

## 資 料 編

1. 実証研究結果	118
2. 簡易算定式	235
3. ケーススタディ	242
4. 高効率乾燥設備の適用法令	295
5. 参考文献	298
6. 問い合わせ先	299

## 1. 実証研究結果

### 1. 1 実証研究概要

#### (1) 実証研究

##### 1) 研究名称

自己熱再生型ヒートポンプ式高効率下水汚泥乾燥技術研究

##### 2) 実施者

(株)大川原製作所・秦野市・関西電力(株)共同研究体

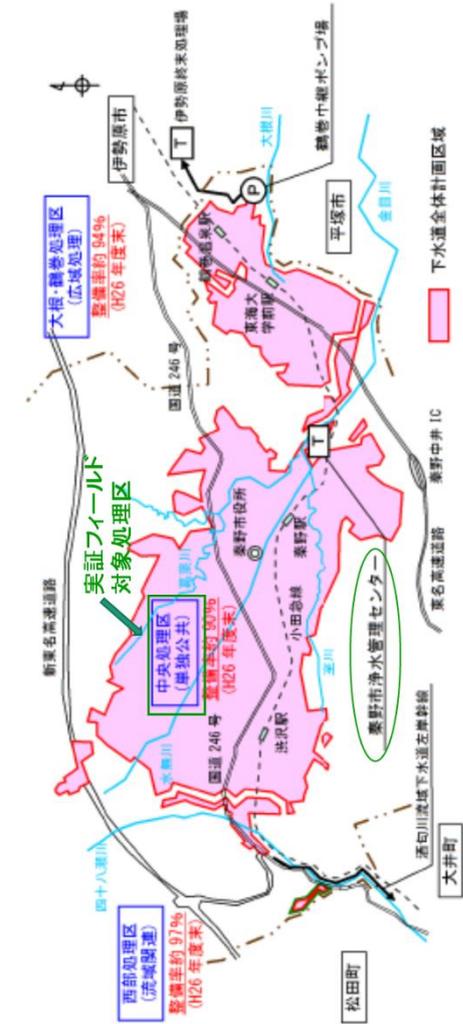
##### 3) 実施期間

平成 28 年 7 月 15 日～平成 29 年 3 月 31 日 (平成 28 年度 委託研究期間)

平成 29 年 8 月 10 日～平成 30 年 3 月 30 日 (平成 29 年度 委託研究期間)

##### 4) 実施場所

本研究の実証場所となった下水処理施設概要を図資 1-1 (p. 119) に示す。



秦野市の公共下水道概要図

**施設の概要**  
 所在地：神奈川県秦野市上大槻190番地  
 敷地面積：約8.1ヘクタール  
 計画区域：2,039ヘクタール  
 計画人口：108,150人  
 日最大汚水量：47,250m<sup>3</sup>  
 (現在処理規模)  
 下水排除方法：分流式  
 水処理方法：標準活性汚泥法  
 汚泥処理方法：濃縮→脱水→場外搬出  
 (スクリーンプレス方式)  
 汚泥濃縮：重力濃縮  
 汚泥処理：脱水機3台



図資 1-1 実証フィールド概要

## 5) 実証施設

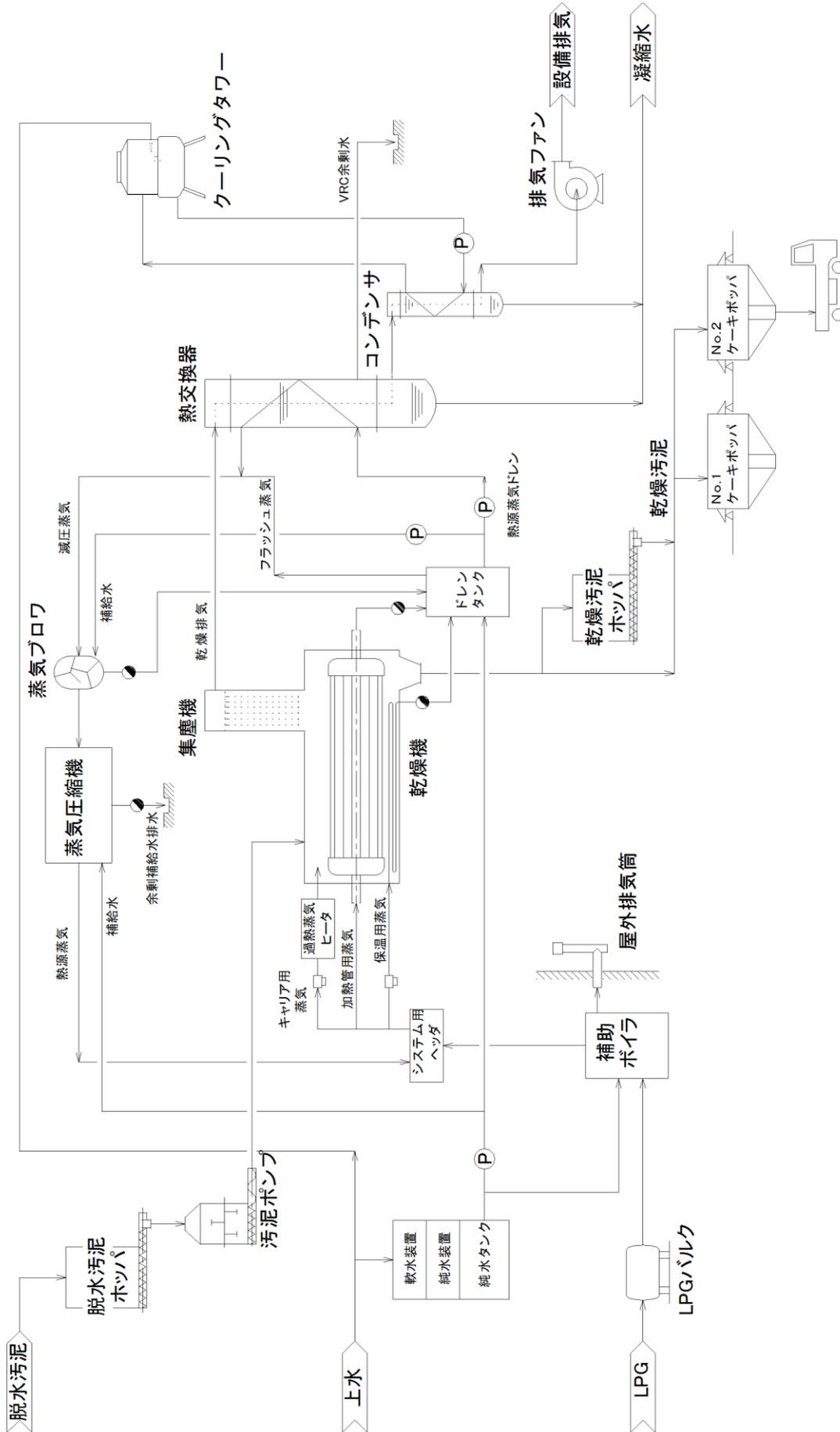
主要機器仕様を表資 1-1 に、実証施設フローを図資 1-2 (p. 122) に示す。また図資 1-3 (p. 123) に実証施設の配置図を示す。

表資 1-1 主要機器仕様 (1/2)

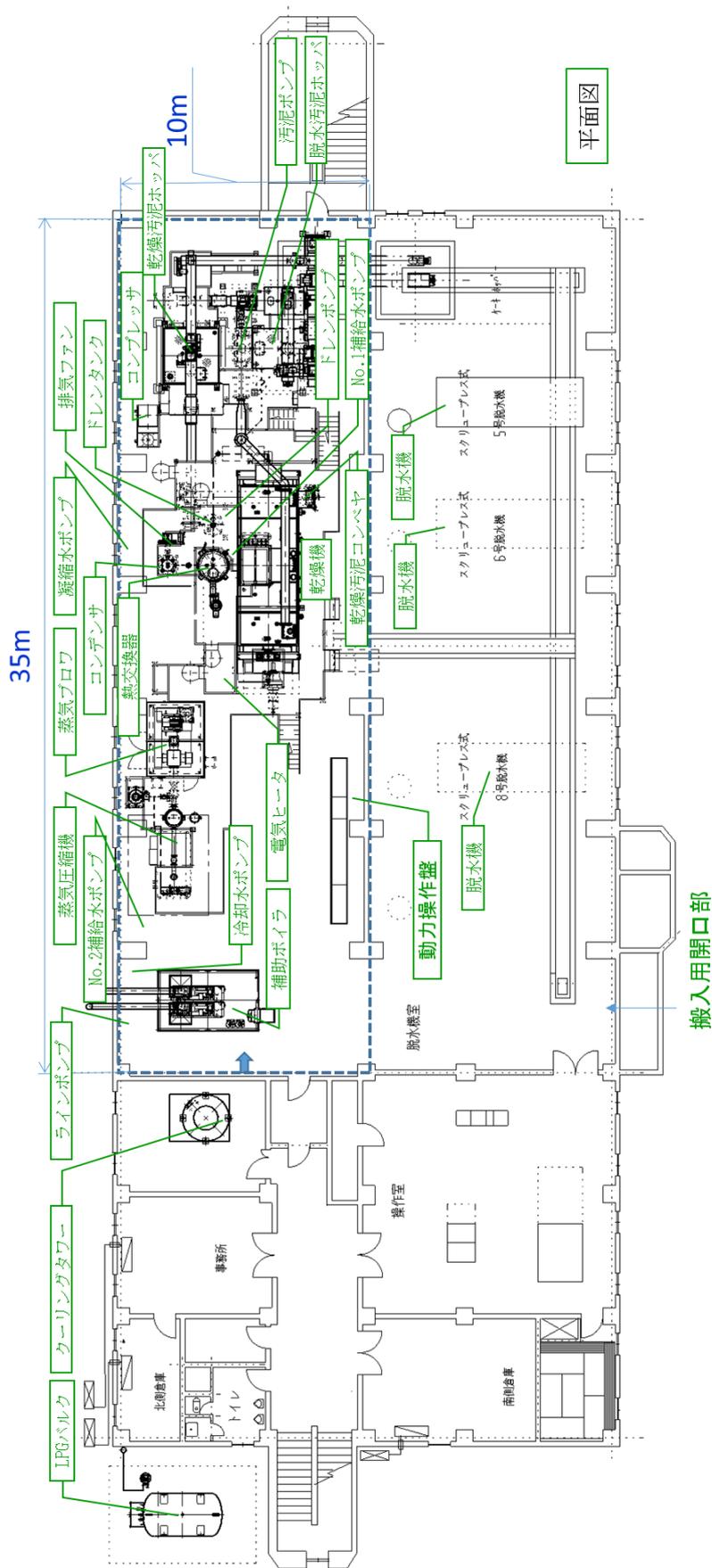
区分	機器名称	仕様	動力 [kW]	基数
脱水汚泥供給設備	脱水汚泥ホッパ	鋼板製角型下部スクリュ排出式	0.75	1
	汚泥ポンプ	一軸ネジ式(ホッパ付き)	11	1
		フィーダ	2.2	1
		滑材注入ポンプ、プランジャー式、 1.1L/min ×2MPaG	0.4	1
自己熱再生型 ヒートポンプ式 高効率下水汚泥 乾燥設備	乾燥機	連続式伝導伝熱型乾燥機 伝熱面積 200m <sup>2</sup>	37.4	1
		乾燥汚泥排出ロータリーバルブ ヒータ付、RV-250	0.4	1
	電気ヒータ	サーキュレーションヒータ	5	1
	熱交換器	シェル&チューブ式、伝熱面積 183m <sup>2</sup>	-	1
	コンデンサ	シェル&チューブ式、伝熱面積 21.7m <sup>2</sup>	-	1
	蒸気ブロウ	容量式、-0.036MPaG → 0.06MPaG 吸込蒸気量、約 900kg/h	185	1
	蒸気圧縮機	容積式、0.06MPaG → 0.44~0.6MPaG 200~1300kg/h	160	1
	ドレンタンク	500L	-	1
	ドレンポンプ	カスケード式、30L/min	1.5	1
	凝縮水ポンプ	カスケード式、25L/min	0.75	1
	No.1 補給水ポンプ	カスケード式、10L/min	0.4	1
	No.2 補給水ポンプ	カスケード式、17L/min	0.75	1

表資 1-1 主要機器仕様 (2/2)

区分	機器名称	仕様	動力 [kW]	基数
ユーティリティ 設備	補助ボイラ	2t ボイラ, 軟水装置, 純水装置付	13.8	1
	コンプレッサ	吐出空気量 1m <sup>3</sup> /min、吐出圧力 0.7MPaG、 ドライヤー付属	7.5	1
	ラインポンプ	3.5m <sup>3</sup> /h、0.3MPaG 以上、インバータ	1.5	1
	クーリングタワー	ファン、ヒータ付属、冷却能力 209kW	3.5	1
		冷却水ポンプ(循環用)、600L/min	3.7	1
LPG バルク	2.9t バルク	14	1	
乾燥汚泥 搬送設備	乾燥汚泥コンベヤ	スクリュ式、スクリュ径φ250	1.5	1
	乾燥汚泥ホッパ	鋼板製角型下部スクリュ排出式、容量 11m <sup>3</sup>	1.5	1
排気設備	集塵機	バグフィルタ式、処理風量 26m <sup>3</sup> /min	-	1
	排気ファン	容量 5m <sup>3</sup> /min(7.6kPaG)	3.7	1



図資 1-2 実証施設概略フロー



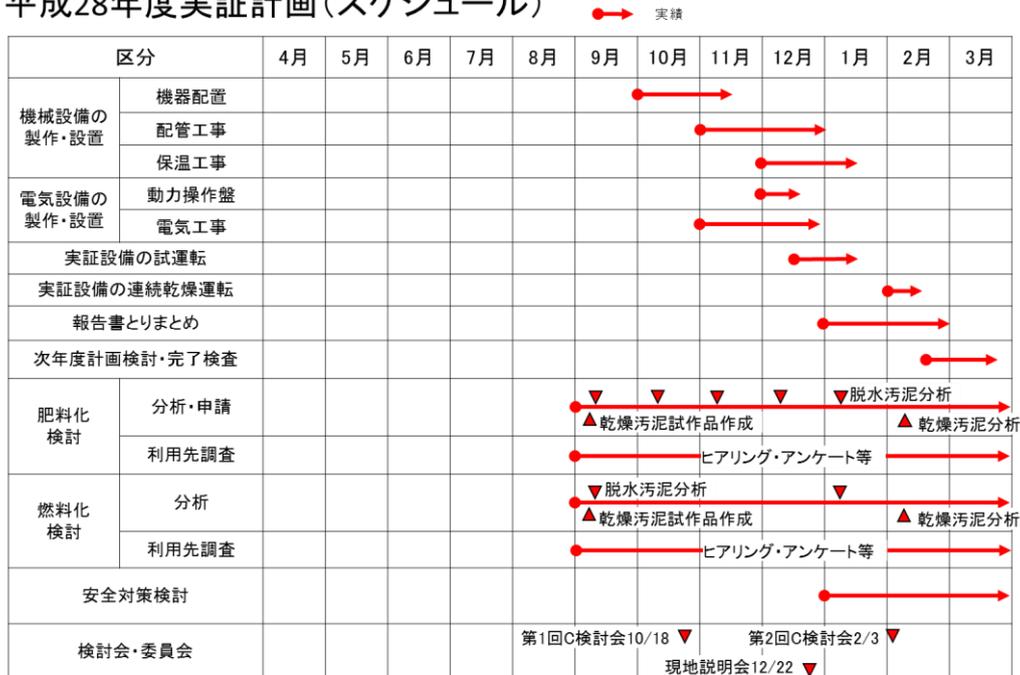
図資 1-3 実証施設配置

6) 実施工程

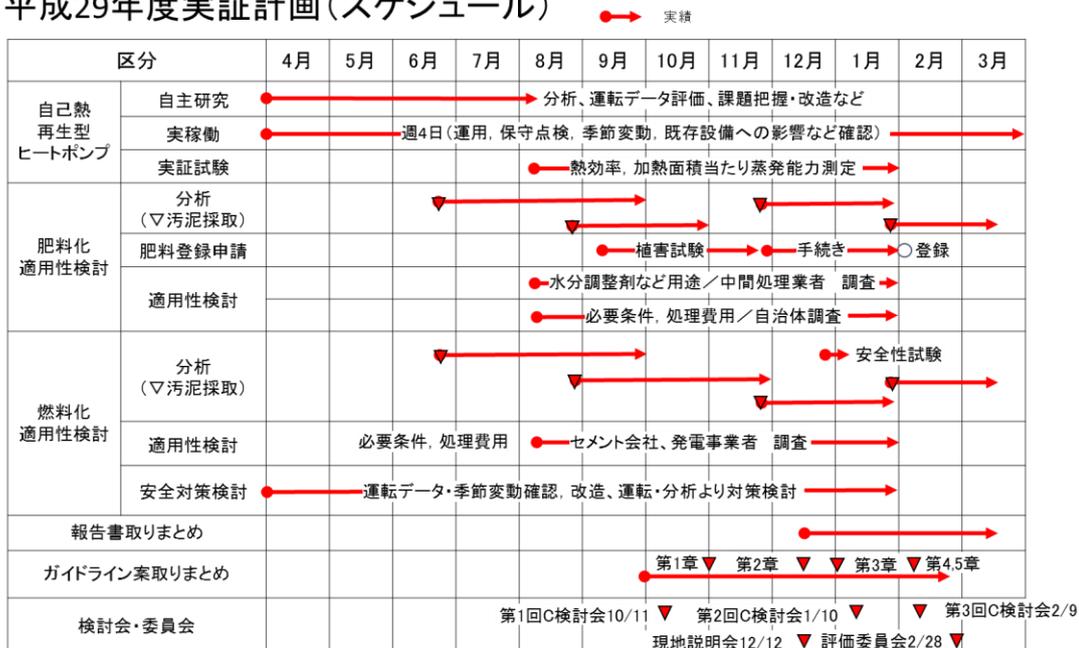
表資 1-2 に実証研究の全体工程を示す。

表資 1-2 実証研究の工程

平成28年度実証計画(スケジュール)



平成29年度実証計画(スケジュール)



## (2) 評価項目と評価指標、実証方法

背景、課題と解決方法を表資 1-3 に示す。

また、課題解決の方法をもとに評価項目と評価指標、評価方法を設定した（表資 1-4[p. 112, 113]）。

表資 1-3 背景、課題と解決方法

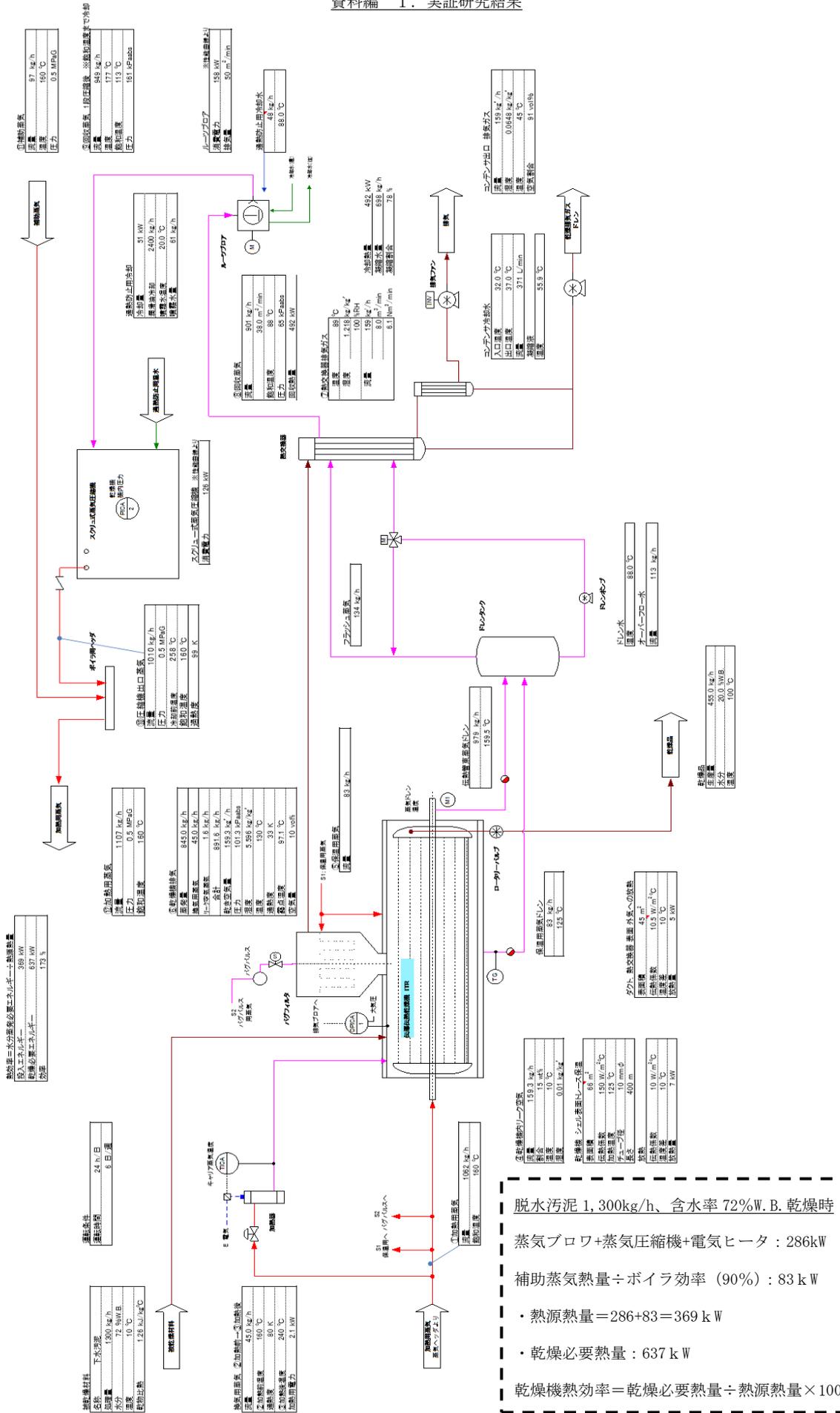
背景、課題	中小規模処理場では脱水汚泥を外部搬出しているところが多く、委託処分費用がかさみ、また、有効利用先も限定されている
課題解決の方法 1	自己熱再生型ヒートポンプ式高効率下水汚泥乾燥装置を導入し、省エネ・低コストの汚泥乾燥を実証する
課題解決の方法 2	乾燥汚泥の性状を分析・評価し、具体的な有効活用方法を調査する

表資 1-4 実証項目と評価指標、評価方法 (1/2)

	評価項目	内 容	評価指標	評価方法
①	自己熱再生型ヒートポンプ技術	最適運転条件を確認	熱効率 155% (電力発熱量原単位換算後 68%) 以上	(1) 実証計画運転条件 (図資 1-4 [p. 128]) を基に、本技術に適した加熱温度、汚泥の含水率及び投入量が熱効率に及ぼす影響、最適運転条件を調査する。 (2) 実証設備の規模 (小型乾燥機)、およびその 2 倍の規模 (中型乾燥機) の伝熱面積検討と、それぞれの最適運転条件を調査する。
②	肥料化	適用可能性の検討	成分分析	四季の乾燥汚泥を採取し、肥効成分・有害成分の分析を行う。また、植害・肥効試験を行い、植害が無く肥効があることを確認する。これらの結果を基に肥料登録を行う。
			市場性	下水汚泥肥料を生産している自治体及び肥料生産業者にアンケートまたはヒアリングを行い、乾燥汚泥のニーズ及び処理費用を調査する。調査結果を基に F S を実施し、本技術で得られる乾燥汚泥の市場性を評価する。
③	燃料化	適用可能性の検討	成分分析	(1) 四季の乾燥汚泥を採取し、発熱量など基本物性、元素分析、臭気、有害成分、灰分の性状を分析し、燃料としての適性を評価する。 (2) 四季の乾燥汚泥を採取し、安全性評価試験を行う。分析結果を基に貯留、輸送時の安全対策を立案する。
			市場性	発電事業者、セメント会社、製紙会社および電力会社にアンケートまたはヒアリングを行い、処理費用とユーザーニーズを調査する。 また、臭気、形状、含水率、引き渡し方法、焼却炉・環境への影響のある成分、年間使用量、ストック状況を調査し、本技術の展開の参考とする。調査結果の処理費用と適用条件を基に F S を実施し、本技術で得られる乾燥汚泥の市場性を評価する。

表資 1-4 実証項目と評価指標、評価方法 (2/2)

	評価項目	内 容	評価指標	評価方法
④	全体評価	従来技術に対する効果	総費用（年価換算値）が一般費用関数による算出結果よりも安価であること	肥料化・燃料化の調査で得られた乾燥汚泥の処理費用を参考に(1)小型乾燥機、(2)中型乾燥機それぞれの総費用（年価換算値）を算出する。 本技術と①脱水汚泥全量外部委託、②従来の乾燥機（一般費用関数）を比較し、コスト縮減額を求める。 また、感度分析を行って、ターゲット市場を検討する。
			重油換算エネルギー削減率 32%以上	実証試験で得られた運転結果より全国平均の脱水汚泥含水率（表 3-1、表 3-2[p. 47]参照）に換算し、(1)小型乾燥機、(2)中型乾燥機それぞれの電力、燃料、薬品（上水）の各使用量を算出する。 得られた結果より重油換算使用量を算出し、従来の乾燥機（一般費用関数）と比較し目標以上の削減効果があることを確認する。
			CO <sub>2</sub> 排出量削減率 35%以上	実証試験で得られた運転結果より全国平均の脱水汚泥含水率（表 3-1、表 3-2[p. 47]参照）に換算し、(1)小型乾燥機、(2)中型乾燥機それぞれの電力、燃料、薬品（上水）の各使用量を算出する。 得られた結果より維持管理での温室効果ガス排出量を算出し、従来の乾燥機（一般費用関数）と比較し目標以上の削減効果があることを確認する。
⑤	実証フィールド	汚泥処理におけるランニングコストの縮減	ランニングコスト削減率 35%以上	実証試験の結果から求めた最適運転条件における維持管理費を求める。また、既設設備への影響を調査し、それらを加味しランニングコストを算出する。 従来の脱水汚泥全量外部委託と比べ目標以上のコスト縮減効果があることを確認する。



図資 1-4 実証計画時運転条件

## (3) 評価結果

評価結果を表資 1-5 に示す (1.2 項 評価結果詳細参照)。

平成 28、29 年度の 2 ヶ年に亘り実証研究を実施しているが、平成 28 年度は試運転期間であったため平成 29 年度のデータを用いて評価した。

表資 1-5 評価結果 (1/3)

	評価項目	評価指標	評価結果
①	自己熱再生型ヒートポンプ技術	最適運転条件を確認 熱効率 155% (電力発熱量 原単位換算後 68%) 以上	(1) 実証フィールドの最適運転条件 a) 最適運転加熱温度 157℃ 熱効率は 185% (86%) b) 乾燥機は伝熱面積 250m <sup>2</sup> にサイズアップを想定して計算 c) 乾燥汚泥含水率自動制御、設定含水率の±2% W. B. 以内での制御が可能 (2) 全国展開の最適運転条件 a) 最適運転条件となる加熱温度は小型が 157℃、中型が 161℃ b) 最適運転条件での熱効率は小型が 192% (89%)、中型が 168% (83%)
②	肥料化	成分分析	a) 有害物質は規格・基準の許容内で有効成分は一般的な下水汚泥肥料と同等 b) 肥効があり植害はない 肥料登録完了「秦野リサイクルパワー」 c) 乾燥菌体肥料との比較において同等の肥効
		市場性	a) 近隣に広大な農地のある処理場において無償処理が可能、事例を基に F S を実施して検討 b) 水分調整材として活用でき、処理費は 9,180～16,000 円/t-wet と安価
③	燃料化	成分分析	a) 燃料としての発熱量は BSF-15 (JIS Z 7312) 相当、有害物質は特別管理産業廃棄物の判定基準未満でこれに非該当 b) 安全性試験の結果を基に設備及び燃料化の安全対策を検討し費用に反映
		市場性	セメント会社、発電事業者、製紙会社のニーズを調査、結果を基に F S を検討

表資 1-5 評価結果 (2/3)

	評価項目	評価指標	評価結果
④	全体評価	総費用(年価換算値)縮減効果	<p>乾燥汚泥の処理方法について各ケースより、(1)小型乾燥機、(2)中型乾燥機についての総費用(年価換算値)縮減効果を算出</p> <p>(1)小型乾燥機</p> <p>① 乾燥汚泥を8ヶ月肥料化(無償)、4ヶ月燃料化(有償)を行っている処理場において全量外部委託と比べ45百万円、従従来の乾燥機と比べ97百万円のコスト縮減。</p> <p>② 乾燥汚泥を8ヶ月肥料化(無償)、4ヶ月燃料化(有償)を行っている処理場において感度分析を実施。現在の脱水汚泥の処理費用が17,500円/t-wet以上であれば導入効果が見込まれる。</p> <p>③ 乾燥汚泥全量を燃料化する試算条件で感度分析を実施。現在の脱水汚泥の処理費用が20,600円/t-wet以上であれば導入効果が見込まれる。</p> <p>(2)中型乾燥機</p> <p>① 乾燥汚泥を8ヶ月肥料化(無償)、4ヶ月燃料化(有償)を行っている処理場において全量外部委託処理と比べ119百万円、従来の乾燥機と比べ124百万円のコスト縮減。</p> <p>② 乾燥汚泥を8ヶ月肥料化(無償)、4ヶ月燃料化(有償)を行っている処理場において感度分析を実施。現在の脱水汚泥の処理費用が15,700円/t-wet以上であれば導入効果が見込まれる。</p> <p>③ 乾燥汚泥全量を燃料化する試算条件で感度分析を実施。現在の脱水汚泥の処理費用が18,700円/t-wet以上であれば導入効果が見込まれる。</p>

表資 1-5 評価結果 (3/3)

	評価項目	評価指標	評価結果
④	全体効果	重油換算エネルギー削減率 32%以上	<p>実証試験で得られた運転結果より全国平均の脱水汚泥含水率、投入量（表 3-1、表 3-2[p. 47]参照）に換算し、(1)小型乾燥機、(2)中型乾燥機についての電力、燃料、上水、薬品の使用量を算出し、それを基に重油換算使用量を算出。</p> <p>(1)小型乾燥機 従来技術②一般費用関数(従来の乾燥機)と比べ 46%削減</p> <p>(2)中型乾燥機 従来技術②一般費用関数(従来の乾燥機)と比べ 43%削減</p>
		CO <sub>2</sub> 排出量削減率 35%以上	<p>実証試験で得られた運転結果より全国平均の脱水汚泥含水率、投入量（表 3-1、表 3-2[p. 47]参照）に換算し、(1)小型乾燥機、(2)中型乾燥機についての電力、燃料、薬品(上水)の使用量を算出し、それを基に維持管理での温室効果ガス排出量を算出。</p> <p>(1)小型乾燥機 従来の乾燥機一般費用関数(従来の乾燥機)と比べ 51%削減</p> <p>(2)中型乾燥機 従来技術②一般費用関数(従来の乾燥機)と比べ 48%削減</p>
⑤	実証フィールド	汚泥処理におけるランニングコストの縮減	<p>実証設備導入前のように脱水汚泥をそのまま外部委託処理した場合と比較するとランニングコストは 38%縮減。以下既設設備への影響を示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水処理； 実証設備からの排水による BOD 負荷増は 1%程度で無視できるレベル</li> <li>・脱臭装置； 乾燥機排気により脱臭負荷増加となったため薬品増量（次亜塩素酸ソーダ：+104 万円/年）。脱臭効率は 97%</li> <li>・硫化水素抑制消臭剤使用量減（-848 万円/年）</li> </ul>

1. 2 評価結果詳細

1. 2. 1 評価項目 1 自己熱再生型ヒートポンプ技術／最適運転条件

評価指標；熱効率 155%(電力発熱量原単位にて換算後 68%)以上

(1) 実証フィールドの最適運転条件

a) 熱効率

①実証設備の熱効率

実証フィールドでは、生産計画に基づき週ごとに乾燥機の稼働時間を管理し起動・停止を行っている。また、発生する脱水汚泥 9,360 t-wet/年のうち、6,440 t-wet/年は乾燥処理し、残り 2,920 t-wet/年は脱水汚泥のまま外部委託処理する計画としている。

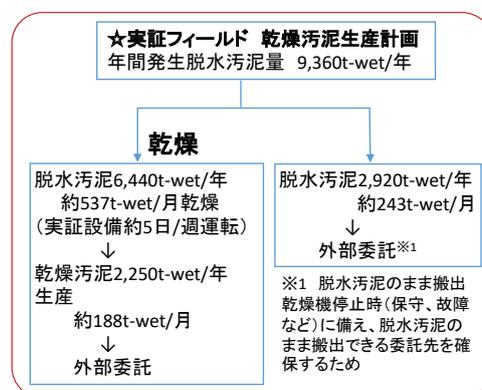
実証フィールド乾燥汚泥生産計画(表資 1-6)に基づき、表中の乾燥機脱水汚泥処理量平均値(999kg/h)で運転でき熱効率が最も高い加熱温度を検討した結果、加熱温度は 157℃、157℃における熱効率は 185%となった(図資 1-5[p. 133]、図資 1-6[p. 133])。

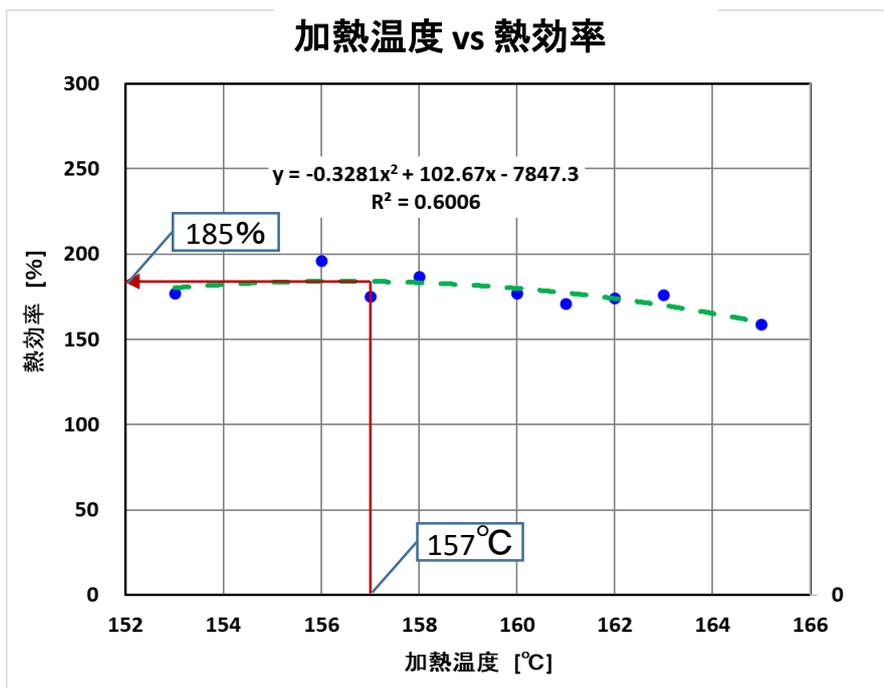
季節変動などで脱水汚泥量が 10%以上変動する際は、濃縮汚泥貯留槽レベルを見て乾燥機運転管理者が判断し加熱温度の設定を変更している。加熱温度の設定変更が必要となるケースには概ね冬季、夏季の 1 ヶ月ほどが該当した。脱水汚泥発生量の年間変動を図資 1-7(p. 134)に示す。また、脱水汚泥含水率の年間変化を図資 1-8(p. 134)に示す。

表資 1-6 実証フィールドの最適運転条件

実証フィールド 運転条件(週ごとに起動・停止運転)						
脱水汚泥発生量／含水率	乾燥機加熱温度	乾燥機脱水汚泥処理量		運転日数	脱水汚泥搬出量	乾燥汚泥搬出量
[t-wet/月]／[%W.B.]	[°C]	[t-wet/月]	[kg-wet/h]	[日/週]	[t-wet/月]	[t-wet/月]
平均 803／73.4	157	565	999	5.4	238	188
冬季最大(約1ヶ月) 909／75.7	161	619	1,094	5.4	290	188
夏季最小(約1ヶ月) 715／72.1	155	539	951	5.4	176	188

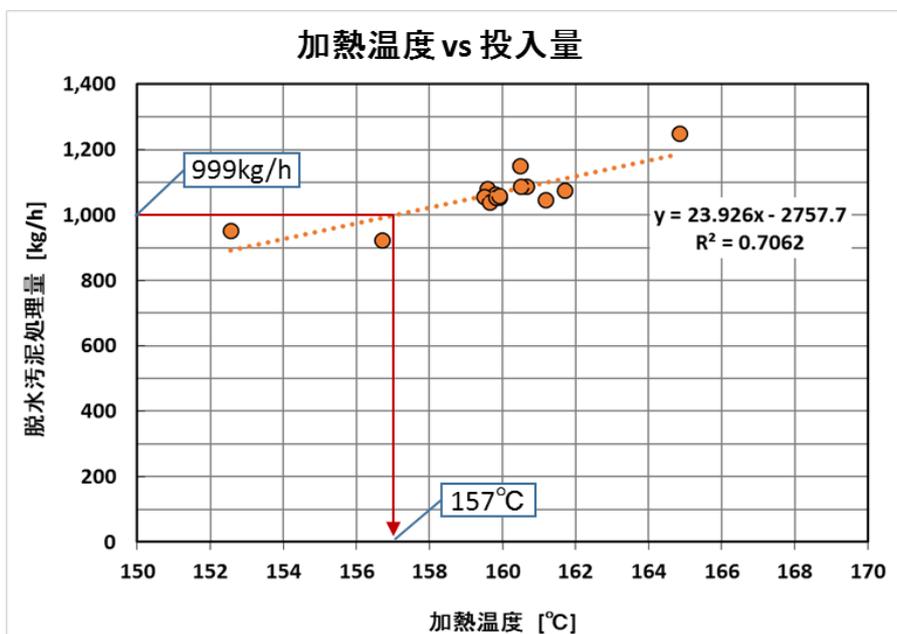
※乾燥機 加熱温度設定の変更；濃縮汚泥貯留槽のレベルにより判断し、変更(人手、1週間に1回、数分の作業)  
 ・レベル上昇時；貯留槽レベルがオーバーしないように加熱温度を高く設定  
 ・レベル下降時；乾燥汚泥搬出計画に合わせ、加熱温度を低く設定





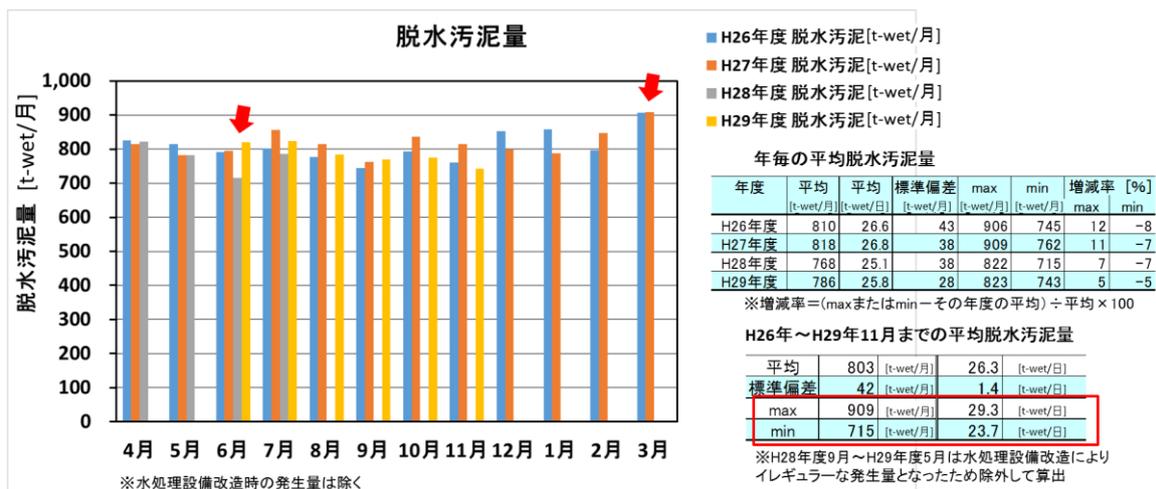
※測定時の脱水汚泥含水率;平均75.1%W.B.(標準偏差1.7%、範囲72.2~77.3%W.B.)  
 ※測定時の乾燥汚泥含水率;平均20.9%W.B.(標準偏差2.5%、範囲15.3~23.6%W.B.)

図資 1-5 実証機の加熱温度と熱効率測定結果

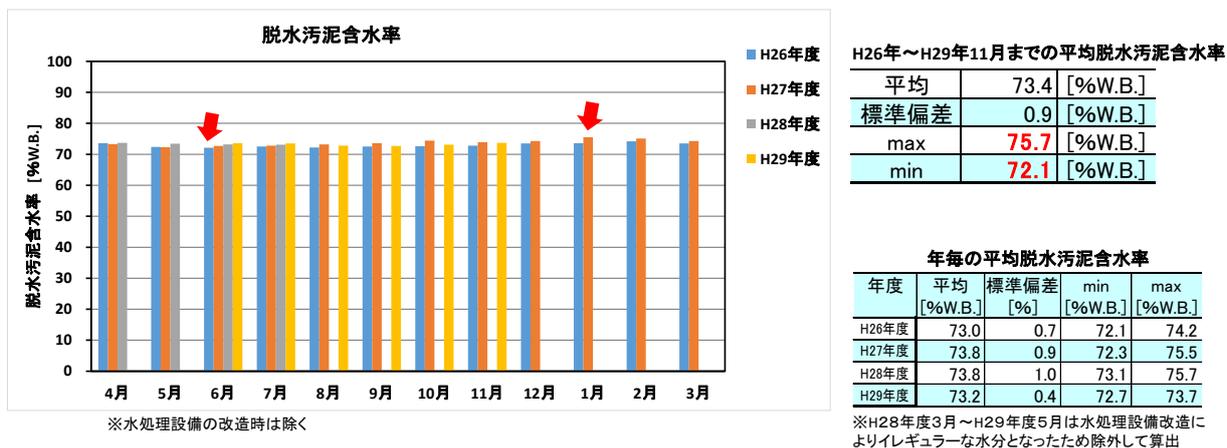


※測定時の脱水汚泥含水率;平均74.3%W.B.(標準偏差1.1%、範囲72.2~76.5%W.B.)  
 ※測定時の乾燥汚泥含水率;平均20.8%W.B.(標準偏差0.8%、範囲19.0~22.2%W.B.)

図資 1-6 実証機の加熱温度と脱水汚泥投入量測定結果



図資 1-7 脱水汚泥発生量の年間変動



図資 1-8 脱水汚泥含水率の年間変動

## ②実証フィールドのFS

実証試験の結果を基に、実証フィールドで発生する脱水汚泥を全量乾燥処理する場合の熱効率を求めた結果を表資 1-7 に示す。熱効率は 185%(電力発熱量原単位換算後 86%)で、評価指標の 155% (表資 1-4[p. 126]) 及び実証計画時運転条件の計算値 173% (図資 1-4 参照) を上回ることを確認した。

表資 1-7 実証フィールドのFS/熱効率

熱効率の計算結果				
項目	単位	計画値	結果※1	
水分蒸発量	[kg/h]	845	845	
乾燥に必要な熱量	[MJ/h]	2,293	2,317	
熱源熱量	蒸気ブロー	[kW]	156	116.0
	消費電力	[MJ/h]	561.6	417.6
	蒸気圧縮機	[kW]	125	124.5
	消費電力	[MJ/h]	450.0	448.2
	過熱蒸気ヒータ	[kW]	2.1	2.1
	消費電力	[MJ/h]	7.6	7.6
補助ボイラ	[kg/h]	6.1	7.5	
燃料消費量※2	[MJ/h]	305.4	375.5	
合計	[MJ/h]	1,325	1,249	
熱効率※3	[%]	173	185 (86)	

※実証フィールドのFS仕様  
 脱水汚泥量31.2t-wet/日 **1,300kg-wet/h**  
 冬季最大 **1,470kg-wet/h**  
 脱水汚泥水分72%W.B.(実証フィールド)  
 乾燥汚泥水分20%W.B.(実証フィールド)

※1 実証試験結果より、仕様水分・投入量に換算した結果  
 加熱温度157°C

※2 燃料発熱量原単位(LPG)=50.06[MJ/kg]にて計算

※3 ( )内は電力発熱量原単位 9.484[MJ/kWh]にて換算後

## b) 乾燥汚泥含水率の自動制御

乾燥汚泥含水率の自動制御は、オンライン水分計による乾燥汚泥含水率の測定結果をフィードバックし、脱水汚泥投入量を制御して行なっている。乾燥機への脱水汚泥投入量を増せば乾燥汚泥含水率が上昇し、脱水汚泥投入量を低減すれば乾燥汚泥含水率が下降する。

脱水汚泥投入量が乾燥汚泥含水率の制御によって変化するため、クッションとなる脱水汚泥ホップ内のレベルを脱水機の台数制御により自動的に管理している（図資 1-9）。

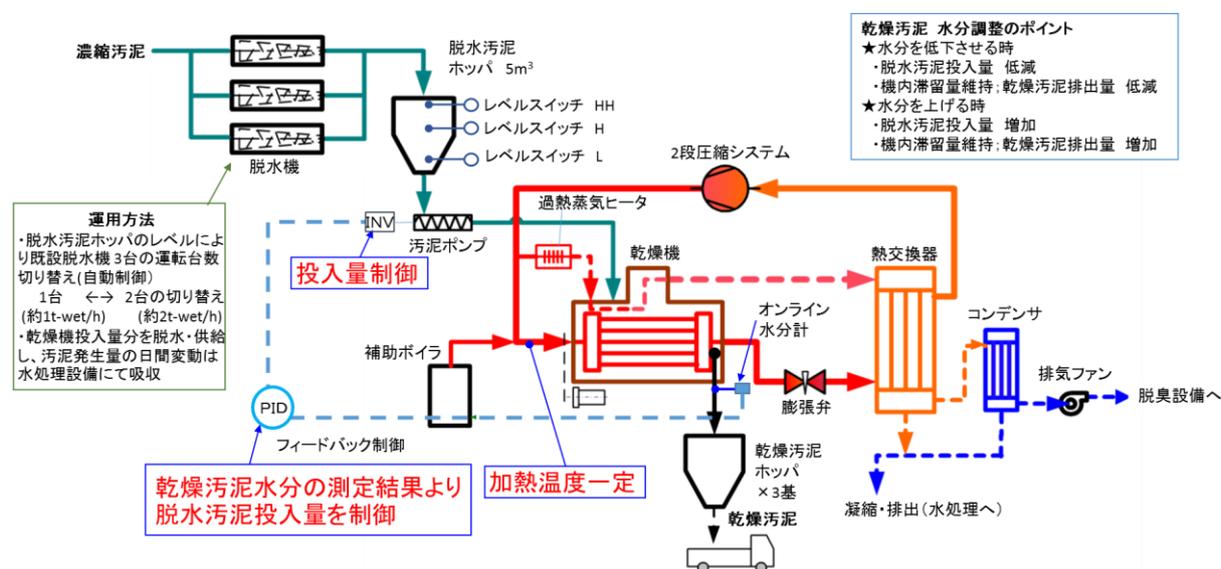
乾燥汚泥含水率の自動制御結果を図資 1-10～13(p. 137～138)に示す。設定含水率に対し、±2%W. B. 以内の制御が可能となっている。

また、乾燥汚泥の含水率と熱効率の関係を検討したところ図資 1-14(p. 139)に示すように適用条件範囲内ではあまり相関が無いことがわかった。

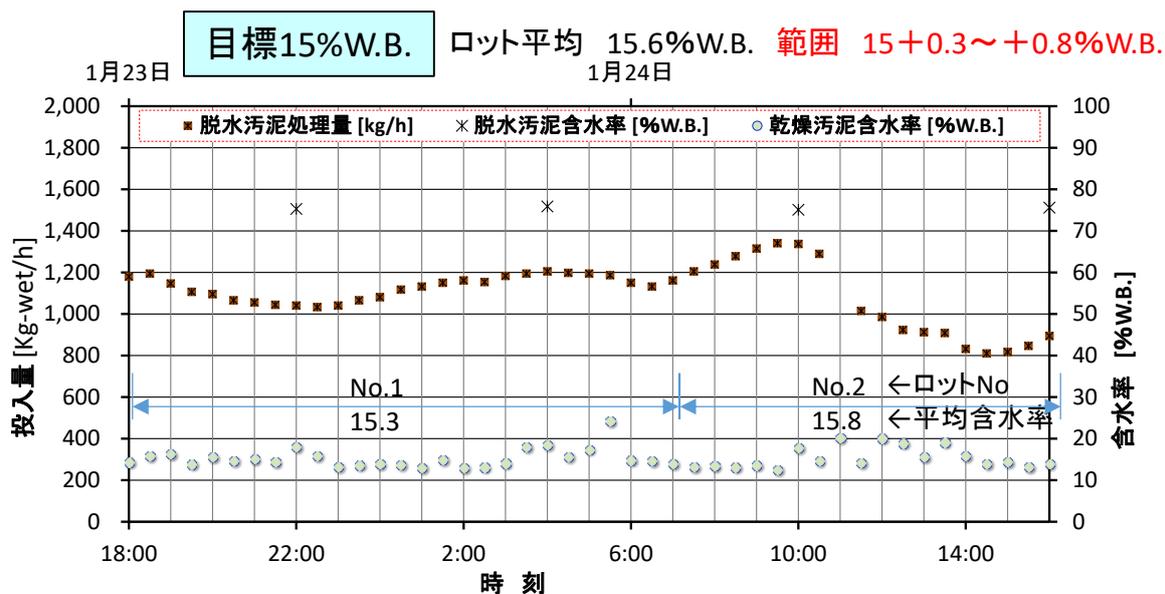
一方で乾燥汚泥含水率の差による水分蒸発量の差は熱源にかかる運転経費に影響し、脱水汚泥含水率 78%W. B. の例で乾燥汚泥含水率 15%W. B. と 30%W. B. では運転経費の差が 10%程度となる。乾燥汚泥含水率を要求される範囲内で高めに管理すると運転経費を抑えることができる。

また、脱水汚泥含水率と熱効率の関係を検討したところ図資 1-15(p. 139)に示すように、適用条件範囲内ではあまり無いことがわかった。

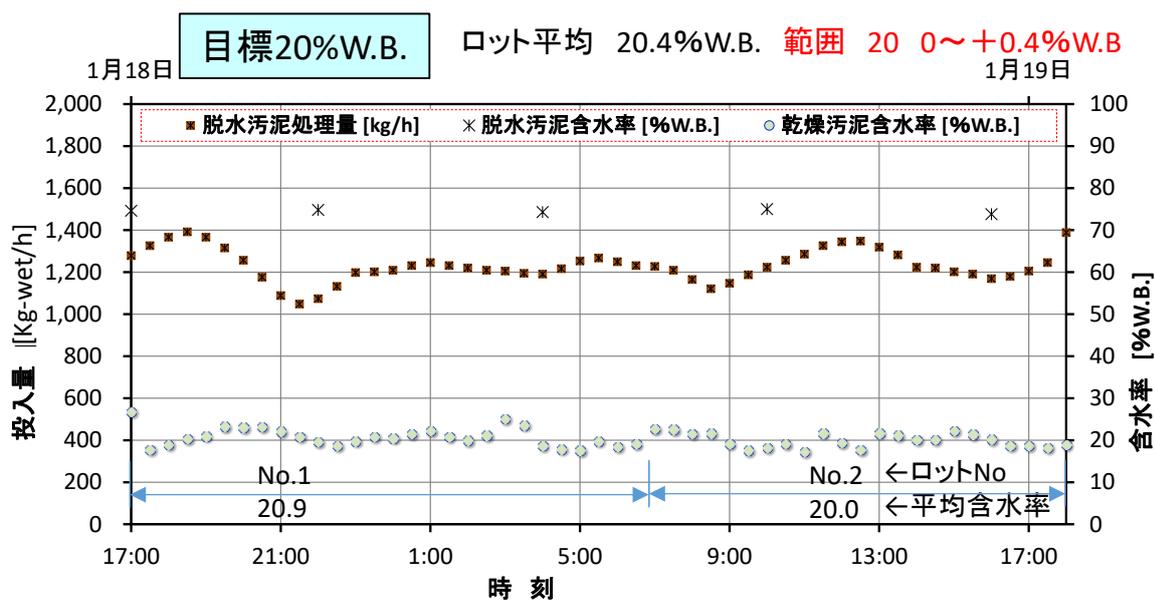
一方で脱水汚泥含水率の差による固形物当りの水分蒸発量の差は、含水率 72%W. B. と 83%W. B. では2倍にもなり、熱源にかかる運転経費への影響も大きい。乾燥の前段階で脱水汚泥水分を低めに管理すると運転経費を抑えることができる。



図資 1-9 脱水汚泥投入システム、乾燥汚泥含水率の自動制御

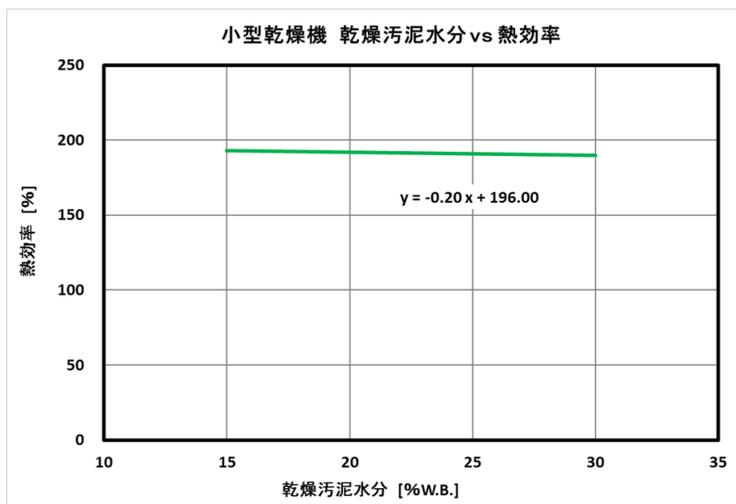


図資 1-10 乾燥污泥含水率制御結果(含水率 15%W. B.)



