

兵庫西流域下水汚泥広域処理場 熔融炉改築工事について

兵庫県 県土整備部 土木局 下水道課

兵庫西流域下水污泥広域処理場概要



世界文化遺産 姫路城

兵庫西流域下水汚泥広域処理場概要

4自治体(兵庫県、姫路市、たつの市、太子町)、10処理場からの汚泥を受入



兵庫西流域下水汚泥広域処理場のなりたち

- ・ 昭和61年度 **日本下水道事業団**が国庫補助金と財政投融资を活用し、下水汚泥広域処理施設である「**兵庫西エース**」の建設に着手
- ・ 平成元年11月 「**兵庫西エース**」供用開始
- ・ 平成15年3月 国の特殊法人改革により、「**兵庫西エース**」を日本下水道事業団から兵庫県に移管
- ・ 平成15年4月 兵庫県が事業主体となり、「**兵庫西流域下水汚泥広域処理場**」として事業開始

改築する溶融炉の特徴

- 既設溶融炉は平成元年から稼働しており、老朽化が進行している
➡ 老朽化の著しい2炉を改築
- 処理する下水汚泥に皮革のなめし工程で発生するクロムが含まれており、通常の焼却処理(800～900℃)では有害な六価クロムが発生する(既設溶融炉はコークスベッド溶融方式により1500℃以上の温度で対応)
➡ 六価クロムの発生抑制に効果的な「循環流動層炉(抑制燃焼)＋巡回灰溶融方式」を採用
- 既設溶融炉に採用されたコークスベッド溶融方式は、処理単価が高価、運転操作に熟練を要するなどの問題点がある
➡ 運転作業が容易な「循環流動層炉(抑制燃焼)＋巡回灰溶融方式」を採用

