

廃棄物焼却施設の解体に係る技術開発と施工適用

徳山 文祐* 伊達 裕次郎*
柳橋 寛一* 福田 智也**
谷 雄一*** 百瀬 泰彦****

要 旨

ダイオキシン類特別措置法などの規制強化に伴い、全国で約 500 箇所一般廃棄物焼却施設が廃止となった。これら廃棄物焼却施設の解体にあたって、平成 13 年 4 月に公表された「廃棄物焼却施設内作業における作業員のばく露防止対策要綱」により作業員のダイオキシン類ばく露防止かつ周辺環境に配慮した施設解体が求められている。

筆者らは、平成 12 年呉市で実施したごみ焼却施設の解体工事を契機に遠隔操作ロボットによる煙突除染工法、排水処理などの汚染物処理技術、除染技術など様々な技術を開発、適用してきた。

本稿では呉市の解体工事で開発した煙突除染ロボット「ペンタクロス」にさらに改良を加えた 2 号機の開発経緯、施工事例および、除染工事で発生する排水をオンサイトで処理し循環再利用する排水処理技術に関する処理フローの設計、処理計画、運転管理等の事例について報告する。

1. はじめに

ベトナム戦争で使用された枯葉剤中に不純物質として含まれていたダイオキシン類の影響が注目されて以来、イタリアのセブソ工場爆発の起因によるダイオキシン類汚染など世界中でダイオキシン類汚染が問題となった。

国内においても、各地で廃棄物焼却施設から排ガス中のダイオキシン類や施設周辺土壌の高濃度ダイオキシン類汚染が発覚し大きな社会問題となった。

一方で、政府を中心としたダイオキシン類問題をめぐる動きが活発化しており、平成 12 年月には「ダイオキシン類対策特別措置法」が施行されてダイオキシン類の排出基準が大幅に強化されたほか、ごみ処理の効率化を図る広域化計画など発生源からのダイオキシン類削減が進められてきた。しかし、これらの政策により、国内で約 500 箇所一般廃棄物焼却施設が廃止され、廃棄物焼却施設内のダイオキシン類汚染の問題が顕在化した。

このような背景の中、大阪府の一般廃棄物焼却施設解体工事で発生した作業員のダイオキシン類ばく露事故を契機に厚生労働省は、平成 13 年 4 月 25 日に「廃棄物焼却施設内作業におけるダイオキシン類ばく露防止対策要綱」(基発第 401 号の 2)を公表した。この通達により、焼却施設の解体工事は、作業員が汚染されることなく周辺環境への汚染拡散防止に配慮した工法が求められるようになり、従来の解体方法のみでは事実上不可能となった。つまり、図-1 に示すような様々な技術を用いて総合的に計画して施設を解体しなければならなくなった。

当社では、廃棄物焼却施設の解体工事におけるこれらの

課題を克服すべく、いち早く技術開発を進めてきた。

前報で紹介した煙突除染ロボット「ペンタクロス」¹⁾の開発後、適用範囲の拡大・施工能率の向上を目標に 2 号機を開発したほか、解体技術としては紹介した機械的切断技術²⁾、さらには汚染物のオンサイト処理技術として可搬式ダイオキシン類無害化システムや排水処理技術を開発してきた。いずれの技術も実施工に適用し、その有効性を確認した。

本報では、これらの中で煙突除染ロボットの 2 号機に関する開発経緯、ロボットの仕様および施工への適用結果を報告するとともに、排水処理技術に関する処理フローの設計、処理計画、運転計画等の事例について報告する。

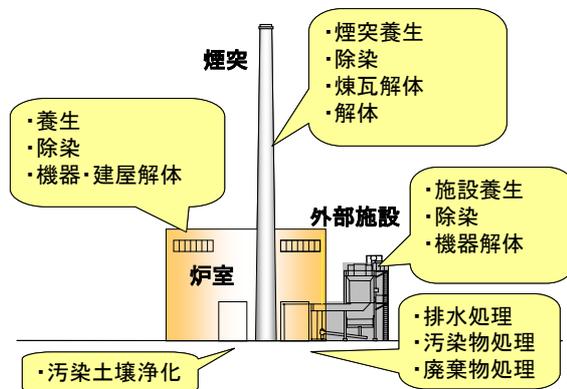


図-1 焼却施設解体に関する技術

*本社環境事業部 **環境研究所 ***技術研究所 ****中国支店

2. 煙突除染ロボット

2.1 基本計画

ロボット1号機は、煙突内面の曲率及び凹凸により切削深さが変化するという課題がある。2号機の開発では、これらの課題を克服するとともに施工能率の向上、適用範囲の拡大を目標とした。

2.1.1 煙突解体フローの検討

1号機の開発時に検討した煙突解体フローをもとに、実施工での結果およびばく露防止対策要綱の内容を踏まえ、新たに煙突解体フローを検討した。図-2に施工フローを示す。RC煙突の内部ライニング材として設置されているレンガは、高濃度ダイオキシン類に汚染されていることが予想される。このため施工時の作業員のばく露防止はもちろんのこと、レンガが処分時にはダイオキシン類濃度により特別管理産業廃棄物となることを想定して、レンガの汚染部除去(以後、除染とする)をすることで普通の産業廃棄物として処分可能となることを考慮した。

