

下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)  
ガイドライン説明会

# DHSシステムを用いた 水量変動追従型水処理技術実証研究

平成30年7月25日(水)

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

# 第1章 総則 ガイドラインの構成

## ＜ガイドライン目次＞

### 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 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 施設設計
- 第3節 DHSろ床
- 第4節 生物膜ろ過施設
- 第5節 その他付帯施設
- 第6節 その他留意点

### 第5章:維持管理

- 第1節 システム全体としての管理
- 第2節 運転管理
- 第3節 保守点検
- 第4節 異常時の対応と対策

### ＜資料編＞

- ・実証研究内容
- ・ケーススタディ
- ・海外等への適用の留意点
- ・標準活性汚泥法の  
ダウンスライジング性能(参考)
- ・問い合わせ先

# 第1章 総則 目的・ガイドラインの適用範囲

## <目的>

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

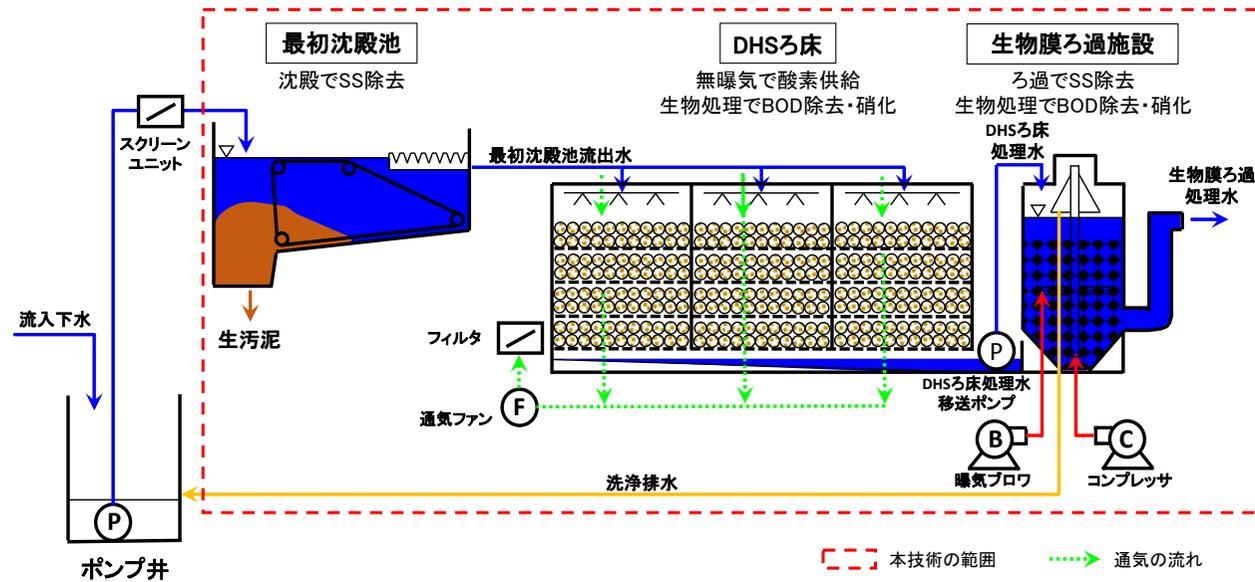
## <ガイドラインの適用範囲>

本ガイドラインは、下水道施設の新・増設あるいは既存施設の更新に際して、本システム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。

# 第2章 技術の概要と評価 システム全体の概要と特徴

本技術は、最初沈殿池流出水をDHS※ろ床にて無曝気(ファンによる通気のみ)で生物学的処理を行い、その後段に固液分離と生物学的処理が可能な生物膜ろ過施設を組合せることにより、省エネルギーで年間を通じて安定した処理を可能とした水処理技術である。

※DHS: Down-flow Hanging Sponge (下降流スポンジ状担体)



●既存水処理施設に設置することを基本とする。(地上の場合は別途検討)

**スポンジ状担体を充填したDHSろ床**  
 ~無曝気・省エネルギーで生物処理~

1ユニット

DHS担体 (使用中)

スポンジ内に高濃度汚泥を内包 (Tandukar et al, 2006)

