

国土交通省国土技術政策総合研究所 下水道革新的技術実証事業  
(平成28年度採択事業)

# 自己熱再生型ヒートポンプ式高効率下水汚泥乾燥技術実証研究 導入ガイドライン(案)

平成30年7月25日

(株)大川原製作所・秦野市・関西電力(株)共同研究体

ガイドライン説明会 B-DASH

# 第1章 総則 —ガイドラインの構成—

## 第1章 総則

- ガイドラインの目的、ガイドラインの適用範囲、ガイドラインの構成、用語の定義

## 第2章 技術の概要と評価

- 技術の目的、概要、特徴、適用条件、導入シナリオ例 ・技術の評価項目、評価結果

## 第3章 導入検討

- 導入検討手順、基礎調査、導入効果の検討、導入判断 ・導入効果の検討例

## 第4章 計画・設計

- 導入計画 ・施設設計

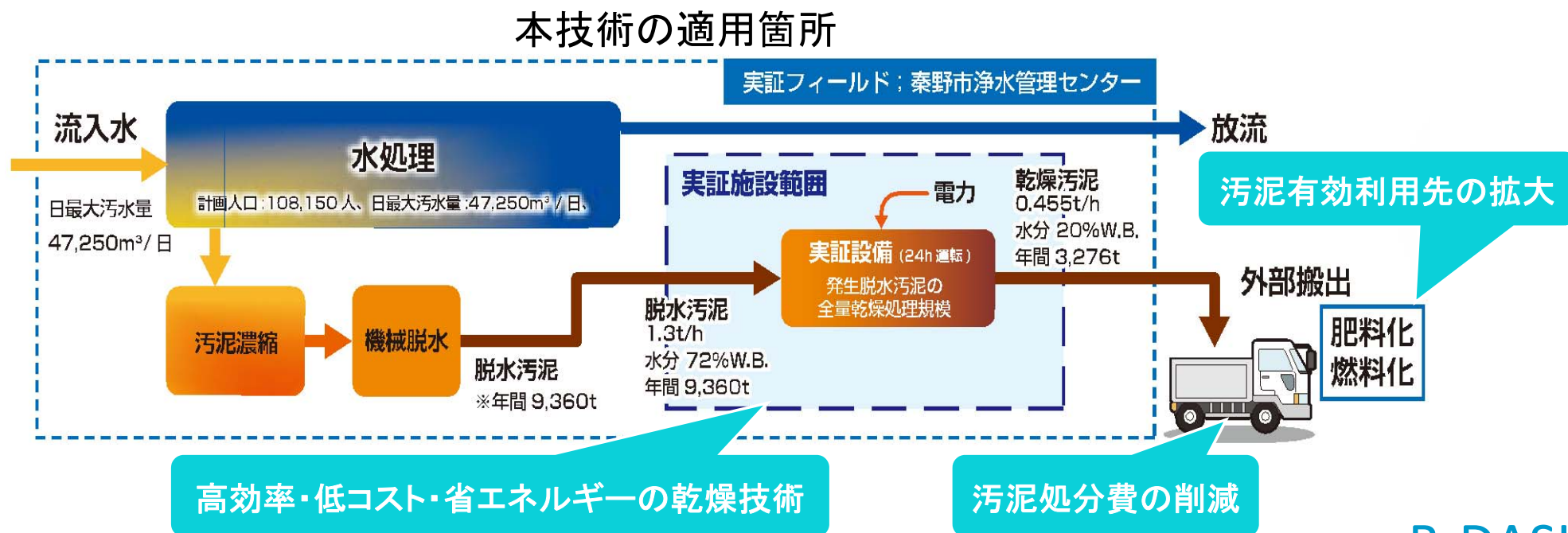
## 第5章 維持管理

- 運転管理 ・保守点検 ・異常時の対応

資料編 ; 実証試験結果、簡易算定式、ケーススタディ、適用法令

## 第2章 技術の概要と評価 —技術の目的( § 5) —

本技術は自己熱再生型ヒートポンプ技術を組み込む乾燥方式により、①高効率、省エネルギー、低コストで乾燥汚泥を生産し、これを活用することにより、②中小規模処理場における汚泥処分費削減と③肥料化・燃料化有効利用の用途拡大を図る。

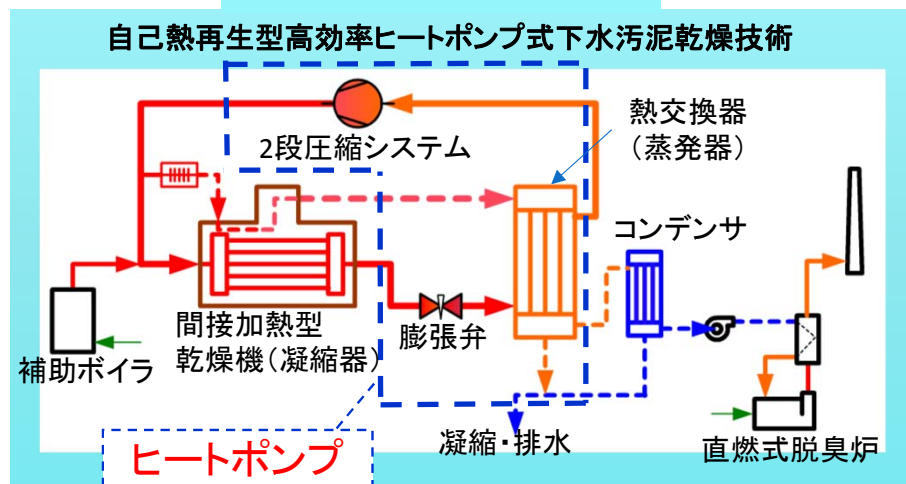


## 第2章 技術の概要と特徴

## — 本技術の革新的な省エネ性(§7) —

従来技術(自社かくはん付熱風回転乾燥機)と比較し、熱効率が185%(電力熱量換算後86%)以上と大幅に高く省エネな技術

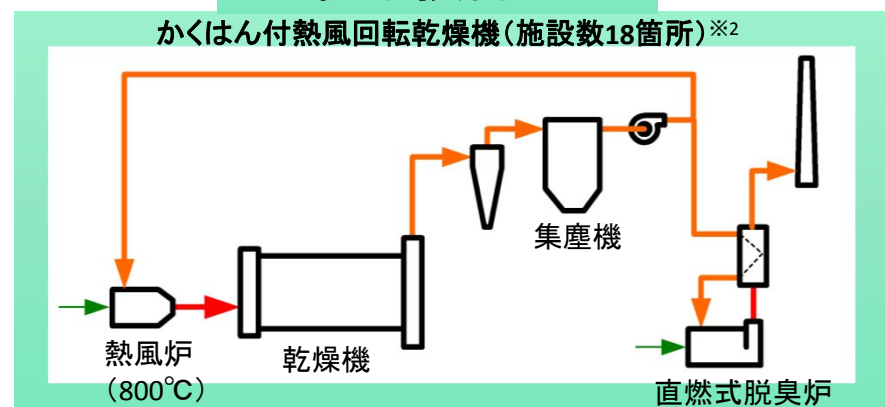
### ◆ 革新的技術



熱効率 185 % (実証結果)

(電力熱量換算後 86 %、脱臭設備含む場合 約60%)

### ◆ 従来技術 ※1



※1 FS対象の従来技術;①全量外部委託, ②建設費・維持管理費に一般費用関数使用, ③維持管理費に自社製品の場合 3ケースと比較 p-45~46参照

※2 H26年度 下水道統計より

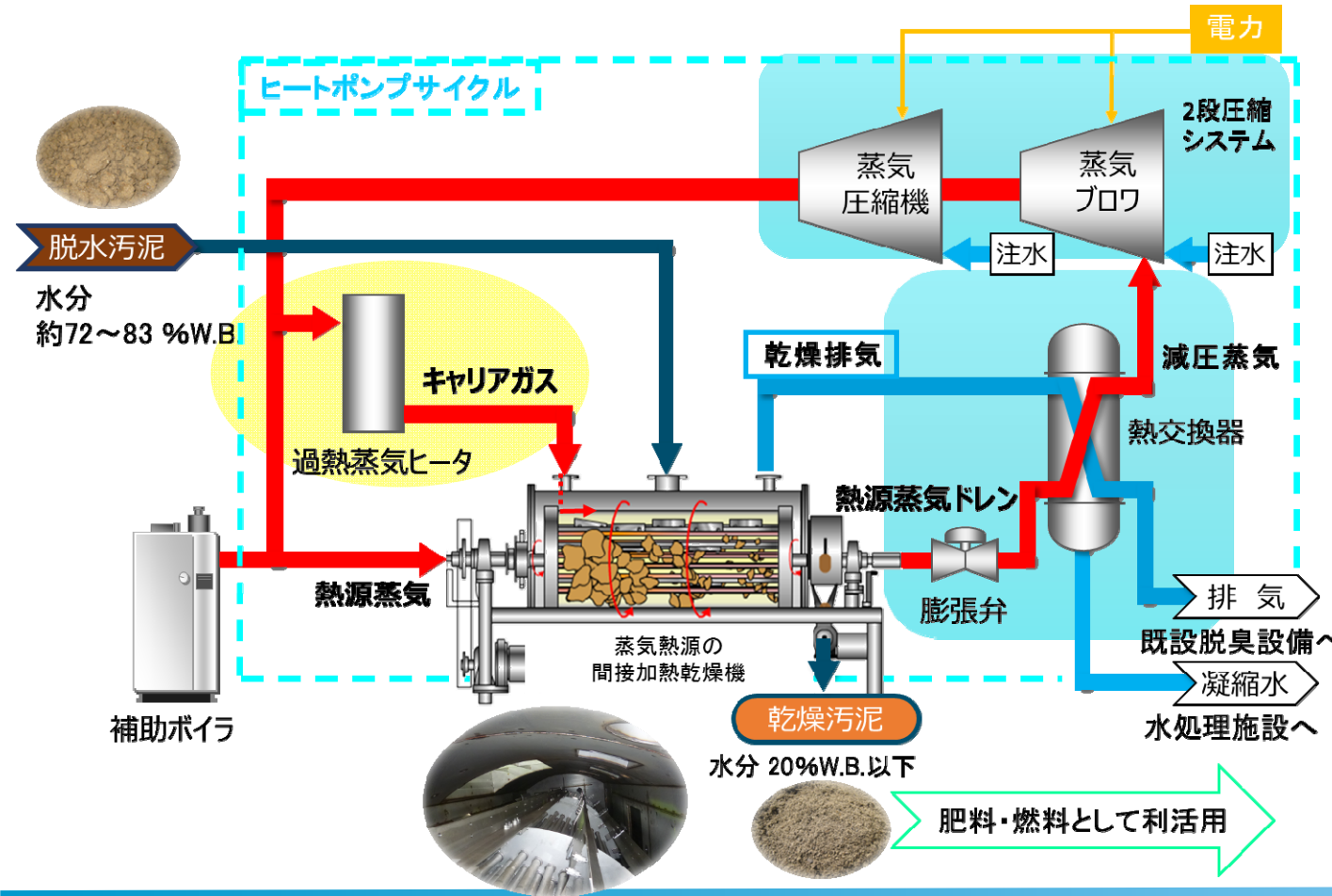
※3 上記従来技術フローは自社製品の場合

熱効率 約60%(脱臭設備含む場合 約30%)

