

ISSN 1 3 4 6 - 7 3 2 8

国総研資料 第 1 0 6 0 号

平成 3 1 年 2 月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of

National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1060

February 2019

B-DASH プロジェクト No.22

特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術

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.22

Guideline for introducing the Excess Sludge Reduction by Multi-stage Fixed Bed
Biofilm Process

Waste 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.22

特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減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.22

Guideline for introducing the Excess Sludge Reduction by Multi-stage Fixed Bed Biofilm Process

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資源回収、大幅なコスト削減や省エネルギー・総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「特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術」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、多段式接触酸化法、特殊繊維担体

Synopsis

This Guideline for introducing a technology with the excess sludge reduction by multi-stage fixed bed biofilm process, which is one of sewage high technologies, is designed to reduce sewage service costs, create renewable energy and support Japanese enterprises' overseas water business expansion.

Key Words : Sewage treatment plant, Multi-stage contact aeration method, Specific fibrous media

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 ・ ・ ・ 栗 田 貴 宣

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 ・ ・ ・ 道 中 敦 子

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。その一方で、水処理に伴って発生する汚泥処理は、消化、脱水、乾燥、焼却といった処理が必要であり、下水道の普及に伴い、汚泥処理のコストも増加している。

小規模処理場においては、汚水処理原価が高く、使用料による経費回収率が低い場合が多い。さらに、汚泥の処理を場外搬出に依存している場合が多く、汚泥処分費の高騰や処分委託先の確保が困難であるという課題を有している。今後、下水道ストックの維持管理や改築更新に係る費用の増大や、人口減少による使用料収入の減少などが予想されることを踏まえ、汚泥処理に係るコスト削減も考慮した下水道経営の健全化が希求されている。

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コスト縮減や再生可能エネルギー等の創出を実現し、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。さらに、新技術導入に慎重な自治体にも実証技術の導入検討を簡便に実施できるようにガイドライン化を実施している。これまで、比較的大規模な処理場への適用が想定された省エネルギーや創エネルギーなどに係る水処理技術や汚泥処理技術が実証されガイドライン化が行われているが、小規模下水処理場では、水処理・汚泥処理プロセスが異なることや、スケールメリットが働かないことなどから、これまでの実証成果を活用することが困難である。

本ガイドラインで示す「特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術」は、オキシデーションディッチ法（以下、「OD 法」という）の反応槽内を多段式の反応槽へ改造し、各段に特殊繊維担体を配置した接触酸化法によって有機物除去を行う技術である。実証研究により OD 法と同程度の水質を確保しつつ、余剰汚泥発生量の大幅な削減効果があることが実証されている。

本ガイドラインは、国土技術政策総合研究所委託研究（特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術実証研究 受託者：㈱IHI 環境エンジニアリング・帝人フロンティア㈱・日本下水道事業団・辰野町共同研究体 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していただける資料として策定したものであり、こ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

第 1 章 総則

第 1 節 目的

§ 1 目的	1-1
--------	-----

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	1-4
-----------------	-----

第 3 節 ガイドラインの構成

§ 3 ガイドラインの構成	1-5
---------------	-----

第 4 節 用語の定義

§ 4 用語の定義	1-7
-----------	-----

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	2-1
§ 6 技術の概要	2-3
§ 7 技術の特徴と導入効果	2-9

第 2 節 技術の適用条件

§ 8 技術の適用条件	2-13
§ 9 導入シナリオ	2-17

第 3 節 実証研究に基づく評価の概要

§ 10 技術の評価項目と評価方法	2-20
§ 11 技術の評価結果	2-25

第3章 導入検討

第1節 導入検討手法

§ 12 導入検討手順	3-1
§ 13 基礎調査	3-2
§ 14 導入効果の検討	3-4
§ 15 導入判断	3-15

第2節 導入効果の検討例

§ 16 導入効果の検討例	3-16
---------------	------

第4章 計画・設計

第1節 導入計画

§ 17 導入計画手順	4-1
§ 18 詳細調査	4-2
§ 19 施設計画の検討	4-4
§ 20 導入効果の検証	4-7
§ 21 導入計画の策定	4-8

第2節 施設設計

§ 22 設計手順	4-9
§ 23 既存 OD 槽の改築と設計水量・設計水質	4-10
§ 24 設計水質の設定	4-15
§ 25 前処理設備	4-16
§ 26 特殊繊維担体ユニット	4-17
§ 27 必要空気量及び送風機設備	4-20
§ 28 凝集剤添加設備	4-21
§ 29 pH 調整剤注入設備	4-22
§ 30 余剰汚泥発生量	4-23
§ 31 最終沈殿池設備	4-24
§ 32 監視制御システム	4-25

第3節 導入時の留意点

§ 33 導入時の留意点	4-27
--------------	------

第5章 維持管理

第1節 運転管理

§ 34 運転管理	5-1
§ 35 水質試験	5-5

第2節 保守管理

§ 36 保守管理	5-6
-----------	-----

第3節 異常時の対応と対策

§ 37 異常時の対応	5-9
-------------	-----

第4節 立ち上げ時の運転管理

§ 38 立ち上げ時の運転管理	5-12
-----------------	------

参考文献	参考文献-1
------	--------

資料編

資料1. 実証研究結果	資 1-1
-------------	-------

資料2. ケーススタディ	資 2-1
--------------	-------

資料3. 立ち上げ運転の具体例	資 3-1
-----------------	-------

資料4. 問い合わせ先	資 4-1
-------------	-------

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資源回収、大幅なコスト縮減や省エネルギー・創エネルギー効果の増大に寄与するため、下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）の革新的技術の1つである「特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術」（以下、本技術）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）、バイオガス回収技術、バイオガス精製技術、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、[2]下水汚泥固形燃料化技術、[3]下水熱利用技術（未処理下水の熱利用に限る）、[4]栄養塩（窒素）除去技術（水処理に係る技術は除く）、[5]栄養塩（りん）除去技術（水処理技術に係る技術は除く。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、[6]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）、[7]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、[8]下水汚泥から水素を創出する創エネ技術、[9]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）、[10]ICT 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、[11]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、

[12] バイオガスからCO₂を分離・回収・活用する技術、[13] 設備劣化診断技術、[14] 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、[15] 下水管路に起因する道路陥没の兆候を検知可能な技術、[16] 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、[12][14][16]についてガイドライン案を策定した。

平成28年度は、[17] 中小規模処理場を対象とした下水汚泥の有効利用技術、[18] ダウンサイジング可能な水処理技術、[19] 下水熱を利用した車道融雪技術、[20] 災害時に適した処理・消毒技術、[21] 消化工程なしで下水道資源から水素を製造する技術、[22] 下水管きよの腐食点検・調査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、[23] 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、[24] 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、[25] 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、[26] 下水道で地域バイオマスや資源を利活用する技術、[27] 標準法並みのエネルギーで高度処理を実現する技術、[28] 新たな手法を活用した余剰汚泥減容化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・実施した。

本技術は、[18]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、一定の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

国土交通省
国土技術政策総合研究所

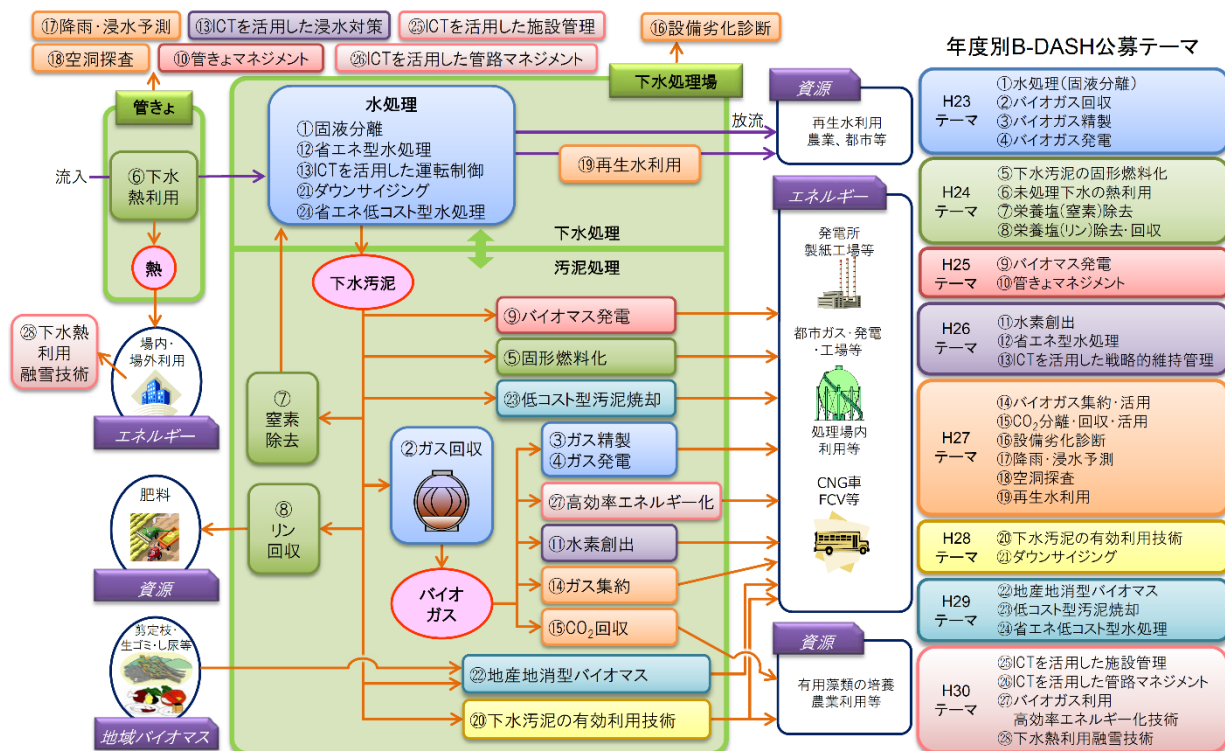


図 1-1 下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）の概要（全体）

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、下水道施設を対象とした本技術の導入検討、計画・設計及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・設備の更新に際して、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、手法を示すとともに、導入効果の検討例を示す。

(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。

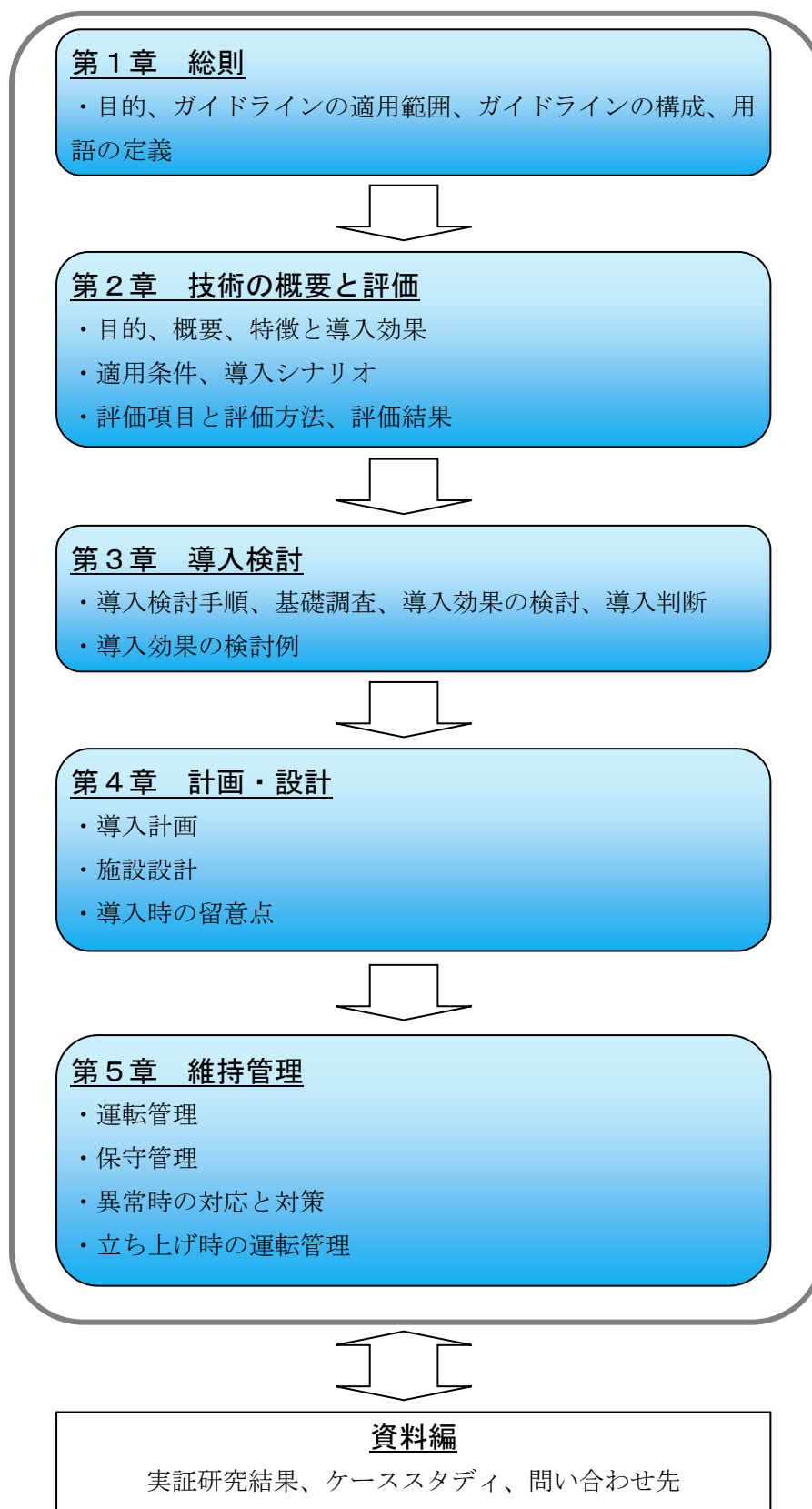


図 1-2 本ガイドラインの構成

第4節 用語の定義

§4 用語の定義

本ガイドラインの中で取り扱う用語は以下のとおり定義する。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」（社団法人日本下水道協会）、「下水道用語集 2000 年版」（社団法人日本下水道協会）に準拠する。

（１）特殊繊維担体

特殊繊維をシート状に織ったものを示す。

特殊繊維は表面積が広く微生物が付着しやすい断面形状であり、適切な生物叢を形成させることができる。

（２）特殊繊維担体ユニット

フレームにより、複数枚の特殊繊維担体、散気管、ライザー管を一体構造としたユニットを指す。本ガイドライン内では「担体ユニット」と略記することもある。

（３）前処理設備

本技術においては、きょう雑物の反応槽への流入を防ぐために設置する微細目スクリーンを指す。

（４）反応槽

本技術において担体ユニットを設置して生物処理を行う槽を指す。既設のオキシデーションディッチに対して、分水槽と混和槽を区切った残りの部分を反応槽とする。

（５）分水槽

本技術において 2 水路の反応槽へ分水するための槽を指す。既設のオキシデーションディッチに対して、流入部を隔壁により区切って分水槽とする。

（６）混和槽

本技術において凝集剤と pH 調整剤の注入・混和を行う槽を指す。既設のオキシデーションディッチに対して、流出部を隔壁により区切って混和槽とする。

（７）BOD 容積負荷

反応タンク容積当りの BOD の流入負荷量を示す。本技術では、反応タンク容積として反応槽の容積を使用して BOD 容積負荷（単位：kg-BOD/(m³・日)）を定義付け、反応槽の容量計算や運転管理における基本諸元として使用する。

(8) 余剰汚泥発生倍率

流入 SS 量に対する余剰汚泥固形物量(SS 量)の比率を示す。本技術において、余剰汚泥の発生量や削減率に係る基本指標として使用している。

(9) 総費用(年価換算値)

総費用(年価換算値)＝建設年価＋維持管理費(運転経費、補修費、人件費、汚泥処分費)
なお、建設費年価は、建設費に以下の係数を乗じて算出する。

$$\left(i + \frac{i}{(i+1)^n - 1}\right)$$

i : 利子率 (=割引率) n : 耐用年数

※下水道施設は、耐用年数の異なる土木・建築、機械・電気の各設備等から構成されている。そのため、本ガイドラインでは導入検討段階等の予備的な分析を簡易に行えるよう、建設費を年価に換算している。

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

本ガイドラインで対象とする「特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術」(以下、本技術)は、オキシデーションディッチ法(以下、OD法)の代替技術として適用することで、余剰汚泥発生量を大幅に削減することにより汚泥処理施設を縮小し、それに伴うコスト(建設年価+維持管理費)の削減(ダウンサイジング)を図ることを目的とする。

【解説】

(1) 技術の背景

OD法は中小市町村の保有する小規模下水処理場で広く採用されている水処理方法である。中小市町村では、財政基盤が脆弱であるのに対して汚水処理単価が高く使用料による経費回収率が低いために財政逼迫の一因となっているケースが多く見られる。

図2-1に示すとおり、下水道施設の維持管理費として運転管理委託費と人件費が多くを占めており、また汚泥処分費も一定の割合を占めている。これらの削減を図ることは財政逼迫の解消に有効であり、その方法の一つとして、余剰汚泥発生量を削減することによる汚泥の処理及び処分に係る維持管理費の削減が挙げられる。

また、汚泥処理施設・設備は汚泥脱水機等の高価な機器を要し、建設費が高価である。余剰汚泥発生量を削減することで、汚泥処理施設・設備に係る建設費・更新費を削減することも可能となる。

加えて、人口減少社会の到来により人手不足が懸念されること、汚泥処分先の受け入れ制限等により処分先の確保が難しい場合があることに対しても、余剰汚泥発生量の削減による維持管理労力及び汚泥処分量の削減は有効である。

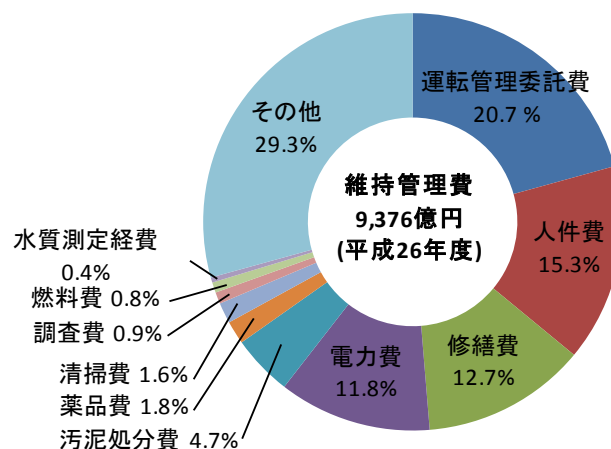


図2-1 下水道施設に係る維持管理費の内訳（平成26年度版下水道統計⁸⁾に基づき作成）

(2) 技術の目的

本技術は、OD 法の代替技術として適用することで、余剰汚泥発生量を大幅に削減するものである。

これにより汚泥処理施設・設備を縮小し、それに伴う建設費及び維持管理費を削減することが可能である。更に、汚泥処分量の削減により、維持管理費のうち汚泥処分費を削減することが可能である。本技術は、これらに伴いコスト(建設年価＋維持管理費)の削減を図ること(ダウンサイジング)を目的とする。

§6 技術の概要

本技術は、生物膜を利用した有機物除去法の一つで、既存の OD 法への導入(改築)を想定したものである。OD 槽内を多段式の反応槽へ改造し、各区画へ設置する特殊繊維担体ユニットに微生物を担持して好気処理を行うことを特徴とする。担体を利用することで反応槽内に汚泥を保持し、更に槽内を多段化することで上流側から下流側に向かって細菌類→原生動物→後生動物と優占する微生物種が異なる生物膜の形成を図る。これにより、微生物の自己酸化と食物連鎖等による汚泥減量の促進を図り、OD 法と同程度の処理能力を維持しながら余剰汚泥発生量の大幅な削減を可能とするものである。

本技術では、OD 槽内に分水槽、反応槽、混和槽を設けるほか、前処理設備として微細目スクリーンを、混和槽に薬液注入設備(凝集剤、pH 調整剤)を設置する。また、既存の最終沈殿池を活用し、混和槽流出水の固液分離と余剰汚泥引拔を行う。

【解説】

(1) 本技術の定義

本技術は、固定床型の生物固定化担体である特殊繊維担体を用いた好気性の生物膜法で、既存の水処理方法の中では接触酸化法の一つとして位置付けることができ、反応槽を多段式とすることが特徴である(多段式接触酸化法)。図 2-2 に示すとおり、既存の OD 法への導入(改築)を想定したものであり、OD 槽内に特殊繊維担体を浸漬させ、反応槽とする。

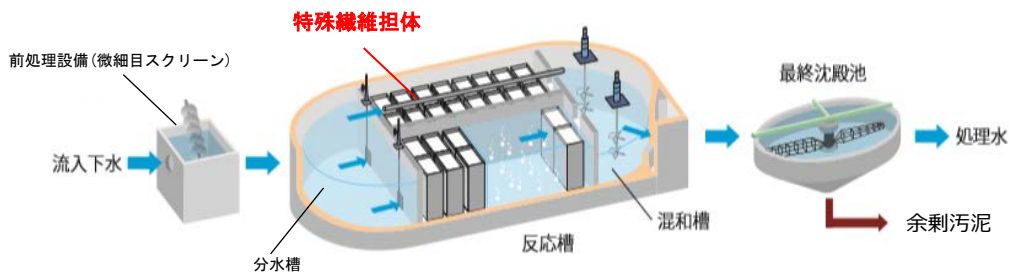


図 2-2 本技術のイメージ図

(2) 本技術の原理

本技術では、OD 槽内を分水槽、反応槽、混和槽に分割した上で、反応槽内を更に直列の複数区画へと多段化し、各区画へ特殊繊維担体ユニットを浸漬させる。反応槽に流入した有機物は、曝気による好気状態のもと、特殊繊維担体上に形成される生物膜や付着汚泥に吸着され、微生物による酸化及び同化作用により分解除去される。

本技術の最大の特徴は、OD 法と比較して余剰汚泥発生量が大幅に削減されることであり、その機構として以下の2点が想定される。

①汚泥の自己酸化の促進

特殊繊維担体により汚泥を保持し、細菌類等の汚泥の自己酸化を促進することで、余剰汚泥発生量が削減される。

②高次の微生物が優占する生物膜の形成

反応槽を多段化することで、図 2-3 に示すように上流側から下流側に向かって細菌類→原生動物→後生動物と優占する微生物種の異なる生物膜の形成を図る。これにより食物連鎖を促進させ、特に下流側で原生動物や後生動物等の比較的高次の微生物が優占する生物膜が形成される。これら高次微生物による捕食作用等により余剰汚泥発生量が削減される。

なお、特殊繊維担体ユニットの下部には散気管を設置し、特殊繊維担体の下部から上部へ曝気を行う。本曝気は、生物処理としての酸素供給や槽内の攪拌だけでなく、生物膜の肥大化やユニット内部の流路閉塞を防止するといった複合的な機能を担う。

従来の接触酸化法と同様に、反応槽の後段(混和槽流出水)では最終沈殿池による固液分離を行なう。活性汚泥法における固液分離や汚泥返送に相当する単位操作は存在せず、本質的には最終沈殿池は必須の施設ではないが、処理水 SS 濃度の低減/安定化を図る見地から、最終沈殿池を含めて本技術として取り扱う。

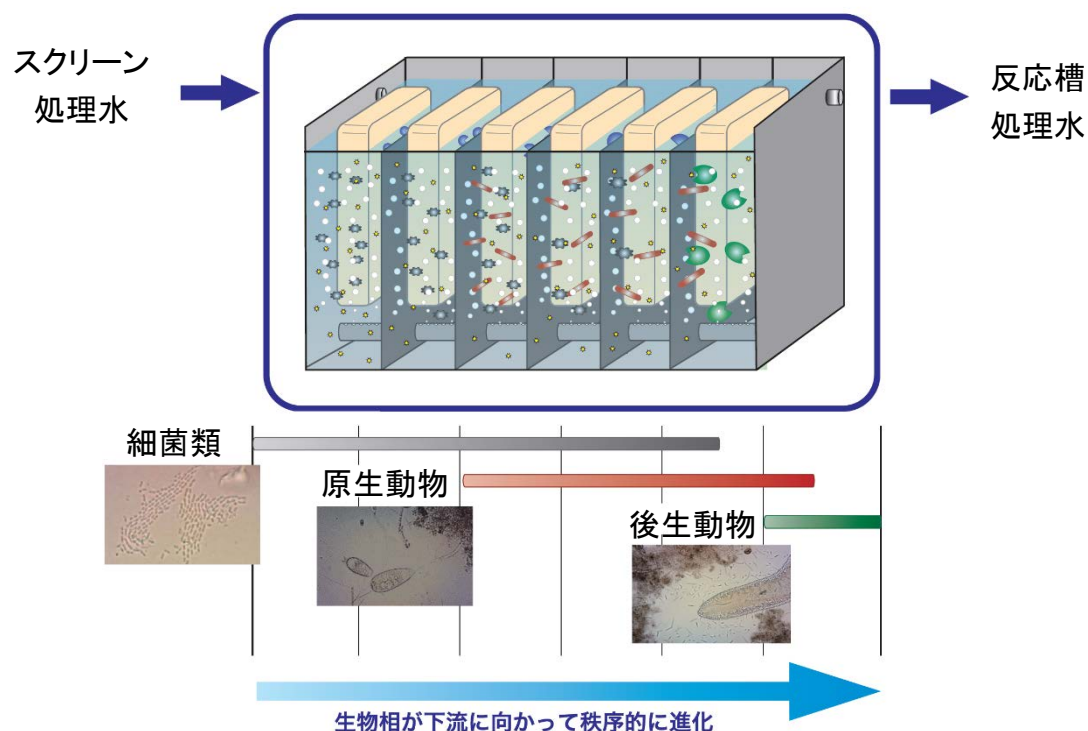


図 2-3 反応槽の概念図

(3) 特殊繊維担体の概要

本技術で使用する「特殊繊維担体」は、断面形状がY形のポリアミド系繊維をシート状に織ったものであり、表面積が広く微生物が付着しやすい特長を有する(図2-4、図2-5 参照)。

この担体を適切な間隔をもって配置し、底部から曝気攪拌を行うことにより、担体間に上方向流(クロスフロー流)を生じさせ、付着汚泥の肥大化等による閉塞を防ぐ(図2-6 参照)。

このため、本担体を反応槽内に設置する際には、複数枚の特殊繊維担体をフレームに固定し、底部の散気管、ライザー管と一体構造としてユニット化した「特殊繊維担体ユニット」として配置する(図2-7 参照)。

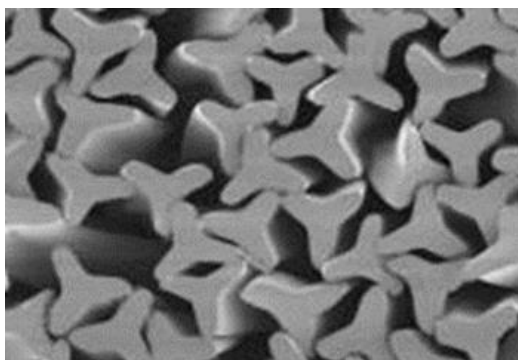


図 2-4 特殊繊維担体の断面形状



図 2-5 特殊繊維担体



図 2-6 特殊繊維担体の汚泥付着状況

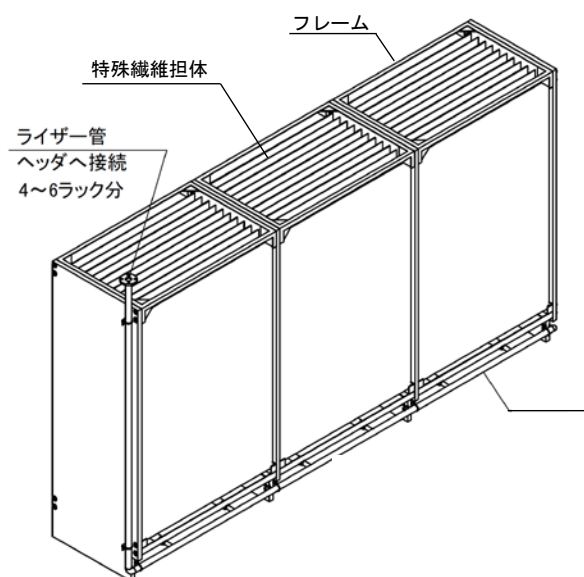


図 2-7 特殊繊維担体ユニット

(4) 本技術の処理フロー及び施設・設備構成

本技術の処理フロー及び施設・設備構成を以下に示す(図 2-8 参照)。

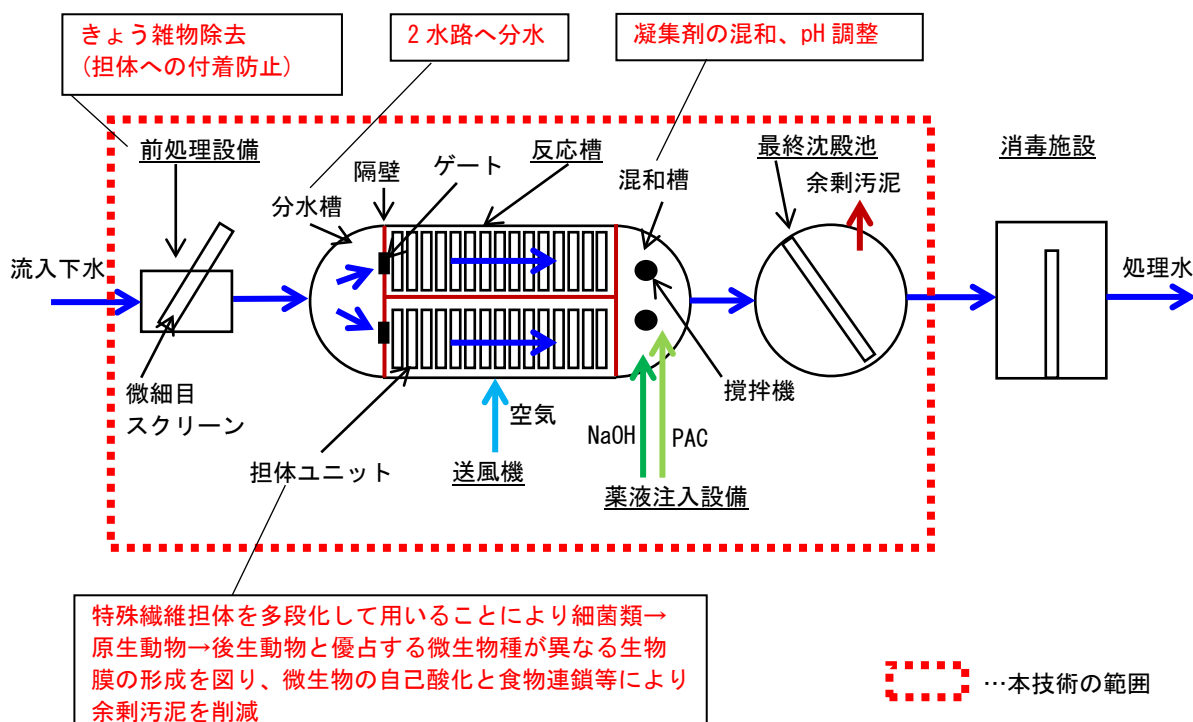


図 2-8 本技術の処理フロー概略図

1) 前処理設備

本技術は最初沈殿池を有しないため、沈砂池で除去しきれなかったきょう雑物(ごみ、厨芥、繊維、木片等)が反応槽へ流入し、特殊繊維担体への絡みつき等により適切な生物膜の形成を阻害する可能性がある。

よって、これを防止するために微細目スクリーンによる前処理設備を設ける。

2) 分水槽

反応槽上流側のコーナー一部を利用して、流入水を 2 水路へ分配するための分水槽とする。流出部にゲート設備を設けることにより、任意の水量での分配を可能とする。

3) 反応槽

無終端水路である既存 OD 槽を隔壁により仕切り、多段化したワンパスの 2 水路から成る反応槽へ改築する。反応槽容量は BOD 容積負荷が $0.2\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ 以下※となるようにする。なお、反応槽の流入負荷に係る基本諸元に OD 法では HRT を使用しているが⁹⁾、

※なお、上記の BOD 容積負荷は、(5)で後述するパイロットスケールの実証実験(平成 20～22 年度実施)及び本実証研究の結果を基に設定した値である。パイロットスケールの実証実験(平成 20～22 年度実施)において BOD 容積負荷 $0.25\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ 以下で運転を行い、冬期に処理水 BOD 濃度が $15\text{mg}/\text{L}$ を超過し、BOD 除去性能を満足できなかった。その原因を生物膜の剥離及び処理水残存 $\text{NH}_4\text{-N}$ による N-BOD にあると考え、前者は凝集剤の添加、後者は BOD 容積負荷を $0.2\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ 以下に見直すことにより解決を試み、本実証研究を実施した。その結果、第 3 節で後述するとおり、BOD 除去性能を満足することができたため、BOD 容積負荷を $0.2\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ 以下と定めた。

本技術では BOD 容積負荷を使用している。つまり、流入 BOD 濃度によって処理能力(処理可能下水流量)が変わる。

反応槽を多段化するための仕切りは、反応槽容量を有効に使うために一定の厚さが必要な RC 壁ではなく、FRP 等耐腐食性材質を用いる。各区画には特殊繊維担体ユニットを配置する。また、曝気が必要であることから送風機を設置する。

4) 混和槽

反応槽下流側のコーナー一部を利用して混和槽とする。

本技術は、OD 法に比べて汚泥の沈降性が良好でなく、特に低水温期には担体からの汚泥剥離が顕著となる可能性があるため、最終沈殿池における沈降性改善のために凝集剤(PAC 等)を添加する。

また、本技術では長 HRT により硝化反応が進行する一方で、脱窒反応によるアルカリ度回復が殆ど見込めないことから、処理水の pH の低下を防止するために pH 調整剤(アルカリ剤として苛性ソーダ等)を添加する。

混和槽は、これら凝集剤と pH 調整剤の添加及び混合を行うものであり、各薬液注入設備と攪拌機を設置する。

5) 最終沈殿池

最終沈殿池により固液分離を行い、処理水 SS 濃度の低減/安定化を図る。凝集操作を行うことにより、OD 法と同等の汚泥沈降性を確保できるため、既存最終沈殿池を利用する。

6) 既存 OD 法からの改築点

本技術を既存 OD 法施設へ導入する場合に改築を要する点は以下のとおりである。

- ・前処理設備(微細目スクリーン)の設置
- ・既存 OD 槽躯体の改造(分水槽、反応槽、混和槽への改造)
- ・反応槽内への仕切板及び特殊繊維担体ユニットの設置
- ・送風機の設置又は増設
- ・薬液注入設備(凝集剤、pH 調整剤)の設置
- ・その他付帯設備の設置(ゲート設備等)
- ・既存機器の撤去(散気装置、返送汚泥ポンプ等)

(5) 開発等の経緯^{5)~7)}

本技術の元になっているのは、当初帝人(株)が開発し、平成 20~22 年度に同社と日本下水道事業団の共同研究によりパイロットスケールの実証実験を行なった「多段接触酸化法」である。本法は、標準活性汚泥法や OD 法を含めた各種負荷条件の水処理施設へ汎用的に導

入可能な技術として開発され、国内では小規模の産業廃水処理装置及び東日本大震災における応急仮設下水処理設備としての導入実績を有する。また、海外では本技術と同規模の生活污水处理装置としての導入実績を有する。本技術は、これを既存 OD 法へ導入するために改良・最適化を図ったものと位置付けられ、実証研究で設置した実証施設は、同技術として国内最大規模であるだけでなく、実規模 OD 槽の改築という導入形態においても唯一の事例となる。

§7 技術の特徴と導入効果

- (1) 本技術の特徴は以下のとおりである。
 - 1) 汚泥の自己酸化の促進
 - 2) 高次の微生物が優占する生物膜の形成
 - 3) 付着汚泥の肥大化抑制
 - 4) 既存 OD 槽の活用
 - 5) OD 法と同等の余剰汚泥の処理性
 - 6) 維持管理性の向上
- (2) 本技術の導入効果は以下のとおりである。
 - 1) 余剰汚泥発生量の削減
 - 2) 汚泥処理施設・設備の縮小
 - 3) 汚泥処分量の削減
 - 4) 総費用(年価換算値)の削減

【解説】

(1) 本技術の特徴

1) 汚泥の自己酸化の促進

特殊繊維担体により汚泥を保持し、細菌類等の汚泥の自己酸化を促進することで、余剰汚泥発生量が削減される。

2) 高次の微生物が優占する生物膜の形成

反応槽を多段化し、上流側から下流側に向かって細菌類→原生動物→後生動物と優占する微生物種の異なる生物膜の形成を図る。これにより食物連鎖を促進させ、特に下流側で原生動物や後生動物等の比較的高次の微生物が優占する生物膜が形成される。これら高次微生物による捕食作用等により余剰汚泥発生量が削減される。

3) 付着汚泥の肥大化抑制

接触酸化法では、一般的に処理に伴い付着汚泥が肥大化し、微生物と酸素の接触効率の低下による処理性能の悪化が懸念される。これにより、ろ材の定期的な洗浄を要する場合もある。

本技術は、曝気による上方向流(クロスフロー流)で肥大化した付着汚泥の剥離が行える。微生物への酸素供給に要する曝気が持つ攪拌力により剥離が行えるため、追加の洗浄操作を行うことなく付着汚泥の肥大化を抑制できる。(図 2-9 参照)

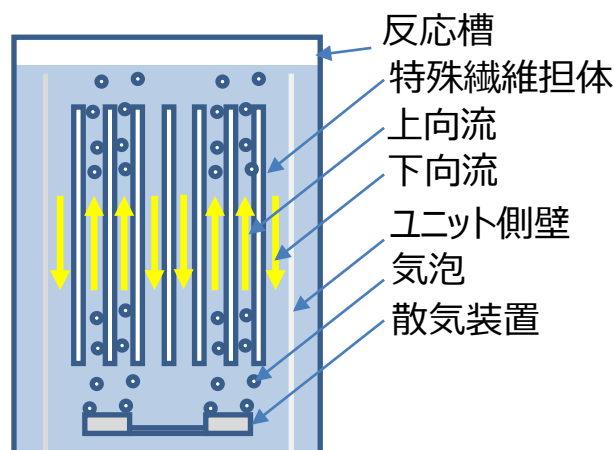


図 2-9 曝気攪拌による付着汚泥の肥大化防止概念図

4) 既存 OD 槽の活用

本技術は、OD 法を使用する既存下水処理場に対し、同法の代替として導入するものである。BOD 容積負荷 $0.2\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ 以下を満たすような施設を設けることから、一般的な都市下水の流入 BOD 濃度に対して反応槽の HRT は概ね 24 時間となる。OD 法では設計 HRT として 24～36 時間⁹⁾を標準としていることから、OD 法の既存土木躯体を活用して既存 OD 法と概ね同程度の処理能力を確保でき、主に機械電気設備の改築と土木躯体の一部改造により導入することができる。これにより、既存躯体を活用して低コストで改築を行うことができる。

5) OD 法と同等の余剰汚泥の処理性

本技術は汚泥の自己酸化や原生動物・後生動物による捕食作用等により余剰汚泥発生量の削減を図るものであり、OD 法に比べて余剰汚泥の無機化が進む傾向にある。

実証研究において仮設脱水機による脱水試験を行い、本技術と OD 法では薬注率及び含水率が同等であることを確認したため、汚泥の処理性は同等であるといえる。

6) 維持管理性の向上

本技術の維持管理性は OD 法に比べて、表 2-1 のとおり容易になる面と煩雑になる面がある。これらを総合的に評価すると、水処理施設単独では、維持管理に係る人工数は OD 法とほぼ同等と想定される。

一方、汚泥処理工程については、余剰汚泥発生量の削減に伴い薬品溶解等の作業量が軽減され維持管理は容易となる。

表 2-1 本技術と OD 法の維持管理性の比較

項目	内容	本技術	OD 法
MLSS 濃度、汚泥返送比	槽内汚泥濃度の維持	不要	要
SV 及び SVI	汚泥沈降性・バルキングの確認	要	要
BOD 容積負荷/BOD-SS 負荷	BOD 容積負荷/BOD-SS 負荷が適正な範囲内であるか	要	要
ASRT	硝化菌の槽内保持と脱窒の促進	不要	要
終沈汚泥界面高さ	最終沈殿池における汚泥再浮上防止	要	要
生物叢	活性汚泥生物の確認/バルキング対策	要	要
DO	適正值内での DO の管理	要	要
散気状態	散気、攪拌状況の管理	要	不要
pH	硝化による pH 低下等の監視	要	要
透視度	終沈流出水の透視度の監視	要	要
凝集剤添加量	凝集剤添加量の把握	要	不要
pH 調整剤添加量	pH 調整剤添加量の把握	要	不要

(2) 導入効果

1) 余剰汚泥発生量の削減

前述のとおり、OD 法と比較して余剰汚泥発生量の大幅な削減が図れる点が、本技術の直接的且つ本質的な導入効果である。実証研究の結果によれば、本技術の余剰汚泥発生倍率は 0.3 であり、OD 法に対して大幅に削減される。

2) 汚泥処理施設・設備の縮小

余剰汚泥発生量が削減されることにより、濃縮・脱水等の汚泥処理に係る施設の所要能力が低減され、これらの更新や運転管理に係るコストの削減が可能となる。

また、既存汚泥処理施設・設備の能力不足や流入下水水量増加等により汚泥処理施設・設備の増設を要する場合、これを回避できる可能性がある。

3) 汚泥処分量の削減

余剰汚泥発生量が削減されることにより汚泥処分量が削減され、それに係るコストの削減が可能となる。

また、汚泥処分先への負荷を低減することが可能であり、汚泥処分先の安定的な確保に問題を抱えている場合、その緩和に寄与する。

4) 総費用(年価換算値)の削減

本技術の導入により、処理場全体で OD 法に対して総費用(年価換算値)を削減することが可能となる。実証研究において総費用(年価換算値)の削減率を試算した結果、3.7～16.9%の削減率となった(第3節参照)。そのコスト増減要因は表 2-2 に示すとおりであり、OD 法に対して水処理施設の建設費及び維持管理費が増加する一方、汚泥処理施設・設備の建設費及び維持管理費が削減され、両施設を総合して総費用(年価換算値)が削減されるとの試算結果となっている。

表 2-2 本技術の OD 法に対するコスト増減要因一覧

項目		施設名	要因
増加 コスト	建設費	水処理	① 機器点数増加による機械電気設備の機器費、据付費増加
			② 躯体改造(隔壁設置、既存構造物の荷重条件変更による強度確保等)
		汚泥処理	増加無
	維持 管理費	水処理	③ 送風機動力による電力消費量増
			④ 凝集剤、pH 調整剤の添加
			⑤ 補修を要する機器点数増加
削減 コスト	建設費	水処理	削減無
		汚泥処理	⑥ 施設の縮小による機械電気設備の機器費、据付費削減
	維持 管理費	水処理	削減無
		汚泥処理	⑦ 施設縮小による電力消費量削減
			⑧ 余剰汚泥発生量削減による薬注量削減
			⑨ 施設縮小による機器補修規模・点数の削減
			⑩ 施設縮小による作業の一部(薬品溶解等)の簡略化
			⑪ 汚泥処分量の削減

第2節 技術の適用条件

§8 技術の適用条件

本技術は、OD 法を採用する下水処理場において反応タンク (OD 槽) 設備の更新時等に適用する。

本技術は、BOD の計画放流水質が 15mg/L の下水処理場に適用可能であり、これ以外の計画放流水質が設定された施設に適用することはできない。

【解説】

(1) 適用条件

1) 対象施設

本技術は、OD 法の代替技術として総費用 (年価換算値) 削減を図るものであり、OD 法が既存処理方法である下水処理場を導入対象とする。既存の OD 槽や最終沈殿池を有効活用する見地から、本ガイドラインでは主として設備更新時の導入を想定するが、本ガイドラインに掲げる条件を満たす躯体 (分水槽及び混和槽の設置、反応槽 2 水路の設置、BOD 容積負荷の確保等) の建設を前提として、水処理施設の新增設や土木躯体を含めた更新時の導入も対象とする。

2) 流入水質

本技術は、一般的な都市下水に適用が可能である。

3) 除去対象等

本技術は有機物 (BOD) 除去を目的とする水処理技術であり、窒素・りん除去を図るものではない。

実証研究 (§ 11 参照) の結果に基づき、本ガイドラインでは、本技術の適用対象を BOD の計画放流水質が 15mg/L である下水処理場に限定する。

4) 流入下水の水温

本技術は流入下水の最低水温 (月間平均水温の年間最低値) が 15℃以上の下水処理場へ適用するものとし、これを下回る場合は、十分な検討が必要である。

実証研究において、流入水温の最低値が月間平均で 13.2℃、1 日平均で 11.4℃の条件にて処理水 BOD が 15mg/L 以下であることが確認されているが、これを下回る水温条件については実証されていないため、余裕を見て本ガイドラインの対象を水温 15℃以上の条件へと限定している。

なお、上記に示す「十分な検討」とは、BOD 容積負荷と処理水質の関係等の処理性能について現地実験等で確認することを指す。

(2) 適用が困難な条件

本技術は、以下に示すような下水処理場への適用が困難である。

- ・OD 槽容量のうち曲線部の占める割合が大きく、担体の設置密度が極端に低くなる下水処理場

図 2-10 に示すとおり、担体ユニットは矩形であるため、直線部であれば効率良く担体の設置が可能であるが、曲線部については設置密度を下げざるを得ない。よって、円形であるプレハブ式 OD 法や、OD 法においても標準的な長円形、馬蹄形から大きく外れる形状で極端に曲線部の占める割合の大きい下水処理場においては、適用が困難である。

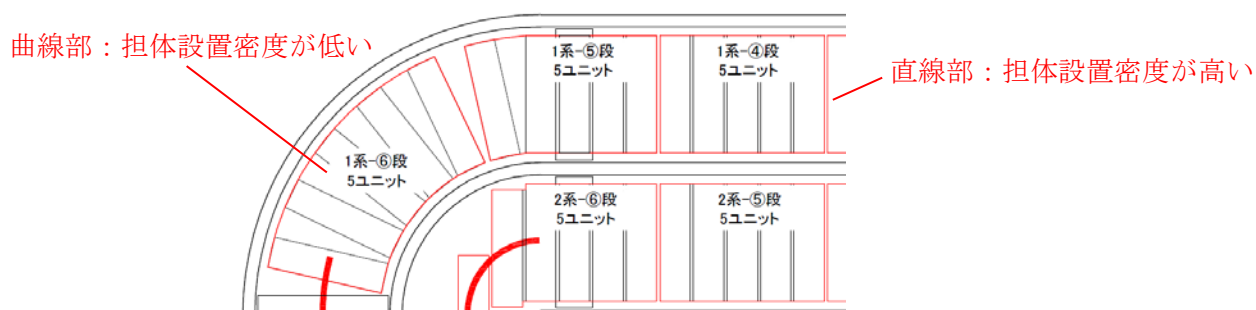


図 2-10 直線部と曲線部の担体設置密度の違い

(3) 適用が推奨される条件

本技術は、以下に示すような下水処理場への適用が特に推奨される。

- ①汚泥処理費又は処分費が高く余剰汚泥発生量の削減に対するメリットが高い下水処理場

汚泥処理費又は処分費が地域特性等で高価な下水処理場においては、余剰汚泥発生量の削減に伴う低減コストが相対的に大きくなるため、本技術の導入による総費用（年価換算値）削減効果が大きくなる。

図 2-11 に示すように、汚泥処分費単価は各自治体で 7,500 円～30,000 円/㎥程度とばらつきが大きい。この違いの範囲において、図 2-12 に示すように総費用（年価換算値）削減率が 5 ポイント（5%）程度変わる。

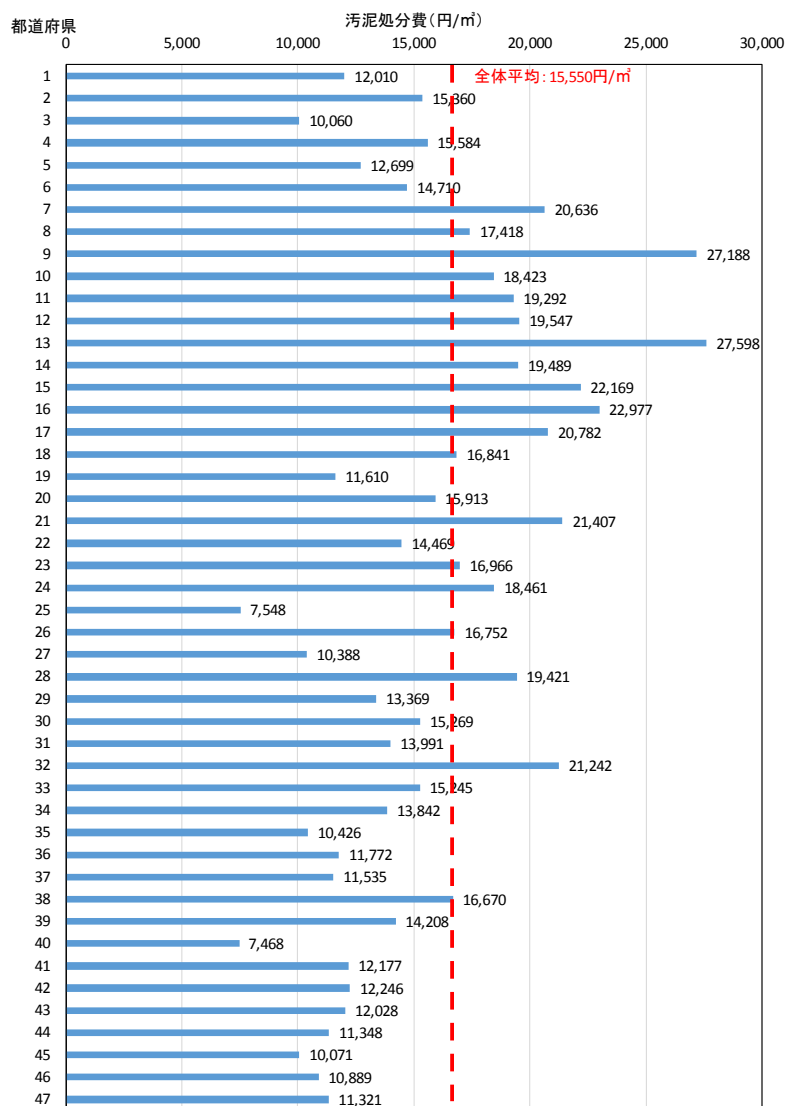


図 2-11 汚泥処分単価のアンケート結果

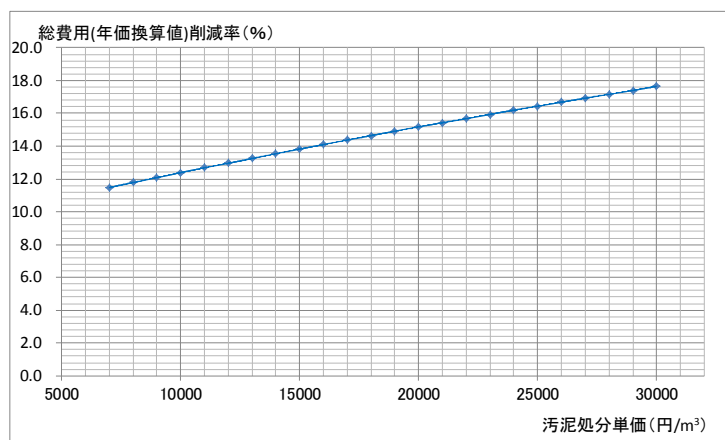


図 2-12 汚泥処分単価と総費用(年価換算値)削減率の関係(3,400m³/日の場合)

②汚泥処分先に依存して汚泥搬出量に制約があり余剰汚泥削減に対するメリットが高い下水処理場

産業廃棄物処理業者等の汚泥処分先の処理能力により汚泥搬出量に制約があり、長期間の貯留等による搬出量の調整を強いられている場合に、余剰汚泥削減による汚泥貯留設備の縮小、維持管理性の向上等の効果が期待できる。

③将来的に流入下水水量増加により汚泥処理施設・設備の能力不足が予想される下水処理場

他施設の統合や大規模事業場の建設等による流入下水水量の増加が見込まれ、水処理施設、汚泥処理施設・設備の増設が必要とされる場合、本技術にて水処理施設を増設し余剰汚泥発生量を削減することにより、汚泥処理施設・設備の増設を回避できる可能性がある。

特に、汚泥処理施設・設備を設置する建屋に余剰スペースが無く、能力増強による更新も困難である場合には、大きな費用削減効果を期待することができる。

④汚泥処理施設・設備の更新時期が近い下水処理場

本技術は余剰汚泥発生量の削減により、汚泥処理施設・設備を縮小して総費用(年価換算値)削減効果を得る。汚泥処理施設・設備の更新によって最適化が可能となり、総費用(年価換算値)削減効果を効率的に発揮することができる。本技術導入と同時期もしくはあまり期間を置かずに汚泥処理施設・設備を更新することで効果が期待される。

⑤処理能力が小さい下水処理場

本技術はOD法に比べてスケールメリットが小さい。よって、OD法に対する本技術の総費用(年価換算値)削減効果は、対象施設の規模が小さいほど高くなる特徴を有する。

§9 導入シナリオ

本技術は、OD法の既存土木躯体を有効に活用して導入し、これに合わせて汚泥処理施設・設備の縮小を図るものである。

本技術の導入シナリオ例を以下に示す。

- (1) 改築により処理場の全系列に導入
- (2) 改築により処理場の一部系列に導入
- (3) 改築及び増設により処理場の全系列に導入

【解説】

(1) 改築により処理場の全系列に導入

図2-13に、水処理施設の改築に合わせて処理場の全系列に本技術を導入する場合のイメージを示す。

最終的に全系列が本技術へと更新される最も一般的なシナリオといえる。全系列分の余剰汚泥発生量が削減されるため、これに付随する総費用(年価換算値)削減等の導入効果が大きくなる。

処理場全体が2系列の場合の例を図2-13に示す。導入前の余剰汚泥発生量を2とした場合に導入後は0.8となり、総合的な余剰汚泥削減率は60%となる。これに伴い、汚泥処理施設・設備の所要能力も60%縮小することが可能である。

