

高濃度ダイオキシン類汚染物分解処理技術マニュアル

平成11年12月

厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課

目次

I 目的	1
II 基本的事項	1
1. マニュアルの適用	1
2. 処理フロー	1
3. 分解処理技術の選定要件	2
4. 処理の目標値	2
5. 環境汚染防止対策	2
6. 安全衛生対策	2
III 分解処理の実施	3
1. 事前調査	3
2. 処理方式の選定	4
3. 施設からの除去	5
4. 保管	5
5. 運搬	6
6. 分解処理	6
7. 環境汚染防止及び安全衛生対策	7
8. 処理後残渣等の処理	8
9. 必要記録類の作成	9
IV 高濃度ダイオキシン類汚染物の分解処理技術	11
1. 適用可能な技術方式	11
2. 適用に当たっての留意事項	21
(参考資料)	23
(参考資料1) 高濃度ダイオキシン類汚染物分解処理技術検討会	23
(参考資料2) 高濃度ダイオキシン類汚染物処理技術の概要	25
(参考資料3) 高濃度ダイオキシン類汚染物分解処理実証試験結果の概要	27
(参考資料4) 高濃度ダイオキシン類汚染物除去に係る仕様書(例)	54
(参考資料5) 高濃度ダイオキシン類汚染物分解処理実施に係る仕様書(例)	57

I 目的

本マニュアルは、平成10年度に厚生省が実施した、大阪府豊能郡美化センターの焼却施設内に残留した高濃度のダイオキシン類汚染物（以下「高濃度汚染物」という）の分解処理実証試験の結果等を踏まえ、焼却施設において高濃度汚染物が生成・残留し、これらの適切な処理が必要な場合に、参考となる技術的事項をとりまとめたものである。

(注) 本マニュアルにおいて、ダイオキシン類とは、ポリ塩化ジベンゾーパラージオキシン(PCDD)、ポリ塩化ジベンゾフラン(PCDF)及びコプラナーポリ塩化ビフェニル(コプラナーPCB)を指す。

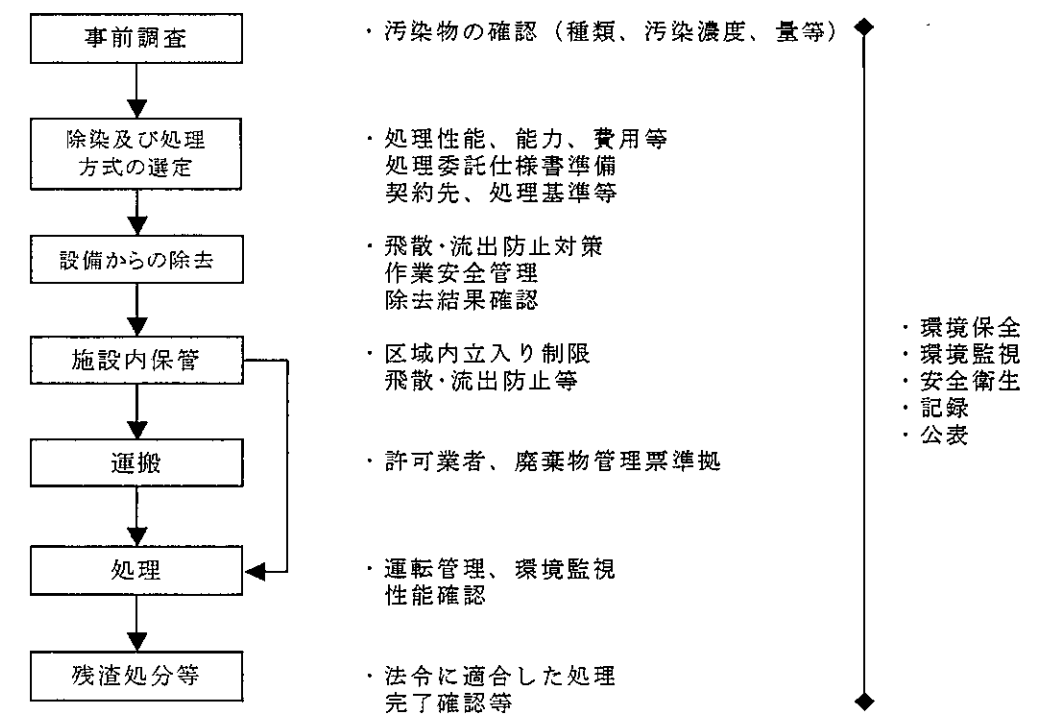
II 基本的事項

1. マニュアルの適用

廃棄物処理施設内において高濃度汚染物が生成・残留した場合、当該焼却施設の設置者は関係法令の規定等に基づき、適切に処理を行う必要がある。

本マニュアルは、廃棄物焼却施設の解体、改造、清掃等に伴い、焼却処理設備において生成・残留した高濃度汚染物の飛散、流出を防止し、適切な処理を行う必要がある場合に適用できるものである。

2. 処理フロー



3. 分解処理技術の選定要件

処理対象物の性状やダイオキシン類の濃度を踏まえ、適切な分解処理技術を選定すること。

- ・原理的にダイオキシン類が確実に分解処理されること
- ・確立した技術の応用であり、技術的成熟度がすでに実用レベルにあること。
- ・環境汚染防止対策及び安全衛生対策が適切に講じられること。

4. 処理の目標値

本マニュアルにおいては、おおむね以下の数値を達成できる見込みのある分解処理技術を選定している。

- ・排ガス 0.1ng-TEQ/Nm³
- ・排水 0.01ng-TEQ/L
- ・残渣物 0.1ng-TEQ/g

5. 環境汚染防止対策

(1) 対策案の作成

- ①高濃度汚染物の除去、保管、運搬、分解処理の各段階について、環境汚染防止のための対策案を作成する。
- ②対策案には、排ガス、排水、残渣物等の処理物・副成物別に環境汚染防止についての具体的な対策を盛り込む。

(2) 環境監視

- ①適切な環境汚染対策が講じられている事を確認するための施設周辺等の環境測定について、必要な箇所数、測定頻度等を設定する。
- ②環境汚染防止に必要な記録類を整備し、環境対策についての評価を行う。

6. 安全衛生対策

(1) 装置

- ①装置・機器類については設計上安全衛生対策に十分配慮されたものであること。
- ②安全衛生対策面での適正な運転管理が可能な装置であること。

(2) 作業従事者

- ①高濃度汚染物の取り扱いを考慮した専用作業用具の整備を行う。
- ②安全衛生に配慮した高濃度汚染物取扱いマニュアルを作成する。
- ③高濃度汚染物取扱い作業に関する教育を徹底する。
- ④上記の対策を行うための組織・作業体制を確立する。

III 分解処理の実施

1. 事前調査

焼却炉や排ガス処理施設等の撤去・改造・取替えに際しては、各種装置内部に廃棄物焼却に伴って発生した灰や各種生成物が堆積・付着していることが多い。これらには通常運転中のストローブローや外部からの槌打ち、ろ布の逆洗等では除去できないものもあり、焼却炉の燃焼条件が不適切であった場合には、高濃度汚染物が残留している可能性もある。

このため、高濃度汚染物の残留が予想される場合の撤去・取替え工事等に際しては、以下のように事前調査を行うことが適当である。

(1) 高濃度汚染物の発生箇所

焼却炉本体や集じん器以外で、事前調査にあたり注意すべき箇所を以下に示す。

①排ガス温度が300℃前後の部分

以下の部分では、堆積・付着灰中でダイオキシン類が再合成する可能性がある。

- ・焼却炉出口から集じん器までの水平煙道
- ・ボイラ・熱交換器の伝熱管
- ・減温塔・電気集じん器ホッパ
- ・准連続炉又はバッチ炉での煙道、煙突部分

②湿式洗煙装置関連

以下の部分ではダイオキシン類が付着物等の形で取り込まれ蓄積・濃縮する可能性がある。

- ・減湿冷却部の充填材
- ・冷却水冷水塔の充填材
- ・冷却水槽の底部

③排水処理装置

以下の部分では水中のダイオキシン類が蓄積・濃縮する可能性がある。

- ・原水槽底部
- ・凝集沈殿槽、汚泥濃縮槽、脱水機
- ・活性炭吸着槽

(2) 高濃度汚染物の試料採取と分析

高濃度汚染物の濃度と量を的確に把握するために試料を採取し分析を行う。以下の要領を参考とすること。

①試料採取

以下に留意して作業を行うこと。

- ・採取用具、防塵マスク、防塵衣服等の準備
- ・飛散・流出防止対策の実施
- ・全体量の把握(面積、深さ等記録)

- ・採取は種類ごとに分けて実施
- ・原則として電動器具等は使用せず、人力で採取
- ・濃度は場所、深さによりばらつきが大きいので、代表的な値を得るため少量ずつ多数箇所から採取の上混合するなど、試料採取方法に留意
- ・ガラスまたはプラスチック製の密閉容器(ラベル貼り付け)に保管
- ・写真撮影、見取り図作成

②試料分析

分析項目は以下を参考とすること。

区分	ダイオキシン類	重金属	その他	備考
固形状汚染物	○	Hg, Pb, Cd	含水率、強熱減量	泥状物含む。
液状汚染物	○	Hg, Pb, Cd	SS	

③分析結果の妥当性の検討

以下に留意して検討を加えること。

- ・過去の分析記録(排ガス、焼却灰、ばいじん、排水等)との比較
- ・過去の運転データ(温度記録用紙、運転日誌等)との関連性
- ・焼却炉メーカー、運転委託業者等の見解

2. 処理方式の選定

事前調査において高濃度汚染物が設備に残留していることが判明した場合、設備の撤去等の作業に先立って以下のように汚染物の除去及び分解処理計画を検討する。

(1) 必要処理量・処理基準等の検討

以下の事項について整理すること。

- ・高濃度汚染物の種類(固形物、液体等)
- ・高濃度汚染物の量、汚染濃度
- ・分解処理に関する排ガス・排水等規制値、処理目標値
- ・処理目標を達成するために必要なダイオキシン類の分解率

(2) 処理方式の選定

以下の事項について検討すること。

- ・類似汚染物の処理実績
- ・当該汚染物への適合性
- ・施設の設置場所
- ・環境保全対策(排ガス、排水、残渣の量と処理方式)
- ・処理性能、処理能力(実証試験結果データ等提出)
- ・自動制御の場合、自動記録計、警報装置の設置
- ・概算費用(除去費、運搬費、処理費、分析費、現地装置設置費等)

(3) 必要な手続き

以下の手続きの例を参考として、受託者を決定すること。

- ・除去、分解処理業務に係る仕様書案の作成
- ・分解処理装置所有者の提案書に対するヒアリング
- ・各処理方式についての評価の実施
- ・受託者の決定

3. 施設からの除去

高濃度汚染物の施設からの除去に際しては、以下の点に留意しながら作業を進める。

(1) 予備調査の実施

予備調査は以下の項目について詳細に決定するために、受託者により実施すること。

- ・除去物の種類、除去範囲と除去量
- ・除去及び保管の方法
- ・除去機材の種類と数量
- ・収納容器の種類と数量

(2) 除去作業

予備調査をもとに、受託者は以下の例を参考に実施計画を作成の上除去作業を行うこと。

- ・飛散・流出防止用の仮囲い・防液堤、作業通路、除去用足場、作業器具等についての作業計画図
- ・日別、時間、場所別作業工程表
- ・周辺環境対策、作業安全対策を考慮した除去・格納作業についての作業要領表
- ・責任者、連絡体制、記録等についての作業体制表
- ・なお実施計画にあたっては特に以下の点に留意すること
- ・粉じん等飛散防止対策
- ・作業区域の設定と標示

4. 保管

装置から除去された高濃度汚染物は以下の項目に留意して保管を行う。

(1) 保管場所

可能な限り以下の条件に合致した保管場所を確保すること。

- ・直接外部に搬出可能な位置
- ・部外者の立ち入り制限可能な構造
- ・床はコンクリート、タイル等、防水性に配慮
- ・ドラム缶等容器を格納し移動できる広さ

(2) 保管方法

以下の諸点に留意して保管を行うこと。

- ・保管開始時に重量測定
- ・容器ごとのサンプルをガラス容器等で保管し、必要に応じて分析
- ・汚染物の種類、除去場所、除去年月日、除去物重量等必要事項をラベルに記入
- ・容器は密閉できるものを使用
- ・手押し車、フォークリフト等の通路を確保
- ・部外者立ち入り禁止標識を設置
- ・容器の搬入・出記録を記入

その他特別管理廃棄物の保管基準によるものとする。

5. 運搬

保管場所から分解処理を実施する場所までの運搬に当たっては以下の項目に留意する。

(1) 引渡し

以下により、分解処理する高濃度汚染物の種類、濃度、量を確認すること。

- ・汚染物濃度と量は事前調査、除去時サンプルの分析等により事前に把握
- ・所定の引渡し書類を作成

(2) 荷積み作業

以下の例によって、運搬中の高濃度汚染物の環境への排出を防止すること。

- ・積み込みは容器の転倒による汚染物の飛散・流出を防止する方法で実施
- ・容器は密閉し、荷台にロープ等で固定。シートによる覆い等を実施

(3) 運搬

廃棄物処理法の特別管理廃棄物の運搬基準による運搬方法とすること。

(4) 分解処理施設への搬入・保管

搬入物について記録を行い、あらかじめ準備された保管場所で保管すること。

6. 分解処理

高濃度汚染物の分解処理を行うに当たり、受託者の施設における以下の項目について確認を行うことが必要である。

(1) 保管と前処理

施設内での高濃度汚染物の保管と前処理については、以下の諸点を確認すること。

- ・保管場所での周囲の囲い、飛散、流出、地下浸透防止措置の実施
- ・保管場所への関係者以外の立ち入り禁止措置
- ・破碎、混合、詰め替え等の前処理作業は、粉じんや飛沫が外部へ飛散しない施設内等で実施

(2) 処理計画

処理計画については以下の諸点を確認すること。

- ・最適な操作条件の確認のための予備試験の実施
- ・時間当たり投入量、装置の所定処理性能の計測方法
- ・汚染物の種類ごとの処理方法
- ・運転管理に係るデータ(温度、圧力、pH、流量等)の監視・記録方法
- ・運転マニュアル(環境汚染防止、安全衛生対策含む)による運転員教育の実施方法
- ・運転員による常時監視体制、異常事態に対処可能な体制の内容
- ・部外者の立入り制限方法

