

# 「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導入ガイドライン(案)」の概要

## 本編

### 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削減や省エネルギー・創エネルギー効果の増大に寄与するため、革新的技術である「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道事業者が本技術導入の検討する際に参考にできるように、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たものである。

### 技術の概要・特徴の把握

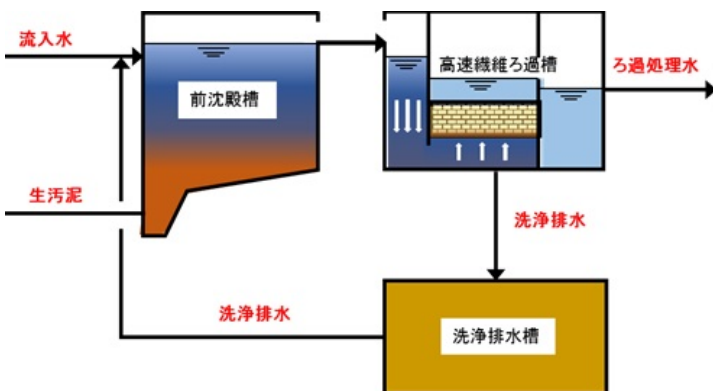
### 第2章 技術の概要と評価

- 技術の概要と特徴
- 技術の適用条件
- 実証研究に基づく評価の概要

#### ■技術の概要と特徴(§6~7)

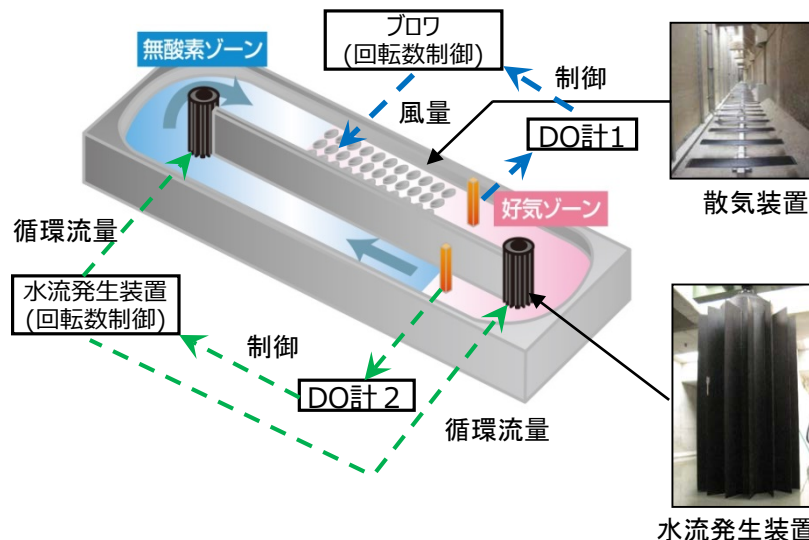
最初沈殿池に替わる前処理設備として高効率固液分離技術を採用するとともに、無終端水路とした反応タンクに二点DO制御技術を採用することにより、**既存施設を活用した高度処理の導入、エネルギー消費量・コスト・スペースの削減**を実現。

#### ■高効率固液分離技術の概要と特徴(§8)



- 前沈殿槽、高速繊維ろ過槽、洗浄排水槽から構成され、下記の特徴を持つ。
- ① 流入水中の固形性分を高効率かつ安定的に除去することが可能
  - ② 従来の最初沈殿地の2/3程度のスペースで設置することが可能
  - ③ 生汚泥の比率が高くなり脱水汚泥含水率が低下するため、汚泥の減容化につながる

#### ■反応タンク設備の概要と特徴(§9)



- 無終端水路に改造した反応タンク内2ヶ所にDO計を設置し、2ヶ所のDO計の値の勾配が一定となるように、DO計1でプロウを、DO計2で水流発生装置を制御する技術で、下記の特徴を持つ。
- ① 高効率固液分離設備において固形性成分が大幅に除去されること、余剰汚泥の発生量が減少することから、曝気量の削減と滞留時間の短縮が可能
  - ② 好気ゾーンと無酸素ゾーンが安定して形成され、効率的に窒素を除去

#### ■技術の目的(§5)

高効率固液分離技術と二点DO制御技術を用いることにより  
 ・土木躯体を増設することなく高度処理を導入  
 ・エネルギー消費量・コスト・スペースの削減を実現することを目的とする。

