

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1051

December 2018

## B-DASH プロジェクト No.21

DHS システムを用いた水量変動追従型水処理技術  
導入ガイドライン(案)

下水道研究部下水処理研究室

B-DASH Project No.21  
Guideline for introducing a technology adaptive to flow fluctuation using DHS system.

Wastewater and Sludge Management Division

Water Quality Control Department

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

B-DASHプロジェクト No. 21

下水道研究部 下水処理研究室

B-DASH Project No.21

Guideline for introducing a technology adaptive to flow fluctuation using DHS system .

Wastewater and Sludge Management Division

Water Quality Control Department

概要

本ガイドラインは、下水道事業における大幅なコスト縮減や省エネルギー効果の増大に寄与するため、下水道革新的技術の一つである「DHSシステムを用いた水量変動追従型水処理技術」について、下水道事業者が導入検討する際に参考にできる資料として策定したものである。

キーワード : 下水処理, DHS (Down-flow Hanging Sponge), 生物膜ろ過施設, 生物処理

Synopsis

This Guideline for introducing a technology adaptive to flow fluctuation using DHS system, which is one of sewage high technologies, is designed to promote the reduction of running cost and energy consumption, and support Japanese enterprises' overseas water business expansion.

Key Words : Sewage treatment plant, DHS (Down-flow Hanging Sponge), Moving Bed Biological Filter (MBBF), Biological treatment

## 執筆担当者一覧

- 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 室 長 . . . 田 陽 淳
- 前 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 室 長 . . . 山 下 洋 正
- 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 主任研究官 . . . 太 田 太 一
- 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 研究官 . . . 石 川 剛 士
- 前 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 研究官 . . . 松 本 龍

## はじめに

我が国の下水道は、国民生活に不可欠な社会資本として、78.8%（平成29年度末下水道処理人口普及率）まで普及が進んできており、水洗トイレが普及するとともに川や海の水質の改善につながっている。一方、2008年まで増加していた日本の総人口はすでに減少を始めており、国立社会保障・人口問題研究所の中位推計によると2065年には8,800万人程度になると見込まれている。

このため、下水処理場等の汚水処理施設においては、人口減少に伴う流入水量の減少によって様々な課題が生じることが懸念されている。特に、地方の中小都市においては、下水道使用料の収入減や処理能力を下回る中で運転等により、下水道を管理する人材の不足も相まって、さらに下水道事業経営の厳しさが増すことが懸念される。

下水処理方式の中でも標準活性汚泥法は、水処理施設躯体容量によりほとんどの設備容量が決まるため、設備更新時に流入水量が減少していても設備容量は縮減しにくいという特徴がある。また、流入水量にかかわらず生物処理の維持に必要な汚泥返送や曝気攪拌等に一定の電力が消費されるため、流入水量減少に伴い処理水量当たりの維持管理費が上昇する傾向にある。さらに、DO濃度管理やMLSS濃度管理等、水処理特有の高度な知識と経験を有した人材により運転管理を行う必要がある。

このように、標準活性汚泥法の処理場では、今後の人口減少または流入水量減少により運転状況の厳しさが増すことが懸念されるため、既存の標準活性汚泥法の土木躯体が活用でき、流入水量減少に応じたライフサイクルコスト・エネルギーの削減（ダウンサイジング）や運転管理の簡素化等を実現可能な水処理技術が求められている。

こうした背景の中、国土交通省下水道部では、優れた革新的技術の実証、普及により下水道事業における資源回収、総エネルギー効果の増大等を実現し、併せて、本邦企業による水ビジネスの海外展開を支援するため、「下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト※）」を平成23年度から開始し、国土技術政策総合研究所下水道研究部が実証研究の実施機関となっている。

本ガイドラインで示す「DHSシステムを用いた水量変動追従型水処理技術」は、人口減少等に伴い流入水量が減少している、あるいは見込まれる標準活性汚泥法の水処理施設において導入することによりライフサイクルコスト及び消費エネルギーの削減を図ることで下水道事業経営の健全化に貢献することを目的としたものであり、実証研究において流入水量減少に合わせた処理規模の縮減、流入水量減少に追従したライフサイクルコストの削減（ダウンサイジング効果）、また、維持管理の容易化などが確認されている。

本ガイドラインは、国土技術政策総合研究所委託研究（DHSシステムを用いた水量変動追従型水処理技術実証研究 受託者：三機工業（株）・東北大学・香川高等専門学校・高知工業高等専門学校・日本下水道事業団・須崎市 共同研究体 実施期間：平成28～29年度）において実施した成果を踏まえ、下水道事業者が革新的技術の導入を検討する際に参考にできる資料として策定したものであり、これらの優れた技術が全国そして海外にも普及されることを強く願うものである。

技術選定から実証研究施設の設置、実運転による実証を踏まえたガイドラインの策定までを2年間という短期間でまとめるにあたり、大変なご尽力をいただいた下水道革新的技術実証事業評価委員会の委員各位、およびガイドラインに対する意見聴取にご協力いただいた下水道事業者の各位をはじめ、実証研究に精力的に取り組まれた研究体各位等全ての関係者に深く感謝申し上げます。

※B-DASHプロジェクト：Breakthrough by Dynamic Approach in Sewage High Technology Project

国土交通省国土技術政策総合研究所 下水道研究部長 井上 茂治

## 目 次

<b>第 1 章</b>	<b>総 則</b> .....	<b>1</b>
<b>第 1 節</b>	<b>目 的</b> .....	<b>1</b>
§ 1	目 的 .....	1
<b>第 2 節</b>	<b>ガイドラインの適用範囲</b> .....	<b>4</b>
§ 2	ガイドラインの適用範囲 .....	4
<b>第 3 節</b>	<b>ガイドラインの構成</b> .....	<b>4</b>
§ 3	ガイドラインの構成 .....	4
<b>第 4 節</b>	<b>用語の定義</b> .....	<b>7</b>
§ 4	用語の定義 .....	7
<b>第 2 章</b>	<b>技術の概要と評価</b> .....	<b>9</b>
<b>第 1 節</b>	<b>技術の概要</b> .....	<b>9</b>
§ 5	技術の目的 .....	9
§ 6	技術の概要 .....	11
§ 7	技術の特徴 .....	13
§ 8	DHS ろ床の概要と特徴 .....	16
§ 9	生物膜ろ過施設の概要と特徴 .....	20
§ 10	技術の適用条件 .....	21
§ 11	導入シナリオ .....	25
<b>第 2 節</b>	<b>実証研究に基づく評価の概要</b> .....	<b>29</b>
§ 12	技術の評価項目と評価方法 .....	29
§ 13	技術の評価結果 .....	31
<b>第 3 章</b>	<b>導入検討</b> .....	<b>34</b>
<b>第 1 節</b>	<b>導入検討手法</b> .....	<b>34</b>
§ 14	導入検討手順 .....	34
§ 15	基礎調査 .....	35
§ 16	設置可否の検討 .....	37
§ 17	導入効果の検討 .....	39
§ 18	導入判断 .....	45

<b>第 2 節</b>	<b>導入効果の検討例</b> .....	<b>46</b>
<b>第 4 章</b>	<b>計画・設計</b> .....	<b>52</b>
<b>第 1 節</b>	<b>導入計画</b> .....	<b>52</b>
§ 19	計画の手順.....	52
§ 20	基本事項の把握.....	53
§ 21	設計条件の設定.....	54
§ 22	施設計画の検討.....	56
§ 23	施設配置の検討.....	57
§ 24	導入効果の検証.....	59
<b>第 2 節</b>	<b>施設設計</b> .....	<b>60</b>
§ 25	施設設計の全体的な考え方.....	60
<b>第 3 節</b>	<b>DHS ろ床</b> .....	<b>62</b>
§ 26	施設構成.....	62
§ 27	DHS ろ床の設計.....	63
§ 28	既設改造の留意点.....	66
<b>第 4 節</b>	<b>生物膜ろ過施設</b> .....	<b>67</b>
§ 29	施設構成.....	67
§ 30	生物膜ろ過施設の設計.....	68
§ 31	既設改造の留意点.....	70
<b>第 5 節</b>	<b>その他付帯施設</b> .....	<b>71</b>
§ 32	前処理施設.....	71
§ 33	付帯施設.....	73
<b>第 6 節</b>	<b>その他留意点</b> .....	<b>74</b>
§ 34	再更新時のダウンサイジング手法.....	74
§ 35	環境対策.....	75
§ 36	監視制御システム.....	76
§ 37	汚泥処理設備への影響.....	79
<b>第 5 章</b>	<b>維持管理</b> .....	<b>80</b>
<b>第 1 節</b>	<b>システム全体としての管理</b> .....	<b>80</b>
§ 38	本技術の立上げ方法.....	80
§ 39	本技術の基本運転方法.....	82
§ 40	維持管理体制.....	83

<b>第2節</b>	<b>運転管理</b> .....	<b>84</b>
§ 41	DHS ろ床.....	84
§ 42	生物膜ろ過施設.....	85
§ 43	水質管理.....	87
§ 44	環境対策.....	88
<b>第3節</b>	<b>保守点検</b> .....	<b>89</b>
§ 45	保守点検.....	89
<b>第4節</b>	<b>異常時の対応と対策</b> .....	<b>93</b>
§ 46	異常時の対応と対策.....	93

## 資料編

<b>1.</b>	<b>実証研究内容</b> .....	<b>96</b>
1.1	実証研究概要.....	96
1.2	実証研究結果.....	99
<b>2.</b>	<b>ケーススタディ</b> .....	<b>111</b>
2.1	設計条件.....	111
2.2	処理フロー.....	111
2.3	容量計算.....	111
2.4	機器リスト.....	114
<b>3.</b>	<b>標準活性汚泥法のダウンサイジング性能（参考）</b> .....	<b>117</b>
3.1	電力使用量原単位.....	117
3.2	薬品使用量原単位.....	118
3.3	汚泥発生率.....	118
3.4	脱水性能.....	120
3.5	脱水機供給汚泥濃度.....	120
<b>4.</b>	<b>海外等への適用の留意点</b> .....	<b>121</b>
<b>5.</b>	<b>須崎市終末処理場におけるダウンサイジング効果</b> .....	<b>122</b>
5.1	施設諸元.....	122
5.2	試算範囲.....	123
5.3	試算条件.....	123
5.4	ダウンサイジング性能.....	124
<b>6.</b>	<b>問い合わせ先</b> .....	<b>126</b>

# 第1章 総 則

## 第1節 目 的

### §1 目 的

本ガイドラインは、下水道事業における大幅なコスト縮減や省エネルギーの増大に寄与するため、下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）の革新的技術の1つである「ダウンサイジング可能な水処理技術実証研究」（以下、「本技術」とする）について、実証研究の成果を踏まえて、技術の概要、導入検討、計画・設計及び維持管理などに関する技術的事項について明らかにし、もって導入の促進に資することを目的とする。

### 【解 説】

下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）は、新技術の研究開発及び実用化を加速することにより、下水道事業における資源回収、大幅な省エネルギー・創エネルギー効果やコスト縮減を実現し、併せて、本邦企業による水ビジネスの海外展開を支援するため、国土交通省が実施しているものである。

B-DASH プロジェクト全体の概要は、図 1-1 に示すとおりである。各実証事業においては、国土技術政策総合研究所からの委託研究として、実証研究を実施している。

平成 23 年度は、①水処理における固液分離技術（高度処理を除く）、②バイオガス回収技術、③バイオガス精製技術、④バイオガス発電技術に係る革新的技術を含むシステムについて公募を行い、2 件の実証研究を採択・実施し、ガイドライン案を策定した。

平成 24 年度は、⑤下水汚泥固形燃料化技術、⑥下水熱利用技術（未処理下水の熱利用に限る）、⑦栄養塩（窒素）除去技術（水処理に係る技術は除く）、⑧栄養塩（りん）除去技術（水処理に係る技術は除く。回収技術を含むことは可）に係る革新的技術について公募を行い、5 件の実証研究を採択・実施し、ガイドライン案を策定した。

平成 25 年度は、⑨下水汚泥バイオマス発電システム技術（低含水率化技術、エネルギー回収技術、エネルギー変換技術を組み合わせたシステム技術）、⑩管きょマネジメント技術に係る革新的技術について公募を行い、5 件の実証研究を採択・実施し、ガイドライン案を策定した。

平成 26 年度は、⑪下水汚泥から水素を創出する創エネ技術、⑫既存施設を活用した省エネ型水処理技術（標準活性汚泥法代替技術・高度処理代替技術）、⑬ICT による既存施設を活用した戦略的水処理管理技術及び既存施設を活用した ICT による都市浸水対策機能向上技術に係る革新的技術について公募を行い、6 件の実証研究を採択・実施し、ガイドライン案を策定した。

平成 27 年度は、⑭複数の下水処理場からバイオガスを効率的に集約・活用する技術、⑮バイオガスから CO<sub>2</sub> を分離・回収・活用する技術、⑯設備劣化診断技術、⑰都市域における局所的集中豪雨に対する降雨及び浸水予測技術、⑱下水管路に起因する道路陥没の兆候を検知可能な技術、⑲下水処理水の再生利用技術に係る革新的技術について公募を行い、9 件の実証研究を採択・実施し、⑮⑰⑲についてガイドライン案を策定した。

平成28年度は、⑳中小規模処理場を対象とした下水汚泥の有効利用技術、㉑ダウンサイジング可能な水処理技術に係る革新的技術について公募を行い、4件の実証研究を採択・実施した。

平成29年度は、㉒汚泥消化技術を用いた地産地消型エネルギーシステムの構築に向けた低コストなバイオマス活用技術、㉓省エネ社会の実現に向けた低コストな地球温暖化対策型汚泥焼却技術、㉔既設改造で省エネ・低コストに処理能力（量・質）を向上する技術に係る革新的技術について公募を行い、3件の実証研究を採択・実施している。

平成30年度は、㉕ICTを活用した効率的な下水道施設（処理場・ポンプ場）管理に関する技術、㉖ICTを活用した効率的管路マネジメント技術、㉗高純度ガス精製・バイオガス利用等による効率的エネルギー化技術、㉘他の熱源よりも低コストに融雪できる下水熱利用技術に係る革新的技術について公募を行い、7件の実証研究を採択・実施している。

本技術は、ダウンサイジング可能な水処理技術に係る革新的技術であり、実証研究のとりまとめにあたっては、専門的知識を有する有識者及び実務に精通した地方公共団体の下水道事業者より意見を聴取したうえで、学識経験者で構成される「下水道革新的技術実証事業評価委員会」（以下、「評価委員会」とする。（<http://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/bdash.htm>））の評価を受け、十分な成果が得られたと評価された。本ガイドラインは、下水道事業における大幅な省エネルギーやコスト縮減を実現するため、評価委員会で評価された本技術の実証研究の成果を踏まえ、本技術の導入の促進に資することを目的として、国土技術政策総合研究所において策定するものである。このため、本ガイドラインでは、地方公共団体などの下水道事業者が本技術の導入を検討する際に参考にできるように、技術の概要と評価、導入検討、計画・設計及び維持管理などに関する技術的事項についてとりまとめている。

なお、本ガイドラインについても、実証研究の成果と同様に、専門的知識を有する有識者及び実務に精通した地方公共団体の下水道事業者より意見を聴取のうえ、評価委員会の評価を受け、了承されたものである。

# B-DASH実規模実証の全体像

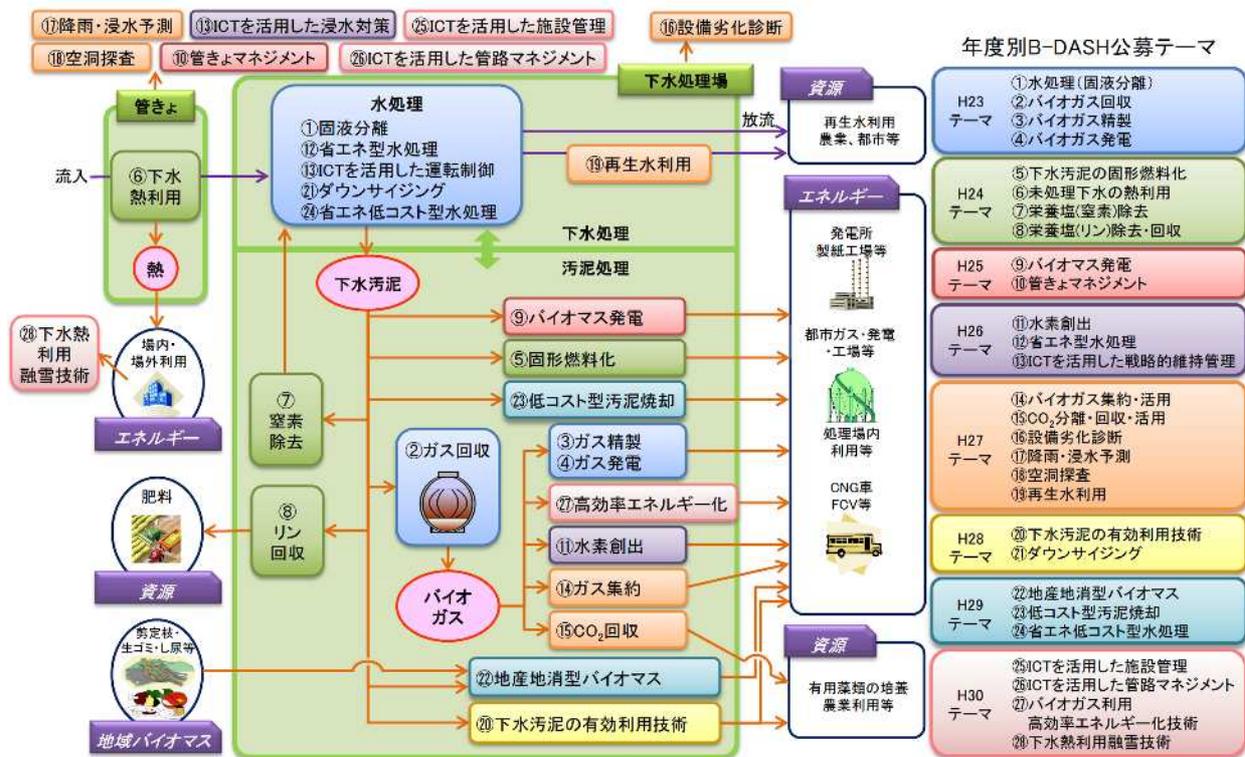


図 1-1 下水道革新的技術実証事業 (B-DASH プロジェクト) の概要 (全体)

## 第2節 ガイドラインの適用範囲

### §2 ガイドラインの適用範囲

本ガイドラインは、本技術の下水道施設を対象とした導入検討、計画・設計および維持管理に適用する。

#### 【解説】

本ガイドラインは、主として既存の下水道施設の更新に際して、本技術の導入を促進することを目的として、本技術の導入検討、計画・設計、維持管理の参考となるようにとりまとめたものである。ただし、本技術は、下水道施設の新・増設においても導入可能であり、本ガイドラインの適用を妨げるものではない。

本ガイドラインは、地方公共団体などの下水道事業者及び関連する民間企業などに利用されることを想定して策定している。

## 第3節 ガイドラインの構成

### §3 ガイドラインの構成

本ガイドラインは、総則、技術の概要と評価、導入検討、計画・設計、維持管理及び資料編から構成される。

#### 【解説】

本ガイドラインは、図1-2に示す構成から成る。

各章の概要は、以下に示すとおりである。

#### (1) 第1章 総則

本章では、目的、ガイドラインの適用範囲、ガイドラインの構成、用語の定義について記述する。

#### (2) 第2章 技術の概要と評価

本章では、本技術の目的、概要、特徴、適用条件、導入シナリオ例について示す。また、実証研究で得られた成果に基づく本技術の評価結果を示す。

#### (3) 第3章 導入検討

本章では、本技術の導入を検討する際に必要な手順、手法（概算ライフサイクルコスト等）を示すとともに、導入効果の検討例を示す。本章における導入検討の結果、導入を判断した場合は、次章以降でより具体的な施設設計等を行う。

**(4) 第4章 計画・設計**

本章では，導入検討の結果として，本技術の導入効果が期待できると判断された場合に，導入に向けてより具体的に計画設計を行うための手法について示す。

**(5) 第5章 維持管理**

本章では，本技術を導入した場合において，下水道管理者などが実施すべき具体的な維持管理の内容について示す。

その他，資料編として，実証研究結果，ケーススタディ，問い合わせ先などに関する資料を示す。

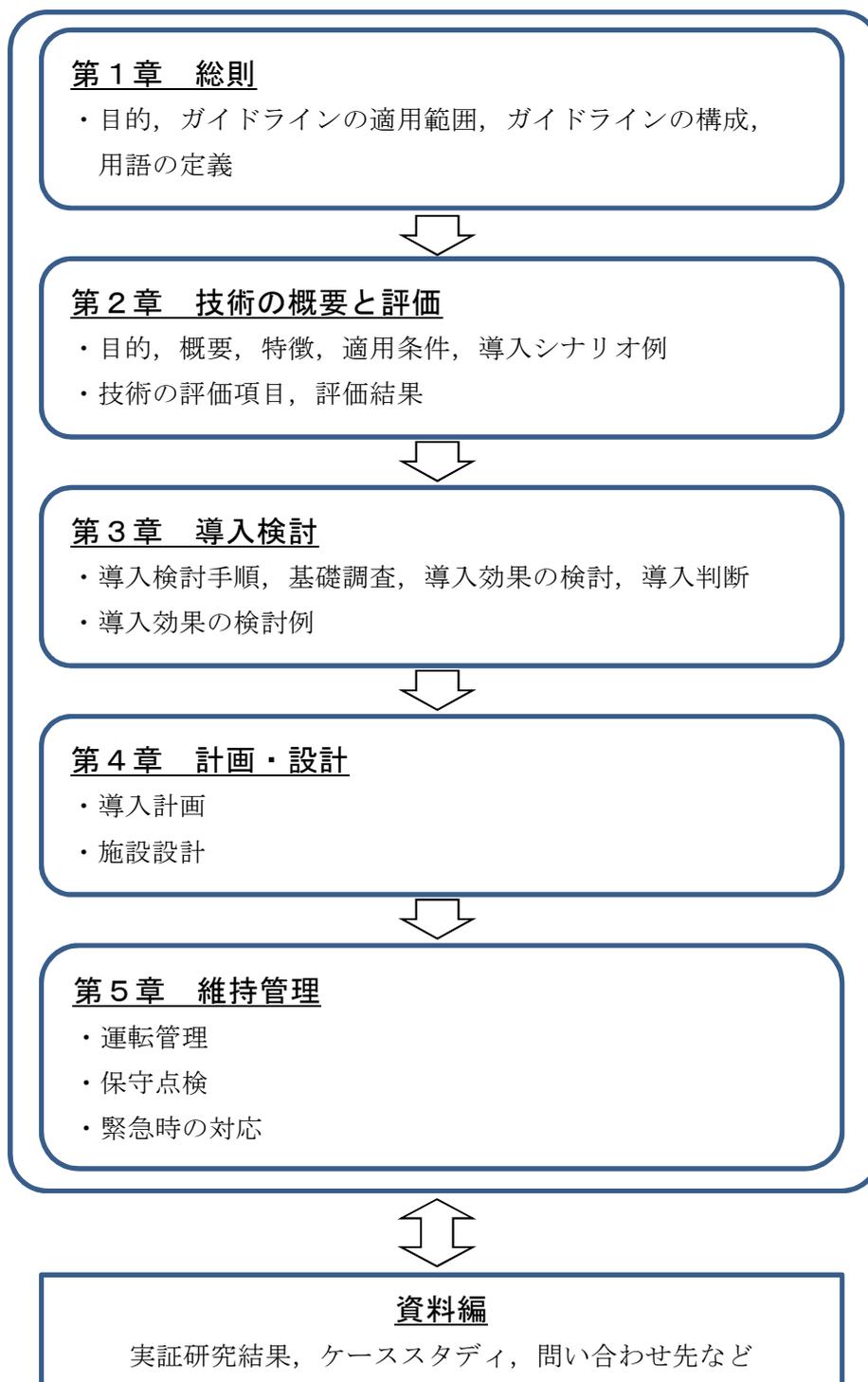


図 1-2 本ガイドラインの構成

## 第4節 用語の定義

### §4 用語の定義

本ガイドラインで取り扱う用語は、以下のように定義する。なお、下水道施設の基本的な用語に関しては「下水道施設計画・設計指針と解説 2009年版（以下、設計指針とする）」（公益社団法人日本下水道協会）、「下水道用語集 2000年版」（公益社団法人日本下水道協会）に準拠する。

#### （1）ダウンサイジング

人口減少などに伴う流入水量減少に合わせて、施設更新時に水処理施設の処理能力を縮小することに加えて、将来の流入水量減少に追従して更なるライフサイクルコストを削減することにより、水処理施設の効率化を図ることをいう。

#### （2）流入率

水処理施設の現有処理能力（計画1日最大汚水量）に対する実際の日平均汚水量の比率をいう。

#### （3）下水処理原価

下水処理原価とは下水処理費用の年価（資本費と維持管理費の合計額）を年間総有収水量で除した値をいう。

#### （4）汚泥発生率

流入下水中の固形物乾燥重量に対する発生汚泥固形物乾燥重量〔放流水中の固形物乾燥重量と脱水汚泥の固形物乾燥重量の合計〕の比率をいう。

#### （5）DHSろ床

スポンジ状のDHS担体が充填されたろ床部のほか、散水部、集水部から構成される施設であり、従来の散水ろ床法を改良したものである。なお、DHSとはDown-flow Hanging Spongeの略称である。

#### （6）DHSろ床ユニット

散水部と複数段から成るろ床部を組合せたDHSろ床の基本単位である。

#### （7）生物膜ろ過施設

DHSろ床処理水中のSSや溶解性有機物の除去、およびアンモニア性窒素の硝化を行う施設であり、本技術では、特殊担体を用いた移動床式好気性リアクターを適用している。

#### （8）洗浄排水

生物膜ろ過施設の担体の洗浄時に排出される排水をいう。

#### （9）洗浄時間

生物膜ろ過施設の担体の洗浄時間をいう。洗浄時間を調整することで、主にSS除去能力を調整する。

(10) BOD 容積負荷

DHS ろ床における担体単位容積あたりの BOD 流入負荷量をいう。単位は  $\text{kg}\cdot\text{BOD}/(\text{m}^3\cdot\text{sponge}\cdot\text{日})$  である。なお、ここで担体容積とは DHS 担体のスポンジ充填量 ( $\text{m}^3\cdot\text{sponge}$ ) をいう。

(11) ろ過速度

生物膜ろ過施設のろ層単位面積あたりの処理水量をいう。単位は  $\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{日})$  である。

(12) DHS ろ床通気倍率および生物膜ろ過施設送気倍率

通気倍率は DHS ろ床の通気量を処理水量で割った値をいう。送気倍率は生物膜ろ過施設の送気量を処理水量で割った値をいう。

## 第2章 技術の概要と評価

### 第1節 技術の概要

#### §5 技術の目的

本技術は、以下に示す性能を具備する、標準活性汚泥法代替のダウンサイジング可能な水処理技術である。

- ① 流入水量減少に合わせた処理規模の縮減
- ② 将来の流入水量減少に追従したライフサイクルコストの削減
- ③ 維持管理の容易化

人口減少などに伴う流入水量減少により、処理能力の縮小が必要となっている、あるいは処理能力の縮小が見込まれる標準活性汚泥法の水処理施設において、標準活性汚泥法に替えて本技術を導入することにより、ライフサイクルコストの削減を図り、下水道事業経営の健全化に貢献することを目的とする。

#### 【解説】

##### (1) 本技術の背景

我が国の人口は2008年のピーク以降、減少局面に入っており、今後更なる人口減少が予測されている。人口規模別に区分した都市規模別の人口増減を見ると(図2-1参照)、人口規模が小さいほど減少幅が大きく、5万人未満の都市では今後30年間の減少幅が3~4割に達すると試算されている<sup>1)</sup>。

一方、標準活性汚泥法を採用している下水処理場において、日最大汚水量が反応タンク1池分の処理能力を下回っている処理場数は施設規模が小さくなるほど多く、20年後にはさらにその数が増加するものと考えられる(図2-2参照)。日最大汚水量5,000m<sup>3</sup>/ (日・池)以下の処理場においては、反応タンク1池分の処理能力の2~4割まで減少すると予測される(図2-3参照)。

このような下水処理場を有する都市では、市財政収入減による財政余力の低下や下水道使用料の収入減の加速が予測されると共に、下水処理原価の上昇や下水道管理人材の不足といった課題がある。

しかし、標準活性汚泥法は水処理施設躯体容量によりほとんどの設備容量が決まるため、水処理設備更新時に流入水量に応じた処理規模の縮減ができない。また、使用電力量についても、返送汚泥量・曝気強度の調整、間欠運転の導入などが実施されているが、汚泥の返送や曝気攪拌等に一定の電力が消費されるため電力量の削減にも限界があり、流入率低下と共に下水処理原価が大幅に上昇する。さらに、DO濃度管理やMLSS濃度管理などを行う必要があり、水処理に精通した下水道管理人材の確保が必要となる。このように、標準活性汚泥法の処理場

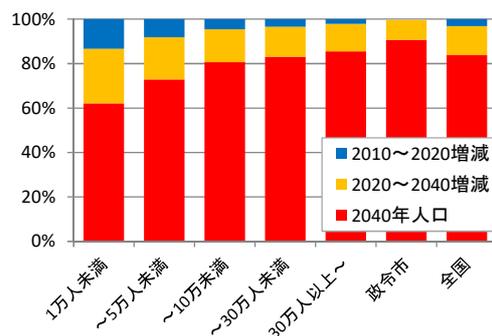


図2-1 都市規模別の人口増減  
(2010年を100%とした場合)

参考文献1)に基づき作成

では、今後さらに進む人口減少およびそれに伴う流入水量減少により、更に下水道経営の厳しさが増すことが懸念される。

そこで、既存施設の活用が可能で、かつダウンサイジング可能な標準活性汚泥法代替の水処理技術が求められている。

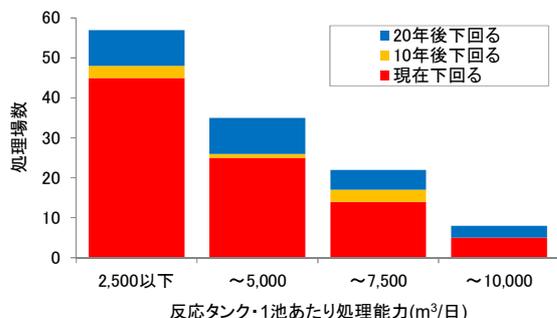


図 2-2 日最大汚水量が反応タンク1池分の処理能力を下回る処理場

参考文献 1) および下水道統計(平成 25 年度)に基づき作成

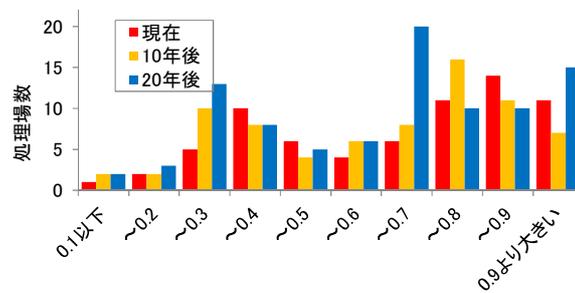


図 2-3 反応タンク1池当りの処理能力に対する日最大汚水量の割合の分布(5,000m<sup>3</sup>/(日・池)以下)

参考文献 1) および下水道統計(平成 25 年度)に基づき作成

## (2) 本技術の目的

本技術は、保水性のあるスポンジ状担体を用いることで従来の散水ろ床法を改良した DHS ろ床に加えて、その後段に移動床式好気性リアクターである生物膜ろ過施設を組合せることにより、一般的な標準活性汚泥法の放流水質(滅菌後)と比較すると、生物膜ろ過処理水質(滅菌前)は同等以下になるものの、年間を通じて下水道法施行令の放流水質(標準活性汚泥法同様、BOD 15mg/L 以下)を満足できる技術であり、以下に示す性能を具備する標準活性汚泥法代替の「ダウンサイジング可能な水処理技術」である。

### ① 流入水量減少に合わせた処理規模の縮減

既存施設の更新時、既存の土木躯体内に本技術を導入することにより、処理規模(物理的処理規模およびライフサイクルコスト)が縮小できる。

### ② 流入水量減少に追従したライフサイクルコストの削減

本技術導入後の流入水量減少に追従して、

- ・揚水ポンプの使用電力量などのライフサイクルコストを削減できる。
- ・将来の再更新時にさらに処理規模(物理的処理規模(更新ユニット数)およびライフサイクルコスト)を削減できる。

### ③ 維持管理の容易化

標準活性汚泥法等に比べて管理制御因子(MLSS 濃度等)や機器点数が少なく、巡回監視が可能であり、高度な維持管理技術を保有していなくとも安定した水質を得ることができる。

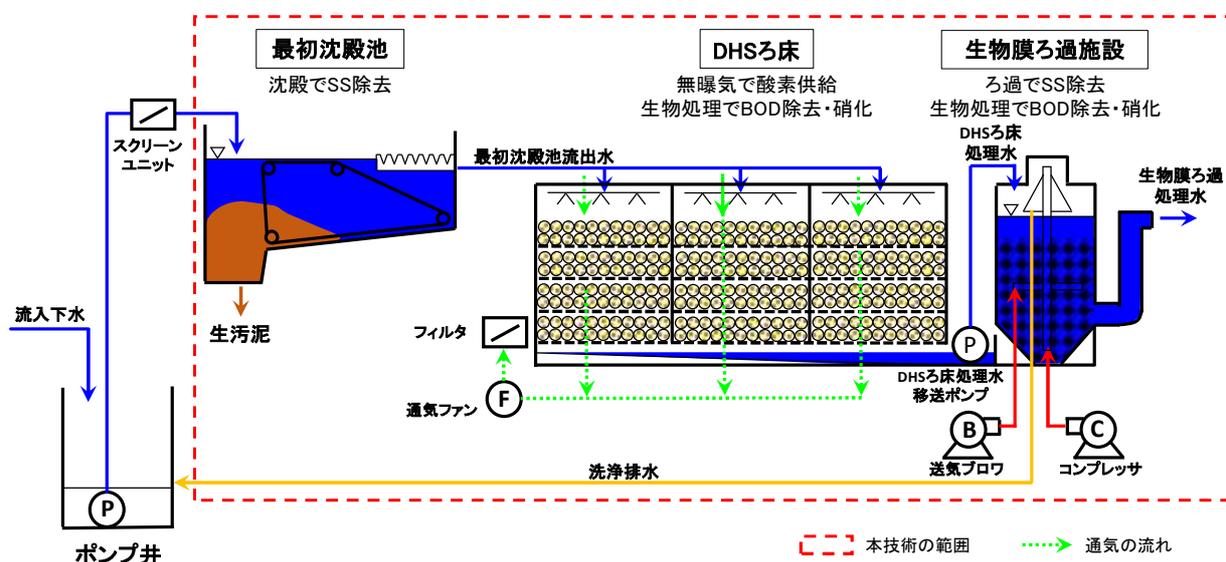
人口減少などに伴う流入水量減少により、処理能力が過大となった標準活性汚泥法の水処理施設において、標準活性汚泥法に替えて本技術を導入することにより、ライフサイクルコストの削減を図り、下水道事業経営の健全化に貢献することを目的とする。

§6 技術の概要

本技術（水処理方式名称：生物膜ろ過併用 DHS ろ床法）は、最初沈殿池、DHS ろ床、生物膜ろ過施設から構成される。

【解説】

本技術の構成および機能を図 2-4 に示す。本技術は、最初沈殿池流出水を DHS ろ床にて無曝気（曝気することなくファンによる通気のみ）で生物学的処理を行い、その後段に固液分離と生物学的処理が可能な生物膜ろ過施設を組み合わせることにより、省エネルギーで年間を通じて安定した処理を可能とした水処理技術である。なお、本技術の適用に際しては、図 2-4 の範囲のほかに第 4 章第 5 節に示すその他付帯施設についても検討が必要となる。



※場合によっては必要になる「その他付帯施設」は除く。

図 2-4 本技術の構成

(1) DHS ろ床

本技術では、「スポンジ状担体を充填した DHS ろ床」（以下、「DHS ろ床」という。）を導入する。DHS ろ床は、保水性のあるスポンジ状担体（スポンジが円筒形格子状フレームに入ったものをいう）に通水して、曝気することなくファンによる通気のみで生物処理により有機物(BOD)除去および硝化を行うものである。省エネルギーで運転管理も容易などといった特徴があるが、DHS ろ床処理水中には、DHS 担体から処理水と同伴して排出された浮遊物質 (SS) が含まれるため、年間を通じた SS の除去が必要となる。また、冬季低水温時は生物処理性能が低下し、残存有機物量が増えるため、有機物の除去も必要となる。このため後段に生物膜ろ過施設を設置する。

(2) 生物膜ろ過施設

本技術には、前項の理由から DHS ろ床だけでなく、特殊担体を用いた移動床式好気性リアクターを用いた生物膜ろ過施設（以下、「生物膜ろ過施設」という。）の設置が必要である。生物膜ろ過施設では、ろ過により SS の除去を行うとともに、生物処理により BOD 除去と硝化を行い、年間を通じて本技術のシステム全体として処理水質を安定化させる。

(3) 既存施設への設置

図 2-5 に既存施設への本技術の設置イメージ（最初沈殿池および最終沈殿池は 1 池 2 水路，反応タンクは 1 池 1 水路の例）を示す。本技術は、既設反応タンクにおける水理的滞留時間（HRT）にもよるが、既設反応タンク内に DHS ろ床および生物膜ろ過施設を設置することを基本とする。

本技術では、DHS ろ床の上部から最初沈殿池流出水を散水することから、DHS ろ床処理水の水位が低くなるため、基本的には後段の生物膜ろ過施設に移送するためのポンプとポンプへの集水が必要となる。ポンプへの集水は基本的に既存反応タンクの池排水管より行う。

生物膜ろ過施設から塩素混和池への処理水の移送は基本的に自然流下で行う。バイパス水路が近くにある場合は、バイパス水路に接続して移送する。バイパス水路が近くにない場合は、最終沈殿池流出水路に接続する必要がある。

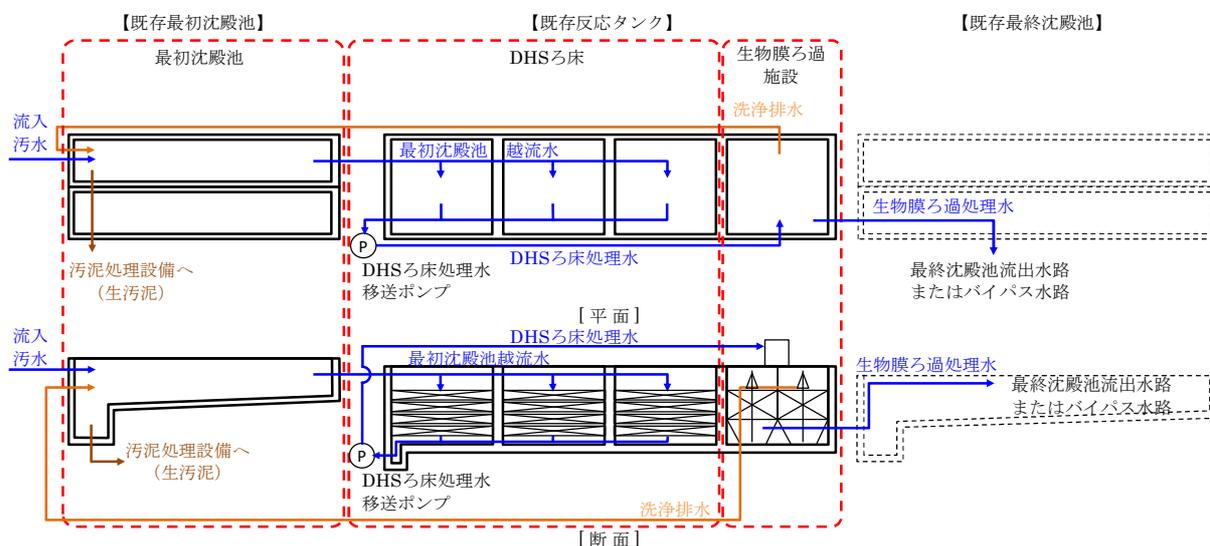


図 2-5 既存施設への本技術導入イメージ

(最初沈殿池および最終沈殿池は 1 池 2 水路，反応タンクは 1 池 1 水路の例)

### §7 技術の特徴

本技術は、従来の散水ろ床法を改良した標準活性汚泥法代替のダウンサイジング可能な水処理技術であり、以下の特徴を有する。

- (1) 流入水量減少に合わせた処理規模の縮減
- (2) 流入水量減少に追従した維持管理費の削減
- (3) 将来の再更新時にさらに処理規模（更新ユニット数）の縮減
- (4) 維持管理の容易化

また、本技術は、以下の特徴も有する。

- (5) 使用電力量の削減
- (6) 汚泥発生量の削減

#### 【解説】

##### (1) 流入水量減少に合わせた処理規模の縮減

DHSろ床は、DHS担体を充填した複数のユニットで構成される。したがって、流入水量の減少に対しては、DHSろ床のユニット数や充填する担体量を調整することで容易に処理規模を縮減することができる。

生物膜ろ過施設は、特殊担体を充填した複数の槽で構成される。したがって、流入水量の減少に対しては、生物膜ろ過施設の槽数や設置面積を減らすことで容易に処理規模を縮減することができる。

