

高効率固液分離技術と 二点DO制御技術を用いた 省エネ型水処理技術実証研究

前澤工業(株)・(株)石垣・日本下水道事業団・埼玉県 共同研究体

ガイドライン(案) 目次

第1章 総則

第1節 目的

第2節 ガイドラインの適用範囲

第3節 ガイドラインの構成

第4節 用語の定義

第2章 技術の概要と評価

第1節 技術の概要

第2節 技術の適用条件

第3節 実証研究に基づく評価の概要

第3章 導入検討

第1節 導入検討手法

第2節 導入効果の検討例

第4章 計画・設計

第1節 導入計画

第2節 前処理設備の設計

第3節 反応タンク設備の設計

第4節 発生汚泥量

第5節 監視制御システム

第5章 維持管理

第1章 総則

○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

□ 下水道事業における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、革新的事業の「高効率固液分離技術と二点DO制御技術を用いた省エネ型水処理技術」について、実証研究の成果を踏まえて技術的事項を明らかにし、導入を促進する。

□ 本ガイドラインは、地方公共団体などの下水事業者が本技術の導入を検討する際に参考できるように、技術の概要と評価(第2章)、導入検討(第3章)、計画・設計(第4章)、維持管理(第5章)などに関する技術的事項についてとりまとめる。

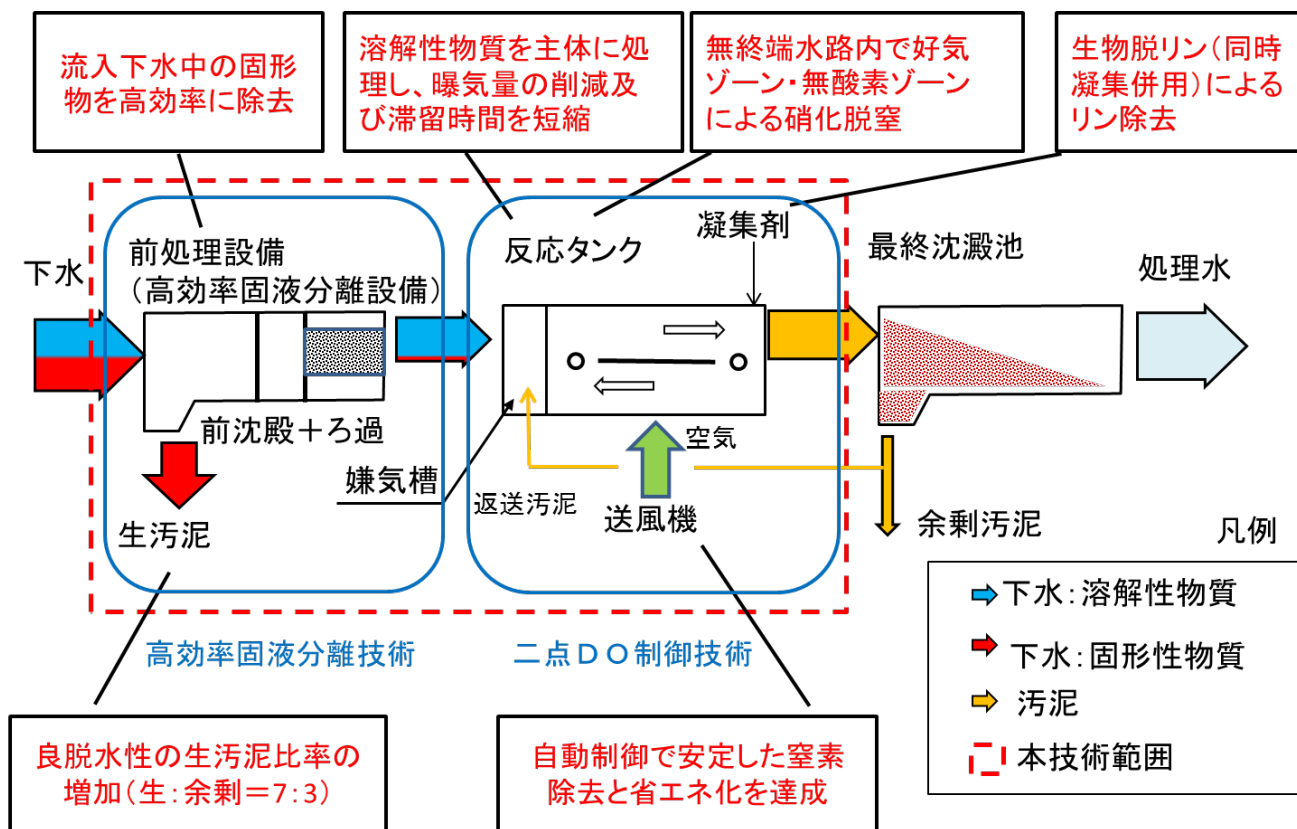
ガイドライン(案) 第2章

第2章 技術の概要

○技術の概要 ○実証研究に基づく評価の概要

【技術の概要と特徴】

本技術は、最初沈殿池に替わる前処理設備として高効率固液分離技術を採用するとともに、無終端水路とした反応タンクに二点DO制御技術を採用することにより、有機物に加えて、窒素およびリンを効率的に除去する高度処理技術である。

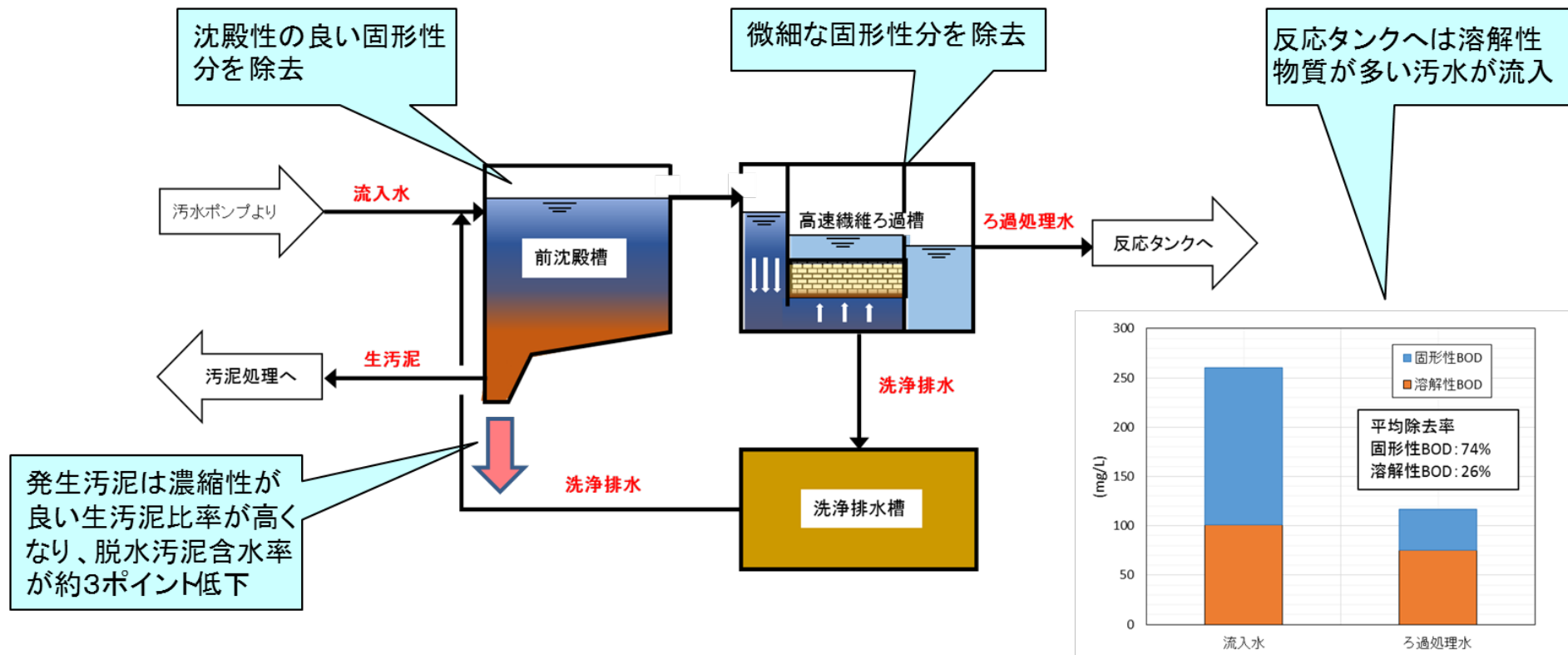


ガイドライン(案) 第2章

【前処理設備の概要と特徴】

最初沈殿池の代替えとして、高効率固液分離設備を導入。高効率固液分離設備は沈降性の良い固形性分を沈殿除去する前沈殿槽と、微細な固形性分を除去する高速繊維ろ過槽で構成される。

