

鋼板製消化タンク技術の開発と事後調査

日本下水道事業団 技術戦略部
資源エネルギー技術課
熊越 瑛

 Japan Sewage Works Agency

本日の内容

1. 背景と課題

➤脱炭素化に向けた政策・状況、嫌気性消化法の普及状況

2. JSでの技術開発

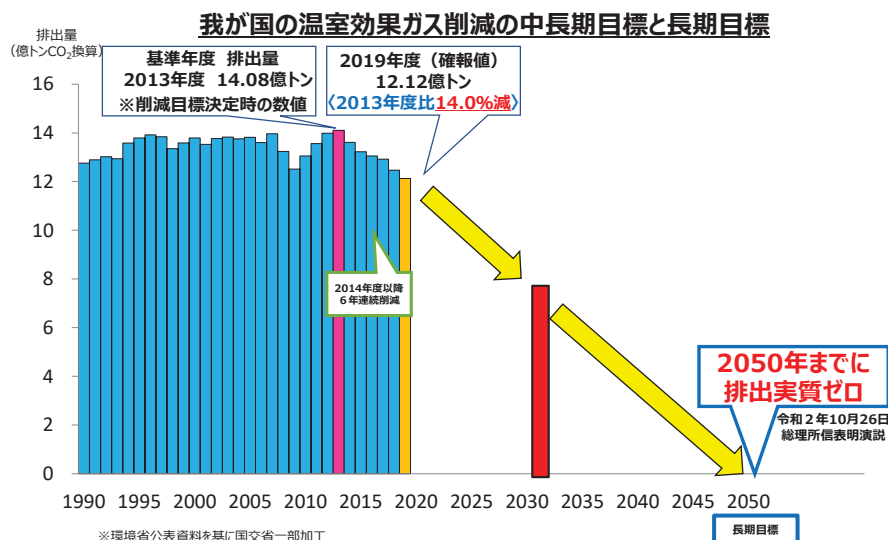
➤鋼板製消化タンク、嫌気性消化関連技術

3. 鋼板製消化タンク事後調査

➤調査背景、調査結果

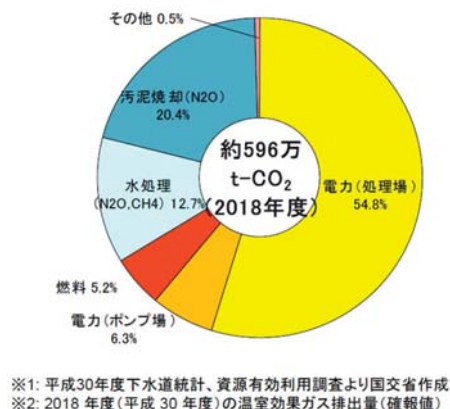
下水道事業における脱炭素化について

- ◆「2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」べく、中長期目標を設定。
- ◆2018年度における下水道分野での温室効果ガス排出量は約600万t-CO₂※¹であり、日本全体の排出量約12.4億 t-CO₂※²の0.7%に相当。



出典：「第1回脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会」資料

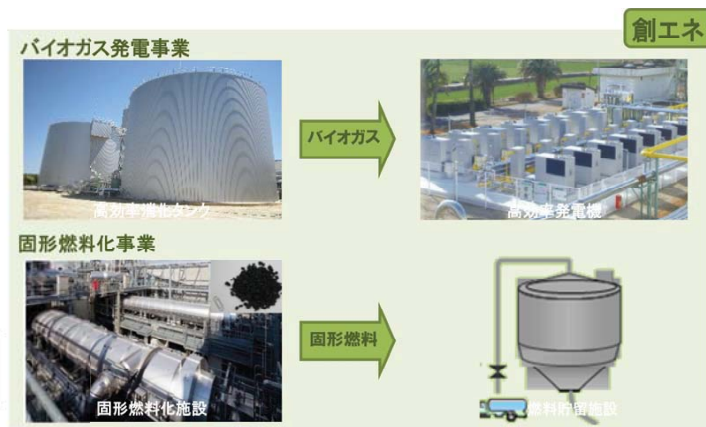
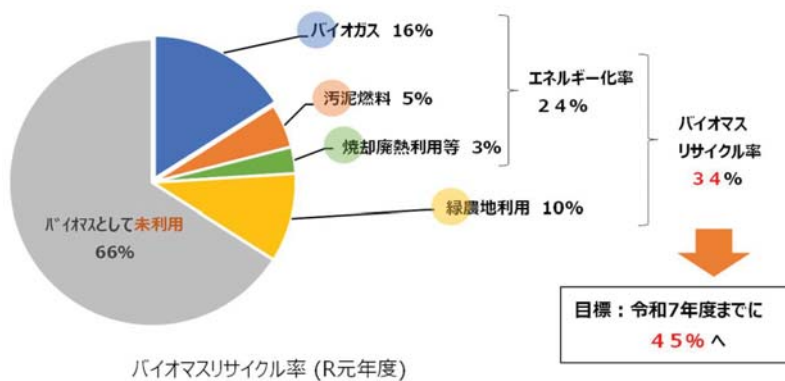
下水道からの温室効果ガス発生量※¹