このため、本技術はシステムとして図2-6のように既存施設の更新時の流入水量に合わせて多段階で処理規模を縮減することができる。

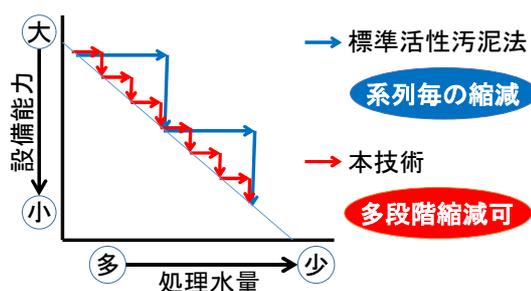


図2-6 処理規模縮減イメージ

##### (2) 流入水量減少に追従した維持管理費の削減

標準活性汚泥法では、流入水量減少に対して、返送汚泥量や反応タンクへの送気量の調整、送気ブロワの間欠運転などを実施することにより消費電力量を抑制することができる。しかし、汚泥の返送や反応タンクの曝気攪拌等に一定の電力が消費されるため、その削減量は小さく、流入水量減少が進むほど削減量は小さくなる。

本技術の消費電力量の構成を図2-7に示す。本技術全体の消費電力量の約70%をDHSろ床処理水移送ポンプと生物膜ろ過施設送気ブロワが占める。DHSろ床処理水移送ポンプの運転時間は流入水量に比例し、送気ブロワも流入水量により変化するため、図2-8のように流入水量の減少に伴い、消費電力量も縮減される。

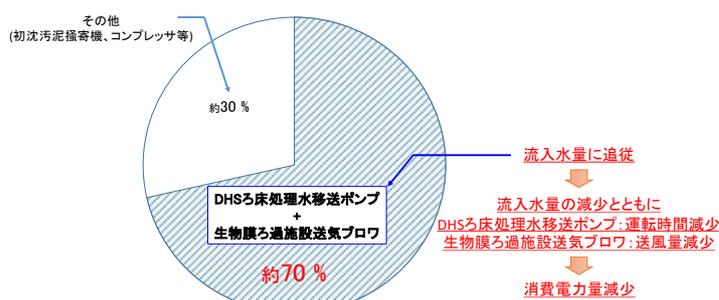


図 2-7 本技術の消費電力量の構成

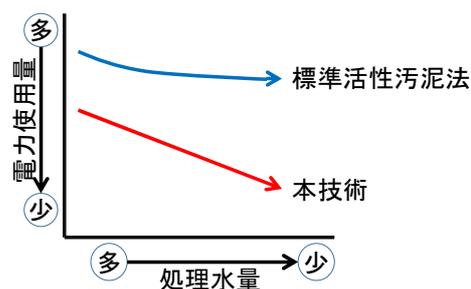


図 2-8 消費電力縮減イメージ

消費電力量と同様に、汚泥脱水で使用する高分子凝集剤使用量や高分子凝集剤溶解水の使用量も処理水量減少に追従して縮減される。

### (3) 将来の再更新時にさらに処理規模（更新ユニット数）の縮減

標準活性汚泥法では、躯体容量に合わせて仕様が決まる機器が多く、将来の流入水量に拘わらず、再更新時において建設費を大幅に削減することが困難であった。

本技術では、DHSろ床は複数のユニットで構成されており、生物膜ろ過施設は複数の槽で構成されている。そのため、将来の流入水量の減少に応じて、再更新時点で必要な処理能力に見合ったユニット数や槽数での更新が可能である。よって、再更新に合わせてさらに処理規模を縮減し、更なるライフサイクルコストの削減が可能である。

### (4) 維持管理の容易化

標準活性汚泥法と本技術の運転管理項目の比較を図 2-9 に示す。標準活性汚泥法では、流入負荷量や水温の変動等に応じた溶存酸素 (DO) 濃度管理 (曝気風量調整), MLSS 濃度管理 (返送汚泥量・引抜汚泥量調整), A-SRT 管理 (硝化反応の進行状況) や最終沈殿池における固液分離管理などを行う必要があり、運転管理項目が多く、季節変化に伴い各種目標設定値を変更する必要がある。

一方、本技術では、生物膜法的一种であるため、活性汚泥の管理が不要であり、維持管理が容易である。具体的には、DHSろ床は、十分な通気を行っているため DO 濃度管理の必要がなく、微生物が DHS担体内部および外部に保持されているため MLSS 濃度管理も不要である。よって、日常的に操作を行うべき運転管理項目がない。生物膜ろ過施設は、DO 濃度管理 (送気風量の調節) と SS 濃度管理 (洗浄時間の調節) が必要となるが、その調整は季節毎程度である。加えて、本技術は基本的に自動運転である。

さらに、本技術は、標準活性汚泥法と比較して稼動する電動機器点数が半減するため、日常の保守点検項目が少ない。

このように、本技術は維持管理の容易化が実現できる。

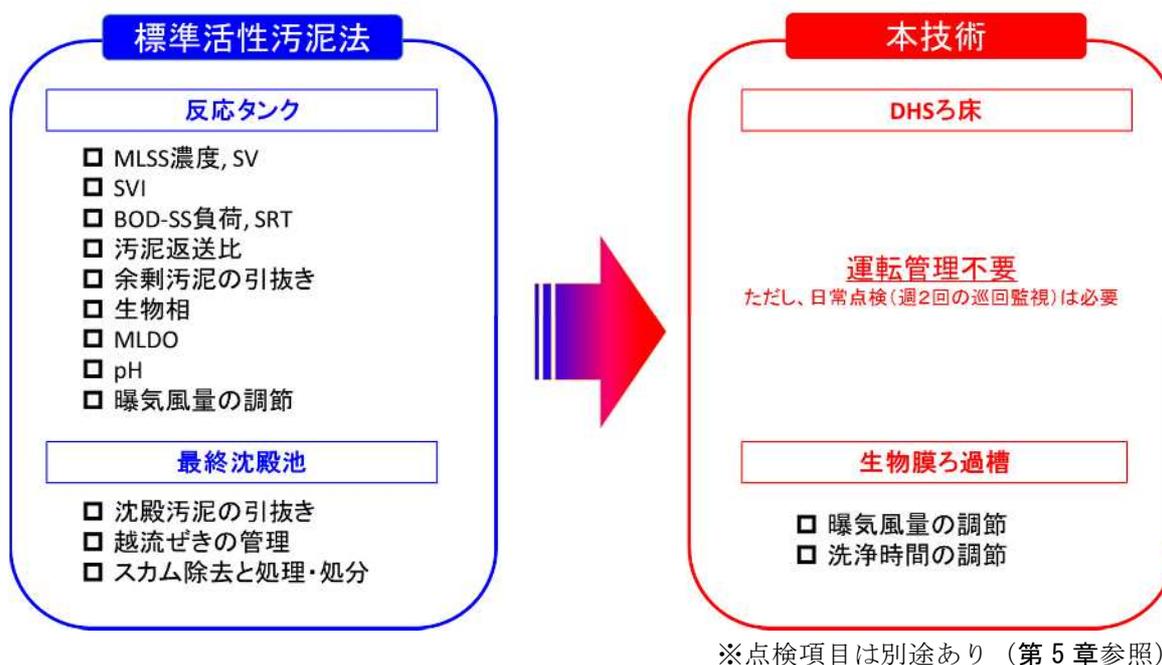


図 2-9 運転管理項目の比較

さらに、流入水量減少に対しても、標準活性汚泥法の場合、流入率が下がれば下がるほど、運転管理は困難となるが、本技術の場合、基本が生物膜法であり、同様の管理でも低負荷であるほど処理水質が向上するため、運転管理が容易である。

#### (5) 使用電力量の削減

本技術は、主な生物処理を DHS ろ床にて行う。DHS ろ床では、最初沈殿池流出水が DHS ろ床上部より無動力で散水され、DHS 担体の内部及び外部に付着した微生物により BOD が除去される。従来の散水ろ床では生物処理に必要な酸素を自然の力（気温と水温の差）で得ていたが、臭気やろ床バエが発生という問題があった。DHS ろ床では密閉構造を採用することでこれらの問題を解消しているが、酸素供給のために通気を行う。そのため、使用電力量は従来の散水ろ床と比べて若干大きくなるが、DHS 担体間には隙間があり、その通気抵抗は 3.0 kPa 以下と低い。また、標準活性汚泥法では生物処理に必要な酸素供給のために、水圧の掛かる水槽に一般的に 50 kPa 以上の圧力で曝気する必要がある。そのため、本技術は標準活性汚泥法と比べると大幅に使用電力量を削減することができる。

#### (6) 汚泥発生量の削減

DHS ろ床における SRT が長く自己酸化が進むため、汚泥減量化の効果が大きく、標準活性汚泥法と比較して 40%以上の汚泥発生率が削減できる。これにより、汚泥処理設備の処理規模（物理的処理規模およびライフサイクルコスト）の縮減も可能である。

**§8 DHS ろ床の概要と特徴**

DHS ろ床は、DHS 担体が充填されたろ床部と、上部より最初沈殿池流出水を散水する散水部、下部で処理水を集める集水部から構成される。

ろ床部の構造は、従来の散水ろ床に類似するが、DHS 担体がスポンジ状であり、水と微生物を DHS 担体内部にも保持する。このため、処理の機構が従来の散水ろ床とは異なる革新的なものであり、以下の特徴を持つ。

- (1) 処理性能の安定性
- (2) 汚泥の減量化
- (3) 曝気不要で省エネルギー（ファンによる通気のみ）
- (4) 運転管理が容易

**【解説】**

DHS ろ床の構造を図 2-10 に示す。DHS ろ床は散水部とろ床部、集水部から構成される。DHS ろ床は散水装置の寸法形状を基に複数の区画から構成される。散水部は流入水路を含み、先端には各区画に対して 1 組の散水装置が設置されている。ろ床部は各々の区画でユニットとなっており、DHS 担体が複数段充填されている。

本技術では、散水部から最初沈殿池流出水をろ床部に滴下させ、ろ床部を流下する際に大気中から酸素が取り込まれ、DHS 担体に保持された微生物によって有機物除去や硝化が行われる。

DHS 担体はスポンジ状の担体であり、充填された際に担体が圧縮されないよう、各々が円筒形格子状フレームに囲まれている。

DHS 担体は充填した際に自ずと担体間に空隙ができるため、気液接触がしやすく、通気抵抗も低い。また、従来の散水ろ床法で用いられるろ材（礫など）では、微生物（汚泥）はろ材表面に付着保持されるのみであるが、DHS 担体は、上述したとおりスポンジ状であるため、担体表面のみならず、担体内部にも汚泥が保持されるため、担体に保持される汚泥の濃度（担体容積当たりの汚泥量）は標準活性汚泥法反応タンクの汚泥濃度（反応タンク容積当たりの汚泥量）の 10～20 倍となる。このため、DHS ろ床反応タンク内に保持される汚泥量は標準活性汚泥法のそれよりも多い。DHS 担体の耐用年数は 15 年間であり、その間交換や補充が不要である。

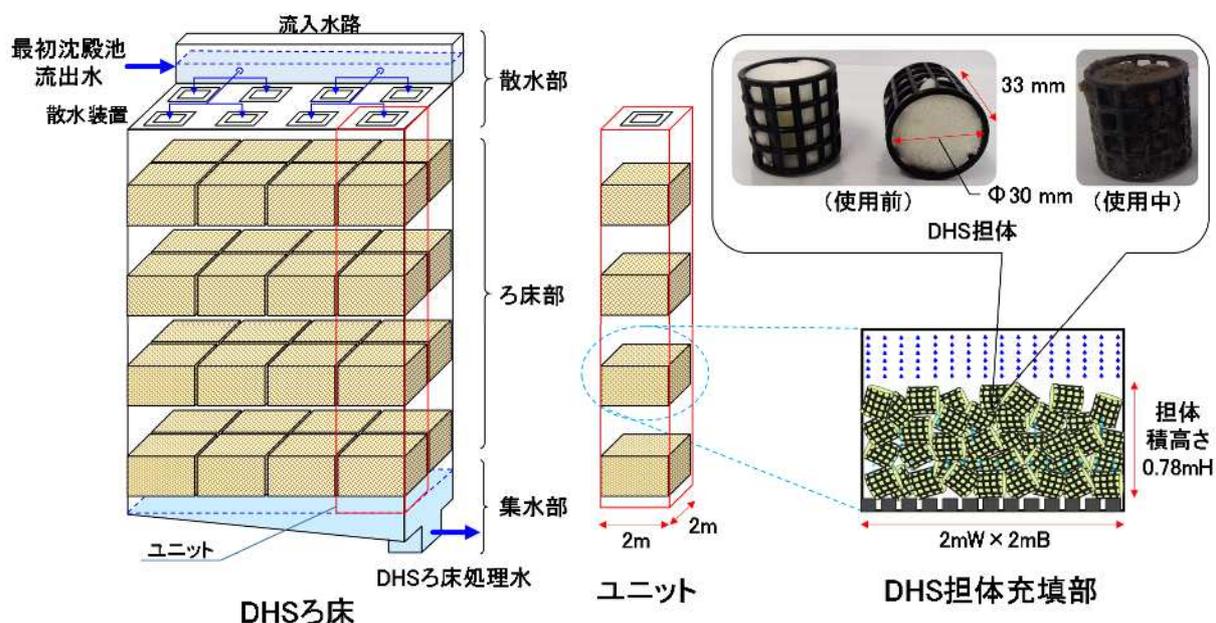


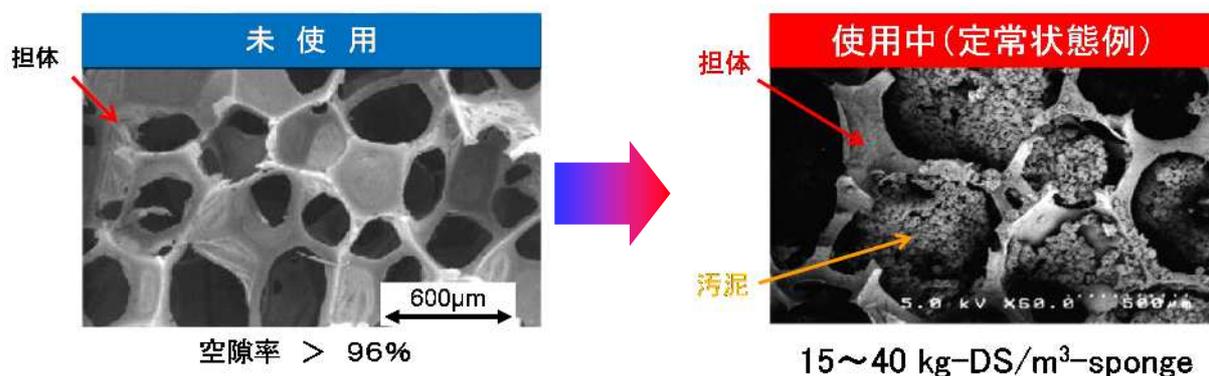
図 2-10 DHSろ床の構造  
(寸法は実証施設における例)

(1) 処理性能の安定性

従来の散水ろ床はろ材に保水機能がないため、供給された汚水は重力によって流下する。これに対して、DHSろ床で使用されるDHS担体は、その1つ1つが表面張力によりスポンジ部全体で汚水を保持できる大きさ(φ30mm×33mmH)となっている(1つ1つの担体が大きいと部分的にしか汚水を保持できない)。また、DHS担体はスポンジ部がフレームで囲われているため、DHS担体を充填した際スポンジが圧縮されない。さらに、DHS担体のフレームにより、スポンジ部同士が接しにくい構造となっているため、各々のDHS担体のスポンジ部において表面張力が働き、DHS担体全体が供給された汚水で満たされる。よって、DHSろ床ではろ床部のスポンジ内部が満水となるので、汚水の供給量に応じた滞留時間が確保される。

また、DHS担体は、スポンジ状でマトリックス構造(網目構造)をしている。担体の空隙率は96%以上で、固定できる微生物量がスポンジ容積あたり15~40kg-DS/m<sup>3</sup>-sponge(実証研究結果より)と高濃度汚泥を図2-11<sup>2)</sup>のように年間を通して安定して保持することができる。

さらに、従来の散水ろ床では、微生物はろ材の表面にスライム様の膜状に付着するため、過大に肥厚したものが剥がれたり、生物膜内部が嫌気化しガスが発生することで剥がれ落ちたりして、ろ床を閉塞させる要因となっていた。しかし、DHSろ床では、担体の網目構造の中で微生物が保持されることから、微生物が膜状にならず、一時に脱落してろ床を閉塞することがない。

図 2-11 DHS ろ床担体内部の拡大図<sup>2)</sup>

以上より、DHS ろ床は、担体内部に安定して保持された高濃度汚泥と流入水との接触時間が保水性により確保され、かつ閉塞しないため、従来の散水ろ床法と比べて処理性能が高く、安定した処理水質を得ることができる。

### (2) 汚泥の減量化

DHS 担体内の汚泥濃度は年間を通して高濃度を維持し、SRT が約 150 日以上と長い（実証研究結果より）。このため、汚泥の自己酸化が進むことにより、流入 SS 当りの汚泥転換率（=DHS ろ床処理水中 SS/最初沈殿池越流水中 SS）は 0.4 と低く、汚泥発生量を削減することができる。

### (3) 曝気不要で省エネルギー

DHS ろ床は散水ろ床と同様に曝気が不要である。処理対象水への酸素供給概要図を図 2-12 に示す。図 2-12 に示すとおり、DHS ろ床では、①空気と DHS 担体の界面、ならびに、②DHS 担体間を流下する水滴表面より、効率的に水中に酸素が供給される。ただし、DHS ろ床は環境対策として、臭気やろ床バエの飛散防止のために密閉構造としており、DHS ろ床内へ酸素を供給するために、ファンによる通気は必要となる。また、DHS ろ床では最初沈殿池越流水の位置エネルギーが消費されるため、一般的に DHS ろ床処理水を後段の処理工程に移送するために、揚水ポンプ（DHS ろ床処理水移送ポンプ）が必要となる。

DHS ろ床で使用する電動機器は、通気ファンと揚水ポンプのみであり、電力使用量が標準活性汚泥法と比べて少なく、図 2-13 のように電力使用量の削減効果も高い。また、上述したとおり、汚泥発生量が削減されることから、汚泥処理施設における電力使用量も低減する。

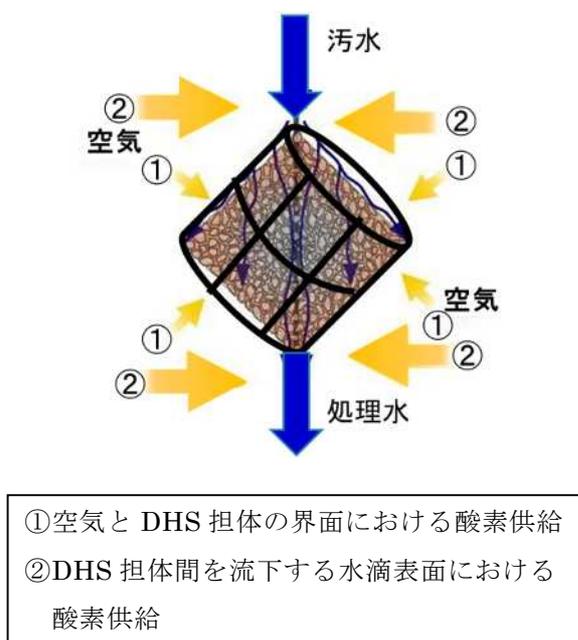


図 2-12 処理対象水への酸素供給概要図

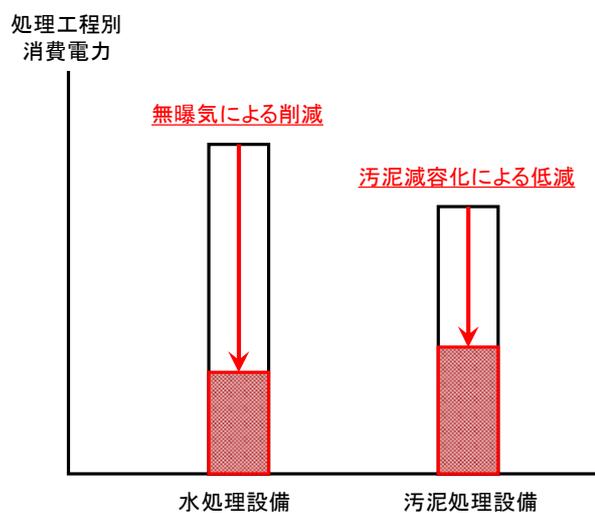


図 2-13 本技術の導入による消費電力の低減効果イメージ

#### (4) 運転管理が容易

##### 標準活性汚泥法との比較

DHS ろ床は、生物膜法であるため、標準活性汚泥法で必須となる MLSS 濃度管理が不要であり、DHS 担体内の汚泥濃度は年間を通して 15~40 kg-DS/m<sup>3</sup>-sponge の範囲で安定しているため、DHS ろ床の運転管理においては、水処理に関する運転管理の経験がなくとも、安定した処理水質を得ることができる。

また、標準活性汚泥法等の浮遊生物法では、最終沈殿池における活性汚泥の固液分離の管理が必要であるが、本技術は、生物膜法であるため、活性汚泥の固液分離と返送汚泥の管理（最終沈殿池）が不要である。

その他、担体の洗浄が必要なく、一年を通して通気量が一定であるため、初期調整後は異常時を除き基本的に運転操作がなく、標準活性汚泥法と比較して運転管理が容易である。

##### 散水ろ床法との比較

従来の散水ろ床法では、安定して良好な処理性能を得るためには、処理水の循環が必要であった（高速散水ろ床法）。これに対して、DHS ろ床では、上述したとおり、処理性能が高く、安定した処理水質を得られることから、処理水の循環は不要である。したがって、DHS ろ床は従来の散水ろ床法よりも維持管理が容易である。

§9 生物膜ろ過施設の概要と特徴

生物膜ろ過施設は、下向流の移動床式の生物膜ろ過槽であり、担体によるろ過と担体表面に付着した微生物による生物処理を同時に行う。また、間欠的にエアリフト洗浄を処理と並行して行うことが可能なため、連続処理ができる。

【解説】

生物膜ろ過施設は、DHSろ床処理水に残存するSSや溶解性有機物の除去、アンモニア性窒素の硝化を行うことにより、システム全体として安定した処理水質を維持するために、DHSろ床後段に設置するものである。生物膜ろ過施設は分配槽と生物膜ろ過槽から構成される。生物膜ろ過槽は既存反応タンク躯体の大きさに合わせて、複数の区画から構成される。また、生物膜ろ過槽（図2-14参照）は、二次処理用として実績を有する移動床式好気性リアクター（移動床式好気性ろ床法）である。

生物膜ろ過槽では、特殊担体によるろ過と担体表面に付着した微生物による好気性処理が同時に行われる（図2-15参照）。また、従来の固定式の生物膜ろ過では、定期的に逆洗が必要になるが、本技術の生物膜ろ過槽は間欠的にエアリフト洗浄を処理と並行して行うことが可能なため、連続処理が可能である。担体は15年間交換不要であるが、減耗するため、定期的にろ層高さを確認し、必要に応じて補充する。



図 2-14 生物膜ろ過槽全体図

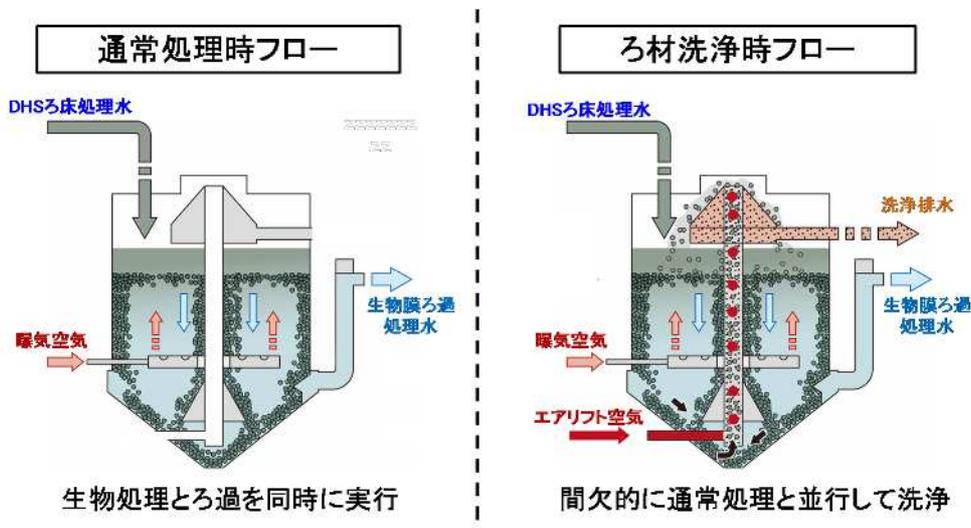


図 2-15 通常処理時および担体洗浄時のフロー図

#### § 10 技術の適用条件

本技術は、計画放流水質が BOD で 10 mg/L を超え、15 mg/L 以下の区分である下水処理場に適用する。

窒素・りん除去を目的とする高度処理が必要な下水処理場は適用対象外である。

本技術は、標準活性汚泥法等の既存施設の改造，ならびに、水処理施設の新設または増設に適用することができる。ただし、既存施設の構造によっては、改造が困難な場合がある。

#### 【解説】

##### (1) 除去対象等

本技術は有機物 (BOD) 除去を目的とする標準活性汚泥法代替の二次処理技術である。本技術は実証研究の結果、計画放流水質が BOD で 10mg/L を超え、15mg/L 以下の区分に適合することが確認されている。したがって、窒素・りん除去を目的とする高度処理が必要な下水処理場は適用対象外である。

また、本技術により確保される放流水質の範囲は標準活性汚泥法の区分の計画放流水質と同等であるため、現在、放流先の状況等により BOD10mg/L 以下で運転を行っている処理場等、導入対象の処理場によっては、今後管理していく放流水質の設定に留意する必要がある。

##### (2) 流入水質

本技術は、標準活性汚泥法が適用される一般的な都市下水に適用が可能である。なお、実証設備試験における各種水質の最高濃度は BOD 257mg/L, SS 397 mg/L, T-N 43 mg/L および NH<sub>4</sub>-N 33 mg/L であった。

##### (3) 流入水温

流入水温が 15.0℃未満となる場合については、実証されていないため本ガイドラインの対象外となる。

実証設備試験では流入水温日平均の最低が 16.1℃(時間平均は 10.6℃まで低下)となったが、処理性能への影響はなかった。また、小型実験装置を用いた実験より、流入水温日平均 15℃ (13.4～16.4℃) では処理水 BOD は 15mg/L 以下であることが確認された。

したがって、流入下水の温度が 15℃を下回る地域への導入を検討する場合は、本ガイドラインとは別に十分な検討が必要である。なお、本技術では DHS ろ床における BOD 容積負荷が低いほど良好な処理水質となる傾向が認められている。低水温 (15.0℃未満) での適用にあたっては、BOD 容積負荷と処理水質との関係について、現地実験などにより確認する必要がある。

##### (4) 流入水量

本技術は標準活性汚泥法の既存土木躯体を活用することを基本としており、この場合、標準活性汚泥法よりもライフサイクルコスト削減効果が認められる処理場の流入水量規模は概ね日

最大水量 5,000 m<sup>3</sup>/日以下である。なお、本技術を適用する際に土木躯体の新設から行う場合には、HRT が短いという本技術の特徴から、標準活性汚泥法よりも躯体容量も小さくすることができるため、日最大水量 5,000 m<sup>3</sup>/日より規模が大きい下水処理場においても、標準活性汚泥法に比べてライフサイクルコスト削減効果が見込まれる。ただし、適用範囲の上限付近の水量での適用にあたっては、現地調査等にもとづく詳細検討が必要である。なお、本技術導入によるライフサイクルコストの削減効果の検討については、§ 17 を参照のこと。また、雨天時浸入水に対しては、必要に応じて流量調整機能を設ける。

#### (5) 既存施設の構造と求められる条件

既存施設へ本技術を導入する場合における既存施設の構造と求められる条件を以下に示す。

なお、以下の条件を満たさない場合においても、実証設備（資料編 1 参照）のように屋外設置が可能である。その場合は、最初沈殿池から DHS ろ床への汚水移送に移送ポンプが必要となり、その分使用電力量が増加することになるものの、設置面積さえ確保できるのであれば、設置が可能である。

#### ①反応タンクの有効水深

既設反応タンクに本技術を導入する場合、反応タンクの必要有効水深は、DHS ろ床のろ床部の段数により異なり、3 段では約 3 m 以上、4 段では約 4 m 以上必要である。そのため、有効水深が 3~4 m の場合は、3 段で設置することになるが、4 段と比べると同じ BOD 負荷を処理するのに必要なる床面積が増加することとなる。

#### ②躯体強度

本技術の適用により、荷重の掛かり方が変わる。躯体に掛かる総荷重は既存施設と比べて軽量となるものの、主に DHS ろ床脚部に点荷重として掛かる。したがって、躯体の構造計算上問題がない、もしくは補強などにより問題がない状態とすることが条件となる。

#### ③反応タンクの水理学的滞留時間（HRT）

本技術の DHS ろ床と生物膜ろ過施設を既存反応タンク内に設置する条件として、ダウンサイジング後の日最大汚水量における既存反応タンクの HRT（次式参照）がある。

$$\text{HRT}[\text{時間}] = \frac{\text{既存反応タンク有効容量}[\text{m}^3]}{\text{日最大汚水量(ダウンサイジング後の計画値)}[\text{m}^3/\text{日}]} \times 24[\text{時間}/\text{日}]$$

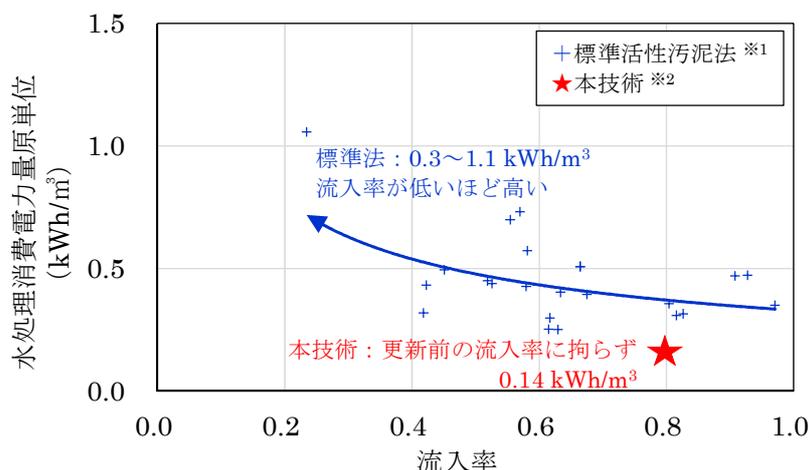
反応タンクの流入 BOD 濃度と既存反応タンクの有効水深より、DHS ろ床と生物膜ろ過施設を既存反応タンク内に設置可能となる HRT が異なる。詳細は第 3 章第 1 節 § 16 に示す。

### (6) 適用が推奨される下水処理場

本技術は、上記の(1)～(5)を満足する場合、適用が可能である。その中でも、以下に示すような下水処理場において導入効果が発揮されるため、本技術の適用が特に推奨される。なお、本技術は、人口減少に伴う流入水量減少によるダウンサイジングを可能とする技術であるが、人口減少が見込まれない地域にある下水処理場に対しても適用が可能である。

#### ①現段階において流入率が低い下水処理場

処理水量1 m<sup>3</sup>当りの水処理に要する消費電力量（以下、「水処理消費電力量原単位」とする）は、流入率の影響が大きく、流入率が低くなるほど高くなる。標準活性汚泥法の水処理消費電力量原単位は流入水量2,000～4,000 m<sup>3</sup>/日の場合0.3～1.1 kWh/m<sup>3</sup>程度の範囲にある(図2-16参照)。本技術は、現状の流入水量に応じた適切な処理規模に更新が可能である。更新時の日最大汚水量と日平均汚水量の比を0.8とした場合、水処理消費電力量原単位は更新前の流入率に拘らず0.14 kWh/m<sup>3</sup>(後述の図2-20参照)であり、更新前の標準活性汚泥法の流入率が低いほど消費電力量削減効果が大きくなる。



※1 標準活性汚泥法のうち、流入水量が2,000～4,000 m<sup>3</sup>/日、濃縮方式が重力濃縮、消化を行っていない施設

※2 本技術の更新時の処理規模における日最大汚水量と日平均汚水量の比は0.8を想定

図2-16 流入率と水処理消費電力量原単位の関係

使用電力量削減による電力費削減のほか、運転管理の簡素化による運転管理費の削減、汚泥発生量削減による汚泥処理・処分費の削減といった費用削減効果がある。

その他、省エネルギーの観点から地球温暖化対策の推進など複合的な効果もある。

#### ②今後人口減少に伴い、流入率が低下すると予測される下水処理場

標準活性汚泥法では、流入率の低下に伴って下水処理原価が増加する。一方、本技術では標準活性汚泥法より流入率の低下に対する使用電力量の追従性が高いため、下水処理原価の増加が低く抑えられる。

したがって、今後の人口減少率が大きく、大幅な流入率の低下が予測される下水処理場ほど、導入効果が顕著である。

### ③維持管理体制のスリム化や汚泥発生量の削減を行いたい下水処理場

標準活性汚泥法では、運転管理項目が多く、かつ、日常的にその管理が必要であるため、常駐管理が基本であり、流入水量が減少しても維持管理工数を削減することが困難であった。本技術は運転管理項目が少なく、維持管理が容易なため、週2回の巡回管理が可能であり、維持管理工数の削減が可能である。また、本技術は、汚泥発生率が0.6と低く、脱水汚泥の含水率も70%程度と低いため、脱水汚泥発生量を標準活性汚泥法と比べて大幅に削減することができる。これに伴い、脱水汚泥処分費の削減が可能である。その他、汚泥処理に係る維持管理工数や使用電力量、脱水で使用する高分子凝集剤使用量の削減も可能である。

以上のように、本技術は標準活性汚泥法より維持管理コストを大幅に削減することができる。

#### (7) 導入時期

本技術導入の時期としては、水処理設備の更新時期が到来したときが望ましい。また、既存の土木躯体が活用できる場合も、土木躯体の更新または増設を計画する場合も適用が可能である。

##### ・水処理設備の更新時期が到来し、既設の土木躯体が活用できる場合

機械設備の更新時期において、本技術を導入する場合、既設の土木躯体を活用することで、ライフサイクルコストが軽減される場合がある。本技術は構成する機器点数が少ないため、導入後は補修・点検費も軽減される。

##### ・土木躯体の更新または増設を計画する場合

DHSろ床および生物膜ろ過施設は、同規模の標準活性汚泥法の反応タンクと同等の土木躯体容量となる。したがって、既設土木躯体を更新し、新たに構築する場合や、土木躯体の増築を行う場合には、最終沈殿池の土木躯体が不要となる分、建設費の削減が見込める。このケースは、供用開始から概ね40年以上が経過する下水処理場が対象となる。

### § 11 導入シナリオ

本技術の導入が有効と考えられるシナリオ例を以下に示す。

- (1) 流入水量の減少などにより反応タンクの稼働池数が1池となり、流入率が低い状態で運用しており、かつ、今後も流入水量の減少が見込まれる、反応タンクが2池以上ある標準活性汚泥法施設を更新する場合
- (2) 反応タンクが1池しかなく、今後流入水量の減少が見込まれる標準活性汚泥法施設の更新時に、躯体を含めて更新する場合

#### 【解説】

本技術は既存施設が標準活性汚泥法の場合、既存施設の反応タンク内に DHS ろ床と生物膜ろ過施設を基本的に設置可能である。また、標準活性汚泥法に比較して、消費電力量や汚泥発生量が少ないことに加えて、運転管理が容易であり、巡回管理も可能であるため、維持管理費を縮減することができる。

本技術の導入が有効と考えられる典型的なシナリオの例を以下に示す。

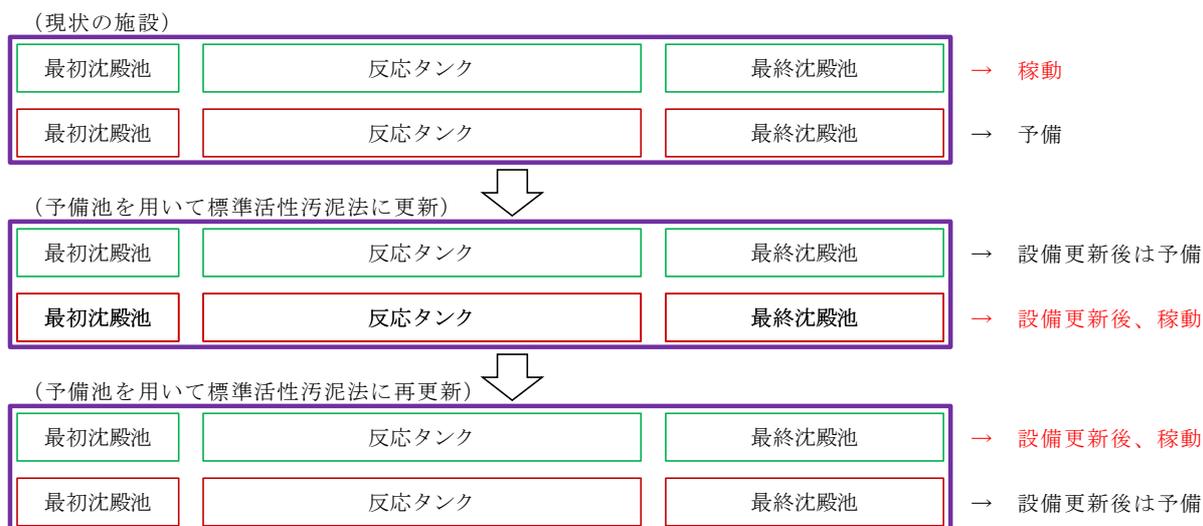
#### シナリオ（1）について

本シナリオにおける本技術導入によるダウンサイジング効果のイメージを図 2-17 に示す。なお、土木躯体は更新しないものとした。また、更新および再更新は設備停止ができないため、予備池または予備区画を用いて行うものとした。

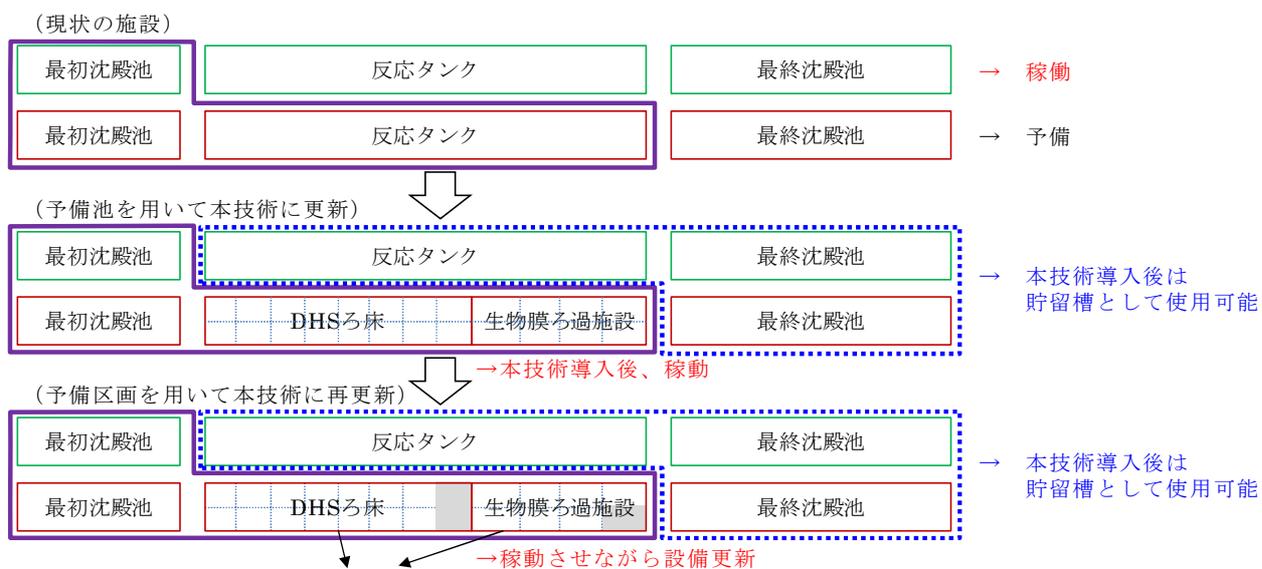
現状施設容量に対する流入率が低い標準活性汚泥法施設を更新する場合、各施設容量が過大となっており、土木躯体形状の制約により、処理規模の縮減や消費電力量の削減が困難である。また、機器点数の削減や管理項目の削減も困難なため、運転管理に必要な作業工数の削減も困難である。さらに、再更新する場合も同様の課題がある。

本技術を導入する場合、実際の流入水量に合せた処理規模への縮減が可能である。流入水質と既存躯体の有効水深にもよるが、既設反応タンクにおける HRT（導入時に使用する反応タンク容量に対する実際の流入水量での滞留時間）が 8 時間以上（後述の表 3-1 参照）であれば、反応タンク内に DHS ろ床と生物膜ろ過施設を設置できる可能性がある。機器点数や管理項目が少なく、かつ運転管理が容易で巡回管理も可能なため、維持管理費を縮減することができ、維持管理者の確保も容易となる。標準活性汚泥法と比べて消費電力量や汚泥発生量も少ない。その結果、本技術導入により、ライフサイクルコストの削減が可能となる。さらに、再更新する場合も、そのときの流入水量に応じた処理規模への縮減が可能のため、更なるライフサイクルコストの縮減が可能である。