DBO方式

- ・ 設計と施工を一括して委託するDB方式に、維持管理(O)を含めた調達方式
- ・ 施設の運転管理に民間事業者のノウハウを求める余地のある事業に適している

DB+O方式

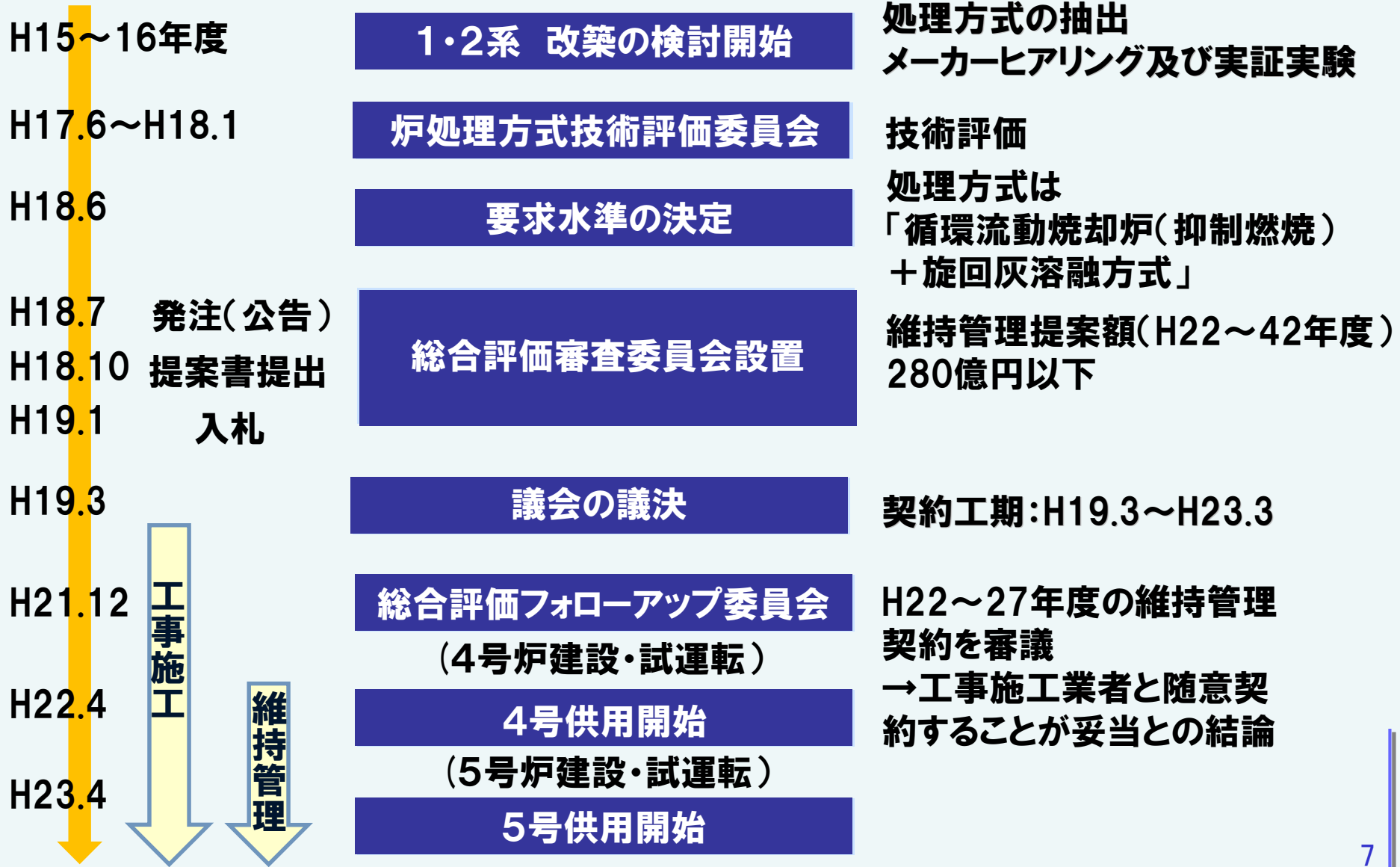
- ・ DBO方式において、維持管理(O)をDBと別途発注する調達方式

➡ DB+O方式を採用

(採用した主な理由)

- ・ 契約更新(原則として5年ごと)時に適正な維持管理により安価なコストで実施できる事業者が現れた場合に競争性を確保できる
(技術の高度化や社会情勢の変化に対応可能)

溶融炉改築工事のスケジュール (DB+O方式)