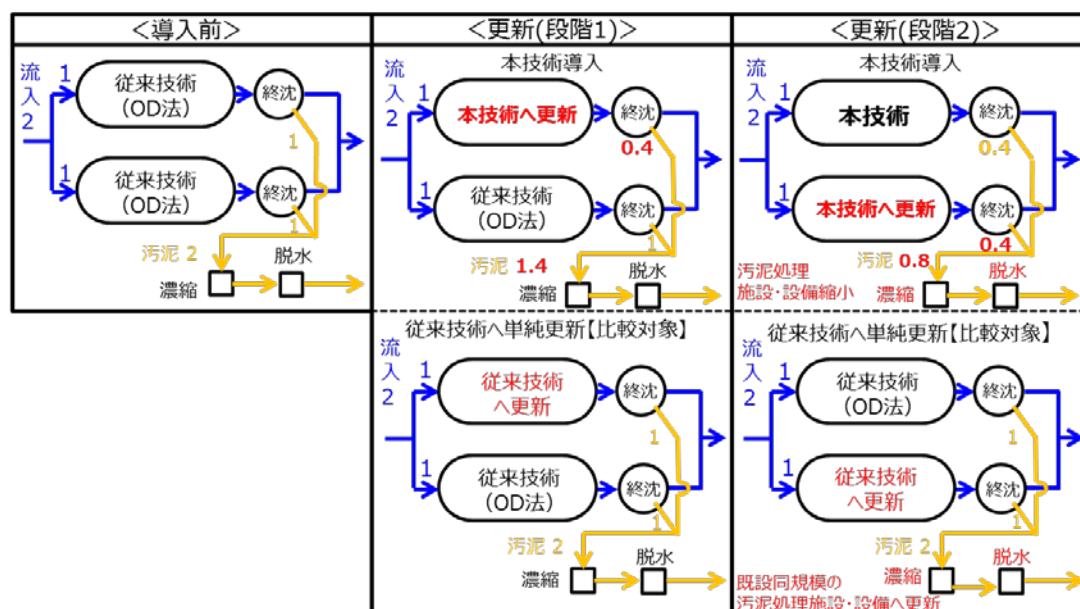


図2-13 改築により処理場の全系列に導入するシナリオ

(2) 改築により処理場の一部系列に導入

図 2-14 に水処理施設の改築に合わせて処理場の一部系列に本技術を導入する場合のイメージを示す。

系列毎に処理方式の異なる変則的なシナリオといえる。本技術の導入系列数が少ないため、全系列に導入する場合と比べて処理場全体での余剰汚泥削減効果が小さくなり、その分総費用(年価換算値)削減等の導入効果も小さくなる。

図 2-14 は処理場全体が 2 系列の場合の例であり、導入前の余剰汚泥発生量を 2 とした場合に導入後は 1.4 となり、総合的な余剰汚泥削減率は 30% となる。図 2-13 に示す全系列へ導入する場合は削減率 60% であることと比較すると、一部系列へ導入する場合において導入効果はあるが小さくなる。

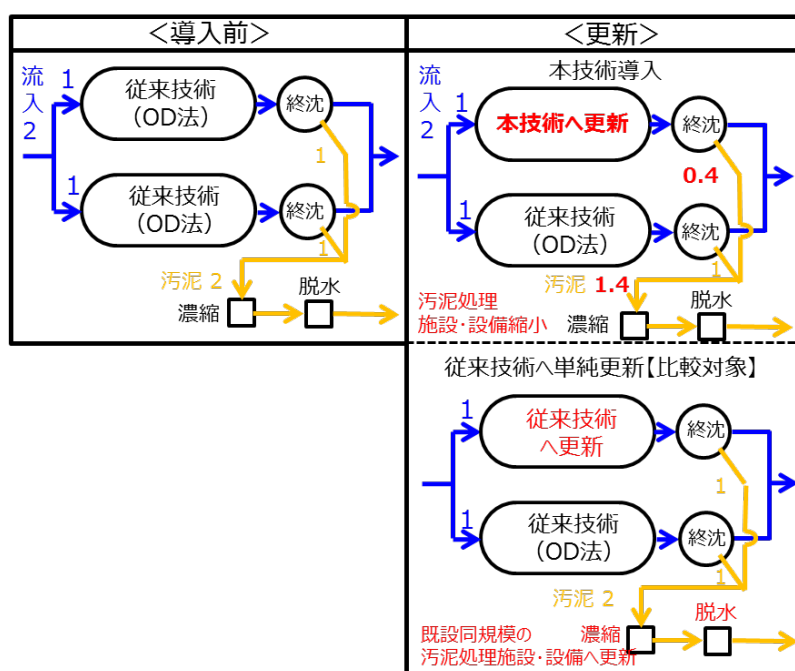


図 2-14 改築により処理場の一部系列に導入するシナリオ

(3) 改築及び増設により処理場の全系列に導入

図 2-15 に、水処理施設の改築に加え、増設に対しても本技術を導入する場合のイメージを示す。

最終的に水処理施設全系列へ本技術が導入されることになるため、ケース(1)と同等の高い余剰汚泥削減効果が得られるだけでなく、水処理施設増設に伴う汚泥処理施設・設備の能力増強を回避できるというさらなるメリットがある。

図 2-15 は処理場全体が 3 系列の場合の例である。更新工事での処理能力不足を回避するため、増設を先行して行う(段階 1)。続いて、1 池ずつ更新工事を実施する(段階 2、3)。

全 3 系列中 2 系列に本技術が導入される段階 2 であれば、導入前の余剰汚泥発生量を 2 とした場合に導入後は 1.8 となり、導入前の 2 系列分の余剰汚泥発生量より導入後の 3 系

列分の方が少なくなる。つまり、導入前の2系列分の汚泥処理施設・設備で導入後の3系列分の余剰汚泥を処理でき、汚泥処理施設・設備の能力増強を回避することができる。

また、全系列に本技術が導入される段階3であれば、導入前の余剰汚泥発生量を2とした場合に導入後は1.2となり、総合的な余剰汚泥削減率は60%となる。

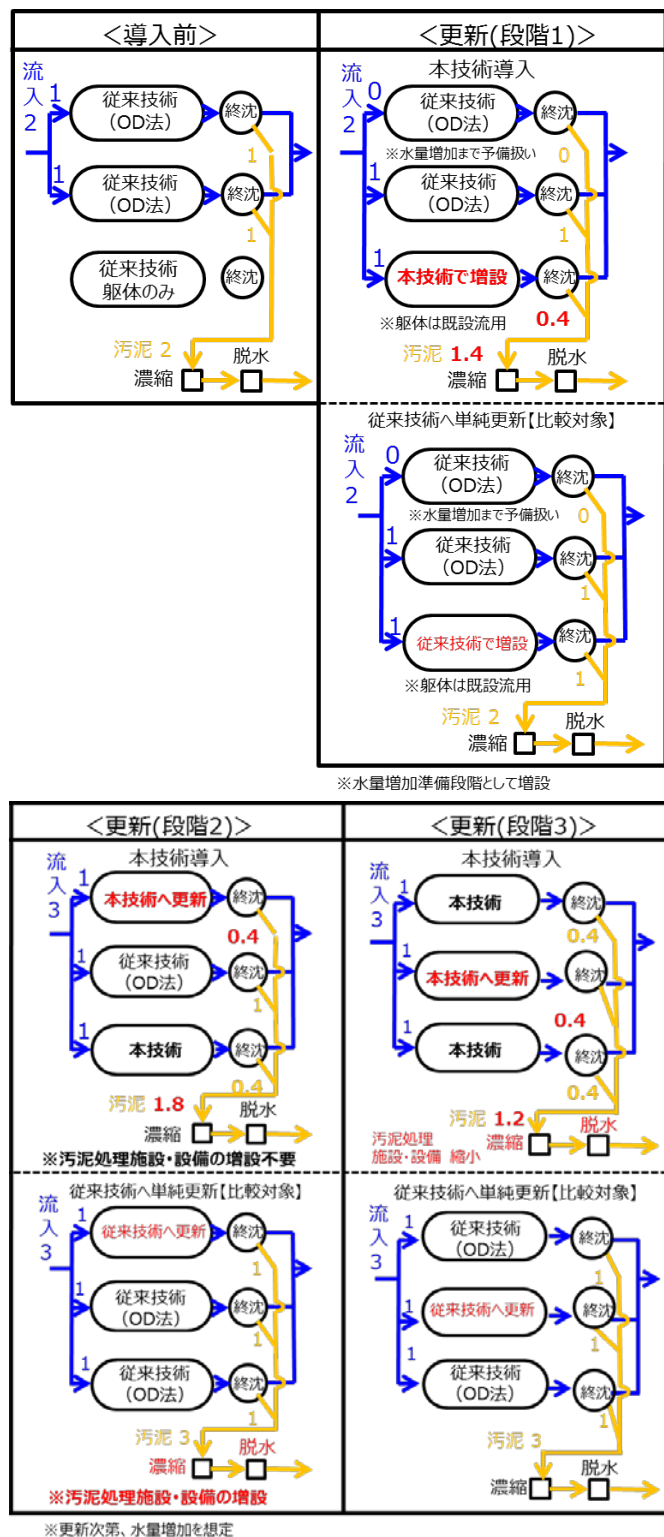


図 2-15 改築及び増設により処理場の全系列に導入するシナリオ

第3節 実証研究に基づく評価の概要^{1)~4)}

§10 技術の評価項目と評価方法

実証研究における本技術の評価項目を以下に示す。

- (1) BOD 除去性能
- (2) 余剰汚泥発生量の削減効果
- (3) 総費用(年価換算値)削減効果

【解説】

実証研究(表 2-3)では、①BOD 除去性能、②余剰汚泥発生量の削減効果、③総費用(年価換算値)削減効果の三つの評価項目を掲げ、実証フィールドでの実規模実証結果等に基づき評価を行った。

表 2-3 実証研究概要

項 目	概 要	
研 究 名 称	特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術実証研究	
実証施設諸元	実証系列	対照系列
計画流入下水量	日最大：2,030m ³ /日 日平均：1,670m ³ /日	日最大：2,030m ³ /日 日平均：1,670m ³ /日
前処理設備	微細目スクリーン(目幅 2mm)	—
最初沈殿池	—	—
分 水 槽	約 170m ³	—
反 応 槽	形式：本技術 槽容量：約 1,100m ³ ×2 水路 段数：12 段 形状：矩形 水深：3m 薬液注入：PAC、苛性ソーダ	形式：従来技術(OD 法) 槽容量：約 2,600m ³ 形状：無終端水路 水深：3m 薬液注入：無し
混 和 槽	約 170m ³	—
最終沈殿池	形式：円形沈殿池(φ 18m×3.5mH)	形式：円形沈殿池(φ 18m×3.5mH)

(1) BOD 除去性能

実証施設の連続運転において、コンポジット採水に基づく1日平均の処理水質を2回/週の頻度で測定し、BODの目標値(15mg/L)を超えないことを確認した。

(2) 余剰汚泥発生量の削減効果

実証施設の連続運転において、余剰汚泥濃度計による計測値と余剰汚泥引抜量から実証系列と対照系列の余剰汚泥固形物量を算出し、両者の比較から実証系列の余剰汚泥削減率を算出した。これを月毎に平均化した上で、反応槽水温と余剰汚泥削減率の関係式を求め、通年の反応槽水温から年間平均余剰汚泥削減率を推定した。

(3) 総費用(年価換算値)削減効果

総費用(年価換算値)削減効果は従来技術に対する本技術の総費用(年価換算値)削減率により評価した。表2-4、図2-16のとおりモデルケースを設定し、積み上げ方式により建設費及び維持管理費を算定した上で、両者を統合して総費用(年価換算値)を算出した。

なお、流入下水量と系列数を下記2つの観点から、より現実的で広汎な評価結果を得るために6つの補足ケースを加え、全7ケースで評価を行った。

- ・改築工事中の処理能力確保の観点から、既存で2系列以上のOD槽を保有している処理場が多く、全2系列以上のケースを想定することがより実状に即している。
- ・本技術は処理能力が小さいほど総費用(年価換算値)削減効果が高く、その実証を行う必要がある。

表2-4 総費用(年価換算値)削減効果における基本条件(1/2)

項目		本技術	従来技術(OD法)
流入下水量 系列数		日最大汚水量 2,500m ³ /日×全1系列(1系列導入) ※補足ケース 1,000m ³ /日×全2系列(導入1系列 及び 導入2系列) 1,700m ³ /日×全2系列(導入1系列 及び 導入2系列) 2,500m ³ /日×全2系列(導入1系列 及び 導入2系列)	
流入水質		BOD 170 mg/L SS 180 mg/L	
処理目標水質		BOD 15 mg/L SS 30 mg/L	
汚泥処理方式		重力濃縮－脱水－場外搬出	
改築方針		・既存OD槽を活用して改築。 ・汚泥処理施設・設備は余剰汚泥削減量に応じて縮小	・既存OD槽を活用して改築。 ・既存設備と同じ仕様で更新
積算範囲	建設費	【機械】 水処理設備(担体ユニットを含む)、汚泥濃縮設備、汚泥脱水設備 【電気】 水処理設備 【土木】 水処理施設(改造)	【機械】 水処理設備、汚泥濃縮設備、汚泥脱水設備 【電気】 水処理設備

表 2-4 総費用(年価換算値)削減効果における基本条件 (2/2)

項目		本技術	従来技術(OD法)
積算範囲	維持管理費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備、汚泥濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	同左
ユーティリティ	電力	15 円/kWh	
	PAC	35 円/kg	
	NaOH	44 円/kg	
	高分子凝集剤	1,000 円/kg	
	ポリ硫酸第二鉄	88 円/kg	
	汚泥処分	16,000 円/m ³	
	次亜塩素酸カルシウム	650 円/kg	
建設費年価	利子率	2.3%	
	評価年数	【機械・電気】15年(担体ユニットのみ10年) 【土木】50年	

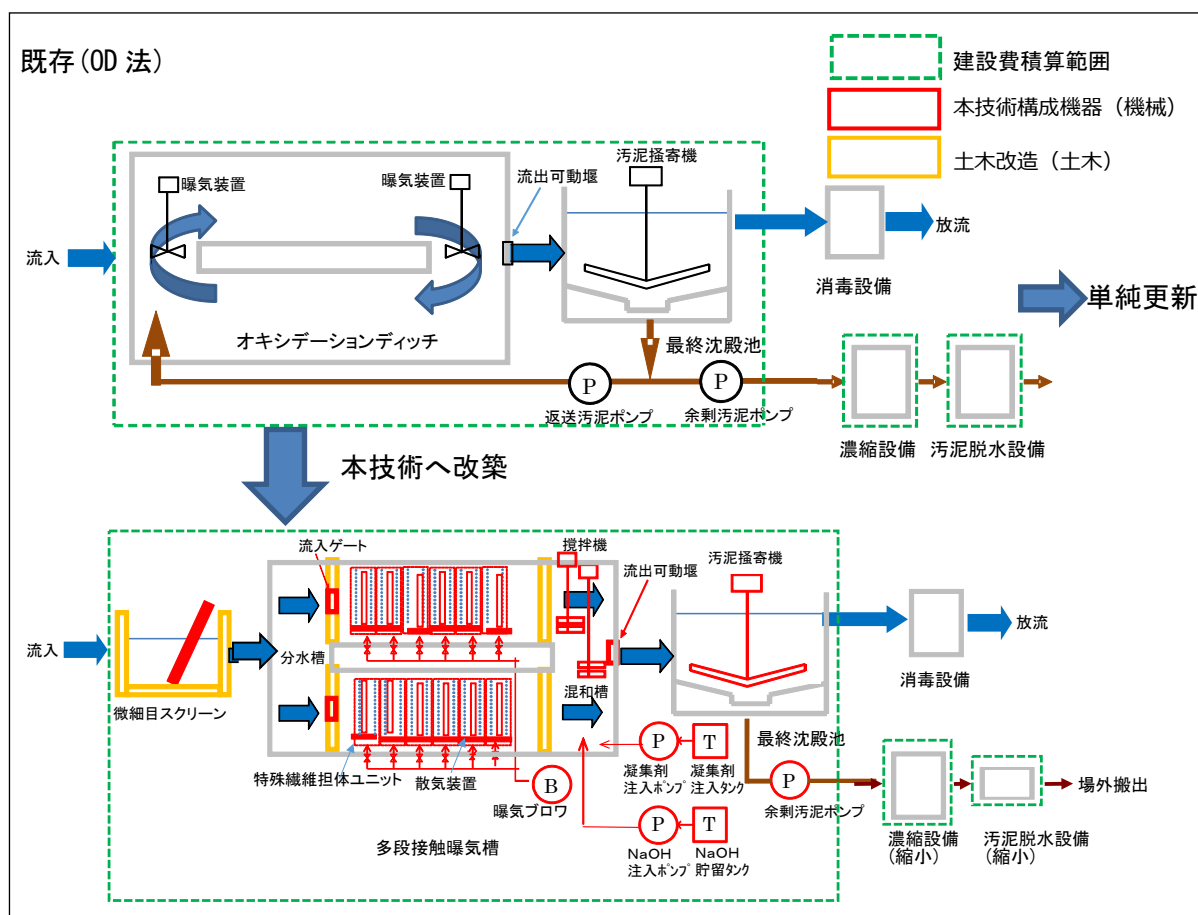


図 2-16 本技術へ改築した場合の概略

1) 建設費の検討

建設費を算定する条件を表 2-5 に示した。

表 2-5 建設費算定条件

項目	本技術	従来技術(OD 法へ単純更新)
土木建設費	OD 槽改造に係る積算 (隔壁設置、スラブ開口新設)	なし
機械・電気 建設費	反応タンク設備(OD 槽)の機器を本 技術採用機器に更新。 汚泥処理施設・設備は余剰汚泥削 減量に応じて縮小して更新する。	反応タンク設備(OD 槽)、汚泥処理 施設・設備一式を同じ仕様の機器 に更新。

2) 維持管理費の検討

維持管理費は年間に係る電力費、薬品費、補修費、維持管理人件費、汚泥処分費の総和とした。

a) 電力費

本技術及び従来技術で設置する各機器の定格電力、負荷率、運転台数及び運転時間から年間の電力使用量を求め、電力費単価を乗じて電力費を求めた。

b) 薬品費

本技術及び従来技術で使用する薬品使用量を求め、薬品ごとに単価を乗じた総和とした。対象となる薬品は、水処理における凝集剤(PAC)、pH 調整剤(苛性ソーダ)、脱水助剤(高分子凝集剤及びポリ硫酸第二鉄)、消毒における固形塩素である。

c) 補修費

本技術及び従来技術における機器の消耗部品交換等を補修費として、機器費の2%を計上した。なお、主要機器である特殊繊維担体ユニットの部品(特殊繊維担体、フレイム、散気装置)は機器の耐用年数まで交換しないものとし、補修費には含めない。

d) 人件費

従来技術における維持管理人件費は、維持管理積算要領¹²⁾を基に求めた。本技術については、以下の考え方を基に表 2-6 のとおり維持管理人件費の比率を実証研究時の実績により定めた。

①水処理：従来技術と同等。

②汚泥処理(人工が余剰汚泥発生量に依存しないもの)：従来技術と同等。

③汚泥処理(人工が余剰汚泥発生量に依存するもの)：従来技術に対し、余剰汚泥削減率に依存して人件費が削減できるものとして算定。

※②は監視、汚泥搬出関連、③は薬品溶解関連が相当する。

表 2-6 余剰汚泥削減に伴う維持管理人件費削減の考え方

項目	本技術			従来技術		
①水処理	0.69	0.25		1	0.25	
②汚泥処理 ※人工が余剰汚泥発生量に依存しない		0.44	0.75×0.3 $\div 0.23$		0.75	0.75×0.3 $\div 0.23$
③汚泥処理 ※人工が余剰汚泥発生量に依存する			0.75×0.7 $\times (1 - \text{余剰汚泥削減率 } 0.6)$ $\div 0.21$			0.75×0.7 $\div 0.52$

e) 汚泥処分費

本技術及び従来技術から発生する余剰汚泥発生量を算出し、想定した脱水ケーキ含水率から脱水ケーキ量を求め、汚泥処分単価から年間の汚泥処分費を求めた。

(4) その他の調査項目

(1)～(3)の評価項目に加え、電力消費量と温室効果ガス発生量について調査を行った。

(3)で設定したモデルケースのうち、「2,500m³/日×全1系列(1系列導入)」に対して算出するものとし、詳細な算出範囲及び方法は下記のとおりである。

1) 電力消費量

本技術及び従来技術で設置する各機器の定格電力、負荷率、運転台数及び運転時間から年間の電力使用量を求めた。

2) 温室効果ガス発生量

本技術及び従来技術の運転に係る温室効果ガス発生量について、電力消費由来、薬品使用由来、水処理プロセス由来及び汚泥処分由来を内訳として算出した。

水処理プロセス由来の発生量は、実証研究において調査した亜酸化窒素(N₂O)発生量を基に推定し、その他の発生量は電力消費量、薬品使用量及び汚泥発生量に原単位を乗じることで算出した。

汚泥処分由来の発生量は、脱水ケーキとして搬出された汚泥の処分方法として焼却と堆肥化の2通りを想定して算出した。

§ 11 技術の評価結果

実証研究に基づく本技術の評価項目を以下に示す。

(1) BOD 除去性能

処理水の BOD 濃度は 15mg/L 以下であった。

(2) 余剰汚泥発生量の削減効果

対照系列 (OD 法) に対する余剰汚泥発生量の削減率は、年間平均で 55% と推定された。

なお、余剰汚泥発生倍率 (流入 SS 量当り) は、平均 0.3 であった。

(3) 総費用 (年価換算値) 削減効果

モデルケースにおける OD 法への単純更新時に対する本技術導入時の総費用 (年価換算値) 削減率は、6.5% であった。

なお、処理規模と池数が異なる補足ケースを含めた総費用 (年価換算値) 削減率の範囲は 3.7~16.9% となり、処理能力が小さいほど削減率は大きくなった。

【解説】

(1) BOD 除去性能

図 2-17 にスクリーン処理水、実証系列処理水及び対照系列処理水 T-BOD の経日変化を示す。平成 30 年 1 月上旬に T-N 流入負荷が急激に上昇し処理水 N-BOD が上昇したが、処理水 T-BOD は 15mg/L 以下であった。

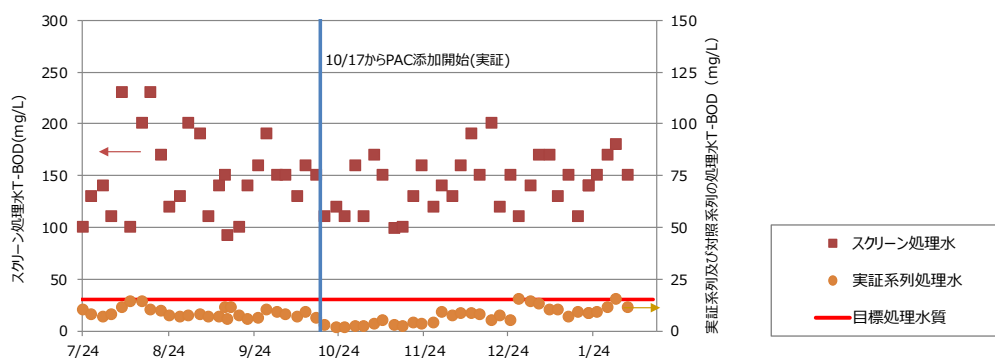


図 2-17 スクリーン処理水、実証系列処理水の T-BOD

(2) 余剰汚泥発生量の削減効果

実証系列と対照系列の余剰汚泥固形物量の推移を図 2-18 に示す。これを基に月毎の余剰汚泥削減率を算出した (図 2-19 参照)。算出した月毎の余剰汚泥削減率と反応槽水温を基に求めた関係式は図 2-20 のとおりであり、これにより通年の余剰汚泥削減率を算出した (図 2-21 参照)。これの年間平均を算出した結果、余剰汚泥発生量の削減率は、年間平均で 55% と推定された。

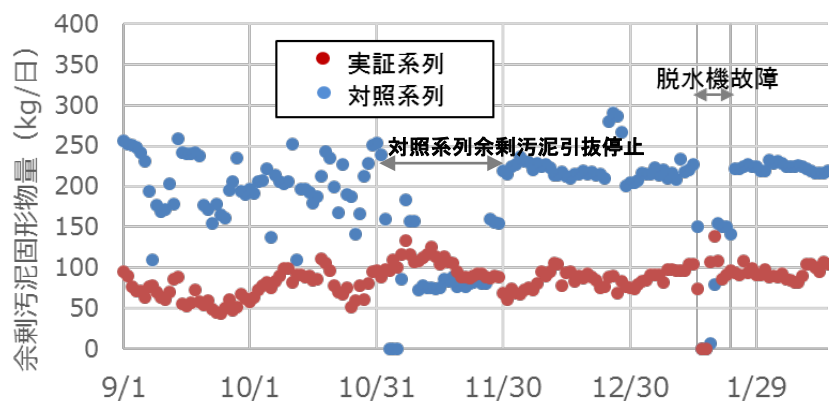


図 2-18 実証系列と対照系列の余剰汚泥固形物量

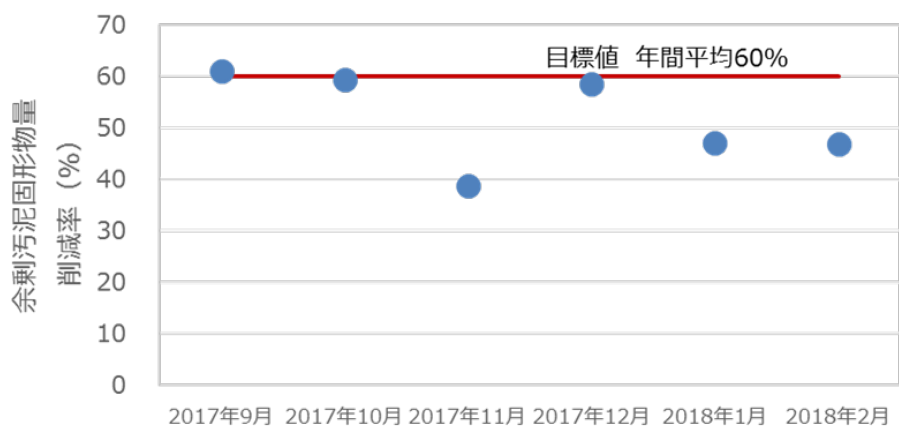
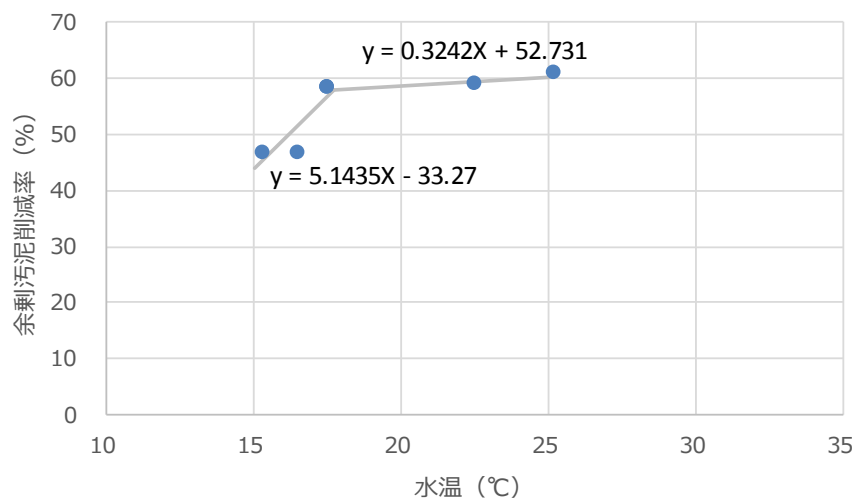


図 2-19 月毎の余剰汚泥削減率



※17.8℃付近において、明らかに傾向が異なるため、一次関数を合成した近似曲線で表記した。

図 2-20 余剰汚泥削減率と反応槽水温の関係

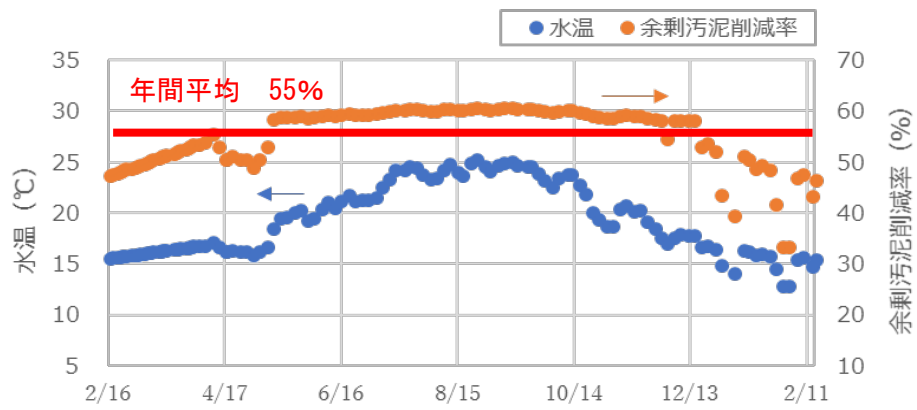


図 2-21 通年の余剰汚泥削減率(関係式により算出)

(3) 総費用(年価換算値)削減効果

1) 建設費

本技術及び従来技術の建設費を表 2-7、図 2-22 に示す。

本技術導入により水処理施設の建設費は増加するが、汚泥処理施設・設備の建設費は削減される。両施設を総合すると、従来技術比で 4.1%の増加となった。

表 2-7 本技術及び従来技術の建設費 (2,500m³/日×1 系列の場合)

項 目		水処理			汚泥	合計
		機械	電気	土木 建築	機械	
本技術	百万円	235	96	30	121	482
従来技術	百万円	162	76	0	225	463
削減率	%	—	—	—	—	-4.1

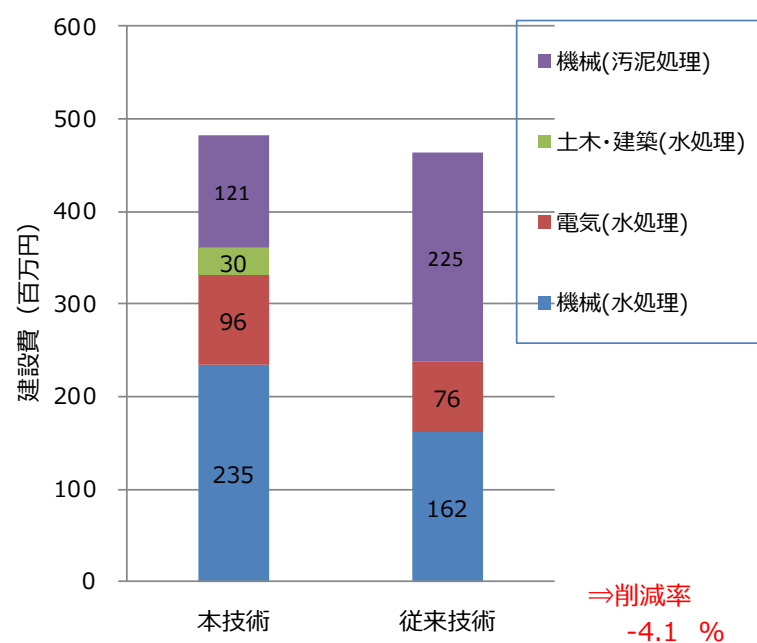


図 2-22 本技術及び従来技術の建設費 (2,500m³/日×1 系列の場合)

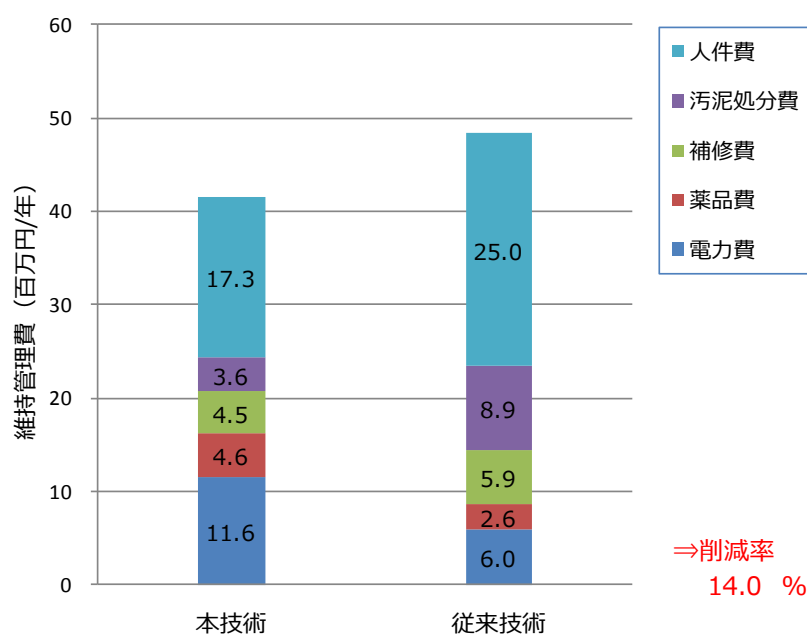
2) 維持管理費

電力費、薬品費、補修費、維持管理人件費及び汚泥処分費それぞれを算出し、まとめたものを表 2-8、図 2-23 に示す。

本技術は多くの空気量を要し、送風機動力が大きくなった。このため、汚泥処理施設・設備の縮小分を差し引いても従来技術より電力費が高くなった。また、水処理施設で PAC、苛性ソーダを使用するため、薬品費も従来技術よりも高くなった。一方、余剰汚泥発生量の削減に伴う汚泥処分費の削減、汚泥処理施設・設備の維持管理人件費の削減 (§ 7(1) 6)、§ 10(3) 2) 参照) が図れた。以上を総合すると、維持管理費全体では従来技術比で 14.0% の削減となった。

表 2-8 本技術及び従来技術の維持管理費 (2,500m³/日×1 系列の場合)

項 目		電力費	薬品費	補修費	汚泥処分費	人件費	合計
本技術	百万円/年	11.6	4.6	4.5	3.6	17.3	41.6
従来技術	百万円/年	6.0	2.6	5.9	8.9	25.0	48.4
削減率	%	-93.3	-76.9	23.7	59.6	30.8	14.0

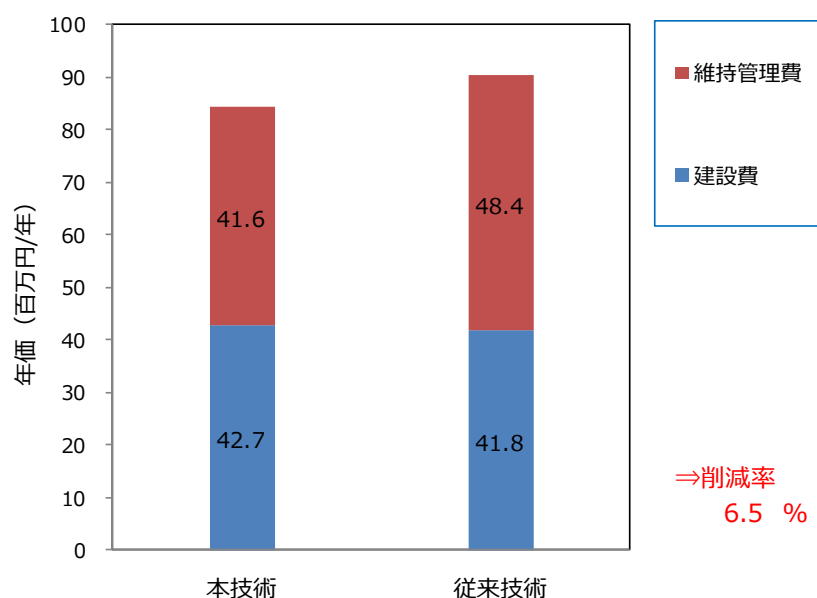
図 2-23 本技術及び従来技術の維持管理費 (2,500m³/日×1 系列の場合)

3) 総費用(年価換算値)

算出した建設費及び維持管理費から年価を求め、総費用(年価換算値)評価を行ったものを表 2-9、図 2-24 に示す。総費用(年価換算値)評価の結果、本技術を導入することにより、従来技術の単純更新に比べ、6.5%の削減が可能であるという結果が得られた。

表 2-9 本技術及び従来技術の総費用(年価換算値) (2,500m³/日×1 系列の場合)

項 目		建設費	維持管理費	合計
本技術	百万円/年	42.7	41.6	84.3
従来技術	百万円/年	41.8	48.4	90.2
削減率	%	-2.2	14.0	6.5

図 2-24 本技術及び従来技術の総費用(年価換算値) (2,500m³/日×1 系列の場合)

4) 補足ケース

全7ケースにおける総費用(年価換算値)削減率の推定結果を図2-25に示す。処理規模と池数の違いにより、総費用(年価換算値)削減率は3.7～16.9%と大きく変動する。特に処理能力の影響は大きく、これが小さいほど削減率は大きくなる。

また、全7ケースのうち「1,700m³/日×全2系列(導入2系列)」の内訳を表2-10～12、図2-26～28に示す。その内訳の傾向は前述の「2,500m³/日×1系列」の場合と概ね同様である。

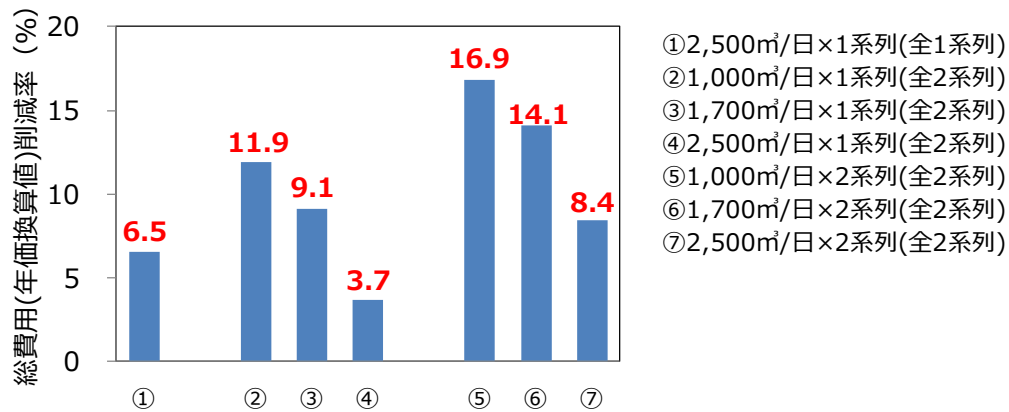


図2-25 各ケースの総費用(年価換算値)削減率

表2-10 本技術及び従来技術の建設費(1,700m³/日×2系列の場合)

項 目		水処理			汚泥	合計
		機械	電気	土木 建築	機械	
本技術	百万円	329	106	44	120	599
従来技術	百万円	292	101	0	251	644
削減率	%	-12.7	-5.0	—	52.2	7.0

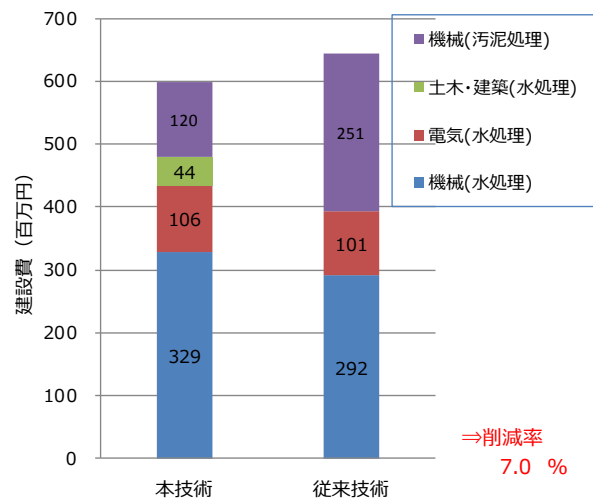
図2-26 本技術及び従来技術の建設費(1,700m³/日×2系列の場合)

表 2-11 本技術及び従来技術の維持管理費（1,700m³/日×2系列の場合）

項 目		電力費	薬品費	補修費	汚泥 処分費	人件費	合計
本技術	百万円/年	12.4	6.7	5.3	4.9	29.9	59.2
従来技術	百万円/年	8.7	3.5	7.8	12.2	43.4	75.6
削減率	%	-42.5	-91.4	32.1	59.8	31.1	21.7

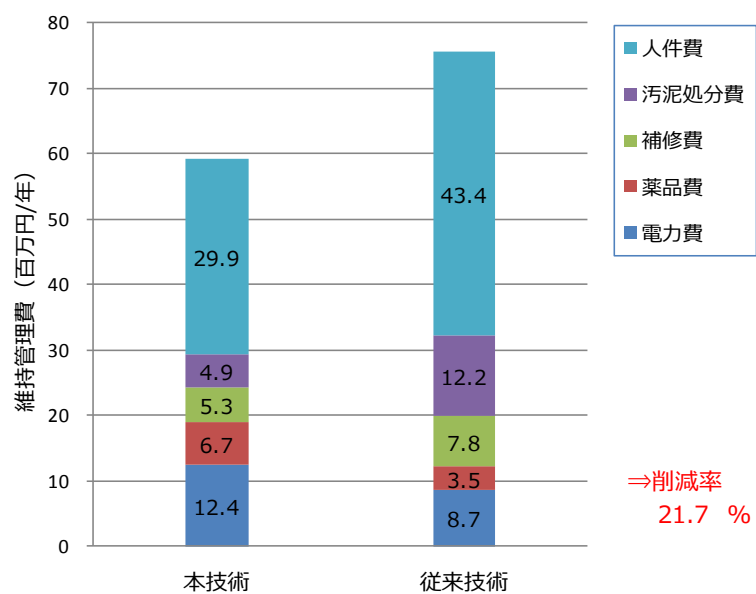
図 2-27 本技術及び従来技術の維持管理費（1,700m³/日×2系列の場合）

表 2-12 本技術及び従来技術の総費用(年価換算値) (1,700m³/日×2系列の場合)

項 目		建設費	維持 管理費	合計
本技術	百万円/年	49.8	59.2	109.0
従来技術	百万円/年	51.3	75.6	126.9
削減率	%	2.9	21.7	14.1

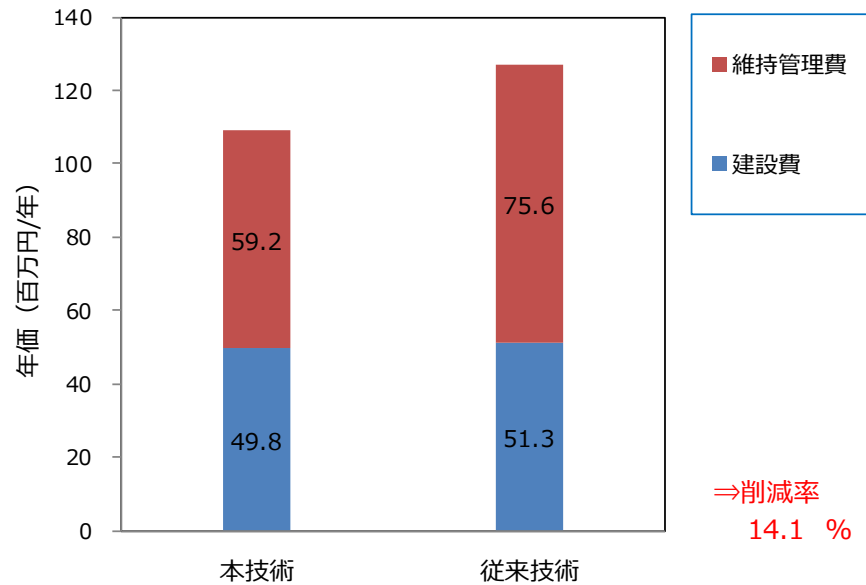


図 2-28 本技術及び従来技術の総費用(年価換算値) (1,700m³/日×2系列の場合)

(4) その他の調査項目

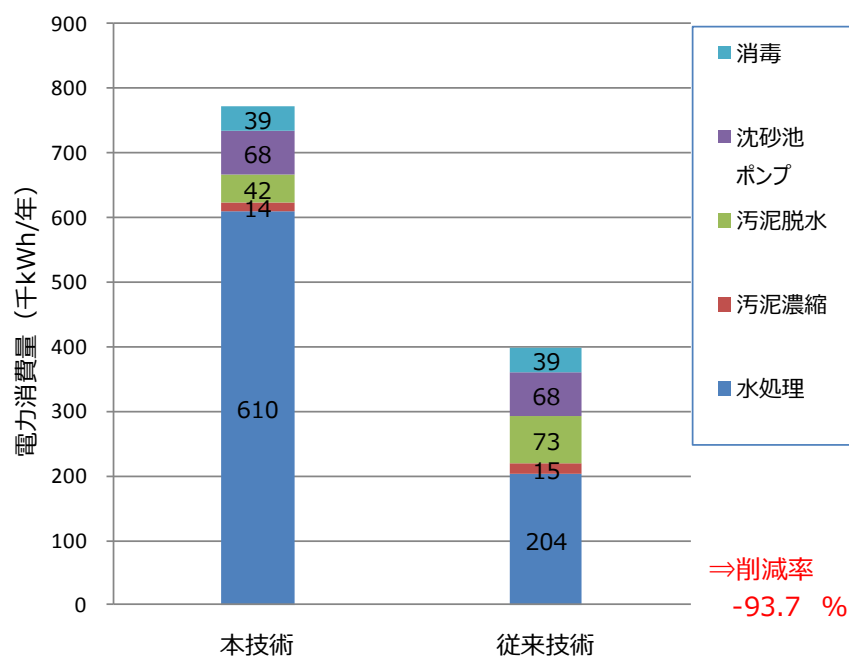
1) 電力消費量

本技術及び従来技術の電力消費量を表 2-13、図 2-29 に示す。

本技術導入による電力消費量は、OD 法に対して余剰汚泥発生量を削減することで汚泥処理に係るものは削減されたが、水処理に係るものは主として送風機動力により増加した。これらより処理場全体では、電力消費量は増加した。

表 2-13 本技術及び従来技術の電力消費量 (2,500m³/日×1 系列の場合)

項 目		水処理	汚泥濃縮	汚泥脱水	沈砂池 ポンプ	消毒	合計
本技術	千kWh/年	610	14	42	68	39	773
従来技術	千kWh/年	204	15	73	68	39	399
削減率	%	-199.0	6.7	42.5	0.0	0.0	-93.7

図 2-29 本技術及び従来技術の電力消費量 (2,500m³/日×1 系列の場合)

2) 温室効果ガス発生量

本技術及び従来技術の温室効果ガス発生量を表 2-14～15、図 2-30～31 に示す。

本技術導入による温室効果ガス発生量は、OD 法に対して余剰汚泥発生量を削減することで汚泥処分に係るものは削減されたが、水処理に係るものは電力消費、薬品使用及び水処理プロセスに由来するものにより増加した。これらより処理場全体では、温室効果ガス発生量は増加した。

表 2-14 本技術及び従来技術の温室効果ガス発生量(汚泥焼却時)
(2, 500m³/日 × 1 系列の場合)

項 目		電力消費	薬品使用	水処理 プロセス	汚泥運搬	汚泥焼却	合計
本技術	t-CO ₂ /年	453.6	43.0	93.3	2.7	70.2	662.8
従来技術	t-CO ₂ /年	234.4	26.2	18.6	2.7	175.4	457.3
削減率	%	-93.5	-64.1	-401.6	0.0	60.0	-44.9

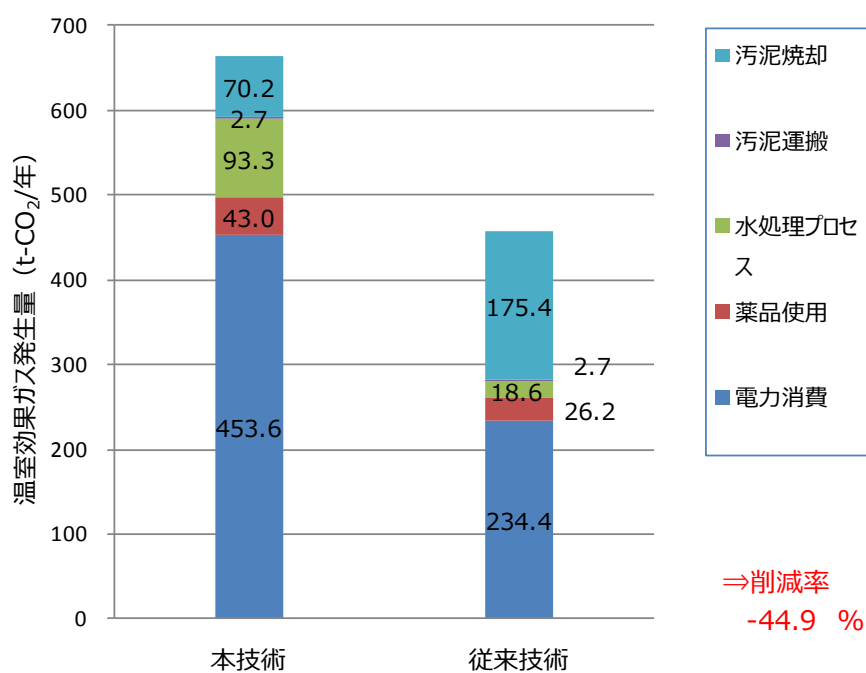


図 2-30 本技術及び従来技術の温室効果ガス発生量(汚泥焼却時)
(2, 500m³/日 × 1 系列の場合)

表 2-15 本技術及び従来技術の温室効果ガス発生量(汚泥堆肥化時)
(2, 500m³/日 × 1 系列の場合)

項 目		電力消費	薬品使用	水処理 プロセス	汚泥運搬	汚泥堆肥化		合計
						製造	施用	
本技術	t-CO ₂ /年	453.6	43.0	93.3	2.7	73.3	13.7	679.6
従来技術	t-CO ₂ /年	234.4	26.2	18.6	2.7	183.2	34.2	499.3
削減率	%	-93.5	-64.1	-401.6	0.0	60.0	59.9	-36.1

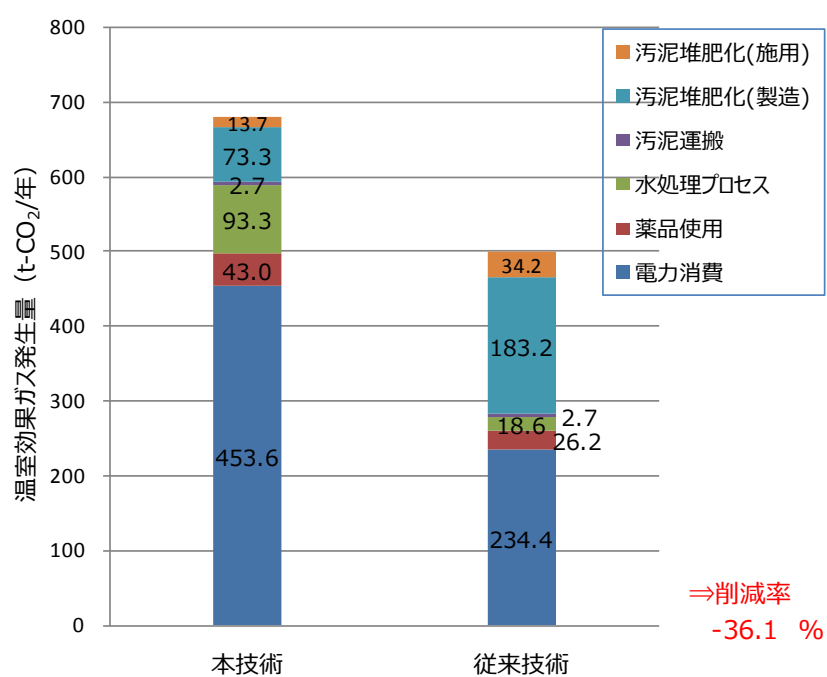


図 2-31 本技術及び従来技術の温室効果ガス発生量(汚泥堆肥化時)
(2, 500m³/日 × 1 系列の場合)

第3章 導入検討

第1節 導入検討手法

§ 12 導入検討手順

本技術の導入検討にあたっては、対象とする下水処理場について、関連計画や現況等を把握し、導入効果の検討を行った上で導入の是非を判断する。

【解説】

本技術の導入検討フローを図3-1に示す。「基礎調査」において、必要な情報を収集・整理した上で本技術の適用条件の範囲内であることを確認する。次いで、「導入効果の検討」において、本技術導入後の処理能力を検証したのち、本技術導入による総費用(年価換算値)削減効果を推定する。

以上の検討結果に基づき、「導入判断」として、本技術導入の是非を判断する。

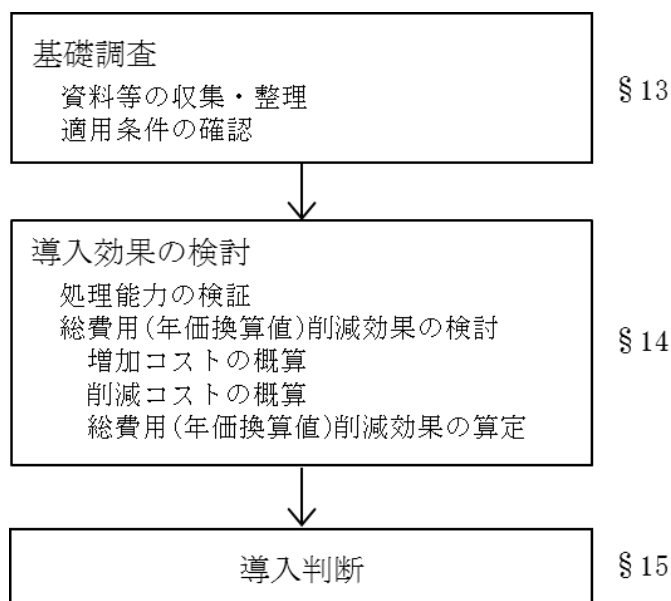


図3-1 導入検討フロー

§ 13 基礎調査

基礎調査では、本技術の導入効果の検討に必要な情報を収集・整理する。また、各種情報より、本技術の適用条件に該当するか、確認を行う。

【解説】

基礎調査では、本技術の導入効果の検討に先立ち、対象下水処理場に係る各種関連計画、既存施設諸元(完成図書等)、運転・処理実績に係る資料(維持管理年報等)を収集し、最新の計画及び処理状況を整理する。これらに基づき、本技術の適用条件(§ 8 参照)に該当するかを確認する。

(1) 資料等の収集・整理

基礎調査で収集・整理する項目とその調査方法を表 3-1 に示す。

表 3-1 基礎調査項目

調査項目		調査内容	調査方法
関連下水道計画	計画諸元	・ 計画汚水量、計画流入水質、計画放流水質 ・ 流入水量予測	事業計画書
	その他	・ スtockマネジメント計画	当該計画書等
施設諸元		・ 既存 OD 槽、最終沈殿池の諸元 (寸法、容量、躯体の構造等) ・ 系列ごとの処理能力 ・ 最終沈殿池水面積負荷	完成図書
運転・処理実績	処理水量	・ 流入下水量、処理水量 (処理場全体/系列ごと)	維持管理記録
	流入・放流水質	・ 流入水質及び放流水質 (SS、T-BOD、水温)	維持管理記録
	処理状況	・ 水処理施設、汚泥処理施設の運転状況 ・ 汚泥処分費	維持管理記録

(2) 適用条件の確認

§ 8 に示す適用条件を満たすか確認を行う。その概要を下記に示す。

- ・ OD 法が既存処理方法であること。
* プレハブ式 OD 法等の円形水槽や曲線部が多い水槽の場合を除く
- ・ 流入下水が一般的な都市下水であること。
- ・ 全体計画及び事業計画における BOD の計画放流水質が 15mg/L であり、これ以外の計画放流水質が定められていないこと。

- ・ 流入下水の最低水温(月間平均水温の年間最低値)が 15℃以上であること。
- ※これを下回る場合には、現地実験等で事前に処理性を検証した上で適用の可否を検討する。

§ 14 導入効果の検討

本技術の導入可否を判断するために、本技術の導入効果を検討する。まずは、導入検討の対象とする系列を設定した上で、本技術導入後に必要な処理能力が確保できることを確認する。次いで、本技術の導入時と従来技術への単純更新時に係る増加コスト、削減コストを概算し、本技術の導入により総費用(年価換算値)削減効果が見込めるかどうかを評価する。

【解説】

(1) 検討フロー

導入効果の検討は、図 3-2 に示すフローに従って行う。まず、導入検討の対象とする系列を設定し、この検討対象系列に対して本技術導入後の処理能力を検証する。必要な処理能力が確保できることを確認した後に、本技術の導入により従来技術での更新に比べて総費用(年価換算値)削減効果が見込めるかどうかを評価する。