更新および再更新を含めたライフサイクルコストの推移を図 2-18 に示す。本技術は、標準活性汚泥法に比べてライフサイクルコストの削減が可能であり、流入水量に対する追従性も高い。



(a) 標準活性汚泥法



流入減少により生じる予備区画を活用して池内での再更新が可能(更新のために別の池を使用する必要が無い)

(b) 本技術

- ※ ■ : 予備区画, □ : 既存水処理躯体系列 1, □ : 既存水処理躯体系列 2,
- : 将来必要となる水処理躯体範囲, □ : 貯留槽として使用可能な躯体範囲
- ※ いずれの場合も土木躯体は更新しない

図 2-17 本技術導入によるダウンサイジング効果のイメージ (シナリオ (1))

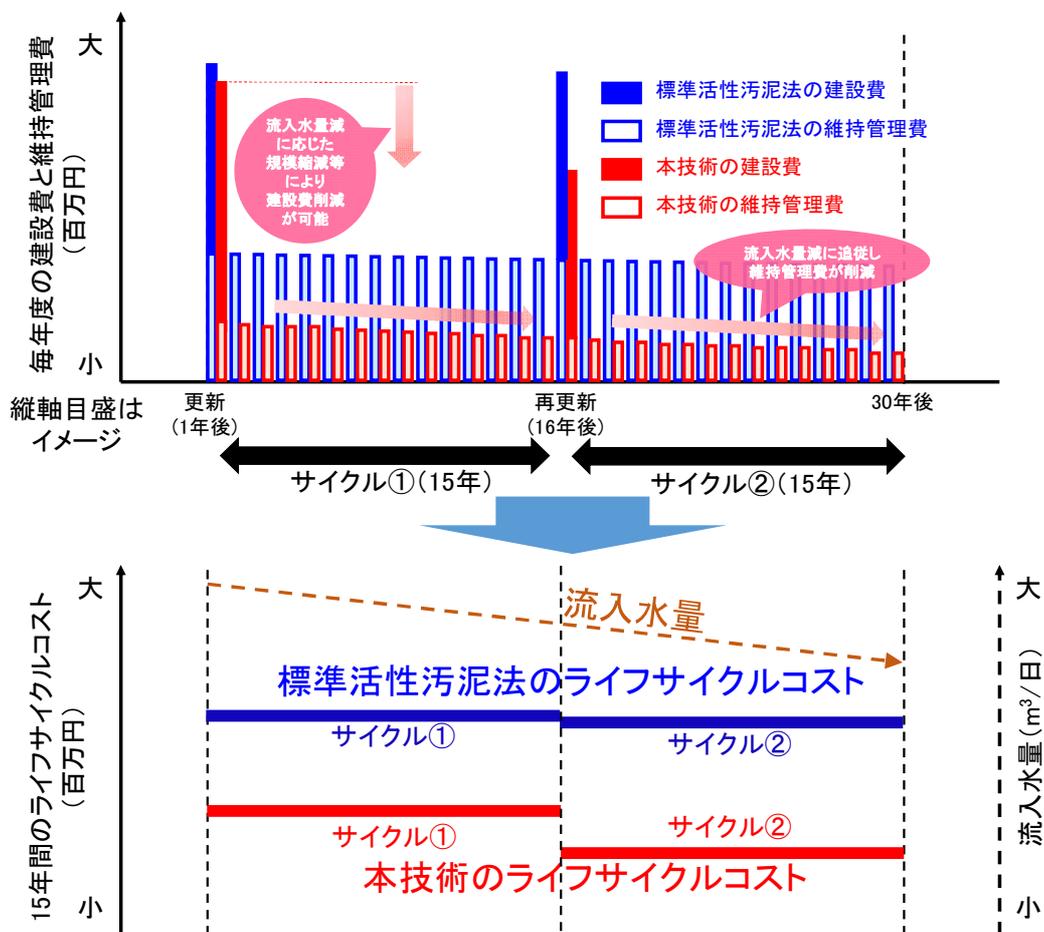


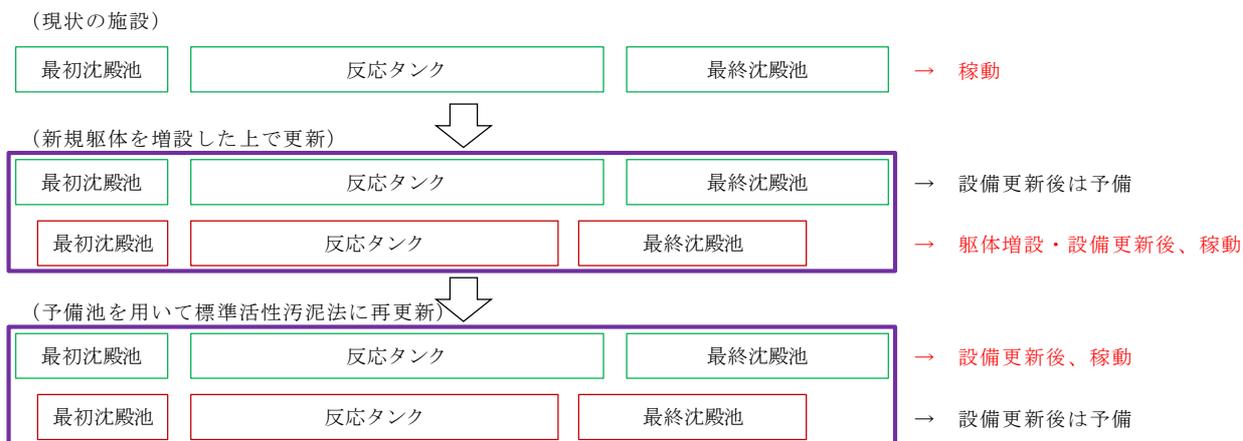
図 2-18 設備更新サイクル (15 年間) におけるライフサイクルコストのイメージ

### シナリオ (2) について

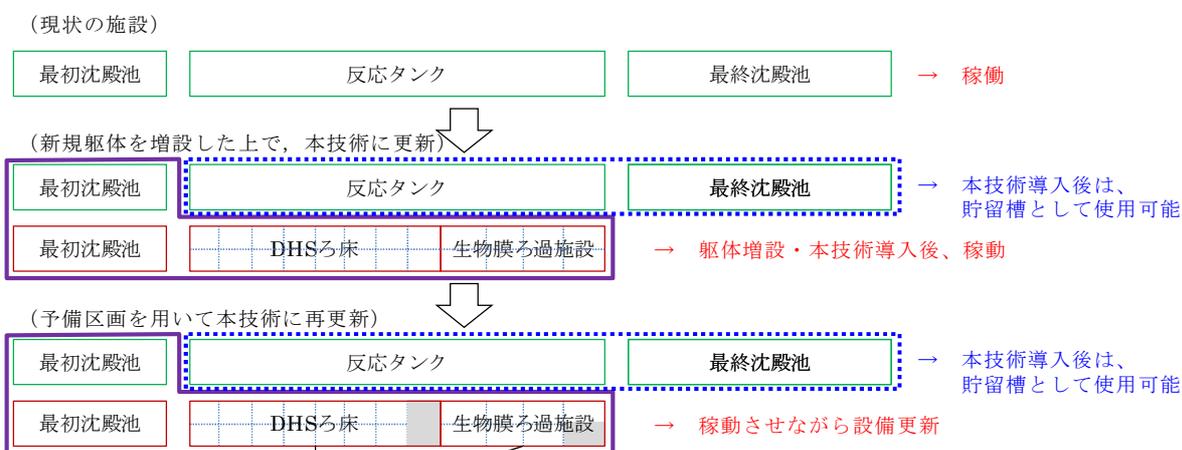
本シナリオにおける本技術導入によるダウンサイジング効果のイメージを図 2-19 に示す。なお、更新および再更新は設備停止ができないため、予備池または予備可能な区画を用いて行うものとした。

標準活性汚泥法施設では、更新に合わせて処理規模を縮減することができる。しかし、躯体単位の縮減がなければ、増築後の流入水量減少に伴う消費電力量の削減はわずかにとどまる。また、機器点数の削減や管理項目の削減、運転管理に必要な作業工数の削減も困難である。さらに、再更新時に元の躯体を流用するか、新たに躯体を含めて更新するかを選択することになるが、元の躯体を流用する場合、流入率が低くなるため、維持管理費の削減が難しい。

一方、本技術を導入した場合、更新に合わせて適正な処理規模の施設を増築することができる。この際、標準活性汚泥法施設より施設容量が小さいため、土木に関する建設費を削減することができる。また、シナリオ (1) と同様に増築時・再更新時ともにライフサイクルコスト削減などの効果を得ることができる。



(a) 標準活性汚泥法



流入減少により生じる予備区画を活用して池内での再更新が可能(更新のために別の池を使用する必要が無い)

(b) 本技術

- ※■：予備区画，□：既存水処理躯体系列，□：新規水処理躯体系列，
- ：将来必要となる水処理躯体範囲，□：貯留槽として使用可能な躯体範囲

図 2-19 本技術導入によるダウンサイジング効果のイメージ (シナリオ (2))

## 第2節 実証研究に基づく評価の概要

### § 12 技術の評価項目と評価方法

本技術の実証研究における評価項目を以下に示す。

#### (1) 処理水質の安定性

処理水 BOD とそのばらつきの評価

#### (2) 使用電力量

モデル設計範囲における本技術の日平均汚水量における水処理消費電力を実証研究に基づき消費電力原単位として算出

#### (3) 汚泥発生率

汚泥発生率の評価

#### (4) 維持管理の容易性

運転管理頻度の評価

#### (5) ダウンサイジング性能

モデル設計におけるライフサイクルコストについて実証研究データに基づいて算出し、年費用として標準活性汚泥法と比較

#### (6) 既設改造の可否

標準活性汚泥法のモデル設計による既存施設に本技術の設備が収まるか検討

### 【解説】

本技術を評価するにあたり、処理能力に対して流入水量が減少した標準活性汚泥法施設において、日最大汚水量を全量処理する施設にダウンサイジングし、処理場に流入する下水全量を実証施設にて処理を行うことにより、各種調査および試算を行った。

#### (1) 処理水質の安定性

計画放流水質に関する項目として、以下の水質分析頻度で処理水の BOD を測定した。

日間平均：週 2 回の頻度で 24 時間サンプリングによるコンポジット試料を分析

日間変動：通日試験を年 4 回の頻度で 2 時間毎にサンプリングした試料を分析

年間を通して収集されたデータより、計画放流水質基準に適合するか検証した。

#### (2) 使用電力量

使用電力量は、最初沈殿池から DHS ろ床、生物膜ろ過施設までの使用電力量であり、消毒施設やその他付帯施設は含まない。実証施設のモデル設計範囲に設置した電力計と流量計の値から、水処理使用電力量原単位を算出することにより評価した。

### (3) 汚泥発生率

実証施設にて流入下水全量処理開始後の、処理場への流入下水中の固形物乾燥重量に対する放流水中の固形物乾燥重量と搬出された脱水汚泥の固形物乾燥重量の和の比率から、汚泥発生率を算出することにより評価した。なお、本実証研究では、放流水中の固形物乾燥重量は生物膜ろ過処理水中の固形物乾燥重量の値を用いた。

### (4) 維持管理の容易性

本技術の運転管理マニュアルにより、週2日の巡回監視で運転管理ができることを検証した。

### (5) ダウンサイジング性能

本技術と標準活性汚泥法のモデル設計（3,000m<sup>3</sup>/日規模の標準活性汚泥法施設を流入水量1,000m<sup>3</sup>/日に縮減して更新，更新後15年間で2割水量減少）におけるライフサイクルコストを比較し，本技術導入に伴うライフサイクルコストの削減効果や，導入後流入水量減少に伴い導入効果が大きくなることを検証した。試算条件の詳細は「第3章 第2節 導入効果の検討例」による。

### (6) 既設改造の可否

本技術を，標準活性汚泥法の土木施設に導入すると仮定して，既設改造による導入可否を評価した。

### § 13 技術の評価結果

本技術の評価結果は以下のとおりであった。

#### (1) 処理水質の安定性

本技術の処理水 BOD は、一年間を通じて安定して 15 mg/L 以下であることを確認した。(平成 29 年 4 月 1 日～平成 30 年 3 月 31 日)

#### (2) 使用電力量

計画日平均汚水量における消費電力量が 0.14 kWh/m<sup>3</sup> であることを確認した。(平成 29 年 4 月 1 日～平成 30 年 2 月 9 日)

#### (3) 汚泥発生率

汚泥発生率が 0.4 であることを確認した。(平成 29 年 7 月 1 日～平成 30 年 1 月 31 日)

#### (4) 維持管理の容易性

1 年間を通し運転において、週 2 日の巡回監視で維持管理可能であることを確認した。(平成 29 年 4 月 1 日～平成 30 年 3 月 31 日)

#### (5) ダウンサイジング性能

以下のことを確認した。

- a) 本技術導入時に、流入水量減少に応じた処理規模の縮減が可能
- b) 本技術導入後に、流入水量減少に追従して使用電力量の削減が可能
- c) 将来の再更新時にさらに処理規模を縮小することで ライフサイクルコストの削減が可能

#### (6) 既設改造の可否

標準活性汚泥法の既存土木施設に、本技術を設置することができる。

### 【解説】

#### (1) 処理水質の安定性

実証施設における流入下水および処理水の日間平均および日間変動の結果を図 2-20 に示す。

図 2-20 (a) のとおり、日間平均は 1 年間を通じて処理水 BOD は 15 mg/L を満足した。また、図 2-20 (b) のとおり、季節毎に年 4 回行った日間変動についても、処理水 BOD は 15 mg/L を満足した。

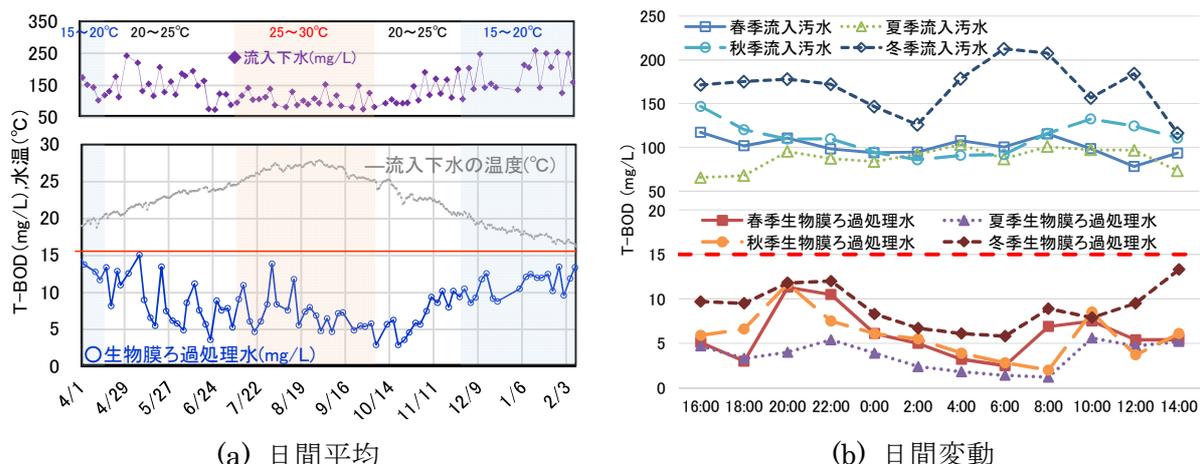


図 2-20 流入下水および処理水 BOD の推移

### (2) 使用電力量

実証研究期間中の本技術の水処理電力原単位を図 2-21 に示す。本技術の水処理電力原単位は日平均汚水量相当（流入率 0.8）において、 $0.14 \text{ kWh/m}^3$ であった。これは、同規模・同流入率の標準活性汚泥法の水処理電力原単位（ $0.37 \text{ kWh/m}^3$ ）と比べると、62%の削減率である。

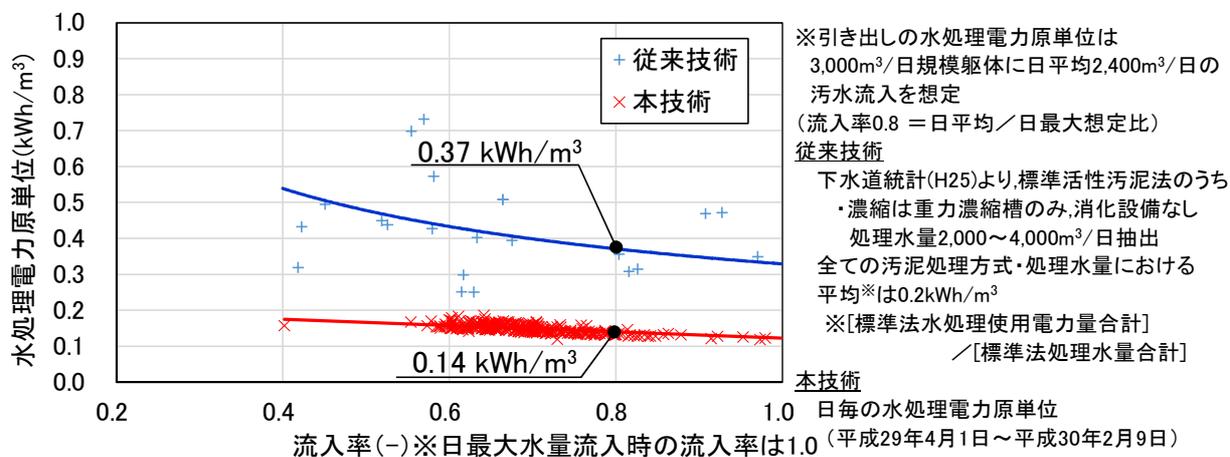


図 2-21 水処理電力原単位

### (3) 汚泥発生率

実証施設にて流入下水全量処理開始後の汚泥発生率が、資料編の実証研究結果に示すとおり 0.4 であることを確認した。ただし、設計値としては季節変動を考慮し、0.6 とした。

### (4) 維持管理の容易性

本技術の運転操作は基本的に流入水温に応じて可能であり、第 5 章維持管理に示す運転管理

方法により、週2日の巡回監視で運転管理ができることを確認した。

#### (5) ダウンサイジング性能

本技術と標準活性汚泥法のモデル設計（3,000m<sup>3</sup>/日規模の標準活性汚泥法施設を流入水量1,000m<sup>3</sup>/日に縮減して更新，更新後15年間で2割水量減少）の結果，本技術導入に伴うライフサイクルコストの削減効果は37%と試算された。また，本技術導入からさらに15年後の再更新時にはライフサイクルコストの削減効果が43%になると試算され，流入水量減少に伴い導入効果が大きくなることが示された。試算結果の詳細は「第3章 第2節 導入効果の検討例」による。

#### (6) 既設改造の可否

標準活性汚泥法の既存反応タンク躯体（滞留時間8時間）に本技術のDHSろ床および生物膜ろ過施設を導入すると仮定して，既設改造による導入可否について検討した。

その結果，流入率や既存反応タンク有効水深，流入下水BODに拘わらず，DHSろ床は既存反応タンク躯体内に設置することができることが確認された。ただし，後述の表3-1に示すとおり，生物膜ろ過施設は条件によっては，既存反応タンク外に設置する必要があることが確認された。

## 第3章 導入検討

### 第1節 導入検討手法

#### § 14 導入検討手順

本技術の導入の検討にあたっては、下水処理場の現況および課題等を把握し、導入効果の検討を行い、適切に導入判断する。

#### 【解説】

導入検討にあたっては、図3-1に示す導入検討フローにしたがって、必要な情報を収集し、既存反応タンク内への設置可否、概算コストの算出による導入効果の検討を行い、適切に導入判断する。本章における導入検討の結果、導入を判断した場合は、次章以降でより具体的な施設設計等を行う。

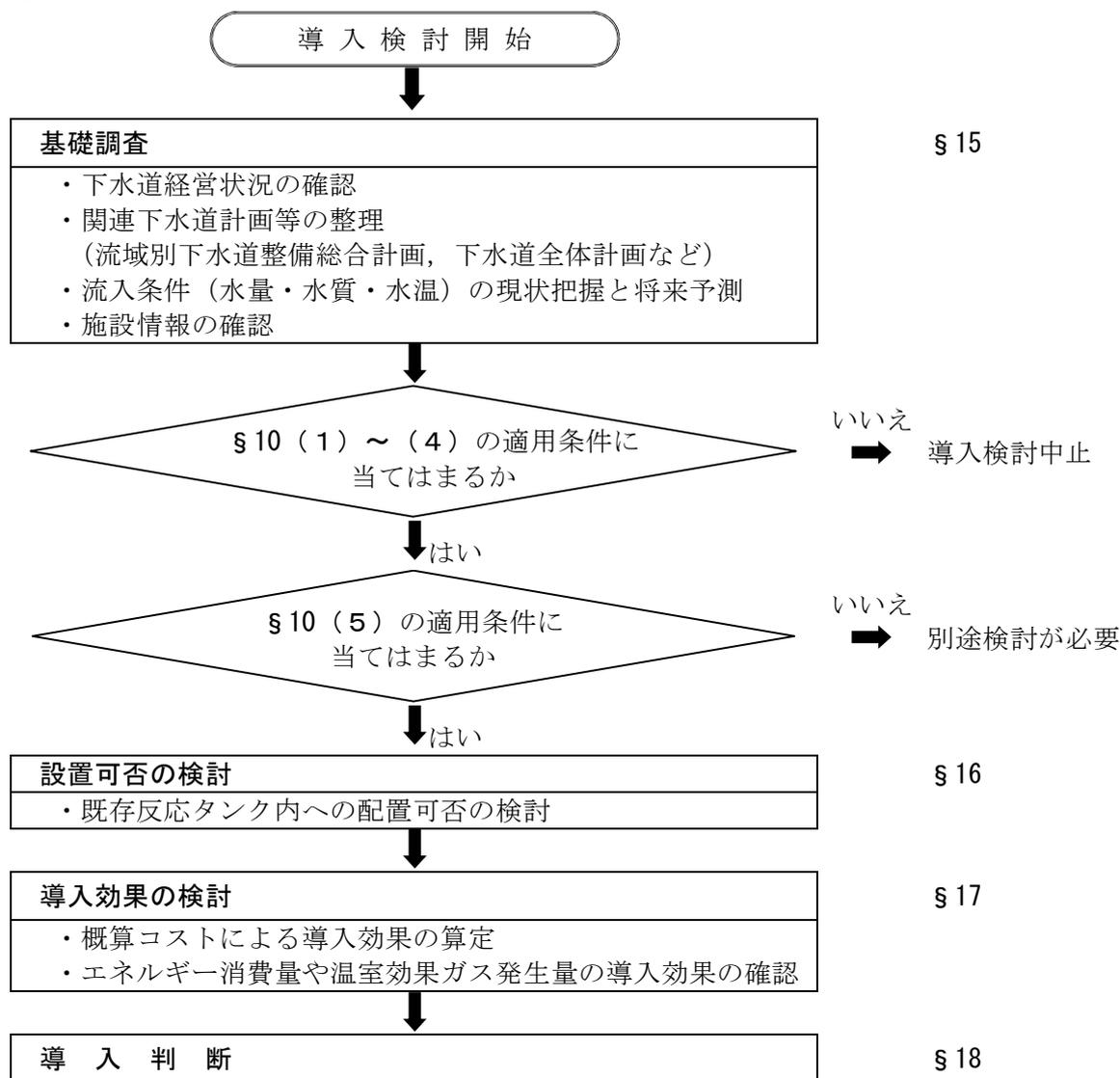


図3-1 導入検討フロー

## § 15 基礎調査

既存施設における運営コストを把握し、水処理施設のダウンサイジングの必要性を確認する。また、導入検討対象とする下水処理施設について関連計画ならびに計画年次に想定される状況、人口減少に伴う下水量の将来予測などを把握するほか、本技術の適用条件および導入効果の検討に必要な既存施設のデータを収集・整理し、運転状況を確認する。

### 【解説】

将来の人口・水量・財政状況を考慮して必要なダウンサイジング効果について確認する。これに当たって、概略の導入検討に必要な情報として、下水道経営状況、関連計画、施設情報、流入条件および現在の放流水質を調査する。なお、本格的な計画・設計のための情報収集は § 20 基本事項の把握に記述している。

#### (1) 下水道経営状況の確認

導入検討対象とする下水処理施設の運営に係るコスト構造について把握し、下水道経営を成り立たせるためには、ダウンサイジングによってライフサイクルコストをどれくらいにまで削減する必要があるかを確認する。

#### (2) 関連下水道計画等の整理

導入検討対象とする下水処理施設に係る関連下水道計画等について把握する。特に放流基準について、適用条件である § 10 (1) を満足するかを確認する。

- ・上位計画：流域別下水道整備総合計画，都道府県構想など
- ・基本計画：基本構想，下水道全体計画および事業計画，放流先環境基準など
- ・その他関連計画：
  - 下水道長寿命化計画，下水道施設更新計画，下水道施設統廃合計画，
  - 下水道総合地震対策計画，下水道施設耐震化計画，下水道業務継続計画（BCP），
  - 社会資本整備重点計画など
- ・その他関連指標：
  - 「循環のみち下水道」成熟化に向けた戦略と行動」国土交通省（平成 24 年 5 月）
  - 「下水道マネジメントのためのベンチマーキング手法に関する検討会」国土交通省（平成 25 年 3 月）
  - 「日本の地域別将来推計人口-平成 22(2010)～52(2040)年-」国立社会保障・人口問題研究所（平成 25 年 12 月）
  - 「新下水道ビジョン」国土交通省（平成 26 年 7 月）
  - 「下水道ビジョン加速戦略」国土交通省（平成 29 年 8 月）

#### (3) 流入条件

下水処理場の水質維持管理年報等より反応タンク流入水の年間平均水質，日最大汚水量および

流入下水の低水温期の反応タンク流入水質，日最大汚水量，水温月平均値を調査する。水質については，BOD，SS，T-NおよびNH<sub>4</sub>-Nとする。

さらに，人口減少に伴う流入下水の水量予測を行う。統合等の計画がある場合は，それらを加味した流入下水の水量予測も必要である。

これらの流入条件について適用条件である § 10 (2) ~ (4) を満足するかを確認する。

#### (4) 施設情報

導入を検討する水処理施設の最初沈殿池，反応タンク，最終沈殿池の既存躯体構造，寸法，水位高低等の情報を収集する。

特に既存施設について適用条件である § 10 (5) を満足するかを確認する。

躯体強度の確認にあたっては，以下のとおり，DHS ろ床および生物膜ろ過施設の総荷重を概算して行う。

DHS ろ床の面荷重は次式により算出するものとし，DHS ろ床設置面積 4 m<sup>2</sup> に当り 1 本の脚部を設置するものとして荷重を算定する。

・ DHS ろ床面荷重 [kN/m<sup>2</sup>]

$$=(\text{有効水深 [m]} \cdot \text{余裕高 [m]}) \times 9.8 \text{ [kN/m}^3] \times 1.2$$

※余裕高は，有効水深 3m 以上 4m 未満のとき 0.7m，有効水深 4m 以上のとき 0.8m

・ DHS ろ床 1 本の脚部当り荷重 [kN] = DHS ろ床面荷重 [kN/m<sup>2</sup>] × 4 [m<sup>2</sup>]

生物膜ろ過施設の面荷重は 45 kN/m<sup>2</sup> とし，生物膜ろ過施設設置面積 7.2 m<sup>2</sup> に当り 1 本の脚部を設置するものとして荷重を算定する。

・ 生物膜ろ過施設 1 本の脚部当り荷重 [kN] = 45 [kN/m<sup>2</sup>] × 7.2 [m<sup>2</sup>]

なお，本条件を満足できない場合は，屋外設置方法について別途検討を行うことになる。その場合は，既存水処理施設以外の場所で，DHS ろ床および生物膜ろ過施設を設置できる場所および設置可能面積について情報を収集する。

#### (5) 現在の放流水質

本技術により確保される放流水質の範囲は標準活性汚泥法の区分の計画放流水質(BOD10mg/L を超え 15mg/L 以下) と同等であるため，現在，放流先の状況等により BOD10mg/L 以下で運転を行っている処理場の場合は，今後管理していく放流水質の設定に留意する必要がある。したがって，導入検討時には，現在の放流水質 (BOD, SS) の確認を行った上で，本技術導入後に管理していく放流水質の設定に留意する必要がある。

基礎調査により，既設状況が本技術の適用条件に外れる場合は，導入検討を中止する。

§ 16 設置可否の検討

既存反応タンク内への DHS ろ床および生物膜ろ過施設の設置の可否を簡易的に検討する。

【解説】

本技術の既存反応タンクへの設置の可否についての簡易判定表を表 3-1 に示す。

本技術の既存反応タンクへの設置の可否の簡易判定は、流入 BOD 濃度、既存反応タンクにおける水理的滞留時間（HRT）および既存反応タンクの有効水深より行う。なお、ここで既存反応タンクにおける HRT とは、下式により求める。

$$\text{HRT}[\text{時間}] = \frac{\text{既存反応タンク有効容量}[\text{m}^3]}{\text{日最大汚水量(ダウンサイジング後の計画値)}[\text{m}^3/\text{日}]} \times 24[\text{時間}/\text{日}]$$

1 回目の判定の結果が○の場合は、既存反応タンク内に DHS ろ床および生物膜ろ過施設の設置が可能であり、かつ DHS ろ床のろ床部が有効水深以下に設置が可能のため、次の検討に進む。判定の結果が△の場合、使用可能な反応タンクが検討した池以外にないか検討する。使用可能な反応タンクが他にある場合、使用池数を増やして 2 回目の判定を行う。使用可能な反応タンクが検討した池以外にない場合は生物膜ろ過施設の屋外設置を検討する。使用池数の増設もしくは生物膜ろ過施設の屋外設置が不可能な場合は導入検討を中止する。

表 3-1 本技術の既存躯体への設置可否判定表

BOD		HRT (時間)						
100mg/L		8	10	12	14	16	18	20
有効水深 (m)	3.0	○	○	○	○	○	○	○
	4.0	○	○	○	○	○	○	○
	5.0	○	○	○	○	○	○	○
	6.0	○	○	○	○	○	○	○
	7.0	○	○	○	○	○	○	○
	8.0	△	○	○	○	○	○	○

BOD		HRT (時間)						
150mg/L		8	10	12	14	16	18	20
有効水深 (m)	3.0	○	○	○	○	○	○	○
	4.0	△	○	○	○	○	○	○
	5.0	△	○	○	○	○	○	○
	6.0	△	○	○	○	○	○	○
	7.0	△	○	○	○	○	○	○
	8.0	△	○	○	○	○	○	○

BOD		HRT (時間)						
200mg/L		8	10	12	14	16	18	20
有効水深 (m)	3.0	△	○	○	○	○	○	○
	4.0	△	△	○	○	○	○	○
	5.0	△	△	○	○	○	○	○
	6.0	△	△	○	○	○	○	○
	7.0	△	△	○	○	○	○	○
	8.0	△	△	○	○	○	○	○

BOD		HRT (時間)						
250mg/L		8	10	12	14	16	18	20
有効水深 (m)	3.0	△	△	○	○	○	○	○
	4.0	△	△	○	○	○	○	○
	5.0	△	△	△	○	○	○	○
	6.0	△	△	△	○	○	○	○
	7.0	△	△	△	○	○	○	○
	8.0	△	△	△	○	○	○	○

○：設置可能。

△：複数水路使用の検討。もしくは、生物膜ろ過施設の地上設置の検討。

なお、設置可能な場合の施設配置のイメージは以下のようになる。

(1) 平面的な配置

判定結果が○の場合（1回目の判定結果が△だが、2回目の判定で結果が○になった場合を含む）は、DHSろ床と生物膜ろ過施設は既存反応タンクに設置する。

判定結果が△で処理場内敷地に余裕がある場合、既存反応タンクにはDHSろ床を設置し、生物膜ろ過施設を屋外に設置する。



(a) 既存反応タンク内に DHSろ床と生物膜ろ過施設を設置可能な場合

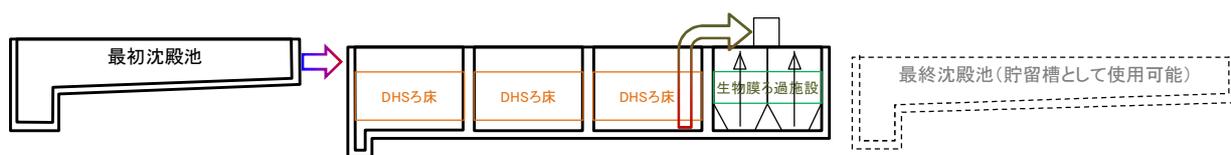


(b) 既存反応タンク内に DHSろ床を地上に生物膜ろ過施設を設置する場合

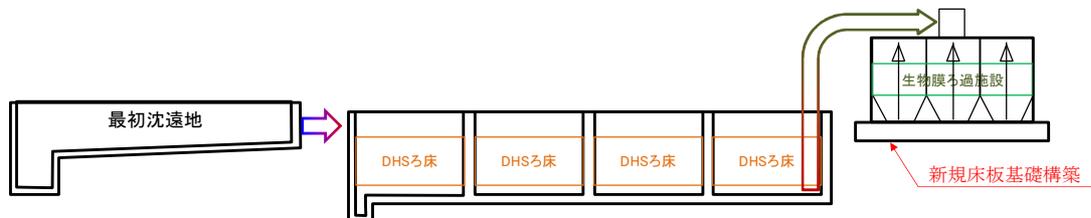
図 3-2 本技術の平面配置計画例

(2) 水位高低

基本的には最初沈澱池から DHSろ床へは自然流下、DHSろ床から生物膜ろ過施設へは揚水が必要となる。



(a) 既存反応タンク内に DHSろ床と生物膜ろ過施設を設置可能な場合



(b) 既存反応タンク内に DHSろ床を地上に生物膜ろ過施設を設置する場合

図 3-3 本技術の水位高低計画例

### § 17 導入効果の検討

導入効果については、建設費および維持管理費の概算費用を算出し、これらを総合的に検討する。

土木施設から新設の場合には、設置スペースに対して土木施設を含めて設置可否を確認した後、土木施設を含めて費用を算出する。

#### 【解説】

§ 15 基礎調査および § 16 設置可否の検討の結果、適用条件（水量・水質・設置条件）を満足する場合は、導入効果の検討を行う。

本解説では、既存施設の改造を前提とした本技術の導入効果の概略検討手法を以下に示す。

詳細な導入効果の検証には、既存施設の状況や流入水質に応じた設計検討が必要である（§ 25 参照）。基本的に日最大汚水量 5,000 m<sup>3</sup>/日以下の下水処理場において本技術を導入した場合、ライフサイクルコストの削減効果を得ることができる。

ここでは、本技術の概算ライフサイクルコストを算出することによって、本技術の導入効果を算定する。なお、ライフサイクルコストは、耐用年数を考慮して年価換算した建設費\*に維持管理費を加え、年価として算定する。

※建設費年価  $C = Y \times i(1+i)^n / \{(1+i)^n - 1\} \cdots Y$ : 建設費,  $i$ : 利率 2.3%,  $n$ : 耐用年数

耐用年数は、機械・電気設備は 15 年、土木建築施設は 50 年とする。

#### （１）検討対象

本技術は水処理施設をダウンサイジングするものであり、基本的に流入下水全量を処理することを考える。導入検討においてコスト算出する対象は、処理場全体規模の水処理施設および汚泥処理設備とする。

#### （２）検討シナリオ

本技術は水処理施設をダウンサイジングするものであり、基本的に流入下水全量を処理することを考える。導入検討においてコスト算出する対象は、処理場全体規模の水処理施設および汚泥処理設備とする。

更新後の流入下水水量については、処理対象人口の予測をもとに推測する。

本技術の主な機器となる DHS ろ床および生物膜ろ過槽における交換部品が、再更新時は DHS ろ床では担体のみ、生物膜ろ過槽では担体とその他消耗品のみとなるため、本技術では再更新時の建設費を大幅に削減することができる。よって、既存躯体が健全な場合は、更新後 15 年間だけでなく、再更新を含めた更新後 30 年間でも検討する。

30 年間での検討シナリオ例を図 3-4 に示す。

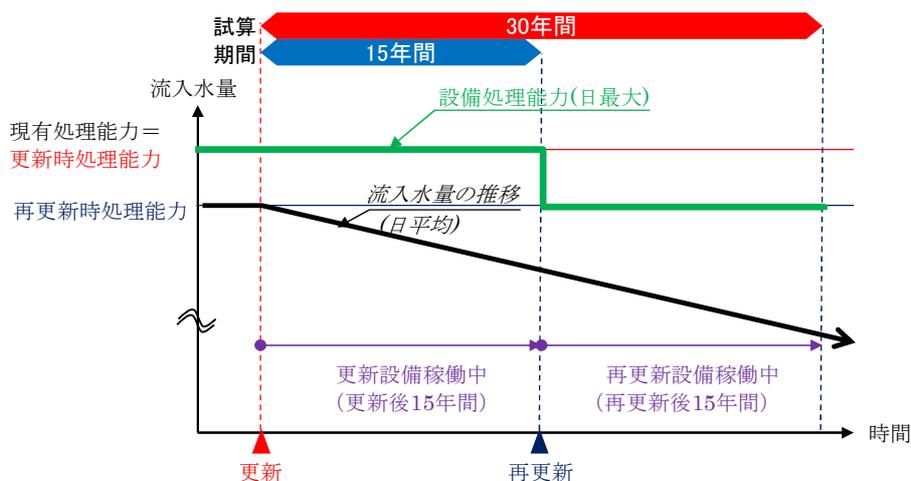


図 3-4 検討シナリオ例

(3) コスト比較対象範囲

本技術あるいは標準活性汚泥法の建設費の比較対象範囲を表 3-2 に示す。本検討においては、標準活性汚泥法の既存施設を改造するため、標準活性汚泥法には土木改造は含まれない。

参考に、エネルギー消費量と温室効果ガス (GHG) 発生量の比較対象範囲についても示す。

コスト比較の期間は更新から 15 年間と更新から 30 年間 (再更新を含む) とした。

表 3-2 コストの比較対象範囲

		本技術	標準活性汚泥法 (従来技術)
15年間	建設費 (更新)	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存設備 (従来技術) 撤去</li> <li>土木改造</li> <li>機械設備の更新</li> <li>電気設備の更新</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存設備 (従来技術) 撤去</li> <li>機械設備の更新</li> <li>電気設備の更新</li> </ul>
	建設費 (再更新)	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存設備 (本技術) 撤去</li> <li>機械設備の再更新</li> <li>電気設備の再更新</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存設備 (従来技術) 撤去</li> <li>機械設備の再更新</li> <li>電気設備の再更新</li> </ul>
15年間・30年間共通	維持管理費	<ul style="list-style-type: none"> <li>ユーティリティ費 (電力費・水道費・薬品費)</li> <li>運転管理費</li> <li>補修・点検費</li> <li>汚泥処分費</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ユーティリティ費 (電力費・水道費・薬品費)</li> <li>運転管理費</li> <li>補修・点検費</li> <li>汚泥処分費</li> </ul>
	エネルギー消費量 温室効果ガス (GHG) 発生量 (参考)	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力使用量</li> <li>上水使用量</li> <li>薬品使用量 (高分子凝集剤・固形塩素)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力使用量</li> <li>上水使用量</li> <li>薬品使用量 (高分子凝集剤・固形塩素)</li> </ul>

#### (4) 本技術のライフサイクルコストの算出条件

##### 1) 建設費

###### ① 機械工事費（二次側電気制御，土木改造費を含む）

本費用には標準活性汚泥法の土木施設（最初沈殿池，反応タンク，最終沈殿池）から本技術に必要な土木改造費（反応タンクに覆蓋があることを想定し，DHS ろ床および生物膜ろ過施設設置範囲全面の覆蓋（床スラブを含む）の撤去）を含むものとし，対象設備は水処理設備，消毒設備，汚泥処理設備および脱臭設備とした。ただし，沈砂池設備，主ポンプ設備および最初沈殿池までの流入水路の工事費は下水処理場ごとの条件によって大きく異なるため，本費用に含めないこととした。

また，二次側電気（運転操作に係る操作盤，計器類等）工事費を含む。

なお，本試算結果は流入下水の BOD や SS の濃度，既設改造の難易度によって変わる可能性があることに留意する必要がある。

本試算は，流入下水の BOD を 200 mg/L，SS を 180 mg/L として処理規模別に算定し，費用関数として示したものである。

また，現在，休止中の反応タンクが 1 池あり，当該反応タンクの設備を更新し，本技術を導入するものと仮定して算定したものである。

本技術の再更新の建設費については，DHS ろ床は担体および担体保持柵の交換のみ，生物膜ろ過槽は担体とその他消耗部品の交換のみとした。

###### ② 電気設備の更新

本試算の対象設備は水処理設備，消毒設備，汚泥処理設備および脱臭設備とした。また，沈砂池設備および主ポンプ設備は，本費用に含めないこととした。

なお，本技術では，巡回監視を基本とするため，非常通報装置の設置費用を加えた。

##### 2) 維持管理費

維持管理費では，ユーティリティとして電力費，水道費，薬品費（固形塩素と高分子凝集剤），運転管理費，補修・点検費および汚泥処分費の算出を行った。なお，薬品費に含まれる固形塩素は放流水の滅菌に用いるものとした。また，高分子凝集剤は汚泥処理設備の脱水に用いるものとした。なお，ユーティリティの単価は後述の表 3-5 のとおりとした。