(3) 測定・分析

測定項目は以下を参考とすること。

- ・時間当たり処理量(kg/h、kg/バッチ等)
- ・運転管理に係るデータ(温度、圧力、pH、流量等)
- ・重量(受入量、処理量、分析試料量、残渣量)

分析項目については下表を参考とすること。

区 分	ダイキソ類	重金属	その他
処理前汚染物	○		
処理後残渣	○	Hg, Pb, Cd	溶出(Hg, Pb, Cd)
装置排ガス	○	Hg	
装置排水(処理水)	○	Hg, Pb, Cd	

なお、必要に応じて周辺環境測定を実施することを考慮すること。

7. 環境汚染防止及び安全衛生対策

(1) 環境汚染防止

汚染物の除去開始から分解処理完了まで以下に示す環境汚染に十分注意すること。

① 除去作業時

除去作業においては以下の事項に十分注意すること。

- ・装置周辺の換気装置、集じん装置の排気について活性炭吸着等の処理を実施
- ・作業服、マスク、手袋等に付着して高濃度汚染物が持ち出されるのを防止するための作業後の回収措置
- ・作業機器に付着した高濃度汚染物について作業終了時に清掃・洗浄等を実施
- ・除去作業に際して散水や水抜き取り等の操作を行う場合、周囲に防液堤を設ける等の処置による排水の流出防止
- ・除去作業によって生じた排水、回収した作業服等について、その汚染度に応じた適切な処理による環境汚染の防止

②分解処理時

分解処理においては以下の副成物による環境汚染に十分注意し、これらについての適切な処理を行うこと。

- ・焼却や溶融処理での残渣冷却水
- ・排ガスの冷却水や洗浄水
- ・加熱処理時の含有水蒸発分の凝縮水
- ・添加薬品に含まれる水分
- ・化学反応によって生ずる水分
- ・排水処理装置汚泥
- ・配管、ダクト、水槽等への付着・堆積物
- ・活性炭吸着分、バグフィルタろ布付着分

(2)安全衛生対策

高濃度汚染物の除去開始から分解処理完了まで以下に示す安全衛生対策に十分注意すること。

①労働省通知

平成11年12月2日付け労働省労働基準局長通知のうち、特に以下の事項に注意すること。

- ・作業環境における管理濃度は2.5pg-TEQ/m³
- ・発散源の密閉化を考慮
- ・作業場の湿潤化、局所排気装置等の設置
- ・有効な呼吸用保護具、エアラインマスクを必要に応じ使用
- ・粉じんの付着しにくい作業衣、保護手袋等の使用

②汚染物除去作業

汚染物除去作業では①の対策の他、以下に十分注意すること。

- ・除去作業での打撃、振動等による粉じん発生の可能性の増大
- ・換気量過大時等、室内空気攪拌作用による室内粉じん濃度の増大

③汚染物分解処理時

汚染物分解装置での処理時には、以下に十分注意すること。

- ・高濃度の汚染ガス、汚染水や粉じんの点検口や配管等からの作業環境への飛散・流出を防止
- ・高濃度汚染物の運搬等に際して、取り扱いに十分留意

8. 処理後残渣等の処理

(1)残渣の処理方法

残渣の処理にあたっては、関係法令の定める基準等に適合した方法により実施する。この

場合以下の点について留意すること。

- ・固形物については、ダイオキシン類濃度や重金属に係る溶出試験結果等により、埋立あるいは再生利用が可能であることを確認
- ・液状物については、河川や下水道に放流可能な濃度であることを確認

(2)その他

運転員が使用した作業衣服、作業用具等を適正に処理すること。

9. 必要記録類の作成

高濃度汚染物の除去開始から分解処理完了までの間、以下に示す記録を作成し保存すること。

(1)事前調査

高濃度汚染物の生成と残留の状況調査の記録は以下の例によること。

- ・高濃度汚染物検出の経緯
- ・高濃度汚染物の試料分析データ
- ・焼却炉メーカー、運転委託業者等の見解書

(2)分解処理方式の選定

高濃度汚染物の分解処理方式の選定についての記録は以下の例によること。

- ・各分解処理方式についての実績表
- ・各分解処理方式提案書
- ・各分解処理方式評価表

(3)施設からの除去

高濃度汚染物を施設から除去する際の記録は以下の例によること。

- ・除去計画書
- ・作業日報

(4)保管

高濃度汚染物の施設内で保管する際の記録は以下の例によること。

- ・搬入及び搬出の記録

(5)運搬

高濃度汚染物を分解処理場所へ運搬する際の記録は以下の例によること。

- ・汚染物処理者への引渡し書類
- ・汚染物処理者の処理施設における受付記録

(6)分解処理

高濃度汚染物の分解処理中の記録は以下の例によること。

- ・装置運転データ
- ・各種測定・分析結果

(7) 処理後残渣等の処理

高濃度汚染物の分解処理後の残渣等の処理に際しての記録は以下の例によること。

- ・埋立処分、再生利用等の処理内容の報告書

(8) その他

その他必要な記録は以下の例によること。

- ・分解処理実施業務報告書

IV 高濃度ダイオキシン類汚染物の分解処理技術

1. 適用可能な技術方式

厚生省が実施したダイオキシン類汚染物の分解処理実証試験等を踏まえ、現時点で適用可能と考えられる技術方式及びその概要は以下の通りである。なお、これらの技術は、廃棄物焼却炉から通常排出されるばいじん等の処理についても、適用可能である。

(1) 溶融方式

① 原理

土壌や灰等固形汚染物の溶融温度(1300℃前後)以上に加熱し、ダイオキシン類を熱分解する。固形汚染物は溶融スラグ、溶融飛灰、排ガス(CO₂、H₂O、HCl等)となる。この方式は参考資料3の1.溶融方式の中で実証試験を行っている。

② 適用可能汚染物

固形状汚染物(土壌、灰、堆積物、汚泥等)

③ 特徴

- ・比較的大規模な処理が可能、溶融スラグはダイオキシン類を殆ど含有せず、また、重金属の溶出等の問題が少ない。
- ・高度な排ガス処理装置(バグフィルタ、洗煙装置、活性炭吸着塔等)が必要となる。
- ・鉄分、セラミック分、飛灰等の比率が高い場合に溶融困難となる傾向がある。
- ・発生する溶融飛灰は重金属類を多く含むため、山元還元を図るか、無害化処理が必要である。

④ 前処理の必要性

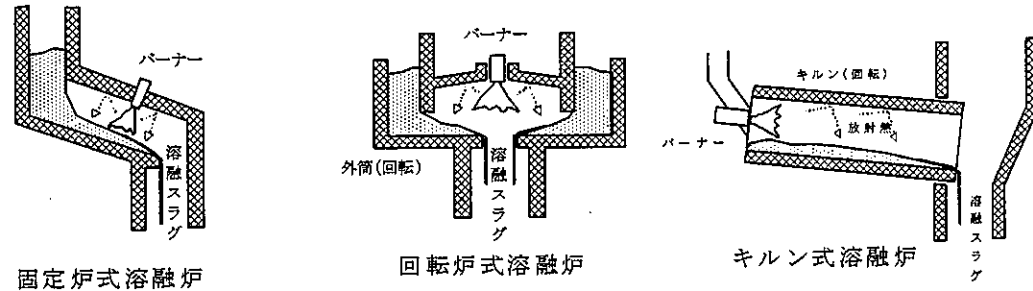
- ・鉄分、水分、粒径等の調整が必要な場合がある。
- ・融点の高い処理物等については、塩基度調整剤(炭酸カルシウム等)の添加が必要な場合がある。

⑤ 具体例等

溶融装置には種類が多いが、熱源で分類すると燃料式、電気式に大別される。さらに燃料式では表面溶融、内部溶融、コークスベッド、旋回流、酸素バーナーなどがあり、電気式にはアーク、抵抗、プラズマ、誘導等の形式がある。これら各種溶融装置の構造、特色等について燃料式の例、電気式の例の順で以下に記述する。なお、最近ごみ処理で注目されているガス化溶融方式については、高濃度汚染物がガス化溶融に適合する組成を持っているとは限らないことから、灰溶融部分以外は記述を省略したが、処理物の組成によってはガス化部分を含め適用可能な場合もあると考えられる。

(7) 表面熔融式

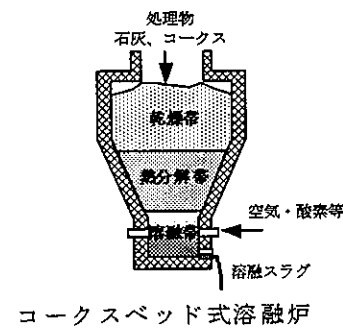
固定床、回転式、キルン式等の形式があるが共通するのは炉床上で処理物表面をバーナーの火炎により加熱・熔融させるものである。バーナーの熱は上部の炉体にも伝わるため高熱の炉体からの放射熱も処理物を熔融する役割を果たす。熔融スラグは連続的に表面を流れ排出される。下図にそれぞれの構造を示す。



この形式の熔融炉はバーナーを使用するため、その分排ガス量が多くなり、排ガス処理装置の容量も大きいものが必要になるが、焼却灰・飛灰の熔融炉として実績がある。

(1) コークスベッド式

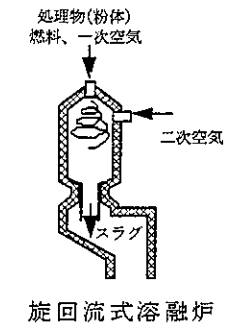
縦型筒状の炉に上部から処理物とともに石灰、コークス等を供給し、下部から空気等を吹き込んでコークス等の燃焼熱により熔融する形式である。炉の上部から乾燥、熱分解・ガス化、燃焼・熔融の順で処理されて底部から熔融スラグとして排出される。下図はこの形式の一例である。



この形式の熔融炉についてはごみの直接熔融炉としての実績がある。

(ウ) 旋回流式

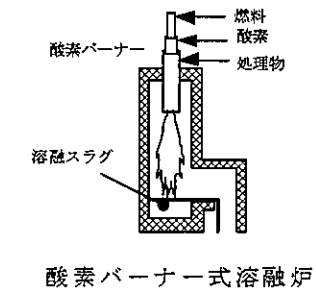
処理物の融点より高い温度に保持された円筒形の炉に上部から処理物(粉体状)を空気と共に吹き込みガス流中で熔融する。熔融物は旋回流による遠心力で炉壁に衝突・捕捉され炉壁を流下して下部から排出される。下図はこの形式の一例である。



この方式は下水汚泥焼却飛灰の熔融等で実績がある。

(エ) 酸素バーナー式

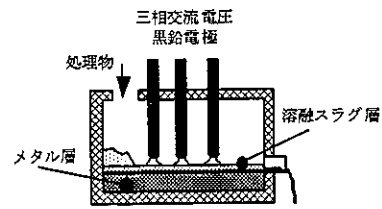
液体・気体燃料を燃焼用空気の代わりに酸素を供給して燃焼し、高温の火炎(2,000℃以上可能)を発生させて、この中に処理物を供給し熔融する。この一例を下図に示す。



この形式は原理的に高温が得られるため、飛灰等粒径の小さく融点の高い粉体に適する。

(オ) アーク式

炉上部の電極と底部のメタル層の間にアーク放電(3,000~5,000℃)を起こさせ、この熱で処理物を熔融するものである。処理物は炉内の高熱により含有炭素分等は燃焼し、残渣は熔融スラグ(メタル共)となって連続的に排出される。この一例を下図に示す。

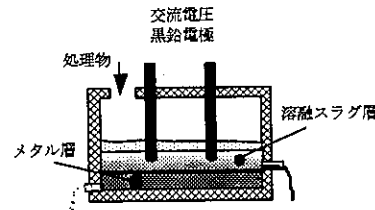


アーク式溶融炉

この形式も焼却灰の溶融炉として実績がある。

(カ) 電気抵抗式

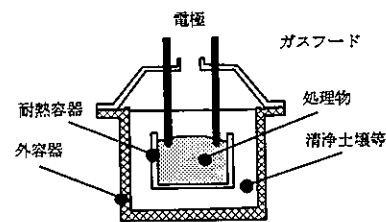
灰類は溶融状態で電気抵抗を持った導体であることを利用し、電極を通じて電力(交流または直流)を供給し、内部で電気抵抗熱(ジュール熱)を発生させて溶融する。電極は溶融スラグ層まで挿入される。溶融スラグは連続又は間欠抜き出し、メタルは間欠抜き出しする。この一例を下図に示す。



電気抵抗式溶融炉

この形式についても焼却灰等溶融に実績がある。

なお、この電気抵抗式の一つとして、上記装置を可搬型とし、バッチ式で処理するものがある。処理物は金属容器等も含めて塊状の溶融スラグとなる。この一例を下図に示す。

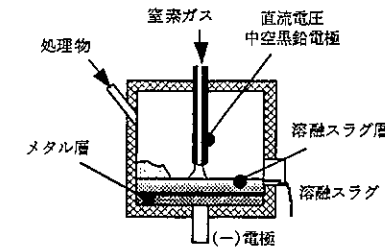


電気抵抗溶融炉(可搬型)

この形式は海外において PCB やダイオキシン類汚染物の処理実績があり、また、排ガス処理装置や電源装置等も含めて可搬式のため、汚染物の現地処理が可能である。

(キ) プラズマ式

炉上部の電極にプラズマ生成ガス(窒素、空気等)を通して、発生したプラズマ流[10,000~20,000℃]により炉底の処理物を溶融する。電極の種類(トランスファー、ノントランスファー)、電極の材質(金属、黒鉛等)、上部電極の数(1本、2本)等で種々の形態のものがある。この一例を下図に示す。

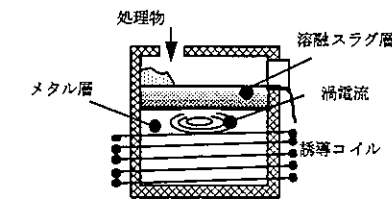


プラズマ式溶融炉

この形式の炉は焼却灰・飛灰の溶融で実績がある。

(ク) 誘導式

炉体外周のコイルに交流電流(低周波または高周波)を流すと、内部の導電体(鉄等)に渦電流が生ずることを利用して溶融を行うものであり、処理物は溶融した鉄等と接触して加熱・溶融される。この一例を下図に示す。