流入汚水中の75%程度のSSを除去し、反応タンクへは溶解性物質主体の安定したろ過処理水を供給する。



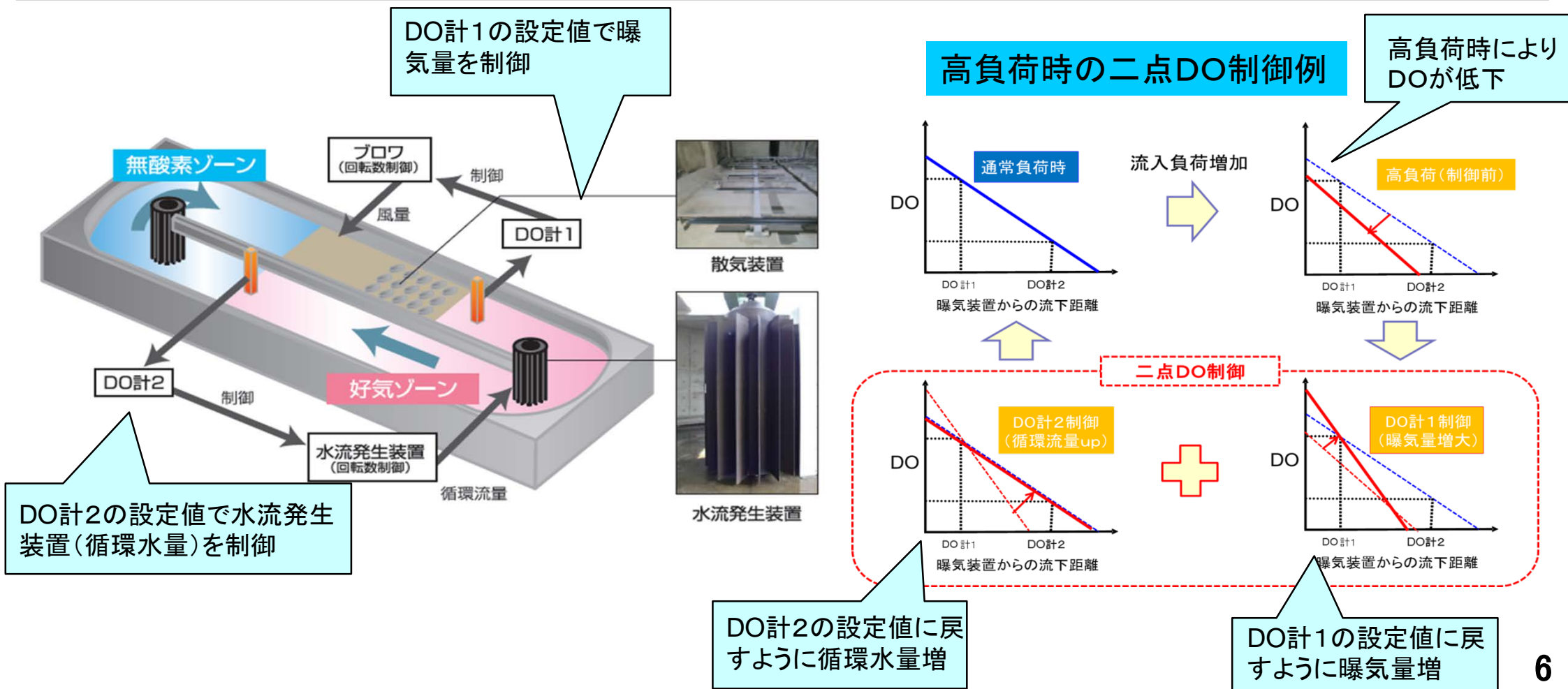
前処理設備の概要

日常試験H27.4/13～H28.2/9の平均(BOD)

ガイドライン(案) 第2章

【反応タンク設備の概要と特徴】

本技術では、反応タンクを無終端水路に改造し、送風機からの空気を散気する散気装置、循環流を起こす水流発生装置を設置する。また、散気装置設置部の下流側2箇所にDO計を設置し、二点DO制御技術を導入する。二点DO制御技術は、2点間のDO勾配を一定範囲内となるように曝気風量と循環流量を独立的に制御する技術である。反応タンクの無終端型水路による高い循環率に加えて、二点DO制御技術による最適な好気ゾーンおよび無酸素ゾーンの形成により高く安定した窒素除去が可能である。



ガイドライン(案) 第2章

【技術の適用条件】

下水処理場の高度処理(窒素、りん除去)に適用。

水処理施設の新設または増設、ならびに標準法などの既存の水処理施設の改築更新に適用。

推奨条件

◆標準活性汚泥法を高度処理化する場合

→ 本技術は標準活性汚泥法と同等の滞留時間で高度処理が可能のため、系列ごとの処理能力を減ずることなく高度処理化できる

◆流入汚水のSS負荷が高い場合

→ 前処理設備(高効率固液分離設備)の効果がより一層発揮される

適用時留意事項

◆流入水温が15℃以下の場合は、個別検討が必要。

◆土木躯体の耐荷重等の確認。

◆最初沈殿池の水位上昇が可能な構造または改造が可能なこと(流入水路等も含む)。

◆反応タンク深さが7m以下であること。

ガイドライン(案) 第2章

【実証研究に基づく評価の概要】

次の項目について実証研究をもとに本技術の評価を行った。

(1) 処理水質 (2) コスト(建設費、維持管理費、ライフサイクルコスト) (3) エネルギー使用量

(1) 処理水質

BOD(mg/L): 15以下、T-N(mg/L): 10以下、T-P (mg/L): 3以下 を達成

(2) コスト(従来技術: 嫌気無酸素好気法との比較による)

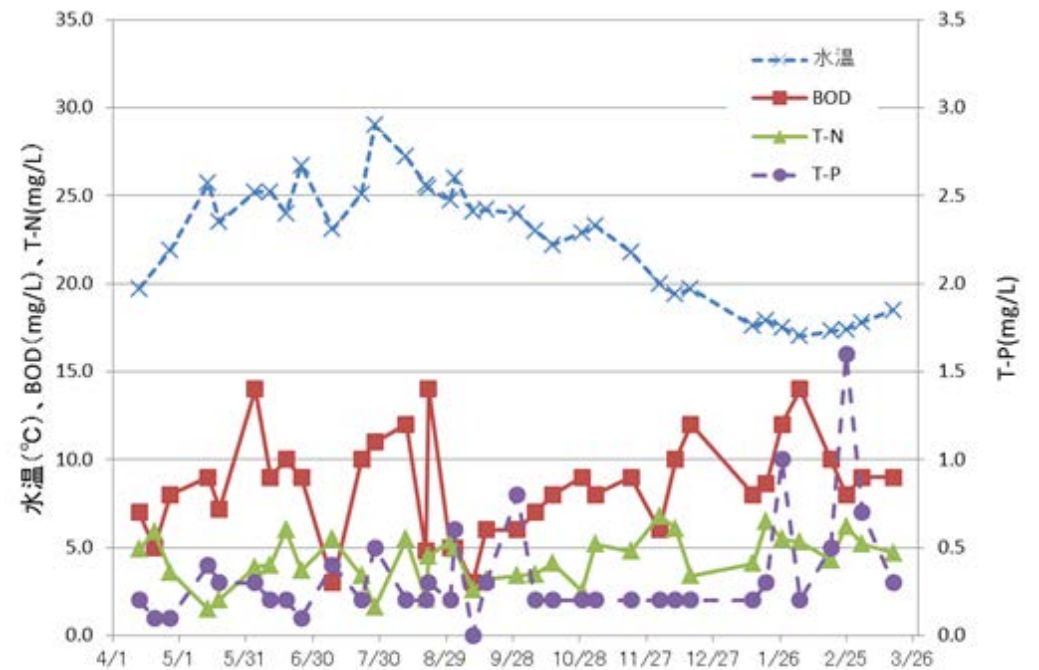
建設費: 18%削減、維持管理費: 16%削減、ライフサイクルコスト: 8%削減

