

環境対策技術について

(目次)

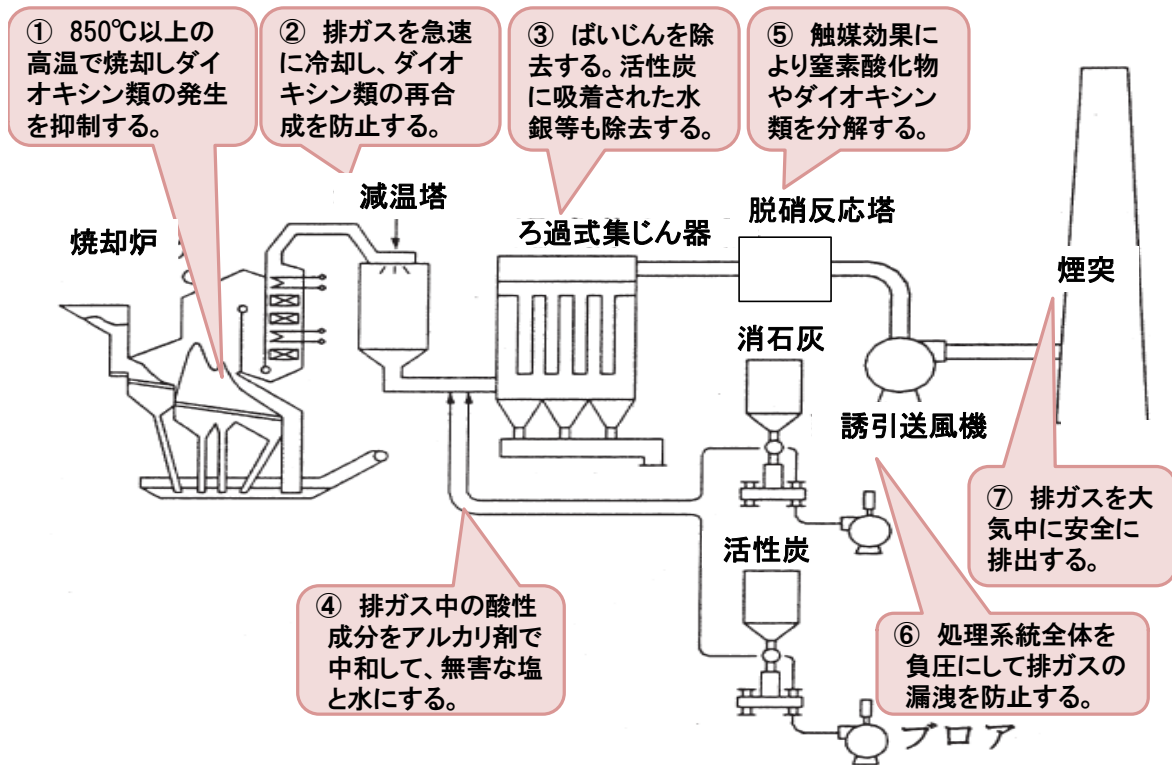
1. 資源循環型施設の公害防止対策	
(1) 排ガス	1ページ
(2) 排水	5ページ
(3) 騒音・振動	5ページ
(4) 臭気	6ページ
2. 排ガスに含まれる各種汚染物質と低減対策	8ページ

1. 資源循環型施設の公害防止対策

(1) 排ガス

資源循環型施設から排出される有害物質については、大気汚染防止法、ダイオキシン類対策特別措置法により排出濃度が規制されている。大気汚染防止法が適用される汚染物質は、ばいじん、いおう酸化物、塩化水素、窒素酸化物、水銀の5項目、加えてダイオキシン類対策特別措置法によりダイオキシン類が規制対象物質となっている。

これら汚染物質の低減対策の概念を図1に示す。



出典：(一財)日本環境衛生センター技術管理者講習会テキスト

図1 排ガス処理フロー

① 焼却炉

焼却炉については「廃棄物処理法施行規則」に構造基準及び維持管理基準が定められており、次の要件を満たしたものとする必要がある。概念を図2に示す。

- ・ 空気取入口及び煙突の先端以外に焼却炉内部と外気とが接しないこと
- ・ 燃焼ガスの温度が800℃(新ガイドラインでは850℃)以上の状態で、定量ずつ廃棄物を焼却できること
- ・ 燃焼に必要な量の空気の通風が行われること
- ・ 外気と遮断された状態で定量ずつ廃棄物を燃焼室に投入すること
- ・ 燃焼ガスの温度を測定するための装置が設けられていること
- ・ 燃焼ガスの温度を保つための助燃装置が設けられていること
- ・ 煙突から排出される排ガス中の一酸化炭素濃度が100ppm以下となるようにごみを焼却すること

