

特殊な処理方式の小規模下水処理場における 直接脱水方式の検討事例

日本水工設計株式会社
大阪支社 技術二部 機械設計課
斎藤 智哉

目次

1. はじめに
2. 処理施設の概要と特徴
3. 設計諸元の整理
4. 直接脱水方式の導入可能性調査
5. 汚泥処理フローの選定
6. おわりに

目次

1. はじめに
2. 処理施設の概要と特徴
3. 設計諸元の整理
4. 直接脱水方式の導入可能性調査
5. 汚泥処理フローの選定
6. おわりに

背景と目的

【背景】

- ・人口減少に伴い、流入水量が減少している施設が増加
- ・地方の小規模な自治体では、技術職員が減少
- ・施設の老朽化が進行

⇒ 安定的かつ効率的に運営できる施設への更新が必要。

◆今回対象の下水処理施設においても、**流入水量や技術職員の減少、供用開始から約40年経過に伴う汚泥処理施設の老朽化が進行。**

【目的】

標準活性汚泥法かつ計画水量が $10,000\text{m}^3/\text{日}$ 規模の下水処理施設における汚泥処理方式は、「濃縮→脱水」であるが、既設では「消化→脱水」が採用されている。

◆施設の特徴を踏まえ、現況の施設規模に応じた**汚泥処理方式の見直し。**

目次

1. はじめに
2. 処理施設の概要と特徴
3. 設計諸元の整理
4. 直接脱水方式の導入可能性調査
5. 汚泥処理フローの選定
6. おわりに

処理施設の概要と特徴

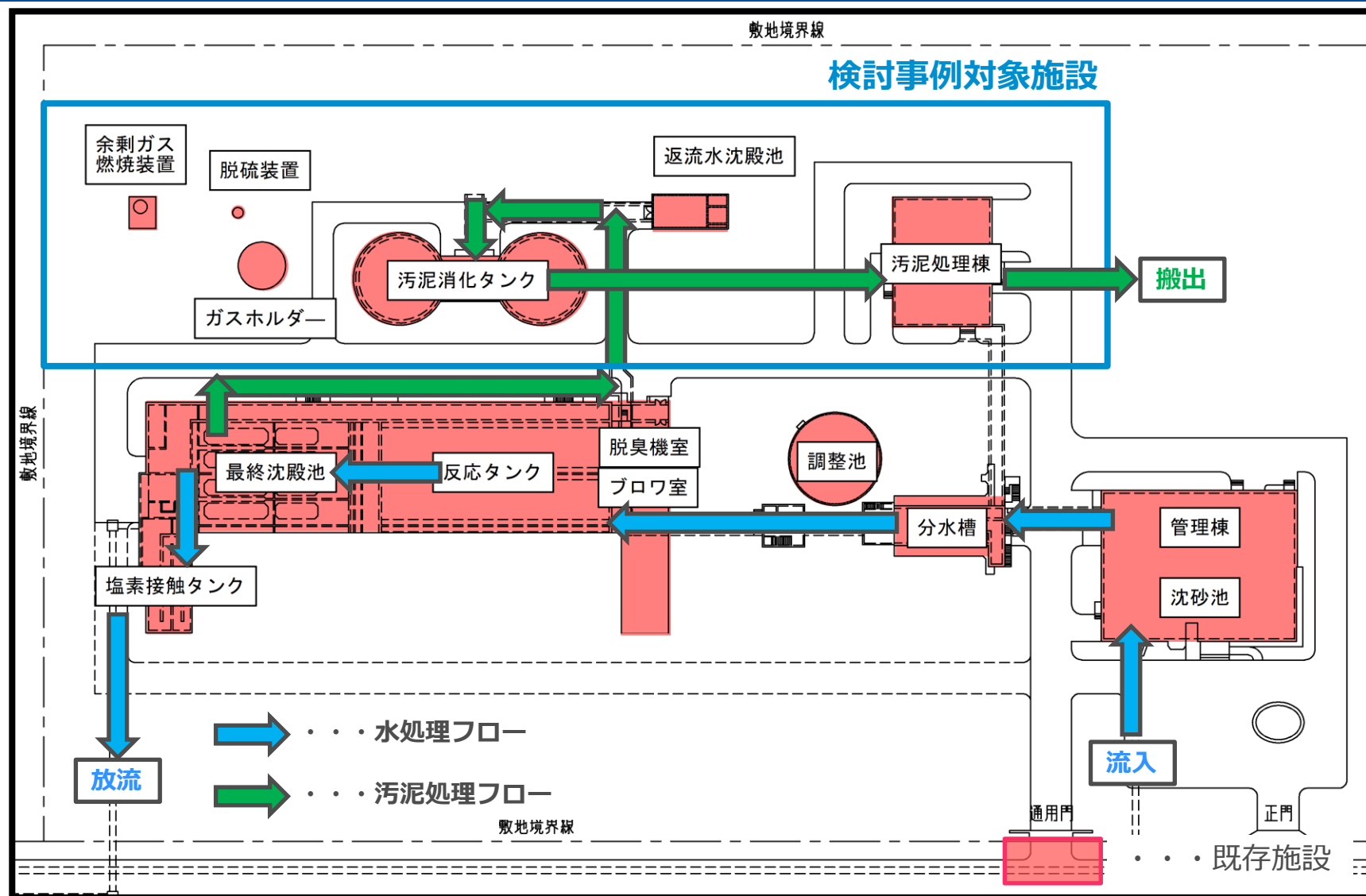
【概要】

- ①処理能力：12,800 m³/日
- ②計画水量：8,750 m³/日（計画処理人口 約10,000人、下水道整備率90%）
- ③水処理方式：標準活性汚泥法
- ④汚泥処理方式：消化→脱水→場外搬出（建設資材・埋立処分）

