



下水道機構  
のページ

# 「鋼板製消化タンク技術マニュアル」 の概要

公益財団法人 日本下水道新技術機構  
資源循環研究部長

石田 貴



## はじめに

近年、化石燃料の枯渇や地球温暖化防止のため温室効果ガス削減が課題となっている。この問題解決のために、再生可能なカーボンニュートラルなバイオマスエネルギーの利用促進が国策として進められている。

下水汚泥は、都市内における貴重なバイオマス資源であり、そこから発生する消化ガスはカーボンニュートラルなクリーンエネルギーである。このような下水汚泥の嫌気性消化は、汚泥の減量化を図りつつ、エネルギー回収が可能な重要プロセスとの位置付けへと転換期を迎えている。

従来、下水処理における消化タンクは、一般的にコンクリートで建設されてきたが、初期投資が高いこと、建設工期が長い等の課題があった。これに対して、バイオマス利活用施設に多数の実績がある鋼板製消化タンクは、これらの課題を解決する設備である。



## 技術マニュアルの概要

本技術マニュアルは、(株)神鋼環境ソリューションと共同研究を実施した「鋼板製消化タンク技術」

について、概要と特徴を説明するとともに、導入の際の計画・設計・施工・試運転・維持管理の手順・留意点等を解説したものである。

本マニュアルは、鋼板製消化タンクの実用化に向けて、千葉市南部浄化センターをフィールドにした実証施設(写真-1)での経済性、消化性能、エネルギー使用量の低減、タンク内部の可視化な

写真-1 実証施設の外観  
(平成25年4月撤去)



公益財団法人 日本下水道新技術機構(下水道機構) Japan Institute of Wastewater Engineering and Technology (JIWET)  
<http://www.jiwet.or.jp>

どの実験・研究を通じ、その有効性を記載している。また、従来型と比較して建設コストの縮減、建設工期の低減が可能であること、ガス発生量、メタン濃度などの消化性能が従来型と同等の能力であること、さらに、超音波センサーなどによる外部からの測定によって、タンク内部の堆積物のようすが確認できるなど、優れた維持管理性についても記載している。これらに加え、放熱性能、塗装仕様など実験・研究から得られた知見とあわせて技術マニュアルを作成した。

### 3 技術の特徴

鋼板製消化タンクは、従来のコンクリート製消化タンクと比べ、次の特徴を有している。

#### (1) 建設費の低減

コンクリート製消化タンクと比較して、おおむね1/2以下に建設費低減が可能である。

#### (2) 耐用年数

ビニルエステル樹脂系塗料による防食塗装で20年以上の耐用年数があると評価した。

#### (3) 建設工期の短縮

コンクリート製消化タンクと比較して、1/2以下に建設工期短縮が可能である。

#### (4) 省エネルギー

インペラ式かくはん機の採用によって、消費電力がドラフトチューブに比べ1/4以下に低減が可能である。また、外部放熱量がコンクリート製消化タンクと比較して同等以下である。

#### (5) 優れた維持管理性

センサー類、サイトグラス等の設置が容易かつ自由度が高く、内部状況の「見える化」により、運転状況の把握が可能である。

側面から超音波で堆積物の状況が測定できる。また、アンモニア濃度の連続測定を行うことによって維持管理性の向上が図られる。

### 4 実証研究内容

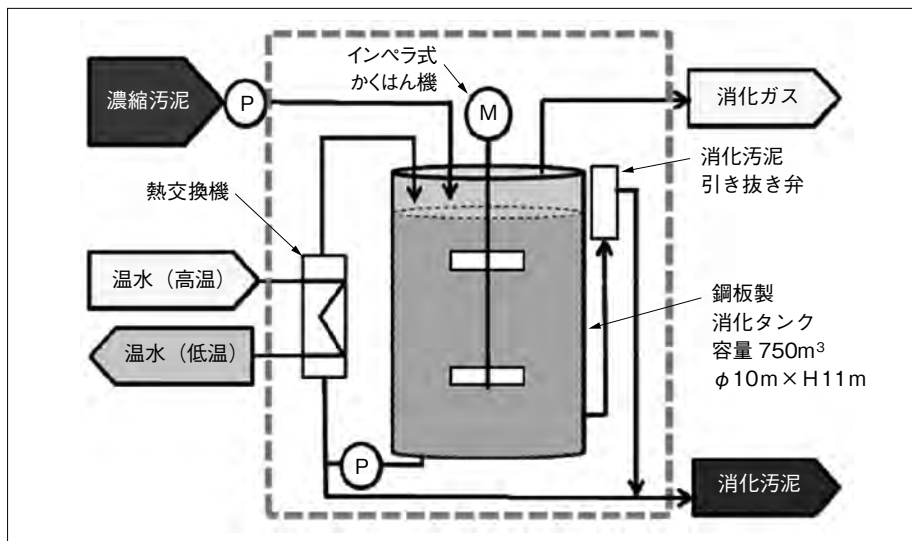
千葉市南部浄化センター内に設置した鋼板製消化タンクでの実証試験および、塗装の防食性評価実験を行った。