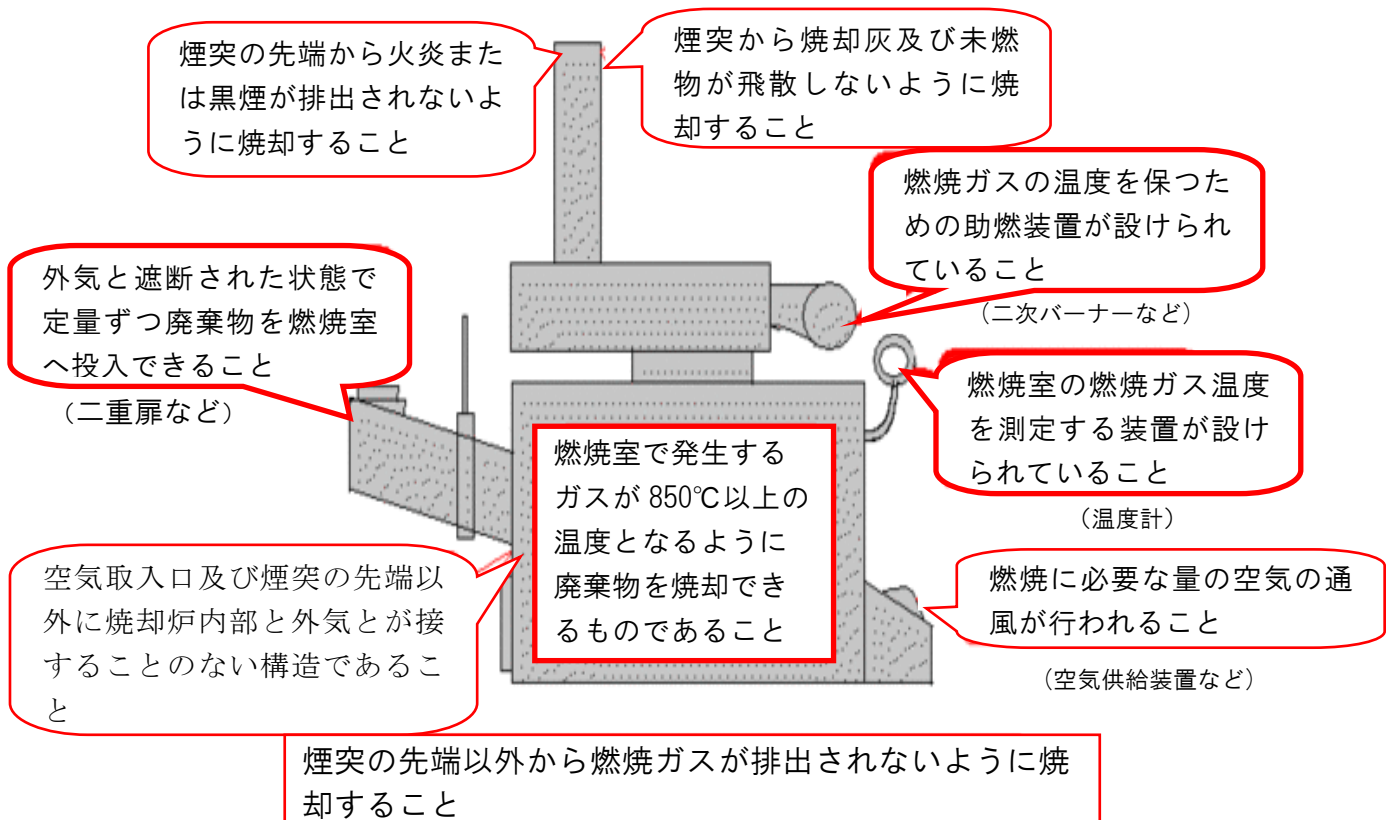


図2 焼却炉構造のイメージ

② 減温塔

ダイオキシン類が再合成しないようにろ過式集じん器入口前で排ガス温度を概ね200℃以下に冷却する。「ダイオキシン類の再合成」については次項「排ガスに含まれる各種汚染物質と低減対策」において記述する。



写真1 減温塔外観

③ ろ過式集じん器

多数設置した布または不織布性の袋状のフィルター(バグフィルター)に粒子を含む気流を通してろ過する集じん器である。0.01 μm 程度の粒子も除去することが可能で、集じん率が他の方式の集じん器と比較して高い。



写真 2a ろ過式集じん器外観



写真 2b ろ過式集じん器内部

④ 脱硝反応塔

窒素酸化物(窒素酸化物)を窒素と水に分解する装置である。一般的にはアンモニアもしくは尿素を還元剤として排ガス中に吹き込む。ダイオキシン類の分解機能についても報告されている。