設備概要



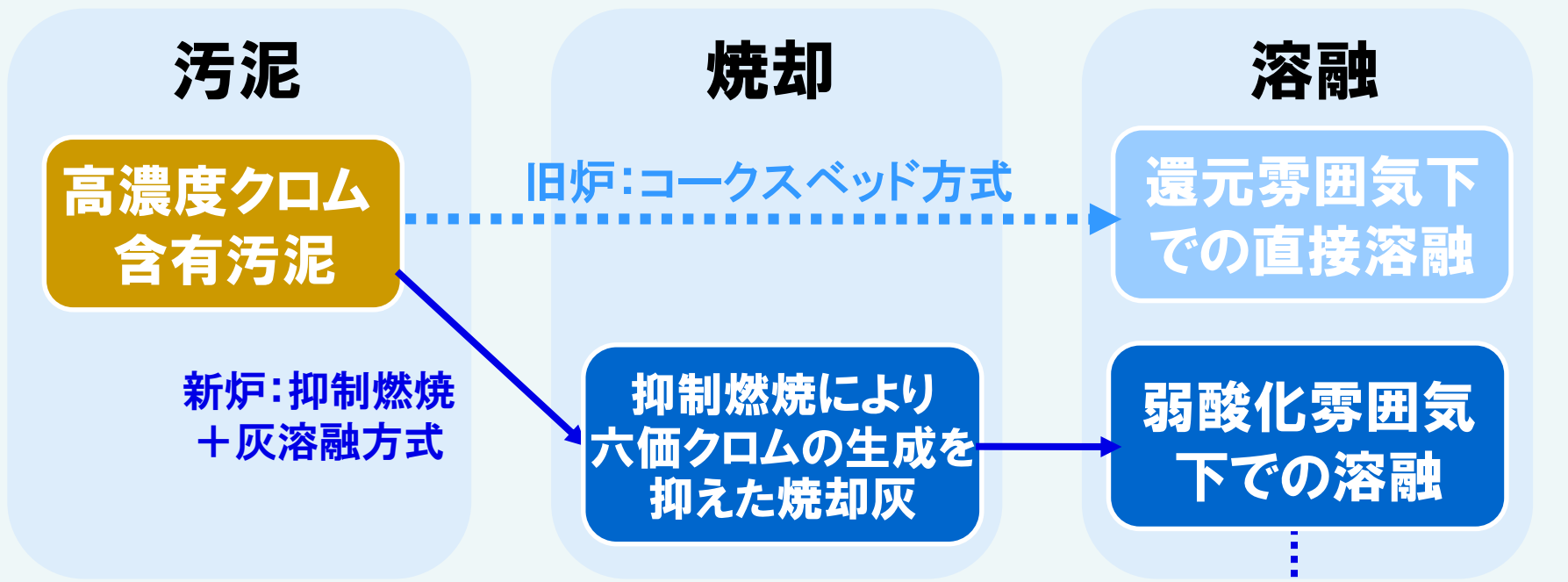
4号溶融設備（南東）



4号・5号溶融設備（北東）

処理方式	抑制燃焼＋二次燃焼室＋巡回灰溶融方式
設備範囲	4号溶融設備・5号溶融設備 付帯設備(スラグ処理設備・排水処理設備・脱臭設備)
供用開始日	4号炉(1系の更新炉):平成22年4月1日(維持管理開始) 5号炉(2系の更新炉):平成23年4月1日(維持管理開始)
処理対象物	下水汚泥・し渣・沈砂
処理規模	33DSt/日(含水率77%として)×2系列
運転時間	24時間/日
総工費	170億円(設計、建設にかかる事業費)