B-DASH

## 第2章 技術の概要と評価 —技術の特徴(§7)—

本技術は、間接加熱乾燥機をヒートポンプサイクルに組み込み、これまで利用できなかった乾燥廃熱を回収し、乾燥用熱源に自己熱再生するシステム。



**キャリアガスに空気を用いず、過熱蒸気を用いる乾燥機**

乾燥機内の汚泥より発生する水蒸気の排除に過熱蒸気を利用するため、最終排気量が大幅に低減。そのため脱臭装置の負荷も大幅に減らすことができる。

**乾燥排気からの熱回収  
(自己熱再生)**

熱源蒸気ドレンを膨張弁で減圧することにより、熱回収可能な圧力・温度とする。乾燥排気と熱交換して蒸発させる。

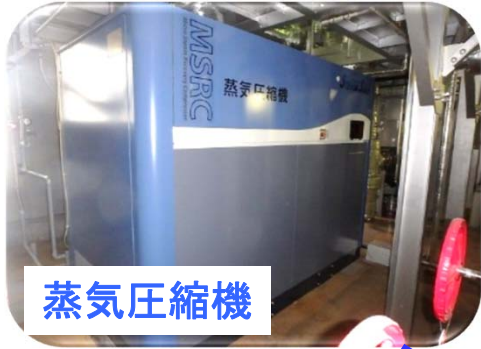
**2段圧縮システム**

減圧蒸気を高圧・高温蒸気へ圧縮し、熱源蒸気として再利用する

B-DASH



## 第2章 技術の概要と特徴( § 9)



蒸気圧縮機



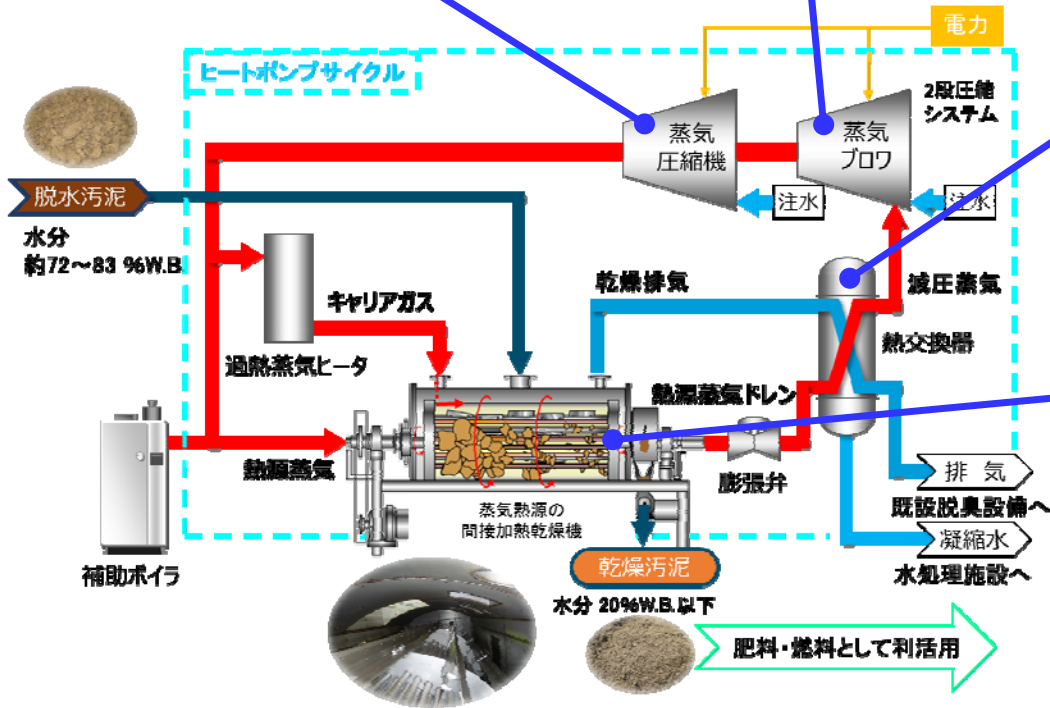
蒸気ブロウ



熱交換器



乾燥機



## 第2章 技術の概要と評価 — 技術の適用条件( § 10) —

### (1) 適用条件

#### 1) 脱水汚泥

- ① 未消化の脱水汚泥を対象とする
- ② 適用水分は、72～83%W.B.の範囲を対象とする

#### 3) 設置場所

臭気対策のため屋内設置とする

#### 2) 適用可能な脱水汚泥処理量範囲

ケース		年間脱水汚泥処理量		水分蒸発量		必要面積	乾燥機型式	圧縮機
		適用範囲	設計値	設計値	110%値			
No.	適用規模	[t-wet/年]	[t-wet/年]	[kg/h]	[kg/h]	[m <sup>2</sup> ]	ITR-	系列数
1	小型乾燥機	6,000～9,200	8,280	834	917	220	250	1
2	中型乾燥機	10,000～16,300	16,296	1,669	1,836	450	450	2

### (2) 推奨条件

#### 1) 汚泥引取り

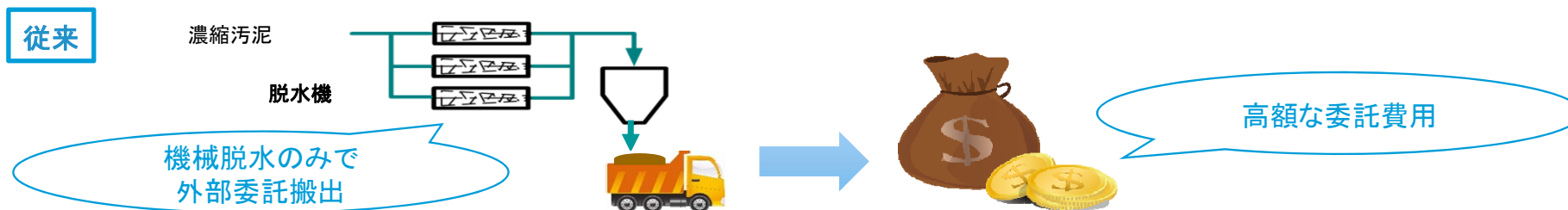
- ・乾燥汚泥の肥料として有価引取り又は無償配布先が確保できる処理場
- ・燃料原料として利用先が確保できる処理場
- ・脱水汚泥処理費用単価が高い処理場

#### 2) 既設設備

- ・既設建屋が存在し低コストで導入可能な処理場
- ・本技術乾燥排気の受入れ可能な既設脱臭設備が存在する処理場

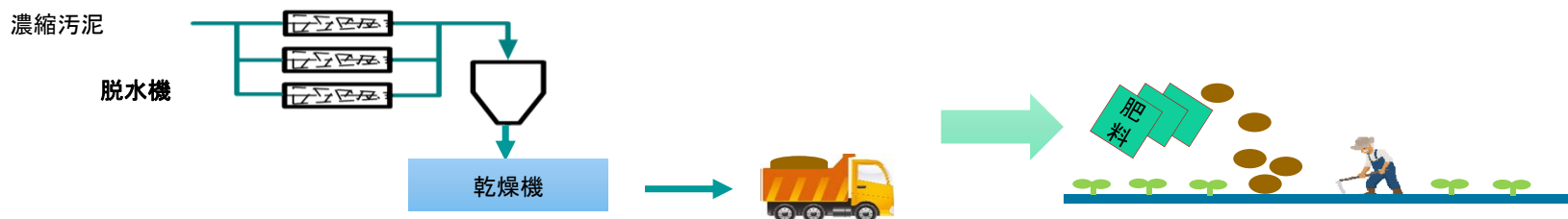
## 第2章 技術の概要と評価 —導入シナリオ例( § 11)—

(1) 機械脱水のみで外部委託処理している処理場に本技術を導入する場合



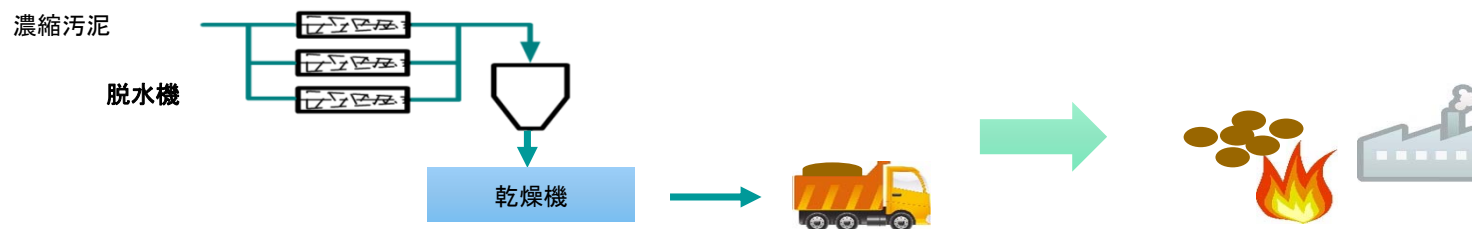
### 導入シナリオ1

・乾燥汚泥を肥料として有効利用(新規又は更新)



### 導入シナリオ2

・乾燥汚泥を固形燃料として有効利用(新規又は更新)