#### (5) 本技術のライフサイクルコストの算出

本技術と標準活性汚泥法（従来技術）における処理水量とライフサイクルコストの関係を図 3-5 に示す。ここで，本図は，本技術・従来技術とも，3,000 m<sup>3</sup>/日からそれぞれ 1,000 m<sup>3</sup>/日，2,000 m<sup>3</sup>/日および 3,000 m<sup>3</sup>/日に更新した場合と 5,000 m<sup>3</sup>/日からそれぞれ 1,667 m<sup>3</sup>/日，3,333 m<sup>3</sup>/日および 5,000 m<sup>3</sup>/日に更新した場合のライフサイクルコスト試算結果をプロットし，それらを直線補間した費用関数を示している。本技術は，従来技術より既存施設の処理規模による費用関数の変化が大きく，処理規模が小さくなるほど，従来技術より本技術のライフサイクルコストが安価

であり、かつライフサイクルコストの削減効果が大きくなっている。このことから、本技術の方がダウンサイジングの効果が大きいことが分かる。

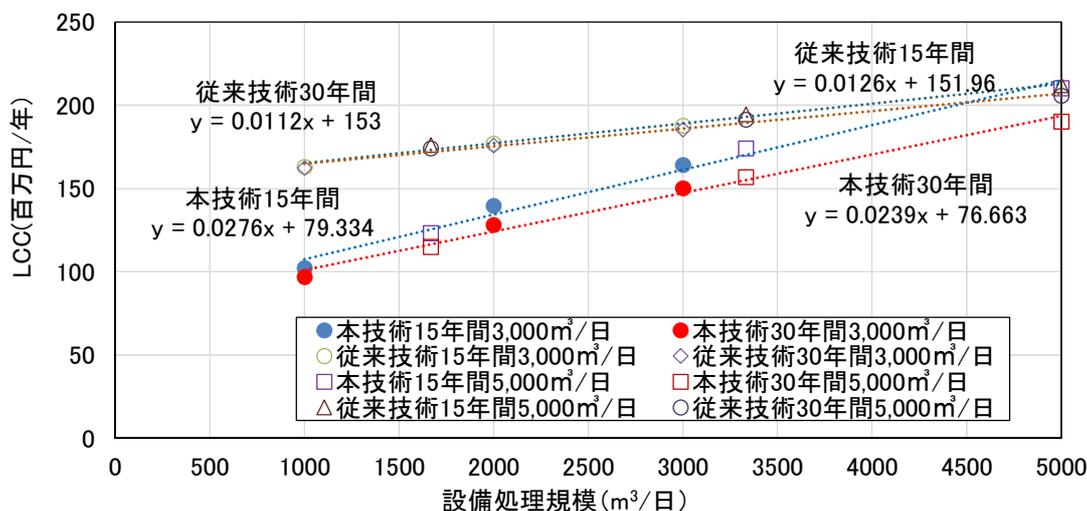


図 3-5 ライフサイクルコストの費用関数

なお、本試算で使用したユーティリティなどの単価と導入検討の対象処理場における単価が異なる場合のライフサイクルコストの補正式を以下に示す。

$$\begin{aligned} \text{ライフサイクルコスト (百万円/年)} = & \text{本技術費用関数値} \pm 1) \text{電力費補正} \\ & \pm 2) \text{汚泥処分費補正} \pm 3) \text{高分子凝集剤費補正} \\ & \pm 4) \text{運転管理費補正 (百万円/年)} \end{aligned}$$

各補正方法について、以下に示す。

### 1) 電力費の補正

本費用関数では電気代単価を 15 円/kWh として算出している。

電気代単価が異なる場合は、電力原単位を 0.18 kWh/m³ とし、電気代単価の差分と処理水量を乗じた金額を、電気代単価が 15 円/kWh より高い場合は加算、安い場合は減算する。

$$\begin{aligned} \text{電力費補正 (百万円/年)} = & (\text{対象処理場における電気代単価} - 15) (\text{円/kWh}) \\ & \times 0.18 \text{ kWh/m}^3 \times \text{年間処理水量} (\text{m}^3/\text{年}) / 10^6 \end{aligned}$$

### 2) 汚泥処分費の補正

本費用関数では脱水汚泥処分単価を 23,000 円/ton (うち 7,000 円/ton は運搬費) として算出している。

脱水汚泥処分単価が異なる場合は、年間処理水量に流入 SS 濃度年平均値を乗じた値の 2 倍※の重量を脱水汚泥発生量とし、脱水汚泥処分単価の差分を乗じた金額を、脱水汚泥処分単価が 23,000 円/ton より高い場合は加算、安い場合は減算する。

$$\text{汚泥処分費補正 (百万円/年)} = (\text{対象処理場における脱水汚泥処分単価} - 23,000)(\text{円/ton}) \\ \times \text{年間処理水量}(\text{m}^3/\text{年}) \times \text{流入 SS 濃度年平均値}(\text{mg/L}) \times 2^{**}/10^6$$

※2 は汚泥発生率 0.6 と脱水汚泥含水率 70%より求まる値。

$$0.6 / (1 - 0.7) = 2$$

### 3) 高分子凝集剤費の補正

本費用関数では高分子凝集剤単価を 1,000 円/kg として算出している。

高分子凝集剤単価が異なる場合は、年間処理水量に流入 SS 濃度年平均値を乗じた値の 0.45%※の重量を高分子凝集剤使用量とし、高分子凝集剤単価の差分を乗じた金額を、高分子凝集剤単価が 1,000 円/kg より高い場合は加算、安い場合は減算する。

$$\text{高分子凝集剤費補正 (百万円/年)} = (\text{対象処理場における高分子凝集剤単価} - 1,000)(\text{円/ton}) \\ \times \text{年間処理水量}(\text{m}^3/\text{年}) \times \text{流入 SS 濃度年平均値}(\text{mg/L}) \times 0.45^{**}/10^8$$

※0.45%は汚泥発生率 0.6%、汚泥脱水機 SS 回収率 95%、高分子凝集剤注入率 0.7 %より求まる値。

$$0.6 / 0.95 \times 0.7\% = 0.45\%$$

### 4) 運転管理費の補正

本費用関数では「下水道施設維持管理積算要領-終末処理場・ポンプ場施設編-2011 年版」(公益社団法人日本下水道協会)の終末処理場編(オキシデーションディッチ法)に基づき、週 2 日の巡回管理、労務単価を 18,000 円/人として算出している。

労務単価が異なる場合は、表 3-3 に基づき、労務単価が 18,000 円/人より高い場合は加算、安い場合は減算する。

表 3-3 運転管理費の補正 (百万円/年)

		労務単価 (円/人)			
		15,000	18,000	21,000	24,000
日最大汚水量 (m <sup>3</sup> /日)	1,000	-2.1	0.0	2.1	4.2
	1,500	-2.4	0.0	2.4	4.8
	2,000	-2.6	0.0	2.6	5.2
	2,500	-2.8	0.0	2.8	5.6
	3,000	-2.9	0.0	2.9	5.8
	3,500	-3.0	0.0	3.0	6.0
	4,000	-3.1	0.0	3.1	6.2
	4,500	-3.2	0.0	3.2	6.4
	5,000	-3.3	0.0	3.2	6.5

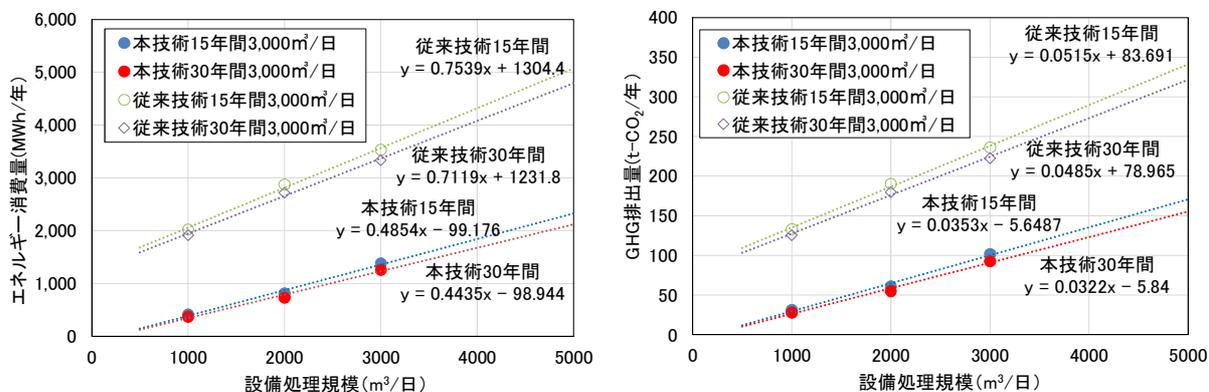
5) 標準活性汚泥法の建設費と維持管理費

比較のため、図 3-5 に示す従来技術（標準活性汚泥法）の費用関数よりライフサイクルコストを算出する。なお、より詳細に検討する場合は、標準活性汚泥法施設建設時の建設費と、建設当初からの維持管理費を調査する。

維持管理費については、既存施設の電力費、薬品費、補修・点検費、運転管理費および汚泥処分費を調査する。

合わせて、維持管理に拘わるエネルギー消費量や温室効果ガス（GHG）発生量の導入効果について図 3-6 に示す近似式を用いて確認する。なお、各々の原単位は後述の表 3-6、表 3-7 のとおりとした。

ここで、本図は、本技術・従来技術とも、3,000 m<sup>3</sup>/日からそれぞれ 1,000 m<sup>3</sup>/日、2,000 m<sup>3</sup>/日および 3,000 m<sup>3</sup>/日に更新した場合の維持管理に拘わる電力、上水、高分子凝集剤および固形塩素の使用量に関する試算結果をプロットし、それらを直線補間した近似式を示している。



(a) エネルギー消費量

(b) GHG 排出量

図 3-6 維持管理に拘わるエネルギー消費量および GHG 排出量の近似式

§ 18 導入判断

導入効果の検討の結果を踏まえて、本技術の導入について判断する。

【解説】

§ 17 導入効果の検討にて算出する概算導入効果を確認した上で、本技術の導入に関する意思決定を行い、処理施設の計画・設計に移る。費用としては、本技術を採用することで標準活性汚泥法よりランニングコストが安価となることを確認する。また、§ 15 (1) で確認した、健全な下水道経営のために目標とするライフサイクルコストよりも安価となることも確認する。目標とするライフサイクルコストよりも安価にならない場合は、ダウンサイジングの他にも費用削減策を講じる必要がある。

なお、エネルギー消費量および温室効果ガス発生量については、「第2節 導入効果の検討例」に示すとおり、本技術は標準活性汚泥法より大幅に削減が期待できる。エネルギー面および環境面における導入効果も勘案し、導入の判断を実施する。

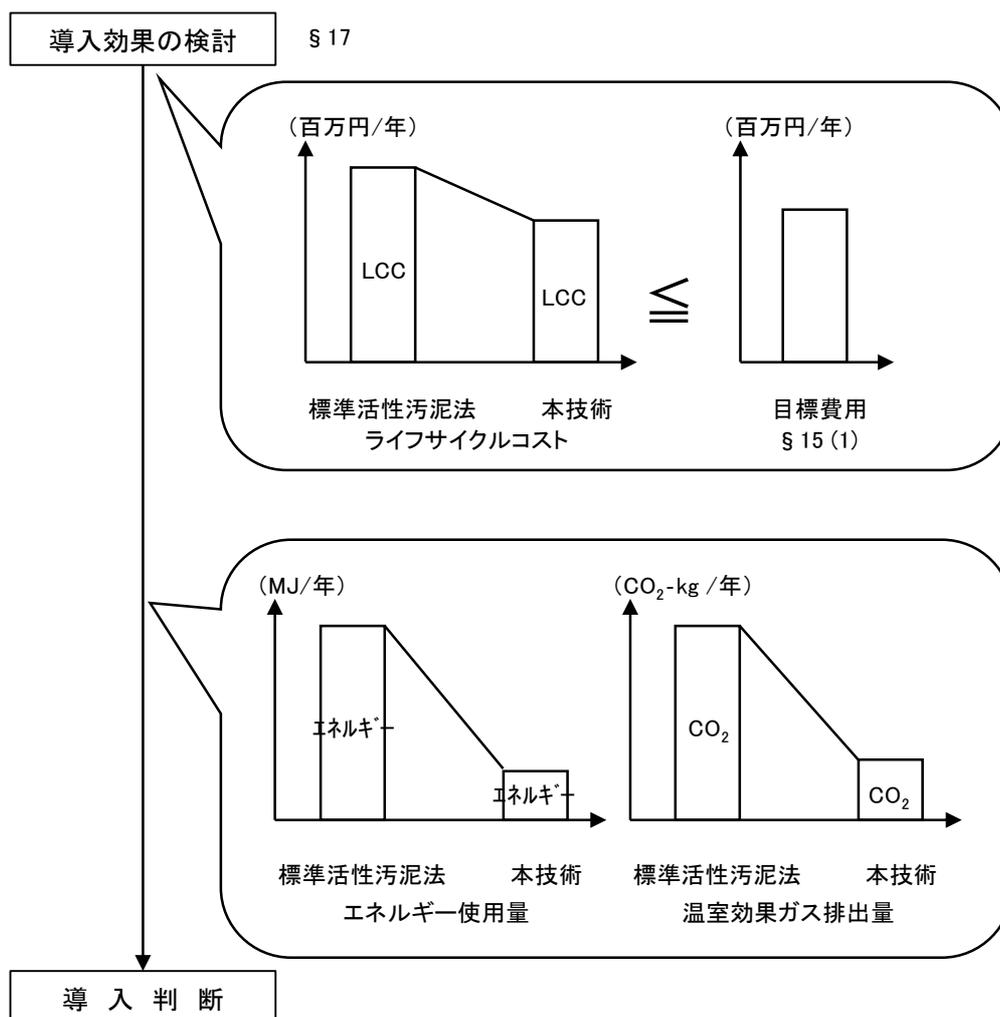


図 3-7 導入フロー

## 第2節 導入効果の検討例

実証研究結果をもとに、日最大汚水量 3,000m<sup>3</sup>/日の標準活性汚泥法施設を日最大汚水量 1,000m<sup>3</sup>/日（日平均汚水量 800m<sup>3</sup>/日）に処理能力をダウンサイジングして本技術および従来技術に更新し、さらに更新後も 30 年間処理水量が減少し続けた場合の再更新も含めた導入効果の試算を行った。導入効果試算対象はライフサイクルコスト、エネルギー使用量および温室効果ガス排出量とした。

## (1) 試算条件

本技術および従来技術の設計条件を表 3-4 および図 3-8 に示す。土木施設は日最大汚水量 3,000m<sup>3</sup>/日の標準活性汚泥法施設の仮想の土木躯体を活用するものとした。なお、ユーティリティ単価、エネルギー原単位および温室効果ガス原単位はおのおの表 3-5～表 3-7 に示す。

なお、試算条件の詳細については、§17（3）、（4）と同様とした。

表 3-4 設計条件

項目	本技術	従来技術
既設施設 処理規模	3,000 m <sup>3</sup> /日（日最大）	
躯体形状	最初沈殿池：2.5 mW×17.2 mL×3.0 mD×2 水路 （水面積負荷：35 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /日 <sup>※1</sup> ）	
	反応タンク：5.0 mW×42.0 mL×5.0 mD×1 水路 （HRT：8 時間 <sup>※1</sup> ）	
	最終沈殿池：2.5 mW×24.0 mL×3.0 mD×2 水路 （水面積負荷：25 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /日 <sup>※1</sup> ）	
流入水質	流入水温 15℃以上 流入 BOD 200 mg/L 流入 SS 180 mg/L	
試算期間	更新より 30 年間（更新 15 年後の再更新を含む）	
処理水量	①更新時（1 年目）：日最大 1,000 m <sup>3</sup> /日（日平均 800 m <sup>3</sup> /日） ②更新後（1～15 年目）：緩やかに日平均 800 m <sup>3</sup> /日から 640 m <sup>3</sup> /日に減少 ③再更新時（16 年目）：日最大 800 m <sup>3</sup> /日（日平均 640 m <sup>3</sup> /日） ④再更新後（16～30 年目）：緩やかに日平均 640 m <sup>3</sup> /日から 512 m <sup>3</sup> /日に減少	
更新範囲 （再更新共）	水処理設備（本技術） <sup>※2</sup> 消毒設備（固形塩素） 汚泥濃縮設備（重力濃縮） 汚泥脱水設備（回転加圧脱水機） 脱臭設備（土壌脱臭）	水処理設備（従来技術） 消毒設備（固形塩素） 汚泥濃縮設備（重力濃縮） 汚泥脱水設備（回転加圧脱水機） 脱臭設備（土壌脱臭）
土木施設の改造	あり（反応タンク）	なし

※1 既設施設処理規模水量における値。処理水量が 1,000 m<sup>3</sup>/日の場合、3 倍値となる。

※2 再更新時 DHS ろ床および生物膜ろ過施設の缶体・柱梁は流用とした。

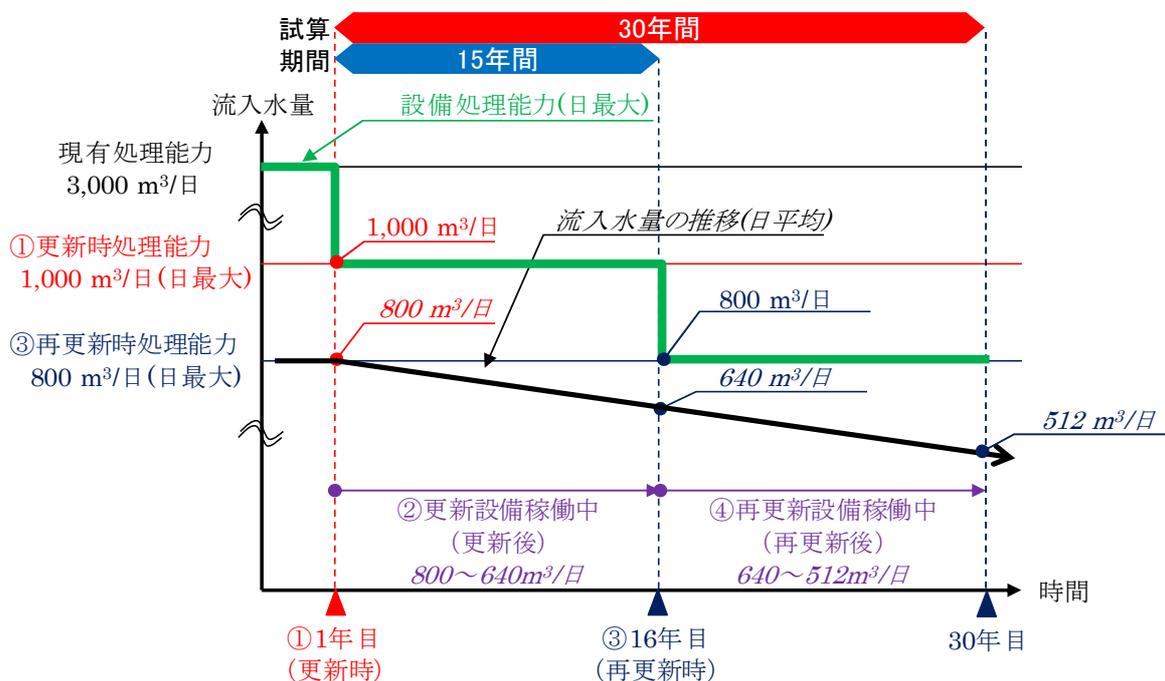


図 3-8 処理能力縮減のイメージ

表 3-5 ユーティリティ単価

	費目	単価	設定条件
ユーティリティ	電気	15 円/kWh	
	上水	200 円/m <sup>3</sup>	
	固形塩素	600 円/kg	
	高分子凝集剤	1,000 円/kg	
	脱水污泥処分費	23,000 円/t	運搬費 7,000 円/t を含む

表 3-6 エネルギー原単位

費目	原単位
使用電力量	9.484 MJ/kWh <sup>※1</sup>
上水	30.7 MJ/t <sup>※2</sup>
固形塩素	11,779 MJ/t <sup>※2</sup>
高分子凝集剤	220,123 MJ/t <sup>※2</sup>

※1 「エネルギー源別標準発熱量及び炭素排出係数の改訂について」（平成 27 年 4 月 14 日資源エネルギー庁）

※2 「下水道における LCA 適用の考え方」（国土交通省国土技術政策総合研究所, 平成 22 年）

表 3-7 温室効果ガス原単位

費目	原単位
使用電力量	0.587 kg-CO <sub>2</sub> /kWh <sup>※1</sup>
上水	2.0 kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> <sup>※2</sup>
固形塩素	3.5 kg-CO <sub>2</sub> /kg <sup>※2</sup>
高分子凝集剤	6.5 kg-CO <sub>2</sub> /kg <sup>※2</sup>

※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）（環境省,2016）

※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～（環境省・国土交通省,2016）

## （2）平面的な配置

本技術の DHS ろ床および生物膜ろ過施設設置範囲の導入後の平面的な配置を、実施設をもとにした処理場を例として図 3-9 に示す。休止している水路に対して本技術を導入することが可能である。

## （3）水位高低

従来技術と本技術の水位高低を図 3-10 に示す。

本技術では、DHS ろ床において水位が低下するため、生物膜ろ過施設への揚水が必要となる。そのため、DHS ろ床は既存反応タンクのなかでも、池排水ピットがある槽に設置する。図 3-9 のように、既存反応タンクの下流側に池排水ピットがある場合は、既存反応タンクの下流側に DHS ろ床を、上流側に生物膜ろ過施設を設置することになる。

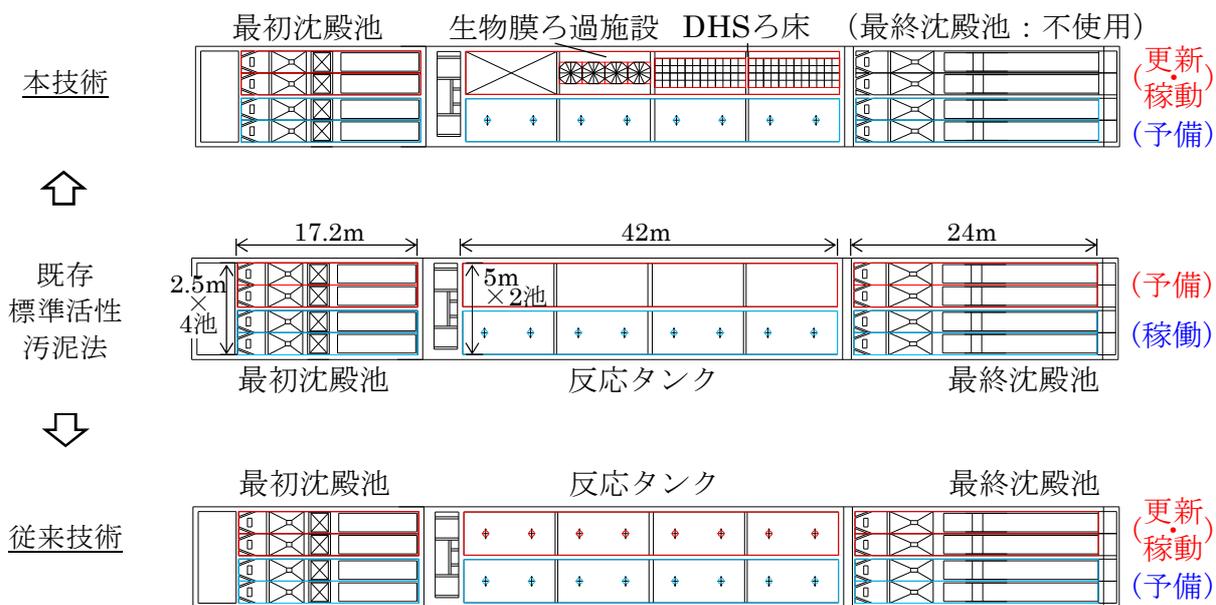
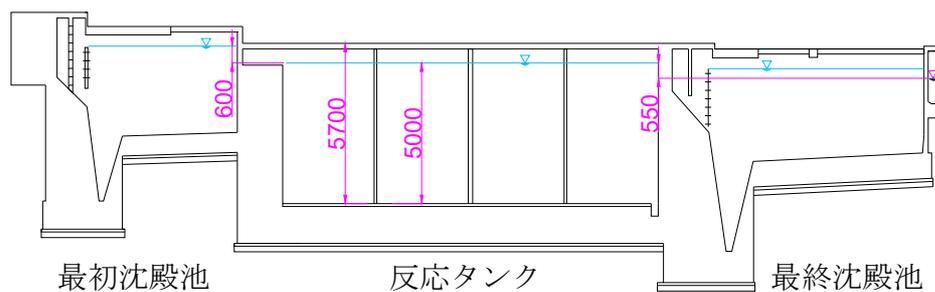
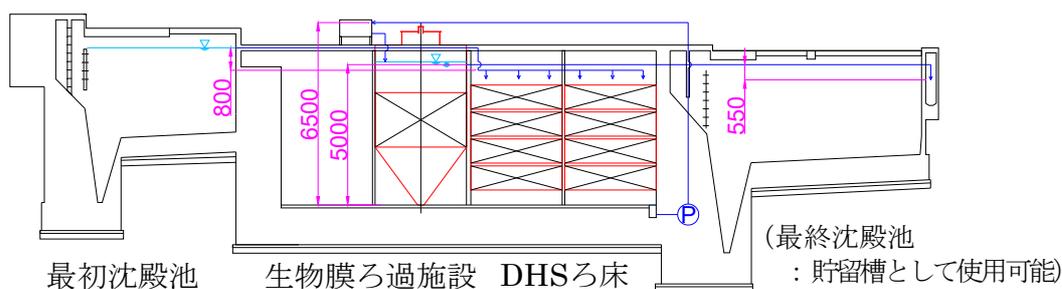


図 3-9 平面的な配置



(a) 従来技術水位高低図



(b) 本技術水位高低図

図 3-10 水位高低

#### (4) ライフサイクルコスト

従来技術と本技術の更新後 15 年間 (1~15 年目) と再更新後 15 年間 (16~30 年目) のライフサイクルコスト (年価) を図 3-11 に示す。

本技術の更新時の建設費は従来技術とほぼ同等であるが、本技術は維持管理費が安価なため、ライフサイクルコストの削減が可能である。また、再更新時に本技術の建設費が安価になるため、再更新後、ライフサイクルコストの削減効果が大きくなる。

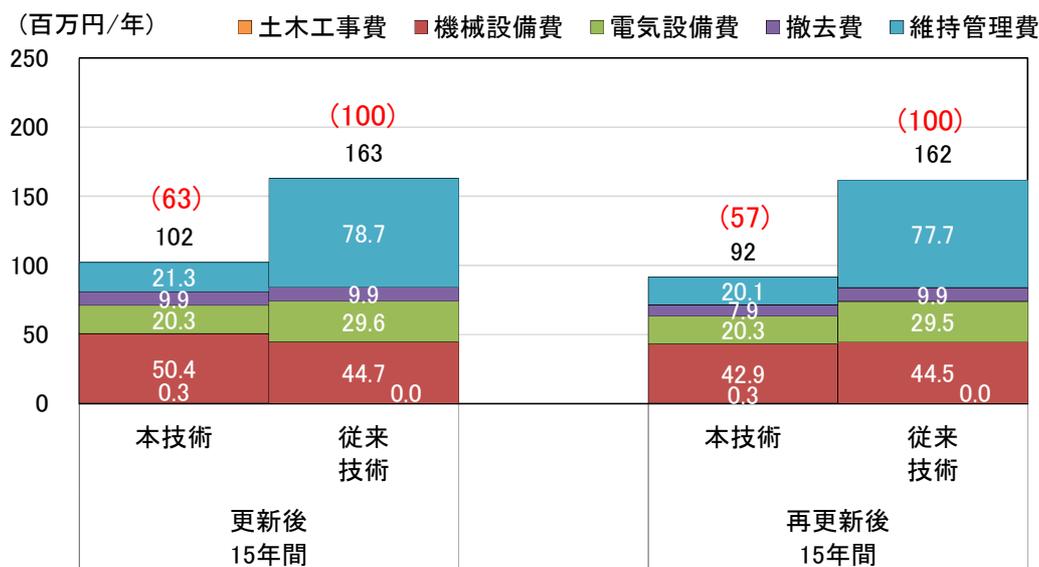


図 3-11 ライフサイクルコストの比較

(括弧内は従来技術を 100 としたときの本技術の割合)

(5) 維持管理でのエネルギー使用量

従来技術と本技術の維持管理に拘わるエネルギー使用量の 30 年間の推移を図 3-12 に示す。

本技術の更新時のエネルギー使用量は従来技術の 20%であり、大幅なエネルギー使用量の削減が可能である。再更新時(図中、16 年目)に本技術の機器仕様が最適化されるため、再更新後、エネルギー使用量の削減効果がさらに大きくなる。

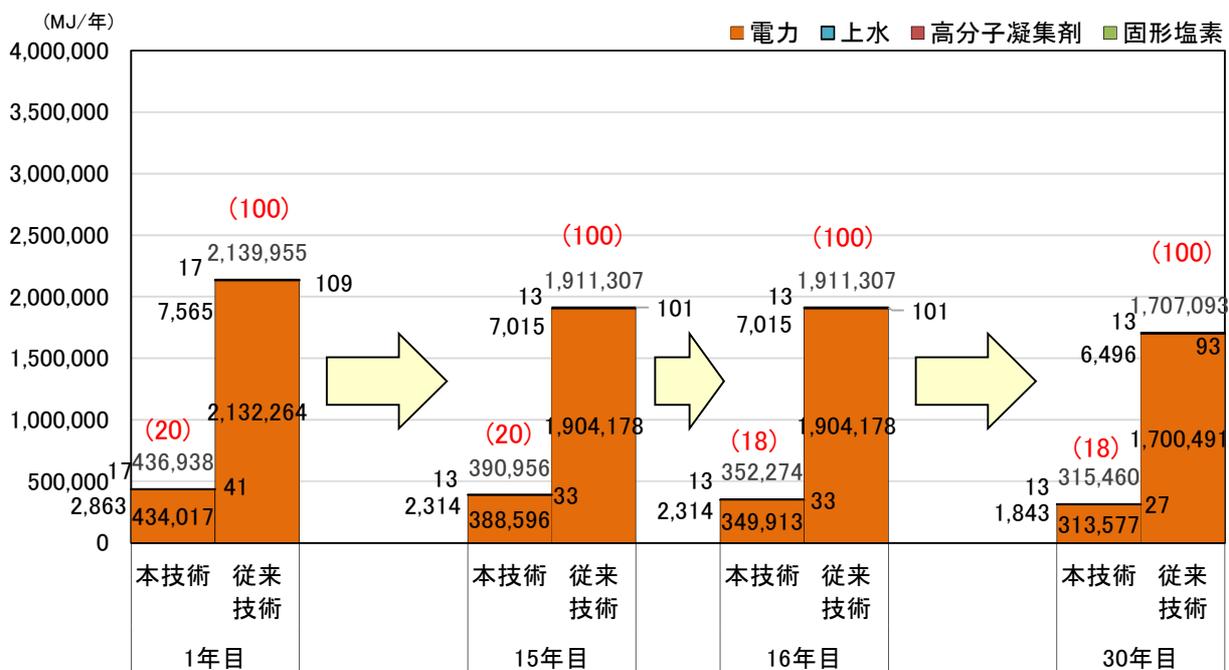


図 3-12 エネルギー使用量の推移

(括弧内は従来技術を 100 としたときの本技術の割合)

(6) 維持管理での温室効果ガス排出量

従来技術と本技術の維持管理に拘わる温室効果ガス排出量の30年間の推移を図3-13に示す。

本技術の更新時の温室効果ガス排出量は従来技術の24%であり、大幅な温室効果ガス排出量の削減が可能である。再更新時(図中、16年目)に本技術の機器仕様が最適化されるため、再更新後、温室効果ガス排出量の削減効果がさらに大きくなる。

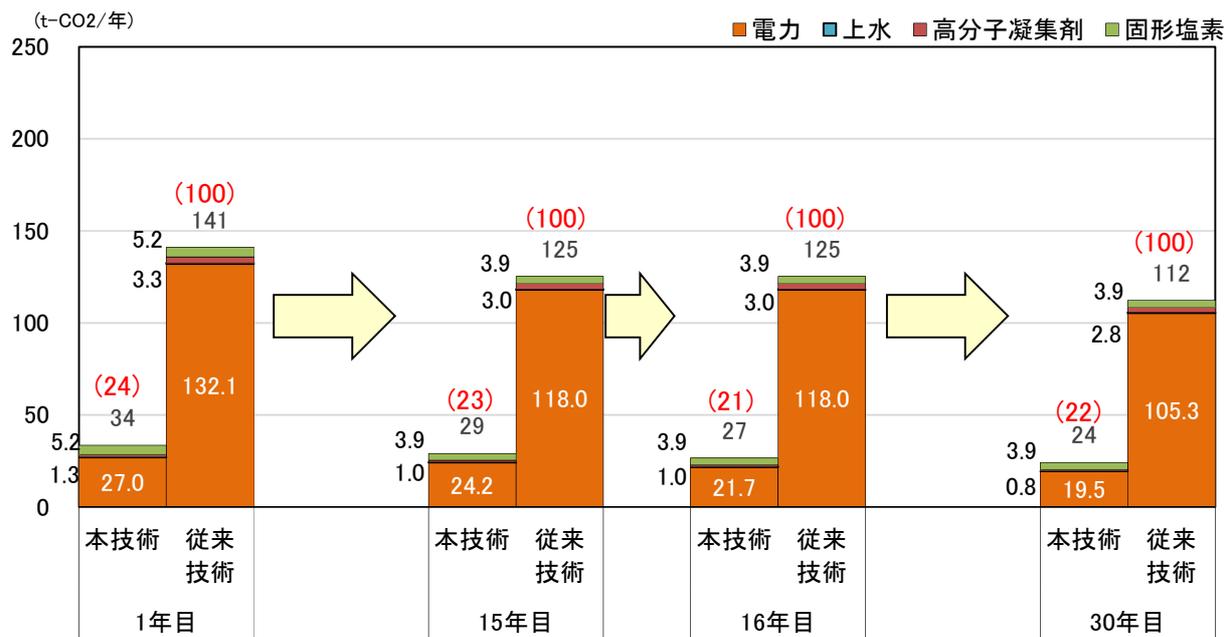


図3-13 温室効果ガス排出量の推移

(括弧内は従来技術を100としたときの本技術の割合)

## 第4章 計画・設計

### 第1節 導入計画

#### § 19 計画の手順

本技術の導入計画の策定にあたっては，導入対象の下水処理場について本技術適用の判断に必要な詳細情報および課題等を把握し，導入効果の検証を行い，適切な計画とする。

#### 【解説】

本技術の導入計画手順を図4-1に示す。対象となる下水処理場の基本事項の詳細調査をもとに設計条件を設定する。さらに，施設計画の検討を行い，導入効果の検証を行う。施設計画の検討では，既存施設の改造や新規増設が必要となる可能性のある，汚水調整槽や脱ろ液貯留槽，汚泥処理設備，アルカリ注入設備，PAC注入設備など，その他付帯施設の設計検討も行う。

本手順は，既存施設への導入を前提としているが，新規増設の場合や鋼板製ユニット設置の場合もこれに準じて計画する。

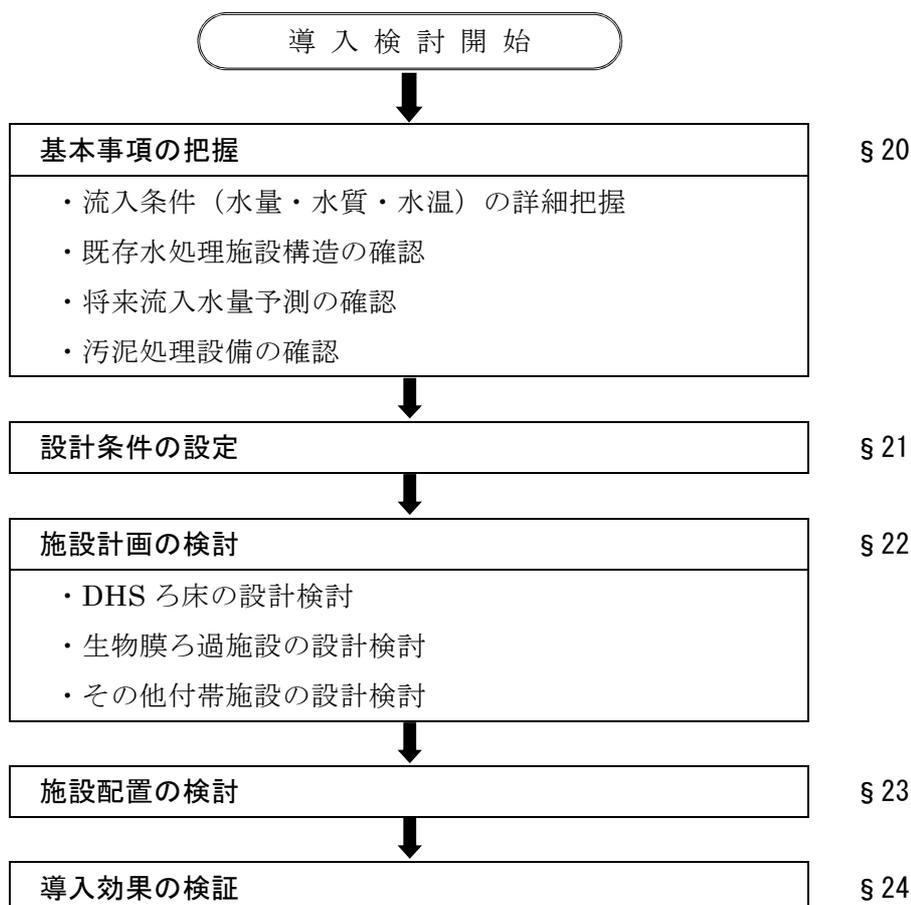


図 4-1 本技術の導入設計手順

## § 20 基本事項の把握

本技術の計画，設計に必要な情報を入手し，基本事項を把握する。

### 【解説】

本技術導入の計画・設計にあたって必要な情報は以下である。

#### (1) 流入条件（水量・水質）の詳細把握

流入水量については，季節変動および時間変動を確認する。

流入水質については，本技術の設計に必要な水質項目として，年間を通じた BOD，SS および水温を確認する。付帯施設の設計のために，T-N もしくは NH<sub>4</sub>-N を確認する。T-N もしくは NH<sub>4</sub>-N については，時間変動についても可能な範囲で確認することが望ましい。

#### (2) 放流条件（水質）の詳細把握

放流水質については，計画放流水質とその他の下水道施設に関連する規制事項より，BOD，SS および pH を確認する。

#### (3) 既存水処理施設構造の確認

既存水処理施設の躯体構造，寸法，水位高低，水処理施設の経過年数，長寿命化計画，耐震化の有無などを確認する。

#### (4) 将来流入下水量予測の確認

将来の人口予測や下水処理施設の統廃合計画より，将来の流入下水量予測の確認を行う。

#### (5) 汚泥処理設備の確認

汚泥処理設備の設備能力と運転状況の確認を行う。

## § 21 設計条件の設定

基本事項を取りまとめ、設計条件を設定する。

### 【解説】

「§ 20 基本事項の把握」にもとづき、以下の設計条件の設定を行う。

なお、本技術の容量計算に必要な設計条件は、表 4-1 の通りである。

表 4-1 には、本技術施設容量計算に必要な設計条件のほか、その他付帯施設（污水調整槽、脱水ろ液貯留槽、汚泥処理設備、アルカリ注入設備、PAC 注入設備）に必要な設計条件も示している。

表 4-1 設計条件リスト

設計対象	必要な設定条件		
本技術施設容量	日最大汚水量	流入 BOD	流入 SS
污水調整槽容量	時間最大汚水量	日最大汚水量	—
脱水ろ液貯留槽容量	日平均汚水量	流入 SS	汚泥脱水機運転頻度
汚泥処理設備容量	日平均汚水量	流入 SS	—
アルカリ注入設備	流入 T-N	流入 NH <sub>4</sub> -N	流入アルカリ度
PAC 注入設備	日最大汚水量	—	—

### (1) 計画処理水量（日最大、日平均、時間最大）の設定

計画処理水量として、日最大汚水量、日平均汚水量、時間最大汚水量の設定が必要である。本技術の容量計算は、基本的に日最大汚水量で行う。本技術の汚泥処理設備に与える影響は、日平均汚水量より検討する。また、本技術は時間最大汚水量と日最大汚水量の比が 2 倍以上の場合は流量調整機能が必要となる。よって、時間最大汚水量と日最大汚水量の比より流量調整機能の検討を行う。

### (2) 設計流入水質

本技術の設計に必要な水質項目である BOD および SS については、年間変動を把握し、BOD および SS の年平均値を設計流入水質とする。なお、冬季月平均値と冬季日最大汚水量でも容量確認を行う。

本技術では、硝化の進行に伴い放流水の pH が低下する可能性がある。そのため、付帯施設の設計として、T-N と NH<sub>4</sub>-N の年間変動および時間変動よりアルカリ注入設備の必要性を検討する。

本技術では、DHS ろ床における汚泥減容化により、発生汚泥量が削減される。設定した SS の年平均値より、汚泥処理設備の処理規模の縮減性を検討する。

### (3) 使用水路数

基本的に標準活性汚泥法の1水路に対して本技術の施設を設置する。ただし、土木躯体改造範囲を削減するため、流入率が高く、休止水路が複数水路ある場合は、複数水路の使用を検討する。