#### 4.1 実証試験方法

##### 4.1.1 対象施設の概要

本実証実験設備は、図に示すように、鋼板製消化タンク、インペラ式かくはん機、消化汚泥循環ポンプ、消化汚泥熱交換器からなる。消化タンク

図 実証施設の処理フロー





の仕様は、タンク容量 750 m<sup>3</sup>、直径 10 m、高さ 11 m の円筒形で、2 段のかくはん翼のインペラ式かくはん機を有する。

#### 4.1.2 実験方法

消化タンクに機械濃縮汚泥を 15 m<sup>3</sup> / 日、重力濃縮汚泥を 15 m<sup>3</sup> / 日を受け入れ、滞留日数 25 日、消化温度 37℃ で消化した。

また、塗装の防食性評価実験は、「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル」<sup>1)</sup> に準じ、試験片を D 種品質規格の耐酸性の評価方法である 10% の硫酸に 120 日間浸漬し、剥がれ等の有無の外観観察と、硫黄侵入深さ等で評価した。

### 4.2 実証研究の結果

#### 4.2.1 コスト試算

従来のコンクリート製消化タンクと比較した鋼板製消化タンクのコスト比較を表-1 に示す。表中の値はコンクリート製消化タンクの費用を 100% とした時の鋼板製タンクの割合を示す。

#### 4.2.2 建設工期の短縮

実証実験施設の現地での建設工期は、基礎築造後から 70 日間であった。

また、タンク容量 4,000 m<sup>3</sup> 規模で消化タンクの全体工期を比較した結果、鋼板製消化タンクでは、K 市のコンクリート製卵形消化タンクの実質工期と比較して、以下に示す主な理由から 50%

以下となり、1 年以下の工期に短縮される。したがって、単年度予算での建設も可能である。

- ① 鋼板製消化タンクは、工場製作の鋼板製の側板を組み立てるため、RC 製消化タンクと比べて、工期が短い。
- ② 鋼板製消化タンクは、地下工事がなく、地表面に組み立てるため、掘削、土留め、配筋、型枠の土木工事の負荷が低減できる。
- ③ タンクの基礎工事から据え付けまで機械設備工事として一括発注が可能である。

#### 4.2.3 消化性能の確認

2011 年 12 月からの 1 年間以上の運転実績から、投入 VS あたりのガス発生量は、月毎の投入 VS あたりの消化ガス発生量 472 ~ 578 Nm<sup>3</sup> / t-VS、消化ガスのメタン濃度 55.4 ~ 60.6% で変動し、安定的な消化性能が得られた。

#### 4.2.4 省エネルギー

インペラ式かくはん機のかくはん動力密度は 1.0 W / m<sup>3</sup> で十分な消化性能が得られた。「汚泥消化タンク改築・修繕技術資料」<sup>3)</sup> のスクリュース式かくはん機のかくはん動力密度の 4.6 W / m<sup>3</sup> に対して 1 / 4 以下になる。

また、今回の実証実験では、消化タンク容量の 3.5% の堆積物が生じたが、逆回転に同期した引き抜き運転により 3% 以下に堆積物増加を抑制することができた。

また、実証試験設備の鋼板製消化タンクの保温

表-1 鋼板製消化タンクの経済性比較表

消化タンク容量 (m <sup>3</sup> )		1,000	2,000	4,000	6,000
対 PC 製卵形*1	建設費	46%	52%	54%	53%
	建設費年価	73%	83%	87%	86%
	LCC	94%	96%	97%	96%
対 RC 製*2	建設費	54%	55%	57%	60%
	建設費年価	86%	88%	93%	97%
	LCC	97%	97%	98%	99%

\*1 卵形消化タンク建設費は、実績から作成した費用関数から算出した。

\*2 RC 製は、「バイオンソリッド利活用基本計画策定マニュアル」の費用関数から算出した<sup>2)</sup>。

表－2 消化タンク側壁部の熱伝導率の比較

対象とする消化タンク	側面材構造	合成熱伝導率 W/(m <sup>2</sup> ・K)
鋼板製消化タンク (実証試験設備)	ポリスチレン 80mm	0.38
コンクリート製消化タンク壁上部	鉄筋コンクリート 600mm ポリスチレン 15mm	1.14
コンクリート製消化タンク壁鉛直部	鉄筋コンクリート 700mm 空気 400mm コンクリートブロック 150mm	0.78

表－3 塗装の防食性評価実験結果

設計腐食環境		事業団 防食塗装 基準D種	P塗装	C塗装	R塗装	N塗装	E塗装
層			ビニルエステル 樹脂系	ビニルエステル 樹脂系	ビニルエステル 樹脂系	ビニルエステル 樹脂系	エポキシ樹脂系
試験 結果	硫黄侵入深さ ( $\mu\text{m}$ )	100 $\mu\text{m}$ 以下	< 2 $\mu\text{m}$	< 2 $\mu\text{m}$	24 $\mu\text{m}$	< 2 $\mu\text{m}$	169 $\mu\text{m}$
	硫黄侵入深さ/ 設計厚さ (%)	5 %以内	< 0.57	< 0.33	3.4	< 0.29	45
D種合否判定		10年の耐用年数	合格	合格	合格	合格	不合格