【特徴】

- ①計画水量が**8,750m³/日の小規模下水処理場**である。
- ②水処理方式は、標準活性汚泥法であるが、**最初沈殿池が存在しない**。
- ③汚泥処理方式は、**濃縮工程がなく、特殊な汚泥処理方式「消化→脱水」**となっている。

全体配置図



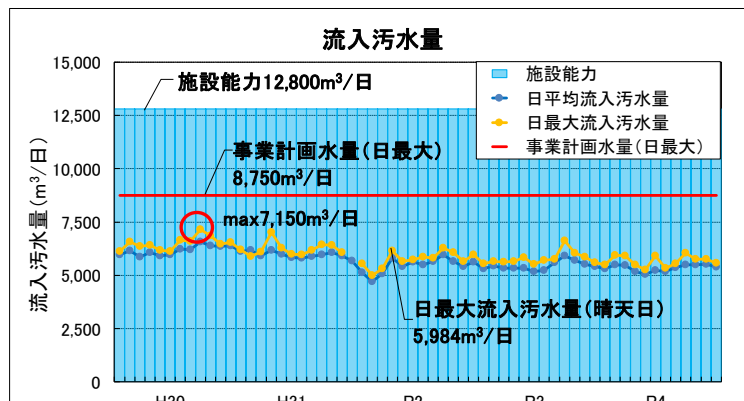
汚泥処理設備の概要

項目	施設・設備概要	備考
汚泥消化設備	<ul style="list-style-type: none"> ・二段消化 (1 段目：消化、2 段目：固液分離) ・無加温 ・ガス攪拌方式 	消化槽・ブロー室 土木・建築施設耐震NG
汚泥脱水設備	<ul style="list-style-type: none"> ・消化汚泥貯留槽 ・ベルトプレス脱水機（標準型） ※不具合のため、停止中 ・圧入式スクリュプレス脱水機（Ⅱ型） ・一液調質（高分子凝集剤） 	汚泥処理棟 土木施設耐震NG 建築施設耐震補強済み