### (4) 汚泥処理設備の運転条件

本技術における主な返流水は生物膜ろ過施設の洗浄排水、重力濃縮槽越流水と脱水ろ液である。その中でも、生物膜ろ過施設の洗浄排水や重力濃縮槽越流水については返流水負荷が平滑化されているため、直接返流しても問題ない。しかし、週2回の巡回監視に合わせて汚泥脱水機を運転する場合、汚泥脱水機運転日のみ脱水ろ液により返流水負荷が上昇する。このため、脱水ろ液による返流水負荷の平滑化が必要となる。よって、汚泥脱水機の運転頻度を設定し、設定した汚泥脱水機の運転頻度から脱水ろ液貯留機能の検討を行う。

## § 22 施設計画の検討

本技術の導入にあたり、各施設計画の検討を行う。

- (1) DHS ろ床の設計検討
- (2) 生物膜ろ過施設の設計検討
- (3) その他付帯施設の設計検討

### 【解説】

#### (1) DHS ろ床の設計検討

設計条件の設定に基づき、DHS ろ床の施設設計検討を行う。詳細は本章の第3節に記述する。

#### (2) 生物膜ろ過施設の設計検討

設計条件の設定に基づき、生物膜ろ過施設の施設設計検討を行う。詳細は本章の第4節に記述する。

#### (3) その他付帯施設の設計検討

設計条件の設定に基づき、その他付帯施設として、前処理施設とその他施設の設計検討を行い、改造等の要否判断を行う。なお、前処理施設は、流量調整機能、スクリーン設備、脱水ろ液貯留機能およびその他負荷平滑化施設を、付帯施設は、汚泥処理設備、アルカリ注入設備、PAC 注入設備および非常通報装置のことをいう。詳細は本章の第5節に記述する。

§ 23 施設配置の検討

水処理施設の容量計算結果に基づき、既存施設の施設制約条件を考慮して、施設配置を計画する。

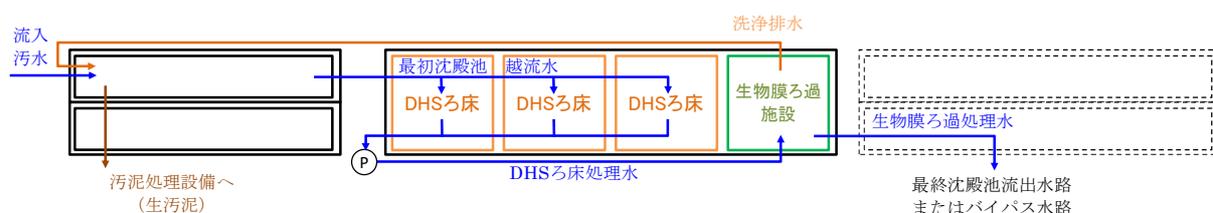
【解説】

既存施設は平面配置および水位高低の両面から本技術の適用に際して制約がある場合が多い。配置計画では、既存水処理施設も含め、円滑な水の流れを確保するように計画する。

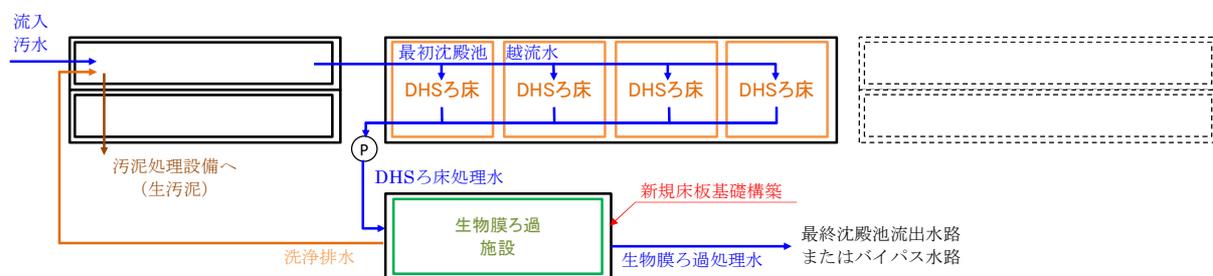
(1) 平面配置計画

DHSろ床は、下部に集水する必要があるため、反応タンク上流側・下流側に拘わらず、池排水ピットのある側に配置することが生物膜ろ過施設への処理水の移送上望ましい。また、生物膜ろ過施設から塩素混和池への移送については、バイパス水路がある場合はバイパス水路への接続を検討する。

既存施設の反応タンクに設置する場合、反応タンクの大きさが制限となる場合が多い。この制限は流入 BOD、既存反応タンク有効水深および既存反応タンク容量に対する水理学的滞留時間 (HRT) より決まる。流入率が高く、水路数など躯体に余裕がある場合は、複数水路の使用を検討する。また、DHSろ床と生物膜ろ過施設が既存反応タンク内に収まりきらない場合は、DHSろ床の既存反応タンク内への設置を優先し、生物膜ろ過施設を地上に設置することを検討する。



(a) 既存反応タンク内に DHSろ床と生物膜ろ過施設を設置可能な場合



(b) 既存反応タンク内に DHSろ床を地上に生物膜ろ過施設を設置する場合

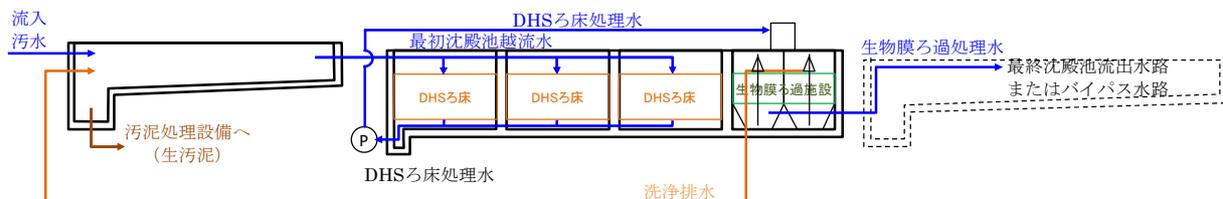
図 4-2 本技術の平面配置計画例

(2) 水位高低計画

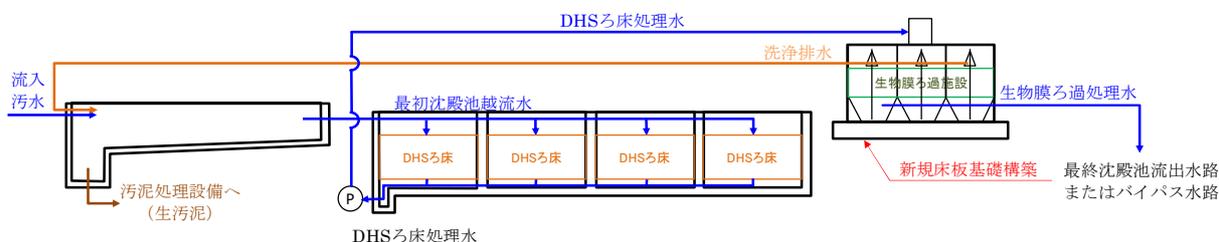
既存施設の改造に際しては、可能な限り自然流下になるように計画する。ただし、処理場の条件によっては、最初沈殿池流出水を DHS ろ床に移送する際、流入水位を上げなければならない場合がある。また、DHS ろ床処理水の水位は、DHS ろ床部より下部となるため、生物膜ろ過施設まで揚水するポンプ（DHS 処理水移送ポンプ）が必要となる。流入率が高く、既存反応タンク内に DHS ろ床と生物膜ろ過施設が既存反応タンク内に収まりきらず、DHS ろ床を既存反応タンク内に、生物膜ろ過施設を地上に設置する場合、DHS 処理水移送ポンプの揚程が生物膜ろ過施設の設置高さ分高くなる。

新設の場合も、可能な限り自然流下になるように計画する。

また、複数の既設系列の隣に新たに本技術の系列を設ける場合には、極力既存施設の最初沈殿池流出水高さ（反応タンク流入水位）および最終沈殿池流出水路またはバイパス水路の水位を同一に揃えるように、DHS ろ床および生物膜ろ過施設の水位を設定する。



(a) 既存反応タンク内に DHS ろ床と生物膜ろ過施設を設置可能な場合



(b) 既存反応タンク内に DHS ろ床を地上に生物膜ろ過施設を設置する場合

図 4-3 本技術の水位高低計画例

#### § 24 導入効果の検証

施設設計を実施後、導入検討段階に行った概略効果（事業性）に対し、想定通りの導入効果が得られるかどうかの検証を実施する。

#### 【解 説】

導入検討段階では、本技術と標準活性汚泥法を比較し、概略の導入効果を算出した。

ここではより精度の高い条件設定による施設計画に基づいて導入効果の再検討を行う。本技術の導入における建設費、維持管理費を算出し、導入検討段階で期待していた効果が得られるか検証する。

なお、同じ標準活性汚泥法であっても、複数の運転方法や施設構成があり、これらによって電力費が異なる。比較対象とする標準活性汚泥法は、各下水処理場において適切な方式を選定し、対象範囲や設計条件を確認して、導入効果の比較検討を実施する必要がある。

## 第2節 施設設計

### § 25 施設設計の全体的な考え方

DHSろ床および生物膜ろ過施設のシステムとしての処理能力より、BOD15 mg/L以下を達成するように設計する。

#### 【解説】

DHSろ床および生物膜ろ過施設は、設計水量および設計水質を決定後、システムとして年間を通して最終処理水質 BOD15 mg/L以下を満足するように設計する。

水処理フローでは最初沈殿池の後、DHSろ床→生物膜ろ過施設の順となるが、**図4-4**に示すように、設計フローでは、施設配置検討の都合上、生物膜ろ過施設→DHSろ床の順に行う。

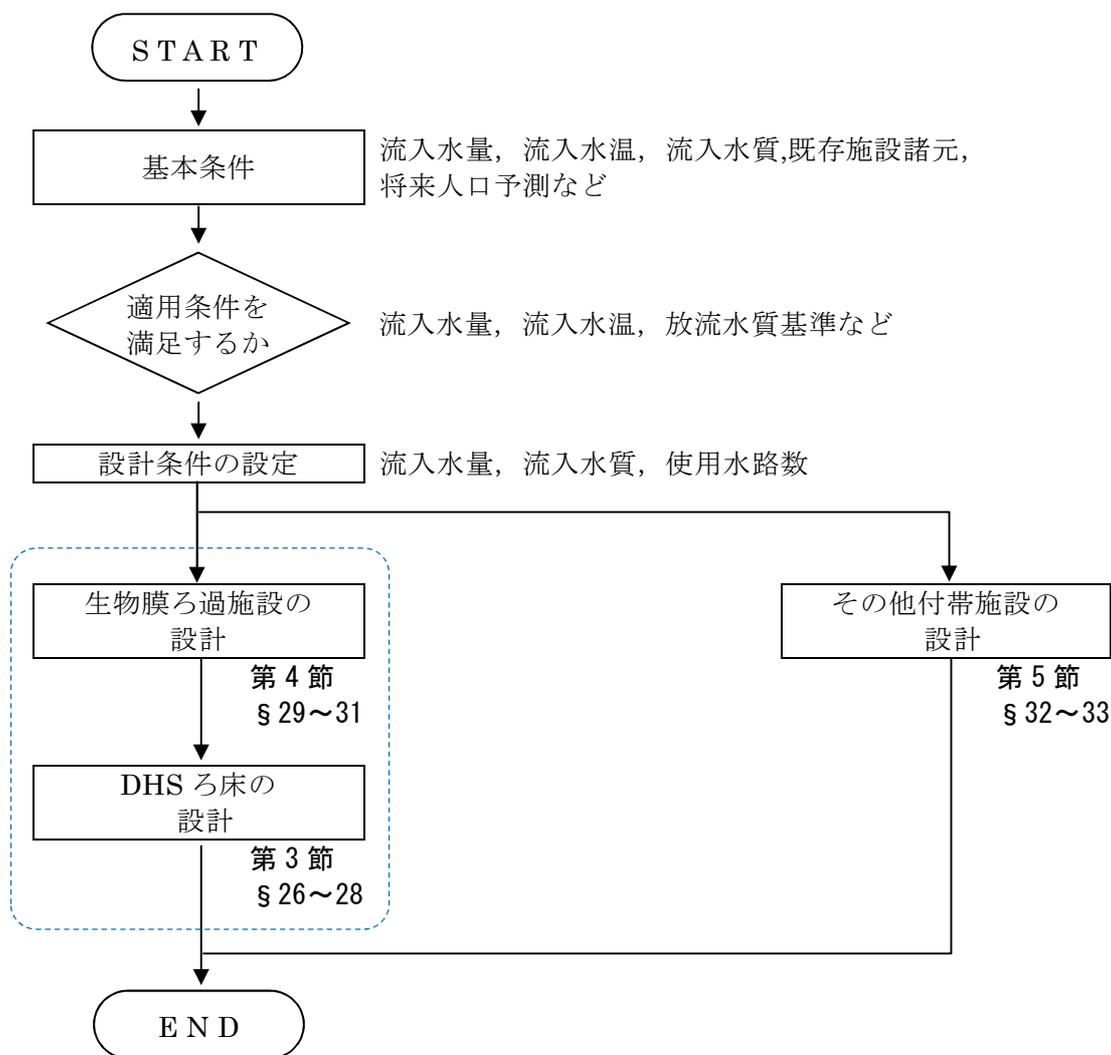


図4-4 基本設計手順フロー

なお、本技術のシステム許容負荷は、生物膜ろ過施設が日最大汚水量に対する  $LV50 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$  もしくは冬季日最大汚水量に対する  $LV40 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$  の条件下において、DHS ろ床許容容積負荷  $0.9 \text{ kg}/(\text{m}^3\text{-sponge} \cdot \text{日})$  とする。

生物膜ろ過施設では、まず LV よりろ過面積を決定し、配置検討を行う（第4節 § 29～31）。次に DHS ろ床では、DHS ろ床と生物膜ろ過施設のシステムとしての許容 BOD 容積負荷から DHS ろ床担体量を決定し、生物膜ろ過施設を除く反応タンク内空間において配置検討を行う（第3節 § 26～28）。この際、既存反応タンクに DHS ろ床と生物膜ろ過施設を設置できない場合は、DHS ろ床のみを既存反応タンク内に設置し、生物膜ろ過施設は地上設置を検討する。

なお、既存躯体の強度が耐震基準を満たしていないなど、§ 10（5）を満たせない場合も、別途 DHS ろ床および生物膜ろ過施設の屋外設置を検討する。

### 第3節 DHSろ床

#### §26 施設構成

DHSろ床は、散水部、ろ床部および集水部からなる。

#### 【解説】

図4-5にDHSろ床の構成を示す。

#### (1) 散水部

最初沈殿池流出水を各DHSろ床に均等に供給するための流入水路、配管および散水装置から構成される。最初沈殿池流出水のろ床部への散水は無動力で行われる。

#### (2) ろ床部

担体保持棚上に充填されているDHS担体に保持された高濃度の微生物によって有機物の除去、硝化および脱窒を行う部位である。本技術において最も重要な役割を有する。再更新時は、DHS担体と担体保持棚のみ更新を行う。

ろ床部内通気のための通気ファンとろ床部内にて発生するろ床バエを捕捉するためのフィルタを付属する。

#### (3) 集水部

DHSろ床処理水移送ポンプの運転のためにDHSろ床処理水を一時貯留する部位である。DHSろ床処理水を後段の生物膜ろ過施設へ送水する際、DHSろ床処理水移送ポンプにて揚水する必要がある。

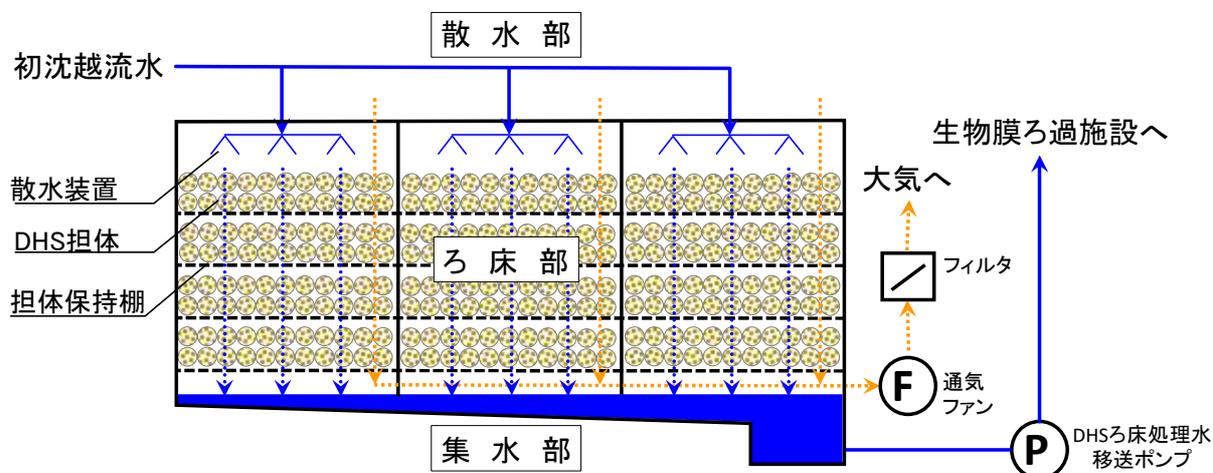


図4-5 DHSろ床の構成

§ 27 DHSろ床の設計

DHSろ床と生物膜ろ過施設のシステムとしての処理性能から求められたDHSろ床におけるBOD容積負荷に基づいてDHSろ床の仕様を決定する。

【解説】

(1) DHSろ床の設計手順

図4-6にDHSろ床の設計手順を示す。

水処理フローは最初沈殿池の後、DHSろ床、生物膜ろ過施設の順であるが、設計の順序としては、施設配置検討の都合上、生物膜ろ過施設を予め設計し(§30 生物膜ろ過施設の設計/生物膜ろ過施設設置面積の決定)、その後DHSろ床の設計を行う。

DHSろ床におけるBOD容積負荷は $0.9 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{sponge} \cdot \text{日})$ とする。

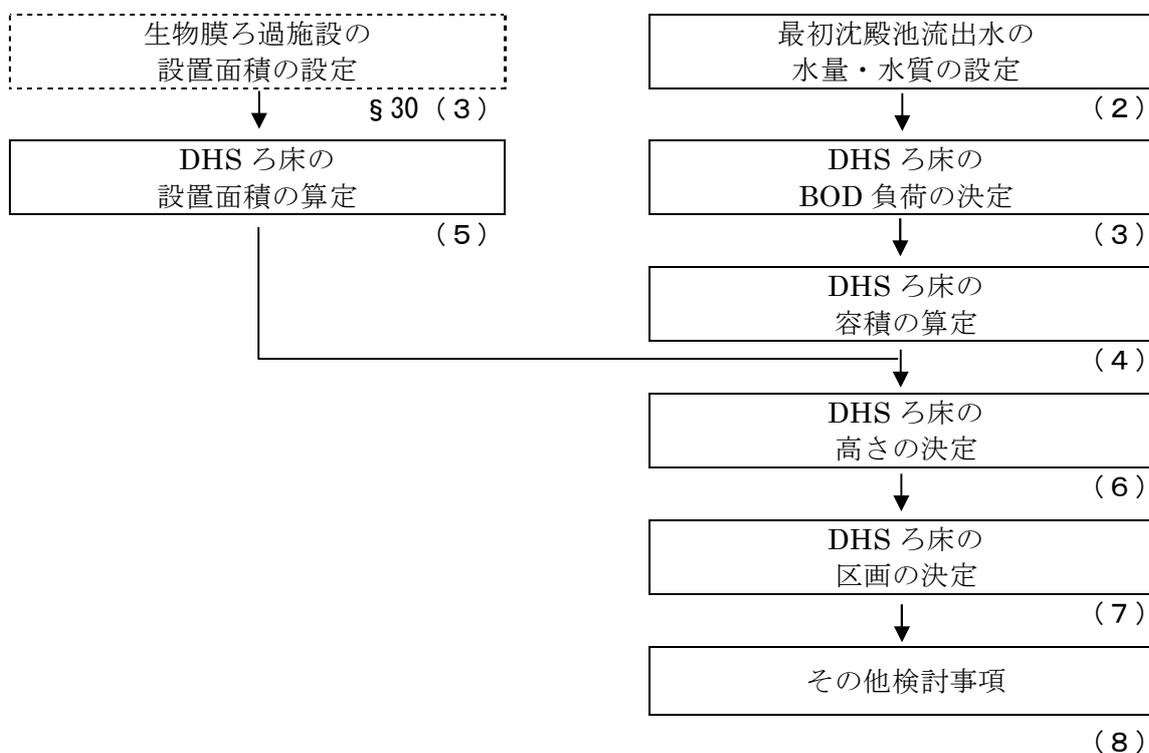


図4-6 DHSろ床の設計手順

(2) 最初沈殿池流出水の水量・水質の設定

最初沈殿池流出水の水量とBOD濃度を算定する。

最初沈殿池流出水量は流入下水量に生物膜ろ過施設における洗浄排水量を加味するものとする。洗浄排水量は流入下水量の10%とする。

BOD濃度は基本的に流入下水の60%として算定する。なお、ダウンサイジングして更新する場合、最初沈殿池の水面積負荷に余裕があるため、これ以上の除去率が得られることが考えられ

る。既存の最初沈殿池における BOD 除去率が分かる場合は、その値を用いて BOD 濃度を算定する。

### (3) DHS ろ床の BOD 負荷の決定

最初沈殿池流出水の水量と BOD 濃度を乗ずることにより、DHS ろ床に対する BOD 負荷を決定する。

### (4) DHS ろ床の容積の算定

DHS ろ床への BOD 負荷を DHS ろ床の BOD 許容容積負荷である  $0.9 \text{ kg-BOD}/(\text{m}^3\text{-sponge}\cdot\text{日})$  で除することにより DHS ろ床の DHS 担体量を決定する。さらに、DHS 担体量を充填率である 50% で除することにより、DHS ろ床の必要容積を算定する。

### (5) DHS ろ床の設置面積の算定

DHS ろ床の設置面積は、反応タンクの面積から § 30 (3) にて設定された生物膜ろ過施設の面積を減じることにより算定する。

### (6) DHS ろ床の高さの決定

DHS ろ床の担体の積高さは、DHS ろ床容積を設置面積にて除することにより算定する。DHS ろ床の高さは各段 0.78 m 以上とする。なお、DHS ろ床の段数については、有効水深が 3~4 m の場合は 3 段、4 m 以上の場合は 4 段とする。

### (7) DHS ろ床の区画の決定

DHS ろ床の区画(基本ユニットサイズ)は 15 年後の再更新時の流入水量を勘案して決定する。

※ 15 年間で流入水量が 20% 減少すると予測される場合は、極力 1 区画の処理水量を同じく 20% 以下すなわち、5 区画以上になるように区画を決定する。

### (8) その他検討事項

#### 1) 覆蓋

臭気やろ床バエの飛散を防止するため、DHS ろ床には覆蓋を行う。

#### 2) 通気ファン

維持管理性向上のため、余裕を持った風量で常時通気するものとする。

通気量は日平均汚水量の 6 倍とする。

DHS ろ床における圧力損失は 3.0 kPa (フィルタ分を含む) とする。

3) フィルタ

ろ床バエを捕捉するために設置する。

4) DHS ろ床処理水移送ポンプ

吐出量は日最大汚水量の2倍に洗浄排水量を加えた量を上限とする。

5) 集水部

基本的に既存反応タンク躯体の池排水ピットを用いて集水を行う。DHS ろ床処理水移送ポンプ運転のために、集水部には日最大汚水量における滞留時間が10分以上となるような有効容量を確保し、集水部水位を設定する。

## § 28 既設改造の留意点

既存施設反応タンクの DHS ろ床設置範囲の改造では、以下に留意する。

- (1) DHS ろ床の設置位置
- (2) 既存躯体における撤去対象部分
- (3) 既存躯体の構造計算

### 【解説】

#### (1) DHS ろ床の設置位置

既存水処理施設の反応タンク内に DHS ろ床と生物膜ろ過施設を設置する場合、DHS ろ床から生物膜ろ過施設への移送はポンプアップを行う必要がある。そこで、既存躯体改造内容が極力少なくなるよう、基本的には池排水ピットがある側に DHS ろ床を設置する。

#### (2) 既存躯体における撤去対象部分

DHS ろ床については、既存躯体に覆蓋がある場合、維持管理スペースを確保するために、設置範囲の覆蓋の撤去が必要な場合がある。また、更新時の流入率が高い場合、配管パラペットの張出部の撤去も必要な場合がある。

#### (3) 既存躯体の構造計算

既存躯体は、底版や側壁に水圧（分布荷重）が掛かる前提で部材厚や配筋量等が設計されている。それに対して、DHS ろ床を導入する場合は、躯体に掛かる総荷重が既存施設と比較して軽量となるものの、主に脚部を中心に集中荷重が掛かるようになる。そのため、導入検討の際は、生物膜ろ過施設と合わせて躯体の構造計算を行うことにより、躯体強度の確認を行うと共に、必要に応じて躯体補強工事の設計を行う。

## 第4節 生物膜ろ過施設

### § 29 施設構成

生物膜ろ過施設は、分配槽と生物膜ろ過槽からなる。

#### 【解説】

図 4-7 に生物膜ろ過施設の構成を示す。

#### (1) 分配槽

生物膜ろ過槽が複数ある場合に必要となる。DHSろ床処理水を均等に分配するための槽である。

#### (2) 生物膜ろ過槽

ろ過により SS の除去を行うとともに、生物処理により BOD 除去と硝化を行い、年間を通じて本技術のシステム全体として処理水質を安定化させる槽である。ろ過に伴い目詰まりが進行するため、定期的にエアリフト洗浄を行う。このために、エアリフト装置と担体分離スクリーンを具備する。洗浄工程において、担体と処理水はエアリフト装置内にもみ洗いされながら上昇する。もみ洗いにより清浄になった担体は担体分離スクリーン上を転がり生物膜ろ過槽内に戻り、担体から剥離された SS 分を含む洗浄排水は担体分離スクリーンで補足され、池排水の配管を通じてポンプ井に返流される。再更新時は、担体と消耗部品であるエアリフト装置と担体分離スクリーンのみ更新を行う。

生物処理に必要な送気のための送気ブロワと、担体洗浄に必要なエアリフト空気源となるコンプレッサを付属する。

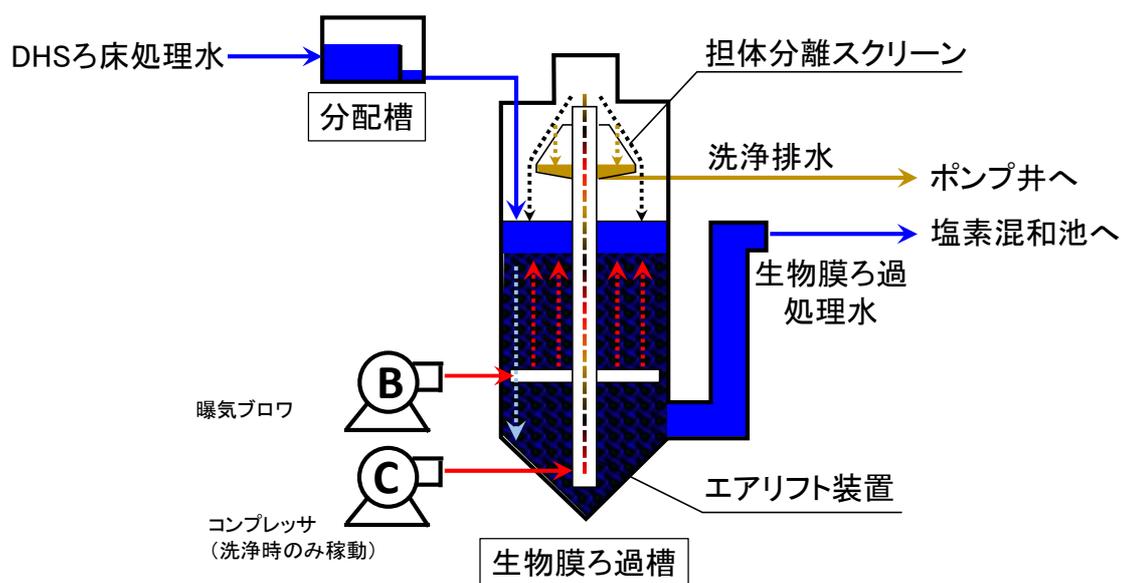


図 4-7 生物膜ろ過施設の構成

§ 30 生物膜ろ過施設の設計

生物膜ろ過施設は、ろ過速度が流入水量に対して 50 m<sup>3</sup>/日（冬季流入水量に対して 40 m<sup>3</sup>/日）になるよう、ろ過面積を設計する。

【解説】

(1) 生物膜ろ過施設の設計手順

図 4-8 に生物膜ろ過施設の設計手順を示す。

水処理フローは最初沈殿池の後、DHS ろ床、生物膜ろ過施設の順であるが、設計の順序としては、施設配置検討の都合上、生物膜ろ過施設を予め設計する。

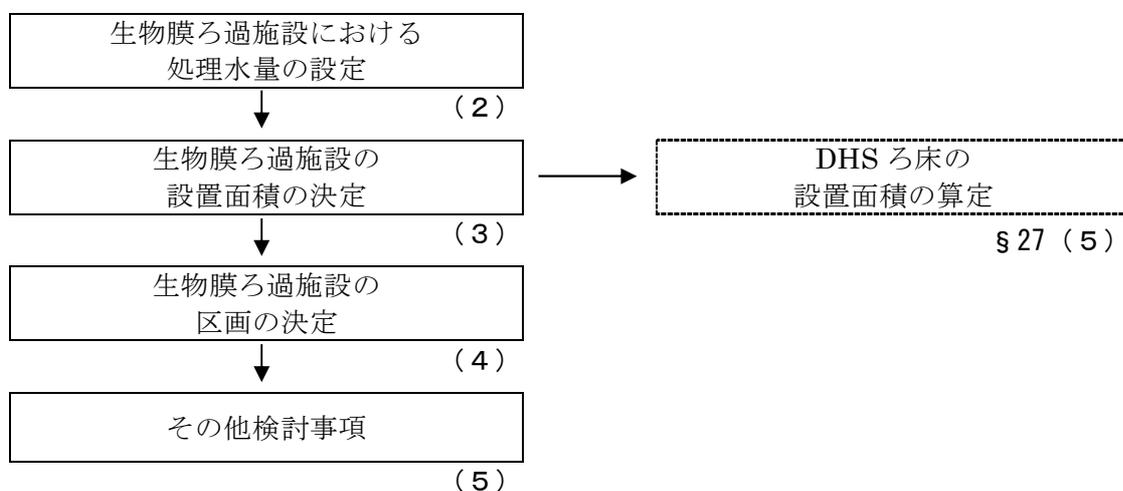


図 4-8 生物膜ろ過施設の設計手順

(2) 生物膜ろ過施設における処理水量の設定

日最大汚水量時の生物膜ろ過施設における処理水量（返流量を含む）を設定する。生物膜ろ過施設における処理水量は DHS ろ床における処理水量と同量とし、流入下水量に生物膜ろ過施設における洗浄排水量を加味するものとする。洗浄排水量は流入下水量の 10%とする。

(3) 生物膜ろ過施設の設置面積の決定

日最大汚水量に対して 50 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>・日)もしくは冬季日最大汚水量に対して 40 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>・日)となる大きいほうのろ過面積より、生物膜ろ過施設の最低設置面積を算定する。既存躯体形状を考慮し、設置面積およびろ過面積を決定する。なお、設置区画は複数となるようにする。

本結果を受けて DHS ろ床の設置可能面積の算定（§ 27 (5)）を行う。

(4) 生物膜ろ過施設の区画の決定

生物膜ろ過施設の区画（基本ユニットサイズ）は 15 年後の再更新時の流入水量を勘案して決定する。

(5) その他検討事項

1) 覆蓋

外部からの飛来物の侵入を防止するため、生物膜ろ過施設には覆蓋を行う。

2) 送気ブロワ

維持管理性向上のため、余裕を持った風量で常時送気するものとする。

送気量は冬季時間最大汚水量に対して3倍または時間最大汚水量の2倍のうち大きいほうが上限となるようにする。また、送風圧力は40 kPaとする。

3) コンプレッサ

洗浄用空気量はろ過面積当たり15 NL/(m<sup>2</sup>・分)として算出する。

必要圧力は0.3 MPaとする。

### § 31 既設改造の留意点

既存施設反応タンクの生物膜ろ過施設設置範囲の改造では、以下に留意する。

#### (1) 既存躯体における撤去対象部分

#### (2) 既存躯体の構造計算

生物膜ろ過施設を地上設置する場合は、以下に留意する。

#### (3) 新規機械基礎の設計

### 【解説】

#### (1) 既存躯体における撤去対象部分

生物膜ろ過施設の設置範囲については、既存躯体に覆蓋がある場合、設置範囲の覆蓋を撤去する必要がある。また、更新時の流入率が高い場合、配管パラペットの張出部の撤去も必要となる。

#### (2) 既存躯体の構造計算

既存躯体は、底版や側壁に水圧（分布荷重）が掛かる前提で部材厚や配筋量等が設計されている。それに対して、生物膜ろ過施設を導入する場合は、躯体に掛かる総荷重が既存施設と比較して軽量となるものの、主に脚部を中心に集中荷重が掛かるようになる。そのため、導入検討の際は、生物膜ろ過施設と合わせて躯体の構造計算を行うことにより、躯体強度の確認を行うと共に、必要に応じて躯体補強工事の設計を行う。

#### (3) 新規機械基礎の設計

新規機械基礎の設計にあたっては、まず設置予定場所のボーリングデータより地盤条件を設定する。次に、基礎工法を比較検討し、地盤条件に最適な基礎工法において詳細設計を行う。さらに新規機械基礎の構造計算を行う。

なお、生物膜ろ過施設の設置が可能な基礎床板がある場合は、それを流用することができる。その際は、生物膜ろ過施設導入時の基礎床板の構造計算を行う。

## 第5節 その他付帯施設

### § 32 前処理施設

前処理施設として、以下について検討し、必要に応じて設計を行う。

- (1) 汚水調整槽
- (2) スクリーン設備
- (3) 脱水ろ液貯留槽
- (4) その他負荷平滑化施設

#### 【解説】

#### (1) 汚水調整槽

##### 汚水調整槽の要否判断基準

汚水調整槽の要否は時間最大汚水量と日最大汚水量の比より判断する。時間最大汚水量と日最大汚水量の比が2以下の場合は不要であるが、2より大きい場合は汚水調整槽の検討が必要となる。

#### 検討手順

##### 汚水調整槽必要容積の算定

汚水調整槽の必要容積は、日間変動パターンより決まる。図4-9のとおり時間最大汚水量と日最大汚水量の2倍の差分量とする。

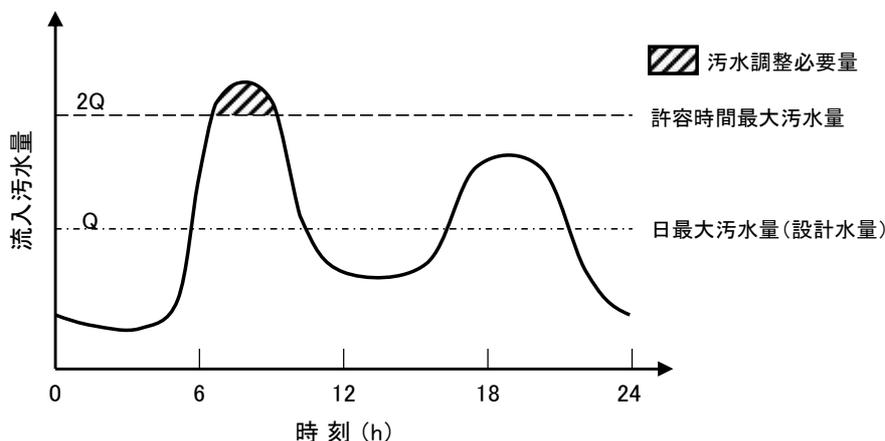


図4-9 汚水調整槽必要量

#### 使用槽の検討

検討にあたって、まずポンプ井における汚水調整容量を確認する。ポンプ井における汚水調整が困難な場合は、既存の余剰施設（最初沈殿池，反応タンクおよび最終沈殿池）もしくは本技術導入に伴い不要となる施設（最終沈殿池）の汚水調整槽としての使用を検討する。既存施設を使用できない場合は、新規汚水調整槽の設置を検討する。

汚水調整槽の構造については、設計指針の第4章 第4節 汚水調整池によるものとする。

### 付帯設備

汚水調整槽の付帯設備については、設計指針の第4章 第4節 汚水調整池によるものとする。

### (2) スクリーン設備

DHSろ床の散水装置における閉塞を回避するため、スクリーン設備のスクリーン目幅は微細目(原則2mm)とする。微細目でない場合、微細目スクリーンの設置が必要である。

### (3) 脱水ろ液貯留槽

本技術では、水処理施設に対する負荷平滑化のために、脱水ろ液貯留槽が必要である。生物膜ろ過施設の洗浄排水や重力濃縮槽越流水など脱水ろ液以外の返流水については、直接ポンプ井などに返流させて問題ない。

### 検討手順

#### 脱水ろ液貯留容量の算定

汚泥脱水機の運転頻度を設定し、設定した汚泥脱水機の運転頻度から脱水ろ液貯留槽の検討を行う。脱水ろ液貯留容量は、脱水日1日の脱水ろ液発生量に汚泥脱水機洗浄水量を加えた容量とする。

#### 使用槽の検討

検討にあたっては、まず返流水槽の容量を確認する。次に既存の余剰施設(処理水槽など)を脱水ろ液貯留槽としての使用を検討する。以上の既存施設を使用できない場合は、新規脱水ろ液貯留槽の設置を検討する。

### 付帯設備

#### 攪拌装置

脱水ろ液貯留槽には脱水ろ液の腐敗、沈殿およびスカム発生の防止のために、攪拌装置を設ける。

#### 流出設備

脱水ろ液のポンプ井への移送は自然流下を優先するが、それが困難な場合はポンプでの移送とする。

### (4) その他負荷平滑化施設

し尿などの受入れをする場合も、脱水ろ液と同様に負荷平滑化のため貯留槽を設ける。

**§ 33 付帯施設**

その他付帯施設として、以下について検討し、必要に応じて設計を行う。

- (1) 汚泥処理設備
- (2) アルカリ注入設備
- (3) PAC 注入設備
- (4) 非常通報装置

**【解説】****(1) 汚泥処理設備**

本技術の汚泥発生率（＝（放流水中の固形物乾燥重量＋脱水汚泥の固形物乾燥重量）／流入下水中の固形物乾燥重量）は 0.6 以下である。標準活性汚泥法の汚泥発生率は約 1.0 のため、本技術では、汚泥発生量は標準活性汚泥法と比べて 40%以上削減される。このため、水処理施設の更新に合わせて汚泥処理設備を更新する場合は、本技術の汚泥発生量に合せた汚泥処理設備の検討が望ましい。

汚泥処理設備を更新しない場合は、汚泥処理設備容量に余裕が出るため、汚泥脱水設備の運転頻度の削減など運転方法について検討する。

**(2) アルカリ注入設備**

本技術では、一般的な流入水質の場合、放流水 pH の一日平均値は放流基準を遵守できる。しかし、流入する NH<sub>4</sub>-N 濃度の時間変化に伴う時間的な硝化量の増加により、放流水 pH が 5.8 を下回ることがある。流入する NH<sub>4</sub>-N のピーク値とそのときのアルカリ度を確認し、アルカリ度が NH<sub>4</sub>-N の 4 倍未満の場合は、アルカリ注入設備を検討する。

**(3) PAC 注入設備**

異常に負荷の高い水質が流入した場合、DHS ろ床および生物膜ろ過施設における供給酸素量が不足し、急激な処理水中の DO 低下が起きる。このとき、緊急対応として凝集剤（PAC など）を最初沈殿池前段に注入することで、最初沈殿池における固液分離能力を向上し、後段への負荷を軽減することで対応する。緊急事態発生時に即時対応できるよう、仮設用の薬注ユニットと数日分の凝集剤を保管していることが望ましい。なお、急激な処理水中の DO 低下については、(4) に示す非常通報装置にて維持管理者に通報を行う。

**(4) 非常通報装置**

標準活性汚泥法の監視体制は 24 時間監視が基本である。しかし、本技術は週 2 日の巡回監視が基本となる。夜間や巡回監視日以外は無人となるため、既存設備に非常通報装置がない場合は、非常通報装置を追加する。

## 第6節 その他留意点

### § 34 再更新時のダウンサイジング手法

本技術を再更新する場合,そのときの流入水量に合わせてユニット数や担体量を調整することにより, 処理規模を削減することができる。

#### 【解説】

本技術を再更新する場合, 再更新時の流入水量に合わせた処理規模に使用ユニット数や担体量を調整することが可能である。再更新例を図4-10に示す。DHSろ床および生物膜ろ過施設共に, ユニット数については, 本技術導入時に予め設定した区割りに従い, 再更新範囲を縮減することができる。DHSろ床については, 担体量も流入水量に合わせた調整が可能である。