**汚泥減容化・維持管理容易**

**移動床式の生物膜ろ過施設**  
 ~生物処理とろ過で仕上処理~

生物膜ろ過施設担体設置状況

**連続処理で省スペース**

# 第2章 技術の概要と評価 システム全体の概要と特徴

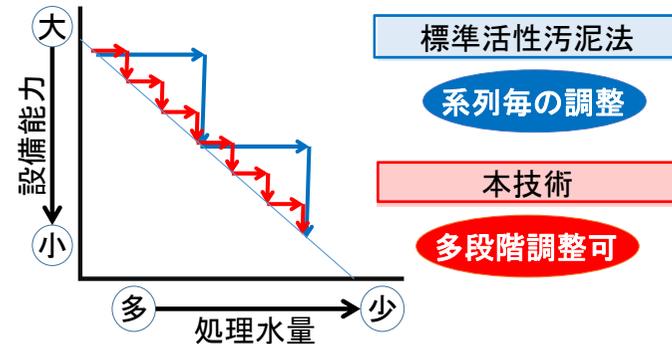
従来の散水ろ床法を改良した標準活性汚泥法代替のダウンサイジング可能な水処理技術

(1) 流入水量減少に合わせた  
処理規模の縮減

処理規模縮減の  
イメージ

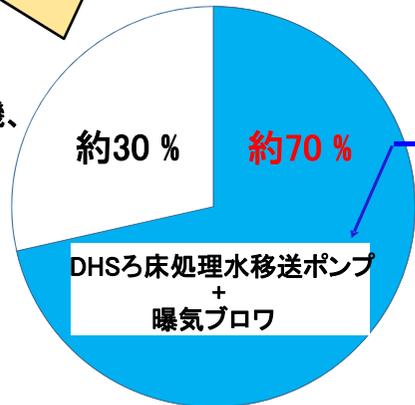
(2) 流入水量減少に追従した  
維持管理費の削減

消費電力縮減の  
イメージ

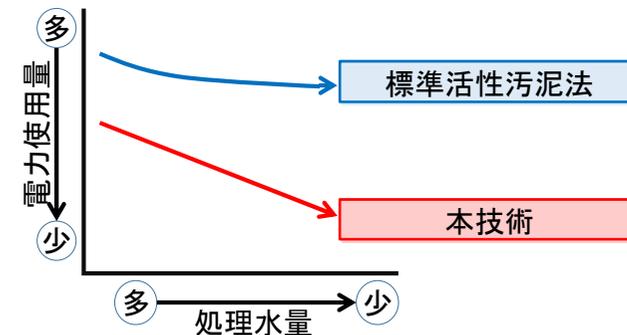


消費電力量の構成

その他  
初沈污泥掻寄機、  
コンプレッサ等



流入水量に追従  
↓  
流入水量の減少とともにDHSろ床  
処理水移送ポンプ: 運転時間減少  
曝気ブロウ: 送風量減少  
↓  
消費電力量減少



(3) 将来の再構築時にさらに処理規模の縮減  
・DHSろ床および生物膜ろ過施設は複数で  
構成されており、流入水量の減少に応じて、  
処理能力に見合った数で更新が可能

(4) 維持管理の容易化  
・DHSろ床は日常的な運転管理項目無し  
・生物膜ろ過施設は季節毎のDO, SS管理  
のみ

また、本技術は、使用電力量および汚泥発生量の削減といった特徴も有する。

## 第2章 技術の概要と評価 技術の適用条件

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

窒素・りん除去を目的とする高度処理が必要な下水処理場は適用対象外である。

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

### 適用条件詳細

- 標準活性汚泥法で、高度処理を対象にしない処理場。
- 既存水処理施設の改造が基本。ただし、新築・増設にも適用可能。
- 流入水質：一般的な都市下水
- 改造の場合、反応タンクの有効水深が3m以上。