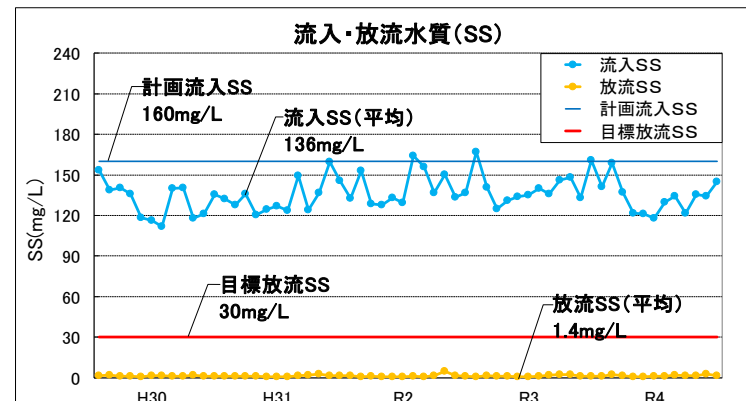
目次

1. はじめに
2. 処理施設の概要と特徴
3. 設計諸元の整理
4. 直接脱水方式の導入可能性調査
5. 汚泥処理フローの選定
6. おわりに

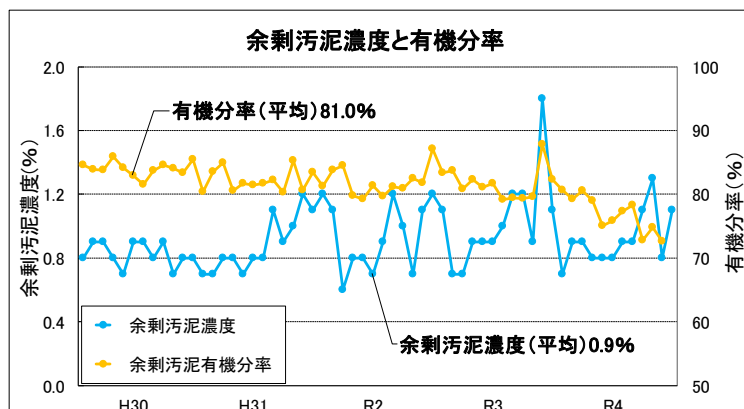
現況の把握



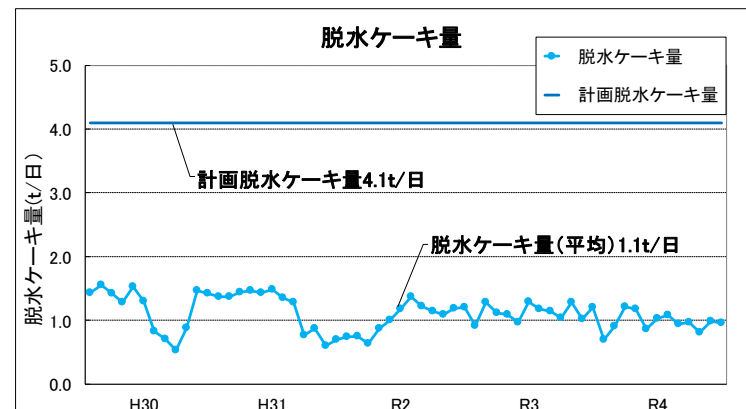
日最大流入水量(平均)は、計画値8,750m³/日の約70% (約6,000m³/日) であった。
→流入水量は、やや減少傾向にある。



流入SS、放流SSともに計画値以下である。
→良好な処理を行っている。



余剰汚泥濃度は、計画値0.8%と同等の0.9%
有機分率は、81.0%であった。
→初沈がないため、汚泥濃度が高い傾向にある。



脱水ケーキ量は計画値4.1t/日に対して、1.1t/日
→計画値よりも大幅に少ない脱水ケーキ量となっている。

設計諸元のまとめ

項目	単位	計画値	実績値	指針値※	採用値	備考
1. 水処理						
(1) 流入水量	m ³ /日	<u>8,750</u>	5,984	—	8,750	計画値を採用
(2) 流入SS	mg/L	<u>160</u>	136	—	160	計画値を採用
(3) 余剰汚泥濃度	%	<u>0.8</u>	0.9	0.5～1.0	0.8	計画値を採用
(4) 余剰汚泥有機分率	%	70	<u>81</u>	—	81	実績値を採用
2. 汚泥処理						
(1) 消化汚泥濃度	%	0.5	<u>2.1</u>	2～4	2.1	実績値を採用
(2) 消化汚泥有機分率	%	—	<u>68.4</u>	—	68.4	実績値を採用
(3) 脱水ケーキ含水率	%	83	83.3	—	84	脱水性能値を採用
(4) 脱水ケーキ量	m ³ /日	4.1	1.1	—	3.1	収支計算値を採用