Japan Sewage Works Agency | 3

下水汚泥のバイオマス利用状況

- ◆下水道バイオマスリサイクル率のうち、バイオガス利用は発生汚泥固形物量のうち16%程度
- ◆バイオガス発電を実施している下水処理場は、全国118箇所 (R元年度末)



下水汚泥のポテンシャル

- 下水汚泥発生量：約230万 t/年 (乾燥ベース)
- 発電可能量：40億kWh/年
→約110万世帯の年間消費量に相当

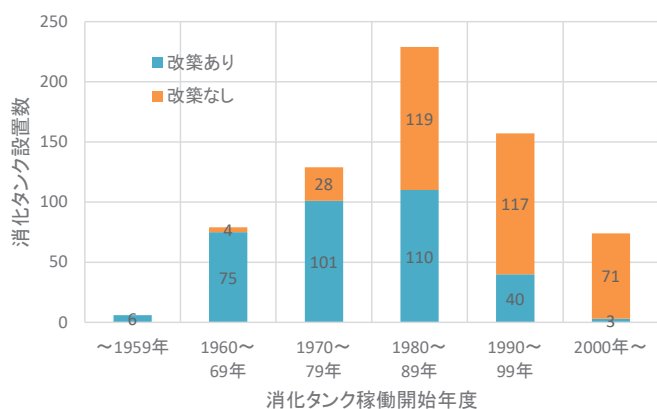
利用状況

- ・エネルギー化率 24%
- ・バイオガス発電：118箇所 (R元年度末)

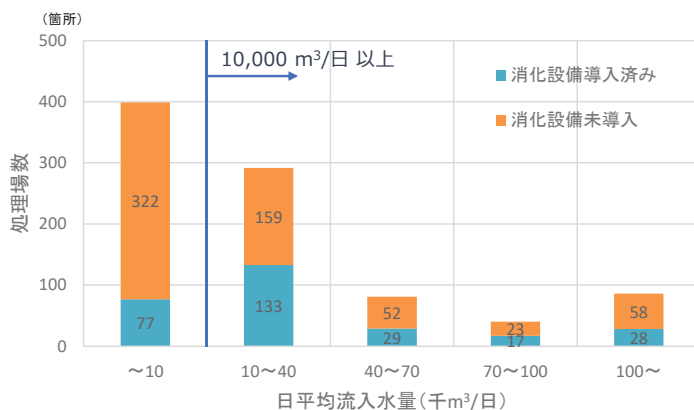
Japan Sewage Works Agency | 4

嫌気性消化法の普及状況

- ◆ RC製消化タンクの耐用年数（45年）を超える設備が今後増加
更新需要が見込まれる
- ◆ 消化タンク未導入の日平均汚水量10,000m³/日以上処理場数は292箇所※
新設需要が見込まれる



消化タンク稼働開始年度ごとの改築状況
(日本下水道新技術機構 汚泥消化タンク改築・修繕 技術資料 2007年3月)



処理場規模別の消化設備導入状況
(※ 平成30年度下水道統計)