B-DASH



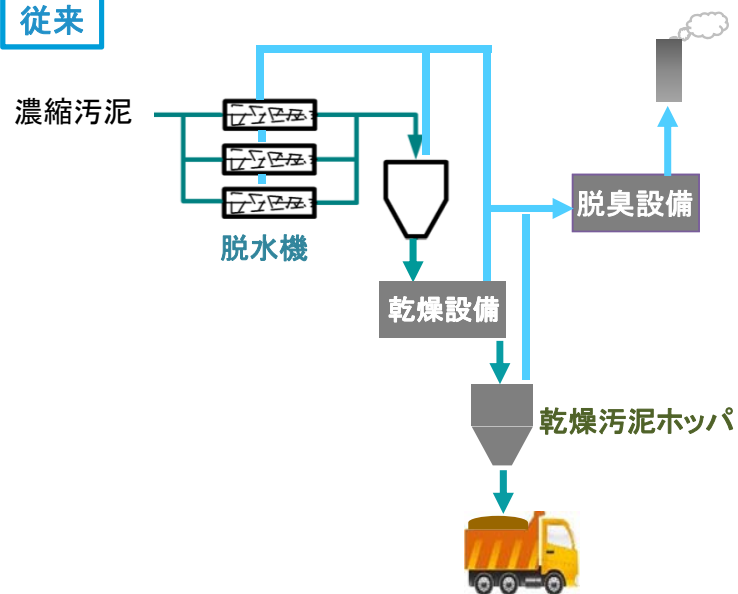
## 第2章 技術の概要と評価 —導入シナリオ例( § 11)—

### (2) 既設汚泥乾燥設備の更新時に本技術を導入する場合

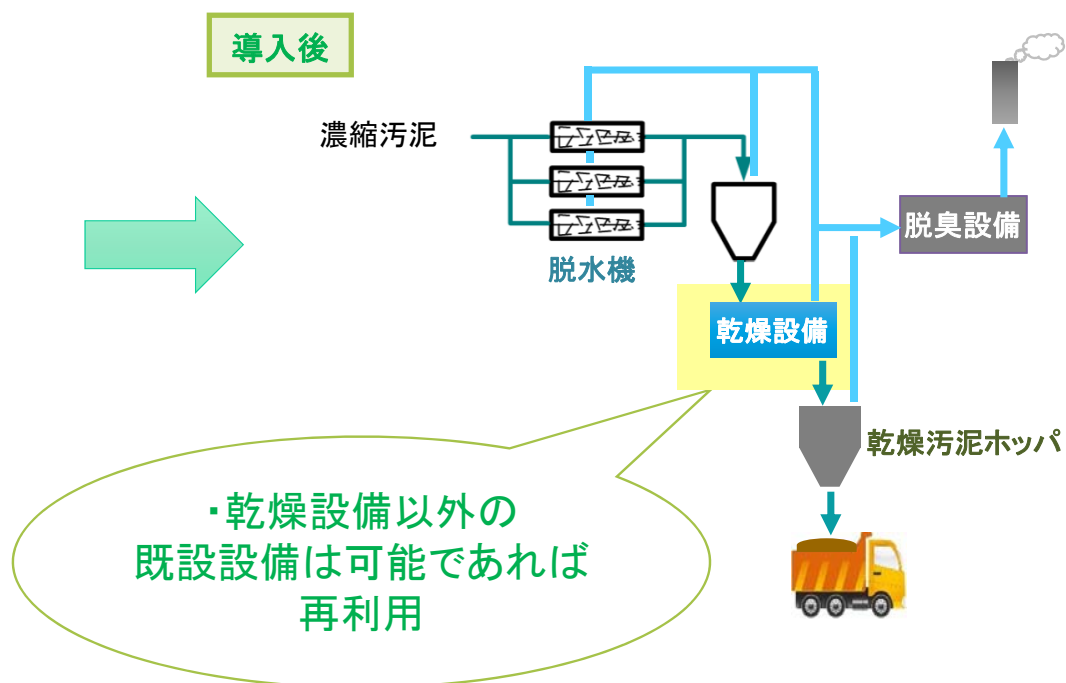
#### 導入シナリオ3

・ 既設乾燥設備が稼動しており、更新時の入れ替え → 他付帯機器は利用

従来



導入後



## 第2章 技術の概要と評価 —技術の評価項目・結果( § 12.13)—

### 比較技術

比較技術	内容
本技術	§ 11 (2) の条件で肥料化、燃料化
全量外部委託	脱水汚泥外部委託処理
従来の乾燥機	一般費用関数による F S ※1

※1 一般費用関数は、全国の乾燥設備を保有する処理場のうち、投入脱水汚泥量50 t-wet/日以下程度の乾燥設備を有する処理場12ヶ所にアンケート調査を実施し、費用関数を作成したもの(国土交通省国土技術政策総合研究所)。

### 技術評価項目・結果

#### 小型乾燥機

評価項目	評価指標	実証方法	実証結果
(1) LCC (建設費、維持管理費 等)	全量外部委託および従来の乾燥機と比較	LCC縮減効果	(全量外部委託比)22%減 (従来の乾燥機(一般費用関数算出値比))40%減
(2) 維持管理でのエネルギー使用量	従来の乾燥機と比較	エネルギー削減率	46%減
(3) 維持管理での温室効果ガス排出量	従来の乾燥機と比較	CO2削減率	51%減

※その他 (4)肥料としての適正、市場性、(5)燃料としての適正、市場性、(6)既存設備への影響確認

# 第3章 導入検討 一手順(§ 14.15)一

## 基礎調査

### 1) 関連下水道計画の整理

対象とする下水処理場に係る下水道計画などについて把握する。ここでは、当該下水処理場に係る上位計画、各種基本計画及びその他関連計画について確認する。

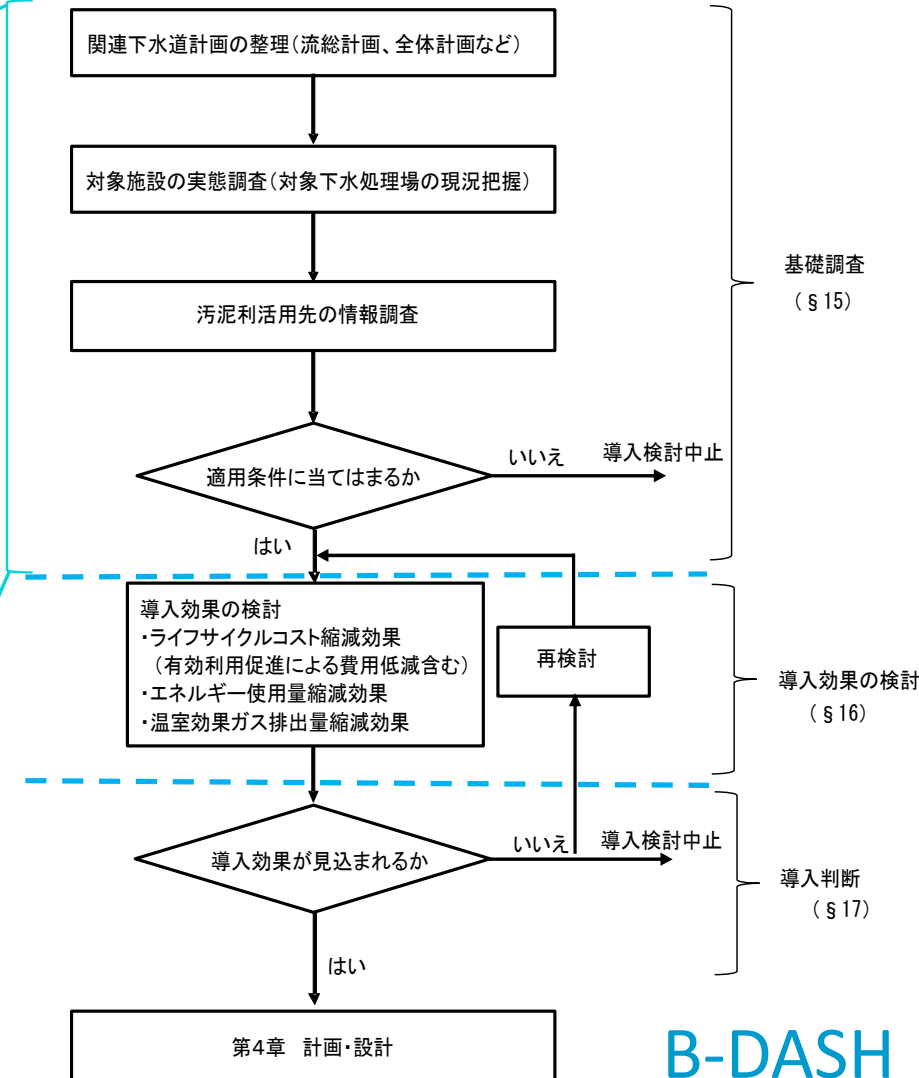
### 2) 対象施設の実態調査

当該下水処理場を実態調査し、対象施設の各種情報を収集・整理する。

### 3) 汚泥利用先の情報調査

**利用先と一体となって検討を進める。**脱水ならびに乾燥汚泥を肥料または燃料またはこれらの原料として場外で利用する場合には利用事業者の需要状況(量、利用日数)や関連法規を調査・把握する。また、利用事業所への搬入方法や荷姿についても最適な方法を選定する。

## 導入検討の手法



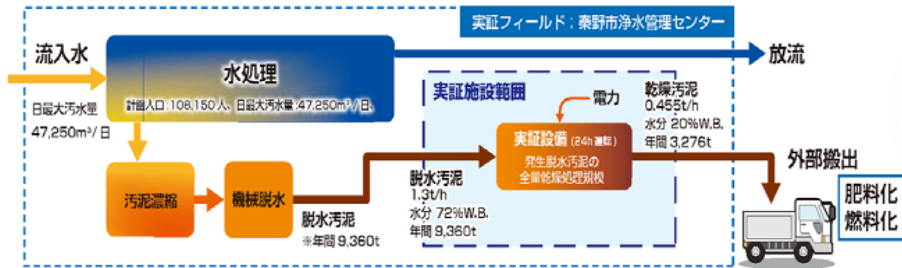
# 第3章 導入検討 — 検討事例(§16) —

本技術の導入効果は下記2通りの処理規模(脱水污泥発生量)に対応する2機種(小型・中型乾燥機)を従来技術と比較して検討する。

## ◆ 検討対象

- ① 脱水污泥を外部委託処分している処理場
- ② 脱水污泥を乾燥処分している処理場

## ◆ 設備範囲



## ◆ 下水処理場 設定条件

項目	小型乾燥機	中型乾燥機
流入下水水量目安	50,000 [m³/日]	100,000 [m³/日]
流入水水質	BOD(参考:実証フィールド平均200 [mg/L])	
水処理施設	最初沈殿池+反応タンク+最終沈殿池	
污泥種類	未消化	
污泥処理設備運転時間	24 [h/日]	