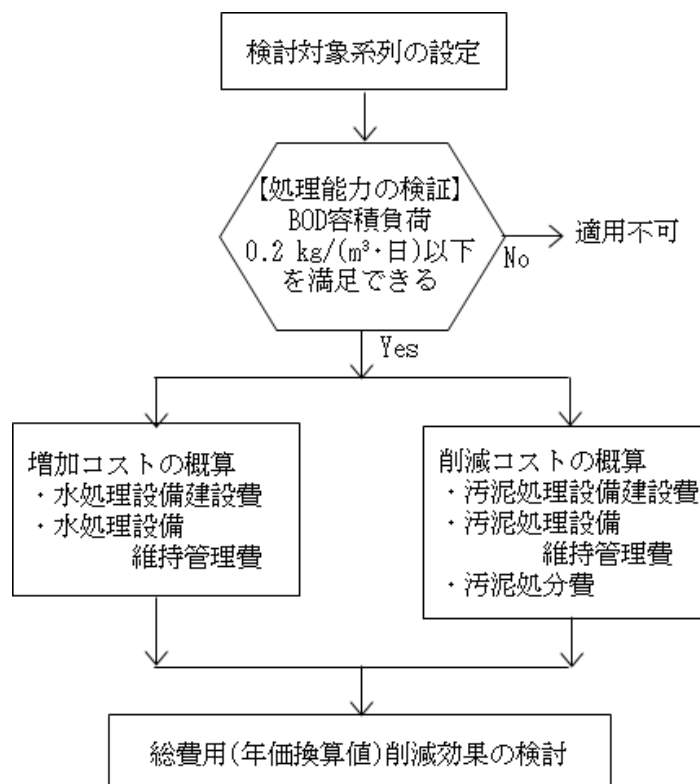


図 3-2 導入効果の検討フロー

(2) 検討対象系列の設定

本技術の導入を検討する水処理系列を設定する。本項では、本技術を処理場全体に導入する場合、改築を計画する一部系列に導入する場合のいずれのケースにも対応可能なため、処理場全体の長期的な改築計画を検討する場合や改築の必要性が迫る一部系列への導入を検討する等目的に応じた検討対象系列を設定する。また、汚泥処理施設・設備は、本技術の導入に伴い汚泥発生量が削減されることを受け、縮小して更新することを前提とするため、検討対象水処理系列によらず、処理場全体を対象とする。

(3) 処理能力の検証

本技術では、流入 BOD 濃度によって処理能力(処理可能下水量)が変化するため※、総費用(年価換算値)等の経済性の検討に先立ち、既存 OD 法施設に本技術を導入後、必要な処理能力が確保可能か検証を行う。なお、処理能力の検証は、検討対象系列が複数の場合も 1 系列ずつ実施するものとする。

本技術の処理能力は、日最大汚水量に対する BOD 容積負荷の上限を $0.2\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ として設定するため、一般的な都市下水の流入 BOD 濃度に対して反応槽の HRT は概ね 24 時間となる。OD 法的设计 HRT は 24~36 時間が標準となっている⁹⁾ため、既存 OD 法と概ね同程度の処理能力を確保できる。ただし、本技術の導入にあたっては、既存 OD 槽の一部を分水槽及び混和槽として使用するため、生物処理槽である反応槽の容量は既存 OD 槽よりも減少する。このため、流入下水量及び流入 BOD 濃度を設定した上で、処理能力を事前に検証するステップを設けている。参考として、流入 BOD 濃度に対して本技術導入後の BOD 容積負荷が $0.2\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ になる既存 OD 槽の HRT を図 3-3 に示す。

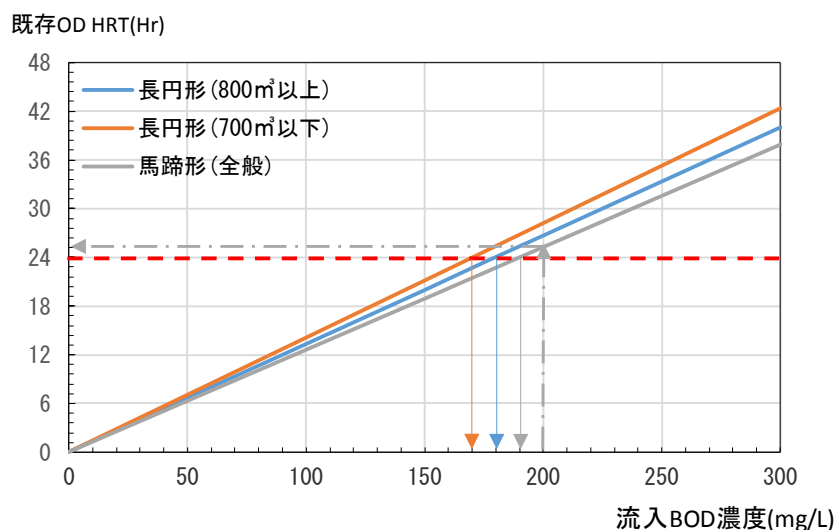


図 3-3 流入 BOD 濃度に対して BOD 容積負荷が $0.2\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ になる既存 OD の HRT

※ OD 法との流入負荷に係る基本諸元の考え方の違いについて、第 2 章第 1 節 § 6(4)3) を参照。

なお、最終沈殿池は既存施設の活用を原則とし、本技術導入後の水面積負荷が OD 法と同等の $8 \sim 12 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{日})$ ⁹⁾ の範囲であることを原則とする。上述の処理能力算出において、流入 BOD 濃度が低い場合、既存 OD 法の処理能力を上回る処理能力が算出される可能性があるが、最終沈殿池水面積負荷の制約により、本技術導入後の処理能力は、既存 OD 法の処理能力以下とする。図 3-4 に処理能力の検証フローを示す。

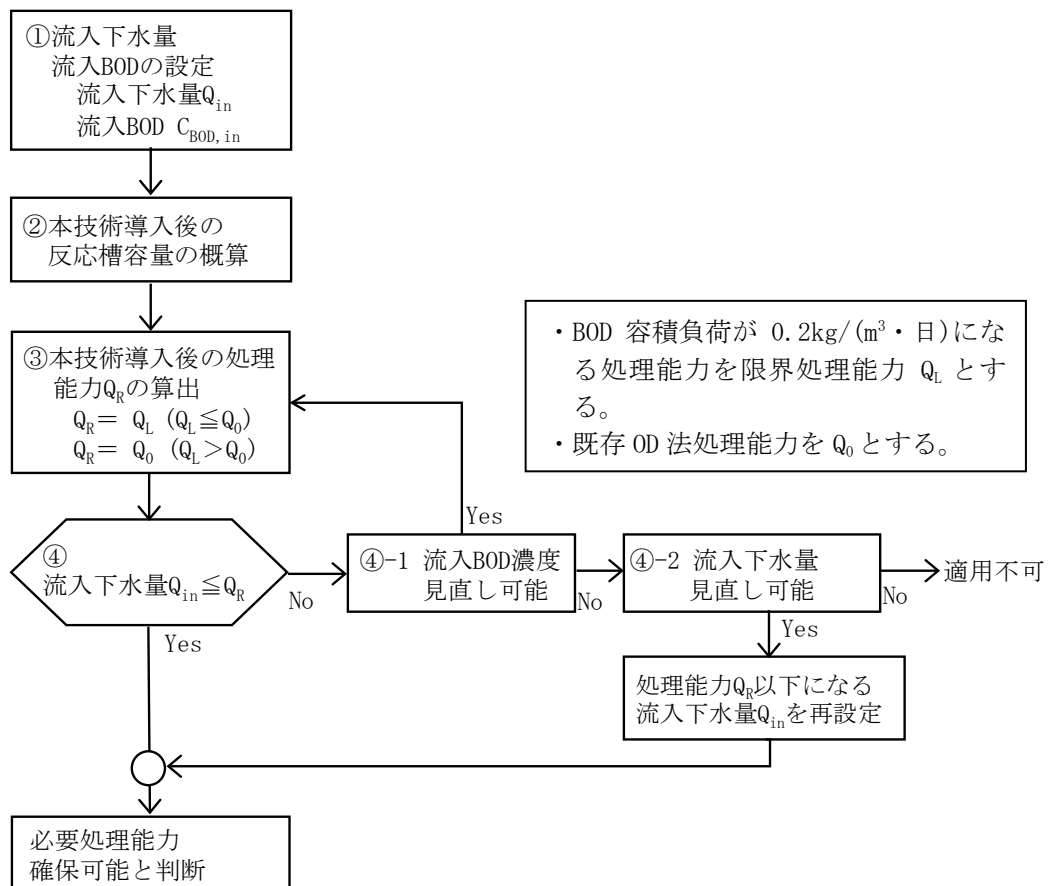


図 3-4 処理能力の検証フロー

① 流入下水量・流入 BOD 濃度の設定

検討対象系列の流入下水量 Q_{in} は、原則として全体計画時の日最大汚水量を用いるものとする。また、流入 BOD 濃度 $C_{BOD, in}$ についても全体計画上の計画流入水質を用いることを原則とする。

②本技術導入後の反応槽容量 V_R の概算

既存 OD 槽の一部を分水槽、混和槽とする点を踏まえ、本技術導入後の反応槽容量を次式より概算する。

$$\text{反応槽概算容量 } V_R (\text{m}^3) = \text{既存 OD 槽容量 } V_{OD} (\text{m}^3) \times \text{低減率 } \alpha$$

ここで、 α	長円形 ($V_{00}=800\text{m}^3$ 未満)	0.85
	長円形 ($V_{00}=800\text{m}^3$ 以上)	0.90
	馬蹄形 (全般)	0.90

③本技術導入後の処理能力 Q_R の算出

本技術の処理能力は、BOD 容積負荷が $0.2\text{kg}/(\text{m}^3\cdot\text{日})$ 以下になるよう設定する。BOD 容積負荷が $0.2\text{kg}/(\text{m}^3\cdot\text{日})$ になる処理能力を限界処理能力 Q_L とし、下記式より求める。

$$Q_L (\text{m}^3/\text{日}) = 0.2 \times V_R (\text{m}^3) / (C_{\text{BOD}, \text{in}} (\text{mg/L}) / 1000)$$

通常は、

$$\text{本技術導入後の処理能力 } Q_R = \text{限界処理能力 } Q_L$$

とする。ただし、前述のとおり、限界処理能力 Q_L が既存処理能力 Q_0 を超える場合は、最終沈殿池水面積負荷の制約により

$$\text{本技術導入後の処理能力 } Q_R = \text{既存処理能力 } Q_0$$

とする。

④処理能力に対する流入下水量の確認

①、③より処理能力に対する設定水量の確認を行う。流入下水量 $Q_{\text{in}} \leq$ 処理能力 Q_R であれば必要処理能力確保可能とし、総費用(年価換算値)削減効果の検討に進む。

流入下水量 $Q_{\text{in}} \geq$ 処理能力 Q_R の場合、見直しが必要なため④-1 へ進む。

④-1 流入 BOD 濃度の見直し

本技術導入後の想定処理能力 Q_R が流入下水量 Q_{in} に満たない場合、まず、流入 BOD 濃度の見直し(引下げ)の可能性を検討する。実際の流入 BOD 濃度が計画水質より低い場合も多く見られることから、流入水質の実績データ等に基づき流入 BOD 濃度の引下げを検討し、改めて③、④の検討を行う。

④-2 流入下水量の見直し

④-1 にて流入 BOD 濃度の引下げが不相当と判断される場合、BOD 容積負荷が $0.2\text{kg}/(\text{m}^3\cdot\text{日})$ 以下となるよう、検討対象系列の流入下水量の変更(引下げ)が可能か検討を行う。

流入下水量の変更検討にあたっては、他系列を含めた処理場全体の処理能力を確認し、引下げ分の水量を他系列へ振り分けることが可能か検討する。処理場全体の処理能力が計画日最大汚水量に対して不足する場合、検討対象系列の見直しや将来的な日最大汚水量の見直しの可能性を検討する。

検討対象系列の流入下水量を変更(引下げ)した結果、変更後の流入下水量 $Q_{\text{in}} \leq$ 処理能力 Q_R となった場合、総費用(年価換算値)削減効果の検討に進む。④-1、④-2 を通じて、流入下水量 $Q_{\text{in}} \leq$ 処理能力 Q_R すなわち、BOD 容積負荷が $0.2\text{kg}/(\text{m}^3\cdot\text{日})$ 以下となる条件への

変更が不可の場合には、本技術の導入が困難であることから検討を終了する。

(4) 総費用(年価換算値)削減効果の検討

(3)にて本技術導入後の処理能力が所要値を満足すると判定した場合、本技術導入による総費用(年価換算値)削減効果の検討を行う。ここでは推定式を用いた概略検討に留め、詳細な導入効果の検証は、第4章の計画段階で改めて実施する(§20 参照)。

なお、推定式は、既存躯体を活用する前提で作成されているため、躯体建設からの新増設には適用できない点に留意する。

1) 概要

本技術では、従来技術(OD法)と比較して、水処理施設の建設費及び維持管理費(電力費、薬品費)が増加する。しかしながら、本技術の導入により余剰汚泥発生量が減少することで、汚泥処分費が削減されるほか、汚泥処理施設・設備の縮小による建築費(更新費)、維持管理費(電力費、薬品費、補修費、維持管理人件費)の削減が可能となる。このため、ここでは、本技術導入による水処理・汚泥処理施設全体の総費用(年価換算値)削減効果を推定し、これをもって導入効果を検討するものとする。

なお、水処理施設、汚泥処理施設におけるコストの概算は、それぞれ以下のように行う。

水処理施設(増加コスト)：

本技術及びOD法それぞれの建設費及び維持管理費を推定式から概算し、その差から、本技術導入に伴うコスト増加額(増加コスト)を求める。増加コスト算出方法の概念図を図3-5に示す。

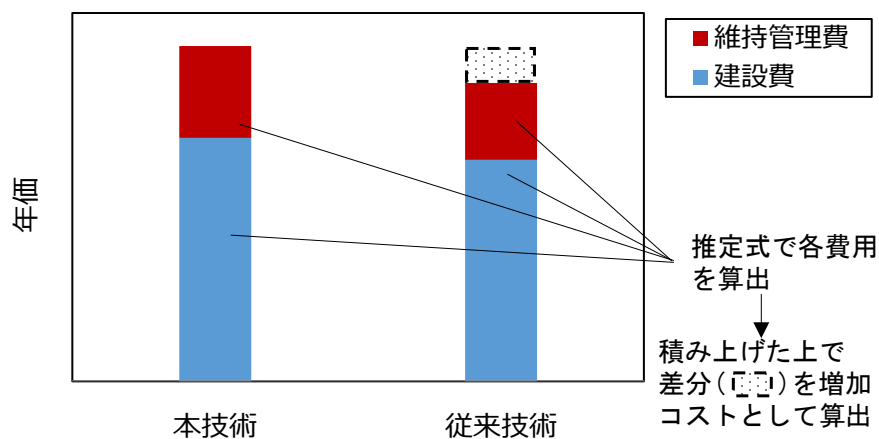


図 3-5 増加コスト算出方法概念図

汚泥処理施設(削減コスト)：

建設費、維持管理費(汚泥処分費を除く)、汚泥処分費の各々について、本技術導入によるコスト削減額(削減コスト)を推定式から概算する。削減コスト算出方法の概略図を図 3-6 に示す。

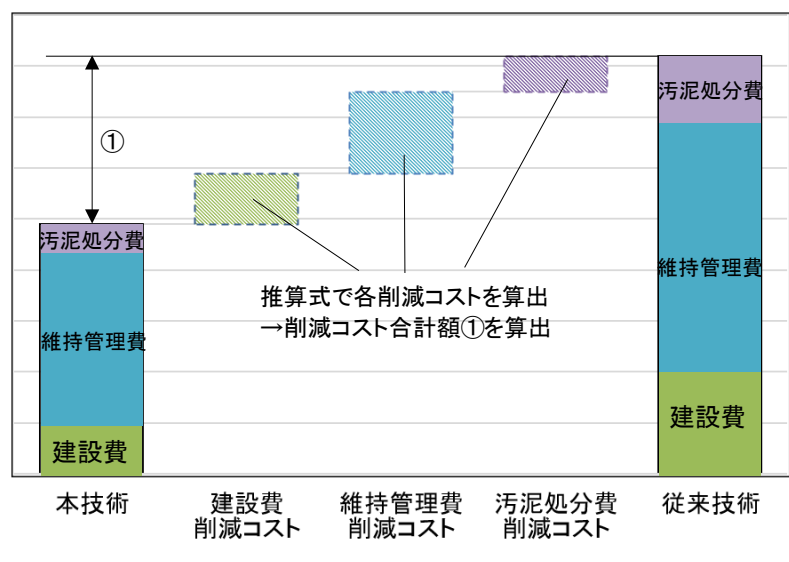


図 3-6 削減コスト算出方法概略図

2) 検討条件

本導入効果の検討では、処理能力に基づくコスト推定式の使用を原則とする。ここで使用する処理能力は、前掲の「(3)処理能力の検証」で最終的に見出した検討対象系列の処理能力(Q_R)の合計値とする。

3) 検討方法

①増加コストの概算(水処理施設)

増加コストは、本技術及び従来技術について、水処理施設の建設費及び維持管理費をそれぞれ推定式にて概算し、その差額を増加コストとする。

i) 水処理施設建設費

既存 OD 槽を本技術に改築する場合と従来技術である OD 法に単純更新する場合の各々の建設費を、図 3-7、表 3-2 に示す推定式を使用して概算する。ここで、本推定式は、後述の年価計算において耐用年数として一律の 15 年を使用することを前提に、耐用年数が異なる項目の費用を調整したものであり、実際の建設費とは異なる点に注意が必要である（実際の建設費と比べて最大 10%程度高価に算出される）。

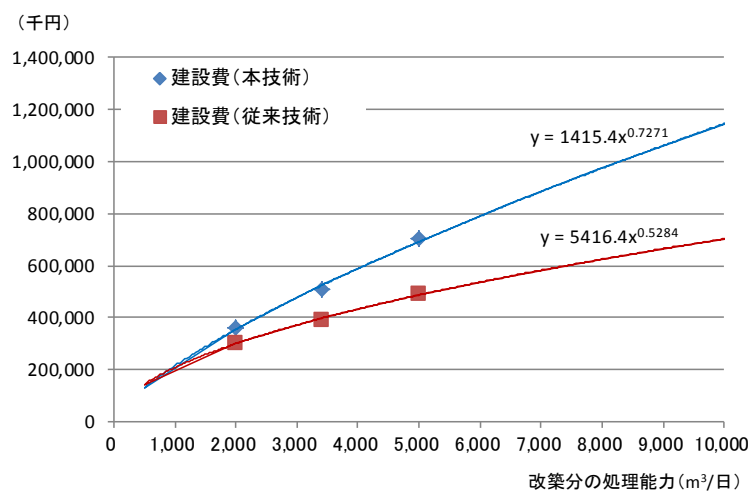


図 3-7 処理能力ごとの概算建設費

表 3-2 処理能力ごとの概算建設費推定式

項目	推定式
水処理建設費(本技術)	$1415.4Q_R^{0.7271}$
水処理建設費(従来技術)	$5416.4Q_R^{0.5284}$

なお、本推定式の積算範囲は表 3-3 のとおりである。

表 3-3 概算建設費推定式の積算範囲

項目	本技術	従来技術
積算範囲 建設費	【機械】 水処理設備(担体ユニットを含む) 【電気】 水処理設備 【土木】 水処理施設(改造)*	【機械】 水処理設備、汚泥濃縮設備、汚泥脱水設備 【電気】 水処理設備

*OD 槽を反応槽と分水槽、混和槽とに区切るためのコンクリート製隔壁の設置

また、図 3-8 に本技術を導入した場合の概略図を示す。

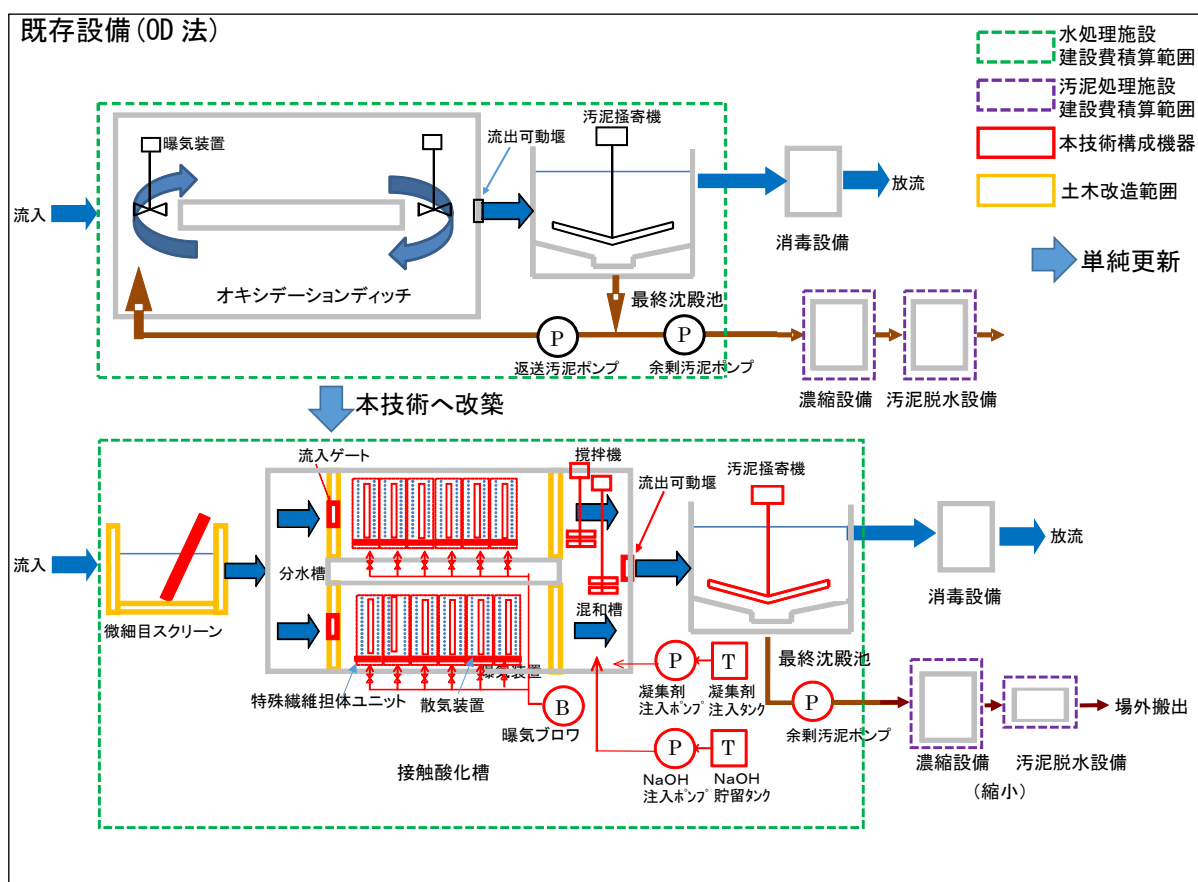


図 3-8 本技術を導入した場合の改築概略図

ii) 水処理施設維持管理費の概算

建設費と同様、既存 OD 槽に本技術を導入する場合と従来技術である OD 法に単純更新する場合の水処理施設に係る維持管理費を概算する。ここで使用する推定式を図 3-9、表 3-4 に示すが、本推定式の計上範囲は、沈砂池ポンプ設備・水処理設備・消毒設備の電力費、薬品費、補修費、維持管理人件費である。

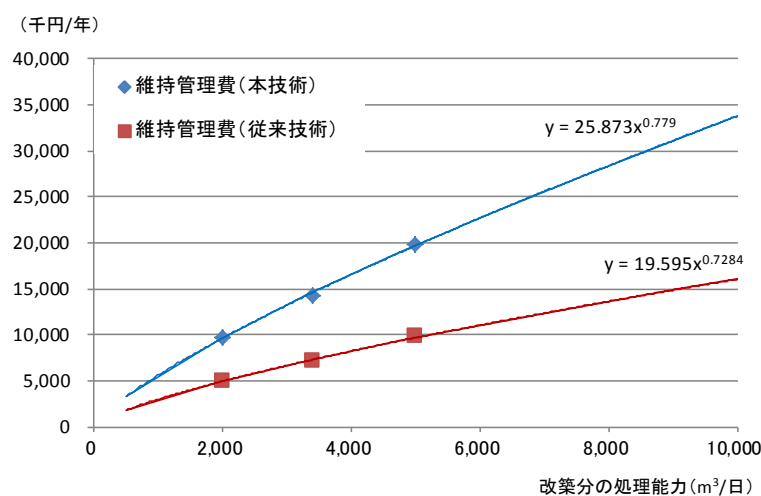


図 3-9 処理能力ごとの概算維持管理費

表 3-4 処理能力ごとの概算維持管理費推定式

項目	推定式
水処理維持管理費(本技術)	$25.873Q_R^{0.779}$
水処理維持管理費(従来技術)	$19.595Q_R^{0.7284}$

iii) 増加コストの算出

i)、ii)で求めた概算費から、次式により増加コストを算出する。

増加コスト

$$= \text{本技術の水処理施設建設費年価} + \text{本技術の水処理施設維持管理費} \\ - (\text{従来技術の水処理施設建設費年価} + \text{従来技術の水処理施設維持管理費})$$

なお、建設費年価は以下の式より算出する

$$\text{建設費年価} = \text{建設費} \times i(1+i)^n / ((1+i)^n - 1)$$

i : 利子率 = 2.3%¹³⁾

n : 耐用年数 = 15 年*

*土木 50 年、機械電気設備 10～15 年であるが、一律 15 年で計算できるように推定式を調整している

②削減コストの概算(汚泥処理施設)

削減コストは、本技術の導入により汚泥処理施設・設備を縮小して更新した場合と、従来技術(OD 法)での更新により汚泥処理施設・設備も単純更新した場合を比較し、削減されるコスト(削減コスト)を概算するものである。建設費、維持管理費(汚泥処分費を除く)、

汚泥処分費の項目別に、各々推定式を用いて概算した上で、これらを合計して削減コストとする。

i) 汚泥処理施設建設費及び維持管理費の削減コスト

建設費と維持管理費の削減コスト推定式を図 3-10、表 3-5 に示す。本推定式は、汚泥処理施設に係るものであるが、検討を容易にするため、検討対象系列の処理能力合計を用いて、それぞれを概算する。

ここで、建設費の対象は機械設備のみであり、耐用年数 15 年として年価に換算したものである。維持管理費は、電力費、補修費、薬品費、維持管理人件費それぞれの削減額を合計した額である。

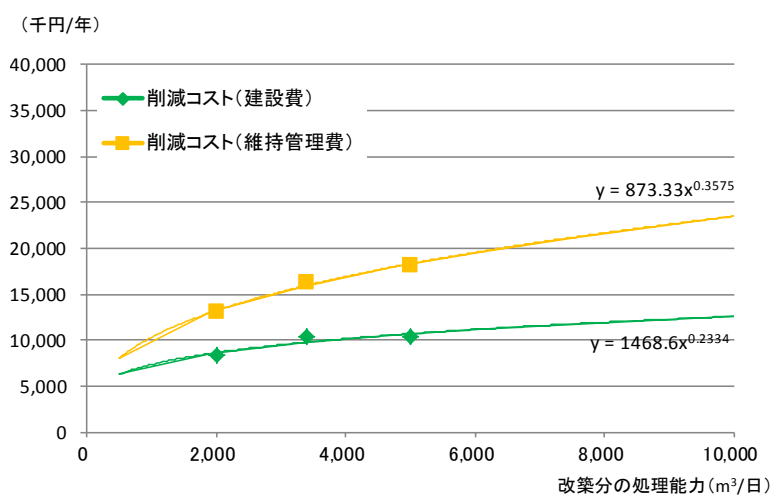


図 3-10 処理能力ごとの概算削減コスト(建設費、維持管理費)

表 3-5 処理能力ごとの概算削減コスト(建設費、維持管理費)推定式

項目	推定式
削減費(建設費)	$1468.6Q_R^{0.2334}$
削減費(維持管理費) (汚泥処分費除く)	$873.33Q_R^{0.3575}$

ii) 汚泥処分費の削減コスト

汚泥処分費は、自治体により単価の差が大きいことから、処理能力と汚泥処分費単価を入力値として概算する。推定式は以下のとおりである。

汚泥処分費の削減コスト

$$= 0.139 \times \text{検討対象系列の処理能力 } Q_R \text{ (m}^3\text{/日)} \times \text{汚泥処分単価 (千円/m}^3\text{)}$$

iii) 削減コストの算出

i)、ii)で求めた概算費を合計し、削減コストとする。

③総費用(年価換算値)削減効果の算出

①、②の結果を基に年価ベース導入効果の算出を行う。

ここで、

$$\begin{aligned} \text{総費用(年価換算値)削減効果} &= \text{本技術導入による削減コスト} \\ &\quad - \text{本技術導入による増加コスト} \end{aligned}$$

(5) 温室効果ガス発生量の評価

温室効果ガス発生量については各処理場に対して個別検討を行うものとする。

なお、実証研究で評価した通り※、本技術はOD法に対して余剰汚泥発生量の削減により汚泥処理・処分に係るものは削減されるが、曝気によるものを主として電力消費量が増加し、かつ水処理プロセスに由来するものが増加するため、総合的に温室効果ガス発生量は増加する。

※第2章第3節§11(4)を参照。

§ 15 導入判断

導入効果の検討結果を踏まえて、本技術の導入について判断する。

【解説】

§ 14 において算出した総費用(年価換算値)削減効果が過年度の事業費実績と対比した結果、十分な導入効果が得られるか、検討を行う。検討の結果、十分な導入効果が見込まれ、本技術を導入すると判断した場合、処理施設の計画・設計に移る。十分な導入効果が見込まれない場合においては、自治体の方針や課題等から総合的な検討を行い、本技術を導入するかを判断する。

また、必要に応じて温室効果ガス発生量についての評価も実施する。ただし、本技術は従来技術に比べて、原則増加することに留意する必要がある。

第2節 導入効果の検討例

§ 16 導入効果の検討例

処理能力 $1,700\text{m}^3/\text{日} \times 2$ 系列の場合について、本技術への改築及び OD 法への単純更新を行う場合の導入効果を試算した例を紹介する。

【解説】

OD 法 $1,700\text{m}^3/\text{日} \times 2$ 系列を有する処理場に本技術を導入する場合の検討事例について紹介する。ここでは、2 系列とも本技術を導入するものとし、§ 14 で示した推定式を用いて導入効果の試算を行った。

(1) 基本条件

本技術を導入する場合と OD 法で単純更新する場合の基本条件を表 3-6 に示す。また、既存 OD 槽、最終沈殿池の土木躯体仕様を表 3-7 に示す。

表 3-6 導入効果の検討例における基本条件

項目	本技術	従来技術(OD 法)
計画流入下水量	日最大汚水量 $3,400\text{m}^3/\text{日}$ ($1,700\text{m}^3/\text{日} \times 2$ 系列)	
計画流入水質 BOD	170 mg/L	
計画放流水質 BOD	15 mg/L	
汚泥処理方式	重力濃縮－脱水－場外搬出	
改築方針	<ul style="list-style-type: none"> ・ 既存 OD 槽を活用して改築 ・ 汚泥処理施設・設備は汚泥削減量に応じて縮小 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 既存 OD 槽を引き続き使用 ・ 既存設備と同じ仕様で更新
汚泥処分費	16,000 円/ m^3	

表 3-7 土木躯体の仕様

項目	形状	容量 m^3	寸法	設計能力
OD 槽	長円形	1,700	$4.5\text{m}^{\text{W}} \times 79\text{m}^{\text{L}} \times 2.5\text{m}^{\text{H}}$ (ハンチ含まず)	処理能力 $1,700\text{m}^3/\text{日}$ (HRT24 時間)
最終沈殿池	円形		$\phi 16.5\text{m} \times 4\text{m}$	水面積負荷 $8.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$

(2) 処理能力の検証

①流入下水量・流入 BOD 濃度の設定

ここでは、表 3-6 に示した計画日最大汚水量を流入下水量として用いることとした。
また、流入 BOD 濃度も計画流入 BOD を用いた。

1 系列当りの日最大汚水量 Q_{in} 1,700 m^3 /日

流入 BOD 濃度 $C_{BOD, in}$ 170mg/L

②本技術導入後の反応槽概略容量 V_R の概算

表 3-7 に示したとおり、検討対象系列の OD 槽は長円形で槽容量が 1,700 m^3 であるから、低減率は 0.9 となる。

本技術導入後の反応槽容量 $V_R = 1,700 \times 0.9 = 1,530m^3$
と算出した。

③本技術導入後の処理能力 Q_R の算出

流入 BOD 濃度は 170mg/L であるから、②より、

$$\begin{aligned} \text{限界処理能力 } Q_L &= 0.2 \times V_R / (C_{BOD, in} / 1000) \\ &= 0.2 \times 1,530 \div 0.17 = 1,800 \text{ } m^3/\text{日} \end{aligned}$$

となる。ここで、限界処理能力 Q_L が既存処理能力 1,700 m^3 /日を超えるため、本技術導入後の処理能力 Q_R は 1,700 m^3 /日とした。

④処理能力に対する流入下水量の確認

流入下水量 Q_{in} 1,700 m^3 /日

本技術導入後の処理能力 Q_R 1,700 m^3 /日

以上より、改築後の処理能力 $Q_R = \text{流入下水量 } Q_{in}$ となることから、流入下水量 $Q_{in} = 1,700m^3/\text{日}$ で問題ないことを確認した。

(参考)

既存処理能力が 2,000 m^3 /日のケースでは、上記同様に限界処理能力 Q_L を算出すると限界処理能力 Q_L 1,800 m^3 /日 < 既存処理能力 2,000 m^3 /日となるため、本技術導入後の処理能力 Q_R は、1,800 m^3 /日となる。ここで、本技術導入系列の計画下水量が 1,800 m^3 /日以下であれば、本技術が導入可能である。一方、本技術導入系列の計画下水量が 1,800 m^3 /日を超える場合、実績値に基づく流入 BOD 濃度の引下げや他系列を含めた処理場全体の処理能力を確認し、他系列へ振り分けることが可能か検討する。検討の結果、対応可能であれば、本技術の導入が可能となる。

処理場全体の能力に余裕がない場合、事業計画の見直しが可能か検討を行い、それでも処理場全体能力が不足する場合は、適用不可となる。

(3) 総費用(年価換算値)削減効果の検討

1) 検討条件

(2)より、本技術導入時の1系列あたりの処理能力は $1,700\text{m}^3/\text{日}$ となった。ここでは、表3-6に示したとおり2系列に導入することから、

$$1,700\text{m}^3/\text{日} \times 2 \text{ 系列} = 3,400\text{m}^3/\text{日}$$

を処理能力として、検討を行った。

2) 増加コストの概算

増加コストは§14で示した推定式にて概算した。概算結果を表3-8に示す。

建設費の年価は下記式から求めた。

$$\text{概算建設費年価} = \text{概算建設費} \times i(1+i)^n / ((1+i)^n - 1)$$

$$i : \text{利子率} = 2.3\%$$

$$n : \text{耐用年数} = 15 \text{ 年}$$

表3-8 増加コストの概算結果

	推定式	入力値	計算結果
①水処理建設費 (本技術)	$1415.4Q_R^{0.7271}$	処理能力 Q_R $3,400\text{m}^3/\text{日}$	523,140(千円) →41,640(千円/年)*
②水処理建設費 (従来技術)	$5416.4Q_0^{0.5284}$	処理能力 Q_0 $3,400\text{m}^3/\text{日}$	397,870(千円) →31,670(千円/年)*
③水処理 維持管理費 (本技術)	$25.873Q_R^{0.779}$	処理能力 Q_R $3,400\text{m}^3/\text{日}$	14,580(千円/年)
④水処理 維持管理費 (従来技術)	$19.595Q_0^{0.7284}$	処理能力 Q_0 $3,400\text{m}^3/\text{日}$	7,320(千円/年)
⑤増加コスト	(①－②) + (③－④)		17,230(千円/年)

Q_R : 本技術導入後の処理能力、 Q_0 : OD法に単純更新した場合の処理能力

*年価計算結果

3) 削減コストの概算

削減コストは§14で示した推定式にて概算した。概算結果を表3-9に示す。

表 3-9 削減コストの概算結果

	推定式	入力値	計算結果
⑥削減コスト (建設費)	$1468.6Q_R^{0.2334}$	処理能力 Q_R 3,400m ³ /日	9,800(千円/年)
⑦削減コスト (維持管理費) (汚泥処分費除く)	$873.33Q_R^{0.3575}$	処理能力 Q_R 3,400m ³ /日	15,980(千円/年)
⑧削減コスト (汚泥処分費)	$0.139 \times Q_R \times X$	処理能力 Q_R 3,400m ³ /日 汚泥処分単価 X 16 千円/m ³	7,560(千円/年)
⑨削減コスト	⑥+⑦+⑧		33,340(千円/年)

Q_R : 本技術導入後の処理能力

4) 総費用(年価換算値)削減効果の算出

(3)の概算結果より、総費用(年価換算値)削減効果を算出した。

総費用(年価換算値)削減効果＝本技術導入による削減コスト

－本技術導入による増加コスト

＝33,340(千円/年)－17,230(千円/年)

＝16,110(千円/年)

(4) 総費用(年価換算値)削減効果の評価

本技術の導入による総費用(年価換算値)削減効果は 16,110 千円/年となり、過年度の事業費実績と対比した結果、十分な導入効果が得られると判断した。

第4章 計画・設計

第1節 導入計画

§ 17 導入計画手順

本技術の導入にあたっては、詳細調査及び施設計画の検討を経て導入効果を検証した上で、適切な導入計画を策定する。

【解説】

本技術の導入計画策定に係る基本的な手順を図4-1に示す。本技術の導入にあたっては、計画・設計における必要事項の詳細調査から開始し、施設計画の検討、導入効果の検証の手順で行う。特に本技術ではBOD容積負荷によって処理能力が決まるため、既存OD槽の改築方法の検討を先行して行い、反応槽容量を決めたのちに詳細な施設計画を立てる流れとなる。施設計画の検討においては、本技術に係る検討に加え、本技術導入により余剰汚泥量が削減されることを踏まえた汚泥処理施設の見直しも合わせて実施する。

導入効果の検証により、導入効果が得られると判断した場合、詳細な導入計画を策定する。

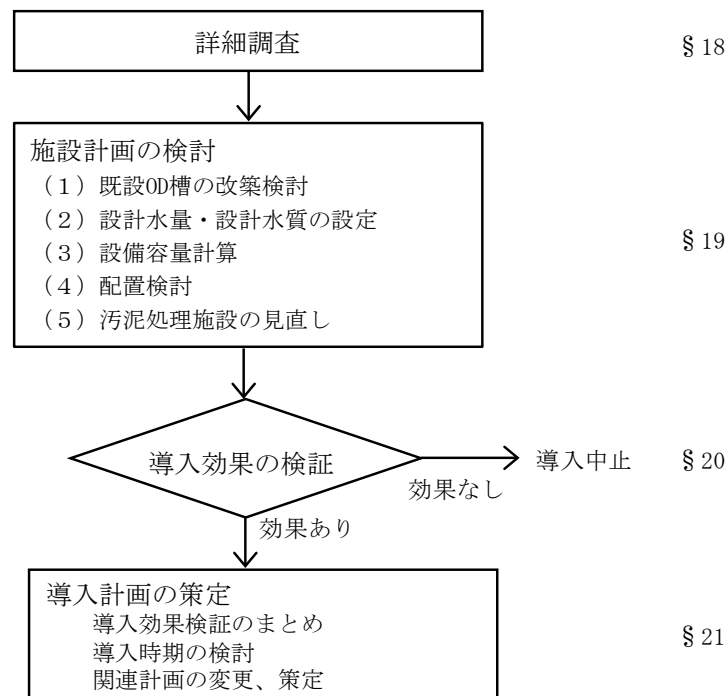


図4-1 本技術の導入計画手順

§ 18 詳細調査

施設計画の検討に先立ち、本技術の計画・設計における必要事項について、詳細調査を行う。

【解説】

本技術の計画・設計における必要事項について、導入検討時の基礎調査に追加し、詳細調査を行う。調査項目を表 4-1 に示す(基礎調査項目も合わせて再掲する)。

調査内容は、各種関連計画(特に更新計画や耐震補強計画)、既存施設諸元(機械・電気設備完成図書等)、運転・処理実績に係る資料(維持管理年報等)から、可能な範囲でより詳細な調査を行う。特に、建設費・維持管理費の算定に必要な機械設備の仕様、水処理・汚泥処理施設の実際の運転状況、各種費用の実績等について確認を行う。

表 4-1 詳細調査項目

調査項目		調査内容※ ¹	調査方法
関連下水道計画	計画諸元	<ul style="list-style-type: none"> 計画汚水量(日最大、日平均、<u>時間最大</u>) 計画流入水質、計画放流水質 <u>施設調査、容量計算書</u> 	事業計画申請書
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ストックマネジメント計画 <u>耐震診断結果・耐震補強設計</u> 	当該報告書 設計図書
施設諸元		<ul style="list-style-type: none"> 既存 OD 槽、最終沈殿池の諸元(寸法、容量、躯体の構造等) 系列ごとの処理能力 最終沈殿池水面積負荷 <u>機械設備の機器仕様</u> <u>受変電設備/自家発電設備容量</u> 	完成図書 (詳細設計図書)
運転・処理実績	処理水量	<ul style="list-style-type: none"> 流入下水量、処理水量実績(処理場全体/系列ごと) <u>※季節変動も把握することが望ましい</u> 	維持管理記録
	流入水質	<ul style="list-style-type: none"> 流入水質(<u>SS</u>、<u>T-BOD</u>、<u>T-N^{*2}</u>、<u>アルカリ度^{*2}</u>、<u>水温</u>) 	維持管理記録
	処理状況	<ul style="list-style-type: none"> 水処理施設、汚泥処理施設の運転状況(<u>運転時間</u>、<u>薬品使用量</u>) <u>汚泥発生量</u>、<u>処分方法</u>、<u>汚泥処分費</u> <u>ユーティリティ調達価格(電気・薬品)</u> 	維持管理記録

※¹ 下線は詳細調査で新規に收集整理する事項。

※² アルカリ度消費量の推定に必要なため、過去の分析データが不十分な場合は、追加調査の実施も検討する。

§ 19 施設計画の検討

施設計画の検討として、以下の事項について検討する。

- (1) 既存 OD 槽の改築検討
- (2) 設計水量・設計水質の設定
- (3) 設備容量計算
- (4) 配置検討
- (5) 汚泥処理施設の見直し

【解説】

(1) 既存 OD 槽の改築検討

第3章では、反応槽概略容量により処理能力の検証を行ったが、ここでは、既存 OD 槽の改築について、下記を考慮して具体的に検討する。

本技術の導入に際して、既存 OD 槽を分水槽、反応槽、混和槽の3つに分割する。各槽を区分するためにコンクリート製隔壁を新設する。検討事項を以下に示す。

- ① § 23 に示す土木改造例を参考に分水槽、反応槽、混和槽の区割り及び隔壁位置等の改築を計画する。
- ②既に耐震診断済みで耐震補強設計が終わっている場合は、耐震補強内容も考慮した計画とする。
- ③ § 23 に示す反応槽容量算出例を参考に反応槽容量 V_R を算出する。
- ④既存 OD 槽に覆蓋がある場合は、仕切り板や担体ユニット搬出入用の開口新設を検討する。

なお、新設隔壁の詳細な壁厚や位置、既存躯体補強の要否については、詳細設計にて検討を行うものとする (§ 23 参照)。

(2) 設計水量・設計水質の設定

(1) で算出した反応槽容量 V_R から、本技術導入後の処理能力の算出と検証及び設計流入下水量・設計水質の設定を行う。

①設計流入下水量・設計 BOD 濃度

第3章の導入検討で処理能力の確保が可能とした流入下水量 Q_{in} 及び流入 BOD 濃度 $C_{BOD, in}$ を設計流入下水量・設計流入 BOD 濃度とし、検討を開始する。

②処理能力の算出と検証

§ 23 に示す処理能力の算出方法を基に、(1) で算出した反応槽容量 V_R と①で設定した設計流入 BOD 濃度から、本技術導入後の処理能力 Q_R を求める。

処理能力 Q_R を算出後、設計流入水量 $Q_{in} \leq$ 処理能力 Q_R となることを確認する。

設計流入水量 $Q_{in} >$ 処理能力 Q_R となる場合は、設計流入水量・設計流入 BOD 濃度の見直し

しを行う。

③設計流入水量・設計流入 BOD 濃度の見直し

設計流入水量 $Q_{in} > \text{処理能力 } Q_R$ の場合は、§ 23 に示す設計水量・設計 BOD 濃度の見直し検討にしたがい、設計流入水量・設計流入 BOD 濃度に変更(引下げ)可能か、検討を行う。検討の結果、設計流入水量 $Q_{in} \leq \text{処理能力 } Q_R$ となる設計流入水量・設計流入 BOD 濃度に変更(引下げ)可能であった場合、変更後の数値を設計流入下水量・設計流入 BOD 濃度とする。

④設計水質

導入計画段階においては、設計水質項目として、①、③で設定した流入 BOD 濃度の他、流入 SS、T-N 濃度を設定する。流入 SS 濃度は、全体計画上の計画値を用いることを基本とするが、実績値と計画値に乖離がある場合等は、実績値に基づいた濃度を採用することも可能である。T-N は、全体計画では位置付けられていないと考えられるため、詳細調査で収集した実績値を基に設定することを基本とする。

(3) 設備容量計算

導入計画段階においては、本技術で特徴的な担体ユニット、送風機設備、凝集剤添加設備の設備容量計算を行い、機器仕様を決定する(第4章第2節参照)。

また、余剰汚泥発生量を算出し、(5)の汚泥処理施設の見直しや汚泥処分費の算出に使用する。

(4) 配置検討

導入計画段階においては、追加となる微細目スクリーン及び送風機設備に限定して配置検討を行う。上記設備に設置にあたり建屋等を必要とする場合は、導入効果の検証時に考慮する。

①微細目スクリーンは沈砂池又は分水槽上流側に設置する。既存沈砂池や分水槽流入水路及び流入管の配置・構造の状況から、適切な位置に設置するものとする。分水槽上流側に水路を設け、水路上に微細目スクリーンを設置する場合は、新設水路の位置と合わせ、配置検討を行う。

②送風機設備は設置台数や型式に応じ設置場所を検討する。反応槽スラブ上に設置することも可能であるが、この場合、スラブ耐力を確認する。また、既存 OD 槽に覆蓋がない場合、騒音規制が厳しい場合、送風機容量及び重量が大きい場合等、スラブ上に設置ができない場合は、送風機室を別途設ける等の検討も行う。

(5) 汚泥処理施設の見直し

施設計画においては、本技術の導入により余剰汚泥量が削減されることを受け、汚泥処理施設・設備の縮小も合わせて計画する。汚泥脱水機については、余剰汚泥量削減を踏まえ、型式変更も含めた見直しを行う。

§ 20 導入効果の検証

施設計画の検討結果に基づき、導入効果の再検討を行い、従来技術と比較して本技術の導入効果が得られるか検証する。

【解説】

導入検討時に導入効果の検討を実施(§ 14、15)しているが、推定式を用いる簡易な方法により本技術の導入効果を検証した。ここでは、施設計画の検討に基づき、より精度の高い条件設定による導入効果の再検討を行う。

本技術の導入における建設費・維持管理費を積算の上、年価計算により総費用(年価換算値)を算出し、OD法へ単純更新する場合と比較して導入効果が得られるか検証する。積算条件は表4-2に準拠する。

総費用(年価換算値)算出にあたっては、現状の設備型式・容量に基づく更新費用や電力消費量、運転時間、ユーティリティ調達価格等の実績値を反映させるものとする。

表4-2 導入効果の検証における積算条件

項目		本技術	従来技術
改築方針		<ul style="list-style-type: none"> ・水処理施設は、既存OD槽を活用して改築。 ・汚泥処理施設・設備は汚泥削減量に応じて縮小 	<ul style="list-style-type: none"> ・水処理施設は、既存OD槽をそのまま利用。 ・水処理施設、汚泥処理施設とも既存設備と同じ仕様で更新
積算範囲	建設費	【機械】 水処理設備(担体ユニットを含む)、汚泥濃縮設備、汚泥脱水設備 【電気】 水処理設備 【土木】 水処理施設(改造)*	【機械】 水処理設備、汚泥濃縮設備、汚泥脱水設備 【電気】 水処理設備
	維持管理費	<ul style="list-style-type: none"> ・沈砂池ポンプ設備、水処理設備、汚泥濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備に係る電力費、薬品費、補修費、維持管理人件費 ・汚泥処分費 	同左

*OD槽を反応槽と分水槽、混和槽とに区切るためのコンクリート製隔壁の設置

総費用(年価換算値)評価の結果、導入効果が得られると判定された場合は、§ 21に進み、導入計画を策定する。導入効果が得られないと判定された場合は、導入を中止する。

§ 21 導入計画の策定

導入効果の検証の結果、効果が得られると判定された場合、導入計画を策定する。

【解説】

導入効果の検証の結果、効果が得られると判定された場合には、具体的な導入計画を策定する。

導入計画の策定においては、導入検討結果を取りまとめの上、導入時期の検討を行う。あわせて、既存施設の改築及び本技術の導入に係る関連計画(事業計画、ストックマネジメント計画申請書等)の変更、策定を行う。

第2節 施設設計

§ 22 設計手順

本技術の設計は以下の手順で行う。

- (1) 既存 OD 槽の改築設計を行い、反応槽容量から設計水量、設計 BOD 濃度を決定する。
- (2) 前処理設備(微細目スクリーン)の設計を行う。
- (3) 担体ユニット、送風機設備、混和槽設備の設計を行う。
- (4) 余剰汚泥発生量を算出し、最終沈殿池設備の見直しを行う。

【解説】

本技術の設計手順を図 4-2 に示す。既存 OD 槽の改築設計を行い、反応槽容量を決定したのち、設計水量、設計 BOD 濃度を決定する。その後、前処理設備、反応タンク設備(担体ユニット、送風機設備、薬注設備)の容量計算及び余剰汚泥発生量の算出、最終沈殿池設備の見直しを行う。

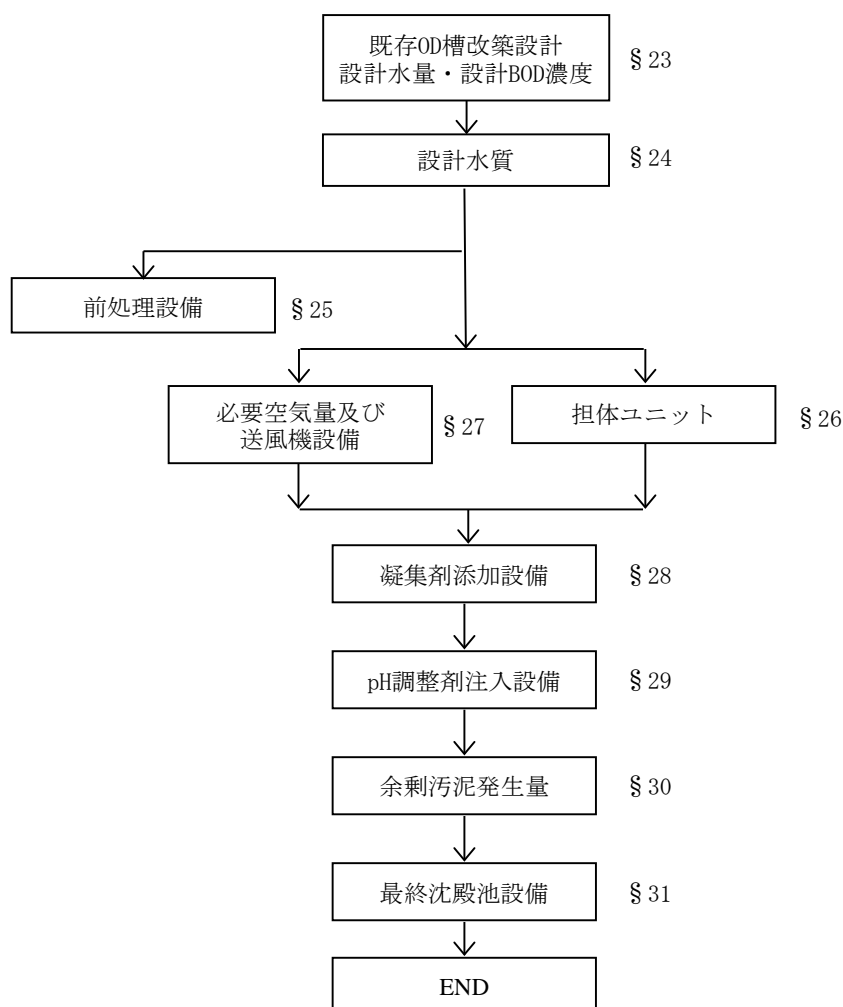


図 4-2 本技術の設計手順

§ 23 既存 OD 槽の改築と設計水量・設計水質

- (1) 既存 OD 槽は、分水槽、反応槽、混和槽の 3 つに分割し、本技術に適した構造に改築を行う。設計の際は構造計算も合わせて実施する。
- (2) 反応槽容量から処理能力の検証を行い、設計水量、設計 BOD 濃度を確定する。

【解説】**(1) OD 槽の改築設計**

既存 OD 槽は、本技術の導入に際して、分水槽、反応槽、混和槽の 3 つに分割する。各槽は隔壁を設置して区分するが、既存 OD 槽の構造や反応槽容量の確保も考慮し、適切な位置に設置するものとする。以下に分水槽、反応槽、混和槽の詳細な設計内容を示す。隔壁やゲート等を新設するため、底板耐力についても合わせて確認を行うものとする。

1) 分水槽

分水槽の構造、容量は下記を考慮して定める

- ①分水槽と反応槽の間の隔壁には、水路ごとに流入ゲートを設け、止水及び流入汚水の水量調整が可能な構造にする。
- ②分水槽と反応槽の間の隔壁は、排水等による片水圧に耐えられる構造とする。分水槽側はゲート荷重も考慮する。

2) 反応槽

反応槽内の構造、配置は以下の各項を考慮して定める。

- ①反応槽は原則として 2 水路になるよう配置し、各水路とも 12 段に分割することを基本とする。各水路の容量は同容量にすることを原則とする。
- ②点検等で 1 水路を停止し、水槽を空にする場合があるため、2 水路の間の既存コンクリート隔壁が片水圧に耐えられるかどうかを確認する。耐力が不足する場合、打ち増し等の補強を検討する。
- ③各水路を多段化するための仕切りは、反応槽容量を有効に使うため、一定の厚さが必要な RC 壁ではなく FRP 等耐腐食性材質を用いる。
- ④各水路を多段化するための仕切りには底部に連通孔を設け、反応槽内排水時の作業性の向上を図るとともに片水圧がかからない構造とする。
- ⑤既存 OD 槽に覆蓋がある場合は、仕切り板や担体ユニットの搬出入用に開口を設ける。

3) 混和槽

混和槽の構造、配置は以下の各項を考慮して定める。

- ①混和槽は設計流入水量に対して滞留時間が 15 分以上確保できるものとする。
- ②混和槽には、凝集剤・pH 調整剤の混合及び汚泥の沈降防止のため、攪拌機を設置す

