条件が基本となります。

- (1) 安定したエネルギー回収のために、年間を通じて熱量の変動が少ない一定した熱量を供給できるシステムとする。
- (2) 自立運転とエネルギー供給のために、1炉運転時に場内の施設負荷を賄える発電規模を確保した上で、余熱利用施設へ熱供給することができるシステムとする。
- (3) 自立運転のために2炉運転時にも買電を行わずに運転できるシステムとする。
- (4) 交付要件(交付金2分の1)を満たすために、エネルギー回収率17.5%以上の施設とする。

3. 余熱利用施設への熱供給システム

メーカーアンケートの結果を基に、余熱利用蒸気利用の割合および年間稼働日数を示します。

1炉運転時において、余熱を最大利用する場合、基準ごみでのエネルギー回収率は28%となります。そのうちの34.9%が発電(場内利用)、65.1%が場外熱利用です。場外への供給可能熱量は14.7GJ/hです。(図-2)

エネルギー回収率28%は、高効率エネルギー回収型の要件である17.5%を大きく上回り、エネルギー回収率の高い施設に位置付けられます。

さらに、今後の技術動向を反映して、未回収エネルギーの回収についても継続して検討する必要があります。

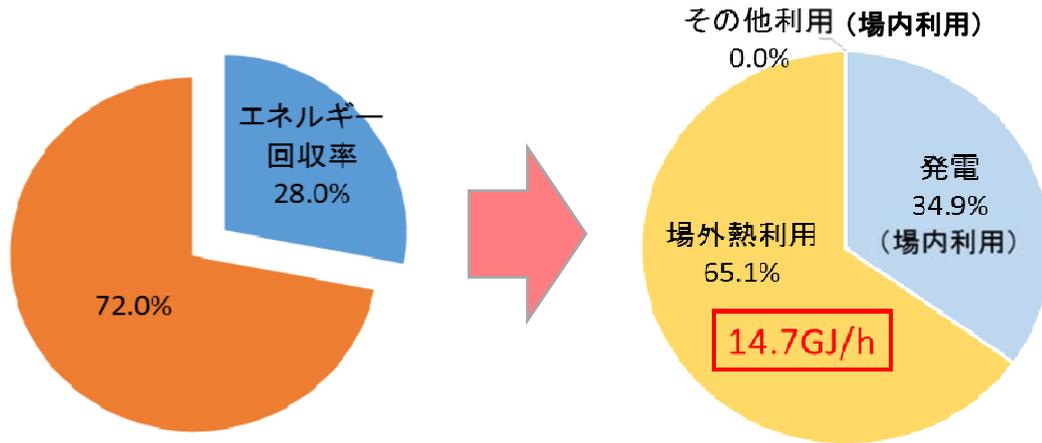


図-2 1 炉運転時のエネルギー回収と利用形態 (基準ごみ)

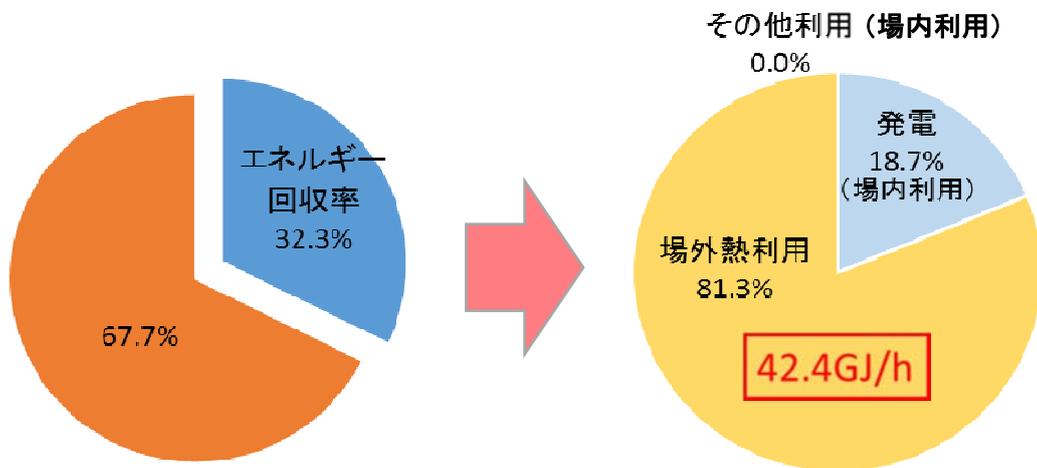


図-3 2 炉運転時のエネルギー回収と利用形態 (基準ごみ)

年間稼働日数を表-1 に示します。

法定点検等による全炉停止期間 (7 日) は熱供給が図れないため、その場合は余熱利用施設側で補助ボイラ等の熱源確保が必要となります。

表-1 年間稼働日数

年間稼働日数	1 炉運転	2 炉運転	全炉停止
	192 日	166 日	7 日

熱を供給するための熱媒体には、低温水、温水、高温水および蒸気の 4 種類がありますが、本計画では、余熱利用施設での利用形態が決まっていないことから、蒸気または温水による熱供給を基本とします。