(3) エネルギー使用量、温室効果ガス排出量

約40%削減

流入及び処理水質

項目	流入原水	反応タンク流入水	最終沈殿池流出水
SS	203±104 (80~530)	44±8.1 (25~65)	2.1±1.9 (0~6.0)
T-BOD	260±126 (67~580)	117±28 (24~160)	8.2±2.8 (3.0~14.0)
T-N	35±11 (14~66)	26±4.2 (11~33)	4.2±1.4 (1.5~6.8)
T-P	5.4±2.4 (2.1~13.0)	3.7±0.8 (1.4~6.0)	0.28±0.2 (0~1.0)



年間の最終沈殿池流出水の水質変化

第3章 導入検討

○導入検討手法 ○導入効果の検討例

【導入検討手法】

フローにて導入検討手順を示し、導入効果を検討

基礎調査

- ・関連下水道計画の整理
- ・対象施設の実態調査
- ・適用条件の確認

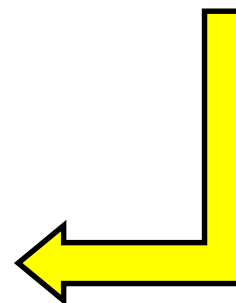


導入効果の検討

- ・概略配置検討
- ・建設コストの検討
- ・維持管理コストの検討
- ・エネルギー削減効果の検討

導入効果判断

定量的な導入効果の評価を行い、総合的に導入を判断



使用者が概略のコスト比較ができるような資料を想定

ガイドライン(案) 第3章

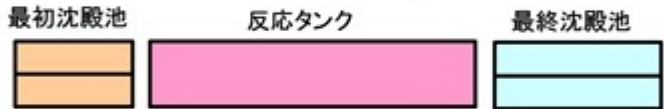
導入効果の検討

- ①本技術を導入する有効性を確認する方法として費用関数を用いた簡易な方法による検証方法を示す。
- ②費用関数の設定条件
 - ・比較する従来技術として嫌気無酸素好気法を想定。
 - ・本技術は既設の改造のみ、従来技術については同規模の汚水进行处理するため反応タンクを増設。

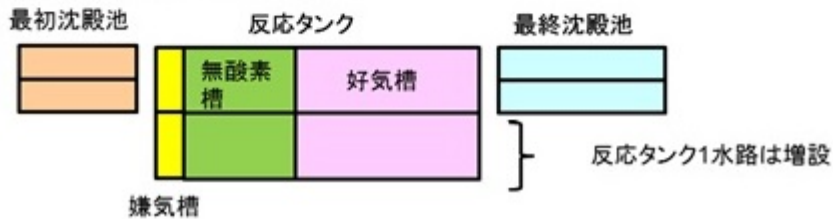
本技術(既設水路改造)



既設(標準活性汚泥法)



従来技術(嫌気無酸素好気法)



本技術と従来技術の
改築イメージ

建設費 Y (百万円) : 処理水量 X (m³/d)

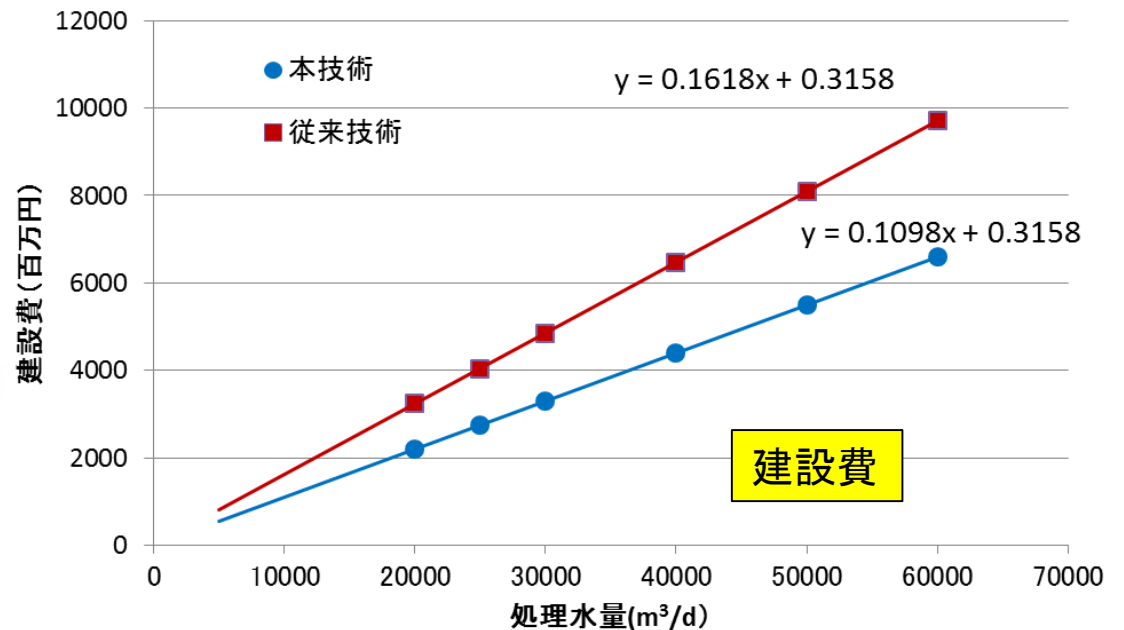
本技術 $Y = 0.1618 X + 0.3158$

従来技術 $Y = 0.1095 X + 0.3158$

維持管理費 Z (千円) : 処理水量 X (m³/d)

本技術 $Z = 584 X$

従来技術 $Z = 766.5 X$



ガイドライン(案) 第3章

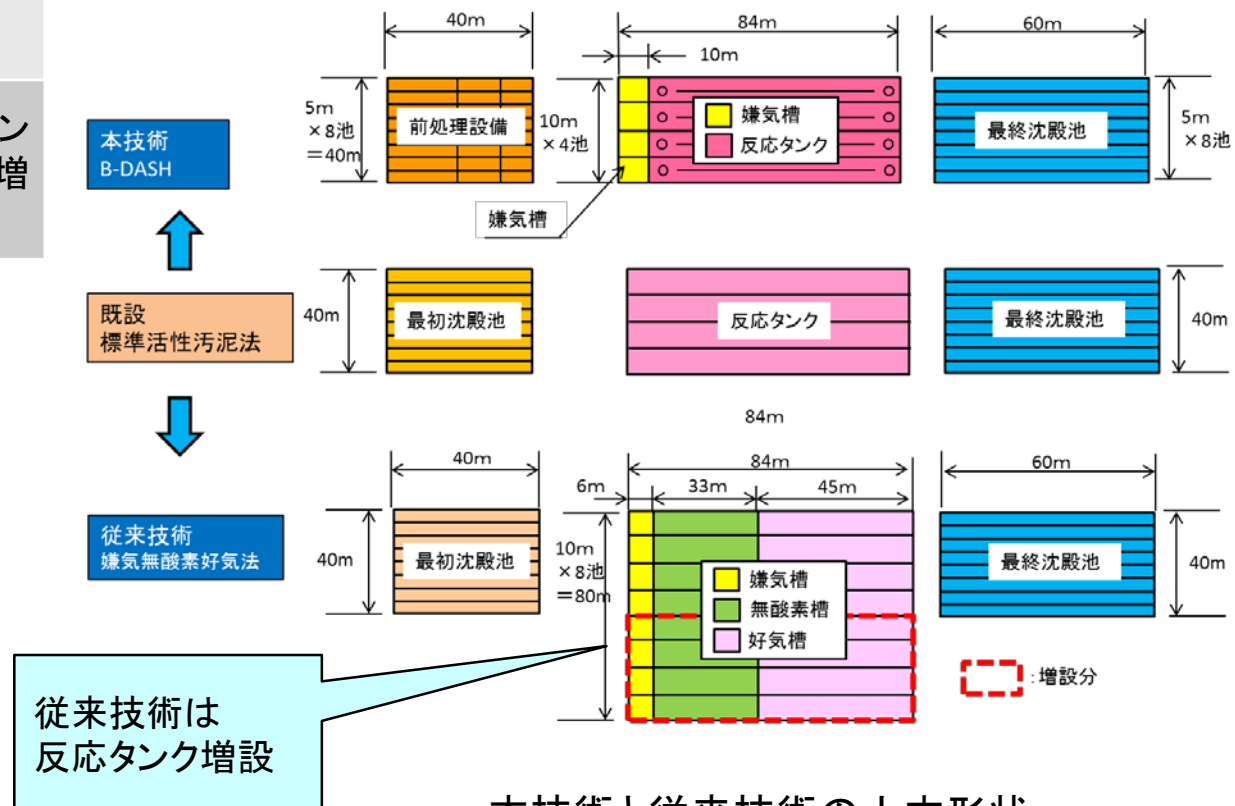
【導入効果の検討例】
 標準活性汚泥法から高度処理化を行う検討事例として、50,000m³/日規模の本技術と従来技術(嫌気無酸素好気法)の比較検討を行う。