六価クロム生成抑制



六価クロム⇒三価クロム
※六価クロムは高温下では三価クロムへ還元される性質を有している。

六価クロム抑制ポイント

高温下での溶融により、クロムを安定性の高い三価クロム (Cr₂O₃) として生成させる

設備概要 処理フロー

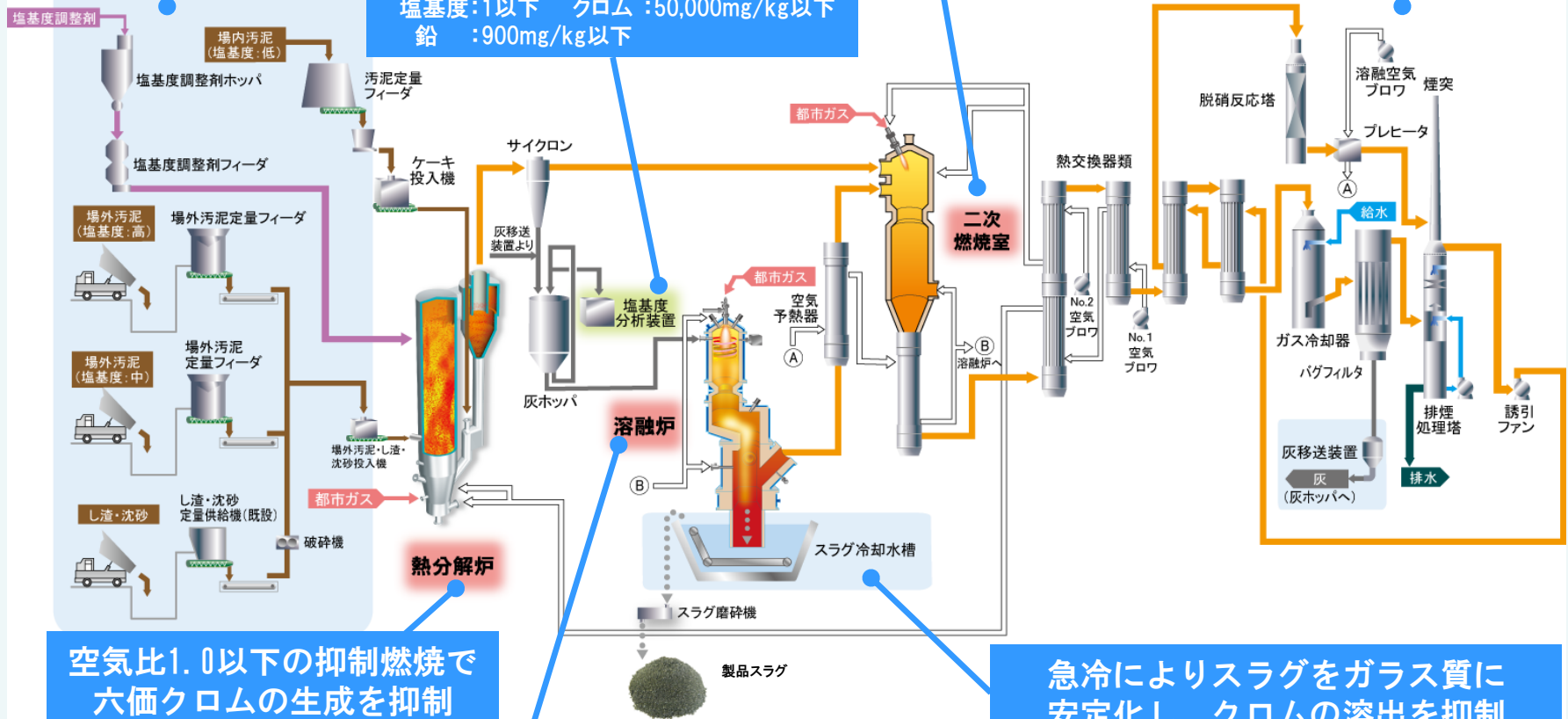
脱水ケーキ・し渣・沈砂の
受入・供給および均質化

未燃ガスを850℃以上で
完全燃焼

バグフィルタ+排煙処理塔+脱硝設備
により排ガス規制値を確実に遵守

オンラインで焼却灰を管理

塩基度:1以下 クロム :50,000mg/kg以下
鉛 :900mg/kg以下



空気比1.0以下の抑制燃焼で
六価クロムの生成を抑制

1,400℃以上で六価クロムを
三価の安定状態へ還元

急冷によりスラグをガラス質に
安定化し、クロムの溶出を抑制

溶融スラグの有効利用

- 溶融工程において下水汚泥の無機成分が溶融し、ケイ素分に囲まれた**溶融スラグが発生**(年間約4,000t)
- 溶融スラグは**建設資材(骨材等)として再利用が可能**
- 兵庫県のHPにおいて**溶融スラグを「エコ砂」として販売**
料金324円/t(税込:積込含む)
- エコ砂はJIS規格(JIS A 5032)に準拠し、**高い安全性を確認**
- 営業活動が実り、エコ砂の**コンクリート2次製品**への活用が進み、**発生量以上の引き合い**がある(平成28年度実績約6,700t)