誘導式溶融炉

この方式は、製鋼や非鉄金属工業で実際に使用されている技術であり、焼却灰等での実証も行われている。

(2) 高温焼却方式

①原理

高温(1100℃前後)でダイオキシン類を酸化雰囲気中で熱分解する。処理物は残渣(焼却灰、飛灰等)と排ガス(CO₂、H₂O、HCl等)となる。

②適用可能汚染物

固形状汚染物(土壌、灰、堆積物、汚泥等)
液状汚染物

③特徴

- ・大規模な処理が可能、固形状、液状等適用範囲が広い。
- ・大容量で高度な排ガス処理装置(バグフィルタ、洗煙装置、活性炭吸着塔等)が必要となる。
- ・固形状汚染物の処理時に発生する飛灰は重金属類を含むことが多く、山元還元を図るか、無害化処理装置が必要となる。

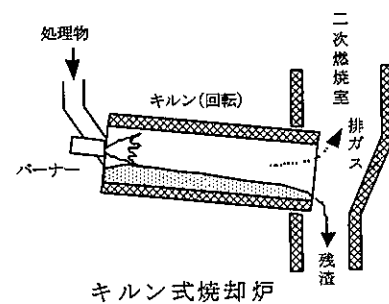
④前処理の必要性

- ・固形状汚染物については、定量供給・温度管理のための破碎等調整が必要な場合がある。
- ・液状汚染物については、ポンプ圧送や噴霧にトラブルのない程度にSS分除去が必要である。

⑤具体例等

高温焼却方式は以前からPCBやダイオキシン類の処理に実績もあり、熱源によって燃料式と電気式に大別できる。実例として、キルン、流動床、赤外線、プラズマ式等の装置がある。このうちキルン式について以下に記述する。

構造は熔融方式で述べたキルン式と同様であるが、キルン内温度は処理物が熔融に至らない1,100℃前後である。汚泥状汚染物も処理可能であり、液状汚染物でもキルン内に噴霧等の方法で供給することにより処理可能となる。キルン式の一例を下図に示す。

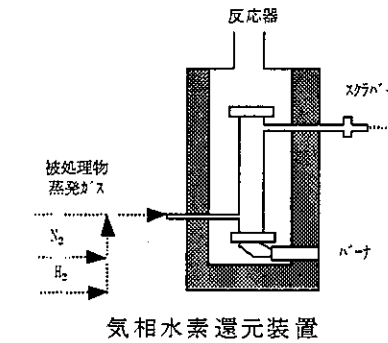


この形式は海外でダイオキシン類汚染土壌、廃液等での実績がある。

(3) 気相水素還元方式

①原理

密閉容器内で加熱蒸発させたダイオキシン類等の有機化合物を、無酸素水素雰囲気中、常圧下で850℃以上に加熱し、触媒を用いることなく還元分解・脱塩素する。有機塩素化合物は塩化水素、メタン、一酸化炭素、二酸化炭素、水素、ベンゼン等の低級炭化水素に分解される。塩化水素はNaOH等で中和しNaCl等の塩類として回収される。この方式は参考資料3の2.気相水素還元法の中で実証試験を行っている。この一例を下図に示す。



②適用可能汚染物

固形状汚染物(土壌、灰、堆積物、汚泥等)
液状汚染物

③特徴

- ・固形物、液状物等で蒸発用容器に入る大きさならそのまま処理可能である。
- ・無酸素雰囲気中の反応であり、ダイオキシン類の再合成はない。
- ・高度な排ガス処理装置(ガス洗浄装置、生成ガス燃焼器、活性炭吸着装置等)が必要である。

④前処理の必要性

- ・粒状固形物は供給装置にトラブルのない粒径に破碎の必要がある。
- ・汚染水のSS分が多い場合はポンプ圧送にトラブルのない程度に前処理で除去が必要である。

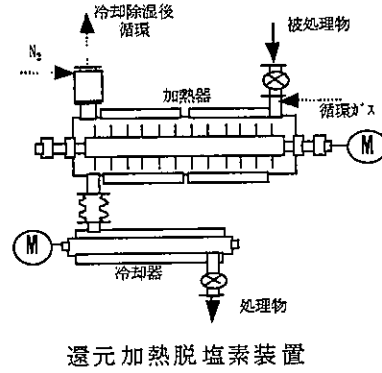
⑤具体例等

この方式は、海外において難分解性有機化合物の分解無害化装置として処理の実績もあり、国内でもPCBの分解処理方式として位置付けられている。

(4) 還元加熱脱塩素方式

①原理

酸素欠乏状態(窒素置換等)で熱(400℃前後)を加えて脱塩素化する。処理物は外観的に変化少なく、凝縮水(HCl等含む)、排気(CO₂、H₂O等)が発生する。この方式は参考資料3の3.還元雰囲気加熱処理方式の中で実証試験を行っている。この方式の一例を下図に示す。



還元加熱脱塩素装置

②適用可能汚染物

固形状汚染物(土壌、灰、堆積物、汚泥等)

③特徴

- ・温度低いためコスト的に有利である。
- ・コンパクトな装置に出来る。
- ・排ガス発生量が少ない。

④前処理の必要性

供給装置、攪拌装置等の構造から、水分、粒径等の調整が必要な場合がある。

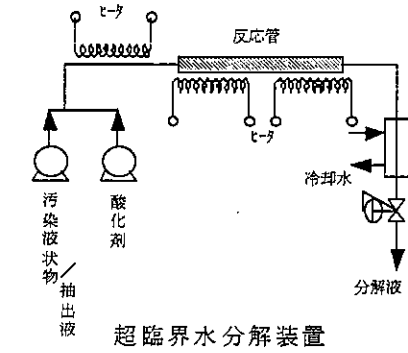
⑤具体例等

この方式は、海外及び国内においてはいじんの無害化装置として実績がある。

(5) 超臨界水酸化分解方式

①原理

超臨界水の持つ有機物に対する溶解性、分解性を利用しダイオキシン類を分解する。処理物は残渣、排水(HCl等含む)、排気(CO₂、H₂O等)となる。この方式は参考資料3の4.超臨界水分解法の中で実証試験を行っている。この一例を下図に示す。



超臨界水分解装置

②適用可能汚染物

固形状汚染物(土壌、灰、堆積物、汚泥等)

液状汚染物

③特徴

- ・高効率で短時間に分解可能である。
- ・装置の耐圧・耐熱・耐腐食についての安全性が必要である。

④前処理の必要性

- ・ポンプ・配管等でのトラブルを避けるため、固形物は溶媒(高温高圧水等)でダイオキシン類を抽出し液状とする必要がある。
- ・抽出に際し破碎等の前処理が必要な場合がある。

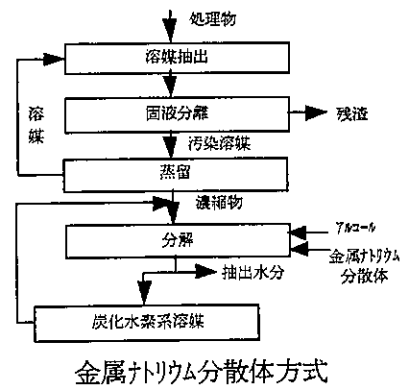
⑤実施例等

この方式は、国内でもPCB処理方式として位置付けられている。

(6) 金属ナトリウム分散体方式

①原理

金属ナトリウムを有害物質と反応させて分解・無害化するもので、反応薬剤として金属ナトリウム微粒子を油中に分散させたものを使用し、これと抽出又は濃縮したダイオキシン類を反応させて分解(H₂O、NaCl等に)する。この方式は参考資料3の5.溶媒抽出分解法及び6.触媒酸化分解法の中で実証試験を行っている。この一例を下図に示す。



②適用可能汚染物

固形状汚染物(土壌、灰、堆積物、汚泥等)
液状汚染物

③特徴

- ・反応が100℃以下で操作が容易である。
- ・反応装置の小型化が可能である。

④前処理の必要性

- ・固形状汚染物では溶媒等による抽出工程が必要である。
- ・液状汚染物ではろ過等による濃縮工程が必要である。

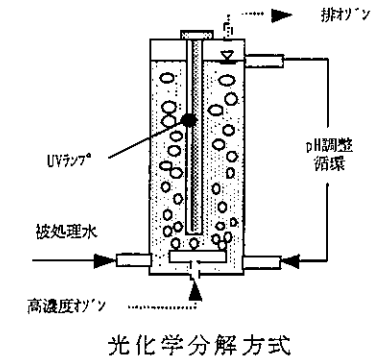
⑤具体例等

この方式は、国内でも PCB 処理方式として位置付けられている。

(7)光化学分解方式

①原理

紫外線等の照射によってダイオキシン類を脱塩素化する。併せてオゾン等の化学物質による酸化力を利用して分解する。副成物は二酸化炭素、水、塩化物等である。この方式は参考資料3の7.光化学分解方式の中で実証試験を行っている。この一例を下図に示す。



②適用可能汚染物

液状汚染物

③特徴

- ・常温・常圧での処理が可能である。
- ・低濃度までの処理が可能である。
- ・特殊な薬品が不要である。
- ・運転管理が容易である。

④前処理の必要性

- ・SSの多いものではろ過等の前処理が必要である。

⑤具体例等

この方式は国内に実証装置が設置されている。

2. 適用に当たっての留意事項

(1)他の技術との併用

実際の装置では以下の例に示すように他の技術との併用が必要なことが多く、適用に当たっては、必要に応じて試運転により性能を確認する等により、トータル処理プロセスとしての評価をすること。

- ・汚染水中のSS分が多い場合、処理効率低下を防止するための前処理としてのろ過装置の設置が必要となる場合がある。この場合ろ過残渣は別方式の技術による処理が必要となる場合がある。
- ・排水や排ガス等は、低濃度になると処理効率低下を招くことがあり、これを補完するため、後処理として活性炭吸着装置等を付加設置することが必要となる場合がある。

(2)副成物の適正な処理

装置の運転に伴い、技術の内容によっては以下に示す例のような副成物が発生することがあり、これらにも十分に対応している方式を採用すること。

- ・熱処理(加熱、溶融等)により排ガス、蒸発・揮発物質が発生する。
- ・ガス注入、化学反応等に伴い排気が発生する。
- ・ガス、水中のダイオキシン類を吸着した活性炭、フィルタ等の廃棄物が発生する。
- ・装置室の換気装置でのバグフィルタ集じん灰が発生する。

(3)装置のスケールアップ

実証試験段階での装置規模(処理能力)が十分でなく、実際の汚染物処理のために装置のスケールアップをする必要がある場合、以下の例のような問題への対応を行う必要がある。

また、試運転を実施して併用技術の適応性を含め処理性能を確認すること。

- ・加熱炉等では、熱の発生と放熱のバランス、ガスの流れ等の変化による壁面の局部過熱や腐食、灰類溶着等のトラブルを起こすことがある。
- ・加熱配管では、配管径や管厚変更に伴う流速の変化や伝熱効率の変化等で、スケールの付着や過熱、腐食などが起こり、所定の性能や耐久性が達成できない可能性がある。
- ・抽出工程では、処理物に対する溶媒等の比や抽出時間等の適正值の変化等で、所定の性能が達成できないことがある。
- ・加熱工程では、供給・攪拌・混合等の不均一化等が起こり、所要の性能が達成できないことがある。
- ・排ガス冷却工程ではガス流れの変化に伴う温度分布のばらつき、堆積物発生等が起きることがある。
- ・光分解等の方式では光の到達距離の関係で装置の大きさが制限されることがある。

(4)処理経費

装置での処理経費の算出にあたっては、分解処理装置の消費電力や燃料、薬剤等の用役費(参考資料参照)の他に、以下の費用を考慮すること。

- ・装置開発・設計費
- ・装置建設費の償却費
- ・装置定期点検整備費
- ・装置運転用人件費
- ・汚染物運搬費
- ・処理物処分費

高濃度ダイオキシン類汚染物分解処理技術検討会

本マニュアルの策定に当たっては、厚生省生活衛生局水道環境部に高濃度ダイオキシン類汚染物分解処理技術検討会を設置し検討を行った。

1. 検討経過

平成 10 年 12 月 1 日	高濃度ダイオキシン類分解処理技術検討会 (第 1 回) ・ 処理技術の選定要件、募集方法について検討
平成 10 年 12 月 2 日～15 日	分解処理技術の公募 ・ 応募者数 53 ・ 提案技術の数 69
平成 10 年 12 月 22 日	高濃度ダイオキシン類分解処理技術検討会 (第 2 回) ・ 応募のあった処理技術の検討
平成 11 年 1 月 5 日	高濃度ダイオキシン類分解処理技術検討会 (第 3 回) ・ 処理技術のヒアリング
平成 11 年 3 月 16 日まで	実証試験実施技術の選定 ・ 6 社 (うち 2 社は共同提案) 7 種類の技術を選定
平成 11 年 3 月 18 日～	試料の引き渡し、実証試験の実施
平成 11 年 8 月 31 日	高濃度ダイオキシン類分解処理技術検討会 (第 4 回) ・ 実証試験結果のヒアリング
平成 11 年 9 月 30 日	高濃度ダイオキシン類分解処理技術検討会 (第 5 回) ・ 実証試験結果の評価 ・ マニュアルの検討
平成 11 年 11 月 17 日	高濃度ダイオキシン類分解処理技術検討会 (第 6 回) ・ マニュアルの検討

2. 委員名簿

(参考資料2)

高濃度ダイオキシン類汚染処理技術の概要

氏名	所属
池口 孝	国立公衆衛生院廃棄物工学部廃棄物処理工学室長
酒井 伸一	京都大学環境保全センター助教授
武田 信生 (座長)	京都大学大学院工学研究科教授
藤吉 秀昭	(財)日本環境衛生センター環境工学部次長
宮崎 章	資源環境技術総合研究所水圏環境保全部長
森田 昌敏	国立環境研究所地域環境研究部門統括研究官
吉田 誠宏	大阪府環境農林水産部環境指導室長

1. 処理方式の原理と特徴

ダイオキシン類汚染物の分解処理に関しては多くの処理方式が提案されているが、原理別には高温焼却、熔融、還元性熱分解、化学分解等に大別される。下表にこれらの原理と特徴等を示す。