Japan Sewage Works Agency | 5

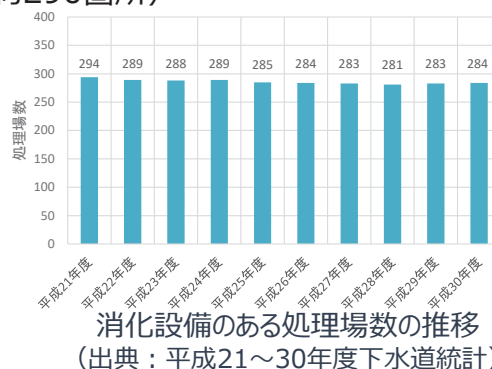
鋼板製消化タンクの開発、事後調査

背景

- 脱炭素社会の構築に向けて、**嫌気性消化による未利用エネルギーの活用が期待**
- 嫌気性消化設備を導入済の処理場数は、近年10年はほぼ横ばい（約290箇所）

課題

- ライフサイクルコストが**高価**、従来の機械攪拌機は**消費エネルギー大**
- コンクリート躯体の施工に日数を要する
- 任意に監視装置・計装機器を取付けることが難しく、内部の**状況把握方法が限られる** 等



消化設備のある処理場数の推移
(出典：平成21～30年度下水道統計)

鋼板製消化タンクの開発 (JS新技術導入制度にて技術選定)

- ライフサイクルコストの削減、施工期間の短縮、使用エネルギーの削減等

鋼板製消化タンクの事後調査 (JS基礎・固有調査研究にて実施)

- 導入後の性能に関する実態調査を実施

Japan Sewage Works Agency | 6

JS新技術 鋼板製消化タンク

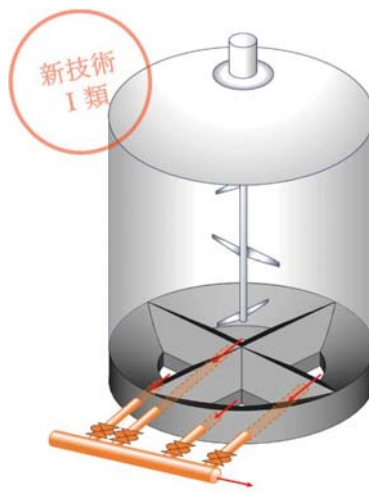
各種ラインナップ

下部コーン型鋼板製消化タンク



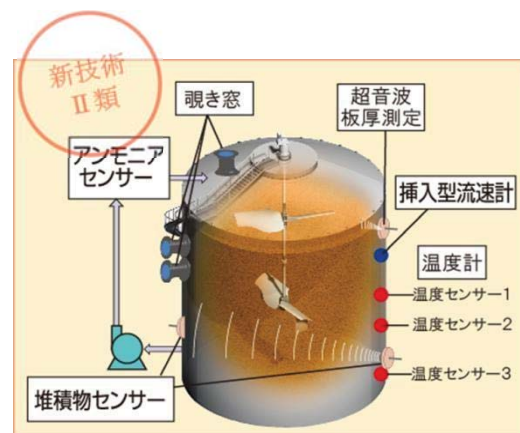
【特徴】
下部コーン構造により、浚渫時の堆積物量を低減し、維持管理性の向上を実現します。

4分割ピット式鋼板製消化タンク



【特徴】
底部を4分割ピット構造を構築し、定期的に汚泥を引き抜くことで、堆積物を低減し、維持管理性の向上を実現します。

パッケージ型鋼板製消化タンク



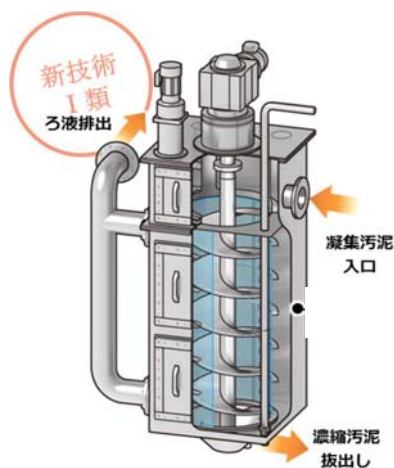
【特徴】
各種センサーによりタンク内の状態を可視化し、運転状況の変化や異常を早期に察知することが可能です。