2.1.2 ロボットの基本計画

新たに開発した2号機は、1号機の開発時の基本計画であるレンガ・RC内壁の除染に加え、レンガを除染する計画とした。図-3に作業概要図を示し、主要機能は以下に示す。

①レンガ解体機能

レンガ、モルタルを破碎し、煙突内部に落下

②除染機能

煙突内レンガ表面、煙突内壁表面の除染をし、煙突内部に落下

③位置保持機能

作業反力確保のためロボットを煙突内面に固定

④作業部の監視機能

煙突内作業の確認のため、煙突内を監視

2.2 ロボット仕様の検討

2.2.1 煙突規模とロボットの適用範囲の検討

廃棄物焼却施設の煙突は、その構造、高さ、口径等が千差万別である。そのため煙突内部で作業をおこなうロボットの適用範囲の検討が必要となり、全国の煙突に関する資料調査および現地調査を実施した。調査対象とした施設は、一般廃棄物焼却施設で焼却方式がストーカ式である施設の煙突とした。調査数は38施設(RC造:37施設、内筒S造:1施設)であった。図-4に示すとおり、煙突頂部の最小内径は800mm、最大内径は4,050mmであった。煙突下部の最小内径は1,500mm、最大内径は6,325mmであった。最大内径6,325mmの煙突は1施設のみで、その他37施設が煙突下部内径3,500mm以下であった。また煙突高さが60m以下のものは36施設であった。これらの調査結果により2号機の適用範囲は、煙突地上高さが60m以下、最小内径800mm、最大内径3,500mmとした。

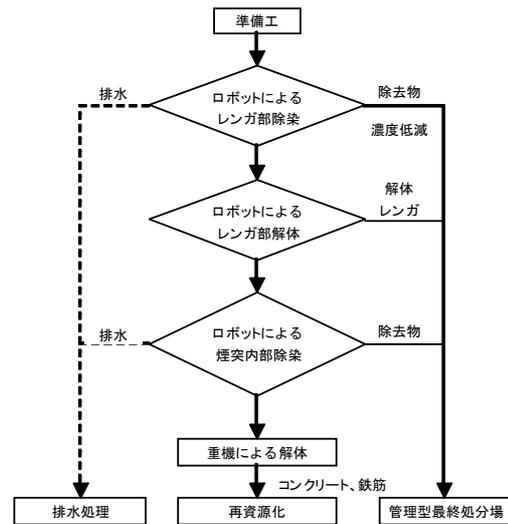


図-2 施工フロー

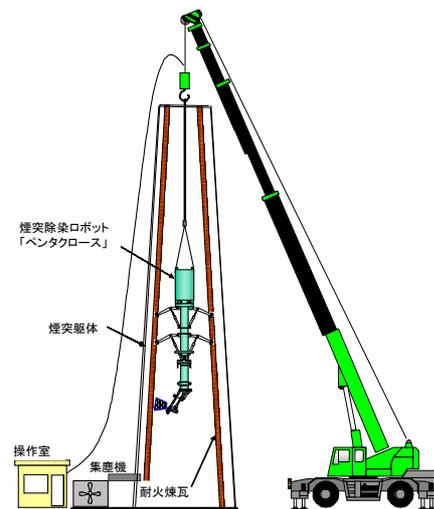


図-3 作業概要図

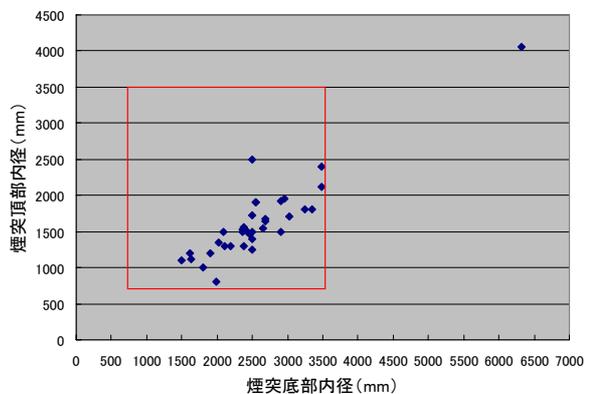


図-4 煙突適用範囲

2.2.2 除染の方式

先に述べたとおり、適用最小煙突内径を 800mm と設定しているため 2 号機は 1 号機よりスリム化する必要があった。その結果、1 号機で直径 1,200mm あった切削式除染装置を除染方式の変更によりスリム化を図ることとした。除染方式は、当社が施工した廃棄物焼却施設の解体工事で焼却炉等の設備の除染に実績があるブラストによる方式とした。この方式は、ロボット先端にブラスト噴射ノズルを付け、そのノズルに煙突外に設置されたブラスト装置本体のホースを接続するため、ロボット本体のスリム化を図ることができる。