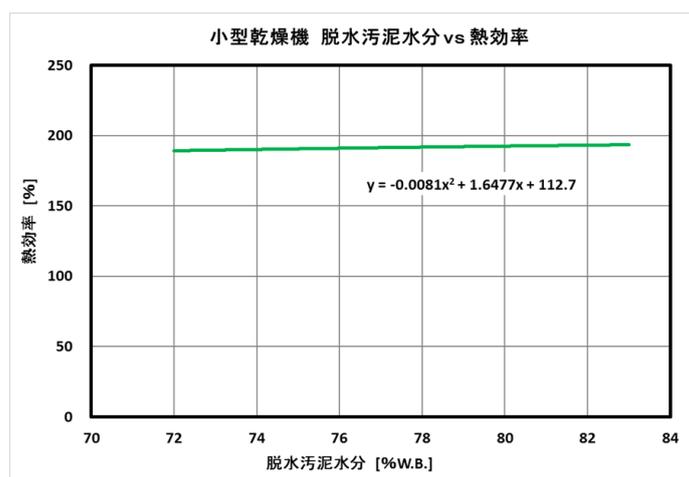
図資 1-11 乾燥污泥含水率制御結果(含水率 20%W. B.)





図資 1-14 乾燥汚泥含水率と熱効率の関係

(乾燥汚泥含水率 15~30%W. B. の範囲で熱効率に約 1.6%の差が見られた)



図資 1-15 脱水汚泥含水率と熱効率の関係

(脱水汚泥含水率 72~83%W. B. の範囲で熱効率に約 2.3%の差が見られた)

c) 保守・点検

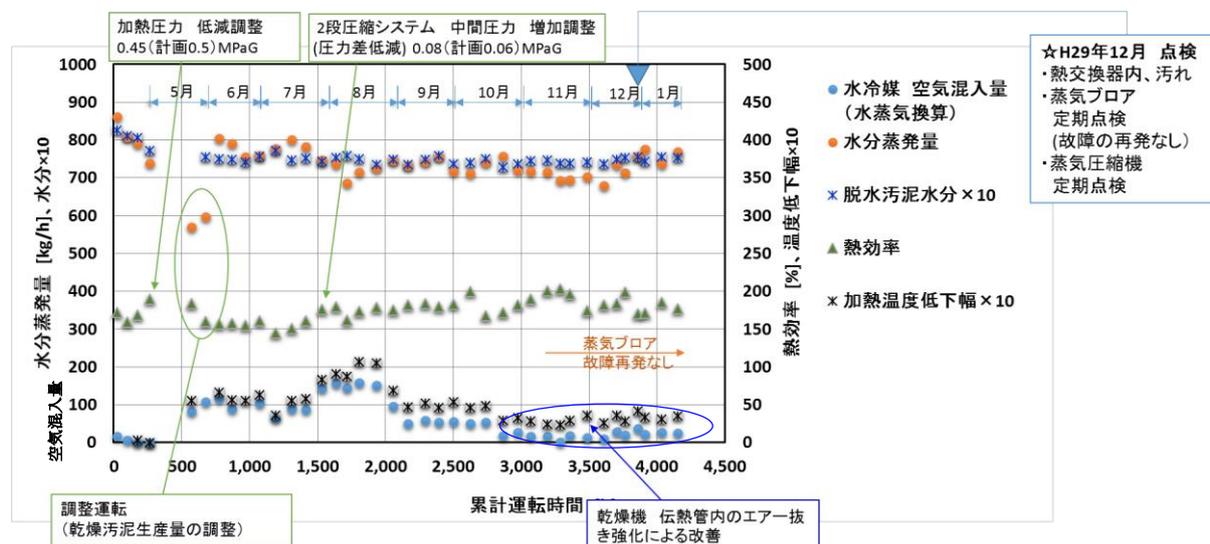
実証運転の結果、本技術特有の留意点としてヒートポンプの水冷媒ラインへの空気混入量増加の有無の監視が必要であることがわかった。熱源蒸気中に空気が混入すると加熱温度(熱源蒸気の凝縮温度)が低下し、伝熱面積当たりの蒸発量が低下するため乾燥機処理能力も低下する。日常点検で蒸気ドレン温度を監視し、通常の温度低下範囲内であることを確認する必要がある。

実証設備では、空気抜き装置の数を増やし空気抜き能力を強化して対策した。その結果、空気混入量が低減したことを確認した(図資 1-16, 図資 1-17)。

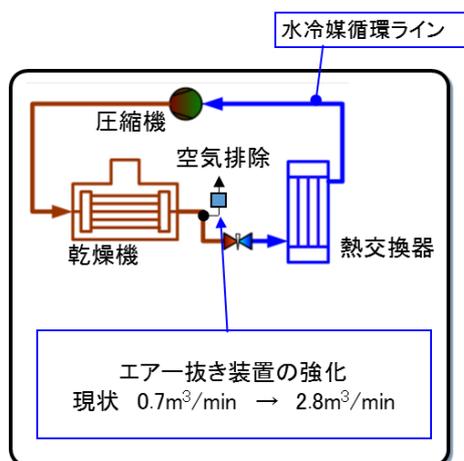
空気混入量監視以外には、乾燥設備の一般的な保守・点検項目、運転状態の定期的な確認及びグリスアップなどの作業が必要となる。

実証設備の各機器メーカ推奨条件を基に表資 1-8(p. 141)に示す保守・点検計画をまとめ、保守費用の積み上げを行った。

この結果を全体効果の維持管理費に反映した。



図資 1-16 累積運転時間と実証試験結果



図資 1-17 エア抜き装置概要

表資 1-8 保守・点検計画

革新的技術 主要機器 保守・点検計画

機器名称	保守・点検箇所等	項目/年目	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	備考		
乾燥機	ロータリーコンテナ	部品交換			○																				
	駆動用減速機	オーバーホール			○																				
No. 2. 6 脱水汚泥コンベヤ	軸封(グラブパッキン)	軸封交換		○																					
	伝動系共用チェーン	部品交換			○																				
集塵機	フライトコンベヤ(3基)チェーン組品・駆動部	オーバーホール			○																				
	名板	名板交換			○																				
換気装置	伝動部内部	潤滑洗浄		○																					
	伝動部内部およびシェル内部	潤滑洗浄		○																					
汚泥ポンプ	軸封・スターター	軸封・スターター交換		○																					
	Vベルト	Vベルト交換		○																					
蒸気ブロー	駆動部	グリス・潤滑油		○																					
	駆動機	軸受けなど交換		○																					
蒸気圧縮機	3年毎整備	オーバーホール		○																					
	6年毎整備(3年毎整備+タイミングギヤ)	オーバーホール			○																				
ボイラ	点検・整備	潤滑部品交換		○																					
	本体分解整備	オーバーホール		○																					
LPガスバルク設備	定期点検(ボイラ・軟水器・オペレーションパネル)	定期点検契約		○																					
	定期点検(機水装置・汚水装置)	定期点検契約		○																					
電気設備	安全弁	交換			○																				
	バルク調整器	交換			○																				
定期点検(運転確認業務)(2回/年)	計装品	交換																							
	インバータ(ループアップおよび乾燥機用)	交換																							
	総合点検(運転確認業務)	運転状況確認・整備	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	年1回実施、年1回水分計校正含む

※年間補修費：機械建設費の約3.3%

革新的技術 日常 保守・点検計画

項目	項目数	所要時間 min	頻度 回/週	小計 min/週	備考
運転状態確認	58	60	7	420	機械運転状態(圧力、温度、潤滑など)
グリスアップ	20	60	1	60	チェーン、ギヤ
潤滑油交換	24	480	0.25	120	減速機、ポンプ ※月に1回ペース
水分測定	1	20	56	1,120	乾燥汚泥 ※脱水汚泥は、脱水機側にて管理
運転管理	1	60	7	420	脱水汚泥、乾燥汚泥 投入量、排出量、外部搬出
雑務	1	60	7	420	日報、掃除など
			合計	2,560	0.3人

(2) 小型乾燥機(実証設備規模)／全国展開のFS

a) 最適運転条件

実証試験の結果を基に、全国平均(表3-1、表3-2[p.47]参照)の脱水汚泥含水率条件で乾燥機の加熱温度と脱水汚泥投入量および熱効率の関係を検討した結果を表資1-9に示す。乾燥機の伝熱面積スケールアップについては、実証試験の結果から求めた加熱温度と単位伝熱面積当たりの蒸発量の関係(図資1-18)を基に検討した。

その結果、小型乾燥機については伝熱面積を250m<sup>2</sup>、最適運転条件の加熱温度を157℃とした。

表資1-9 乾燥機伝熱面積の検討

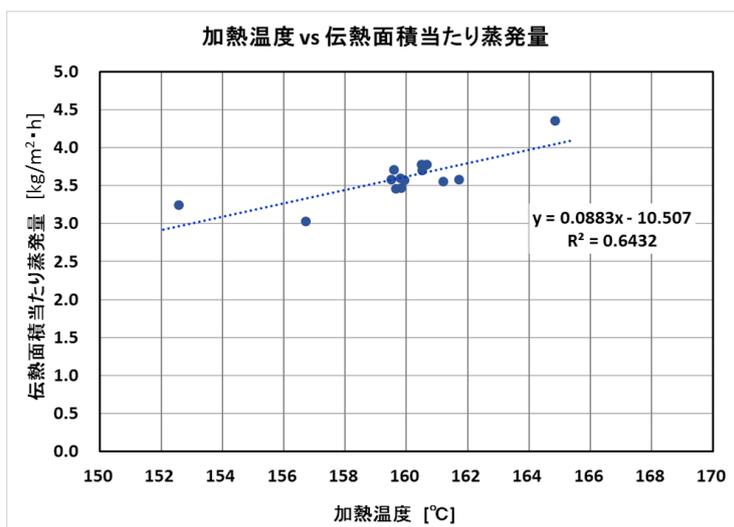
伝熱面積	小型乾燥機 FS(1) ※1		小型乾燥機 FS(2) ※2		中型乾燥機 FS ※3	
	200 [m <sup>2</sup> ]	250 [m <sup>2</sup> ]	250 [m <sup>2</sup> ]	450 [m <sup>2</sup> ]	450 [m <sup>2</sup> ]	450 [m <sup>2</sup> ]
加熱温度 [°C]	投入量 [kg-wet/h]	熱効率 [%]	投入量 [kg-wet/h]	熱効率 [%]	投入量 [kg-wet/h]	熱効率 [%]
153	828	181	1,035	195	1,832	177
154	853	183	1,066	196	1,886	177
155	877	184	1,096	196	1,940	178
156	901	185	1,127	194	1,994	177
157	926	185	1,157	192	2,048	176
158	950	184	1,188	188	2,102	175
159	975	183	1,218	183	2,156	173
160	999	181	1,249	178	2,209	171
161	1,023	178	1,279	171	2,263	168
162	1,048	175	1,310	163	2,317	165
163	1,072	171	1,340	153	2,371	161
164	1,096	166	1,370	143	2,425	157
165	1,121	161	1,401	131	2,479	152

※小型乾燥機 仕様／全国展開  
 脱水汚泥量27.6t-wet/日 1,150kg-wet/h  
 冬季最大 1,330kg-wet/h  
 脱水汚泥含水率78%W.B.(全国平均)  
 乾燥汚泥含水率20%W.B.(全国平均)

※中型乾燥機 仕様／全国展開  
 脱水汚泥量54.3t-wet/日 2,260kg-wet/h  
 冬季最大 2,425kg-wet/h  
 脱水汚泥含水率79%W.B.(全国平均)  
 乾燥汚泥含水率20%W.B.(全国平均)

通常運転時および冬季最大投入量ともに投入量が不足のため、伝熱面積をワンランク上げ250m<sup>2</sup>を選定

※1 小型乾燥機(実証設備規模)、伝熱面積200m<sup>2</sup>、右図仕様の条件で、計算した結果  
 ※2 小型乾燥機(実証設備規模)、伝熱面積250m<sup>2</sup>、右図仕様の条件で、計算した結果  
 ※3 中型乾燥機(実証設備2倍規模)、伝熱面積450m<sup>2</sup>、右図仕様の条件で、計算した結果



※測定時の脱水汚泥含水率; 平均74.3%W.B.(標準偏差1.1%, 範囲72.2~76.5%W.B.)  
 ※測定時の乾燥汚泥含水率; 平均20.8%W.B.(標準偏差0.8%, 範囲19.0~22.2%W.B.)

図資1-18 実証機の加熱温度と伝熱面積当たりの蒸発量測定結果

以下に乾燥機伝熱面積選定と加熱温度決定の手順を示す。

●乾燥機伝熱面積選定と加熱温度決定の手順

イ) 伝熱面積当りの最大蒸発量決定

本技術で用いる乾燥機の常用最高加熱温度は 165℃である。図資 1-18[p. 142]中の近似式から常用最高加熱温度 165℃における伝熱面積当りの蒸発量（伝熱面積当りの最大蒸発量）は 4.1kg/m<sup>2</sup>h となる。

ロ) 水分蒸発量平均値、最大値の決定

表資 1-9[p. 142]中の小型乾燥機の欄で脱水汚泥量 1150kg/h（冬季最大 1330kg/h）、脱水汚泥含水率 78%W.B.、乾燥汚泥含水率 20%W.B とした場合の水分蒸発量は平均 834kg/h（冬季最大 964kg/h）となる。

ハ) 必要伝熱面積の決定

乾燥機の必要伝熱面積は各々の水分蒸発量を伝熱面積当りの最大蒸発量 4.1kg/m<sup>2</sup> h で除して求められ、平均値で 203m<sup>2</sup>、冬季最大時で 235m<sup>2</sup> となる。

ニ) 乾燥機の伝熱面積の選定

乾燥機ラインナップ（表 2-3[p. 21]）より必要伝熱面積を上回る伝熱面積 250m<sup>2</sup> を選定する。

ホ) 選定した乾燥機における伝熱面積当りの蒸発量の確認

乾燥機伝熱面積が選定したら、平均水分蒸発量 834kg/h を伝熱面積（250m<sup>2</sup>）で除す。選定した乾燥機における伝熱面積当りの蒸発量は 3.34kg/m<sup>2</sup>h となる。

ヘ) 選定した乾燥機における加熱温度の確認

図資-1-18 中の近似式で逆算すると選定した乾燥機における伝熱面積当りの蒸発量から加熱温度は 157℃となる。また、小型乾燥機における最適運転条件は、想定した脱水汚泥量を処理でき、且つ熱効率の良い 157℃とした。

ト) 選定した乾燥機における熱効率の確認

図資 1-19[p. 146]での加熱温度 157℃における熱効率 192%となる。得られた熱効率が本技術の導入効果が見込まれる 155%以上で採用できる判断となる。

チ) 冬季最大水分蒸発量における確認

冬季最大蒸発量 964kg/h についても同様にホ) ~ヘ) の手順で熱効率を確認する。ちなみに冬季最大時における加熱温度は表資 1-9[p. 142]から 163℃である。

参考までに、伝熱面積当たり蒸発量から乾燥機投入量を直接計算する方法を以下①に示す。  
また、熱効率は実証結果から以下②に示す計算方法で求める。

① 伝熱面積当たり蒸発量から乾燥機投入量を計算する方法

$$F1 = W / \{1 - (100 - W1) / (100 - W2)\}$$

$$W = WU \times A$$

ここで、

F1 ; 脱水汚泥投入量 kg-wet/h W ; 水分蒸発量 kg/h WU ; 伝熱面積当たり蒸発量 kg/m<sup>2</sup>・h

A ; 乾燥機の伝熱面積 m<sup>2</sup> W1 ; 脱水汚泥含水率 %W.B. W2 ; 乾燥汚泥含水率 %W.B.

② 熱効率の計算方法

$$\text{熱効率} = \text{乾燥に必要な熱量}^{\ast 1} \div \text{熱源熱量}^{\ast 2} \times 100$$

ここで、

※1 乾燥に必要な熱量 Q

= 固形物と水分の予熱必要熱量 + 水分の蒸発熱量 + 乾燥汚泥の昇温熱量

$$= Q_{ph} + Q_e + Q_{dh} \quad \text{kJ/h}$$

Q<sub>ph</sub> ; 固形物と水分の予熱熱量  $Q_{ph} = F_0 \times (C_m + C_w \times DW1 \div 100) \times (t_w - t_{m1}) \quad \text{kJ/h}$

Q<sub>e</sub> ; 水分の蒸発熱量  $Q_e = F_0 \times (DW1 - DW2) \div 100 \times r_m \quad \text{kJ/h}$

Q<sub>dh</sub> ; 乾燥汚泥の昇温熱量  $Q_{dh} = F_0 \times (C_m + C_w \times DW1 \div 100) \times (t_{m2} - t_w) \quad \text{kJ/h}$

F<sub>0</sub> ; 乾燥機へ投入する脱水汚泥の固形物量 kg-ds/h

r<sub>m</sub>; t<sub>w</sub>における水の蒸発潜熱 kJ/kg

C<sub>m</sub> ; 固形物の比熱 kJ/kg-ds・K C<sub>w</sub> ; 水分の比熱 kJ/kg・K

DW1 ; 脱水汚泥の含水比 %D.B. DW2 ; 乾燥汚泥の含水比 %D.B.

脱水及び乾燥汚泥の含水比(%D.B.) =  $\omega_w \div (1 - \omega_w)$   $\omega_w$  ; 含水率 (%W.B.)

t<sub>w</sub> ; 乾燥機内の汚泥温度(蒸発温度) °C t<sub>m1</sub> ; 乾燥機へ投入する脱水汚泥の温度 °C

t<sub>m2</sub> ; 乾燥汚泥の温度 °C

※2 熱源熱量 Q<sub>hs</sub> = 蒸気圧縮機、蒸気ブローおよび電気ヒータ(過熱蒸気ヒータ)電力

$$+ \text{ボイラ燃料熱量} = E_{pc1} + E_{pc2} + E_{peh} + G_{bf}$$

E<sub>pc1</sub> ; 時間当たり蒸気ブローへ投入電力 kWh×3,600 kJ/h

E<sub>pc2</sub> ; 時間当たり蒸気圧縮機へ投入電力 kWh×3,600 kJ/h

E<sub>peh</sub> ; 時間当たり過熱蒸気ヒータへ投入電力 kWh×3,600 kJ/h

G<sub>bf</sub> ; 補助ボイラへ投入燃料量 (kg/h)×発熱原単位 kJ/kg

使用燃料 LPG, 発熱原単位 50.06 MJ/kg

実証機の伝熱面積は200m<sup>2</sup>であるが、全国展開を想定した所定投入量(脱水汚泥 1, 150kg-wet/h, 含水率 78%W.B.)に対応する伝熱面積と加熱温度を実証試験の結果を基に p. 143 に示す手順で検討し、小型乾燥機の伝熱面積を 250 m<sup>2</sup>、実証からも確からしい値である加熱温度 157°Cを最適運転条件とした。

ヒートポンプシステムに使用する蒸気圧縮機は 1 機種(動力 160kW)のみで、ヒートポンプの容量は一つに限定される。そのため、ヒートポンプシステムを、1 系列の場合(小型乾燥機)および 2 系列(中型乾燥機)の場合の 2 通りとする。ヒートポンプシステムの制約から乾燥機へ投入する年間脱水汚泥量は表資 1-10 の 2 通りの規模のいずれかとなる。

表資 1-10 乾燥機とヒートポンプシステムの選定

ケース	小型乾燥機	中型乾燥機
伝熱面積 [m <sup>2</sup> ]	250	450
投入汚泥量 [t-wet/年]	6, 000～9, 200	10, 000～16, 600
ヒートポンプシステム	1 系列	2 系列

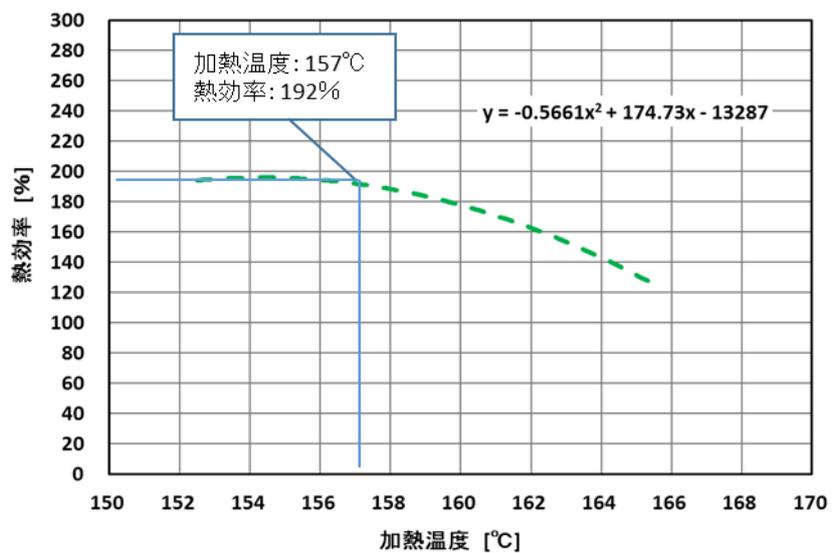
小型乾燥機の最適運転条件の加熱温度は 157°C (表資 1-9[p. 142])であるが、表資 1-11[p. 146]に示すように、脱水汚泥発生量の季節変動に対して加熱温度を変更して対応する。

表資 1-11 (p. 146)を基に加熱温度、脱水汚泥投入量、熱効率それぞれの関係を図資 1-19～図資 1-21 (p. 146～147)に示す。

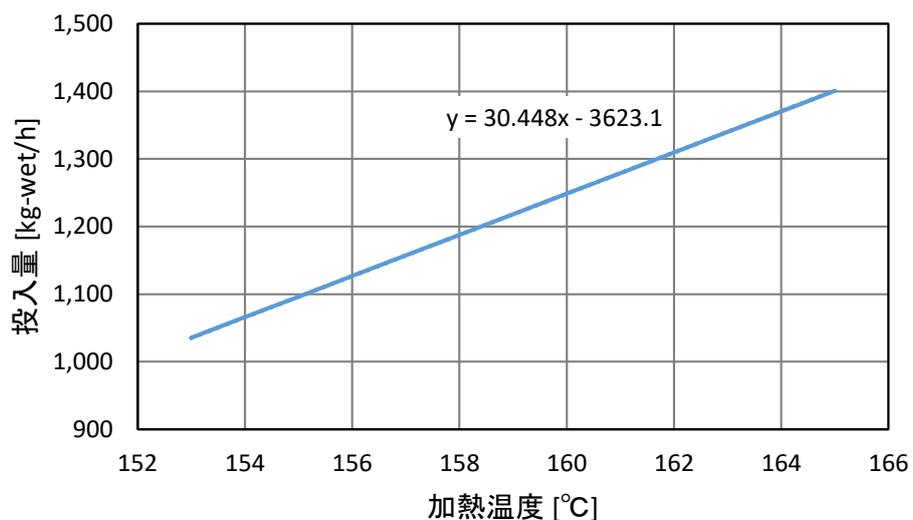
加熱温度の変更が必要になる目安の脱水汚泥量の変動は、仕様投入量の±10%以上となる。汚泥発生量低減に乾燥機稼働率変更で対応して乾燥機の停止日数が長くなると、例えば連続 3 日以上の脱水停止は濃縮汚泥の腐敗・発酵の原因となる。また、汚泥発生量が増加した場合は水処理設備の汚泥貯留量が増す原因となる。これらの脱水汚泥発生量の変動には、加熱温度設定を変更し乾燥機の脱水汚泥投入量を調整することで対応する。

表資 1-11 小型乾燥機脱水污泥投入量

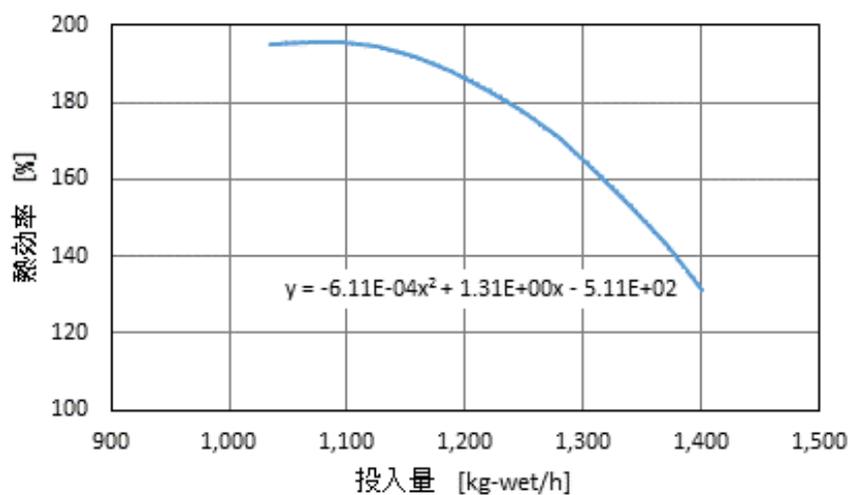
加熱温度 [°C]	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165
熱効率 [%]	195	196	196	194	192	188	183	178	171	163	153	143	131
脱水污泥 投入量 [kg/h]	1,036	1,066	1,096	1,127	1,157	1,188	1,218	1,249	1,279	1,310	1,340	1,370	1,401
年変動 運転条件	-10% 夏季				最適 条件						+10% 冬季		



図資 1-19 小型乾燥機 加熱温度 vs 熱効率



図資 1-20 小型乾燥機 加熱温度 vs 投入量



図資 1-21 小型乾燥機 投入量 vs 熱効率

b) 熱効率

実証試験の結果より小型乾燥機へ換算した最適運転条件(加熱温度 157°C)での熱効率(表資 1-9[p. 142])は、192%で目標以上の熱効率となった。(表資 1-12[p. 148~151])

参考までに、小型乾燥機の条件における従来の乾燥機熱効率を表資 1-13(p. 152)に示す。

表資 1-12 実証試験結果(1/4)  
※年間を通じた実証データを示す。

測定日時	月日 時刻	*月*日 *** **	設計条件 *** **	2月1日		2月13日		4月24日		5月8日		5月15日		5月22日		5月29日		6月5日		6月12日		6月19日		6月26日	
				2月2日	2月9日	2月16日	2月23日	2月29日	3月6日	3月13日	3月20日	3月27日	4月3日	4月10日	4月17日	4月24日	5月1日	5月8日	5月15日	5月22日	5月29日	6月5日	6月12日	6月19日	6月26日
外気条件(室内)	湿度	13.2	14.0	13.0	13.0	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	
	湿度	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
運転結果	起動時間	0.003	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	
	補助蒸気量	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
	燃料使用量	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
	設備消費電力	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	運転時間	41	42	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	
運転結果	運転時間	24	73	77	93	101	103	101	103	101	103	101	103	101	103	101	103	101	103	101	103	101	103	101	
	累計	24	97	174	268	367	469	571	674	777	879	982	1085	1188	1291	1394	1497	1600	1703	1806	1909	2012	2115	2218	
	加熱速度	180	159	157	156	159	156	156	156	159	156	156	156	159	156	156	156	159	156	156	156	159	156	156	
	脱水汚泥	1.150	1.048	1.031	1.008	1.022	1.031	1.008	1.022	1.031	1.008	1.022	1.031	1.008	1.022	1.031	1.008	1.022	1.031	1.008	1.022	1.031	1.008	1.022	
	乾燥汚泥	316	241	240	271	253	246	271	253	246	271	253	246	271	253	246	271	253	246	271	253	246	271	253	
	水分	78	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	
	生産量	20	18	17	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	水分	15	18	17	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	2段圧縮システム	120	133	131	123	112	107	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
	蒸気プロダクト	158	113	111	96	107	95	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	
	蒸気圧縮機	167	162	141	110	240	103	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	
	燃料使用量	13	11	9	6	14	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
	設備全消費電力	346	41	43	42	43	41	42	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	
	HPシステム消費電力	283	248	245	221	221	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	
実証項目の目標効果確認	脱水汚泥	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	
	水分	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	
	生産量	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	
	水分	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
1. 乾燥設備の最適運転条件の確認	水分	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	
	熱源効率	417	385	372	351	417	352	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	
	熱源効率	155	172	159	169	190	178	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	
	熱源効率	78	76	79	85	77	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	
2. エネルギー削減効果	消費エネルギー削減率	640	709	689	649	701	661	656	656	656	656	656	656	656	656	656	656	656	656	656	656	656	656	656	
	削減率	32	47	48	48	47	50	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	
3. CO <sub>2</sub> 排出量削減効果	CO <sub>2</sub> 排出量削減率	1.366	1.652	1.606	1.512	1.633	1.540	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	
	削減率	32	47	48	48	47	50	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	
4. 汚泥処理におけるランニングコストの低減	ランニングコスト削減率	13.888	13.753	13.916	14.087	13.745	13.796	13.945	13.945	13.945	13.945	13.945	13.945	13.945	13.945	13.945	13.945	13.945	13.945	13.945	13.945	13.945	13.945	13.945	
	削減率	37	37	37	38	36	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	

表資 1-12 実証試験結果(2/4)  
※年間を通じた実証データを示す。

測定日時	月日時刻	*月*日 **:*:*	設計条件	7月3日	7月10日	7月18日	7月24日	7月31日	8月7日	8月15日	8月21日	8月28日	9月4日	9月11日	9月19日
				7月8日	7月15日	7月22日	7月29日	8月4日	8月10日	8月16日	8月23日	8月30日	9月6日	9月13日	9月20日
外気条件(室内)	湿度	33.7	34.6	35.6	34.9	35.8	31.6	31.6	35.6	34.3	30.4	31.9	30.1	31.9	30.1
運転結果	起動時間	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
	補助蒸気量	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
運転結果	燃料使用量	230	201	161	128	153	108	121	136	153	108	131	121	105	127
	設備消費電力	13	11	11	9	7	7	7	7	8	6	7	6	6	7
運転結果	運転時間	300	42	44	44	45	43	43	43	43	43	43	43	43	44
	累計	24連続	119	103	121	103	121	103	121	103	121	103	121	103	121
運転結果	加熱温度	1.193	1.310	1.413	1.534	1.637	1.716	1.806	1.932	2.057	2.168	2.283	2.395	2.492	2.595
	脱水分泥	160	158	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	160	161
運転結果	乾燥汚泥	78	77	75	74	74	74	74	74	74	75	75	75	75	76
	生産量	316	329	351	359	336	334	303	339	355	362	339	339	331	331
運転結果	2段圧縮システム	24	22	20	21	21	21	21	19	22	22	22	20	20	21
	消費電力	126	109	118	115	114	105	112	116	101	116	101	91	93	92
運転結果	補助蒸気量	158	101	109	108	107	100	102	100	102	109	110	112	112	116
	燃料使用量	167	230	201	161	128	120	136	153	108	131	121	105	105	127
運転結果	設備全消費電力	13	11	11	9	7	7	7	7	8	6	7	6	6	7
	HPシステム消費電力	343	42	44	44	45	43	43	43	43	43	43	43	43	44
運転結果	脱水分泥	283	212	229	225	223	207	216	226	212	202	207	207	210	210
	投入量	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150
運転結果	水分	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
	生産量	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316	316
運転結果	水分	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	消費電力	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627	627
運転結果	熱運送量	417	433	391	356	349	351	358	361	359	361	359	341	341	350
	熱効率	155	145	151	176	180	179	182	174	175	182	184	184	179	185
運転結果	消費エネルギー削減効果	640	698	709	661	679	669	690	683	663	649	648	651	648	651
	削減率	32	47	47	48	49	48	49	48	49	50	51	51	51	51
運転結果	CO <sub>2</sub> 排出量削減効果	1,366	1,626	1,621	1,567	1,593	1,561	1,609	1,592	1,546	1,514	1,510	1,519	1,510	1,519
	削減率	32	47	47	48	49	48	49	48	49	50	51	51	51	51
運転結果	ランニングコスト削減効果	13,688	14,116	14,138	13,815	13,993	13,796	13,960	13,841	13,721	13,594	13,589	13,627	13,589	13,627
	削減率	35	36	36	37	37	37	36	37	38	38	38	38	38	38

表資 1-12 実証試験結果 (3/4)

※年間を通じた実証データを示す。

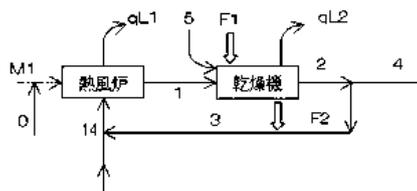
測定日時	月日 時刻	設計条件											
		9月25日	10月2日	10月9日	10月16日	10月23日	10月30日	11月6日	11月13日	11月20日	11月27日	12月4日	12月11日
外気条件(室内)	温度 湿度 起動時間 補助蒸気量 燃料使用量 設備消費電力 運転時間 運転時間 加熱温度 脱水分泥 乾燥汚泥 2段圧縮システム 消費電力 補助蒸気量 燃料使用量 設備全消費電力 HPシステム消費電力	11:00 21:30 30.4 0.006 2.5 70 300 24連続 160 78 316 20 126 158 167 13 343 283	12:00 9:00 29.4 0.006 3.0 6 41 120 2624 161 74 358 21 100 116 111 6 41 223	11:00 13:30 28.9 0.006 2.0 8 43 116 2739 161 75 347 22 104 110 72 8 43 216	10月21日 14:00 24.9 0.006 2.5 8 44 125 2864 160 73 394 21 105 112 157 8 44 219	10月27日 21:30 23.8 0.006 2.0 6 42 109 2973 160 74 344 19 106 111 121 6 42 219	11月3日 10:00 23.8 0.006 2.0 4 43 97 3070 160 75 340 21 107 112 107 4 43 219	11月10日 11:00 22.9 0.012 2.0 4 43 97 3289 160 74 359 22 107 112 91 4 44 222	11月17日 10:00 17.5 0.008 3.0 5 44 72 3360 160 74 354 23 104 110 107 5 44 220	12月3日 12:30 18.6 0.008 2.0 7 43 124 3484 160 74 358 23 101 106 140 7 43 209	12月10日 10:00 16.0 0.006 2.0 7 46 124 3607 160 74 358 24 107 106 130 7 46 221		
1. 乾燥設備の最適運転 水分蒸発に必要な熱量 条件の確認	投入量 水分 生産量 水分 2段圧縮システム 消費電力 補助蒸気量 燃料使用量 設備全消費電力 HPシステム消費電力	1,150 78 316 20 627 417 155 34 640 32	1,150 78 316 20 627 315 189 85 643 51	1,150 78 316 20 627 374 163 82 669 50	1,150 78 316 20 627 365 172 83 664 50	1,150 78 316 20 627 344 182 84 655 51	1,150 78 316 20 627 331 190 85 648 51	1,150 78 316 20 627 316 203 86 641 52	1,150 78 316 20 627 309 197 86 642 52	1,150 78 316 20 627 360 174 85 672 50	1,150 78 316 20 627 345 182 85 651 51	1,150 78 316 20 627 360 182 85 651 51	1,150 78 316 20 627 345 182 85 651 51
2. エネルギー削減効果	消費エネルギー削減率	640 32	643 51	669 50	664 50	655 51	648 51	641 52	642 52	672 50	651 51	651 51	651 51
3. CO <sub>2</sub> 排出量削減効果	CO <sub>2</sub> 排出量削減率	1,366 32	1,500 52	1,558 50	1,547 50	1,527 51	1,511 51	1,495 52	1,498 52	1,567 50	1,510 51	1,510 51	1,533 51
4. 汚泥処理におけるランニングコストの低減 実証フィールドのFS	ランニングコスト削減率	13,688 35	13,596 38	13,797 37	13,739 37	13,629 38	13,548 38	13,561 38	13,546 38	13,776 37	13,787 37	13,787 37	13,787 37



表資 1-13 従来の乾燥機（かくはん付熱風回転乾燥機）熱収支計算と熱効率

乾燥機	工番	機種	従来の乾燥機				
	受注先1	納入先					
	受注先2	作成者					
<b>諸元</b>							
1) 被乾燥物名	脱水汚泥						
2) 乾燥前処理量	F(1) = 1150 kg/h						
3) 乾燥前の水分	w(1) = 78.0 %w.b.						
4) 乾燥固形物量	F0(1) = 253.0 kg/h						
5) 乾燥後処理量	F(2) = 316.3 kg/h						
6) 乾燥後の水分	w(2) = 20.0 %w.b.						
7) 乾燥機蒸発量	W = 833.8 kg/h						
8) 固形物の比熱	Cm = 1.26 kJ/kg						
9) 乾燥用燃料の燃焼条件							
使用燃料名	A重油						
高位発熱量	Hh1 = 45209 kJ/kg						
低位発熱量	Hl1 = 42530 kJ/kg						
理論空気量	A01 = 13.80 kg/kg						
理論排ガス	B01 = 13.70 kg/kg						
生成水蒸気	w01 = 1.10 kg/kg						
燃料比重	$\rho 1 = 0.86$ kg/L						
10) 外気条件							
温度	t0 = 20 °C						
湿度	H0 = 0.01 kg/kg						
11) その他の計算条件							
乾燥前の品温	tm1 = 10 °C						
乾燥後の品温	tm2 = 80 °C						
乾燥機リーク空気量	G5 = 1200 kg/h						
熱風炉熱損失	qL1 = 104.7 kW						
乾燥機熱損失	qL2 = 58.3 kW						
煙道の熱損失	qL7 = 0.00 kW						
乾燥機入口熱風温度	t1 = 800 °C						
乾燥機排ガス温度	t2 = 200 °C						
乾燥機出口希釈後温度	t4 = 170 °C						
空気比(バーナ)	m = 1.3						
<b>計算結果</b>							
1) 各位置のガス条件							
No.	名称	乾ガス量 kg/h	温度 °C	湿度 kg/kg	湿り比容 m <sup>3</sup> /kg	湿りガス量 m <sup>3</sup> /min	備考
0	熱風炉燃焼空気	1525.4	20.0	0.010	0.842	21.42	
1	乾燥機入口ガス	3289.9	800.0	0.159	3.815	209.17	
2	乾燥機出口ガス	4489.9	200.0	0.305	1.996	149.37	
3	乾燥機循環ガス	1773.0	170.0	0.234	1.726	51.01	
4	乾燥設備排気ガス	4137.5	170.0	0.234	1.726	119.04	
5	乾燥機リーク空気	1200.0	20.0	0.010	0.842	16.84	
8	乾燥排気希釈ガス	1420.6	20.0	0.010	0.842	19.94	
14	系外よりの排ガス	0.0	0.0	0.000	0.000	0.00	
2) 熱風炉バーナ燃料消費量				LPGの場合			
M1 = 85.03 kg/h = 98.9 L/h		76.3 kg/h		38.9 m <sup>3N</sup> /h			
3) 乾燥設備の熱精算							
入 熱		出 熱					
qM1 燃料燃焼	1067.8 kW	q4 乾燥排気	955.1 kW				
q0 燃料燃焼空気	19.1 kW	qm2 乾燥物	12.9 kW				
q5 リーク空気	15.0 kW	qL1 熱風炉熱損失	104.7 kW				
qm1 被乾燥物	11.3 kW	qL2 乾燥機熱損失	58.3 kW				
q14 系外よりの排ガス	0.0 kW	qL7 煙道熱損失	0.0 kW				
q8 乾燥排気希釈ガス	17.8 kW						
qin 合計	1131.1 kW	qo 合計	1131.1 kW				

乾燥設備熱量計算



蒸発温度	80 °C
蒸発潜熱	2309 kJ/kg
乾燥に必要な熱量	614 kW
熱源熱量	1,068 kW
乾燥機熱効率	57 %

従来の乾燥機の熱効率は概ね60%となる

## (3) 中型乾燥機(実証設備2倍規模)／全国展開のFS

## a) 最適運転条件

実証試験の結果を基に、全国平均の脱水汚泥含水率条件(表3-1、表3-2[p.47]参照)で、乾燥機の加熱温度と脱水汚泥投入量及び熱効率の関係を検討した結果を表資1-14に示す。ここで、中型乾燥機の脱水汚泥処理量は2,260kg/h、脱水汚泥含水率は79%W.Bで小型乾燥機の条件と異なる。

乾燥機の伝熱面積スケールアップについては、実証試験の結果から求めた加熱温度と単位伝熱面積当たりの蒸発量の関係(図資1-18)を基に検討した。

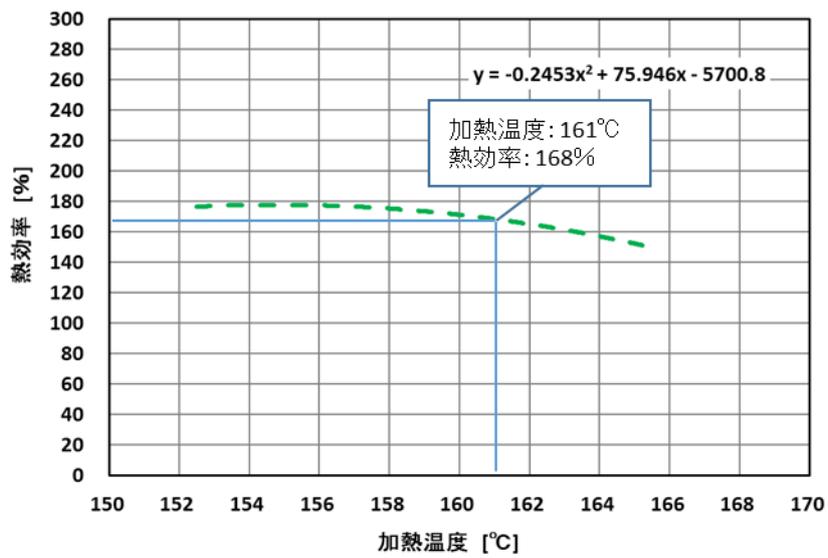
その結果、中型乾燥機については伝熱面積を450m<sup>2</sup>、加熱温度は161℃を最適運転条件とした。

ヒートポンプシステムに使用する蒸気圧縮機は1機種(動力160kW)のみでヒートポンプの容量が一つに限定されるため、中型乾燥機のヒートポンプシステムを2系列とする(表資1-10参照)。

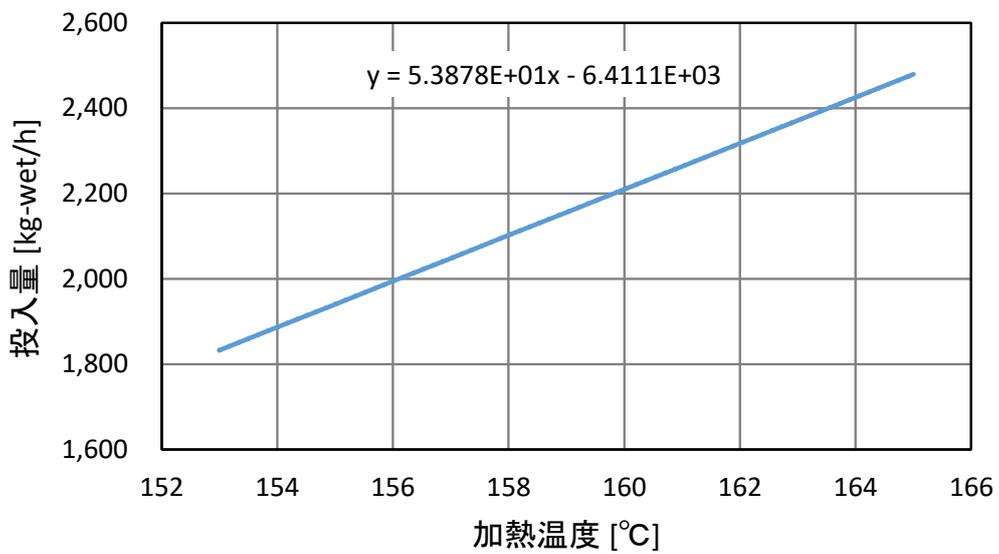
中型乾燥機の最適運転条件の加熱温度は161℃(表資1-9[p.142])であるが、表資1-11[p.146]に示すように、脱水汚泥発生量の季節変動に対しては小型乾燥機の場合と同様に加熱温度を変更して対応する。

表資1-14 中型乾燥機脱水汚泥投入量

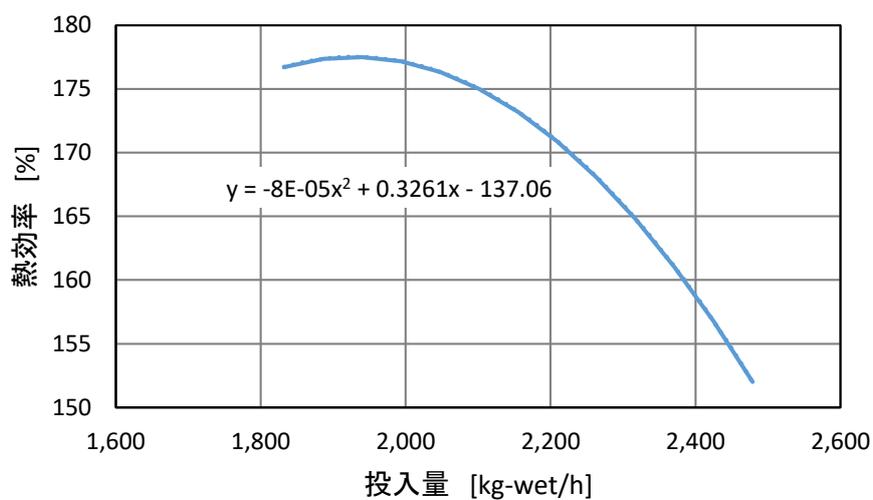
加熱温度 [℃]	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165
熱効率 [%]	177	177	178	177	176	175	173	171	168	165	161	157	152
脱水汚泥 投入量 [kg/h]	1,832	1,886	1,940	1,994	2,048	2,101	2,156	2,209	2,263	2,371	2,371	2,425	2,479
年変動と 運転条件					-10% 夏季				最適 条件				+10% 冬季



図資 1-22 中型乾燥機 加熱温度 vs 熱効率



図資 1-23 中型乾燥機 加熱温度 vs 投入量



図資 1-24 中型乾燥機 投入量 vs 熱効率

## b) 熱効率

実証試験の結果より中型乾燥機の条件へ換算した最適運転条件での熱効率(表資 1-9[p. 142])は、168%(電力発熱量換算後 83%)で目標以上の熱効率となった。