方式	原理	被処理物の変化	特徴
熔融	土壌や灰等が熔融する温度(1300℃前後)に加熱しダイオキシン類を熱分解する。	熔融スラグ、熔融飛灰、排ガス(CO ₂ 、H ₂ O、HCl等)となる。	大規模処理可能、鉄分、水分、寸法等の調整が必要な場合がある。
高温焼却	高温(1100℃前後)でダイオキシン類を酸化雰囲気中で熱分解する。	残渣(焼却灰、飛灰等)と排ガス(CO ₂ 、H ₂ O、HCl等)となる。	大規模処理可能、固形状、液状等適用範囲広い。排ガス量が多いため処理装置が大きくなる。
還元性熱分解	酸素欠乏状態(窒素・水素置換等)で外部から熱を加えて脱塩素化する。400℃前後で処理する場合と900℃前後の場合あり。	残渣、凝縮水(H ₂ O、HCl等)排ガス(CO ₂ 、H ₂ O等)となる。	温度低いときはコスト的に有利でコンパクトな装置に出来るが高効率処理には不向き。温度高くすると高効率処理可能だが排ガス処理が複雑になる。
化学分解	化学薬品(固体、液体、気体状の薬品について多くの提案あり)を用いて脱塩素化する。固形物中のダイオキシン類は洗浄・抽出した後処理する。	残渣、排水(廃溶媒、塩化物等)、排気(CO ₂ 、H ₂ O、H ₂ 、CH ₄ 等)となる。	温度低いときコスト的に有利、薬剤の循環使用により高効率処理可能だがその分時間が必要である。
超臨界水酸化分解	超臨界水の持つ有機物に対する溶解性、分解性を利用してダイオキシン類を分解する。	残渣、排水(H ₂ O、HCl等)、排気(CO ₂ 、H ₂ O等)となる。	高効率で短時間に分解可能、装置の耐圧性が必要である。
光分解	紫外線等の照射によってダイオキシン類を脱塩化する。	処理水、排気(CO ₂ 、H ₂ O等)が発生する	燃料等を使用せずコスト的に有利、固形物処理には不向きである。
金属触媒酸化	金属触媒と酸化剤との接触でヒドロキシラジカルを発生させダイオキシン類を分解する。	処理水、排気(CO ₂ 、H ₂ O等)が発生する。	燃料等を使用せずコスト的に有利、固形物処理には不向きである。
生物分解	細菌等を利用してダイオキシン類を分解	処理水、排気(CO ₂ 、H ₂ O等)が発生する。	燃料等を使用せずコスト的に有利であるが、分解速度が他の方式に比べて低い。

実際の高濃度汚染物分解処理装置には、上表の処理方式を組み合わせたものが多い。

2. ダイオキシン類汚染物の分解処理で提案されている処理技術概要

高濃度ダイオキシン類汚染物分解処理実証試験結果の概要

方式	種別	処理物種類	熱源	温度例	処理時間例	実績例	備考
溶融	表面溶融	固形物	油	キル出口1133~1234℃ ¹⁾		汚染土壌170ng-TEQ/gを処理し、<0.0016ng-TEQ/gのステークと0.64ng-TEQ/gの溶融飛灰に ¹⁾	キル型 ¹⁾ 、回転炉型、固定床型
	コークスベッド	固形物	コークス	炉1700~1800℃			
	旋回流	固形物	油、ガス等	炉1400~1500℃	~1秒		
	酸素バーナー	固形物	油、ガス等	炉1600℃ 火炎2000℃	~1秒	飛灰3.0ng-TEQ/gを処理し、0.00019ng-TEQ/gの溶融ステークと0.012ng-TEQ/gの溶融飛灰に ²⁾	
	7-7	固形物	電気	1300~1600℃ 炉7~73000~5000℃		焼却灰・飛灰混合2.5ng-TEQ/gを処理し、ステークがND、溶融飛灰0.003ng-TEQ/gに ³⁾	原位置ガス固化方式含む
	電気抵抗	固形物	電気	炉1400~1500℃		焼却灰1.2飛灰3.0ng-TEQ/g混合灰を処理し、<0.01ng-TEQ/gの溶融ステークと0.25ng-TEQ/gの溶融飛灰に ⁴⁾	
	プラズマ	固形物	電気	炉1350~1550℃ ガス110000~20000℃		飛灰0.85ng-TEQ/g処理し、(ND)ng-TEQ/gの溶融ステークと0.011ng-TEQ/gの溶融飛灰に ⁵⁾	
誘導	固形物	電気	炉1400~1450℃		飛灰3.64ng-TEQ/g処理し、(ND)ng-TEQ/gの溶融ステークと0.025ng-TEQ/gの溶融飛灰に ⁶⁾		
高温焼却	キル	固形物、液状物	油	キル820~920℃ 2次燃焼1150~1200℃ ⁷⁾	2次燃焼 2.5~3.2秒 ⁷⁾	EPA方式移動型、ミズーリ州ダイオキシン汚染土壌、効率TCDDで(DRE)99.9999%以上 ⁷⁾	
	赤外線	固形物	電気	2200℃以上 ⁷⁾		ミズーリ州ダイオキシン汚染土壌処理、土壌、排ガス中ともに2,3,7,8TCDD不検出に ⁷⁾	
還元性熱分解	気相水素還元	固形物、液状物	ガス等	反応室850℃ ¹⁾	1秒	汚染物6800ng-TEQ/gが0.089ng-TEQ/gに ¹⁾	
	無酸素還元	固形物	電気、ガス、油等	加熱器400℃ ¹⁾	4時間	飛灰11ng-TEQ/gを処理 0.19ng-TEQ/gに ¹⁾	
化学分解	ブレンチング(BCD法)	固形物、液状物	油	液温350℃ ⁸⁾	10~12時間	汚染土壌6.8ng-TEQ/gを0.0047ng-TEQ/gに ⁸⁾	
	カリウム・タリウム・ブレンチング(t-BuOK法)	固形物、液状物	電気、ガス、油等	液温250℃ ⁹⁾	8分 ⁹⁾	トランス油PCB110ppmで処理油PCB14ppbに PCDD、PCDFはND ⁹⁾	
	触媒水素化	固形物、液状物	電気、ガス、油等	液温180℃ ⁹⁾	310分 ⁹⁾	PCB9%を0.24ppmに ⁹⁾	
	金属ナトリウム分散体	固形物、液状物	電気、ガス、油等	液温90℃ ¹⁾	2時間	汚染土壌22ng-TEQ/gを処理土壌0.085ng-TEQ/g、抽出溶媒を0.000055ng-TEQ/Lに ¹⁾	
	ブレンチング・リチウム・ブレンチング法	固形物、液状物	電気、ガス、油等	液温100~180℃ ⁷⁾	1~5時間 ⁷⁾	汚染土壌300~2200ppbのTCDDが1ppb以下に 廃油 150~8400ppbが1ppb以下に ⁷⁾	
ワゴン分解	液状物	不要	液温20℃ ⁷⁾	1時間 ⁷⁾	2,3,7,8-TCDD1~2μg/Lの液状廃棄物、効率93~99% ⁷⁾		
超臨界水酸化分解	固形物、液状物	電気、ガス、油等	液温400℃(250気圧) ¹⁾	30分	汚染水230ng-TEQを処理、0.009ng-TEQ/Lに ¹⁾		
光分解	ワゴン/UV分解法	液状物	不要	液温18.5~32℃ ¹⁾	100時間	汚染水2600ng-TEQを処理、0.01ng-TEQ/Lに ¹⁾	
	溶媒抽出/UV分解	固形物、液状物	電気、ガス、油等	加熱温460~560℃ ⁷⁾	6時間 ⁷⁾	汚染土壌中2,3,7,8TCDDを99%分解、1ng/gに ⁷⁾	
金属触媒酸化	液状物					汚染水0.14ng-TEQ/Lを処理、0.0034ng/Lに ¹⁾	
生物分解	白色腐朽菌等					2,7-DCDDを27日で50%、4~8塩素化DXN類を2週間で50%、2,7-DCDDを30日で80%分解 ¹⁰⁾	

- 参考文献
1) 厚生省平成10年度実証試験で確認
2) 金藤純一郎ほか、第8回廃棄物学会研究発表会講演論文集、608~610、(1997)
3) 比屋根均ほか、第7回廃棄物学会研究発表会講演論文集、451~453、(1996)
4) 明石哲夫ほか、第8回廃棄物学会研究発表会講演論文集、635~637、(1997)
5) 井出健一ほか、第9回廃棄物学会研究発表会講演論文集、772~774、(1998)
6) 山本正樹ほか、第8回廃棄物学会研究発表会講演論文集、642~644、(1997)
7) 川本克也、公害と対策、Vol.27 No7、617~627、(1991)
8) 戸田久之ほか、第9回廃棄物学会研究発表会講演論文集、980~982、(1998)
9) 細身正明、廃棄物学会誌、Vol.9 No.3 235~246、(1998)
10) 川本克也、エネルギー・資源、Vol.20 No.1 78~86、(1999)

実証試験結果一覧表

処理技術	試験対象物	処理量	処理前	処理後	分解率	備考
溶融方式	冷却水槽周辺土壌	720kg	170ng/g	<0.0016ng/g	>99.999%	
	煙突底部堆積物	196kg	6,600ng/g	<0.0016ng/g	>99.999%	
	湿式洗煙塔冷却部充填物	64kg	3,20Dng/g	-	-	処理残さ(スラグ)なし
	洗煙部残留水、冷却水混合水	24L	3,800ng/L	-	-	処理残さ(スラグ)なし
	土壌、堆積物、充填物、残留水混合物	86.5kg	1,000ng/g	0.00052ng/g	99.9999%	
	気相水素還元法	湿式洗煙塔冷却部充填物	2.9kg	6,800ng/g	0.089ng/g	99.9999%
湿式洗煙塔洗煙部残留水		6.2L	200ng/L	0.0025ng/g	99.98%	
集じん灰		3.4kg	8.7ng/g	0.0017ng/g	99.998%	
還元雰囲気加熱処理方式	集じん灰	106kg	11ng/g	0.19ng/g	98.42%	
	超臨界水分解法	冷却水槽周辺土壌	3.1kg	65ng/g	0.0022ng/g	99.9966%
集じん灰		1.1kg	6.4ng/g	0.0005ng/g	99.9922%	
湿式洗煙塔洗煙部残留水		7.9kg	220ng/L	0.009ng/L	99.989%	
溶媒抽出分解法	冷却水槽周辺土壌	20kg	22ng/g	0.085ng/g	99.68%	4 試料の加重平均
触媒酸化法	冷却水槽冷却水	379.5L	460ng/L	<0.0008ng/L	>99.99985%	逆浸透膜、金属Na分散体法により分解
	湿式洗煙塔洗煙部残留水	76.5L	92ng/L	<0.0008ng/L	>99.99966%	
光化学分解方式	湿式洗煙塔洗煙部残留水、冷却水槽冷却水混合水	1000L	2,600ng/L	0.90ng/L	99.97%	処理開始から24時間後
				0.012ng/L	99.9995%	処理開始から72時間後
				0.0023ng/L	99.9999%	処理開始から298時間後

(注1) ダイオキシン類濃度は PCDDs+PCDFs+Co-PCB で TEQ 換算

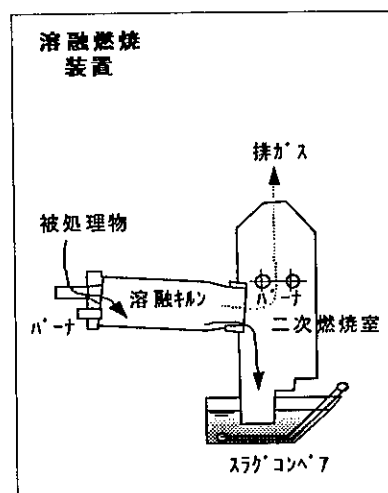
(注2) 分解率はダイオキシン類総量で算出

1. 溶融方式

(1) 技術の概要

①処理の原理

汚染土壌等が溶融するような高温で処理し、含まれるダイオキシン類を酸化分解する方法である。固形処理物は溶融スラグ化し、ダイオキシン類は殆ど分解している。



②施設規模

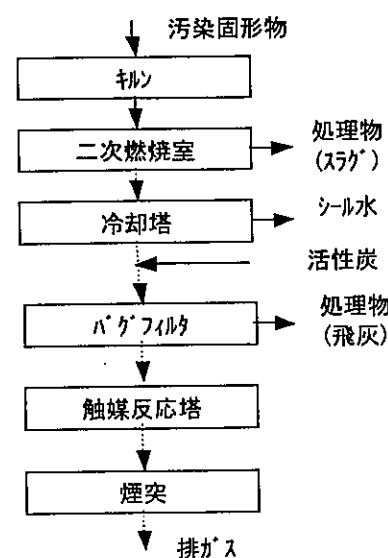
- 土壌 49.1kg/h
- 堆積灰 18.5 kg/h
- プラスチック 11 kg/h
- 洗煙部残留水 29.7 L/h
- 冷却水槽残留水 2.3 L/h