2.2.3 ブラストによる除染

廃棄物焼却施設の解体工事では、一般に高圧水洗浄により除染することが多い。しかし高圧水洗浄は、排水が大量に発生し研掃能力などに問題が残ることが考えられる。

ブラストによる除染は、湿式・乾式の 2 種類の方式があるが、湿式は研掃材と水を同時に噴霧するために粉塵発生抑制が可能となる。乾式は研掃材のみでおこなう。これらの方式は、いずれも珪砂等による研掃材で物理的な除染を行うため、高圧水洗浄に比べ研掃能力が高いだけでなく、汚染された排水量の削減にもつながる。さらにブラストによる除染は、除染対象面の凹凸や曲率に関係なく施工が可能であり、先述した 1 号機の課題が克服できる。

2.2.4 ロボットの仕様

以上の検討結果を基に決定したロボット 2 号機の仕様を表 1 に、ロボット外形図を写真 1、2 に示す。

2.3. 施工適用例

2.3.1 工事概要

適用工事例の概要を表 2 に示す。

煙突は RC 造であり、内部には地上から煙突頂部まで耐火レンガによるライニングが施されていた。また頂部内径は 1,900mm、底部内径は 3,464mm であり、地上からの高さは 55m であった。建設されてから 30 年以上経過していたが、躯体の劣化は比較的少なく健全な状態であった。なお図 5 に施工時の設備の配置、写真 3、4 に施工状況を示す。

2.3.2 施工結果

①除染の施工能率

レンガ、煙突壁面の除染に関する施工結果を表 3 に示す。正確な施工能率を把握するため、準備・段取り作業を含まない日の施工を有効施工面積とすると、2 号機の除染施工能率は、20.6m²/h であり、1 号機 9.8 m²/h の 2 倍以上の施工能率を有することが確認できた。

しかし油圧ホース、ブラストホース等がロボット本体に接続されているため、これらホースの取り回しに時間をロスすることがわかった。

②レンガ解体の施工結果

レンガ解体については 1 号機とほぼ同じ 9.8m²/h の施工能

率を有していた。煙突底部に堆積した解体レンガは小型の重機で取り出すが、この作業中は、災害防止のためロボット作業を一時ストップする必要があった。

③施工品質の結果

表 4 に施工品質の結果を示す。もともと RC 内面の付着物のダイオキシソ類濃度が、最大で 280 pg-TEQ/g と比較的低い値であったため、除染後の 96 pg-TEQ/g と比較して劇的な変化の確認はできなかった。しかしダイオキシソ類対策特別措置法に定められている土壤環境基準の 1,000 pg-TEQ/g 及びモニタリング調査指標である 250pg-TEQ/g よりも除染後のダイオキシソ類濃度が低いため、解体コンクリートガラは埋め戻し等の再資源化が可能となる結果を得ることができた。

表 1 ロボット 2 号機仕様

1	寸法	φ800mm×h6400mm (グリッパ縮時)	
2	重量	約 2500kg	
3	把持装置 (グリッパ)	適用範囲 設置数	φ800mm～φ3500mm 上下2段×4アーム
4	作業装置	ノズル取付数 ・ブラスト装置 ・打撃ハンマー	2ノズル φ640mm 最大打撃軌跡 ハンマー重量 5kg(先端) ハンマー数 2本×1列 形状 フリースイング
	・旋回装置	旋回速度 駆動方式	0.6～1.5rpm 油圧駆動
	・俯仰装置	俯仰角度 駆動方式	約6° 油圧駆動
	・昇降装置	昇降ストローク 昇降速度 駆動方式	500mm max.500mm/min 油圧駆動
5	付属装置 (本体装備)	監視用TVカメラ 同 照明装置 超音波距離計	4基 4個 1式
6	油圧ユニット	別塗地上設置	7.5kw
7	操作方式	有線遠隔操作	



写真 1 除染ロボット 2 号機外形図



写真 2 ブラスト方式除染装置

表-2 適用工事例の概要

工事名	某焼却施設解体撤去工事		
計画概要	廃止したごみ焼却施設のプラント、煙突等を解体する。		
工事範囲	解体撤去物概要	主な構造	規模
	①焼却設備及び付帯設備	S造	焼却能力 60t/d
	②煙突	RC造	H=55m
	③基礎	RC造	—

表-3 除染結果

	レンガ部	煙突内壁部	備考
有効面積 (㎡)	290.12	433.3	休憩時間等除く
施工時間 (h)	14	21	
施工能率 (㎡/h)	20.7	20.6	
平均施工能率 (㎡/h)	20.65		

表-4 施工品質の結果

試料採取位置 (煙突高さ位置)	除染前 DXN 濃度 (pg-TEQ/g)	除染後 DXN 濃度 (pg-TEQ/g)	備考
H=11m	80	20	コンクリート
H=32m	280	96	コンクリート



写真-3 施工状況(ロボット投入)



写真-4 施工状況(遠隔操作)