る。覆蓋がある場合は、攪拌機用の開口も検討する。

- ③反応槽と混和槽の間の隔壁は、排水等による片水压に耐えられる構造とする。また、止水可能な角落しを設置する。

上記1)～3)を踏まえ、以下に長円形 OD 槽、馬蹄形 OD 槽の改築例と各槽容量の算出例を示す。

①長円形 OD 槽

長円形 OD 槽の改築例を図 4-3 に示す。上流側コーナー部は分水槽、下流側コーナー部は混和槽として使用し、直線部を反応槽として使用する。このため、両端のコーナー部にコンクリート構造の隔壁を設置する。反応槽は並列の矩形 2 水路とする。

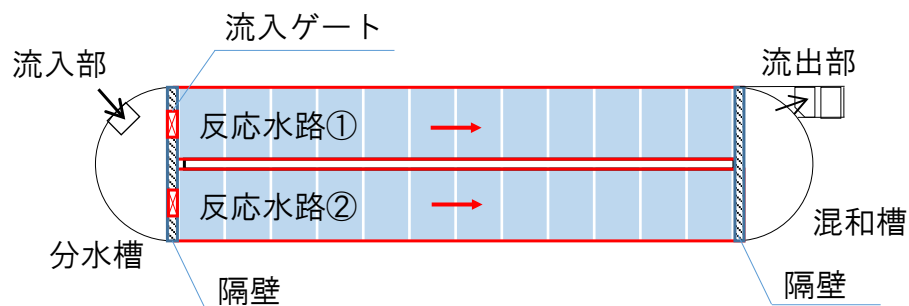


図 4-3 長円形 OD 槽の改築例

反応槽容量 V_R は次式から求める。 V_R は 2 水路の合計値とする。

$$V_R = (W \times L - d \times 0.5 \times 2) \times H \times 2$$

ここで、

W 水路幅 m

L 直線部水路長 m

H 有効水深 m

d ハンチ幅 m

また、分水槽容量 V_D 、混和槽容量 V_M は次式から求める。

$$V_D = V_M = \pi / 4 \times (2W + b)^2 \times H$$

ここで、

b 隔壁厚 m

②馬蹄形 OD 槽

馬蹄形 OD 槽の改築例を図 4-4 に示す。馬蹄形 OD 槽の場合、矩形水路が作れないため、内回りと外回りの 2 水路とし、既存の流出部で合流する形とする。分水槽は、既存流入

部を活用できる形で流入側のコーナー部に隔壁を設け、各水路へ分水できる構造とする。混和槽は、長円形 OD 槽と同様、流出側コーナー部に隔壁を設けて区分する。

馬蹄形 OD 槽の場合、曲線部が多く、担体ユニットの設置効率が悪くなることから、分水槽、混和槽容量は必要最小限とし、反応槽容量が大きくとれるよう隔壁位置に留意する。

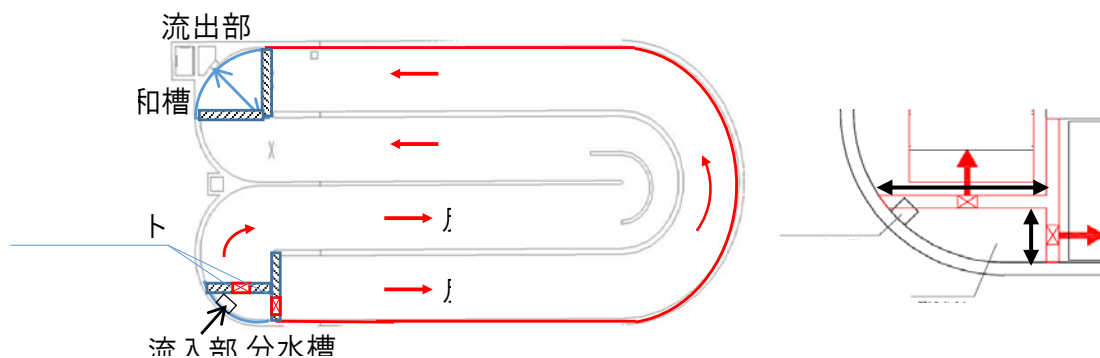


図 4-4 馬蹄形 OD 槽での改築例

反応槽容量 V_R は次式から求める。 V_R は 2 水路の合計値とする。

$$\begin{aligned} V_R &= V_{OD} - (\text{分水槽容量 } V_D + \text{混和槽容量 } V_M) \\ &= V_{OD} - \{ \pi mn \times H + \pi (W+b/2)^2/4 \times H \} \\ &= V_{OD} - \pi \{ mn + (W+b/2)^2/4 \} H \end{aligned}$$

ここで、

V_{OD}	既存 OD 槽容量	m^3
W	水路幅	m
H	有効水深	m
m	No. 1 水路隔壁長	m
n	No. 2 水路隔壁長	m
b	隔壁厚	m

(2) 処理能力の検証と設計流入下水流量、設計流入 BOD 濃度の確定

(1) で決定した反応槽容量 V_R に対して、処理能力の検証を行い、設計流入下水流量、設計流入 BOD 濃度を決定する。

①設計流入水量、設計流入 BOD 濃度

導入計画時に処理能力の確保が可能とした設計流入下水流量 Q_{in} 及び設計流入 BOD 濃度 $C_{BOD, in}$ を用いて検討を行う。

②処理能力の算出

(1) で算出した反応槽容量 V_R に基づき、本技術導入後の処理能力 Q_R を求める。

これまでに述べたとおり、本技術の処理能力は、BOD 容積負荷が $0.2\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ 以下になるよう設定する。BOD 容積負荷が $0.2\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ になる処理能力を限界処理能力 Q_L とし、下記式より求める。

$$Q_L (\text{m}^3/\text{日}) = 0.2 \times V_R (\text{m}^3) / (C_{BOD, in} (\text{mg/L}) / 1000)$$

$C_{BOD, in}$ 流入 BOD 濃度 mg/L

V 反応槽容量 m^3

通常は、

改築後の処理能力 Q_R = 限界処理能力 Q_L

とする。ただし、前述のとおり、限界処理能力 Q_L が既存処理能力 Q_0 超える場合は、最終沈殿池水面積負荷の制約を考慮して

改築後の処理能力 Q_R = 既存処理能力 Q_0

とする。

③処理能力の検証

①、②より処理能力の検証を行う。設計水量 $Q_{in} \leq$ 処理能力 Q_R であれば必要処理能力確保可能とし、①で設定した設計流入水量、設計流入 BOD 濃度を最終的な設計値とする。

流入下水流量 $Q_{in} \geq$ 処理能力 Q_R の場合、見直しが必要なため③-1へ進む。

③-1 設計流入 BOD 濃度の見直し

設計流入水量 Q_{in} が処理能力 Q_R を上回る場合は、まず、流入 BOD 濃度の見直し(引下げ)の検討を行う。設計流入 BOD 濃度よりも流入 BOD 濃度の実績値の方が低い場合、実績値の採用を検討する。流入水質の実績データ等に基づき流入 BOD 濃度の引下げを検討し、②の処理能力の検証を行う。検証の結果、設計水量 Q_{in} が処理能力 Q_R を下回る流入 BOD 濃度を設定可能であれば、変更後の流入 BOD 濃度を設計流入 BOD 濃度とする。

③-2 設計下流入水量 Q_{in} の見直し

流入 BOD 濃度の見直し後も設計水量 Q_{in} が処理能力 Q_R を上回る場合または、流入 BOD 濃度の引下げが不適当と判断される場合、流入下水量の変更（引下げ）が可能か検討を行う。他系列を含めた処理場全体の処理能力を確認し、引下げ分の水量を他系列へ振り分けることが可能か検討する。本技術導入後の処理場全体の処理能力が計画日最大汚水量に対し不足する場合、計画日最大汚水量の変更が可能か検討を行う。

流入下水量を変更（引下げ）した結果、変更後の流入下水量 $Q_{in} \leq$ 処理能力 Q_R となった場合、変更後の流入下水量 Q_{in} を設計流入下水量とする。なお、流入 BOD 濃度を変更（引下げ）の上、流入下水量を変更（引下げ）した場合は、変更後の流入 BOD 濃度を設計流入 BOD 濃度とする。

§ 24 設計水質の設定

設備容量計算に必要な設計水質として、流入 BOD、SS、T-N、アルカリ度を設定する。

【解説】

本技術の容量計算に必要な流入水質は、BOD、SS、T-N、アルカリ度である。設計流入 BOD 濃度は § 23 にて設定しているため、本項では、残る項目について設定を行う。

流入 SS 濃度は、全体計画上の計画値を用いることを基本とするが、実績値と計画値に乖離がある場合等は、実績値に基づいた濃度を採用することも可能である。

T-N、アルカリ度は、全体計画では位置付けられていないと考えられるため、詳細調査で収集した実績値を基に設定することを基本とする。

§ 25 前処理設備

- (1) 沈砂池設備は既存を活用とするが、きょう雑物の絡みつきによる担体の閉塞や機能の低下を避けるため、微細目スクリーンを追加設置する。
- (2) 微細目スクリーンは、沈砂池又は分配槽上流側の流入水路に設置する。
- (3) 微細目スクリーンは、目幅 2mm を標準とし、時間最大汚水量を処理できる能力とする。

【解説】

(1) 前処理設備

沈砂池設備は既存を流用とするが、一般的に OD 法では最初沈殿池を設置しないため、細目スクリーンでは除去できないビニール片や髪の毛等のきょう雑物が反応槽に流入する可能性がある。これらのきょう雑物が担体に絡みつき、担体の閉塞や機能低下の原因となるおそれがあるため、反応槽よりも上流部に微細目スクリーンを設置する。

(2) 微細目スクリーンの配置

微細目スクリーンの設置位置は、沈砂池又は分水槽上流側とする。既存設備の沈砂池や反応槽流入水路及び流入管の配置・構造の状況を踏まえ、適切な位置に設置するものとする。

(3) 微細目スクリーンの設計諸元

微細目スクリーンは、沈砂池水路又は分水槽上流側（すなわち主ポンプ後段）に設置されることから、時間最大汚水量を処理できる容量とし、スクリーン目幅は 2mm を標準とする。故障時や大量のきょう雑物によるスクリーン閉塞時を考慮し、水路設置型で水路から引き上げ可能な自動スクリーンが望ましい。実証研究では、脱水機構付裏がきスクリーンユニットを採用している。

敷地制限等により、水路新設が難しい場合等は、配管接続型を採用することも可能である。

§ 26 特殊繊維担体ユニット

- (1) 担体ユニットは、フレーム、特殊繊維担体、散気装置(ヘッダ管、ライザ管含む)で構成される。
- (2) 担体ユニットは、各槽の水路幅に応じて1から3連式とし、槽形状に応じて配置を行う。
- (3) 水路ごとの担体設置量が $2\text{kg}/\text{m}^3$ 以上を満たすよう担体量を決定する。

【解説】

(1) 担体ユニットの構成

担体ユニットは特殊繊維担体とそれを固定するフレーム及びフレーム下部に散気装置を配置した一体構造とする。

担体ユニットの概略図(3連式の例)を図4-5に示す。

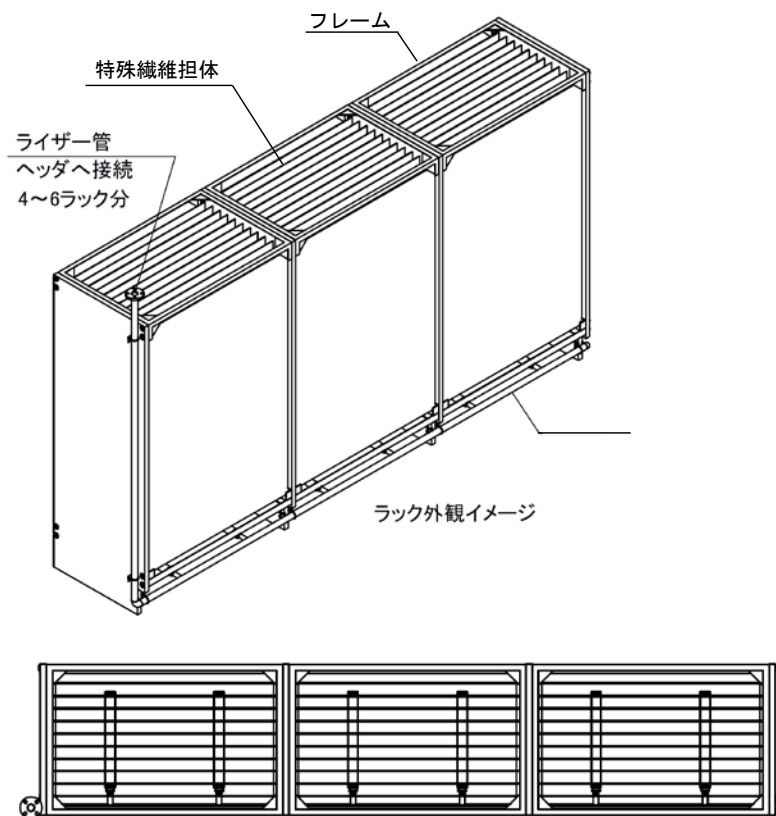


図 4-5 担体ユニット概略図

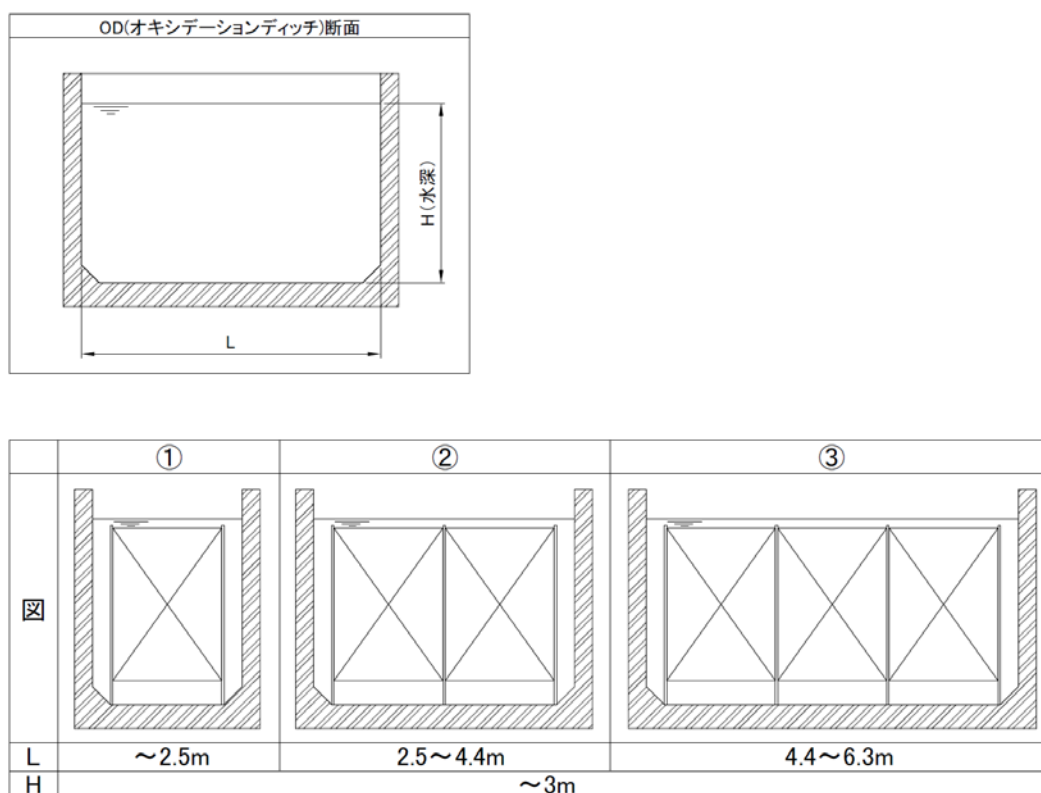
(2) 担体ユニットの寸法及び配置

担体ユニットは水槽形状に合わせて設計が可能である。このため、水槽形状による制約はない。ただし、ハンチ部分を避け、水平に設置できる寸法とする。

担体ユニットは、図 4-6 に示すように各槽の水路幅に応じて 1 から 3 連式とする。

なお、担体ユニットは、水深 3m までは段積をせず、水深 3m 以上の場合は 2 段積とする。

図 4-6 水路幅による担体ユニット構成(案)



長円形 OD 槽の場合の配置例を図 4-7 に、馬蹄形 OD 槽の場合の配置例を図 4-8 に示す。

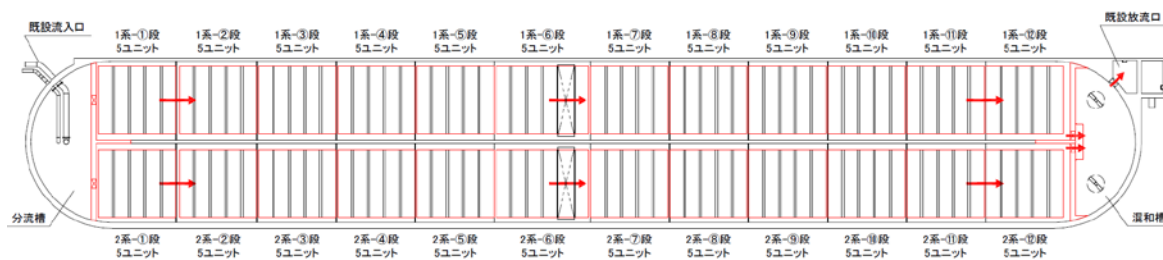


図 4-7 長円形 OD 槽での配置例

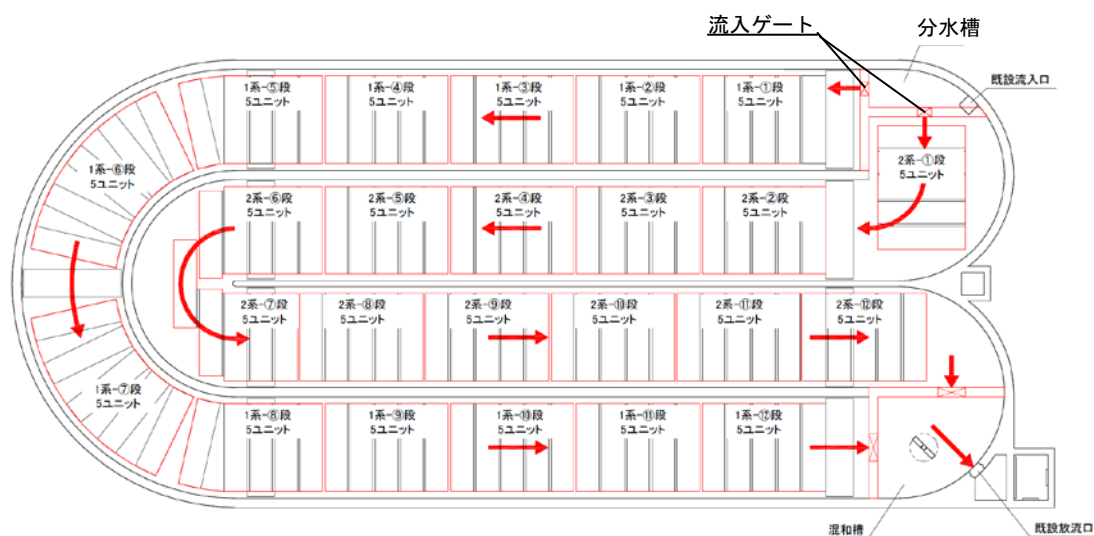


図 4-8 馬蹄形 OD 槽での配置例

（3）担体設置量

担体の設置量は、担体重量を指標とし、水路ごとに $2.0\text{kg}\text{-担体}/\text{m}^3\text{-水路}$ 以上（最大で $3.0\text{kg}\text{-担体}/\text{m}^3\text{-水路}$ ）とする。ここで、担体重量はフレームや散気管等を含まない特殊繊維担体自体の乾燥重量とし、特殊繊維担体の幅×長さで求められる面積当たり $0.4\text{ kg}/\text{m}^2$ として算出する。したがって、水路ごとに $5\text{m}^2\text{-担体}/\text{m}^3\text{-水路}$ 以上（最大で $7.5\text{m}^2\text{-担体}/\text{m}^3\text{-水路}$ ）の設置が必要である。

なお、特殊繊維担体の幅×長さで求められる面積とは、図 4-9 に示す赤枠の面積（片面のみで計算）とする。

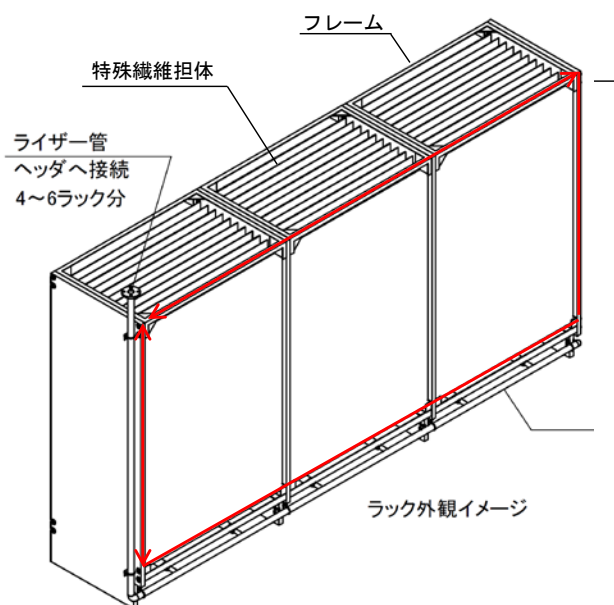


図 4-9 特殊繊維担体の面積算出

§ 27 必要空気量及び送風機設備

- (1) 必要空気量は、設計水量に対し、30 倍を標準とする。
- (2) 送風機は、送風量及び送気圧に応じて選定する。台数は2 台以上とする。

【解説】

(1) 必要空気量

実証研究結果より、処理水質の確保のために設計水量の30 倍程度の空気量が必要であったことから、設計水量に対して30 倍を標準として必要空気量を設定し、送風機等の設計を行う。

実証研究において、上記倍率にて、底部流速の確保、担体閉塞の防止に必要な空気量を確保できることを確認している。

(2) 送風機設備

送風機は、送風量及び送気圧に応じて選定する。型式は、将来の増設の可能性や処理場周辺の騒音規制についても考慮して決定する。台数は2 台以上とする。容量は負荷変動を見込み、(1)で算出した必要空気量に余裕率を見込んで設定する⁹⁾。

なお、既存設備のエアレーション方式が、水中プロペラと送風機を組み合わせる方式の場合、既存送風機の活用も可能である。ただし、必要空気量と既存送風機の吐出圧や仕様等を勘案し、送風機を増設する必要性と効率性を検討する。

また、供給風量の確認・調整を行うため、送風機吐出部に風量計を設置する。また、反応槽内各区画の風量を最適化するため、1 区画に1 台ずつ風量調整弁と風量計を設置するものとする。

§ 28 凝集剤添加設備

- (1) 生物膜の剥離等による流出 SS 濃度上昇対策のため、凝集剤添加設備を設ける。
- (2) 凝集剤はポリ塩化アルミニウム (PAC) とし、10% Al_2O_3 溶液として流入汚水量 (m^3) あたり 30mL を注入することを標準とする。注入方法は流量比例方式とする。

【解説】**(1) 凝集剤添加設備の設置**

本技術は、生物膜から剥離した SS に対して最終沈殿池での沈降分離が不十分になると、処理水の BOD 濃度が 15mg/L を超過する可能性がある。このため、1 年を通し、混和槽にて反応槽流出水に凝集剤を連続的に添加することで最終沈殿池での SS の沈降性を改善する運転を基本とし、BOD の計画放流水質を遵守できるようにする。

なお、反応槽内に凝集剤が混入した場合、凝集フロックが特殊繊維担体に付着し、処理能力の低下につながる可能性があることに留意する。このため、混和槽には、コンクリート隔壁の上部に反応槽流出用の開口を設け、角落しにて止水可能な構造とする。

(2) 凝集剤の種類と添加方法

凝集剤は、原則としてポリ塩化アルミニウム (以下、PAC) とする。最終沈殿池流出 SS 濃度を下水道法で定められた放流水質基準である 40mg/L 以下とする場合の PAC の注入率は、実証研究結果 (資料編 1. 実証研究結果 P 資 1-14~16 参照) より以下とする。

PAC (10% Al_2O_3 溶液) 注入率 30mL/ m^3 - 流入下水

ただし、最終沈殿池流出 SS 濃度を上記指標値よりも下げる必要がある場合は、ジャーテスト等で必要な添加量を確認した上で注入率を設定する。なお、実証研究では、PAC 注入率を 60mL/ m^3 とした場合、最終沈殿池流出 SS 濃度が 10mg/L 以下となることを確認している。

立ち上げ時や低水温期等で反応槽からの流出 SS が多い場合も上記と同様に、PAC 注入率を調整する。

注入ポンプはダイヤフラムポンプを標準とし、凝集剤の注入方式は流量比例方式とする。

§ 29 pH調整剤注入設備

本技術では、長HRTにより硝化反応が進行し、処理水のpHが低下する恐れがあるため、混和槽内pHを監視するpH計とpHを調整するpH調整剤注入設備を設置し、放流水質基準に定められたpHを下回らないようにする。pH調整剤は苛性ソーダとし、混和槽に添加する。

【解説】

本技術では、長HRTにより硝化反応が進行する一方で、脱窒工程によるアルカリ度回復がほとんど見込めないことから、pHが低下する。このため、pH計とpH調整剤注入設備を設置する。pH調整剤は、混和槽に注入し、放流水質基準に定められたpHを下回らないよう、混和槽流出部のpH計により運転制御を行う。

なお、流入下水のアルカリ度が高い等により、反応槽流出水のアルカリ度が40mg/L以上と見込まれる場合は、pH調整剤注入設備の省略も可能とする。

反応槽流出水のアルカリ度は、以下より算出する。

$$C_{\text{ALK}, \text{out}} = C_{\text{ALK}, \text{in}} - \Delta C_{\text{ALK}}$$

ここに、 $C_{\text{ALK}, \text{out}}$: 反応槽流出水のアルカリ度

$C_{\text{ALK}, \text{in}}$: 流入下水アルカリ度

ΔC_{ALK} : アルカリ度の消費量

アルカリ度の消費量 ΔC_{ALK} (mg/L) は、以下より算出⁹⁾する。

$$\Delta C_{\text{ALK}} = 7.14 \cdot \alpha \cdot C_{\text{TN}, \text{in}} - 3.57 (C_{\text{orgN}} + \Delta C_{\text{NOX}}) + \varepsilon \cdot C_{\text{Al}}$$

ここに、

$C_{\text{TN}, \text{in}}$: 流入水のT-N濃度 (mg/L)

C_{orgN} : $\text{NH}_4\text{-N}$ に分解される有機性窒素濃度 (mg/L)

ΔC_{NOX} : 脱窒された窒素濃度 (mg/L)

α : C_{TN} に対し硝化される窒素の比

ε : 添加アルミニウム 1 mg当たりのアルカリ度消費量 (mg/mg)
→ 3.24 (PACの場合)

C_{Al} : アルミニウム添加濃度 (mg/L)

本技術においては、 $\text{NH}_4\text{-N}$ に分解される有機性窒素濃度は余裕分として、0とみなす。脱窒された窒素濃度 ΔC_{NOX} (mg/L) は0とみなす。また、 C_{TN} に対し硝化される窒素の比 α については、実証研究結果より、0.75～0.90とする。

§ 30 余剰汚泥発生量

余剰汚泥量は、混和槽で凝集剤添加後に最終沈殿池で引き抜く汚泥量とし、流入 SS 量当りの余剰汚泥発生倍率を 0.3 倍として推定する。

【解説】

本技術では、最終沈殿池での SS 沈降性の改善のため、混和槽にて反応槽流出水に凝集剤を添加する。このため、混和槽で凝集剤添加後、最終沈殿池で引き抜く汚泥量を余剰汚泥量とする。

実証研究では、§ 28 に記載のとおり、PAC (10% Al_2O_3 溶液) 注入率を $30\text{mL}/\text{m}^3$ -流入下水として運転を行った結果、余剰汚泥発生倍率は平均 0.3 であった（資料編 1. 実証研究結果 P 資 1-30 の図資 4-24 を参照）ことから、余剰汚泥量は、下記算定式より算出する。

$$L_{\text{SS, ex}} = C_{\text{SS, in}} \times 10^{-3} \times Q_{\text{in}} \times 0.3 / 1000$$

ここで、

$L_{\text{SS, ex}}$: 余剰汚泥量 $\text{kg}/\text{日}$

$C_{\text{SS, in}}$: 流入 SS 濃度 mg/L

Q_{in} : 流入下水量 $\text{m}^3/\text{日}$

なお、余剰汚泥発生倍率の 0.3 倍は、年間を通じての平均値であり、流入水温により、20%程度の増減があることに留意する。

§ 31 最終沈殿池設備

- (1) 最終沈殿池の水面積負荷は OD 法と同等の $8 \sim 12 \text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ を標準とし、既存を活用する。
- (2) 余剰汚泥ポンプは余剰汚泥引き抜きと反応槽への汚泥返送ができる構造とし、返送汚泥ポンプは設置しない。

【解説】

(1) 最終沈殿池

本技術は、最終沈殿池は既存流用とし、最終沈殿池の水面積負荷は OD 法と同じ $8 \sim 12 \text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})^9$ とする。

したがって、§ 23 の設計水量設定時には、既存設計水面積負荷以下であること (= 既存 OD 法処理能力を超えないこと) を確認する。

(2) 余剰汚泥ポンプ

本技術は基本的に返送汚泥を必要としないため、返送汚泥ポンプは休止または撤去とし、余剰汚泥ポンプのみを流用または更新する。

なお、立上運転時や水質悪化時には余剰汚泥を反応槽へ返送することがある。このため、余剰汚泥ポンプを用いて汚泥を反応槽に返送できるよう、既存返送汚泥管にも余剰汚泥ポンプを接続する。

余剰汚泥ポンプの所要容量は、§ 30 で算出した余剰汚泥発生量に対して引き抜き可能なものとする。なお、汚泥引き抜き濃度は既設同等とする。引き抜きに要する時間は余剰汚泥発生量と汚泥処理施設・設備の容量を考慮して、個別検討を行うものとする。

立上運転時や水質悪化時の汚泥返送は、上記の容量で対応するものとする。ただし、他系列からの余剰汚泥も汚泥返送に回せるようにする等、返送汚泥量を可能な限り多くするよう考慮する。

また、既存が直接脱水方式の場合、反応槽からの汚泥引抜管は使用しないため、バルブ止とする。

§ 32 監視制御システム

本技術では、流入水量、送風機吐出風量、各槽散気量、混和槽 pH、汚泥引き抜き量、引き抜き汚泥濃度の監視、凝集剤及び pH 調整剤添加量の監視と制御を行う。

【解説】

本技術で使用する監視制御システムは、一般的な下水処理場に用いられる計器、制御システムであり、本技術特有の監視制御システムは不要である。

本技術での監視制御項目を図 4-10、表 4-3 に示す。

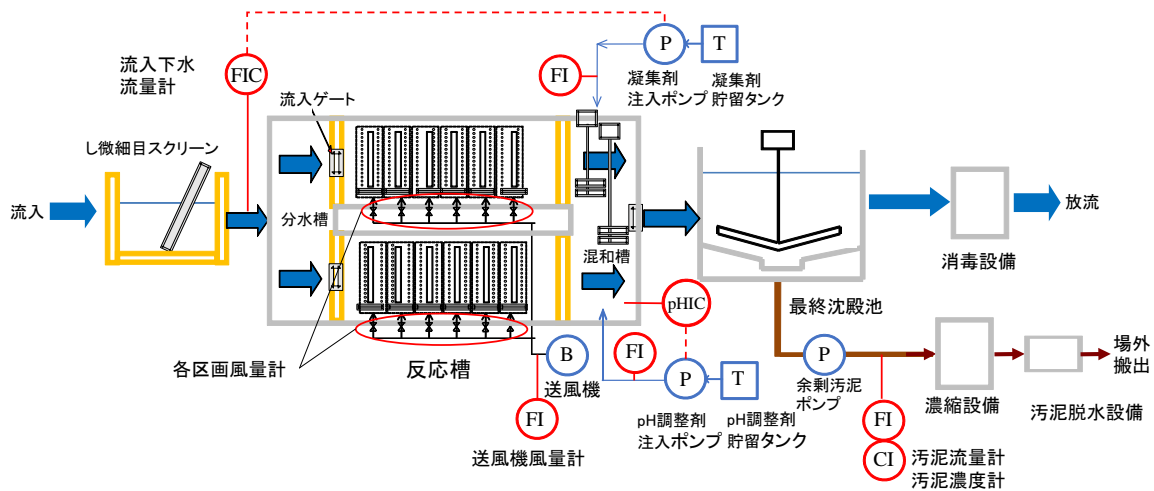


図 4-10 本技術における監視制御システム図

表 4-3 本技術における監視、制御項目

項目	測定内容	中央	現場	制御
流入下水流量	各系列に流入する汚水量	○	○	凝集剤注入ポンプの流量比例制御
送風機送風量	各送風機の送風量監視		○	
各槽空気量	12槽に区切った各区画の空気量		○	
混和槽 pH	反応槽流出 pH の監視	○	○	pH 調整剤注入ポンプの運転制御
汚泥引き抜き量	最終沈殿池からの引き抜き量	○	○	
汚泥濃度	引き抜き汚泥濃度	○	○	
凝集剤添加量	凝集剤添加量	○	○	
pH 調整剤添加量	pH 調整剤添加量	○	○	

ここで、凝集剤注入量は、流量比例方式とし、流入下水流量計のアナログ信号により制御を行う。また、pH 調整剤注入量については、混和槽 pH 計測定値にて制御を行う。一方、送風機風量及び各槽の風量計は現場指示のみとする。風量の調整は、日常点検時の DO 測定結果に応じて、管理指標内に入るよう手動で行う (§ 34 参照)。

なお、既存 OD 槽には pH 計が設置されていることから、これを混和槽 pH 測定用に流用することが可能である。また、汚泥流量計、汚泥濃度計についても既存設備流用が可能である。

第3節 導入時の留意点

§ 33 導入時の留意点

- (1) スラブ上に担体ユニット搬入口を設ける場合や送風機等を設置する場合、スラブ強度を確認する。
- (2) 冬季流入水温が15℃以下になる場合は、N-BOD 残存による水質悪化が起こる可能性があるため、事前に現地実験等の検討を行う。
- (3) 処理場周辺の環境規制に留意する。
- (4) 受変電設備容量/自家発電機設備容量に留意する。

【解説】

(1) スラブ強度の確認

仕切り板や担体ユニット搬出入のためにスラブ上に搬出入口を設ける場合やスラブ上に送風機設備や凝集添加設備を設置する場合は、スラブ強度を確認し、必要に応じて補強を行う。

(2) 低水温条件に係る留意

流入水温が15℃以下の場合、N-BOD（残存する窒素化合物（アンモニア性窒素）の硝化による酸素要求量⁹⁾）残存により水質悪化が起こる可能性がある。この場合、BOD 容積負荷と処理水質の関係について現地実験等により検討する必要がある。

なお、実証研究では流入水温の最低値が月間平均流入水温で13.2℃、1日平均で11.4℃の条件で処理水BODが15mg/L以下であることが確認されている。

(3) 処理場周辺の環境規制

本技術では、送風機設備を設置するため、OD 法（機械曝気式）と比較して騒音値が大きくなる。また、担体ユニット搬出入用に覆蓋に開口を設けるため、臭気が漏れやすい。このため、下水処理場所在地における騒音や悪臭等の基準値等を確認し、必要に応じて、騒音対策、臭気対策を行う。

(4) 受変電設備容量/自家発電機設備容量

本技術は、OD 法に比べ反応タンク設備での電気容量、負荷点数が増加する。このため、既存受変電設備容量や自家発電設備容量が不足しないか確認を行う。

第5章 維持管理

第1節 運転管理

§ 34 運転管理

本技術の運転管理は、計器・分析等で運転状態を把握する監視・測定項目と、監視・測定結果に応じて運転条件等を調整する運転操作項目について実施する。

【解説】

本技術においては、運転管理を確実にを行うことにより、所定の処理性能を維持できる。

本技術の運転管理項目は、計器・分析等で運転状態を把握する監視・測定項目と、監視・測定結果に応じて運転条件等を調整する運転操作項目からなる。

(1) 監視・測定項目

本技術における監視・測定項目として、BOD 容積負荷の監視、各区画の DO 濃度管理、風量管理、混和槽薬品注入量の管理、混和槽 pH、最終沈殿池流出水透視度の監視、最終沈殿池の汚泥界面高さの監視、余剰汚泥量の監視を行う。

監視・測定項目、監視・測定単位及びその頻度を表 5-1 に示す。日常点検については、処理場の維持管理体制に応じ日毎～週 1 回の間で設定する。水質に関する項目は § 35 に示す水質試験内容の結果にて確認を行う。

表 5-1 監視・測定項目 (1/2)

項目	監視単位	内容	方法	頻度
BOD 容積負荷	系列	設計処理能力範囲内での処理か確認	流入 BOD 濃度及び流入水量から算出	1 回/月
反応槽内 DO 濃度	区画	適正值内での DO の管理	区画ごと DO 計(ハンディ)にて測定	日常点検時
散気状態	区画	散気、攪拌状況の管理	目視、風量計	日常点検
風量	区画	散気風量の管理 (最低風量以上か確認)	風量計	日常点検
送風機吐出圧	送風機	散気装置の異常確認	圧力計	日常点検時
総送風量	送風機	送気倍率の確認	風量計	日常点検時
凝集剤添加量	系列	凝集剤添加量の把握	積算流量計	常時(計器)
混和槽 pH	系列	硝化による pH 低下等の監視	pH 計(常設計器)	常時(計器)
pH 調整剤添加量	系列	pH 調整剤添加量の把握	積算流量計	常時(計器)
透視度	系列	終沈流出水の透視度の監視	透視度計	日常点検時

表 5-1 監視・測定項目 (2/2)

項目	監視単位	内容	方法	頻度
汚泥発生量	系列	汚泥削減量と運転状況の把握	汚泥濃度計 引き抜き汚泥流量計	常時(計器)
最終沈殿池 汚泥界面高さ	系列	最終沈殿池における汚泥再 浮上防止	汚泥界面計(ハンディ)	日常点検時

以下に運転状態の監視・測定項目における特記事項を示す。

①BOD 容積負荷の監視

本技術の基本諸元として、BOD 容積負荷が $0.2\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ 以下であることを監視する。流入 BOD 濃度の分析に合わせて BOD 容積負荷を算出し、 $0.2\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$ を超過していないか確認を行う

②反応槽内各区画の DO 濃度・最低風量の監視・管理

処理性能及び汚泥削減量の目標値を達成するためには、DO 濃度管理が重要である。日常点検において各区画の DO 濃度を測定し、管理値の範囲内であるか監視する。合わせて、各区画の散気量が攪拌に必要な最低風量を下回っていないことを確認する。各区画の DO 濃度の目安と最低風量を表 5-2 に示す。管理指標から外れた場合は運転操作項目に示す「曝気風量」に従い、管理値内になるよう調整を行う。

表 5-2 反応槽内の管理指標

区画	1 槽目	6 槽目	12 槽目
DO 濃度 (mg/L)	1～3	3～6	4～8
最低風量 ($\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{槽平面積} \cdot \text{時})$)	2.2		

③最終沈殿池流出水透視度の監視

本技術は、生物膜から剥離した SS により、処理水 BOD を押し上げる可能性があるため、日常的な管理指標として処理水 SS を測定する必要がある。資料編 1 の図資 4-5 に示す通り、処理水透視度と処理水 SS(PAC 有)の間に有意な相関性があることから、本ガイドラインでは SS 測定に代え、日常監視項目として校正が不要であり操作性に優れる透視度を測定することとする。資料編 1 の図資 4-5 に示すように最終沈殿池流出水の透視度が 18cm 以上であれば、処理水 SS が約 25mg/L 以下であると考えられる。また、資料編 1 の図資 4-15 に処理水 SS と処理水 BOD の関係を示しているが、SS が約 25 mg/L 以下であれば、BOD は 15 mg/L 以下に維持できることから、透視度を 18 cm 以上であることを監視することにより、処理水 BOD を 15 mg/L 以下に管理することができると考えられる。

④最終沈殿池汚泥界面高さ

本技術では、余剰汚泥が削減されるため汚泥引き抜き量も減少するが、最終沈殿池での汚泥の滞留時間が長くなると、脱室による汚泥再浮上が起こることがある。このため、適切な汚泥引き抜き量の管理指標として最終沈殿池の汚泥界面高さをを用いる。汚泥界面高さの管理指標は以下とする。

沈殿槽汚泥界面高さ 1,500mm 以下

汚泥界面高さは、MLSS 計等の汚泥濃度が測定可能な計器を用いて最終沈殿池底部から汚泥濃度の変化点までの距離を測定し、その距離を汚泥界面高さとする。

⑤汚泥発生量

汚泥引き抜き量及び引き抜き汚泥濃度から汚泥発生量を把握し、変動等を監視する。また、流入 SS 量に対する余剰汚泥発生倍率を算出し、一般的な OD 法の汚泥発生倍率(0.75 倍) 対比での汚泥削減率を監視する。

(2) 運転操作項目

監視・測定項目の確認結果に応じて運転調整を行う項目として、曝気風量、汚泥引き抜き量が挙げられる。表 5-3 に運転操作項目を示す。

表 5-3 運転操作項目

操作項目	実施時期	操作内容
流入水量の調整	BOD 容積負荷が設計値を超えた場合	BOD 容積負荷が設計値以下になる流入水量になるよう、流入水量を調整する。
各区画の曝気風量の調整	管理値を外れた場合	管理値に入るよう、各区画の曝気風量を調整する。
送風機総送風量の調整	各区画の風量調整により曝気風量が不足する場合	各区画の必要曝気風量の合計値から適切な総送風量になるよう調整する。
凝集剤添加量の調整	透視度が管理値を超えた場合	透視度が管理値を満足する数値になるまで凝集剤添加量を増やす。必要に応じてジャーテストにより添加量を再検討する。
汚泥引き抜き量の調整	最終沈殿池汚泥界面が管理値以上になる状況が続く場合	汚泥界面が下がるよう引き抜き頻度を調整し、汚泥引き抜き量を増加させる。

以下に運転操作項目における特記事項を示す。

①曝気風量

監視測定項目で示した DO 濃度及び最低風量の管理指標を外れた場合、DO が管理値内になるよう区画ごとに風量調整弁にて風量を調整する。DO 濃度の低下や曝気風量の減少のため、曝気風量を増加させる場合は、他の槽の曝気風量に影響が出ないよう必要に応じて送風機からの総送風量の調整等を行う。なお、DO 低下の原因として、流入水の BOD 濃度等の上昇のほか、散気装置の圧損上昇による散気量の低下も考えられるため、各槽風量や送風機吐出圧の監視結果についても確認する。吐出圧が上昇した場合は、散気装置のブローダウン操作も検討する。

DO が上昇し、風量を減少させる場合も、風量を増加させる場合と同様、必要に応じて送風機総送風量の調整等を行う。なお、DO 濃度が管理指標外であっても、攪拌に必要な最低風量(表 5-2 参照)を下回らない範囲で調整を行う。

②汚泥引き抜き量

監視測定項目で示した汚泥界面の管理指標を超えた場合、1 日当たりの界面上昇量を推定し、上昇分に相当する容量を現状の引き抜き量に上乘せする。引き抜き量の調整にあたっては、引き抜き頻度を増やし対応する。引き抜き頻度は、界面閾値内で可能な限り少なくする。

③その他

表 5-3 に記載した内容の他、季節変動等による水温低下や流入負荷の上昇が予見できる場合は、あらかじめ流入水量や曝気風量を調整し、変動に対応できるよう準備を行うことが望ましい。

§ 35 水質試験

本技術における水質試験項目は OD 法で実施される項目に準ずるが、処理水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を追加する。分析頻度は維持管理体制に応じて適切に定める。

【解説】

反応槽の運転状況の把握と放流水質の遵守のため、水質試験を行う。試験項目は、OD 法で実施される項目に準じるが、N-BOD 上昇を監視するため、最終沈殿池流出水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ を追加する（これら 2 項目は簡易測定で可とする）。表 5-4 に水質測定対象と測定項目、測定頻度を示す。測定頻度は表 5-4 を基本とし、維持管理体制に応じて適切に定める。

表 5-4 水質試験項目

対象	測定項目	
	週 1～2 回	定期的に測定(月 1 回以上)
流入下水 (スクリーン前)	外観、臭気、水温、pH	BOD、SS
反応槽内	外観、臭気、 DO^{*1} 、水温	—
混和槽内	pH^{*1}	—
最終沈殿池流出水	外観、臭気、透視度 *1 、SS、 pH^{*1} 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ (簡易測定等)、 $\text{NO}_3\text{-N}$ (簡易測定等)	BOD、SS
放流水	外観、臭気、透視度、水温	BOD、SS、pH、大腸菌群数、 残留塩素 (法定試験結果にて確認)

*1 日常点検における監視方法に準じる

最終沈殿池流出水は、系列ごとの処理状況を把握することを目的に分析を行う。

水質や水温のデータを蓄積し、季節変動等を把握することで、必要に応じて事前に適切な運転操作を行うことを可能にする。

第2節 保守管理

§ 36 保守管理

本技術における保守管理では、各設備・機器について、その機能を良好・安全に維持するため、日常的、定期的に「保守点検」を行う。送風機、特殊繊維担体ユニットは数年に1度、整備や引き揚げ点検を計画する。

【解説】

保守管理における「保守点検」とは、設備の機能維持のために定期的に異常の有無等の状態を確認するとともに、消耗品の確認・補充・交換や異常が発見された場合に行う調整・修理・軽微な修繕を行うことを指す¹⁾。

また、本技術で重要な設備である送風機および特殊繊維担体ユニットについては、保守点検に加え整備や引き揚げ点検を計画する。

本技術での主要機器の保守点検内容を表5-5に示す。日常点検項目は、処理場の維持管理体制にに応じて、日毎から週1日の範囲で実施する。

表5-5 主要機器の保守点検調査項目¹⁾一覧(1/2)

設備名称	項目	保守点検			整備 引き揚げ点検
		日常	月	年	
ゲート類	開度確認	○			
	外観、動作確認		○		
微細目スクリーン	異音・異常振動の有無	○			
	動作確認	○			
	電流値の確認	○			
	チェーンの張り調整、潤滑管理		○		
	チェーン、スプロケットの摩耗等			○	
	潤滑油の交換			○	
	絶縁抵抗の確認			○	
担体ユニット	担体の脱離、破損の有無	○			7-10年に1回
	曝気状態	○			
	散気装置の目詰まりの有無	○			7-10年に1回
	フレームの変形・腐食の有無				7-10年に1回

表 5-5 主要機器の保守点検調査項目一覧(2/2)

設備名称	項目	点検			整備
		日常	月	年	引き揚げ点検
送風機	異音・異常振動の有無	○			
	吐出圧力の確認	○			
	吸込空気温度・量の確認	○			
	電流値の確認	○			
	安全弁の確認		○		
	V ベルトの摩耗損傷確認			○	
	絶縁抵抗の確認			○	
	オーバーホール				5 年に 1 回程度
混和槽攪拌機	異音・異常振動の有無	○			
	電流値の確認	○			
	潤滑油の交換			○	
	腐食・摩耗の確認			○	
	絶縁抵抗の確認			○	
薬液タンク	外観上の異常の有無	○			
	残量の確認	○			
薬注ポンプ	異音・異常振動の有無	○			
	流量、吐出圧の確認	○			
	薬品漏れの有無	○			
余剰汚泥ポンプ	異音・異常振動の有無	○			
	流量、吐出圧の確認	○			
	電流値の確認	○			
	潤滑油の交換			○	
	絶縁抵抗の確認			○	
pH 計	外観の確認、センサーの洗浄	○			
	センサー類の交換			○	
	センサー類の校正		○		
DO 計	外観の確認、センサーの洗浄	○			
	センサー類の交換			○	
	センサー類の校正		○		

以下に保守管理における特記事項を示す。ここでは、本技術の特徴である特殊繊維担体ユニットを対象とし、その他機器については、一般的な機器であるため維持管理指針等に準じて保守点検を実施するものとする。

(1) 担体ユニットの点検調査

担体ユニットは、散気装置の参考交換年数に準じ 7～10 年に 1 回、全数引き揚げ調査を計画する。担体ユニットは、フレーム、特殊繊維担体、散気装置から構成されており (§ 26 参照)、構成部品単位で劣化状態の確認を行う。

ただし、設置時から送風機吐出圧の顕著な上昇が見られない場合は、引き揚げ調査の期間を延長することができる。

①特殊繊維担体

特殊繊維担体はレース状になっており、一部が脱離・破損する可能性があるため、その目視確認を行う。経年劣化や摩耗による破損個所の増加が認められる場合には劣化が進んでいると判断し、更新を検討する。

参考交換年数：10 年

＊ただし、特殊繊維担体ユニット全体の参考交換年数も 10 年であるため、担体のみの交換は原則行わないものとする。

②フレーム

フレームについては、ユニット引き揚げ時に変形、発錆、腐食がないか確認を行う。異常が見つかった場合、補修にて対応することを原則とする。

③散気装置

日常的な保守点検にて目視による散気状態の確認や送風機吐出圧により、目詰まり状態の確認を行う。目詰まりによる圧損上昇が確認され、ブローダウン操作等によっても改善しない場合は、引き揚げ点検にて散気装置の状態を確認し、目詰まりや劣化が確認された場合は、散気装置を交換する。

参考交換年数：7～10 年

第3節 異常時の対応と対策

§ 37 異常時の対応

本技術において発生し得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】

本技術において想定される異常例とその対応例を表 5-6 に示す。

表 5-6 想定される異常とその対応と対策 (1/2)

想定される異常例		原因	対応・対策
処理水 BOD の上昇	処理水 NH ₄ -N 濃度の上昇を伴わない場合 (有機物除去能力の問題)	D0 濃度が適切でない	散気量の変動のほか、散気装置の圧損上昇、送風機の異常がないか確認する。 ⇒D0 濃度が管理値内になるよう風量調整を行う。
		BOD 容積負荷が過大	流入水 BOD 濃度を確認する。 ⇒突発的な異常時等は、可能な範囲で水量調整を行う。
	処理水 NH ₄ -N 濃度の上昇を伴う場合 (硝化不良の発生)	D0 濃度が適切でない	前段の散気量、D0 を確認する。 ⇒D0 値が管理値内になるよう風量調整を行う。
		流入水 T-N 濃度の上昇	流入水 T-N、NH ₄ -N 濃度を確認する。 ⇒窒素濃度に応じて曝気風量を増加させる。 ＊季節変動等事前に水質の変動が予測される場合は、曝気風量増加のほか、他系列の余裕率を勘案し流入下水量調整を行う等の準備を行う。
透視度の低下 (処理水 SS 濃度の上昇)		低水温期の生物膜の剥離	凝集剤添加量を増加し、放流基準内になるよう調整する。
		BOD 容積負荷が過小	BOD 負荷が小さく、過曝気状態にあり汚泥が解体している。 ⇒曝気量の調整、流入水量の調整を行う。 極端に低い場合は 1 水路休止も検討する。
処理水 pH の上昇		苛性ソーダの過剰添加	・ポンプ吐出量が正常か確認し、調整を行う。 ・pH 計の指示値が正しいか確認し、校正、センサーの洗浄等を行う。

表 5-6 想定される異常とその対応と対策 (2/2)

想定される異常例		原因	対応・対策
処理水 pH の低下		苛性ソーダの添加不良	<ul style="list-style-type: none"> ・ポンプ吐出量が正常か確認し、調整を行う。 ・pH 計の指示値が正しいか確認し、校正、センサーの洗浄等を行う。
余剰汚泥量の増加	余剰汚泥発生倍率が上昇	生物叢のバランス崩れ	検鏡にて、原生生物、後生動物の状況確認を行う※。 ⇒水質悪化を伴う場合が多いため、風量調整等を実施する。
		生物膜の異常剥離	<ul style="list-style-type: none"> ・流入水質の異状(毒性物質の流入等)や急激な水温変化がないか確認する。 ⇒一時的に流入水量を減らす等の対応を行い、反応槽内の正常化を図る。
		BOD 容積負荷が過大	流入水量、水質の異状がないか確認する。 ⇒可能な範囲で水量調整を行う。
		凝集剤の過剰添加	凝集剤の添加量を確認し、適正值に調整する。 注)必要に応じてジャーテストを実施し添加量の見直しを行う。
	余剰汚泥発生倍率は正常	流入 SS 濃度の増加	処理としては正常であるので、問題はない。 注)流入 SS 増加により BOD 負荷が上昇している可能性があるため確認を行う。
異常発泡		水質変動 水温変動等	消泡水/消泡剤の散布をする。

※生物叢の確認について

本技術は、多段化と特殊繊維担体の利用により、特に下流側で原生動物や後生動物等の比較的高次の微生物が優占化することで、汚泥発生量の削減を図っている。したがって、余剰汚泥発生倍率が上昇する一因として、汚泥削減に寄与する原生動物、後生動物の減少が挙げられる。このため、対応の1つとして、反応槽内に原生動物、後生動物が存在するかを確認するために槽内水を採取して検鏡観察を行う。

汚水処理及び汚泥削減が良好に行われている状況で確認された反応槽内水の浮遊生物と担体付着汚泥中の生物叢の一例を表 5-7 に示す。

表 5-7 反応槽内水の浮遊生物と担体付着汚泥中の生物叢(一例)

分 類		名称	1 槽目	3 槽目	6 槽目	9 槽目	12 槽目
原生動物	鞭毛虫類	—	○, ■	○, ■	○, ■	○	○, ■
	肉質虫類	<i>Amoeba</i>					○
		<i>Arcella</i>			■		
		<i>Centropyxis</i>	■	○	■	○, ■	○, ■
	絨毛虫類	<i>Acineta</i>			■	■	
		<i>Amphileptus</i>			■	■	■
		<i>Aspidisca</i>		○	■	■	○
		<i>Carchesium</i>	■				
		<i>Cinetochilum</i>			○		
		<i>Coleps</i>	■	○	■	○	
		<i>Colpidium</i>		○			
		<i>Cothurnia</i>			■		
		<i>Litonotus</i>			■	■	
		<i>Paramecium</i>	○	○, ■	○, ■	○, ■	○, ■
		<i>Prorodon</i>		○	○, ■		○
		<i>Vorticella</i>			■	○	
後生動物		輪虫類	<i>Lepadella</i>				
	<i>Monostila</i>			○, ■	○, ■	○, ■	■
	<i>Philodina</i>		■	■	■	○	
	<i>Rotaria</i>			○	■		■
	線虫類	<i>Nematoda</i>		○, ■	■		
	貧毛類	<i>Aeolosoma</i>				○, ■	○, ■
		<i>Nais</i>			○	○	

※○：槽内水、■：特殊繊維担体付着

第4節 立ち上げ時の運転管理

§ 38 立ち上げ時の運転管理

- (1) 本技術の立ち上げ運転では、処理水質を確認しながら段階的に流入下水量を増加させる。
- (2) 所定の余剰汚泥削減効果が得られるまでの期間として3か月程度を見込む。
- (3) 立ち上げは、流入下水温度が15℃以上の時期に実施する。水温15℃以下で立ち上げる場合は、5か月以上の立ち上げ期間を設けるよう、事前計画を立てる。