(2) 処理装置

①主要機器

溶融キルン、二次燃焼室、ガス冷却塔、バグフィルタ、触媒反応塔

②装置フロー



(3) 処理可能対象物

①種別

- 汚染土壌
- 堆積灰
- 固形物(プラスチック充填物等)
- 汚染水
- 上記の混合処理

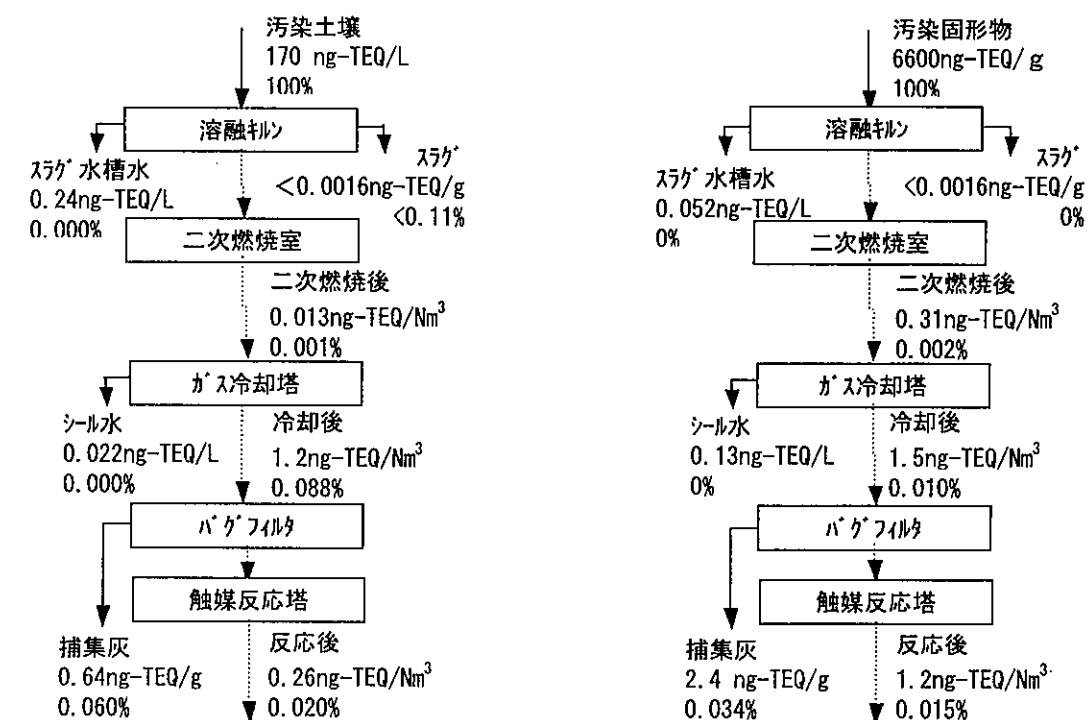
②必要前処理

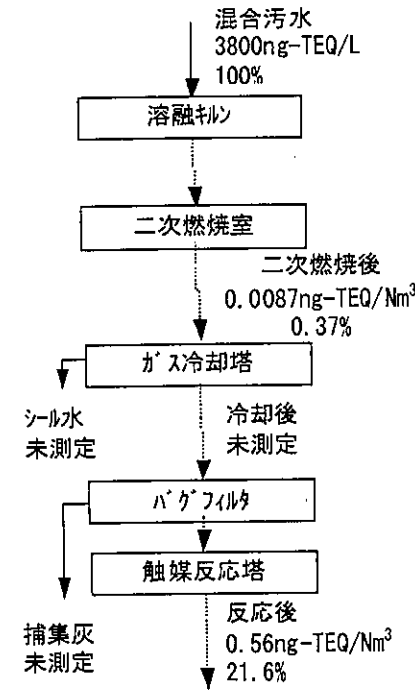
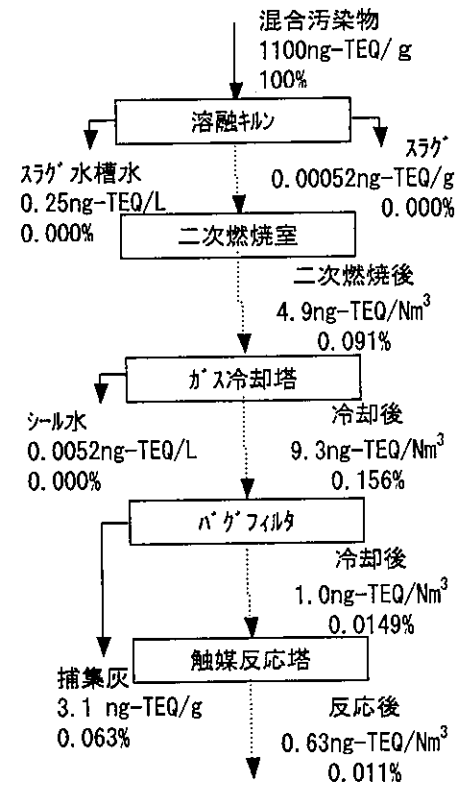
- 固形物については粗大物を除き特に前処理の必要なし。
- 汚染水についてもポンプ圧送可能であればSS等制限なし。

(4) 処理方法

- ①キルン燃焼炉を用い、汚染物が溶融するような高温(キルン出口温度 1133~1234℃)で処理し、含まれるダイオキシン類を酸化分解する。
- ②固形物は溶融スラグとして排出される。ガスは二次燃焼室(滞留時間約 4 秒、出口温度 1014~1056℃)で燃焼処理した後に、活性炭を投入したバグフィルタ(入口温度 195~216℃、出口温度 159~188℃)及び触媒反応塔(出口温度 139~173℃)で処理して排出される。
- ③試験は予備実験(土壌)、ケース 1 (土壌)、ケース 2 (堆積灰)、ケース 3 (プララ充填物)、ケース 4 (混合汚水)、ケース 5 (土壌・堆積灰・プラ充填物・汚水の混合物)、ケース 6 (土壌・汚水の混合物)の七つのケースで実施した。

(5) 処理性能(実証例)





(6) ユーティリティ

処理物単位当り (固形物 1000kg 又は液体 1000L)

① 土壌

電力	7,755 円
灯油	59,400 円
活性炭	6,980 円
水	385 円
炭酸カルシウム	10,500 円
カレット	0 円
計	85,020 円

以下内訳省略

② 堆積灰	215,530 円
③ プラスチック充填物	142,360 円
④ 洗煙部残留水	126,776 円
⑤ 冷却水槽残留水	126,776 円

(7) 環境対策

- ① 投入口周辺、飛灰排出域にポリシートを敷き、床等の汚染を防止
- ② 投入口周辺、飛灰排出域をシートで囲み、換気し負圧に

③ 投入口、飛灰排出域の隣に着替え室を設置

(8) 安全衛生対策

- ① 投入は汚染物が人体に直接触れないように対策
- ② フード付ポリ作業着、エアラインマスクを着用
- ③ 使用済み作業着はポリ袋で保管、後残渣と共に焼却処分

(9) 重金属の挙動

① 土壌

Hg: 1.6	→	0.04
Pb: 70.8	→	60
Cd: 0.56	→	3.6

② 堆積灰

Hg: 212	→	0.02
Pb: 2640	→	91
Cd: 10.5	→	2.6

いずれも試料→処理物 単位:mg/kg

③ スラグ溶出試験(土壌、堆積灰、4種混合の各処理)

Hg: すべて<0.0005
Pb: <0.02~0.07
Cd: すべて<0.005

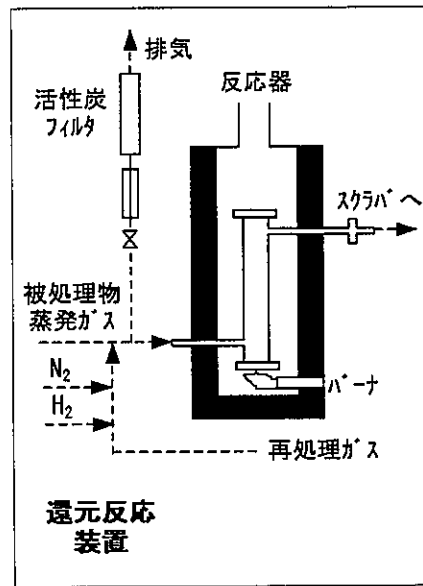
単位:mg/L

2. 気相水素還元法

(1) 技術の概要

①処理の原理

気相水素還元法は、ダイオキシン類等の有機化合物を無酸素水素雰囲気中、常圧下で850℃以上に加熱し、約1秒の反応時間で触媒を用いることなく分解・脱塩素する還元反応である。本プロセスにより有機塩素化合物は塩化水素、メタン、一酸化炭素、二酸化炭素、炭素、水素、及び僅かなベンゼン等の低級炭化水素に分解される。塩化水素はNaOHで中和しNaClとして回収される。



②施設規模

固形物	2.9kg/バッチ40h
液状物	0.58L/h
粒状固形物	0.68kg/h
洗煙部残留水	76.5L/10h

(2) 処理装置

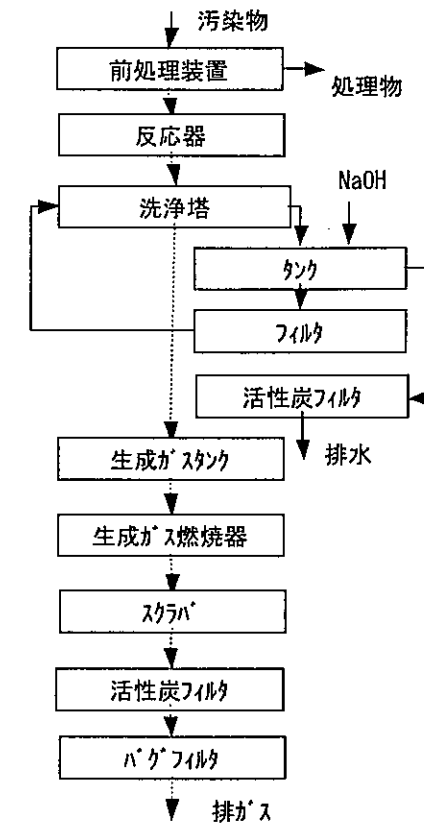
①主要機器

廃棄物前処理装置：固形物用蒸発器、粒状固形物用蒸発器

メインプロセス：反応器、スクラバ、バッファタンク、生成ガス燃焼器、オンライン測定機器、制御システム

付属設備：生成ガスタンク、生成ガス燃焼器以降のスクラバ及び活性炭フィルタ

②装置フロー



(3) 処理可能対象物

①種別

- 固形物(プラスチック充填物等)
- 粒状固形物(集じん灰等)
- 汚染水

②必要前処理

固形物は蒸発用容器に入る大きさならそのまま処理可能。

粒状固形物は供給装置にトラブルのない粒径に破碎の必要あり。

汚染水のSS分が多い場合はポンプ圧送にトラブルのない程度に前処理で除去必要。

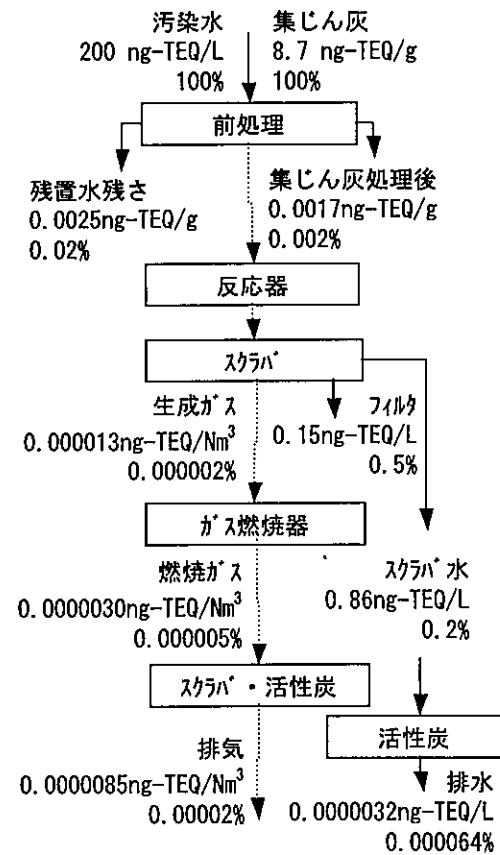
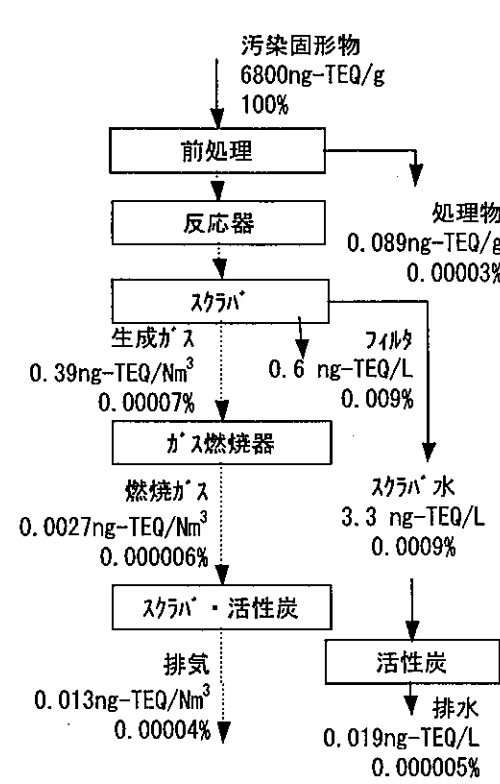
(4) 処理方法

①固形物 試験の手順：プラスチック充填物を固形物用蒸発器に納めて加熱し、200～400℃の範囲を約0.3℃/minの割合で、系内圧力が3kPaを超えないように昇温した。その後ダイオキシン類を完全蒸発させるため700℃で4.4時間保持した。

②液状物及び粒状固形物 試験の手順：残留水は200℃に保持した粒状固形物用蒸発器へ10mL/minで約11時間注入した。その後、ダイオキシン類を完全蒸発させるため600℃に昇温し、分解がほぼ終了した段階で、引続き集じん灰の処理を開始した。粒状固形物用蒸発器を700℃に加熱後、集じん灰を約5時間供給した。

③運転条件：水注入速度10mL/min、粒状固形物蒸発器：投入速度20～50mL/min、水素注入量20～35L/min、反応器温度850～900℃、反応器内水素濃度80～100%

(5) 処理性能(実証例)



(6) ユーティリティ

処理物単位当たり (固形物 1000kg 又は液体 1000L)

① プラスチック充填物

電力	173,000 円
燃料	512,000 円
水素	392,000 円
窒素	10,000 円
水	3,000 円
薬品	2,000 円
計	1,092,000 円

② 洗煙部残留水+集じん灰

電力	102,800 円
燃料	304,000 円
水素	2,300 円
窒素	5,500 円
水	170 円
薬品	2 円
計	415,572 円

(7) 環境対策

- ① 密閉容器で搬送
- ② 緊急時の連絡体制を作成
- ③ 積み込み積み下ろしは漏洩時地下浸透のないコンクリート床またはシート敷き部で実施
- ④ 海上コンテナ内に鉄製受け皿設置し液の漏洩を防止
- ⑤ 漏洩ガスは密閉コンテナの上部の活性炭装置で吸着無害化して外部へ排出

(8) 安全衛生対策

- ① NaOH 等劇物が入荷在庫管理表に記録、劇物保管箱に密閉容器で保管
- ② 保護眼鏡、マスク、ビニール手袋を着用
- ③ 水素ガス、窒素ガス、プロパンガス等ボンベ入り高圧ガスは貯蔵、使用の注意事項による
- ④ 試験開始前及び定期点検の実施
- ⑤ 異常時の対応、操作手順、緊急停止手順を作成
- ⑥ 緊急電源供給装置を装備
- ⑦ 試験体制、緊急連絡体制表を作成