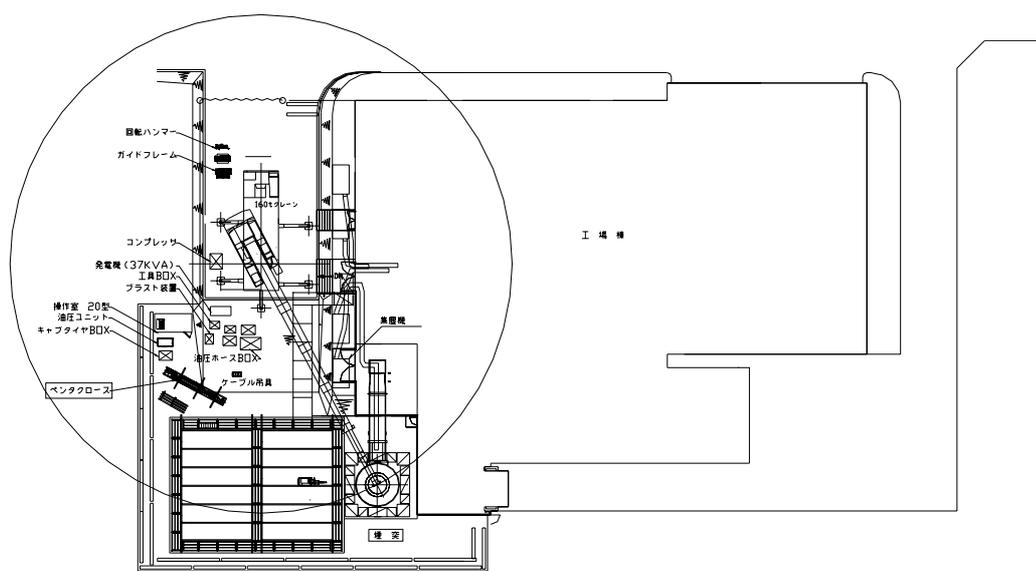


図-5 施工時の設備の配置

3. 排水処理

除染工程で発生する排水はダイオキシン類および重金属類に汚染されている。この除染排水は、水質環境保全のために、関係法令で定められた排水基準値(たとえばダイオキシン類ならば 10 pg-TEQ/l)以下まで処理したのちに外部へ排出しなければならない。また汚染物拡散のリスクを低減するため処理水を除染工事に循環再利用し、系外へ搬出する水量を減らすことも大切である。

以上のことから、焼却場解体工事に適用される排水処理設備には、以下の3つの要件が求められる。

- ①排水中の重金属およびダイオキシン類等の除去
- ②循環再利用できる水質の保持
- ③工事期間中常設できるコンパクトな設備

ここでは、以上の条件を満たす排水処理の事例について述べる。

3.1 排水処理計画

3.1.1 処理フロー

本稿で報告する排水処理は、**図-6**に示すような凝集沈殿処理→MF(マイクロフィルタ)ろ過処理→促進酸化処理のフローである。上記③にしたがい、凝集沈殿処理設備とMFろ過処理設備をコンパクトにした。その影響として考えられるのは、凝集沈殿処理において十分な凝集時間(滞留時間)を確保できないためにフロックの成長不足が生じ、MFろ過を透過する溶存態ダイオキシン類が増加することである。したがって溶存態ダイオキシン類を除去することを目的とし、促進酸

化処理を最後に設けた。

本施設は十分なゆとりをもって設置されているため(設置面積:117 m² , **表-5**参照)、その設置面積は比較対象にならないが、施設の運転に必要な最低限な水量は約 18 m³ 程度であり、コンパクトな施設となっている。

3.1.2 処理の詳細

①凝集沈殿処理(写真-5)

pH調整後、液体キレート剤を添加し重金属を固定化する。また状況により、油分の除去やフロック成長の補助剤として活性白土を使用する。これによりダイオキシン類・重金属類を懸濁物質として水中に存在させる。つぎに無機凝集剤、高分子凝集剤を添加・攪拌し、フロックを形成させ、シックナーにおいて沈降分離する。

②MFろ過処理(写真-6)

前段の凝集沈殿処理では沈降分離できずに、上澄水の中に残存した小さいフロックを除去するため、MF(マイクロフィルタ)膜;孔径 150 μm、5 μm、0.5 μm、の3種類によるろ過をおこなう。

③促進酸化処理(写真-7)

孔径 0.5 μm のMF(マイクロフィルタ)膜を通り抜ける懸濁物質中には、若干のダイオキシン類が含まれている(溶存態ダイオキシン類)。オゾン/過酸化水素/紫外線を利用した促進酸化処理をおこない、残留しているダイオキシン類を基準値(10 pg-TEQ/l)以下まで酸化分解する。