#### ■技術の適用条件および導入シナリオ(§10~11)

本技術は、従来の標準的な都市下水に適用が可能であり、窒素・リンの除去を目的とする高度処理が必要な処理場に適用するが、下記の場合は注意が必要である。

##### 【留意条件】

項目	留意すべき条件
流入水質	流入水温が15℃以下の場合は別途検討が必要
高効率固液分離設備の構造	・設計荷重条件や耐震設計を確認する ・水位上昇に伴う躯体対応(改造を含む)が困難な場合は適用できない
反応タンクの構造	・設計上、構造変更ができない場合、または水深が7m以上ある場合は適用できない

##### 【導入シナリオ例】

導入タイミング	本技術導入の効果
既存施設の改築	省コストかつ省スペースでの高度処理化が可能 反応タンクの曝気風量を削減できるため省エネルギーにつながる
新設または増設	従来の高度処理法と比較して、施設容量を縮減でき、省コストかつ省スペースで高度処理化が可能

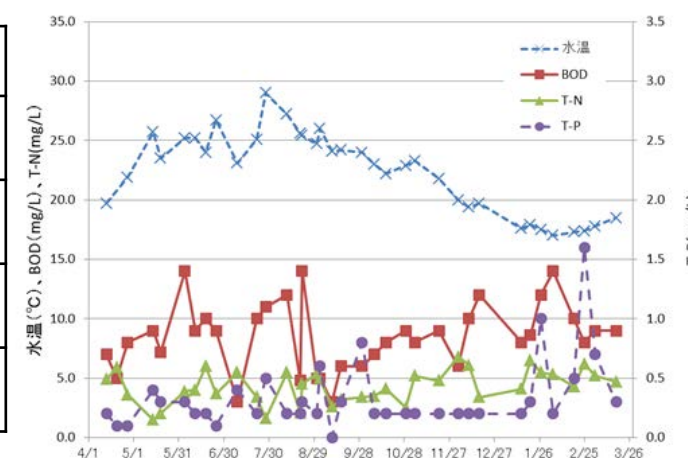
#### ■技術の評価項目および評価結果(§12~13)

##### 【実証研究に基づく評価の概要】

- (1) 処理水質  
**BOD(mg/L):10を超え15以下、T-N(mg/L):10以下、T-P(mg/L):1を超え3以下を達成。**
- (2) コスト(建設費、維持管理費、ライフサイクルコスト)  
 従来技術(嫌気無酸素好気法)と比較し、  
**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  
**従来技術(嫌気無酸素好気法)と比較し、約40%削減**

項目	単位(mg/L)		
	流入原水	反応タンク流入水	最終沈殿池流出水
SS	205±109 (78~530)	44±7.9 (25~65)	2.1±1.8 (0~6.0)
T-BOD	246±112 (67~580)	118±27 (24~220)	8.4±2.8 (3.0~14.0)
T-N	34±8 (14~59)	26±4.3 (11~33)	4.3±1.4 (1.5~6.8)
T-P	5.1±1.7 (2.1~12.0)	3.7±0.8 (1.4~6.0)	0.34±0.3 (0~1.6)

上段:平均値±標準偏差 下段:最小値~最大値



# 導入効果の把握

## 第3章 導入検討

- 導入検討手法
- 導入効果の検討例

### 【導入検討手順】( § 14)

導入検討フローを示しとともに基礎調査項目を整理するとともに導入効果検討の目安となる処理規模と建設コストの関係の概要を示した。

#### 【基礎調査】( § 15)

- ・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】( § 16)

- ・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】( § 17)