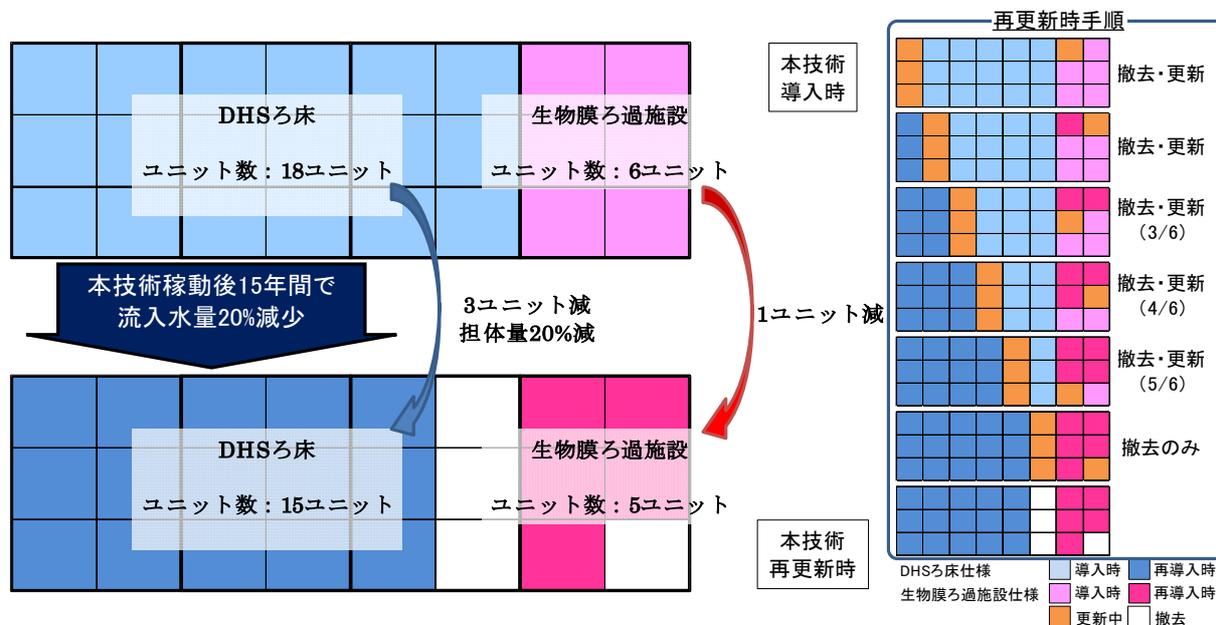


図4-10 本技術の再更新例

また, DHSろ床や生物膜ろ過施設の構成部品である柱や梁, 缶体といった基幹部材は, 摩耗や腐食が進行しにくい環境で使用されるため, 基本的に既設流用が可能である。DHSろ床と生物膜ろ過施設はともに担体の交換の必要があるが, ユニット毎に使用していた担体をバキュームで全量抜き出し後, 新しい担体を投入するため, 作業性もよい。

この結果, 本技術を再更新することにより, 再更新時の建設費を削減することが可能であり, かつ, それまで同様に維持管理費を削減することが可能なため, よりライフサイクルコストの削減効果を得ることができる。

§ 35 環境対策

環境対策として、臭気漏洩の防止、ろ床バエの飛散防止が可能な設備とする。

【解説】

主な作業環境の悪化内容として、DHSろ床における臭気の漏洩とろ床バエのDHSろ床外への飛散がある。

本技術では、DHSろ床において通気に必要な配管以外を密閉構造とすることで、これらの対策を行う。

臭気については、DHSろ床上部に吸気ノズルがあるが、DHSろ床内を負圧とすることで、DHSろ床外に臭気が漏れることを防止する。

ろ床バエについては、外部との境界となるDHSろ床上部吸気ノズルの先端に防虫網を設置することで、DHSろ床外へのろ床バエの飛散を防止する。また、通気ファンにて吸込まれたろ床バエについては、通気ファンにて破碎後、フィルタにて捕集を行うことで、外部への飛散を防止する。

§ 36 監視制御システム

監視制御システムは、流入水量、各水槽の水位等を測定・監視するとともに、送気量を調整できるようにする。生物膜ろ過施設の洗浄は、タイマーもしくはろ過損失水頭により自動で行うシステムとする。本技術は巡回監視のため、本システムにより遠隔監視を行うことを基本とする。

【解説】

本技術の監視を行う計装機器の配置位置を図4-11に示す。また、各々の計装機器の用途目的を表4-2に示す。なお、本技術は巡回監視のため、これらの情報は遠方にある事務室（制御管理室）に送って、一元常時監視することを基本とする。

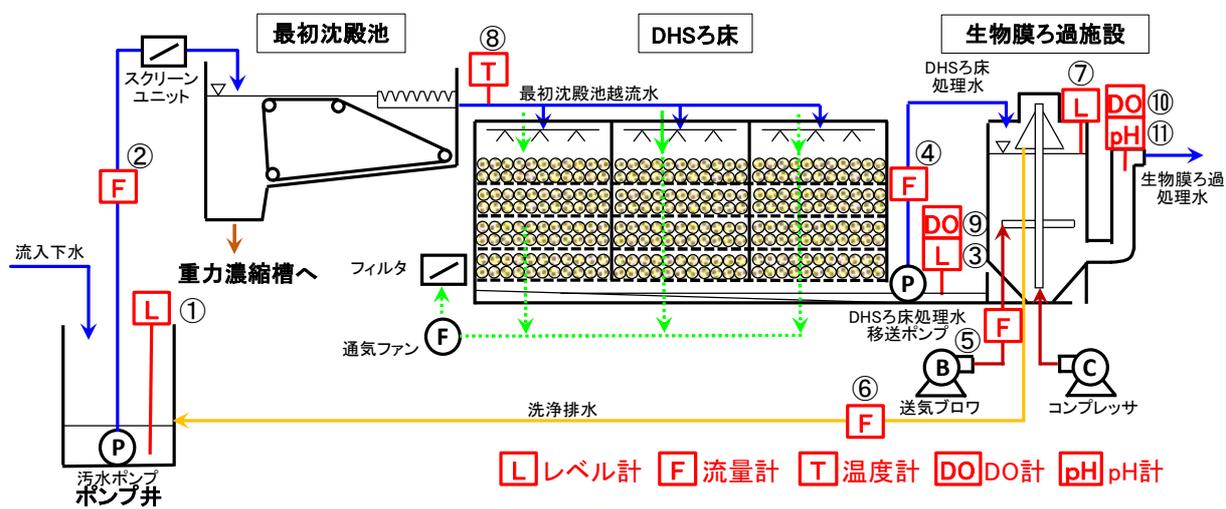


図4-11 本技術の計装機器の設置位置

表 4-2 計装機器一覧

計装機器	用途		目的
	監視	制御	
①ポンプ井水位計	○	○	水位の監視・汚水ポンプ制御
②流入下水流量計	○	○	流量の監視・汚水ポンプ制御
③DHSろ床集水部水位計	○	○	水位の監視・DHSろ床処理水移送ポンプ制御
④DHSろ床処理水流量計	○	○	流量の監視・DHSろ床処理水移送ポンプ制御
⑤送気ブロワ流量計(送風量)	○	○	流量の監視・送気ブロワ制御
⑥生物膜ろ過洗浄排水流量計	○		流量の監視
⑦生物膜ろ過槽水位計	○		水位異常の監視
⑧最初沈殿池流出水温度計	○		水温の監視
⑨DHSろ床処理水 DO 計	□		DO の監視
⑩生物膜ろ過処理水 DO 計	○		DO の監視・送気倍率(送風量)の設定変更
⑪生物膜ろ過処理水 pH 計	□	□	pH の監視・アルカリ注入設備制御

※○：設置が必要 □：流入・放流条件により設置が必要

### (1) 水位計・流量計

制御として使用される主な水位計および流量計は、流入下水を最初沈殿池、DHSろ床、生物膜ろ過施設の順に流すポンプ類の制御のためのもの(①～④)、および生物膜ろ過施設における送気量の調整のためのもの(⑤)となる。

### (2) 温度計

本技術は生物学的処理のため、その処理性能は水温による影響を受ける。DHSろ床に流入する水温を測定することで、処理性能の傾向の把握や運転管理の目安とする。

本技術は巡回監視のため、急激な水温低下を遠隔で監視する。

### (3) DO計

本技術は生物学的処理のため、その処理性能は酸素供給能による影響を受ける。DHSろ床においては、日平均汚水量に対して6倍以上の通気により十分な酸素が供給されることが、また生物膜ろ過施設については、流入水量に対して2～3倍の送気により十分な酸素が供給されることが実証研究により示されているが、異常水(高濃度水)が流入した場合等に酸素不足により急激にDOが低下する可能性がある。

本技術は巡回監視のため、処理水中の急激なDO低下を遠隔で監視する。

### (4) pH計

本技術では、流入水質の変化によっては硝化が進行し、放流水pHが低下することがある。流入・放流条件より放流基準を満たせないと予想される場合、アルカリ注入設備とともにpH計を設置する。

**§ 37 汚泥処理設備への影響**

本技術の導入により、汚泥性状が変化し、汚泥が減量化される。本技術の導入に合わせて、汚泥処理設備の処理規模縮減も可能となる。

**【解説】**

本技術における汚泥発生率は低く、DHSろ床における汚泥減量化が可能である。また、汚泥性状も新鮮な最初沈殿池汚泥の割合が高いため、脱水性が高くなる。

よって、本技術の導入に合わせて、汚泥処理設備の処理規模縮減も可能である。なお、既存汚泥処理設備をそのまま使用することも可能であり、この場合、汚泥脱水機の運転時間の大幅な削減が可能である。

**(1) 汚泥発生量**

本技術では、実証試験の結果、標準活性汚泥法と比較して40%以上の減量化が可能であった(後述の資図1-9参照)。

**(2) 汚泥性状**

本技術において発生する汚泥は全て最初沈殿池より引き抜かれる汚泥である。この汚泥には、生物膜ろ過洗浄排水のSS由来のものも含まれるが、その量はDHSろ床での汚泥減量化により少なくなっている。そのため、本技術で得られる汚泥は生汚泥由来の比率が高く、その汚泥性状は生汚泥に近い(後述の資表1-5参照)。

**(3) 脱水性**

本技術で得られる汚泥は生汚泥に酷似しているため、一般的な標準活性汚泥法にて発生する汚泥と比べて、脱水性が格段に向上する。脱水性を資料編に示す。

本技術の脱水性は良好であり、脱水汚泥含水率は70%と、標準活性汚泥法の75~82%に対して8ポイント程度低かった。

**(4) 留意事項**

ダウンサイジングして更新する場合、汚泥処理設備が過大となり、汚泥脱水設備の運転頻度が削減されることがある。この場合、汚泥貯留槽の容量が汚泥脱水設備の運転頻度に適合した容量であることを確認し、不足する場合は汚泥貯留槽の増設について検討する。特に、既存設備にて重力濃縮槽を汚泥貯留槽として使用している場合は、重力濃縮槽における汚泥の滞留時間が長いため、汚泥の腐敗が進行しやすい。これにより、スカムの大量発生や脱水機供給汚泥濃度の低下・不安定化が進むため、別途汚泥貯留槽の使用を検討する。汚泥貯留槽の容量が不足する場合は、重力濃縮槽を汚泥貯留槽として使用することも検討する。

## 第5章 維持管理

### 第1節 システム全体としての管理

#### § 38 本技術の立上げ方法

本技術の立上げに際しては、DHSろ床に対する植種を行い、段階的に流量負荷を上げて行うことで、早期立上げが可能である。

#### 【解説】

本技術の立上げにおいては、植種をしなくとも立上げが可能であるが、汚泥を植種することで早期立上げが可能である。立上げ時期は汚水を処理する生物の活性の高い高水温期が望ましい。立上げ期間は夏季高水温期（25℃以上）では約2週間であり、冬季低水温期（15℃～19℃）でも約1ヶ月である。

#### （1）植種

植種する汚泥は既存標準活性汚泥法施設の余剰汚泥を基本とし、植種対象はDHSろ床とする。生物膜ろ過施設はDHSろ床処理水に含まれるSS分により自ずと植種されるため、生物膜ろ過施設の植種は不要である。余剰汚泥を植種する際、DHSろ床の散水装置閉塞リスク低減のため、微細目スクリーンを通す必要がある。参考植種フローを図5-1に示す。

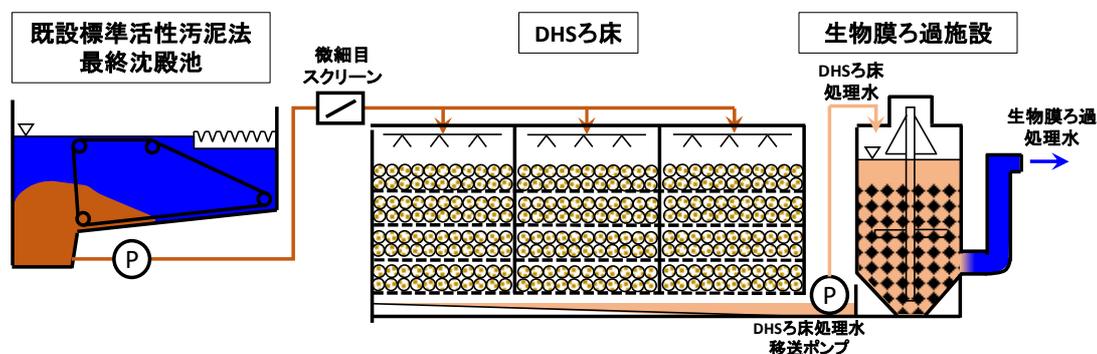


図5-1 植種時フロー例

#### （2）立上げ中の運転方法

立上げ時期の平均流入下水量の50%にて処理を開始し、生物膜ろ過処理水のBODが15 mg/L以下であることが確認できたところで、75%、100%の順に処理水量を上昇させる。冬季立上げ中における運転方法を表5-1に示す。本技術は生物学的処理であるため、水温や水質などの季節的変動の影響を受ける。そこで、生物膜ろ過施設内のSS捕捉状況や処理水質に応じて送気倍率や洗浄時間の変更を行う必要がある。

表 5-1 立上げ中の運転方法

施設名称	操作項目	操作内容
DHS ろ床	通気量	6 倍 (対日平均汚水量)
	集水部洗浄	定期的に実施 1 日当り 10 分
生物膜ろ過施設	送気量	2.5～3.0 倍 (対流入水量：冬季) 2.0 倍 (対流入水量：冬季以外)
	洗浄	定期的に実施 1 日 1 槽当り 12 分
脱水ろ液貯留槽	使用・不使用	使用

### (3) 立上げ中の留意点

本技術の立上げ中は、DHS ろ床における生物処理能力が立上げ完了後と比較して低く、DHS ろ床における SS 除去性能が高い。よって、生物膜ろ過施設においては、DHS ろ床から生物膜ろ過施設への SS (汚泥) の供給量が少ない中で十分な生物処理を行う必要がある。生物膜ろ過施設における生物処理のためには汚泥保持が重要であり、洗浄過多には特に注意が必要である。また、本技術の立上げ中は、DHS ろ床における脱窒能力が低いにもかかわらず、生物膜ろ過施設において硝化が進行するため、生物膜ろ過処理水中の pH が低下する傾向がある。このため、特に立上げ中は生物膜ろ過処理水 pH に注意し、必要に応じてアルカリ剤の添加を行う。植種期間は既存標準活性汚泥法施設から発生する汚泥性状が変わり、生汚泥の割合が高くなる。また、本技術の立上げを開始後も、水量負荷を上げるに従い、生汚泥の割合が段階的に高くなる。発生汚泥の脱水性が向上するため、汚泥脱水機における過薬注に注意が必要である。

また、本技術に対する水量負荷を上げるに伴い、汚泥処理設備からの返流水負荷も上昇する。特に脱水過程における返流水負荷が上昇するため、本技術の立上げ直後より、脱水ろ液による返流水負荷の平滑化を行う。

なお、既存標準活性汚泥法については、立上げ完了を確認するまでは生物処理機能を維持する。

### (4) 立上げ完了の目安と立上げ完了後の留意点

本技術の立上げ完了は規定水量にて放流水質を満足したことで立上げ完了とする。

立上げ完了後は、既存標準活性汚泥法の立下げを行うが、その際、活性汚泥が腐敗しないように、すみやかに反応タンクおよび最終沈殿池に貯留されている汚泥を処理する。

§ 39 本技術の基本運転方法

本技術の運転管理は基本的に自動運転である。ただし、安定した処理水質を確保するためには、生物膜ろ過施設の適切な管理が必要である。

【解 説】

本技術の運転は、DHS ろ床および生物膜ろ過施設ともに自動化されている。

本技術の基本運転操作方法を表5-2に示す。DHS ろ床および生物膜ろ過施設は、生物学的処理であるため、水温や水質などの季節的変動の影響を受けるが、ともに生物膜法のため負荷変動に強い。また、DHS ろ床および生物膜ろ過施設ともに運転管理性を向上するために、一年を通して若干余裕をもった通気および送気を行っており、DHS ろ床については、初期調整後は異常時を除き基本的に年間を通じて運転調整は不要である。生物膜ろ過施設については、日常的な運転調整は不要であるが、水温帯毎に送気量及び洗浄時間の調整が必要であり、夏季高水温期はSSに付着した硝化菌によるBODへの影響を、冬季低水温期はDHS ろ床の処理性能低下を考慮した運転調整が必要となる。

また、汚泥処理設備における汚泥脱水機の運転頻度が少ない場合は、脱水ろ液による返流水負荷の影響を大きく受けるため、脱水ろ液貯留槽を設け、流入負荷ができるだけ均等になるように、脱水ろ液の返流量および返流時間を調整する。

なお、その他付帯設備の流量調整機能、スクリーン設備、アルカリ注入設備およびPAC注入設備については、「下水道維持管理指針2014年版実務編」（公益社団法人日本下水道協会）に準ずるものとする。

表5-2 本技術の基本運転操作方法

施設名称	操作項目	操作内容
DHS ろ床	通気量	6倍（対日平均汚水量）（固定）
	集水部洗浄	定期的実施 1日当たり1回10分（自動）
	散水装置フラッシング	定期的実施 1日当たり2回各1分（自動）
	フィルタ洗浄	定期的実施 1週間当たり1回1分（自動）
生物膜ろ過施設	送気量	2.0～3.0倍（対流入水量）※1 水温帯により調整
	洗浄時間	30～120分/（槽・日）※1 水温帯により調整
脱水ろ液貯留設備	返流量・返流時間	流入負荷が均等になるように調整（自動）
アルカリ注入設備※2	アルカリ剤の添加	pH低下時間帯に注入（自動）

※1 生物膜ろ過施設の調整方法詳細は§42による。

※2 アルカリ注入設備が必要な場合に限る。

§ 40 維持管理体制

本技術の運転管理は週 2 日の巡回監視で対応可能である。

【解 説】

本技術は運転操作の変更が必要な内容もあるが、基本的に自動運転が可能である。操作内容の変更も季節的な変動に伴うものであり、操作変更頻度が少ない。実証期間における設定変更頻度は 3 ヶ月に 1 回であった。

流入水量や流入水質に大きな変動がない限り、維持管理は関連機器の運転状況の確認が主となる。このため、本技術の運転管理は週 2 日の巡回監視で対応が可能である。

近郊にある下水処理場や浄水場、最終処分場、漁業・農業集落排水処理場の維持管理を含めた総合的な維持管理体制を構築することが望ましい。

## 第2節 運転管理

## § 41 DHSろ床

DHSろ床では、初期調整後は異常時を除き基本的に運転管理は不要である。

## 【解説】

DHSろ床では、初期調整後一年を通して、異常時を除き基本的に運転管理は不要である。処理が適正に行われている状況下では、散水された下水がろ床部上部から下部に流下するに従い、有機物が優先的に分解された後、アンモニアの硝化と一部脱窒が行われる。

DHSろ床では、DHSろ床自体の構造も密閉構造としているため、DHSろ床内部にろ床バエや貝が発生し、またそれらの死骸が存在する。しかし、DHS担体自体が大きく空隙率が高いため、ろ床部の目詰まりは起こらず、ろ床部の洗浄なしでも、DHSろ床では安定した処理性能が得られる。

DHSろ床における運転管理内容は以下の通りである。各々の操作内容および設定については表5-2を参照のこと。

## (1) 通気量

通気量は、日平均汚水量に対して6倍を標準とする。これは、維持管理性を第一に考えて、余裕を持った設定である。実証研究においては季節変動に関係がなく、本通気量にて酸素供給不足による処理機能の低下は認められなかった。

なお、定期的にDHSろ床処理水のDOを測定することで、通気量の過不足の確認が可能である。

## (2) 集水部洗浄

集水部にはろ床バエの死骸やSS分等が底部に堆積するため、定期的な底部洗浄（自動）を実施する。

## (3) 散水装置フラッシング

散水装置の閉塞抑制のため、定期的なフラッシング（自動）を実施する。

## (4) フィルタ洗浄

DHSろ床内で発生したろ床バエの一部は通気ファンにてDHSろ床より吸引され、通気ファンにて破碎された死骸がフィルタにて補足される。週1日、巡回監視にてフィルタ状況確認の上、洗浄弁開閉操作にて定期的に洗浄（自動）を実施する。

§ 42 生物膜ろ過施設

生物膜ろ過施設では、DHSろ床の季節毎処理性能の変化に応じて、送気量の調整、担体の洗浄時間の調整等を行う。

【解説】

生物膜ろ過施設では、DHSろ床における季節毎の処理性能（DHSろ床処理水質）の変化に応じた処理が求められる。

DHSろ床の特長として、散水された下水とDHS担体内に高濃度保持した汚泥の接触時間を、スポンジの保水性により十分に確保することができることから、一過式で処理性能が安定するが、DHSろ床処理水質の季節変動としては、表5-3のような傾向が見られる。

表5-3 DHSろ床処理水の水質傾向と生物膜ろ過施設の役割

水温 (目安)	DHSろ床処理水			生物膜ろ過施設の役割	
	有機物 (C-BOD)	NH <sub>4</sub> -N	SS	生物処理	ろ過
15℃以上20℃未満	高	高	非常高	◎	◎
20℃以上30℃未満	低	低	中	○	○

表5-3に示したとおり、季節毎に水質の変化が見られる。生物膜ろ過施設では、DHSろ床処理水に残存する有機物の酸化の除去は当然のこと、N-BODのもととなるアンモニア性窒素とSSを除去することで、年間を通じて安定した処理水質を得ることができる。生物膜ろ過施設における役割は、表5-3に併記したとおり水温により異なる。この役割をもとに、送気量や洗浄時間の設定を行う。

(1) 送気量

送気量は、必要とされる有機物の酸化および硝化の度合いにより水温帯毎に調整する。

水温20℃以上では、DHSろ床での有機物の酸化および硝化も進行するため、低めの送気倍率で処理ができる。水温15～20℃では、DHSろ床での有機物の酸化および硝化が緩慢となるため、高めの送気倍率に設定する必要がある。

流入負荷が大きく変化する時期がある場合は、その傾向も考慮したうえで送気量を設定する。送気倍率の目安を表5-4に示すが、処理場毎に各水温帯における設定値の調整が必要である。

(2) 洗浄時間

洗浄時間は、必要とされるろ過の度合いにより調整する。

水温20℃以上では、DHSろ床における自己消化が進行するため、DHSろ床処理水中のSSは比較的少ない。よって、洗浄時間は短めに設定する。水温15～20℃では、DHSろ床からのSSの流

入が非常に多くなるため、高水温帯と比べて洗浄時間も長く設定する。

なお、洗浄時間の設定が長すぎると、生物膜ろ過槽内に保持される汚泥量が減ることになるため、生物処理機能が低下する。過度な洗浄には注意が必要である。

洗浄時間の目安を表5-4に示すが、処理場毎に流入水質が異なるため、各水温帯における設定値の調整が必要である。

表 5-4 生物膜ろ過施設の設定目安

水温	送気倍率	洗浄時間
15℃以上20℃未満	流入水量の2.5～3.0倍	1日槽当り90～120分
20℃以上	流入水量の2倍	1日槽当り30分

§ 43 水質管理

本技術を構成する各施設の処理状況に問題が生じていないかを把握するために、水質管理を行う。これをもとに、必要に応じて運転条件等の調整も行う。

【解 説】

本技術における標準的な水質管理内容を表5-5に示す。

年間を通じた安定した処理水質を確保するためには、特にN-BODによる影響を抑制する必要がある。本技術では、SSとNH<sub>4</sub>-Nの除去を行うことで、N-BODの検出を抑制し、安定した処理水質を得るが、NH<sub>4</sub>-Nの除去により、処理水pHの低下が起こる可能性がある。

そのため、本技術では、BODやSS、DO、pHといった水質項目のほか、pH低下原因となるNH<sub>4</sub>-Nおよびアルカリ度の測定を水質管理項目とする。また、DHSろ床と生物膜ろ過施設における硝化やDHSろ床における脱窒の確認を適宜行うことを推奨する。

表5-5 水質管理内容

対象流体	管理内容	水質項目	備考
流入下水	流入水質の把握	BOD, SS, NH <sub>4</sub> -N, 水温, pH, アルカリ度	T-Nの測定も適宜実施する。
最初沈殿池 流出水	有機物除去性能 SS除去性能	BOD, SS	
最初沈殿池 汚泥	汚泥沈降性	TS	
DHSろ床 処理水	有機物除去性能 SS除去性能	BOD, C-BOD, SS, DO, NH <sub>4</sub> -N, pH, アルカリ度	脱窒および硝化の確認のため、T-NおよびNO <sub>3</sub> -Nの測定も適宜実施する。
生物膜ろ過 処理水	有機物除去性能 SS除去性能	BOD, SS, DO, NH <sub>4</sub> -N, pH	硝化の確認のため、NO <sub>3</sub> -Nの測定も適宜実施する。
生物膜ろ過 洗浄排水	SS捕捉量	洗浄排水SS	

水質試験項目としては、日常試験、精密試験、通日試験および一般汚泥試験があるが、「下水道維持管理指針」（社団法人日本下水道協会）に準じ、適切に行うものとする。なお、日常試験は巡回監視に合わせて週1回以上実施する。

水質試験箇所としては、流入下水、最初沈殿池流出水、DHSろ床処理水、生物膜ろ過処理水および放流水を原則とする。

#### § 44 環境対策

本技術では、DHS ろ床上部において臭気が発生するため、発生臭気については DHS ろ床内での生物脱臭により除去する。

また、DHS ろ床から発生するろ床バエは、DHS ろ床を密閉構造とし、排気ラインに設置したスクリーンにより捕捉することにより、飛散を防止する。

#### 【解説】

散水ろ床法においては、悪臭とろ床バエの発生という環境問題を抱えていた。DHS ろ床においても、水処理原理が散水ろ床法に似ているため、同様の課題があった。これらに対して、本技術では以下の方法で課題解消をしている。

#### (1) 臭気対策

本技術では、DHS ろ床上段において臭気が発生する。そのため、DHS ろ床は密閉構造とし、通気ファンにて内部を負圧にすることで、外部への臭気の飛散を防止している。また、DHS ろ床では通気ファンにて上部から下部に空気を流すことにより、ろ床部にて生物脱臭を行う。

#### (2) ろ床バエ

DHS ろ床で発生するろ床バエは主にオオチョウバエとホシチョウバエの2種類である。DHS ろ床を密閉構造とすることで、通常運用時の外部への飛散を防止している。

躯体腐敗状況調査などの必要に応じて行う内部点検時に点検口を開放する際は、防護眼鏡と防護マスクを着用する。また、作業空間への電撃殺虫器などライトトラップの設置や点検中や点検終了後の殺虫剤の散布により、ろ床バエの飛散の防止に努める。なお、点検時以外は不用意に点検口を開放しないようにする。

### 第3節 保守点検

#### § 45 保守点検

本技術における各施設および各機器について、その機能を良好・安全に維持するため、定期的に保守点検を行う。

#### 【解説】

DHSろ床における散水状況の確認や、生物膜ろ過施設における送気状況とエアリフト状況の確認を定期的に行う。なお、DHSろ床および生物膜ろ過施設の保守点検に際しては、酸欠・硫化水素発生に対する安全性を確保する。代表的な主要機器の保守点検内容を表5-6～8に示す。DHSろ床の担体については、15年間交換や補充が不要である。生物膜ろ過槽の担体についても、15年間交換は不要であるが、ろ層高さが下がった場合は補充する必要がある。なお、その他付帯設備の流量調整機能、スクリーン設備、アルカリ注入設備およびPAC注入設備については、「下水道維持管理指針2014年版実務編」（公益社団法人日本下水道協会）に準ずるものとする。

表 5-6 DHSろ床の点検内容と点検頻度

設備名称	機器名称	点検内容	日常点検 ※1	定期点検	備考	
D H S ろ 床	全体	ろ床バエ飛散状況の確認	○			
	散水部	散水状況の確認	○			
		壁面・床面亀裂等，腐食状況の確認			必要時	
	ろ床部	圧力損失の確認	○			
		壁面・床面亀裂等，腐食状況の確認			必要時	
	集水部	壁面・床面亀裂等，腐食状況の確認			必要時	
	DHSろ床移送ポンプ※2 DHSろ床処理水移送ポンプ	絶縁抵抗の確認			○	1回/月
		騒音・振動・温度・作動状況の確認	○			
		流量・圧力の確認	○			
		電流値の確認	○			
	通気ファン	Vベルト状態の確認	○			
		絶縁抵抗の確認			○	1回/月
		騒音・振動・温度・作動状況の確認	○			
		流量・静圧の確認	○			
	フィルタ	電流値の確認	○			
		Vベルト状態の確認	○			
		圧力損失の確認	○			
		絶縁抵抗の確認			○	1回/月
	洗浄弁（電動操作弁）	騒音・振動・温度・作動状況の確認	○			
		電流値の確認			○	1回/年
		開閉リミットスイッチの確認			○	1回/年
	レベル計（集水部）	外観の確認・清掃	○			
	流量計	指示値，外観の確認	○			
DO計※3	指示値，外観の確認	○				
	指示値の校正			必要時		
UV計※3	指示値，外観の確認	○				
	指示値の校正			必要時		
NH4-N計※3	指示値，外観の確認	○				
	指示値の校正			必要時		
pH計※3	指示値，外観の確認	○				
	指示値の校正			必要時		
SS濃度計※3	指示値，外観の確認	○				
	指示値の校正			必要時		

※1 日常点検は週2回の巡回監視の際に実施

※2 水位高低条件により必要 ※3 必要に応じて設置（オプション）

表5-7 生物膜ろ過施設の点検内容と点検頻度

設備名称	機器名称	点検内容	日常点検 ※1	定期点検	備考
生物膜ろ過施設	分配槽	堰越流状況の確認	○		
	生物膜ろ過槽	水位の確認	○		
		送気状況の確認	○		
		担体洗浄状況の確認	○		
		ろ層高さの確認		○	1回/年
		壁面・床面亀裂等，腐食状況の確認			必要時
	送気ブロワ	絶縁抵抗の確認		○	1回/月
		騒音・振動・温度・作動状況の確認	○		
		流量・圧力の確認	○		
		電流値の確認	○		
		Vベルト状態の確認	○		
	コンプレッサ	絶縁抵抗の確認		○	1回/月
		騒音・振動・温度・作動状況の確認	○		
		流量・圧力の確認	○		
		電流値の確認	○		
		Vベルト状態の確認	○		
	洗浄弁（電動操作弁）	絶縁抵抗の確認		○	1回/月
		騒音・振動・温度・作動状況の確認	○		
		電流値の確認		○	1回/年
		開閉リミットスイッチの確認		○	1回/年
	レベル計	外観の確認・清掃	○		
	流量計	指示値，外観の確認	○		
	DO計	指示値，外観の確認	○		
		指示値の校正			必要時
	UV計※2	指示値，外観の確認	○		
		指示値の校正			必要時
NH4-N計※2	指示値，外観の確認	○			
	指示値の校正			必要時	
pH計	指示値，外観の確認	○			
	指示値の校正			必要時	
SS濃度計※2	指示値，外観の確認	○			
	指示値の校正			必要時	

※1 日常点検は週2回の巡回監視の際に実施

※2 必要に応じて設置（オプション）

表5-8 脱水ろ液貯留設備の点検内容と点検頻度

設備名称	機器名称	点検内容	日常点検 ※1	定期点検	備考
脱水ろ液貯留設備	脱水ろ液貯留槽	攪拌状況の確認	○		
		壁面・床面亀裂等, 腐食状況確認			必要時
	攪拌装置	絶縁抵抗の確認		○	1回/月
		電流値の確認	○		
	脱水ろ液移送ポンプ※2	絶縁抵抗の確認		○	1回/月
		騒音・振動・温度・作動状況の確認	○		
		流量・圧力の確認	○		
		電流値の確認	○		
	Vベルト状態の確認	○			
レベル計	外観の確認・清掃	○			

※1 日常点検は週2回の巡回監視の際に実施

※2 水位高低条件により必要

## 第4節 異常時の対応と対策

### § 46 異常時の対応と対策

本技術において、発生しうる異常時の対応と対策を事前に想定し、異常が発生した場合は適切に対処する。

#### 【解説】

本技術は、自動での安定処理を基本としているが、異常な水質の流入に伴う処理水質の悪化や季節変動に伴う処理水質の悪化が考えられる。

そこで、本技術において想定される異常とその対応について表5-9に示す。

表5-9 想定される異常とその原因と対応

想定される異常例	原因	対処方法	
システム 処理水質の悪化 (BOD 上昇)	異常水 (高濃度水) の流入	最初沈殿池の状況を確認する。 最初沈殿池手前で PAC 等凝集剤を添加し、DHS ろ床以降の負荷を軽減する。	
	DHS ろ床 散水不良	散水装置の閉塞により、閉塞していないエントへの負荷が高くなる。散水装置を確認し、閉塞部の清掃を行う。	
	DHS ろ床 通気量不足	DHS ろ床では常時多めに通気しており、通常処理水 DO は 4 mg/L 以上である。処理水 DO を確認し、必要に応じて通気ファンの運転状況の確認・調整・フィルタ清掃を行う。	
	生物膜ろ過施設 分配不良	分配槽の堰への夾雑物の付着等により、一部エントの負荷が高くなる。分配槽を確認し、夾雑物の除去を行う。	
	生物膜ろ過施設 送気量過不足	生物膜ろ過施設では常時多めに送気しており、通常処理水 DO は 4 mg/L 以上である。処理水 DO を確認し、送気ブロワの運転状況の確認・送気倍率の調整を行う。	
	生物膜ろ過施設 洗浄時間過不足	SS 由来の N-BOD の影響が考えられる。 処理水 SS を確認し、洗浄時間の調整を行う。	
	脱水ろ液返流に 伴う負荷上昇	本技術は生物膜法のため負荷変動に強いが、高負荷時は処理水質が悪化する。 流入負荷変動を確認し、脱水ろ液の返流が負荷の少ない時間帯になるように調整を行う。	
処理水質の悪化 (SS 上昇)	生物膜ろ過施設 ろ層の閉塞	生物膜ろ過施設における洗浄時間を延長する。	
処理水質の悪化 (pH 低下)	流入水質の変化	計測器が正常か確認する。 処理水へのアルカリ注入を行う。	
DHS ろ床	ろ床バエの飛散	点検蓋が適正に閉まっているか確認する。	
	点検蓋パッキン の劣化	点検蓋パッキンを交換する。	
	フィルタの損傷	フィルタを確認し、損傷がみられる場合は交換する。	
生物 膜ろ過 施設	ろ過損失抵抗の 増加 (水位異常高)	ろ層の閉塞	洗浄時間を延長する。

参考文献

- 1) 日本の地域別将来推計人口－平成 22 (2010) ～52 (2040) 年－, 国立社会保障・人口問題研究所, 人口問題研究資料第 330 号, 平成 25 年 3 月推計
- 2) Tandukar, M., Uemura, S., Ohashi, A. and Harada, H.: Combining UASB and the“fourth generation”down-flow hanging sponge reactor for municipal wastewater treatment, Wat. Sci. Tech., Vol.53, No.3, pp.209-218, 2006.