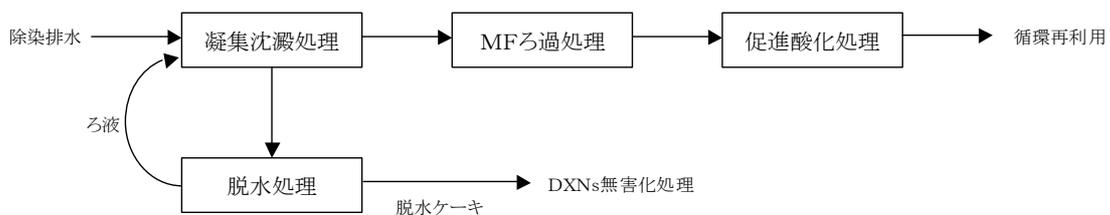


図-6 処理フロー



写真-5 凝集沈殿処理装置



写真-6 MFろ過装置



写真-7 促進酸化処理装置

3. 1. 3 除染排水の回収方法

焼却施設を洗浄した排水は、一旦既設の地下ピットに集め、そこから排水処理設備へポンプで移送した。

3. 1. 4 処理設備概要

排水処理設備の設備概要を表-5に示す。また処理フロー(詳細)を図-7に示す。

表-5 排水処理設備 設備概要

処理能力	2 m ³ /時間
設備設置面積	117 m ² (9 m×13 m)
主要設備	原水槽 凝集槽 シクナー MFろ過装置 促進酸化処理装置 脱水設備 処理水貯留槽
総運転動力	28.04 kw
処理対象物質	ダイオキシン類、重金属類、SS等
総保持水量	約 45 m ³
平均滞留時間	約 340 分
	容量:20 m ³ , 攪拌用サンドポンプ(2 inch×2 基) pH調整槽(2 m ³), 重金属固定化槽(2 m ³), 凝集槽(2 m ³) 滞留時間:109 分 150 μm, 5 μm, 0.5 μm オゾン/H ₂ O ₂ /UV 併用型 容量 15 L, 手動式 20 m ³

3. 2 処理結果

3. 2. 1 処理結果概要

工事における運転処理結果を表-6に示す。運転は約 3ヶ月間(総運転時間 365 時間)にわたり実施した。そのうち除染工事をおこなったのは 25 日間であり、排水処理設備の

運転時間に照らし合わせると 0~181 時間までに相当する。以後の期間は、解体にともなって発生する粉じん抑制を目的とした散水後の排水処理をおこなった。

図-8に除染工程と運転時間の対照図を示す。

表-6 処理結果概要

総処理水量	413.6m ³
放流量	68.5m ³
脱水ケーキ発生量	615 kg
総運転時間	365 時間

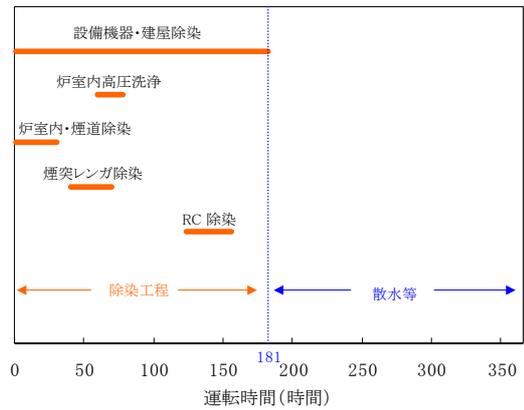


図-8 除染工程と運転時間

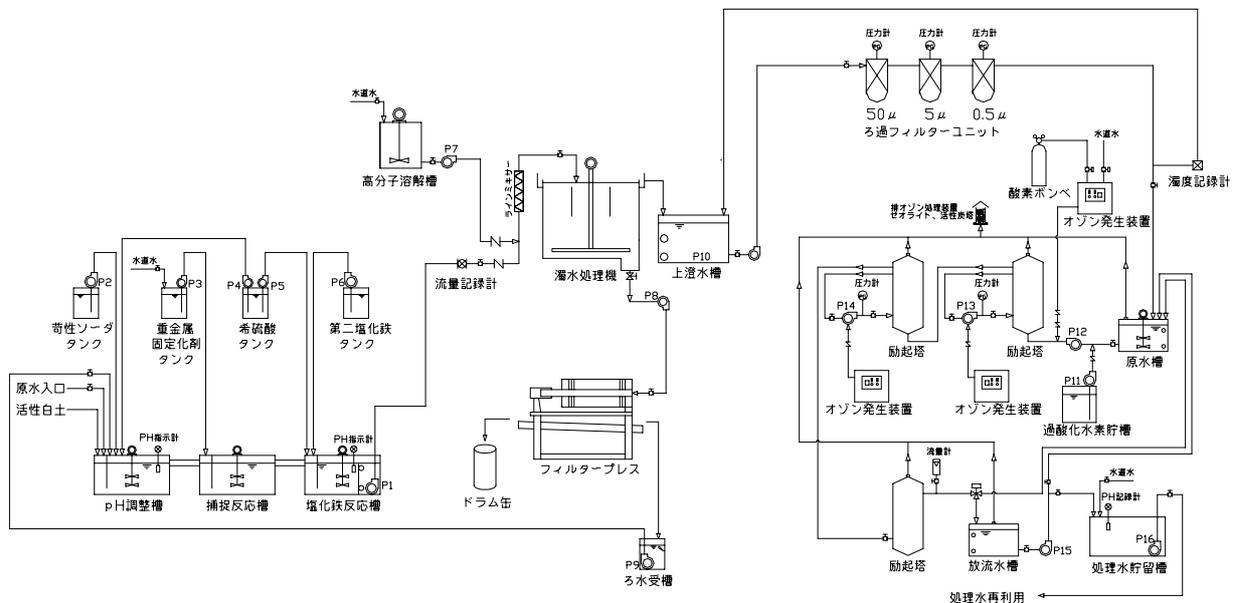


図-7 処理フロー(詳細)