## 1. 2. 2 評価項目2 肥料化

## 1. 2. 2. 1 評価指標；成分分析

## a) 乾燥汚泥の分析

実証フィールドで生産した乾燥汚泥を分析した結果、有害物質は規格、基準に定める許容濃度以下であった。

また肥料取締法で指定されている主要成分のうち窒素、リン、加里は表資 1-15 に示す結果で、一般的な下水汚泥肥料と同等の結果であった。

また、同じく含有量の記載が指定されている銅、亜鉛、石灰は微量で記載が必要な量ではなかった。

表資 1-15 肥料化に関する主な成分分析結果

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>	—	—	

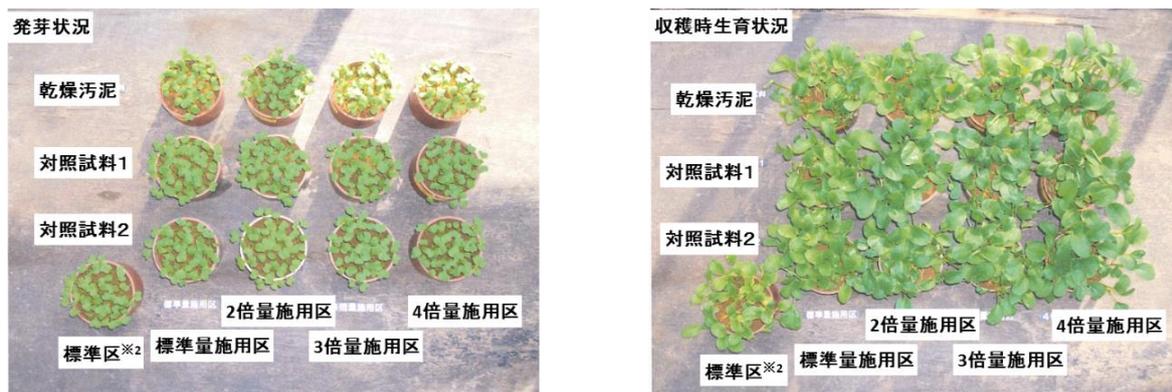
※1 農林水産省：告示第337号、下水汚泥の主要な成分の指定(平成13年3月)より  
表示義務基準、下記の場合  
・銅全量 300mg/kg以上  
・亜鉛全量 900mg/kg以上  
・石灰全量 1.5%(150g/kg)以上  
※2 農林水産省：告示第1146号 十二 汚泥肥料等(平成26年9月)  
※3 公益社団法人日本下水道境界：「下水汚泥有効利用促進マニュアル」、p-93(H27)  
※4 一般的な下水汚泥肥料とはば類似の成分だが、酸化カルシウムが少なく、pHは酸性で、酸性土壌の矯正効果はない

## b) 植害試験及び肥料登録

実証フィールドで生産した乾燥汚泥を用いて植害試験を実施し、発芽率及び生育状況に問題は無く、また肥効は対照試料と同程度で、「植害はない」との結論を得た(図資 1-25)。

成分分析、植害試験の結果及び肥料見本等を添付して平成 29 年 12 月に肥料登録申請を行い、平成 30 年 1 月に「秦野リサイクルパワー」の名称で登録を完了した(図資 1-26)。

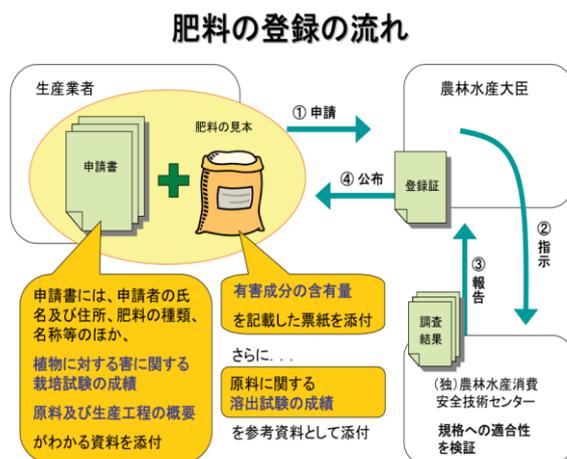
ここで、肥料登録の流れや各種規定などについて図資 1-26、図資 1-27(p. 158)、表資 1-16(p. 159)、表資 1-17(p. 160)に示す。



施用肥料	評価	肥料の種類	肥料の名称	発芽率	収穫時生体重量指数 <sup>※3</sup>
乾燥汚泥	1. 発芽状況: 正常 2. 生育状況: 対照試料2より旺盛、 対照試料1と同等 3. 結論: 植物に害はない	下水汚泥肥料	秦野リサイクルパワー	100%	164~209
対照試料1		乾燥菌体肥料	4.0乾燥菌体肥料	100%	171~212
対照試料2		し尿汚泥肥料	ゆうきいつぱい	100%	144~166

※1 パリノサーベイ(株); 分析試験報告書、植物に対する栽培試験「59農蚕1943号の別添1」(H29.10.16)、供試作物 コマツナ  
 ※2 標準区; 肥料等を施用しない区で、土壌(洪積土)のみ  
 ※3 収穫時生体重量指数; 標準区の地上部生体重の平均を100とした時の値を示す。

図資 1-25 植害試験の結果



3 1001149 2401

登 録 証

氏名又は名称及び住所  
 神奈川県秦野市桜町一丁目3番2号  
 秦野市

登 録 番 号 生第 104208 号  
 登 録 年 月 日 平成 30 年 1 月 16 日  
 登 録 の 有 効 期 限 平成 33 年 1 月 15 日

肥 料 の 種 類 下水汚泥肥料  
 肥 料 の 名 称 秦野リサイクルパワー

含有を許される植物にとつての有害成分の最大量その他の規格 普通肥料の公定規格中下水汚泥肥料の「含有を許される有害成分の最大量」及び「その他の制限事項」とおり。

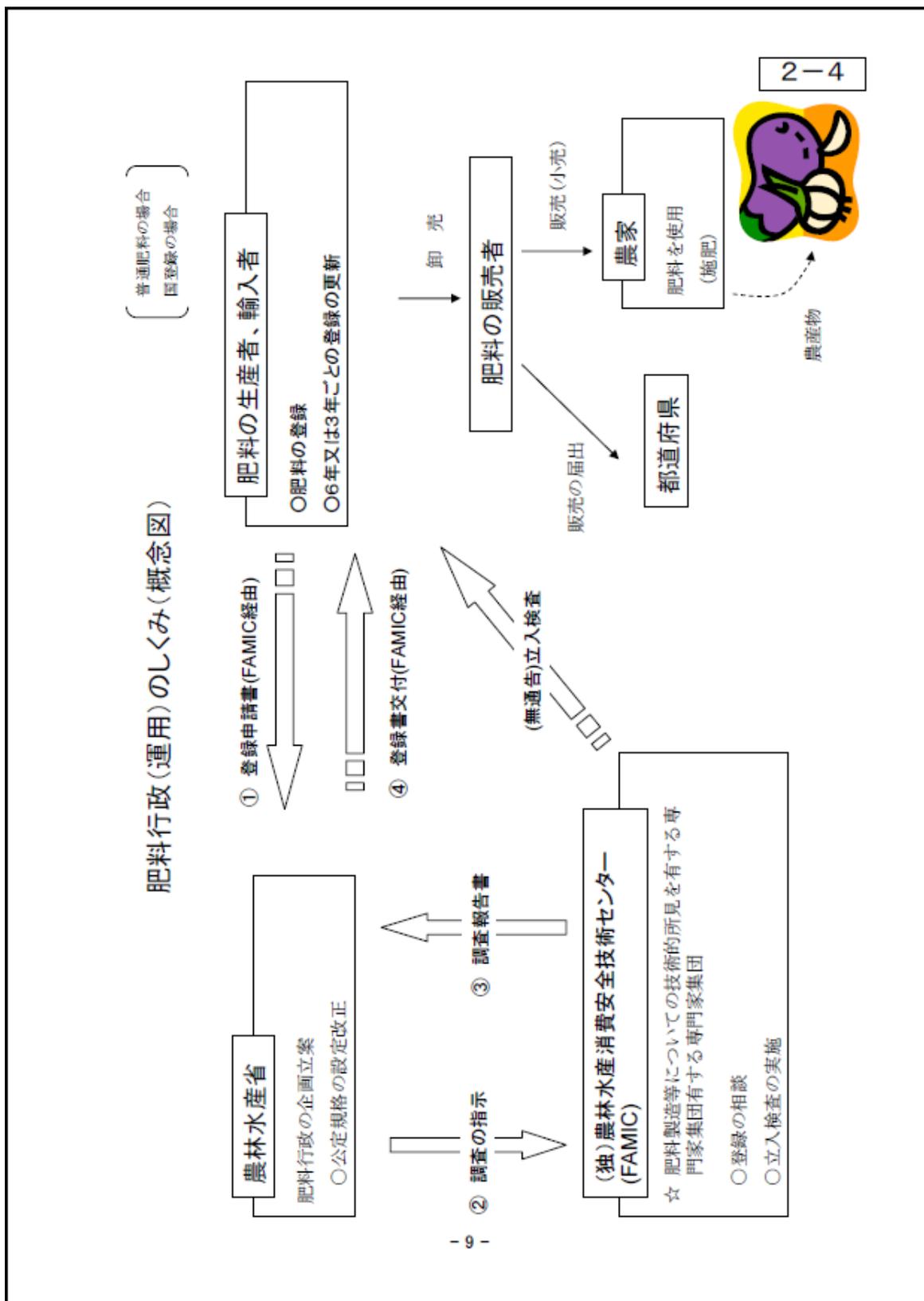
肥料取締法第7条の規定に基づき上記のとおり登録したことを証する。

平成 30 年 1 月 16 日

農林水産大臣 齋藤 健



図資 1-26 肥料の登録の流れ及び登録証



図資 1-27 肥料行政(運用)のしくみ(概念図)

表資 1-16 普通肥料保証票記載項目

汚泥肥料の保証票	
生産業者保証票	
登録番号	
肥料の種類	
肥料の名称	
原料の種類	
材料の種類、名称及び使用量	
正味重量	
生産した年月	
生産業者の氏名又は名称及び住所	
生産した事業場の名称及び所在地	
主要な成分の含有量	
炭素窒素比	

肥料取締法第十七条第一項第三号の規定に基づく肥料取締法第四条第一項第三号に掲げる普通肥料の保証票にその含有量を記載する主要な成分

肥料取締法(昭和二十五年法律第百二十七号)第十七条第一項第三号の規定に基づき、肥料取締法第四条第一項第三号に掲げる普通肥料の保証票にその含有量を記載する主要な成分を次のように定め、平成十二年十月一日から施行する。

附

一 主要な成分の含有量の定量方法及び量の算出は、独立行政法人農業環境技術研究所が定める肥料分析法によるものとする。ただし、硫黄分全量については、硫黄燃焼法、塩化バリウム法等により試料中の三酸化硫黄(SO<sub>3</sub>)を定量し、これの試料の重量に対する百分率(%)とする。

二 窒素全量、りん酸全量又は加里全量については、0.5%未満である場合には、「0.5%未満」と記載することができる。

肥料の種類  
下水汚泥肥料、し尿汚泥肥料、工業汚泥肥料、混合汚泥肥料、焼成汚泥肥料、汚泥発酵肥料、水産副産物発酵肥料

主要な成分  
1 窒素全量  
2 りん酸全量  
3 加里全量  
4 銅全量(1キログラム当たり300ミリグラム以上含有する場合に限る。)  
5 亜鉛全量(1キログラム当たり900ミリグラム以上含有する場合に限る。)  
6 石灰全量(1キログラム当たり150グラム以上含有する場合に限る。)

・汚泥肥料の主要な成分の含有量とは、窒素全量、りん酸全量、加里全量、銅全量(300mg/kg以上の場合)、亜鉛全量(900mg/kg以上の場合)、石灰全量(15%以上の場合)で、生産した事業場における平均的な測定値をもって記載することができる。

表資 1-17 各種肥料に関する公定規格

公定規格

十二 汚泥肥料等  
登録の有効期間が3年であるもの

肥料の種類	含有を許される有害成分の最大量 (%)	その他の制限事項	肥料の種類	含有を許される有害成分の最大量 (%)	その他の制限事項
下水汚泥肥料（次に掲げる肥料をいう。 一 下水道の終末処理場から生じる汚泥を濃縮、消化、脱水又は乾燥したもの 二 一に掲げる下水汚泥肥料に植物質若しくは動物質の原料を混合したもの又はこれを乾燥したもの 三 一若しくは二に掲げる下水汚泥肥料を混合したもの又はこれを乾燥したもの	0.005 0.0005 0.0002 0.03 0.05 0.01	一 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令別表第48年総理府令第5号「別表第一」の基準に適合する原料を使用したものであること。 二 植害試験の調査を受け書が認められぬものであること。 三 牛の部位を原料とする場合にあっては、せき柱等が混合しないものとして農林水産大臣の承認を受けた工程において製造されたものであること。	汚泥発酵肥料（次に掲げる肥料をいう。 一 下水汚泥肥料、工業汚泥肥料又は混合汚泥肥料をたい積又は攪拌し、腐熟させたもの 二 一に掲げる汚泥発酵肥料に植物質若しくは動物質の原料又は焼成汚泥肥料を混合したものをたい積又は攪拌し、腐熟させたもの	0.005 0.0005 0.0002 0.03 0.05 0.01	一 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令別表第一の基準に適合する原料を使用したものであること。 二 植害試験の調査を受け書が認められぬものであること。 三 牛の部位を原料とする場合にあっては、せき柱等が混合しないものとして農林水産大臣の承認を受けた工程において製造されたものであること。
し尿汚泥肥料（次に掲げる肥料をいう。 一 し尿処理施設、集落排水処理施設若しくは浄化槽から生じた汚泥又はこれを乾燥したもの 二 し尿又は動物の排せつ物に尿窒素を促進する材料又は尿窒素を混合し、脱水又は乾燥したもの 三 一若しくは二に掲げるし尿汚泥肥料に植物質若しくは動物質の原料を混合したもの又はこれを乾燥したもの 四 一若しくは二に掲げるし尿汚泥肥料を混合したもの又はこれを乾燥したもの	0.005 0.0005 0.0002 0.03 0.05 0.01	一 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令別表第一の基準に適合する原料を使用したものであること。 二 植害試験の調査を受け書が認められぬものであること。 三 牛の部位を原料とする場合にあっては、せき柱等が混合しないものとして農林水産大臣の承認を受けた工程において製造されたものであること。	水産副産物発酵肥料（魚介類の臓器に植物質又は糞、腐熟させたものをいう。）	0.005 0.0005 0.0002	一 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令別表第一の基準に適合する原料を使用したものであること。 二 植害試験の調査を受け書が認められぬものであること。 三 牛の部位を原料とする場合にあっては、せき柱等が混合しないものとして農林水産大臣の承認を受けた工程において製造されたものであること。
工業汚泥肥料（次に掲げる肥料をいう。 一 工場若しくは事業場の排水処理施設から生じた汚泥を濃縮、消化、脱水又は乾燥したもの 二 一に掲げる工業汚泥肥料に植物質若しくは動物質の原料を混合したもの又はこれを乾燥したもの 三 一若しくは二に掲げる工業汚泥肥料を混合したもの又はこれを乾燥したもの	0.005 0.0005 0.0002 0.03 0.05 0.01	一 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令別表第一の基準に適合する原料を使用したものであること。 二 植害試験の調査を受け書が認められぬものであること。 三 牛の部位を原料とする場合にあっては、せき柱等が混合しないものとして農林水産大臣の承認を受けた工程において製造されたものであること。	硫黄及びその化合物	0.005	植害試験の調査を受け書が認められぬものであること。
混合汚泥肥料（次に掲げる肥料をいう。 一 下水汚泥肥料、し尿汚泥肥料若しくは工業汚泥肥料のいずれか二以上を混合したもの又はこれを乾燥したもの 二 一に掲げる混合汚泥肥料に植物質若しくは動物質の原料を混合したもの又はこれを乾燥したもの 三 一若しくは二に掲げる混合汚泥肥料を混合したもの又はこれを乾燥したもの	0.005 0.0005 0.0002 0.03 0.05 0.01	一 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令別表第一の基準に適合する原料を使用したものであること。 二 植害試験の調査を受け書が認められぬものであること。 三 牛の部位を原料とする場合にあっては、せき柱等が混合しないものとして農林水産大臣の承認を受けた工程において製造されたものであること。	ひ素 カドミウム 水銀 ニッケル クロム 鉛	0.005 0.0005 0.0002 0.03 0.05 0.01	一 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令別表第一の基準に適合する原料を使用したものであること。 二 植害試験の調査を受け書が認められぬものであること。 三 牛の部位を原料とする場合にあっては、せき柱等が混合しないものとして農林水産大臣の承認を受けた工程において製造されたものであること。
焼成汚泥肥料（下水汚泥肥料、し尿汚泥肥料、工業汚泥肥料又は混合汚泥肥料を焼成したものをいう。）	0.005 0.0005 0.0002 0.03 0.05 0.01	一 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令別表第一の基準に適合する原料を使用したものであること。 二 植害試験の調査を受け書が認められぬものであること。 三 牛の部位を原料とする場合にあっては、せき柱等が混合しないものとして農林水産大臣の承認を受けた工程において製造されたものであること。	ひ素	0.005	植害試験の調査を受け書が認められぬものであること。

c) 肥効試験

肥効を確認するために肥効試験を実施して窒素吸収率および収穫時生体重指数を測定した。

基礎肥料のみ施用した標準区を基準に対照試料(乾燥菌体肥料)と比較し評価した結果、窒素吸収率及び収穫時生体重指数は対照試料と同等で、肥効が期待できることが分かった(図資 1-28)。



図資 1-28 肥効試験の結果

1. 2. 2. 2 評価指標 ; 市場性(適用性検討)

a) 自治体調査

乾燥汚泥肥料を生産している自治体 7ヶ所にヒアリング調査を行ったところ、表資 1-18 に示すように、4自治体で乾燥汚泥を全量、または大部分を無償処理していることが分かった。

近隣に広大な農地があり条件を満たす処理場では無償処理が期待できるという調査結果より、実証フィールドの乾燥汚泥に類似している表資 1-18(p. 162)、表資 1-19(p. 162)に示すG市(愛知県)の例を参考にFSを行い、脱水汚泥全量外部委託および従来の乾燥機と比較し総費用(年価換算値)縮減、維持管理でのエネルギーおよび温室効果ガス削減効果を検討した。

表資 1-18 肥料化／自治体調査結果

調査先	乾燥汚泥肥料へのニーズ	需要減時季ストック方法	臭気対策・設備・運搬	肥料生産コスト (乾燥工程以外) [万円/年]	肥料品質の管理	プロモーション方法	処理費用 ※割合は肥料生産量に対する比率 [円/ト]	備考
A市 (北海道)	含水率40%W.B. (委託先組合、業者にて堆肥化)	需要減時季なし	・ホッパ吸引し、脱臭 ・天蓋付ダンブ	分析費:390 薬品費:100	肥料:分析 土壌:分析	委託先組合に 利用依頼	84%;無償 16%;12,600(運搬費 込み)	堆肥業者へ 委託 年3,696t-wet生産
B市 (北海道)	含水率18%W.B. 機械散布可能な形状(1 ~5mm粉粒状)	冬需要減 フレコン詰め、 ヤードへ	・防水フレコン詰め ・天蓋付ダンブ	運搬費:260 分析費:200	肥料:分析	イベントで1kg 袋の肥料を配 付	90%(農家);無償 10%(市民);100円/ 袋(9kg)有償	年697t-wet生産
C市 (宮崎県)	含水率22%W.B. 機械散布可能な形状(1 ~5mm粉粒状)	需要減時季なし 肥料袋詰め、 ヤードへ	・肥料袋詰め	袋代:550 分析費:200	肥料:分析	広報誌にて無 料配布PR	地元農家 60円/袋(15kg) 有償	価格60円/袋は袋 代 年1,470t-wet生産
D市 (兵庫県)	含水率28%W.B. (1~5mm粉粒状)	需要減時季なし	・ホッパ、袋詰め機は 吸引し、脱臭 ・袋詰め、倉庫へ	分析費:200 その他:400	肥料:分析	—	95%;31,320 5%(市民);無償	年580t-wet生産
E市 (秋田県)	含水率14%W.B. 機械散布可能な形状 11×3~16mm粉粒状	年2回春、秋に生 産	・ホッパ吸引し、脱臭	薬品費:7	—	—	無償	市の施設へ散布 (年3.2t-wet生産)
F市 (秋田県)	含水率31%W.B. (1~10mm粉粒状)	需要減時季なし	・フレコンバッグ詰め	運搬:58	—	—	処理費用32,400+運 搬費32,400	年40.2t-wet生産
G市 (愛知県)	含水率14~15%W.B. 消石灰含む土壌改良に 有効	夏~秋4ヶ月需要 減、ストックヤ ード(2,000t-wet)	特になし	大口農家への 配送費	肥料:分析 土壌:分析	イベント時に PR	100%;無償配布	年7,000t-wet生産

※9自治体へ依頼し、7自治体へヒアリング。2自治体は辞退

表資 1-19 肥料化／成分比較自治体調査結果

項目		単位	実証フィールド 乾燥汚泥	A市	B市	C市	G市	許容値	
肥料関係	主要成分分析	含水率	wt%	10.7~26.4	38.2	19.8	21.6	14~15	
		窒素全量	wt%	4.03~5.58	3.5	4.9	4.8	4.17	—
		リン酸	wt%	1.44~2.37	1.6	5.2	4.6	2.23	—
		酸化カリウム	wt%	0.08~0.18	0.1	<0.5	0.19	0.31	—
		酸化カルシウム	wt%	0.31~1.03	1.1	3.6	2.1	—	※1
		亜鉛	mg/kg-wet	170~310	663	757	700	295	※1
		銅	mg/kg-wet	67~120	315	290	268	206	※1
		炭素窒素比	—	6~78	5.5	—	6	7.1	—
有害成分分析	有害成分分析	pH	—	5.4~6.9	8	—	—	—	—
		カドミウム	mg/kg-ds	<0.5~0.7	0.6	1	—	1.64	5以下 <sup>※2</sup>
		クロム	mg/kg-ds	8~16	15	42	—	32	500以下 <sup>※2</sup>
		水銀	mg/kg-ds	0.12~0.24	0.2	0.04	—	0.33	2以下 <sup>※2</sup>
		鉛	mg/kg-ds	<5~17	14	17	—	24	100以下 <sup>※2</sup>
		ニッケル	mg/kg-ds	7~14	13	17	—	—	300以下 <sup>※2</sup>
ヒ素又はその化合物		mg/kg-ds	0.8~1.7	3.8	3.6	—	0.8	50以下 <sup>※2</sup>	
臭気指数		—	29~40	42	22	22	—		

※1 農林水産省;告示第337号、下水汚泥の主要な成分の指定(平成13年3月)より  
表示義務基準、下記の場合  
・銅全量 300mg/kg-wet以上  
・亜鉛全量 900mg/kg-wet以上  
・石灰全量 1.5%(150g/kg-wet)以上

※2 農林水産省;告示第1146号 十二 汚泥肥料等(平成26年9月)  
※3 公益社団法人日本下水道境界;「下水汚泥有効利用促進マニュアル」、p-93(H27)  
※4 実証フィールドで生産した乾燥汚泥は酸化カルシウムが少なく、pHが低い

## b) 肥料生産業者調査

肥料生産業者3社にヒアリング調査を行い、水分調整材としてニーズを確認した。

乾燥汚泥は汚泥発酵肥料の水分調整材として活用でき、従来使用している有価の水分調整材(おが屑など)の代替となり、肥料生産コストの縮減効果があるとのことであった。

処理費は9,180~16,000円/t-wetと比較的安価であった。(表資1-20)

処理場の近隣に肥料生産業者があり運搬費を抑えることができれば本技術の総費用(年価換算値)縮減が可能となる。

表資1-20 肥料化/肥料生産業者調査結果

調査先	乾燥汚泥へのニーズ 水分、用途、その他	需要減時季 ストック方法	臭気対策 ・設備 ・運搬	受入れ量 [t-wet/年]	肥料使用先	肥料種類	処理費用 [円/t-wet]	備考
A社	含水率20~30% 水分調整材 発塵しないこと	需要減の時季なし	・天蓋付ダンプ	400	・北関東 ・農家、農業法人	発酵たい肥	処理費 9,180 運搬費 15,980 (160km) 計 25,160	受入れ量の増加、処理費用低減の見込みなし
B社	含水率20~30% 水分調整材 発塵しないこと	需要減の時季なし	・袋詰め	320	・全国 ・卸売業者 農家、農業法人	発酵たい肥	処理費 13,000 運搬費 11,000 (90km) 計 24,000	受入れ量の増加、処理費用低減の見込みなし
C社	含水率20~30% 水分調整材 発塵しないこと	需要減の時季なし	・天蓋付ダンプ	54	・東海、中部 ・農家、農業法人、NPO法人	発酵たい肥	処理費 16,000 運搬費は非公表 (180km)	水分調整材のおが屑(有価)の一部代替となりC社のコストダウン

※ヒアリング調査方法:乾燥汚泥を扱った実績のある肥料製造会社へ聞き取り調査

## 1. 2. 3 評価項目3 燃料化

## 1. 2. 3. 1 評価指標；成分分析

## a) 基本物性、元素分析の結果

測定結果を表資 1-21 に有害物質の分析結果を表資 1-22 に示す。

測定の結果、燃料として重要な発熱量は 17.4~19.2 MJ/kg-wet と十分に大きく、BSF-15(JIS Z 7312)相当であった。また、有害物質は特別管理産業廃棄物の判定基準未満でこれに非該当であった。

表資 1-21 燃料化成分分析結果 1

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	石炭は瀝青炭の例
	真発熱量 [MJ/kg-dry]	20.6	20.0	21.6	20.8			
基本物性	含水率 [%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>※2</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			

※1 公益社団法人 日本下水道協会、下水汚泥有効利用促進マニュアル—2015年版—、p-243、汚泥炭化13~20MJ/kg-ds、汚泥乾燥14~21MJ/kg-ds  
 ※2 バイオ燃料(糞)0.1wt%以下では顕著な腐食なし、「乾燥汚泥の性状等による評価」、評価書、添付資料(12)

表資 1-22 燃料化成分分析結果 2

試験項目／サンプル採取日		H28.2.7	H29.6.29	H29.9.11	H29.11.21	石炭(参考)
重金属	カドミウム [mg/kg-ds]	0.6	0.2	0.4	0.3	0.2
	ヒ素 [mg/kg-ds]	2.4	1.9	1.4	1.5	1~55
	鉛 [mg/kg-ds]	12	6.2	5.3	3.4	1.5~60
	六価クロム [mg/kg-ds]	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.5以下~30
	総水銀 [mg/kg-ds]	0.33	0.19	0.13	0.15	0.026~0.4
	セレン [mg/kg-ds]	<0.5	0.8	0.7	<0.5	0.21~2.5
	フッ素化合物 [mg/kg-ds]	68	140	120	120	50~500
	ホウ素 [mg/kg-ds]	13	12	17	<10	1.5~300
	重金属溶出試験		許容値以下 <sup>※2</sup>	許容値以下 <sup>※2</sup>	許容値以下 <sup>※2</sup>	許容値以下 <sup>※2</sup>
灰分	酸化ケイ素 [wt%-dry]	20	29	24	22	50.2~74
	酸化アルミニウム [wt%-dry]	19	15	12	11	16.4~38.3
	酸化カルシウム [wt%-dry]	12	9.1	12	15	0.1~6.2
	酸化マグネシウム [wt%-dry]	<0.1	—	5.9	6.5	0.2~2.2
	リン酸 [wt%-dry]	32	34	36	35	0.1~1.4
	酸化ナトリウム [wt%-dry]	4.0	1.3	2.1	1.8	0.1~1
	酸化カリウム [wt%-dry]	1.5	1.5	1.6	1.7	0.4~3.1
灰融点(酸化/還元) [°C]	1,060/1,050	1,350/1,350	1,100/1,075	1,170/1,195	1,290~1,570	

※1 バイオ燃料(糞)：瀝青炭、「乾燥汚泥の性状等による評価報告書」、(評価書 添付資料(12))

※2 環境庁：金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令(平成28年6月20日環境庁令第十六号)、乾燥汚泥は特別管理産業廃棄物には非該当

※3 ハウリング性：ボイラ伝熱面などへの灰の付着・堆積 ※4 スラッジ性：ボイラ伝熱面などへの灰の溶解・付着

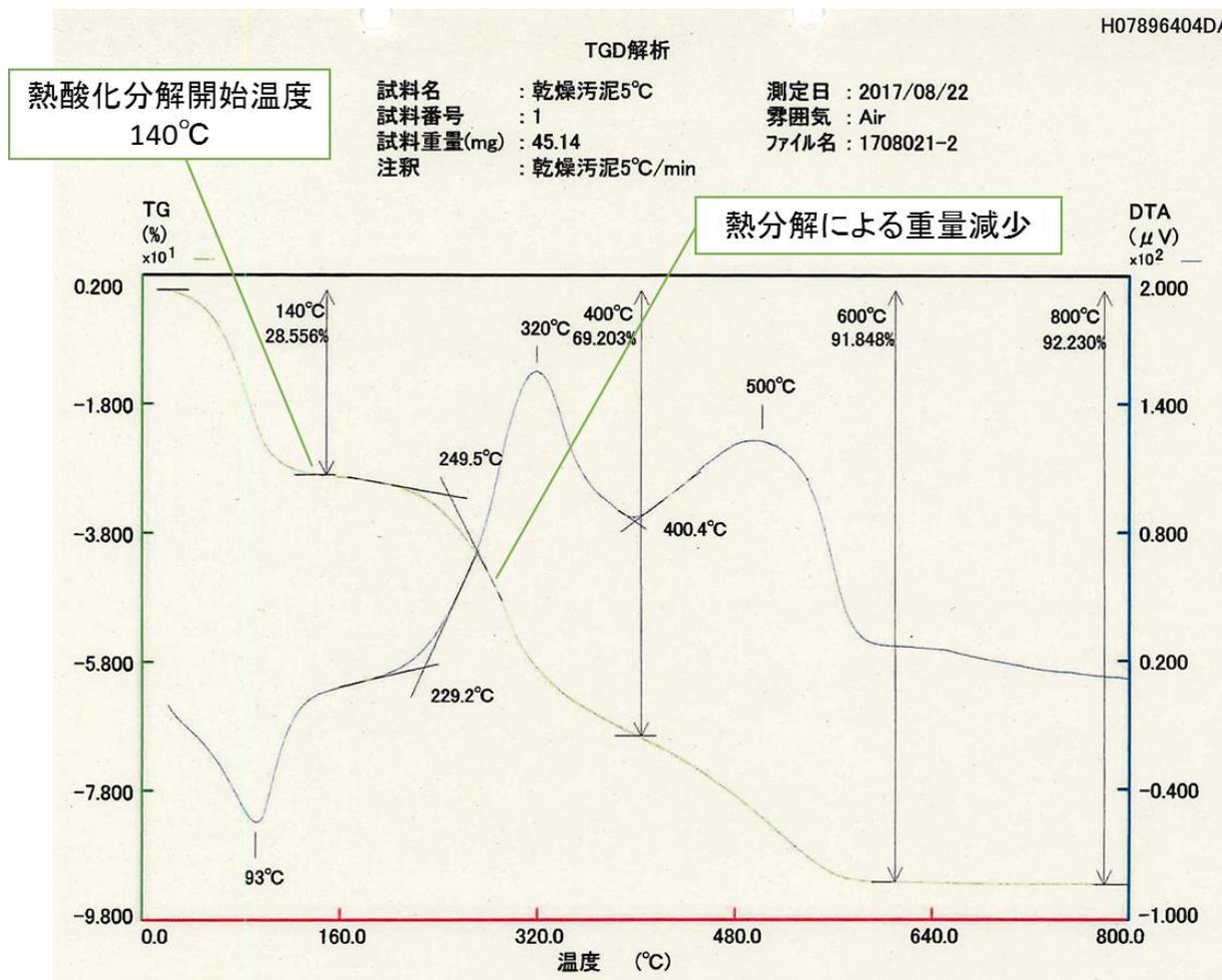
## b) 安全性試験の結果

測定結果を表資 1-23 に示す。80℃以上で自然発火性があり、また粉じん爆発の危険性は 3 段階評価の「低位」～「中位」であった。

熱酸化分解開始温度の測定結果を図資 1-29 (p. 166) に示す。測定の結果、熱酸化分解開始温度は 140℃で、この温度を超えると急激に熱分解を開始し、発火性のあるガスを出すようになる。

表資 1-23 燃料化成分分析結果 3 (安全性試験)

試験項目 / サンプル採取日		H28.2.7	H29.6.29	H29.9.11	H29.11.21	備考
熱伝導率	[W/m・K]	0.14	0.18	0.17	0.19	JISA 1412に準拠
比熱 at 100℃	[kJ/kg・ds・K]	4.53	13.64	9.20	14.68	
粒度試験	[mm]	1.6	1.9	1.7	2.4	平均粒径
油分	[wt%]	12	8.2	7.1	5.8	
かさ比重	[kg/m <sup>3</sup> ]	480	543	542	498	
発生ガス分析 H/CH <sub>4</sub> /CO/CO <sub>2</sub>	[vol-%]	0.03/<0.1/<0.1/20.8	0.28/<0.1/18.4	<0.01/<0.1/<0.1/1.96	<0.01/<0.1/<0.1/19.8	水20%添加
発酵試験 H/CH <sub>4</sub> /CO/CO <sub>2</sub>	[vol-%]	<0.01/<0.1/<0.1/17.5	0.21/<0.1/<0.1/21.8	<0.12/<0.1/<0.1/15.2	0.85/<0.1/<0.1/24.4	水30%添加
粉塵爆発試験	危険性	低位	低位	中位	中位	
自然発火性試験 (SIT)		50℃発熱なし 80℃以上発熱	50℃発熱なし 80℃以上発熱	50℃発熱なし 100℃発熱	50, 80, 100, 120℃ 発熱なし	
自然発火性試験	自己発熱性判定	非該当	非該当	非該当	非該当	ワイヤーバスケット試験



※環境管理センター; H29年6月29日採取 乾燥汚泥の分析結果

図資 1-29 TG-DTA(示差熱重量分析)結果

※熱酸化分解開始温度は 140°Cであるが、SIT 試験にて自然発火性が示された温度が 80°C以上であったため (表資 1-23[p. 165])、安全をみて、乾燥汚泥の管理温度は 70°C以下とした。

c) 安全性試験の結果に基づく安全対策

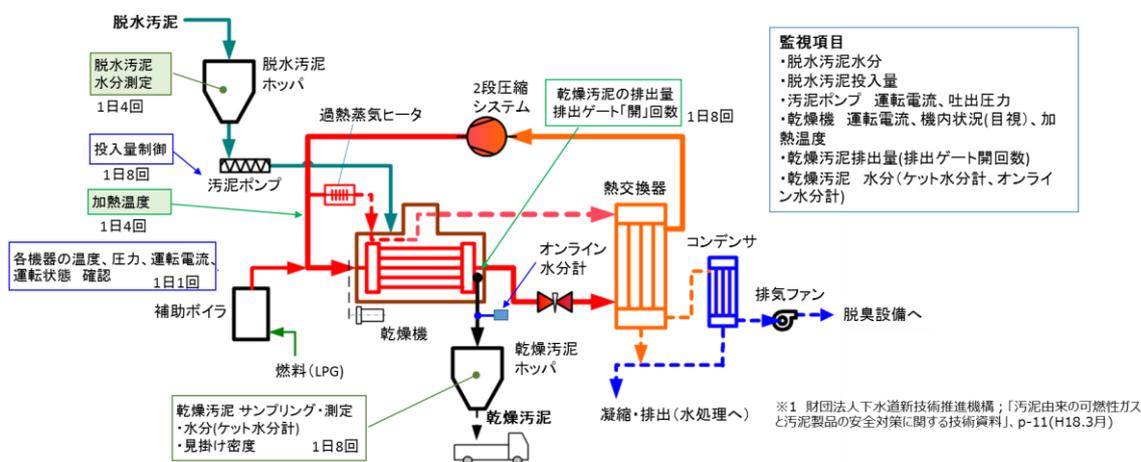
安全性試験の結果を基に安全対策をまとめた。

安全対策のポイントを以下に示す。

1. 乾燥汚泥の過乾燥防止(図資 1-30)
2. 乾燥汚泥ホッパ内乾燥汚泥の発火防止(図資 1-31[p. 168])
3. 長期貯留時発火防止対策(図資 1-32[p. 168]、図資 1-33[p. 169])
4. 乾燥汚泥輸送時の発火防止(図資 1-34[p. 169]、図資 1-35[p. 170~176])

1. 乾燥汚泥の過乾燥(10%W.B.以下)防止※<sup>1</sup>

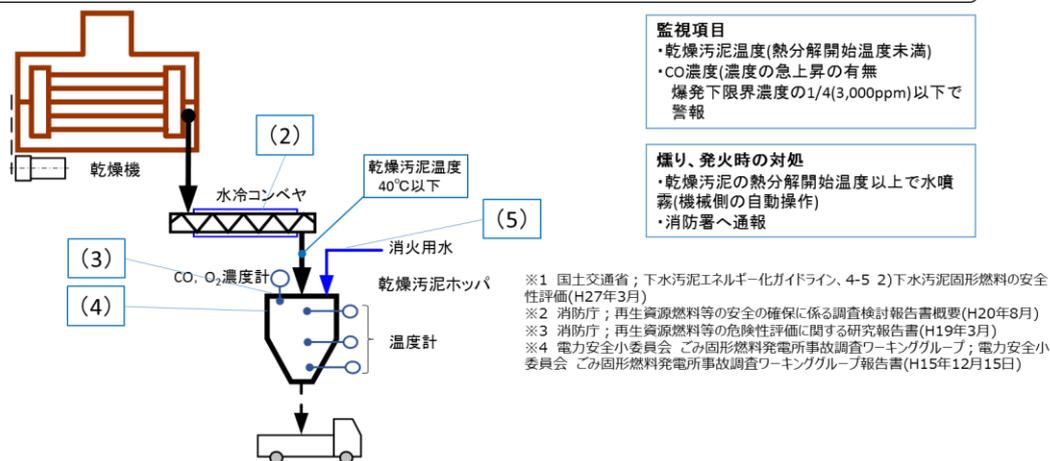
- (1)乾燥汚泥水分の監視:3hおきに乾燥汚泥水分を測定、10%W.B.以下継続の場合、警報(オンライン水分計)  
 (2)乾燥汚泥水分の制御:脱水汚泥投入量の調整により、乾燥汚泥水分を制御(15~30%W.B.)  
 (3)過乾燥になった場合の対処:ホッパより排出し、加水後、フレコンバックなどへ小分けして廃棄処分



図資 1-30 乾燥汚泥の過乾燥防止

## 2. 乾燥汚泥ホツパ内、乾燥汚泥の発火防止<sup>※1~4</sup>

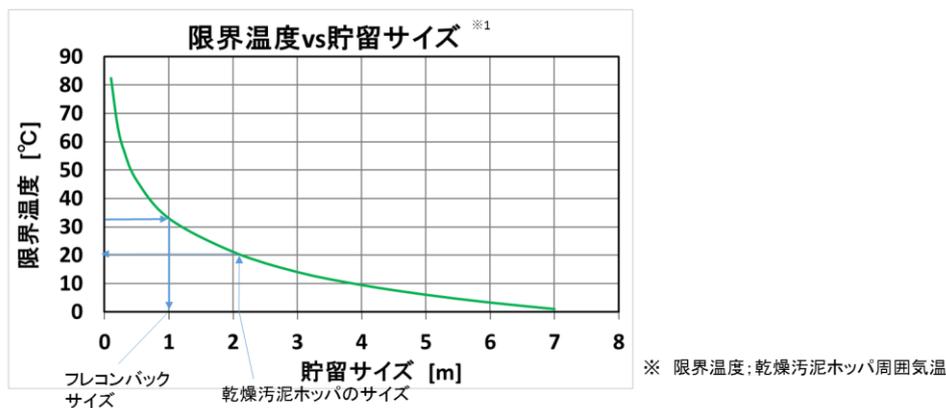
- (1)乾燥汚泥の物性測定: 自然発火性試験, 粉塵爆発試験, 可燃性ガス発生試験を行い、危険性の評価を行う  
 (2)乾燥汚泥の冷却: 水冷コンベヤにて乾燥汚泥を冷却後(40°C以下)、乾燥汚泥ホツパへ投入  
 (3)乾燥汚泥ホツパ内へ通気遮断: 通気によるO<sub>2</sub>供給を遮断  
 (4)乾燥汚泥ホツパ内の状態監視: 乾燥汚泥温度, CO濃度を監視し、異常な変化が無いことを確認  
 (5)熱酸化分解温度以上になった場合の対処: 乾燥汚泥温度, CO濃度に異常な変化があった場合、水噴霧による初期消火



図資 1-31 乾燥汚泥ホツパ内・乾燥汚泥の発火防止 1

### (1) 乾燥汚泥の物性測定

- 自然発火性試験結果より、貯留サイズの危険性評価する
- 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

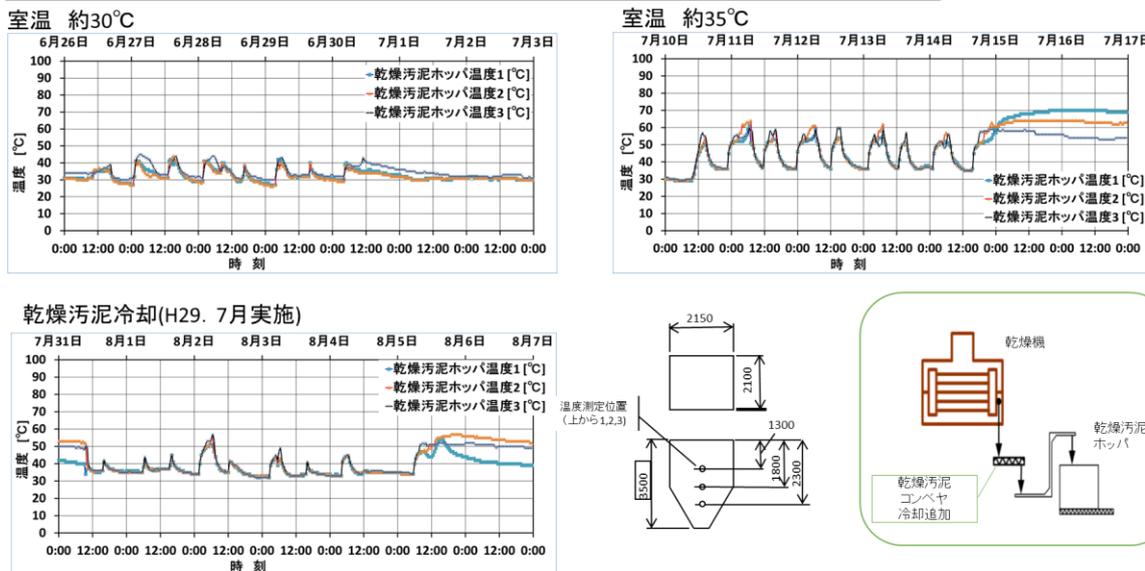


※1 消防庁; 再生資源燃料等の危険性評価に関する研究報告書(H19年3月)  
 H29年6月採取サンプル/SIT分析結果よりFrank-kammenetsukii's equationによる限界温度 計算結果

図資 1-32 乾燥汚泥ホツパ内・乾燥汚泥の発火防止 2

### 3. 長期貯留時発火防止対策

- 乾燥汚泥コンベヤの冷却機能を追加し、ホッパ滞留時の温度は低下(最高約70℃→57℃以下)
- 対策後、ホッパ内の乾燥汚泥温度上昇は見られない(目安危険温度70℃、熱酸分解温度の1/2)

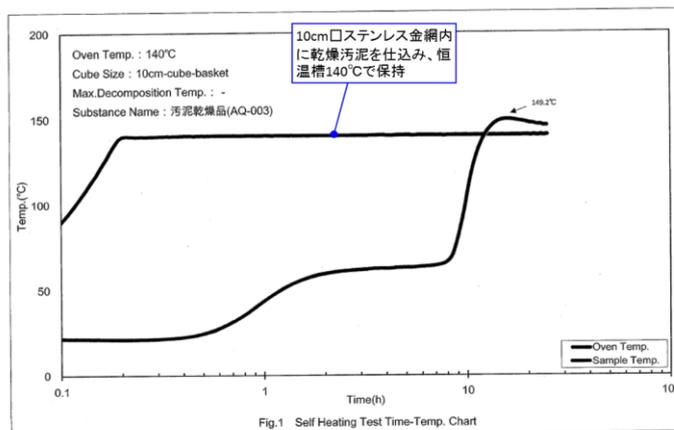


図資 1-33 長期貯留時発火防止対策

### 4. 乾燥汚泥輸送時の発火防止

- 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※1, 2

- 自然発火性試験結果例
  - ・空気中での発火試験
  - 6回実施し、発火しないことを確認
- 自己発火性試験結果例
  - ・60℃を超える発熱は見られなかった(右図)
- 評価
  - 「危険物船舶輸送及び貯蔵規則」第3条四に定める「可燃性物質類」, クラス4.2”自然発火性物質(自己発熱性物質)に該当しない”



※1 消防庁・再生資源燃料等の危険性評価に関する研究報告書(H19年3月)  
 ※2 環境管理センター; 自然発火性試験, 自己発熱性試験結果より(H29年6月採取サンプル)

図資 1-34 乾燥汚泥輸送時の発火防止

乾燥汚泥貯留試験報告書(貯留・輸送時安全確認)

機種名	ヒーボン ITR	工番	MT85606	作成	2018年3月2日
機種	H-ITR-200				

承認	審査	担当

記号	訂正記事	年月日	訂正	承認

No	チェック	試験目的	方法	備考
1.		<p>貯留・輸送時の安全性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>自己発熱による発火防止</li> <li>管理指標の確認</li> <li>安全対策の効果確認</li> </ul> <p>※乾燥汚泥は自己発熱性が強く、乾燥汚泥ホツパのサイズによつては、室温 20℃程度でも蓄熱・昇温する傾向あり</p> <p>※熱分解開始温度 90℃</p>	<p>1) 日程；2017年12月29日0時～2018年1月9日16時(10日間)</p> <p>2) 場所；秦野市浄水管理センター 実証設備、乾燥汚泥ホツパ</p> <p>3) 方法；乾燥汚泥を貯留する乾燥汚泥ホツパおよび乾燥機内の品温などの変化を確認する。</p> <p>■ 乾燥汚泥ホツパ</p> <p>①乾燥汚泥：ホツパ内有効約11m<sup>3</sup>)に10 m程度(水分目標 20%W.B.)を貯留</p> <p>②通気；ホツパ臭気ダンプを全開とし、品温上昇への影響を確認する。</p> <p>③測定項目</p> <p>イ) 乾燥汚泥品温：3点(管理指標；急激な温度上昇が始まる温度)</p> <p>ロ) CO 濃度(管理指標；上記イ)項の温度に対応する濃度)</p> <p>ハ) O<sub>2</sub> 濃度(管理指標；上記イ)項に対応する濃度)</p> <p>④確認事項</p> <p>ニ) ホツパ内温度の急上昇までの時間(管理指標；保管・輸送の許容時間)</p> <p>ホ) ホツパ周囲温度(気温、管理指標；温度上昇を開始する気温)</p>	<p>危険予知活動</p> <p>①危険な箇所、作業の有無・対策</p> <p>イ) ホツパ、乾燥機内部、酸欠</p> <p>ロ) 火災発生</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>乾燥汚泥管理温度(水噴霧、(仮)115℃)</li> <li>試験では、安全のため80℃目安に通気停止などの処置を行う。また、ホツパ内温度低下を確認し、放置する。</li> </ul> <p>②対策</p> <p>イ) O<sub>2</sub>濃度警報計 携帯</p> <p>ロ) 温度、CO 濃度の監視</p>

図資 1-35 貯留試験報告書(1/7)

No	チェック	試験目的	方法	備考
		<p>試験目的</p> <p>※乾燥機内は、乾燥汚泥が伝熱管束によりバラけた状態で、蓄熱しにくいため、特に対策は必要ないことを確認したい。</p>	<p>■ 乾燥機</p> <p>① 乾燥汚泥；停止時の状態で貯留。(約 3.5t 予想)</p> <p>② 通気；あり(補修時を想定) ※通気量；脱臭装置ファンによる吸引量 シェル保温用蒸気トレース；停止</p> <p>③ 測定項目</p> <p>イ) 内部乾燥汚泥温度 3点(管理指標；急激な温度上昇が始まる温度)</p> <p>④ 確認事項</p> <p>ニ) ホッパ内温度の急上昇までの時間(管理指標；保管・輸送の許容時間)</p> <p>ホ) ホッパ周囲温度 (気温、管理指標；温度上昇を開始する気温)</p>	

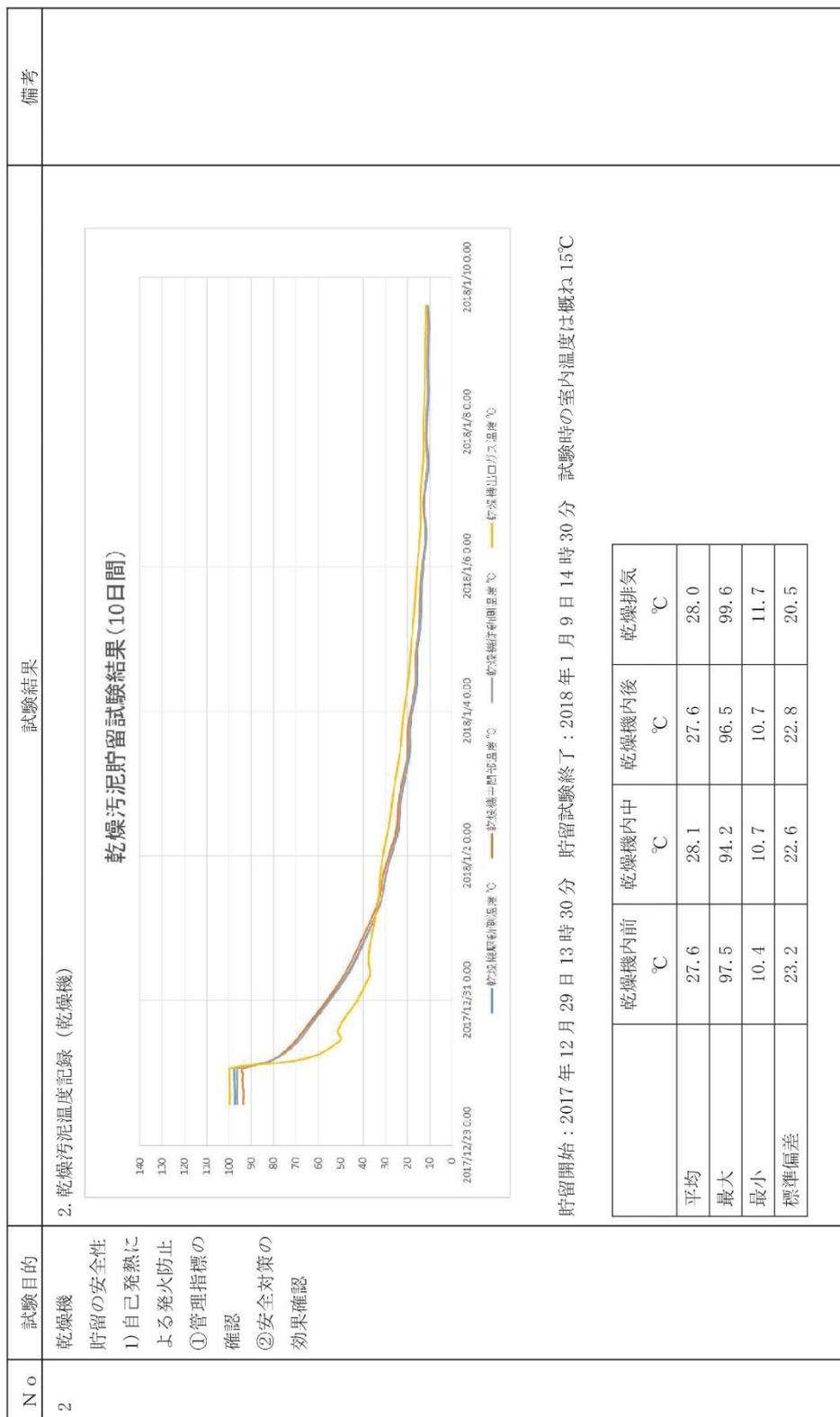
図資 1-35 貯留試験報告書 (2/7)