熔融スラグの有効利用



熔融スラグ

有効利用

平成28年度実績 約6,700t

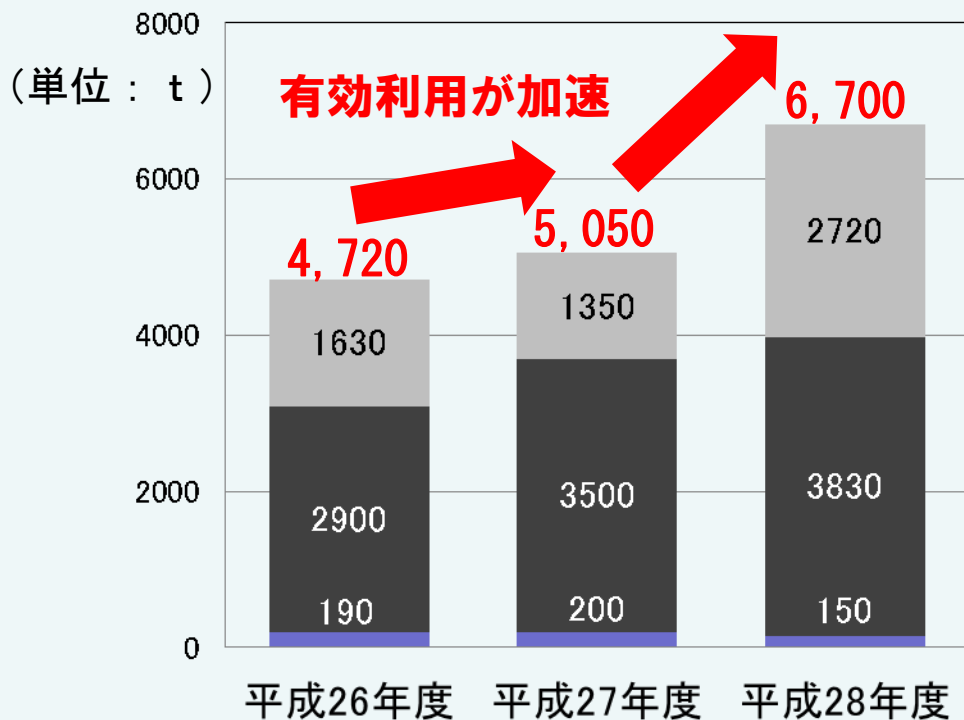


例)アスファルト合材の骨材に利用



例)コンクリート二次製品の骨材に利用

■レンガブロック骨材 ■アスファルト骨材 ■コンクリート骨材



排出ガスの性状

■ 排出ガス基準値(O₂12%換算値)

	基準値	平均値
ばいじん	8 mg/Nm ³ 以下	0.017 mg/Nm ³
硫黄酸化物	11 ppm以下	2 ppm
窒素酸化物	30 ppm以下	13 ppm
塩化水素	3 ppm以下	0.2 ppm
ダイオキシン	0.1 ng-TEQ/Nm ³ 以下	0.01 ng-TEQ/Nm ³