材には80mmのポリスチレンフォームを使用した。その消化タンク側面材の保温性能を、合成熱伝導率を用いて、コンクリート製消化タンクの実績と比較した。コンクリート製消化タンクの例は、1.14 W/(m<sup>2</sup>・K)、0.78 W/(m<sup>2</sup>・K)になるのに対して、鋼板製消化タンクの保温材は0.38 W/(m<sup>2</sup>・K)となり、それぞれコンクリート製消化タンクに比べ、3倍、2.1倍保温性が優れている(表－2)。

今回の実証実験施設では、平均外気温5.2℃の2月で投入熱量の19%、年間平均では11%が放熱によって失われる結果となった。

#### 4.2.5 塗装の防食性評価

表－3の塗装の防食性評価実験結果に示すとおり、ビニルエステル樹脂系の試験片は、すべての塗装種において基準値未満であり、D種の耐酸性基準を満足した。また、メーカーR塗装を除くビニルエステル樹脂系塗料では、10年保証の前提となるD種基準値の1/2を大きく下回った。本技術マニュアルでは、ビニルエステル樹脂系塗料で、硫黄侵入深さがD種の基準値の1/2以下の

写真－2 堆積物調査状況



ものを、20年の耐用年数があると評価した。

#### 4.2.6 維持管理性

本技術の消化タンクは鋼板製であることから、センサー類、サイトグラス等の設置が容易かつ自由度が高いため、コンクリート製消化タンクでは実現できなかったタンク内部の「見える化」が可能であり、安定運転に対する取り組みが可能である。

堆積物の測定は、壁面から高出力型の超音波発



振装置を用いて測定し、中間と中心については、上部から探触子を垂らして測定することが可能であった（写真-2）。

## 5 おわりに

今後、下水汚泥の嫌気性消化法は、創エネルギーの観点からますます重要視されていくことが予想される。銅板製消化タンクは、将来のニーズ動向に合わせて柔軟な更新・改築を可能とする設備として普及が期待される。本技術マニュアルが、創エネルギーや地域における地球温暖化防止対策として、下水道事業者に活用されることとなれば幸いである。

## 謝辞

本研究の遂行にあたり、実証実験フィールドおよび汚泥のご提供はじめ、多大なるご協力をいただきました千葉市南部浄化センターの関係各位に、厚くお礼申し上げます。

## （参 考 文 献）

- 1) 地方共同法人日本下水道事業団「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル」、平成24年4月
- 2) 国土交通省都市・地域整備局下水道部（社）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」、平成16年3月
- 3) 財団法人下水道新技術推進機構「汚泥消化タンク改築・修繕技術資料」—2007年3月—



日本トイレ研究所：

## 災害時トイレ下水道連携意見交換会を開催 平常業務と混在する非常時対応の検討を

NPO法人日本トイレ研究所（加藤篤代表理事）は3月1日、東京・港区の港区生涯学習センター「ばるーん」において、災害時トイレ下水道連携意見交換会を開催した。昨年12月に開催された災害時トイレ下水道連携研究会に引き続き行われたもので、自治体、民間企業、NPO法人らが参加した。

基調報告の中で国土交通省下水道部下水道企画課の齋野秀幸課長補佐は、「災害時こそトイレと下

水道が連携しなければならない」とし、なかなか自治体が着手しない下水道BCPの策定について、「平成24年3月に策定マニュアル第2版がでた。それを参照し、まずはいったん作ってみて、それからブラッシュアップさせたほうがいい」と促した。

また、東日本大震災を教訓に防災計画を見直すため、防災専門官の役職を設けた山梨県南アルプス市からは、総務部危機管理室の手塚千広室長が同市の状況を披瀝した。それによると、非常時における災害対策本部長は市長、市長がいなければ副市長、副市長がいなければ教育長という順番をつけ、命令系統を明確にしている。また、「災害時には、平常時の業務と非常時対応を混在して進めなければならない。それは役人としての宿命。各部署の中で全部判断して動けるように普段から考え、体制を整えている。トイレについても、『下水道は使えない』という前提でまず考え、今ある条件の中でできることは何か、考えていきたい」と述べた。

最後に、今後下水道とトイレがさらに連携を進めていくために、①災害時トイレ研究グループの立ち上げ、②その成果をもとに災害トイレマニュアルの作成、③災害トイレに熱心な自治体（下水道担当部署）によるモデル都市づくり、④マンホールトイレメーカーの連携を深めるネットワークづくり——などが提案された。



トイレと下水道の連携を呼びかける国交省の齋野氏