### 推奨条件

- 現段階において汚水の流入率が低い。
- 今後人口減少に伴い、汚水の流入率が低下すると予測される。
- 維持管理体制のスリム化や汚泥発生量の削減を行いたい。

### 適用時留意事項

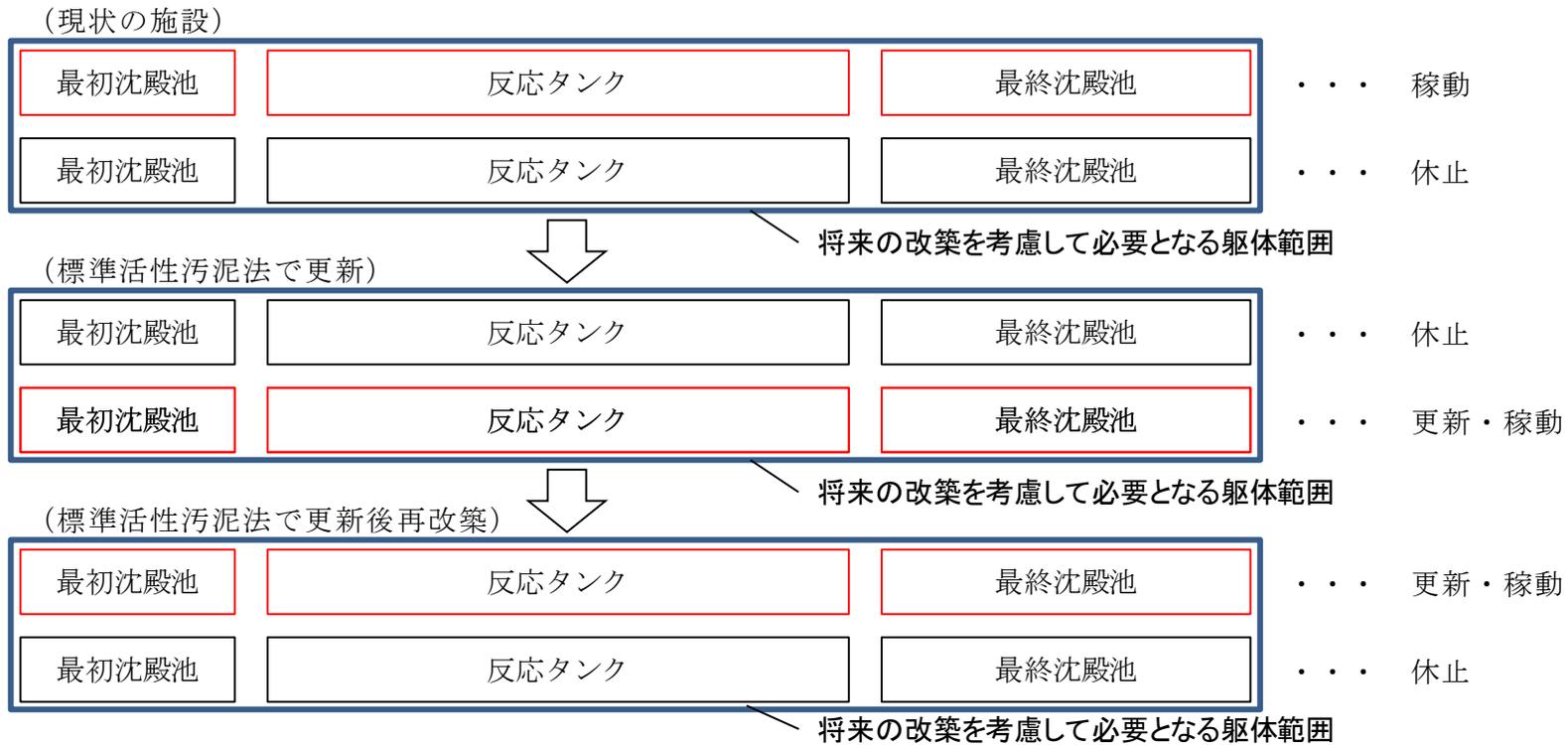
- 流入水温：15°C以下の場合は個別検討が必要。
- 土木躯体の耐荷重・耐震性の確認が必要。難がある場合、DHSろ床および生物膜ろ過施設の地上設置を検討する。