Japan Sewage Works Agency | 7

[参考] JS新技術 嫌気性消化関連

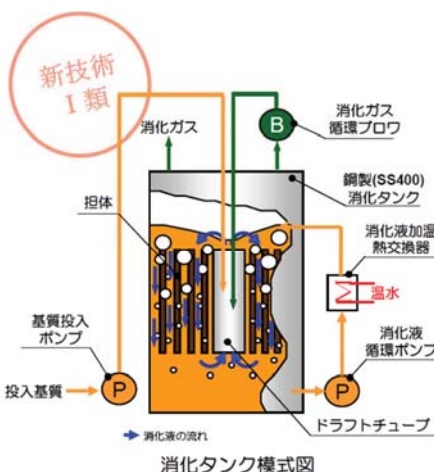
各種ラインナップ

高濃度対応型ろ過濃縮・中温消化システム



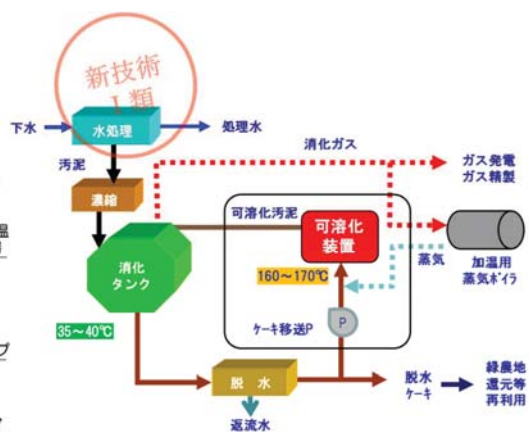
【特徴】
「微圧ろ過」による高いろ過性能で汚泥を高濃度化、消化タンク容量を縮減し、有効利用可能な消化ガス量を確保、建設費・維持管理費を低減します。

担体充填型高速メタン発酵システム



【特徴】
担体充填・銅板製・消化阻害対策により、消化日数の短縮、建設コストの低減、安定発酵を実現します。

熱改質高効率嫌気性消化システム



【特徴】
汚泥を易分解性有機物に熱改質し、消化タンクに返送するシステム。ガス発生量の増加、消化日数を短縮、脱水性改善により汚泥量を削減します。

Japan Sewage Works Agency | 8

鋼板製消化タンク事後調査① 背景

- 鋼板製消化タンク
 - 従来のコンクリート製消化タンクの課題（工期、LCC等）を解決
 - 導入実績も増加傾向
 - 導入後の事後調査で・・・
 - 消化性能やエネルギー使用量を把握
 - 性能・機能の発揮状況を確認
- さらなる普及拡大へ

鋼板製消化タンクの導入実績 ※実験・実証設備を除く

処理場 No.	採用技術	タンク容量 (m ³ /基)	数量 (基)	竣工 (年)
1	パッケージ型鋼板製消化タンク	5,800	1	2016
2	その他（選定新技術外）	5,000	2	2017
3	パッケージ型鋼板製消化タンク	5,000	3	2019
4	パッケージ型鋼板製消化タンク	3,200	1	2019
5	下部コーン型鋼板製消化タンク	9,000	4	2021

R2事後調査

R3事後調査

Japan Sewage Works Agency | 9

鋼板製消化タンク事後調査② 技術の特長

① 建設工期の短縮

(RC製消化タンクと比較)

- 槽基礎工事と並行した鋼板工場プレハブ製作
- 土木機械同時発注

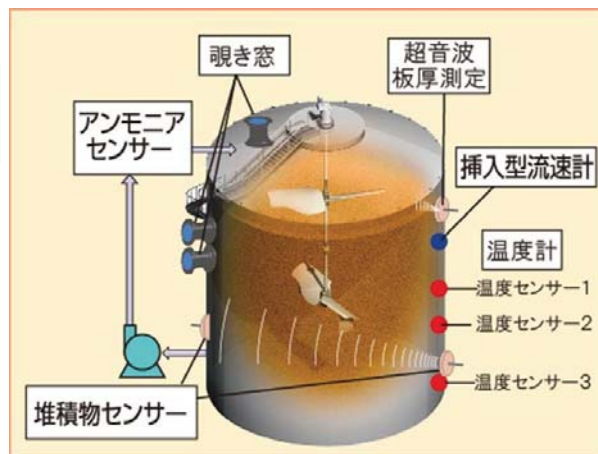
② 事業計画に合わせた柔軟な改築

- 耐用年数35年（槽本体のみ）
- 社会動向・人口推移の変化に適した改築が可能

③ 攪拌動力の低減

(従来スクレープ式攪拌機と比較)