- ・定量的な導入効果の評価および導入判断

導入検討フロー

### 【導入効果の検討例】( § 18~19)

本技術と従来技術(嫌気無酸素好気法)との比較検討

#### ■設定条件

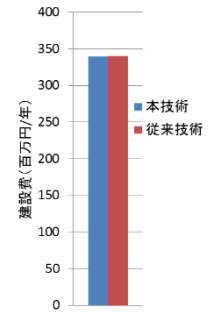
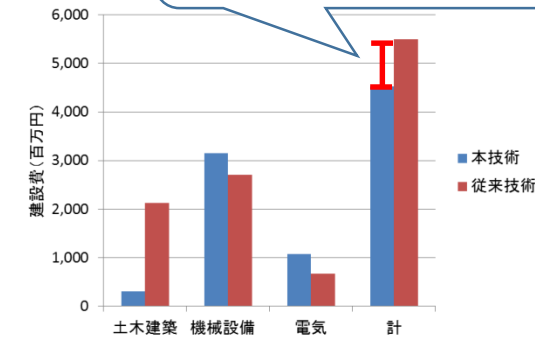
項目	本技術	従来の高度処理技術
流入下水水量	計画日最大汚水量 50,000 m <sup>3</sup> /日 (日平均及び冬期最大汚水量 40,000 m <sup>3</sup> /日)	
目標水質	BOD :15mg/l以下 T-N :12mg/l以下 T-P :1.0mg/l以下	
改造範囲	既設の最初沈殿池及び反応タンクを改造。最終沈殿池は既設を流用。	既設と同規模の反応タンク及び最終沈殿池を増設。

#### ■水質条件

水質	流入原水 (mg/L)	反応タンク流入水質(mg/L)	
		本技術	従来の高度処理技術
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	8	3	5

#### ■試算結果

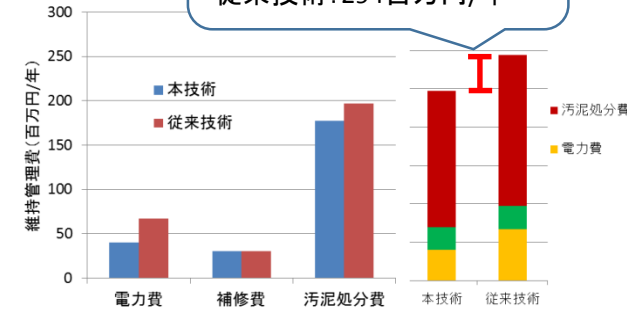
○建設費(初期) **18%削減**  
本技術:4,529百万円  
従来技術:5,500 百万円



建設費(初期)

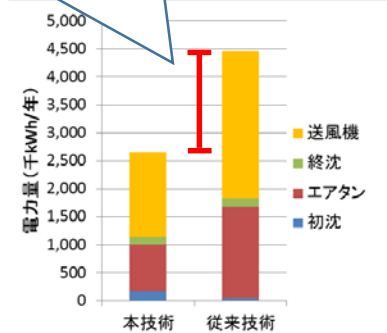
建設年価

○維持管理費 **16%削減**  
本技術:247百万円/年  
従来技術:294百万円/年



維持管理費

○エネルギー使用量 **40%削減**  
本技術:2,647千kWh/年  
従来技術:4,467千kWh/年



エネルギー使用量

導入可能性を判断のうえ、導入に向けた具体的な検討に進む

## 第4章 計画・設計

- 導入計画
- ・導入・計画手順
- ・施設計画の検討
- ・機器仕様・配置の検討

### 【導入計画手順】( § 20)

#### 詳細調査( § 21)

#### 施設計画の検討( § 22)

- ・設計条件の設定
- ・高効率固液分離設備および反応タンク設備設計検討
- ・配置計画の検討

#### 導入効果の検証( § 23)

#### ■高効率固液分離設備の設計( § 24~29)

- ・高速繊維ろ過設備→前沈殿設備→洗浄排水設備の順で設計検討を行う。
- ・各設備及び付帯するブロウ、ポンプ類等について、槽数や容量等を算出する。
- ・既存最初沈殿地の土木躯体改造が最小となるように設備割付を設定する

#### ■反応タンク設備設計( § 30~35)

- ・流入水量や流入水質、設計処理水質等の設定条件から嫌気槽(必要な場合)、反応タンク容量及び好気ゾーン、無酸素ゾーン容量を算出し、付帯機器の設計を行う。

#### ■発生汚泥量の設定( § 36)

- 高効率固液分離設備の総合SS除去率等から生汚泥量及び余剰汚泥量を算出する。

#### ■監視制御システム( § 37~38)

- ・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。
- ・反応タンク設備では二点DO制御を行うための水質監視及び二点DO制御による自動制御を行う。

## 第5章 維持管理

- 運転管理
- 保守点検
- 緊急時の対応と対策

### 運転管理( § 39)

- ・運転状況の確認
- 流入水質、処理水質、曝気風量等を監視する
- ・負荷変動時の運転管理
- ・DO値について、空気速度が速い夏季は全体的に高め、冬季は低めの設定を基本とする