No	試験目的	試験結果	備考																																																
2	乾燥汚泥ホツパ 貯留・輸送時の安全性 1) 自己発熱による発火防止 ① 管理指標の確認 ② 安全対策の効果確認	<p>1. 乾燥汚泥温度記録 (乾燥汚泥ホツパ)</p> <table border="1" data-bbox="981 477 1220 1597"> <thead> <tr> <th>ホツパ内上</th> <th>ホツパ内中</th> <th>ホツパ内下</th> <th>ホツパ内</th> <th>ホツパCO</th> <th>ホツパ02</th> <th>No.1 ホツパ</th> <th>No.2 ホツパ</th> </tr> <tr> <th>°C</th> <th>°C</th> <th>°C</th> <th>°C</th> <th>ppm</th> <th>%</th> <th>°C</th> <th>°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均</td> <td>35.6</td> <td>47.4</td> <td>23.3</td> <td>26.3</td> <td>17.6</td> <td>11.1</td> <td>12.3</td> </tr> <tr> <td>最大</td> <td>47.6</td> <td>51.0</td> <td>40.7</td> <td>127.6</td> <td>19.3</td> <td>22.7</td> <td>26.5</td> </tr> <tr> <td>最小</td> <td>20.0</td> <td>19.1</td> <td>18.8</td> <td>2.1</td> <td>15.2</td> <td>6.8</td> <td>6.0</td> </tr> <tr> <td>標準偏差</td> <td>5.8</td> <td>4.0</td> <td>5.1</td> <td>21.5</td> <td>1.0</td> <td>2.8</td> <td>3.4</td> </tr> </tbody> </table> <p>貯留開始：2017年12月29日13時30分 貯留試験終了：2018年1月9日14時30分 試験時の室内温度は概ね15℃</p>	ホツパ内上	ホツパ内中	ホツパ内下	ホツパ内	ホツパCO	ホツパ02	No.1 ホツパ	No.2 ホツパ	°C	°C	°C	°C	ppm	%	°C	°C	平均	35.6	47.4	23.3	26.3	17.6	11.1	12.3	最大	47.6	51.0	40.7	127.6	19.3	22.7	26.5	最小	20.0	19.1	18.8	2.1	15.2	6.8	6.0	標準偏差	5.8	4.0	5.1	21.5	1.0	2.8	3.4	
ホツパ内上	ホツパ内中	ホツパ内下	ホツパ内	ホツパCO	ホツパ02	No.1 ホツパ	No.2 ホツパ																																												
°C	°C	°C	°C	ppm	%	°C	°C																																												
平均	35.6	47.4	23.3	26.3	17.6	11.1	12.3																																												
最大	47.6	51.0	40.7	127.6	19.3	22.7	26.5																																												
最小	20.0	19.1	18.8	2.1	15.2	6.8	6.0																																												
標準偏差	5.8	4.0	5.1	21.5	1.0	2.8	3.4																																												

図資 1-35 貯留試験報告書 (3/7)

No	確認項目	試験結果	備考																			
	<p>乾燥汚泥ホッパ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 10%以下過乾燥防止</li> <li>2. 貯留開始温度 40℃以下</li> <li>3. 熱分解開始温度 140℃以下</li> <li>4. CO&lt;3000ppm (監視項目)</li> <li>5. 80℃以上で換気遮断処置</li> </ol>	<p>試験結果</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 20%W.B程度に自動制御され過乾燥無し</li> <li>2. 40℃</li> <li>3. 最大51℃</li> <li>4. 最大127ppm</li> <li>5. 温度の異常上昇は無く実施なし。換気遮断、水噴霧などの処置は今回不要であった。</li> </ol> <p>① 貯留試験 結果判定</p> <table border="1" data-bbox="726 795 933 1467"> <thead> <tr> <th>管理基準</th> <th>結果</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>乾燥汚泥水分</td> <td>10%以上</td> <td>20%</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>貯留開始温度</td> <td>40℃以下</td> <td>40℃</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>熱分解開始温度</td> <td>140℃</td> <td>最大51℃</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>CO濃度</td> <td>&lt;3000ppm</td> <td>最大127</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>確認項目で異常な結果は無かったが、一般的な下水乾燥汚泥と同様に自己発熱性や自己酸化性の傾向はフィールドの汚泥にもある事が確認できた。</p>	管理基準	結果	判定	乾燥汚泥水分	10%以上	20%	○	貯留開始温度	40℃以下	40℃	○	熱分解開始温度	140℃	最大51℃	○	CO濃度	<3000ppm	最大127	○	<p>温度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ホッパ内の乾燥汚泥は貯留開始温度 40℃から6時間程度で50℃程度に上昇後、ホッパ内下部と上部の乾燥汚泥温度は徐々に低下した。また、ホッパ内中の温度は継続して50℃程度となった。</li> <li>・熱分解開始温度 140℃の70℃以下で管理するように温度上昇時に換気遮断の準備をして試験を実施したが、異常な温度上昇は無く換気遮断は実施しなかった。</li> <li>・COは貯留初期に発生するが、監視項目に対し低濃度である(平均26、初期最大128ppm)</li> <li>・O2は平均18 最小15%で外気より低くなる</li> </ul>
管理基準	結果	判定																				
乾燥汚泥水分	10%以上	20%	○																			
貯留開始温度	40℃以下	40℃	○																			
熱分解開始温度	140℃	最大51℃	○																			
CO濃度	<3000ppm	最大127	○																			

図資 1-35 貯留試験報告書(4/7)



図資 1-35 貯留試験報告書 (5/7)

No	確認項目	試験結果	備考																			
	<p>乾燥機</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>10%以下過乾燥防止</li> <li>熱分解開始温度 140℃以下</li> <li>80℃以上で換気遮断処置</li> </ol>	<p>1. 20%W. B程度に自動制御され過乾燥無し</p> <p>2. 最大 100℃</p> <p>3. 温度の異常上昇は無く実施なし</p> <table border="1" data-bbox="614 795 798 1467"> <caption>乾燥汚泥ホップ貯留試験 結果判定</caption> <thead> <tr> <th>管理基準</th> <th>結果</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>乾燥汚泥水分</td> <td>10%以上</td> <td>20%</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>貯留開始温度</td> <td>40℃以下</td> <td>40℃</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>熱分解開始温度</td> <td>140℃</td> <td>最大 51℃</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>CO 濃度</td> <td>&lt;3000ppm</td> <td>最大 127</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>確認項目で異常な結果は無かったが、一般的な下水乾燥汚泥と同様に自己発熱性や自己酸化性の傾向はフィードの汚泥にもある事が確認できた。</p>	管理基準	結果	判定	乾燥汚泥水分	10%以上	20%	○	貯留開始温度	40℃以下	40℃	○	熱分解開始温度	140℃	最大 51℃	○	CO 濃度	<3000ppm	最大 127	○	<p>乾燥機</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①乾燥汚泥；停止時の状態(約 3.5t)</li> <li>②通気；あり(補修時を想定)</li> </ol> <p>※通気量；脱臭装置ファンによる吸引量</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>③シエル保温用蒸気トレース 停止</li> <li>④測定項目</li> </ol> <p>イ)内部乾燥汚泥温度 3点(管理指標；急激な温度上昇が始まる温度)</p> <p>※乾燥機設置、温度計</p> <p>※温度急上昇があった場合は、通気停止以上の条件で乾燥機内貯留試験を実施した。</p> <p>内部温度、排気温度は時間とともに低下した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・乾燥機内は、乾燥汚泥が伝熱管束によりバラけた状態で、蓄熱しにくいため、特に対策は必要ないことを確認した</li> </ul>
管理基準	結果	判定																				
乾燥汚泥水分	10%以上	20%	○																			
貯留開始温度	40℃以下	40℃	○																			
熱分解開始温度	140℃	最大 51℃	○																			
CO 濃度	<3000ppm	最大 127	○																			

図資 1-35 貯留試験報告書 (6/7)

No	確認項目	結論	備考
3	<p>結論</p> <p>1. 乾燥汚泥ホップ貯留試験</p>	<p>室内温度が概ね 15℃の冬季条件において、過乾燥防止 (20%)、製品 40℃冷却貯蔵、貯蔵時の過剰通気防止、実証機ホップサイズ (2m) の条件で 10 日間の貯留試験を実施し、異常な温度上昇、異常なガス発生が無いことを確認した。</p> <p>※乾燥汚泥ホップの対策 (管理方法)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 過乾燥防止 (自動制御)</li> <li>2. 製品冷却貯蔵 (冷却コンベヤ)</li> <li>3. 過剰換気禁止</li> <li>4. CO 監視 (2000) ppm で警報、水噴霧</li> <li>5. ホップ内温度監視 (80℃警報、115℃水噴霧)</li> </ol>	<p>引き続き下記安全対策継続が有効と考える。</p>
	<p>2. 乾燥機内貯留試験</p>	<p>乾燥機内の滞留物についても 10 日間の貯留試験を行い、異常な温度上昇が無いことを確認した。</p> <p>※乾燥機の対策 (管理方法)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 過乾燥防止 (自動制御)</li> <li>2. 停止中トレース蒸気停止</li> </ol> <p>以上</p>	

図資 1-35 貯留試験報告書 (7/7)

## 1. 2. 3. 2 評価指標：市場性

ユーザーニーズを調査するため、発電事業者、セメント会社、製紙会社及び電力会社にアンケートまたはヒアリングを行なって調査した。その結果、表資 1-24 に示すように条件付きで受け入れ可能な 1 自治体、2 事業者が確認された。

このうち A 市(ごみ焼却発電)は、実証フィールドで生産する乾燥汚泥をそのまま受け入れ可能であることから、後述する全体効果ではこの事例を参考に FS を検討した。

また、具体的案件が浮上した場合の条件付ではあるが、新規 DBO 案件では有価の処理も期待できる例を確認できた(表資 1-24 P 社)。

一方で、受入できないとの回答があった自治体、事業者は、新たな受入余地が無いことや周辺住民の理解を得ることが困難、収益性が期待できないなどの理由を挙げている。また、焼却炉への影響を懸念するケースもあった。(表資 1-25[p. 178])。

現状、乾燥汚泥を受け入れていないユーザーには、設備への影響や改造、周辺住民への説明など新たな負担が発生することから、実証フィールドの事例を参考にすることの方策が有効と考えられる。

参考資料として各事業所から聞き取ったアンケート調査票(図資 1-36[p. 179~189])を添付する。

表資 1-24 燃料化／市場調査結果

	アンケート先	燃料輸送車両	受入時 荷姿	燃料貯蔵方法	設備改造	燃料品質ニーズ	臭気 対策	処理費用 年間使用量	備考
条件 付で 受入 可	A市 (ごみ焼却発電)	天蓋ダンプ トレーラー トラック	バラ積み	産業廃棄物 ピット	不要	フレーク状で可	不要	22,000円/t- wet	産業廃棄物の受入 FSではA市の処理 費用を参考
	B社 (セメント会社)	天蓋ダンプ コンテナ車両	バラ積み	建屋等の燃料 保管場所	不要 (脱水汚泥 受入れ設 備に投入)	・フレーク状で可 ・水分15~30% (発塵しないこと) ・発熱量 18,000kJ/kg以上 ・リン成分低減要	不要 (実証設備の 乾燥汚泥臭 気レベルで 可)	25,380円/t- wet 350t/年	・産業廃棄物の受入 ・下水汚泥の供給 が多く飽和状態で、 需要を上回っている
	C社 (廃棄物発電)	天蓋ダンプ コンテナ車両 ジェットバック車 トレーラー トラック	バラ積み フレコン	産業廃棄物 ピット	不要	自己発熱性試験 24h中の最高温度 上昇70℃以下 (ワイヤーバスケット 試験)	不要	35,000円/t- wet以上	産業廃棄物の受入
	P社	ジェットバック車	バラ積み	—	新規設備	フレーク状	不要	有価	新規DBO案件

※アンケート・ヒアリング方法

1. 乾燥汚泥の外観写真、分析結果を記載したアンケート用紙を送付。21箇所アンケート依頼し、15箇所より回答を得た。
2. 電力会社、プラントメーカーへヒアリング

表資 1-25 燃料化／市場調査／受入れ不可

	アンケート先	設備改造	既設設備への影響評価	臭気対策	燃料品質	収益性	備考
受入不可	D社 (発電事業者)	受入設備の改造必要	粉碎設備、燃焼設備への影響評価必要	周辺住民の理解を得ることが困難	—	収益メリットが期待できない	
	E社 (自家発電設備)	—	—	周辺住民の理解を得ることが困難	—	—	A工場、B工場 2工場へ調査
	F社 (自家発電設備)		粉碎設備、燃焼設備への影響評価必要		燃料形状が細かく、浮遊燃焼する		炉で燃焼温度が上昇し、クリンカ生成
	G社 (自家発電設備)	新たな受入余地がない					B社(セメント会社)の別工場
	H市 (ゴミ焼却発電)	新たな受入余地がない				収益メリットが期待できない	
	I市 (ゴミ焼却発電)	産業廃棄物の受入不可					
	J市 (ゴミ焼却発電)	産業廃棄物の受入不可					
	K事業者 (バイオマス発電所)		粉碎設備、燃焼設備への影響評価必要	周辺住民の理解を得ることが困難		収益メリットが期待できない	
	L事業者 (バイオマス発電所)	受入設備の改造必要					新たな受入余地がなく、手続きも困難
	M社 (セメント会社)	受入設備の改造必要	粉碎設備、燃焼設備への影響評価必要		五酸化ニリンが受入れ基準越え		新たな受入余地がないが、可能性あり
	N社 (廃棄物発電)	受入設備の改造必要	粉碎設備、燃焼設備への影響評価必要			収益メリットが期待できない	
	O市 (汚泥燃料化事業)						DBO方式で民間同市で取引

## 1. 目的

「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事業」において、下水汚泥から製造される「乾燥汚泥の燃料に関する市場規模の調査」についてアンケートを実施し、今後の市場規模の把握することを目的とする。

## 2. アンケート実施期間

平成 29 年 10 月 16 日～平成 29 年 11 月 14 日（30 日間）

## 3. アンケート内容と送付方法

別紙の「乾燥汚泥の燃料利活用に関するアンケート」（別紙 1）を、対象企業に対して電子メールと郵送で送付した。

また電子メールおよび郵送したアンケートと同一内容のインターネットアンケートを準備し、その URL を連絡した。

## 4. アンケート対象企業

アンケート対象企業は、19 者、21 箇所に対して依頼し 15 箇所より回答を得た。

## 5. アンケート結果

### ①現時点では受入れ不可と回答をした事業者等の回答

「乾燥汚泥の燃料に関する市場規模の調査 結果整理（1）」（別紙 2）に整理した。

### ②「条件によって受入れの可能性あり」と回答した事業者等の回答

「乾燥汚泥の燃料に関する市場規模の調査 結果整理（2）」（別紙 3）に整理した。

図資 1-36-1 乾燥汚泥の燃料に関する市場規模の調査結果概要

別紙 1

2017年10月16日

乾燥汚泥の燃料利活用に関するアンケート

&lt;お伺いしたい内容&gt;

貴社にお伺いしたい内容は以下のとおりです。

① ご担当者さまのご所属等の情報	問. 1
② 乾燥汚泥の受入の可能性について	問. 2
③ 乾燥汚泥を受入れられない理由	問. 3
④ 乾燥汚泥の受入条件等	問. 4～13

&lt;アンケートの回答方法&gt;

下記期限までに下記に示す方法のいずれかにてご回答をお願い申し上げます。

ご回答期限	平成29年11月14日（火曜日）
-------	------------------

ご回答方法	ご回答の宛先
①インターネットアンケート	<ul style="list-style-type: none"> <li>下記電子メールでご案内するインターネットアンケート（URL： [REDACTED]</li> </ul>
②電子メール	<ul style="list-style-type: none"> <li>電子メール本文に記載のアンケートご回答用紙</li> <li>調査業務委託先：[REDACTED]</li> <li>E-mail：[REDACTED]</li> <li>担当：[REDACTED]</li> </ul>
③本アンケートご回答用紙	<ul style="list-style-type: none"> <li>返信用封筒によりご郵送</li> <li>調査業務委託先：[REDACTED]</li> <li>[REDACTED]</li> <li>[REDACTED]</li> <li>担当：[REDACTED]</li> </ul>

### 検討対象の乾燥汚泥について

#### 1. 外観

検討対象の乾燥汚泥の外観は下記の写真の通りのフレーク状で、大きさ（粒径）はふるい分け試験の結果、約0.9mm～2mm程度が90%以上を占めています。



#### 2. 燃料性状について

乾燥汚泥の燃料性状を下記に示します。

評価項目		測定値	評価項目		測定値	評価項目		測定値
工業分析	固有水分	12.7 %	微量元素・含有重金属等	カドミウム	0.6 mg/kg	灰の組成分析	SiO <sub>2</sub>	20 %
	灰分	9.9 %		砒素	2.4 mg/kg		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19 %
	揮発分	76.9 %		鉛	12 mg/kg		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.3 %
	固定炭素	13.6 %		全クロム	16 mg/kg		CaO	12 %
全硫黄	0.57 %	総水銀		0.24 mg/kg	MgO		4 %	
元素分析	炭素	47.6 %		セレン	<0.5 mg/kg		Na <sub>2</sub> O	4.1 %
	水素	6.41 %		フッ素	68 mg/kg		K <sub>2</sub> O	1.5 %
	窒素	5.99 %		ホウ素	13 mg/kg		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	32 %
	酸素	29.6 %		ベリリウム	<1 mg/kg		SO <sub>3</sub>	1.1 %
	燃焼性硫黄	0.57 %			TiO <sub>2</sub>		0.9 %	
	全塩素	0.06 %			灰溶融点 (準JIS規格)	1050 °C		
発熱量	総発熱量 (高位発熱量)	22000 kJ/kg			融点	1060 °C		
	員発熱量 (低位発熱量)	20600 kJ/kg						

評価項目	測定値
自然発火性試験	・発火回数：0/6回 ・自然発火性物質非該当(国連勧告試験)
自己発熱性試験	・最高到達温度159.9℃ ・自己発熱性物質非該当(国連勧告試験)
粉じん爆発下限値濃度	・150-160 g/m <sup>3</sup> ・爆発危険性：低い

#### 3. 乾燥汚泥の最大供給可能量

乾燥汚泥の最大供給可能量は3000 t/年程度（10 t/日程度×300日/年）です。

図資 1-36-2 乾燥汚泥の燃料に関する市場規模の調査アンケート (2/8)

## アンケート

問. 1 ご担当者さまのご所属等の情報をご教示ください。

選択肢	ご回答
1. 貴社名	
2. 部署	
3. 氏名	
4. 電話番号	

問. 2 乾燥汚泥の受入れの可能性についてご教示ください。

下記1～2に○を付けてください。

質問	ご回答
1. 条件によって受入れの可能性あり	
2. 現時点では受入れ不可	

・選択肢「1」を選択された場合、質問. 4～13にご回答願います。

・選択肢「2」を選択された場合、質問. 3にご回答願います。

問. 3 現時点では受入れ不可とご回答された理由をご教示下さい。

下記1～6に○を付けてください。（複数回答可）

該当しない場合、下記7に自由記述でご記載願います。

選択肢	ご回答
1. 燃料の臭気による周辺住民の理解を得る事が困難	
2. 粉碎設備、燃焼設備等への影響評価に時間や費用を要する	
3. 乾燥汚泥の利用に伴う収益等のメリットを期待できない	
4. 燃料受入れ設備等の改造を要する	
5. 使用燃料追加による各種手続きに対応できない	
6. 乾燥汚泥の性状が貴社の燃料受入れ基準値を超過している	
7. その他（自由記載）	

・選択肢「6」を選択された場合のみ、問. 3-1 をご回答願います。

**問. 3-1 燃料受け入れ基準を超過した項目と基準値をご教示ください。**

下記記入欄に対象項目と基準値をご記載願います。

非公表の場合、「非公表」とご記載願います。

対象物質	基準値

**問. 4 乾燥汚泥を受入れる場合の位置づけをご教示ください。**

下記1～2に○を付けてください。

選択肢	ご回答
1. 燃料として購入の可能性あり	
2. 産業廃棄物（サーマルリサイクル）として引取りの可能性あり	

**問. 5 乾燥汚泥を受入れる場合の燃料貯蔵方法についてご教示ください。**

下記1～2に○を付けてください。

該当しない場合、下記3に自由記述でご記載願います。

選択肢	ご回答
1. 建屋等の燃料保管場所に貯蔵	
2. サイロに貯蔵	
3. その他（自由記載）	

**問. 6 乾燥汚泥を受入れる場合、貯蔵、払出し、粉碎等の設備改造要否をご教示ください。**

下記1～2に○を付けてください。

選択肢	ご回答
1. 改造の必要あり	
2. 改造の必要なし	

・選択肢「1」を選択された場合のみ、問. 6-1 をご回答願います。

**問. 6-1 改造が必要となる設備をご教示ください。**

下記1～3に○を付けてください。（複数回答可）

該当しない場合、該当設備を下記4にご記載願います。

非公表の場合、下記5に○を付けてください。

選択肢	ご回答
1. 貯蔵設備（サイロ等）	
2. 払出し設備（燃料投入用コンベア等）	
3. 粉碎設備（ミル設備等）	
4. その他（自由記載）	
5. 非公表	

**問. 7 乾燥汚泥を受入れる場合の荷姿と燃料輸送車両をご教示ください。**

下記1～3に○を付けてください。（複数回答可）

該当しない場合、下記4に自由記述でご記載願います。

選択肢	ご回答
1. [バラ積み] 天蓋ダンプ、コンテナ車等	
2. [バラ積み] ジェットバック車	
3. [フレコン] トレーラー、トラック等	
4. その他（自由記載）	

**問. 8 乾燥汚泥を受入れる場合の燃料形状の条件をご教示ください。**

下記1～2に○を付けてください。

選択肢	ご回答
1. 造粒等の加工をしないフレーク状の乾燥汚泥が良い	
2. 造粒の必要がある	

・選択肢「2」を選択された場合のみ、問. 8-1 をご回答願います。

**問. 8-1 乾燥汚泥の造粒が必要な場合、最低粒径の目安をご教示ください。**

下記1～4に○を付けてください。

該当しない場合、下記5に自由記述でご記載願います。

選択肢	ご回答
1. 1 mm以上	
2. 5 mm以上	
3. 10 mm以上	
4. 20 mm以上	
5. その他（自由記載）	

**問. 9 乾燥汚泥の受入れに必要な臭気対策の要否をご教示ください。**

下記1～2に○を付けてください。

選択肢	ご回答
1. 臭気対策は不要	
2. 臭気対策は必要	

・選択肢「2」を選択された場合のみ、質問. 9-1 をご回答願います。

**問. 9-1 必要となる臭気対策をご教示ください。**

下記1～3に○を付けてください。（複数回答可）

該当しない場合、下記4に自由記述でご記載願います。

選択肢	ご回答
1. 密閉車両（天蓋ダンプ、ジェットバック車等）での輸送が必須	
2. 貯蔵設備等に脱臭装置の設置が必須	
3. コンベア等のカバー（ケーシング）が必須	
4. その他（自由記載）	

## 問. 10 使用燃料の自然発火等安全に関する受入れ基準についてご教示ください。

下記1～2に○を付けてください。

選択肢	ご回答
1. 自然発火や発生ガス等に関する受入基準を定めている	
2. 自然発火や発生ガス等に関する受入基準を定めていない	

・選択肢「1」を選択された場合のみ、質問. 10-1をご回答願います。

## 問. 10-1 自然発火等安全に関する指標についてご教示ください。

燃料の自然発火性等の安全に関する受入れ基準を定めている場合、その値について下記1～2にご記載願います。

下記1～2以外の基準を設定されている場合、下記3にその試験方法と値をご記載願います。設定していても非公表の場合、下記4に○を付けてください。

質問	ご回答
1. 自然発火性試験※	6回の測定中の発火回数 回
2. 自己発熱性試験※	24時間中の最高温度 ℃
3. その他（自由記載）	
4. 設定しているが非公表	

※国連勧告試験マニュアルによる試験方法

## 問. 11 受入れコストについてご教示ください。

乾燥汚泥の受渡しを貴社ご指定場所とすることを条件に、受入コストの目安をご教示願います。

現時点でのご回答が難しい場合、下記3に○を付けて下さい。

質問	ご回答
1. 燃料利用の場合 : 購入価格の目安	約 円/t 以下
2. 産業廃棄物処理の場合 : 処理費用の目安	約 円/t 以上
3. 今後の交渉による	

**問. 12 燃料性状等の受入条件をご教示ください。**

下記項目に関する受入目安をご教示願います。

設定がない場合、「—」（ハイフン）をご記載願います。

質問	ご回答
1. 最低受入れ量	約 t/月以上
2. 含水率の上限値	%程度
3. 灰分率の上限値	%程度
4. 発熱量の下限値；真発熱量	k cal/kg以上 ( k J/kg 以上)

**問. 13 その他ご要望が御座いましたらをご教示ください。**

乾燥汚泥の受入れをご検討するにあたり、ご要望が御座いましたら下記の記入欄に自由記述でご記載願います。

その他ご要望（必要に応じてご記載願います。）

お伺いしたい内容は以上です。お忙しい中、ご協力ありがとうございました。

乾燥汚泥の燃料に関する市場規模の調査 結果整理（1）

－ 「現時点では受入れ不可」と回答をした事業者 －

	ご担当部署		受入れ不可			その他 ご要望	備考
			理由	受入基準			
				超過項目	基準値		
<b>電力会社</b>							
発電事業者 A <b>D社</b>	—	—	・燃料の臭気による周辺住民の理解を得ることが困難 ・粉砕設備、燃焼設備等への影響評価に時間や費用を要する ・乾燥汚泥の利用に伴う収益等のメリットを期待できない ・燃料受入れ設備等の改造を要する	—	—	—	一担当箇所からの回答
発電事業者 B	—	—	—	—	—	—	未回答
<b>自家発電設備</b>							
自家発電設備 所有事業者 A <b>E社</b>	a工場	工務部	・燃料の臭気による周辺住民の理解を得ることが困難	—	—	—	—
	b工場	工務部	・燃料の臭気による周辺住民の理解を得ることが困難	—	—	—	—
自家発電設備 所有事業者 B <b>F社</b>	a工場	施設部	・粉砕設備、燃焼設備等への影響評価に時間や費用を要する ・燃料形状が細かすぎる (当工場のボイラの場合、フレーク状では浮遊燃焼してしまい、燃焼室温度が上昇しグリンカを生成してしまう。)	—	—	—	—
自家発電設備 所有事業者 C <b>G社</b>	a工場	環境事業部	・新たな燃料の受入れ余地がない	—	—	—	—
自家発電設備 所有事業者 D	—	—	—	—	—	—	未回答
<b>ゴミ焼却発電設備</b>							
ゴミ焼却発電設備 所有事業者 A <b>H市</b>	施設課	施設課	・乾燥汚泥の利用に伴う収益等のメリットを期待できない ・現在、当施設へのごみ搬入量の減量化を進めている中で、新たに搬入量を増やす事は出来ないため	—	—	—	—
ゴミ焼却発電設備 所有事業者 B <b>I市</b>	施設課	施設課	・一般廃棄物処理施設であり、産業廃棄物の受入れを行わないため	—	—	—	—
ゴミ焼却発電設備 所有事業者 C <b>J市</b>	—	—	・一般廃棄物処理施設であり、産業廃棄物の受入れを行わないため (汚泥は下水道処理施設にて処理)	—	—	—	—
<b>バイオマス発電所</b>							
バイオマス発電事業者 A <b>K事業者</b>	電力需給部	電力需給部	・燃料の臭気による周辺住民の理解を得ることが困難 ・粉砕設備、燃焼設備等への影響評価に時間や費用を要する ・乾燥汚泥の利用に伴う収益等のメリットを期待できない	—	—	—	—
バイオマス発電事業者 B <b>L事業者</b>	—	—	・燃料受入れ設備等の改造を要する ・使用燃料追加による各種手続きに対応できない ・新たな燃料の受入れ余地がない	—	—	—	—
バイオマス発電事業者 C	—	—	—	—	—	—	未回答
バイオマス発電事業者 D	—	—	—	—	—	—	未回答
<b>セメント会社（セメント原料利用）</b>							
セメント会社 A <b>M社</b>	a工場	原燃料リサイクル部	・粉砕設備、燃焼設備等への影響評価に時間や費用を要する ・燃料受入れ設備等の改造を要する ・乾燥汚泥の性状が燃料受入れ基準を超過している ・現時点では乾燥汚泥を使用する余力が無い状況 (今後の操業次第で状況が変わってくる場合もあり) →その際、処理費は交渉による。また、含水率の上限0～3%、発熱量の下限値4000kcal/kg以上を希望	五酸化二リン	非公開	—	—
<b>廃棄物発電、サーマルリサイクル等</b>							
廃棄物発電事業者 A <b>N社</b>	事業開発部	事業開発部	・粉砕設備、燃焼設備等への影響評価に時間や費用を要する ・乾燥汚泥の利用に伴う収益等のメリットを期待できない ・燃料受入れ設備等の改造を要する	—	—	—	—
廃棄物発電事業者 B	—	—	—	—	—	—	未回答
<b>汚泥燃料化事業（汚泥乾燥技術）</b>							
汚泥燃料化事業 発注自治体 <b>O市</b>	—	—	当県で実施している下水汚泥固形燃料化事業において、固形燃料の受入は受注業者が民衆の契約で決定している 受注業者を通して、アンケート回答について回答可能な確認を行ったところ、協力できない旨の回答があったため	—	—	—	—

図資 1-36-3 乾燥汚泥の燃料に関する市場規模の調査アンケート回答（1/2）

平成29年12月25日

乾燥汚泥の燃料に関する市場規模の調査 結果整理 (2)

－ 「条件によって受入りの可能性あり」と回答をした事業者 －

【別紙3】

ご担当部署	乾燥汚泥の位置づけ	燃料貯蔵方法	設備改造	受荷の荷姿	燃料輸送車両	燃料形状	自然発火等安全に関する受入れ基準		受入コスト	燃料性状等の受入条件	その他ご要望	備考	
							臭気対策	設定の有無					拒絶
							燃費削減	処理費用					
<b>ゴミ焼却発電設備</b>													
環境農政課	産業廃棄物 (セメント)	産業物ピット	不要	「バラ積み」	天蓋タンク、トレーラー、トラック	フルーク状	不要	なし	2.2万円/t以上	—	—	—	
<b>セメント会社 (セメント原料利用)</b>													
a工場 セメント会社 B <b>B社</b>	産業廃棄物 (セメント)	建屋等の燃料保管場所	不要	「バラ積み」	天蓋タンク、コンテナ車等	フルーク状	不要	あり	今般の交渉による	[最低受入れ量] 20 t/月以上 [含水率の上限] 15%程度 [灰分率の上限] 15%程度 [発熱量の下限値] 18,000 kJ/kg以上 (約4300kcal/kg以上)	—	・臭気対策については、既に現状受入させていただいている養育中様の乾燥汚泥と同様のレベルであれば特に対策の必要はないと見解です。 ・特丁の含有率については今回ご提示いただいた分析データレベル以下の処理をお願い致します。	
<b>産業物発電、サーマルサイクル等</b>													
企画部 a工場 産業物発電事業者 C <b>C社</b>	産業廃棄物 (セメント)	産業物ピット	不要	「バラ積み」 [リフレコ]	天蓋タンク、コンテナ車等、シボットの車、トレーラー、トラック等	フルーク状	不要	あり	3.5万円/t以上	—	—	—	

※国連通信記録マニュアルによる記録方法

図資 1-36-3 乾燥汚泥の燃料に関する市場規模の調査アンケート回答 (2/2)

## 1. 2. 4 評価項目 4 全体効果

## 1. 2. 4. 1 評価指標；総費用（年価換算値）縮減効果

肥料化、燃料化の調査で得られた乾燥汚泥の処理費用を参考に、総費用（年価換算値）を算出した結果を、小型乾燥機は図資 1-37～図資 1-39(p. 210～211)、中型乾燥機は図資 1-40～図資 1-42(p. 212～213)に示す。

尚、算出するにあたり使用した条件を以下に示す。

- ・ 設備の耐用年数(表資 1-26)
- ・ 建設工事費デフレーター(表資 1-27[p. 191])
- ・ 維持管理費試算に用いた各ユーティリティ単価(表資 1-28[p. 191])
- ・ 総費用（年価換算値）、維持管理でのエネルギー使用量、維持管理での温室効果ガス排出量算出条件計算書(表資 1-29[p. 192～199])
- ・ CO<sub>2</sub> 排出量原単位(表資 1-30[p. 200])
- ・ N<sub>2</sub>O 排出量原単位(表資 1-31[p. 200])
- ・ エネルギー原単位(表資 1-32[p. 200])
- ・ 小型乾燥機(実証設備規模)の建設費算出方法(表資 1-33[p. 201])
- ・ 小型乾燥機(実証設備規模)の機械設備工事内訳(表資 1-34[p. 201])
- ・ 小型乾燥機(実証設備規模)の熱・物質収支(表資 1-35 [p. 202～203])
- ・ 小型乾燥機(実証設備規模)の維持管理費(表資 1-36[p. 204])
- ・ 中型乾燥機(実証設備 2 倍規模)建設費算出方法(表資 1-37[p. 205])
- ・ 中型乾燥機(実証設備 2 倍規模)の機械設備工事内訳(表資 1-38[p. 205])
- ・ 中型乾燥機(実証設備 2 倍規模)の熱・物質収支(表資 1-39[p. 206～207])
- ・ 中型乾燥機(実証設備 2 倍規模)の維持管理費(表資 1-40[p. 208])
- ・ 小型乾燥機・中型乾燥機仕様(表資 1-41[p. 209])

表資 1-26 設備の耐用年数

設備	項目	耐用年数
本技術	土木設備工事	45 年
自己熱再生型ヒート ポンプ式高効率下水 汚泥乾燥設備	機械・電気設備工事	20 年
	既設改造工事	20 年

※1 国土交通省国土技術政策総合研究所資料：B-DASH プロジェクト No. 4 廃熱利用型低コスト下水汚泥固形燃料化技術導入ガイドライン（案）p. 42(H26 年 8 月)

表資 1-27 建設工事費デフレーター

工事種別	2004 年度（基準年）	2017 年度 7 月
下水道	92.9	106.0
換算係数 $\beta = 106.0 \div 92.9 = 1.14$		

出典：国土交通省 HP 建設工事費デフレーター

表資 1-28 維持管理費試算に用いた各ユーティリティ単価

項目	単位	値	備考	出典
電力	円/kWh	15		H28補助業務※1、H29公募資料※2
上水	円/m <sup>3</sup>	200		H28公募資料※2
A重油	円/L	71		H28公募資料
LPG	円/kg	89	ローリー	建設物価 H30.2月※3
次亜塩素酸ナトリウム	円/kg	40		H28補助業務※1

※1: H28補助業務「下水道革新的技術の導入検討に関する技術資料作成業務」  
 ※2: 平成28年度下水道革新的技術実証事業公募資料「革新的技術のコスト算定に当たっての留意事項」  
 ※3: 建設物価、H30、2月

表資 1-29 総費用（年価換算値）、維持管理でのエネルギー使用量、  
維持管理での温室効果ガス排出量算出条件計算書(1/8、小型乾燥機[1/4])

## 1. 算定条件

## 1) 施設規模

年処理脱水汚泥量	$X_y =$	8,280 [t/年]	実績処理量より乾燥機 仕様処理量
乾燥機年間稼働日数		300 [日/年]	24 [h/日] 7,200 [h/年]
日処理脱水汚泥量	$X_{rd} =$	27.6 [t/日]	実績処理量より乾燥機 仕様処理量
施設規模	$X_d =$	34.5 [t/日] ※1	計画処理水量より下水処理施設規模

## 2) 脱水汚泥

水分	$w_{1s} =$	78.0 [%W. B.]
乾燥設備 投入量	$F_1 =$	1,150 [kg/h]
	$F_0 =$	253 [kg-D. S. /h]
	$F_{0y} =$	1,822 [t-D. S. /年]

## 3) 乾燥汚泥

水分	$w_{2s} =$	20 [%W. B.]
乾燥汚泥生産量	$F_2 =$	316.3 [kg/h]
	$F_{2y} =$	2,277 [t/年]
乾燥機 水分蒸発量	$W =$	834 [kg/h]
	$W_y =$	6,003 [t/年]

※1 国土交通省都市・地域整備局下水道部，社団法人日本下水道協会；バイオソリッド利活用基本計画策定マニュアル、p-55、90～91（2004）

## 4) 設備の耐用年数

土木建築施設、機械設備、電気設備の耐用年数及び残存価値は、引用文献※2と同等とし、耐用年数は下記表1に示す年数とする。また、残存価値は0%とする。

表1 設備の耐用年数※2

設備区分	耐用年数 [年]
土木建築施設	45
機械設備	20
電気設備	20

## 5) 建設費から建設費年価へ換算する係数※1

建設費年価=建設費× $\{i(1+i)^n \div [(1+i)^n - 1]\}$   
 利率  $i = 2.3\%$

$$\alpha_i = i(1+i)^n \div [(1+i)^n - 1]$$

土木建築施設	$\alpha_1 =$	0.03590
機械設備	$\alpha_2 =$	0.06294
電気設備	$\alpha_3 =$	0.06294

※2 国土交通省 国土技術総合政策総合研究所：B-DASHプロジェクト No.4、廃熱利用型 低コスト下水汚泥固形燃料化技術 導入ガイドライン（案），p-40～43，国土技術政策総合研究所資料（2014）

## 6) 建設工事費の補正

土木建築費用関数※1は、平成16年度の費用関数であることから、下表の建設工事費デフレクター※3の係数を使用した現在価格へ換算する。

工事種別	2004年度（基準年）	2017年度7月
下水道	92.9	106.0

※3 国土交通省HP 建設工事デフレクター

$$\text{換算係数 } \beta = 106.0 \div 92.9$$

$$\beta = 1.14$$

表資 1-29 総費用（年価換算値）、維持管理でのエネルギー使用量、  
維持管理での温室効果ガス排出量算出条件計算書(2/8、小型乾燥機[2/4])

## 2. 試算結果

## 1) 建設工事費

- ① 土木建築建設費<sup>※1</sup>；既設建屋流用とし、下記費用は含まない。既設建屋流用でないケースでは、下記費用を含める。

$$Y_{1-1} = 12.3 \times Xd^{0.941} \times \beta \quad \text{本検討では、該当}$$

$$\beta = 344.3 \times \beta$$

計算結果  $Y'_{1-1} = 393$  [百万円]

採用値  $Y_{1-1} = 393$  [百万円]

## ② 機械建設費

$Y_{2-1}$  = 実証フィールドの価格とする。また、脱臭炉 20百万円を含む。

$$Y_{2-1} = 493 \text{ [百万円]}$$

- ③ 電気建設費<sup>※4</sup>；既設供給電源を流用とし、下記費用は含まない。既設電源を流用せず、新設する場合は、下記費用を含める。

$$Y_{3-1} = 12.053F_0^{0.5158} \quad \text{本検討では、該当}$$

計算結果  $Y'_{3-1} = 209$  [百万円]

採用値  $Y_{3-1} = 209$  [百万円]

建設工事費の合計

$$\Sigma Y_{i-1} = 1,095 \text{ [百万円]}$$

※4 国土交通省 国土政策技術総合研究所：全国の乾燥設備を保有する処理場を実施したアンケートより算出した一般費用関数による(2017)

## 2) 建設工事費 年価

- ① 土木建築建設費年価

$$Y_{1-2} = Y_{1-1} \times \alpha_1$$

$$Y_{1-2} = 14.1 \text{ [百万円/年]}$$

- ② 機械建設費年価

$$Y_{2-2} = Y_{1-2} \times \alpha_2$$

$$Y_{2-2} = 31.0 \text{ [百万円/年]}$$

- ③ 電気建設費年価

$$Y_{3-2} = Y_{3-1} \times \alpha_3$$

$$Y_{3-2} = 13.2 \text{ [百万円/年]}$$

- ④ 建設工事費年価の合計

$$\Sigma Y_{i-2} = 58.3 \text{ [百万円/年]}$$

## 3) 補修費+人件費+薬品（上水）費

- ① 補修費

機械建設費に対する割合  $R_{m2} = 3.3\%$  ※機器ごとの補修費積み上げより

$$\begin{aligned} \text{補修費} \quad C_m &= Y_i \times R_m \\ &= 493 \times R_{m2} \text{ [百万円/年]} \\ C_m &= 16.3 \text{ [百万円/年]} \end{aligned}$$

- ② 人件費

1.5人/8時間×3交代制、年間240日勤務

職員数 270人

※実証フィールド 実績参考  
常日勤3人、変則勤務10人

$$\begin{aligned} \text{人件費} \quad ClcU &= 2.076 \text{ [万円/人・日]} \\ Clc &= 5.6 \text{ [百万円/年]} \end{aligned}$$

- ③ 薬品費

$$\begin{aligned} \text{上水使用量} \quad G_{cw} &= 924 \text{ [L/h]} \quad \text{単価} \quad 200 \text{ [円/m}^3\text{]} \\ &= 554 \text{ [m}^3\text{/月]} \\ \text{上水費} \quad C_{cw} &= 1.3 \text{ [百万円/年]} \\ &= 1.3 \text{ [百万円/年]} \end{aligned}$$

薬品

$$\begin{aligned} \text{次亜塩素酸Na} \quad C_{sh} &= 0.0 \text{ [百万円/年]} \quad \text{本検討では、非該当} \\ C_{cw} + C_{sh} &= 1.3 \times W_y / 6003 \text{ [百万円/年] とする} \end{aligned}$$

- ④ 小計

$$C_{r1} = 23.2 \text{ [百万円/年]} \quad \text{補修費，人件費，薬品費}$$

表資 1-29 総費用（年価換算値）、維持管理でのエネルギー使用量、  
維持管理での温室効果ガス排出量算出条件計算書(3/8、小型乾燥機[3/4])

4) 電力、燃料使用量<sup>※4</sup>（乾燥装置，直燃式脱臭炉）

① 電力使用量  
実証結果より

$$AU_{1-4} = 277.1 \text{ [kWh]} \\ = 1,995,120 \text{ [kWh/年]}$$

電力費用

$$\text{電力単価} = 15 \text{ [円/kWh]} \\ \text{電力費用 } Y_{1-4} = 29.9 \times W_y / 6003 \text{ [百万円/年]} \\ = 29,927 \text{ [千円/年]}$$

② 燃料使用量  
実証結果より

$$AU_{1-5} = 14.3 \text{ [kg/h]} \quad \text{LPG} \\ = 102,960 \text{ [kg/年]}$$

燃料費用

$$\text{燃料単価} = 89 \text{ [円/kg]} \\ \text{燃料費用 } Y_{1-5} = 9.2 \times W_y / 6003 \text{ [百万円/年]} \\ = 9,163 \text{ [千円/年]}$$

③ 運転経費 合計

$$62.3 \text{ [百万円/年]}$$

5) 解体・廃棄処分費(参考値)

① 算定条件

機械設備・電気設備の建設費の10%とする。<sup>※5</sup>

※5 公益社団法人日本下水道協会；下水道設計標準歩掛表平成24年一第2巻 ポンプ場・処理場、p-102より 撤去費は建設費の6%とした。また、スクラップコストは建設費の4%とし、解体・撤去費の合計は建設費の10%とする。

② 解体・廃棄処分費

$$C_w = (Y_{2-1} - Y_{3-1}) \times 10 / 100 \\ = 70.2 \text{ [百万円]}$$

6) 汚泥処理コストの削減額

① 算定条件

・ 脱水汚泥を全量外部委託処理した場合と比較し、乾燥汚泥を外部委託処理した場合の費用の差をコスト削減額とする。

・ 外部委託処理費用 単価

脱水汚泥	$U_{cws} = 23,000$ [円/t]	全国平均ケース	肥料需要時季	8ヶ月
乾燥汚泥	$U_{cds} = 10,667$ [円/t]	処理費用 無償化、運搬費のみ	処理費	0円/t
脱水汚泥	$U'_{cws} = 22,500$ [円/t]	実証フィールドの委託費用	運搬費	5,000円/t
乾燥汚泥	$U'_{cds} = 24,000$ [円/t]	実証フィールドの委託費用	肥料需要減時季	4ヶ月
			処理費	22,000円/t
			運搬費	0円/t
			年間平均処理費	10,667円/t

② 脱水汚泥を全量外部委託処理した場合

$$\text{外部委託費用 } C_{cws} = U_{cws} \times X_y \times 10^{-6} \\ C_{cws} = 190.4 \text{ [百万円/年]} \quad \text{全国平均ケース} \\ C'_{cws} = 186.3 \text{ [百万円/年]} \quad \text{実証フィールドの委託費用}$$

③ 乾燥汚泥を外部委託処理した場合

$$\text{外部委託費用 } C_{cds} = U_{cds} \times F_{2v} \times 10^{-6} \\ C_{cds} = 24.3 \text{ [百万円/年]} \quad \text{処理費用 無償化、運搬費のみ} \\ C'_{cds} = 54.6 \text{ [百万円/年]} \quad \text{実証フィールドの委託費用}$$

④ 汚泥処理コストの削減

$$C_{ro} = C_{cds} - C_{cws} \\ C_{ro} = -166 \text{ [百万円/年]} \quad \text{全国平均ケース} \\ C'_{ro} = -132 \text{ [百万円/年]} \quad \text{実証フィールドの委託費用}$$

表資 1-29 総費用（年価換算値）、維持管理でのエネルギー使用量、  
維持管理での温室効果ガス排出量算出条件計算書(4/8、小型乾燥機[4/4])

## 3. 結果一覧

## 1) 総費用（年価換算値）

① 汚泥 外部委託費用が全国平均の場合（小型乾燥機の条件）

施設規模	$X_d$	34.5	[t/日]
建設費年価	$\Sigma Y_{i-2}$	58.3	[百万円/年]
運転経費	$Y_{1-3}$	62.3	[百万円/年]
汚泥処理費			
	$C_{sds}$	24.3	[百万円/年]
	合計	144.9	[百万円/年]
解体・廃棄費用（参考値）	$C_w$	70.2	[百万円]
脱水汚泥を全量外部委託処理		190.4	[百万円/年]
従来技術との差額		46	[百万円/年]
縮減率		24%	コスト縮減

② 乾燥汚泥 全国平均処理単価と異なる場合（実証フィールドの単価で建屋+燃焼脱臭新設）

施設規模	$X_d$	34.5	[t/日]
建設費年価	$\Sigma Y_{i-2}$	58.3	[百万円/年]
運転経費	$Y_{1-3}$	62.3	[百万円/年]
汚泥処理費			
	$C_{sds}'$	54.6	[百万円/年]
	維持管理費合計	175.2	[百万円/年]
解体・廃棄費用（参考値）	$C_w$	70.2	[百万円]
脱水汚泥を全量外部委託処理		186.3	[百万円/年]
従来技術との差額		11	[百万円/年]
縮減率		6%	コスト縮減

2) 重油換算エネルギー消費量、CO<sub>2</sub>排出量

① 換算係数、発熱量原単位

- 重油換算係数

$$CF_A = 0.0257 \text{ [kL/GJ]} \quad (\text{A重油} : 38.9^{-1})$$

- ユーティリティ発熱量原単位<sup>※6</sup>
  - 電力  $CV_{ee1} = 9.484 \text{ [MJ/kWh]}$  次亜塩素酸Na  $CV_{sh} = 11,799 \text{ [MJ/t]}$
  - 燃料  $CV_{LPG} = 50.1 \text{ [MJ/kg]}$  LPG
  - 上水  $CV_w = 30.7 \text{ [MJ/m}^3\text{]}$  ※8

- CO<sub>2</sub>排出量原単位<sup>※6</sup>

電力	$CO_{2,ee1} = 0.587 \text{ [kg-CO}_2\text{/kWh]}$	
燃料	$CO_{2,LPG} = 3.00 \text{ [kg-CO}_2\text{/kg]}$	LPG
汚泥乾燥N20由来	$CO_{2,N20} = 2.83 \text{ [kg-CO}_2\text{/wet-t]}$	直燃式脱臭炉 $0.0095 \times 298^{※7}$
上水	$CO_{2,w} = 0.0020 \text{ [t-CO}_2\text{/m}^3\text{]}$	※8
次亜塩素酸Na	$CO_{2,sh} = 0.32 \text{ [t-CO}_2\text{/t]}$	

※6 エネルギー源別標準発熱量一覧表（平成27年4月14日資源エネルギー庁総合政策課）

※7 H28補助業務「下水道革新的技術の評価項目に関する技術資料作成業務」

※8 国土交通省；下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版-、p-82（平成27年3月）

② 重油換算エネルギー使用量

- 発熱量
  - 電力  $CV_{EC} = 18,921.7 \text{ [GJ/年]}$  次亜塩素酸Na  $CV_{sh} = 0.0 \text{ [GJ/年]}$  燃焼脱臭想定で除外

燃料	$CV_{AF} = 5,154.2 \text{ [GJ/年]}$
薬品（上水）	$CV_{AW} = 204.2 \text{ [GJ/年]}$

- 重油換算消費量

エネルギー消費量合計

$$EC1 = C_{AF} + C_{EC} + C_{AW} + C_{Sh}$$

$$EC1 = 24,280 \text{ [GJ/年]}$$

$$= 624 \text{ [kL/年]} \quad (\text{A重油})$$

③ CO<sub>2</sub>排出量

電力	$CO_{2,EC} = 1,171.1 \text{ [t-CO}_2\text{/年]}$	次亜塩素酸Na $CO_{2,sh} = 0.0 \text{ [t-CO}_2\text{/年]}$ 燃焼脱臭想定で除外
燃料	$CO_{2,AF} = 308.9 \text{ [t-CO}_2\text{/年]}$	
汚泥乾燥N20由来	$CO_{2,N20} = 23.4 \text{ [t-CO}_2\text{/年]}$	
薬品（上水）	$CO_{2,w} = 13.3 \text{ [t-CO}_2\text{/m}^3\text{]}$	

$$CO_{2-1} = CO_{2,EC} + CO_{2,AF} + CO_{2,N20} + CO_{2,w}$$

$$1,517 \text{ [t-CO}_2\text{/年]}$$

表資 1-29 総費用（年価換算値）、維持管理でのエネルギー使用量、  
維持管理での温室効果ガス排出量算出条件計算書(5/8、中型乾燥機[1/4])