#### 実証試験での上限

- BOD: 257mg/L
- SS: 397mg/L
- T-N: 43mg/L
- NH4-N: 33mg/L

# 第2章 技術の概要と評価 導入シナリオ例:標準法の場合

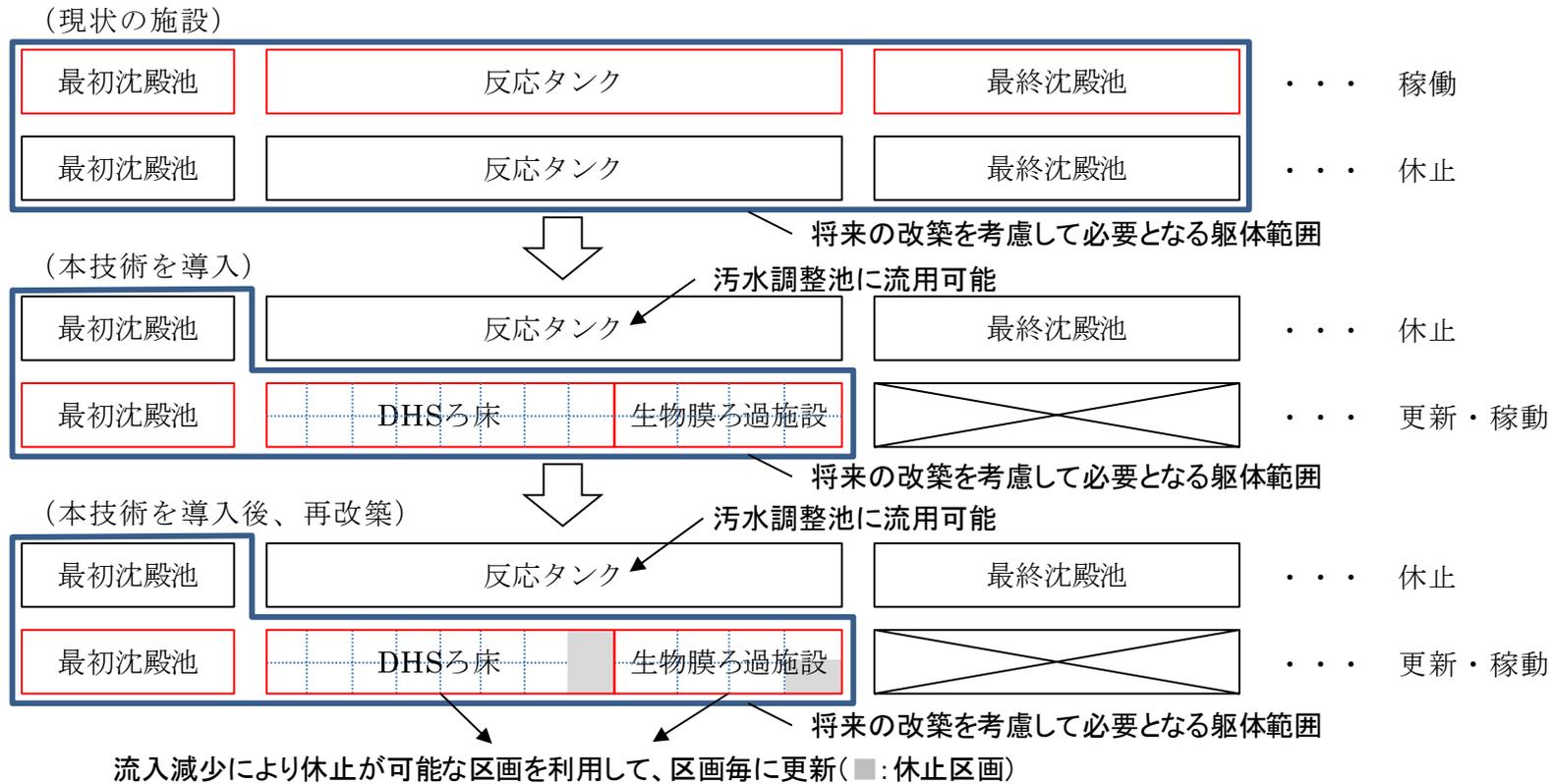
本技術の導入が有効と考えられるシナリオ例を以下に示す。  
 「流入水量の減少などにより反応タンクの稼働池数が1池となり、流入率が低い状態で運用しており、かつ、今後も流入水量の減少が見込まれる、反応タンクが2池以上ある標準活性汚泥法施設を改築する場合」…下記に標準活性汚泥法の場合を示す。



※更新、再改築ともに土木躯体は改造しない。

- (a)標準活性汚泥法の場合**
- 各施設容量が過大であり、土木躯体形状の制約により、処理規模の縮減が困難。
  - 運転管理(MLSS, 汚泥返送比, 汚泥引抜など)に必要な作業工数の削減も困難。
  - 再改築する場合も同様の課題がある。

# 第2章 技術の概要と評価 導入シナリオ例:本技術の場合



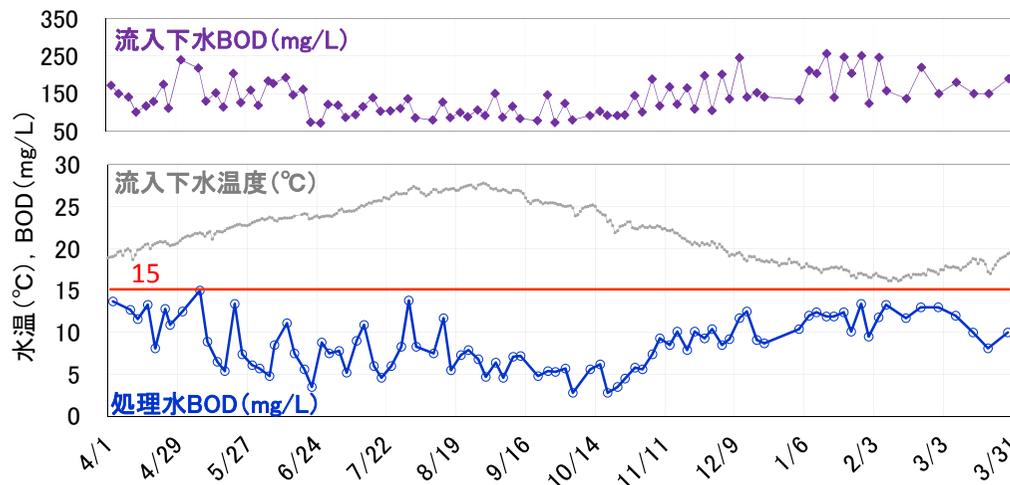
※本技術を導入時、片方の反応タンクにDHSろ床と生物膜ろ過施設を設置し、もう片方は汚水調整池に流用可能。