写真 3 脱硝触媒塔外観

⑤ 誘引送風機

排ガスを誘引し、焼却炉及び煙道内の圧力を負圧(マイナス圧)に調整するとともに煙突に送り出す。



写真 4 誘引送風機外観

⑥ 煙突

排ガスを高所から放出し、排ガスを拡散させるための設備で、高さによっては航空法の制約を受け、また施設周辺の状況によっては、景観上の配慮を必要とする。「煙突の高さをどのくらいにするか」ということについては熱回収施設の建設に取り組んでいる地方自治体共通の課題である。

公害研究対策センターの「窒素酸化物総量規制マニュアル」に沿って開発された計算ソフトによる排ガスの拡散シミュレーションにおいて、「100メートルと59メートルの煙突により排出される有害物質の濃度の差は、特定の着地点においても意味のないほど小さい」とされている。(表1参照)



写真5 煙突外観

表1 排ガス拡散シミュレーション(例)

いおう酸化物のシミュレーション結果(排出濃度 10ppm)				
煙突高さ	バックグラウンド濃度(ppm)	最大付加濃度(ppm)	将来濃度(ppm)	環境基準等
① 59m	0.003	0.000020	約 0.003*	1 時間値の 1 日平均値が 0.04 ppm 以下で、1 時間値が 0.1 ppm 以下
② 100m	0.003	0.000007	約 0.003*	
塩化水素の拡散シミュレーション(排出濃度 10ppm)				
煙突高さ	バックグラウンド濃度(ppm)	最大付加濃度(ppm)	将来濃度(ppm)	環境基準等
① 59m	0.001 未満	0.000020	約 0.001*	目標環境濃度 0.02ppm 以下
② 100m	0.001 未満	0.000007	約 0.001*	

* : バックグラウンド濃度と最大付加濃度を足し合わせたものだが、最大付加濃度がバックグラウンド濃度に対してあまりにも小さいため「約」という表記にしている。

資料 : 武蔵野クリーンセンター基本計画策定委員会資料(H22年9月)

(2) 排水

資源循環型施設では、プラットホームの洗浄、灰の冷却、ボイラー水の排水等によるプラント排水と生活排水が発生する。これらの排水は、外部に排出する場合は、公共水域に排出するのであれば水質汚濁防止法、下水道に排出するのであれば上田市下水道条例に定める水質としたうえで放流する必要がある。