【解説】

(1) 本技術の立ち上げ

本技術は接触酸化法的一种であるため、一般的な接触酸化法と同様、担体上への生物膜形成及び馴致にはある程度の期間が必要となる。このため、立ち上げ開始時には原則として種汚泥を投入するものとし、流入下水量を段階的(4段階程度)に増加させながら、生物膜形成及び馴致を行う。通水開始後、各段階で処理水質が管理指標を達成することを確認した上で、流入下水量を引き上げるものとする。種汚泥は、同じ処理場内にOD法他系列がある場合は、その余剰汚泥を用いる。同じ処理場内の他系列が全て本技術の場合、汚泥量確保の点から近隣の処理場の余剰汚泥を用いる。

なお、同じ処理場内の他系列の余剰汚泥を種汚泥とする場合は、余剰汚泥確保のため、当該系列の汚泥引き抜き量や脱水機運転について運転計画を策定する。また、本技術導入時には、既存OD槽改築のため一旦当該系列の処理水量を他系列に振り分けたのち、再度立ち上げのため、流入下水量を段階的に増加させることから、各系列の流入下水量の配分とそれに応じた運転条件の調整・計画を立てる必要がある。

実証研究結果によれば、15℃以下の場合は、硝化菌の馴致に時間を要し、立ち上げ完了までには約5か月必要であったが、15℃以上の場合は、約3か月程度で立ち上げが完了すると想定している。

立ち上げ時の監視指標を表5-8に示す。立ち上げ時は、有機物除去及び硝化の状況を把握するため、立ち上げ手順に示した頻度で処理水S-BOD濃度、NH₄-N濃度を測定し、処理状況を把握する。特に立ち上げ期間は、硝化菌量が増加途上にあり、NH₄-Nが残存する可能性がある。残存NH₄-Nは、T-BOD濃度を押し上げるため放流BOD濃度が計画放流水質を超過しないよう留意する。また、立ち上げ段階では原生動物・後生動物の数が少ないため、流出SSが増加する場合がある。このため、週1~2回程度透視度を測定し、透視度が悪化した場合は凝集剤添加量を増加し、水質の確保を行う。

このほか、DO濃度に関しては、§34に示した管理値が指標となるが、特に流入下水量引き上げ後はDO濃度が変動するため、曝気風量の調整を入念に行う。また、曝気は酸素供給のほか、反応槽内の攪拌の役割もあるため、流入下水量が少ない通水第1、2段階でも曝気量を絞りすぎないようにする(最低風量は§34参照)。

表 5-8 立ち上げ時の監視項目と指標

No	監視項目	目的	指標値等	測定頻度	留意点
1	最終沈殿池 流出水 T-BOD	反応槽における有機物除去および硝化、最終沈殿池における固液分離等の影響を含めた総合的な処理水質等を把握する。	安定して 15mg/L 以下	立ち上げ手順による	No. 2～4 の管理により、指標値を達成する必要がある。
2	最終沈殿池 流出水 S-BOD	溶解性有機物が適正に除去されているかを確認する。	安定して 5mg/L 以下	立ち上げ手順による	
3	最終沈殿池 流出水 NH ₄ -N	硝化が十分に行われているかを確認する。	安定して 5mg/L 以下	立ち上げ手順による	低水温期では NH ₄ -N 残存により T-BOD が上昇することがあるので留意する。
4	最終沈殿池 流出水 透視度及び SS	立ち上げ段階や低水温期に流出 SS 量が増える可能性があるため、凝集剤添加量が適切か確認する。	透視度：18cm 以上	週 1～2 回	標準は § 28 のとおりであるが、通水開始直後にジャスター等を実施し、凝集剤添加量を調整する。
5	各区画 D0 濃度、 曝気風量	通常運転時よりも処理水量が少なく、また、流入下水水量引き上げ後は D0 濃度に変動するため、曝気風量が適切か確認する。	§ 34 参照	週 1～2 回 流入下水水量引き上げ後	

下に立ち上げ手順の詳細を記載する。具体例については、「資料編 3. 立ち上げ運転の具体例」を参照する。

①種汚泥の投入

他系列または近隣処理場の余剰汚泥を種汚泥として各水路の第1槽に反応槽容量の5～20%程度投入する。

実施に先立ち、種汚泥として必要な余剰汚泥量を確保するのに必要な日数を把握し、他系列の運転計画(汚泥引き抜きや脱水機運転)を策定する。余剰汚泥量を確保するのに必要な日数は、下記から求める。

1日当たりの余剰汚泥量は、

$$Q_w = (C_{ss, in} \times \gamma) Q_{in} / C_{ss, ex} = (C_{ss, in} / C_{ss, ex}) \gamma \cdot Q_{in} \quad (m^3)$$

HRT24時間であるから、 $Q_{in} = V$ より

$$Q_w = (C_{ss, in} / C_{ss, ex}) \gamma \cdot V \quad (m^3)$$

ここで、	Q_w	発生余剰汚泥量	$m^3/日$
	Q_{in}	流入下水量	$m^3/日$
	$C_{ss, in}$	流入SS濃度	mg/L
	$C_{ss, ex}$	余剰汚泥濃度	mg/L
	V	OD槽容量	m^3
	γ	余剰汚泥発生率	—

②設定処理下水量の設定

処理場へ流入する下水量実績や他系列の処理能力を勘案し、立ち上げ完了時における流入下水量を全系列について設定する。

③通水第1段階

流入下水量を設定処理水量の25%に設定し処理を行う。通水を開始してからの処理水量の合計値(以下、累積処理水量とする)が反応槽容量の5倍以上を超えた段階から、最終沈殿池流出水の分析を開始する。分析の目安は以下とする。

分析1回目 通水後の処理日数 $D > 5V \div 0.25Q$

分析2回目 通水後の処理日数 $D > 6V \div 0.25Q$

以下、累積流入下水量が反応槽容量の整数倍となるタイミングで分析を行う。

ここで、

Q	設計日最大汚水量	$(m^3/日)$
V	反応槽容量	(m^3)
D	処理日数	$(日)$

分析項目は監視項目 1～3 に示す T-BOD、S-BOD 及び $\text{NH}_4\text{-N}$ (簡易分析で可) とする。なお、BOD の分析には 5 日かかるため、監視項目 3 の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が 5mg/L 以下を満たすことが確認できたところで、第 2 段階へ移ることを可とするが、その場合でも後日、T-BOD 及び S-BOD の分析結果を確認し、監視項目を満足していることを確認する。

なお、監視項目を満たすまで、流入下水量は引き上げないものとする。

④通水第 2 段階

流入下水量を設定処理水量の 50% に設定し処理を行う。②と同様に通水量引き上げ以降の累積処理水量が反応槽容量の 5 倍以上を超えた段階から、最終沈殿池流出水の分析を行う。監視項目 1～3 を満たすことが確認できた段階で、流入下水量を引き上げる。

⑤通水第 3 段階

流入下水量を設定処理水量の 75% に設定し処理を行う。②・③と同様に 2 回目の流入量引き上げ以降の累積処理水量が反応槽容量の 5 倍以上を超えた段階から、最終沈殿池流出水の分析を行う。監視項目 1～3 を満たすことを確認し、流入下水量を引き上げる。

⑥通水第 4 段階

流入下水量を設定処理水量に設定し、処理を行う。5 日目以降に週 2 回、最終沈殿池流出水の分析を行う。2 回連続で監視項目 1～3 を満たすことを確認できた段階で立ち上げ完了とし、これ以降は § 34、35 に示した運転管理、水質試験の内容、頻度へ移行する。

(2) 立ち上げ時の流入水温

硝化菌の増加過程にある立ち上げ段階において $\text{NH}_4\text{-N}$ 残存による T-BOD 濃度上昇を防ぐため、流入水温が 15°C 以下の期間には極力立ち上げ運転を避ける。流入水温が 15°C 以下で立ち上げる場合も立ち上げ手順に変わりはないが、処理水量引き上げの各段階において管理指標達成に要する期間が長くなることが想定されるため、5 か月以上の立ち上げ期間を設けるよう、事前計画を立てるようにする。

参考文献

- 1) (株)IHI 環境エンジニアリング・帝人フロンティア(株)・日本下水道事業団・辰野町共同研究体：特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術実証研究（B-DASH），報告書，2018.
- 2) 松本智樹，西川知宏，小杉智純，糸川浩紀，橋本敏一，西原功，田中博，道中敦子：特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術の実規模実証，第 54 回下水道研究発表会講演集，pp. 874-876，2017.
- 3) 松本智樹，西川知宏，川添英郎，平山直，糸川浩紀，橋本敏一，西原功，田中博，栗田貴宣：特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術の長期実証および導入効果の検証，第 55 回下水道研究発表会講演集，pp. 1016-1018，2018.
- 4) 橋本敏一，糸川浩紀，竹内智哉：特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術実証研究(B-DASH)，技術開発年次報告書(平成 28 年度)，技術戦略部技術資料 17-001，日本下水道事業団，pp. 43-59，2017.
- 5) 丹下真也，三井美典：多段型生物処理装置を用いたエネルギー消費抑制型汚泥レス下水処理技術の開発，第 47 回下水道研究発表会講演集，pp. 185-187，2010.
- 6) 丹下真也，三井美典，橋本敏一，川口幸男：多段型生物処理装置を用いた下水処理技術の開発，第 48 回下水道研究発表会講演集，pp. 782-784，2011.
- 7) 帝人株式会社：エネルギー消費抑制型下水処理技術の開発，技術開発部報（平成 22 年度），技術開発部技術資料 11-001，日本下水道事業団，p. 38，2011.
- 8) 日本下水道協会編：平成 26 年度版，下水道統計，第 71 号，p. 125，2016.
- 9) 日本下水道協会編：下水道施設計画・設計指針と解説－2009 年版－，日本下水道協会，2009.
- 10) 日本下水道協会編：小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説－2004 年版－，日本下水道協会，2004.
- 11) 日本下水道協会編：下水道維持管理指針－2014 年版－，日本下水道協会，2014.
- 12) 日本下水道協会編：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－，日本下水道協会，2011.
- 13) 国土交通省都市・地域整備局下水道部：バイオソリッド利活用基本計画(下水汚泥処理総合計画)策定マニュアル(案)，平成 15 年 8 月，2003.

資料編

資料 1 実証研究結果

1.1 実証研究の概要	資 1-1
1.2 研究結果のまとめ	資 1-2
2 実証研究方法	資 1-3
3 実証研究工程	資 1-10
4 実証データ	資 1-12

資料 2 ケーススタディ

2.1 目的	資 2-1
2.2 算出結果	資 2-1

資料 3 立ち上げ運転の具体例

3.1 立ち上げの具体例	資 3-1
3.2 立ち上げ時の流入水温	資 3-3

資料 4 問い合わせ先

4 問い合わせ先	資 4-1
----------	-------

1. 実証研究結果

1.1 実証研究の概要

(1) 研究名称

特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術実証研究

(2) 実施者

(株)IHI 環境エンジニアリング・帝人フロンティア(株)・日本下水道事業団・辰野町
共同研究体

(3) 実証期間

平成 28 年 7 月 2 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 19 日～平成 30 年 3 月 30 日(平成 29 年度委託研究期間)

(4) 実証場所(実証フィールド)

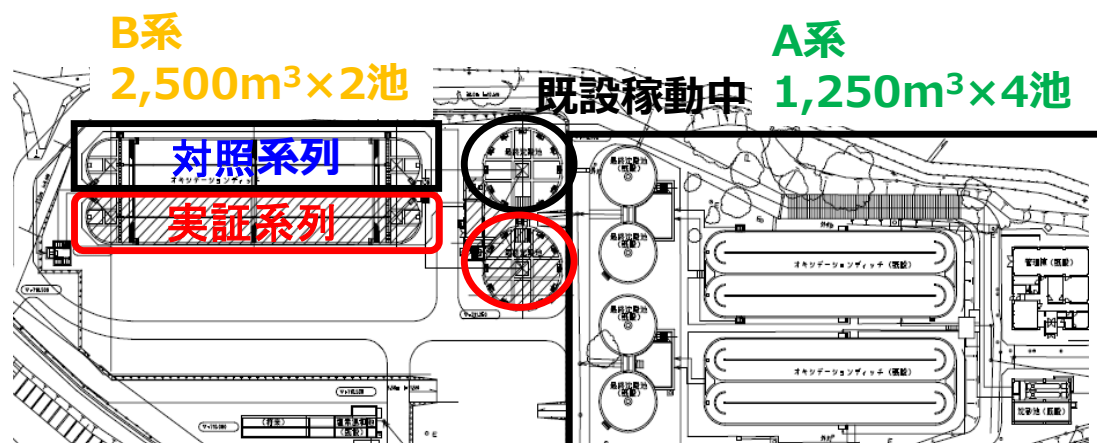
表資 1-1 に本実証研究を実施した辰野水処理センターの概要を示す。本実証研究は、土木構造物が施工済みで機械設備が設置前の OD 法の一系列(B 系-2)を改造して実施された。処理能力が同等で既に供用が開始されている OD 法の一系列(B 系-1)を対照系列とした。

表資 1-1 辰野水処理センターの概要

住所	長野県上伊那郡辰野町大字伊那富宮木 2361	
供用開始年月	平成 4 年 3 月	
排除方式	分流式	
水処理方式	OD 法	
汚泥処理方式	濃縮・脱水	
計画処理人口	13,870 人	
現有水処理能力	6,270m ³ /日	
処理水量(日平均)	5,100m ³ /日※	
計画放流水質	BOD	15 mg/L
現有水処理施設 (実証施設設置時点 (2016 年 12 月))	A 系-1	1,250m ³ ×2 池
	A 系-2	1,250m ³ ×2 池
	B 系-1	2,500m ³ ×1 池
	B 系-2	2,500m ³ ×1 池(土木躯体のみ)
現有汚泥処理施設	汚泥濃縮設備	重力式×2 基
	脱水機	遠心脱水×2 基

※ 5 年間(H24～H28 年度)の流入水量日平均値より算出

図資 1-1 に実証フィールドの全体配置図を示す。



図資 1-1 辰野水処理センター全体配置図

1.2 研究結果のまとめ

研究結果のまとめを表資 1-2 に示す。

表資 1-2 研究結果のまとめ

評価項目	評価指標	目標値	研究結果
余剰汚泥発生量の削減効果	余剰汚泥削減率※1	年間平均 60%以上	年間平均 55%
総費用（年価換算値）削減効果	総費用（年価換算値）削減率※2	30%以上	6.5%
BOD 除去性能	処理水 BOD 年間最大値	15 mg/L 以下	15 mg/L 以下

※1 余剰汚泥削減率=(1-実証技術の余剰汚泥固形物量÷対照技術の余剰汚泥固形物量)×100(%)

※2 総費用（年価換算値）削減率

= (1-実証技術の総費用（年価換算値）÷対照技術の総費用（年価換算値）)×100

2 実証研究方法(実証研究条件、調査項目等)

(1) 実証研究条件

1) 概要

B-DASH 実証研究期間(平成 28～29 年度)において、土木躯体のみとなっている B 系-2(反応槽容量は約 2,500 m³)を実証技術用に改造し、同規模で対照技術(OD 法)にて処理を行っている B 系-1 を比較対照とする実証研究を行う。以後、実証技術用に改造した系列を“実証系列”、比較対象とする対照技術の系列を“対照系列”と称する。

実証技術は接触酸化法の一つであり汚泥発生量の削減が見込まれるが、特殊繊維担体からの汚泥剥離により処理水 SS が放流基準値を超過する可能性があるため、最終沈殿池を設置した。特に、低水温時は汚泥が剥離しやすくなることから、通期に渡り放流基準を達成するため、反応槽の後に凝集混和槽を設け凝集を行った。

2) 評価方法

表資 1-3 に実証技術の評価方法を示す。

表資 1-3 評価方法

No.	評価項目	評価指標	評価指標の定義	評価内容	目標値
①	余剰汚泥発生量の削減効果	余剰汚泥削減率	対照技術に対する実証技術の余剰汚泥固形物量の削減率 ^{※1}	・実証技術における全発生固形物量 ^{※2} 、余剰汚泥固形物量の実績に基づき評価 ⇒対照技術と比較し、削減率を算出	年間平均 60%以上
②	総費用(年価換算値)の削減効果	総費用(年価換算値)削減率	対照技術に対する実証技術の総費用(年価換算値)削減率 ^{※3}	・モデルケースで試算 ・汚泥発生量削減効果に基づき試算 ・電力費、汚泥処分費、ダウンサイズ機器費等から 15 年間での総費用(年価換算値)評価を実施	30%以上
③	BOD 除去性能の確認	処理水 BOD 年間最大値	1 日平均処理水 BOD 年間最大値	・対照技術処理水質に対し、実証技術の処理水質が適合しているか評価 ・コンポジット採水に基づく 1 日平均水質の 2 回/週での測定結果が目標値を超えないことを確認	年間最大 15mg/L 以下

※1：算出式：(1-実証技術の余剰汚泥固形物量÷対照技術の余剰汚泥固形物量)×100(%)

※2：(全発生固形物量=余剰汚泥固形物量+処理水中固形物量)

※3：算出式：(1-実証技術の総費用(年価換算値)÷対照技術の総費用(年価換算値))×100

①余剰汚泥発生量の削減効果

余剰汚泥発生量は、余剰汚泥濃度計による計測値と余剰汚泥量から、余剰汚泥固形物量を算出した。2017 年 9 月 1 日から 2018 年 2 月 15 日までの実証系列と対照系列の余剰汚泥固形物量に基づき、対照系列に対する実証系列の余剰汚泥削減率を算出した。反応槽水温と余剰汚泥削減率との間の関係式を求め、通年の反応槽水温から年間平均余剰汚泥削減率を算出し、評価を行った。余剰汚泥削減率の目標値は年間平均で 60%以上である。

②総費用(年価換算値)の削減効果

実証試験を通じて得られたデータに基づき、モデルケース(日最大水量 1,000、1,700 及

び2,500m³/(日・池)の3ケース)における総費用(年価換算値)の試算を行った。

系列数は二系列とし、二系列全てに実証技術を導入するケースの他に、一系列のみ導入するケースを検討した。

建設費に関しては、積算範囲を水処理施設、汚泥濃縮施設及び汚泥脱水設備とした。

維持管理費に関しては、電力費、汚泥処分費及び薬品費の各項目について積算した。

電力費は各機器の実測電流値と年間稼働時間から算出した使用電力量の値に基づき、モデルケースにおける試算を行った。汚泥処分費及び薬品費は汚泥発生量と薬品使用量の実測値より試算した。

総費用(年価換算値)削減率は対照技術の総費用(年価換算値)に対する実証技術の総費用(年価換算値)の削減率とし、維持管理費及び建設費の年価換算値から15年間の総費用(年価換算値)を比較評価した。

③BOD 除去性能の確認

BOD 除去性能の確認にあたっては、処理水 BOD の年間最大値が目標値 15mg/L であることを確認することとした。具体的には、2017 年 7 月 24 日から 2018 年 2 月 15 日までの実証系列の処理水の 24 時間コンボジット試料を週 2 回の頻度で採水し、BOD の分析を行った。

表資 1-4 に事前に実施した凝集試験結果及び対照技術の処理水質との比較結果の一例を示す。PAC の添加により、処理水質の目標値を満たし、かつ対照技術よりも良好な処理水が得られることがわかった。本実証研究では、凝集による水質改善効果について、実規模施設で検証するとともに、薬品使用量の削減や最適化の検討を行った。

表資 1-4 凝集による水質改善効果の一例

分析項目	実証技術(凝集沈殿後) PAC:A1/P モル比=2	OD 法
BOD (mg/L)	1.1	9.6
SS (mg/L)	9	16

3) 実証施設

表資 1-5、表資 1-6 及び図資 2-3 に実証施設の施設及び設備の概要、主要機器の仕様、特殊繊維担体ユニットの仕様及び特殊繊維担体ユニット配置図を示す。

表資 1-5 実証施設の施設及び設備の概要

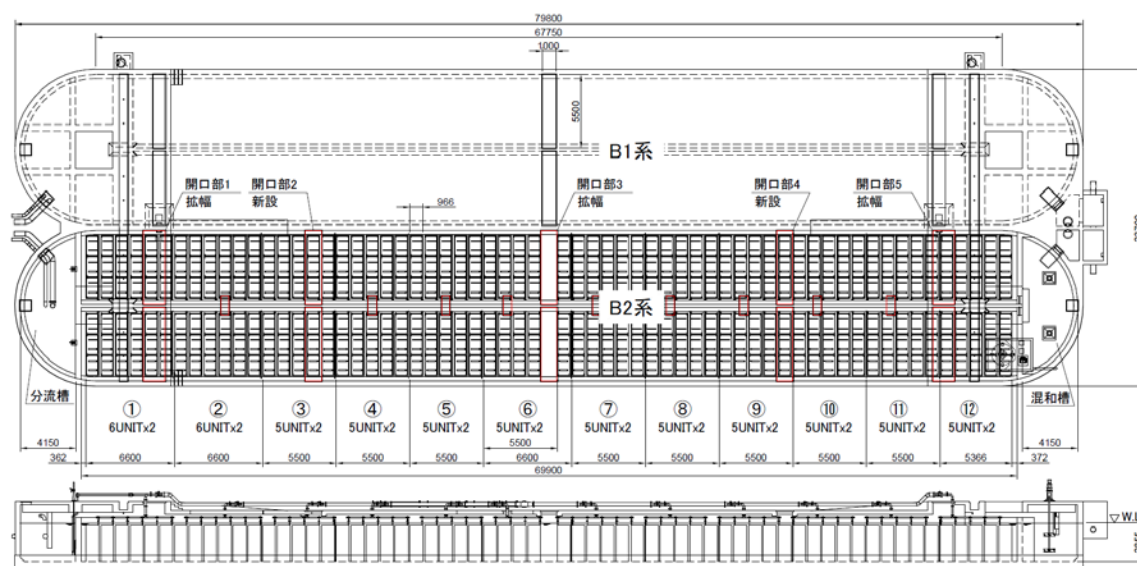
設備及び施設の名称	仕 様
スクリーン設備	目幅：2mm
反応槽	槽容積：約 2,544m ³ (内訳) 分配槽：約 172 m ³ 反応槽：約 2,200 m ³

	(約 1,100 m ³ ×2 系列) 混和槽：約 172 m ³ 水深：3m(有効) 段数：12 段 HRT：約 31hr 処理水量：約 1,700m ³ /日(日平均) ^{※1} 担体：特殊繊維担体 担体充填率：約 2.5kg-特殊繊維担体/m ³ -槽容積 曝気風量：約 52 m ³ /分(定格) 散気装置：微細気泡散気装置 DO 管理値：1～4 段目 DO：1～4mg/L 5～12 段目 DO：3mg/L 以上													
凝集剤添加設備	PAC 添加とともに pH 調整を行える設備を併設した。 <table border="1"> <tr> <td>設備名称</td><td>PAC 添加設備</td><td>苛性ソーダ (NaOH) 添加設備</td></tr> <tr> <td>槽容量</td><td>3m³</td><td>100L</td></tr> <tr> <td>薬剤仕様</td><td>Al₂O₃:10%</td><td>NaOH:25%</td></tr> <tr> <td>添加率</td><td>Al/P モル比：1 ～2 程度</td><td>pH=6～7 の間で 制御</td></tr> </table>		設備名称	PAC 添加設備	苛性ソーダ (NaOH) 添加設備	槽容量	3m ³	100L	薬剤仕様	Al ₂ O ₃ :10%	NaOH:25%	添加率	Al/P モル比：1 ～2 程度	pH=6～7 の間で 制御
設備名称	PAC 添加設備	苛性ソーダ (NaOH) 添加設備												
槽容量	3m ³	100L												
薬剤仕様	Al ₂ O ₃ :10%	NaOH:25%												
添加率	Al/P モル比：1 ～2 程度	pH=6～7 の間で 制御												
最終沈殿池	水面積負荷：約 8m ³ /(m ² ・日)													

※1 流入水量は辰野水処理センターへの下水流量変動に応じて変動する。

表資 1-6 主要機器の仕様

No.	機 器 名 称	仕 様	台 数
1	担体ユニット	特殊繊維担体ユニット	124
2	終沈汚泥掻寄機	$\phi 18\text{m} \times 0.4\text{ kW}$	1
3	返送・余剰汚泥ポンプ	$\phi 65 \times 2.2\text{ kW}$ (一軸ネジ式ポンプ)	2
4	曝気用ブロワ	$26\text{ m}^3/\text{分} \times 37\text{ kW}$	3
5	混和槽攪拌機	羽根径 $1.4\text{ m} \times 5.5\text{ kW}$	2
6	PAC 注入ポンプ	$15\text{ A} \times 0.2\text{ kW}$ (ダイヤフラム)	2
7	PAC タンク	PE 製タンク、 3 m^3	1
8	NaOH 注入ポンプ	$\phi 6 \times 0.015\text{ kW}$ (ダイヤフラム)	2
9	NaOH タンク	PE 製タンク、 0.1 m^3	1



図資 1-2 殊繊維担体ユニットの配置図

4) 実証条件

表資 1-7 に実証研究における実証条件を示す。

表資 1-7 実証条件

項 目	単 位	流 入 条 件	目 標 処 理 水 質
処理水量(日平均)	m ³ /日	1,670	—
pH	—	6～8	5.8～8.6
BOD	mg/L	200～300	<15
SS	mg/L	100～200	<15

5) 調査項目

表資 1-8 に評価項目以外の調査項目を示す。

表資 1-8 調査項目

No.	調 査 項 目	調 査 内 容
1	維持管理性に係る検討	<ul style="list-style-type: none"> 曝気風量データ取得と適性値調査 DO 測定頻度を確立 維持管理項目の確立(対照技術比較) 運転管理方法の確立
2	凝集剤添加方法の検討	<ul style="list-style-type: none"> 実証系列で PAC による凝集汚泥の沈殿性を調査 目標水質を維持できる凝集剤使用量データを取得し、総費用(年価換算値)試算時の根拠データとした。
3	余剰汚泥の性状調査	<ul style="list-style-type: none"> 余剰汚泥の組成を調査
4	余剰汚泥の処理性に係る検討	<ul style="list-style-type: none"> 余剰汚泥の濃縮性を調査(汚泥沈降試験など) 脱水性試験を実施(小型脱水機を用いた脱水性試験(夏期と冬期各 2 回程度実施))。また、補足として簡易圧搾試験を実施(月に 1 回程度実施)。
5	生物叢の調査	<ul style="list-style-type: none"> 実証技術の担体付着汚泥を顕鏡観察し、生物叢(原生動物、後生動物)を把握
6	処理水質の安定性に係る調査	<ul style="list-style-type: none"> 処理水質の時間変動状況の調査 長期的な水質項目を測定し、対照系列処理水質と比較
7	温室効果ガス発生量の把握	<ul style="list-style-type: none"> 反応槽における N₂O、CH₄ 発生量を調査 温室効果ガス発生量の試算(対照技術との比較を含む)

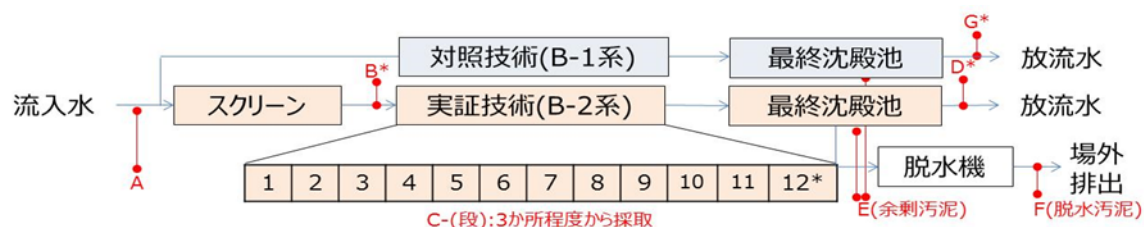
6) 測定項目

表資 1-9 及び図資 1-3 に測定項目及び採水箇所を示す。

表資 1-9 測定項目

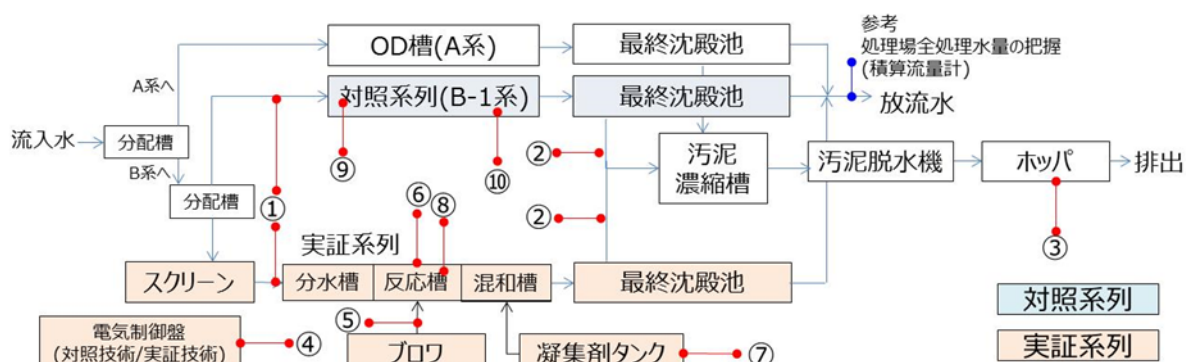
検証項目	調査項目		分析項目・調査方法	採水箇所	頻 度	H28	H29
・BOD 除去性能の確認 ・処理水質の安定性に係る調査	定例水質調査	日平均水質 (コンポジット試料)	pH, BOD, S-BOD, SS N-BOD, COD _{Mn} , T-N, 各態 N, T-P	B, C-12, D, G	毎週月、木曜	○	○※
		定時水質 (スポット試料)		A, C-1, 6 (C-3, 9)	毎週 (月) 木曜		
	時間変動調査 (通日試験)		pH, BOD, S-BOD, C-BOD, SS (4h 毎に計 6 回/日採水)	B, C-1・6・12, D, G	2 回/年	-	○
	有害物質調査		法定項目	A, D, G	1 回/年	-	○
・余剰汚泥の性状調査	余剰汚泥組成調査		含水率, SS, VSS, 全 P	E	1 回/週	○	○
・余剰汚泥の処理性に係る検討	濃縮性・脱水性調査(脱水機前後)		汚泥沈降試験、脱水性試験	E	2 回/年	-	○
その他項目							
・生物叢の調査	担体付着生物叢の調査		顕微鏡観察	C-1・3・6・9・12	数回/年	-	○
・反応槽における温室効果ガス発生量の調査	N ₂ O, CH ₄ の発生量		気相の N ₂ O, CH ₄ 濃度	C-1・12	2 回/年	-	○
・日常の運転管理における処理性の把握			透視度、NH ₄ -N(簡易測定)※ ※必要時に実施	D, G	毎週月、木曜	○	○

※頻度、項目において一部変更有り



7) 計測項目

図資 1-4 及び表資 1-10 に計装機器設置箇所及び計測項目を示す。



図資 1-4 計装機器設置箇所※

※ ①～⑩は表資 2-6 の計測ポイントに対応する。

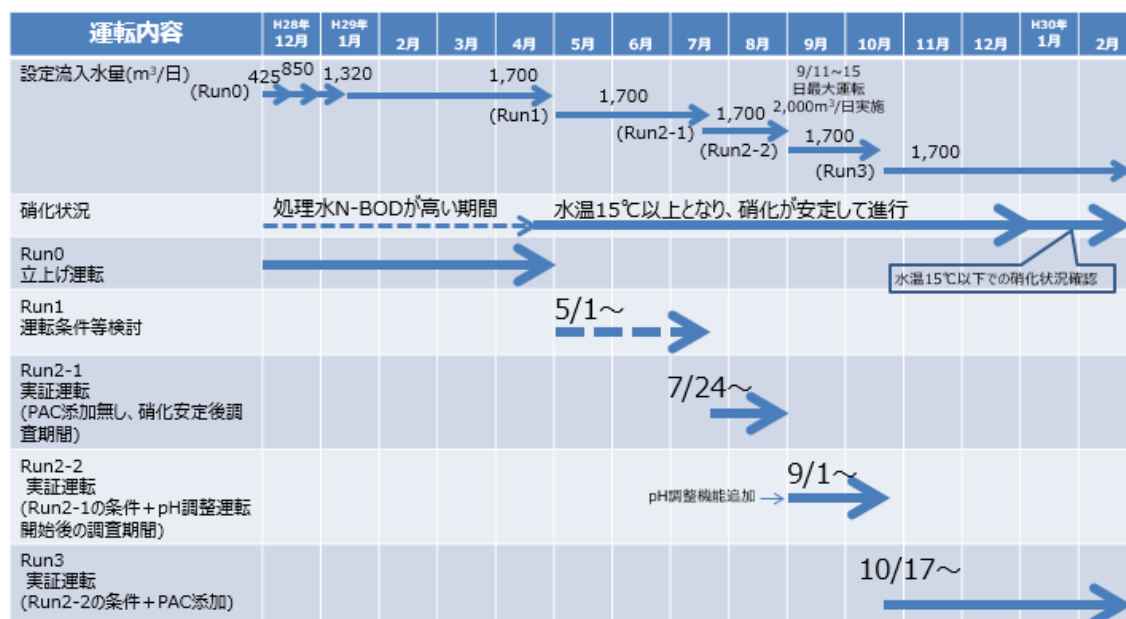
表資 1-10 計測項目

計測 ポイント	項 目	内 容	実証 系列	対照 系列	処理場 全体	計装機器名称
①	流入水量(処理水量)	積算流入水量	○	○	○	超音波流量計
②	引抜汚泥流量	積算余剰汚泥流量	○	○		電磁流量計
	引抜汚泥 SS 濃度	余剰汚泥 SS 濃度	○	○		SS 濃度計
③	脱水汚泥量	積算脱水汚泥量			○	ホッパ重量計
④	使用電力量	積算電力使用量	○	○	○	積算電力計
⑤	曝気風量(全体)	積算全曝気風量	○			超音波流量計
⑥	曝気風量(各段)	各段曝気風量	○			フロート式流量計
⑦	凝集剤添加量	積算添加量	○			貯留タンク水位計測
⑧	反応槽内 DO 濃度	DO 濃度 (スポット測定 1～2 回/週)	○			DO 計(ポータブル型)
⑨	反応槽内 DO 濃度	DO 濃度(連続測定)		○		DO 計(固定型)
⑩	MLSS 濃度	反応槽 MLSS 濃度		○		MLSS 計

3 実証研究工程

1) 運転内容

図資 1-5 に実証研究の運転内容を示す。立ち上げ運転の終了後、運転条件等を検討し、7月24日より実証運転を開始した。実証運転では凝集未実施及びpH調整未実施(Run2-1)、凝集未実施及びpH調整実施(Run2-2)及び凝集実施及びpH調整実施(Run3)の順で実証を行った。



図資 1-5 運転内容

2) 実施工程

図資 1-6 に評価項目及び調査項目の実施工程を示す。



図資 1-6 実施工程

4 実証データ

(1) 立上げ運転

1) 立上げ方法

表資 4-1 に立上げ時の処理水量を示す。実証施設の立上げに際しては、当初に種汚泥を投入し、以降、BOD 容積負荷を指標として処理水量を段階的に引上げる方法を採用した。具体的には、2016 年 11 月 28 日に対照系列（B 系-1）の余剰汚泥約 110m³（反応槽部分の MLSS 濃度として 1,000 mg/L に相当）を実証系列（B 系-2）へ移送し、同日より定格水量の 1/4 である 425m³/日を目標として下水を流入させた。その後、表資 4-1 に示した通り 3 段階で処理水量を増加させ、最終的に処理開始 45 日後に定格日平均水量(1,700m³/日)での運転へ移行した（立上げ第四段階）。

本期間、曝気風量は、反応槽 1～4 区画目及び 5～12 区画目の DO 濃度がそれぞれ 1～4mg/L 及び 2～6mg/L となるように調整した。また、余剰汚泥の引抜きについては、最終沈殿池の汚泥界面および処理水 SS 濃度の測定結果に基づき、2017 年 1 月 19 日（処理開始 51 日後）に開始した。

表資 1-11 立上げ時の処理水量

段階	日付	処理水量
1	2016/11/29～2016/12/12	425m ³ /日
2	2016/12/13～2016/12/21	850m ³ /日
3	2016/12/22～2017/1/12	1,320m ³ /日
4	2017/1/13～	1,500～1,700m ³ /日

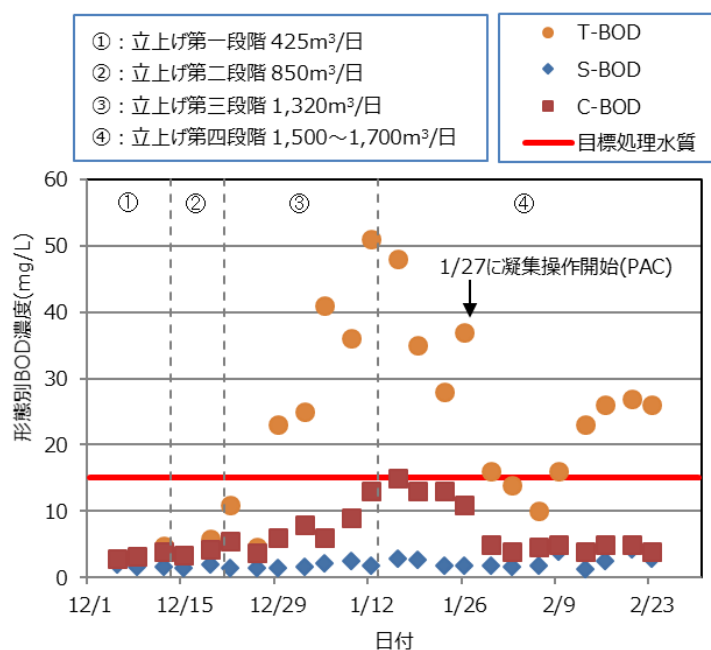
2) 処理状況

図資 1-7 に実証系列処理水の各態 BOD の変化を示す。実証系列の処理水 S-BOD は立上げ直後から 1.3～5.0mg/L となり、安定して除去された。

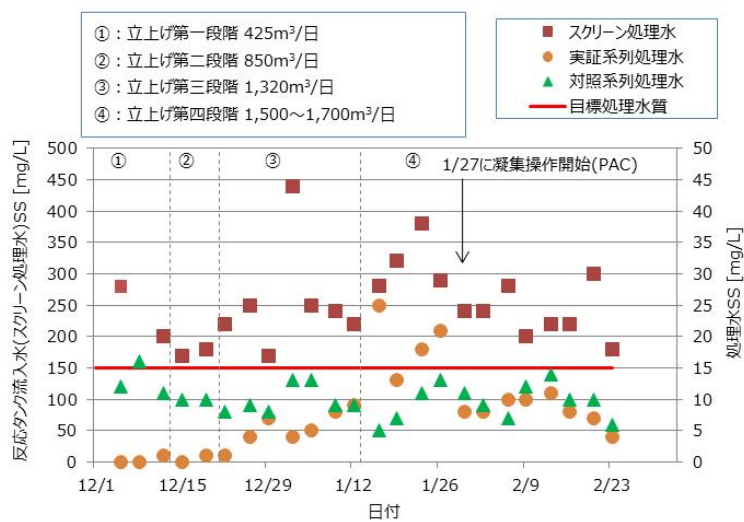
図資 1-8 に実証系列の処理水 SS を示す。実証系列の処理水 SS 及び C-BOD は立上げ第四段階で比較的高濃度であり、2017 年 1 月 27 日以降、凝集操作を行い（PAC(10%)130～150L/日を混和槽へ添加）、実証系列の処理水 SS は 4～11mg/L で推移し、処理水 C-BOD は、4～5mg/L に安定して除去された。処理水 SS が悪化した原因としては、2017 年 1 月 26 日に曝気風量を増加させたことも一因と考えられる。運転方法の変更時に凝集操作により処理性を改善できることは本技術の特徴のひとつと考えられる。

実証系列の処理水 T-BOD は立上げ第四段階で、48mg/L から 10mg/L へ一旦減少したがその後上昇し、23～27mg/L で推移した。

また、スクリーンで除去された固形物量は、流入固形物量に対し約 1%であった。



図資 1-7 実証系列処理水の各態 BOD の変化



図資 1-8 SS の除去状況

(2) 最適運転条件

1) 各段の D0

表資 1-12 に各段の D0 範囲を示す。1～4 段目では有機物の除去に必要な酸素の供給を安定して行うため、各段の D0 範囲を 1～3mg/L とした。また 5～12 段では、硝化及び内生呼吸に必要な酸素を供給し、かつ消費電力量を削減できるよう、できる限り少ない風量とするため、5～8 段及び 9～12 段の D0 範囲はそれぞれ 3～6 及び 4～8mg/L とした。

表資 1-12 各段の D0

No	段数	各段の運転目的	維持管理における D0 範囲 (mg/L)
1	1～4	有機物の除去	1～3
2	5～8	硝化、内生呼吸	3～6
3	9～12	同上	4～8

2) 凝集条件

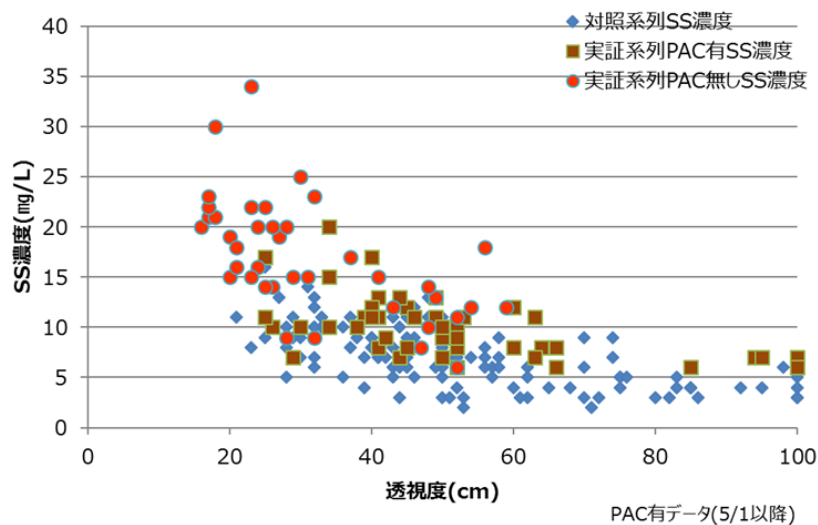
実証技術は、低水温期に生物膜の剥離が起こる現象が見られており、最終沈殿池処理水 BOD が 15mg/L を超過する可能性があるため、反応槽流出水に凝集剤を添加し、最終沈殿池での沈降性を改善することとした。

2017/7/24～10/16 では凝集操作を行わず、10/17 以降では常に凝集操作を行った。

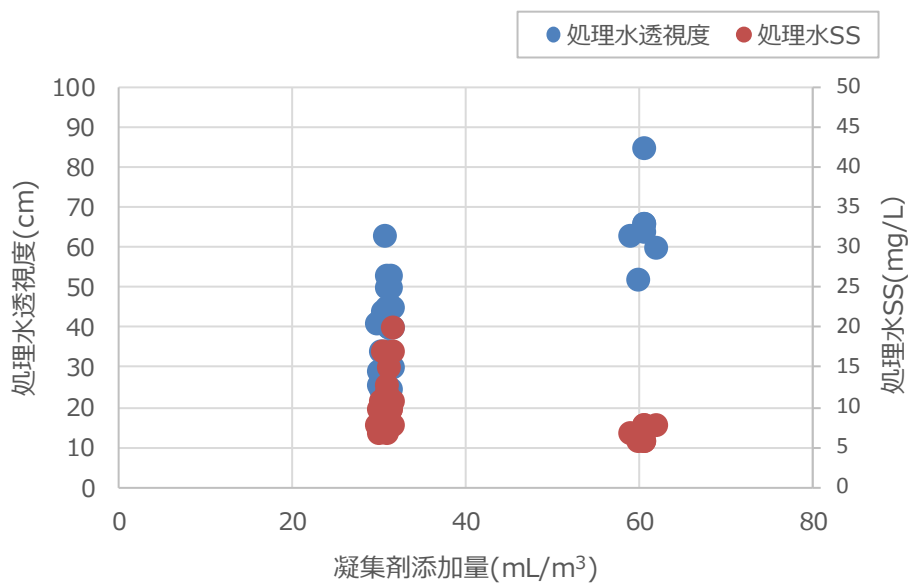
図資 1-9 に処理水透視度と処理水 SS 濃度の関係を示す。凝集操作なしの条件で、処理水 SS 濃度が一時的に 30mg/L を超えた。これにより常時凝集剤を添加する方針とした。

図資 1-10 に凝集剤添加量と処理水透視度及び処理水 SS の関係を示す。凝集剤添加量が 30mL(10%PAC)/m³ の時の処理水透視度は 25～63cm であったが、凝集剤添加量を約 60mL(10%PAC)/m³ に増やすと、処理水透視度は 52～85cm となり、凝集剤添加量と処理水透視度はおおむね比例する結果となった。凝集剤添加量が 30 及び 60mL(10%PAC)/m³ で処理水 SS はそれぞれ 7～20 及び 6～8mg/L であり、管理基準値である処理水 SS30mg/L を下回った。

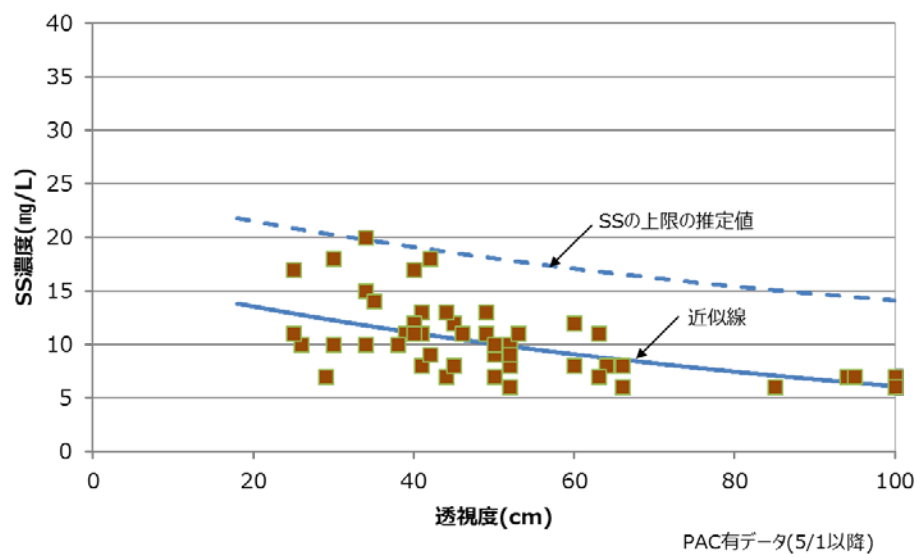
図資 1-11 に PAC 添加時における処理水透視度と処理水 SS の関係を示す。処理水透視度が 20cm 程度以上であれば、処理水 SS は 22mg/L 程度以下であると推定され、管理指標値である 30mg/L を下回ると考えられる。



図資 1-9 処理水の透視度と SS 濃度の関係



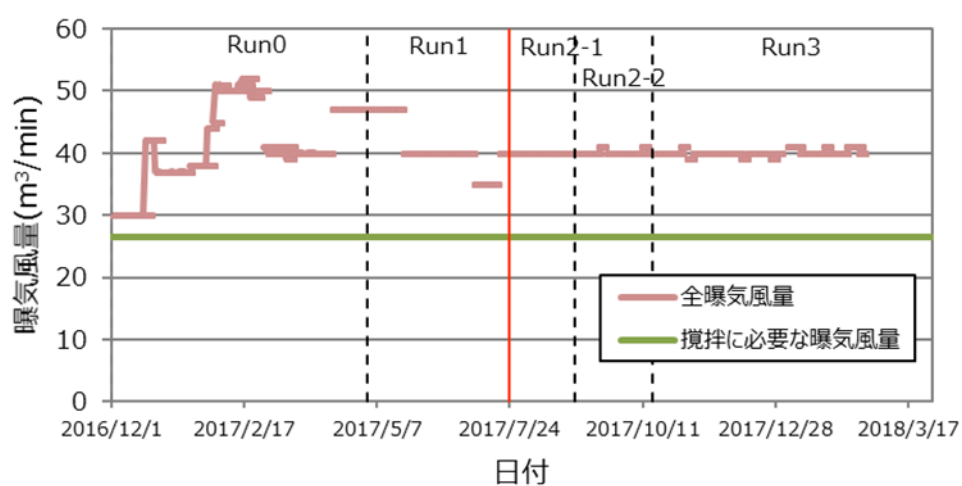
図資 1-10 凝集剤添加量と処理水透視度及び SS の関係



図資 1-11 処理水透視度と処理水 SS の関係 (PAC 有り)

3) 曝気風量

図資 1-12 に実証系列の曝気風量を示す。2017 年 4 月 6 日以降、水温が 15℃以上となり、硝化が進行したことを受けて、5/25に曝気風量を 47m³/分から 40m³/分に減少させた。さらに 7 月 6 日に 35m³/分に減少させたところ、処理水 NH₄-N が 8～18mg/L 残存したため、曝気風量を 40m³/分に戻した。



図資 1-12 曝気風量

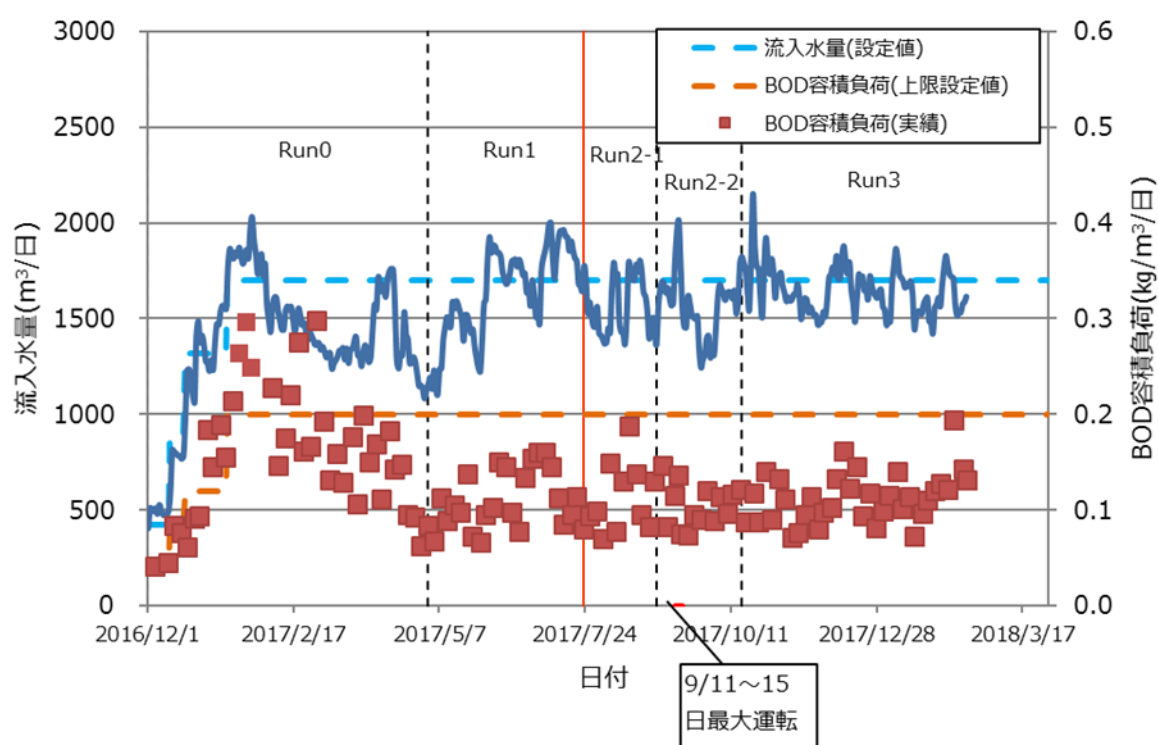
(3) 処理状況

1) 運転条件

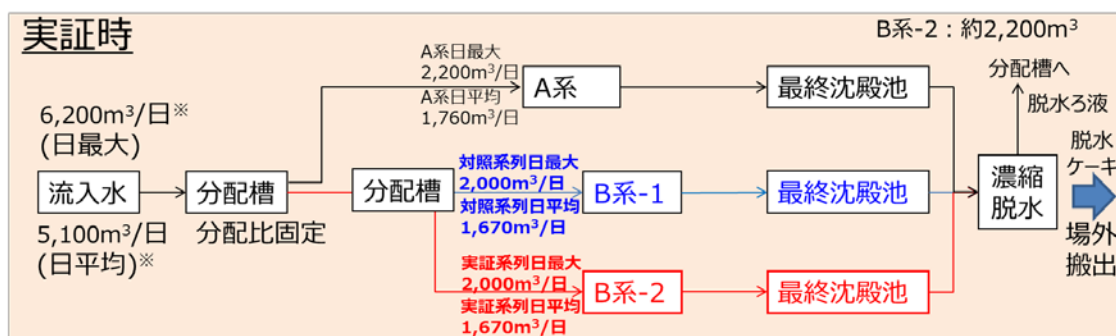
表資 1-13 に運転条件を示す。図資 1-13 に処理水量と BOD 容積負荷を示す。図資 1-14 に Run2 以降の水量設定を示す。尚、2017/9/11～15 の期間中、実証系列流入堰の調整を行い、流入水量を日最大処理水量とする実験を実施した。

表資 1-13 運転条件

Run	期 間	運転条件		備 考
		pH 調整※	凝 集	
1	2017/5/1～2017/7/23	×	×	運転条件等検討
2-1	2017/7/24～2017/8/31	×	×	
2-2	2017/9/1～2017/10/16	○	×	
3	2017/10/17～2018/2/28	○	○	