(9) 重金属の挙動

① プラスチック充填物

Hg: 660	→ 0.041
Pb: 1200	→ 4800
Cd: 15	→ 9.1

② 残留水

Hg: 0.11	→ <0.001
Pb: 0.02	→ 85
Cd: 0.020	→ 4.4

③ 集じん灰

Hg: 0.21	→ <0.001
Pb: 3300	→ 27000
Cd: 29	→ 33

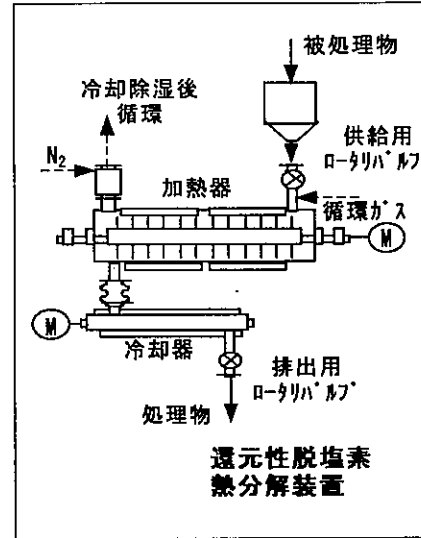
いずれも試料→処理物 単位: 固形物 mg/kg、液体 mg/L

3. 還元雰囲気加熱処理方式

(1) 技術の概要

① 処理の原理

飛灰中のダイオキシン類が、酸素欠乏状態での加熱処理で飛灰中の金属成分の触媒反応によって分解することを利用して飛灰を無害化する方法である。



② 施設規模

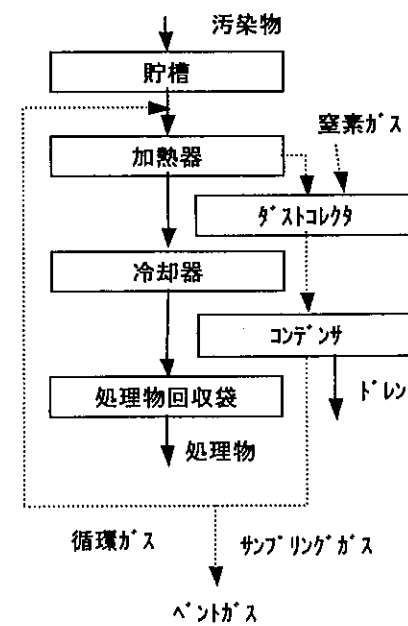
26.5kg/h

(2) 処理装置

① 主要機器

加熱器、冷却器、活性炭吸着塔（作業スペース換気排ガス用）

② 装置フロー



(3) 処理可能対象物

① 種別

固形汚染物(集じん灰等)

② 必要前処理

均一に混合できる粒径、含水率であれば特に前処理の必要なし。

(4) 処理方法

① 装置内の窒素置換

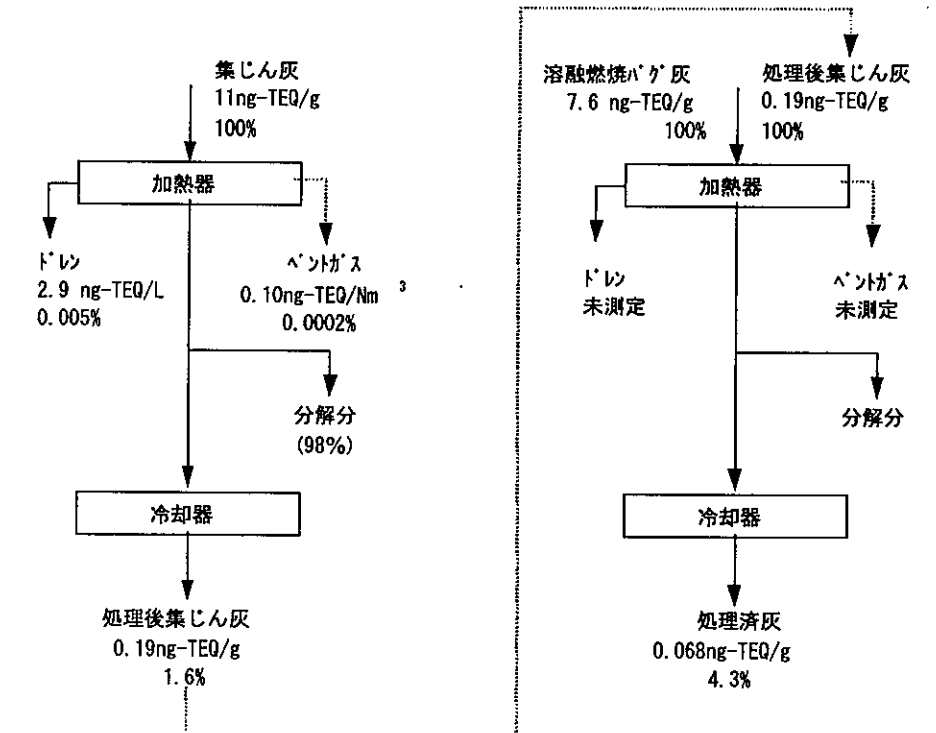
② 昇温 (200℃まで)

③ 灰投入 (全量 106kg)

④ 450℃まで昇温、その後、加熱器の器壁を 400℃にコントロールして4時間処理 (バッチ処理)

⑤ 排出；冷却器を通して処理済み灰を排出した。灰はポリ袋に直接捕集し、それをドラム缶に入れ、汚染試料と区別して保管倉庫に保管した。

(5) 処理性能(実証例)



(6) ユーティリティ

処理物単位当り (固形物 1000kg 又は液体 1000L)

集じん灰

電力 13,420 円

水 2,170 円

計 15,590 円

(7) 環境対策

- ① 投入口、飛灰排出域にポリシートを敷き、床等の汚染を防止
- ② 投入口、飛灰排出域をシートで囲み、換気し負圧に
- ③ 換気ガスはバグフィルタ、活性炭吸着塔、HEPAフィルタを通し排出
- ④ 投入口、排出域隣に着替え室を設置

(8) 安全衛生対策

- ① フード付作業着、エアラインマスクを着用
- ② 着用後はポリ袋で保管、後日焼却処分
- ③ 投入時にはゴム手袋を着用
- ④ ホッパ部を負圧に
- ⑤ 処理済み灰の排出はボックスを利用

(9) 重金属の挙動

① 集じん灰

Hg: 0.36	→	1.2
Pb: 8140	→	5720
Cd: 53.2	→	80.5

いずれも試料→処理物 単位:mg/kg

② 処理灰溶出試験

Hg: <0.005
Pb: <0.05
Cd: <0.02

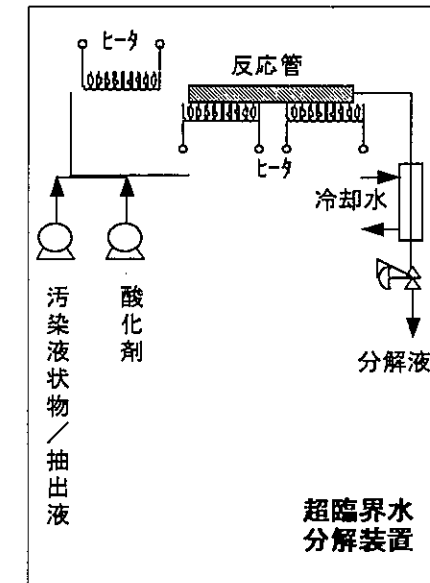
単位: mg/L

4. 超臨界水分解法

(1) 技術の概要

① 処理の原理

高温高压水の優れた溶解特性により固形物のダイオキシン類を抽出し、次いで超臨界状態で酸化剤を混入させダイオキシン類を瞬時に分解するものである。液状物処理の場合は、超臨界状態による分解のみで処理可能である。



(2) 処理可能対象物

① 種別

- 汚染土壌
- 集じん灰
- 汚染水
- 汚泥類

② 必要前処理

土壌で粒径の大きい試料は破碎して均一に混ぜ合わせて抽出器に充填する。集じん灰、汚染水はそのまま使用可能。

(3) 処理方式の特長

- ① 超臨界水の溶解特性と分解特性を生かした2段階プロセスであるため、高い技術信頼性が得られる。
- ② 大量の汚染物処理を取り扱う抽出操作では汎用材料を使用し、濃縮・減量化されたダイオキシン類の完全分解処理に対してのみ高級材料を使用するため、低コスト化が可能である。
- ③ 準閉鎖系プロセスであるため、環境にやさしい処理が可能である。
- ④ 固形物中の水分、礫、植物根茎などの影響を受けない。
- ⑤ 再生された固形物は原状復帰、再利用が可能である。
- ⑥ コンパクト化、パッケージ化が可能であり、現地での処理が可能である。

(4) 処理装置

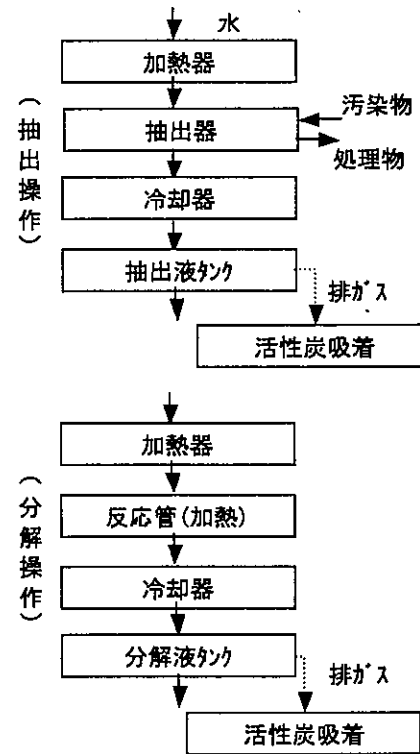
① 施設規模

土壌 0.09kg/h
 集じん灰 0.07kg/h
 洗煙部残留水 0.15L/h

② 主要機器

高圧ポンプ、熱交換器、加熱器、抽出器、反応器、冷却器、分離器、貯槽タンク

③ 装置フロー

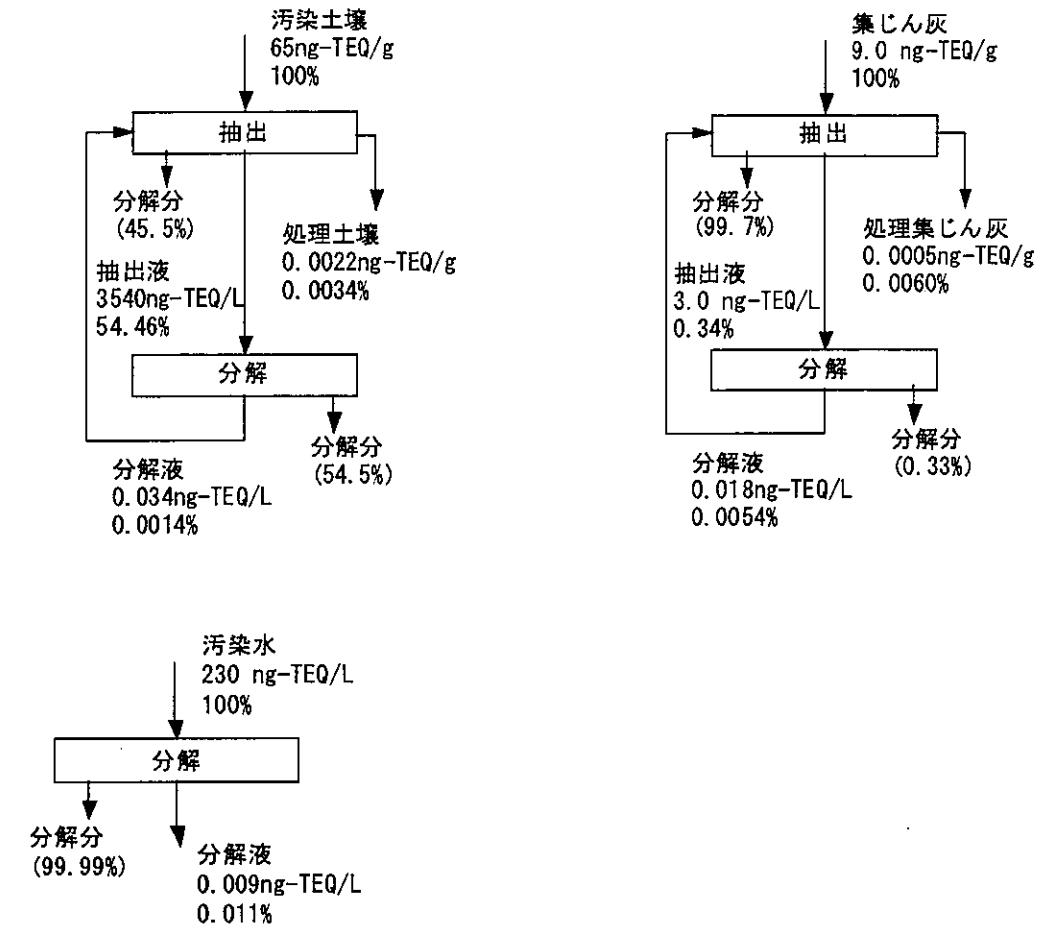


(4) 処理方法

① 抽出試験の対象物質は「土壌」及び「集じん灰」とした。抽出器に汚染物を仕込み、高温高圧水を流通させた。汚染物中のダイオキシン類は高温高圧水中に溶解状態で抽出された。冷却及び減圧により、ダイオキシン類を含有した抽出液を回収し、発生したガス（主に二酸化炭素）は活性炭吸着管に通して適切に処理した。水を所定条件下で流通させた後、装置を冷却し、抽出器内の物質を回収した。運転条件は抽出温度 300℃、抽出圧力 20MPa とした。

② 分解試験の対象物質は、抽出試験により得られた「土壌抽出液」、「集じん灰抽出液」、及び「洗煙部（水）残留水」とした。対象物質のいずれか一つを超臨界状態にし、これに酸化剤を加えてダイオキシン類を分解させた。冷却及び減圧により、無害化された分解液を回収した。発生したガス（主に二酸化炭素）は活性炭吸着管に通し、適切に処理した。運転条件は分解温度 400℃、分解圧力 25MPa とした。

(5) 処理性能（実証例）



(6) ユーティリティ

処理物単位当り（固形物 1000kg 又は液体 1000L）

① 土壌

電力 81,800 円
 薬品 12,400 円
 計 94,200 円

② 集じん灰

電力 45,000 円
 薬品 12,000 円
 計 57,000 円

③ 洗煙部残留水

電力 5,600 円
 薬品 6,200 円
 計 11,800 円

(7)環境対策

- ①保護具(マスク、手袋、眼鏡)の着用
- ②供給・処理では専用バット、シートを使用、実施施設と周辺を隔絶
- ③装置の専用利用、立入制限、常時監視等の実施
- ④緊急停止装置を装備
- ⑤記録徹底
- ⑥適正保管

(8)安全衛生対策

(環境対策中に記述済み)