- (b)本技術の場合**
- 実際の流入水量に合せた処理規模への縮減が可能。
  - 機器点数や管理項目が少なく、運転管理が容易で巡回管理も可能。
  - 維持管理費を縮減、維持管理者の確保も容易。
  - 標準法と比べて消費電力量・汚泥発生量が少ない。

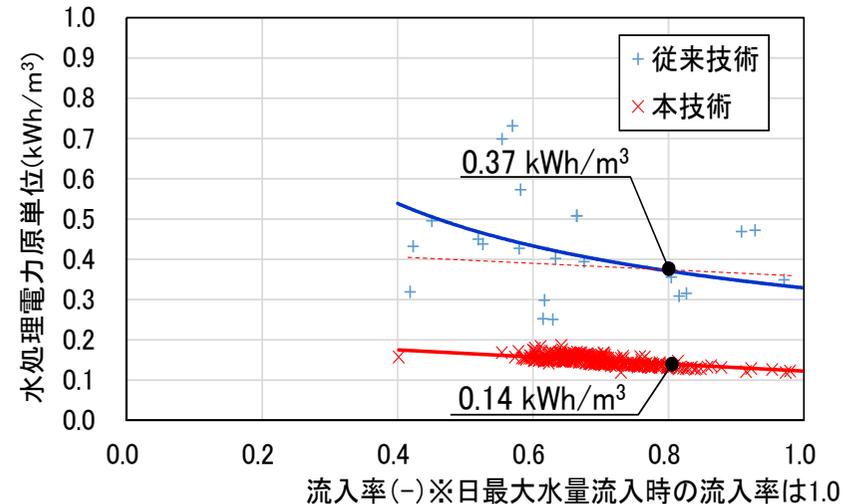
# 第2章 技術の概要と評価 技術の評価項目と評価結果

評価項目	評価結果
(1) 処理水質の安定性	1年間を通してBOD15mg/L以下
(2) 使用電力量	計画日平均汚水量における消費電力量が0.14 kWh/m <sup>3</sup> 以下
(3) 汚泥発生率	0.4(=(脱水ケーキDS+生物膜ろ過処理水DS)/(流入汚水DS)) ⇒ <b>設計値0.6</b>
(4) 維持管理の容易性	週2日の巡回監視が可能
(5) ダウンサイジング性能	流入水量減少に応じてLCC縮減可能
(6) 既設改造の可否	標準活性汚泥法の既存土木施設に設置可能

処理水質の安定性



使用電力量



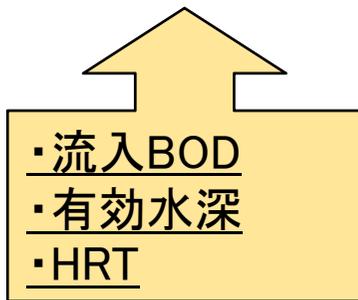
※使用電力量は、3,000m<sup>3</sup>/日規模躯体に、日最大3,000m<sup>3</sup>/日(日平均2,400m<sup>3</sup>/日)の汚水流入を想定  
 流入率0.8: 日平均/日最大想定比  
 従来技術: 下水道統計(H25)より、標準活性汚泥法のうち、濃縮は重力濃縮槽のみ、消化設備なし。処理水量2,000~4,000m<sup>3</sup>/日抽出  
 全ての汚泥処理方式・処理水量における平均は0.2kWh/m<sup>3</sup> [標準法水処理使用電力量合計]/[標準法処理水量合計]  
 本技術: 日毎の水処理電力原単位(平成29年4月1日~平成30年2月9日)