1. 算定条件

- 1) 施設規模
- 年処理脱水汚泥量  $X_y = 16,296$  [t/年] 実績処理量より乾燥機 仕様処理量
- 乾燥機年間稼働日数  $300$  [日/年]  $24$  [h/日]  $7,200$  [h/年]
- 日処理脱水汚泥量  $X_{rd} = 54.3$  [t/日] 実績処理量より乾燥機 仕様処理量  
 施設規模  $X_{d} = 67.9$  [t/日] ※1 計画処理水量より下水処理施設規模
- 2) 脱水汚泥
- 水分  $w_{1S} = 79.0$  [%W. B.]  
 乾燥設備 投入量  $F_1 = 2,263$  [kg/h]  
 $F_0 = 475$  [kg-D. S. /h]  
 $F_{0y} = 3,422$  [t-D. S. /年]
- 3) 乾燥汚泥
- 水分  $w_{2S} = 20$  [%W. B.]  
 乾燥汚泥生産量  $F_2 = 594.0$  [kg/h]  
 $F_{2y} = 4,277$  [t/年]  
 乾燥機 水分蒸発量  $W = 1,669$  [kg/h]  
 $W_y = 12,018$  [t/年]

※1 国土交通省都市・地域整備局下水道部，社団法人日本下水道協会；バイオソリッド利活用基本計画策定マニュアル、p-55、90～91（2004）

4) 設備の耐用年数

土木建築施設、機械設備、電気設備の耐用年数及び残存価値は、引用文献※2と同等とし、耐用年数は下記表1に示す年数とする。また、残存価値は0%とする。

表1 設備の耐用年数※2

設備区分	耐用年数 [年]
土木建築施設	45
機械設備	20
電気設備	20

5) 建設費から建設費年価へ換算する係数※1

建設費年価=建設費× $\{i(1+i)^n \div [(1+i)^n - 1]\}$   
 利率  $i = 2.3\%$   
 $\alpha_i = i(1+i)^n \div [(1+i)^n - 1]$   
 土木建築施設  $\alpha_1 = 0.03590$   
 機械設備  $\alpha_2 = 0.06294$   
 電気設備  $\alpha_3 = 0.06294$

※2 国土交通省 国土技術総合政策総合研究所：B-DASHプロジェクト No. 4、廃熱利用型 低コスト下水汚泥固形燃料化技術 導入ガイドライン（案），p-40～43，国土技術政策総合研究所資料（2014）

6) 建設工事費の補正

土木建築費用関数※1は、平成16年度の費用関数であることから、下表の建設工事費デフレーター※3の係数を使用した現在価格へ換算する。

工事種別	2004年度（基準年）	2017年度7月
下水道	92.9	106.0

※3 国土交通省HP 建設工事デフレーター

換算係数  $\beta = 106.0 \div 92.9$   
 $\beta = 1.14$

表資 1-29 総費用（年価換算値）、維持管理でのエネルギー使用量、  
維持管理での温室効果ガス排出量算出条件計算書(6/8、中型乾燥機[2/4])

## 2. 試算結果

## 1) 建設工事費

- ① 土木建築建設費<sup>※1</sup>；既設建屋流用とし、下記費用は含まない。既設建屋流用でないケースでは、下記費用を含める。

$$Y_{1-1} = 12.3 \times Xrd^{0.941} \times \beta \quad \text{本検討では、該当}$$

$$= 651.2 \times \beta$$

計算結果  $Y'_{1-1} = 743$  [百万円]  
採用値  $Y_{1-1} = 743$  [百万円]

## ② 機械建設費

$Y_{2-1}$  = 実証フィールドの価格とする。また、脱臭炉 20百万円を含む。  
 $Y_{2-1} = 881$  [百万円]

- ③ 電気建設費<sup>※1</sup>；既設供給電源を流用とし、下記費用は含まない。既設電源を流用せず、新設する場合は、下記費用を含める。

$$Y_{3-1} = 6.59 \times Xrd^{0.809} \times \beta \quad \text{本検討では、該当}$$

計算結果  $Y'_{3-1} = 228$  [百万円]  
採用値  $Y_{3-1} = 228$  [百万円]

建設工事費の合計

$$\Sigma Y_{i-1} = 1,852 \text{ [百万円]}$$

## 2) 建設工事費年価

- ① 土木建築建設費年価

$$Y_{1-2} = Y_{1-1} \times \alpha_1$$

$$Y_{1-2} = 26.7 \text{ [百万円/年]}$$

- ② 機械建設費年価

$$Y_{2-2} = Y_{2-1} \times \alpha_2$$

$$Y_{2-2} = 55.5 \text{ [百万円/年]}$$

- ③ 電気建設費年価

$$Y_{3-2} = Y_{3-1} \times \alpha_3$$

$$Y_{3-2} = 14.4 \text{ [百万円/年]}$$

- ④ 建設工事費年価の合計

$$\Sigma Y_{i-2} = 96.5 \text{ [百万円/年]}$$

## 3) 補修費+人件費+薬品（上水）費

- ① 補修費

機械建設費に対する割合  $R_{m2} = 3.3\%$  ※機器ごとの補修費積み上げより

補修費  $C_m = Y_i \times R_m$   
 $= 881 \times R_{m2}$  [百万円/年]  
 $C_m = 29.1$  [百万円/年]

- ② 人件費

1.5人/8時間×3交代制、年間240日勤務

職員数 270人

※実証フィールド 実績参考  
常日勤3人、変則勤務10人

人件費  $ClcU = 2.076$  [万円/人・日]  
 $Clc = 5.6$  [百万円/年]

- ③ 薬品費

使用量  $G_{cw} = 1,593$  [L/h] 単価 本検討では、該当  
 $= 956$  [m<sup>3</sup>/月] 200 [円/m<sup>3</sup>]

上水費  $C_{cw} = 2.3$  [百万円/年]  
 $= 2.3$  [百万円/年]

薬品費

次亜塩素酸Na  $C_{sh} = 0.0$  [百万円/年]  
 $C_{cw} + C_{sh} = 2.3 \times Wy/6003$  [百万円/年]とする

- ④ 小計

$C_{r1} = 37.0$  [百万円/年] 補修費，人件費，上水費，薬品費

表資 1-29 総費用（年価換算値）、維持管理でのエネルギー使用量、  
維持管理での温室効果ガス排出量算出条件計算書(7/8、中型乾燥機[3/4])

4) 電力、燃料使用量<sup>※4</sup>（乾燥装置，直燃式脱臭炉）

① 電力使用量  
実証結果より

$$AU_{1-4} = 517.1 \text{ [kWh]} \\ = 3,723,300 \text{ [kWh/年]}$$

電力費用

$$\text{電力単価} = 15 \text{ [円/kWh]} \\ \text{電力費用 } Y_{1-4} = 21.0 \times W_y / 12018 \text{ [百万円/年]} \\ = 55,850 \text{ [千円/年]}$$

② 燃料使用量  
実証結果より

$$AU_{1-5} = 32.7 \text{ [kg/h]} \quad \text{LPG} \\ = 235,440 \text{ [kg/年]}$$

燃料費用

$$\text{燃料単価} = 89 \text{ [円/kg]} \\ \text{燃料費用 } Y_{1-5} = 55.8 \times W_y / 12018 \text{ [百万円/年]} \\ = 20,954 \text{ [千円/年]}$$

③ 運転経費 合計

$$113.8 \text{ [百万円/年]}$$

5) 解体・廃棄処分費（参考値）

① 算定条件  
機械設備・電気設備の建設費の10%とする。<sup>※5</sup>

※5 公益社団法人日本下水道協会；下水道設計標準掛表平成24年—第2巻 ポンプ場・処理場、p-102より 撤去費は建設費の6%とした。また、スクラップコストは建設費の4%とし、解体・撤去費の合計は建設費の10%とする。

② 解体・廃棄処分費

$$C_w = (Y_{2-1} - Y_{3-1}) \times 10 / 100 \\ = 110.9 \text{ [百万円]}$$

6) 汚泥処理コストの削減額

① 算定条件

- 脱水汚泥を全量外部委託処理した場合と比較し、乾燥汚泥を外部委託処理した場合の費用の差をコスト削減額とする。

・ 外部委託処理費用 単価

汚泥種類	単価 [円/t]	処理条件	肥料需要時季	期間	単価 [円/t]
脱水汚泥	U <sub>cws</sub> = 23,000	全国平均	肥料需要時季	8ヶ月	0
乾燥汚泥	U <sub>cds</sub> = 10,667	処理費用 無償化、運搬費のみ	肥料需要時季	4ヶ月	22,000
脱水汚泥	U <sub>cws'</sub> = 22,500	実証フィールドの委託費用	肥料需要減時季	4ヶ月	0
乾燥汚泥	U <sub>cds'</sub> = 24,000	実証フィールドの委託費用	肥料需要減時季	4ヶ月	0
			年間平均処理費		10,667

② 脱水汚泥を全量外部委託処理した場合

$$\text{外部委託費用 } C_{ws} = U_{cws} \times X_y \times 10^{-6} \\ C_{ws} = 374.8 \text{ [百万円/年]} \quad \text{全国平均} \\ C_{ws}' = 366.7 \text{ [百万円/年]} \quad \text{実証フィールドの委託費用}$$

③ 乾燥汚泥を外部委託処理した場合

$$\text{外部委託費用 } C_{ds} = U_{cds} \times F_{2v} \times 10^{-6} \\ C_{ds} = 45.6 \text{ [百万円/年]} \quad \text{処理費用 無償化、運搬費のみ} \\ C_{ds}' = 102.6 \text{ [百万円/年]} \quad \text{実証フィールドの委託費用}$$

④ 汚泥処理コストの削減

$$C_{ro} = C_{ds} - C_{ws} \\ C_{ro} = -329 \text{ [百万円/年]} \quad \text{全国平均} \\ C_{ro}' = -264 \text{ [百万円/年]} \quad \text{実証フィールドの委託費用}$$

表資 1-29 総費用（年価換算値）、維持管理でのエネルギー使用量、  
維持管理での温室効果ガス排出量算出条件計算書(8/8、中型乾燥機[4/4])

## 3. 結果一覧

## 1) 総費用（年価換算値）

## ① 汚泥 外部委託費用が全国平均の場合(中型乾燥機の場合)

施設規模	$X_d$	67.9	[t/日]
建設費年価	$\Sigma Y_{i-2}$	96.5	[百万円/年]
運転経費	$Y_{1-3}$	113.8	[百万円/年]
汚泥処理費			
	$C_{sds}$	45.6	[百万円/年]
	ランニングコスト合計	255.9	[百万円/年]
解体・廃棄費用（参考値）	$C_w$	110.9	[百万円]
脱水汚泥を全量外部委託処理		374.8	[百万円/年]
従来技術との差額		119	[百万円/年]
縮減率		32%	コスト縮減

## ② 乾燥汚泥 全国平均処理単価と異なる場合(実証フィールドの単価で建屋+燃焼脱臭新設)

施設規模	$X_d$	68	[t/日]
建設費年価	$\Sigma Y_{i-2}$	96.5	[百万円/年]
運転経費	$Y_{1-3}$	113.8	[百万円/年]
汚泥処理費			
	$C_{sds}'$	102.6	[百万円/年]
	維持管理費合計	312.9	[百万円/年]
解体・廃棄費用（参考値）	$C_w$	110.9	[百万円]
脱水汚泥を全量外部委託処理		366.7	[百万円/年]
従来技術との差額		54	[百万円/年]
縮減率		15%	コスト縮減

2) 重油換算エネルギー消費量, CO<sub>2</sub>排出量

## ① 換算係数、発熱量原単位

## ・ 重油換算係数

$$CF_A = 0.0257 \text{ [kL/GJ]} \quad (\text{A重油} : 38.9^{-1})$$

・ ユーティリティ発熱量原単位<sup>※6</sup>

電力	$CV_{ce1}$	9.484	[MJ/kWh]	次亜塩素酸Na	$CV_{sh} = 1,174$	[MJ/t]
燃料	$CV_{LPG}$	50.1	[MJ/kg]	LPG		
上水	$CV_w$	30.7	[MJ/m <sup>3</sup> ]	※8		

・ CO<sub>2</sub>排出量原単位<sup>※6</sup>

電力	$CO2_{ce1}$	0.587	[kg-CO <sub>2</sub> /kWh]		
燃料	$CO2_{LPG}$	3.00	[kg-CO <sub>2</sub> /kg]	LPG	
汚泥乾燥N <sub>20</sub> 由来	$CO2_{N20}$	2.83	[kg-CO <sub>2</sub> /wet-t]	直燃式脱臭炉	$0.0095 \times 298$ <sup>※7</sup>
上水	$CO2_w$	0.0020	[t-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]	※8	
次亜塩素酸Na	$CO2_{sh}$	0.32	[t-CO <sub>2</sub> /t]		

※6 エネルギー源別標準発熱量一覧表（平成27年4月14日資源エネルギー庁総合政策課）

※7 H28補助業務「下水道革新的技術の評価項目に関する技術資料作成業務」

※8 国土交通省；下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版-、p-82(平成27年3月)

## ② 重油換算エネルギー使用量

## ・ 発熱量

電力	$CV_{EC}$	35,311.8	[GJ/年]	次亜塩素酸Na	$CV_{sh} = 33.9$	[GJ/年]
燃料	$CV_{AF}$	11,786.1	[GJ/年]			
薬品（上水）	$CV_{AW}$	352.1	[GJ/年]			

## ・ 重油換算消費量

エネルギー消費量合計

$$EC1 = C_{AF} + CV_{EC} + CV_{AW} + CV_{sh}$$

$$EC1 = 47,484 \text{ [GJ/年]}$$

$$= 1,221 \text{ [kL/年]} \quad (\text{A重油})$$

③ CO<sub>2</sub>排出量

電力	$CO2_{EC}$	2,185.6	[t-CO <sub>2</sub> /年]	次亜塩素酸Na	$CO2_{sh} = 0.0$	[t-CO <sub>2</sub> /年]	燃焼脱臭想定で除外
燃料	$CO2_{AF}$	706.3	[t-CO <sub>2</sub> /年]				
汚泥乾燥N <sub>20</sub> 由来	$CO2_{N20}$	46.1	[t-CO <sub>2</sub> /年]				
薬品（上水）	$CO2_w$	22.9	[t-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]				

CO<sub>2</sub>排出量

$$CO2-1 = CO2_{EC} + CO2_{AF} + CO2_{N20} + CO2_w$$

$$= 2,961 \text{ [t-CO}_2\text{/年]}$$

表資 1-30 CO<sub>2</sub> 排出量 原単位

項目	単位	値	備考	出典	
ユーティリティ	電力	t-CO <sub>2</sub> /kWh	0.000587		※1
	上水	t-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	0.0020		※2
	A重油	t-CO <sub>2</sub> /kL	2.71	特A重油含む	
	LPG	t-CO <sub>2</sub> /kL	3.00		
	次亜塩素酸ナトリウム	t-CO <sub>2</sub> /t	0.32		
ガス種類	地球温暖化係数				
CO <sub>2</sub>	1				
CH <sub>4</sub>	25				
N <sub>2</sub> O	298				

※1: 電気事業者別排出係数(特定排出者の温室効果ガス排出量算定用)  
-平成27年度実績- H28.12.27公表

※2: 下水道における地球温暖化対策マニュアル～下水道部門における温室効果ガス排出抑制指針の解説～  
平成28年3月, 環境省・国土交通

※3: 廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル  
環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課

※4: 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版-  
平成27年3月, 国土交通省

表資 1-31 N<sub>2</sub>O 排出量

項目	原単位	
	数値	単位
脱臭炉由来 N <sub>2</sub> O	0.0095	kg-N <sub>2</sub> O/wet-t 脱水汚泥

表資 1-32 エネルギー原単位

項目	単位	値	備考	出典
電力	MJ/kWh	9.484	受電端投入熱量	※1
A重油	MJ/L	38.90		
LPG	MJ/kg	50.06		
上水道	MJ/m <sup>3</sup>	30.7		※2
次亜塩素酸ソーダ	MJ/t	11799		

※1: エネルギー源別標準発熱量一覧表(平成27年4月14日資源エネルギー庁総合政策課)

※2: H28補助業務「下水道革新的技術の評価項目に関する技術資料作成業務」

表資 1-33 小型乾燥機(実証設備規模)の建設費

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 内訳 [百万円]	土木建築 (建屋)	$Y_{c1}=344.3 \times \beta$ ※1	乾燥設備 導入なし	$Y_{c1}=12.3 \times X_d^{0.941} \times \beta$ ※1
		年価= $344.3 \times \beta \times a_1$ ※4		年価= $Y_{c1} \times a_1$ ※4
	機械設備	(実証設備費用+燃焼脱臭新設) ※3		$Y_{c2}=46.944 \times X_1^{0.4681}$ ※2
		$Y_{c2}=493$		年価= $Y_{c2} \times a_2$ ※4
	電気設備	$Y_{c3}=209.2$ ※2		$Y_{c3}=12.053 \times X_1^{0.5158}$ ※2
		年価= $209.2 \times a_3$ ※4		年価= $Y_{c3} \times a_3$ ※4

※1 国土交通省、日本下水道協会 バイオソリッド利活用基本計画 p-90~91(H16年3月)の算出式より土木建設費にデフレータの係数 $\beta$  を乗じて求める。Xy:脱水汚泥処理量[t-wet/年], Xrd:脱水汚泥処理量[t-wet/日], Xd:施設規模[t-wet/日]  $X_d = X_{rd} \div 0.8$ [t-wet/日], 本技術の小型乾燥機は一型式のみのため、本技術の建設費算定では $X_{rd}=27.6$ ,  $X_d=34.5$ とする

※2 全国の乾燥設備を保有する施設・処理場において、実施したアンケートを元に算出した一般費用係数、汚泥処理費(国土交通省国土技術政策総合研究所調べ)を用いる。X1:投入汚泥固形物量[kg-ds/h], 本技術の小型乾燥機は一型式のみのため、本技術の建設費算定では $X_1=253$ とする

※3 最適運転条件より乾燥機サイズアップ、直燃式脱臭炉を新規追加するとして計算

※4  $a_1$ :建設費を年価に換算する係数 土木、機械、電気の耐用年数をそれぞれ45年、20年、20年とし、 $a_1=0.03590$ ,  $a_2=a_3=0.06294$ を採用する

表資 1-34 小型乾燥機(実証設備規模)の機械設備工事内訳

項目、機器	価格(税込)[円]	備考	
設備費	乾燥設備	333,000,000	伝熱面積250m <sup>2</sup>
	熱交換器	13,800,000	伝熱面積183m <sup>2</sup>
	2段圧縮システム	44,200,000	蒸気圧縮機、蒸気 フロア(予備機含む)
	直燃式脱臭炉	20,000,000	
	備品費計	411,000,000	
設計、試運転	15,630,000		
工事	66,380,000	搬入・据付、配管・ 保温、電気、監督	
建設費 合計	493,010,000		



表資 1-35 小型乾燥機の熱・物質収支 (2/2)

脱臭炉		工番	MT85606	機種	小型乾燥機脱臭炉		
		受注先1		納入先			
		受注先2		作成者	大川原製作所		
<b>諸元</b>							
1) 脱臭設備入口ガス条件							
乾ガス量	G6	=	637.0 kg/h				
温度	t6	=	20.3 °C				
湿度	H6	=	0.015 kg/kg				
2) 脱臭バーナ燃焼空気条件							
温度	t8	=	10 °C				
湿度	H8	=	0.006 kg/kg				
3) 熱交換器低温出口ガス温度							
	t7	=	500 °C				
4) 脱臭炉出口ガス温度							
	t9	=	700 °C				
5) 脱臭用燃料の燃焼条件							
使用燃料名	LPG						
高位発熱量	Hh2	=	50400 kJ/kg				
低位発熱量	Hl2	=	46340 kJ/kg				
理論空気量	A02	=	15.60 kg/kg				
理論排ガス	B02	=	15.00 kg/kg				
生成水蒸気	w02	=	1.60 kg/kg				
燃料比重	$\rho 2$	=	1.96				
6) その他の計算条件							
脱臭炉熱損失	qL3	=	34.03 kW				
熱交換器損失	qL4	=	10 %				
空気比(脱臭バーナ)	m	=	1.20				
<b>計算結果</b>							
1) 各位置のガス条件							
No.	名称	乾ガス量 kg/h	温度 °C	湿度 kg/kg	湿り比容 m <sup>3</sup> /kg	湿りガス量 m <sup>3</sup> /min	備考
6	脱臭設備入口ガス	637.0	20.3	0.015	0.850	9.0	
7	熱交換器低温出口	637.0	500.0	0.015	2.240	23.8	
8	脱臭炉燃焼用空気	164.5	10.0	0.006	0.808	2.2	
9	脱臭炉出口ガス	796.2	700.0	0.031	2.890	38.4	
10	熱交換器高温出口	796.2	306.1	0.031	1.720	22.8	
2) 脱臭炉バーナ燃料消費量							
M2		=	8.8 kg/h	=	4.5 m <sup>3</sup> N/h		
3) 熱交換器							
回収熱量		q	=	91.3026 kW			
対数平均温度差		( $\Delta t$ ) <sub>Ln</sub>	=	240.37 °C ( 向流式 )			
伝熱容量		UA	=	0.37984 kW/K			
4) 脱臭設備の熱精算							
入 熱			出 熱				
qM2 燃料燃焼	123.00 kW	q10 脱臭排気	90.25 kW				
q8 燃料燃焼空気	1.14 kW	qL3 脱臭炉熱損失	34.03 kW				
q6 入口ガス	10.28 kW	qL4 熱交換器熱損失	10.14 kW				
qin 合計	134.42 kW	qout 合計	134.42 kW				
<b>備考</b>							
<p>The diagram illustrates the thermal and mass flow within the desulfurization system. It features a heat exchanger and a desulfurization furnace. Gas enters the system at point 6 and passes through the heat exchanger. The heat exchanger has a low-temperature outlet at point 7 and a high-temperature outlet at point 10. The desulfurization furnace receives gas from point 9 and has a heat loss labeled qL3. Air enters the furnace at point 8, with a flow rate M2. The heat exchanger also has a heat loss labeled qL4.</p>							

1) 脱臭設備入口ガス条件：乾燥排気への許容最大空気混入10vol%におけるコンデンサ排気風量を、外気で4倍希釈とした風量計算

表資 1-36 小型乾燥機(実証設備規模)の維持管理費

項目		本技術 (含水率78%W.B.→20%W.B.)	全量外部委託	従来の乾燥機(一般費用関数によるFS) (含水率78%W.B.→25%W.B.)
維持 管理費 年価 [百万円/年]	汚泥 処理費	乾燥汚泥処理費用:有効利用 $Cc_{ds}=Uc_{ds}\times F_{2y}\times 10^{-6}$ ※1	外部委託処理費:脱水汚泥 $Cc_{ws}=Uc_{ws}\times X_y\times 10^{-6}$ ※1	外部委託処理費:乾燥汚泥 $Cc_{ds}=Uc_{ds}\times F_{2y}\times 10^{-6}$ ※1
	運転経費 (乾燥設備+ 燃焼脱臭設備)	電力費 $Y_{c3-2}=29.9\times W_y/6003$ ※4	乾燥設備維持管理費なし	電力費 $Y_{c3-2}=202.32\times X_2^{0.4541}\times 10^{-3}$ ※6
		燃料費 $Y_{c3-4}=9.2\times W_y/6003$ ※4		燃料費 $Y_{c3-4}=41.0\times X_2\times 10^{-3}$ ※6
		補修費 $Y_{c3-1}=Y_{c2}\times 3.3\%$ ※3		補修費 $Y_{c3-1}=17.144\times X_2^{0.8866}\times 10^{-3}$ ※6
		薬品費 $Y_{c3-5}=1.3\times W_y/6003$ ※4		薬品費 $Y_{c3-5}$ =革新技術と同額積み上げ
	人件費 $Y_{c3-3}=5.6$ ※5		人件費 $Y_{c3-3}=66.755\times X_2^{0.8298}\times 10^{-3}$ ※6	
解体・廃棄費(参考値) ※2 [百万円]		70	解体・廃棄費なし	
ユーティリティ単価 ※7 ・電力: 15 [円/kWh] ・LPG: 89 [円/kg] ・A重油: 71 [円/L] ・上水: 200 [円/m <sup>3</sup> ]		外部委託処理費 ○本技術 乾燥汚泥:有効利用調査結果による ・肥料化:無償配布+運賃 5,000 [円/t-wet] 8ヶ月間 ・燃料化:処理費用(運賃込) 22,000 [円/t-wet] 4ヶ月間 ○全量外部委託 脱水汚泥 23,000 [円/t-wet](全国平均) ※6 ○従来の乾燥機 乾燥汚泥 19,000 [円/t-wet](全国平均) ※6		
※1 $Cc_{ds}$ :乾燥汚泥処理費[百万円/年], $F_{2y}$ :乾燥汚泥生産量[t-wet/年], $X_y$ :脱水汚泥処理量[t-wet/年], $Uc_{ds}$ :乾燥汚泥外部委託処理単価[円/t-wet], $Cc_{ws}$ :脱水汚泥処理費[百万円/年], $Uc_{ws}$ :脱水汚泥外部委託処理単価[円/t-wet] ※2 $Cw$ :解体・廃棄費[百万円]は機械、電気建設費合計値の10%とした。 ※3 補修費は機械設備工事費の3.3%とした。 ※4 $W_y$ :水分蒸発量[t/年], 電力、燃料、上水費など運転時間に比例する項目は、実証結果を基に年間水分蒸発量[t/年]に基づき求めた。 (小型乾燥機基準値は6.003t/年) ※5 人件費はオペレーション内容から実証設備と同じとした。 ※6 全国の乾燥設備を保有する施設・処理場において、実施したアンケートを元に算出した一般費用係数、汚泥処理費 (国土交通省国土技術政策総合研究所調べ)を用いる。 $X_2$ :年間投入固形物汚泥量[t-ds/年] ※7 ユーティリティ、薬品の単価詳細は表資2-11参照				

表資 1-37 中型乾燥機(実証設備 2 倍規模)建設費

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 内訳 [百万円]	土木建築 (建屋)	$Y_{c1} = 651.2 \times \beta^{*1}$	乾燥設備 導入なし	$Y_{c1} = 12.3 \times X_d^{0.941} \times \beta^{*1}$
		年価 = $651.2 \times \beta \times \alpha_1^{*3}$		年価 = $Y_{c1} \times \alpha_1^{*3}$
	機械設備	(実証設備費用 + 燃焼脱臭新設) $^{*2}$		$Y_{c2} = 31.9 \times X_d^{0.971} \times \beta^{*1}$
		$Y_{c2} = 881$		年価 = $Y_{c2} \times \alpha_2^{*3}$
	電気設備	$Y_{c3} = 199.9 \times \beta^{*1}$		$Y_{c3} = 6.59 \times X_d^{0.809} \times \beta^{*1}$
		年価 = $199.9 \times \beta \times \alpha_3^{*3}$		年価 = $Y_{c3} \times \alpha_3^{*3}$

※1 国土交通省、日本下水道協会 バイオソリッド利活用基本計画 p-90~91(H16年3月)の算出式より土木建設費にデフレータの係数 $\beta$ を乗じて求める。 $X_y$ :脱水污泥処理量[t-wet/年],  $X_{rd}$ :脱水污泥処理量[t-wet/日],  
 $X_d$ :施設規模[t-wet/日]  $X_d = X_{rd} \div 0.8$ [t-wet/日], 本技術の中型乾燥機は一型式のみのため、本技術の建設費算定では $X_{rd}=54.3$ ,  $X_d=67.9$ とする

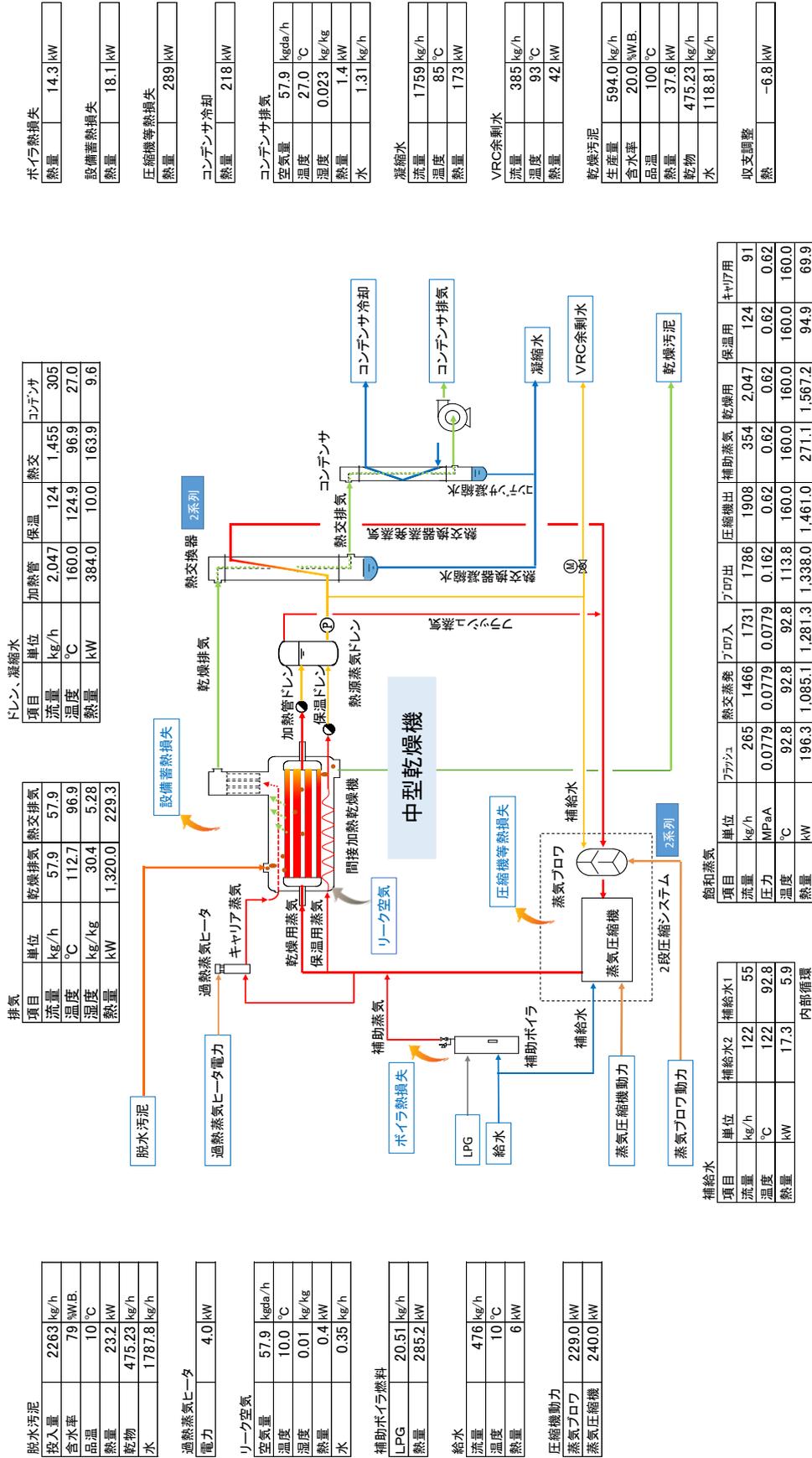
※2 最適運転条件より乾燥機サイズアップ、直燃式脱臭炉を新規追加するとして計算

※3  $\alpha_1$ :建設費を年価に換算する係数 土木、機械、電気の耐用年数をそれぞれ45年、20年、20年とし、  
 $\alpha_1 = 0.03590$ ,  $\alpha_2 = \alpha_3 = 0.06294$ を採用する

表資 1-38 中型乾燥機(実証設備 2 倍規模)の機械設備工事内訳

項目, 機器	価格(税込) [円]	備考
設備費	乾燥設備	648,000,000 伝熱面積450m <sup>2</sup>
	熱交換器	27,600,000 伝熱面積183m <sup>2</sup> × 2台
	2段圧縮システム	88,400,000 蒸気圧縮機、蒸気ブロー (予備機含む)
	直燃式脱臭炉	20,000,000
	備品費計	784,000,000
設計、試運転	17,700,000	
工事	79,200,000	搬入・据付、配管・保温、電気、監督
建設費 合計	880,900,000	

表資 1-39 中型乾燥機の熱・物質収支 (1/2)



表資 1-39 中型乾燥機の熱・物質収支 (2/2)

脱臭炉	工番	MT85606	機種	中型乾燥機脱臭炉			
	受注先1		納入先				
	受注先2		作成者	大川原製作所			
<b>諸元</b>							
1) 脱臭設備入口ガス条件							
乾ガス量	G6	=	1160.0	kg/h			
温度	t6	=	20.3	℃			
湿度	H6	=	0.015	kg/kg			
2) 脱臭バーナ燃焼空気条件							
温度	t8	=	10	℃			
湿度	H8	=	0.006	kg/kg			
3) 熱交換器低温出口ガス温度							
	t7	=	500	℃			
4) 脱臭炉出口ガス温度							
	t9	=	700	℃			
5) 脱臭用燃料の燃焼条件							
使用燃料名	LPG						
高位発熱量	Hh2	=	50400	kJ/kg			
低位発熱量	Hl2	=	46340	kJ/kg			
理論空気量	A02	=	15.60	kg/kg			
理論排ガス	B02	=	15.00	kg/kg			
生成水蒸気	w02	=	1.60	kg/kg			
燃料比重	$\rho 2$	=	1.96				
6) その他の計算条件							
脱臭炉熱損失	qL3	=	34.03	kW			
熱交換器損失	qL4	=	10	%			
空気比(脱臭バーナ)	m	=	1.20				
<b>計算結果</b>							
1) 各位置のガス条件							
No.	名称	乾ガス量 kg/h	温度 ℃	湿度 kg/kg	湿り比容 m <sup>3</sup> /kg	湿りガス量 m <sup>3</sup> /min	備考
6	脱臭設備入口ガス	1160.0	20.3	0.015	0.850	16.4	
7	熱交換器低温出口	1160.0	500.0	0.015	2.240	43.3	
8	脱臭炉燃焼用空気	238.0	10.0	0.006	0.808	3.2	
9	脱臭炉出口ガス	1390.4	700.0	0.028	2.878	66.7	
10	熱交換器高温出口	1390.4	286.4	0.028	1.655	38.3	
2) 脱臭炉バーナ燃料消費量							
M2		=	12.7	kg/h	=	6.5	m <sup>3</sup> N/h
3) 熱交換器							
回収熱量		q	=	166.2653	kW		
対数平均温度差		( $\Delta t$ )Ln	=	231.49	℃ ( 向流式 )		
伝熱容量		UA	=	0.71824	kW/K		
4) 脱臭設備の熱精算							
入 熱			出 熱				
qM2	燃料燃焼	178.02	kW	q10	脱臭排気	145.89	kW
q8	燃料燃焼空気	1.65	kW	qL3	脱臭炉熱損失	34.03	kW
q6	入口ガス	18.72	kW	qL4	熱交換器熱損失	18.47	kW
qin	合計	198.39	kW	qo	合計	198.39	kW
<b>備考</b>							

1) 脱臭設備入口ガス条件：乾燥排気への許容最大空気混入 10vol%におけるコンデンサ排気風量を、外気で4倍希釈とした風量計算

表資 1-40 中型乾燥機(実証設備 2 倍規模)の維持管理費

項目		本技術 (含水率79%W.B.→20%W.B.)	全量外部委託	従来の乾燥機(一般費用関数によるFS) (含水率79%W.B.→20%W.B.)
維持 管理費 年価 [百万円/年]	汚泥処理費	乾燥汚泥処理費用:有効利用 $Cc_{ds}=Uc_{ds}\times F_{2y}\times 10^{-6}$ ※1	外部委託処理費:脱水汚泥 $Cc_{ws}=Uc_{ws}\times X_y\times 10^{-6}$ ※1	外部委託処理費:乾燥汚泥 $Cc_{ds}=Uc_{ds}\times F_{2y}\times 10^{-6}$ ※1
	運転経費 (乾燥設備+ 燃焼脱臭設備)	電力費 $Y_{c3-2}=55.8\times W_y/12018$ ※4	乾燥設備維持管理費なし	$Y_3=0.362\times X_y^{0.585}\times \beta$ ※8
		燃料費 $Y_{c3-4}=21.0\times W_y/12018$ ※4		
		補修費 $Y_{c3-1}=Y_{c2}\times 3.3\%$ ※3		
		薬品費 $Y_{c3-5}=2.3\times W_y/12018$ ※4		
	人件費 $Y_{c3-3}=5.6$ ※5			
解体・廃棄費(参考値)※2 [百万円]		111	解体・廃棄費なし	
ユーティリティ単価 ※7 ・電力: 15 [円/kWh] ・LPG: 89 [円/kg] ・A重油: 71 [円/L] ・上水: 200 [円/m <sup>3</sup> ]			外部委託処理費 ○本技術 乾燥汚泥:有効利用調査結果による ・肥料化:無償配布+運賃 5,000 [円/t-wet] 8ヶ月間 ・燃料化:処理費用(運賃込) 22,000 [円/t-wet] 4ヶ月間 ○全量外部委託 脱水汚泥 23,000 [円/t-wet](全国平均) ※6 ○従来の乾燥機 乾燥汚泥 19,000 [円/t-wet](全国平均) ※6	
※1 $Cc_{ds}$ :乾燥汚泥処理費[百万円/年], $F_{2y}$ :乾燥汚泥生産量[t-wet/年], $X_y$ :脱水汚泥処理量[t-wet/年], $Uc_{ds}$ :乾燥汚泥外部委託処理単価[円/t-wet], $Cc_{ws}$ :脱水汚泥処理費[百万円/年], $Uc_{ws}$ :脱水汚泥外部委託処理単価[円/t-wet] ※2 $Cw$ :解体・廃棄費[百万円]は機械、電気建設費合計の10%とした。 ※3 補修費は機械設備工事費の3.3%とした。 ※4 $W_y$ :水分蒸発量[t/年], 電力、燃料、上水費など運転時間に比例する項目は、実証結果を基に年間水分蒸発量[t/年]に基づき求めた。 (中型乾燥機基準値は12,018t/年) ※5 人件費はオペレーション内容から実証設備と同じとした。 ※6 全国の乾燥設備を保有する施設・処理場において、実施したアンケートを元に算出した一般費用係数, 汚泥処理費 (国土交通省国土技術政策総合研究所調べ)を用いる。 ※7 ユーティリティ、薬品の単価詳細は表資2-11参照 ※8 国土交通省、日本下水道協会:バイオソリッド利活用基本計画、p-90~91(H16年3月)の算出式より土木建設費にデフレータの係数 $\beta$ を 乗じて求める。 $X_d$ :施設規模[t-wet/日], $X_y$ :年間処理脱水汚泥量[t-wet/年]				

表資 1-41 小型乾燥機・中型乾燥機仕様

項目		単位	小型乾燥機	中型乾燥機
脱水汚泥	含水率	[%W. B.]	78	79
	投入量	[t-wet/年]	8,280	16,296
		[t-wet/日]	27.6	54.3
乾燥汚泥	含水率	[%W. B.]	20	20
	生産量	[t-wet/年]	2,277	4,277
		[t-wet/日]	7.6	14.3
年間稼働日数		[日/年]	300	300
乾燥機	伝熱面積	[m <sup>2</sup> ]	250	450
	駆動動力	[kW]	37	45
熱交換器	シェル&チューブ	[m <sup>2</sup> ]	183	183×2 基
蒸気ブロワ	ルーツブロワ	[kW]	185	185×2 基
蒸気圧縮機	スクリュウ圧縮機	[kW]	160	160×2 基
コンデンサ	シェル&チューブ	[m <sup>2</sup> ]	11	22
脱臭装置	直燃式脱臭炉	[kW]	581	581
排気ファン	片吸込遠心送風機	[kW]	3.7	7.5
補助ボイラ	小型貫流式	[kW]	1,000×2 基	2,000×2 基
過熱ヒータ	電気ヒータ	[kW]	5	10

## (1) 小型乾燥機

## 1) 総費用（年価換算値）の縮減効果(図資 1-37)

表資 1-18(p. 148)にてヒアリングを行った G 市を参考に肥料需要のある年間 8 ヶ月間は肥料化し、需要減となる 4 ヶ月間は燃料化すると想定し、年間平均処理費用を算出し総費用（年価換算値）を計算した。

その結果、全量外部委託処理と比べ年間約 45 百万円、従来の乾燥機（一般費用関数）と比べ年間約 97 百万円の大きなコスト縮減効果が見込まれる。

## 2) 年間 8 ヶ月肥料化、4 ヶ月燃料化時の感度分析(図資 1-38)

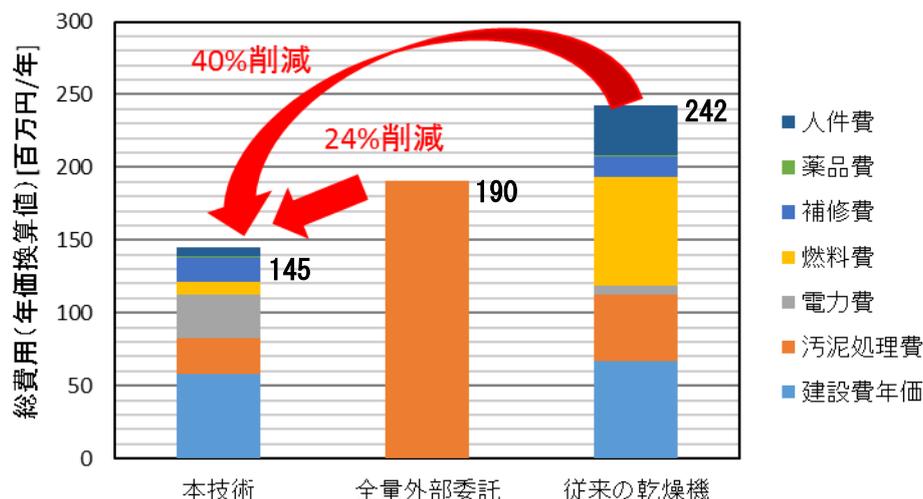
外部委託処理費を変化させ、全量外部委託処理と比較し、本技術を導入した場合にコスト縮減効果が見込まれる外部委託処理費用を検討した。

その結果、脱水汚泥外部委託処理費用が約 17,500 円/ t-wet で本技術と同等となり、これ以上の場合に導入効果が見込まれる。

## 3) 年間全量燃料化時の感度分析(図資 1-39)

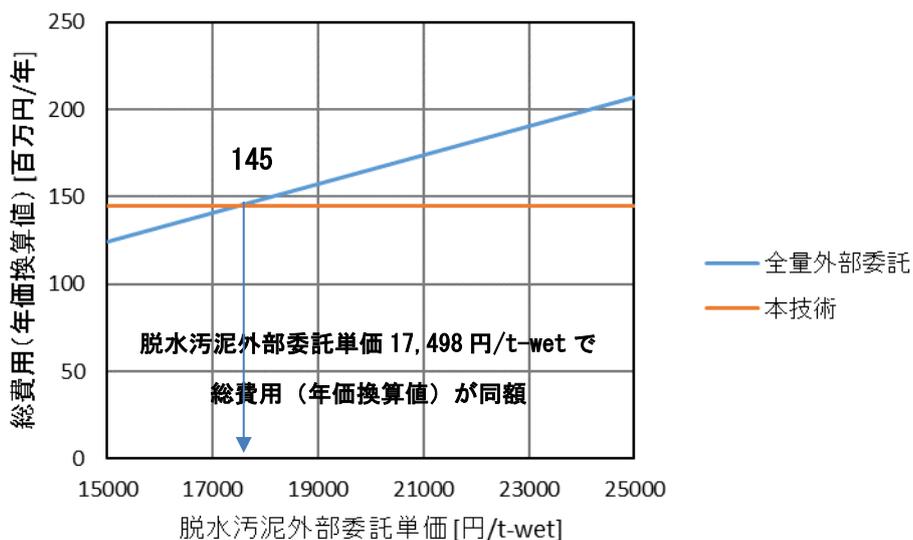
肥料化が困難な場合を想定し、1 年通して全量燃料化する場合を想定し脱水汚泥外部委託処理費用を検討した。

その結果、脱水汚泥外部委託処理費用が約 20,600 円/ t-wet で本技術と同等となり、これ以上の場合に導入効果が見込まれる。



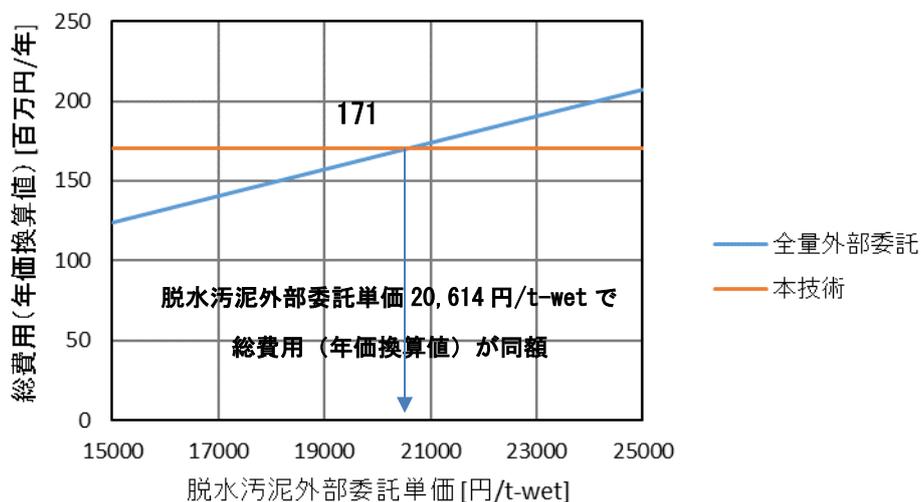
図資 1-37 総費用（年価換算値）縮減効果(小型乾燥機)

総費用(年価換算値)が同額となる外部委託単価  
 小型乾燥機(脱水汚泥:8,280t-wet/年 78%W.B.)



図資 1-38 年間 8 ヶ月肥料化、4 ヶ月燃料化時の感度分析(小型乾燥機)

総費用(年価換算値)が同額となる外部委託単価  
 小型乾燥機(脱水汚泥:8,280t-wet/年 78%W.B.)