要求水準を遵守

+αとして

温室効果ガス削減

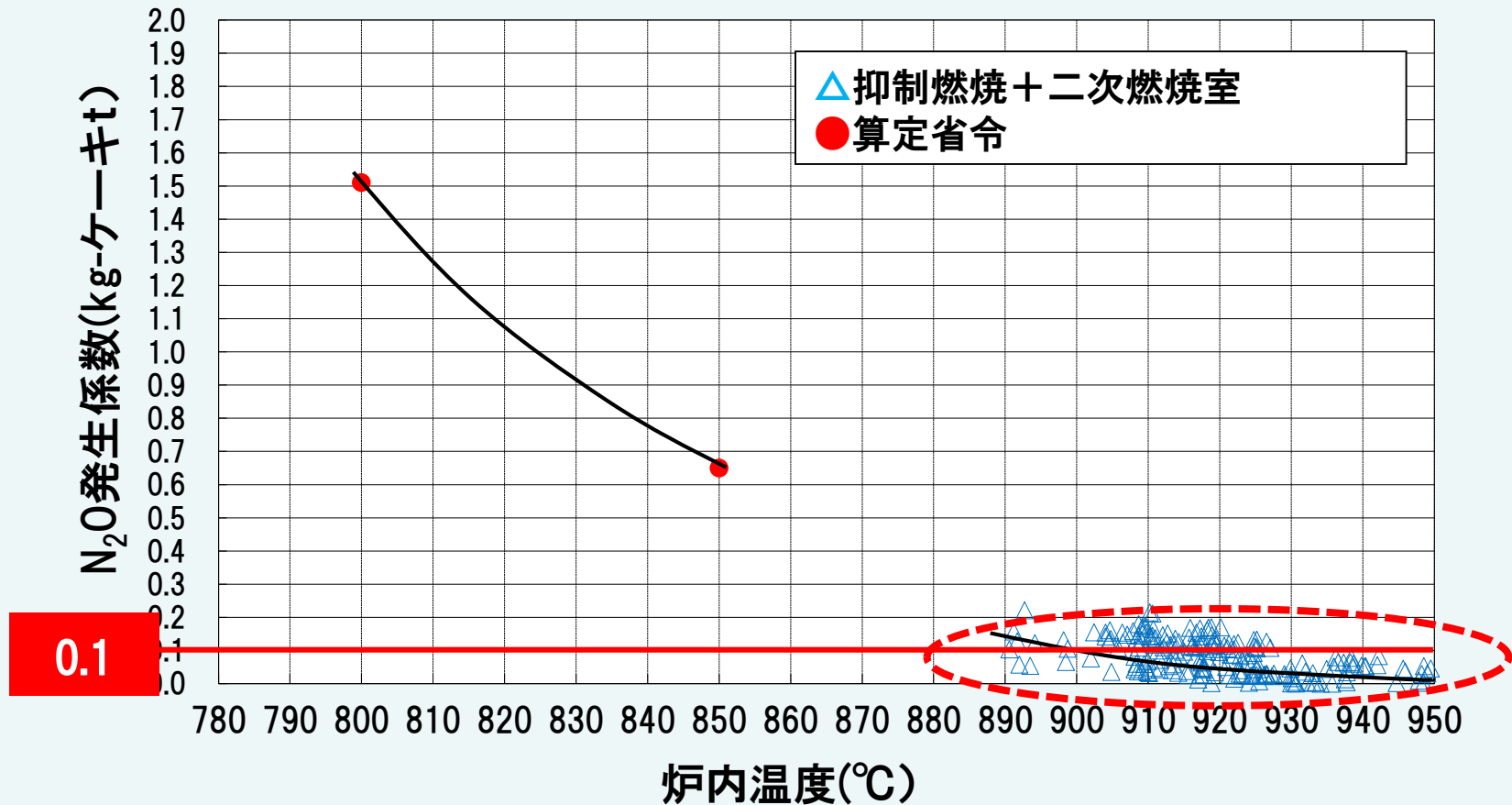
下水汚泥焼却分野では特にN₂Oの排出量削減が重要な課題

N₂O

- ・一酸化二窒素。CO₂の**310倍の温室効果**があるとされ、**高温焼却で発生抑制**
- ・通常炉内を高温化しようとする、その分燃料使用量が増加するが、新炉に採用した**抑制燃焼+二次燃焼方式**では燃料を増加させることなく高温焼却が可能

温室効果ガス抑制効果 N₂O抑制

新炉に採用した抑制燃焼＋二次燃焼室方式では、
N₂O発生係数を従来の0.645→0.1kg/ケーキt以下に抑制



算定省令: 特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量算定に関する省令
(平成18年3月29日 経済産業省・環境省第三号)

維持管理上のトピックス

- ① 受託者に対して仕様書で溶融処理する下水汚泥量を設定しているにもかかわらず、汚泥濃縮脱水工程等でトラブルがあり、溶融炉に送泥できず溶融処理ができない状態となった。



新施設だけでなく、**周辺の既施設との連携も含めた維持管理業務の仕様書を作成**することが重要(想定されるトラブルがあった際のことでも仕様書に具体的に明記すべきか)

- ② し渣は汚泥発生箇所ごとに性状が大きく異なることから、溶融炉で処理が容易にできず、旧溶融炉でのし渣処理担当者と情報を共有し、汚泥発生箇所ごとの処理手法を確立した。