※出典 『下水道施設計画・設計指針と解説 後編 2019年版』

設計諸元のまとめ

処理フローの検討に向けた考察

【検討当初】

- ①「消化→脱水」
- ②「濃縮→脱水」

→上記2案での検討を想定。

【現況の把握を踏まえると...】

余剰汚泥濃度の**実績値が0.9%**（採用値0.8%）であり、一般的な汚泥濃度0.5%程度に対して、高い値となっていることを確認。

◆「直接脱水方式」の導入可能性調査を実施

目次

1. はじめに
2. 処理施設の概要と特徴
3. 設計諸元の整理
4. 直接脱水方式の導入可能性調査
5. 汚泥処理フローの選定
6. おわりに

汚泥脱水機を選定

汚泥脱水機

ろ過式

- ・ 圧入式スクリープレス脱水機
- ・ ベルトプレス脱水機
- ・ 回転加圧脱水機
- ・ 多重板型スクリープレス脱水機
- ・ 多重円板型脱水機

遠心分離式

- ・ 遠心脱水機

汚泥脱水機を選定

汚泥脱水機

ろ過式

- ・ 圧入式スクリープレス脱水機
- ・ ベルトプレス脱水機
- ・ 回転加圧脱水機
- ・ 多重板型スクリープレス脱水機
- ・ 多重円板型脱水機

遠心分離式

- ・ 遠心脱水機

圧入式スクリープレス脱水機には、
Ⅰ型～Ⅳ型がある。

圧入式スクリープレス脱水機Ⅳ型が、
標準活性汚泥法の直接脱水方式として、
日本下水道事業団新技術Ⅰ類に登録され
ている技術。

導入可能性調査のフロー

対象汚泥：〇〇
汚泥濃度：〇〇%

脱水機性能の調査
含水率：〇〇%
※搬出先条件85%を下回るか

適用範囲の
確認

納入実績の
確認

簡易試験の
実施

余剰汚泥を対象もしくは
本施設と条件に近い実績の確認



写真-2 簡易圧搾試験器

導入可能性調査①（適用範囲の確認）

圧入式スクリープレス脱水機（IV型）の概要

【技術概要】

- ・ 水処理より発生した汚泥を未濃縮の状態で直接脱水する汚泥処理システム
- ・ 濃縮部と脱水部が一体型となった汚泥脱水機

【適用範囲※】

対象汚泥：混合生汚泥

汚泥濃度：0.6～1.0%

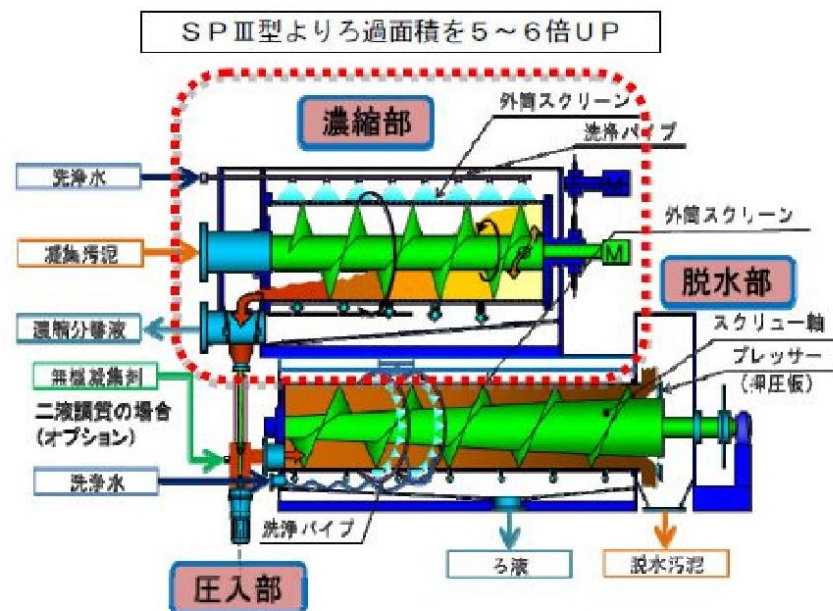
※日本下水道事業団新技術I類登録

対象汚泥が余剰汚泥のため、適用範囲外

一方で・・・

汚泥濃度は適用範囲内

◆混合生汚泥と類似していると判断



圧入式スクリープレス脱水機IV型（SPⅣ型）

導入可能性調査②（納入実績の調査）

項目		A 処理場	B 処理場	C 処理場	D 処理場	E 処理場
1. 対象汚泥	—	混合生汚泥 (未濃縮)	混合生汚泥 (未濃縮)	混合生汚泥 (未濃縮)	混合生汚泥 (未濃縮)	混合生汚泥 (未濃縮)
2. 汚泥濃度TS	%	1.08	平均1.0 (0.77~1.37)	0.9	1.15~1.71	1.0
3. 強熱減量VTS	%/TS	85	代表値86.7 (79.8~91)	88	84.6~87.8	83~86
4. 調質方法	—	1液調質	1液調質	2液調質	2液調質	2液調質
5. 高分子凝集剤	—	—	—	両性	両性	両性
6. 薬注率－高分子	%	1.0以下	0.7以下	1.5	1.5以下	1.5
7. 無機凝集剤	—	—	—	ポリ硫酸第二鉄	ポリ硫酸第二鉄	塩化第二鉄
8. 薬注率－無機	%	—	—	20	20以下	15
9. 脱水汚泥含水率	%	80	72以下	74	71以下	74
10. 処理量	kg-DS/h ・ φ300	(48.7)	(27.7)	(67.9)	(28.8)	(25.8)

※工事発注時の設計条件（納入予定含む）

導入可能性調査②（納入実績の調査）

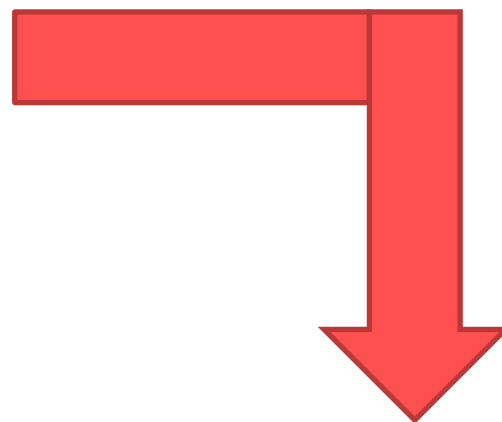
項目		A 処理場	B 処理場	C 処理場	D 処理場	E 処理場
1. 対象污泥	—	混合生污泥 (未濃縮)	混合生污泥 (未濃縮)	混合生污泥 (未濃縮)	混合生污泥 (未濃縮)	混合生污泥 (未濃縮)
2. 污泥濃度TS	%	1.08	平均1.0 (0.77~1.37)	【A, B 処理場の設計条件より】 ①脱水機の設計因子に差はない。 ②薬品注入率・含水率ともに低い。 ◆導入効果が期待できる。		
3. 強熱減量VTS	%/TS	85	代表値86.7 (79.8~91)			
4. 調質方法	—	1液調質	1液調質			
5. 高分子凝集剤	—	—	—	両性	両性	両性
6. 薬注率－高分子	%	1.0以下	0.7以下	余剰污泥は”難脱水污泥” 簡易試験より、脱水機性能を調査		
7. 無機凝集剤	—	—	—			
8. 薬注率－無機	%	—	—	20	20以下	15
9. 脱水污泥含水率	%	80	72以下	74	71以下	74
10. 処理量	kg-DS/h ・φ300	(48.7)	(27.7)	(67.9)	(28.8)	(25.8)