図資 1-39 年間全量燃料化時の感度分析(小型乾燥機)

## (2) 中型乾燥機

## 1) 総費用（年価換算値）の縮減効果(図資 1-40)

表資 1-18(p. 162)にてヒアリングを行った G 市を参考に肥料需要のある年間 8 ヶ月間は肥料化し、需要減となる 4 ヶ月間は燃料化すると想定し、年間平均処理費用を算出し総費用（年価換算値）を計算した。

その結果、全量外部委託処理と比べ年間 119 百万円、従来の乾燥機（一般費用関数）と比べ年間 124 百万円の大きなコスト縮減効果が見込まれる。

## 2) 年間 8 ヶ月肥料化、4 ヶ月燃料化時の感度分析(図資 1-41)

外部委託処理費を変化させ、全量外部委託処理と比較し、本技術を導入した場合にコスト縮減効果が見込まれる外部委託処理費用を検討した。

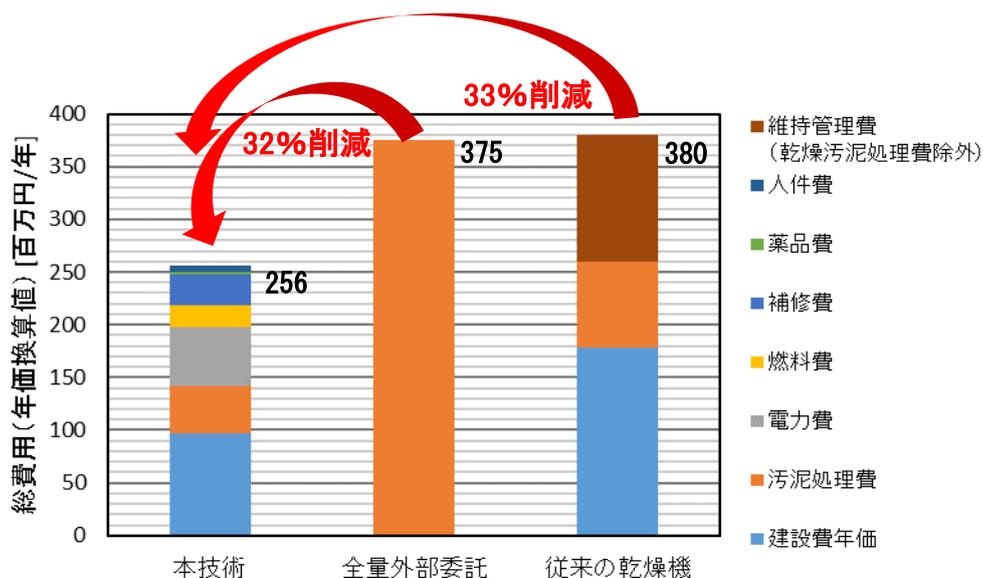
その結果、脱水汚泥外部委託処理費用が 15,700 円/t-wet 以上で本技術と同等となり、これ以上の場合に導入効果が見込まれる。

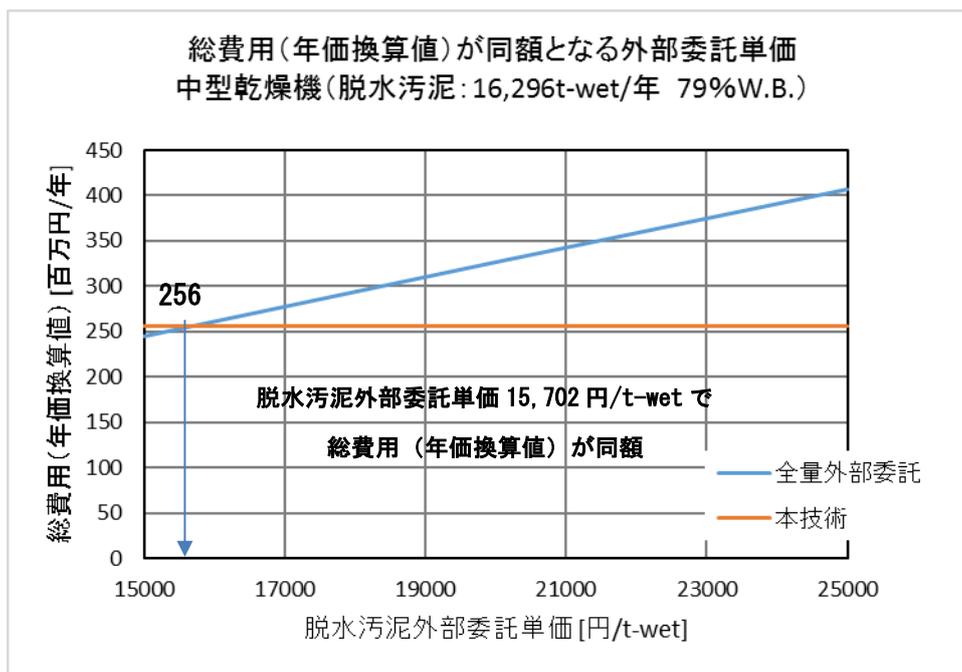
## 3) 年間全量燃料化時の感度分析(図資 1-42)

肥料化が困難な場合を想定し、1 年通して全量燃料化する場合を想定し脱水汚泥外部委託処理費の感度分析を行った。

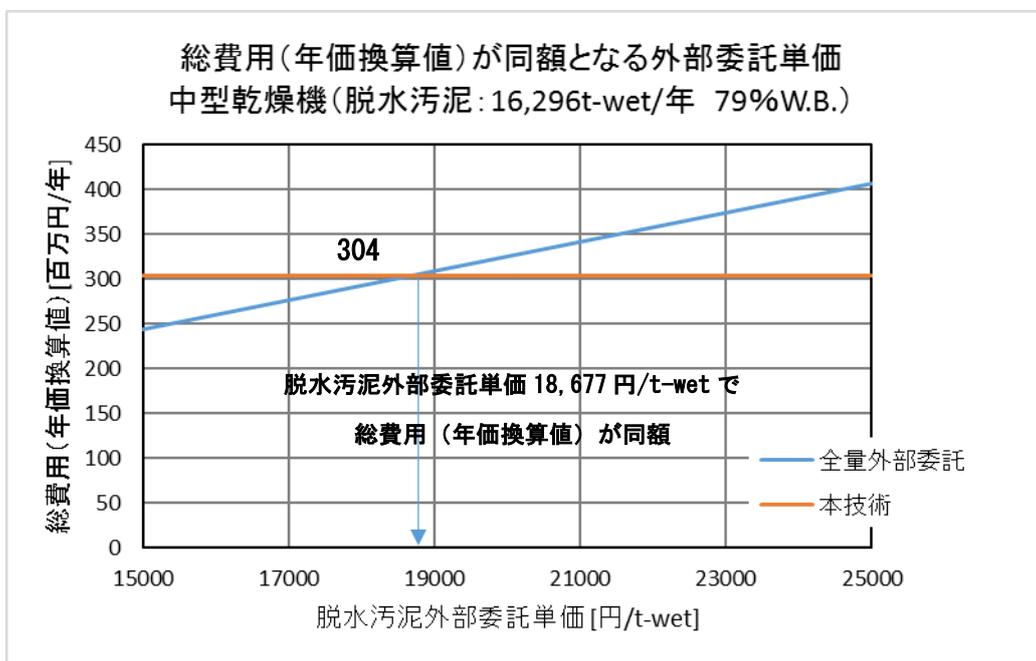
その結果、脱水汚泥外部委託処理費用が 18,700 円/t-wet 以上で本技術と同等となり、これ以上の場合に導入効果が見込まれる。

図資 1-40 総費用（年価換算値）の縮減効果(中型乾燥機)





図資 1-41 年間 8 ヶ月肥料化、4 ヶ月燃料化時の感度分析(中型乾燥機)



図資 1-42 年間全量燃料化時の感度分析(中型乾燥機)

## 1. 2. 4. 2 評価指標；維持管理でのエネルギー使用量の削減効果

実証試験で得られた運転結果を全国平均の脱水汚泥含水率、投入汚泥量（表 3-1、表 3-2[p. 47] 参照）に水分蒸発量基準で換算し、電力、燃料、上水の各使用量を算出した。また、各使用量へ発熱量原単位を乗じて年間の維持管理でのエネルギー使用量を求め、比較した。燃料の種類は本技術が実証と同じ LPG で従来の乾燥機は A 重油として算出している。

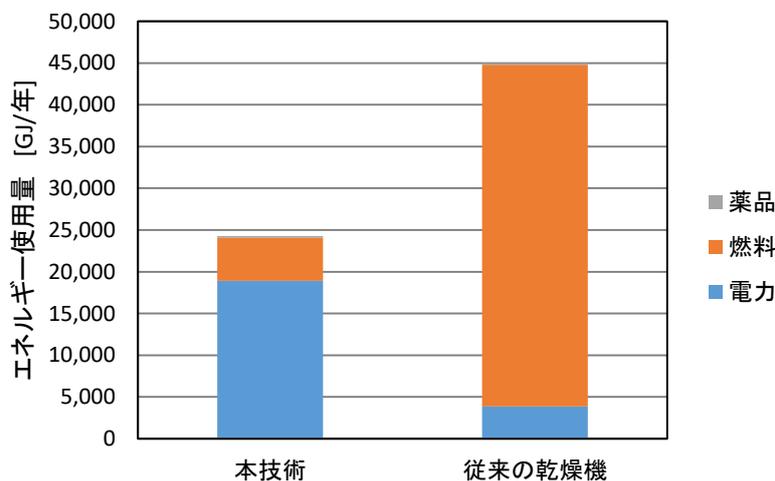
## (1) 小型乾燥機

維持管理でのエネルギー使用量を従来の乾燥機（一般費用関数）と比較した結果、46%削減となり目標以上の削減効果があることを確認した（表資 1-42、図資 1-43）。

表資 1-42 小型乾燥機維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,922	3,868
燃料[GJ/年]	5,154	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	204	204
合計[GJ/年]	24,280	44,992
削減効果[%]	46	

維持管理でのエネルギー使用量比較



図資 1-43 小型乾燥機維持管理でのエネルギー使用量の比較

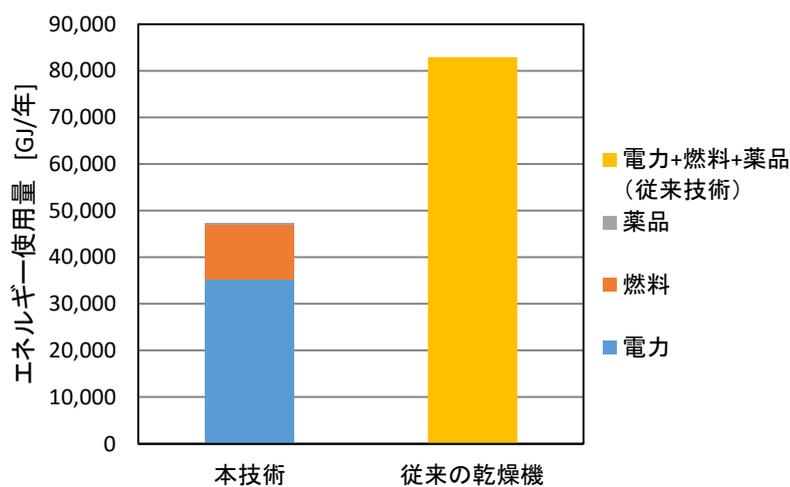
## (2) 中型乾燥機

維持管理でのエネルギー使用量を従来の乾燥機(一般費用関数)と比較した結果、43%削減となり目標以上の削減効果があることを確認した(表資 1-43、図資 1-44)。

表資 1-43 中型乾燥機維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,311	82,955
燃料[GJ/年]	11,786	
薬品(上水) [GJ/年]	352	
合計[GJ/年]	47,449	82,955
削減効果[%]	43	

維持管理でのエネルギー使用量比較



図資 1-44 中型乾燥機維持管理でのエネルギー使用量の比較

## 1. 2. 4. 3 評価指標；維持管理での温室効果ガス排出量の削減効果

実証試験で得られた運転結果を全国平均の脱水汚泥含水率、投入汚泥量（表 3-1、表 3-2[p. 47] 参照）に水分蒸発量基準で換算し、電力、燃料、薬品（上水）の各使用量を算出した。また、各使用量と CO<sub>2</sub> 排出量原単位（表資 1-30、表資 1-31[p. 200]）から維持管理での温室効果ガス排出量を算出した。

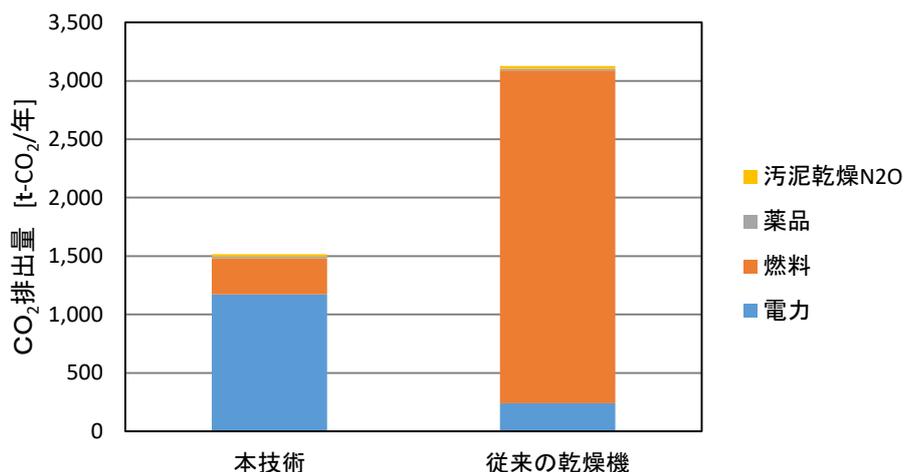
## (1) 小型乾燥機

維持管理での温室効果ガス排出量を従来の乾燥機（一般費用関数）と比較した結果、51%削減となり目標以上の削減効果があることを確認した（表資 1-44、図資 1-45）。

表資 1-44 小型乾燥機維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,171	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	309	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	13	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,517	3,127
削減効果[%]	51	

維持管理での温室効果ガス排出量比較



図資 1-45 小型乾燥機維持管理での温室効果ガス排出量の比較

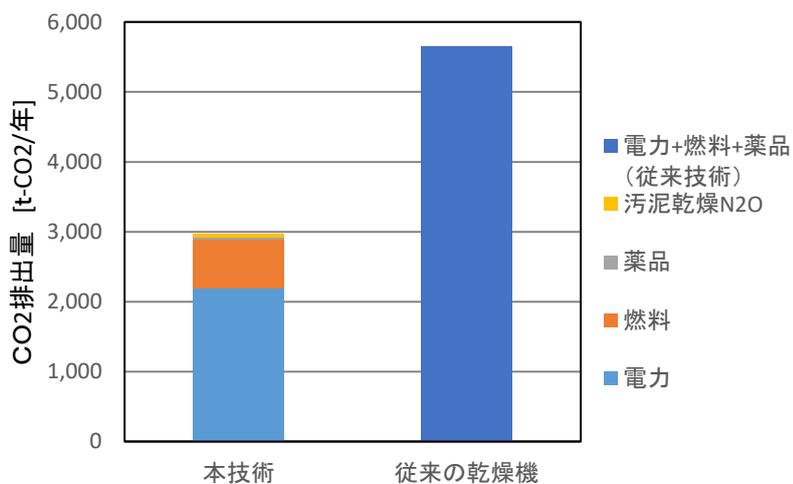
## (2) 中型乾燥機

維持管理での温室効果ガス排出量を従来の乾燥機(一般費用関数)と比較した結果、49%削減となり目標以上の削減効果があることを確認した(表資 1-45、図資 1-46)。

表資 1-45 中型乾燥機維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,186	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	706	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	46	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,961	5,657
削減効果[%]	48	

維持管理での温室効果ガス排出量比較



図資 1-46 中型乾燥機維持管理での温室効果ガス排出量の比較

## 1. 2. 5 評価項目5 実証フィールド／汚泥処理におけるランニングコスト縮減

実証フィールドのFSを行った結果、汚泥処理におけるランニングコスト縮減効果は、38%で目標以上の縮減効果があることが分かった。

既設設備への影響では、水処理設備及び脱臭設備の負荷増大によるコスト増額が懸念されたが、乾燥処理することで脱水汚泥の硫化水素抑制消臭剤の使用量が減少し、大幅なコスト縮減となったことから総合的に既設設備にかかるコストは縮減される結果となった。

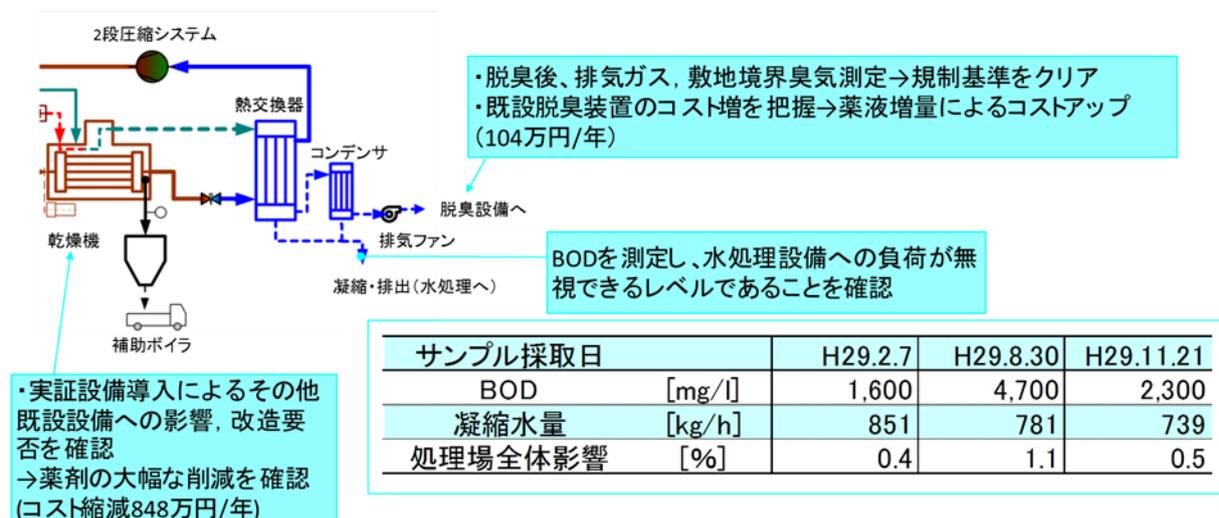
表資 1-46 実証結果（実証フィールドにおける汚泥処理費用）

項目	単位	従来／全量外部委託	結果／乾燥 <sup>※1</sup>	備考
脱水汚泥	水分／処理量	[%W.B.] [kg-wet/h]	72   1,300	72   1,300
	年間発生量	[t-wet/年]	9,360	
	年間委託処分費	[万円/年]	21,060   0	
乾燥汚泥	水分／生産量	[%W.B.] [kg-wet/h]	—   —	20   455 <sup>※3</sup>
	年間発生量	[t-wet/年]	0   3,276	
	年間委託処分費	[万円/年]	0   7,862.4	
維持管理費	電力	[万円/年]	0   3,698.8	
	燃料	[万円/年]	680.4	
	補修費	[万円/年]	1,560	
	既設設備増額	[万円/年]	△744	
	小計	[万円/年]	5,255.2	
ランニングコスト合計 <sup>※2</sup>	[万円/年]	21,060   13,118		
ランニングコスト削減額	[万円/年]			△7,942
削減率	[%]			38

※1 計画仕様(脱水汚泥投入量1,300kg/h、水分72%W.B.)へ換算し、維持管理費を算出。既存脱臭設備利用。  
乾燥機は、加熱面積200㎡から250㎡へサイズアップし、脱水汚泥9,360t/年を全量乾燥処理として計算。

## (1) 水処理

実証設備から排水(熱交換器、コンデンサ凝縮水)が水処理設備へ返変されるが、測定の結果 BOD 負荷の増加は 1%程度とわずかで、コストへの影響は無視できる程度であった。



図資 1-47 水処理負荷測定結果

## (2) 脱臭装置

乾燥機の排気が新たに既設脱臭装置の負荷に追加されたため、薬品(次亜塩素酸ナトリウム)を増量し対策している。

### ① 敷地境界の測定結果

平成 29 年 6 月に既設脱臭設備の活性炭が粉じんのため劣化し、測定点 12 ヶ所のうち 2 ヶ所で規制基準を上回る結果となったが、粉じん対策後は問題なかった。

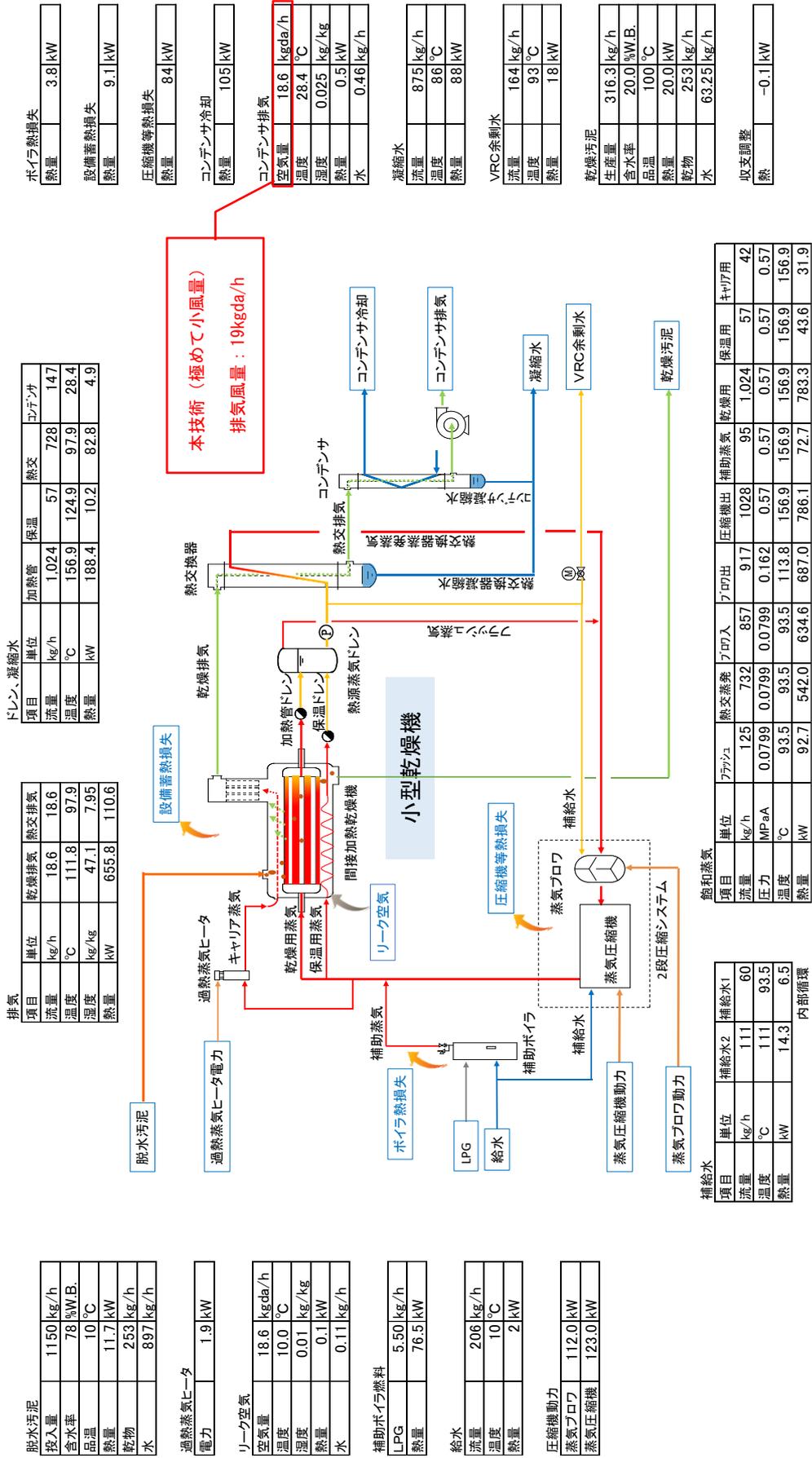
### ② 排気塔の測定結果

平成 30 年 2 月 15 日に排気塔において臭気測定を行ったが臭気指数の規制基準 25 に対し、測定結果は 22 で問題無かった。

小型乾燥機、中型乾燥機の FS では既設脱臭設備が利用できない場合を想定し、直接燃焼式脱臭炉を新設するものとして総費用(年価換算値)縮減、維持管理でのエネルギー及び温室効果ガス削減効果を検討している。

本技術は従来の乾燥機と比べ排気風量が極めて小さく燃焼脱臭にかかるコストも同様に小さくなる。

参考に、小型乾燥機における本技術と従来の乾燥機の排気風量を図資 1-48、表資 1-47 に示す。



図資 1-48 小型乾燥機排気風量

表資 1-47 従来の乾燥機排気風量

乾燥機	工番	機種	従来の乾燥機				
	受注先1	納入先					
	受注先2	作成者					
<b>諸元</b>							
1) 被乾燥物名	脱水汚泥						
2) 乾燥前処理量	F(1) = 1150 kg/h						
3) 乾燥前の水分	w(1) = 78.0 %w.b.						
4) 乾燥固形物量	F0(1) = 253.0 kg/h						
5) 乾燥後処理量	F(2) = 316.3 kg/h						
6) 乾燥後の水分	w(2) = 20.0 %w.b.						
7) 乾燥機蒸発量	W = 833.8 kg/h						
8) 固形物の比熱	Cm = 1.26 kJ/kg						
9) 乾燥用燃料の燃焼条件							
使用燃料名	A重油						
高位発熱量	Hh1 = 45209 kJ/kg						
低位発熱量	Hl1 = 42530 kJ/kg						
理論空気量	A01 = 13.80 kg/kg						
理論排ガス	B01 = 13.70 kg/kg						
生成水蒸気	w01 = 1.10 kg/kg						
燃料比重	$\rho 1 = 0.86$ kg/L						
10) 外気条件							
温度	t0 = 20 °C						
湿度	H0 = 0.01 kg/kg						
11) その他の計算条件							
乾燥前の品温	tm1 = 10 °C						
乾燥後の品温	tm2 = 80 °C						
乾燥機リーク空気量	G5 = 1200 kg/h						
熱風炉熱損失	qL1 = 104.7 kW						
乾燥機熱損失	qL2 = 58.3 kW						
煙道の熱損失	qL7 = 0.00 kW						
乾燥機入口熱風温度	t1 = 800 °C						
乾燥機排ガス温度	t2 = 200 °C						
乾燥機出口希釈後温度	t4 = 170 °C						
空気比(バーナ)	m = 1.3						
<b>計算結果</b>							
1) 各位置のガス条件							
No.	名称	乾ガス量 kg/h	温度 °C	湿度 kg/kg	湿り比容 m <sup>3</sup> /kg	湿りガス量 m <sup>3</sup> /min	備考
0	熱風炉燃焼空気	1525.4	20.0	0.010	0.842	21.42	
1	乾燥機入口ガス	3289.9	800.0	0.159	3.815	209.17	
2	乾燥機出口ガス	4489.9	200.0	0.305	1.996	149.37	
3	乾燥機循環ガス	1773.0	170.0	0.234	1.726	51.01	
4	乾燥設備排気ガス	4137.5	170.0	0.234	1.726	119.04	
5	乾燥機リーク空気	1200.0	20.0	0.010	0.842	16.84	
8	乾燥排気希釈ガス	1420.6	20.0	0.010	0.842	19.94	
14	系外よりの排ガス	0.0	0.0	0.000	0.000	0.00	
2) 熱風炉バーナ燃料消費量				LPGの場合			
M1 = 85.03 kg/h = 98.9 L/h				76.3 kg/h		38.9 m <sup>3N</sup> /h	
3) 乾燥設備の熱精算							
入 熱		出 熱					
qM1	燃料燃焼	1067.8 kW	q4	乾燥排気	955.1 kW		
q0	燃料燃焼空気	19.1 kW	qm2	乾燥物	12.9 kW		
q5	リーク空気	15.0 kW	qL1	熱風炉熱損失	104.7 kW		
qm1	被乾燥物	11.3 kW	qL2	乾燥機熱損失	58.3 kW		
q14	系外よりの排ガス	0.0 kW	qL7	煙道熱損失	0.0 kW		
q8	乾燥排気希釈ガス	17.8 kW					
qin	合計	1131.1 kW	qo	合計	1131.1 kW		

従来の乾燥機  
排気風量：4,140kgda/h

### 1. 3 参考資料

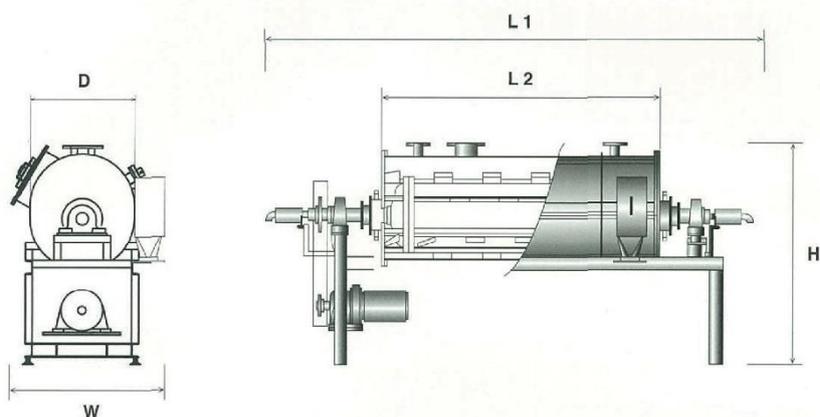
- ・ 連続式伝導伝熱乾燥装置「インナーチューブロータリー」カタログ抜粋(図資 1-49[p. 223])
- ・ 2 段圧縮システム計算書(図資 1-50[p. 224])
- ・ 小型乾燥機フローシート(図資 1-51[p. 227~228])
- ・ 小型乾燥機配置図(図資 1-52[p. 229])
- ・ 小型乾燥機燃焼脱臭設備フローシート(図資 1-53[p. 230])
- ・ 中型乾燥機フローシート(図資 1-54[p. 231])
- ・ 中型乾燥機配置図(図資 1-55[p. 232])
- ・ 中型乾燥機燃焼脱臭設備フローシート(図資 1-56[p. 233])
- ・ 平成 29 年度乾燥機排気悪臭物質等測定結果(表資 1-48[p. 225])
- ・ 肥料化 重金属等溶出試験結果(表資 1-49[p. 226])
- ・ 再立上げの影響(表資 1-51[p. 234])

シリーズ型式表

型式	単位	ITR-10	ITR-20	ITR-35	ITR-50	ITR-75	ITR-100	ITR-125	ITR-150	ITR-170	ITR-200	ITR-250	ITR-300
伝熱面積	[m <sup>2</sup> ]	10	20	35	50	75	100	125	150	170	200	250	300
蒸発能力※1	[kg/h]	100	200	350	500	750	1000	1250	1500	1700	2000	2500	3000
動力※2	[kW]	7.5	7.5	11	11	15	18.5	18.5	22	22	30	30	37
伝熱部回転数	[min <sup>-1</sup> ]	11.2	8.3	7.6	7.1	6.4	5.8	5.6	5.4	5.4	4.7	4.0	4.0
乾燥機 本体寸法	[mm] シェル内径D	850	1150	1250	1350	1520	1700	1750	1820	1820	2050	2380	2380
	[mm] シェル長さL2	2050	2550	3600	4100	4700	4950	5650	6000	6700	7000	5830	7120
	[mm] 高さH	2000	2300	2400	2850	2900	3150	3300	3450	3450	3650	4500	4500
	[mm] 幅L1	3850	4350	5300	6100	6800	7150	8000	8300	8950	9600	9700	11000
	[mm] 幅W	1400	1700	1900	2200	2300	2500	2600	2600	2700	2700	3150	3150

※1:加熱温度158℃(飽和蒸気圧力0.5MPaG)、大気圧乾燥、材料水分85%W.B. ※2:動力は処理物により異なります。  
 ※3:上記シリーズ以外の機種及び300m<sup>2</sup>以上の大型機種にも対応致しますので、御検討の際は是非御相談下さい。

シリーズ型式表



納入実績



飲料会社納入  
排水処理汚泥乾燥設備  
処理能力：24t/日  
納入機種：ITR-170型



下水処理施設納入  
下水汚泥乾燥設備  
処理能力：15t/日  
納入機種：ITR-125型



食品協同組合納入  
排水処理汚泥乾燥設備  
処理能力：4.2t/日  
納入機種：ITR-35型



汚泥再生処理センター納入  
し尿汚泥乾燥設備  
処理能力：8.9t/日  
納入機種：ITR-50型

図資 1-49 連続式伝導伝熱乾燥装置「インナーチューブロータリー」カタログ抜粋



表資 1-48 平成 29 年度乾燥機排気悪臭物質等測定結果

		2017/2/7	2017/8/30	2017/11/21	平均
アンモニア	ppm	0.1	0.4	<0.1	0.3
メチルメルカプタン	ppm	<0.1	2.1	20	11
硫化水素	ppm	17	710	170	299
硫化メチル	ppm	27	3.1	0.12	10
二硫化メチル	ppm	8.5	67	0.48	25
トリメチルアミン	ppm	<0.05	<0.05	<0.05	
アセトアルデヒド	ppm	230	470	480	393
プロピオンアルデヒド	ppm	12	40	15	22
ノルマルブチルアルデヒド	ppm	3	7	7	6
イソブチルアルデヒド	ppm	39	160	77	92
ノルマルバレールアルデヒド	ppm	<1	6	<1	6
イソバレールアルデヒド	ppm	34	180	90	101
イソブタノール	ppm	<0.01	0.97	<0.01	0.97
酢酸エチル	ppm	<0.01	<0.01	<0.01	
メチルイソブチルケトン	ppm	1.8	1.9	1.9	1.9
トルエン	ppm	2.4	23	9.2	12
スチレン	ppm	<0.01	<0.01	<0.01	
キシレン	ppm	0.19	0.39	2.3	0.96
プロピオン酸	ppm	0.16	0.38	0.15	0.23
ノルマル酪酸	ppm	0.054	0.25	0.12	0.14
ノルマル吉草酸	ppm	0.024	0.055	0.046	0.042
イソ吉草酸	ppm	0.0098	0.032	0.036	0.026
臭気指数	-	52	72	64	63
温度	°C	21		22	22
水分	vol%	2.8		1.4	2.1
湿り風量	m3N/h	67		40	54
	m3N/分	1.1		0.7	0.9
乾き風量	m3N/h	65		39	52
	m3N/分	1.1		0.7	0.9
ばいじん	g/m3N	<0.001		0.011	0.01
N2O	ppm			26	26

表資 1-49 肥料化 重金属等溶出試験結果

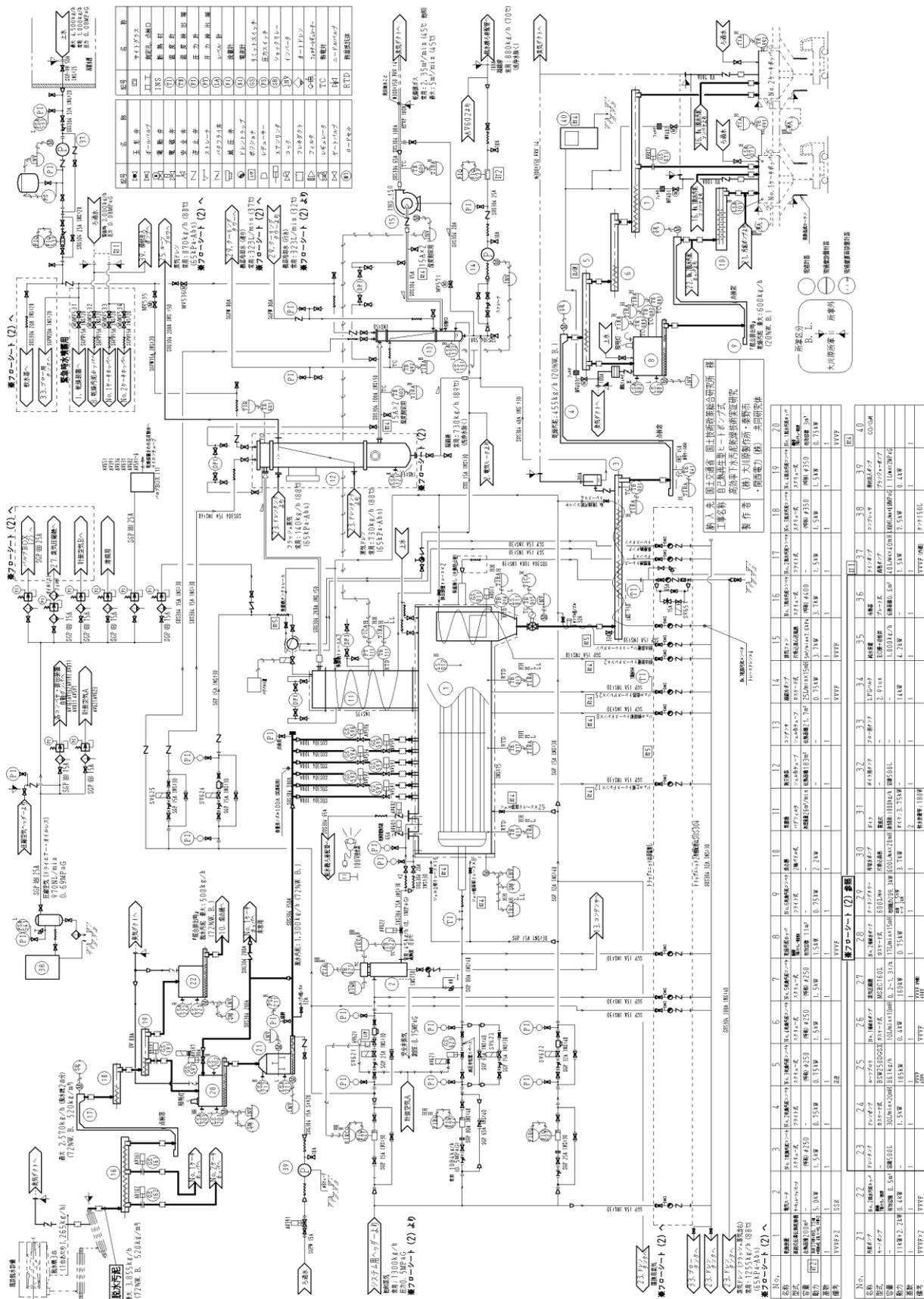
項目	単位	乾燥汚泥 (H29. 2. 7)	乾燥汚泥 (H29. 6. 29)	乾燥汚泥 (H29. 8. 30)	乾燥汚泥 (H29. 11. 21)	許容値	
肥料関係 重金属等溶出試験	アルキル水銀化合物	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	検出されないこと
	水銀又はその化合物	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.005
	カドミウム又はその化合物	mg/L	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.09
	鉛又はその化合物	mg/L	0.02	0.02	0.08	0.02	<0.3
	有機リン化合物	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1
	六価クロム化合物	mg/L	<0.04	<0.04	<0.02	<0.04	<1.5
	砒素又はその化合物	mg/L	0.07	0.04	0.04	0.04	<0.3
	シアン化合物	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1
	ポリ塩化ビフェニル	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.003
	トリクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.1
	テトラクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.1
	ジクロロメタン	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.2
	四塩化炭素	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.02
	1,2-ジクロロエタン	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.04
	1,1-ジクロロエチレン	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<1
	シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.4
	1,1,1-トリクロロエタン	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<3
	1,1,2-トリクロロエタン	mg/L	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.06
	1,3-ジクロロプロペン	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.02
	チウラム	mg/L	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.06
シマジン	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.03	
チオベンカルブ	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.2	
ベンゼン	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	
セレン又はその化合物	mg/L	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.3	
1,4-ジオキサン	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.5	

表資 1-50 汚泥処理・処分費、運搬費

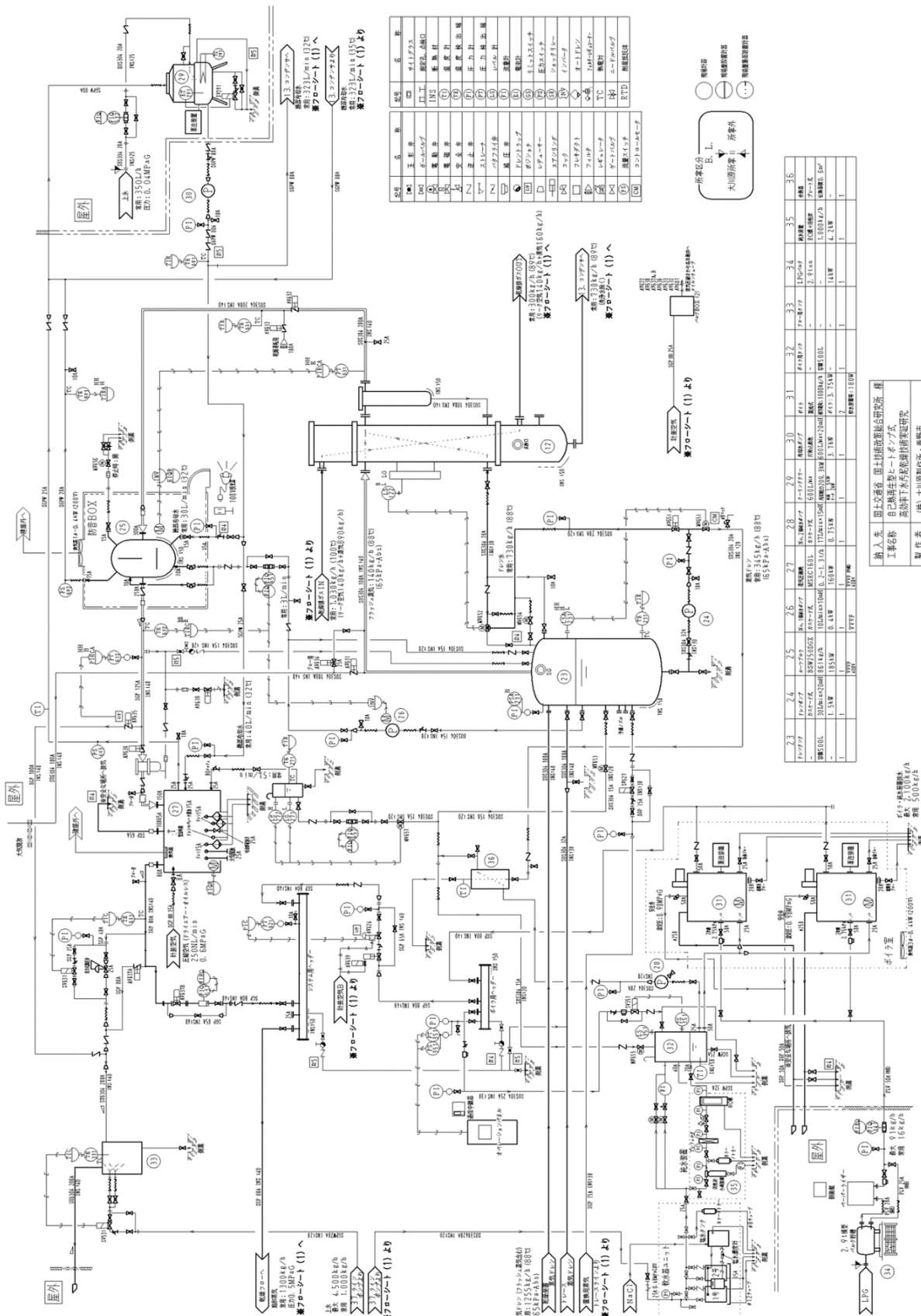
	処理単価	運搬費
	円/t	円/t
脱水汚泥	16,000 <sup>※1</sup>	7,000 <sup>※2</sup>
乾燥汚泥	14,000 <sup>※2</sup>	5,000 <sup>※2</sup>

※1 全国の乾燥設備を保有する施設・処理場において、実施したアンケートを元に算出した一般費用係数、汚泥処分費(国土交通省国土技術政策総合研究所調べ)を用いる。

※2 「下水汚泥などの資源有効利用状況に関する調査」および乾燥汚泥を排出している処理場を有する自治体 30ヶ所へのアンケートの結果の平均を用いる。



図資 1-51 小型乾燥機フローシート(1/2)

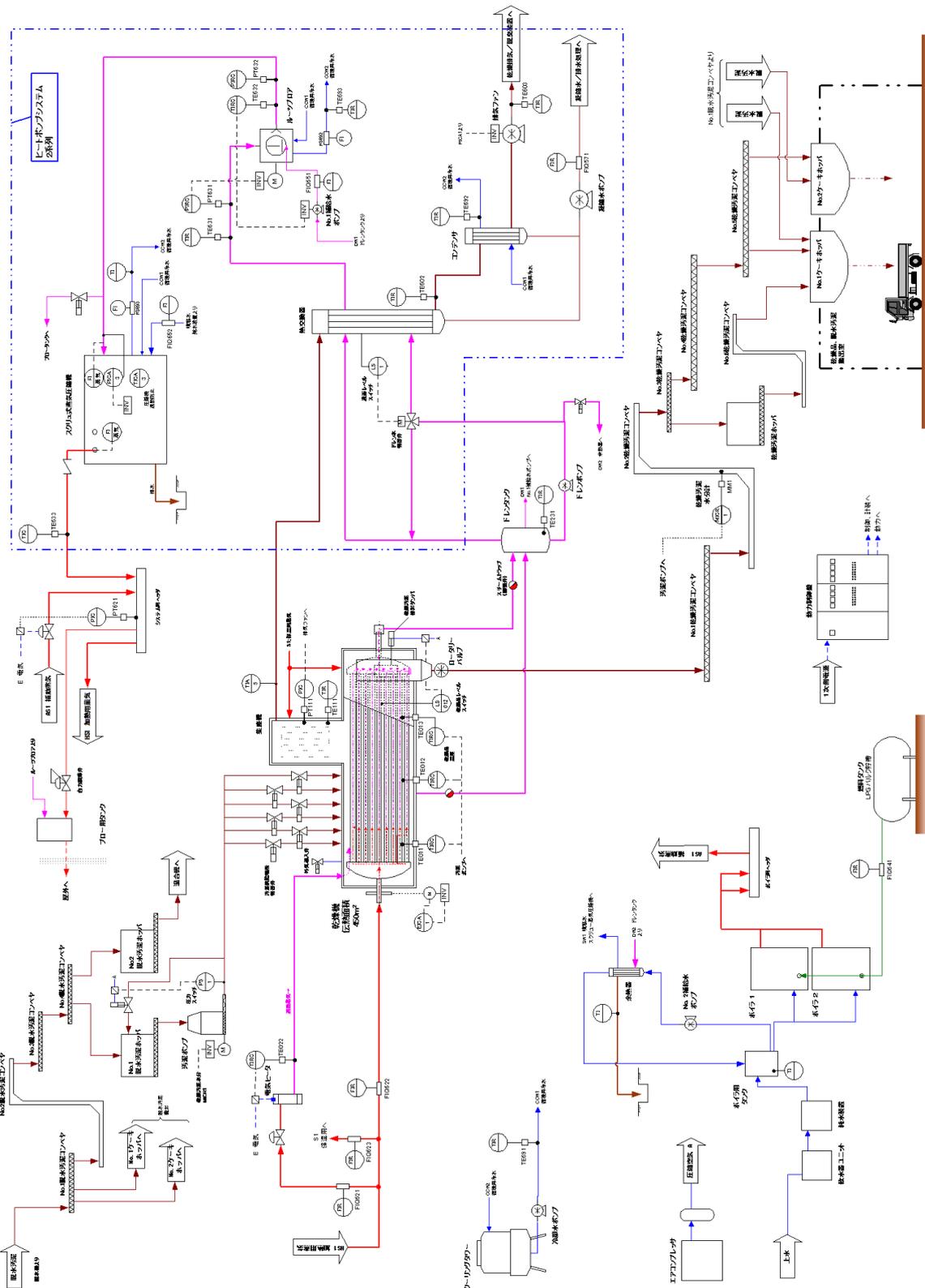


図資 1-51 小型乾燥機フローシート (2/2)

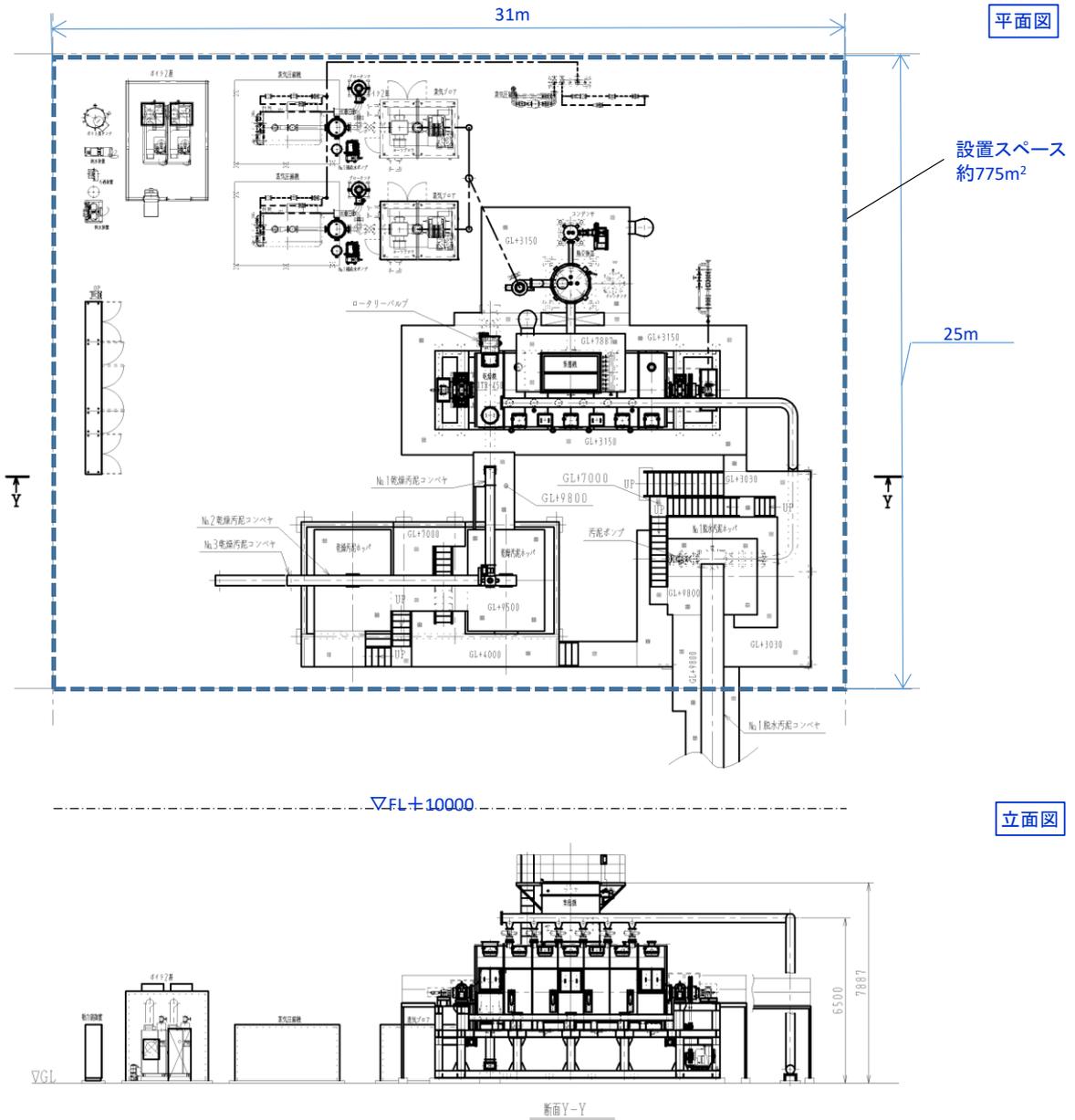
納入先 国土交通省 国土技術政策総合研究所  
 工事名称 自己熱発生型シートボンプ式  
 高効率下水処理装置実証研究  
 製作者 (株) 大川原製作所・森野市  
 ・(株) 東洋電力(株) 共同研究体



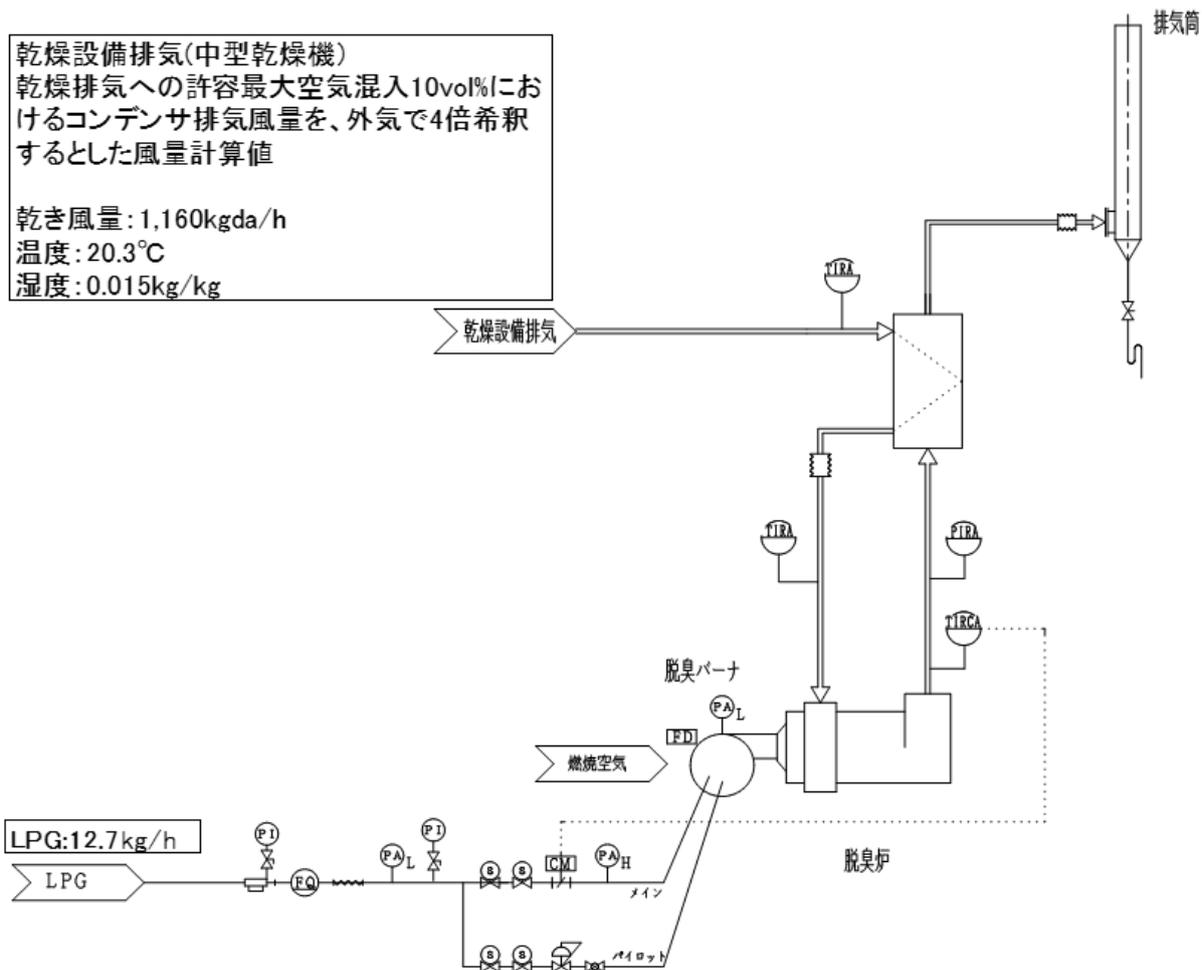




図資 1-54 中型乾燥機フローシート



図資 1-55 中型乾燥機配置図



図資 1-56 中型乾燥機燃焼脱臭設備フローシート

表資-51 車立上げの影響

○車立上げの影響(平成29年10月2日から12月25日までの実証データ)