新施設の円滑な運用のためには、これまで**蓄積した多くの情報、ノウハウを共有**することが重要

委託者と受託者の役割分担

区分	業務内容	負担者	
		委託者 (兵庫県)	受託者 (民間業者)
管理・運営 業務	危機管理対応(受託者への指示、指導)	○	
	危機管理対応(応急措置)		○
	業務の履行確認	○	
	委託費の支払い	○	
	定期修繕、点検時期の計画	(確認)	○
	脱水ケーキの振り分け、発生量の管理	(確認)	○
	汚泥が不足、超過した場合の対応	○	(補助)
運転監視 操作業務	運転監視操作、現場操作		○
	日報、日誌、計器の記録作成、故障報告		○
	機器の維持管理履歴の記録・保管		○
	処理量、スラグ発生量確認		○
保守点検 整備業務	日常点検、定期点検、臨時点検、法定点検、定期自主点検、 簡易な故障修理		○
修繕業務	定期修繕、突発修繕、大規模修繕		○
分析(試験) 業務	モニタリングのためのデータ、運転指標のためのデータの整理	(確認)	○
	送泥汚泥、搬入汚泥の分析	(確認)	○
	プラント排水等の水質分析		○
	悪臭、騒音、震動の測定	○	
事務業務	電気、ガスの契約		○
	電気、水道、ガス、薬品の使用量確認、支払い		○
	報告書、記録書、資料作成、機器台帳管理		○
危機管理 対応業務	緊急配備、緊急点検、緊急連絡	○	(補助)
その他	清掃、保安業務		○
	見学対応、苦情対応	○	(補助)

委託者と受託者のリスク分担

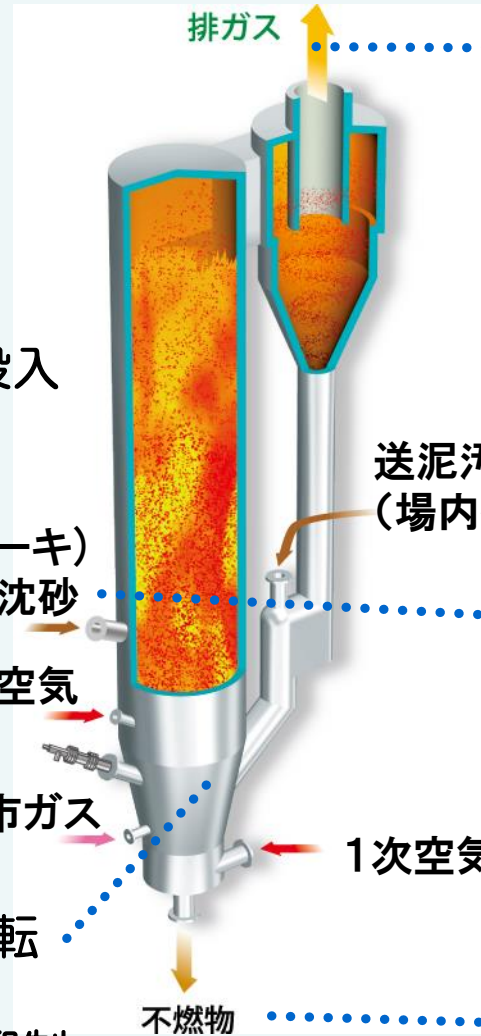
リスクの種類	リスクの内容	負担者	
		委託者 (兵庫県)	受託者 (民間業者)
経費の上昇	委託者の責によるもの	○	
	上記以外		○
税制の変更	一般的な税制変更	○	
工事遅延	委託者発注の工事遅延による機能不足	○	
	受託者発注の工事遅延による機能不足		○
工事による 施設損害	委託者発注の工事による損害	○	
	受託者発注の工事による損害		○
住民対応	行政サービスに関するもの	○	
	上記以外		○
環境問題	受託者の責によるもの		○
事故・災害	受託者の責によるもの		○
	上記以外	○	
不可抗力	災害、天災等による委託費の1/100までの損害		○
	上記以外	○	
性能事項の達成	契約条件下での要求事項の未達成		○
	不可抗力による要求事項の未達成	○	
施設の損傷	事故・災害等による施設の損傷(不可抗力によるものを除く)		○
関連法規遵守	関連法規の基準超過		○
契約締結のリスク	受託者の責により契約を結べない又は契約手続きに時間を要する場合		○
第三者賠償リスク	維持管理上発生した騒音・振動・悪臭等に関すること		○
委託中止・延期に 関するリスク	受託者の事業放棄・破綻によるもの		○
入札応募コスト	応募費用に関すること		○