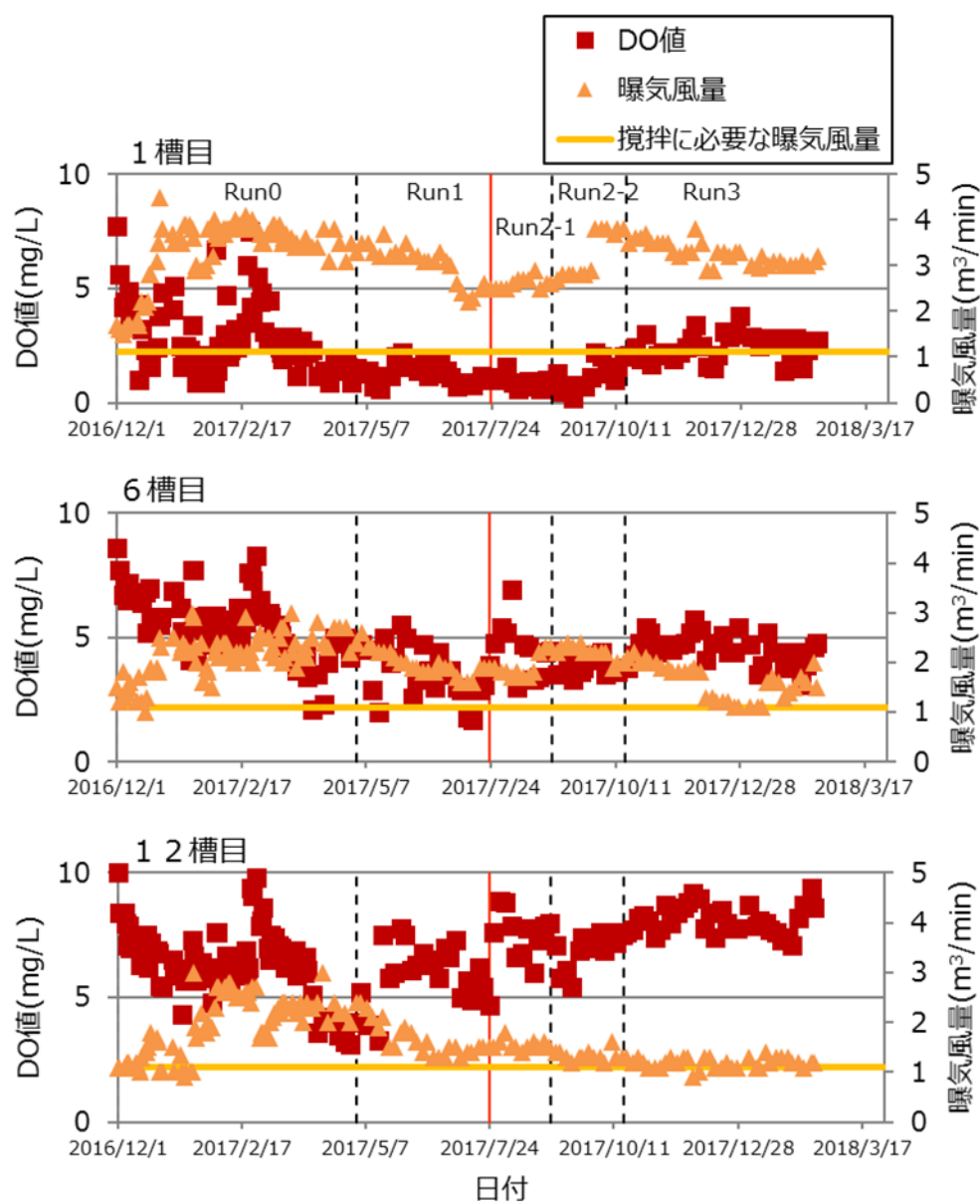
図資 1-13 処理水量及び BOD 容積負荷



※ 5年間(H24～H28年度)の当日を含む3日間晴天時の日最大実績平均値と流入水量日平均値より試算

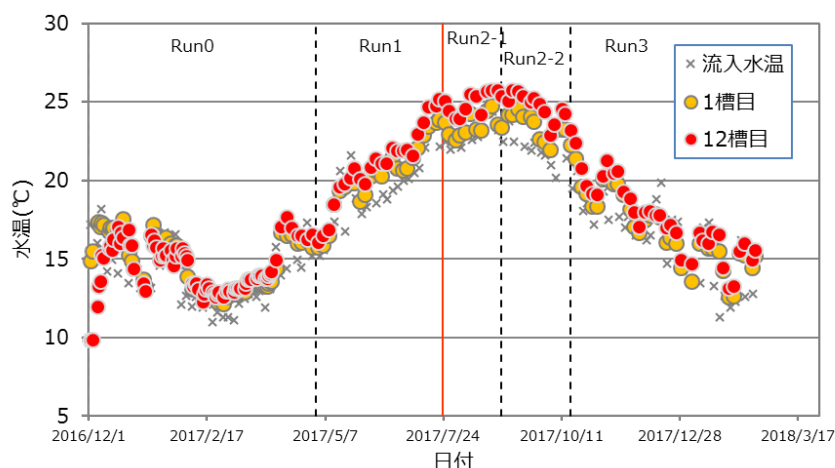
図資 1-14 分配比固定後の水量設定

図資 1-15 に B 系 2-1 池の 1, 6 及び 12 槽目の DO 値及び曝気風量を示す。2017 年 7 月 24 日以降の 1 槽目、6 槽目及び 12 槽目の DO はそれぞれ、1～2、3～7 及び 5～9mg/L であり、管理目標範囲内であった。



図資 1-15 曝気風量と DO の変化

図資 1-16 に流入水温並びに実証系列の 1 槽目及び 12 槽目の反応槽の水温変化を示す。2017 年 4 月 6 日以降、1 槽目及び 12 槽目のいずれも 15℃程度以上となり、1 槽目は 8 月 7 日に本実証期間における最高水温である 24.7℃となった。12 槽目は 8 月 24 日、28 日及び 9 月 7 日に最大水温 25.9℃を記録した。その後徐々に水温は低下し、1 槽目は 2018 年 1 月 18 日に最低水温である 11.4℃を記録した。流入水温の月間平均の年間最低値は、2018 年 2 月の 13.2℃であった。



図資 1-16 実証系列の反応槽の水温

2) 長期的な処理の安定性

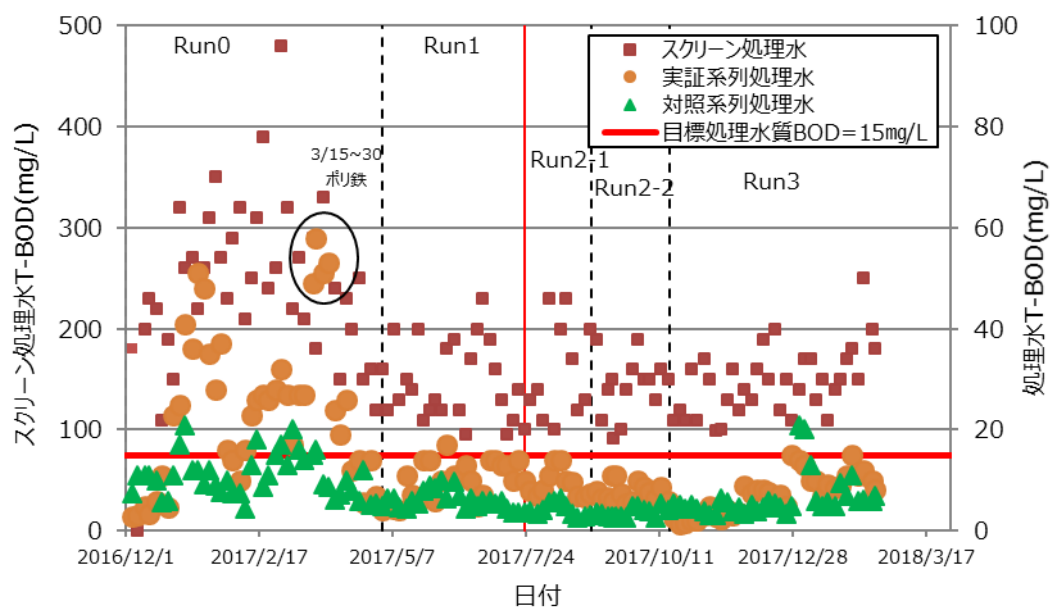
図資 1-17～図資 1-20 に T-BOD、SS、形態別 BOD 並びに $\text{NH}_4\text{-N}$ の処理状況を示す。また処理水 SS と処理水 BOD の関係を図資 1-21 に示す。

スクリーン処理水 T-BOD は 92～250mg/L(平均 148mg/L)であったが、実証系列処理水 T-BOD は凝集剤添加前(2017/7/24～10/16)で 6～14mg/L(平均 8mg/L)であった。同期間内の 2017/9/11～9/15 に実施した日最大運転時の処理水 BOD は 5.8～11mg/L であり、処理水質への影響は特になかった。凝集剤添加後(2017/10/17～2018/2/15)は、1～15mg/L(平均 7mg/L)となった。

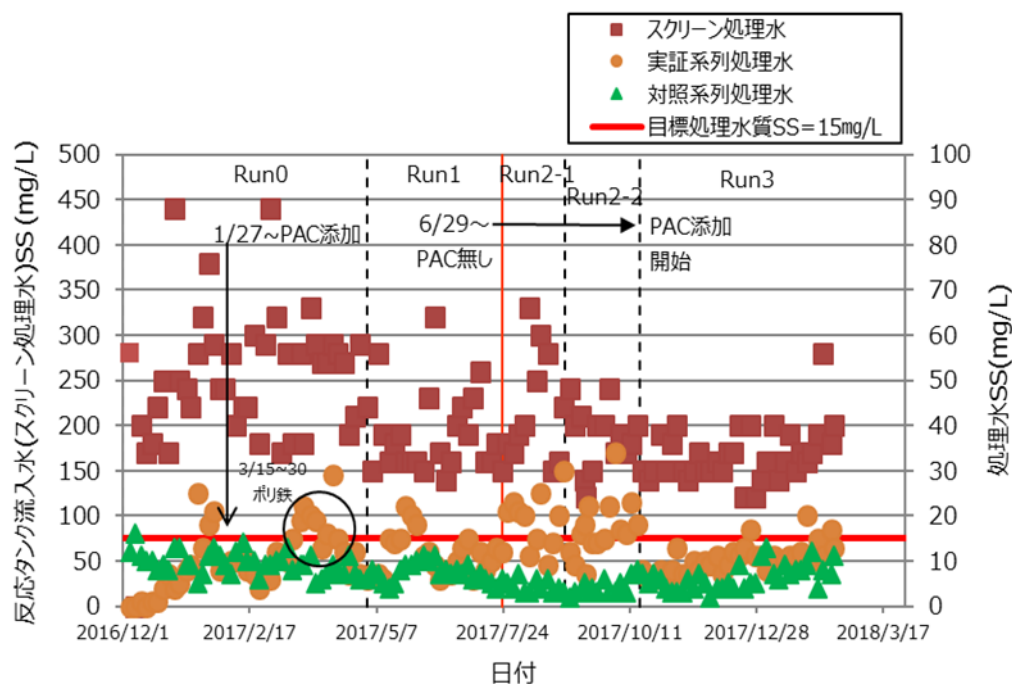
スクリーン処理水 SS は 120～330mg/L(平均 181mg/L)であったが、実証系列処理水 SS は凝集剤添加前(2017/7/24～10/16)で 7～34mg/L(平均 18mg/L)であった。凝集剤添加後(2017/10/17～2018/2/15)は、最終沈殿池での固形物の沈降性が改善し 6～20mg/L(平均 10mg/L)となった。

なお、2017 年 12 月末～2018 年 1 月初旬にかけて、急激な水温低下及び処理人口の一時的な上昇による T-N 負荷の上昇により N-BOD(T-BOD と C-BOD の差分)が上昇したが、T-BOD は 15 mg/L 以下であった。2018 年 1 月 4 日のスクリーン処理水 $\text{NH}_4\text{-N}$ は 34mg/L で、直近一ヶ月間(2017 年 12 月 4 日～2018 年 1 月 3 日)のスクリーン処理水 $\text{NH}_4\text{-N}$ の 14～22mg/L の 1.5～2.4 倍の濃度となったことが原因と考えられる。

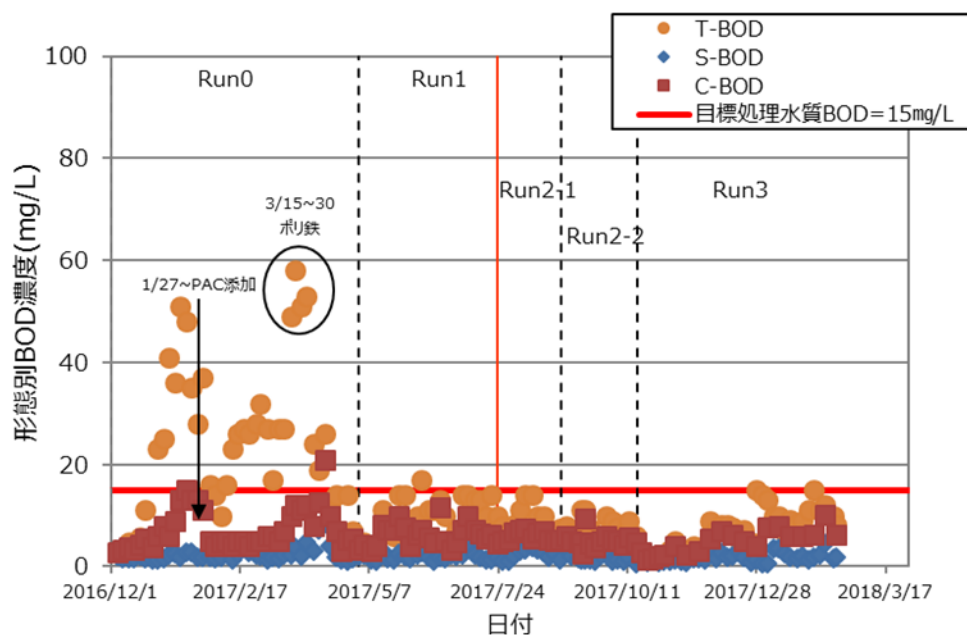
図資 1-21 に示すように処理水 SS の増加とともに処理水 BOD が増加する傾向が見られた。良好な処理を行うためには処理水 SS を日常的に監視する必要があると考えられる。



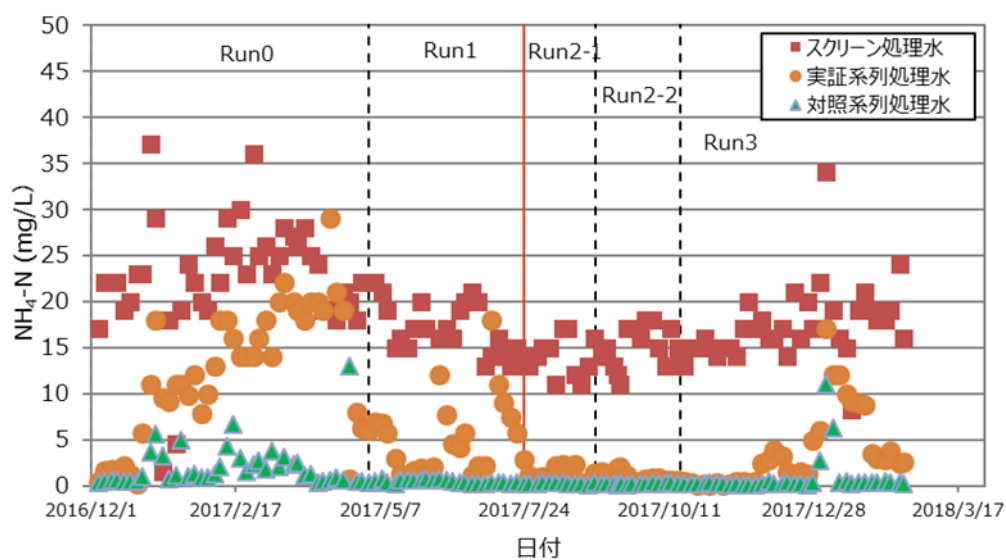
図資 1-17 スクリーン処理水、実証系列処理水及び対照系列処理水の T-BOD



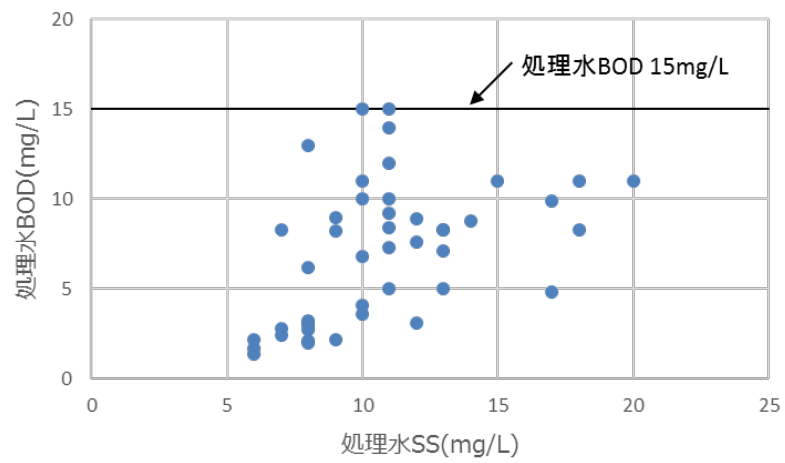
図資 1-18 スクリーン処理水、実証系列処理水及び対照系列処理水の SS



図資 1-19 実証系列の処理水 T-BOD, S-BOD 及び C-BOD の変化



図資 1-20 スクリーン処理水、実証系列及び対照系列の処理水 $\text{NH}_4\text{-N}$ の変化

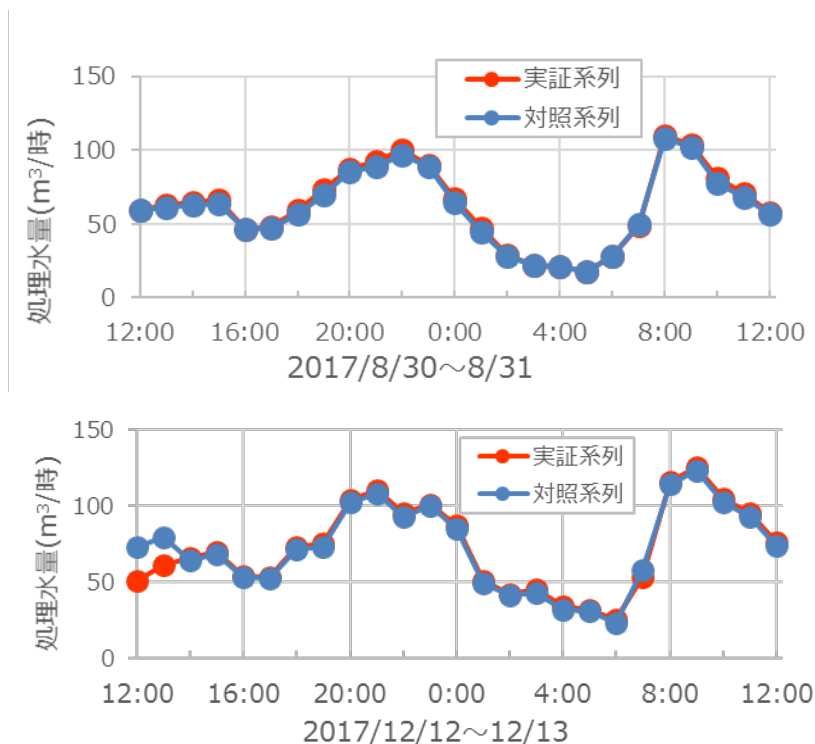


図資 1-21 処理水 SS と処理水 BOD の関係

3) 流入負荷の時間変動に対する処理の安定性

図資 1-22 及び表資 1-14 に夏季(2017/8/30～31)及び冬季(2017/12/12～13)に実施した通日試験の流入水量の時間変動の状況及び変動特性を示す。図資 1-23、図資 1-24 及び図資 1-25 にスクリーン処理水、実証系列処理水及び対照系列処理水の T-BOD、S-BOD 及び $\text{NH}_4\text{-N}$ を示す。

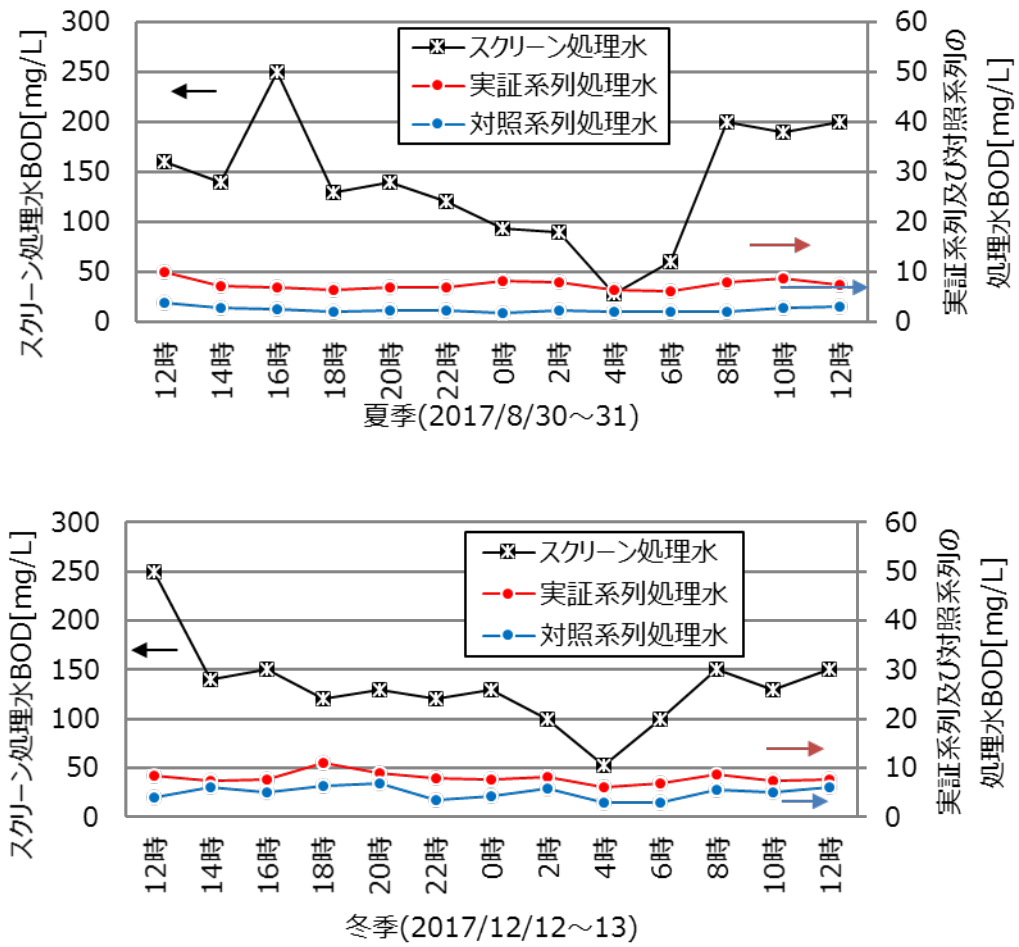
表資 1-15 に処理水質の変動比(最大/平均)を示す。実証系列の各水質の変動比は小さかった。



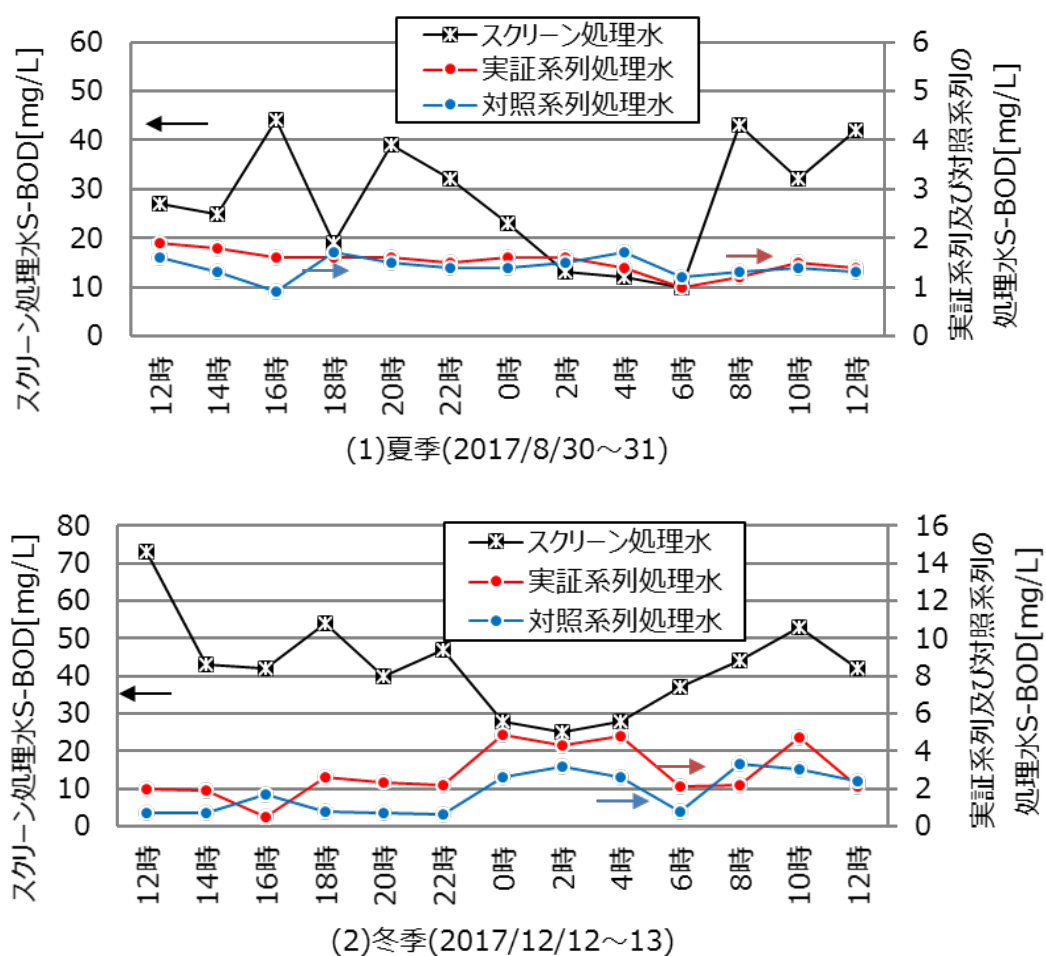
図資 1-22 流入水量の時間変動

表資 1-14 通日試験における水量の時間変動特性

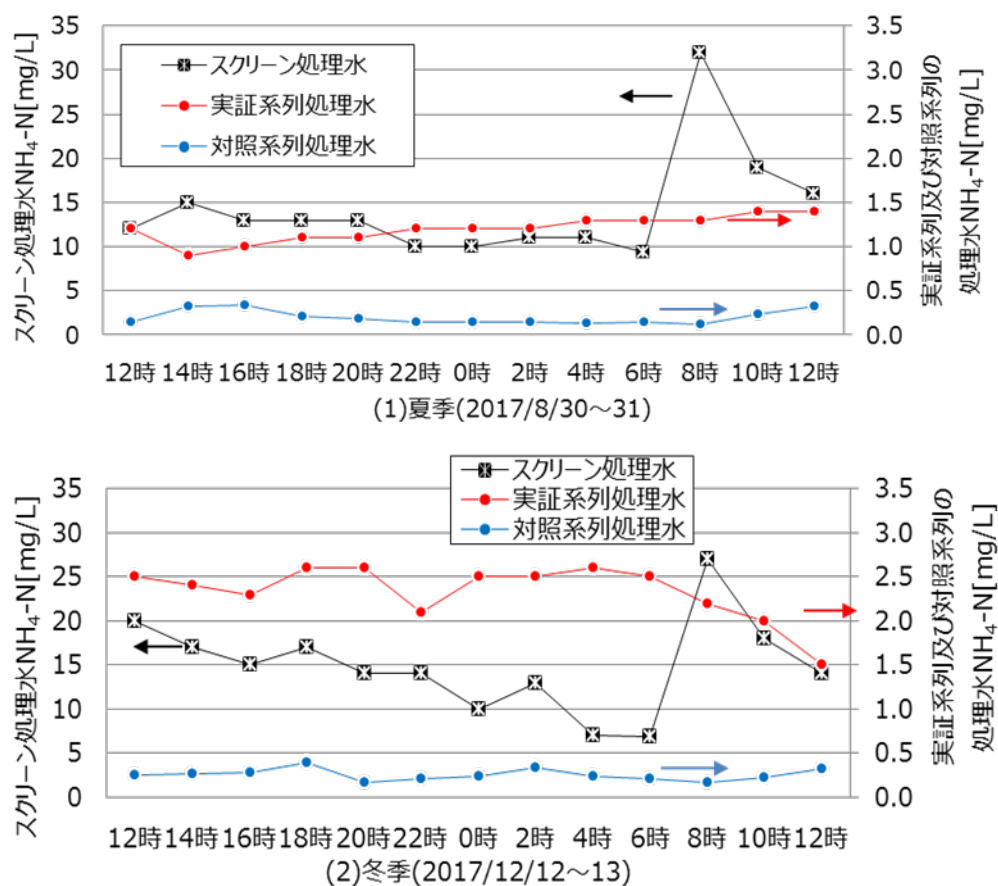
系列	実証系列		対照系列	
調査時期	夏季	冬季	夏季	冬季
処理水量(m³/日)	1,553	1,799	1,517	1,804
時間平均処理水量(m³/時)	62	72	61	72
時間最小処理水量(m³/時)	18	25	18	23
時間最大処理水量(m³/時)	110	125	108	123
ピーク比(時間最大/時間最小)	6.1	5.0	6.0	5.3



図資 1-23 T-BOD の処理特性(通日試験)



図資 1-24 S-BOD の処理特性(通日試験)

図資 1-25 $\text{NH}_4\text{-N}$ の処理特性(通日試験)

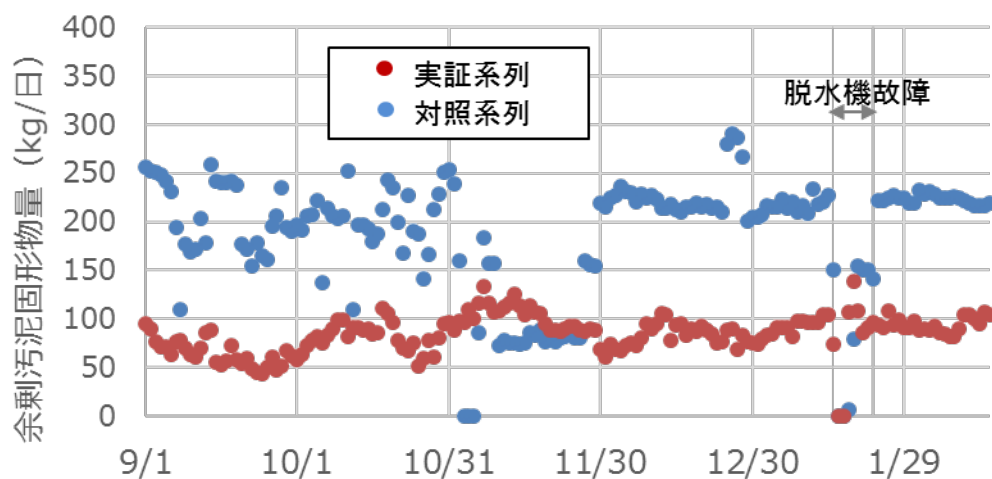
表資 1-15 処理水質の変動比※

系列	実証系列		対照系列	
調査時期	夏季	冬季	夏季	冬季
T-BOD	1.3	1.4	1.6	1.4
S-BOD	1.3	1.7	1.2	1.9
N-BOD	1.3	1.5	2.3	1.7
C-BOD	1.3	1.3	1.4	1.6
T-N	1.1	1.0	1.1	1.2
$\text{NH}_4\text{-N}$	1.2	1.1	1.7	1.5

※各水質項目の最大/平均を変動比とした。

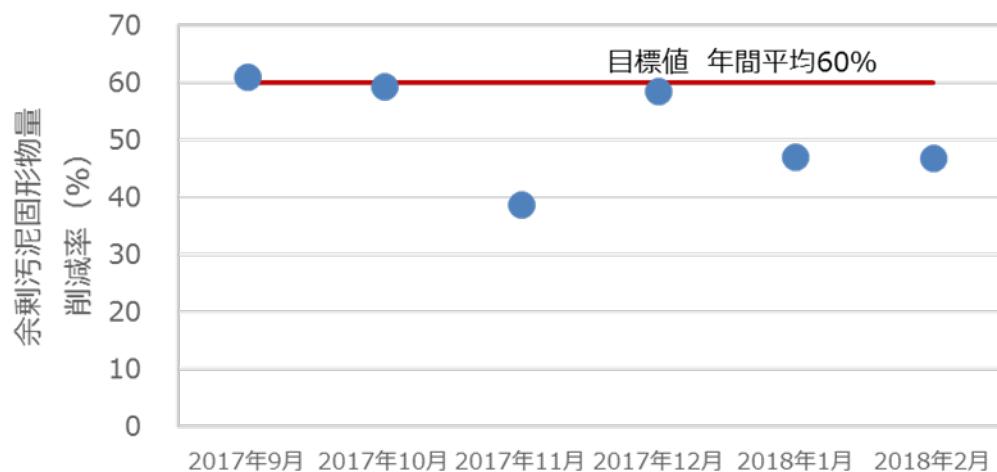
4) 余剰汚泥の削減率

図資 1-26 に 2017 年 9 月 1 日以降で発生した固形物量を示す。余剰汚泥発生量は余剰汚泥濃度及び汚泥流量の積から算出した。実証系列は対照系列に比べて少ない結果となった。



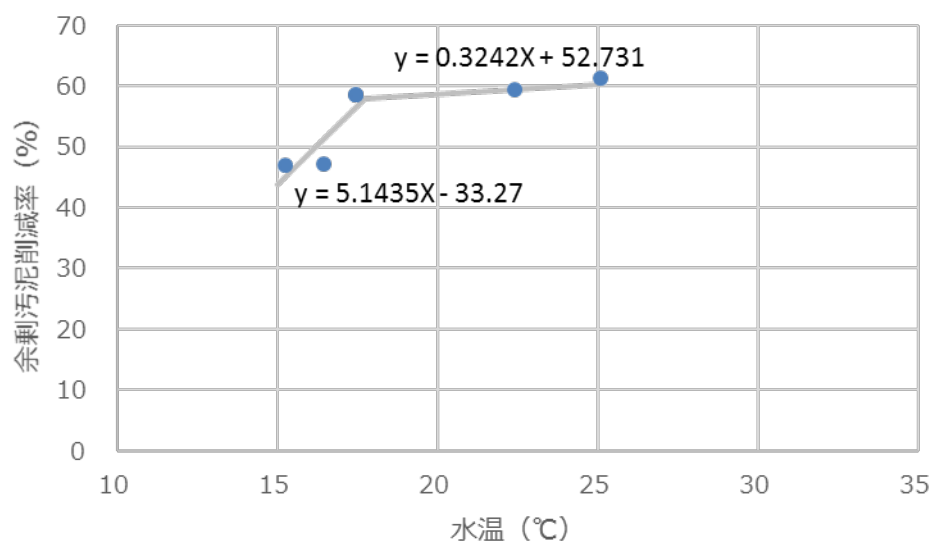
図資 1-26 余剰汚泥固形物量

図資 1-27 に各月毎の余剰汚泥削減率を示す。2017 年 11 月及び 2018 年 1 月の一部期間は OD 法の汚泥引抜量を人為的に変更し、また 2018 年 1 月の一部期間は脱水機が故障したため、汚泥引抜が困難であった期間があり、それらの期間を除外した。



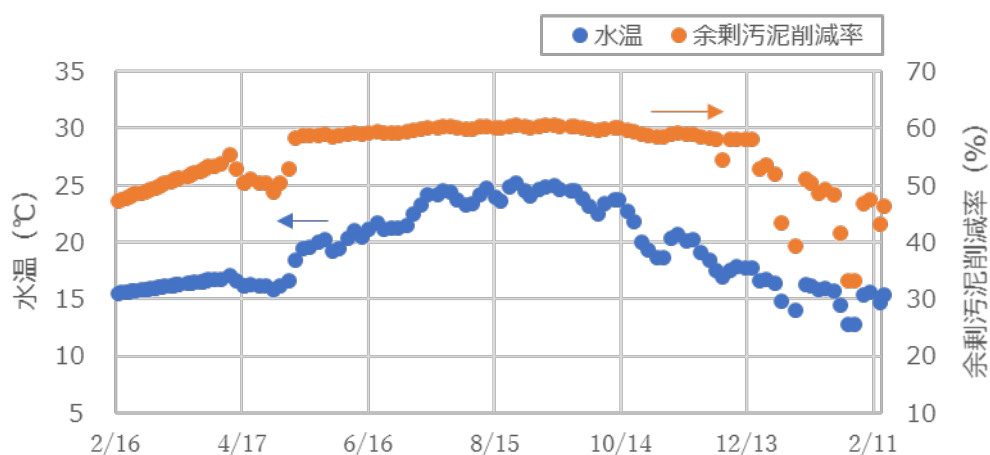
図資 1-27 各月毎の余剰汚泥削減率

図資 1-28 に反応槽水温と余剰汚泥削減率の関係を示す。反応槽水温の低下とともに余剰汚泥削減率が低下する傾向が見られたが、反応槽水温が 17.5～18℃で余剰汚泥削減率の低下傾向が変化したため、二つの回帰線で近似した。



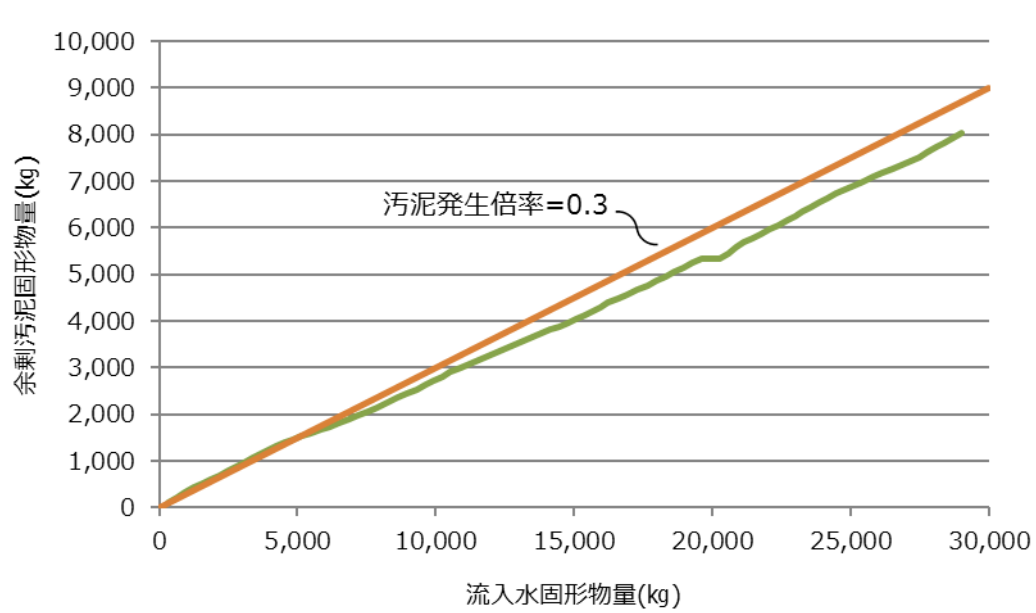
図資 1-28 反応槽水温と余剰汚泥削減率

2017年2月16日から2018年2月15日までの反応槽水温から、図資 1-28 で示した回帰式により余剰汚泥削減率の年間平均相当値を推定した結果を図資 1-29 に示す。通年での余剰汚泥削減率の平均値は 55%であると推定される。



図資 1-29 反応槽水温と余剰汚泥削減率

図資 1-30 に流入水固形物量と余剰汚泥固形物量の関係を示す。流入水固形物量の累積値及び余剰汚泥固形物量の累積値から求めた流入 SS 量に対する余剰汚泥固形物量の比率は 0.28 であった。



図資 1-30 流入水固形物量及び余剰汚泥固形物量の推移
(実証系列、2017/11/16～2018/2/14)

(4) 余剰汚泥の性状調査及び処理性に係る検討

1) 余剰汚泥の性状調査

表資 1-16、表資 1-17 及び表資 1-18 に実証系列及び対照系列の余剰汚泥の性状調査条件並びに調査結果を示す。実証系列の余剰汚泥の強熱減量は夏季及び冬季でそれぞれ 78.5%及び 76.9%となり、対照系列の 82.8%及び 80.0%に対し若干低い結果となった。後述のとおり、余剰汚泥の脱水性は夏季の実証系列の脱水汚泥含水率が対照系列に比べやや低くなったが、冬季では両者とも同等の結果となり、汚泥の脱水性に大きな差は見られなかった。

表資 1-16 余剰汚泥の性状調査条件

区 分	系 列	日 時	PAC 添加
夏季	実証系列	H29/8/25	なし
	対照系列	H29/8/23	なし
冬季	実証系列	H29/12/13	あり
	対照系列	H29/12/13	なし

表資 1-17 余剰汚泥の性状(夏季)

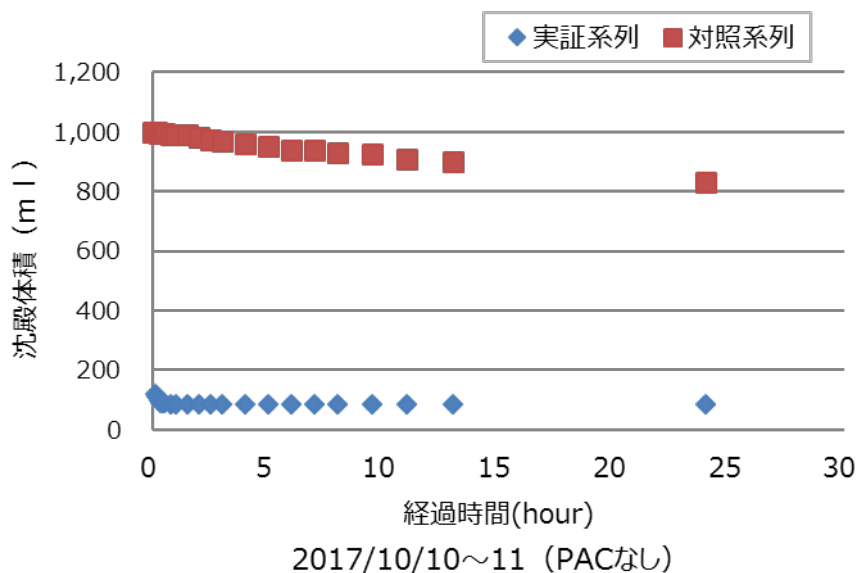
測 定 項 目	単 位	実 証	対 照
汚泥濃度 (蒸発残留物:TS)	%	2.14	1.89
浮遊物質 (SS)	mg/L	1.89	1.66
強熱減量 (VTS)	%-TS	78.5	82.8
pH	—	6.2	6.4
M アルカリ度	CaCO ₃ mg/L	170	180
アニオン度	m・eq/g・TS	0.33	0.31
繊維状物 (100 メッシュ)	%/SS	4.38	4.48
繊維状物 (200 メッシュ)	%/SS	8.69	12.7
粗蛋白質	%-TS	24.2	36.1
電気伝導度	mS/cm	3.04	2.81

表資 1-18 余剰汚泥の性状(冬季)

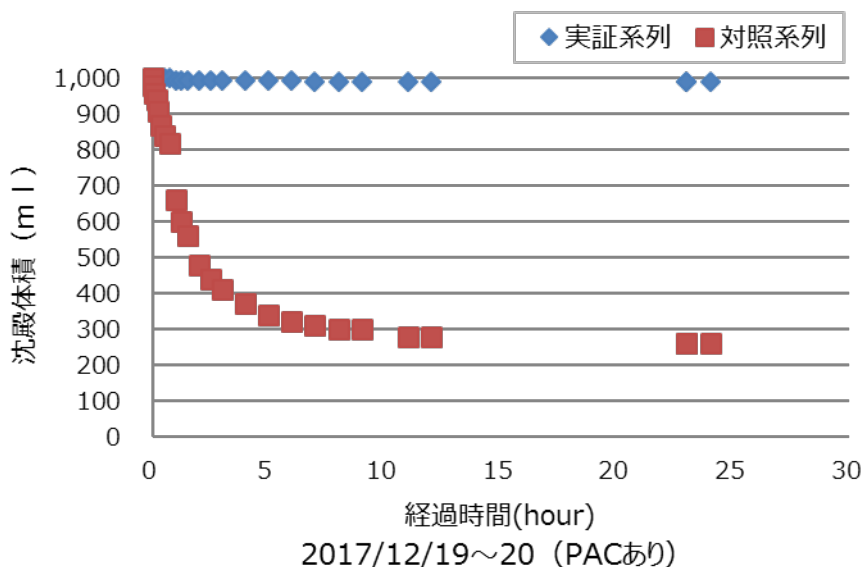
測定項目	単位	実証	対照
汚泥濃度 (蒸発残留物:TS)	%	2.21	1.36
浮遊物質 (SS)	mg/L	1.93	1.11
強熱減量 (VTS)	%-TS	76.9	80.0
pH	—	6.5	6.6
M アルカリ度	CaCO ₃ mg/L	190	160
アニオン度	m・eq/g・TS	0.16	0.57
繊維状物 (100 メッシュ)	%/SS	5.65	3.89
繊維状物 (200 メッシュ)	%/SS	9.57	7.03
粗蛋白質	%-TS	28.8	46.3
電気伝導度	mS/cm	3.51	3.57

2) 余剰汚泥の濃縮性

図資 1-31、図資 1-32 及び表資 1-19 に余剰汚泥の界面沈降試験結果を示す。実証系列の 24 時間後の SVI は 40 及び 61(mL/g) であり、余剰汚泥の濃縮性は良好であった。実証系列の凝集操作実施時の余剰汚泥濃度は 25,000mg/L と高濃度であり、その後の界面沈降も見られないことから、沈殿槽のみで汚泥の濃縮が可能であることが確認できた。



図資 1-31 余剰汚泥の沈降性(実証系列は凝集実施せず)



図資 1-32 余剰汚泥の沈降性(実証系列は凝集実施)

表資 1-19 余剰汚泥の沈降性

調査日		初期濃度	SV (24 時間後)	SVI (24 時間後)
		(mg/L)	(%)	(ml/g)
2017/10/10～11	実証系列	1,400	9	61
	対照系列	11,000	83	76
2017/12/19～20	実証系列	25,000	99	40
	対照系列	3,700	26	70

3) 余剰汚泥の脱水性

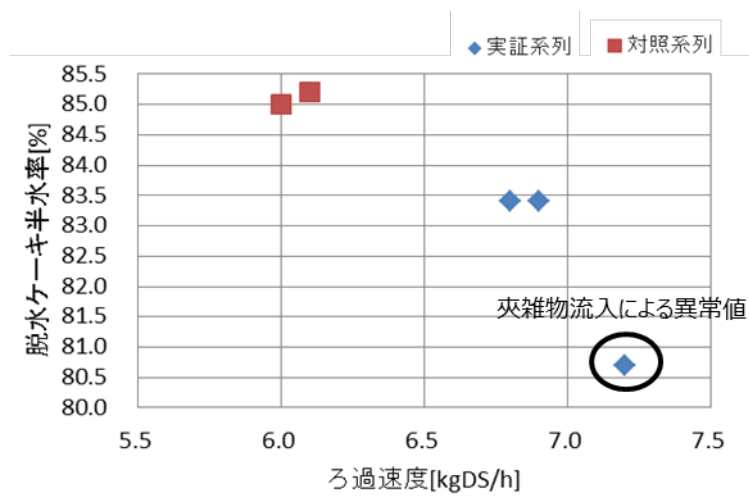
小型脱水機を用いた脱水性試験を表資 1-20 の通り、4 パターンで行った。その結果を図資 1-33～図資 1-38 に示す。夏季においては、実証系列は対照系列に比べて脱水ケーキの含水率が 0.5～2%程低く処理性が向上した。一方、冬季において実証系列と対照系列で同程度の処理性であり、夏季についても実証系列と対照系列の差が大きくなかったことから、安全を見て本技術の余剰汚泥の脱水性は従来技術と同程度であると考えられる。

なお、夏季に対して冬季に処理性が落ちるのは、PAC 添加の有無に起因すると考えられる。

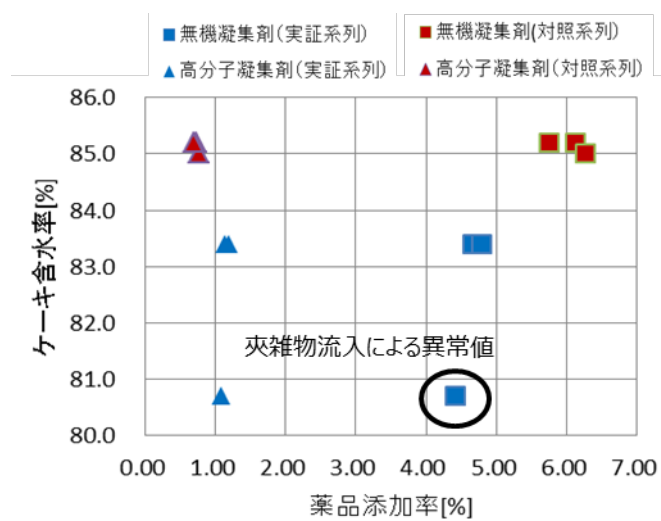
また、小型脱水機を用いた脱水性試験の実施は年 2 回であったことから、未実施期間を補う補足試験として、簡易圧搾試験を実施した。この結果からも、夏季に対して冬季に処理性が落ちることが確認できる。(図資 1-39～図資 1-50)

表資 1-20 余剰汚泥の脱水性に係る条件

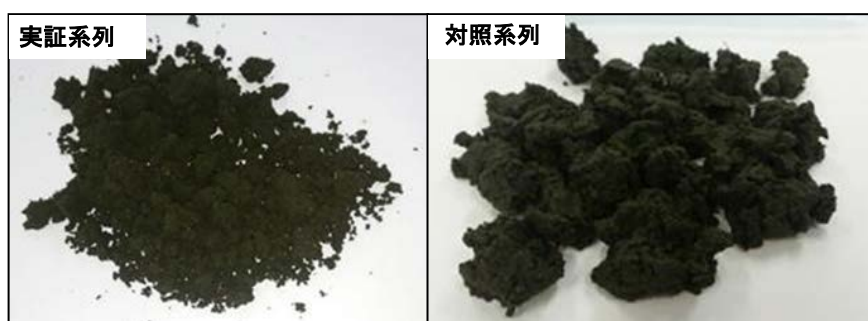
区分	系列	日時	PAC 添加
夏季	実証系列	H29/8/25	なし
	対照系列	H29/8/23	なし
冬季	実証系列	H29/12/15	あり
	対照系列	H29/12/13	なし



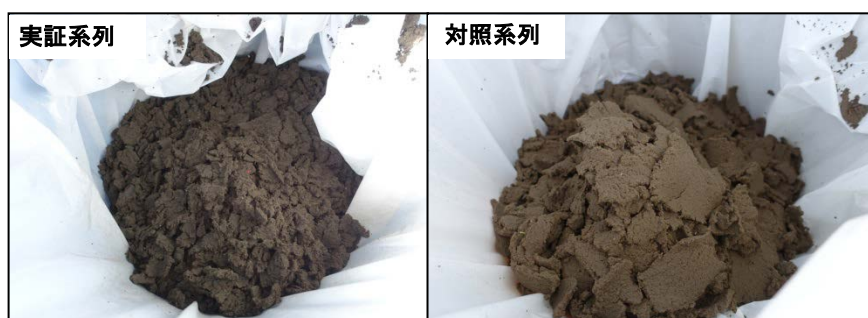
図資 1-33 ケーキ含水率とろ過速度の関係(夏季)



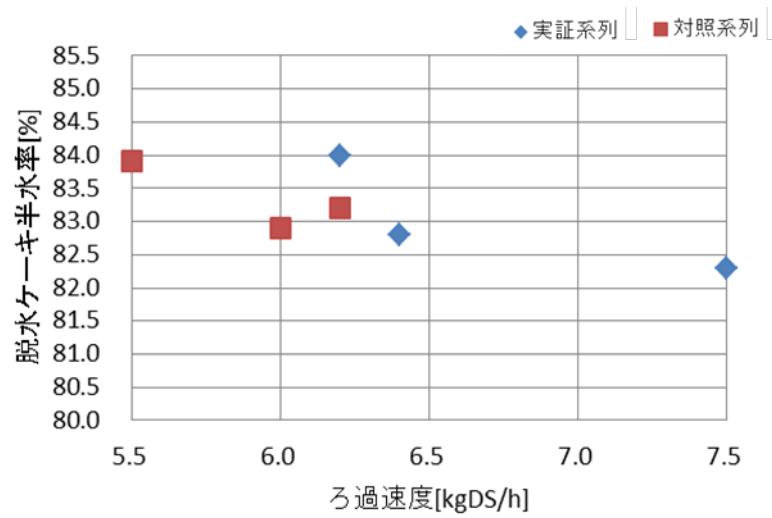
図資 1-34 ケーキ含水率と薬注率の関係 (夏季)



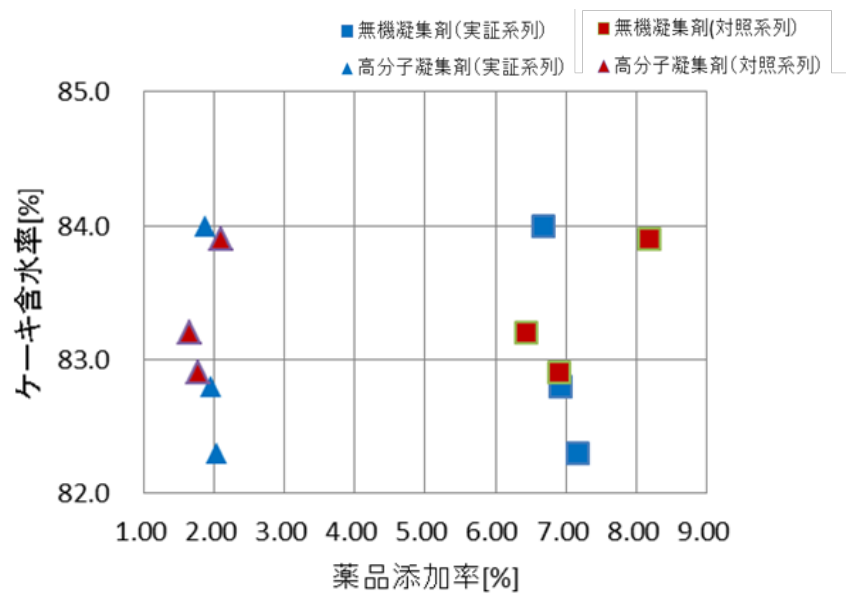
図資 1-35 脱水ケーキ (夏季)



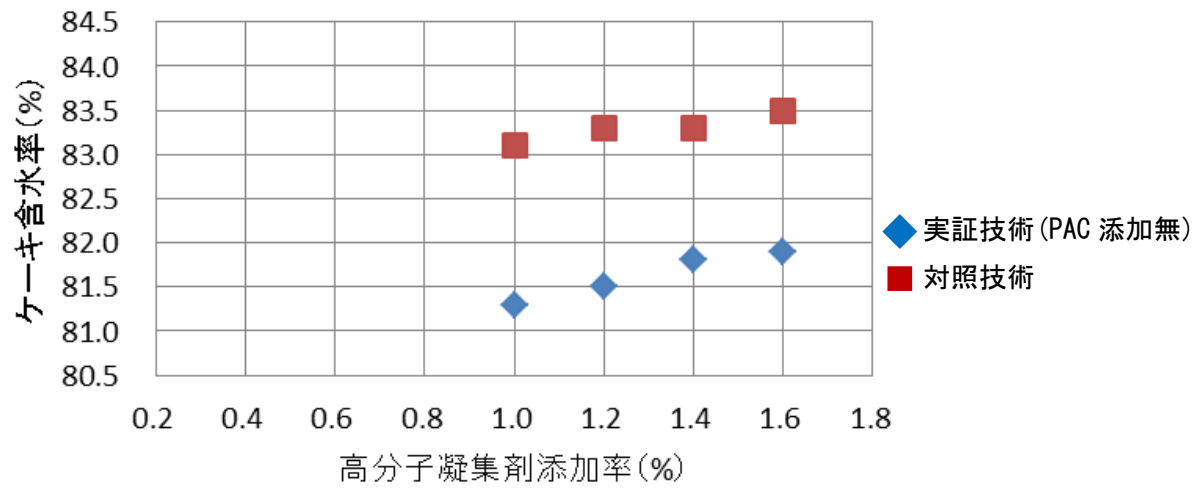
図資 1-36 脱水ケーキ (冬季)