## ◆ 乾燥設備 設定条件

項目	小型乾燥機	中型乾燥機
処理污泥中固形物	6.072 [t-dry/日]	11.41 [t-dry/日]
脱水污泥水分	78 [%W.B.]	79 [%W.B.]
脱水污泥処理量	27.6 [t-wet/日]	54.3 [t-wet/日]
	1.15 [t-wet/h]	2.263 [t-wet/h]
乾燥污泥水分	20 [%W.B.] ※1	20 [%W.B.]
	8,280 [t-wet/年]	16,296 [t-wet/年]
乾燥污泥発生量	7.59 [t-wet/日]	14.49 [t-wet/日]
	0.32 [t-wet/h]	0.604 [t-wet/h]
水分蒸発量	2.260 [t-wet/年]	4,347 [t-wet/年]
	833.8 [kg/h]	1,669 [kg/h]
污泥処理設備運転時間	7,200 [h/年]	
稼働率	82.2 [%] (300 [日/年])	

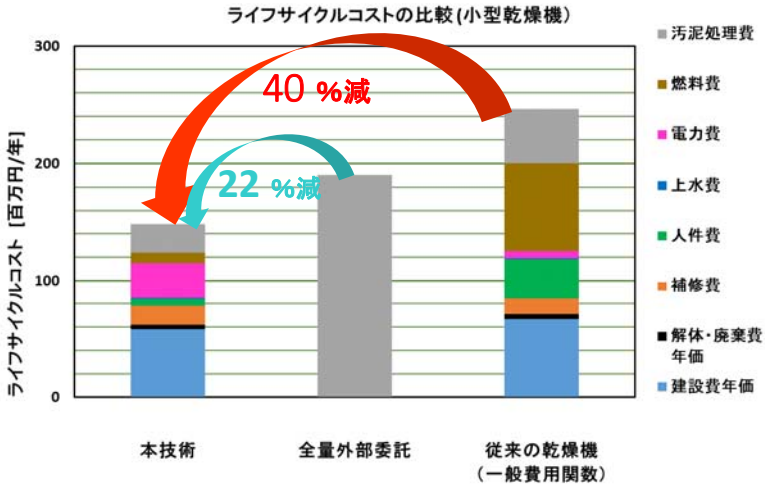
※1: 本技術の乾燥污泥水分は20%W.B.、従来技術は小型乾燥機25%W.B.、中型乾燥機20%W.B.とする。

# 第3章 導入検討の手順

## — 検討事例の結果 ( § 19 ) —

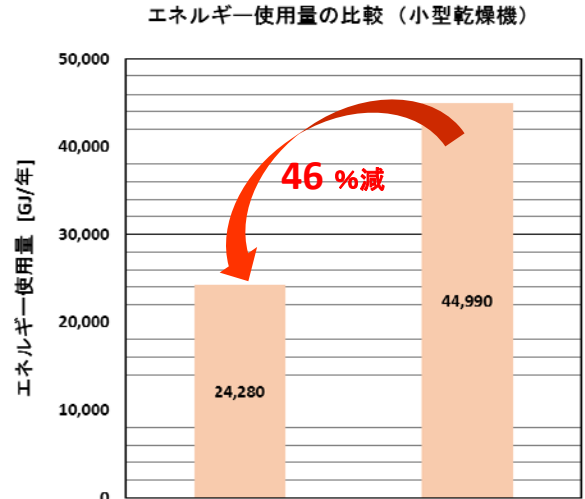
### 小型乾燥機

#### 1) LCC



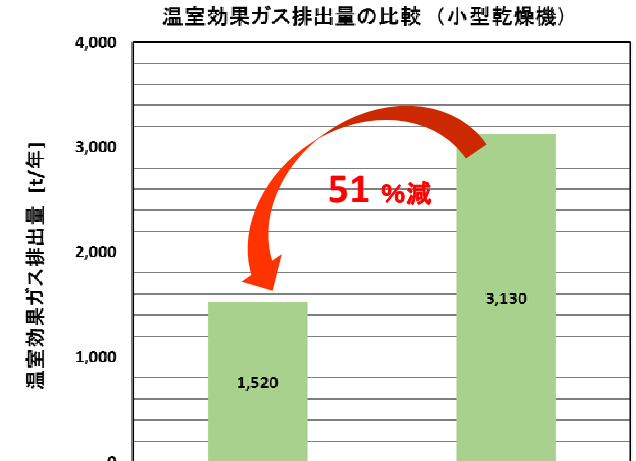
項目		本技術	全量外部委託	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
建設費年価 [百万円/年]	土木建築工事	14.1		14.1
	機械設備工事	31.0		39.4
	電気設備工事	13.2		13.2
維持管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	24.3	190.4	46.1
	補修費	16.3		13.3
	電力費	29.9		6.1
	人件費	5.6		33.9
	燃料費	9.2		74.7
解体・廃棄費 [百万円/年]	上水費	1.3		1.3
	解体・廃棄費	3.5		4.2
LCC年価合計 [百万円/年]	建設費、維持管理費、 解体・廃棄費年価	148	190	246
LCC削減効果 [%]	全量外部委託比較	22		
	従来の乾燥機比較	40		

#### 2) 維持管理でのエネルギー消費量



項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力 [GJ/年]	18,920	3,868
燃料 [GJ/年]	5,154	40,920
上水 [GJ/年]	204	204
合計 [GJ/年]	24,280	44,990
削減効果 [%]	46	

#### 3) 維持管理での温室効果ガス排出量



項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力 [t-CO2/年]	1,171	239
燃料 [t-CO2/年]	309	2,851
上水 [t-CO2/年]	13	13
汚泥乾燥N2O由来 [t-CO2/年]	24	24
合計 [t-CO2/年]	1,520	3,130
削減効果 [%]	51	

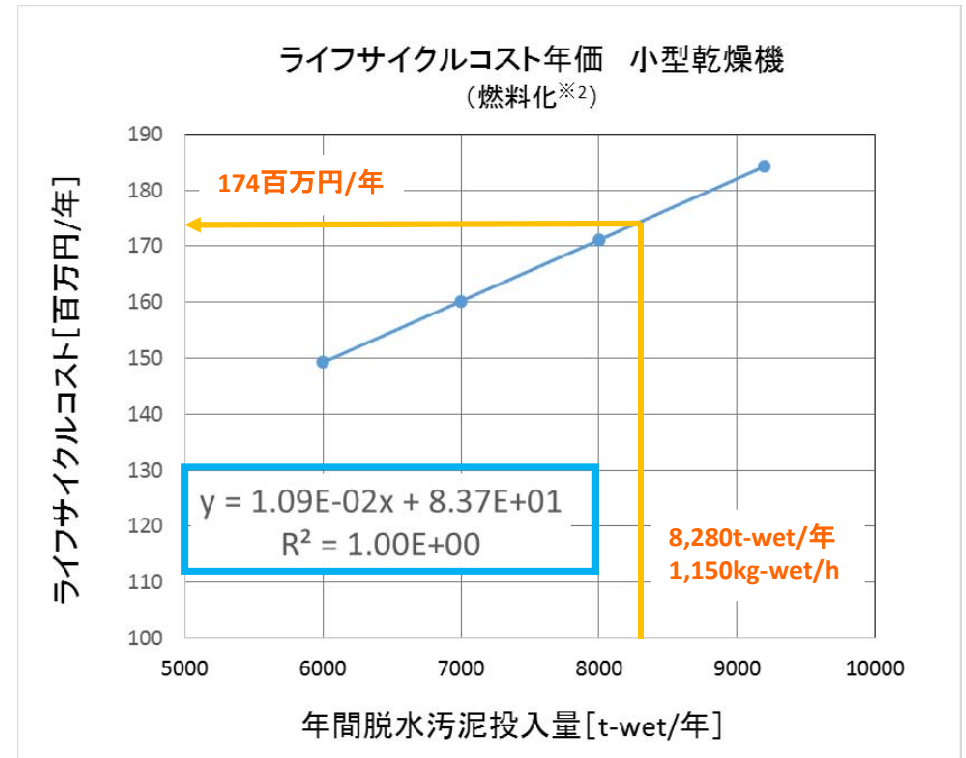
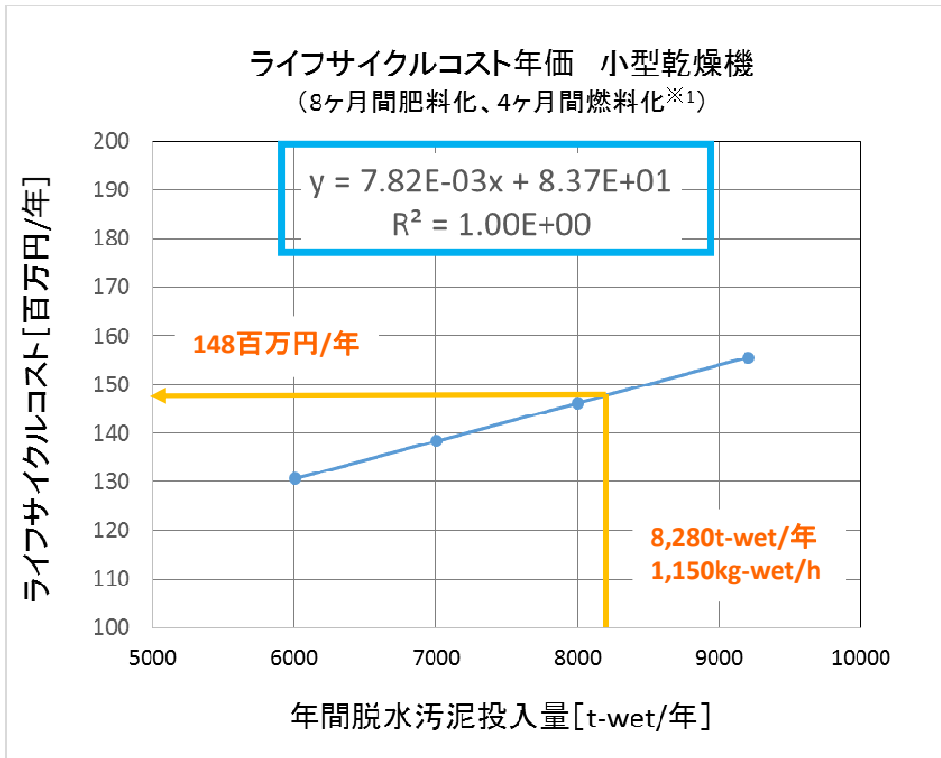