設定条件

項目	本技術	従来技術
流入下水量	計画日最大汚水量 50,000 m ³ /日 (日平均及び冬期最大汚水量 40,000 m ³ /日)	
目標水質	BOD : 15mg/l以下 T-N : 12mg/l以下 T-P : 1.0mg/l以下	
改造範囲	既設の最初沈殿池及び反応タンクを改造。最終沈殿池は既設を流用。	既設と同規模の反応タンク及び最終沈殿池を増設。

設定水質

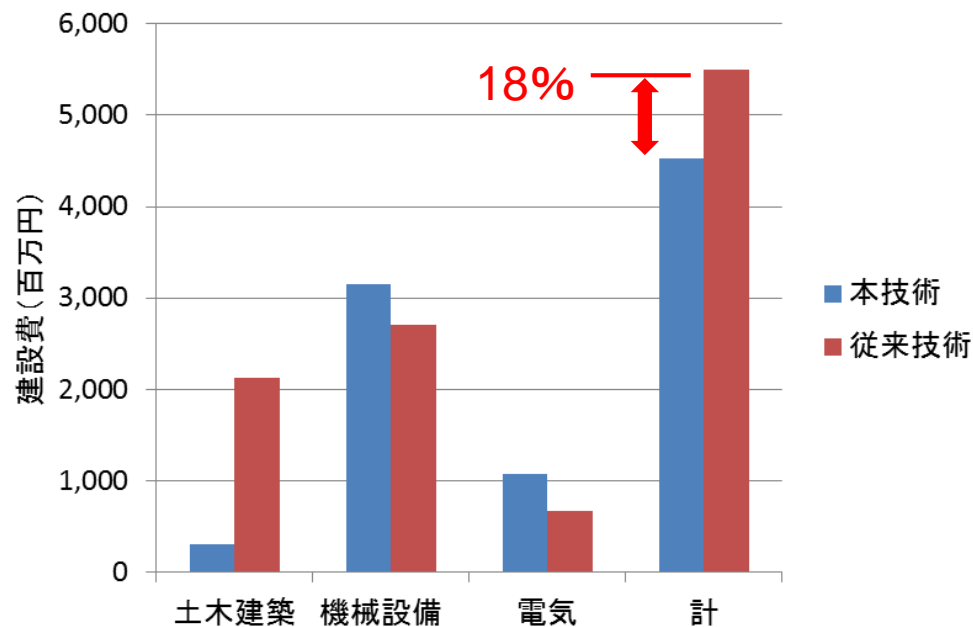
水質	流入原水 (mg/L)	反応タンク流入水質(mg/L)	
		本技術	従来技術
SS	160	48	80
BOD	190	103	128
P-BOD	125	38	63
S-BOD	65	65	65
T-N	35	29	31
P-N-N	8	3	5



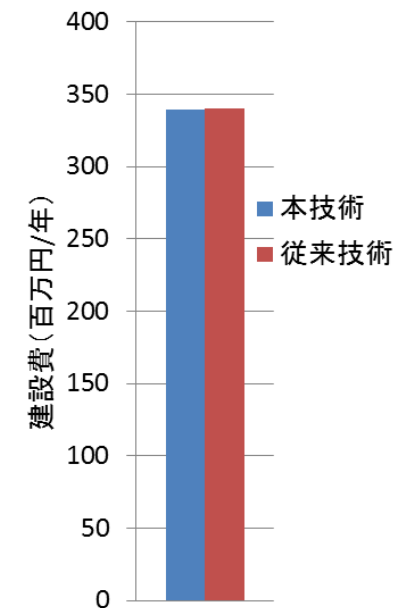
ガイドライン(案) 第3章

導入効果検討事例の結果

- ・建設費は、本技術は機械電気設備でやや高くなったものの、土木建設費は安価であり、総計では**約18%の低減効果**。
- ・建設年価は、土木建築費の償却年数が50年と長いこともあり、本技術と従来技術の差はほとんどなかった。



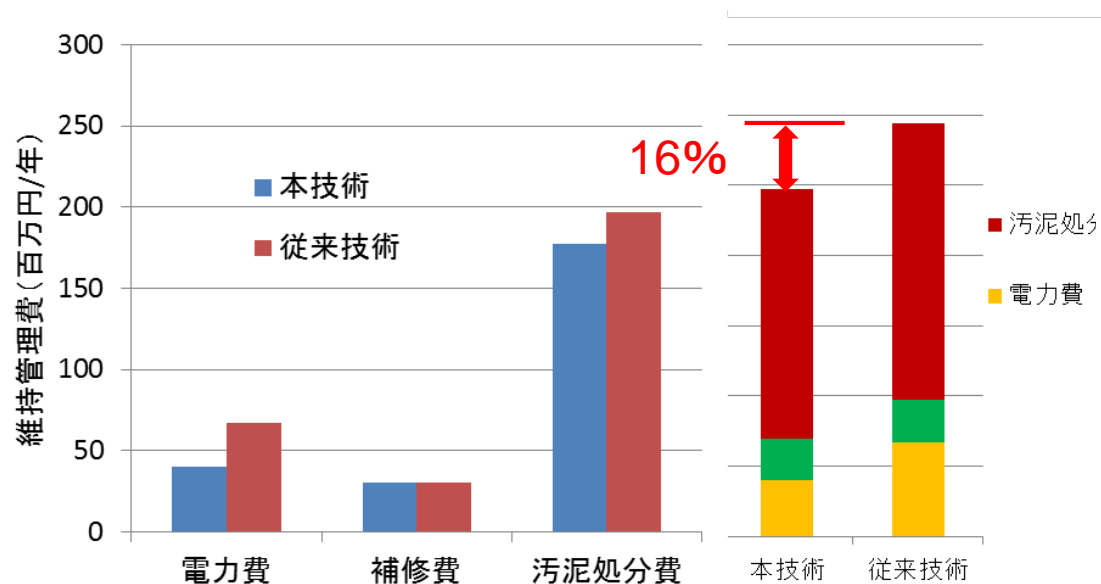
建設費(初期)