3. 2. 2 処理水 分析結果

処理水の分析は4回にわたっておこなった。すべて排水基準値以下であった。結果を表-7に示す。

表-7 処理水分析結果

	排水基準	単位	処理水分析結果			
			①	②	③	④
ダイオキシン	10	pg-TEQ/l	0.0026	0	0.025	0.0011
カドミウム	0.1	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
シアン	1	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
鉛	0.1	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
六価クロム	0.5	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
砒素	0.1	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
水銀	0.005	mg/l	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
アルキル水銀	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出

3. 3 運転管理結果

3. 3. 1 処理状況および脱水ケーキ発生状況について

図-9に運転時間に対する処理水量および累積処理水量を示す。同様に、図-10に運転時間に対する脱水ケーキ発生量と累積発生量を示す。

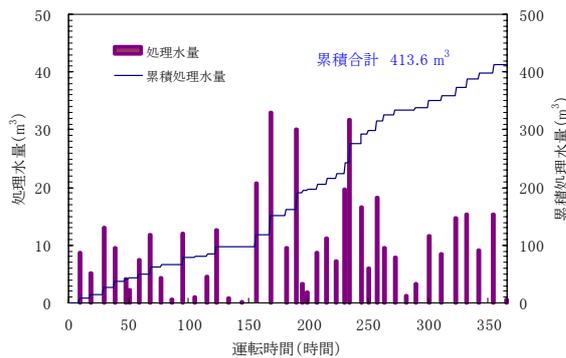


図-9 処理水量と累積処理水量

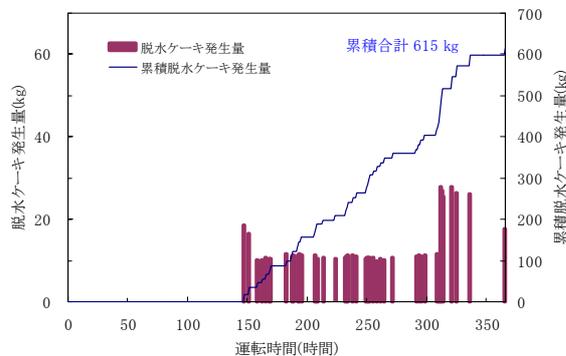


図-10 脱水ケーキ発生量と累積脱水ケーキ発生量

図-9によると、日処理水量は運転時間 200 時間前後(除染工程後半と散水前半の期間;図-8参照)で最も高い値を

示した。一方脱水ケーキは、運転開始から 150 時間までまったく発生せず、日処理水量が急激に増大する 150 時間後からコンスタントに発生し始めた。

この除染工程後半での処理水量の増大と、脱水ケーキの発生がおくれた原因を探るために、除染工程での水使用量とその処理量、そして除染排水のSS濃度変化をみている。

3. 3. 2 処理水量の増大について

図-11は図-9の0~181 時間までの処理水量を除染日数に対して示したものである。同様に、図-12は図-11と同じ時間軸に対する除染使用水量を示したものである。図-12によると、除染工事では1日目から日々一定水量を使用しているのに対し、排水処理については間欠運転がおこなわれている。日あたり除染使用水量と日あたり排水処理量が一致しない原因は、除染水が機器類やレンガなどに吸収されたこと、また機器類に滞留して排水の回収に時間がかかったこと、などが考えられる。

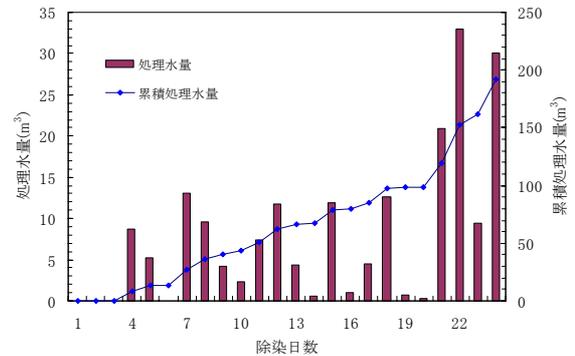


図-11 除染工事期間中の処理水量



図-12 除染工事期間中の除染使用水量

3. 3. 3 脱水ケーキ発生のおくれについて

図-13は処理設備内から任意にサンプリングした水のSS濃度の変化を経時的に示したものである。原水SS濃度(青色のダイヤ:◆)の変化をみると、運転 100 時間までのSS濃度は 10 mg/l ~ 100 mg/l であるが、100 時間以降は 100

mg/l ~ 1,000 mg/l と一桁高い値を示している。したがって原水SS濃度の上昇とともに、脱水ケーキが発生しはじめたとも考えられる。

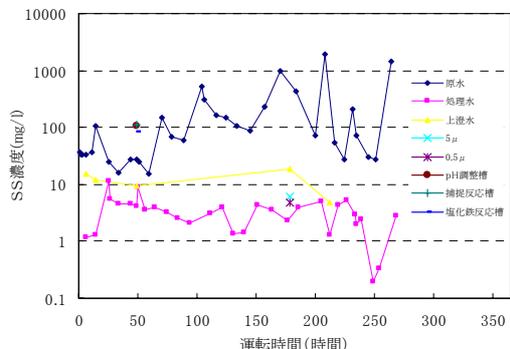


図-13 SS 濃度の経時変化

原水SS濃度が徐々に上昇した原因は、

- ①残置灰撤去が困難な箇所があり、その除染が工期後半になった
- ②排水の回収とSSの回収に時間差があった：一時貯留槽である地下ピット内に回収した除染物が排水処理設備に回収できずに沈殿し、除染工程後半になって吸い上げられてきた