# 第3章 導入検討の手順

## — 検討事例の結果 ( § 19 ) —

汚泥処理に年間にかかるライフサイクルコスト

小型乾燥機



※1 8ヶ月間肥料化、無償(G市参考)、運賃5,000円/t-wet  
4ヶ月間燃料化22,000円/t-wet 運賃込(A市ごみ焼却発電参考)

※2 燃料化22,000円/t-wet 運賃込(A市ごみ焼却発電参考)

# 第3章 導入検討の手順

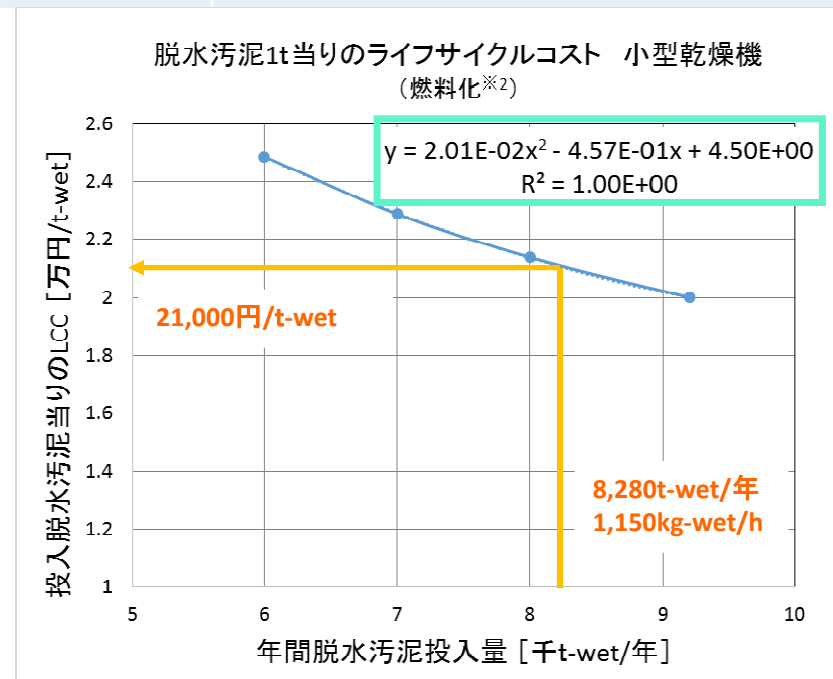
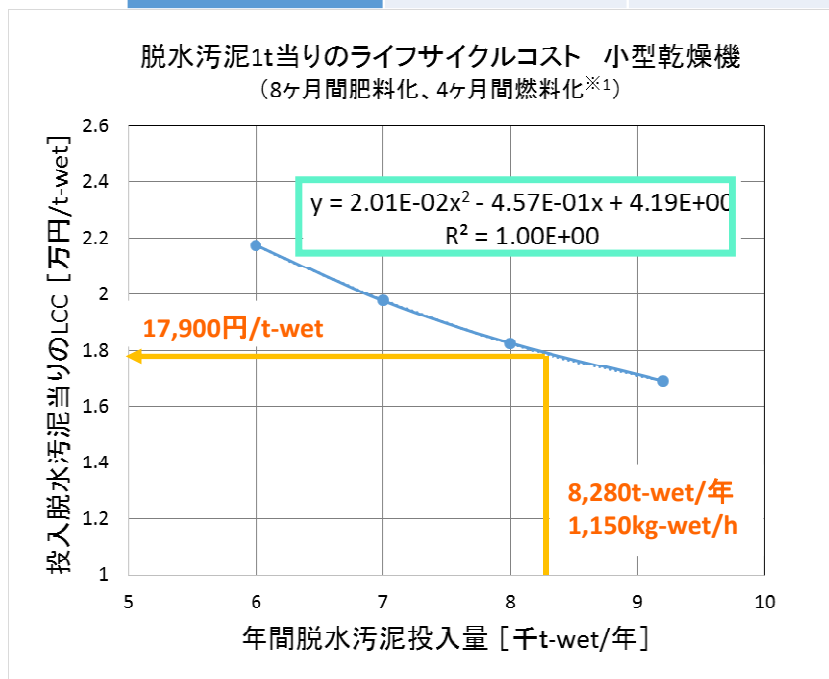
# — 検討事例の結果 ( § 19 ) —

## 脱水汚泥 1tあたりのライフサイクルコスト

小型乾燥機

処理規模別感度分析の結果(本技術導入を推奨する現状の汚泥処理単価)

処理規模	乾燥機	乾燥汚泥利活用方法	導入効果を得られる外部委託処理費下限値
27.6 t-wet/日	小型乾燥機	8ヶ月間肥料化、4ヶ月間燃料化	17,900 [円/t-wet]
27.6 t-wet/日	小型乾燥機	燃料化処分	21,000 [円/t-wet]

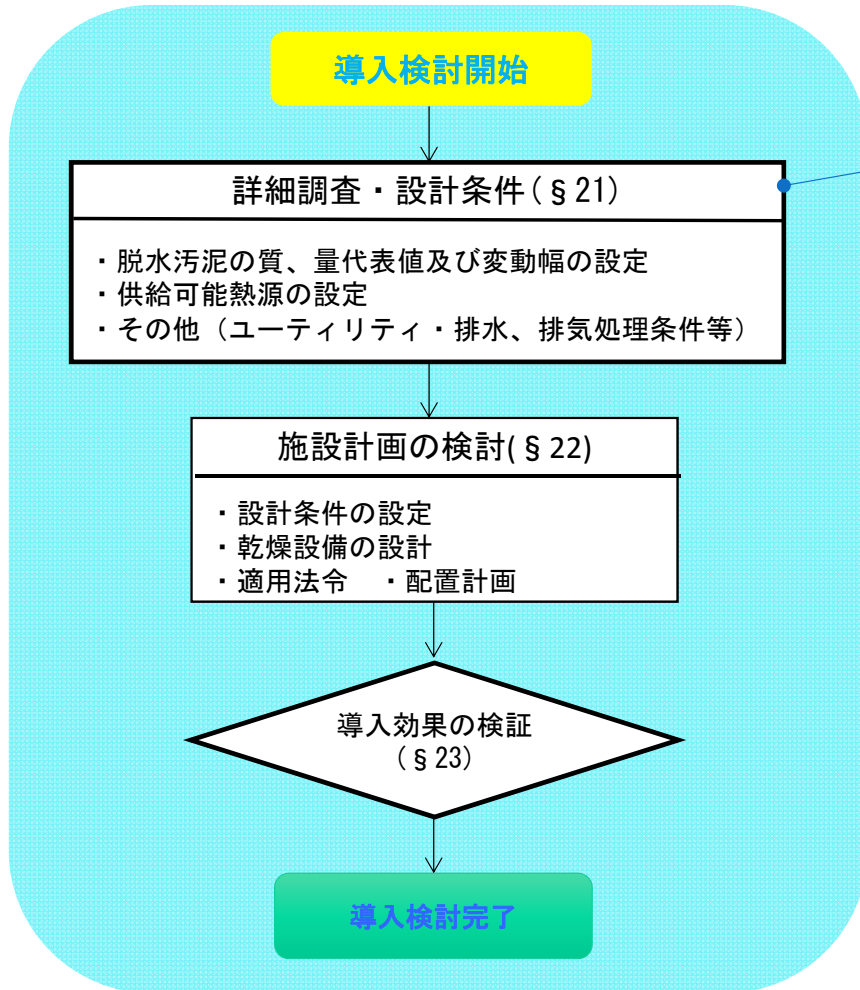


※1 8ヶ月間肥料化、無償(G市参考)、運賃5,000円/t-wet  
4ヶ月間燃料化22,000円/t-wet 運賃込(A市ごみ焼却発電参考)

※2 燃料化22,000円/t-wet 運賃込(A市ごみ焼却発電参考)

# 第4章 設計・計画

## —導入計画手順( § 20)—



詳細調査・設計条件

項目	調査内容
脱水汚泥発生状況	年間脱水汚泥発生量、月平均脱水汚泥発生量と変動巾、日平均脱水汚泥処理量(発生量)、水処理および脱水方式脱水汚泥水分、脱水設備の性能・設置場所・稼動状況、脱水設備機の連続運転可否
施設構造	脱水汚泥排出場所、排出方式・装置、空地の有無、建設年電力設備、燃料供給設備、用水供給設備
排水処理	間接加熱型乾燥機排水および凝縮水取り合いと処理
脱臭、排ガス	脱臭設備の性能、設置場所、稼動状況、排気取り合いと処理
汚泥利活用・処分	脱水汚泥の利用・処分状況(量、委託先、運搬距離、処分単価、頻度)

## 第4章 設計・計画

## — 詳細調査・設計条件(§21) —

### ◆脱水汚泥量の設計値

項目	単位	算式
年間脱水汚泥発生量	[t-wet/年]	$X_y$ :実績値
日平均脱水汚泥発生量	[t-wet/日]	$X_y \div 365$
施設稼働率	[-]	B (実証では年間300日稼働;82.2%)
脱水汚泥発生量変動率	[-]	C: 最大月の日平均処理量÷日平均処理量 (実証では1.1)
乾燥機日処理量最大値	[t-wet/日]	$X_{rdMAX} : X_{rdMAX} = X_y \div (365 \times B) \times C$
乾燥機日処理量設計値	[t-wet/日]	X: $X = X_{rdMAX} \div 1.1$ 又は $X_{rd} : X_{rd} = X_y \div (365 \times B)$ の何れか大きい数値を採用する