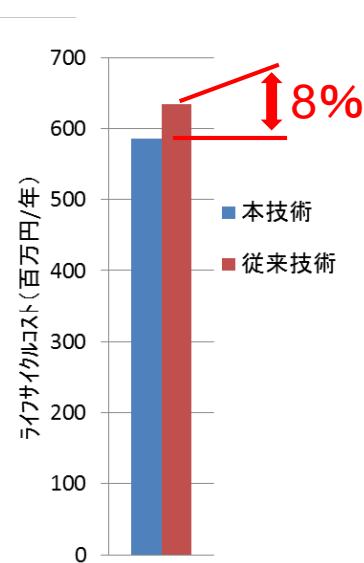
建設年価

ガイドライン(案) 第3章

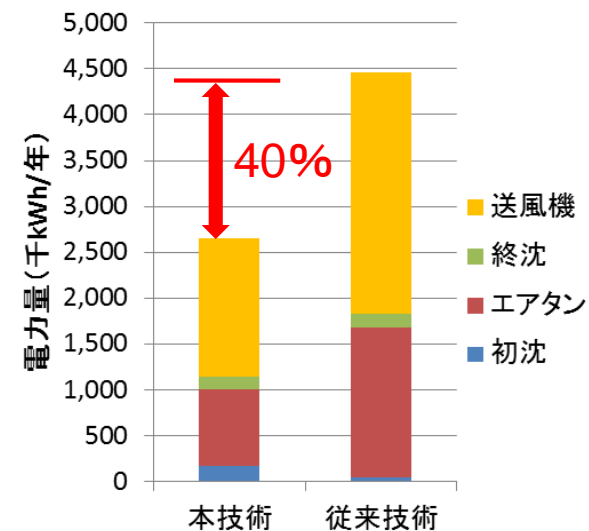
- ・維持管理費は電力費が大幅に削減され、**約16%の低減効果**。
- ・建設年価と維持管理費を合計したライフサイクルコストは、**約8%の低減効果**。
- ・エネルギー使用量は電力費の削減効果が高く、**約40%の低減効果**。



維持管理費



ライフサイクルコスト



エネルギー使用量

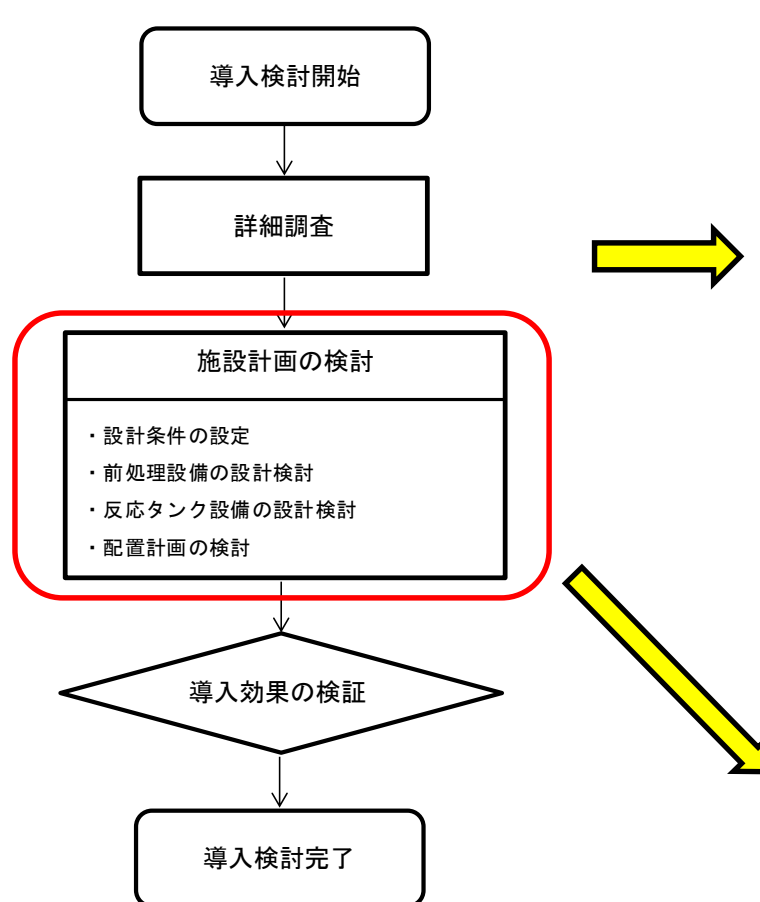
ガイドライン(案) 第4章

第4章 計画・設計

- 導入計画 ○前処理設備の設計 ○反応タンク設備の設計
- 発生汚泥量 ○監視制御システム

【導入計画】

本技術の導入にあたっての計画手順を示し、詳細調査、施設計画検討を行い、導入効果を検証する。



詳細調査項目

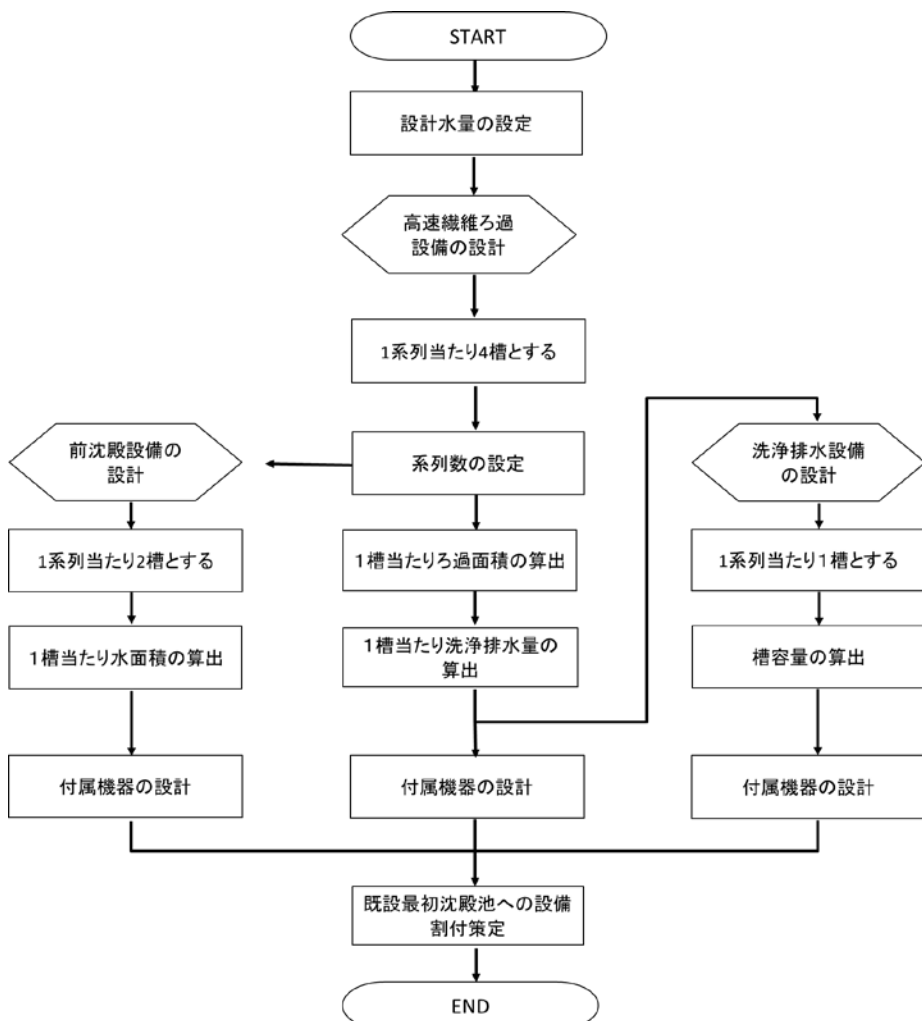
調査項目	調査内容
水質調査	・流入下水の水量(季節変動及び時間変動、雨天時及び非常時)
状況調査	・既設水処理の運転状況 ・返流水の流入状況(時間変動、水質等) ・水処理施設の水位条件 ・各処理施設の水位状況及び既設主ポンプ能力
施設構造	・水処理施設各池構造(最初沈殿池、反応タンク、最終沈殿池)
水質調査	・流入水質及び放流水質(季節変動及び雨天時水質も含む) SS、BOD、S-BOD、T-N、NH4-N、NO2-N、NO3-N、 T-P、PO4-P、pH、水温、アルカリ度
汚泥処理	汚泥設備の運転状況 ・汚泥設備の能力