※工事発注時の設計条件（納入予定含む）

導入可能性調査③（簡易試験による性能調査）

圧入式スクリーブプレス脱水機（Ⅳ型）性能の簡易試験結果

項目		汚泥性状 (維持管理月報より)
汚泥性状	汚泥種類	最初沈殿池：無 全量余剰汚泥（未濃縮）
	汚泥濃度(TS)%	0.8 (0.6～1.8)
	強熱減量VTS(%/TS)	81.1 (56.9～87.8)
	繊維状物(%/SS)	—
脱水機性能	高分子凝集剤銘柄	既設薬品 #7686SCA7
	薬注率(%/TS)	1.9
	ケーキ含水率(%)	<u>84</u>
	処理量 (kg-DS/h・φ300)	21
	固形物(SS)回収率(%)	90



【簡易試験結果】

◆脱水ケーキ含水率84%

※搬出先の制約条件85%以下

⇒検討対象に追加

目次

1. はじめに
2. 処理施設の概要と特徴
3. 設計諸元の整理
4. 直接脱水方式の導入可能性調査
5. 汚泥処理フローの選定
6. おわりに

汚泥処理フローの選定と設備概要

項目	設備概要	
CASE1：消化→脱水 (既設)	【消化設備】 <ul style="list-style-type: none"> ・二段消化 ・無加温 ・機械攪拌方式※ 	【脱水設備】 <ul style="list-style-type: none"> ・圧入式スクリープレス脱水機（Ⅲ型）※ ・一液調質
CASE2：濃縮→脱水 (消化廃止/濃縮新設)	【濃縮設備】 <ul style="list-style-type: none"> ・重力濃縮 	【脱水設備】 <ul style="list-style-type: none"> ・圧入式スクリープレス脱水機（Ⅲ型）※ ・一液調質
CASE3：直接脱水 (消化廃止)	【脱水設備】 <ul style="list-style-type: none"> ・圧入式スクリープレス脱水機（Ⅳ型） ・一液調質 	—

※既設形式とは異なるが、処理フローの検討においては、近年、主流となっている機種を選定。

汚泥処理フローの比較表（計画ベース）

項目		CASE1 消化→脱水	CASE2 濃縮→脱水	CASE3 直接脱水
1. 処理概要		二段消化 汚泥脱水	重力濃縮 汚泥脱水	汚泥脱水
2. 維持管理性		△（1点）	○（2点）	◎（3点）
3. 環境(臭気・耐食性)		○（2点）	△（1点）	△（1点）
4. 脱水ケーキ処分量		○（2点）	△（1点）	△（1点）
5. 経済性	5-1. 建設費	100%	68%	66%
	5-2. 維持管理費	100%	151%	155%
	5-3. 合計	100% ○（2点）	103% ○（2点）	101% ○（2点）
6. 改築要件		△（1点）	○（2点）	○（2点）
7. 総評		△（8点）	△（8点）	○（9点）