### ◆脱水汚泥性状

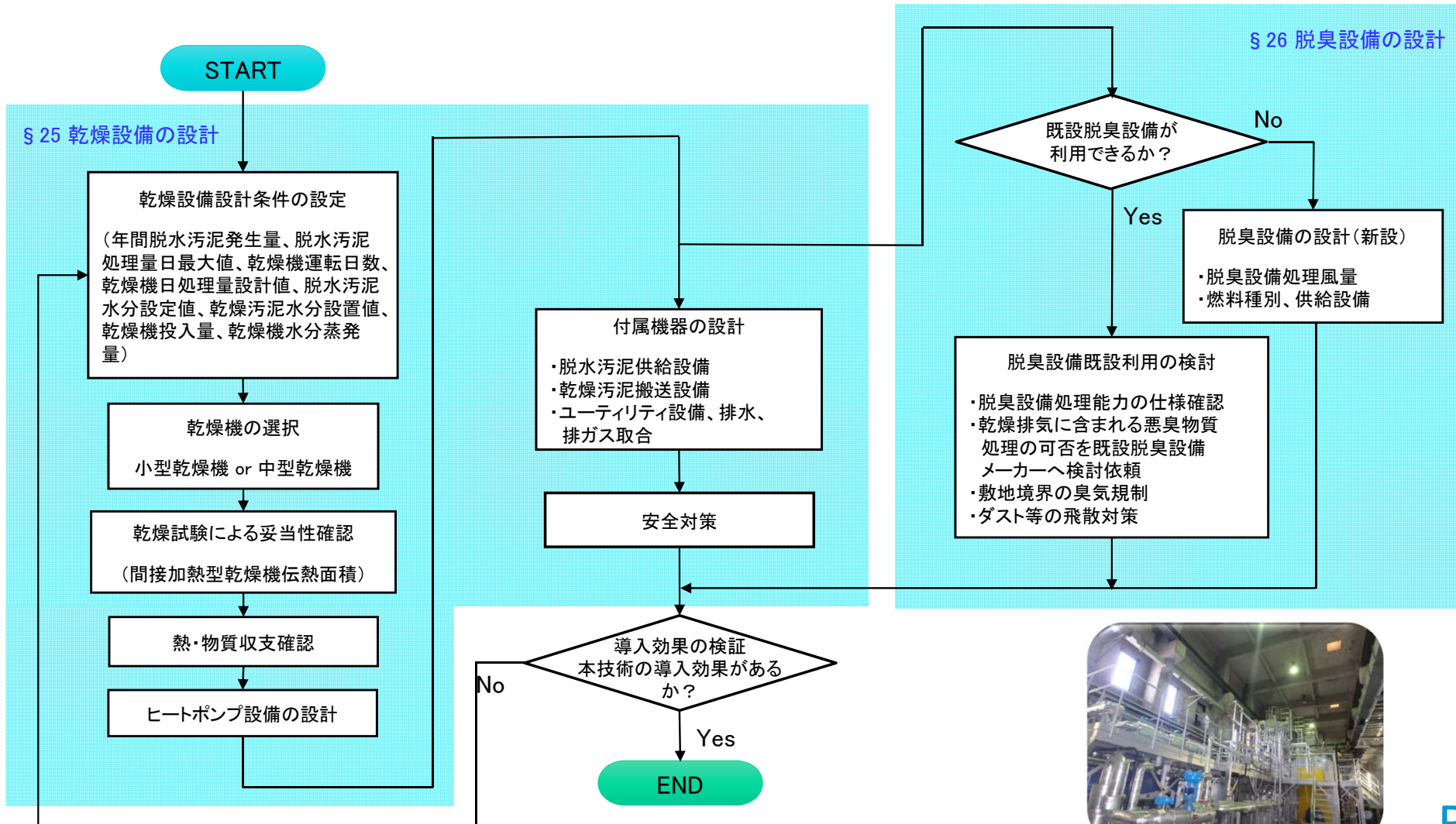
項目	内容	備考
汚泥種類	未消化	本技術適用判断、有効活用判断項目
脱水薬品種別	有機系	
水分 [%W.B.]	変動幅	適用条件及び乾燥能力検討
有害物質	含有、溶出	乾燥汚泥用途別の許容値
組成	炭素	分析データ
	水素	
	窒素	
	酸素	
	硫黄	
高位発熱量 [MJ/kg]	—	
低位発熱量 [MJ/kg]	—	
強熱減量 [%]	—	

### ◆供給可能熱源

種別		内容		備考
既存設備からの供給	蒸気	供給量	[kg/h]	
		供給圧	[MPaG]	安定供給、最高使用圧
		温度	[°C]	
		供給形態	[-]	配管、稼働状況
		蒸気品質	[-]	蒸気圧縮機への影響
	消化ガス	発熱量	[MJ/Nm <sup>3</sup> ]	季節変動
		供給量	[Nm <sup>3</sup> /h]	安定供給上限
		供給圧	[kPaG]	変動幅
		ガス品質	—	燃焼機器への影響
外部購入燃料	ガス燃料	種類	—	
		発熱量	[MJ/Nm <sup>3</sup> ]	
		供給形態	—	配管、バルク
		供給量	[Nm <sup>3</sup> /h]	安定供給上限
	液体燃料	供給圧	[kPaG]	
		種類	—	
		発熱量	[MJ/kg]	
		供給量	[L/h]	

(その他) 設置場所、汚泥発生場所、用水、電源、排水、排気

# 第4章 設計・計画 — 高効率乾燥設備の設計手順(§ 24) —





## 第4章 設計・計画

## —安全対策( § 25)—

### 1. 乾燥汚泥の過乾燥(10%W.B.以下)防止

- (1) 乾燥汚泥水分の監視; 3hおきに乾燥汚泥水分を測定、10%W.B.以下継続の場合、警報(オンライン水分計)
- (2) 乾燥汚泥水分の制御; 脱水汚泥投入量の調整により、乾燥汚泥水分を制御(15~30%W.B.)
- (3) 過乾燥になった場合の対処; ホツパより排出し、加水後、フレコンバックなどへ小分けして廃棄処分

### 2. 乾燥汚泥ホツパ内、乾燥汚泥の発火防止

- (1) 乾燥汚泥の物性測定; 自然発火性試験, 粉塵爆発試験, 可燃性ガス発生試験を行い、危険性の評価を行う
- (2) 乾燥汚泥の冷却; 水冷コンベヤにて乾燥汚泥を冷却後(40℃以下)、乾燥汚泥ホツパへ投入
- (3) 乾燥汚泥ホツパ内へ通気遮断; 通気によるO<sub>2</sub>供給を遮断
- (4) 乾燥汚泥ホツパ内の状態監視; 乾燥汚泥温度(70℃以下), CO濃度を監視し、異常な変化が無いことを確認
- (5) 熱酸化分解温度以上になった場合の対処; 乾燥汚泥温度, CO濃度に異常な変化があった場合、水噴霧による初期消火

### 3. 長期貯留時、発火対策

- (1) 自然発火性試験結果より、貯留サイズと限界温度(貯留時、周囲温度)の関係より危険性を評価する
- (2) 自己発熱性が高く、容易に発熱するため、長期保管は小分け(フレコンバック以下サイズ)とする

### 4. 乾燥汚泥 輸送時の発火防止

- (1) 乾燥汚泥の物性測定; 自然発火性・自己熱発火性試験を実施し、自然発火性物質および自己発熱性物質に該当しないことを確認

# 第5章 維持管理 — 運転管理(§ 27) —

## ◆監視・測定項目 (乾燥設備)



No.	監視・測定項目	監視・測定箇所	監視・測定方法	頻度	管理値	監視・測定目的
1	熱源蒸気温度	システムヘッド	温度計	連続	小型:153~163°C (0.41~0.56MPaG) 中型:157~165°C (0.47~0.60MPaG)	自動制御
2	乾燥汚泥水分	水冷コンベヤ	赤外線水分計	連続	15~30%W.B.	自動制御、安全
			現場測定	8回/日	10%W.B.以上	運転状況の把握
3	脱水汚泥水分	脱水汚泥ホッパ	現場測定	4回/日	72~83%W.B.	被処理物の確認
4	乾燥機内滞留レベル	乾燥機本体	レベルスイッチ	連続	中程度であること	自動制御
5	乾燥機負荷	乾燥機負荷電流	負荷電流	連続	試運転時決定	自動制御、 運転状況の把握
6	乾燥機内圧力	乾燥機排気部	内圧計	連続	-0.2kPaG	自動制御
7	集塵機差圧	集塵機マノメータ	現場測定	1回/日	100mmH <sub>2</sub> O	運転状況の把握
8	冷却乾燥品温度	水冷コンベヤ	温度計	連続	40°C以下	安全

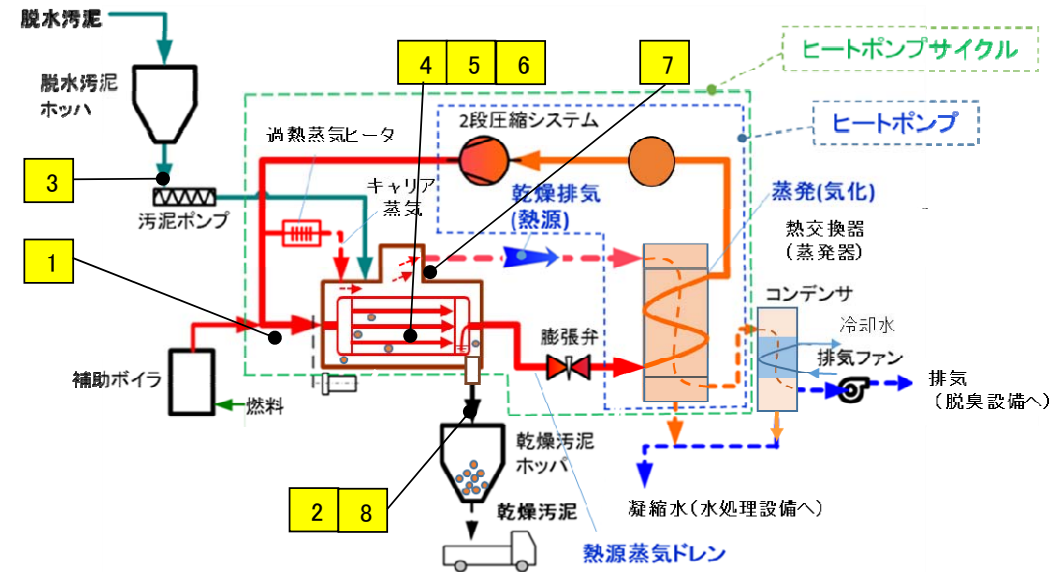


図 機器フロー (乾燥機及び周辺機器)