前処理設備の設計、反応タンク設備の設計にて検討

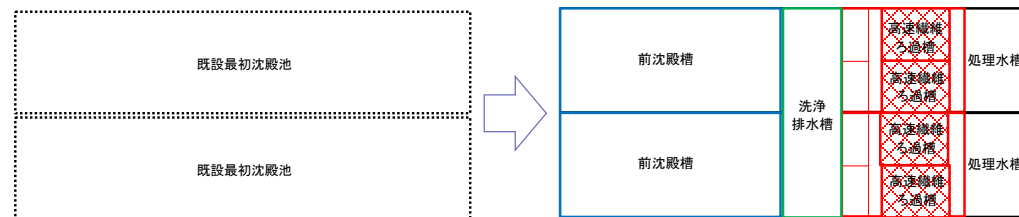
ガイドライン(案) 第4章

【前処理設備の設計】

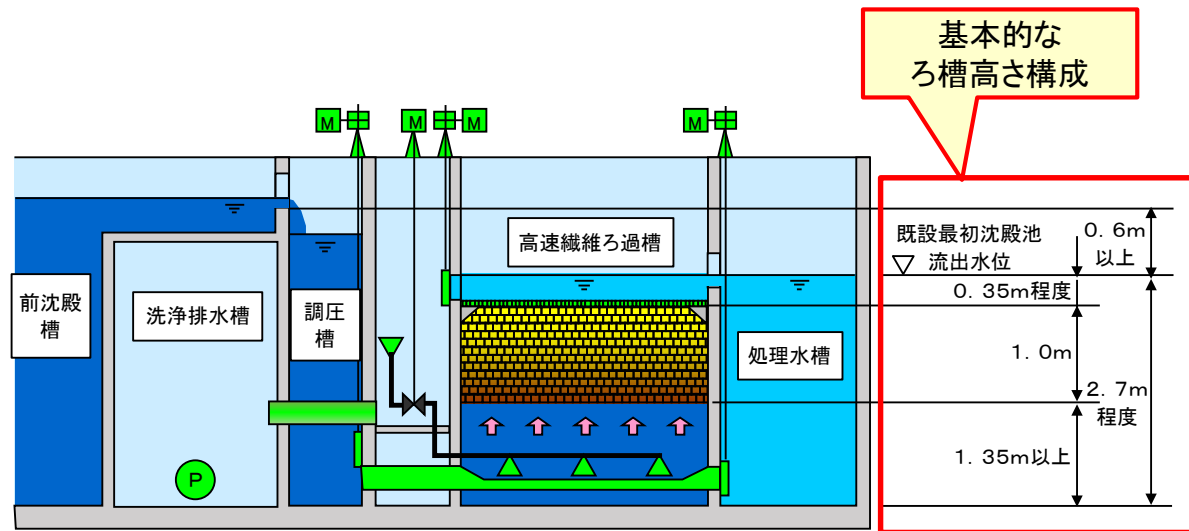
前処理設備の設計手順は、(1)高速繊維ろ過設備の設計、(2)前沈殿設備の設計、(3)洗浄排水設備設計を行う。