資源循環型施設ではプラント排水を炉内等に噴霧することやプラント用水として再利用し、無放流方式を基本とする。無放流方式のイメージを図3に示す。

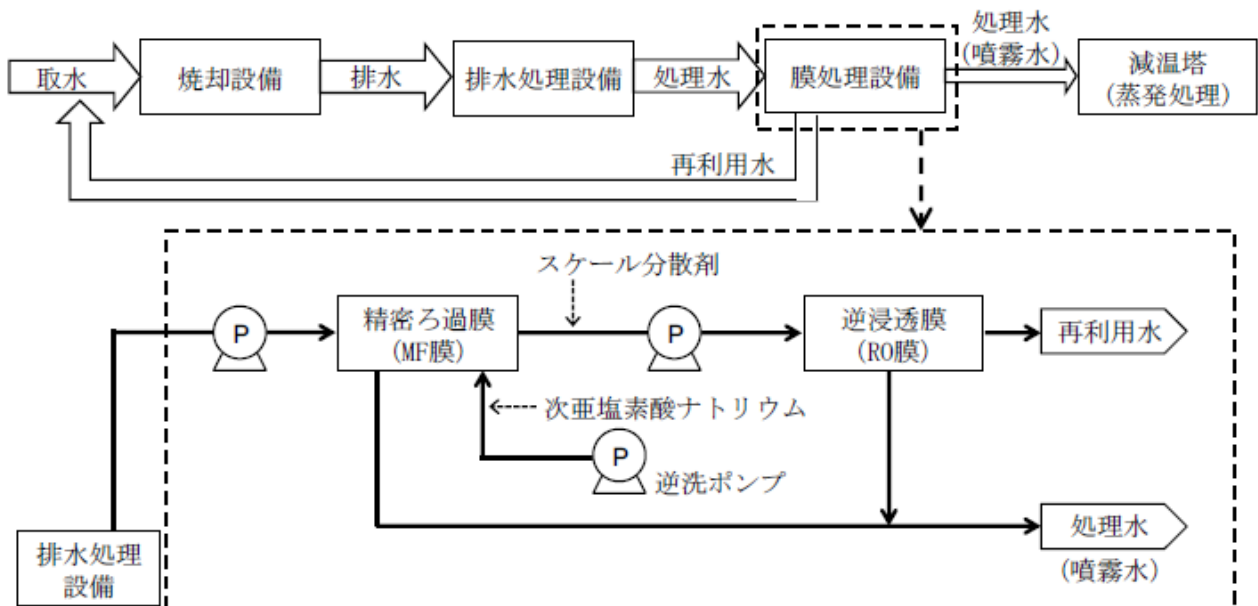


図3 無放流方式のイメージ

(3) 騒音・振動

資源循環型施設において想定される主要騒音発生源と騒音レベルを表2に示す。

騒音対策としては、騒音レベル、騒音伝搬経路に応じて設計段階から適切な対策を講じる必要がある。主な騒音対策としては次に掲げる方法がある。

- ① 低騒音型の設備機器の選定
- ② 強固な建物（壁）による遮音
- ③ 開口部における防音シャッターや防音扉等の設置
- ④ 騒音を発生する機器の地階への設置
- ⑤ 吸音板・吸音材の設置
- ⑥ 消音器の設置

振動については、騒音対策と共通した対策が多いが、必要に応じて防振装置の設置、独立した基礎を設ける等の対策を講じる。

表2 主要騒音発生源の騒音レベルと騒音伝搬経路

設備名	発生機器	騒音レベル (dB(A))	騒音伝搬経路
受入れ供給設備	ごみクレーン	70~80	ホッパー室→プラットホーム→屋外
	油圧ユニット	75~85	機械室換気口→屋外
	破砕機	90~100	破砕機室→プラットホーム→屋外
	コンベヤ	70~85	ホッパー室→プラットホーム→屋外
	ごみ定量供給機	90~95	
焼却設備	焼却炉	75~85	焼却室の換気口→屋外
	不燃物振動篩	85~90	
焼却ガス冷却設備	押込み(一次)送風機	90~105	ホッパー室→プラットホーム→屋外
	押込み(二次)送風機	80~95	焼却室の換気口→屋外
	高圧蒸気復水器	90~95	軸流ファンの吸気, 換気口→屋外
	低圧蒸気復水器	90~95	
	安全弁	110~130	放風口より直接伝搬
	各種ポンプ	50~85	焼却室の換気口→屋外
排ガス処理施設	電気集じん器	70~80	
	誘引送風機	85~100	煙突→屋外
	コンベヤ	70~85	焼却室の換気口→屋外
給水設備	冷却塔	70~85	冷却ファンより直接伝搬
	各種ポンプ	50~85	機械室換気口→屋外
排水処理設備	曝気ブロワ	85~95	機械室換気口→屋外
	各種ポンプ	50~85	
余熱利用設備	蒸気タービン	90~100	機械室換気口→屋外
	発電機	90~100	
	冷却塔	70~85	冷却ファンより直接伝搬
	冷凍機	70~90	
	各種ポンプ	70~80	機械室換気口→屋外
灰出し設備	コンベヤ	70~85	灰出し出入口→屋外
非常用発電設備	ディーゼルエンジン	70~80	機械室換気口→屋外
換気設備	各種送風機	70~95	各機械室換気口→屋外

資料：E社技術資料「ごみ焼却施設の騒音予測と対策」

(4) 臭気

資源循環型施設では、施設内の臭気が外へ出ないように次のような対策を講じる。

① 負圧効果

臭気を含んだ空気を押込送風機で吸引し、臭気のある部屋（プラットホーム、ごみピット等）は、絶えず外部の空気を吸い込んでいる状態とする。

② 密閉化

臭気のある部屋（プラットホーム、ごみピット等）には扉を設けて、基本的に閉状態とし、必要最小限の開閉を行う。

③ エアカーテンの設置

プラットホームの出入口には空気の流れをつくり、中の空気が外に出ないようにする。

④ 熱分解

焼却炉内を高温（850℃以上）以上に保つことにより、臭気成分を熱分解する。

⑤ 脱臭装置

焼却炉の停止時等、負圧効果が得られない場合においても、熱分解による防止ができない場合は、活性炭により臭気成分を吸着することにより、臭気が外部に漏れないようにする。