なお、1 炉運転時における供給可能熱量 14.7GJ/h 及び 2 炉運転時の場外熱利用量を発電に回して、発電規模を大きくすることは可能です。

以下に熱回収形態と必要熱量を示します。

表-2 熱回収形態と必要熱量

用途		熱利用媒体		設備概要(例)	必要熱量 GJ/h	
		蒸気	温水			
場内 余熱利用	プラント関係	誘引送風機のタービン駆動	○		タービン出力500kW	33
		排水蒸発処理設備	○		蒸発処理能力2,000t/h	6.7
		発電	○		定格発電能力1,000kW (背圧タービン)	35
					定格発電能力2,000kW (復水タービン)	40
		洗車水加温	○		1日(8時間) 洗車台数 50台/8h	0.31
		洗車用スチームクリーナー	○		1日(8時間) 洗車台数 50台/8h	1.6
	建築関係	工場・管理棟 給湯	○	○	1日(8時間) 給湯量 10m ³ /8h	0.29
		工場・管理棟 暖房	○	○	延床面積 1,200m ²	0.8
		工場・管理棟 冷房	○	○	延床面積 1,200m ²	1
		作業服クリーニング	○		1日(4時間)50着	≒0
		道路その他の融雪	○	○	延床面積 1,000m ²	1.3
	場外 余熱利用	福祉センター給湯	○	○	収容人数60名1日(8時間) 給湯量 16m ³ /8h	0.46
		福祉センター冷暖房	○	○	収容人数60名 延床面積2,400m ²	1.6
		温水プール	○	○	25m一般用・子供用併用	2.1
		温水プール用 シャワー設備	○	○	1日(8時間)給湯量 30m ³ /8h	0.86
温水プール管理棟暖房		○	○	延床面積 350m ²	0.23	
動植物用温室		○	○	延床面積 800m ²	0.67	
熱帶動植物用温室		○	○	延床面積 1,000m ²	1.9	
海水淡水化設備		○		造水能力1,000m ³ /日	18	
					26	
施設園芸		○	○	面積 10,000m ²	6.3~15	
アイススケート場	○	○	リンク面積 1,200m ²	6.5		

(注) 本表に示す必要熱量、単位当りの熱量は一般的な値を示しており、施設の条件により異なる場合がある。

排ガスの基準値について

1. 自主規制値

平成23年3月に策定した「印西クリーンセンター次期中間処理施設整備基本計画」における自主規制値を表-1に示します。

表-1 排ガスの排出基準値及び自主規制値

		ばいじん (g/m ³ N)	SO _x (ppm)	HCl (ppm)	NO _x (ppm)	DXNs (ng-TEQ/m ³ N)	CO (ppm)	水銀 (mg/m ³ N)
現施設	規制値	0.08	1,900	430	250	1	----	----
	協定値	0.03	50	80	120	1,2号炉 1 ^{※3} 3号炉 0.5	----	----
新施設	規制値	0.04	K=9.0 ^{※1}	430	250	1	30	----
	適用法令 他	大気汚染防止法				ダイオキシン 特措法	※2	----
自主 規制値	前計画	0.01	40	60	100	0.1	----	----

※1:規制値は、 $q=K \times 10^{-3} \times He^2$ (Kは地域ごとに定められる値、Heは排出口高さ)で算定される数値。

現行施設では約1,900であり、排ガス条件や煙突高さによるが同等程度となる。

※2:ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン

※3:焼却能力(1炉、時間あたり)により規制値が異なる(新設:4t/h~:0.1、2~4t/h:1、~2t/h:5)。

仮に新施設が200t/日とすると、2炉構成(4.2t/h>4t/h:0.1)と3炉構成(2t/h<2.8t/h<4t/h:1)となる。

近年、環境意識の高まりから、自主規制値がより厳しい値となってきています。しかし、除去性能のよい設備は、設備費・ランニングコストが高価になり、また、より厳しい自主規制値を設けることで排ガス処理に係る薬品投入量も増えるため、適切な値を設けることが重要となります。

2. 排ガス処理設備および使用薬剤

主な排ガス処理装置と処理対象有害物質を表-2に示します。

表-2 主な排ガス処理装置の処理対象有害物質

排ガス処理装置		ばいじん	SO _x	HCl	NO _x	DXNs
集じん系	バグフィルタ (ろ過式集じん器)	◎	○	○		◎
有害物質 除去系	乾式有害ガス除去 (消石灰等吹込み)		◎	◎		
	湿式有害ガス除去 (苛性ソーダ等水溶液吹込み)		◎	◎		
	触媒脱硝装置				◎	○
	活性炭吹込み(+バグフィルタ)					◎