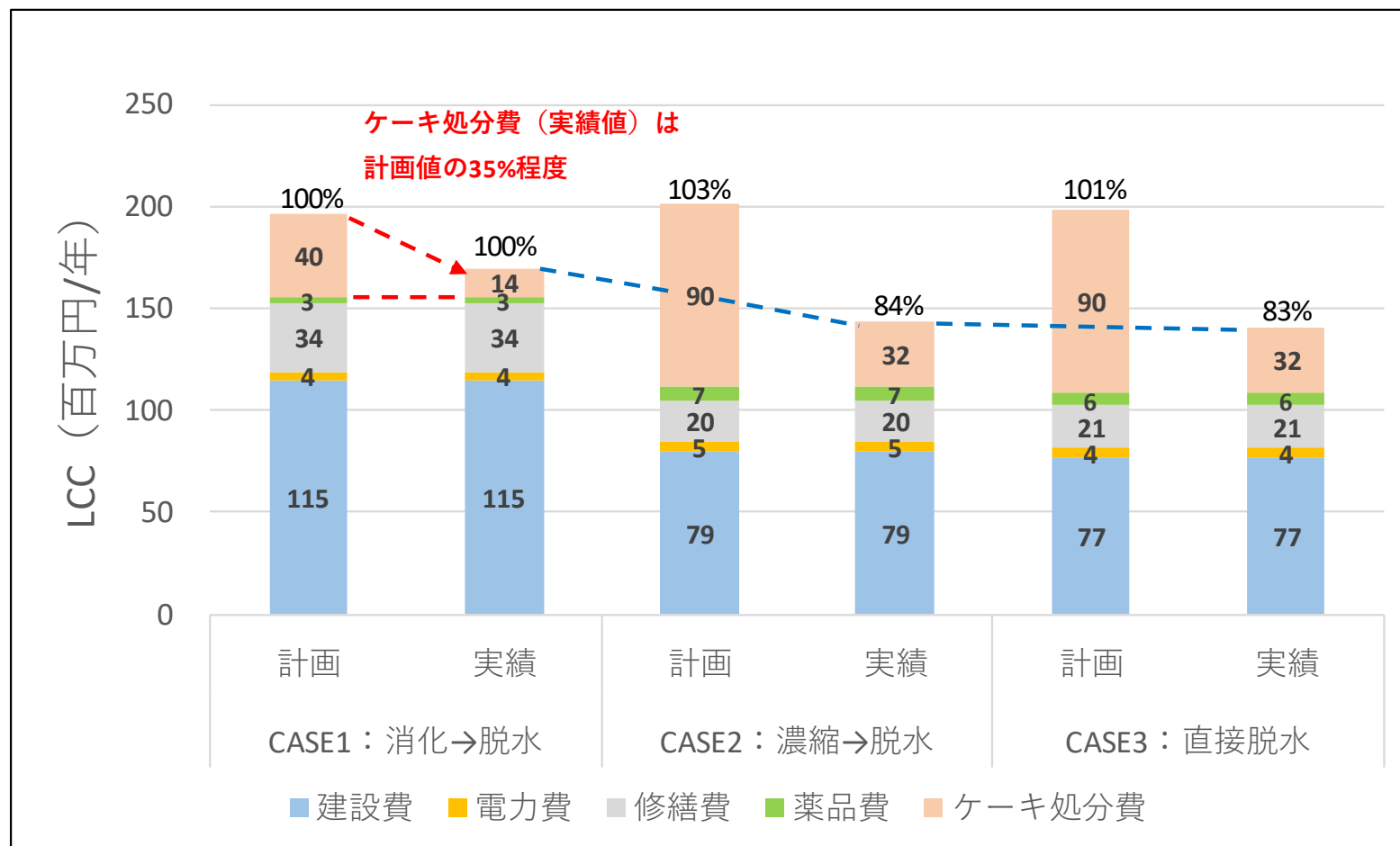
汚泥処理フローの比較表（計画ベース）

項目	CASE1 消化→脱水	CASE2 濃縮→脱水	CASE3 直接脱水
1. 処理概要	二段消化 汚泥脱水	重力濃縮 汚泥脱水	汚泥脱水
2. 維持管理性	△（1点）	○（2点）	◎（3点）
3. 【計画ベースの評価】			△（1点）
4. 総評より「CASE3」を採用			△（1点）
5. 一方で、維持管理費が高価という懸念があった。			66%
5-2. 維持管理費	100%	151%	155%
本施設の特徴を考慮した経済性評価の実施			101%
	○（2点）	○（2点）	○（2点）
6. 改築要件	△（1点）		○（2点）
7. 総評	△（8点）		○（9点）