(9)重金属の挙動

①土壌

Hg: 0.39 → <0.01
 Pb: 31 → 24
 Cd: <0.5 → <0.5

②集じん灰

Hg: 0.32 → 0.02
 Pb: 4900 → 2400
 Cd: 200 → 44

以上含有量試験 いずれも試料→処理物 単位:mg/kg

③土壌抽出液

Hg: 0.0083 → 0.0008
 Pb: 0.61 → <0.02
 Cd: 0.022 → 0.014

④集じん灰抽出液

Hg: 0.011 → 0.0012
 Pb: 6.3 → 0.06
 Cd: 4.7 → 0.30

⑤洗煙部残留水

Hg: 0.062 → 0.0059
 Pb: 0.10 → 0.13
 Cd: 0.074 → <0.005

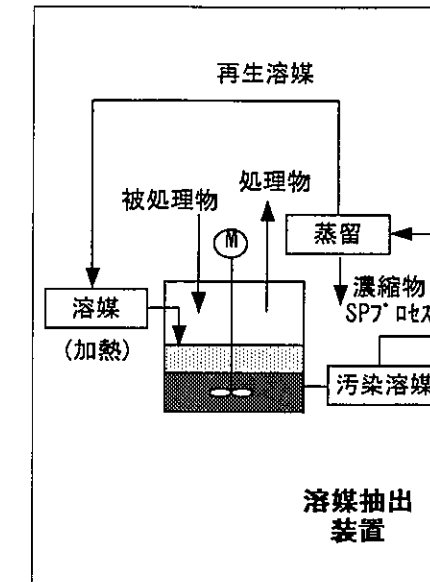
以上溶出試験 いずれも試料→処理物 単位:mg/L

5. 溶媒抽出分解法

(ア)技術の概要

①処理の原理

本技術は溶媒抽出工程と分解工程からなる。溶媒抽出工程では、溶媒を用いて土壌中のダイオキシン類を抽出除去する。分解工程では抽出除去されたダイオキシン類に反応薬剤を添加し、脱塩素化反応させることにより、ダイオキシン類の無害化を図る。



(2)処理可能対象物

①種別

汚染固形物(土壌等)

②必要前処理

特に必要なし。

(3)処理方式の特長

- ①全ての工程が 100℃以下で行われるため、制御因子が少なく装置の小型化及び操作が容易である。
- ②溶媒は蒸留により再利用が可能である。
- ③有害物の再合成がない。
- ④抽出工程に水相溶性溶媒を用いるため、土壌の事前乾燥など湿分の制御が不要である。

(4)処理装置

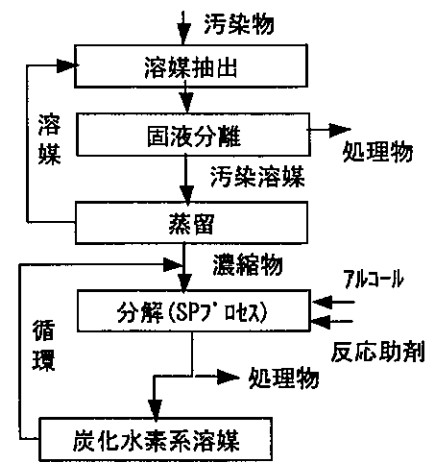
①施設規模

5kg/6.5h バッチ

②主要機器

攪拌機付き抽出槽(容量 20L)、吸引ポンプ、蒸留装置(容量 30L、処理能力 100L/h)、温度調節器、SP 反応処理槽(容量 2L)

③装置フロー

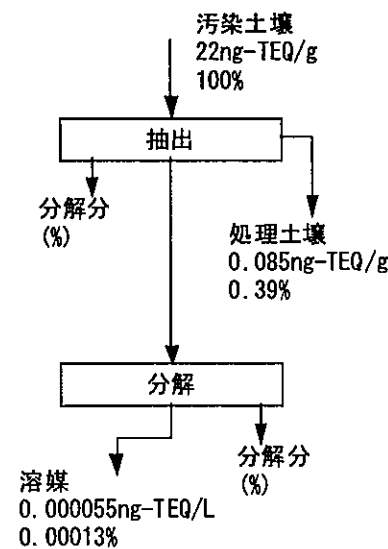


(5) 処理方法

大容量試験に先立ち、5.1kgの土壌試料を用いて試験条件決定のための1kg容量試験を行った。

- ①溶媒抽出工程：抽出槽に土壌を投入し、約60℃に加温した溶媒を土壌1kgに対し2Lの割合で加え20分間攪拌し、土壌中のダイオキシン類を抽出してから20分間静置した後、固液分離を行った。本操作は1バッチにつき7回行った。抽出に用いた溶媒は蒸留再生を行い再生利用し、濃縮物は分解工程に供した。
- ②分解工程 (SP プロセス)：ダイオキシン類を含む濃縮物の全量を1Lの炭化水素系溶媒中に分散させ90℃に加熱した。この溶液に0.1kgの反応薬剤を加え攪拌しながら水素供与体としてアルコールを少量添加し、2時間保持してダイオキシン類の脱塩素化反応を行った。

(5) 処理性能(実証例)



(6) ユーティリティ

処理物単位当り (固形物 1000kg 又は液体 1000L)

土壌

電力	1,700 円
燃料	4,600 円
薬品	14,200 円
計	20,500 円

(7) 環境対策

- ①装置を防液堤で囲う
- ②関係者以外立入禁止に
- ③廃棄物取扱い者を指定
- ④作業内容、時間の記録管理
- ⑤専用作業服を着用
- ⑥汚染器具、手袋は専用保管容器に保管
- ⑦活性炭フィルタ付排気装置、排水装置を設置

(8) 安全衛生対策

- ①マニュアルを制定
- ②安全教育を定期的実施
- ③マスク、顔面シールド、スモックを着用
- ④防爆仕様の電気機器を使用
- ⑤自動火災報知器、消火器を設置

(9) 重金属の挙動

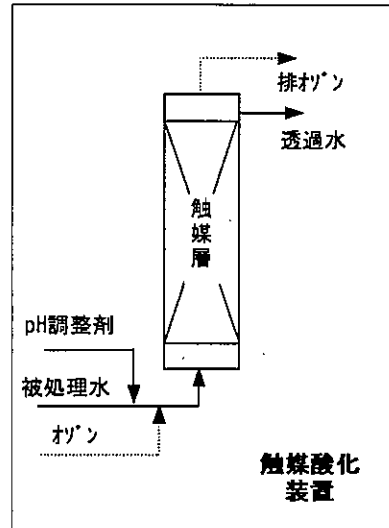
(未測定)

6. 触媒酸化法

(1) 技術の概要

①処理の原理

本技術は前処理(ろ過等)によりSS(懸濁粒子)を除去し、ダイオキシン類を低減した後、触媒酸化処理により排水中のダイオキシン類を分解させる。触媒酸化処理は金属触媒とオゾンなどの酸化剤によりヒドロキシラジカルを発生させ、常温で水中のダイオキシン類を分解させる。前処理に伴って生じた濃縮物は反応薬剤添加等により脱塩素化する。



②施設規模

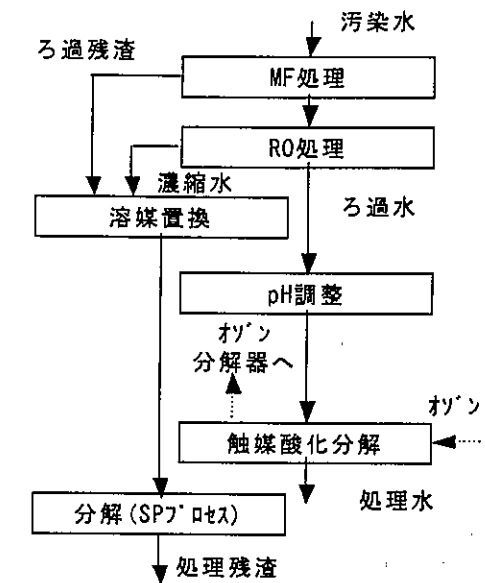
冷却水槽残留水	379.5L/24h
洗煙部残留水	76.5L/10h

(2) 処理装置

①主要機器

加圧ろ過(MF)器、逆浸透(RO)処理装置、pHコントローラー、酸化触媒カラム、オゾン発生器、オゾン濃度計、SP反応槽

②装置フロー



(3) 処理可能対象物

①種別

汚染水

②必要前処理

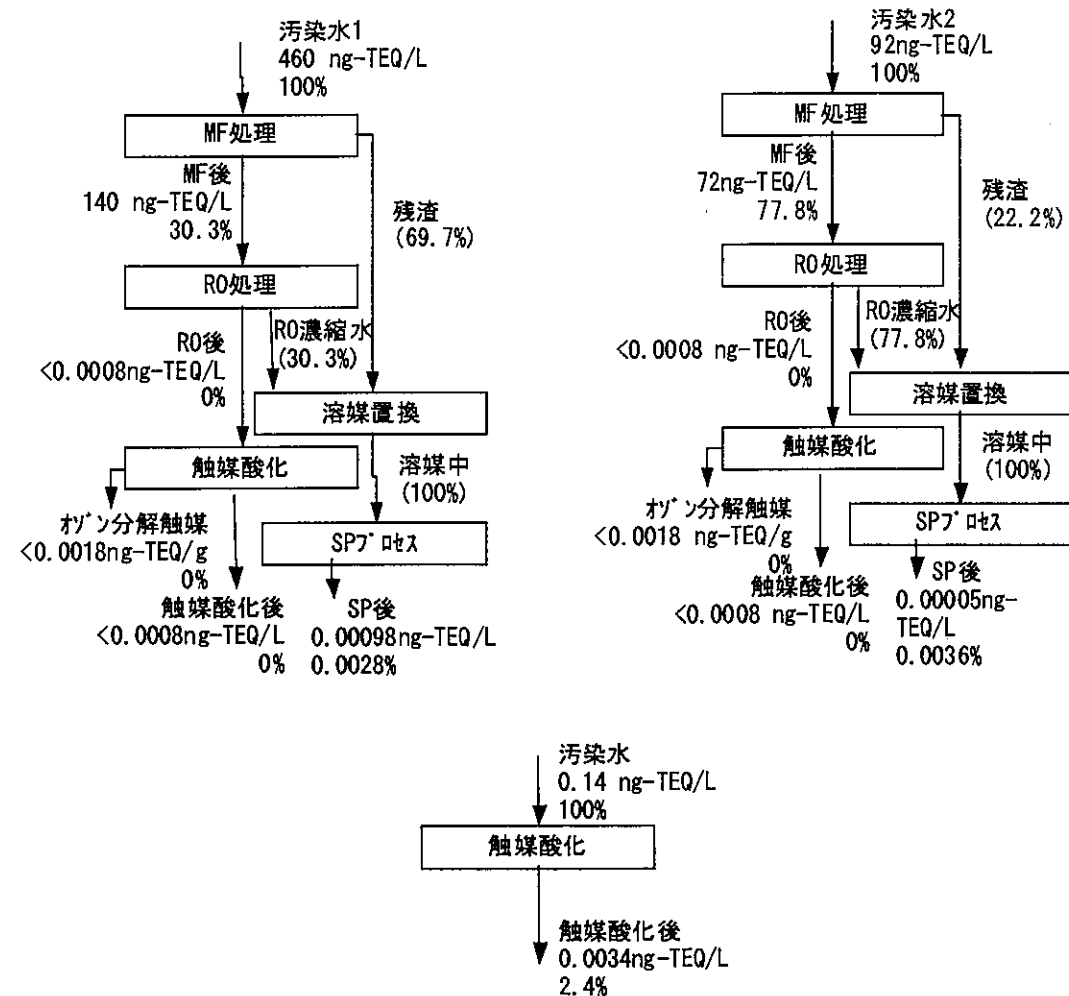
SS分が多い場合は前処理で除去必要

(4) 処理方法

大型試験を行う前に小型試験装置で約20Lの試料を用いて条件を検討し、その結果にもとづいて以下の条件で処理を行った。

- ①加圧ろ過(MF)処理：容量10リットルのMF処理装置を用い、細孔径0.8 μ mのフィルターを用いて、操作圧力0.5MPaで試料を処理し、SSを除去した。
- ②逆浸透膜(RO)処理：有効膜面積0.435 m^2 のRO装置を用いて、操作圧力2.0~3.0MPaで試料を処理した。
- ③触媒酸化処理：容量約20Lのカラムに触媒15Lを充填した。酸化剤にはオゾンガスを用いた。被処理水は水酸化ナトリウム水溶液を用いてpHを9に調整した後、カラム下部からオゾンガスと共に送液した。処理水のSV(空間速度)は1(1/h)とした。カラム通過後のオゾン残留ガスは残留オゾン濃度を測定し、オゾン分解触媒を用いて分解した後に排気した。

(5) 処理性能(実証例)



(6) ユーティリティ

処理物単位当り (固形物 1000kg 又は液体 1000L)

冷却水槽残留水

電力	4,280 円
燃料	100 円
薬品	3,900 円
計	8,280 円

(7) 環境対策

- ① 特別管理区域に指定、関係者以外立入禁止に
- ② 入室者氏名、作業内容、時間の記録管理
- ③ サンプル保管専用倉庫を設置
- ④ 汚染器具、バット等漏液保護用具の上に装置を設置
- ⑤ 手袋は専用保管容器に保管
- ⑥ 消火、防火、環境維持設備を設置

(8) 安全衛生対策

- ① 専用作業服着用、マスク、顔面シールド、スモック等を着用
- ② 作業標準を制定
- ③ 安全教育を定期的実施
- ④ 作業後の手洗い

(9) 重金属の挙動

① 冷却水槽残留水

Hg	0.021	→	<0.0005
Pb	<0.01	→	<0.01
Cd	0.002	→	<0.001

② 洗煙部残留水

Hg	0.039	→	<0.0005
Pb	0.09	→	<0.01
Cd	0.060	→	<0.001

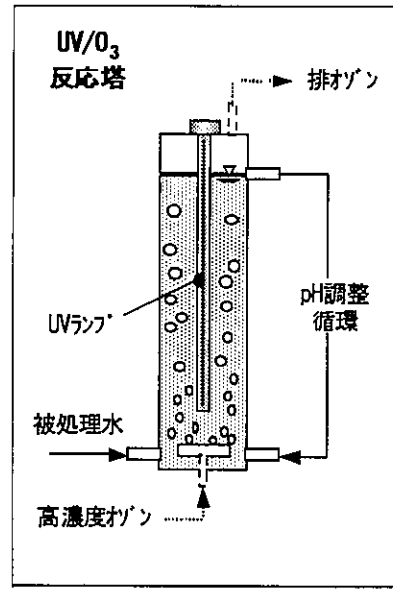
いずれも試料→処理物 単位:mg/L

7. 光化学分解方式

(1) 技術の概要

① 処理の原理

光化学分解方式は、原水にオゾンを生じつつ紫外線(UV)照射を行い、それらの併用効果により難分解性のダイオキシン類を二酸化炭素、水、及び無害な塩化物に分解する方式である。