これらの状況を図4に示す。



清掃車からの汚汁などが悪臭を発生することないように構内道路の清潔を保つ。



プラットホームの出入り口にはエアカーテンを設置するとともに投入口はごみの投棄時のみの開閉とする。



ごみピット内の空気を燃焼用空気として焼却炉内に送気することにより、ごみピット部の負圧を保つ。



ごみピットからの空気に含まれる悪臭成分（有機物）を高温で熱分解して無臭にする。

資料：写真は横浜市環境局ホームページのものを使用

図4 資源循環型施設の防臭対策の状況

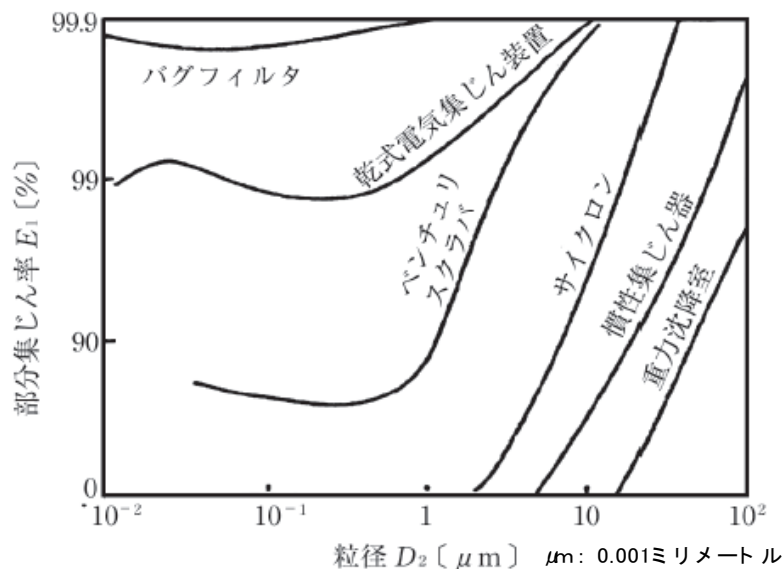
2. 排ガスに含まれる各種汚染物質と低減対策

(1) 排ガス対策

資源循環型施設においては、排出される汚染物質の発生抑制、除去等を行う。各物質の対策と削減効果について整理する。

① ばいじん対策

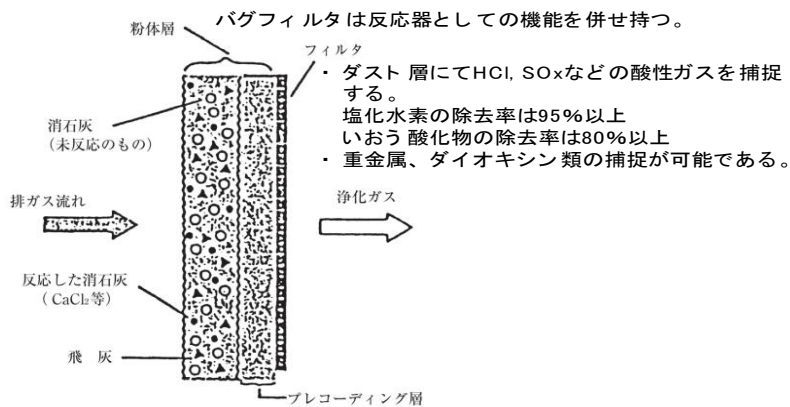
- ばいじんの除去は、ダイオキシン類への対策が講じられた以後は殆どの施設において、集じん効率が高いろ過式集じん器が用いられている。集じん器入口のばいじん濃度は、炉の構造や運転条件（焼却負荷、空気比等）により異なるが、ストーカ炉において $2\sim 5\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ 、流動床炉において $10\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ である。これがろ過式集じん器を通過することで $90\sim 99\%$ が除去可能であり、更に集じん器入口前の工夫により発生量は低減可能である。各種集じん器の集じん率の傾向を図5に示す。



資料：日本環境衛生センター、技術管理者講習会テキスト

図5 各種集じん器の集じん率の傾向

- ろ過式集じん器は、ばいじんを除去するための機能に加えて、集じん器入口で石灰、活性炭を吹き込むことによる塩化水素除去、いおう酸化物除去のための反応装置としての役割も果たしている。また、水銀などの重金属やダイオキシン類の除去能力も備えている。これらの汚染物質の除去メカニズムを図6に示す。



資料：日本環境衛生センター、技術管理者講習会テキスト

図6 ろ過式集じん器による汚染物質除去のメカニズム

② 塩化水素、いおう酸化物対策

- 塩化水素及びいおう酸化物の除去設備は、塩化水素及びいおう酸化物をアルカリ剤と反応させて除去するものである。設備は大きく分けて乾式法と湿式方があり、乾式法は全乾式法と半乾式法に分けられる。乾式法は湿式法に比べ、薬剤の使用量が多いというデメリットがあるが、多くのメリットがあるため実用例が多い。

<乾式法のメリット>

- ①排水処理が不要。
- ②装置出口の排ガス温度を高温に維持できるため、発電設備を導入する場合は発電効率が高くなる。
- ③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。
- ④腐食対策が容易。

- 湿式法は設備費や排水の課題があるものの塩化水素及びいおう酸化物の除去率が乾式法と比較して高いと言われてきたが、最近では乾式法も性能面での改善が進み、湿式法と比べて性能的に遜色のない機種も実用されるようになっている。