脱水ケーキ処分費が
LCCの約45%を占めている。

LCC（計画・実績ベース）

計画および実績ベースにおけるLCCの対比表

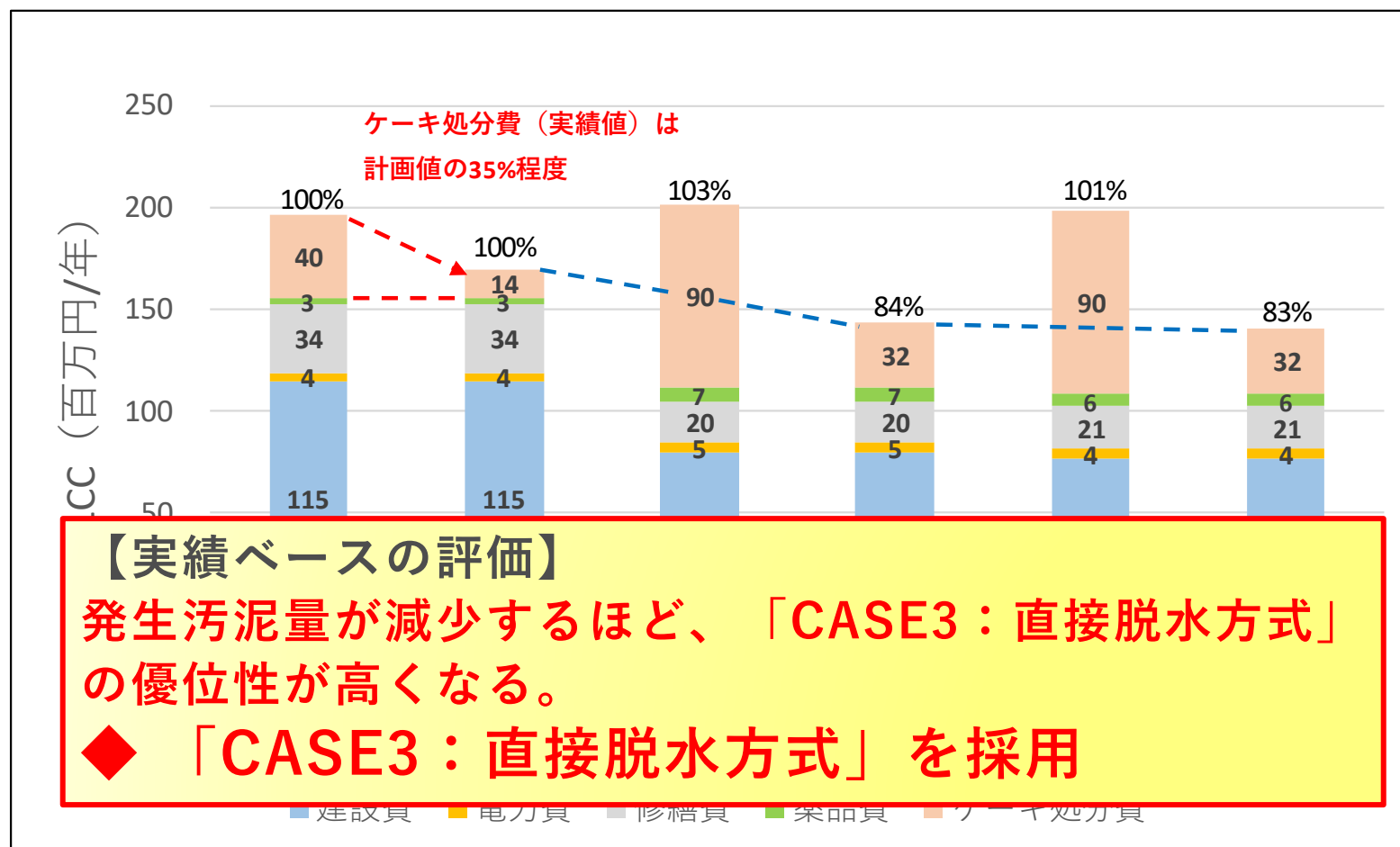


※1 CASE2,3の脱水ケーキ量（実績）は、CASE1の比率0.35（実績1.1/計画3.1）より計算を行った。

※2 棒グラフ上部の数値（%）は、CASE1を100とした場合におけるLCCの比率である。

LCC（計画・実績ベース）

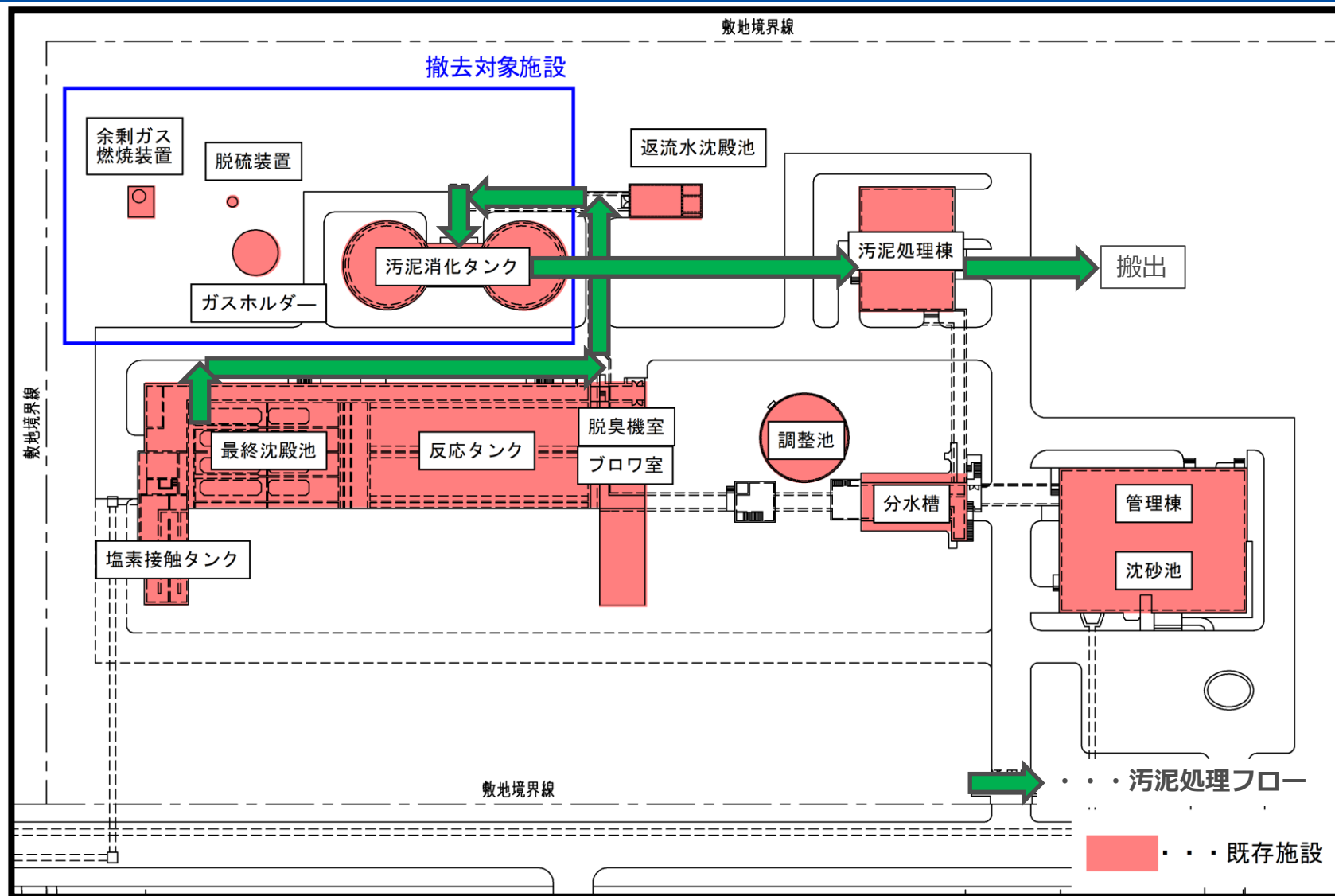
計画および実績ベースにおけるLCCの対比表



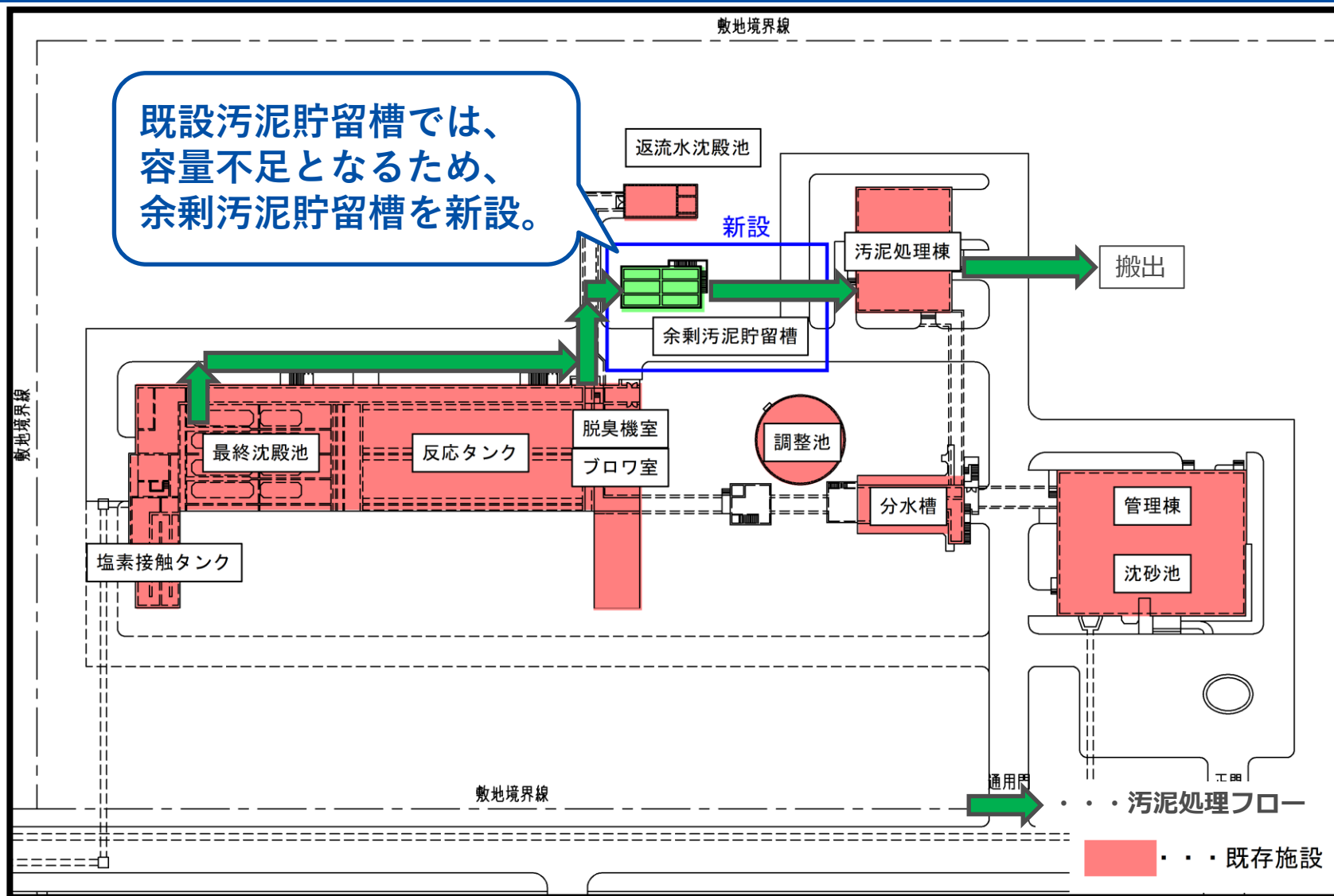
※1 CASE2,3の脱水ケーキ量（実績）は、CASE1の比率0.35（実績1.1/計画3.1）より計算を行った。

※2 棒グラフ上部の数値（%）は、CASE1を100とした場合におけるLCCの比率である。

全体配置図①（撤去対象施設）



全体配置図②（余剰汚泥貯留槽新設）



目次

1. はじめに
2. 処理施設の概要と特徴
3. 設計諸元の整理
4. 直接脱水方式の導入可能性調査
5. 汚泥処理フローの選定
6. おわりに

検討事例のまとめ

- ・ 特殊な処理方式であったが、施設の特徴を踏まえ、維持管理性や経済性に優れる直接脱水方式を提案。
- ◆ 特殊な条件下においては、今後、デモ機による実証実験を行い、性能の担保が可能か検証が必要。
- ・ 近年、他事業体でも施設規模の縮小化（ダウンサイジング）が求められるケースが増加。
- ◆ 既存の処理フローを前提とするのではなく、水処理・汚泥処理システムとしての見直しの提案が必要。

ご清聴ありがとうございました。