(2) 処理可能対象物

① 種別

汚染水 (例: 洗煙装置廃水)

② 必要前処理

SS 分が多い場合は前処理で除去必要

(3) 処理方式の特長

- ① 高いダイオキシン類分解効率を得られ、処理水のダイオキシン類濃度を非常に低い水環境レベルにまで分解処理可能である。
- ② 高温、高圧条件を必要とせず、エネルギー消費量が少ない。
- ③ 添加薬品は中和剤のみで、溶媒等の特殊な薬品を使用しない。
- ④ 運転管理が容易であり、維持管理に特別な技術が要求されない。

(4) 処理装置

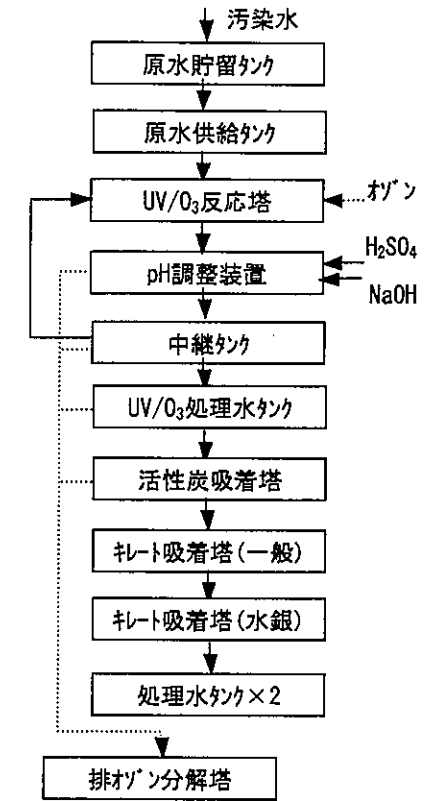
① 施設規模

1000L/100h

② 主要機器

UV/O₃ 反応塔、pH 調整槽、循環ポンプ、オゾン発生器、オゾン濃度測定装置、排オゾン分解塔

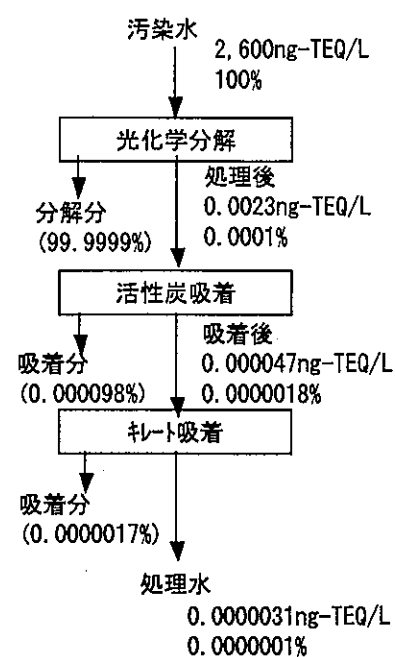
③ 装置フロー



(4) 処理方法

- ① 供試原水：原水貯留タンクに湿式洗煙塔残留水 500L と冷却水槽残留水 500L を投入した後、ミキサーで攪拌し原水 1000L を得た。
- ② 光化学分解反応装置：原水をポンプで UV/O₃ 反応塔へ移送し、光化学分解処理を開始した。運転開始後、1hr、3hr、6hr、12hr、24hr、72hr、168hr、264hr、298hr 後にサンプリングを行った。
- ③ 高度処理：下水受入基準を満足させるために、活性炭処理及びキレート処理(一般キレート+水銀キレート)等の高度処理を行った。
- ④ 運転条件：注入オゾン濃度 28~96mg/NL、排オゾン濃度 1.3~19mg/NL、pH 7~7.6、水温 18.5~32℃

(5) 処理性能 (実証例)



(6) ユーティリティ

処理物単位当り (固形物 1000kg 又は液体 1000L)

① 洗煙部残留水

電力 1,519 円
薬品 3 円
計 1,522 円

② 冷却水槽残留水

電力 2,379 円
薬品 4 円
計 2,383 円

(7) 環境対策

- ① 液の飛散が発生しない密閉系ラインで実施
- ② ドラム缶からの移送時は防水シート敷き
- ③ 防護服、メガネ、マスクを着用
- ④ 手動式のポンプ使用で事故派生を防止
- ⑤ 防水塗装処理した防液堤を設置
- ⑥ 機器アンカー、サポートにより機器類の転倒を防止

(8) 安全衛生対策

- ① 手摺の設置により転落を防止
- ② 機器の回転部分はカバー付きの仕様
- ③ 過負荷自動停止回路の設置

- ④ 防音対策の実施
- ⑤ 十分な照明を完備
- ⑥ 換気の実施
- ⑦ 薬液タンク類は密閉式
- ⑧ 防護服、メガネ、マスクの着用

(9) 重金属の挙動

Hg: 0.037 → <0.0005
Pb: 0.05 → <0.01
Cd: 0.02 → <0.01

いずれも試料→処理物 単位:mg/L

高濃度ダイオキシン類汚染物除去に係る仕様書 (例)

第1章 一般仕様

1 委託業務名

高濃度ダイオキシン類汚染物除去作業

2 業務概要

本業務は、高濃度のダイオキシン類により汚染された固形物、液状物(以下「汚染物」という。)の分解処理を実施するにあたり、[]施設内から指定する汚染物を除去する業務である。

3 業務内容

汚染物の除去、容器への充填、格納

4 委託期間

契約日より[]年 []月 []日まで

5 受託者の責務

- (1)受託者は、本委託業務の目的を十分に理解して業務を遂行するものとする。
- (2)受託者は、業務契約書、本仕様書に基づいて業務を行うものであるが、細部事項または本仕様書に定めのない事項については、[](以下「当局」という。)職員と協議すること。
- (3)受託者は、契約後すみやかに本仕様書に基づき実施計画書を作成し、当局の承認を受けること。
- (4)本業務は、当局主導の下に行うものであり、必要に応じて当局指定の者が除去作業の立会を行う場合がある。
- (5)受託者は除去作業の実施状況等について必要に応じて逐次報告すること。
- (6)受託者は、本受託業務の完了後であっても当局が必要とするときは、その事情聴取、必要関係書類の提出に応じなければならない。

第2章 特記事項

1 除去物の種類及び量

本業務の除去物は、当局施設で生じた下表に示す汚染物とする。

性状	種類	量 (kg)
固形物		
液状物		

(上記の数値は概算である。)

2 除去方法について

除去作業は以下の方法によるものとする。

(1)予備調査の実施

予備調査により除去の範囲、除去の方法、除去機材及び収納容器を決定する。

(2)機材等の準備

除去場所への除去機材、収納容器の用意のほか、除去に伴う施設外への除去物の飛散、流出等を防ぐため、必要に応じて囲い、カバーの設置、ドレン受け、窓の目張り等必要な措置をする。

(3)除去方法

- ①試料の除去は、原則として人力によって可能な範囲での除去作業とする。機械設備や建物等の解体を伴う作業が必要な場合は当局と協議する。
- ②除去物は、金属製またはプラスチック製で密閉可能な容器に充填するものし、除去物種類別に容器に入れて整理識別できるようにする。
- ③作業者の作業環境に留意し、必要に応じて防塵衣、防塵マスク等の防護措置を行うこと。また、作業期間中は作業用具や着衣等を通じて粉じん、水等が施設外に排出されないよう適切な処置をすること。
- ④容器には識別用の書き込み可能なラベル等を貼り付ける。容器は除去後密閉の上重量を測定し、種類、除去場所、除去年月日、除去物重量、容器重量を記入の上指定場所に保

管する。

⑤所定の除去が終了した後、使用した機材、用具等は除去物等が付着、残留していないことを目視確認の上搬出する。また、除去機材等の洗浄に使用した繊維製品等、着衣、繊維製品の作業用具等で付着が予想されるものについてはドラム缶等に入れ、別途指示あるまで現地にて保管とする。

3 除去物の種類による除去方法

①堆積物について

必要に応じて加湿用の散水を行い飛散を防止する。

②集じん灰等について

付着、堆積の多いところを重点的に除去する。電動ブラシや圧縮空気、高圧水等を用いなくては除去できない程度に固着しているもの、作業用の固定足場を必要とする箇所については除去しない。

③充填材等について

現場で機器から人力で付着汚染物と一緒に取り外す方法で除去する。収納容器は充填材の形状に合わせて選定し、蓋は密閉できるものとする。

④水(液状物)について

水中ポンプ、真空ポンプまたはドレン弁等で水槽等から取り出す。底部汚泥については除去時の内部の攪拌や底部の少量の水による洗浄により水と混合し除去する。汚泥は同様に水槽等から取り出す方式とする。

⑤土壌について

除去する土壌は、指示する場所とし、厚さ[]cm相当分を除去する。また、指定箇所については深さ[]cm毎の試料採取を[]回行い、それぞれ別のガラス容器に入れてそれぞれの深さでの地表の状態を現場写真に記録する。

4 除去物の搬出

除去物は、指定日に分解処理実施者が除去物を充填した容器共持ち帰るものとするが、その際、本業務受託者は立ち会うこと。

5 その他

次のものについて、除去作業時に試料を指定数量採取する。

- ①
②

第1章 一般仕様

1 委託業務名

高濃度ダイオキシン類汚染物分解処理の実施

2 業務概要

本業務は、[]施設内の高濃度のダイオキシン類により汚染された固形物、液状物(以下「汚染物」という。)を適切に分解処理するものである。

3 業務内容

汚染物のダイオキシン類分解装置による分解処理と適正処分

4 委託期間

契約日より[]年 []月 []日までとする。

5 報告書

報告書 A4版 5部

6 受託者の責務

- (1)受託者は、本委託業務の目的を十分に理解して業務を遂行するものとする。
(2)受託者は、業務契約書、本仕様書に基づいて業務を行うものであるが、細部事項または本仕様書に定めのない事項については、[](以下「当局」という。)職員と協議すること。
(3)受託者は、契約後すみやかに本仕様書に基づき実施計画書を作成し、当局の承認を受けること。
(4)本業務は、当局主導の下に行うものであり、必要に応じて当局が指定する者が分解処理の立会を行う場合には、これに応じること。
(5)受託者は分解処理の実施状況等について必要に応じて逐次報告すること。
(6)受託者は、本受託業務の完了後であっても当局が必要とするときは、その事情聴取、必要関係書類の提出に応じなければならない。

第2章 特記事項

1 汚染物処理に用いる処理技術

本分解処理に用いる処理技術は[]によるものとする。

2 汚染物の種類及び量

本業務の被処理物は、当局施設で生じた下表に示す汚染物とする。

性状	種類	量 (kg)
固形物		
液状物		

3 本業務に係る処理基準値

汚染物処理後のダイオキシン類濃度は、下記の値以下とする。

(数値は毒性等価換算値 (TEQ 値) とする。)

性状	単位	保証値
排ガス	ng/Nm ³	
排水 (処理水)	ng/L	
残渣物	ng/g	

重金属類等に係る排ガス及び排水基準については関係法令基準値以下の値とする。

4 汚染物の運搬、保管について

①汚染物は、当局施設にて別途行う汚染物除去作業により除去され、容器に保管されたものとする。

受託者は、上記 2 で示す汚染物の種類及び量を受託者にて用意した容器に、移し替えて受領するものとする。

②搬送作業は、受託者により直接分解処理場所まで行うものとし、車両及び運搬方法については廃棄物処理法の特別管理一般廃棄物についての運搬の基準に準じて行うこと。

③汚染物処理場所での一時貯留に際しては、対象物の飛散、流出等を防ぐ等、廃棄物処理法の特別管理一般廃棄物についての保管の基準に準じた必要な措置を講じること。

④処理プラントへの汚染物の供給、処理に際しては、必要に応じて行う破碎、混合、希釈、乾燥等の前処理も含め環境への直接の排出を防止する方策を講じること。

⑤汚染物運搬に用いた容器は、受託者が清浄化処理等必要な措置を行うこと。

5 汚染物分解処理の実施について

①処理プラントの運転中は運転員による常時監視を原則とし、自動制御を行う場合には必要な警報装置を備えるとともに、温度、圧力、pH、流量等のプロセスデータは自動記録を行うこと。なお、自動記録ができない場合は、当局職員と協議することとする。

②排ガス、排水、残渣等に含まれる環境汚染の可能性のある物質排出濃度については、同種の実プラントに適用される法的基準を満足させるものとする。また、必要に応じてフード、換気装置、排ガス処理装置、排水処理装置等を設置すること。

③分解処理中の爆発、沸騰、有害ガス発生等を防止するとともに、装置の防熱対策、機器の緊急停止装置、安全な点検通路の確保等必要な安全衛生対策を施すこと。

④本業務により生じた処理物 (残渣物、生成物等) については、当局が指示するまで保管するとともに、処分する時期については当局と協議することとする。

6 測定及び記録

(1) 固形物を対象とした分解処理の場合

①分解処理の時間当り処理量、水分、強熱減量等物質収支の作成に必要な物理測定を行うとともに、生成物についても同様の測定を行う。また、必要に応じて各処理工程ごとに試料を除去し、それぞれのダイオキシン類濃度、重金属含有量等の分析測定を行う他、薬品、電力、燃料等分解処理中の使用量について記録すること。なお、測定分析結果の報告には以下の項目を含めること。

	分析対象物	分析項目
処理前	汚染物	1 ダイオキシン類 (Co-PCB 含む) 2 重金属類 (Hg, Pb, Cd)
処理後	装置排ガス	3 S S 分 (試料が液状物の場合)
	装置排水 (処理水)	
	残渣物	

②時間当り処理量、処理効率等の性能については分解処理期間中に日時を定めて確認試験を行う場合がある。

(2) 液状物を対象とした分解処理の場合

前項(1)の固形物対象の場合に準じた測定及び記録等を行うこと。詳細は当局職員と協議することとする。

7 報告書

分解処理終了後、所定の期日までに運転条件等の記録、分析結果、考察等を整理した報告書を提出する。

なお、本報告書は公開を原則とするため、ノウハウに関する項目の扱いについては当局と協議すること。