## 資料編

1. 実証研究内容
2. ケーススタディ
3. 標準活性汚泥法のダウンサイジング性能（参考）
4. 海外等への適用の留意点
5. 須崎市終末処理場におけるダウンサイジング効果
6. 問い合わせ先

# 1. 実証研究内容

## 1.1 実証研究概要

### 1) 研究名称

DHS システムを用いた水量変動追従型水処理技術実証研究

### 2) 実施者

三機工業㈱・東北大学・香川高等専門学校・高知工業高等専門学校・日本下水道事業団・  
須崎市 共同研究体

### 3) 実施期間

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

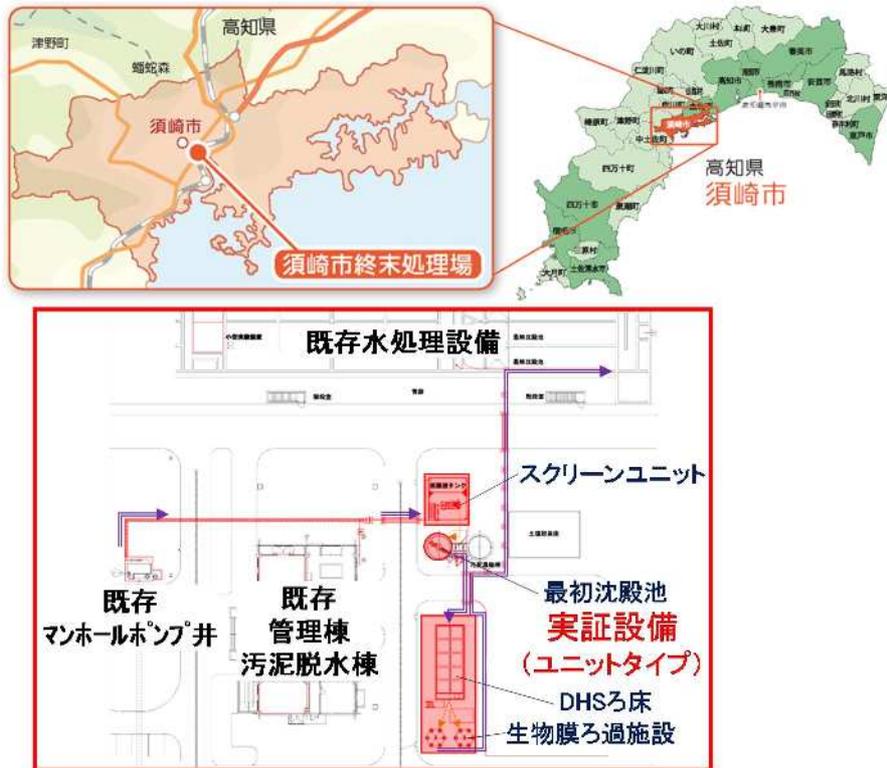
平成 29 年 7 月 31 日～平成 30 年 3 月 30 日（平成 29 年度 委託研究期間）

### 4) 実施場所

本研究の実証場所となった下水処理場を資表 1-1 に示す。また、当処理場の概略平面図を資  
図 1-1 に示す。

資表 1-1 須崎市終末処理場の概要

処理場名	須崎市終末処理場
処理場位置	高知県須崎市潮田町 3-15
下水道事業種別	公共下水道
供用開始年月	平成 7 年 10 月
敷地面積	37,520m <sup>2</sup>
計画処理面積（事業計画）	57 ha
計画処理人口（事業計画） （H25 年度末）	2,350 人 1,761 人
計画処理能力（事業計画） （現有）	1,540 m <sup>3</sup> /日 1,800 m <sup>3</sup> /日
現状の流入水量	400 m <sup>3</sup> /日（日平均） 500 m <sup>3</sup> /日（日最大：日平均×1.25） 600 m <sup>3</sup> /日（時間最大：日平均×1.5）
水処理方法	標準活性汚泥法
水処理系列（事業計画・現有）	1 系列
排除方式	分流
汚泥処理フロー（現有）	濃縮-脱水
放流先	須崎港・海域 B



資図 1-1 須崎市終末処理場の概略平面図

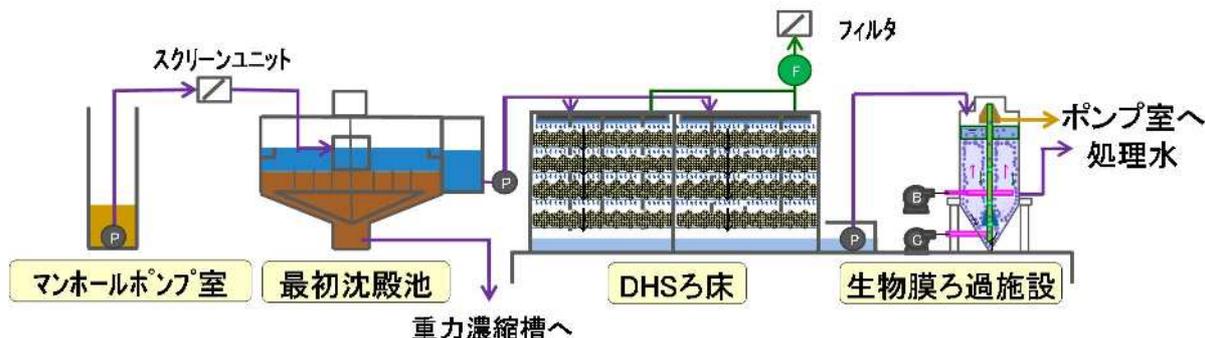
## 5) 実証施設

実証施設の諸元を資表 1-2 に、実証設備フローを資図 1-2 に、そして実証設備の主要機器リストを資表 1-3 に示す。

なお、本技術は標準活性汚泥法代替であり、DHS ろ床および生物膜ろ過施設は既存反応タンク内に設置することを基本としているが、既存反応タンクの耐震性の都合上、地上設置とした。

資表 1-2 実証施設の諸元

実証施設	処理能力	500 m <sup>3</sup> /day (日最大)
	現状流入水量	約 400 m <sup>3</sup> /day (平成 26 年度日平均)
最初沈殿池	水面積負荷	60 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ・day)
DHS ろ床	DHS 担体容積負荷	0.9kg-BOD/ (m <sup>3</sup> -担体・日)
	DHS ろ床段数	4 段
	DHS 担体充填量	125 m <sup>3</sup>
生物膜ろ過施設	ろ過速度	50 m/day



資図 1-2 実証実験設備概略フローシート

資表 1-3 実証実験設備機器リスト

機器名称	仕様	数量
<b>【揚水設備】</b>		
汚水ポンプ	水中汚水ポンプ 0.47m <sup>3</sup> /min×16m×3.7kW (VVVF)	2
スクリーンユニット	脱水機構付裏搔スクリーンユニット スクリーン目幅 2mm×1.0m <sup>3</sup> /min×0.9kW	1
<b>【最初沈殿池】</b>		
初沈汚泥搔寄機	中央駆動懸垂形 φ 3.5m×側水深 2.9m×0.4kW	1
<b>【DHS ろ床】</b>		
DHS 移送ポンプ	スラリーポンプ 0.47m <sup>3</sup> /min×8.5m×2.2kW (VVVF)	2
DHS ろ床	鋼板製下向流スポンジ懸垂型リアクター 4mW×10mL(2m 角×10 ユニット),担体部 125m <sup>3</sup>	1
通気ファン	耐蝕送風機 2.8m <sup>3</sup> /min×3.5kPa×0.75kW (VVVF)	2
DHS ろ床処理水移送ポンプ	空冷式水中ポンプ 0.47m <sup>3</sup> /min×7m×1.5kW (VVVF)	2
<b>【生物膜ろ過施設】</b>		
生物膜ろ過槽	鋼板製連続式移動床生物膜ろ過装置 6m <sup>2</sup> , LV50m/day	2
コンプレッサ	可搬式空気圧縮機 240L/min×0.93MPa×2.2kW	2
送気ブロワ	ヘリカルブロワ 1.2m <sup>3</sup> /min×40kPa×1.5kW (VVVF)	2

## 1.2 実証研究結果

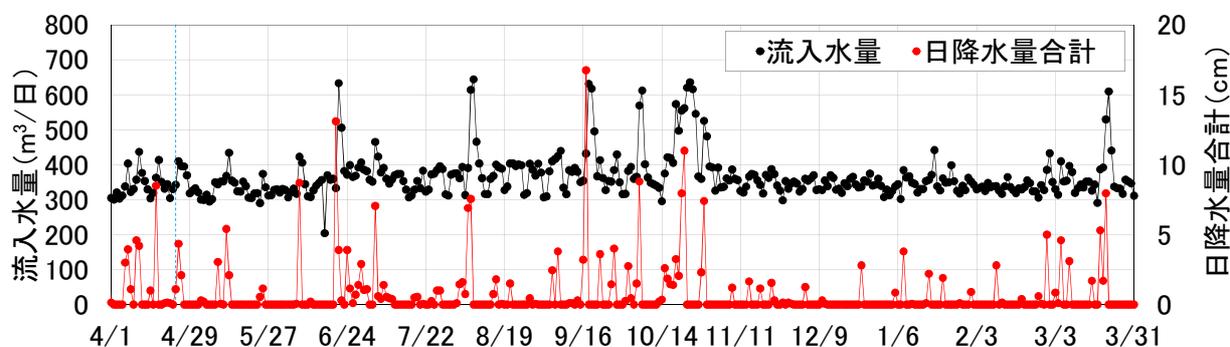
### 1) 放流水質の安定性

下水道法施行令の計画放流水質「BOD (mg/L) : 10 を超え 15 以下」における評価項目について、生物膜ろ過処理水を対象に、1年間を通じた週2日の日間平均および四季毎の日間変動を確認した。

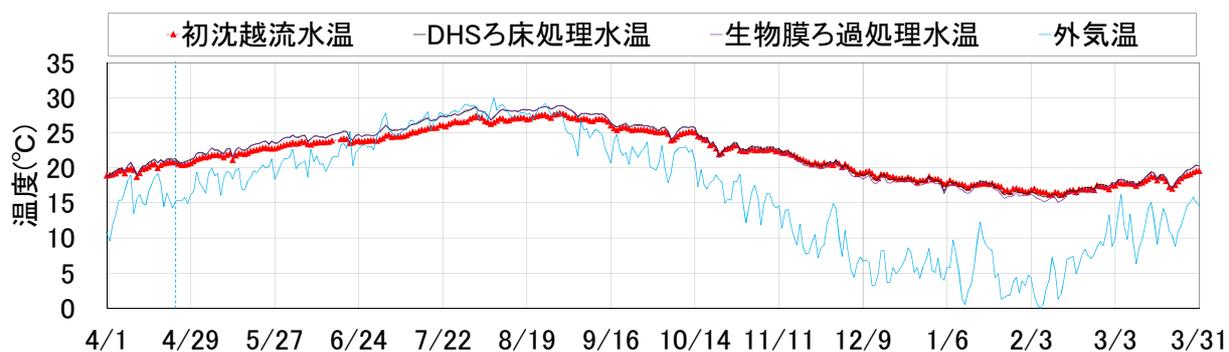
#### ①日間平均

2017年4月1日から2018年3月31日までの実証施設における流入水量や降水量、水温、外気温といった流入条件および各処理工程（流入下水、初沈越流水、DHSろ床処理水および生物膜ろ過処理水）の処理水質（BOD, SS, NH<sub>4</sub>-N濃度）の推移を資図1-3に示す。同期間における実水量、流入BOD、流入SS、処理水BODおよび処理水SSのまとめを資表1-4に示す。

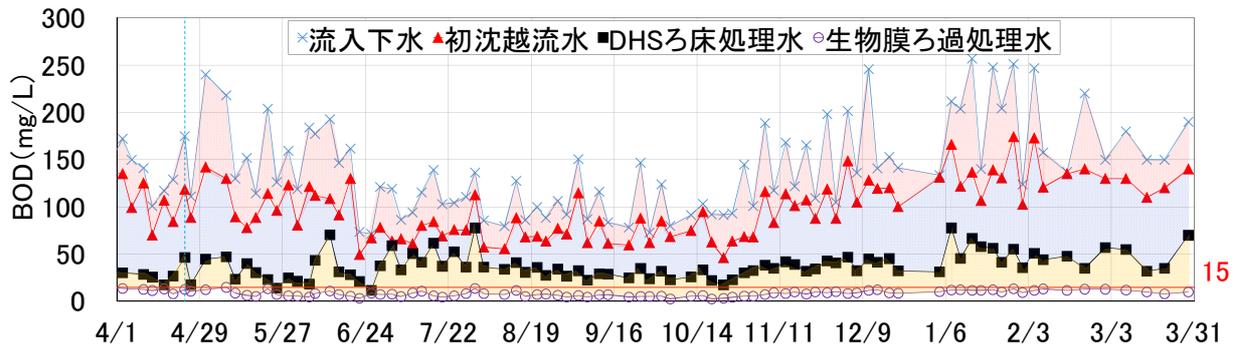
資図1-3のとおり、年間を通じて安定して生物膜ろ過処理水BOD15 mg/L以下を確保できることを確認した。生物膜ろ過処理水がBOD15 mg/Lに近い値を示している時期があるが、これは既存標準法の立下げ期間の汚泥処理量上昇に伴う一時的な負荷上昇や、季節的な生物膜ろ過施設の洗浄時間変更が遅れたことが要因と考えられる。また、生物膜ろ過処理水SSが30 mg/L以下であることを確認した。また、年間を通じて、安定したアンモニア性窒素の除去も確認した。



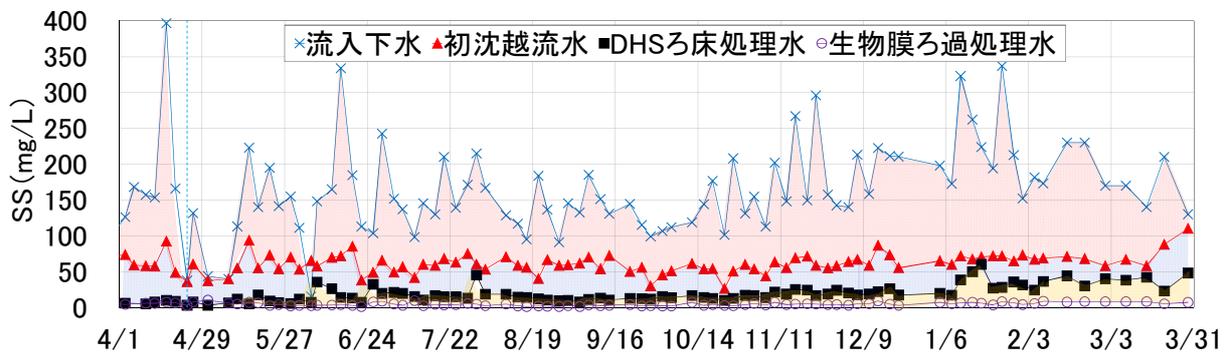
(a) 流入水量変動



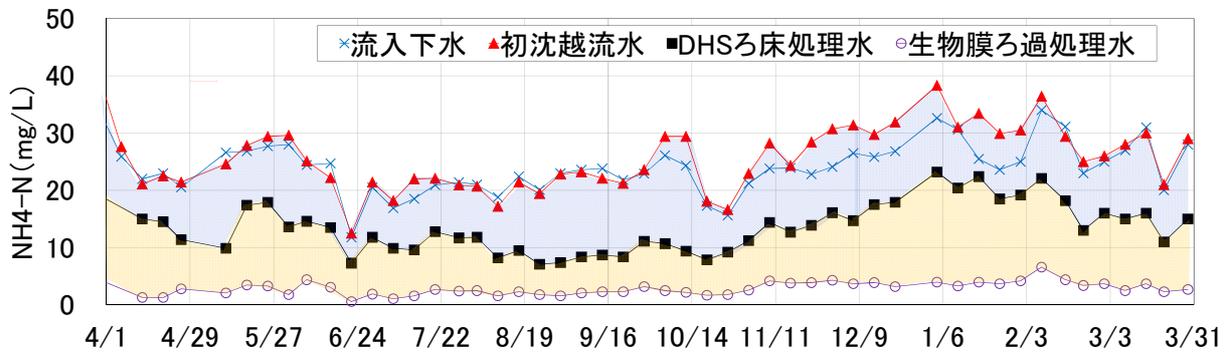
(b) 水温・外気温変動



(c) BOD 変動



(d) SS 変動



(e) NH<sub>4</sub>-N 変動

資図 1-3 日間変動結果

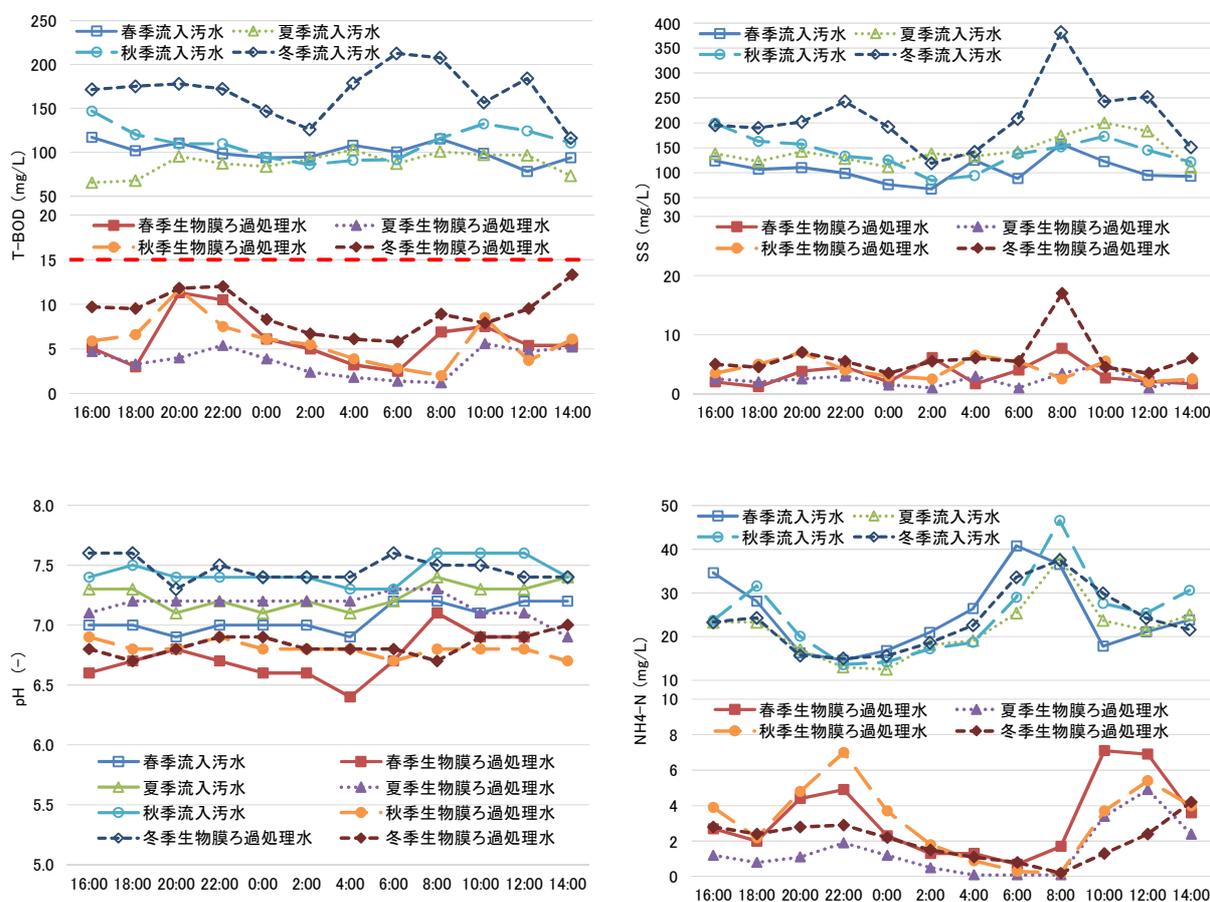
資表 1-4 流入下水および処理水 BOD

項目		範囲		
		平均	± 標準偏差	(最小値 ~ 最大値)
流入条件	流入水量 (m <sup>3</sup> /日)	357	± 63	(201 ~ 627)
	水温 (°C)	22	± 3.5	(16 ~ 28)
	BOD (mg/L)	141	± 47	(72 ~ 257)
	SS (mg/L)	165	± 64	(15 ~ 397)
処理水	BOD (mg/L)	8.7	± 3.0	(2.8 ~ 15.0)
	SS (mg/L)	4.6	± 2.2	(1.0 ~ 10.1)

②時間変動

季節毎に1回ずつ行った通日試験の結果を資図 1-4 に示す。

資図 1-4 のとおり、各季節において生物膜ろ過処理水 BOD が1日を通じて安定して 15 mg/L 以下であることを確認した。また、生物膜ろ過処理水 SS が 30 mg/L 以下であることを、pH が 5.8~8.6 の範囲内と放流基準を満たすことを確認した。



資図 1-4 時間変動結果

※各季節における試料採取日時は以下のとおりであった。

春季：2017年6月1日16時～6月2日14時

夏季：2017年8月31日15時～9月1日13時

秋季：2017年11月16日15時～11月17日13時

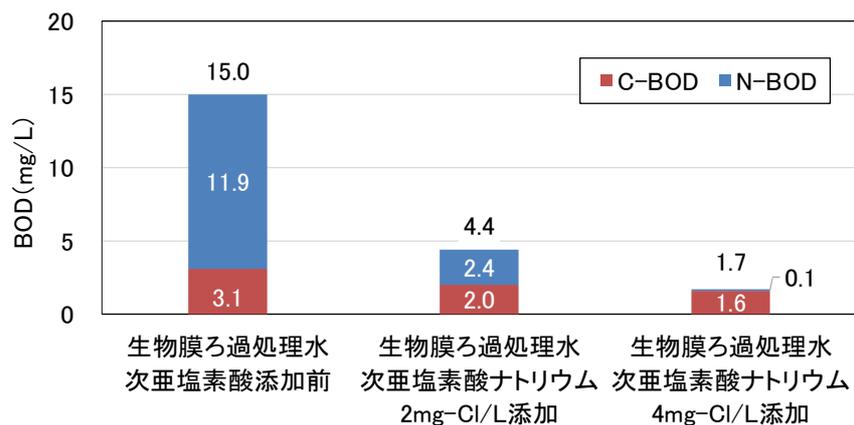
冬季：2018年1月21日8時～1月22日6時

※適切な消毒による効果

生物膜ろ過処理水のコンポジットに次亜塩素酸ソーダをそれぞれ2 mg-Cl/L、4 mg-Cl/Lとなるように添加した試料を調製し、BODおよびC-BODを分析した。

資図1-5に示すとおり、次亜塩素酸ソーダの添加により、N-BODおよびC-BODの減少を確認した。N-BODの減少が著しく、4 mg-Cl/L濃度の添加ではN-BODが添加前に比べて約85%減少した。

実証研究では生物膜ろ過処理水での評価を行っているが、本技術は適切な塩素滅菌により、計画放流水質を十分に満足できる。



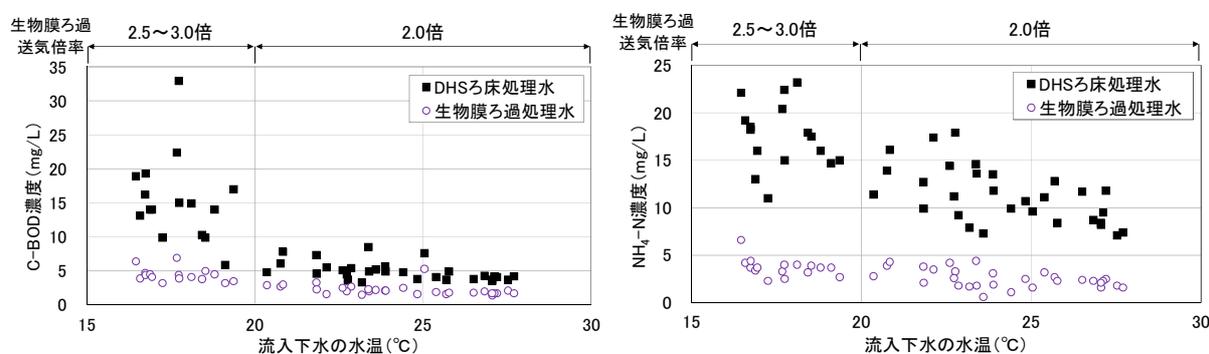
資図 1-5 時間変動結果

## 2) 流入下水の水温による処理水質への影響

流入下水の水温による DHS ろ床処理水質および生物膜ろ過処理水質への影響を資図 1-6, 資図 1-7 に示す。

資図 1-6 は流入下水の水温と C-BOD,  $\text{NH}_4\text{-N}$  の関係である。DHS ろ床処理水質は C-BOD,  $\text{NH}_4\text{-N}$  とともに、流入下水の水温低下に伴い上昇傾向にあり、特に流入下水の水温  $20^\circ\text{C}$  以下において上昇が見られる。

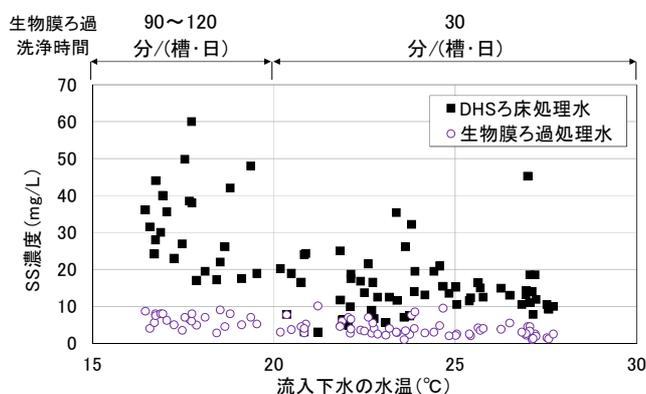
これに対して、生物膜ろ過処理水質は C-BOD,  $\text{NH}_4\text{-N}$  とともに、流入下水の水温低下に伴いわずかに上昇傾向にあるが、安定して低い値を示している。生物膜ろ過施設における送気倍率の調整により、流入下水の水温に関わらず、安定した仕上処理を行うことができることが確認された。



資図 1-6 流入下水の水温と C-BOD,  $\text{NH}_4\text{-N}$  の関係

資図 1-7 は流入下水の水温と SS の関係である。DHS ろ床処理水 SS は、流入下水の水温低下に伴い上昇傾向にあり、特に流入下水の水温  $20^\circ\text{C}$  以下において上昇が見られる。

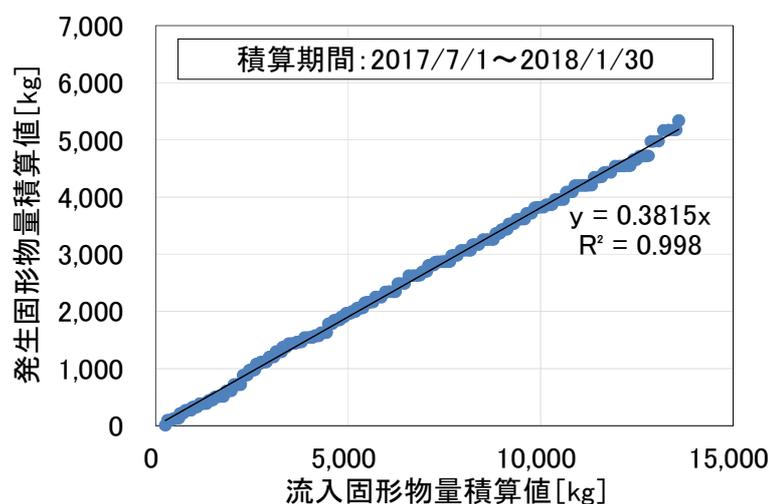
これに対して、生物膜ろ過処理水 SS は、流入下水の水温低下に伴いわずかに上昇傾向にあるが、安定して低い値を示している。生物膜ろ過施設における洗浄時間の調整により、流入下水の水温に関わらず、安定した仕上処理を行うことができることが確認された。



資図 1-7 流入下水の水温と SS の関係

### 3) 汚泥発生率の削減効果

本技術単独での水処理を開始した7月1日以降の汚泥発生率を確認した。汚泥発生率は発生汚泥固形物量を流入固形物量にて除することにより算出した。2017年7月1日～2018年1月30日の間の積上げた結果を資図1-8に示す。資図1-8の傾きより、汚泥発生率は約0.4であり、目標とする0.7を満足した。



資図1-8 汚泥発生率

ここで、流入固形物量および発生汚泥固形物量は以下の方法により算出した。

○流入固形物量 =  $\Sigma[1 \text{ 日流入下水量} \times \text{流入下水 SS (コンポジット)}]$

○発生汚泥固形物量 = 生物膜ろ過処理水固形物量 + 脱水汚泥固形物量

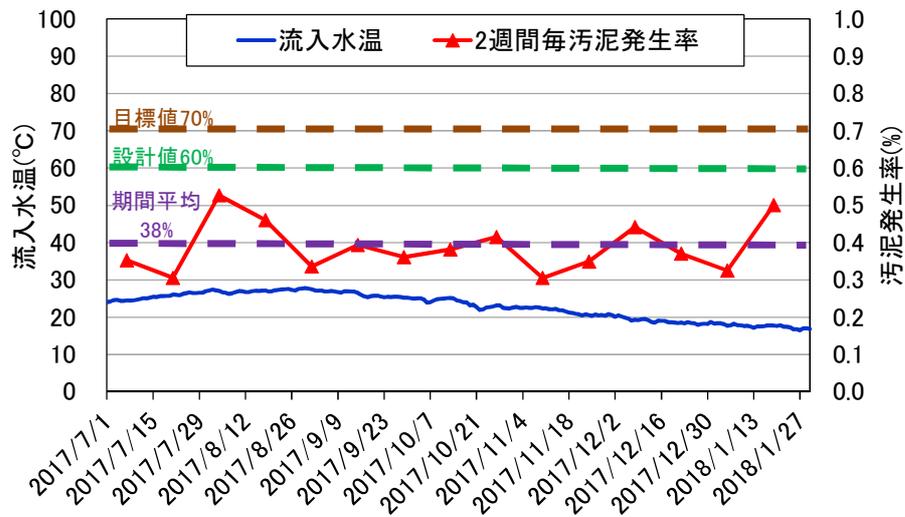
・生物膜ろ過処理水固形物量 =  $\Sigma[1 \text{ 日処理水量} \times \text{生物膜ろ過処理水 SS (コンポジット)}]$

・脱水汚泥固形物量 =  $\Sigma[1 \text{ 回脱水汚泥発生重量} \times (1 - \text{平均含水率})]$

※流入下水 SS および生物膜ろ過処理水 SS の分析は週2日とし、分析日以外の SS は直前の分析日の値を用いた。

2017年7月1日～2018年1月30日の間の2週間毎の汚泥発生率の推移を資図1-9に示す。期間中に汚泥発生率に増減は見られるが、最大で0.53%であった。これより、本技術の汚泥発生率の設計値は0.6とした。

標準活性汚泥法の汚泥発生率は約1.0のため、本技術では標準活性汚泥法と比べて40%の汚泥発生量の削減効果が見込まれる。

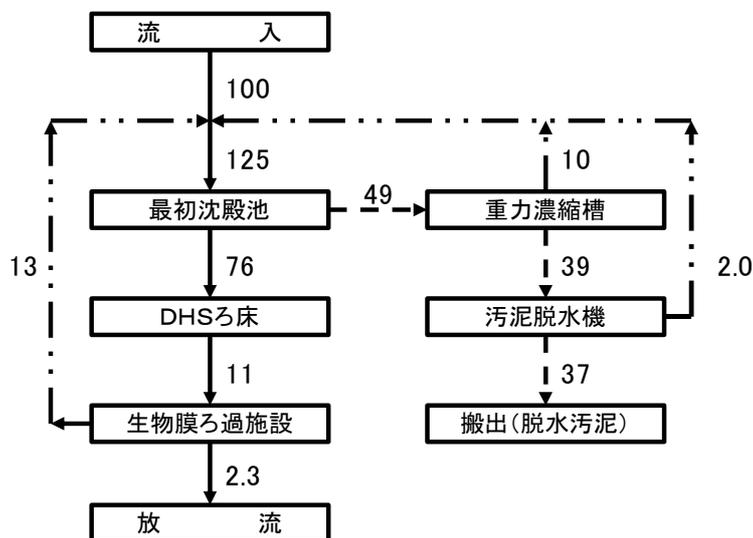


資図 1-9 汚泥発生率の推移

#### 4) 物質収支

須崎市終末処理場における 2017 年 7 月 1 日～2018 年 1 月 31 日間の物質収支を資図 1-10 に示す。なお、流入固形物量を 100 としている。

資図 1-10 より、DHS ろ床における汚泥発生率は約 15% (=11/76) と小さい。DHS ろ床における汚泥減容化により、処理場全体の汚泥発生率の大幅削減効果 (約 40%=[2.3+37]/100)) が得られている。



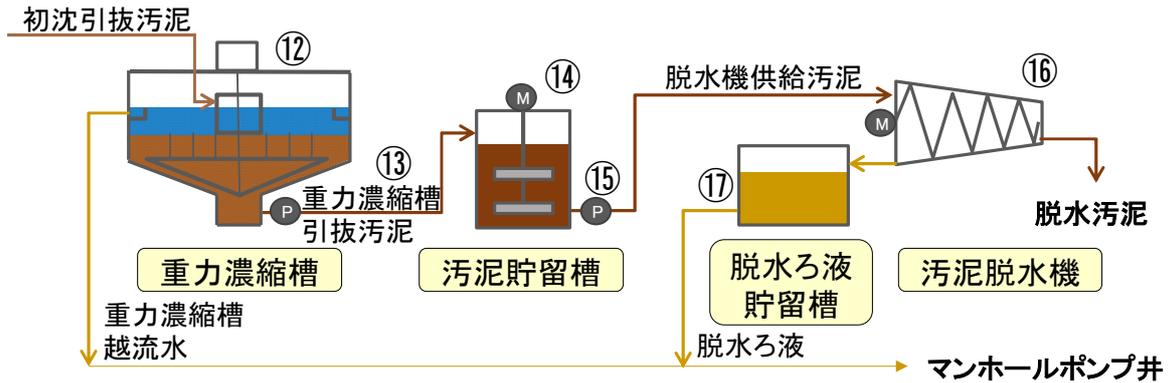
資図 1-10 物質収支

## 5) 汚泥処理への影響

本技術導入に当たり、汚泥処理への影響を確認した。

[汚泥処理フロー]

汚泥処理フローおよび主要機器仕様は資図 1-11 および資表 1-5 のとおりである。



資図 1-11 汚泥処理フロー

資表 1-5 主要機器仕様 (汚泥処理)

項	機器名称	仕様	数量
⑫	重力濃縮槽汚泥掻寄機	φ 3.5 m×側水深 3.0 m 中奥駆動懸垂形 0.4 kW	1
⑬	重力濃縮汚泥引抜ポンプ	吸込スクリー付汚泥ポンプ φ 80 mm×0.6 m <sup>3</sup> /min×15 m×5.5 kW	2
⑭	汚泥貯留槽	鋼板製円形汚泥貯留タンク (攪拌機付) 5 m <sup>3</sup> ×1.5 kW	1
⑮	汚泥供給ポンプ	一軸ねじ式汚泥ポンプ 50 mmA×3.1 m <sup>3</sup> /h×20 m×1.5 kW	1
⑯	汚泥脱水機	圧入式スクリープレス φ 300 mm×2.86 kW (総合)	1
⑰	脱水ろ液貯留槽	鋼板製角形汚泥貯留タンク (攪拌機付) 30 m <sup>3</sup> ×0.4 kW	1

[汚泥性状]

本技術単独での処理を開始した 2017 年 7 月 1 日以降の脱水機投入汚泥（重力濃縮汚泥）性状分析結果を資表 1-6 に示す。資表 1-6 に示すとおり，強熱減量，繊維状物および粗蛋白質といった成分が標準法の生汚泥の成分に近いことが分かる。

なお，2017 年の汚泥濃度が 0.6～1.9%（6,200～19,000 mg/L）と低い値を示しているが，これは汚泥処理設備運用方法に起因するもので，汚泥貯留槽を使用した一般的な運用を行うことにより，2.7%（27,000 mg/L）に改善された。

資表 1-6 脱水機投入汚泥成分

	本技術脱水機投入汚泥の成分		典型的汚泥の成分 <sup>※2</sup>			
	2017 年 <sup>※1</sup> 最小～最大	2018 年 1 月 19 日	生汚泥	余剰汚泥	混合汚泥	消化汚泥
pH (-)	4.6～5.4	4.7	—	—	—	—
TS (mg/L)	6,200～ 19,000	27,000	—	—	—	—
強熱減量 (%/TS)	75.3～89.5	92.3	60～85	60～80	60～80	50～65
M-アルカリ度 (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	0～250	0	—	—	—	—
アニオン度 (m·eq/g-TS)	0.14～0.19	0.12	—	—	—	—
繊維状物質 (200 メッシュ) (%/SS)	26.7～55.6	64.9	—	—	—	—
繊維状物質 (100 メッシュ) (%/SS)	23.7～45.2	57.8	20～40	3～5	15～25	7
粗蛋白質 (%/TS)	20.2～31.7	19.6	30～40	60～65	40～50	—

※1 試料採取：7 月 11 日,8 月 8 日,9 月 5 日,10 月 3 日,11 月 3 日,24 日,12 月 15 日の 7 回

※2 ポリマー凝集剤使用の手引き(東京都下水道サービス)\_平成 14 年

[脱水性]

脱水運転結果を資表 1-7 に示す。資表 1-7 に示すとおり，2017 年 12 月 15 日までは汚泥処理の運用上，脱水機供給汚泥濃度 (TS) が安定しないため，薬注率が安定しない状況 (0.58～1.76%) が続いた。また，脱水機供給汚泥濃度が低いため，固形物回収率も低い状況 (58.1～86.4%) が続いた。

2017 年 12 月 19 日，適切な汚泥処理の運用方法に変更以降，脱水機供給汚泥濃度の安定化に伴い，薬注率が安定し，脱水汚泥含水率および固形物回収率が向上した。

資表 1-7 脱水運転結果

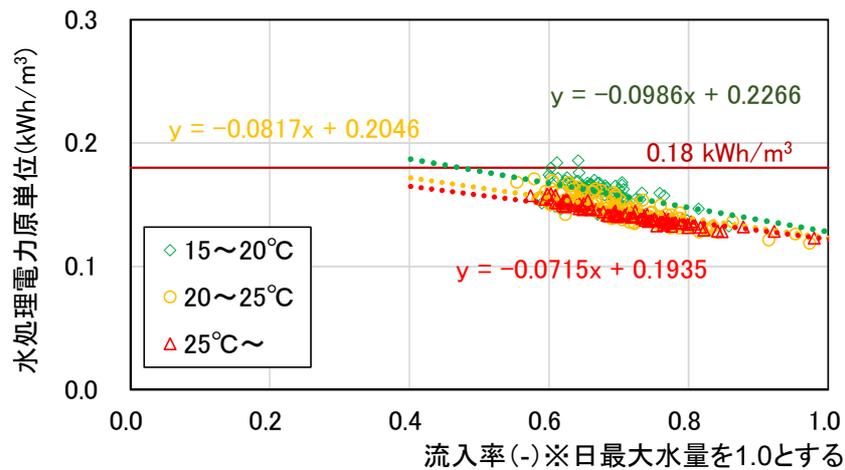
	TS (mg/L)	汚泥 供給量 (m <sup>3</sup> /h)	固形物 処理量 (kg-DS/h)	薬液 供給量 (m <sup>3</sup> /h)	薬注率 (%)	脱水汚泥 含水率 (%)	脱水ろ液 SS (mg/L)	固形物 回収率 (%)
2017年※1 最小～最大	6,200 ～ 19,000	3.0 ～ 3.6	22.3 ～ 56.8	0.102 ～ 0.237	0.58 ～ 1.76	67.3 ～ 75.7	1,000 ～ 5,000	58.1 ～ 86.4
2018年 1月19日	27,000	1.5	40.5	0.097	0.48	63.4	180	99.3

※1 試料採取：7月11日,8月8日,9月5日,10月3日,11月3日,24日,12月15日の7回

## 6) ユーティリティまとめ

[水処理電力原単位]

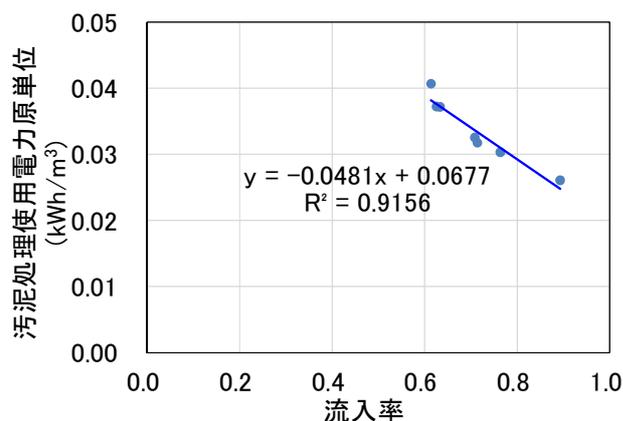
本技術における水温帯毎の水処理電力原単位を資図 1-12 に示す。流入水温の水温帯により生物膜ろ過施設における設定値(送気倍率および洗浄時間)が異なり,特に流入水温 15～20℃の水温帯において水処理電力原単位が高くなることを確認した。ケーススタディでは 15～20℃の水温帯における近似式を用いた。



資図 1-12 本技術の水温帯毎水処理電力原単位

[汚泥処理電力原単位]

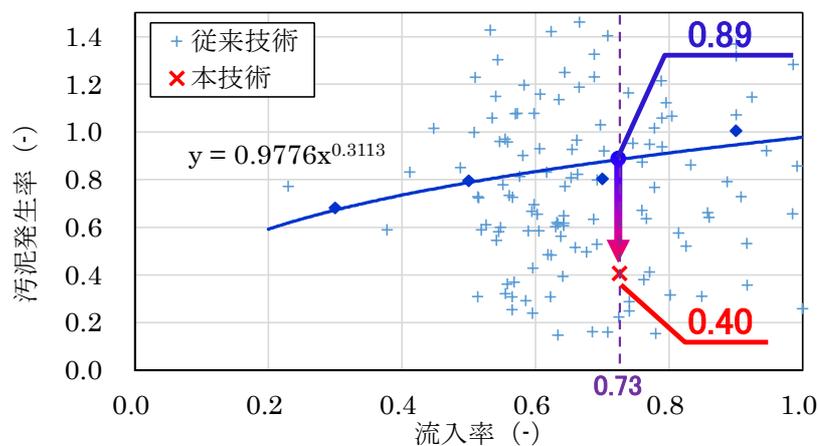
本技術の月毎の流入率と汚泥処理使用電力原単位の関係を資図 1-13 に示す。汚泥処理設備については,重力濃縮槽汚泥掻寄機や汚泥貯留槽攪拌機,脱臭設備など,流入率に関わらず運転を行う機器が多いが,汚泥処理電力原単位の傾きとしては水処理電力原単位と比較して小さい結果となった。なお,ケーススタディでは本近似式を用いた。



資図 1-13 流入率と污泥処理電力原単位

[污泥発生率]

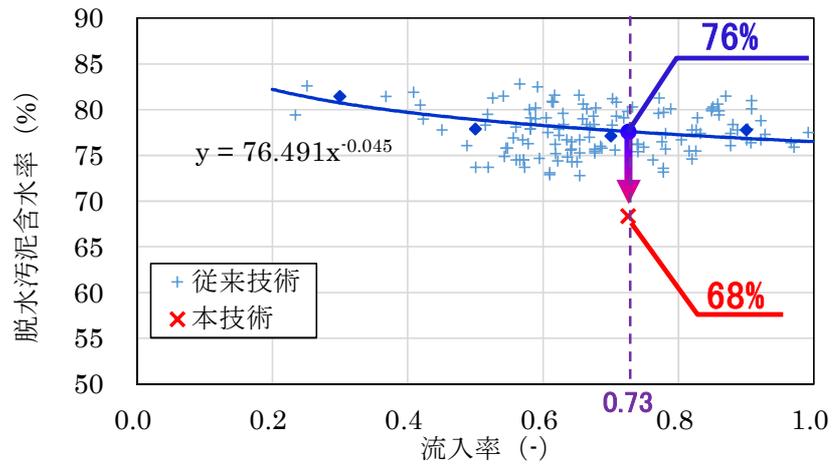
2017年7月1日～2018年1月30日の期間の流入率 0.73 において、本技術における污泥発生率は 0.4 であった。資図 1-14 のとおり、従来技術では流入率 0.73 において污泥発生率は 0.89 であり、55%の削減を確認した。なお、従来技術は下水道統計（平成 25 年度版）より、濃縮方式が重力式であり、消化を行っていない標準法を抽出したものである。



資図 1-14 污泥発生率の比較

[脱水污泥含水率]

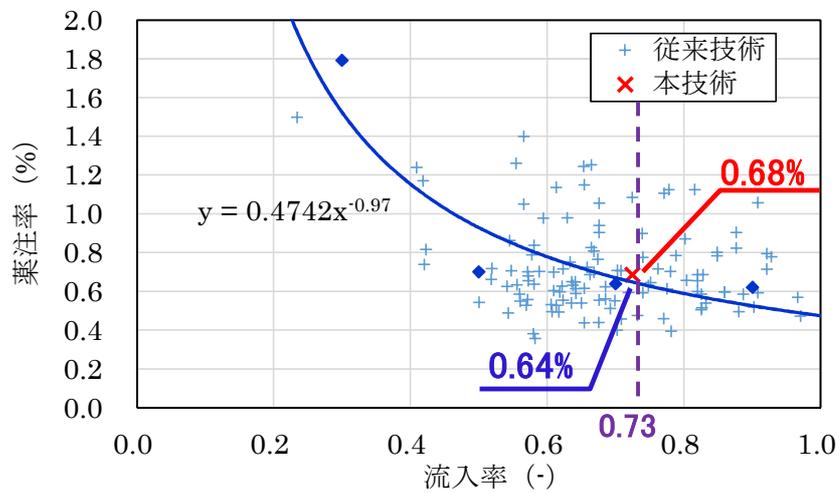
2017年7月1日～2018年1月30日の期間の流入率 0.73 において、本技術における脱水污泥含水率は 68%であった。資図 1-15 のとおり、従来技術では流入率 0.73 において污泥発生率は 76%であり、8%の削減を確認した。なお、従来技術は下水道統計（平成 25 年度版）より、濃縮方式が重力式であり、消化を行っていない標準法を抽出したものである。



資図 1-15 脱水汚泥含水率の比較

[薬注率]

2017年12月19日～2018年1月30日の期間の流入率0.73において、本技術における薬注率（高分子凝集剤注入率）は0.68%であった。資図1-16のとおり従来技術では流入率0.73において薬注率は0.64%であり、同程度であることを確認した。なお、従来技術は下水道統計（平成25年度版）より、濃縮方式が重力式であり、消化を行っていない標準法を抽出したものである。