- インペラ式攪拌機
- 動力投入密度1.0W/m³以下



④ 消化タンクの運転支援

鋼板製であることを活かし、センサ類により消化タンク内の状況を可視化

④-1 堆積物測定・排出運転

<従来> 堆積物の高さ・量・形状の確認が難しく、蓄積する場合があった。

<本技術> 堆積物高さの測定が可能
・堆積物排出運転で有効容量確保

④-2 トラブルの未然防止

<従来> 槽内の状況が確認できず異常の察知が難しかった。

<本技術> 温度ムラ検知⇒槽内汚泥均一化
・異常発泡の早期確認・処置
・MAP発生時も運転を継続 等

④-3 定量的な長寿命化診断

<従来> 槽内塗装の経年変化の有無を浚渫後しか確認できなかった。

<本技術> 運転停止や、浚渫することなく内面塗装変化や槽側面板厚測定が可能

Japan Sewage Works Agency | 10



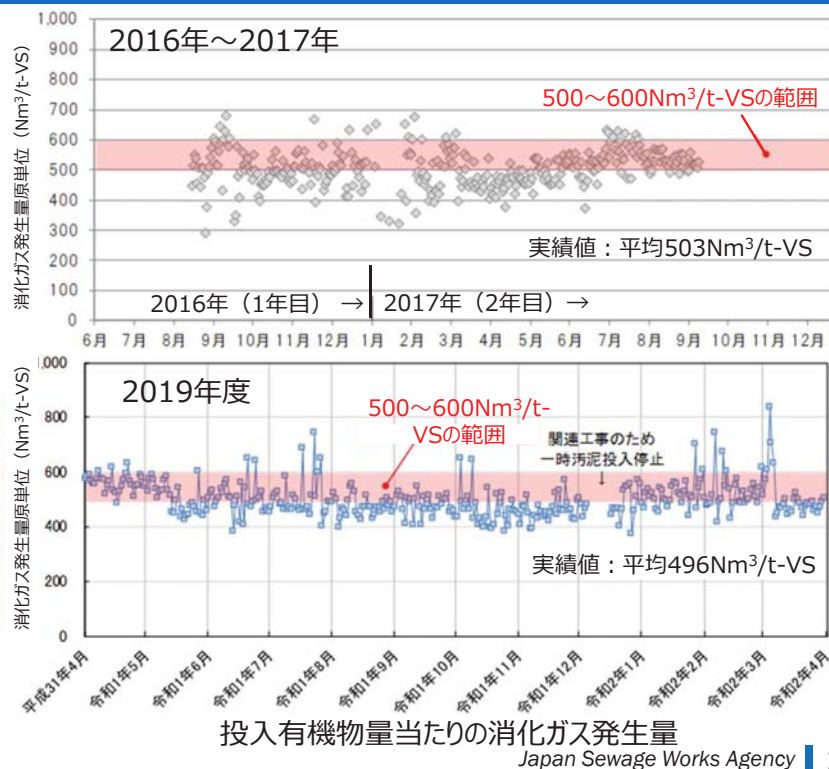
鋼板製消化タンク事後調査結果① 消化性能

- 一般的な消化性能※と比較
※下水道施設計画・設計指針と解説
(以下、設計指針)

消化ガス発生量

- 消化ガス発生量 約 $500\text{Nm}^3/\text{t-VS}$
設計指針の消化ガス発生量の下限側
($500\sim 600\text{Nm}^3/\text{t-VS}$)
⇒ 消化ガス発生量は一般的
- 経年による変動はない。