測定日時	月日	設計条件	10月2日	10月9日	10月16日	10月23日	10月30日	11月6日	11月13日	11月20日	11月27日	12月4日	12月11日	12月18日	12月25日	平均	比率	
時刻	**:*		12:00	11:00	11:30	11:00	11:00	11:00	11:00	12:00	11:00	11:00	11:00	16:30	11:00			
温度	~***:**		9:00	13:30	14:00	21:30	10:00	11:00	10:00	8:30	12:30	12:30	10:00	2:30	10:00			
湿度	[k]	10	29.4	28.9	24.9	24.7	24.9	23.8	22.9	17.5	19.8	18.6	15.0	16.4				
起動時間	[kg/kg]	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.012	0.010	0.008	0.009	0.008	0.007	0.007				
補助蒸気量	[kg]	2.5	3.0	2.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0			30.5 ※1	
補助蒸気量	[kg]	1,300	1,186	1,225	1,203	1,096	1,188	1,197	1,165	1,278	1,614	1,174	1,196	768	1,24		1,253 ※2	
燃料使用量	[kg]	70	98.1	94.7	89.3	80.9	94.7	86.3	80.5	94.1	108.3	81.9	89.3	57.9	89		89.5 ※2	
電力計	[kWh]	300	443.2	485.4	335	312.3	335.9	128.1	212.9	359.6	222.4	224.2	189.4	270.5	93		237.3 ※3	
トータル運転時間	[h]	24連続	1200	124.5	125.0	108.5	97.0	122.0	97.0	71.5	123.5	123.5	97.0	60.0	97		1,490 ※3	
燃料使用量	[kg/h]	13	89	170	134	114	114	89	91	102	151	141	143	106	175			
燃料使用量	[kg/h]	5.1	9.3	9.2	6.6	5.0	6.6	5.0	5.2	6.3	8.3	7.7	8.0	6.3	9.8			
設備全消費電力	[kW]	343	265.8	259.3	262.5	261.0	262.6	266.0	263.1	261.7	264.0	262.6	266.1	263.9	258.6			11,033
電力計	[kWh]	31,896	32,883	32,813	28,319	25,472	32,452	25,521	18,712	32,604	32,604	31,196	25,812	15,834	25,084			390,600
H.P.システム消費電力	[kWh]	293	224.5	216.0	218.5	218.7	219.9	223.1	220.5	218.1	219.9	209.4	220.2	219.3	213.4			3,061
	[kWh]		28,945	26,892	27,311	23,729	27,221	21,329	27,221	15,998	27,163	23,861	21,369	13,160	20,697			323,508

※1 フィールドでは毎週月曜日に起動し、土曜日前停止する方法で運転している。起動時間は22時間から2.5時間だが1時間程度でほぼ所定量の汚泥投入が済む(下図参照)。設備昇温に約1時間、1回の起動に90kgのLPGを使用している。

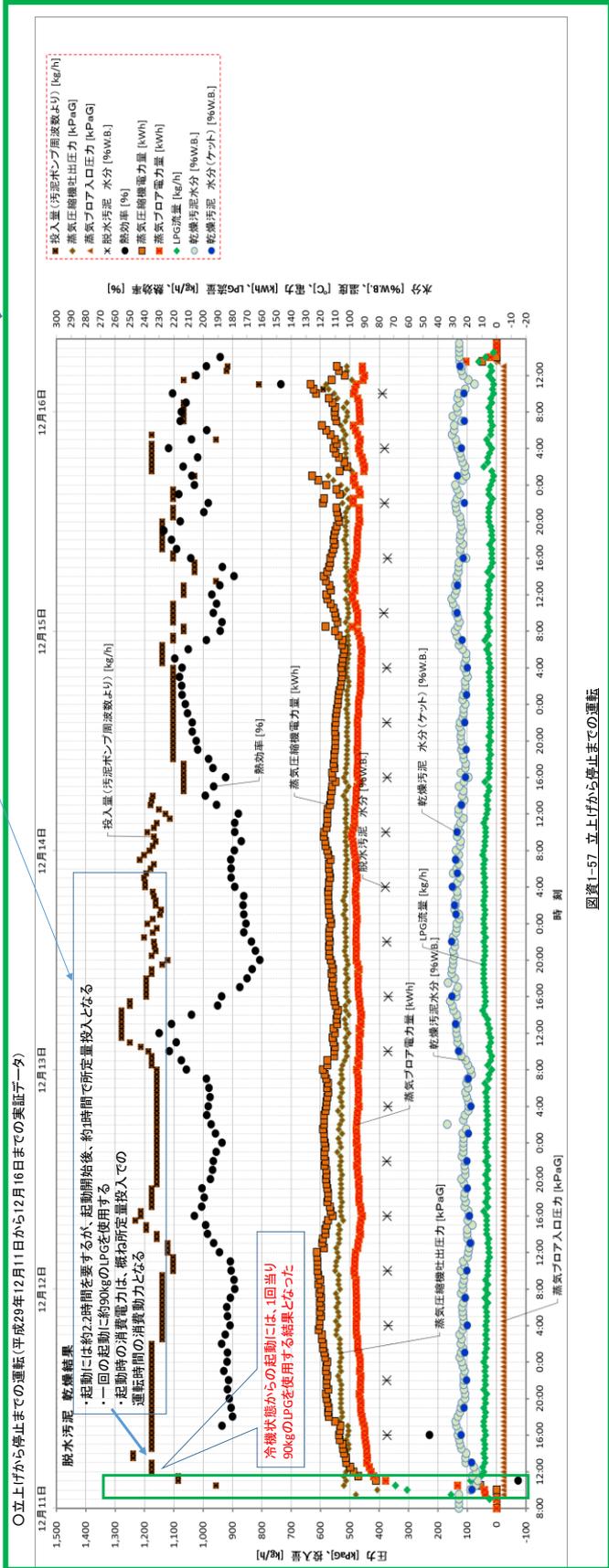
※2 設備起動に使用する燃料は1週間の連続運転の0.9%であった。これは、圧縮機運転が設備起動開始後概ね1時間で開始されることによる。

※3 設備起動に使用する電力は1週間の連続運転の0.9%であった。これは、圧縮機運転が設備起動開始後概ね1時間で開始されることによる。

●車立上げの影響

小別乾燥機では、1回の起動に約90kgのLPGを使用する。電力は所定量投入後運転中に集中するのではなく、特に起動による増加は見込まない。起動時の燃料は設備熱損失を補うために使われるので、短時間停止後に再立上げする場合は燃料消費量、脱水汚泥処理量に大きな影響はない。乾燥機の運転温度は乾燥機と異なり高温部でも160℃程度と低く、装置劣化への影響も同様と考えられるが自主研究で確認する。起動開始後、約1時間で所定重量投入となる。設備停止後に余熱を有効に利用した滞留物乾燥が進んでいるので短時間で所定重量投入となる。

○立上げから停止までの運転(平成29年12月11日から12月16日までの実証データ)



図資-57 立上げから停止までの運転

## 2. 簡易算定式

## 2. 1 総費用（年価換算値）

総費用（年価換算値）は建設費年価＋維持管理費で求める。

## 2. 1. 1 建設費算定式

## (1) 小型乾燥機

表資 2-1 小型乾燥機 建設費算定式

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 内訳 [百万円]	土木建築 (建屋)	$Y_{c1}=344.3 \times \beta$ ※1 年価= $344.3 \times \beta \times a_1$ ※4	乾燥設備 導入なし	$Y_{c1}=12.3 \times X_d^{0.941} \times \beta$ ※1 年価= $Y_{c1} \times a_1$ ※4
	機械設備	(実証設備費用＋燃焼脱臭新設) ※3 $Y_{c2}=493$ 年価= $493 \times a_2$ ※4		$Y_{c2}=46.944 \times X_1^{0.4681}$ ※2 年価= $Y_{c2} \times a_2$ ※4
	電気設備	$Y_{c3}=209.2$ ※2 年価= $209.2 \times a_3$ ※4		$Y_{c3}=12.053 \times X_1^{0.5158}$ ※2 年価= $Y_{c3} \times a_3$ ※4
※1 国土交通省、日本下水道協会 バイオソリッド利活用基本計画 p-90～91(H16年3月)の算出式より土木建設費にデフレータの係数 $\beta$ を乗じて求める。Xy:脱水污泥処理量[t-wet/年], Xrd:脱水污泥処理量[t-wet/日], Xd:施設規模[t-wet/日] $X_d = X_{rd} \div 0.8$ [t-wet/日], 本技術の小型乾燥機は一型式のみのため、本技術の建設費算定では $X_{rd}=27.6$ , $X_d=34.5$ とする ※2 全国の乾燥設備を保有する施設・処理場において、実施したアンケートを元に算出した一般費用係数、污泥処理費(国土交通省国土技術政策総合研究所調べ)を用いる。X1:投入污泥固形物量[kg-ds/h], 本技術の小型乾燥機は一型式のみのため、本技術の建設費算定では $X_1=253$ とする ※3 最適運転条件より乾燥機サイズアップ、直燃式脱臭炉を新規追加するとして計算 ※4 a :建設費を年価に換算する係数 土木、機械、電気の耐用年数をそれぞれ45年、20年、20年とし、 $a_1=0.03590$ , $a_2=a_3=0.06294$ を採用する				

## (2) 中型乾燥機

表資 2-2 中型乾燥機 建設費算定式

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 内訳 [百万円]	土木建築 (建屋)	$Y_{c1}=651.2 \times \beta$ ※1 年価= $651.2 \times \beta \times a_1$ ※3	乾燥設備 導入なし	$Y_{c1}=12.3 \times X_d^{0.941} \times \beta$ ※1 年価= $Y_{c1} \times a_1$ ※3
	機械設備	(実証設備費用＋燃焼脱臭新設) ※2 $Y_{c2}=881$ 年価= $881 \times a_2$ ※3		$Y_{c2}=31.9 \times X_d^{0.971} \times \beta$ ※1 年価= $Y_{c2} \times a_2$ ※3
	電気設備	$Y_{c3}=199.9 \times \beta$ ※1 年価= $199.9 \times \beta \times a_3$ ※3		$Y_{c3}=6.59 \times X_d^{0.809} \times \beta$ ※1 年価= $Y_{c3} \times a_3$ ※3
※1 国土交通省、日本下水道協会 バイオソリッド利活用基本計画 p-90～91(H16年3月)の算出式より土木建設費にデフレータの係数 $\beta$ を乗じて求める。Xy:脱水污泥処理量[t-wet/年], Xrd:脱水污泥処理量[t-wet/日], Xd:施設規模[t-wet/日] $X_d = X_{rd} \div 0.8$ [t-wet/日], 本技術の中型乾燥機は一型式のみのため、本技術の建設費算定では $X_{rd}=54.3$ , $X_d=67.9$ とする ※2 最適運転条件より乾燥機サイズアップ、直燃式脱臭炉を新規追加するとして計算 ※3 a :建設費を年価に換算する係数 土木、機械、電気の耐用年数をそれぞれ45年、20年、20年とし、 $a_1=0.03590$ , $a_2=a_3=0.06294$ を採用する				

## (3) 建設工事費デフレーター

「バイオソリッド利活用基本計画（平成16年3月）」の費用関数を用いる項目については、建設工事費デフレーターを用いて最新年度の価格に補正する。

表資2-3 建設工事費デフレーター

工事種別	2004年度(平成16年度)	2017年7月(平成29年7月)
下水道	92.9	106.0
換算係数	$\beta = 106.0 \div 92.9$	$\beta = 1.14$

## 2. 1. 2 維持管理費等算定式

## (1) 小型乾燥機

表資2-4 小型乾燥機 維持管理費及び解体・廃棄費算定式

項目		本技術 (含水率78%W.B.→20%W.B.)	全量外部委託	従来の乾燥機(一般費用関数によるFS) (含水率78%W.B.→25%W.B.)
維持 管理費 年価 [百万円/年]	汚泥 処理費	乾燥汚泥処理費用:有効利用 $Cc_{ds} = Uc_{ds} \times F_{2y} \times 10^{-6}$ ※1	外部委託処理費:脱水汚泥 $Cc_{ws} = Uc_{ws} \times X_y \times 10^{-6}$ ※1	外部委託処理費:乾燥汚泥 $Cc_{ds} = Uc_{ds} \times F_{2y} \times 10^{-6}$ ※1
	運転経費 (乾燥設備+ 燃焼脱臭設備)	電力費 $Y_{c3-2} = 29.9 \times W_y / 6003$ ※4	乾燥設備維持管理費なし	電力費 $Y_{c3-2} = 202.32 \times X_2^{0.4541} \times 10^{-3}$ ※6
		燃料費 $Y_{c3-4} = 9.2 \times W_y / 6003$ ※4		燃料費 $Y_{c3-4} = 41.0 \times X_2 \times 10^{-3}$ ※6
		補修費 $Y_{c3-1} = Y_{c2} \times 3.3\%$ ※3		補修費 $Y_{c3-1} = 17.144 \times X_2^{0.8866} \times 10^{-3}$ ※6
		薬品費 $Y_{c3-5} = 1.3 \times W_y / 6003$ ※4		薬品費 $Y_{c3-5} =$ 革新技術と同額積み上げ
	人件費 $Y_{c3-3} = 5.6$ ※5		人件費 $Y_{c3-3} = 66.755 \times X_2^{0.8298} \times 10^{-3}$ ※6	
解体・廃棄費(参考値)※2 [百万円]		70	解体・廃棄費なし	
ユーティリティ単価 ※7 ・電力: 15 [円/kWh] ・LPG: 89 [円/kg] ・A重油: 71 [円/L] ・上水: 200 [円/m <sup>3</sup> ]			外部委託処理費 ○本技術 乾燥汚泥:有効利用調査結果による ・肥料化:無償配布+運賃 5,000 [円/t-wet] 8ヶ月間 ・燃料化:処理費用(運賃込) 22,000 [円/t-wet] 4ヶ月間 ○全量外部委託 脱水汚泥 23,000 [円/t-wet](全国平均) ※6 ○従来の乾燥機 乾燥汚泥 19,000 [円/t-wet](全国平均) ※6	
※1 $Cc_{ds}$ :乾燥汚泥処理費[百万円/年], $F_{2y}$ :乾燥汚泥生産量[t-wet/年], $X_y$ :脱水汚泥処理量[t-wet/年], $Uc_{ds}$ :乾燥汚泥外部委託処理単価[円/t-wet], $Cc_{ws}$ :脱水汚泥処理費[百万円/年], $Uc_{ws}$ :脱水汚泥外部委託処理単価[円/t-wet] ※2 $Cw$ :解体・廃棄費[百万円]は機械、電気建設費合計値の10%とした。 ※3 補修費は機械設備工事費の3.3%とした。 ※4 $W_y$ :水分蒸発量[t/年], 電力、燃料、上水費など運転時間に比例する項目は、実証結果を基に年間水分蒸発量[t/年]に基づき求めた。 (小型乾燥機基準値は6.003t/年) ※5 人件費はオペレーション内容から実証設備と同じとした。 ※6 全国の乾燥設備を保有する施設・処理場において、実施したアンケートを元に算出した一般費用係数、汚泥処理費 (国土交通省国土技術政策総合研究所調べ)を用いる。 $X_2$ :年間投入固形物汚泥量[t-ds/年] ※7 ユーティリティ、薬品の単価詳細は表資2-11参照				

## (2) 中型乾燥機

表資 2-5 中型乾燥機 維持管理費等算定式

項目		本技術 (含水率79%W.B.→20%W.B.)	全量外部委託	従来の乾燥機(一般費用関数によるFS) (含水率79%W.B.→20%W.B.)
維持 管理費 年価 [百万円/年]	汚泥処理費	乾燥汚泥処理費用:有効利用 $Cc_{ds}=Uc_{ds}\times F_{2y}\times 10^{-6}$ ※1	外部委託処理費:脱水汚泥 $Cc_{ws}=Uc_{ws}\times X_y\times 10^{-6}$ ※1	外部委託処理費:乾燥汚泥 $Cc_{ds}=Uc_{ds}\times F_{2y}\times 10^{-6}$ ※1
	運転経費 (乾燥設備+ 燃焼脱臭設備)	電力費 $Y_{c3-2}=55.8\times W_y/12018$ ※4	乾燥設備維持管理費なし	$Y_3=0.362\times X_y^{0.585}\times \beta$ ※8
		燃料費 $Y_{c3-4}=21.0\times W_y/12018$ ※4		
		補修費 $Y_{c3-1}=Y_{c2}\times 3.3\%$ ※3		
		薬品費 $Y_{c3-5}=2.3\times W_y/12018$ ※4		
	人件費 $Y_{c3-3}=5.6$ ※5			
解体・廃棄費(参考値) ※2 [百万円]		111	解体・廃棄費なし	
ユーティリティ単価 ※7 ・電力: 15 [円/kWh] ・LPG: 89 [円/kg] ・A重油: 71 [円/L] ・上水: 200 [円/m3]			外部委託処理費 ○本技術 乾燥汚泥:有効利用調査結果による ・肥料化:無償配布+運賃 5,000 [円/t-wet] 8ヶ月間 ・燃料化:処理費用(運賃込) 22,000 [円/t-wet] 4ヶ月間 ○全量外部委託 脱水汚泥 23,000 [円/t-wet](全国平均) ※6 ○従来の乾燥機 乾燥汚泥 19,000 [円/t-wet](全国平均) ※6	
※1 $Cc_{ds}$ :乾燥汚泥処理費[百万円/年], $F_{2y}$ :乾燥汚泥生産量[t-wet/年], $X_y$ :脱水汚泥処理量[t-wet/年], $Uc_{ds}$ :乾燥汚泥外部委託処理単価[円/t-wet], $Cc_{ws}$ :脱水汚泥処理費[百万円/年], $Uc_{ws}$ :脱水汚泥外部委託処理単価[円/t-wet] ※2 Cw:解体・廃棄費[百万円]は機械、電気建設費合計の10%とした。 ※3 補修費は機械設備工事費の3.3%とした。 ※4 $W_y$ :水分蒸発量[t/年], 電力、燃料、上水費など運転時間に比例する項目は、実証結果を基に年間水分蒸発量[t/年]に基づき求めた。 (中型乾燥機基準値は12,018t/年) ※5 人件費はオペレーション内容から実証設備と同じとした。 ※6 全国の乾燥設備を保有する施設・処理場において、実施したアンケートを元に算出した一般費用係数、汚泥処理費 (国土交通省国土技術政策総合研究所調べ)を用いる。 ※7 ユーティリティ、薬品の単価詳細は表資2-11参照 ※8 国土交通省、日本下水道協会:バイオソリッド利活用基本計画、p-90~91(H16年3月)の算出式より土木建設費にデフレータの係数 $\beta$ を 乗じて求める。 $X_d$ :施設規模[t-wet/日], $X_y$ :年間処理脱水汚泥量[t-wet/年]				

## (3) 汚泥処理・処分費、運搬費

表資 2-6 汚泥処理・処分費、運搬費

技術	汚泥処理・処分及び運搬単価[円/t-wet]				
	項目	肥料化	燃料化	脱水処分	乾燥処分
本技術	処理	無償 ※3	22,000 ※4		
	運搬	5,000 ※2	上欄に含む ※4		
全量外部委託	処理			16,000 ※1	
	運搬			7,000 ※2	
従来の乾燥機	処理				14,000 ※2
	運搬				5,000 ※2
※1 全国の乾燥設備を保有する施設・処理場において、実施したアンケートを元に算出した一般費用係数、汚泥処分費(国土交通省国土技術政策総合研究所調べ)を用いる。 ※2 「下水汚泥等の資源有効利用状況に関する調査」及び乾燥汚泥を排出している処理場を有する自治体30ヶ所へのアンケートの結果から算定した汚泥運搬費(国土交通省国土技術政策総合研究所調べ)を用いる。 ※3 肥料化自治体調査結果(資料編1 表資1-18 G市の例) ※4 燃料化自治体調査結果(資料編1 表資1-24 A市の例)					

## (4) 解体・廃棄費

公益社団法人日本下水道協会；下水道設計標準掛表平成 24 年一第 2 巻 ポンプ場・処理場 (p.102) より 撤去費は建設費の 6%とする。また、スクラップコストは建設費の 4%とし、解体・撤去費の合計は建設費の 10%とする。なお、解体・廃棄費については、総費用（年価換算値）に含むものではないため、参考値である。

## (5) 試算条件と脱水汚泥処理量、含水率などが異なる場合の算定方法

維持管理費及び解体・廃棄費算定式において、脱水汚泥処理量、含水率などが試算条件（例：小型乾燥機 8,280t/年, 78%W. B., 20%W. B. など）と異なる場合も下記 c) 年間水分蒸発量換算により算定できる。

換算に用いる年間水分蒸発量  $W_y$  は以下のように求めることができる。

## a) 本技術汚泥処理費用の算定

$C_{cds} = U_{cds} \times F_{2y} \times 10^{-6}$   $U_{cds}$ : 運賃を含む乾燥汚泥外部委託単価 [円/t-wet]

・年間乾燥汚泥量  $F_{2y}$  [t-wet/年]:  $F_{2y} = X_y \times (100 - w_1) \div (100 - w_2)$

$X_y$ : 年間脱水汚泥処理量 [t-wet/年],  $w_1$ : 脱水汚泥含水率 [%W. B.],

$w_2$ : 乾燥汚泥含水率 [%W. B.]

## b) 従来の乾燥機の汚泥処分費用算定

乾燥汚泥含水率  $w_2$  が本技術と異なり乾燥汚泥量  $F_{2y}$  がそれぞれ異なる。

## c) 本技術電力費、燃料費、薬品費の算定

年間脱水汚泥処理量や含水率の設定に対し、実証から求めた最適運転条件のまま運転時間に対応するものとして、運転時間に比例する電力費、燃料費、薬品費などについて水分蒸発量比例で求める。

・年間水分蒸発量  $W_y$  [t /年]:  $W_y = X_y - F_{2y}$

## d) 従来の乾燥機維持管理費

・年間投入汚泥固形物量  $X_2$  [t-ds/年]  $X_2 = X_y \times (100 - w_1) \div 100$

## 2. 2 維持管理でのエネルギー使用量

## (1) 小型乾燥機

表資 2-7 小型乾燥機 維持管理でのエネルギー使用量

項目	小型乾燥機 維持管理でのエネルギー使用量 [GJ/年]	
	本技術	従来の乾燥機
電力	$E_1 = Y_{C3-2} \div Ce \times Ee$	$E_1 = Y_{C3-2} \div Ce \times Ee$ ※1
燃料	$E_2 = Y_{C3-4} \div Cl \times El$ (LPG)	$E_2 = Y_{C3-4} \div Ca \times El$ (A重油) ※1
薬品(上水)	$E_3 = Y_{C3-5} \div Cj \times Ej$ ※4	$E_3 = Y_{C3-5} \div Cj \times Ej$ ※4
合計	$E = E_1 + E_2 + E_3$ [GJ/年]	$E = E_1 + E_2 + E_3$ [GJ/年]
$Y_{C3-2}$ :電力費[百万円/年]、 $Y_{C3-4}$ :燃料費[百万円/年]、 $Y_{C3-5}$ :上水費[百万円/年]、 $Ce$ :電力単価 15[円/kwh]、 $Cl$ :LPG単価 89円/kg]、 $Ca$ :A重油単価71[円/L]、 $Cj$ :上水単価200[円/m <sup>3</sup> ] ・発熱量原単位※3 $Ee$ :電力原単位※2:9.484[MJ/kWh]、 $El$ :LPG原単位:50.06[GJ/t]、 $Ea$ :A重油原単位:38.90[GJ/kL]、 $Ej$ :上水原単位:30.7[MJ/m <sup>3</sup> ]、 原油換算係数:0.0258[kL/GJ]		
※1 全国の乾燥設備を保有する施設・処理場において、実施したアンケートを元に算出した一般費用係数(国土交通省国土技術政策総合研究所調べ)を用いる。 ※2 エネルギー源別標準発熱量一覧表(平成27年4月14日資源エネルギー庁総合政策課) ※3 環境庁:温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度ホームページ、平成28年度報告用算定方法・排出係数一覧、報告書作成支援ツールより ※4 ユーティリティ、薬品の発熱量原単位は、表資2-12参照		

## (2) 中型乾燥機

表資 2-8 中型乾燥機 維持管理でのエネルギー使用量

項目	中型乾燥機 維持管理でのエネルギー使用量 [GJ/年]	
	本技術	従来の乾燥機
電力	$E_1 = Y_{C3-2} \div Ce \times Ee$	$E = 22,195 \times X_2 + 7 \times 10^6$ ※1
燃料	$E_2 = Y_{C3-4} \div Cl \times El$ (LPG)	
薬品(上水)	$E_3 = Y_{C3-5} \div Cj \times Ej$ ※4	
合計	$E = E_1 + E_2 + E_3$ [GJ/年]	$E = 22,195 \times X_2 + 7 \times 10^6$ [GJ/年]
$Y_{C3-2}$ :電力費[百万円/年]、 $Y_{C3-4}$ :燃料費[百万円/年]、 $Y_{C3-5}$ :上水費[百万円/年]、 $Ce$ :電力単価 15[円/kwh]、 $Cl$ :LPG単価 89円/kg]、 $Cj$ :上水単価200[円/m <sup>3</sup> ]、 $X_2$ :固形物処理量[t-ds/年] ・発熱量原単位※3 $Ee$ :電力原単位※2:9.484[MJ/kWh]、 $El$ :LPG原単位:50.06[GJ/t]、 $Ej$ :上水原単位:30.7[MJ/m <sup>3</sup> ]、原油換算係数:0.0258[kL/GJ]		
※1 全国の乾燥設備を保有する施設・処理場において、実施したアンケートを元に算出した一般費用係数(国土交通省国土技術政策総合研究所調べ)を用いる。 $X_1$ :投入汚泥固形物量[kg-ds/h]、 $X_2$ :年間投入固形物汚泥量[t-ds/年] ※2 エネルギー源別標準発熱量一覧表(平成27年4月14日資源エネルギー庁総合政策課) ※3 環境庁:温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度ホームページ、平成28年度報告用算定方法・排出係数一覧、報告書作成支援ツールより ※4 ユーティリティ、薬品の発熱量原単位は、表資2-12参照		

## 2. 3 温室効果ガス排出量

## (1) 小型乾燥機

表資 2-9 小型乾燥機 温室効果ガス排出量

項目	小型乾燥機 維持管理での温室効果ガス排出量 [t-CO <sub>2</sub> /年]	
	本技術	従来の乾燥機
電力	$G_1 = Y_{C3-2} \div Ce \times Ge$	$G_1 = Y_{C3-2} \div Ce \times Ge$ ※1
燃料	$G_2 = Y_{C3-4} \div Cl \times Gl$ (LPG)	$G_2 = Y_{C3-4} \div Ca \times Gl$ (A重油) ※1
薬品(上水)	$G_3 = Y_{C3-5} \div Cj \times Gj$ ※4	$G_3 = Y_{C3-5} \div Cj \times Gj$ ※4
汚泥乾燥	$G_4 = 0.0095 \div 1,000 \times Xy \times Gn$	$G_4 = 0.0095 \div 1,000 \times Xy \times Gn$
	燃焼脱臭炉由来N <sub>2</sub> O:0.0095kg-N <sub>2</sub> O/t-wet ※4	燃焼脱臭炉由来N <sub>2</sub> O:0.0095kg-N <sub>2</sub> O/t-wet ※4
合計	$G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5$ [t-CO <sub>2</sub> /年]	$G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5$ [t-CO <sub>2</sub> /年]

Y<sub>C3-2</sub>:電力費[百万円/年]、Y<sub>C3-4</sub>:燃料費[百万円/年]、Y<sub>C3-5</sub>:上水費[百万円/年]、Ce:電力単価 15[円/kwh]、Cl:LPG単価 89円/kg]、Ca:A重油単価71[円/L]、Cj:上水単価200[円/m<sup>3</sup>]、Xy:年間処理脱水汚泥量[t-wet/年]・CO<sub>2</sub>排出量原単位  
Ge:電力CO<sub>2</sub>排出量原単位:0.587[kg-CO<sub>2</sub>/kWh]※2、Gl:LPG CO<sub>2</sub>排出量原単位:3.00[t-CO<sub>2</sub>/t]※3、Ga:A重油CO<sub>2</sub>排出量原単位:2.71[t-CO<sub>2</sub>/kL]※3、Gj:上水CO<sub>2</sub>排出量原単位:0.002[t-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>]※3、Gn:N<sub>2</sub>O CO<sub>2</sub>排出量原単位:298[t-CO<sub>2</sub>/t]※3

※1 全国の乾燥設備を保有する施設・処理場において、実施したアンケートを元に算出した一般費用係数(国土交通省国土技術政策総合研究所調べ)を用いる。  
 ※2 電気事業者別排出係数(特定排出者の温室効果ガス排出量算定用)-平成27年度実績-H28.12.27公表  
 ※3 下水道における地球温暖化対策マニュアル～下水道部門における温室効果ガス排出量抑制指針の解説～平成28年3月 環境省・国土交通省  
 ※4 国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部:下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版、p-82(平成27年3月)

## (2) 中型乾燥機

表資 2-10 中型乾燥機 維持管理での温室効果ガス排出量

項目	中型乾燥機 維持管理での温室効果ガス排出量 [t-CO <sub>2</sub> /年]	
	本技術	従来の乾燥機
電力	$G_1 = Y_{C3-2} \div Ce \times Ge$ ※3	$G = 1.5175 \times X2 + 463.89$ ※1
燃料	$G_2 = Y_{C3-4} \div Cl \times Gl$ (LPG) ※3	
薬品(上水)	$G_3 = Y_{C3-5} \div Cj \times Gj$ ※4	
汚泥乾燥	$G_4 = 0.0095 \div 1,000 \times Xy \times Gn$	
	燃焼脱臭炉由来N <sub>2</sub> O:0.0095kg-N <sub>2</sub> O/wet-t ※4	
合計	$G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5$ [t-CO <sub>2</sub> /年]	$G = 1.5175 \times X2 + 463.89$ [t-CO <sub>2</sub> /年]

Y<sub>C3-2</sub>:電力費[百万円/年]、Y<sub>C3-4</sub>:燃料費[百万円/年]、Y<sub>C3-5</sub>:上水費[百万円/年]、Ce:電力単価 15[円/kwh]、Cl:LPG単価 89円/kg]、Ca:A重油単価71[円/L]、Cj:上水単価200[円/m<sup>3</sup>]、Xy:年間処理脱水汚泥量[t-wet/年]・CO<sub>2</sub>排出量原単位  
Ge:電力CO<sub>2</sub>排出量原単位:0.587[kg-CO<sub>2</sub>/kWh]※2、Gl:LPG CO<sub>2</sub>排出量原単位:3.00[t-CO<sub>2</sub>/t]※3、Ga:A重油CO<sub>2</sub>排出量原単位:2.71[t-CO<sub>2</sub>/kL]※3、Gj:上水CO<sub>2</sub>排出量原単位:0.002[t-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>]※3、Gn:N<sub>2</sub>O CO<sub>2</sub>排出量原単位:298[t-CO<sub>2</sub>/t]※3

※1 国土交通省国土技術政策総合研究所:従来設備における電力消費量、燃料消費量に関するアンケートを元に算出したCO<sub>2</sub>排出量の関数(H30年)、X2:年間投入量[t-ds/年]  
 ※2 電気事業者別排出係数(特定排出者の温室効果ガス排出量算定用)-平成27年度実績-H28.12.27公表  
 ※3 下水道における地球温暖化対策マニュアル～下水道部門における温室効果ガス排出量抑制指針の解説～平成28年3月 環境省・国土交通省  
 ※4 国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部:下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版、p-82(平成27年3月)

## 2. 4 ユーティリティ単価

表資 2-11 ユーティリティ単価

項目	単位	値	備考	出典
電力	円/kWh	15		H28補助業務※1、H29公募資料※2
上水	円/m <sup>3</sup>	200		H28公募資料※2
A重油	円/L	71		H28公募資料
LPG	円/kg	89	ローリー	建設物価 H30.2月※3
次亜塩素酸ナトリウム	円/kg	40		H28補助業務※1

※1: H28補助業務「下水道革新的技術の導入検討に関する技術資料作成業務」  
 ※2: 平成28年度下水道革新的技術実証事業公募資料「革新的技術のコスト算定に当たりの留意事項」  
 ※3: 建設物価、H30、2月

## 2. 5 エネルギー別標準発熱量

表資 2-12 エネルギー別標準発熱量

項目	単位	値	備考	出典
電力	MJ/kWh	9.484	受電端投入熱量	※1
A重油	MJ/L	38.90		
LPG	MJ/kg	50.06		
上水道	MJ/m <sup>3</sup>	30.7		※2
次亜塩素酸ソーダ	MJ/t	11799		

※1: エネルギー源別標準発熱量一覧表(平成27年4月14日資源エネルギー庁総合政策課)  
 ※2: H28補助業務「下水道革新的技術の評価項目に関する技術資料作成業務」

## 2. 6 温室効果ガス排出係数

表資 2-13 温室効果ガス排出係数

	項目	単位	値	備考	出典
ユーティリティ	電力	t-CO <sub>2</sub> /kWh	0.000587		※1
	上水	t-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	0.0020		※2
	A重油	t-CO <sub>2</sub> /kL	2.71	特A重油含む	
	LPG	t-CO <sub>2</sub> /kL	3.00		
	次亜塩素酸ナトリウム	t-CO <sub>2</sub> /t	0.32		
ガス種類	地球温暖化係数				
	CO <sub>2</sub>	1			
	CH <sub>4</sub>	25			
	N <sub>2</sub> O	298			

※1: 電気事業者別排出係数(特定排出者の温室効果ガス排出量算定用)  
 -平成27年度実績- H28.12.27公表  
 ※2: 下水道における地球温暖化対策マニュアル～下水道部門における温室効果ガス排出抑制指針の解説～  
 平成28年3月, 環境省・国土交通  
 ※3: 廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル  
 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課  
 ※4: 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版-  
 平成27年3月, 国土交通省

### 3. ケーススタディ

実証試験結果から小型乾燥機、中型乾燥機の最適運転条件（最適加熱温度）、乾燥機伝熱面積および圧縮機の系列数を定めた。この条件を元に、下記ケースの導入シナリオ例および検討結果を示す。なお、FS 検討における端数は四捨五入としている。

#### 3. 1 導入シナリオ FS 検討例

現状、機械脱水を行っている施設において以下の導入シナリオを検討する。

##### (1) 脱水汚泥を外部委託処分している処理場へ導入する場合

###### 1) 乾燥汚泥を肥料化有効利用できる場合

- ① 乾燥設備新設、建屋新設、燃焼脱臭設備新設
- ② 乾燥設備新設、建屋新設、既設脱臭設備利用※1
- ③ 乾燥設備新設、既設建屋利用、燃焼脱臭設備新設
- ④ 乾燥設備新設、既設建屋利用、既設脱臭設備利用※1

###### 2) 乾燥汚泥を燃料化有効利用できる場合

- ① 乾燥設備新設、建屋新設、燃焼脱臭設備新設
- ② 乾燥設備新設、建屋新設、既設脱臭設備利用※1
- ③ 乾燥設備新設、既設建屋利用、燃焼脱臭設備新設
- ④ 乾燥設備新設、既設建屋利用、既設脱臭設備利用※1

##### (2) 乾燥設備更新時に導入する場合

###### 1) 乾燥汚泥を肥料化有効利用できる場合

(1)と同様に①②③④について検討する。

###### 2) 乾燥汚泥を燃料化有効利用できる場合

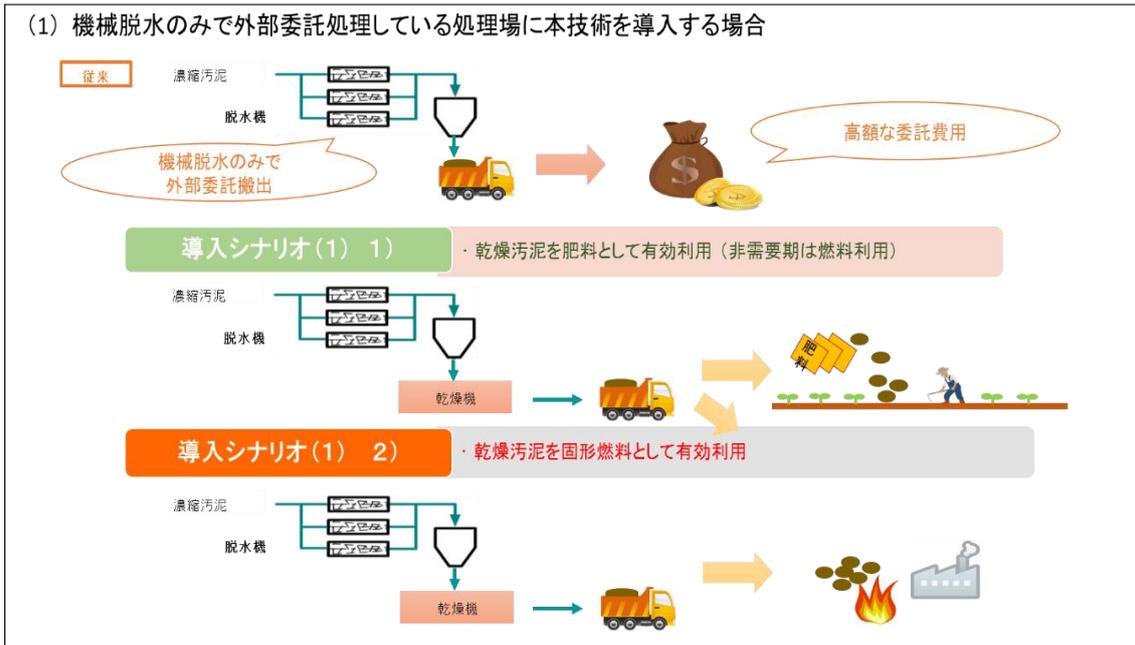
(1)と同様に①②③④について検討する。

###### 3) 既に本技術と同等の有効利用をしている場合

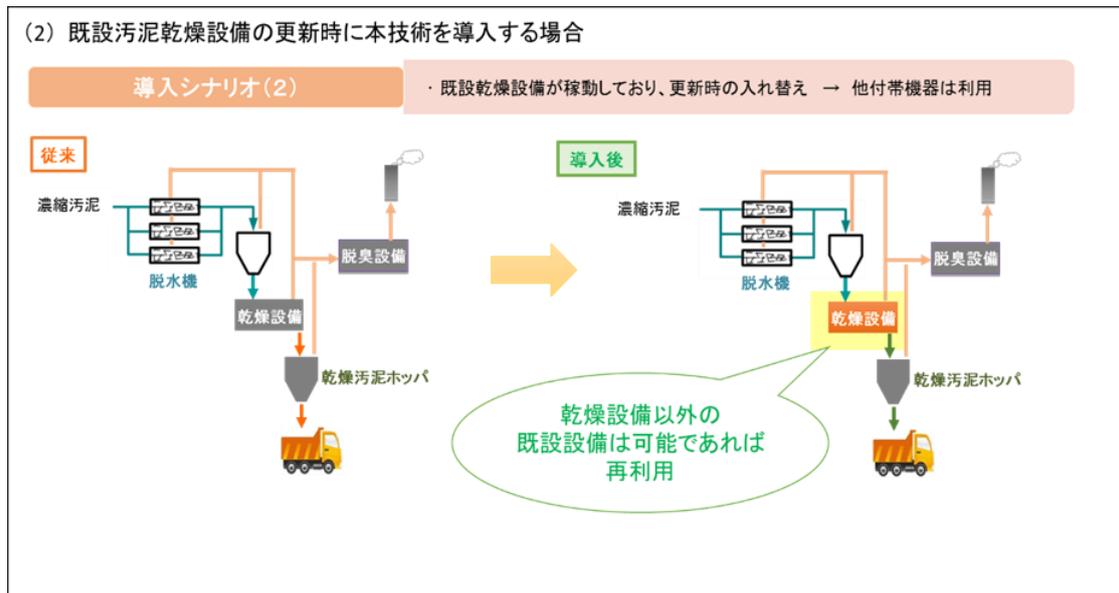
従来の乾燥機についても汚泥処理費を本技術と同額として検討する。 ※2

※1 乾燥設備更新の脱臭設備既設利用については、燃焼脱臭設備が不要になることによる建設費、電力費（差は微小）、燃料費、補修費を減額し、実証結果に基づき薬品費を増額して総費用（年価換算値）、維持管理でのエネルギー使用量、GHG 排出量を算定する。

※2 肥料化：需要期 8 ヶ月肥料化；処理無償、運賃 5,000 円/t-wet、非需要期 4 ヶ月燃料化；処理+運賃 22,000 円/t-wet、通年燃料化；処理+運賃 22,000 円/t-wet として乾燥汚泥処理費用を算定する。



図資 3-1 導入シナリオ例 (1)



図資 3-2 導入シナリオ例 (2)

## 3・2 導入シナリオ検討結果

検討結果を以下の表に示す。

表資 3-1 (1/2) ケーススタディ条件及び結果一覧

No.	導入前		導入後			表資番号			No.				
	乾燥機	汚泥処理	利活用	乾燥設備	建屋	脱臭設備	総費用 (年価換算値)	エネルギー		GHG			
1	小型※1	脱水汚泥※3 または 乾燥汚泥※3	肥料および 燃料※4	新設	新設	新設	3-1-1	3-1-2	3-1-3	1			
2						既設利用	3-2-1	3-2-2	3-2-3	2			
3					既設利用	新設	3-3-1	3-3-2	3-3-3	3			
4						既設利用	3-4-1	3-4-2	3-4-3	4			
5					燃料※5	新設	新設	新設	3-5-1	3-5-2	3-5-3	5	
6								既設利用	3-6-1	3-6-2	3-6-3	6	
7			既設利用				新設	3-7-1	3-7-2	3-7-3	7		
8							既設利用	3-8-1	3-8-2	3-8-3	8		
9			肥料および 燃料※4				更新※6	新設	新設	3-9-1	3-9-2	3-9-3	9
10									既設利用	3-10-1	3-10-2	3-10-3	10
11					既設利用	新設		3-11-1	3-11-2	3-11-3	11		
12						既設利用		3-12-1	3-12-2	3-12-3	12		
13		燃料※5		更新※6	新設	新設		3-13-1	3-13-2	3-13-3	13		
14						既設利用		3-14-1	3-14-2	3-14-3	14		
15					既設利用	新設		3-15-1	3-15-2	3-15-3	15		
16						既設利用		3-16-1	3-16-2	3-16-3	16		
17					肥料および 燃料※4	更新※6		新設	新設	3-17-1	3-17-2	3-17-3	17
18									既設利用	3-18-1	3-18-2	3-18-3	18
19		既設利用		新設				3-19-1	3-19-2	3-19-3	19		
20				既設利用				3-20-1	3-20-2	3-20-3	20		
21		新設	新設	3-21-1			3-21-2	3-21-3	21				
22			既設利用	3-22-1			3-22-2	3-22-3	22				
23		既設利用	新設	3-23-1	3-23-2	3-23-3	23						
24			既設利用	3-24-1	3-24-2	3-24-3	24						
25	中型※2	脱水汚泥※3 または 乾燥汚泥※3	肥料および 燃料※4	新設	新設	新設	3-25-1	3-25-2	3-25-3	25			
26						既設利用	3-26-1	3-26-2	3-26-3	26			
27					既設利用	新設	3-27-1	3-27-2	3-27-3	27			
28						既設利用	3-28-1	3-28-2	3-28-3	28			
29					新設	新設	3-29-1	3-29-2	3-29-3	29			
30						既設利用	3-30-1	3-30-2	3-30-3	30			
31			既設利用		新設	3-31-1	3-31-2	3-31-3	31				
32					既設利用	3-32-1	3-32-2	3-32-3	32				
33			肥料および 燃料※4		更新※6	新設	新設	3-33-1	3-33-2	3-33-3	33		
34							既設利用	3-34-1	3-34-2	3-34-3	34		
35						既設利用	新設	3-35-1	3-35-2	3-35-3	35		
36							既設利用	3-36-1	3-36-2	3-36-3	36		
37		新設		新設		3-37-1	3-37-2	3-37-3	37				
38				既設利用		3-38-1	3-38-2	3-38-3	38				
39		既設利用		新設		3-39-1	3-39-2	3-39-3	39				
40				既設利用		3-40-1	3-40-2	3-40-3	40				
41		肥料および 燃料※4		更新※6		新設	新設	3-41-1	3-41-2	3-41-3	41		
42							既設利用	3-42-1	3-42-2	3-42-3	42		
43						既設利用	新設	3-43-1	3-43-2	3-43-3	43		
44							既設利用	3-44-1	3-44-2	3-44-3	44		
45			新設		新設	3-45-1	3-45-2	3-45-3	45				
46					既設利用	3-46-1	3-46-2	3-46-3	46				
47		既設利用	新設	3-47-1	3-47-2	3-47-3	47						
48			既設利用	3-48-1	3-48-2	3-48-3	48						

備考

※1 脱水汚泥: 8,280 t/年、78 %WB、乾燥汚泥: (本技術) 20 %WB、(従来技術) 25 %WB。  
 ※2 脱水汚泥: 16,296 t/年、79 %WB、乾燥汚泥: (本技術および従来技術) 20 %WB  
 ※3 汚泥処理単価: (脱水汚泥) 処理 16,000 + 運賃 7,000 円/t-wet、(乾燥汚泥) 処理 0 + 運賃 19,000 円/t-wet  
 ※4 汚泥処理単価: 10,667 円/t-wet [≒ (8ヶ月肥料) 処理 0 + 運賃 5,000 円/t-wet、(4ヶ月燃料) 処理および運賃 22,000 円/t-wetとして]  
 ※5 汚泥処理単価: (燃料) 処理および運賃 22,000 円/t-wet  
 ※6 乾燥設備更新の脱臭設備既設利用については、燃焼脱臭設備が不要になることによる建設費、電力費(差は微小)、燃料費及び補修費を減額し、実証結果に基づき薬品費を増額して総費用(年価換算値)、エネルギー使用量、GHG排出量を算定

表資 3-1 (2/2) ケーススタディ条件及び結果一覧

No.	脱水汚泥 処理量 [t-wet/年]	本技術						全量 外部委託		従来の乾燥機				No.
		総費用(年価換算値)		エネルギー	GHG	総費用(年価換算値) 縮減率(%)		総費用(年価換算値)		総費用(年価換算値)		エネルギー	GHG	
		[百万円/年]	[円/t-wet]	[GJ/年]	[t-CO <sub>2</sub> /年]	対全量 外部委託	対従来の 乾燥機	[百万円/年]	[円/t-wet]	[百万円/年]	[円/t-wet]	[GJ/年]	[t-CO <sub>2</sub> /年]	
1	8,280	144.9	17,500	24,280	1,517	24	40	190.4	23,000	242.2	29,300	44,992	3,127	1
2	8,280	138.3	16,700	21,381	1,309	27	43	190.4	23,000	242.2	29,300	44,992	3,127	2
3	8,280	130.8	15,800	24,280	1,517	31	43	190.4	23,000	228.1	27,500	44,992	3,127	3
4	8,280	124.7	15,100	21,381	1,309	35	46	190.4	23,000	228.1	27,500	44,992	3,127	4
5	8,280	170.7	20,600	24,280	1,517	10	30	190.4	23,000	242.2	29,300	44,992	3,127	5
6	8,280	164.1	19,800	21,381	1,309	14	32	190.4	23,000	242.2	29,300	44,992	3,127	6
7	8,280	156.6	18,900	24,280	1,517	18	31	190.4	23,000	228.1	27,500	44,992	3,127	7
8	8,280	150.0	18,100	21,381	1,309	21	34	190.4	23,000	228.1	27,500	44,992	3,127	8
9	8,280	144.9	17,500	24,280	1,517	24	40	190.4	23,000	242.2	29,300	44,992	3,127	9
10	8,280	138.3	16,700	21,381	1,309	27	43	190.4	23,000	242.2	29,300	44,992	3,127	10
11	8,280	130.8	15,800	24,280	1,517	31	43	190.4	23,000	228.1	27,500	44,992	3,127	11
12	8,280	124.2	15,000	21,381	1,309	35	46	190.4	23,000	228.1	27,500	44,992	3,127	12
13	8,280	170.7	20,600	24,280	1,517	10	30	190.4	23,000	242.2	29,300	44,992	3,127	13
14	8,280	164.1	19,800	21,381	1,309	14	32	190.4	23,000	242.2	29,300	44,992	3,127	14
15	8,280	156.6	18,900	24,280	1,517	18	31	190.4	23,000	228.1	27,500	44,992	3,127	15
16	8,280	150.0	18,100	21,381	1,309	21	34	190.4	23,000	228.1	27,500	44,992	3,127	16
17	8,280	144.9	17,500	24,280	1,517	24	34	190.4	23,000	220.3	26,600	44,992	3,127	17
18	8,280	138.3	16,700	21,381	1,309	27	37	190.4	23,000	220.3	26,600	44,992	3,127	18
19	8,280	130.8	15,800	24,280	1,517	31	37	190.4	23,000	206.2	24,900	44,992	3,127	19
20	8,280	124.2	15,000	21,381	1,309	35	40	190.4	23,000	206.2	24,900	44,992	3,127	20
21	8,280	170.7	20,600	24,280	1,517	10	31	190.4	23,000	246.1	29,700	44,992	3,127	21
22	8,280	164.1	19,800	21,381	1,309	14	33	190.4	23,000	246.1	29,700	44,992	3,127	22
23	8,280	156.6	18,900	24,280	1,517	18	33	190.4	23,000	232.0	28,000	44,992	3,127	23
24	8,280	150.0	18,100	21,381	1,309	21	35	190.4	23,000	232.0	28,000	44,992	3,127	24
25	16,296	255.9	15,700	47,449	2,961	32	33	374.8	23,000	380.2	23,300	82,955	5,657	25
26	16,296	247.8	15,200	43,451	2,655	34	35	374.8	23,000	380.2	23,300	82,955	5,657	26
27	16,296	229.2	14,100	47,449	2,961	39	35	374.8	23,000	353.5	21,700	82,955	5,657	27
28	16,296	221.2	13,600	43,451	2,655	41	37	374.8	23,000	353.5	21,700	82,955	5,657	28
29	16,296	304.4	18,700	47,449	2,961	19	20	374.8	23,000	380.2	23,300	82,955	5,657	29
30	16,296	296.3	18,200	43,451	2,655	21	22	374.8	23,000	380.2	23,300	82,955	5,657	30
31	16,296	277.7	17,000	47,449	2,961	26	21	374.8	23,000	353.5	21,700	82,955	5,657	31
32	16,296	269.7	16,600	43,451	2,655	28	24	374.8	23,000	353.5	21,700	82,955	5,657	32
33	16,296	255.9	15,700	47,449	2,961	32	33	374.8	23,000	380.2	23,300	82,955	5,657	33
34	16,296	247.8	15,200	43,451	2,655	34	35	374.8	23,000	380.2	23,300	82,955	5,657	34
35	16,296	229.2	14,100	47,449	2,961	39	35	374.8	23,000	353.5	21,700	82,955	5,657	35
36	16,296	221.2	13,600	43,451	2,655	41	37	374.8	23,000	353.5	21,700	82,955	5,657	36
37	16,296	304.4	18,700	47,449	2,961	19	20	374.8	23,000	380.2	23,300	82,955	5,657	37
38	16,296	296.3	18,200	43,451	2,655	21	22	374.8	23,000	380.2	23,300	82,955	5,657	38
39	16,296	277.7	17,000	47,449	2,961	26	21	374.8	23,000	353.5	21,700	82,955	5,657	39
40	16,296	269.7	16,600	43,451	2,655	28	24	374.8	23,000	353.5	21,700	82,955	5,657	40
41	16,296	255.9	15,700	47,449	2,961	32	26	374.8	23,000	344.5	21,100	82,955	5,657	41
42	16,296	247.8	15,200	43,451	2,655	34	28	374.8	23,000	344.5	21,100	82,955	5,657	42
43	16,296	229.2	14,100	47,449	2,961	39	28	374.8	23,000	317.9	19,500	82,955	5,657	43
44	16,296	221.2	13,600	43,451	2,655	41	30	374.8	23,000	317.9	19,500	82,955	5,657	44
45	16,296	304.4	18,700	47,449	2,961	19	23	374.8	23,000	393.0	24,100	82,955	5,657	45
46	16,296	296.3	18,200	43,451	2,655	21	25	374.8	23,000	393.0	24,100	82,955	5,657	46
47	16,296	277.7	17,000	47,449	2,961	26	24	374.8	23,000	366.4	22,500	82,955	5,657	47
48	16,296	269.7	16,600	43,451	2,655	28	26	374.8	23,000	366.4	22,500	82,955	5,657	48