# 第3章 導入検討

①基礎調査…下水道経営状況の確認、関連下水道計画の整理、施設情報の確認、流入条件の現状把握と将来予想

②設置可否の検討

DHSろ床および生物膜ろ過施設の反応タンク内設置の可否判断



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

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

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

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

○ : 設置可能。  
△ : 複数水路使用の検討。もしくは、生物膜ろ過施設の地上設置の検討。

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

# 第3章 導入検討

# 施設配置のイメージ

平面的な配置

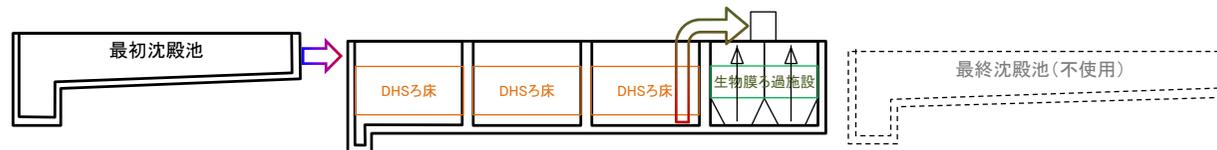


(a) 既存反応タンク内にDHSろ床と生物膜ろ過施設を設置可能な場合



(b) 既存反応タンク内にDHSろ床を、地上に生物膜ろ過施設を設置する場合

水位高低



(a) 既存反応タンク内にDHSろ床と生物膜ろ過施設を設置可能な場合



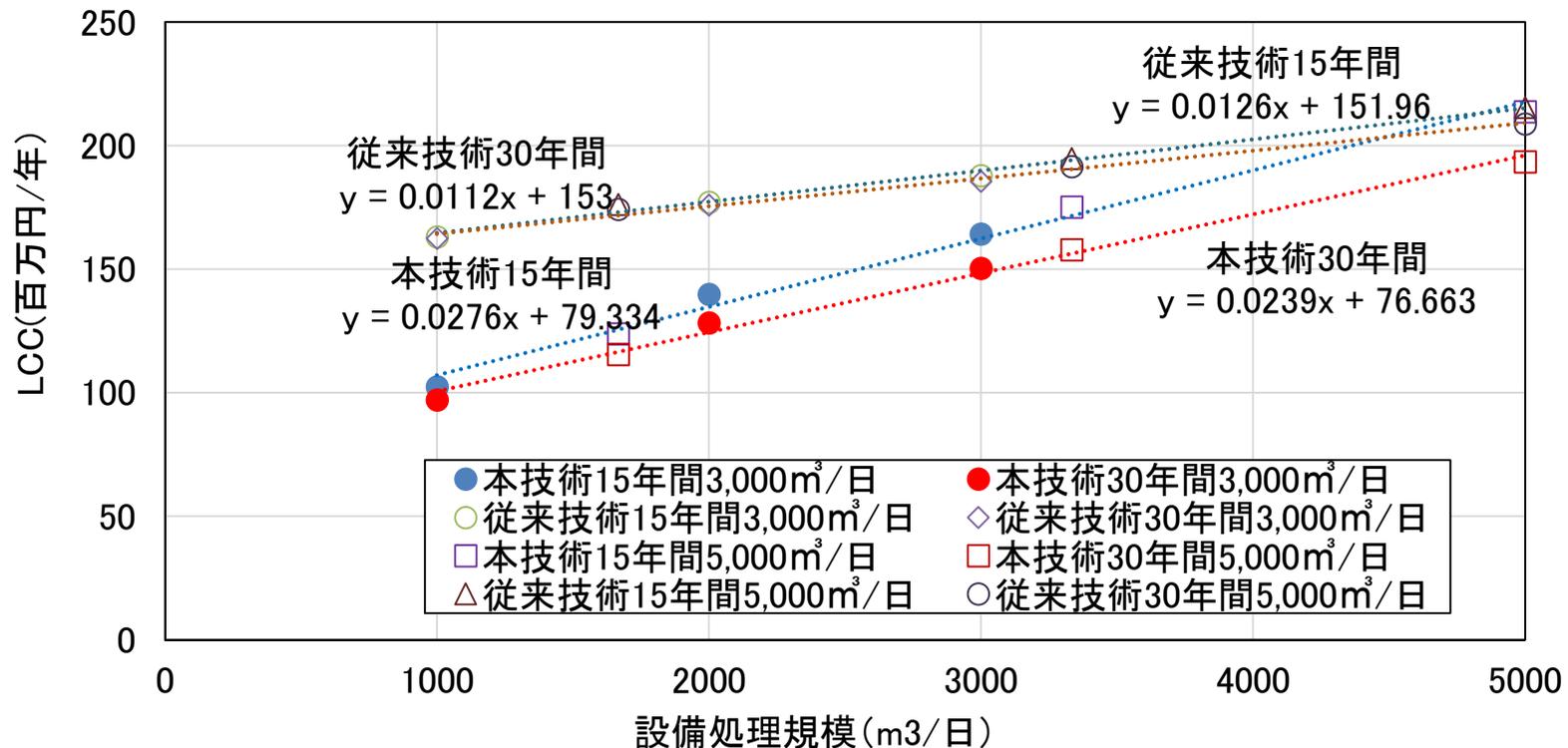
(b) 既存反応タンク内にDHSろ床を、地上に生物膜ろ過施設を設置する場合

# 第3章 導入検討

## ③導入効果の検討

- ・建設費および維持管理費の概算費用を算出(費用関数を使用)し、総合的に検討。

本技術と従来技術のライフサイクルコスト算出にあたっては、下記の費用関数を使用

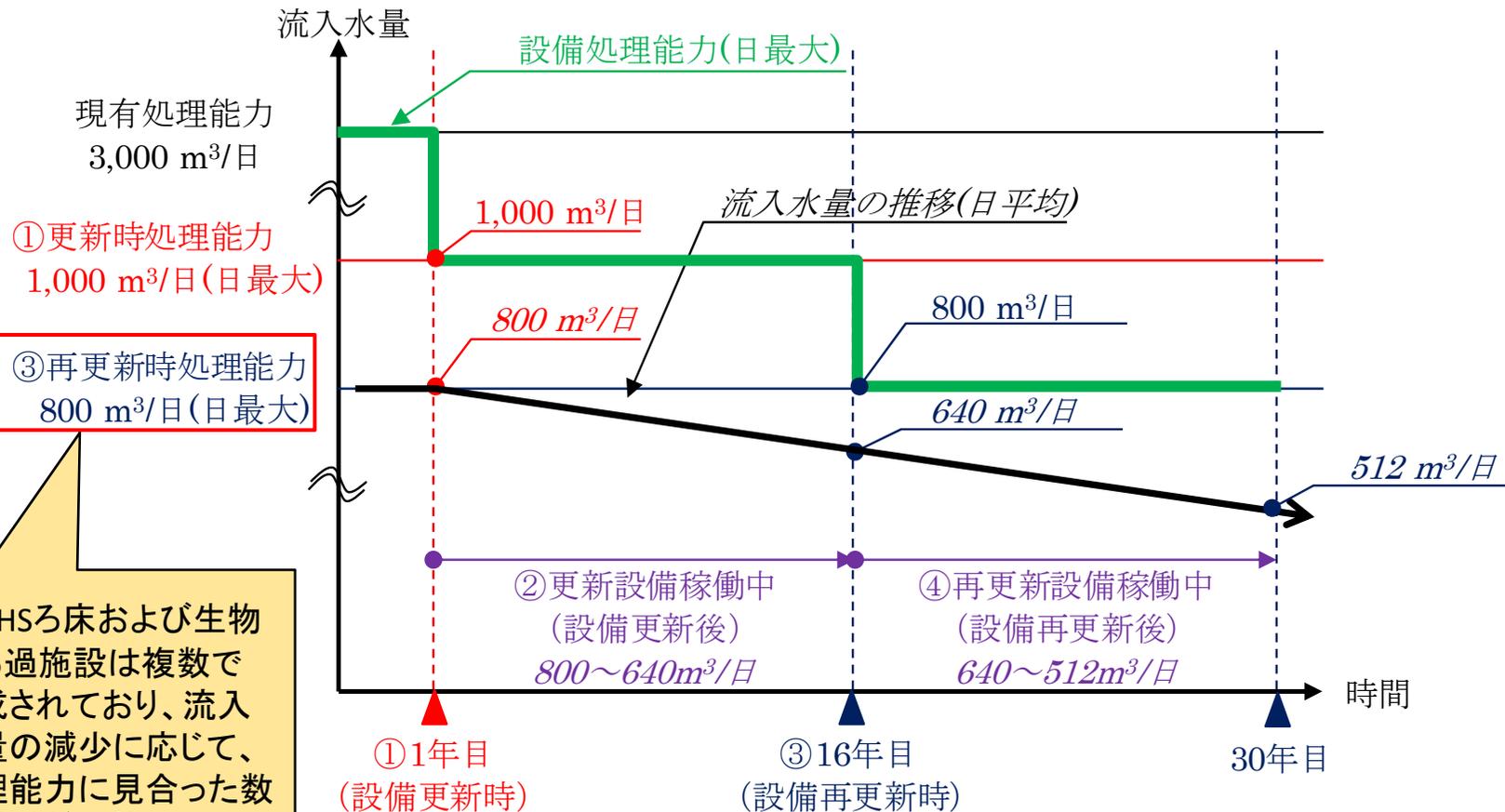


※電力費、汚泥処分費、高分子凝集剤費、運転管理費の補正要(補正方法はガイドラインに記載)。

# 第3章 導入検討

## 導入効果の検討例

日最大汚水量 $3,000\text{m}^3/\text{日}$ → $1,000\text{m}^3/\text{日}$ にダウンサイジングして設備を改築、さらに30年間処理水量が減少し続けた場合の再改築の水量減少イメージを下図に示す。