消化性能を維持できていることを確認

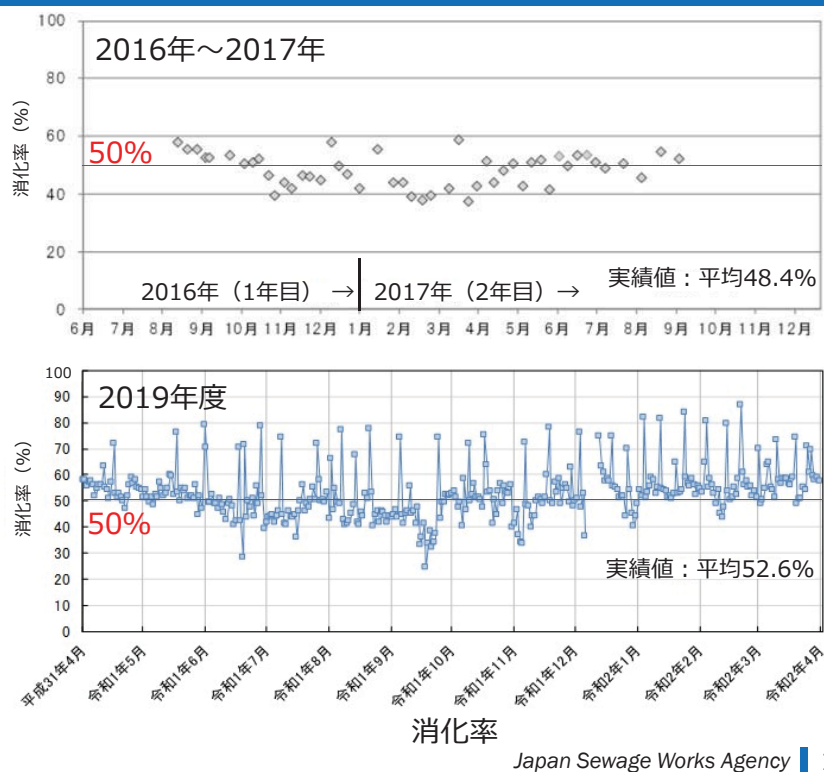


鋼板製消化タンク事後調査結果① 消化性能

消化率

- 消化率 50%前後
設計指針の消化率（約50%）の範疇
⇒ 消化率は一般的
- 経年による変動はない。

消化性能を維持できていることを確認





鋼板製消化タンク事後調査結果① 消化性能

消化ガス組成

メタン濃度

2016～2017年 平均57%

2019年 平均59%

設計指針（60～65%）より少し低い

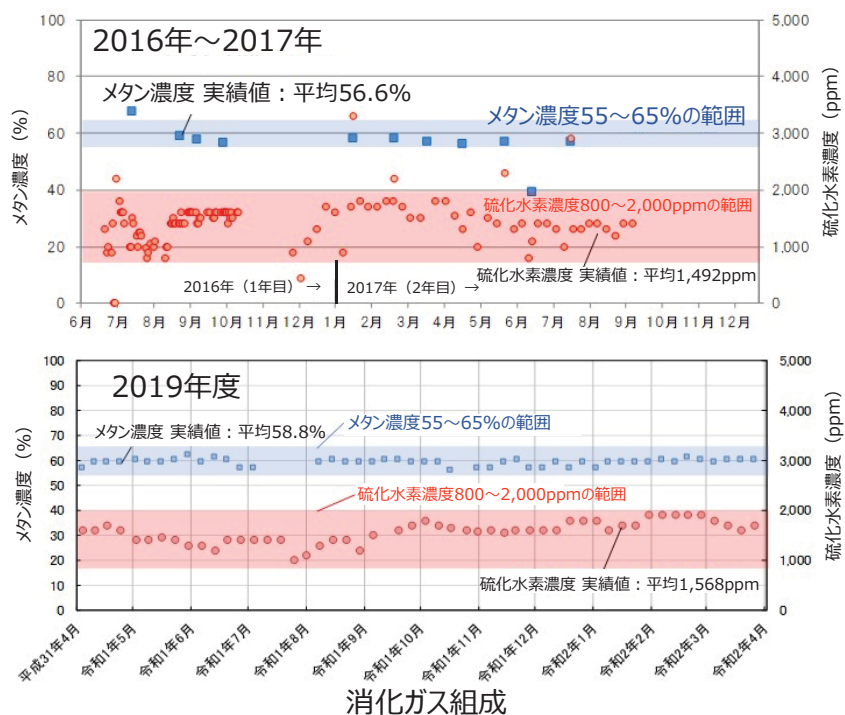
「消化タンク改築・修繕技術資料」※
アンケート 回答の85%以上の処理場で
メタン濃度55%以上