※) 表中の「No.」は図5-1の口の番号を示す

# 第5章 維持管理

## — 汚泥・環境分析項目 ( § 28 ) —



### ◆ 肥料分析項目

項目	関係法令	詳細項目	単位	備考 (数値は参考値)	項目	関係法令	詳細項目	単位	備考 (数値は参考値)
主要成分試験	肥料取締法(有効性は肥効、検査試験で確認)	水分	w%	-	埼玉県環境 衛生等を含む 産業廃棄物 に係る特定 基準を定める 省令 :産業廃棄物の 埋立処分 に係る特定 基準)		ジクロロメタン	mg/L	0.2
		窒素含量	w%	-			2-ジクロロエタン	mg/L	0.02
		リン酸	w%	-			1,1-ジクロロエチレン	mg/L	0.04
		酸化カリウム	w%	-			シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L	1
		酸化カルシウム	w%	-			トリス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L	0.4
		亜鉛	mg/kg	-			1,1,1-トリクロロエタン	mg/L	3
		銅	mg/kg	-			1,1,2-トリクロロエタン	mg/L	0.08
		炭素窒素比 (C/N比)	-	-			1,3-ジクロロプロペン	mg/L	0.02
有害試験	肥料取締法 (下水汚泥肥料)	カドミウム	mg/kg	6			チウラム	mg/L	0.08
		クロム	mg/kg	600			シマジン	mg/L	0.03
		水銀	mg/kg	2	チオベンカルブ	mg/L	0.2		
		鉛	mg/kg	100	ベンゼン	mg/L	0.1		
		ニッケル	mg/kg	300	セレン	mg/L	0.2		
埼玉県環境 衛生等を含む 産業廃棄物 に係る特定 基準	関係法令 ない	ヒ素又はその化合物	mg/kg	60	1,4-ジオキサン	mg/L	0.8		
		アルキル水銀	mg/L	検出されないこと	炭化水素	w%	-		
		総水銀	mg/L	0.005	pH	pH	-		
		カドミウム又はその化合物	mg/L	0.00	電気伝導率	mS/cm	-		
		鉛又はその化合物	mg/L	3.8	アンモニア性窒素	w%	-		
		有機リン化合物	mg/L	1	硝酸性窒素	w%	-		
		六価クロム化合物	mg/L	1.5	酸化マグネシウム	w%	-		
		ヒ素又はその化合物	mg/L	3.8	炭素	w%	-		
		シアン化合物	mg/L	1	有機炭素	w%	-		
		ポリ塩化ビフェニル	mg/L	0.003	水分	w%	-		
トリクロロエチレン	mg/L	3.1	酸価・臭気指数/温度		-				
テトラクロロエチレン	mg/L	3.1	検査試験		-				

### ◆ 燃料分析項目

項目	関係法令 (評価基準)	詳細項目	項目	関係法令 (評価基準)	詳細項目
基本物性	規定なし (ユーザーの運用、 メータの判断材料 として分析)	水分	重金屬溶出分析	規定なし (ユーザーの運用、 メータの判断材料 として分析)	アルキル水銀化合物
		灰分			鉛水銀又はその化合物
焦油質量	カドミウム又はその化合物				
揮発分	鉛又はその化合物				
灰分	有機リン化合物				
固定炭素	六価クロム化合物				
炭素	ヒ素又はその化合物				
水素	シアン化合物				
窒素	ポリ塩化ビフェニル				
酸素	トリクロロエチレン				
元素分析	規定なし (ユーザーの運用、 メータの判断材料 として分析)	全窒素	テトラクロロエチレン		
		揮発性窒素(全窒素)	ジクロロメタン		
燃焼特性	JIS Z 7312 (BSF-15)	水分 60以下	四氯化炭素		
		総熱容量 8000以上	1,2-ジクロロエタン		
重金屬含有	規定なし (ユーザーの運用、 メータの判断材料 として分析)	実熱容量	1,1-ジクロロエタン		
		粘性(Hg)	シス-1,2-ジクロロエタン		
		カドミウム	1,1-トリクロロエタン		
		鉛	1,1,2-トリクロロエタン		
		六価クロム	1,3-ジクロロプロペン		
		総水銀	チウラム		
		セレン	シマジン		
		有機化合物	チオベンカルブ		
		ホウ素	ベンゼン		
		ベリリウム	セレン		
反応性	規定なし (ユーザーの運用、 メータの判断材料 として分析)	二酸化ケイ素	安全性確認	規定なし 取扱、保管方法を 判断する	検査試験
		酸化アルミニウム			酸分析(TG-DTA)試験(分析)
		酸化第二鉄			臭気ガス分析(日本下水道事業団/下水汚泥汚濁 試験規格)試験(メチルブルー)(水素・メタン・ 酸化酸素:ガスクロマトグラフ(GC)・酸素濃度検出器 (TOC))
		酸化カルシウム			臭気ガス分析(日本下水道事業団/下水汚泥汚濁 試験規格)試験(メチルブルー)(臭気ガスより発生地 域の可燃性の有無を調べること)
		酸化マグネシウム			臭気ガス分析(日本下水道事業団/下水汚泥汚濁 試験規格)試験(メチルブルー)(臭気ガスより発生地 域の可燃性の有無を調べること)
		酸化マンガン			臭気ガス分析(日本下水道事業団/下水汚泥汚濁 試験規格)試験(メチルブルー)(臭気ガスより発生地 域の可燃性の有無を調べること)
		リン酸			臭気ガス分析(日本下水道事業団/下水汚泥汚濁 試験規格)試験(メチルブルー)(臭気ガスより発生地 域の可燃性の有無を調べること)
		二酸化チタン			臭気ガス分析(日本下水道事業団/下水汚泥汚濁 試験規格)試験(メチルブルー)(臭気ガスより発生地 域の可燃性の有無を調べること)
		酸化ナトリウム			臭気ガス分析(日本下水道事業団/下水汚泥汚濁 試験規格)試験(メチルブルー)(臭気ガスより発生地 域の可燃性の有無を調べること)
		酸化カリウム			臭気ガス分析(日本下水道事業団/下水汚泥汚濁 試験規格)試験(メチルブルー)(臭気ガスより発生地 域の可燃性の有無を調べること)
酸化窒素	臭気ガス分析(日本下水道事業団/下水汚泥汚濁 試験規格)試験(メチルブルー)(臭気ガスより発生地 域の可燃性の有無を調べること)				
反応点(酸化/還元)	臭気ガス分析(日本下水道事業団/下水汚泥汚濁 試験規格)試験(メチルブルー)(臭気ガスより発生地 域の可燃性の有無を調べること)				

◆ 肥料分析: 肥料成分、重金屬含有/溶出分析  
◆ 燃料分析: 発熱量分析、安全性試験

# 第5章 維持管理 ー 汚泥・環境分析項目( § 28) ー (第2章 ー 技術の評価結果ー)

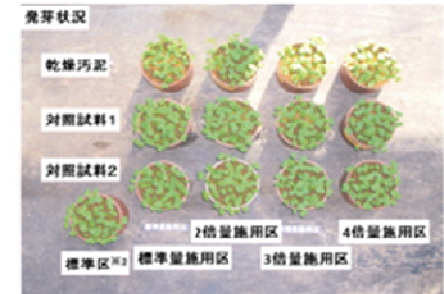
## 汚泥肥料としての特性

一般的な下水汚泥肥料と同等

有害物質許容値以下で、植害はなく、  
一般的な下水汚泥なら肥料効果があり、肥料登録可能

項目	単位	乾燥汚泥 (H29.2.7)	乾燥汚泥 (H29.6.29)	乾燥汚泥 (H29.8.30)	乾燥汚泥 (H29.11.21)	許容値	参考成分 <sup>※3</sup>		
							高分子系	石灰系	
肥料関係 主要成分分析	窒素全量	wt%	5.58	5.25	4.77	4.03	—	4.5	2.7
	リン酸	wt%	2.37	2.01	1.76	1.44	—	3.6	2.3
	酸化カリウム	wt%	0.14	0.09	0.08	0.08	—	0.3	0.2
	酸化カルシウム	wt%	1.03	0.31	0.56	0.84	※1	3.7	21.0
	亜鉛	mg/kg-wet	310	260	190	170	※1	—	—
	銅	mg/kg-wet	120	120	79	67	※1	—	—
	炭素窒素比	—	7	6	6	8	—	6.1	8.2
pH	—	5.6	5.4	5.5	6.9	—	—	—	
肥料関係 有害成分分析	カドミウム	mg/kg-ds	0.7	<0.5	<0.5	<0.5	5以下 <sup>※2</sup>	—	—
	クロム	mg/kg-ds	16	9	10	8	500以下 <sup>※2</sup>	—	—
	水銀	mg/kg-ds	0.24	0.20	0.16	0.14	2以下 <sup>※2</sup>	—	—
	鉛	mg/kg-ds	17	8	7	<5	100以下 <sup>※2</sup>	—	—
	ニッケル	mg/kg-ds	14	10	10	9	300以下 <sup>※2</sup>	—	—
ヒ素又はその化合物	mg/kg-ds	1.6	1.4	1.7	1.7	50以下 <sup>※2</sup>	—	—	