資図 1-16 薬注率の比較

## 2. ケーススタディ

第3章第2節導入効果の検討例における試算条件に基づく本技術設計計算例を以下に示す。

### 2.1 設計条件

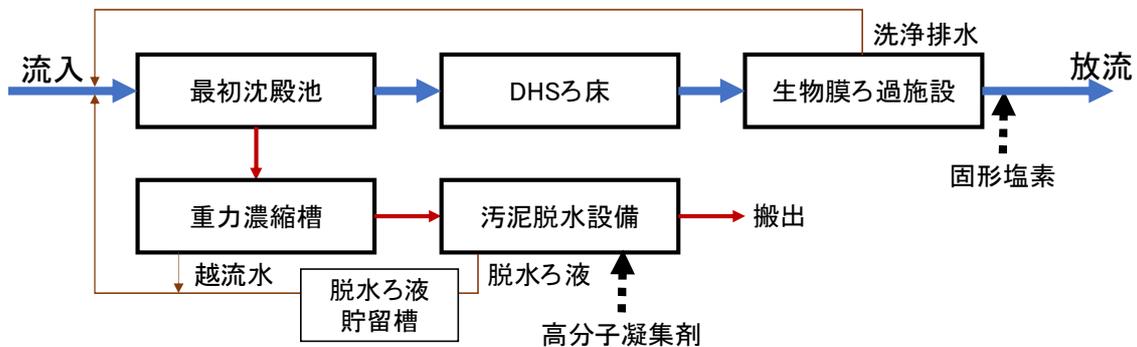
設計諸元を資表 2-1 に示す。

資表 2-1 設計諸元

項目	本技術	
既施設処理規模	3,000 m <sup>3</sup> /日 (日最大)	
流入水量	1,000 m <sup>3</sup> /日 (日最大) 800 m <sup>3</sup> /日 (日平均)	更新時
	800 m <sup>3</sup> /日 (日最大) 640 m <sup>3</sup> /日 (日平均)	再更新時
流入水質	BOD 200 mg/L SS 180 mg/L 水温 15℃以上	
放流水質	BOD 15 mg/L 以下	

### 2.2 処理フロー

ケーススタディにおける本技術の処理フローを資図 2-1 に示す。



資図 2-1 本技術処理フロー

### 2.3 容量計算

主要施設の容量計算を以下に示す。最初沈殿池や重力濃縮槽については、設計指針によるものとする。

#### 1) DHSろ床

##### ① 流入条件

DHSろ床に流入する最初沈殿池流出水の水量および水質は資表 2-2 のとおりとする。

水量は、返流量 10%を加えるものとする。水質は最初沈殿池における BOD 除去率を 40%として算出する。

資表 2-2 最初沈殿池流出水

項目		流入下水	最初沈殿池流出水	補正方法
更新時	水量(m <sup>3</sup> /日)	1,000	1,100	返流水分 10%加算
	BOD(mg/L)	200	120	最初沈殿池除去分 40%減算
	BOD 負荷(kg-BOD/日)*	200	132	—
再更新時	水量(m <sup>3</sup> /日)	800	880	更新時に同じ
	BOD(mg/L)	200	120	更新時に同じ
	BOD 負荷(kg-BOD/日)*	160	106	更新時に同じ

※BOD 負荷は水量に BOD を乗ずることで算出する。

## ②ろ床部容量

DHS ろ床への BOD 容積負荷は 0.9 kg-BOD/ (m<sup>3</sup>-sponge・日) とする。

### 更新時

DHS 担体必要量は次のとおりである。

$$\text{DHS 担体必要量} = 132 \text{ kg-BOD/日} / 0.9 \text{ kg-BOD/(m}^3\text{-sponge} \cdot \text{日)} = 147 \text{ m}^3\text{-sponge}$$

DHS 担体の充填率は 50%のため、DHS ろ床容積は次の通りである。

$$\text{DHS ろ床容積} = 147 \text{ m}^3\text{-sponge} / 50\% = 294 \text{ m}^3$$

### 再更新時

DHS 担体必要量は次のとおりである。

$$\text{DHS 担体必要量} = 106 \text{ kg-BOD/日} / 0.9 \text{ kg-BOD/(m}^3\text{-sponge} \cdot \text{日)} = 118 \text{ m}^3\text{-sponge}$$

DHS 担体の充填率は 50%のため、DHS ろ床容積は次の通りである。

$$\text{DHS ろ床容積} = 118 \text{ m}^3\text{-sponge} / 50\% = 236 \text{ m}^3$$

## ③DHS ろ床設置場所

DHS ろ床は基本的に次項の生物膜ろ過施設設置場所決定後、既存反応タンクの残った空間に設置する。

既存躯体形状を考慮して、4 槽ある反応タンクのうち 2 槽 (105 m<sup>2</sup>) に設置する。この場合、DHS ろ床の担体充填部高さは 2.8 m (=294 m<sup>3</sup>/105 m<sup>2</sup>) となる。

また、将来再更新時におけるユニット削減を考慮し、躯体形状より配置検討した上で、5 区画 (流入水量 2 割減を想定) 以上となるように区画数を設定する。

## 2) 生物膜ろ過施設

### ①流入条件

生物膜ろ過施設に流入する DHS ろ床処理水の水量は最初沈殿池流出水と同量であるため、更新時 1,100 m<sup>3</sup>/日、再更新時 880 m<sup>3</sup>/日となる。

### ②生物膜ろ過槽設置面積

生物膜ろ過槽におけるろ過面積当りの処理量は 50 m<sup>3</sup>/ (m<sup>2</sup>・日) とする。

#### 更新時

生物膜ろ過槽のろ過面積は次のとおりである。

$$\text{ろ過面積} = 1,100 \text{ m}^3/\text{日} / 50 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日}) = 22 \text{ m}^2$$

#### 再更新時

生物膜ろ過槽のろ過面積は次のとおりである。

$$\text{ろ過面積} = 880 \text{ m}^3/\text{日} / 50 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日}) = 17.6 \text{ m}^2$$

### ③生物膜ろ過槽設置場所

既存躯体形状を考慮して、4 槽 (52.5 m<sup>2</sup>/槽) ある反応タンクのうち 1 槽に設置する。なお、生物膜ろ過槽は池排水管の接続されていない槽に設置する。

また、将来再更新時におけるユニット削減を考慮し、躯体形状より配置検討した上で、可能な場合、5 区画 (流入水量 2 割減を想定) 以上となるように区画数を設定する。

## 3) 汚泥処理設備

汚泥処理設備の設計にあたっては、本技術における流入固形物量に対する脱水汚泥固形物量の汚泥発生率を 0.6 として設計する。各工程における固形物回収率も考慮し、資表 2-3 のように設定する。

資表 2-3 汚泥処理工程における固形物量

項目		値	備考
更新時	流入固形物量 (kg/日)	144	流入水量 (m <sup>3</sup> /日) × 流入 SS (mg/L) / 1,000 = 800 (m <sup>3</sup> /日) × 180 (mg/L) / 1,000
	脱水汚泥固形物量 (kg/日)	86	流入固形物量 (kg/日) × 0.6
	脱水機投入固形物量 (kg/日)	91	脱水汚泥固形物量 (kg/日) / 0.95 (脱水機 SS 回収率 95%)
	重力濃縮槽投入固形物量 (kg/日)	114	脱水機投入固形物量 (kg/日) / 0.80 (重力濃縮槽 SS 回収率 80%)
再更新時	流入固形物量 (kg/日)	115	640 (m <sup>3</sup> /日) × 180 (mg/L) / 1,000
	脱水汚泥固形物量 (kg/日)	69	更新時に同じ
	脱水機投入固形物量 (kg/日)	73	更新時に同じ
	重力濃縮槽投入固形物量 (kg/日)	91	更新時に同じ

### ①汚泥貯留槽容量

汚泥貯留槽容量は基本的に週 2 日の脱水（4 日分の貯留）を仮定して決定する。

汚泥濃度は 3%とするが，安全率を 2 として容量を算出する。

$$\text{汚泥貯留量容量 (m}^3\text{)} = 91 \text{ (kg/日)} \div 3\% \div 1,000 \text{ (L/m}^3\text{)} \times 4 \text{ 日} \times 2 = 24 \text{ (m}^3\text{)}$$

### ②脱水汚泥発生量

脱水汚泥含水率を 70%として算出する。

$$\text{脱水汚泥発生量 (kg/日)} = 86 \text{ (kg/日)} \div (100\% - 70\%) = 287 \text{ (kg/日)}$$

### ③高分子凝集剤使用量

脱水機投入固形物量に対する注入率を 0.7%として算出する。

$$\text{高分子凝集剤使用 (kg/日)} = 91 \text{ (kg/日)} \div 0.7\% = 0.64 \text{ (kg/日)}$$

## 2.4 機器リスト

本技術の機器リストと従来技術の機器リストを資表 2-4 および資表 2-5 に示す。

資表 2-4 本技術機器リスト

機器名称	型式	更新時	再更新時	機器台数	備考
最初沈殿池設備					
1 初沈池入可動堰	手動式鍍鉻鋼可動堰	400 mmW × 400 mmST	同左	2 (0)	躯体により仕様固定
2 初沈汚泥掻き機	チェーンフライント式	池幅2.5 m × 池長17.5 m × 0.4 kW	同左	2 (0)	躯体により仕様固定
3 初沈スカムスキマ	手動バウスキマ	φ300 mm	同左	2 (0)	躯体により仕様固定
4 初沈汚泥引扱弁	電動仕切弁	φ150 mm × 0.4 kW	同左	2 (0)	仕様固定
5 初沈汚泥引扱ポンプ	無閉塞型ポンプ	φ100 mm × 0.5 nℓ/min × 5 m × 1.5 kW	同左	2 (1)	仕様固定
DHSろ床					
6 DHSろ床	下降流ポンジ状粗体ろ床	5m W × 21m L, 粗体部294㎡	5m W × 21m L, 粗体部235㎡	1 (0)	
7 フィルタ	PVC製			1 (0)	
8 通気ファン	耐蝕送風機	3.3nℓ/min × 3kPa × 0.75kW(VVVF)	2.7nℓ/min × 3kPa × 0.75kW(VVVF)	2 (1)	
9 DHSろ床処理水移送ポンプ	吸込みスクリーンポンプ	φ150 mm × 1.5nℓ/min × 8m × 5.5kW(VVVF)	φ150 mm × 1.2nℓ/min × 8m × 5.5kW(VVVF)	2 (1)	
生物膜ろ過施設					
10 分配槽	鋼板製分配槽	1nℓ	同左	1 (0)	
11 生物膜ろ過槽	連続式移動床生物膜ろ過装置	22m × L V50m	17.6m × L V50m	1 (0)	
12 送気ブロー	ヘリカルブロー	φ65 mm × 4.5nℓ/min × 4m × 6.5kW(VVVF)	φ65 mm × 3.6nℓ/min × 4m × 3.7kW(VVVF)	2 (1)	
13 コンプレッサ	可搬式空気圧縮機	240L/min × 0.93MPa × 2.2kW	同左	2 (1)	
消毒設備					
14 円形塩素投給装置	水路設置型	3,000 nℓ/H, 充填量 70 kg	同左	1 (0)	
用水設備					
15 給水ユニット	圧力タンク式給水ユニット (単鎖交互)	331 L/min × 0.5 MPa × 5.5 kW × 2	331 L/min × 0.5 MPa × 5.5 kW × 2	1 (0)	
16 自動洗浄ストレーナー	逆流式ストレーナー	331 L/min × 0.4 kW	同左	2 (0)	
脱臭設備					
17 脱臭ファン	耐蝕送風機	18 nℓ/min × 2.5 kPa × 2.2 kW	同左	2 (1)	
18 土壌脱臭	土壌脱臭床	18 nℓ/min	同左	1 (0)	
汚泥濃縮設備					
19 重力濃縮槽汚泥かき寄せ機	中央駆動懸垂形	φ3.5 m × 軸水深 3.0 m × 0.4 kW	同左	1 (0)	躯体により仕様固定
20 濃縮汚泥引扱ポンプ	無閉塞ポンプ	φ100 mm × 0.5nℓ/min × 10m × 3.7kW	同左	2 (1)	仕様固定
汚泥脱水設備					
21 汚泥貯留槽攪拌機	水中ミキサー	φ254 mm × 1.5kW	同左	2 (1)	躯体により仕様固定
22 汚泥供給ポンプ	一輪ねじ式	φ50 mm × 1.8nℓ/min × 20m × 0.75kW(VVVF)	同左	2 (1)	
23 汚泥脱水機	回転加圧脱水機	0.3 m × 1.15kW(総合)	同左	1 (0)	
24 ホッパー	電動カッタート式	2 m × 1.5 kW × 2	同左	1 (0)	
25 薬品定量供給機	可変速設定量供給機	0.1 L/min × 0.1kW	同左	2 (1)	
26 薬品溶解タンク	鋼板製円筒槽	0.5 m × 0.4kW	同左	2 (1)	
27 薬品供給ポンプ	一輪ねじ式	φ20 mm × 3.15 L/min × 20m × 0.4kW(VVVF)	同左	2 (1)	
28 空気圧縮機	可搬式空気圧縮機	240L/min × 0.93MPa × 2.2kW	同左	2 (1)	
29 除選器	冷凍式	240L/min × 0.93MPa × 0.25kW	同左	1 (0)	
30 脱臭ろ液貯留タンク攪拌機	水中ミキサー	φ254 mm × 0.75kW	同左	1 (0)	躯体により仕様固定

斜体機器：流入水量に合わせて仕様選定

水処理設備 (最初沈殿池設備・DHSろ床・生物膜ろ過施設・消毒設備) の稼働電動機器点数は 9 台

資表 2-5 従来技術機器リスト

機器名称	型式	更新時	再更新時	機器台数	備考
最初沈殿池設備					
1 初沈流入可動堰	手動式鋳鉄製可動堰	400 mmW × 400 mmST	同左	2 (0)	躯体により仕様固定
2 初沈汚泥掃き機	チェーンフライド式	池幅2.5 m × 池長17.5 m × 0.4 kW	同左	2 (0)	躯体により仕様固定
3 初沈スクラムスキマ	手動ハイパススキマ	φ300 mm	同左	2 (0)	躯体により仕様固定
4 初沈汚泥引抜弁	電動仕切弁	φ150 mm × 0.4 kW	同左	2 (0)	仕様固定
5 初沈汚泥引抜ポンプ	無閉塞型ポンプ	φ100 mm × 0.5 m <sup>3</sup> /min × 5 m × 1.5 kW	同左	2 (1)	仕様固定
反応タンク設備					
6 反応タンク流入可動堰	手動式鋳鉄製可動堰	400 mmW × 400 mmST	同左	1 (0)	躯体により仕様固定
7 散気装置	機械式散気装置	5.5 kW	同左	4 (0)	躯体により仕様固定
8 返送汚泥流入可動堰	手動式鋳鉄製可動堰	300 mmW × 300 mmST	同左	1 (0)	躯体により仕様固定
9 空気流置換機	電流機作式機形弁	φ100×0.4kW	同左	1 (0)	
最終沈殿池設備					
10 終沈流入可動堰	手動式鋳鉄製可動堰	400 mmW × 400 mmST	同左	2 (0)	躯体により仕様固定
11 終沈汚泥掃き機	チェーンフライド式	池幅2.5 m × 池長24 m × 0.4 kW	同左	2 (0)	躯体により仕様固定
12 終沈スクラムスキマ	手動ハイパススキマ	φ300 mm	同左	2 (0)	躯体により仕様固定
13 返送汚泥ポンプ	吸込みスクリュウポンプ	φ100mm×0.7m <sup>3</sup> /min×8.2m×3.7kW(VVVF)	φ100mm×0.6m <sup>3</sup> /min×8.2m×3.7kW(VVVF)	2 (1)	
14 余剰汚泥引抜弁	電動仕切弁	φ150 mm × 0.4 kW	同左	2 (0)	仕様固定
15 余剰汚泥ポンプ	吸込みスクリュウポンプ	φ100 mm × 0.4 m <sup>3</sup> /min × 5 m × 1.5 kW	同左	2 (1)	仕様固定
16 消泡水ポンプ	渦巻ポンプ	432 L/min × 0.15 MPa × 3.7 kW	同左	2 (1)	躯体により仕様固定
17 自動洗浄ストレーナ	逆洗式ストレーナ	432 L/min × 0.4 kW	同左	2 (0)	躯体により仕様固定
送風機設備					
18 送風機	ロータリプロワ	φ65mm×4.2m <sup>3</sup> /min × 56.6 kPa	φ65mm×3.6m <sup>3</sup> /min × 56.6 kPa	2 (1)	
19 送風機用電動機	電動機	7.5 kW(VVVF)	5.6kW(VVVF)	2 (1)	
20 固形塩素投給装置	水路設置型	3,000 m <sup>3</sup> /日, 充質量 70 kg	同左	1 (0)	
用水設備					
21 給水ユニット	圧力タンク式給水ユニット	271 L/min × 0.5 MPa × 5.5 kW × 2	同左	1 (0)	
22 自動洗浄ストレーナ	逆洗式ストレーナ	271 L/min × 0.4 kW	同左	2 (0)	
脱臭設備					
23 脱臭ファン	耐蝕送風機	22 m <sup>3</sup> /min × 2.5 kPa × 2.2 kW	同左	2 (1)	躯体により仕様固定
24 土壌脱臭床	土壌脱臭床	22 m <sup>3</sup> /min	同左	1 (0)	躯体により仕様固定
汚泥濃縮設備					
25 重力濃縮槽汚泥かき寄せ機	中央駆動懸垂形	φ3.5 m × 側水深 3.0 m × 0.4 kW	同左	1 (0)	躯体により仕様固定
26 濃縮汚泥引抜ポンプ	無閉塞ポンプ	φ100 mm×0.5m <sup>3</sup> /min×10m×3.7kW	同左	2 (1)	仕様固定
汚泥脱水設備					
27 汚泥貯留槽掃き機	水中ミキサー	φ300 mm×1.5kW	同左	2 (1)	躯体により仕様固定
28 汚泥供給ポンプ	一輪ねじ式	φ65 mm×3.6m <sup>3</sup> /min×20m×2.2kW(VVVF)	同左	2 (1)	
29 汚泥脱水機	回転加圧脱水機	0.6 m <sup>2</sup> ×1.9kW(総合)	同左	1 (0)	
30 ホッパー	電動カゴトゲ	4 m <sup>2</sup> ×1.5 kW×2	3 m <sup>2</sup> ×1.5 kW×2	1 (0)	
31 薬品定量供給機	可変速設定量供給機	0.1 L/min×0.1kW	同左	2 (1)	
32 薬品溶解タンク	鋼板製田筒槽	0.6 m <sup>2</sup> ×0.76kW	同左	2 (1)	
33 薬品供給ポンプ	一輪ねじ式	φ20 mm×7.2L/min×20m×0.4kW(VVVF)	同左	2 (1)	
34 空気圧縮機	可搬式空気圧縮機	240L/min×0.93MPa×2.2kW	同左	2 (1)	
35 除塵器	冷凍式	240L/min×0.93MPa×0.25kW	同左	1 (0)	
36 逆流水槽掃き機	水中ミキサー	φ254 mm×0.75kW	同左	1 (0)	躯体により仕様固定

斜体機器：流入水量に合わせて仕様選定

水処理設備 (最初沈殿池設備・反応タンク設備・最終沈殿池設備・送風設備・消毒設備) の稼働電動機器点数は 20 台

### 3. 標準活性汚泥法のダウンサイジング性能（参考）

標準活性汚泥法について、流入率が電力使用量原単位や薬品使用量原単位、汚泥発生率、脱水性能および脱水機供給汚泥濃度に与える影響について以下に示す。

#### 3.1 電力使用量原単位

下水道統計（平成 25 年度）より、濃縮方式が重力式であり、消化を行っていない標準活性汚泥法施設における流入水量 1 m<sup>3</sup> 当たり電力使用量原単位を資図 3-1 に示す。流入率が少なければ少ないほど電力使用量原単位が大きくなることが分かる。既存標準活性汚泥法施設における流入水量減少に伴う電力使用量原単位の変化は本資図 c)記載の近似式を用いて算出した。

「水処理電力原単位」

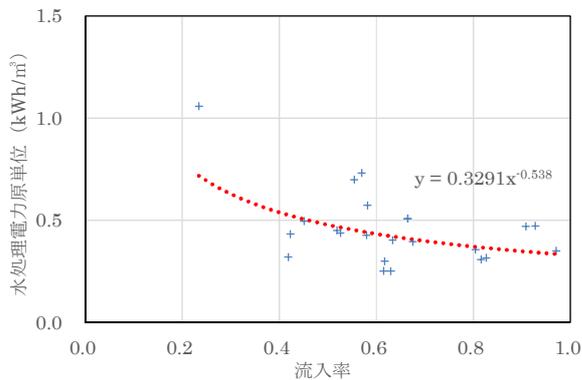
＝「処理場電力使用量のうち水処理分」／「活性汚泥法等処理水量（日平均量）×365 日」

「汚泥処理電力原単位」

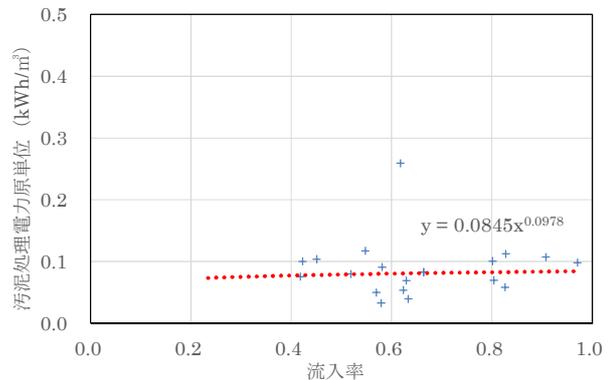
＝「処理場電力使用量のうち汚泥処理分」／「活性汚泥法等処理水量（日平均量）×365 日」

「全体電力原単位」

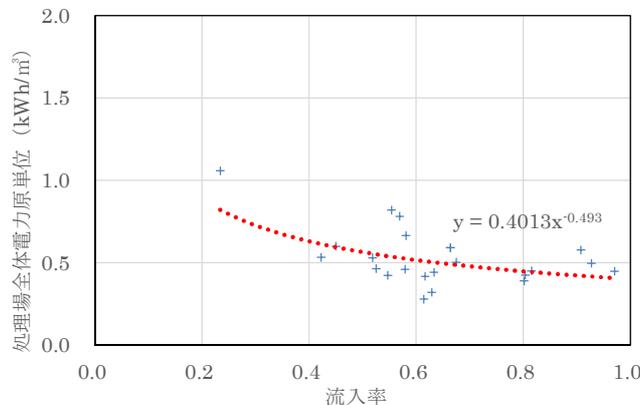
＝「水処理電力原単位」＋「汚泥処理電力原単位」



(a) 水処理電力原単位



(b) 汚泥処理電力原単位



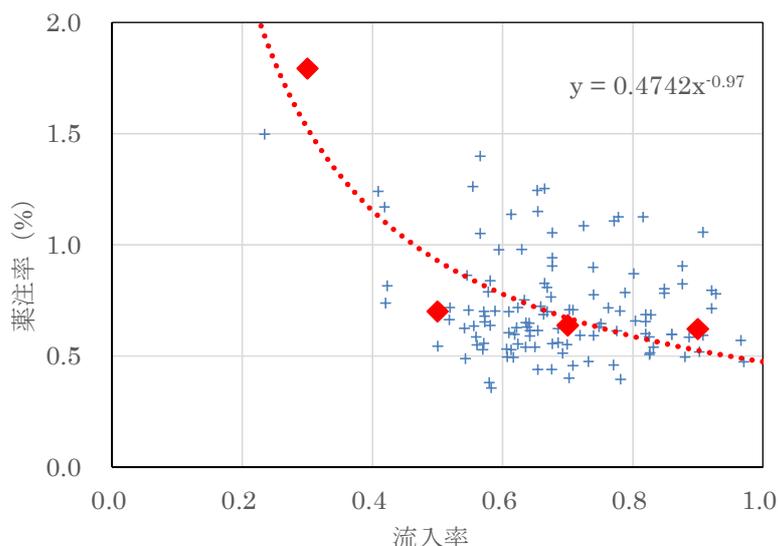
(c) 全体電力原単位

資図 3-1 流入率と電力使用量原単位の関係

### 3.2 薬品使用量原単位

下水道統計（平成 25 年度）より、濃縮方式が重力式であり、消化を行っていない標準活性汚泥法施設における流入率別の脱水汚泥に対する脱水用高分子凝集剤注入率を資図 3-2 に示す。◆は流入率 0.2 毎の中央値を示す。流入率が少なければ少ないほど凝集剤注入率が大きくなる傾向が見られる。

既存標準活性汚泥法施設における流入水量減少に伴う薬品使用量原単位の変化は本資図記載の近似式を用いて算出した。

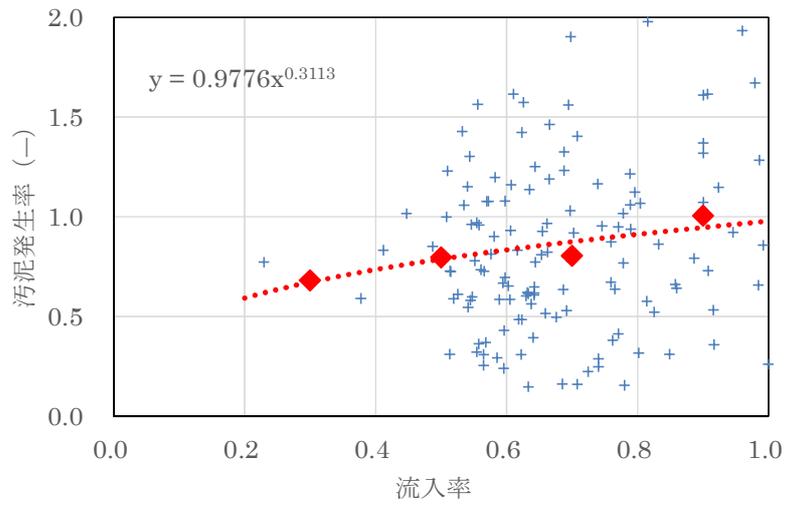


資図 3-2 流入率と標準活性汚泥法施設における脱水用高分子凝集剤注入率の関係

### 3.3 汚泥発生率

下水道統計（平成 25 年度）より、濃縮方式が重力式であり、消化を行っていない標準活性汚泥法施設における流入率別汚泥発生率を資図 3-3 に示す。◆は流入率 0.2 毎の中央値を示す。流入率 1.0 において汚泥発生率が約 1.0 であり、流入率が少なければ少ないほど汚泥発生率が小さくなる傾向が見られる。

既存標準活性汚泥法施設における流入水量減少に伴う汚泥発生率の変化は本資図記載の近似式を用いて算出した。

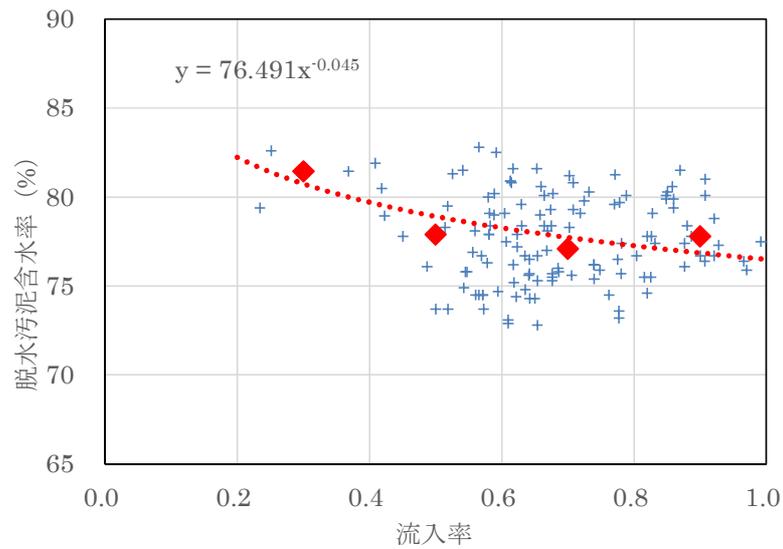


資図 3-3 流入率と標準活性汚泥法施設における污泥発生率の関係

### 3.4 脱水性能

下水道統計（平成 25 年度）より、濃縮方式が重力式であり、消化を行っていない標準活性汚泥法施設における流入率別の脱水汚泥含水率を資図 3-4 に示す。◆は流入率 0.2 毎の中央値を示す。流入率が少なければ少ないほど含水率が高くなる傾向が見られる。

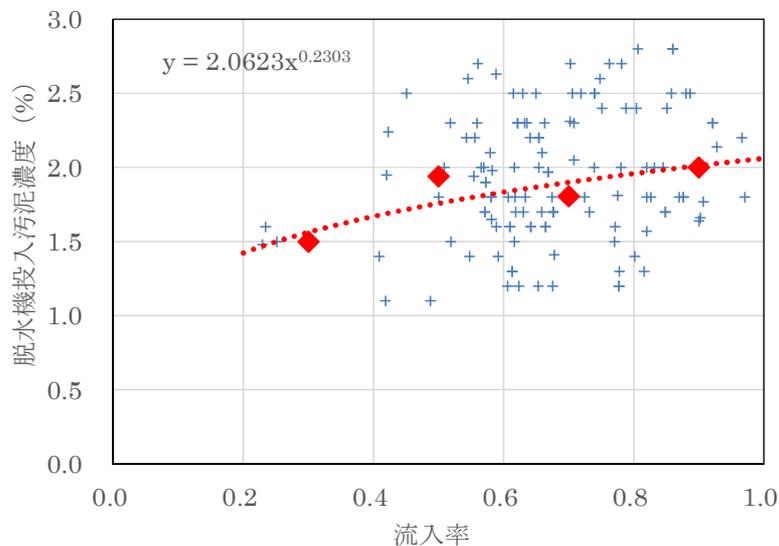
既存標準活性汚泥法施設における流入水量減少に伴う脱水汚泥含水率の変化は本資図記載の近似式を用いて算出した。



資図 3-4 流入率と標準活性汚泥法施設における脱水汚泥含水率の関係

### 3.5 脱水機供給汚泥濃度

下水道統計（平成 25 年度）より、濃縮方式が重力式であり、消化を行っていない標準活性汚泥法施設における流入率別の脱水機供給汚泥濃度を資図 3-5 に示す。◆は流入率 0.2 毎の中央値を示す。流入率が少なければ少ないほど脱水機供給汚泥濃度が低くなる傾向が見られる。



資図 3-5 流入率と標準活性汚泥法施設における脱水機供給汚泥濃度の関係

## 4. 海外等への適用の留意点

ガイドラインにおいては、日本における人口減少社会という現状を踏まえて、主として既存施設のダウンサイジングという観点から記載している。本技術は、下水処理場の新設にも適用が可能である。

海外では、流入下水の水質や水温、目標とする処理水質などが多様であり、過剰な設計とならないように、現地の実情に合わせて適切な補正等を行いながら本技術を適用する。例えば、東南アジア等においては、計画放流水質が日本と異なることや、セプティックタンク等を経た下水が流入して流入下水 BOD 濃度が低濃度となる等が想定されるが、このような場合には例えば生物膜ろ過施設を不要とするなどのシステムの組合せ検討が必要である。また、設置方法も、コンクリート躯体内設置と鋼板製ユニット設置の選択が可能である。

以下、海外の適用に当たって、特に留意すべき点を示す。

### 1) システムの組合せ

実証研究においては、日本国内における標準活性汚泥法代替として、処理水質が BOD15 mg/L 以下としたため、「最初沈殿池」＋「DHS ろ床」＋「生物膜ろ過施設」を組合せたシステムにて実施したが、流入下水が希薄な場合や、処理水質の基準値が高い場合には、「生物膜ろ過施設」は必ずしも必要ではなく、簡易的な沈殿槽にて代替することができる。

### 2) DHS ろ床における通気

実証研究においては、DHS ろ床は悪臭発散の抑制およびろ床バエの飛散防止のために密閉構造としている。このため、通気ファンにて強制的に DHS ろ床内の通気を行っている。海外で脱臭の必要性がない場合は、DHS ろ床を開放とすることで通気ファンが不要となる。

### 3) ユニット化

実証研究のように、DHS ろ床と生物膜ろ過施設はユニット化が可能である。最初沈殿池にて簡易処理のみを行っている処理場においては、基礎床盤を現地施工し、その上にユニットを設置するだけとなるため、現地での施工期間の大幅な短縮と工費の縮減が可能となる。

処理量が増加する場合には、ユニットを追加設置することで対応できる。

## 5. 須崎市終末処理場におけるダウンサイジング効果

須崎市終末処理場におけるダウンサイジング効果（実績値）を参考に示す。なお、須崎市終末処理場では、水処理設備のダウンサイジングに合わせて、汚泥脱水設備（汚泥脱水機および補機ポンプ）のダウンサイジングも同時に行っている。

### 5.1 施設諸元

本技術および更新前に運用していた従来技術の施設諸元を資表 5-1 に示す。

資表 5-1 施設諸元

項目	本技術	従来技術	
躯体処理規模	500 m <sup>3</sup> /日	1,800 m <sup>3</sup> /日（日最大）	
流入水量	500 m <sup>3</sup> /日（日最大汚水量） 400 m <sup>3</sup> /日（日平均汚水量）		
水処理方式	生物膜ろ過併用 DHS ろ床法	標準活性汚泥法	
躯体形状	最初沈殿池 φ 3.5m × 3.0mD (重力濃縮槽躯体を流用)	なし	
	反応タンク または DHS ろ床	7.4mW × 8mL × 5mD × 4 槽 (4 槽中 2 槽使用)	
	最終沈殿池 または 生物膜ろ過施設	3.5mW × 20.3mL × 3mD × 2 槽	
関連設備	消毒設備	固形塩素	同左
	汚泥濃縮設備	重力濃縮	同左
	汚泥脱水設備	スクリープレス脱水機	ベルトプレス脱水機
	脱臭設備	土壌脱臭	同左
流入水質 (計画)	流入 BOD 160 mg/L 流入 SS 180 mg/L	同左	

## 5.2 試算範囲

試算範囲を資表 5-2 に示す。

資表 5-2 試算範囲

項目		水処理設備	消毒設備	汚泥濃縮設備	汚泥脱水設備	脱臭設備	
維持管理費	ユーティリティ	電力費	○	○	○	○	
		水道費	—	—	—	○	—
		薬品費	—	○ 固形塩素	—	○ 高分子凝集剤	—
	運転管理費		○	○	○	○	○
	補修費		○	○	○	○	○
	汚泥処分費		—	—	—	○	—

## 5.3 試算条件

試算使用値を資表 5-3 に示す。なお、本項で使用するデータは運転管理委託業者が取得した維持管理報告書によるものであり、試料採取方法が異なるため、水質データは本編中の値と異なる。また、ユーティリティ単価は資表 5-4 のとおりとした。

資表 5-3 試算使用値

項目	本技術	従来技術
汚泥発生率	0.4 <sup>※1</sup>	0.59 <sup>※5</sup>
脱水機 投入汚泥性状	汚泥濃度 3.0% <sup>※2</sup> 繊維状物 20% <sup>※2</sup>	汚泥濃度 1.0% <sup>※5</sup> 繊維状物 5% <sup>※5</sup>
脱水汚泥含水率	70% <sup>※2</sup>	81.7% <sup>※5</sup>
高分子凝集剤注入率	0.7% <sup>※2</sup>	0.96% <sup>※5</sup>
固形塩素使用量	1g/m <sup>3</sup> -流入水量 <sup>※3</sup>	1g/m <sup>3</sup> -流入水量 <sup>※5</sup>
電力使用量	X は流入水量 (m <sup>3</sup> /日) (揚水設備含む)	
水処理設備	-0.0005X + 0.6123 kWh/m <sup>3</sup> <sup>※3</sup>	320.13 X <sup>-0.905</sup> <sup>※5</sup>
設備全体 <sup>※6</sup>	-0.0006X + 0.6800 kWh/m <sup>3</sup> <sup>※4</sup>	341.98 X <sup>-0.911</sup> <sup>※5</sup>

※1 平成 29 年 7 月 1 日～平成 30 年 1 月 31 日実績

※2 平成 29 年 12 月 19 日～平成 30 年 1 月 31 日実績

※3 平成 29 年 4 月 1 日～平成 30 年 2 月 9 日実績

※4 平成 29 年 7 月 1 日～平成 30 年 1 月 31 日実績

※5 平成 21 年 4 月 1 日～平成 28 年 12 月 31 日実績

※6 水処理設備と汚泥処理設備の合計

資表 5-4 ユーティリティ単価

	費目	原単位	設定条件
ユーティリティ	電気代単価	16 円/kWh	須崎市平成 27 年度実績
	上水従量料金	125 円/m <sup>3</sup>	須崎市平成 27 年度実績
	固形塩素	525 円/kg	須崎市平成 27 年度実績
	高分子凝集剤	900 円/kg	須崎市平成 27 年度実績
	脱水汚泥処分費	13,000 円/t	須崎市平成 27 年度実績

なお、本技術の運転管理費については、「下水道施設維持管理積算要領・終末処理場・ポンプ場施設編-2011 年版」（公益社団法人日本下水道協会）の終末処理場編（オキシデーションディッチ法）に基づき、週 2 日の巡回管理、労務単価を 18,000 円/人として算出した。従来技術は平成 27 年度実績値を用いた。

#### 5.4 ダウンサイジング性能

須崎市終末処理場における本技術導入前後の維持管理費を資表 5-5 に示す。

本技術導入による維持管理費の削減効果は 63%であった。そのなかでも、高分子凝集剤と電力量の削減効果が 68~69%と大きく、次に運転管理費の削減効果 63%と次いだ。

資表 5-5 維持管理費試算結果

項目	本技術		従来技術		
	使用量	費用	使用量	費用	
ユーティリティ	電力	65,408kWh/年	1,047千円/年	212,754kWh/年	3,405千円/年
	水道	40m <sup>3</sup> /年	5千円/年	83m <sup>3</sup> /年	11千円/年
	固形塩素	146kg/年	88千円/年	146kg/年	88千円/年
	高分子凝集剤	79kg/年	72千円/年	252kg/年	228千円/年
	脱水汚泥処分	36t/年	468千円/年	85t/年	1,105千円/年
	運転管理費	—	10,500千円/年	—	28,000千円/年
	合計	—	12,180千円/年	—	32,837千円/年
	比率	—	37	—	100

須崎市終末処理場における本技術導入前後の維持管理に拘わる温室効果ガス排出量を資表 5-6 に示す。

温室効果ガス排出量の本技術導入に伴う削減効果は、69%という結果であった。従来技術の内訳で 98%を占める電力を、本技術導入に伴い 69%削減したことが大きく影響している。

資表 5-6 温室効果ガス排出量試算結果

項目		本技術		従来技術	
		使用量	CO <sub>2</sub> 発生量	使用量	CO <sub>2</sub> 発生量
電力	水処理設備	60,196kWh/年	35.4t-CO <sub>2</sub> /年	206,450kWh/年	121.2t-CO <sub>2</sub> /年
	汚泥処理設備	5,212kWh/年	3.1t-CO <sub>2</sub> /年	6,304kWh/年	3.8t-CO <sub>2</sub> /年
	計	65,408kWh/年	38.5t-CO <sub>2</sub> /年	212,754kWh/年	125.0t-CO <sub>2</sub> /年
上水		40m <sup>3</sup> /年	0.1t-CO <sub>2</sub> /年	83m <sup>3</sup> /年	0.2t-CO <sub>2</sub> /年
高分子凝集剤		79kg/年	0.6t-CO <sub>2</sub> /年	252kg/年	1.7t-CO <sub>2</sub> /年
固形塩素		146kg/年	0.6t-CO <sub>2</sub> /年	146kg/年	0.6t-CO <sub>2</sub> /年
合計		—	39.8t-CO <sub>2</sub> /年	—	127.5t-CO <sub>2</sub> /年
比率		—	<u>31</u>	—	<u>100</u>

## 6. 問い合わせ先

本技術ガイドライン（案）に関する問い合わせは、以下にお願いいたします。

国土交通省 国土技術政策総合研究所	国土交通省 国土技術政策総合研究所 下水道研究部 下水処理研究室 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 TEL 029-864-3933 FAX 029-864-2817 URL <a href="http://www.nilim.go.jp/">www.nilim.go.jp/</a>
----------------------	---

本書は、下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）により国土交通省国土技術政策総合研究所が以下の企業・団体に研究委託を行い、その成果を取りまとめたものです。

<実証研究者 連絡先>

三機工業株式会社	環境システム事業部 〒104-8506 東京都中央区明石町8-1 聖路加タワー TEL 03-6367-7634 FAX 03-5565-5255 URL <a href="http://www.sanki.co.jp/">www.sanki.co.jp/</a>
東北大学	未来科学技術共同研究センター 〒980-8577 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-04 TEL 022-795-3176 FAX 022-795-3176 URL <a href="http://www.niche.tohoku.ac.jp/">www.niche.tohoku.ac.jp/</a>
香川高等専門学校	建設環境工学科 〒761-8058 香川県高松市勅使町355番 TEL 087-869-3928 FAX 087-869-3929 URL <a href="http://www.kagawa-nct.ac.jp/">www.kagawa-nct.ac.jp/</a>
高知工業高等専門学校	ソーシャルデザイン工学科 〒783-8508 高知県南国市物部乙200番1号 TEL 088-864-5671 FAX 088-864-5671 URL <a href="http://www.kochi-ct.ac.jp/">www.kochi-ct.ac.jp/</a>
日本下水道事業団	技術戦略部技術開発企画課 〒113-0034 東京都文京区湯島二丁目31番27号 TEL 03-6361-7849 FAX 03-5805-1828 URL <a href="http://www.jswa.go.jp/">www.jswa.go.jp/</a>
須崎市	建設課都市計画係 〒785-8601 高知県須崎市山手町1番7号 TEL 0889-42-1196 FAX 0889-40-0118 URL <a href="http://www.city.susaki.lg.jp/">www.city.susaki.lg.jp/</a>

---

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILM

No. 1051 December 2018

---

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課 TEL 029-864-2675