ことなどがあげられる。

3.3.4 濁度による管理

焼却場解体工事では、汚染物拡散のリスクを低減するため、処理水を除染工事に循環再利用する計画を立てる。しかしながら、処理基準項目（重金属類、ダイオキシン類）の分析には多くの時間と費用がかかり、その分析結果を待っていたのでは循環再利用できない。したがって、現場では処理水の管理基準を“pHと濁度”とし運転管理をおこなっている。特にダイオキシン類濃度に関してはSS濃度との相関性が指摘されており³⁾、ダイオキシン類濃度とSS濃度の相関、そしてSS濃度と濁度の相関を調べたうえで、濁度でのダイオキシン類濃度の管理は有効であると考えられている。

そこで、本工事においても、SS濃度とダイオキシン類濃度の相関、およびSS濃度と濁度の相関について調べた。

図-14は各処理工程における原水、凝集操作後の水（上澄水、5 μ mMF 透過水、0.5 μ mMF 透過水）、および処理水の、SS濃度とダイオキシン類濃度の関係を両対数軸上にプロットしたものである。

原水と凝集操作後の水とでは、分散系と凝集系の違いにより懸濁物質の構造が変わっている。したがって別々のフレームワークでとらえると、原水および凝集沈殿後の水はそれぞれにおいて、SS濃度の低下とともにダイオキシン類濃度が低下していく傾向にある。

一方、処理水（促進酸化処理後の水）は他と同様な傾向がみられない。そもそも促進酸化処理は、SSの除去操作である凝集沈殿処理やろ過処理と違い、ダイオキシン類を直接分解する処理方法である。また、今回の処理フローで促進酸化処理する水は 0.5 μ mMF ろ過膜を透過した水であり、理論的には“SS濃度=ゼロ”である（SS濃度測定に使用される濾紙は、径が 0.6 μ m の粒子を保留する能力がある）。したがって 0.5 μ mMF ろ過膜後の促進酸化処理自体が、SS濃度に影響を与えるものではない。以上の要因から、処理水（促進酸化処理後の水）は原水や凝集操作後の水と違う傾向を示したと考えられる。

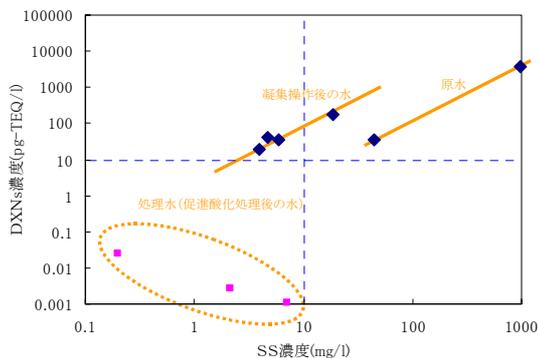


図-14 SS 濃度の経時変化

処理水のSS濃度と処理水の濁度の関係を、図-15および図-16に示す。図-15は、原水、凝集操作後の水（上澄水、5 μ mフィルター透過水、0.5 μ mフィルター透過水）および促進酸化処理後の水について、SS濃度と濁度の関係をプロットしたものである。図内の直線は、原水と凝集操作後の水に関する近似曲線である。多少のばらつきはあるものの、SS濃度と濁度に相関関係がみられる。

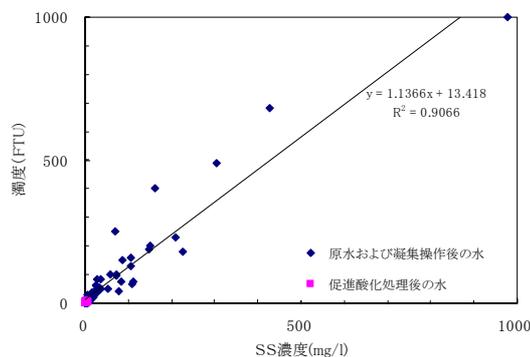


図-15 SS 濃度と濁度の関係①

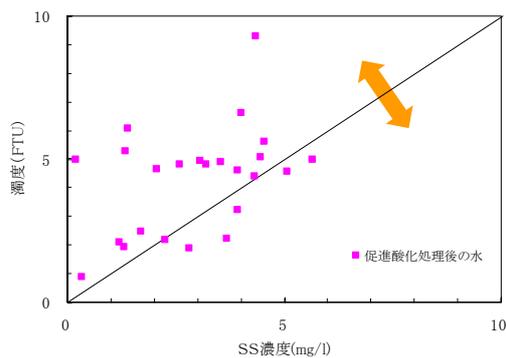


図-16 SS濃度と濁度の関係②

図-16は、促進酸化処理後の水に関してSS濃度と濁度の関係をプロットしたものである。この促進酸化処理後の水について、SS濃度と濁度の相関はみられない。どちらも定量限界近くの測定であるため誤差が大きくなったものと考えられる。しかしながら、濁度がSS濃度に対し概ね安全側にあることから、濁度で基準値を設定し、水質管理をおこなうことは十分可能であると考えられる。