### 植害試験



発芽状況：異常なし  
生育状況：対象試料と同等  
そのほか：植物に害なし

# 第5章 維持管理 一汚泥・環境分析項目( § 28) 一 (第2章 一技術の評価結果一)

## 燃料としての特性

試験項目/サンプル採取日		H28.2.7	H29.6.29	H29.9.11	H29.11.21	JIS Z 7312	石炭(参考)	備考
発熱量	総発熱量 [MJ/kg-wet]	19.2	17.4	17.7	15.3	15以上	26~29	石炭は遼青炭の例
	真発熱量 [MJ/kg-dry]	20.6	20.0	21.6	20.8			
基本物性	水分 [%W.B.]	12.7	19.2	17.9	26.4	20以下	2.0~5.1	
	灰分 [wt%]	9.9	7.5	7.3	6.7	分析値報告	7.0~18.5	
	揮発分 [wt%]	76.9	77.7	79.3	79.8		23.9~41.6	
	固定炭素 [wt%]	13.6	14.8	13.4	13.5		38.1~59.8	
	油分 [wt%]	12	8.2	7.1	5.8		—	
元素分析	C [wt%]	47.6	47.2	47.9	46.1		66.3~84.9	
	H [wt%]	6.41	6.76	6.72	6.48		3.7~5.2	
	N [wt%]	5.99	6.62	5.82	4.73	分析値報告	0.6~1.8	
	O [wt%]	29.6	31.4	31.8	35.8		0.6~9.8	
	S [wt%]	0.57	0.50	0.43	0.08	分析値報告	0.2~1.0	
	塩素 <sup>※</sup> [wt%]	0.06	0.05	0.05	0.04		0.1~1.0	
P [wt%]	1.22	1.08	0.96	0.84		0.03~4.0		
磨耗性	評価	—	低い	—	—		やや高い	
臭気	臭気指数	36	36	46	29			

※ 臭気指数は、臭気指数測定機を用いて測定した値を示す。臭気指数は、臭気指数測定機を用いて測定した値を示す。

BSF-15相当

## 安全性評価項目

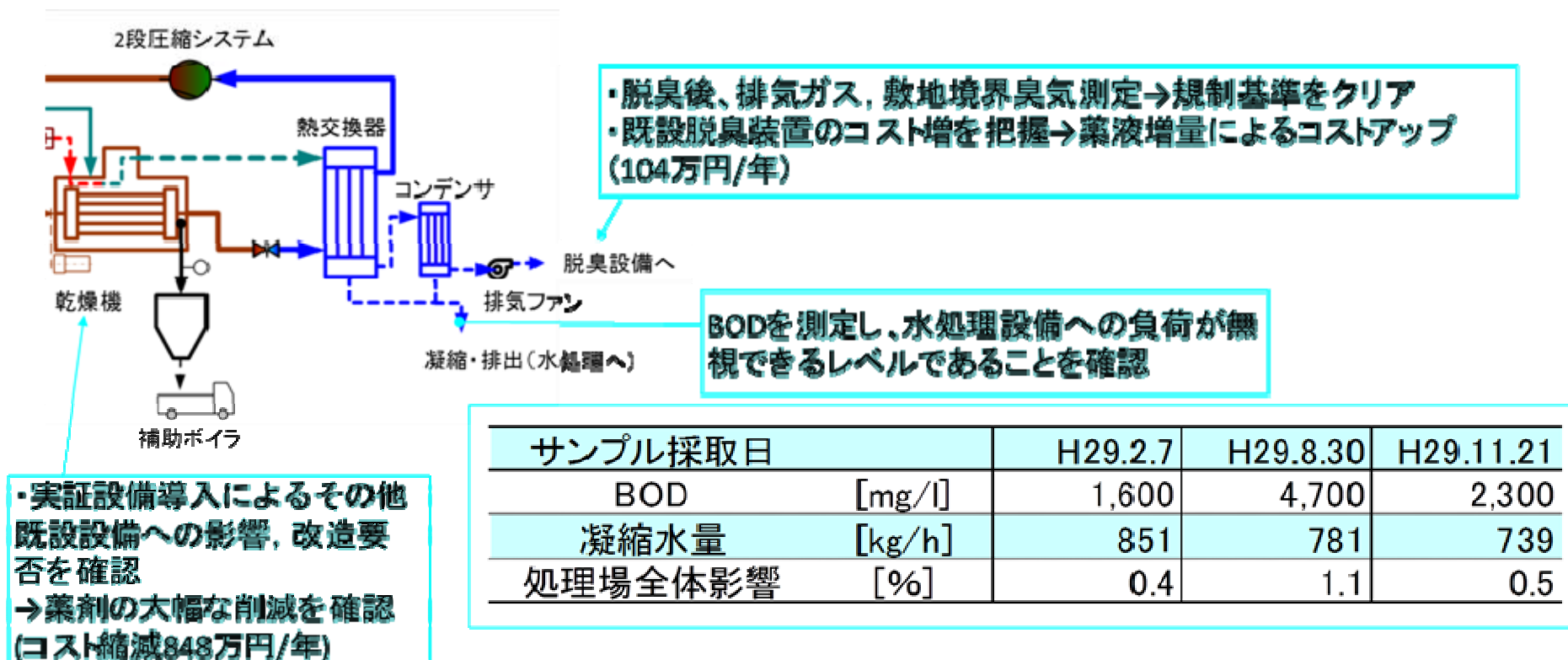
No.	分析項目	結果等
1	自然発火性試験 (SIT)	結果: 80°C以上で発熱 対策: 乾燥汚泥冷却、貯留槽 CO・温度モニタリング <sup>*</sup>
2	自然発火性試験 (ワイヤバスケット試験)	自己発熱性: 非該当
3	可燃性ガス発生試験	可燃限界以下
4	発酵可燃性ガス発生試験	可燃限界以下
5	示差熱分析 TG-DTA	熱酸化分解開始温度 140°C
6	粉じん爆発試験	爆発危険なし 爆発下限濃度: 150~160g/m <sup>3</sup> 爆発下限濃度評価: 危険性低い
7	CO連続測定モニタリング <sup>*</sup>	上昇時水噴霧の制御
8	温度測定モニタリング <sup>*</sup>	上昇時水噴霧の制御



## 第5章 維持管理 — 汚泥・環境分析項目(§ 28) — (第2章 — 既存設備影響評価 —)

凝縮水: 水処理設備への負荷影響はごく小さく、コスト増加はない。また、既設設備の改造は不要。

臭気: 既設脱臭装置の影響は薬液(次亜塩素酸Na), 上水の増量があるが、硫化水素抑制消臭剤の減量によるコスト縮減があり、それぞれ実証フィールドのランニングコストへ反映し、削減効果を評価する



## 第5章 維持管理 — 保守点検(§ 29) —

### ◆主要機器の保守点検項目一覧 (1/4) 日常点検

点検項目	管理項目	機器名称
外観・振動・音・作動状態	異常が無い事	乾燥機、脱水汚泥ホツパ、乾燥汚泥ホツパ、スクリュコンベヤ類、凝縮水ポンプ、ドレンポンプ、補給水ポンプ、ラインポンプ、排気ファン、汚泥ポンプ、フライトコンベヤ、ボイラ、蒸気ブロワ、蒸気圧縮機
電流値の確認	異常が無い事	乾燥機、ロータリーバルブ、脱水汚泥ホツパ、乾燥汚泥ホツパ、スクリュコンベヤ類、排気ファン、汚泥ポンプ、フライトコンベヤ
差圧	異常が無い事	集塵機、熱交換器、コンデンサ
水質等	薬剤タンク内残量	ボイラ軟水器出口水質、ボイラ薬剂量
潤滑油量	量・頻度管理	蒸気ブロワ(ブロワ・電動機)、蒸気圧縮機

### ◆主要機器の保守点検項目一覧 (2/4) 週点検

点検項目	管理項目	機器名称
逆洗作動の確認	異常が無い事	集塵機
チェーン張り	異常が無い事	脱水汚泥ホツパ、乾燥汚泥ホツパ、スクリュコンベヤ類、排気ファン、汚泥ポンプ、フライトコンベヤ
バイパスリターンの漏れ確認	漏れが無い事	排気ファン
潤滑油量	量・頻度管理	脱水汚泥ホツパ、乾燥汚泥ホツパ、スクリュコンベヤ類

## 第5章 維持管理 — 保守点検(§ 29) —

### ◆主要機器の保守点検項目一覧(3/4) 月点検

点検項目	管理項目	機器名称
ベルト張り	異常が無い事	排気ファン
チェーン張り	異常が無い事	乾燥機、フライトコンベヤ
潤滑油量	量・頻度管理	乾燥機、排気ファン、フライトコンベヤ、蒸気ブロワ 電動機
校正	頻度管理	CO計(1回/月)、オンライン水分計(1回/3ヶ月)

### ◆主要機器の保守点検項目一覧(4/4) 年次点検

点検項目	管理項目	機器名称
加熱管束状態	異常が無い事	乾燥機
シール	交換	集塵機、スクリュコンベヤ類
付着	厚みのある付着が無い事	熱交換器高温側
定期点検	異常が無い事	制御盤: センサ類鋼交換(メーカー推奨交換周期による)、校正
フィルタ交換	-	CO計

## 第5章 維持管理 — 緊急時の対応(§30) —

### ■ 異常項目と対応

#### 乾燥設備

異常項目		原因	対処方法(例)
乾燥設備	過乾燥	水分設定値不適	水分設定値修正
		脱水汚泥供給不足	脱水汚泥ホッパ貯留量確認
		加熱温度不適	加熱温度設定値修正
乾燥機過負荷	乾燥機滞留物量過多 乾燥機滞留物量過少 乾燥機滞留物水分過多	適正滞留物量、水分に調整	

#### ヒートポンプ設備

異常項目		原因	対処方法(例)
ヒートポンプ設備	蒸気ブロワ出口高温	補給水供給不足	補給水フィルタ交換
	蒸気圧縮機出口高温	補給水供給不足	補給水フィルタ交換
	蒸気ブロワ出口圧高	蒸気圧縮機制御不適	蒸気圧縮機設定修正
	冷媒に空気混入	空気抜き弁閉塞	点検、清掃

#### 貯留設備

異常項目		原因	対処方法(例)
貯留設備	内部高温	貯留物の酸化、発酵発熱	自動水噴霧、小分け廃棄
	内部CO濃度高	貯留物の酸化	自動水噴霧、小分け廃棄



重大な事故等が発生した場合は速やかに設備を緊急停止して原因を追究し、原因を取り除くまで運転しない。