表 3 塩化水素、いおう酸化物除去方式

方式	除去方式の概要及び特徴	
乾式法	全乾式法	<p>【粉体噴射方式：集じん器入口煙道にアルカリ粉体を噴霧する方式】（図 7、8 参照） （消石灰噴霧の場合）</p> <ul style="list-style-type: none"> 塩化水素、いおう酸化物除去率は湿式法に近い性能が得られ、また他の有害物質の除去率も高いことから新設炉の場合の採用事例が増えている（消石灰の場合は排ガスと効率よく接触するため、全乾式法と半乾式法の除去率に大きな差がないことから、取り扱いが簡便な全乾式法の採用が多い。）。 反応温度が低いほど除去率が向上するため、高い除去性能を求める場合はろ過式集じん器の運転温度を 150℃～160℃に下げることがある。 （炭酸水素ナトリウム噴霧の場合） 170℃～300℃の範囲では温度に依存せず高い効率を維持できる。
	半乾式法	<p>【反応塔方式：消石灰スラリーや苛性ソーダ水溶液を反応塔*内に噴霧する方式】（図 9、10 参照） （苛性ソーダ水溶液噴霧の場合）</p> <ul style="list-style-type: none"> 全乾式法と組み合わせて使用される方法であるが、大きな設備費及び運転費を必要とせず湿式法相当の高濃度酸性ガスの処理を実現できる。
湿式法	<ul style="list-style-type: none"> 塩化水素、いおう酸化物は 15ppm 以下まで除去することが可能であり、重金属類も高効率除去が可能である。 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りダイオキシン類が濃縮する恐れがあり、廃液の処理には注意が必要。 	