設計フロー



高速繊維ろ過槽導入イメージ

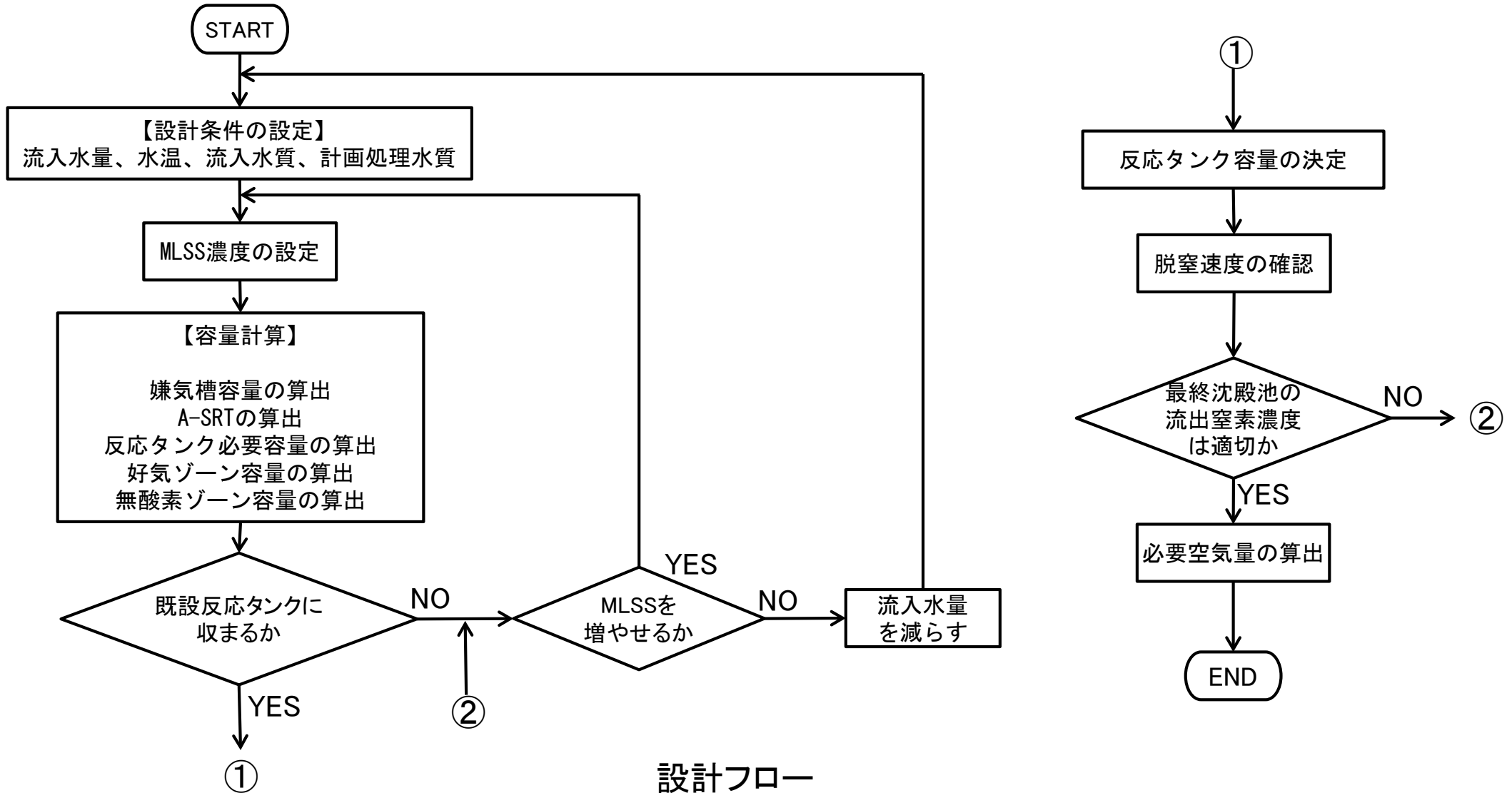


高速繊維ろ過槽高さの設定

ガイドライン(案) 第4章

【反応タンク設備の設計】

反応タンク設備の設計手順は、設計条件・設定条件より反応タンク容量計算、付帯機器設計を行う。



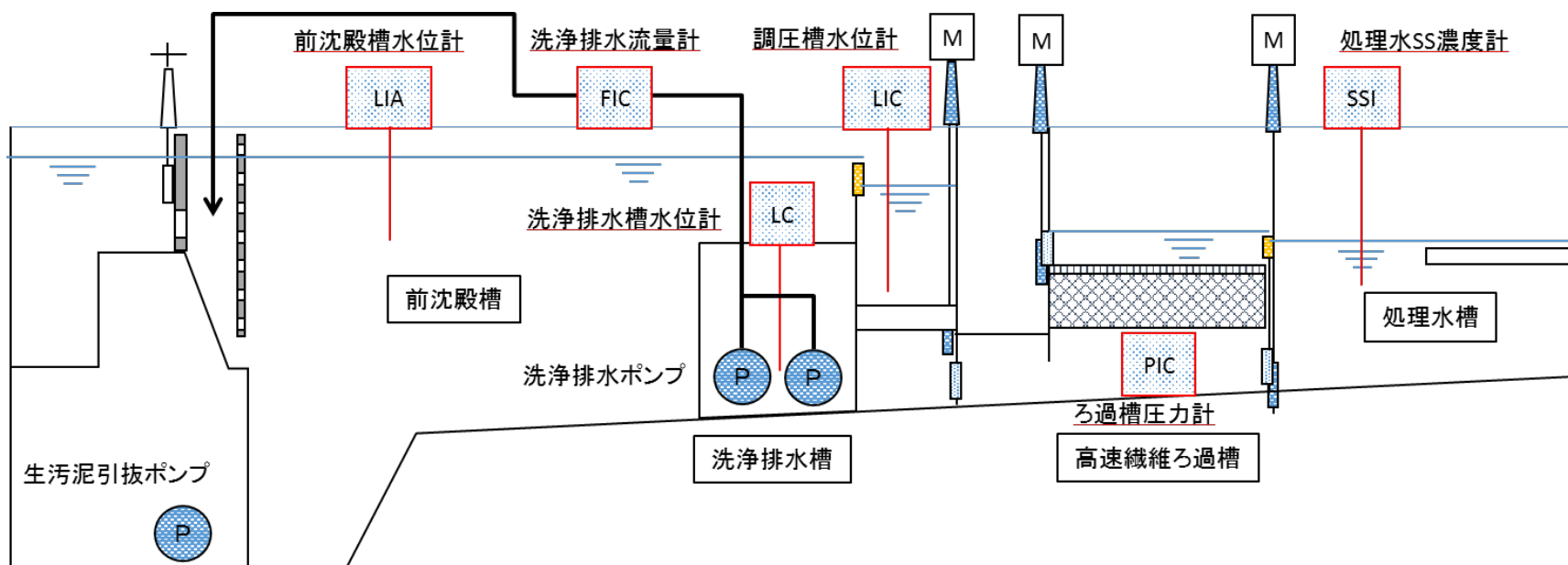
ガイドライン(案) 第4章

【発生汚泥量】

生汚泥量及び余剰汚泥量を算出して求める。

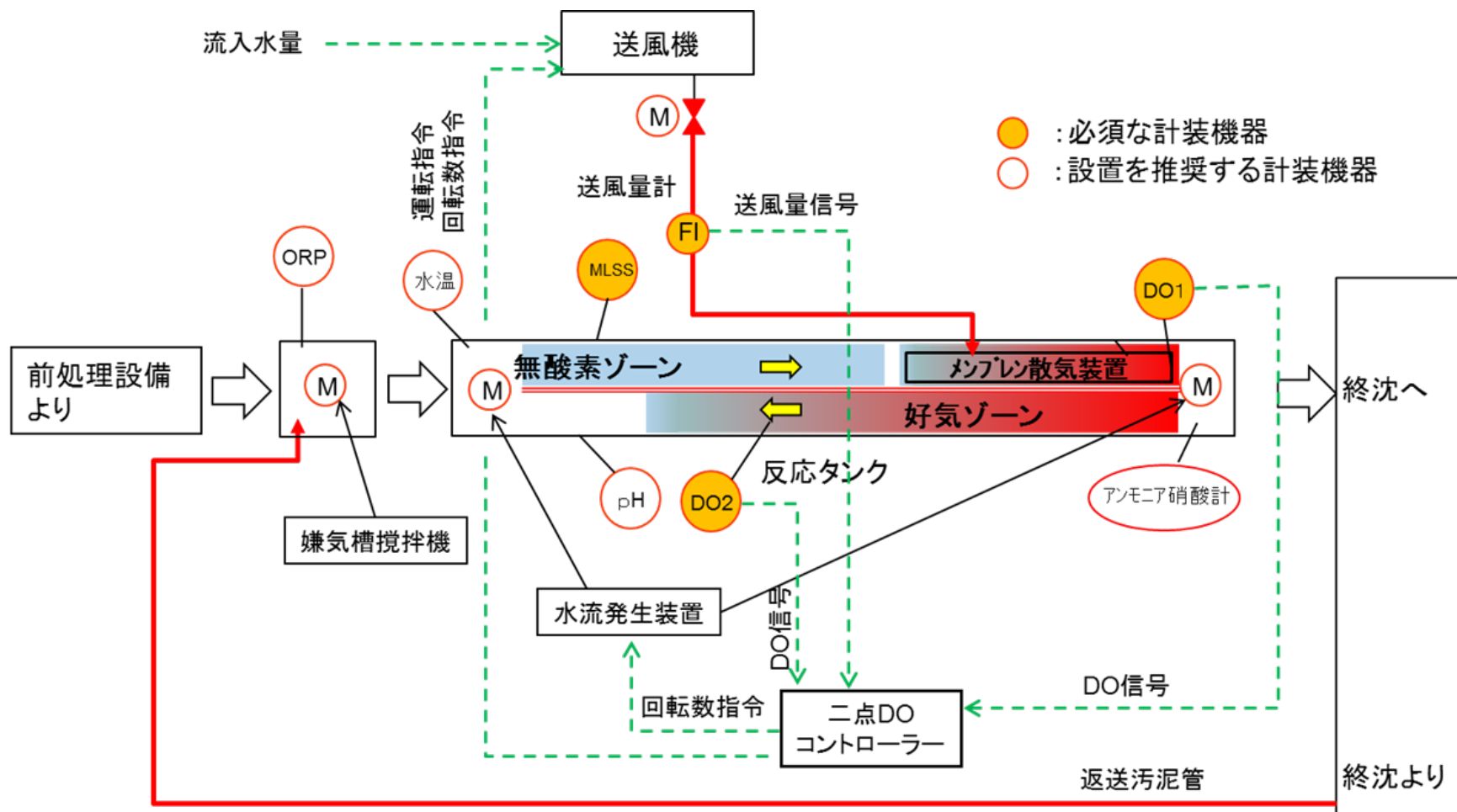
【監視制御システム】

- ①前処理設備では、高速繊維ろ過設備の自動制御、ろ過水質の簡易監視及び前沈殿槽の水位監視を行う。
- ②反応タンク設備では二点DO制御を行うための連続計測及び二点DO制御による自動制御を行う。



前処理設備監視制御システム

ガイドライン(案) 第4章



反応タンク設備監視制御システム

第5章 維持管理

- ◆ 運転管理では、計測器による連続運転または現場測定による運転状況の確認を行う。流入変動幅が大きい場合には、反応タンク設備での酸素消費量が大きく異なるため、二点DO制御のDO制御値を高負荷、通常、低負荷の三つの制御モードを設定する方法がある。
- ◆ 本技術における各設備・機器について、その機能を良好・安全に維持するため、定期的に保守点検を行う。
- ◆ 異常時の対応と対策を一覧表にまとめる。

参考例 前処理設備の測定監視項目

監視・測定項目	監視・測定箇所	監視・測定方法	頻度	監視・測定目的
流入水量	前沈殿槽流入部 (設置した場合)	流量計	連続	運転状況の把握
ろ過損失水頭	調圧槽	水位計	連続	運転状況の把握
ろ過損失水頭	ろ過槽	差圧式圧力計	連続	運転状況の把握
ろ過水SS濃度	処理水槽	SS濃度計	連続	運転状況の把握
生污泥濃度	生污泥配管	濃度計	連続	運転状況の把握
洗浄排水濃度	ろ過槽	現場測定	月1	洗浄効果の確認