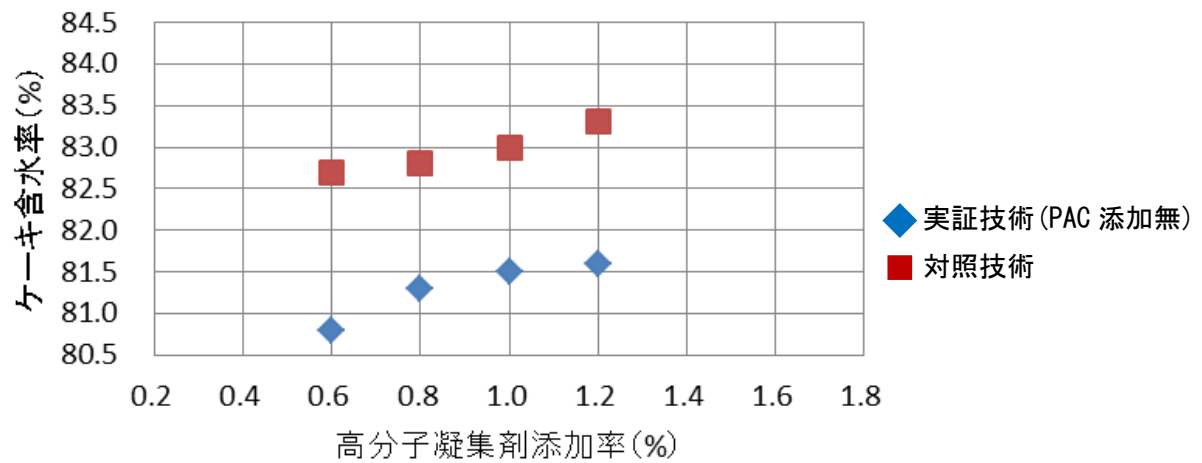
図資 1-37 ケーキ含水率とろ過速度の関係 (冬季)



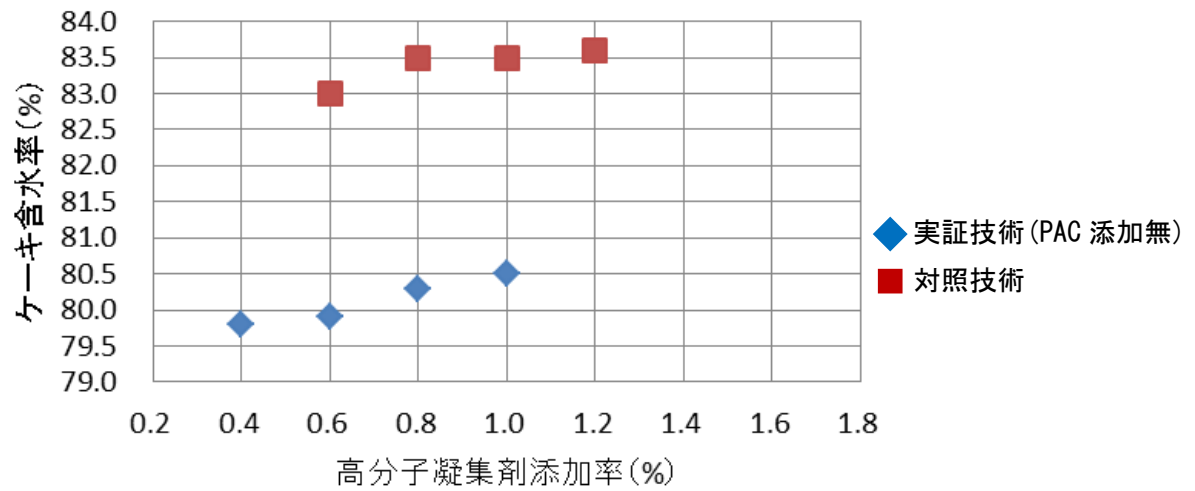
図資 1-38 ケーキ含水率と薬注率の関係 (冬季)



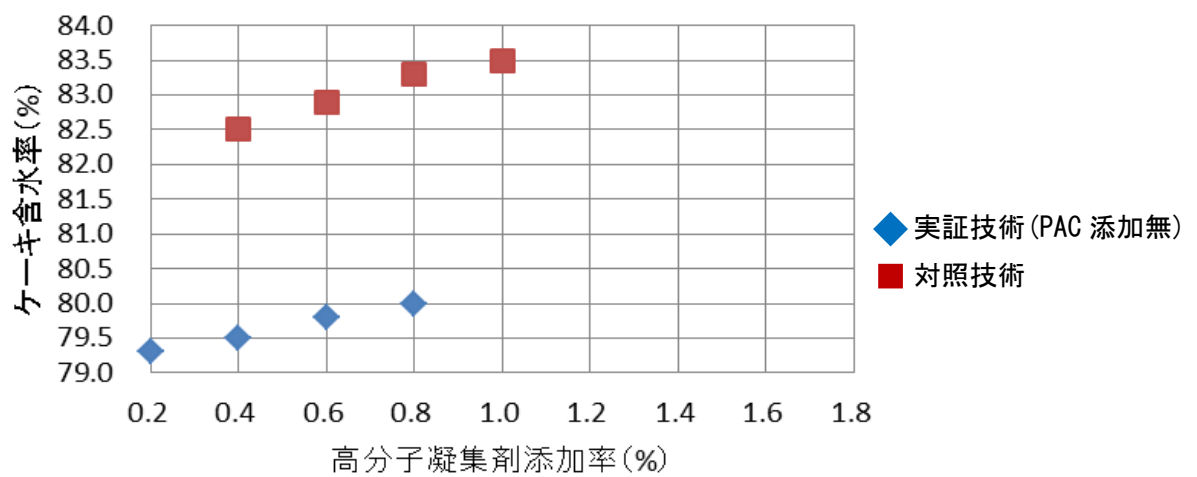
図資 1-39 簡易圧搾試験 (H29. 7) (ポリ鉄 10%添加) (補足)



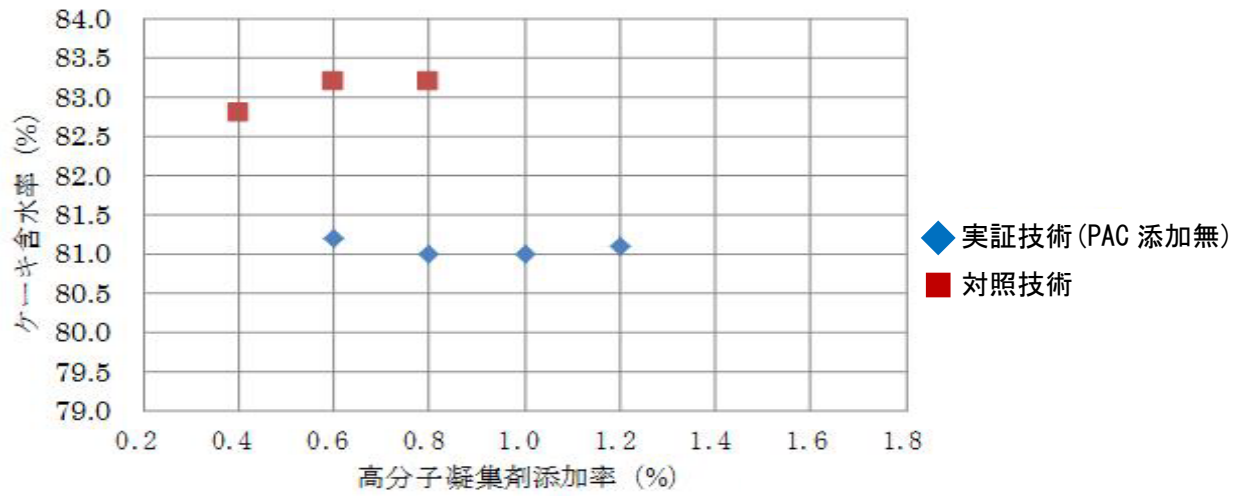
図資 1-40 簡易圧搾試験 (H29. 7) (ポリ鉄 15%添加) (補足)



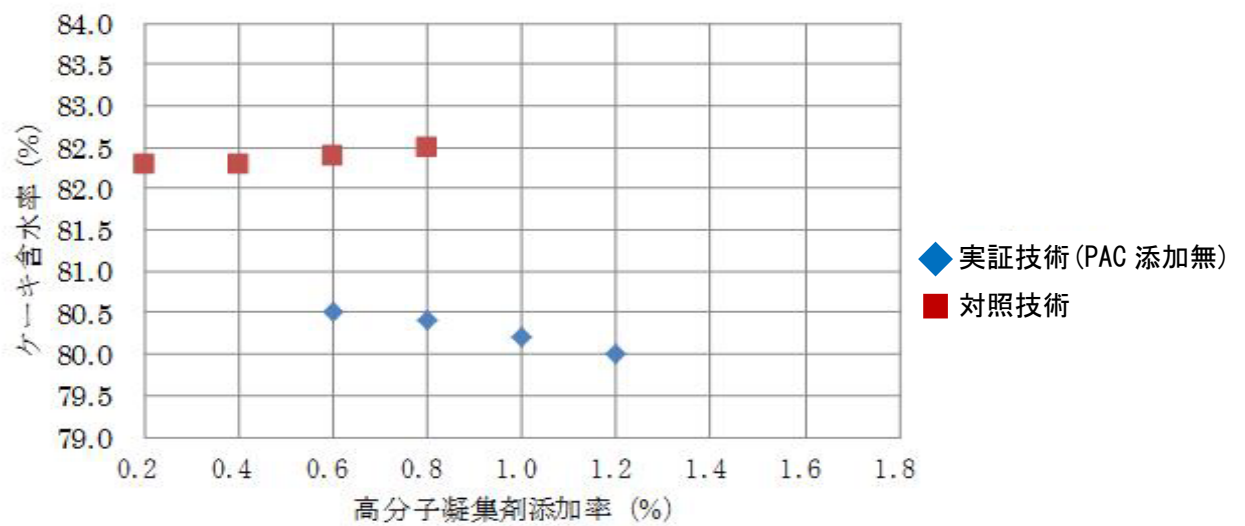
図資 1-41 簡易圧搾試験 (H29. 9) (ポリ鉄 10%添加) (補足)



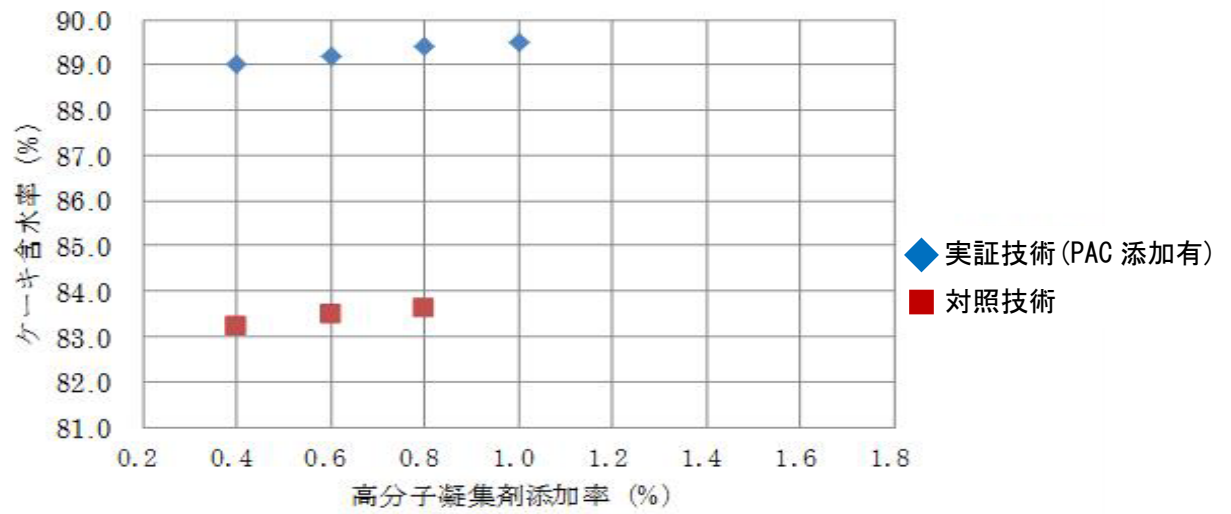
図資 1-42 簡易圧搾試験 (H29. 9) (ポリ鉄 15%添加) (補足)



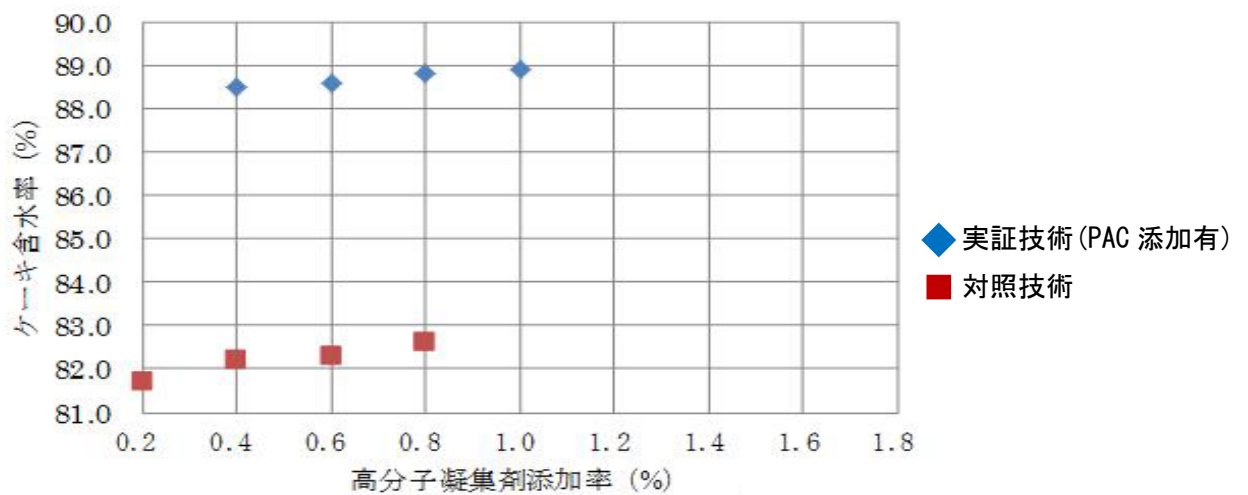
図資 1-43 簡易圧搾試験 (H29. 10) (ポリ鉄 10%添加) (補足)



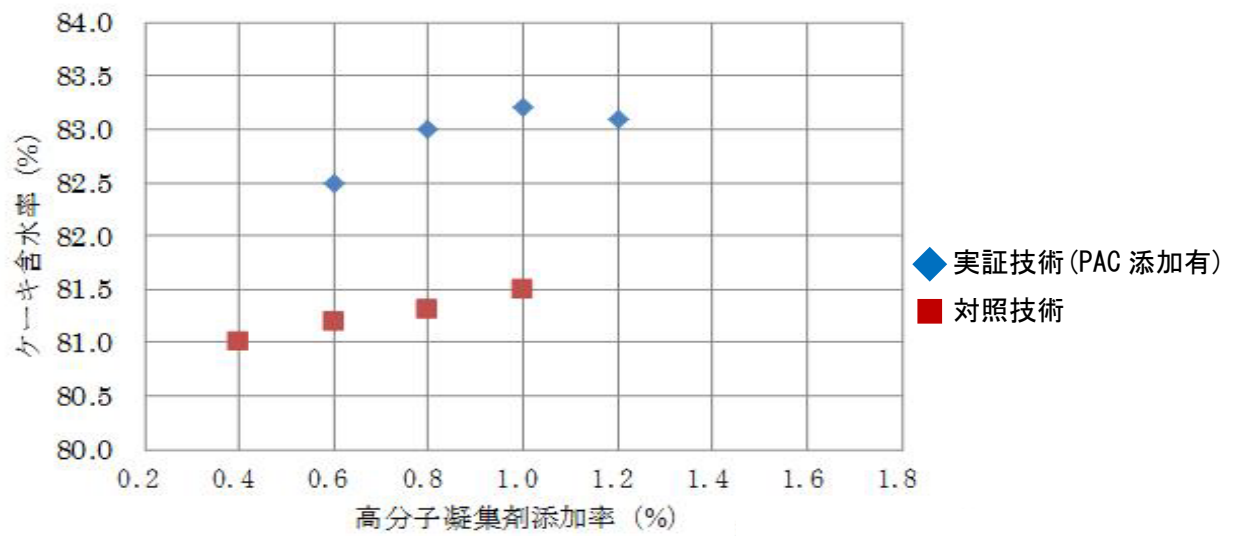
図資 1-44 簡易圧搾試験 (H29. 10) (ポリ鉄 15%添加) (補足)



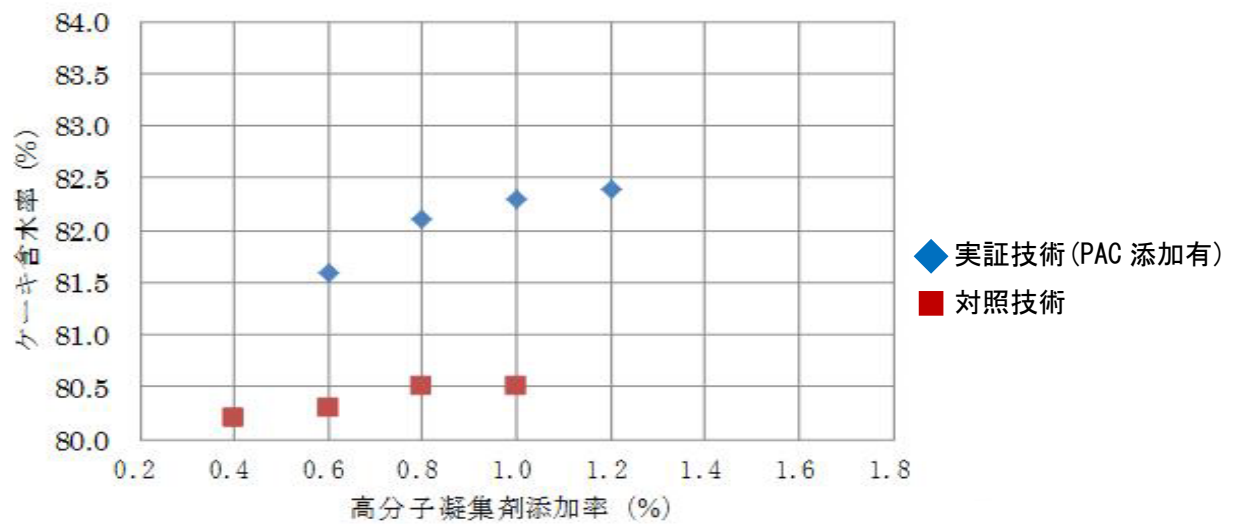
図資 1-45 簡易圧搾試験 (H29. 11) (ポリ鉄 10%添加) (補足)



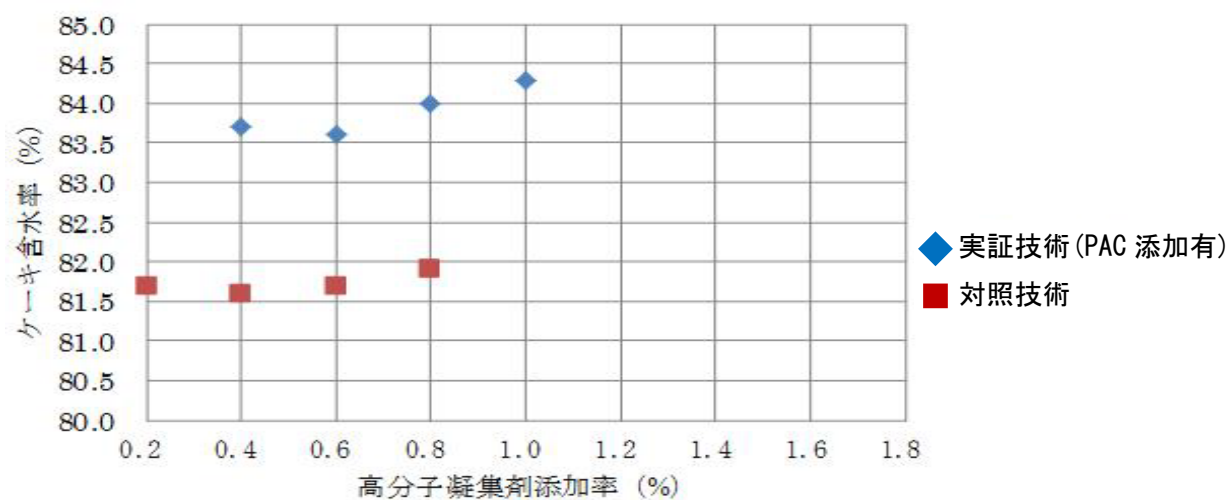
図資 1-46 簡易圧搾試験 (H29. 11) (ポリ鉄 15%添加) (補足)



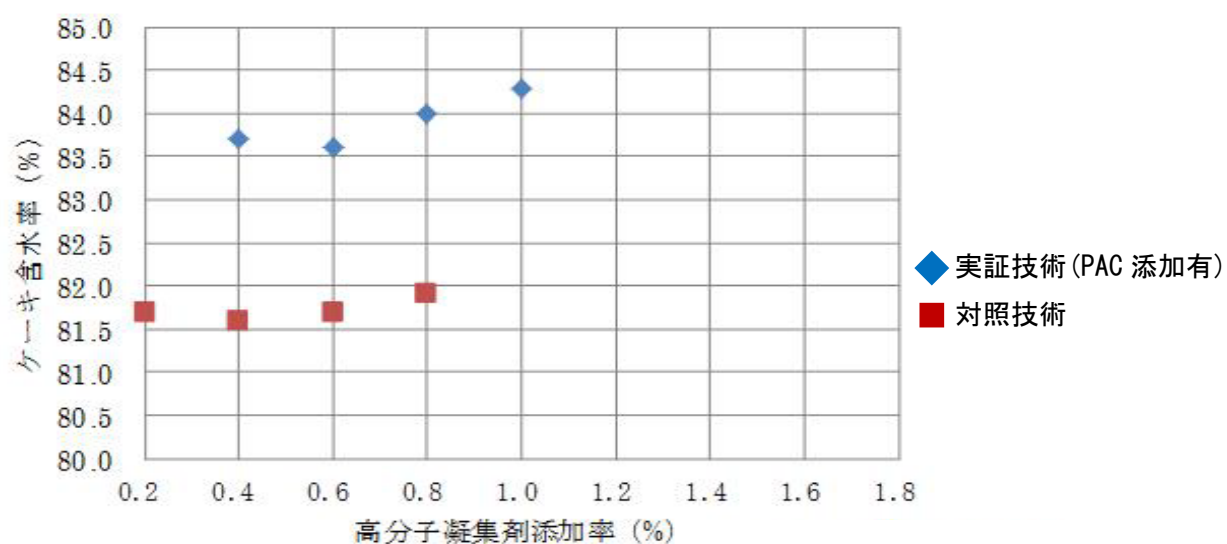
図資 1-47 簡易圧搾試験 (H29. 1) (ポリ鉄 10%添加) (補足)



図資 1-48 簡易圧搾試験 (H29. 1) (ポリ鉄 15%添加) (補足)



図資 1-49 簡易圧搾試験 (H29.2) (ポリ鉄 10% 添加) (補足)



図資 1-50 簡易圧搾試験 (H29.2) (ポリ鉄 15% 添加) (補足)

2. ケーススタディ

2.1 目的

本編-第2章-§10、11の総費用(年価換算値)算定のために行ったケーススタディについて、その詳細を示す。

2.2 算出結果

建設費、維持管理費を算出した結果を表資 2-1～7 に示す。

また、その算出根拠を表資 2-8～29 に示す。

表資 2-1 算出結果(ケース① 2,500m³/(日・池)×改築1池(全体1池))

【建設費】

項 目		水処理			汚泥	合計
		機械	電気	土木 建築	機械	
本技術	百万円	235	96	30	121	482
従来技術	百万円	162	76	0	225	463
削減率	%	－	－	－	－	-4.1

【維持管理費】

項 目		電力費	薬品費	補修費	汚泥 処分費	人件費	合計
本技術	百万円/年	11.6	4.6	4.5	3.6	17.3	41.6
従来技術	百万円/年	6.0	2.6	5.9	8.9	25.0	48.4
削減率	%	-93.3	-76.9	23.7	59.6	30.8	14.0

【総費用(年価換算値)】

項 目		建設費	維持 管理費	合計
本技術	百万円/年	42.7	41.6	84.3
従来技術	百万円/年	41.8	48.4	90.2
削減率	%	-2.2	14.0	6.5

表資 2-2 算出結果(ケース② 1,000m³/(日・池)×改築1池(全体2池))

【建設費】							
項 目		水処理			汚泥	合計	
		機械	電気	土木 建築	機械		
本技術	百万円	259	67	25	120	471	
従来技術	百万円	242	60	0	222	524	
削減率	%	－	－	－	－	10.1	

【維持管理費】							
項 目		電力費	薬品費	補修費	汚泥 処分費	人件費	合計
本技術	百万円/年	6.9	3.0	5.4	5.0	28.9	49.2
従来技術	百万円/年	6.6	2.0	6.8	7.1	34.2	56.7
削減率	%	-4.5	-50.0	20.6	29.6	15.5	13.2

【総費用(年価換算値)】				
項 目		建設費	維持 管理費	合計
本技術	百万円/年	37.6	49.2	86.8
従来技術	百万円/年	41.8	56.7	98.5
削減率	%	10.0	13.2	11.9

表資 2-3 算出結果(ケース③ 1,700m³/(日・池)×改築1池(全体2池))

【建設費】							
項 目		水処理			汚泥	合計	
		機械	電気	土木 建築	機械		
本技術	百万円	331	106	27	141	605	
従来技術	百万円	292	101	0	251	644	
削減率	%	－	－	－	－	6.1	

【維持管理費】							
項 目		電力費	薬品費	補修費	汚泥 処分費	人件費	合計
本技術	百万円/年	9.9	5.1	6.2	8.5	36.6	66.3
従来技術	百万円/年	8.7	3.5	7.8	12.2	43.4	75.6
削減率	%	-13.8	-45.7	20.5	30.3	15.7	12.3

【総費用(年価換算値)】				
項 目		建設費	維持 管理費	合計
本技術	百万円/年	49.0	66.3	115.3
従来技術	百万円/年	51.3	75.6	126.9
削減率	%	4.5	12.3	9.1

表資 2-4 算出結果(ケース④ 2,500m³/(日・池)×改築1池(全体2池))

【建設費】

項 目		水処理			汚泥	合計
		機械	電気	土木 建築	機械	
本技術	百万円	409	179	30	148	766
従来技術	百万円	332	159	0	262	753
削減率	%	－	－	－	－	-1.7

【維持管理費】

項 目		電力費	薬品費	補修費	汚泥 処分費	人件費	合計
本技術	百万円/年	16.1	7.2	6.8	12.5	42.3	84.9
従来技術	百万円/年	12.1	5.1	8.4	17.9	50.0	93.5
削減率	%	-33.1	-41.2	19.0	30.2	15.4	9.2

【総費用(年価換算値)】

項 目		建設費	維持 管理費	合計
本技術	百万円/年	62.9	84.9	147.8
従来技術	百万円/年	60.0	93.5	153.5
削減率	%	-4.8	9.2	3.7

表資 2-5 算出結果(ケース⑤ 1,000m³/(日・池)×改築2池(全体2池))

【建設費】

項 目		水処理			汚泥	合計
		機械	電気	土木 建築	機械	
本技術	百万円	242	70	40	116	468
従来技術	百万円	242	60	0	222	524
削減率	%	－	－	－	－	10.7

【維持管理費】

項 目		電力費	薬品費	補修費	汚泥 処分費	人件費	合計
本技術	百万円/年	8.9	3.9	4.8	2.9	23.6	44.1
従来技術	百万円/年	6.6	2.0	6.8	7.1	34.2	56.7
削減率	%	-34.8	-95.0	29.4	59.2	31.0	22.2

【総費用(年価換算値)】

項 目		建設費	維持 管理費	合計
本技術	百万円/年	37.8	44.1	81.9
従来技術	百万円/年	41.8	56.7	98.5
削減率	%	9.6	22.2	16.9

表資 2-6 算出結果(ケース⑥ 1,700m³/(日・池)×改築 2 池(全体 2 池))

【建設費】						
項 目		水処理			汚泥	合計
		機械	電気	土木 建築	機械	
本技術	百万円	329	106	44	120	599
従来技術	百万円	292	101	0	251	644
削減率	%	-12.7	-5.0	—	52.2	7.0

【維持管理費】							
項 目		電力費	薬品費	補修費	汚泥 処分費	人件費	合計
本技術	百万円/年	12.4	6.7	5.3	4.9	29.9	59.2
従来技術	百万円/年	8.7	3.5	7.8	12.2	43.4	75.6
削減率	%	-42.5	-91.4	32.1	59.8	31.1	21.7

【総費用(年価換算値)】				
項 目		建設費	維持 管理費	合計
本技術	百万円/年	49.8	59.2	109.0
従来技術	百万円/年	51.3	75.6	126.9
削減率	%	2.9	21.7	14.1

表資 2-7 算出結果(ケース⑦ 2,500m³/(日・池)×改築 2 池(全体 2 池))

【建設費】						
項 目		水処理			汚泥	合計
		機械	電気	土木 建築	機械	
本技術	百万円	436	157	50	132	775
従来技術	百万円	332	159	0	262	753
削減率	%	—	—	—	—	-2.9

【維持管理費】							
項 目		電力費	薬品費	補修費	汚泥 処分費	人件費	合計
本技術	百万円/年	18.1	9.2	5.8	7.1	34.5	74.7
従来技術	百万円/年	12.1	5.1	8.4	17.9	50.0	93.5
削減率	%	-49.6	-80.4	31.0	60.3	31.0	20.1

【総費用(年価換算値)】				
項 目		建設費	維持 管理費	合計
本技術	百万円/年	65.9	74.7	140.6
従来技術	百万円/年	60.0	93.5	153.5
削減率	%	-9.8	20.1	8.4

表資 2-8 本技術機器リスト(ケース① 2,500m³/(日・池)×改築1池(全体1池))

機器名称	仕様	台数	負荷容量/台	負荷容量合計	稼働台数	負荷率	稼働時間	電力量 (kwh/日)	電力量 (kwh/年)
1. 水処理設備(機械)									
し渣スクリーンユニット	裏がき式スクリーン(脱水機付き) 目幅2mm×1.15kW	1	1.15	1.15	1	0.8	14.0	12.9	4,701
ディッチ流入可動堰	鑄鉄製手動式可動堰 1200W×400ST	1							
ディッチ流入ゲート	鑄鉄製手動式ゲート 600W×600H	2							
繊維担体ユニット	124ユニット	1							
曝気用ブロワ	ルーツブロワ 26m ³ ×φ200mm×37kW		37.0	74.0	2	0.8	24.0	1,420.8	518,592
ディッチ流出可動堰	鑄鉄製手動式可動堰 1800W×400ST	1							
ディッチ流出ゲート	鑄鉄製手動式ゲート φ400	1							
混和槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.4m×5.5kW	2	5.5	11.0	2	0.8	24.0	211.2	77,088
PAC注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ15×0.2kW	2	0.2	0.4	1	0.8	12.0	1.9	701
PACタンク	PE製タンク 有効3m ³	1							
NaOH注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ15×0.2kW	2	0.2	0.4	1	0.8	10.0	1.6	584
NaOHタンク	PE製タンク 有効0.5m ³	1							
終沈污泥掻寄機	中央駆動懸垂形 φ20m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
スカム移送ポンプ	水中汚泥ポンプ φ80×5.5kW	2	5.5	11.0	1	0.8	2.0	8.8	3,212
余剰汚泥ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ65×2.2kW	1	2.2	2.2	1	0.8	3.0	5.3	1,927
								小計	609,608
2. 濃縮設備									
濃縮污泥掻寄機	中央駆動懸垂形 φ2m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
濃縮污泥引抜弁	電動偏心構造弁 φ100×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
濃縮污泥引抜ポンプ	破碎ポンプ φ100×5.5kW	2	5.5	15.0	1	0.8	2.0	8.8	3,212
返流水ポンプ	水中汚泥ポンプφ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	12.0	21.1	7,709
								小計	13,841
3. 污泥脱水設備									
污泥脱水機	多重板式スクリープレス脱水機 1軸×1.915kW	1	1.915	1.915	1	0.8	14.4	22.1	8,052
污泥供給ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ32×0.4kW	2	0.4	0.8	1	0.8	14.4	4.6	1,682
ケーキホツバ	鋼板製描形 容量5m ³ ×(0.75kW×2台)	1	1.5	1.5	1	0.8	0.5	0.6	219
ケーキコンベヤ	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	0.8	0.8	1	0.8	14.4	8.6	3,154
污泥貯留槽投入弁	電動偏心構造弁 φ100×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
污泥貯留槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.2m×3.7kW	1	3.7	3.7	1	0.8	24.0	71.0	25,930
污泥貯留槽引抜弁	電動偏心構造弁 φ100×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
空気圧縮機	可搬式空気圧縮機(除湿機含む) 1.5kW	2	1.5	3.0	1	0.8	6.0	7.2	2,628
ポリ鉄タンク	PE製タンク 有効0.6m ³	1							
								小計	41,899
4. 沈砂池ポンプ設備									
自動除塵機	連続式 幅1.0m×0.75kW	1	0.4	0.4	1	0.8	1.0	0.3	117
し渣搬出機	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	1.5	1.5	1	0.8	1.0	1.2	438
沈砂し渣洗浄機	機械攪拌式	1	5.2	5.2	1	0.8	1.0	4.2	1,518
し渣脱水機	スクリープ式	1	2.6	2.6	1	0.8	1.0	2.1	759
揚砂ポンプ	水中汚泥ポンプ	1	5.5	5.5	1	0.8	6.0	26.4	9,636
スカム分離機	脱水機構付自動スクリーン	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	8.4	3,084
主ポンプ	水中汚水ポンプ	3	7.5	22.5	2	0.8	12.0	144.0	52,560
								小計	68,112
5. 消毒設備									
雑用水給水装置	圧力タンク式給水ユニット	2	5.5	11.0	1	0.8	24.0	105.6	38,544
オートストレーナ	自動洗浄式	1	0.4	0.4	1	0.8	6.0	1.9	701
								小計	39,245
電力量合計									772,705
電力費合計(千円/年)									11,591

表資 2-9 従来技術機器リスト(ケース① 2,500m³/(日・池)×改築1池(全体1池))

機器名称	仕様	台数	負荷容量/台	負荷容量合計	稼働台数	負荷率	稼働時間	電力量 (kwh/日)	電力量 (kwh/年)
1. 水処理設備(機械)									
ディッチ流入可動堰	鋳鉄製手動式可動堰 1200W×400ST	1							
曝気装置	縦軸型機械式曝気装置 30kW	2	30.0	60.0	2	0.8	10.0	480.0	175,200
ディッチ流出可動堰	鋳鉄製手動式可動堰 1800W×400ST	1							
ディッチ流出ゲート	鋳鉄製手動式ゲート φ400	1							
終沈汚泥掻寄機	中央駆動支柱形 φ20m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
スカム移送ポンプ	水中汚泥ポンプ φ80×5.5kW	2	5.5	11.0	1	0.8	8.0	35.2	12,848
返送汚泥ポンプ	吸込スクリー付汚泥ポンプ φ150×5.5kW	1	5.5	5.5	1	0.8	7.0	30.8	11,242
余剰汚泥ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ80×2.2kW	1	2.2	2.2	1	0.8	3.0	5.3	1,927
								小計	204,020
2. 濃縮設備									
濃縮汚泥掻寄機	中央駆動懸垂形 φ4m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
濃縮汚泥引抜弁	電動偏心構造弁 φ150×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
濃縮汚泥引抜ポンプ	破砕ポンプ φ150×7.5W	2	7.5	15.0	1	0.8	2.0	12.0	4,380
返流水ポンプ	水中汚泥ポンプ φ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	12.0	21.1	7,709
								小計	15,009
3. 汚泥脱水設備									
汚泥脱水機						0.8	3.6	75.4	27,531
汚泥供給ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ40×0.75kW	2	0.75	1.5	1	0.8	3.6	2.1	782
薬液供給ポンプ(高分子)	一軸ネジ式ポンプ φ20×0.4kW	2	0.4	0.8	1	0.8	3.6	1.1	417
薬液溶解タンク(高分子)	立形攪拌槽(定量供給器付) 容量2m ³ ×1.5kW	1	1.5	1.5	1	0.8	2.0	2.4	876
ケーキホッパ	鋼板製描形 容量7m ³ ×(1.5kW×2台)	1	3.0	3.0	1	0.8	0.5	1.2	438
ケーキコンベヤ	トラフ形ベルトコンベヤ 13m×1.5kW	1	1.5	1.5	1	0.8	3.6	4.3	1,564
汚泥貯留槽投入弁	電動偏心構造弁 φ125×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
汚泥貯留槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.3m×5.5kW	1	5.5	5.5	1	0.8	24.0	105.6	38,544
汚泥貯留槽引抜弁	電動偏心構造弁 φ125×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
空気圧縮機	可搬式空気圧縮機(除湿機含む) 1.5kW	2	1.5	3.0	1	0.8	6.0	7.2	2,628
								小計	73,014
4. 沈砂池ポンプ設備									
自動除塵機	連続式 幅1.0m×0.75kW	1	0.4	0.4	1	0.8	1.0	0.3	117
し渣搬出機	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	1.5	1.5	1	0.8	1.0	1.2	438
沈砂し渣洗浄機	機械攪拌式	1	5.2	5.2	1	0.8	1.0	4.2	1,518
し渣脱水機	スクリー式	1	2.6	2.6	1	0.8	1.0	2.1	759
揚砂ポンプ	水中汚泥ポンプ	1	5.5	5.5	1	0.8	6.0	26.4	9,636
スカム分離機	脱水機構付自動スクリーン	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	8.4	3,084
主ポンプ	水中汚水ポンプ	3	7.5	22.5	2	0.8	12.0	144.0	52,560
								小計	68,112
5. 消毒設備									
雑用水給水装置	圧力タンク式給水ユニット	2	5.5	11.0	1	0.8	24.0	105.6	38,544
オートストレーナ	自動洗浄式	1	0.4	0.4	1	0.8	6.0	1.9	701
								小計	39,245
電力量合計									399,400
電力費合計(千円/年)									5,991

表資 2-10 本技術機器リスト(ケース② 1,000m³/(日・池)×改築1池(全体2池))(1/2)

機器名称	仕様	台数	負荷容量/台	負荷容量合計	稼働台数	負荷率	稼働時間	電力量 (kwh/日)	電力量 (kwh/年)
1. 水処理設備(機械)									
【本技術導入池】									
し渣スクリーンユニット	裏がき式スクリーン(脱水機付き) 目幅2mm×1.15kW	1	1.15	1.15	1	0.8	14.0	12.9	4,701
ディッチ流入可動堰	鋳鉄製手動式可動堰 600W×400ST	1							
ディッチ流入ゲート	鋳鉄製手動式ゲート 400W×400H	2							
繊維担体ユニット	50ユニット	1							
曝気用ブロウ	ルーツブロウ 11m ³ ×φ125mm×11kW		11.0	22.0	2	0.8	24.0	422.4	154,176
ディッチ流出可動堰	鋳鉄製手動式可動堰 800W×400ST	1							
ディッチ流出ゲート	鋳鉄製手動式ゲート φ250	1							
混和槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.2m×3.7kW	2	3.7	7.4	2	0.8	24.0	142.1	51,859
PAC注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ15×0.2kW	2	0.2	0.4	1	0.8	12.0	1.9	701
PACタンク	PE製タンク 有効1m ³	1							
NaOH注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ15×0.2kW	2	0.2	0.4	1	0.8	10.0	1.6	584
NaOHタンク	PE製タンク 有効0.5m ³	1							
終沈汚泥掻寄機	中央駆動支柱形 φ13m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
スラム移送ポンプ	水中汚泥ポンプ φ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	2.0	3.5	1,285
余剰汚泥ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ40×0.75kW	1	0.75	0.75	1	0.8	3.0	1.8	657
【単純更新池】									
ディッチ流入可動堰	鋳鉄製手動式可動堰 600W×400ST	1							
曝気装置	縦軸型機械式曝気装置 11kW	2	11.0	22.0	2	0.8	10.0	176.0	64,240
ディッチ流出可動堰	鋳鉄製手動式可動堰 800W×400ST	1							
ディッチ流出ゲート	鋳鉄製手動式ゲート φ250	1							
終沈汚泥掻寄機	中央駆動支柱形 φ13m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
スラム移送ポンプ	水中汚泥ポンプ φ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	8.0	14.1	5,139
返送汚泥ポンプ	吸込スクリー付汚泥ポンプ φ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	7.0	12.3	4,497
余剰汚泥ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ50×0.75kW	2	0.75	1.50	1	0.8	3.0	1.8	657
								小計	294,102
2. 濃縮設備									
濃縮汚泥掻寄機	中央駆動懸垂形 φ2m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
濃縮汚泥引抜弁	電動偏心構造弁 φ100×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
濃縮汚泥引抜ポンプ	破砕ポンプ φ100×5.5kW	2	5.5	11.0	1	0.8	2.0	8.8	3,212
返流水ポンプ	水中汚泥ポンプφ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	12.0	21.1	7,709
								小計	13,841
3. 汚泥脱水設備									
汚泥脱水機	多重板型スクリープレス脱水機 1軸×1.915kW	1	1.915	1.915	1	0.8	14.4	22.1	8,052
汚泥供給ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ32×0.4kW	2	0.4	0.8	1	0.8	14.4	4.6	1,682
ケーキホツパ	鋼板製描形 容量5m ³ ×(0.75kW×2台)	1	1.5	1.5	1	0.8	0.5	0.6	219
ケーキコンベヤ	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	0.8	0.8	1	0.8	14.4	8.6	3,154
汚泥貯留槽投入弁	電動偏心構造弁 φ100×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
汚泥貯留槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.2m×3.7kW	1	3.7	3.7	1	0.8	24.0	71.0	25,930
汚泥貯留槽引抜弁	電動偏心構造弁 φ100×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
空気圧縮機	可搬式空気圧縮機(除湿機含む) 15kW	2	1.5	3.0	1	0.8	6.0	7.2	2,628
ポリ鉄タンク	PE製タンク 有効0.6m ³	1							
								小計	41,899

表資 2-10 本技術機器リスト(ケース② 1,000m³/(日・池)×改築1池(全体2池))(2/2)

機器名称	仕様	台数	負荷容量/台	負荷容量合計	稼働台数	負荷率	稼働時間	電力量 (kwh/日)	電力量 (kwh/年)
4. 沈砂池ポンプ設備									
自動除塵機	連続式 幅1.5m×1.5kW	1	0.4	0.4	1	0.8	1.0	0.3	117
し渣搬出機	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	1.5	1.5	1	0.8	1.0	1.2	438
沈砂し渣洗浄機	機械攪拌式	1	5.2	5.2	1	0.8	1.0	4.2	1,518
し渣脱水機	スクリーン式	1	2.6	2.6	1	0.8	1.0	2.1	759
揚砂ポンプ	水中汚泥ポンプ	1	5.5	5.5	1	0.8	6.0	26.4	9,636
スカム分離機	脱水機構付自動スクリーン	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	8.4	3,084
主ポンプ	水中汚水ポンプ	3	7.5	22.5	2	0.8	12.0	144.0	52,560
								小計	68,112
5. 消毒設備									
雑用水給水装置	圧力タンク式給水ユニット	2	5.5	11.0	1	0.8	24.0	105.6	38,544
オートストレーナ	自動洗浄式	1	0.4	0.4	1	0.8	6.0	1.9	701
								小計	39,245
電力量合計									457,199
電力費合計(千円/年)									6,858

表資 2-11 従来技術機器リスト(ケース② 1,000m³/(日・池)×改築1池(全体2池))
(ケース⑤ 1,000m³/(日・池)×改築2池(全体2池))

機器名称	仕様	台数	負荷容量/台	負荷容量合計	稼働台数	負荷率	稼働時間	電力量 (kwh/日)	電力量 (kwh/年)
1. 水処理設備(機械)									
ディッチ流入可動堰	鑄鉄製手動式可動堰 600W×400ST	2							
曝気装置	縦軸型機械式曝気装置 11kW	4	11.0	44.0	4	0.8	10.0	352.0	128,480
ディッチ流出可動堰	鑄鉄製手動式可動堰 800W×400ST	2							
ディッチ流出ゲート	鑄鉄製手動式ゲート φ250	2							
終沈汚泥掻寄機	中央駆動支柱形 φ13m×0.4kW	2	0.4	0.8	2	0.8	24.0	15.4	5,606
スカム移送ポンプ	水中汚泥ポンプ φ80×2.2kW	4	2.2	8.8	2	0.8	8.0	28.2	10,278
返送汚泥ポンプ	吸込スクリー付汚泥ポンプ φ80×2.2kW	3	2.2	6.6	2	0.8	7.0	24.6	8,994
余剰汚泥ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ50×0.75kW	3	0.75	2.25	2	0.8	3.0	3.6	1,314
								小計	154,672
2. 濃縮設備									
濃縮汚泥掻寄機	中央駆動懸垂形 φ3m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
濃縮汚泥引抜弁	電動偏心構造弁 φ125×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
濃縮汚泥引抜ポンプ	破砕ポンプ φ125×5.5kW	2	5.5	11.0	1	0.8	2.0	8.8	3,212
返流水ポンプ	水中汚泥ポンプφ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	12.0	21.1	7,709
								小計	13,841
3. 汚泥脱水設備									
汚泥脱水機						0.8	14.4	304.1	111,007
汚泥供給ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ40×0.75kW	2	0.75	1.5	1	0.8	14.4	8.6	3,154
薬液供給ポンプ(高分子)	一軸ネジ式ポンプ φ20×0.4kW	2	0.4	0.8	1	0.8	14.4	4.6	1,682
薬液溶解タンク(高分子)	立形攪拌槽(定量供給器付)容量2m ³ ×1.5kW	1	1.5	1.5	1	0.8	2.0	2.4	876
ケーキホツパ	鋼板製描形 容量7m ³ ×(1.5kW×2台)	1	3.0	3.0	1	0.8	0.5	1.2	438
ケーキコンベヤ	トラフ形ベルトコンベヤ 13m×1.5kW	1	1.5	1.5	1	0.8	14.4	17.3	6,307
汚泥貯留槽投入弁	電動偏心構造弁 φ125×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
汚泥貯留槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.3m×5.5kW	1	5.5	5.5	1	0.8	24.0	105.6	38,544
汚泥貯留槽引抜弁	電動偏心構造弁 φ125×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
空気圧縮機	可搬式空気圧縮機(除湿機含む)1.5kW	2	1.5	3.0	1	0.8	6.0	7.2	2,628
								小計	164,870
4. 沈砂池ポンプ設備									
自動除塵機	連続式 幅1.5m×1.5kW	1	0.4	0.4	1	0.8	1.0	0.3	117
し渣搬出機	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	1.5	1.5	1	0.8	1.0	1.2	438
沈砂し渣洗浄機	機械攪拌式	1	5.2	5.2	1	0.8	1.0	4.2	1,518
し渣脱水機	スクリー式	1	2.6	2.6	1	0.8	1.0	2.1	759
揚砂ポンプ	水中汚泥ポンプ	1	5.5	5.5	1	0.8	6.0	26.4	9,636
スカム分離機	脱水機構付自動スクリーン	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	8.4	3,084
主ポンプ	水中汚水ポンプ	3	7.5	22.5	2	0.8	12.0	144.0	52,560
								小計	68,112
5. 消毒設備									
雑用水給水装置	圧力タンク式給水ユニット	2	5.5	11.0	1	0.8	24.0	105.6	38,544
オートストレーナ	自動洗浄式	1	0.4	0.4	1	0.8	6.0	1.9	701
								小計	39,245
電力量合計									440,740
電力費合計(千円/年)									6,611

表資 2-12 本技術機器リスト(ケース③ 1,700m³/(日・池)×改築1池(全体2池))(1/2)

機器名称	仕様	台数	負荷容量/台	負荷容量合計	稼働台数	負荷率	稼働時間	電力量 (kwh/日)	電力量 (kwh/年)
1. 水処理設備(機械)									
【本技術導入池】									
し渣スクリーンユニット	裏がき式スクリーン(脱水機付き) 目幅2mm×1.15kW	1	1.15	1.15	1	0.8	14.0	12.9	4,701
ディッチ流入可動堰	鋳鉄製手動式可動堰 800W×400ST	1							
ディッチ流入ゲート	鋳鉄製手動式ゲート 500W×500H	2							
繊維担体ユニット	85ユニット	1							
曝気用ブロウ	ルーツブロウ 18m ³ ×φ125mm×18.5kW		18.5	37.0	2	0.8	24.0	710.4	259,296
ディッチ流出可動堰	鋳鉄製手動式可動堰 1200W×400ST	1							
ディッチ流出ゲート	鋳鉄製手動式ゲート φ300	1							
混和槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.25m×3.7kW	2	3.7	7.4	2	0.8	24.0	142.1	51,859
PAC注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ15×0.2kW	2	0.2	0.4	1	0.8	12.0	1.9	701
PACタンク	PE製タンク 有効2m ³	1							
NaOH注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ15×0.2kW	2	0.2	0.4	1	0.8	10.0	1.6	584
NaOHタンク	PE製タンク 有効0.5m ³	1							
終沈污泥掻寄機	中央駆動支柱形 φ16.5m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
スラム移送ポンプ	水中污泥ポンプ φ80×3.7kW	2	3.7	7.4	1	0.8	2.0	5.9	2,161
余剰污泥ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ50×1.5kW	1	1.5	1.5	1	0.8	3.0	3.6	1,314
【単純更新池】									
ディッチ流入可動堰	鋳鉄製手動式可動堰 800W×400ST	1							
曝気装置	縦軸型機械式曝気装置 18.5kW	2	18.5	37.0	2	0.8	10.0	296.0	108,040
ディッチ流出可動堰	鋳鉄製手動式可動堰 1200W×400ST	1							
ディッチ流出ゲート	鋳鉄製手動式ゲート φ300	1							
終沈污泥掻寄機	中央駆動支柱形 φ16.5m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
スラム移送ポンプ	水中污泥ポンプ φ80×3.7kW	2	3.7	7.4	1	0.8	8.0	23.7	8,643
返送污泥ポンプ	吸込スクリー付污泥ポンプ φ100×3.7kW	2	3.7	7.4	1	0.8	7.0	20.7	7,563
余剰污泥ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ65×1.5kW	2	1.5	3.0	1	0.8	3.0	3.6	1,314
								小計	451,782
2. 濃縮設備									
濃縮污泥掻寄機	中央駆動懸垂形 φ3m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
濃縮污泥引抜弁	電動偏心構造弁 φ125×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
濃縮污泥引抜ポンプ	破砕ポンプ φ125×5.5kW	2	5.5	15.0	1	0.8	2.0	8.8	3,212
返流水ポンプ	水中污泥ポンプφ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	12.0	21.1	7,709
								小計	13,841
3. 污泥脱水設備									
污泥脱水機	多重板型スクリーンレス脱水機 2軸×2.115kW	1	2.115	2.115	1	0.8	14.4	24.4	8,893
污泥供給ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ40×0.75kW	2	0.75	1.5	1	0.8	14.4	8.6	3,154
ケーキホツパ	鋼板製描形 容量8m ³ ×(1.5kW×2台)	1	3.0	3.0	1	0.8	0.5	1.2	438
ケーキコンベヤ	トラフ形ベルトコンベヤ 13m×1.5kW	1	1.5	1.5	1	0.8	14.4	17.3	6,307
污泥貯留槽投入弁	電動偏心構造弁 φ125×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
污泥貯留槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.35m×5.5kW	1	5.5	5.5	1	0.8	24.0	105.6	38,544
污泥貯留槽引抜弁	電動偏心構造弁 φ125×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
空気圧縮機	可搬式空気圧縮機(除湿機含む) 5kW	2	1.5	3.0	1	0.8	6.0	7.2	2,628
ポリ鉄タンク	PE製タンク 有効1.0m ³	1							
								小計	60,198

表資 2-12 本技術機器リスト(ケース③ 1,700m³/(日・池)×改築1池(全体2池))(2/2)

機器名称	仕様	台数	負荷容量/台	負荷容量合計	稼動台数	負荷率	稼動時間	電力量 (kwh/日)	電力量 (kwh/年)
4. 沈砂池ポンプ設備									
自動除塵機	連続式 幅2.0m×2.2kW	1	0.4	0.4	1	0.8	1.0	0.3	117
し渣搬出機	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	1.5	1.5	1	0.8	1.0	1.2	438
沈砂し渣洗浄機	機械攪拌式	1	5.2	5.2	1	0.8	1.0	4.2	1,518
し渣脱水機	スクリーン式	1	2.6	2.6	1	0.8	1.0	2.1	759
揚砂ポンプ	水中汚泥ポンプ	1	5.5	5.5	1	0.8	6.0	26.4	9,636
スカム分離機	脱水機構付自動スクリーン	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	8.4	3,084
主ポンプ	水中汚水ポンプ	3	11.0	33.0	2	0.8	12.0	211.2	77,088
								小計	92,640
5. 消毒設備									
雑用水給水装置	圧力タンク式給水ユニット	2	5.5	11.0	1	0.8	24.0	105.6	38,544
オートストレーナ	自動洗浄式	1	0.4	0.4	1	0.8	6.0	1.9	701
								小計	39,245
電力量合計								657,706	
電力費合計(千円/年)								9,866	

表資 2-13 従来技術機器リスト(ケース③ 1,700m³/(日・池)×改築1池(全体2池))
(ケース⑥ 1,700m³/(日・池)×改築2池(全体2池))