施設管理および水質監視のための試験項目と頻度( § 40)  
「下水道維持管理指針」に準じて適切な水質試験を実施する

### 保守点検( § 41)

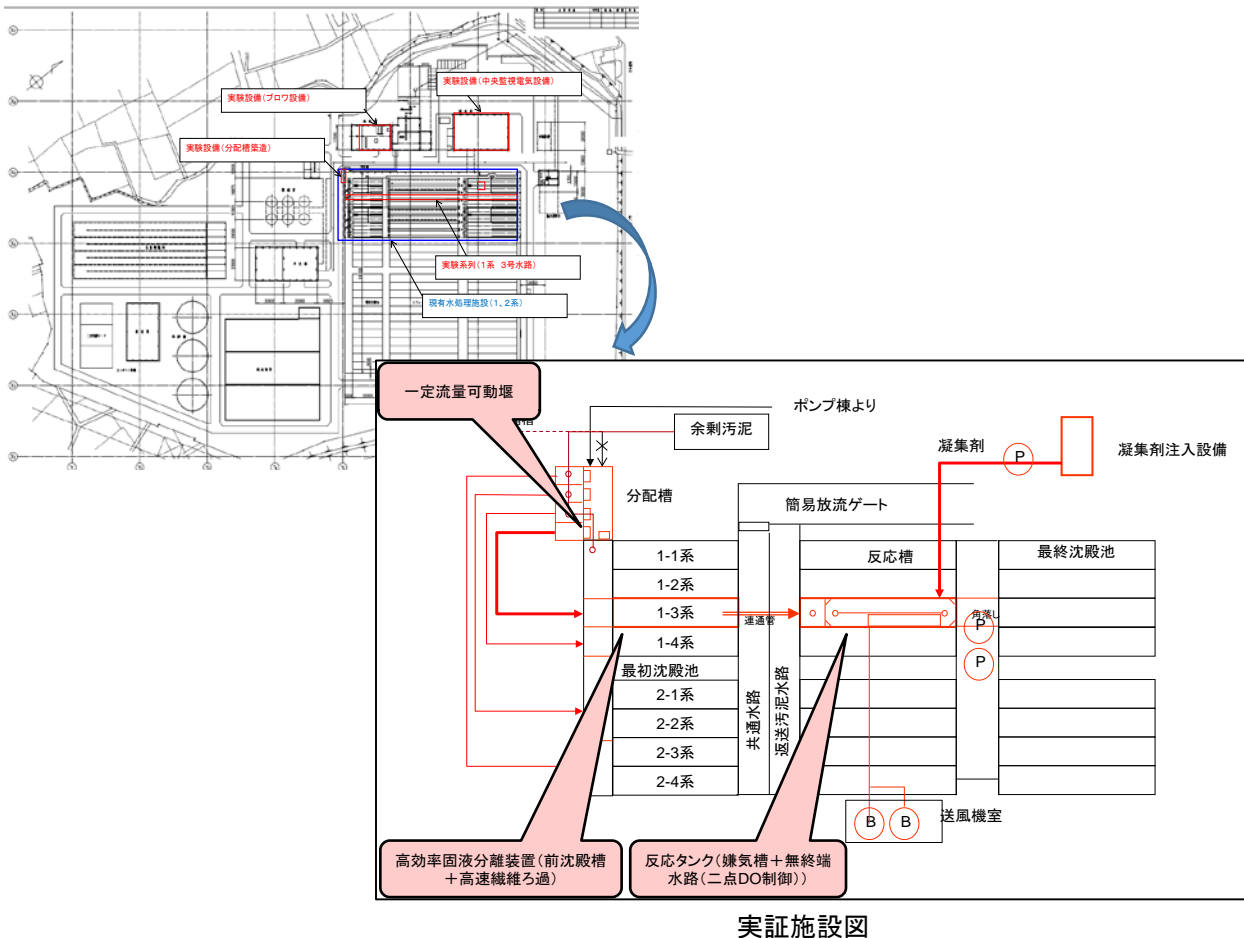
各設備及び計装機器等について、定期的な保守点検を行う

### 異常時の対応と対策( § 42)

ろ槽の異常や放流水質(T-N)の上昇など、想定される異常及びその対応策をあらかじめ整理しておく

【実証研究概要】

- ◆ 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



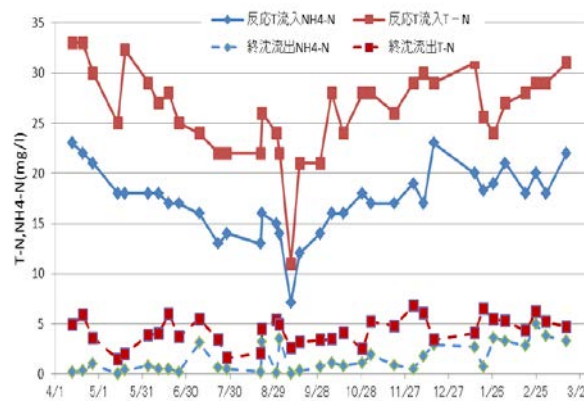
実証施設図

【実施施設概要】

- ◆ 処理場名: 利根川右岸流域下水道小山川水循環センター
- ◆ 水処理方式: 標準活性汚泥法 ◆ 現有処理能力: 30,000m<sup>3</sup>/日 (H25処理実績: 13,543m<sup>3</sup>/日)
- ◆ 排除方式: 分流式

【分析結果】

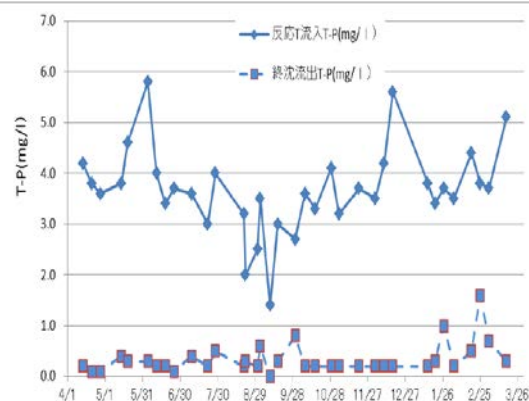
・高効率固液分離設備においては、流入下水中の負荷の大きさにかかわらず、ろ過処理水中の固形性成分が一定の範囲に収まる結果となった。  
 ・反応タンク設備において、BOD:93%, T-N:84%, T-P:93%と高い除去効果が確認できた。  
 ・生汚泥と余剰汚泥の比率を変えて脱水性を確認した結果、生汚泥の割合が高くなるにつれて脱水汚泥含水率が低くなる結果となった。本技術の導入により生汚泥の発生量が増える



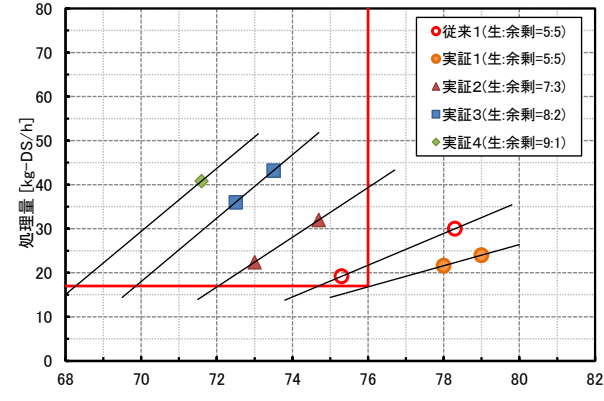
反応タンク流入水及び終沈流出水の水質結果 (T-N, NH4-N)

【実証研究成果】

実証項目	検証内容及び目標値	実証結果
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	処理水質の年間平均値はSS: 2.1mg/L、BOD: 8.2mg/L、T-N: 4.2mg/L、T-P: 0.28mg/Lであり安定した処理が可能であることが確認された。
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。
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 <sup>3</sup> で、計算値の約0.75に相当することが確認された。また、流入水量に関わらず電力量は0.25～0.15kWh/m <sup>3</sup> の範囲で制御され、流入負荷変動に応じた二点DO制御により電力消費量が抑制されたと考えられる。
仕上げる過によるりん除去性能の検証	仕上げる過実験にて処理性能を検証 T-P 0.5mg/L以下	平均で0.26mg/Lであり目標とした処理性能が得られることが確認された。
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、マニュアル値(高度処理施設設計マニュアル(案))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、マニュアル値で設計可能なこと確認された。
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	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。
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	標準活性汚泥法50,000m <sup>3</sup> /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%の削減効果があることが確認された。



反応タンク流入水及び終沈流出水の水質結果 (T-N, NH4-N)



脱水汚泥含水率(%W.B.)