參考資料

熱分解炉の特徴

循環流動炉を採用し安全かつ運転信頼性の高い溶融前処理システム



し渣は破碎処理を行い投入

搬入汚泥(場外ケーキ)
し渣・沈砂

2次空気

都市ガス

1次空気

不燃物

送泥汚泥
(場内ケーキ)

排ガス

未燃ガスは後段の二次燃焼室
で完全分解

場外ケーキ・し渣・沈砂と、
場内ケーキの投入ラインを
分離

搬入汚泥ラインの突発故障
時でも場内ケーキの処理を
継続

約700℃まで予熱された
燃焼空気

不燃物(沈砂・金属片など)は、
炉底より排出

約700℃まで予熱
された燃焼空気

0.7~0.8の低空気比運転
抑制燃焼を行うことで、
六価クロムへの酸化を抑制
(転換率約3%)

旋回灰溶融炉の特徴

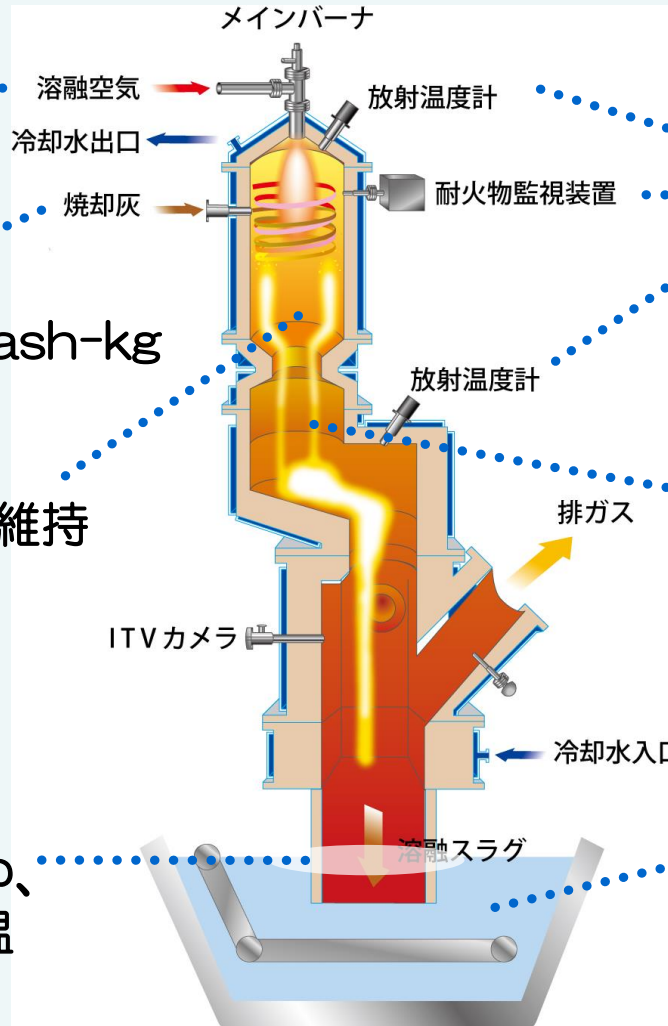
豊富な実績に裏打ちされた旋回灰溶融炉を用いて 安定操業と安全性に優れた下水汚泥溶融システム

約650°Cまで予熱
された燃焼空気

塩基度：1.0以下
クロム濃度50,000mg/ash-kg
以下に調整

炉内を1,400°C以上に維持
焼却灰に含まれる
六価クロムを還元

スラグ出滓口を水封
溶融排ガスの吹き出しや、
外気の吸い込みによる温
度低下を防止



放射温度計・耐火物監視装
置による炉内温度監視。

炉内滞留スラグが少ない
ため、起動・停止が容易

スラグを急冷する
ことでガラス化し、
重金属を封じ込め
る。