資料：ごみ焼却施設整備の計画・設計要領（2017 改訂版）

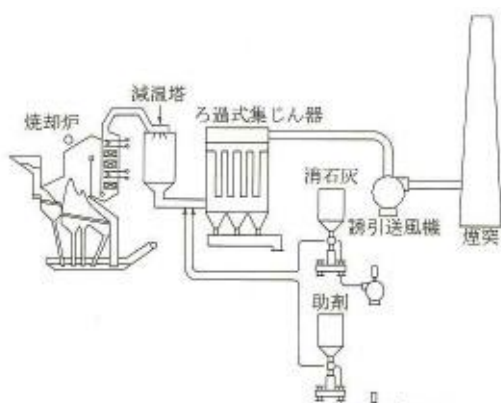


図 7 粉体噴射方式（消石灰の場合）

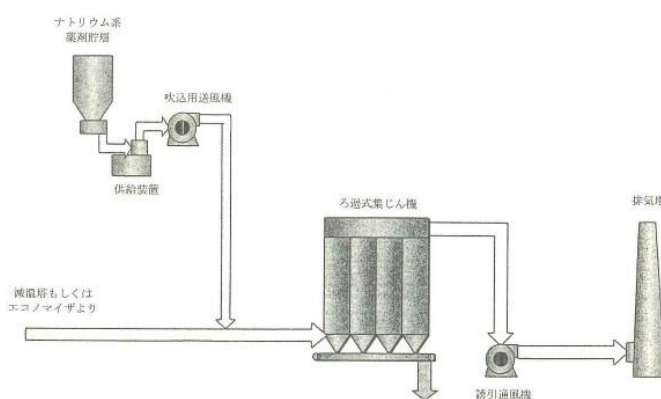


図 8 粉体噴射方式（炭酸水素ナトリウムの場合）

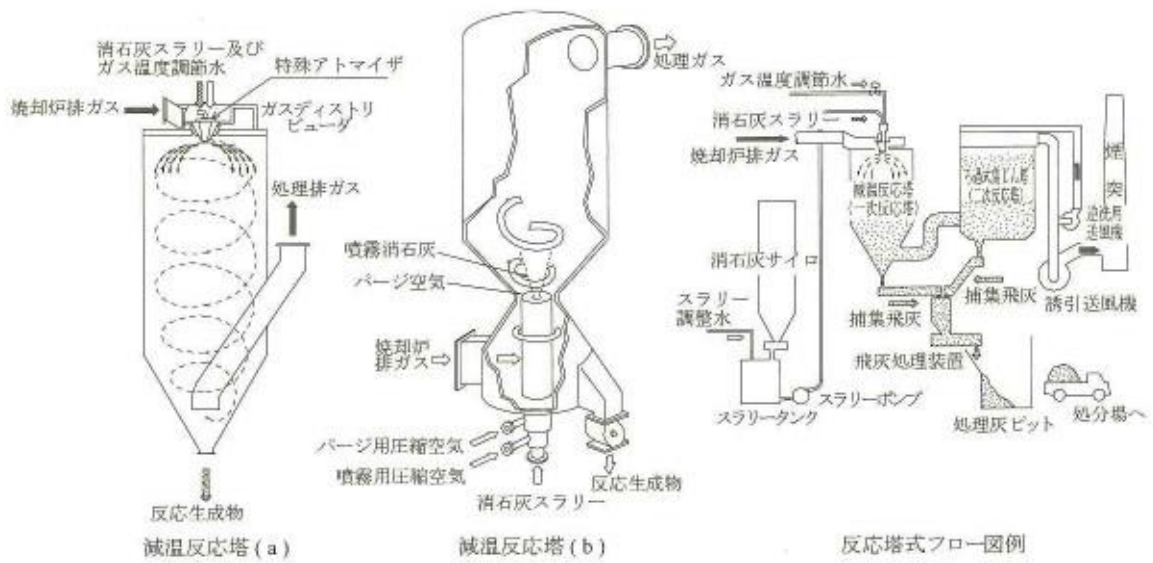


図9 反応塔方式（消石灰スラリー噴霧の場合）

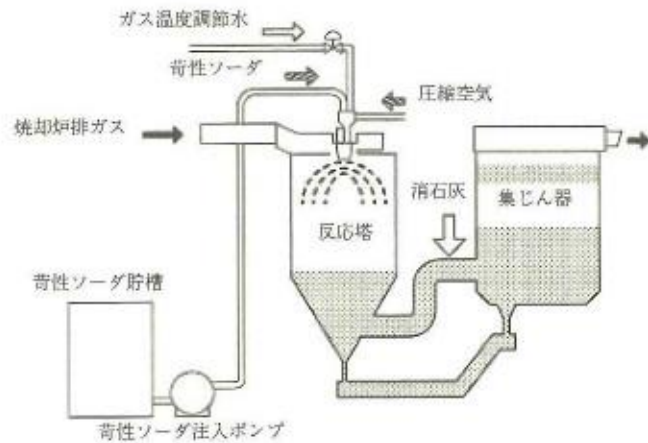


図10 反応塔方式（苛性ソーダ水溶液噴霧噴霧の場合）

資料：ごみ焼却施設整備の計画・設計要領（2017改訂版）

③ 窒素酸化物対策

- ・窒素酸化物を除去するための方式は、表4に示すように、燃焼制御法、乾式法、湿式法に分類される。このうち、触媒還元法を用いた方式は、窒素酸化物の除去率が高く、またダイオキシン類の分解機能も確認されていることから導入事例が増えつつある。

表4 窒素酸化物除去方式

方式		薬 剤	生成物
燃焼制御法	多段燃焼法 (低酸素燃焼法)	—	—
	炉内水噴霧法	水	—
	排ガス再循環法	—	—
乾式法	無触媒脱硝法	アンモニアまたは尿素等	N ₂ 、H ₂ O
	触媒脱硝法	アンモニア	N ₂ 、H ₂ O
湿式法	酸化吸収方式	酸化剤(オゾン等)及びアルカリ剤 (苛性ソーダ)	硝酸塩溶液

- ・燃焼制御法、乾式法、湿式法はそれぞれ除去性能、コストや他の有害物質の同時除去の有無等の違いがあることから、用途に合わせて最も適した窒素酸化物除去技術を選定することが重要である。また、上乘せ基準や総量規制による厳しい排出基準に対応するためには、燃焼制御法と乾式法の併用が効果的である。窒素酸化物除去方式による除去率や排出濃度は運転条件により異なるが、参考例を表5に示す。

表5 窒素酸化物除去方式

方式		除去率 (%)	排出濃度 (ppm)	設備費	運転費	採用例
燃焼 制御法	低酸素燃焼法	—	80~150	小	小	多
	水噴射法		60程度			
	排ガス再循環法	—	60程度	中	小	少
乾式法	無触媒脱硝法	30~60	40~70	小—中	小—中	多
	触媒脱硝法	60~80	20~60	大	大	多
	脱硝ろ過式集じん器法	60~80	20~60	中	大	少
	活性コークス法	60~80	20~60	大	大	少
	天然ガス再燃法	50~70	50~80	中	中	少

資料：ごみ焼却施設整備の計画・設計要領（2017改訂版）

※湿式法は運営コストが高く、反応生成物の処理が困難であるなどの理由から、熱回収施設においては導入事例がない。

④ ダイオキシン類対策

- ダイオキシン類については、「ダイオキシン類対策特別措置法」の中で規制基準値が定められている。ダイオキシン類の発生を抑制するため、廃棄物処理法においてごみ焼却発電施設の構造基準及び維持管理基準が定められている。ダイオキシン類対策の概要を図 11 に示す。