参考例 前処理設備の異常時の対応

想定される異常例	原因	対処方法(例)
前処理設備	ろ層が閉塞している。	<ul style="list-style-type: none"> ろ材の状態を調査する。 洗浄が正常に行われているが調査する。
	洗浄頻度が高くなり、場合によっては前沈殿槽水位異常高(HH)が発生する。	<ul style="list-style-type: none"> 表層ろ過になっている。 流入SS濃度が異常に高い場合は、その原因を調査する。 効率的な沈殿処理が行われていないことが考えられるため、沈殿処理水のSS濃度を調査する。SS濃度が高い場合は、生污泥の引抜状態を調査する。
ろ過処理水SS濃度の上昇	ろ過がブレークスルーしている。	<ul style="list-style-type: none"> ろ材の状態を調査する。 流入SS濃度が異常に高い場合は、その原因を調査する。

ガイドライン(案) 資料編

【実証研究の概要】

- ◆研究名称: 高効率固液分離技術と二点DO制御技術を用いた省エネ型水処理技術実証研究
- ◆実施者: 前澤工業(株)・(株)石垣・日本下水道事業団・埼玉県 共同研究体
- ◆実施期間: 平成26年7月～平成28年3月
- ◆実施場所: 埼玉県利根川右岸流域下水道小山川水循環センター
- ◆実施目的: 下水処理において既存施設を活用し、良好な処理水質を確保しながら消費エネルギーを抑制し、窒素除去及びりん除去を行う高度処理代替技術として実規模レベルの施設での実施

【実証施設概要】

実施場所

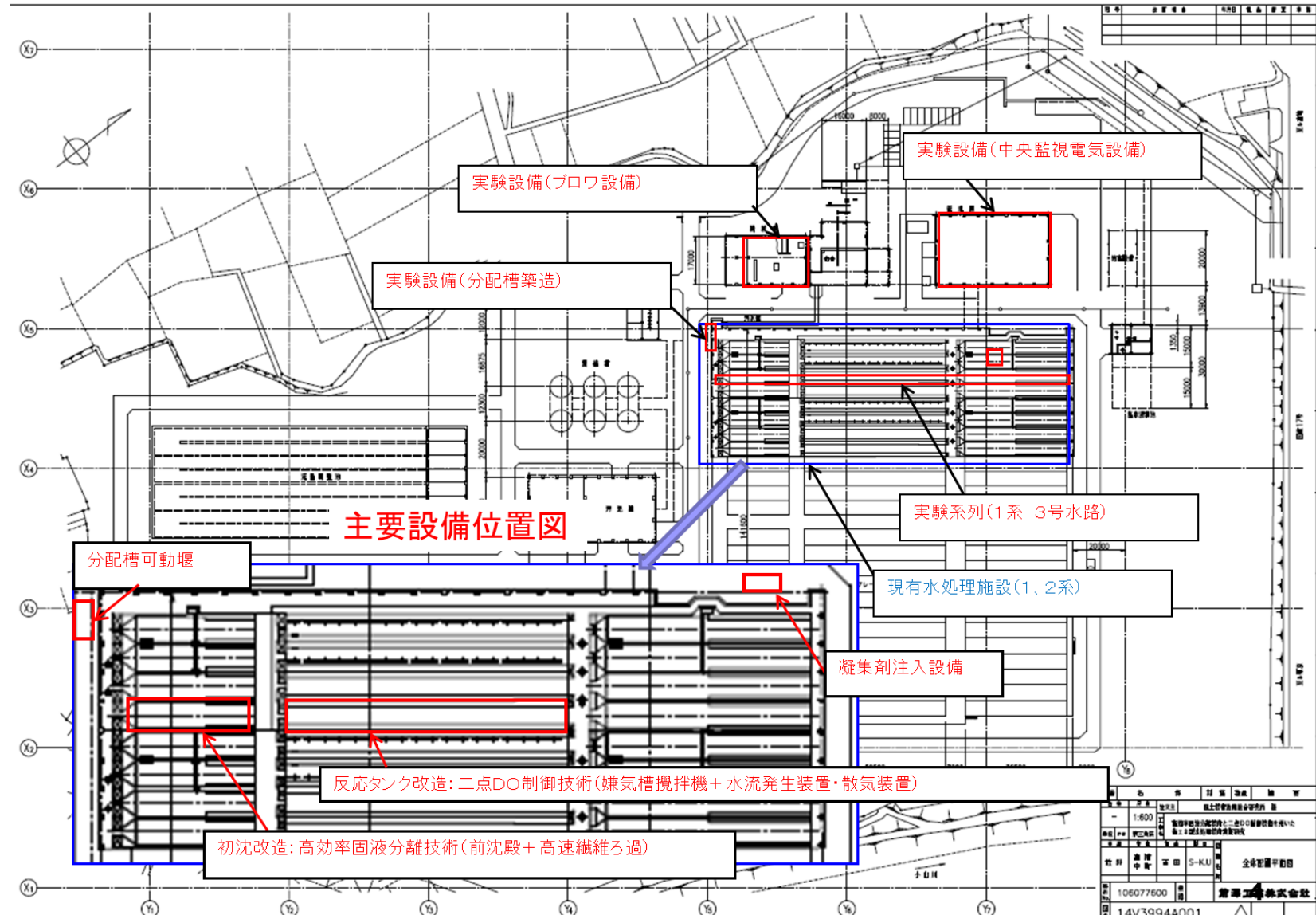
処理場名	利根川右岸流域下水道 小山川水循環センター
住所	埼玉県本庄市東五十子381-2
水処理方式	標準活性汚泥法
現有処理能力	30,000m ³ /日
処理実績	13,543m ³ /日 (H25実績)
排除方式	分流式

実施施設処理

日最大(夏期)	3,750m ³ /日
日平均(冬期最大)	2,810m ³ /日
冬期日平均	2,100m ³ /日

ガイドライン(案) 資料編

【実証施設概要】



処理場全体図及び実証施設の位置

	実証項目	検証内容及び目標値	実証結果
①	通年での処理の安定性の検証	一年を通じて安定した運転及び処理水質を検証 BOD: 10mg/L以下 T-N: 10mg/L以下 T-P: 1mg/L以下	処理水質の年間平均値を示す。 SS: 2.1mg/ BOD: 8.2mg/L T-N: 4.2mg/L T-P: 0.28mg/L
②	二点DO制御技術の制御条件の最適化	好気ゾーン上流のDO計および下流のDO計の最適条件(DO制御値等)を検証	反応タンク設備での二点DO制御における最適なDO計位置として、夏期に必要な好気ゾーン容量から設定し、制御可能なことを検証した。
③	二点DO制御技術の制御効果の検証	計画日平均水量での運転時の消費電力量から省エネ効果を検証	計画日平均流入水量での運転結果から、消費電力量は平均で約0.198kWh/m ³ で、計算値の約0.75に相当することが確認された。
④	設計条件の検証	汚泥発生率の確認	BOD汚泥転換率は0.461g-MLSS/g-BODであり、指針値の範囲であることが確認された。
		高効率固液分離: ろ過継続時間の確認	計画日平均流入水量では約10時間以上、計画日最大流入水量では約2時間以上のろ過継続時間が確認された。
		高効率固液分離: 高効率固液分離設備の処理水質	SS、BOD、T-N及びT-Pについて流入原水SS濃度の関係式により前処理設備での処理水質が求められることが確認された。
		反応タンク : BOD-SS負荷、硝化・脱窒速度	BOD-SS負荷は平均で0.136kg-BOD/kg-SSで運転可能なことが確認された。脱窒速度については、指針値で設計可能なことが確認された。
⑤	汚泥脱水性の検証	引抜汚泥に対する生汚泥の増加(余剰汚泥量の減少)による脱水汚泥の含水率低減を確認する。	実証研究では生汚泥: 余剰汚泥比=7:3となり、従来系の汚泥比率5:5に比較して3%の脱水ケーキ含水率の低減が可能なが確認された。
⑥	コスト削減効果の検証	設定したFS条件で建設コスト、維持管理コスト及び省エネ効果を算出する。	標準活性汚泥法50,000m ³ /日を高度処理に改築更新する場合、建設コストで約18%、維持管理費で約16%、温室効果ガス排出量で約40%及びエネルギー消費量で約40%の縮減効果があることが確認された。