以上の結果から、ダイオキシン類濃度を濁度により管理することは、凝集沈殿処理やろ過処理といったSS除去処理においては有効であると考えられるが、促進酸化処理においてはデータの取扱いに注意が必要である。

3.3.5 除去効果の確認

凝集沈殿処理、5 μ mMFろ過処理、0.5 μ mMFろ過処理のダイオキシン類および重金属類の除去効果を調べた。結果を表-8に示す。

原水中に検出された重金属類の除去率は、カドミウム：下限値以下、鉛：97.3%、砒素：下限値以下、総水銀：下限値以下であった。原水中で検出されたすべての重金属類がこの凝集沈殿処理により排水基準値以下に除去されている。

一方ダイオキシン類の除去率は、凝集沈殿処理：95.5%、5 μ mMFろ過：80%であった。しかしながら、0.5 μ mMFろ過の除去率は-20.6%となり、ダイオキシン類濃度が5 μ mMFろ過後の値を逆転する結果になった。この原因は、マイクロフィルターの交換にともない設備内に残存(滞留)していたダイオキシン類が放出される、いわゆるメモリ効果によるものと考えられる。0.5 μ mろ過前後でSSは除去されていることから、溶存体のダイオキシン類が設備内に付着していたことが予想される。

3.3.6 運転管理について

これまでの測定結果から、焼却場解体工事における排水処理設備の運転管理について重要だと考えられるのは、

- ① 除染工程(除染箇所)
- ② 回収フロー
- ③ 排水処理

という3点の総合的な把握である。特に①除染工程と②回収フローの計画を十分練ったうえで、③排水処理の処理フローや設備設計をおこなっていかなければ、運転の際、当初計画していた処理能力では対処できないことが十分におこりうる。

以上のことから、焼却場解体工事における排水処理設備の運転管理には、上記の3点を十分に把握し、各現場に対応した柔軟な処理計画が重要である。

表-8 有害物質の除去効果と水質変化

項目	単位	原水	上澄水	5 μ m MF透過水	0.5 μ m MF透過水	管理基準
ダイオキシン類	pg-TEQ/l	3,800	170	34	41	10
カドミウム	mg/l	0.04	<0.005	<0.005	<0.005	0.1
シアン	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1
鉛	mg/l	0.75	0.02	<0.01	<0.01	0.1
六価クロム	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.5
砒素	mg/l	0.021	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.1
総水銀	mg/l	0.0021	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.005
アルキル水銀	mg/l	不検出	不検出	不検出	不検出	検出されないこと
SS	mg/l	978	18.5	6	4.75	10
濁度	NTU	999	20	16	14	10
pH	—	7.1	6.9	6.9	6.8	5~9
温度	℃	25.6	23.7	23.3	23.5	—
導電率	S/m	0.86	0.86	0.91	0.89	—
酸化還元電位	mV	208	223	227	241	—
溶存酸素	mg/l	10.3	5.8	7.4	5.3	—

5. まとめ

本報で報告した廃棄物焼却施設の解体に関する煙突除染ロボットおよび排水処理技術のそれぞれに関して、施工適用により以下のことが確認できた。

- ①2号機についても、1号機と同様に作業員および周辺環境に対して安全に施工ができる。
- ②2号機は、1号機よりも施工能率が高く、適用範囲も広いことが確認された。
- ③排水処理設備を処理能力範囲内で効率的に運転するためには、管理計画から除染工程、回収フロー、処理能力を考慮しながら総合的に管理計画を立てる必要がある。

一方でいくつかの課題についても得られた。

- ①煙突除染に関する課題
 - ・解体レンガが煙突内で一定量に達したとき、ロボット作業を停止する必要があり、時間のロスが大きい。
 - ・多くの油圧ホース、除染ノズルのホースなどを有するため、ホースの取り回し作業に時間をロスすることがある。
- ②排水処理に関する課題
 - ・促進酸化処理の運転管理
 - ・凝集沈殿処理における薬剤の適正添加量の管理方法

これらの課題については、引き続き継続して検討をおこなう。

廃棄物焼却施設の解体工事では、作業員のダイオキシン類ばく露防止などの作業員の安全対策のほか周辺環境への汚染拡散防止や解体廃棄物の適正な処理処分などに幅広い技術が必要となる。今後、廃棄物焼却施設の解体に向けて関係者一同、トータル的な技術の確立をめざしていく所存である。

謝 辞

本技術の開発にあたり、実施工を担当された工事事務所の皆様をはじめ、多くの関係者の方々に多大なる御協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 谷雄一ほか:五洋建設技術年報、VOL. 31、p47～54、2001
- 2) 加藤政利ほか:五洋建設技術年報、VOL. 33、p13-1～13-8、2003
- 3) Masashi Uwasawa, et al (2002) International Workshop on “Effects of Dioxins on Agriculture, Forestry and Fisheries and their Mechanisms of Action on Animals and Fishes”,text,129-141