※公益財団法人日本下水道新技術機構

⇒メタン濃度は一般的

・経年による変動はない。

消化性能を維持できていることを確認



Japan Sewage Works Agency | 13

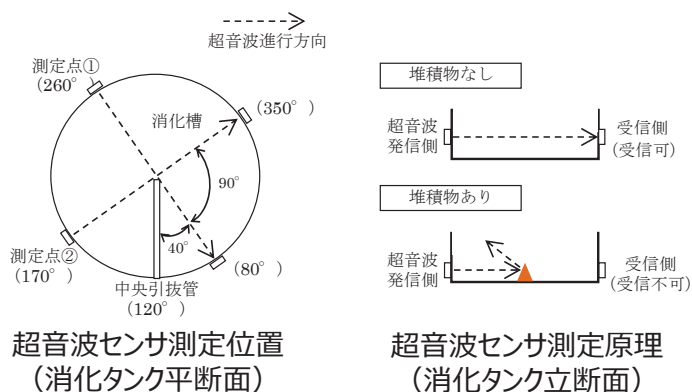


鋼板製消化タンク事後調査結果② 堆積物抑制

堆積物による消化タンク有効容量の低下を防止

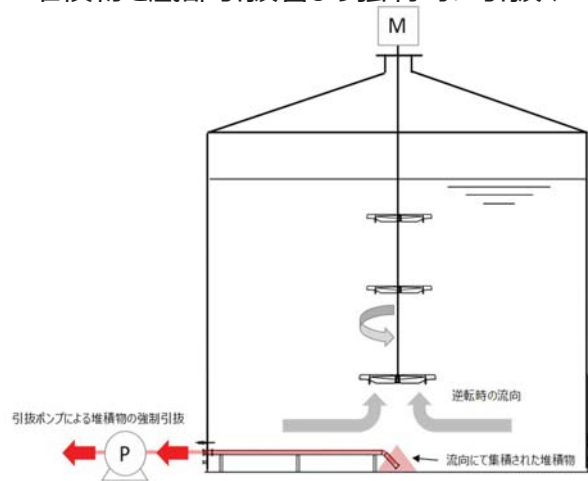
1. 超音波センサによる堆積物高さの測定

- 堆積物があると、超音波波形が測定されない



2. 堆積物排出運転の実施

- 攪拌機を逆転→タンク中心に向かう流れ
→堆積物を集積
→堆積物を底部引抜管より強制的に引抜く



Japan Sewage Works Agency | 14

鋼板製消化タンク事後調査結果② 堆積物抑制

1. 超音波センサによる堆積物高さの測定

- 超音波センサ測定値

今回測定 35cm (2021年1月)

自主点検時 30~50cm

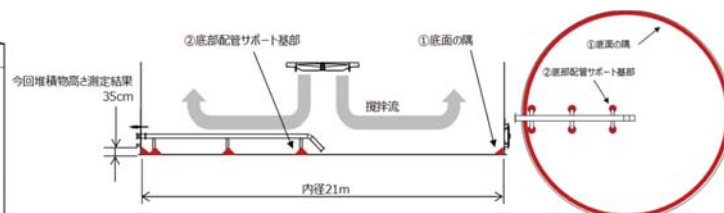
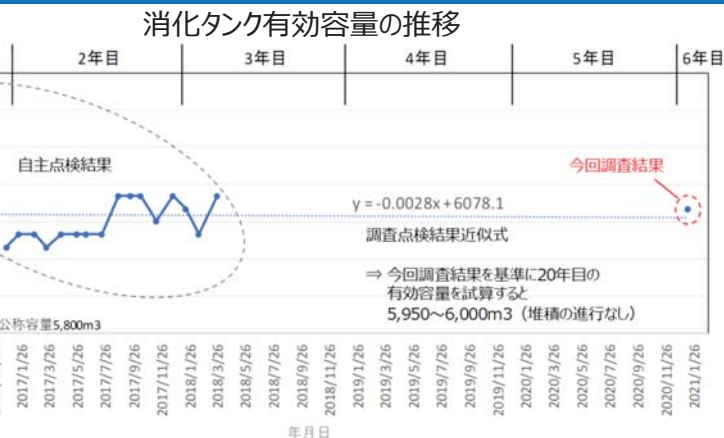
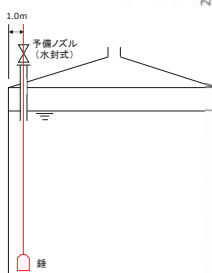
(2016年12月~2018年3月)

⇒タンク有効容量 5,900m³以上を確保

(> 公称容量5,800m³)

- 錘により堆積物高さを測定 3.0cm

超音波センサで
堆積状態を把握可能



予想される堆積形態 (消化タンク立断面・平断面)