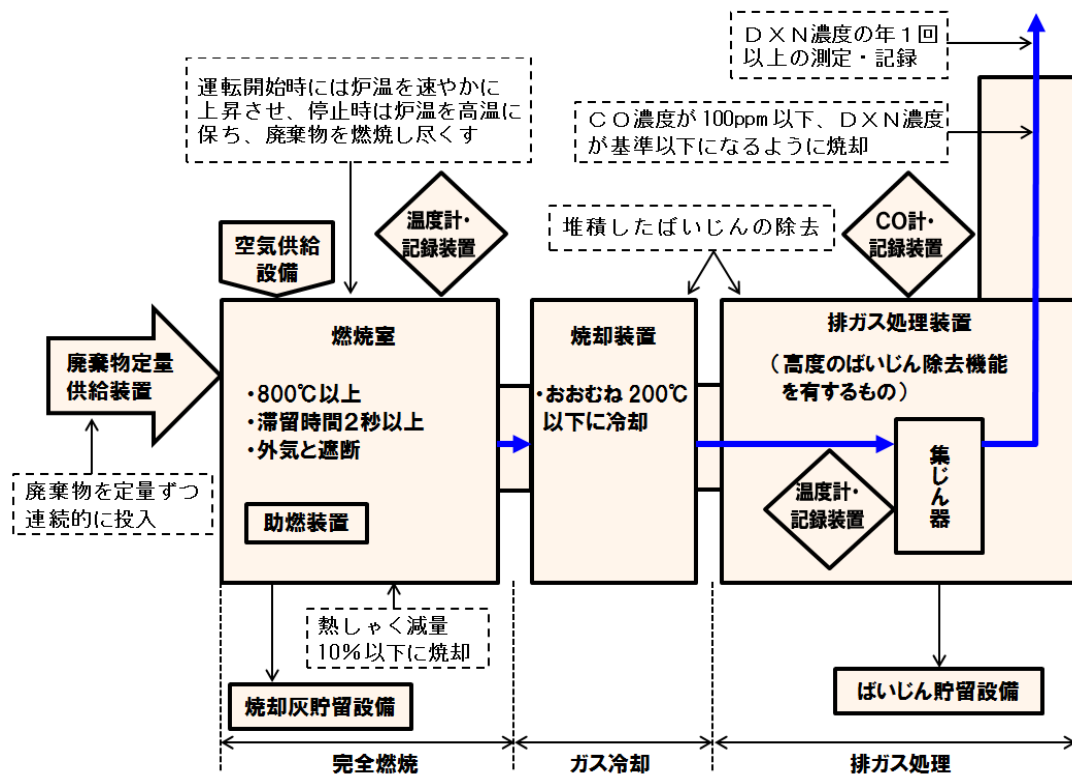


図 11 ダイオキシン類対策の概要

資料：環境省

- 平成 13 年 1 月から平成 14 年 11 月までは、耐容一日摂取量 (TDI) を勘案して、 $80\text{ng-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$ という基準 (暫定基準) が設けられた。
- 恒久対策としては、「可能な限りダイオキシン類の排出を低減していく必要がある」との考え方から、実施可能な最善の技術を考慮して $0.1\text{ ng-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$ という値が設定された。
- 廃棄物焼却炉に対する大気排出基準は焼却炉の規模によって異なる。熱回収施設の排出基準値を表 6 に示す。

表 6 熱回収施設のダイオキシン類の排出基準値

(単位：ng-TEQ/m³N)

施設の種類	規 模	新規施設	既設施設		
			H12年1月 ～ H13年1月	H13年1月 ～ H14年11月	平成14年12月 ～
廃棄物焼却施設 (合算値：火床面積 0.5 m ² 以上または 焼却能力50kg以 上)	4トン/時以上	0.1	基準の適用 を猶予	80	1
	2～4トン/時	1			5
	2トン/時未満	5			10

⑤ 水銀対策

- ・水銀は「大気汚染防止法」施行規則の一部改正（平成28年9月26日）により、廃棄物焼却施設の排出基準値が新設の場合30μg/m³Nと定められた。ごみ焼却施設排ガス中の水銀排出濃度は、ダイオキシン類対策により普及したろ過式集じん器と揮発性物質を抑制する乾式・湿式のシステムの組み合わせによる施設において平均10μg/m³N以下程度であることから、排出規制への対応には低温ろ過式集じん器と湿式洗煙設備又は活性炭処理等の併用が有効とされている。

表 7 水銀除去方式

方 式	除去方式の概要及び特徴	期待除去率
活性炭、活性コークス吹込みろ過式集じん器	・ろ過式集じん器入口に活性炭や活性コークスを噴霧する方法	70～90%
湿式法	・水や吸収液を噴霧し水銀を除去する方法。 ・吸収液だけでは除去率にばらつきが大きく安定した水銀除去性能が得られないことから、吸収液に液体キレート等の薬剤を添加する場合が多い	70～90%
活性炭、活性コークス充填塔方式	・粒状活性炭あるいは活性コークスの充填塔に排ガスをとおして水銀を除去する方式	90%～

資料：ごみ焼却施設整備の計画・設計要領（2017改訂版）
廃棄物処理施設の排ガス対策について（平成26年7月、環境省）