◎:主にその物質除去対策として採用される技術

○:副次的に除去効果がある技術

排ガス中の硫黄酸化物(SO_x)・塩化水素(HCl)における有害物質除去には、消石灰等の吹き込みによる乾式法や半乾式法、苛性ソーダ等水溶液の吹き込みによる湿式法があります。

	乾式法	半乾式法	湿式法
概要	<p>バグフィルタ前の煙道にアルカリ粉体(消石灰等)を吹き、直接排ガスと接触させて、HCl、Soxと反応させバグフィルタで除去する方法。</p>	<p>消石灰等のアルカリスラリーを反応塔や移動層に噴霧して反応生成物を乾燥状態で回収する方法。</p>	<p>水や苛性ソーダ(NaOH)等のアルカリ水溶液を吸収塔に噴霧し、反応生成物をNaCl、Na₂SO₄等の溶液で回収する方法。</p>
使用薬剤	消石灰(Ca(OH) ₂)、炭酸カルシウム(CaCO ₃)、炭酸水素ナトリウム(NaHCO ₃)	消石灰スラリー ※苛性ソーダ(NaOH)等のアルカリ水溶液を用いる方法もある	苛性ソーダ(NaOH)等のアルカリ水溶液
除去率	HCl、Sox除去率は湿式法に近い。また、ばいじんや重金属、ダイオキシン類の除去率も高いことから、新設炉の場合の採用が増えている。	除去性能は大きいですが、スラリーによるノズル及びラインの閉塞トラブルに留意する必要がある。	除去率が高く、HgやAs等の重金属類においても高効率除去が可能である。
備考	排水が不要であり、装置出口の排ガスの温度を高温に維持できるため、白煙防止装置を設置しなくても煙突から白煙が生じにくい。また、腐食対策が容易である。	装置の簡略化を優先させた方法であるが、近年は採用例が少ない。	排水処理設備や塩乾固設備等プロセスが複雑になる。吸着液の循環使用によってダイオキシン類が濃縮するおそれがあり、廃液の処理には十分注意が必要である。

3. 水銀の排ガス処理基準に関して

平成25年10月に採択された「水銀に関する水俣条約」により、廃棄物処理施設からの水銀及び水銀化合物の大気への排出を規制し、実行可能な場合には削減することが規定されており、平成26年度に設置された「中央環境審議会 大気・騒音振動部会 水銀大気排出対策小委員会」にて対応等を検討しています。現時点では活性炭吹き込みとバグフィルターによる除去で十分効果を発揮するものと考えられますが、今後の規制動向も踏まえて注意深く検討するものとします。

4. 次期施設の排ガス自主基準値

近年竣工した他施設の排ガスの自主基準値を参考に、次期施設の自主基準値を提案します。

表-3 他施設の排ガス自主基準値

施設	稼動開始	ばいじん (g/m ³ N)	SOx (ppm)	HCl (ppm)	NOx (ppm)	DXNs (ng-TEQ/m ³ N)	CO (ppm)	備考	
								方式	規模
八千代市 清掃センター	1・2号炉：平成元年度 (平成14年10月：改修)	0.15	---	700	250	5	---	ストーカ式 焼却方式	60t/24h ×2基
	3号炉：平成13年4月	0.04	---	700	250	0.1	---	流動床式 焼却方式	100t/24h ×1基
成田富里 いずみ清掃工場	平成24年9月	0.01	40	50	50	0.05	30	シャフト式 ガス化溶融方式	106t/24h ×1基
クリーンプラザふじみ	平成25年4月	0.01	10	10	50	0.1	---	ストーカ式 焼却方式	144t/24h ×2基
船橋北部清掃工場 (要求水準書)	平成29年4月	0.01	20	20	50	0.05	30	ストーカ式 焼却方式	127t/24h ×3基
船橋南部清掃工場 (要求水準書)	平成32年4月	0.01	20	20	50	0.05	100 ^{※1} 30 ^{※2}	ストーカ式 焼却方式	113t/24h ×3基

※1：1時間平均値、※2：4時間平均値



表-4 次期施設の排ガス自主基準値

項目	ばいじん (g/m ³ N)	SOx (ppm)	HCl (ppm)	NOx (ppm)	DXNs (ng-TEQ/m ³ N)	CO (ppm)	水銀
規制値	0.04	K=9.0 ※1	430	250	1	30	—
適用法令 他	大気汚染防止法				ダイオキシン 特措法	※2	—
自主規制値	0.01	20	20	50	0.05	30	※3

※1：規制値は、 $q=K \times 10^{-3} \times He^2$ (Kは地域毎に設定される値、Heは排出口高) で算定される数値。

※2：ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン

※3：今後の動向を踏まえて検討を行う。