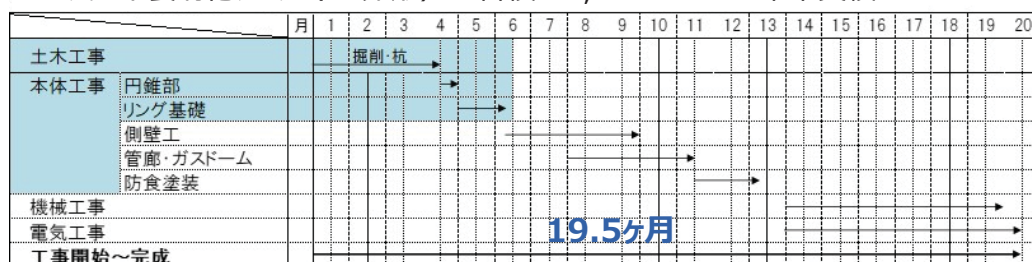
Japan Sewage Works Agency | 15

鋼板製消化タンク事後調査結果③ 建設工期の短縮

コンクリート製消化タンク (PC卵形) <容積: 4,000m³> ... 某市実績

- コンクリート製消化タンク

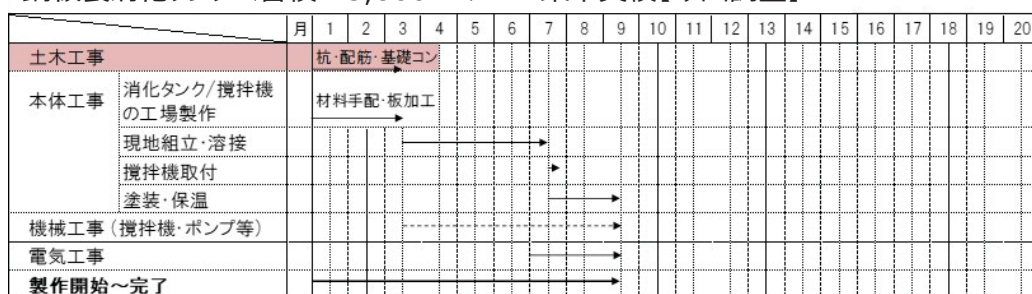
建設工期 19.5ヶ月



- 鋼板製消化タンク

建設工期 8.5ヶ月

鋼板製消化タンク <容積: 5,800m³> ... 某市実績【今回調査】



工期の短縮を確認

8.5ヶ月

Japan Sewage Works Agency | 16

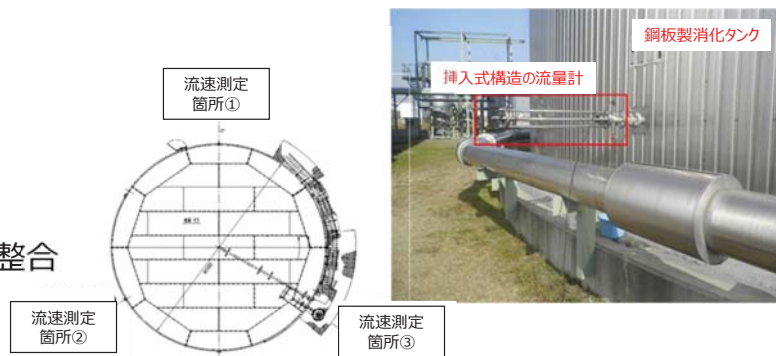
鋼板製消化タンク事後調査結果④ 攪拌動力の低減

- 平坦なタンク底面とインペラ式攪拌機の採用
→ 低動力での攪拌
- 槽内底部流速
 - 3か所で測定 流速平均値 8.0～9.1cm/秒
 - 建設時の流速シミュレーション結果 6～10cm/秒と整合
- 攪拌動力
 - 3日間測定 平均動力は4,779W
 - 定格回転数の 11.6min^{-1} において、
動力投入密度 $1\text{w}/\text{m}^3$ でも、槽内で不均一攪拌無し

低動力での運転を確認

(参考) 交付金要件の適合

- 消化タンク全体の消費電力量実績 120kWh/t-VS分解
国土交通省が定めるエネルギー性能指標 280kWh/t-VS分解を満足
(平成29年国水下水事第38号)



鋼板製消化タンク槽内底部流速
測定位置と測定状況



インペラ式攪拌機動力測定結果 (2021年1月)

Japan Sewage Works Agency | 17

ご清聴ありがとうございました