機器名称	仕様	台数	負荷容量/台	負荷容量合計	稼働台数	負荷率	稼働時間	電力量 (kwh/日)	電力量 (kwh/年)
1. 水処理設備(機械)									
ディッチ流入可動堰	鋳鉄製手動式可動堰 800W×400ST	2							
曝気装置	縦軸型機械式曝気装置 18.5kW	4	18.5	74.0	4	0.8	10.0	592.0	216,080
ディッチ流出可動堰	鋳鉄製手動式可動堰 1200W×400ST	2							
ディッチ流出ゲート	鋳鉄製手動式ゲート φ300	2							
終沈污泥掻寄機	中央駆動支柱形 φ16.5m×0.4kW	2	0.4	0.8	2	0.8	24.0	15.4	5,606
スカム移送ポンプ	水中汚泥ポンプ φ80×3.7kW	4	3.7	14.8	2	0.8	8.0	47.4	17,286
返送汚泥ポンプ	吸込スクルー付汚泥ポンプ φ100×3.7kW	3	3.7	11.1	2	0.8	7.0	41.4	15,126
余剰汚泥ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ65×1.5kW	3	1.5	4.5	2	0.8	3.0	7.2	2,628
								小計	256,726
2. 濃縮設備									
濃縮汚泥掻寄機	中央駆動懸垂形 φ4m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
濃縮汚泥引抜弁	電動偏心構造弁 φ150×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
濃縮汚泥引抜ポンプ	破砕ポンプ φ150×7.5W	2	7.5	15.0	1	0.8	2.0	12.0	4,380
返流水ポンプ	水中汚泥ポンプ φ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	12.0	21.1	7,709
								小計	15,009
3. 汚泥脱水設備									
汚泥脱水機						0.8	14.4	338.7	123,621
汚泥供給ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ50×0.75kW	2	0.75	1.5	1	0.8	14.4	8.6	3,154
薬液供給ポンプ(高分子)	一軸ネジ式ポンプ φ20×0.4kW	2	0.4	0.8	1	0.8	14.4	4.6	1,682
薬液溶解タンク(高分子)	立形攪拌槽(定量供給器付) 容量3m ³ ×2.2kW	1	2.2	2.2	1	0.8	2.0	3.5	1,285
ケーキホツバ	鋼板製描形 容量11m ³ ×(1.5kW×2台)	1	3.0	3.0	1	0.8	0.5	1.2	438
ケーキコンベヤ	トラフ形ベルトコンベヤ 15m×1.5kW	1	1.5	1.5	1	0.8	14.4	17.3	6,307
汚泥貯留槽投入弁	電動偏心構造弁 φ150×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
汚泥貯留槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.45m×5.5kW	1	5.5	5.5	1	0.8	24.0	105.6	38,544
汚泥貯留槽引抜弁	電動偏心構造弁 φ150×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
空気圧縮機	可搬式空気圧縮機(除湿機含む) 1.5kW	2	1.5	3.0	1	0.8	6.0	7.2	2,628
								小計	177,893
4. 沈砂池ポンプ設備									
自動除塵機	連続式 幅2.0m×2.2kW	1	0.4	0.4	1	0.8	1.0	0.3	117
し渣搬出機	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	1.5	1.5	1	0.8	1.0	1.2	438
沈砂し渣洗浄機	機械攪拌式	1	5.2	5.2	1	0.8	1.0	4.2	1,518
し渣脱水機	スクルー式	1	2.6	2.6	1	0.8	1.0	2.1	759
揚砂ポンプ	水中汚泥ポンプ	1	5.5	5.5	1	0.8	6.0	26.4	9,636
スカム分離機	脱水機構付自動スクリーン	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	8.4	3,084
主ポンプ	水中汚水ポンプ	3	11.0	33.0	2	0.8	12.0	211.2	77,088
								小計	92,640
5. 消毒設備									
雑用水給水装置	圧力タンク式給水ユニット	2	5.5	11.0	1	0.8	24.0	105.6	38,544
オートストレーナ	自動洗浄式	1	0.4	0.4	1	0.8	6.0	1.9	701
								小計	39,245
電力量合計									581,513
電力費合計(千円/年)									8,723

表資 2-14 本技術機器リスト(ケース④ 2,500m³/(日・池)×改築1池(全体2池))(1/2)

機器名称	仕様	台数	負荷容量/台	負荷容量合計	稼動台数	負荷率	稼動時間	電力量 (kwh/日)	電力量 (kwh/年)
1. 水処理設備(機械)									
【本技術導入池】									
し渣スクリーンユニット	裏がき式スクリーン(脱水機付き) 目幅2mm×1.15kW	1	1.15	1.15	1	0.8	14.0	12.9	4,701
ディッチ流入可動堰	鑄鉄製手動式可動堰 1200W×400ST	1							
ディッチ流入ゲート	鑄鉄製手動式ゲート 600W×600H	2							
繊維担体ユニット	124ユニット	1							
曝気用ブロウ	ルーツブロウ 26m ³ ×φ200mm×37kW		37.0	74.0	2	0.8	24.0	1,420.8	518,592
ディッチ流出可動堰	鑄鉄製手動式可動堰 1800W×400ST	1							
ディッチ流出ゲート	鑄鉄製手動式ゲート φ400	1							
混和槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.4m×5.5kW	2	5.5	11.0	2	0.8	24.0	211.2	77,088
PAC注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ15×0.2kW	2	0.2	0.4	1	0.8	12.0	1.9	701
PACタンク	PE製タンク 有効3m ³	1							
NaOH注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ15×0.2kW	2	0.2	0.4	1	0.8	10.0	1.6	584
NaOHタンク	PE製タンク 有効0.5m ³	1							
終沈污泥掻寄機	中央駆動支柱形 φ20m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
スカム移送ポンプ	水中污泥ポンプ φ80×5.5kW	2	5.5	11.0	1	0.8	2.0	8.8	3,212
余剰污泥ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ65×2.2kW	1	2.2	2.2	1	0.8	3.0	5.3	1,927
【単純更新池】									
ディッチ流入可動堰	鑄鉄製手動式可動堰 1200W×400ST	1							
曝気装置	縦軸型機械式曝気装置 30kW	2	30.0	60.0	2	0.8	10.0	480.0	175,200
ディッチ流出可動堰	鑄鉄製手動式可動堰 1800W×400ST	1							
ディッチ流出ゲート	鑄鉄製手動式ゲート φ400	1							
終沈污泥掻寄機	中央駆動支柱形 φ20m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
スカム移送ポンプ	水中污泥ポンプ φ80×5.5kW	2	5.5	11.0	1	0.8	8.0	35.2	12,848
返送污泥ポンプ	吸込スクリー付污泥ポンプ φ150×5.5kW	2	5.5	11.0	1	0.8	7.0	30.8	11,242
余剰污泥ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	3.0	5.3	1,927
								小計	813,628
2. 濃縮設備									
濃縮污泥掻寄機	中央駆動懸垂形 φ4m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
濃縮污泥引抜弁	電動偏心構造弁 φ150×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
濃縮污泥引抜ポンプ	破碎ポンプ φ150×7.5kW	2	7.5	15.0	1	0.8	2.0	12.0	4,380
返流水ポンプ	水中污泥ポンプφ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	12.0	21.1	7,709
								小計	15,009
3. 污泥脱水設備									
污泥脱水機	多重板型スクリーンプレス脱水機 2軸×2.115kW	1	2.115	2.115	1	0.8	14.4	24.4	8,893
污泥供給ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ50×0.75kW	2	0.75	1.5	1	0.8	14.4	8.6	3,154
ケーキホッパ	鋼板製描形 容量12m ³ ×(1.5kW×2台)	1	3.0	3.0	1	0.8	0.5	1.2	438
ケーキコンベヤ	トラフ形ベルトコンベヤ 15m×1.5kW	1	1.5	1.5	1	0.8	14.4	17.3	6,307
污泥貯留槽投入弁	電動偏心構造弁 φ150×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
污泥貯留槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.45m×5.5kW	1	5.5	5.5	1	0.8	24.0	105.6	38,544
污泥貯留槽引抜弁	電動偏心構造弁 φ150×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
空気圧縮機	可搬式空気圧縮機(除湿機含む) 1.5kW	2	1.5	3.0	1	0.8	6.0	7.2	2,628
ポリ鉄タンク	PE製タンク 有効1.5m ³	1							
								小計	60,198

表資 2-14 本技術機器リスト(ケース④ 2,500m³/(日・池)×改築1池(全体2池))(2/2)

機器名称	仕様	台数	負荷容量/台	負荷容量合計	稼働台数	負荷率	稼働時間	電力量 (kwh/日)	電力量 (kwh/年)
4. 沈砂池ポンプ設備									
自動除塵機	連続式 幅2.5m×3.7kW	1	0.4	0.4	1	0.8	1.0	0.3	117
し渣搬出機	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	1.5	1.5	1	0.8	1.0	1.2	438
沈砂し渣洗浄機	機械攪拌式	1	5.2	5.2	1	0.8	1.0	4.2	1,518
し渣脱水機	スクリーン式	1	2.6	2.6	1	0.8	1.0	2.1	759
揚砂ポンプ	水中汚泥ポンプ	1	5.5	5.5	1	0.8	6.0	26.4	9,636
スカム分離機	脱水機構付自動スクリーン	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	8.4	3,084
主ポンプ	水中汚水ポンプ	3	18.5	55.5	2	0.8	12.0	355.2	129,648
								小計	145,200
5. 消毒設備									
雑用水給水装置	圧力タンク式給水ユニット	2	5.5	11.0	1	0.8	24.0	105.6	38,544
オートストレーナ	自動洗浄式	1	0.4	0.4	1	0.8	6.0	1.9	701
								小計	39,245
電力量合計									1,073,280
電力費合計(千円/年)									16,099

表資 2-15 従来技術機器リスト(ケース④ 2,500m³/(日・池)×改築1池(全体2池))
(ケース⑦ 2,500m³/(日・池)×改築2池(全体2池))

機器名称	仕様	台数	負荷容量/台	負荷容量合計	稼働台数	負荷率	稼働時間	電力量 (kwh/日)	電力量 (kwh/年)
1. 水処理設備(機械)									
ディッチ流入可動堰	鋳鉄製手動式可動堰 1200W×400ST	2							
曝気装置	縦軸型機械式曝気装置 30kW	4	30.0	120.0	4	0.8	10.0	960.0	350,400
ディッチ流出可動堰	鋳鉄製手動式可動堰 1800W×400ST	2							
ディッチ流出ゲート	鋳鉄製手動式ゲート φ400	2							
終沈汚泥掻寄機	中央駆動支柱形 φ20m×0.4kW	2	0.4	0.8	2	0.8	24.0	15.4	5,606
スカム移送ポンプ	水中汚泥ポンプ φ80×5.5kW	4	5.5	22.0	2	0.8	8.0	70.4	25,696
返送汚泥ポンプ	吸込スクリー付汚泥ポンプ φ150×5.5kW	3	5.5	16.5	2	0.8	7.0	61.6	22,484
余剰汚泥ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ80×2.2kW	3	2.2	6.6	2	0.8	3.0	10.6	3,854
								小計	408,040
2. 濃縮設備									
濃縮汚泥掻寄機	中央駆動懸垂形 φ5m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
濃縮汚泥引抜弁	電動偏心構造弁 φ200×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
濃縮汚泥引抜ポンプ	破砕ポンプ φ200×11kW	2	11.0	22.0	1	0.8	2.0	17.6	6,424
返流水ポンプ	水中汚泥ポンプφ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	12.0	21.1	7,709
								小計	17,053
3. 汚泥脱水設備									
汚泥脱水機						0.8	14.4	338.7	123,621
汚泥供給ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ65×1.5kW	2	1.5	3.0	1	0.8	14.4	17.3	6,307
薬液供給ポンプ(高分子)	一軸ネジ式ポンプ φ20×0.4kW	2	0.4	0.8	1	0.8	14.4	4.6	1,682
薬液溶解タンク(高分子)	立形攪拌槽(定量供給器付) 容量5m ³ ×3.7kW	1	3.7	3.7	1	0.8	2.0	5.9	2,161
ケーキホッパ	鋼板製描形 容量16m ³ ×(2.2kW×2台)	1	4.4	4.4	1	0.8	0.5	1.8	642
ケーキコンベヤ	トラフ形ベルトコンベヤ 18m×2.2kW	1	2.2	2.2	1	0.8	14.4	25.3	9,251
汚泥貯留槽投入弁	電動偏心構造弁 φ200×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
汚泥貯留槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.55m×7.5kW	1	7.5	7.5	1	0.8	24.0	144.0	52,560
汚泥貯留槽引抜弁	電動偏心構造弁 φ200×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
空気圧縮機	可搬式空気圧縮機(除湿機含む) 1.5kW	2	1.5	3.0	1	0.8	6.0	7.2	2,628
								小計	199,086
4. 沈砂池ポンプ設備									
自動除塵機	連続式 幅2.5m×3.7kW	1	0.4	0.4	1	0.8	1.0	0.3	117
し渣搬出機	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	1.5	1.5	1	0.8	1.0	1.2	438
沈砂し渣洗浄機	機械攪拌式	1	5.2	5.2	1	0.8	1.0	4.2	1,518
し渣脱水機	スクリー式	1	2.6	2.6	1	0.8	1.0	2.1	759
揚砂ポンプ	水中汚泥ポンプ	1	5.5	5.5	1	0.8	6.0	26.4	9,636
スカム分離機	脱水機構付自動スクリーン	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	8.4	3,084
主ポンプ	水中汚水ポンプ	3	18.5	55.5	2	0.8	12.0	355.2	129,648
								小計	145,200
5. 消毒設備									
雑用水給水装置	圧力タンク式給水ユニット	2	5.5	11.0	1	0.8	24.0	105.6	38,544
オートストレーナ	自動洗浄式	1	0.4	0.4	1	0.8	6.0	1.9	701
								小計	39,245
電力量合計									808,624
電力費合計(千円/年)									12,129

表資 2-16 本技術機器リスト(ケース⑤ 1,000m³/(日・池)×改築 2 池(全体 2 池))

機器名称	仕様	台数	負荷容量/台	負荷容量合計	稼働台数	負荷率	稼働時間	電力量 (kwh/日)	電力量 (kwh/年)
1. 水処理設備(機械)									
し渣スクリーンユニット	裏がき式スクリーン(脱水機付き) 目幅2mm×1.15kW	1	1.15	1.15	1	0.8	14.0	12.9	4,701
ディッチ流入可動堰	鑄鉄製手動式可動堰 600W×400ST	2							
ディッチ流入ゲート	鑄鉄製手動式ゲート 400W×400H	4							
繊維担体ユニット	50ユニット	2							
曝気用ブロウ	ルーツブロウ 21m ³ ×φ150mm×22kW		22.0	44.0	2	0.8	24.0	844.8	308,352
ディッチ流出可動堰	鑄鉄製手動式可動堰 800W×400ST	2							
ディッチ流出ゲート	鑄鉄製手動式ゲート φ250	2							
混和槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.2m×3.7kW	4	3.7	14.8	4	0.8	24.0	284.2	103,718
PAC注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ15×0.2kW	3	0.2	0.6	2	0.8	12.0	3.8	1,402
PACタンク	PE製タンク 有効2m ³	1							
NaOH注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ15×0.2kW	3	0.2	0.6	2	0.8	10.0	3.2	1,168
NaOHタンク	PE製タンク 有効1m ³	1							
終沈汚泥掻寄機	中央駆動支柱形 φ13m×0.4kW	2	0.4	0.8	2	0.8	24.0	15.4	5,606
スカム移送ポンプ	水中汚泥ポンプ φ80×2.2kW	4	2.2	8.8	2	0.8	2.0	7.0	2,570
余剰汚泥ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ40×0.75kW	3	0.75	2.25	2	0.8	3.0	3.6	1,314
								小計	428,831
2. 濃縮設備									
濃縮汚泥掻寄機	中央駆動懸垂形 φ1m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
濃縮汚泥引抜弁	電動偏心構造弁 φ100×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
濃縮汚泥引抜ポンプ	破碎ポンプ φ100×5.5kW	2	5.5	11.0	1	0.8	2.0	8.8	3,212
返流水ポンプ	水中汚泥ポンプφ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	12.0	21.1	7,709
								小計	13,841
3. 汚泥脱水設備									
汚泥脱水機	多重板型スクレープス脱水機 1軸×1.915kW	1	1.915	1.915	1	0.8	14.4	22.1	8,052
汚泥供給ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ32×0.4kW	2	0.4	0.8	1	0.8	14.4	4.6	1,682
ケーキホツパ	鋼板製描形 容量3m ³ ×(0.75kW×2台)	1	1.5	1.5	1	0.8	0.5	0.6	219
ケーキコンベヤ	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	0.75	0.8	1	0.8	14.4	8.6	3,154
汚泥貯留槽投入弁	電動偏心構造弁 φ100×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
汚泥貯留槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.05m×3.7kW	1	3.7	3.7	1	0.8	24.0	71.0	25,930
汚泥貯留槽引抜弁	電動偏心構造弁 φ100×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
空気圧縮機	可搬式空気圧縮機(除湿機含む) 15kW	2	1.5	3.0	1	0.8	6.0	7.2	2,628
ポリ鉄タンク	PE製タンク 有効0.3m ³	1							
								小計	41,899
4. 沈砂池ポンプ設備									
自動除塵機	連続式 幅1.5m×1.5kW	1	0.4	0.4	1	0.8	1.0	0.3	117
し渣搬出機	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	1.5	1.5	1	0.8	1.0	1.2	438
沈砂し渣洗浄機	機械攪拌式	1	5.2	5.2	1	0.8	1.0	4.2	1,518
し渣脱水機	スクリー方式	1	2.6	2.6	1	0.8	1.0	2.1	759
揚砂ポンプ	水中汚泥ポンプ	1	5.5	5.5	1	0.8	6.0	26.4	9,636
スカム分離機	脱水機構付自動スクリーン	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	8.4	3,084
主ポンプ	水中汚水ポンプ	3	7.5	22.5	2	0.8	12.0	144.0	52,560
								小計	68,112
5. 消毒設備									
雑用水給水装置	圧力タンク式給水ユニット	2	5.5	11.0	1	0.8	24.0	105.6	38,544
オートストレーナ	自動洗浄式	1	0.4	0.4	1	0.8	6.0	1.9	701
								小計	39,245
電力量合計									591,928
電力費合計(千円/年)									8,879

資料編 2. ケーススタディ

表資 2-17 本技術機器リスト(ケース⑥ 1,700m³/(日・池)×改築2池(全体2池))

機器名称	仕様	台数	負荷容量/台	負荷容量合計	稼動台数	負荷率	稼動時間	電力量 (kwh/日)	電力量 (kwh/年)
1. 水処理設備(機械)									
し渣スクリーンユニット	裏がき式スクリーン(脱水機付き) 目幅2mm×1.15kW	1	1.15	1.15	1	0.8	14.0	12.9	4,701
ディッチ流入可動堰	鑄鉄製手動式可動堰 800W×400ST	2							
ディッチ流入ゲート	鑄鉄製手動式ゲート 500W×500H	4							
繊維担体ユニット	85ユニット	2							
曝気用ブロウ	ルーツブロウ 36m ³ ×φ200mm×37kW		37.0	74.0	2	0.8	24.0	1,420.8	518,592
ディッチ流出可動堰	鑄鉄製手動式可動堰 1200W×400ST	2							
ディッチ流出ゲート	鑄鉄製手動式ゲート φ300	2							
混和槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.25m×3.7kW	4	3.7	14.8	4	0.8	24.0	284.2	103,718
PAC注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ15×0.2kW	3	0.2	0.6	2	0.8	12.0	3.8	1,402
PACタンク	PE製タンク 有効4m ³	1							
NaOH注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ15×0.2kW	3	0.2	0.6	2	0.8	10.0	3.2	1,168
NaOHタンク	PE製タンク 有効1m ³	1							
終沈污泥掻寄機	中央駆動支柱形 φ16.5m×0.4kW	2	0.4	0.8	2	0.8	24.0	15.4	5,606
スラム移送ポンプ	水中污泥ポンプ φ80×3.7kW	4	3.7	14.8	2	0.8	2.0	11.8	4,322
余剰污泥ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ50×1.5kW	3	1.5	4.5	2	0.8	3.0	7.2	2,628
								小計	642,137
2. 濃縮設備									
濃縮污泥掻寄機	中央駆動懸垂形 φ2m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
濃縮污泥引抜弁	電動偏心構造弁 φ125×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
濃縮污泥引抜ポンプ	破碎ポンプ φ125×5.5kW	2	5.5	15.0	1	0.8	2.0	8.8	3,212
返流水ポンプ	水中污泥ポンプφ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	12.0	21.1	7,709
								小計	13,841
3. 污泥脱水設備									
污泥脱水機	多重板型スクリーンプレス脱水機 1軸×1.915kW	1	1.915	1.915	1	0.8	14.4	22.1	8,052
污泥供給ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ32×0.4kW	2	0.4	0.8	1	0.8	14.4	4.6	1,682
ケーキホッパ	鋼板製描形 容量5m ³ ×(0.75kW×2台)	1	1.5	1.5	1	0.8	0.5	0.6	219
ケーキコンベヤ	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	0.75	0.8	1	0.8	14.4	8.6	3,154
污泥貯留槽投入弁	電動偏心構造弁 φ125×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
污泥貯留槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.2m×3.7kW	1	3.7	3.7	1	0.8	24.0	71.0	25,930
污泥貯留槽引抜弁	電動偏心構造弁 φ125×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
空気圧縮機	可搬式空気圧縮機(除湿機含む) 15kW	2	1.5	3.0	1	0.8	6.0	7.2	2,628
ポリ鉄タンク	PE製タンク 有効0.6m ³	1							
								小計	41,899
4. 沈砂池ポンプ設備									
自動除塵機	連続式 幅2.0m×2.2kW	1	0.4	0.4	1	0.8	1.0	0.3	117
し渣搬出機	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	1.5	1.5	1	0.8	1.0	1.2	438
沈砂し渣洗浄機	機械攪拌式	1	5.2	5.2	1	0.8	1.0	4.2	1,518
し渣脱水機	スクリー式	1	2.6	2.6	1	0.8	1.0	2.1	759
揚砂ポンプ	水中污泥ポンプ	1	5.5	5.5	1	0.8	6.0	26.4	9,636
スラム分離機	脱水機構付自動スクリーン	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	8.4	3,084
主ポンプ	水中汚水ポンプ	3	11.0	33.0	2	0.8	12.0	211.2	77,088
								小計	92,640
5. 消毒設備									
雑用水給水装置	圧力タンク式給水ユニット	2	5.5	11.0	1	0.8	24.0	105.6	38,544
オートストレーナ	自動洗浄式	1	0.4	0.4	1	0.8	6.0	1.9	701
								小計	39,245
電力量合計									829,762
電力費合計(千円/年)									12,446

表資 2-18 本技術機器リスト(ケース⑦ 2,500m³/(日・池)×改築 2 池(全体 2 池))

機器名称	仕様	台数	負荷容量/台	負荷容量合計	稼働台数	負荷率	稼働時間	電力量 (kwh/日)	電力量 (kwh/年)
1. 水処理設備(機械)									
し渣スクリーンユニット	裏がき式スクリーン(脱水機付き) 目幅2mm×1.15kW	1	1.15	1.15	1	0.8	14.0	12.9	4,701
ディッチ流入可動堰	鑄鉄製手動式可動堰 1200W×400ST	2							
ディッチ流入ゲート	鑄鉄製手動式ゲート 600W×600H	4							
繊維担体ユニット	124ユニット	2							
曝気用ブロワ	ルーツブロワ 52m ³ ×φ250mm×55kW		55.0	110.0	2	0.8	24.0	2,112.0	770,880
ディッチ流出可動堰	鑄鉄製手動式可動堰 1800W×400ST	2							
ディッチ流出ゲート	鑄鉄製手動式ゲート φ400	2							
混和槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.4m×5.5kW	4	5.5	22.0	4	0.8	24.0	422.4	154,176
PAC注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ15×0.2kW	3	0.2	0.6	2	0.8	12.0	3.8	1,402
PACタンク	PE製タンク 有効6m ³	1							
NaOH注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ15×0.2kW	3	0.2	0.6	2	0.8	10.0	3.2	1,168
NaOHタンク	PE製タンク 有効1m ³	1							
終沈汚泥掻寄機	中央駆動支柱形 φ20m×0.4kW	2	0.4	0.8	2	0.8	24.0	15.4	5,606
スカム移送ポンプ	水中汚泥ポンプ φ80×5.5kW	4	5.5	22.0	2	0.8	2.0	17.6	6,424
余剰汚泥ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ65×2.2kW	3	2.2	6.6	2	0.8	3.0	10.6	3,854
								小計	948,211
2. 濃縮設備									
濃縮汚泥掻寄機	中央駆動懸垂形 φ3m×0.4kW	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	7.7	2,803
濃縮汚泥引抜弁	電動偏心構造弁 φ150×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
濃縮汚泥引抜ポンプ	破砕ポンプ φ150×7.5kW	2	7.5	15.0	1	0.8	2.0	12.0	4,380
返流水ポンプ	水中汚泥ポンプφ80×2.2kW	2	2.2	4.4	1	0.8	12.0	21.1	7,709
								小計	15,009
3. 汚泥脱水設備									
汚泥脱水機	多重板型スクリーンプレス脱水機 1軸×1.915kW	1	1.915	1.915	1	0.8	14.4	22.1	8,052
汚泥供給ポンプ	一軸ネジ式ポンプ φ40×0.75kW	2	0.75	1.5	1	0.8	14.4	8.6	3,154
ケーキホツパ	鋼板裁断形 容量7m ³ ×(1.5kW×2台)	1	3.0	3.0	1	0.8	0.5	1.2	438
ケーキコンベヤ	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	0.75	0.8	1	0.8	14.4	8.6	3,154
汚泥貯留槽投入弁	電動偏心構造弁 φ150×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
汚泥貯留槽攪拌機	立形ミキサー 羽根径1.3m×5.5kW	1	5.5	5.5	1	0.8	24.0	105.6	38,544
汚泥貯留槽引抜弁	電動偏心構造弁 φ150×0.2kW	1	0.2	0.2	1	0.8	2.0	0.3	117
空気圧縮機	可搬式空気圧縮機(除湿機含む) 15kW	2	1.5	3.0	1	0.8	6.0	7.2	2,628
ポリ鉄タンク	PE製タンク 有効0.8m ³	1							
								小計	56,204
4. 沈砂池ポンプ設備									
自動除塵機	連続式 幅2.5m×3.7kW	1	0.4	0.4	1	0.8	1.0	0.3	117
し渣搬出機	トラフ形ベルトコンベヤ 10m×0.75kW	1	1.5	1.5	1	0.8	1.0	1.2	438
沈砂し渣洗浄機	機械攪拌式	1	5.2	5.2	1	0.8	1.0	4.2	1,518
し渣脱水機	スクリー式	1	2.6	2.6	1	0.8	1.0	2.1	759
揚砂ポンプ	水中汚泥ポンプ	1	5.5	5.5	1	0.8	6.0	26.4	9,636
スカム分離機	脱水機構付自動スクリーン	1	0.4	0.4	1	0.8	24.0	8.4	3,084
主ポンプ	水中汚水ポンプ	3	18.5	55.5	2	0.8	12.0	355.2	129,648
								小計	145,200
5. 消毒設備									
雑用水給水装置	圧力タンク式給水ユニット	2	5.5	11.0	1	0.8	24.0	105.6	38,544
オートストレーナ	自動洗浄式	1	0.4	0.4	1	0.8	6.0	1.9	701
								小計	39,245
電力量合計									1,203,869
電力費合計(千円/年)									18,058

表資 2-19 本技術算出根拠(ケース① 2,500m³/(日・池)×改築1池(全体1池))

建設費					
項目		単位	値	備考	
試算条件	処理能力	m³/日	2,500	－	
	池数	池	全1池のうち1池	－	
	日最大水量における固形物発生量	t/日	0.13	推算値：OD法の固形物発生量0.32t/日×40%	
建設費	水処理設備(機械)	百万円	235.0	積上方式、耐用年数：機器 15年、特殊繊維担体 10年	
	濃縮設備(機械)	百万円	31.0	積上方式、耐用年数：機器 15年	
	汚泥脱水設備(機械)	百万円	90.0	積上方式、耐用年数：機器 15年	
	水処理設備(電気)	百万円	96.0	積上方式、耐用年数：機器 15年	
	土木改造費（O D槽土木躯体改造費）	百万円	30.0	積上方式	
	計	百万円	482.0	－	
	年価	百万円/年	42.7	建設費年価＝建設費×i(1+i) ⁿ /((1+i) ⁿ -1)	
維持管理費					
試算条件	日平均計画水量	m³/日	2,000	－	
	日平均水量における固形物発生量	t/日	0.104	推算値：OD法の固形物発生量0.26t/日×40%	
維持管理費	電力費	水処理設備	百万円/年	9.14	定格動力、負荷率、稼働率から算出
		濃縮設備	百万円/年	0.21	
		汚泥脱水設備	百万円/年	0.63	
		沈砂池ポンプ設備	百万円/年	1.02	
		消毒設備	百万円/年	0.59	
	薬品費	PAC	百万円/年	1.13	PAC使用量は72kg/日とし、通年添加する。
		苛性ソーダ	百万円/年	0.40	苛性ソーダ使用量は20kg/日とし、通年添加する。
		高分子凝集剤	百万円/年	1.14	薬注率 1.2%
		ポリ鉄	百万円/年	0.50	薬注率 15%
		次亜塩素酸カルシウム錠剤	百万円/年	1.42	薬注率 3%
	補修費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	4.50	機器費の2％にて算出
	汚泥処分費	汚泥脱水設備	百万円/年	3.57	汚泥含水率 83%
	人件費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	17.30	OD法の0.69として算出。
	計		百万円/年	41.56	－

表資 2-20 従来技術算出根拠(ケース① 2,500m³/(日・池)×改築1池(全体1池))

建設費					
項目		単位	値	備考	
試算条件	処理能力		m³/日	2,500	－
	池数		池	全1池のうち1池	－
	日最大水量における固形物発生量		t/日	0.32	－
建設費	水処理設備(機械)		百万円	162.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	濃縮設備(機械)		百万円	36.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	汚泥脱水設備(機械)		百万円	189.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	水処理設備(電気)		百万円	76.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	土木改造費（O D槽土木躯体改造費）		百万円	0.0	改造無し
	計		百万円	463.0	－
	年価		百万円/年	41.8	建設費年価＝建設費×i(1+i) ⁿ /((1+i) ⁿ -1)
維持管理費					
試算条件	日平均計画水量		m³/日	2,000	－
	日平均水量における固形物発生量		t/日	0.26	－
維持管理費	電力費	水処理設備	百万円/年	3.06	定格動力、負荷率、稼働率から算出
		濃縮設備	百万円/年	0.23	
		汚泥脱水設備	百万円/年	1.10	
		沈砂池ポンプ設備	百万円/年	1.02	
		消毒設備	百万円/年	0.59	
	薬品費	PAC	百万円/年	0.00	－
		苛性ソーダ	百万円/年	0.00	－
		高分子凝集剤	百万円/年	1.14	薬注率 1.2%
		ポリ鉄	百万円/年	0.00	－
		次亜塩素酸カルシウム錠剤	百万円/年	1.42	薬注率 3%
	補修費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	5.90	機器費の2％にて算出
	汚泥処分費	汚泥脱水設備	百万円/年	8.93	汚泥含水率 83%
	人件費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	25.00	維持管理積算要領で算出
	計		百万円/年	48.39	－

表資 2-21 本技術算出根拠(ケース② 1,000m³/(日・池)×改築1池(全体2池))

建設費					
項目		単位	値	備考	
試算条件	処理能力	m³/日	2,000	－	
	池数	池	全2系列のうち2系列	本技術1系列、OD法1系列	
	日最大水量における固形物発生量	t/日	0.18	本技術0.05 t/日＋OD法0.13 t/日	
建設費	水処理設備(機械)	百万円	259.0	積上方式、耐用年数：機器 15年、特殊繊維担体 10年	
	濃縮設備(機械)	百万円	31.0	積上方式、耐用年数：機器 15年	
	汚泥脱水設備(機械)	百万円	89.0	積上方式、耐用年数：機器 15年	
	水処理設備(電気)	百万円	67.0	積上方式、耐用年数：機器 15年	
	土木改造費（O D槽土木躯体改造費）	百万円	25.0	積上方式	
	計	百万円	471.0	－	
	年価	百万円/年	37.5	建設費年価＝建設費×i(1+i) ⁿ /((1+i) ⁿ -1)	
維持管理費					
試算条件	日平均計画水量	m³/日	1,600	－	
	日平均水量における固形物発生量	t/日	0.146	本技術0.04 t/日＋OD法0.1 t/日	
維持管理費	電力費	水処理設備	百万円/年	4.41	定格動力、負荷率、稼働率から算出
		濃縮設備	百万円/年	0.21	
		汚泥脱水設備	百万円/年	0.63	
		沈砂池ポンプ設備	百万円/年	1.02	
		消毒設備	百万円/年	0.59	
	薬品費	PAC	百万円/年	0.45	PAC使用量は29kg/日とし、通年添加する。
		苛性ソーダ	百万円/年	0.29	苛性ソーダ使用量は8kg/日とし、通年添加する。
		高分子凝集剤	百万円/年	0.92	薬注率 1.2%
		ポリ鉄	百万円/年	0.20	薬注率 15%
		次亜塩素カルシウム錠剤	百万円/年	1.14	薬注率 3%
	補修費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	5.40	機器費の2％にて算出
	汚泥処分費	汚泥脱水設備	百万円/年	5.02	汚泥含水率 83%
	人件費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	28.90	OD法の0.69として算出。
	計		百万円/年	49.17	－

表資 2-22 従来技術算出根拠(ケース② 1,000m³/(日・池)×改築 1 池(全体 2 池))
(ケース⑤ 1,000m³/(日・池)×改築 2 池(全体 2 池))

建設費					
項目			単位	値	備考
試算条件	処理能力		m³/日	2,000	－
	池数		池	全2系列のうち2系列	－
	日最大水量における固形物発生量		t/日	0.26	OD法0.13 t/日＋OD法0.13 t/日
建設費	水処理設備(機械)		百万円	242.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	濃縮設備(機械)		百万円	33.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	汚泥脱水設備(機械)		百万円	189.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	水処理設備(電気)		百万円	60.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	土木改造費（O D槽土木躯体改造費）		百万円	0.0	改造無し
	計		百万円	524.0	－
	年価		百万円/年	41.7	建設費年価＝建設費×i(1+i) ⁿ /((1+i) ⁿ -1)
維持管理費					
試算条件	日平均計画水量		m³/日	1,600	－
	日平均水量における固形物発生量		t/日	0.208	OD法0.1 t/日＋OD法0.1 t/日
維持管理費	電力費	水処理設備	百万円/年	2.32	定格動力、負荷率、稼働率から算出
		濃縮設備	百万円/年	0.21	
		汚泥脱水設備	百万円/年	2.47	
		沈砂池ポンプ設備	百万円/年	1.02	
		消毒設備	百万円/年	0.59	
	薬品費	PAC	百万円/年	0.00	－
		苛性ソーダ	百万円/年	0.00	－
		高分子凝集剤	百万円/年	0.91	薬注率 1.2%
		ポリ鉄	百万円/年	0.00	－
		次亜塩素酸カルシウム錠剤	百万円/年	1.14	薬注率 3%
	補修費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	6.80	機器費の2％にて算出
	汚泥処分費	汚泥脱水設備	百万円/年	7.15	汚泥含水率 83%
	人件費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	34.20	維持管理積算要領で算出
	計		百万円/年	56.81	－

表資 2-23 本技術算出根拠(ケース③ 1,700m³/(日・池)×改築1池(全体2池))

建設費					
項目		単位	値	備考	
試算条件	処理能力		m³/日	3,400	－
	池数		池	全2系列のうち2系列	本技術1系列、OD法1系列
	日最大水量における固形物発生量		t/日	0.30	本技術0.09 t/日＋OD法0.22 t/日
建設費	水処理設備(機械)		百万円	331.0	積上方式、耐用年数：機器 15年、特殊繊維担体 10年
	濃縮設備(機械)		百万円	33.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	汚泥脱水設備(機械)		百万円	108.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	水処理設備(電気)		百万円	106.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	土木改造費（O D槽土木躯体改造費）		百万円	27.0	積上方式
	計		百万円	605.0	－
	年価		百万円/年	48.9	建設費年価＝建設費×i(1+i) ⁿ /((1+i) ⁿ -1)
維持管理費					
試算条件	日平均計画水量		m³/日	2,720	－
	日平均水量における固形物発生量		t/日	0.248	本技術0.07 t/日＋OD法0.18 t/日
維持管理費	電力費	水処理設備	百万円/年	6.78	定格動力、負荷率、稼働率から算出
		濃縮設備	百万円/年	0.21	
		汚泥脱水設備	百万円/年	0.90	
		沈砂池ポンプ設備	百万円/年	1.39	
		消毒設備	百万円/年	0.59	
	薬品費	PAC	百万円/年	0.77	PAC使用量は49kg/日とし、通年添加する。
		苛性ソーダ	百万円/年	0.49	苛性ソーダ使用量は14kg/日とし、通年添加する。
		高分子凝集剤	百万円/年	1.55	薬注率 1.2%
		ポリ鉄	百万円/年	0.34	薬注率 15%
		次亜塩素酸カルシウム錠剤	百万円/年	1.94	薬注率 3%
	補修費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	6.20	機器費の2％にて算出
	汚泥処分費	汚泥脱水設備	百万円/年	8.52	汚泥含水率 83%
	人件費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	36.60	OD法の0.69として算出。
	計		百万円/年	66.28	－

表資 2-24 従来技術算出根拠(ケース③ 1,700m³/(日・池)×改築 1 池(全体 2 池))
(ケース⑥ 1,700m³/(日・池)×改築 2 池(全体 2 池))

建設費					
項目		単位	値	備考	
試算条件	処理能力		m³/日	3,400	－
	池数		池	全2系列のうち2系列	－
	日最大水量における固形物発生量		t/日	0.43	OD法0.22 t/日＋OD法0.22 t/日
建設費	水処理設備(機械)		百万円	292.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	濃縮設備(機械)		百万円	36.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	汚泥脱水設備(機械)		百万円	215.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	水処理設備(電気)		百万円	101.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	土木改造費（O D槽土木躯体改造費）		百万円	0.0	改造無し
	計		百万円	644.0	－
	年価		百万円/年	51.3	建設費年価＝建設費×i(1+i) ⁿ /((1+i) ⁿ -1)
維持管理費					
試算条件	日平均計画水量		m³/日	2,720	－
	日平均水量における固形物発生量		t/日	0.354	OD法0.18 t/日＋OD法0.18 t/日
維持管理費	電力費	水処理設備	百万円/年	3.85	定格動力、負荷率、稼働率から算出
		濃縮設備	百万円/年	0.23	
		汚泥脱水設備	百万円/年	2.67	
		沈砂池ポンプ設備	百万円/年	1.39	
		消毒設備	百万円/年	0.59	
	薬品費	PAC	百万円/年	0.00	－
		苛性ソーダ	百万円/年	0.00	－
		高分子凝集剤	百万円/年	1.55	薬注率 1.2%
		ポリ鉄	百万円/年	0.00	－
		次亜塩素酸カルシウム錠剤	百万円/年	1.94	薬注率 3%
	補修費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	7.80	機器費の2％にて算出
	汚泥処分費	汚泥脱水設備	百万円/年	12.16	汚泥含水率 83%
	人件費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	43.40	維持管理積算要領で算出
	計		百万円/年	75.57	－

表資 2-25 本技術算出根拠(ケース④ 2,500m³/(日・池)×改築1池(全体2池))

建設費					
項目		単位	値	備考	
試算条件	処理能力		m³/日	5,000	－
	池数		池	全2系列のうち2系列	本技術1系列、OD法1系列
	日最大水量における固形物発生量		t/日	0.45	本技術0.13 t/日＋OD法0.32 t/日
建設費	水処理設備(機械)		百万円	409.0	積上方式、耐用年数：機器 15年、特殊繊維担体 10年
	濃縮設備(機械)		百万円	36.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	汚泥脱水設備(機械)		百万円	112.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	水処理設備(電気)		百万円	179.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	土木改造費（O D槽土木躯体改造費）		百万円	30.0	積上方式
	計		百万円	766.0	－
	年価		百万円/年	62.8	建設費年価＝建設費×i(1+i) ⁿ /((1+i) ⁿ -1)
維持管理費					
試算条件	日平均計画水量		m³/日	4,000	－
	日平均水量における固形物発生量		t/日	0.364	本技術0.1 t/日＋OD法0.26 t/日
維持管理費	電力費	水処理設備	百万円/年	12.20	定格動力、負荷率、稼働率から算出
		濃縮設備	百万円/年	0.23	
		汚泥脱水設備	百万円/年	0.90	
		沈砂池ポンプ設備	百万円/年	2.18	
		消毒設備	百万円/年	0.59	
	薬品費	PAC	百万円/年	1.13	PAC使用量は72kg/日とし、通年添加する。
		苛性ソーダ	百万円/年	0.40	苛性ソーダ使用量は20kg/日とし、通年添加する。
		高分子凝集剤	百万円/年	2.28	薬注率 1.2%
		ポリ鉄	百万円/年	0.50	薬注率 15%
		次亜塩素酸カルシウム錠剤	百万円/年	2.85	薬注率 3%
	補修費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	6.80	機器費の2％にて算出
	汚泥処分費	汚泥脱水設備	百万円/年	12.51	汚泥含水率 83%
	人件費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	42.30	OD法の0.69として算出。
	計		百万円/年	84.86	－

表資 2-26 従来技術算出根拠(ケース④ 2,500m³/(日・池)×改築 1 池(全体 2 池))
(ケース⑦ 2,500m³/(日・池)×改築 2 池(全体 2 池))

建設費					
項目		単位	値	備考	
試算条件	処理能力		m³/日	5,000	－
	池数		池	全2系列のうち2系列	－
	日最大水量における固形物発生量		t/日	0.64	OD法0.32 t/日＋OD法0.32 t/日
建設費	水処理設備(機械)		百万円	332.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	濃縮設備(機械)		百万円	38.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	汚泥脱水設備(機械)		百万円	224.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	水処理設備(電気)		百万円	159.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	土木改造費（O D槽土木躯体改造費）		百万円	0.0	改造無し
	計		百万円	753.0	－
	年価		百万円/年	59.9	建設費年価＝建設費×i(1+i) ⁿ /((1+i) ⁿ -1)
維持管理費					
試算条件	日平均計画水量		m³/日	4,000	－
	日平均水量における固形物発生量		t/日	0.52	OD法0.26 t/日＋OD法0.26 t/日
維持管理費	電力費	水処理設備	百万円/年	6.12	定格動力、負荷率、稼働率から算出
		濃縮設備	百万円/年	0.26	
		汚泥脱水設備	百万円/年	2.99	
		沈砂池ポンプ設備	百万円/年	2.18	
		消毒設備	百万円/年	0.59	
	薬品費	PAC	百万円/年	0.00	－
		苛性ソーダ	百万円/年	0.00	－
		高分子凝集剤	百万円/年	2.28	薬注率 1.2%
		ポリ鉄	百万円/年	0.00	－
		次亜塩素酸カルシウム錠剤	百万円/年	2.85	薬注率 3%
	補修費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	8.40	機器費の2％にて算出
	汚泥処分費	汚泥脱水設備	百万円/年	17.86	汚泥含水率 83%
	人件費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	50.00	維持管理積算要領で算出
	計		百万円/年	93.52	－

表資 2-27 本技術算出根拠(ケース⑤ 1,000m³/(日・池)×改築2池(全体2池))

建設費					
項目		単位	値	備考	
試算条件	処理能力		m³/日	2,000	－
	池数		池	全2系列のうち2系列	－
	日最大水量における固形物発生量		t/日	0.10	本技術0.05 t/日＋本技術0.05 t/日
建設費	水処理設備(機械)		百万円	242.0	積上方式、耐用年数：機器 15年、特殊繊維担体 10年
	濃縮設備(機械)		百万円	29.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	汚泥脱水設備(機械)		百万円	87.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	水処理設備(電気)		百万円	70.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	土木改造費（O D槽土木躯体改造費）		百万円	40.0	積上方式
	計		百万円	468.0	－
	年価		百万円/年	37.8	建設費年価＝建設費×i(1+i) ⁿ /((1+i) ⁿ -1)
維持管理費					
試算条件	日平均計画水量		m³/日	1,600	－
	日平均水量における固形物発生量		t/日	0.084	本技術0.04 t/日＋本技術0.04 t/日
維持管理費	電力費	水処理設備	百万円/年	6.43	定格動力、負荷率、稼働率から算出
		濃縮設備	百万円/年	0.21	
		汚泥脱水設備	百万円/年	0.63	
		沈砂池ポンプ設備	百万円/年	1.02	
		消毒設備	百万円/年	0.59	
	薬品費	PAC	百万円/年	0.90	PAC使用量は58kg/日とし、通年添加する。
		苛性ソーダ	百万円/年	0.58	苛性ソーダ使用量は16kg/日とし、通年添加する。
		高分子凝集剤	百万円/年	0.92	薬注率 1.2%
		ポリ鉄	百万円/年	0.40	薬注率 15%
		次亜塩素酸カルシウム錠剤	百万円/年	1.14	薬注率 3%
	補修費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	4.80	機器費の2％にて算出
	汚泥処分費	汚泥脱水設備	百万円/年	2.89	汚泥含水率 83%
	人件費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	23.60	OD法の0.69として算出。
	計		百万円/年	44.11	－

表資 2-28 本技術算出根拠(ケース⑥ 1,700m³/(日・池)×改築2池(全体2池))

建設費					
項目		単位	値	備考	
試算条件	処理能力		m³/日	3,400	－
	池数		池	全2系列のうち2系列	－
	日最大水量における固形物発生量		t/日	0.17	本技術0.09 t/日＋本技術0.09 t/日
建設費	水処理設備(機械)		百万円	329.0	積上方式、耐用年数：機器 15年、特殊繊維担体 10年
	濃縮設備(機械)		百万円	31.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	汚泥脱水設備(機械)		百万円	89.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	水処理設備(電気)		百万円	106.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	土木改造費（O D槽土木躯体改造費）		百万円	44.0	積上方式
	計		百万円	599.0	－
	年価		百万円/年	49.7	建設費年価＝建設費×i(1+i) ⁿ /((1+i) ⁿ -1)
維持管理費					
試算条件	日平均計画水量		m³/日	2,720	－
	日平均水量における固形物発生量		t/日	0.142	本技術0.07 t/日＋本技術0.07 t/日
維持管理費	電力費	水処理設備	百万円/年	9.63	定格動力、負荷率、稼働率から算出
		濃縮設備	百万円/年	0.21	
		汚泥脱水設備	百万円/年	0.63	
		沈砂池ポンプ設備	百万円/年	1.39	
		消毒設備	百万円/年	0.59	
	薬品費	PAC	百万円/年	1.54	PAC使用量は98kg/日とし、通年添加する。
		苛性ソーダ	百万円/年	0.98	苛性ソーダ使用量は24kg/日とし、通年添加する。
		高分子凝集剤	百万円/年	1.55	薬注率 1.2%
		ポリ鉄	百万円/年	0.68	薬注率 15%
		次亜塩素酸カルシウム錠剤	百万円/年	1.94	薬注率 3%
	補修費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	5.30	機器費の2％にて算出
	汚泥処分費	汚泥脱水設備	百万円/年	4.88	汚泥含水率 83%
	人件費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	29.90	OD法の0.69として算出。
	計		百万円/年	59.22	－

表資 2-29 本技術算出根拠(ケース⑦ 2,500m³/(日・池)×改築2池(全体2池))

建設費					
項目		単位	値	備考	
試算条件	処理能力		m³/日	5,000	－
	池数		池	全2系列のうち2系列	－
	日最大水量における固形物発生量		t/日	0.26	本技術0.13 t/日＋本技術0.13 t/日
建設費	水処理設備(機械)		百万円	436.0	積上方式、耐用年数：機器 15年、特殊繊維担体 10年
	濃縮設備(機械)		百万円	36.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	汚泥脱水設備(機械)		百万円	96.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	水処理設備(電気)		百万円	157.0	積上方式、耐用年数：機器 15年
	土木改造費（O D槽土木躯体改造費）		百万円	50.0	積上方式
	計		百万円	775.0	－
	年価		百万円/年	65.8	建設費年価＝建設費×i(1+i) ⁿ /((1+i) ⁿ -1)
維持管理費					
試算条件	日平均計画水量		m³/日	4,000	－
	日平均水量における固形物発生量		t/日	0.208	本技術0.1 t/日＋本技術0.1 t/日
維持管理費	電力費	水処理設備	百万円/年	14.22	定格動力、負荷率、稼働率から算出
		濃縮設備	百万円/年	0.23	
		汚泥脱水設備	百万円/年	0.84	
		沈砂池ポンプ設備	百万円/年	2.18	
		消毒設備	百万円/年	0.59	
	薬品費	PAC	百万円/年	2.26	PAC使用量は144kg/日とし、通年添加する。
		苛性ソーダ	百万円/年	0.80	苛性ソーダ使用量は40kg/日とし、通年添加する。
		高分子凝集剤	百万円/年	2.28	薬注率 1.2%
		ポリ鉄	百万円/年	1.00	薬注率 15%
		次亜塩素酸カルシウム錠剤	百万円/年	2.85	薬注率 3%
	補修費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	5.80	機器費の2％にて算出
	汚泥処分費	汚泥脱水設備	百万円/年	7.15	汚泥含水率 83%
	人件費	沈砂池ポンプ設備、水処理設備(機械・電気)、濃縮設備、汚泥脱水設備、消毒設備	百万円/年	34.50	OD法の0.69として算出。
	計		百万円/年	74.69	－

3. 立ち上げ運転の具体例

3.1 立ち上げの具体例

本編-第5章-§37で示した立ち上げ手順に沿って本技術を立ち上げる一例を以下に述べる。ここでは、処理場全体で日最大汚水量 $3,000 \text{ m}^3/\text{日}$ ($1,000 \text{ m}^3/\text{日} \times 3 \text{ 池}$)のうち、1池を本技術に改築する場合の立ち上げ運転の例を示す。

表資 3-1 処理場概要

計画日最大汚水量	$3,000 \text{ m}^3/\text{日}$ (1池当たり $1,000 \text{ m}^3/\text{日}$)
計画日平均汚水量	$2,400 \text{ m}^3/\text{日}$
改築前流入下水量(実績)	$1,800 \text{ m}^3/\text{日}$
既設 OD 槽処理能	$1,000 \text{ m}^3/\text{日} \times 3 \text{ 池}$

①種汚泥投入

反応槽の 10%分の余剰汚泥を種汚泥として投入する。流入 SS 180mg/L 、余剰汚泥濃度 0.8%とすれば、約 6 日分の余剰汚泥が必要であるが、ここでは、他に 2 系列あることから、2 系列 \times 3 日分の余剰汚泥を種汚泥として投入する。

②立ち上げ完了時の水量の設定

改築前の流入下水量が $1,800\text{m}^3/\text{日}$ であり、改築系列のほか、処理能力 $1,000\text{m}^3/\text{日}$ の OD 槽が 2 系列あることから、均等に下水を流入させるとする。

したがって、立ち上げ完了段階では、改築系列に、 $600\text{m}^3/\text{日}$ の下水を流入させる計画とする。

③通水第 1 段階

通水開始時の流入下水量 q_1 は、設定処理水量の 25%に設定する。

$$q_1 = 600\text{m}^3/\text{日} \times 0.25 = 150\text{m}^3/\text{日}$$

処理場全体の処理下水量の設定は以下とする。

	立ち上げ前	第 1 段階
No. 1(今回改築)	0	150
No. 2	900	825
No. 3	900	825

分析日は以下のように設定する

分析 1 回目 処理日数 $D > 5V \div 0.25Q$

$$5 \times 1000 \div 150 = 33.3 \rightarrow 34 \text{ 日目}$$

分析 2 回目 処理日数 $D > 6V \div 0.25Q$

$6 \times 1000 \div 150 = 40$ 日目

④ 通水第 2 段階

第 2 段階の流入下水量 q_2 は、設定処理水量の 50% に設定する。

$$q_2 = 600 \text{ m}^3/\text{日} \times 0.5 = 300 \text{ m}^3/\text{日}$$

また、処理場全体の処理下水量の設定は以下とする。

	第 1 段階	第 2 段階
No. 1 (今回改築)	150	300
No. 2	825	750
No. 3	825	750

分析日は以下のように設定する。

分析 1 回目 処理日数 $D > 5V \div 0.5Q$

$5 \times 1000 \div 300 = 16.6 \rightarrow 17$ 日目

→ 通水第 2 段階開始から 17 日目 (通算 51 日目)

⑤ 通水第 3 段階

第 3 段階の流入下水量 q_3 は、設定処理水量の 75% に設定する。

$$q_3 = 600 \text{ m}^3/\text{日} \times 0.75 = 450 \text{ m}^3/\text{日}$$

処理場全体の処理下水量の設定は以下とする。

	第 2 段階	第 3 段階
No. 1 (今回改築)	300	450
No. 2	750	675
No. 3	750	675

分析日は以下のように設定する。

分析 1 回目 処理日数 $D > 5V \div 0.75Q$

$5 \times 1000 \div 450 = 11.1 \rightarrow 12$ 日目

→ 通水第 3 段階開始から 12 日目 (通算 63 日目)

⑥ 通水第 4 段階

第 4 段階の流入下水量 q_4 は、流入下水量を計画日最大汚水量の 100% に設定する

$$q_4 = 600 \text{ m}^3/\text{日}$$

処理場全体の処理下水量の設定は以下とする。

	第 3 段階	第 4 段階
No. 1 (今回改築)	450	600
No. 2	675	600
No. 3	675	600

分析日は以下のように設定する。

分析 1 回目 処理日数 $D > 5V \div Q$ $5 \times 1000 \div 600 = 8.33 \rightarrow 9$ 日目

→通水第 4 段階開始から 9 日目(通算 72 日目)

立ち上げ工程を総括すると表資 3-2 のようになる。

表資 3-2 立ち上げ工程と系列ごとの水量比

		計画 日最大	計画 日平均	改築前 実流入量	立ち上げステップ				
					第1段階	第2段階	第3段階	定常運転	
流入 下水量 ($\text{m}^3/\text{日}$)	第1池(改築)	1, 000	800	600	種 汚 泥 投 入	150	300	450	600
	第2池(既設)	1, 000	800	600		825	750	675	600
	第3池(既設)	1, 000	800	600		825	750	675	600
	処理場合計	3, 000	2, 400	1, 800		1, 800	1, 800	1, 800	1, 800
期間 (日間)		反応タンク容積 $1, 000\text{m}^3$ ×5倍= $5, 000\text{m}^3$			$5, 000\text{m}^3 \div 150\text{m}^3/\text{日}$ ≒最短34 日間	$5, 000\text{m}^3 \div 300\text{m}^3/\text{日}$ ≒最短17 日間	$5, 000\text{m}^3 \div 750\text{m}^3/\text{日}$ ≒最短11 日間	⇒合計63日間 (最短)	

3.2 立ち上げ時の流入水温

以下に流入下水温 15°C 以下で立ち上げを行う場合の流入下水量が設計値となる第 4 段階までの立ち上げ期間の一例を以下に示す。

反応槽容量 $1,000\text{m}^3$ 、日最大汚水量 $1,000\text{m}^3/\text{日}$ の場合

- ・第 1 段階 : 60 日
 - ・第 2 段階 : 40～50 日
 - ・第 3 段階 : 40～50 日
- 計 : 140～160 日

ただし、流入水質や環境によって異なるため、処理水質を確認の上、立ち上げを行う。

4. 問い合わせ先

本技術ガイドラインに関する問い合わせは、以下にお願いします。

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 URL : http://www.nilim.go.jp/
----------------------	---

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、その成果をとりまとめたものです。

<実証研究者 連絡先>

株式会社 IHI プラントエンジニアリング ※旧 株式会社 IHI 環境エンジニアリング	営業室 〒135-0061 東京都江東区豊洲 3 丁目 1 番 1 号 豊洲 IHI ビル TEL : 03-6204-8200 URL : http://www.ipee-ihj.jp/
帝人フロンティア株式会社 ※旧 帝人株式会社	水処理事業推進グループ 〒530-8605 大阪府大阪市北区中之島 3 丁目 2 番 4 号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト TEL : 06-6233-3779 URL : http://www2.teijin-frontier.com/company/outline.html
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 2 丁目 31 番 27 号 湯島台ビル TEL : 03-6361-7849 URL : https://www.jswa.go.jp/
辰野町役場	建設水道課 〒399-0493 長野県上伊那郡辰野町中央 1 番地 TEL : 0266-41-1111 URL : http://www.town.tatsuno.lg.jp/index_g.html

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of N I L I M

N o . 1060

February 2019

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