## 3・2・1 小型乾燥機

表資 3-1-1 総費用（年価換算値）の比較

項目		本技術	全量外部委託	従来乾燥機 (一般費用関数によるFS)	
建設費 年価 [百万円/年]	土木建築	14.1		14.1	
	機械設備	31.0		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	24.3	190.4	46.1	
	運 転 経 費	電力費	29.9		6.1
		燃料費	9.2		74.7
		補修費	16.3		13.3
		薬品費	1.3		1.3
		人件費	5.6		33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		70			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	144.9	190.4	242.2	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	24			
	従来乾燥機と比較	40			

表資 3-1-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

項目	本技術	従来乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力[GJ/年]	18,922	3,868
燃料[GJ/年]	5,154	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	204	204
合計[GJ/年]	24,280	44,992
削減効果[%]	46	

表資 3-1-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,171	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	309	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	13	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,517	3,127
削減効果[%]	51	

表資 3-2-1 総費用（年価換算値）の比較

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	14.1		14.1	
	機械設備	29.8		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	污泥処理費	24.3	190.4	46.1	
	運 転 経 費	電力費	29.9		6.1
		燃料費	3.5		74.7
		補修費	15.6		13.3
		薬品費	2.4		1.3
人件費	5.6	33.9			
解体・廃棄費[百万円](参考値)		68			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	138.3	190.4	242.2	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	27			
	従来の乾燥機と比較	43			

表資 3-2-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,888	3,868
燃料[GJ/年]	1,982	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	511	204
合計[GJ/年]	21,381	44,992
削減効果[%]	52	

表資 3-2-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,169	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	119	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	22	13
污泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,309	3,127
削減効果[%]	58	

表資 3-3-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0	190.4	0	
	機械設備	31.0		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	24.3	190.4	46.1	
	運転 経費	電力費		29.9	6.1
		燃料費		9.2	74.7
		補修費		16.3	13.3
		薬品費		1.3	1.3
		人件費		5.6	33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		70			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	130.8	190.4	228.1	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	31			
	従来の乾燥機と比較	43			

表資 3-3-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,922	3,868
燃料[GJ/年]	5,154	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	204	204
合計[GJ/年]	24,280	44,992
削減効果[%]	46	

表資 3-3-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,171	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	309	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	13	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,517	3,127
削減効果[%]	51	

表資 3-4-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0		0	
	機械設備	29.8		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	24.3	190.4	46.1	
	運転 経費	電力費	29.9		6.1
		燃料費	3.5		74.7
		補修費	15.6		13.3
		薬品費	2.4		1.3
		人件費	5.6		33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		68			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	124.2	190.4	228.1	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	35			
	従来の乾燥機と比較	46			

表資 3-4-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,888	3,868
燃料[GJ/年]	1,982	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	511	204
合計[GJ/年]	21,381	44,992
削減効果[%]	52	

表資 3-4-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,169	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	119	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	22	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,309	3,127
削減効果[%]	58	

表資 3-5-1 総費用（年価換算値）の比較

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	14.1	190.4	14.1	
	機械設備	31.0		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	50.1	190.4	46.1	
	運 転 経 費	電力費		29.9	6.1
		燃料費		9.2	74.7
		補修費		16.3	13.3
		薬品費		1.3	1.3
		人件費		5.6	33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		70			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	170.7	190.4	242.2	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	10			
	従来の乾燥機と比較	30			

表資 3-5-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,922	3,868
燃料[GJ/年]	5,154	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	204	204
合計[GJ/年]	24,280	44,992
削減効果[%]	46	

表資 3-5-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,171	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	309	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	13	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,517	3,127
削減効果[%]	51	

表資 3-6-1 総費用（年価換算値）の比較

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	14.1	190.4	14.1	
	機械設備	29.8		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	污泥処理費	50.1	190.4	46.1	
	運転 経費	電力費		29.9	6.1
		燃料費		3.5	74.7
		補修費		15.6	13.3
		薬品費		2.4	1.3
		人件費		5.6	33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		68			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	164.1	190.4	242.2	
総費用(年価換算値) 削減効果[%]	全量外部委託と比較	14			
	従来の乾燥機と比較	32			

表資 3-6-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,888	3,868
燃料[GJ/年]	1,982	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	511	204
合計[GJ/年]	21,381	44,992
削減効果[%]	52	

表資 3-6-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,169	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	119	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	22	13
污泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,309	3,127
削減効果[%]	58	

表資 3-7-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0	190.4	0.0	
	機械設備	31.0		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	50.1	190.4	46.1	
	運転 経費	電力費		29.9	6.1
		燃料費		9.2	74.7
		補修費		16.3	13.3
		薬品費		1.3	1.3
		人件費		5.6	33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		70			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	156.6	190.4	228.1	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	18			
	従来の乾燥機と比較	31			

表資 3-7-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,922	3,868
燃料[GJ/年]	5,154	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	204	204
合計[GJ/年]	24,280	44,992
削減効果[%]	46	

表資 3-7-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,171	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	309	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	13	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,517	3,127
削減効果[%]	51	

表資 3-8-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0		0
	機械設備	29.8		39.4
	電気設備	13.2		13.2
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	50.1	190.4	46.1
	運 転 経 費	電力費	29.9	6.1
		燃料費	3.5	74.7
		補修費	15.6	13.3
		薬品費	2.4	1.3
人件費	5.6	33.9		
解体・廃棄費[百万円](参考値)		68		
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	150.0	190.4	228.1
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	21		
	従来の乾燥機と比較	34		

表資 3-8-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,888	3,868
燃料[GJ/年]	1,982	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	511	204
合計[GJ/年]	21,381	44,992
削減効果[%]	52	

表資 3-8-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,169	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	119	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	22	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,309	3,127
削減効果[%]	58	

表資 3-9-1 総費用（年価換算値）の比較

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	14.1		14.1	
	機械設備	31.0		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	24.3	190.4	46.1	
	運 転 経 費	電力費	29.9		6.1
		燃料費	9.2		74.7
		補修費	16.3		13.3
		薬品費	1.3		1.3
		人件費	5.6		33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		70			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	144.9	190.4	242.2	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	24			
	従来の乾燥機と比較	40			

表資 3-9-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,922	3,868
燃料[GJ/年]	5,154	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	204	204
合計[GJ/年]	24,280	44,992
削減効果[%]	46	

表資 3-9-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,171	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	309	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	13	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,517	3,127
削減効果[%]	51	

表資 3-10-1 総費用（年価換算値）の比較

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	14.1		14.1
	機械設備	29.8		39.4
	電気設備	13.2		13.2
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		190.4	46.1
	運 転 経 費	電力費	29.9	6.1
		燃料費	3.5	74.7
		補修費	15.6	13.3
		薬品費	2.4	1.3
		人件費	5.6	33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		68		
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	138.3	190.4	242.2
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	27		
	従来の乾燥機と比較	43		

表資 3-10-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,888	3,868
燃料[GJ/年]	1,982	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	511	204
合計[GJ/年]	21,381	44,992
削減効果[%]	52	

表資 3-10-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,169	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	119	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	22	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,309	3,127
削減効果[%]	58	

表資 3-11-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0	/	0
	機械設備	31.0		39.4
	電気設備	13.2		13.2
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		190.4	46.1
	運 転 経 費	電力費	29.9	6.1
		燃料費	9.2	74.7
		補修費	16.3	13.3
		薬品費	1.3	1.3
		人件費	5.6	33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		70	/	/
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	130.8	190.4	228.1
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	31	/	/
	従来の乾燥機と比較	43	/	/

表資 3-11-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,922	3,868
燃料[GJ/年]	5,154	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	204	204
合計[GJ/年]	24,280	44,992
削減効果[%]	46	/

表資 3-11-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,171	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	309	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	13	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,517	3,127
削減効果[%]	51	/

表資 3-12-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0		0	
	機械設備	29.8		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	24.3	190.4	46.1	
	運 転 経 費	電力費	29.9		6.1
		燃料費	3.5		74.7
		補修費	15.6		13.3
		薬品費	2.4		1.3
		人件費	5.6		33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		68			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	124.2	190.4	228.1	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	35			
	従来の乾燥機と比較	46			

表資 3-12-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,888	3,868
燃料[GJ/年]	1,982	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	511	204
合計[GJ/年]	21,381	44,992
削減効果[%]	52	

表資 3-12-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,169	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	119	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	22	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,309	3,127
削減効果[%]	58	

表資 3-13-1 総費用（年価換算値）の比較

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	14.1	190.4	14.1	
	機械設備	31.0		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	50.1	190.4	46.1	
	運 転 経 費	電力費		29.9	6.1
		燃料費		9.2	74.7
		補修費		16.3	13.3
		薬品費		1.3	1.3
人件費	5.6	33.9			
解体・廃棄費[百万円](参考値)		70			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	170.7	190.4	242.2	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	10			
	従来の乾燥機と比較	30			

表資 3-13-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,922	3,868
燃料[GJ/年]	5,154	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	204	204
合計[GJ/年]	24,280	44,992
削減効果[%]	46	

表資 3-13-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,171	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	309	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	13	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,517	3,127
削減効果[%]	51	

表資 3-14-1 総費用（年価換算値）の比較

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	14.1		14.1
	機械設備	29.8		39.4
	電気設備	13.2		13.2
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	50.1	190.4	46.1
	運 転 経 費	電力費	29.9	6.1
		燃料費	3.5	74.7
		補修費	15.6	13.3
		薬品費	2.4	1.3
人件費	5.6	33.9		
解体・廃棄費[百万円](参考値)		68		
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	164.1	190.4	242.2
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	14		
	従来の乾燥機と比較	32		

表資 3-14-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,888	3,868
燃料[GJ/年]	1,982	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	511	204
合計[GJ/年]	21,381	44,992
削減効果[%]	52	

表資 3-14-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,169	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	119	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	22	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,309	3,127
削減効果[%]	58	

表資 3-15-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0		0
	機械設備	31.0		39.4
	電気設備	13.2		13.2
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	50.1	190.4	46.1
	運 転 経 費	電力費	29.9	6.1
		燃料費	9.2	74.7
		補修費	16.3	13.3
		薬品費	1.3	1.3
人件費	5.6	33.9		
解体・廃棄費[百万円](参考値)		70		
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	156.6	190.4	228.1
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	18		
	従来の乾燥機と比較	31		

表資 3-15-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,922	3,868
燃料[GJ/年]	5,154	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	204	204
合計[GJ/年]	24,280	44,992
削減効果[%]	46	

表資 3-15-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,171	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	309	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	13	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,517	3,127
削減効果[%]	51	

表資 3-16-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0		0	
	機械設備	29.8		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	50.1	190.4	46.1	
	運 転 経 費	電力費	29.9		6.1
		燃料費	3.5		74.7
		補修費	15.6		13.3
		薬品費	2.4		1.3
		人件費	5.6		33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		68			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	150.0	190.4	228.1	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	21			
	従来の乾燥機と比較	34			

表資 3-16-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,888	3,868
燃料[GJ/年]	1,982	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	511	204
合計[GJ/年]	21,381	44,992
削減効果[%]	52	

表資 3-16-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,169	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	119	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	22	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,309	3,127
削減効果[%]	58	

表資 3-17-1 総費用（年価換算値）の比較

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	14.1		14.1
	機械設備	31.0		39.4
	電気設備	13.2		13.2
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		190.4	24.3
	運 転 経 費	電力費	29.9	6.1
		燃料費	9.2	74.7
		補修費	16.3	13.3
		薬品費	1.3	1.3
		人件費	5.6	33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		70		
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	144.9	190.4	220.3
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	24		
	従来の乾燥機と比較	34		

表資 3-17-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,922	3,868
燃料[GJ/年]	5,154	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	204	204
合計[GJ/年]	24,280	44,992
削減効果[%]	46	

表資 3-17-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,171	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	309	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	13	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,517	3,127
削減効果[%]	51	

表資 3-18-1 総費用（年価換算値）の比較

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	14.1		14.1	
	機械設備	29.8		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	24.3	190.4	24.3	
	運 転 経 費	電力費	29.9		6.1
		燃料費	3.5		74.7
		補修費	15.6		13.3
		薬品費	2.4		1.3
		人件費	5.6		33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		68			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	138.3	190.4	220.3	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	27			
	従来の乾燥機と比較	37			

表資 3-18-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,888	3,868
燃料[GJ/年]	1,982	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	511	204
合計[GJ/年]	21,381	44,992
削減効果[%]	52	

表資 3-18-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,169	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	119	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	22	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,309	3,127
削減効果[%]	58	

表資 3-19-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0	190.4	0	
	機械設備	31.0		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	24.3	190.4	24.3	
	運 転 経 費	電力費		29.9	6.1
		燃料費		9.2	74.7
		補修費		16.3	13.3
		薬品費		1.3	1.3
人件費	5.6	33.9			
解体・廃棄費[百万円](参考値)		70			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	130.8	190.4	206.2	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	31			
	従来の乾燥機と比較	37			

表資 3-19-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,922	3,868
燃料[GJ/年]	5,154	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	204	204
合計[GJ/年]	24,280	44,992
削減効果[%]	46	

表資 3-19-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,171	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	309	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	13	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,517	3,127
削減効果[%]	51	

表資 3-20-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0.0		0.0
	機械設備	29.8		39.4
	電気設備	13.2		13.2
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	24.3	190.4	24.3
	運 転 経 費	電力費	29.9	6.1
		燃料費	3.5	74.7
		補修費	15.6	13.3
		薬品費	2.4	1.3
人件費	5.6	33.9		
解体・廃棄費[百万円](参考値)		68		
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	124.2	190.4	206.2
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	35		
	従来の乾燥機と比較	40		

表資 3-20-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,888	3,868
燃料[GJ/年]	1,982	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	511	204
合計[GJ/年]	21,381	44,992
削減効果[%]	52	

表資 3-20-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,169	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	119	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	22	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,309	3,127
削減効果[%]	58	

表資 3-21-1 総費用（年価換算値）の比較

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	14.1		14.1
	機械設備	31.0		39.4
	電気設備	13.2		13.2
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		190.4	50.1
	運 転 経 費	電力費	29.9	6.1
		燃料費	9.2	74.7
		補修費	16.3	13.3
		薬品費	1.3	1.3
		人件費	5.6	33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		70		
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	170.7	190.4	246.1
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	10		
	従来の乾燥機と比較	31		

表資 3-21-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,922	3,868
燃料[GJ/年]	5,154	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	204	204
合計[GJ/年]	24,280	44,992
削減効果[%]	46	

表資 3-21-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,171	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	309	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	13	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,517	3,127
削減効果[%]	51	

表資 3-22-1 総費用（年価換算値）の比較

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	14.1		14.1	
	機械設備	29.8		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	污泥処理費	50.1	190.4	50.1	
	運 転 経 費	電力費	29.9		6.1
		燃料費	3.5		74.7
		補修費	15.6		13.3
		薬品費	2.4		1.3
		人件費	5.6		33.9
解体・廃棄費[百万円](参考値)		68			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	164.1	190.4	246.1	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	14			
	従来の乾燥機と比較	33			

表資 3-22-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,888	3,868
燃料[GJ/年]	1,982	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	511	204
合計[GJ/年]	21,381	44,992
削減効果[%]	52	

表資 3-22-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,169	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	119	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	22	13
污泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,309	3,127
削減効果[%]	58	

表資 3-23-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0	/	0	
	機械設備	31.0		39.4	
	電気設備	13.2		13.2	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	50.1	190.4	50.1	
	運 転 経 費	電力費	29.9	/	6.1
		燃料費	9.2	/	74.7
		補修費	16.3	/	13.3
		薬品費	1.3	/	1.3
人件費	5.6	/	33.9		
解体・廃棄費[百万円](参考値)		70	/	/	
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	156.6	190.4	232.0	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	18	/	/	
	従来の乾燥機と比較	33	/	/	

表資 3-23-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,922	3,868
燃料[GJ/年]	5,154	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	204	204
合計[GJ/年]	24,280	44,992
削減効果[%]	46	/

表資 3-23-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,171	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	309	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	13	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,517	3,127
削減効果[%]	51	/

表資 3-24-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0.0		0.0
	機械設備	29.8		39.4
	電気設備	13.2		13.2
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	50.1	190.4	50.1
	運 転 経 費	電力費	29.9	6.1
		燃料費	3.5	74.7
		補修費	15.6	13.3
		薬品費	2.4	1.3
人件費	5.6	33.9		
解体・廃棄費[百万円](参考値)		68		
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	150.0	190.4	232.0
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	21		
	従来の乾燥機と比較	35		

表資 3-24-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	18,888	3,868
燃料[GJ/年]	1,982	40,919
薬品(上水) [GJ/年]	511	204
合計[GJ/年]	21,381	44,992
削減効果[%]	52	

表資 3-24-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,169	239
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	119	2,851
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	22	13
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	23
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,309	3,127
削減効果[%]	58	

表資 3-25-1 総費用（年価換算値）の比較

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	26.7		26.7	
	機械設備	55.5		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	45.6	374.8	81.3	
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	21.0		
		補修費	29.1		
		薬品費	2.3		
人件費	5.6				
解体・廃棄費[百万円](参考値)		111			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	255.9	374.8	380.2	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	32			
	従来の乾燥機と比較	33			

表資 3-25-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,311	82,955
燃料[GJ/年]	11,786	
薬品(上水) [GJ/年]	352	
合計[GJ/年]	47,449	82,955
削減効果[%]	43	

表資 3-25-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,186	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	706	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	46	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,961	5,657
削減効果[%]	48	

表資 3-26-1 総費用（年価換算値）の比較

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	26.7		26.7	
	機械設備	54.2		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	45.6	374.8	81.3	
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	12.8		
		補修費	28.4		
		薬品費	4.4		
人件費	5.6				
解体・廃棄費[百万円](参考値)		109			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	247.8	374.8	380.2	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	34			
	従来の乾燥機と比較	35			

表資 3-26-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,277	82,955
燃料[GJ/年]	7,209	
薬品(上水) [GJ/年]	966	
合計[GJ/年]	43,451	82,955
削減効果[%]	48	

表資 3-26-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,183	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	432	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	40	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,655	5,657
削減効果[%]	53	

表資 3-27-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0.0		0.0	
	機械設備	55.5		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	45.6	374.8	81.3	
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	21.0		
		補修費	29.1		
		薬品費	2.3		
人件費	5.6				
解体・廃棄費[百万円](参考値)		111			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	229.2	374.8	353.5	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	39			
	従来の乾燥機と比較	35			

表資 3-27-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,311	82,955
燃料[GJ/年]	11,786	
薬品(上水) [GJ/年]	352	
合計[GJ/年]	47,449	82,955
削減効果[%]	43	

表資 3-27-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,186	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	706	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	46	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,961	5,657
削減効果[%]	48	

表資 3-28-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0		0.0	
	機械設備	54.2		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	45.6	374.8	81.3	
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	12.8		
		補修費	28.4		
		薬品費	4.4		
人件費	5.6				
解体・廃棄費[百万円](参考値)		109			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	221.2	374.8	353.5	
総費用(年価換算値) 削減効果[%]	全量外部委託と比較	41			
	従来の乾燥機と比較	37			

表資 3-28-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,277	82,955
燃料[GJ/年]	7,209	
薬品(上水) [GJ/年]	966	
合計[GJ/年]	43,451	82,955
削減効果[%]	48	

表資 3-28-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,183	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	432	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	40	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,655	5,657
削減効果[%]	53	

表資 3-29-1 総費用（年価換算値）の比較

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	26.7		26.7
	機械設備	55.5		137.6
	電気設備	14.4		14.4
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		374.8	81.3
	運 転 経 費	電力費	55.8	120.2
		燃料費	21.0	
		補修費	29.1	
		薬品費	2.3	
	人件費	5.6		
解体・廃棄費[百万円](参考値)		111		
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	304.4	374.8	380.2
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	19		
	従来の乾燥機と比較	20		

表資 3-29-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,311	82,955
燃料[GJ/年]	11,786	
薬品(上水) [GJ/年]	352	
合計[GJ/年]	47,449	82,955
削減効果[%]	43	

表資 3-29-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,186	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	706	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	46	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,961	5,657
削減効果[%]	48	

表資 3-30-1 総費用（年価換算値）の比較

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	26.7		26.7	
	機械設備	54.2		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	94.1	374.8	81.3	
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	12.8		
		補修費	28.4		
		薬品費	4.4		
人件費	5.6				
解体・廃棄費[百万円](参考値)		109			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	296.3	374.8	380.2	
総費用(年価換算値) 削減効果[%]	全量外部委託と比較	21			
	従来の乾燥機と比較	22			

表資 3-30-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,277	82,955
燃料[GJ/年]	7,209	
薬品(上水) [GJ/年]	966	
合計[GJ/年]	43,451	82,955
削減効果[%]	48	

表資 3-30-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,183	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	432	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	40	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,655	5,657
削減効果[%]	53	

表資 3-31-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0.0		0.0	
	機械設備	55.5		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		94.1	374.8	81.3
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	21.0		
		補修費	29.1		
		薬品費	2.3		
	人件費	5.6			
解体・廃棄費[百万円](参考値)		111			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	277.7	374.8	353.5	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	26			
	従来の乾燥機と比較	21			

表資 3-31-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,311	82,955
燃料[GJ/年]	11,786	
薬品(上水) [GJ/年]	352	
合計[GJ/年]	47,449	82,955
削減効果[%]	43	

表資 3-31-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,186	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	706	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	46	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,961	5,657
削減効果[%]	48	

表資 3-32-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0		0.0	
	機械設備	54.2		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		94.1	374.8	81.3
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	12.8		
		補修費	28.4		
		薬品費	4.4		
	人件費	5.6			
解体・廃棄費[百万円](参考値)		109			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	269.7	374.8	353.5	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	28			
	従来の乾燥機と比較	24			

表資 3-32-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,277	82,955
燃料[GJ/年]	7,209	
薬品(上水) [GJ/年]	966	
合計[GJ/年]	43,451	82,955
削減効果[%]	48	

表資 3-32-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,183	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	432	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	40	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,655	5,657
削減効果[%]	53	

表資 3-33-1 総費用（年価換算値）の比較

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	26.7		26.7	
	機械設備	55.5		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	45.6	374.8	81.3	
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	21.0		
		補修費	29.1		
		薬品費	2.3		
人件費	5.6				
解体・廃棄費[百万円](参考値)		111			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	255.9	374.8	380.2	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	32			
	従来の乾燥機と比較	33			

表資 3-33-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,311	82,955
燃料[GJ/年]	11,786	
薬品(上水) [GJ/年]	352	
合計[GJ/年]	47,449	82,955
削減効果[%]	43	

表資 3-33-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,186	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	706	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	46	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,961	5,657
削減効果[%]	48	

表資 3-34-1 総費用（年価換算値）の比較

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	26.7		26.7	
	機械設備	54.2		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	45.6	374.8	81.3	
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	12.8		
		補修費	28.4		
		薬品費	4.4		
人件費	5.6				
解体・廃棄費[百万円](参考値)		109			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	247.8	374.8	380.2	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	34			
	従来の乾燥機と比較	35			

表資 3-34-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,277	82,955
燃料[GJ/年]	7,209	
薬品(上水) [GJ/年]	966	
合計[GJ/年]	43,451	82,955
削減効果[%]	48	

表資 3-34-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,183	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	432	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	40	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,655	5,657
削減効果[%]	53	

表資 3-35-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0.0		0.0	
	機械設備	55.5		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	45.6	374.8	81.3	
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	21.0		
		補修費	29.1		
		薬品費	2.3		
人件費	5.6				
解体・廃棄費[百万円](参考値)		111			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	229.2	374.8	353.5	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	39			
	従来の乾燥機と比較	35			

表資 3-35-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,311	82,955
燃料[GJ/年]	11,786	
薬品(上水) [GJ/年]	352	
合計[GJ/年]	47,449	82,955
削減効果[%]	43	

表資 3-35-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,186	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	706	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	46	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,961	5,657
削減効果[%]	48	

表資 3-36-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0		0	
	機械設備	54.2		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	45.6	374.8	81.3	
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	12.8		
		補修費	28.4		
		薬品費	4.4		
人件費	5.6				
解体・廃棄費[百万円](参考値)		109			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	221.2	374.8	353.5	
総費用(年価換算値) 削減効果[%]	全量外部委託と比較	41			
	従来の乾燥機と比較	37			

表資 3-36-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,277	82,955
燃料[GJ/年]	7,209	
薬品(上水) [GJ/年]	966	
合計[GJ/年]	43,451	82,955
削減効果[%]	48	

表資 3-36-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,183	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	432	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	40	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,655	5,657
削減効果[%]	53	

表資 3-37-1 総費用（年価換算値）の比較

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	26.7		26.7
	機械設備	55.5		137.6
	電気設備	14.4		14.4
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		374.8	81.3
	運 転 経 費	電力費	55.8	120.2
		燃料費	21.0	
		補修費	29.1	
		薬品費	2.3	
	人件費	5.6		
解体・廃棄費[百万円](参考値)		111		
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	304.4	374.8	380.2
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	19		
	従来の乾燥機と比較	20		

表資 3-37-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,311	82,955
燃料[GJ/年]	11,786	
薬品(上水) [GJ/年]	352	
合計[GJ/年]	47,449	82,955
削減効果[%]	43	

表資 3-37-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,186	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	706	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	46	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,961	
削減効果[%]	48	

表資 3-38-1 総費用（年価換算値）の比較

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	26.7		26.7
	機械設備	54.2		137.6
	電気設備	14.4		14.4
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		374.8	81.3
	運 転 経 費	電力費	55.8	120.2
		燃料費	12.8	
		補修費	28.4	
		薬品費	4.4	
	人件費	5.6		
解体・廃棄費[百万円](参考値)		109		
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	296.3	374.8	380.2
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	21		
	従来の乾燥機と比較	22		

表資 3-38-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,277	82,955
燃料[GJ/年]	7,209	
薬品(上水) [GJ/年]	966	
合計[GJ/年]	43,451	82,955
削減効果[%]	48	

表資 3-38-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,183	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	432	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	40	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,655	5,657
削減効果[%]	53	

表資 3-39-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0.0		0.0	
	機械設備	55.5		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		94.1	374.8	81.3
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	21.0		
		補修費	29.1		
		薬品費	2.3		
	人件費	5.6			
解体・廃棄費[百万円](参考値)		111			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	277.7	374.8	353.5	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	26			
	従来の乾燥機と比較	21			

表資 3-39-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,311	82,955
燃料[GJ/年]	11,786	
薬品(上水) [GJ/年]	352	
合計[GJ/年]	47,449	82,955
削減効果[%]	43	

表資 3-39-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,186	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	706	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	46	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,961	5,657
削減効果[%]	48	

表資 3-40-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0		0	
	機械設備	54.2		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		94.1	374.8	81.3
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	12.8		
		補修費	28.4		
		薬品費	4.4		
	人件費	5.6			
解体・廃棄費[百万円](参考値)		109			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	269.7	374.8	353.5	
総費用(年価換算値) 削減効果[%]	全量外部委託と比較	28			
	従来の乾燥機と比較	24			

表資 3-40-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,277	82,955
燃料[GJ/年]	7,209	
薬品(上水) [GJ/年]	966	
合計[GJ/年]	43,451	82,955
削減効果[%]	48	

表資 3-40-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,183	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	432	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	40	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,655	5,657
削減効果[%]	53	

表資 3-41-1 総費用（年価換算値）の比較

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	26.7		26.7	
	機械設備	55.5		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	45.6	374.8	45.6	
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	21.0		
		補修費	29.1		
		薬品費	2.3		
人件費	5.6				
解体・廃棄費[百万円](参考値)		111			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	255.9	374.8	344.5	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	32			
	従来の乾燥機と比較	26			

表資 3-41-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,311	82,955
燃料[GJ/年]	11,786	
薬品(上水) [GJ/年]	352	
合計[GJ/年]	47,449	82,955
削減効果[%]	43	

表資 3-41-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,186	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	706	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	46	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,961	5,657
削減効果[%]	48	

表資 3-42-1 総費用（年価換算値）の比較

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	26.7		26.7	
	機械設備	54.2		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	45.6	374.8	45.6	
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	12.8		
		補修費	28.4		
		薬品費	4.4		
人件費	5.6				
解体・廃棄費[百万円](参考値)		109			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	247.8	374.8	344.5	
総費用(年価換算値) 削減効果[%]	全量外部委託と比較	34			
	従来の乾燥機と比較	28			

表資 3-42-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,277	82,955
燃料[GJ/年]	7,209	
薬品(上水) [GJ/年]	966	
合計[GJ/年]	43,451	82,955
削減効果[%]	48	

表資 3-42-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,183	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	432	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	40	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,655	5,657
削減効果[%]	53	

表資 3-43-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0.0		0.0	
	機械設備	55.5		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費	45.6	374.8	45.6	
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	21.0		
		補修費	29.1		
		薬品費	2.3		
人件費	5.6				
解体・廃棄費[百万円](参考値)		111			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	229.2	374.8	317.9	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	39			
	従来の乾燥機と比較	28			

表資 3-43-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,311	82,955
燃料[GJ/年]	11,786	
薬品(上水) [GJ/年]	352	
合計[GJ/年]	47,449	82,955
削減効果[%]	43	

表資 3-43-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,186	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	706	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	46	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,961	5,657
削減効果[%]	48	

表資 3-44-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0.0		0.0	
	機械設備	54.2		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	污泥処理費	45.6	374.8	45.6	
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	12.8		
		補修費	28.4		
		薬品費	4.4		
人件費	5.6				
解体・廃棄費[百万円](参考値)		109			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	221.2	374.8	317.9	
総費用(年価換算値) 削減効果[%]	全量外部委託と比較	41			
	従来の乾燥機と比較	30			

表資 3-44-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,277	82,955
燃料[GJ/年]	7,209	
薬品(上水) [GJ/年]	966	
合計[GJ/年]	43,451	82,955
削減効果[%]	48	

表資 3-44-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,183	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	432	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	40	
污泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,655	5,657
削減効果[%]	53	

表資 3-45-1 総費用（年価換算値）の比較

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	26.7		26.7
	機械設備	55.5		137.6
	電気設備	14.4		14.4
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		374.8	94.1
	運 転 経 費	電力費	55.8	120.2
		燃料費	21.0	
		補修費	29.1	
		薬品費	2.3	
	人件費	5.6		
解体・廃棄費[百万円](参考値)		111		
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	304.4	374.8	393.0
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	19		
	従来の乾燥機と比較	23		

表資 3-45-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,311	82,955
燃料[GJ/年]	11,786	
薬品(上水) [GJ/年]	352	
合計[GJ/年]	47,449	82,955
削減効果[%]	43	

表資 3-45-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,186	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	706	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	46	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,961	5,657
削減効果[%]	48	

表資 3-46-1 総費用（年価換算値）の比較

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	26.7		26.7
	機械設備	54.2		137.6
	電気設備	14.4		14.4
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		374.8	94.1
	運 転 経 費	電力費	55.8	120.2
		燃料費	12.8	
		補修費	28.4	
		薬品費	4.4	
	人件費	5.6		
解体・廃棄費[百万円](参考値)		109		
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	296.3	374.8	393.0
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	21		
	従来の乾燥機と比較	25		

表資 3-46-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,277	82,955
燃料[GJ/年]	7,209	
薬品(上水) [GJ/年]	966	
合計[GJ/年]	43,451	82,955
削減効果[%]	48	

表資 3-46-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,183	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	432	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	40	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,655	5,657
削減効果[%]	53	

表資 3-47-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0.0		0.0
	機械設備	55.5		137.6
	電気設備	14.4		14.4
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		374.8	94.1
	運 転 経 費	電力費	55.8	120.2
		燃料費	21.0	
		補修費	29.1	
		薬品費	2.3	
	人件費	5.6		
解体・廃棄費[百万円](参考値)		111		
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	277.7	374.8	366.4
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	26		
	従来の乾燥機と比較	24		

表資 3-47-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,311	82,955
燃料[GJ/年]	11,786	
薬品(上水) [GJ/年]	352	
合計[GJ/年]	47,449	82,955
削減効果[%]	43	

表資 3-47-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,186	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	706	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	23	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	46	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,961	5,657
削減効果[%]	48	

表資 3-48-1 総費用（年価換算値）の比較

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	0.0		0.0	
	機械設備	54.2		137.6	
	電気設備	14.4		14.4	
維持 管理費 [百万円/年]	汚泥処理費		94.1	374.8	94.1
	運 転 経 費	電力費	55.8		120.2
		燃料費	12.8		
		補修費	28.4		
		薬品費	4.4		
	人件費	5.6			
解体・廃棄費[百万円](参考値)		109			
総費用(年価換算値) [百万円/年]	建設費年価+維持管理費	269.7	374.8	366.4	
総費用(年価換算値) 縮減効果[%]	全量外部委託と比較	28			
	従来の乾燥機と比較	26			

表資 3-48-2 維持管理でのエネルギー使用量の比較

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]	35,277	82,955
燃料[GJ/年]	7,209	
薬品(上水) [GJ/年]	966	
合計[GJ/年]	43,451	82,955
削減効果[%]	48	

表資 3-48-3 維持管理での温室効果ガス排出量の比較

項目	本技術	従来の乾燥機 (一般費用関数によるFS)
電力由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,183	5,657
燃料由来[t-CO <sub>2</sub> /年]	432	
薬品由来(上水) [t-CO <sub>2</sub> /年]	40	
汚泥乾燥N <sub>2</sub> O由来 [t-CO <sub>2</sub> /年]	0	
合計[t-CO <sub>2</sub> /年]	2,655	5,657
削減効果[%]	53	

## 3. 3 小型乾燥機、中型乾燥機の機器リスト

小型乾燥機および中型乾燥機の主要機器を表資 3-49 に示す。

表資 3-49 小型乾燥機・中型乾燥機 主要機器リスト

区分	機器名称	小型乾燥機			中型乾燥機		
		仕様	動力	基数	仕様	動力	基数
脱 水 汚 泥 備	脱水汚泥ホッパ	鋼板製角型下部スクリュウ排出式※ <sup>1</sup> 有効(5)m <sup>3</sup> ※ <sup>1</sup>	0.75	1	同左 有効(10)m <sup>3</sup> ※ <sup>1</sup>	1.5	1
	汚泥供給ポンプ	一軸ネジ式※ <sup>2</sup>	11	1	同左	22	1
		フィーダ 滑材注入ポンプ、プランジャー式、 1.1L/min × 2MPaG ※ <sup>3</sup>	2.2	1	同左	3.7	1
自 己 効 率 再 生 下 水 汚 泥 ト 燥 ボ ン プ 式	乾燥機	連続式伝導伝熱型乾燥機 伝熱面積250m <sup>2</sup>	37.4	1	同左 伝熱面積450m <sup>2</sup>	75.4	1
		乾燥汚泥排出ロータリーバルブ ヒータ付、RV-250	0.4	1	同左 RV-320	0.4	1
	電気ヒータ	縦型シェル&チューブ式	5	1	-	10	1
	集塵機	バグフィルタ式、処理風量26m <sup>3</sup> /min	-	1	同左、処理風量55m <sup>3</sup> /min	-	1
	熱交換器	シェル&チューブ式、 伝熱面積 183m <sup>2</sup>	-	1	伝熱面積 183m <sup>2</sup>	-	2
	コンデンサ	シェル&チューブ式、 伝熱面積 21.7m <sup>2</sup>	-	1	同左 伝熱面積 44m <sup>2</sup>	-	1
	排気ファン	533/min × 7.6kPa	3.7	1	-	3.7	1
	蒸気ブロウ	容積式、(-0.036→0.06MPaG) 吸込蒸気量: 約900kg/h、予備部品1基	185	1	同左	185	2
	蒸気圧縮機	容積式、(0.06MPaG→0.44~0.6MPaG) 吸込蒸気量0.2~1.3t/h	160	1	同左	160	2
	ドレンタンク	500L	-	1	500L	-	2
	ドレンポンプ	カスケード式、30L/min	-	1	同左 60L/min	-	2
	凝縮水ポンプ	カスケード式、25L/min	-	1	同左 50L/min	-	1
	No.1補給水ポンプ	カスケード式、10L/min	-	1	同左 20L/min	-	1
	No.2補給水ポンプ	カスケード式、17L/min	-	1	同左 24L/min	-	1
ユ ー テ ィ リ テ ィ 設 備	ボイラ	2tボイラ、軟水装置、純水装置	13.8	1	同左 2tボイラ	22.3	1
	コンプレッサ	吐出空気量1m <sup>3</sup> /min、吐出圧力0.7MPa、 ドライヤ付属	7.5	2	吐出空気量2m <sup>3</sup> /min 同左	11	2
	ラインポンプ	3.5m <sup>3</sup> /h、0.3MPa以上 ※ <sup>4</sup>	1.5	1	6.5m <sup>3</sup> /h	3.7	1
	クーリングタワー	ファン、ヒータ付属 冷却能力209kW	3.5	1	同左 冷却能力400kW	7.5	1
		冷却水ポンプ(片吸込渦巻式) 600L/min	3.7	1	同左 1200L/min	7.5	1
LPGバルク	LPGガスバルク貯槽 容量2.9t	14	1	同左 容量6t	28	1	
乾 燥 汚 泥 搬 送 設 備	乾燥汚泥コンベヤ	スクリュウ式、φ 250 ※ <sup>5</sup> 水冷式	1.5	1	同左 φ 300	2.2	1
	乾燥汚泥コンベヤ (水平、垂直搬送)	フライト式(フライト巾250mm)	0.75	1	同左、(フライト巾300mm)	1.5	1
	乾燥汚泥ホッパ	鋼板製角型下部スクリュウ排出式 水冷式 容量10m <sup>3</sup>	1.5	2	同左	1.5	3
脱 臭 設 備	燃焼脱臭炉	燃焼温度700℃ 脱臭バーナ付	0.75	1	同左	0.75	1
	脱臭用熱交換器	シェル&チューブ式、またはプレート式	-	1	同左	-	1
備 考	※ <sup>1</sup> 脱水汚泥ホッパ容量は脱水機運用に合わせて設定する。※ <sup>2</sup> 汚泥ポンプは実際の脱水汚泥に合わせて選定する。※ <sup>3</sup> 滑材注入ポンプは実際の脱水汚泥により要否を設定する。※ <sup>4</sup> ポンプは必要揚程により選定する。※ <sup>5</sup> コンベヤは実際の汚泥、機器配置等により選定する。						

## 4. 高効率乾燥設備の適用法令

### 4. 1 高効率乾燥設備の設置に係る関係法令

乾燥設備や脱臭設備およびそれに係る付帯設備の設置については関係法令の適用を受けるものがあり、建設工事着手の前に届出などが必要である。表資 4-1 に実証設備（小型乾燥機同等）の建設時に確認した法令および対応を示す。

表資 4-1 乾燥設備設置に係る関係表

適用法令	届出書類名など	施設の種類・施設の規模	対象設備	該当	提出先	届出時期	実証設備設置時の対応	
大気汚染防止法	ばい煙発生施設設置(使用・変更)届出書	乾燥炉	11項 火格子 液体燃料 液体燃料 固体燃料 固体燃料 変圧器の定格容量が200kVA以上 伝熱面積 10㎡以上 液体燃料 液体燃料 固体燃料 火格子 焼却量	乾燥機	都道府県知事	工事着手60日前	所轄地域県総合センターに確認	
		ボイラー	1項 液体燃料 液体燃料 固体燃料	補助ボイラ				非該当
		廃棄物焼却炉	13項 火格子 焼却量	脱臭炉				非該当
騒音規制法	騒音に係る特定施設設置(使用・変更)届出書	空気圧縮機、送風機:7.5kW以上	コンプレッサ 蒸気圧縮機	該当	市町村長	工事着手30日前	市に提出	
振動規制法	振動に係る特定施設設置(使用・変更)届出書	圧縮機7.5kW以上	蒸気圧縮機	該当	市町村長	工事着手30日前	市に提出	
労働安全衛生法	第二種压力容器個別検定申請書	压力容器	気体を内部に保有する容器(第一種压力容器を除く。)で ① 圧力が0.2MPaG以上で内容積0.04㎡以上 ② 圧力が0.2MPaG以上で胴の内径が200mm以上、かつ胴の長さか1,000mm以上	乾燥機 コンプレッサ エアタンク	日本ボイラー協会 (県ボイラー協会)	受検約2週間前	製造者が所轄に提出	
		ボイラー	小型ボイラー 設置報告書	補助ボイラ	ボイラー班員による	労働基準監督署長	設置後遅滞なく	
		ボイラー	簡易ボイラー 小型ボイラーより小規模のボイラー 計画の届出をすべき業種等:製造業、電気業、ガス業、自動車整備業、機械修理業 等業種で、電気使用設備の定格容量の合計が300kW以上の事業場で乾燥設備 など 1.危険物などに係る乾燥設備で1㎡以上の設備(引火点65℃未満のもの)を扱う設備(など) 2.危険物等以外の物に係る設備で熱源が固体燃料10kg/小、液体燃料10L/h、 気体燃料1㎡/h、電気使用量10kW以上の場合 貯留取引量が第三石油類(重油など)2,000L以上 第二石油類(灯油など)1,000L以上 貯留取引量が第三石油類(重油など)400L~2,000L未満 第二石油類(灯油など)200L~1,000L未満 アルコール類80L~400L未満		該当(届出不要)			
消防法	危険物取扱所設置許可申請書 少量危険物貯蔵取扱届出書 火気使用設備(炉・乾燥設備など)設置届出書 液化石油ガス貯蔵取扱の開始届出書 火を使用する設備等設置(変更)届出書 消防用設備等(特殊消防用設備等)設置届出書 指定可燃物貯蔵・取扱(変更)届出書	危険物取扱所設置許可申請書	貯留取引量が第三石油類(重油など)2,000L以上 第二石油類(灯油など)1,000L以上	燃料貯留設備	市町村長、消防長等(所轄消防署)	工事着手前 貯蔵・取扱前	LPGのため該当	
		少量危険物貯蔵取扱届出書	貯留取引量が第三石油類(重油など)400L~2,000L未満 第二石油類(灯油など)200L~1,000L未満 アルコール類80L~400L未満	乾燥機	市町村長、消防長等(所轄消防署)	工事着手前	所轄消防署に確認	
		火気使用設備(炉・乾燥設備など)設置届出書	乾燥設備、熱風炉、多量の可燃性ガス又は蒸気発生する炉	燃料貯留設備	該当	市町村長、消防長等(所轄消防署)	貯蔵・取扱前	所轄消防署に提出
火災予防条例(市)	指定可燃物貯蔵・取扱(変更)届出書	火を使用する設備等設置(変更)届出書	液化石油ガス300kg以上、圧縮アセチレンガス40kg以上	ボイラ	市町村長、消防長等(所轄消防署)	工事着手前	所轄消防署に提出	
		消防用設備等(特殊消防用設備等)設置届出書	消防用設備等(特殊消防用設備等)設置	ボイラ室	市町村長、消防長等(所轄消防署)	使用前	所轄消防署に提出	
建築基準法	工作物届出書	再生資源燃料などの貯蔵 煙突:高さ6mを超えるもの ホッパ・サイロ:高さが8mを超えるもの	ホッパ	ホッパ	建築主事(市役所など)	工事着手前 工事着手3週間前	火気使用設備と併せて確認	

#### 4. 2 乾燥汚泥の肥料化利用に関する関係法令

乾燥汚泥の利活用方法として、下水汚泥肥料または発酵肥料の原料などが考えられ、肥料としての含有成分や有害成分の量を確認する必要がある。主な関係法令を以下に示す。また、肥料登録については独立行政法人農林水産消費安全技術センター（FAMIC）に事前確認して進める。

- ・ 肥料取締法
- ・ 農林水産省；告示第 337 号、下水汚泥の主要な成分の指定（平成 13 年 4 月）
- ・ 農林水産省；告示第 1146 号、十二汚泥肥料等（平成 26 年 9 月）
- ・ 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令

（昭和 48 年総理府令第 5 号，別表第一）

#### 4. 3 乾燥汚泥の燃料化および建築資材利用に関する関係法令

乾燥汚泥の固形燃料化規格（JIS Z 7312）が平成 26 年 9 月に制定され、総発熱量、全水分の質量分率を確認する必要がある（表資 4-2）。また、燃焼による灰化で埋立、農地還元、建築資材などに利用されるため、その関係法令等について以下に示す。

- ・ 土壌汚染対策法における第二種特定有害物質：指定基準（土壌含有量基準）
- ・ 土壌汚染対策法に定める第一～三種特定有害物質：指定基準（土壌溶出量基準）
- ・ 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令

（昭和 48 年総理府令第 5 号，別表第一）

- ・ 下水汚泥固形燃料発熱特性評価試験マニュアル、日本下水道事業団（H20.3）

表資 4-2 下水汚泥固形燃料 JIS 規格（JIS Z 7312）の概要

種類	総発熱量 <sup>a)</sup> MJ/kg	全水分 <sup>a)</sup> の 質量分率 (%)	灰分・全硫黄・窒素の 質量分率 (%)
BSF-15	15 以上	20 以下	— <sup>b)</sup>
BSF	8 以上		

注 <sup>a)</sup>到着ベース、すなわちロットの受渡しの状態（すなわち、全水分含有の状態）における分析値のベースとする。  
<sup>b)</sup>規定値は定めないが、試験した到着ベースによる値を報告する。その他の項目は、受渡当事者間の協定による。

## 5. 参考文献

- 1) 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン—改訂版—（平成 27 年 3 月）、国土交通省水管理・国土保全局下水道部
- 2) 下水汚泥固形燃料発熱特性評価試験マニュアル（平成 20 年 3 月）、日本下水道事業団
- 3) 下水道用設計標準歩掛表平成 24 年—第 2 巻ポンプ場・処理場、公益社団法人日本下水道協会
- 4) 下水汚泥有効利用促進マニュアル—2015 年版—、公益社団法人日本下水道協会
- 5) 下水道における地球温暖化対策マニュアル—下水道部門における温室効果ガス排出抑制指針の解説—（平成 28 年 3 月）、環境省・国土交通省
- 6) バイオソリッド利活用基本計画(H16 年 3 月)、国土交通省・日本下水道協会
- 7) 平成 26 年度版 下水道統計 第 71 号（H28 年 10 月 31 日）、公益社団法人日本下水道協会
- 8) 汚泥由来の可燃性ガスと汚泥製品の安全対策に関する技術資料(H18. 3 月)、財団法人下水道新技術推進機構
- 9) 再生資源燃料における廃棄物固形化燃料等の安全対策について、消防庁
- 10) 再生資源燃料等の安全の確保に係る調査検討報告書概要(H20 年 8 月)、消防庁
- 11) 再生資源燃料等の危険性評価に関する研究報告書(H19 年 3 月)、消防庁
- 12) 電力安全小委員会ごみ固形燃料発電所事故調査ワーキンググループ報告書、電力安全小委員会ごみ固形燃料発電所事故調査ワーキンググループ
- 13) 再生資源燃料等の危険性評価に関する研究報告書(H19 年 3 月)、消防庁
- 14) エネルギー使用の合理化に関する法律施行規則 別表第 3、経済産業省
- 15) 温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度 平成 28 年度報告用算定方法・排出係数一覧、報告書作成支援ツール、環境省
- 16) 電力事業者別排出係数（特定排出者の温室効果ガス排出量算定用）—平成 27 年度実績—（H28. 12. 27 公表）、環境省
- 17) エネルギー別標準発熱量一覧表（平成 27 年 4 月 14 日）、資源エネルギー庁総合政策課
- 18) 国土交通省国土技術政策総合研究所資料；B-DASH プロジェクト No. 4 廃熱利用型 低コスト下水汚泥固形燃料化技術 導入ガイドライン（案）（H26 年 8 月）、国土交通省国土技術政策総合研究所
- 19) 全国の乾燥設備を保有する施設・処理場において、実施したアンケートを元に算出した一般費用係数、国土交通省国土技術政策総合研究所調べ
- 20) 下水道革新的技術の導入検討に関する技術資料作成業務（H28 補助業務）、国土交通省国土技術政策総合研究所調べ