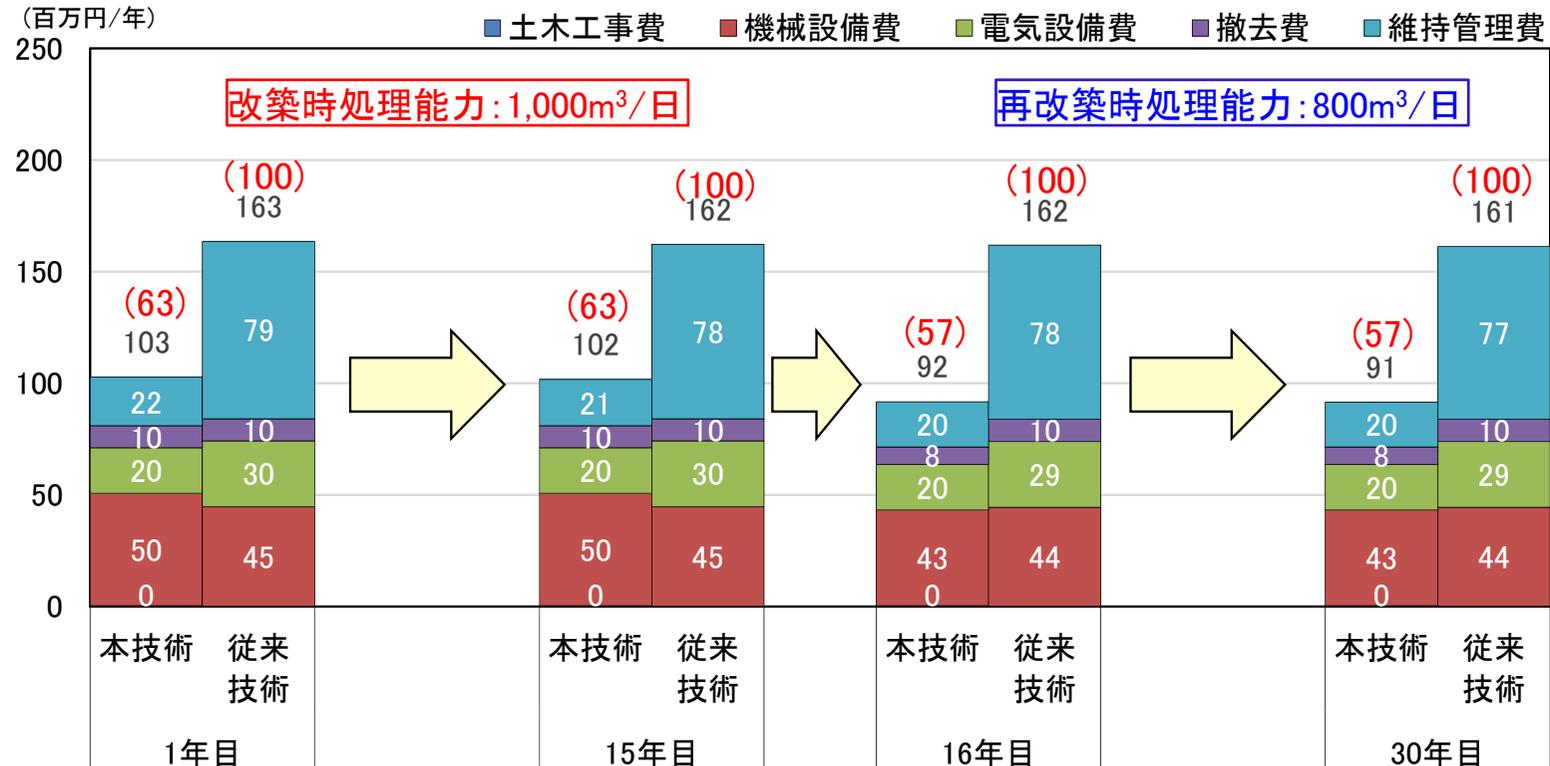


※DHSろ床および生物膜ろ過施設は複数で構成されており、流入水量の減少に応じて、処理能力に見合った数で更新が可能。

処理能力の縮減イメージ(処理能力 $3,000\Rightarrow 1,000\Rightarrow 800\text{m}^3/\text{日}$ )

# 第3章 導入検討

従来技術と本技術のライフサイクルコストの30年間の推移を下図に示す。

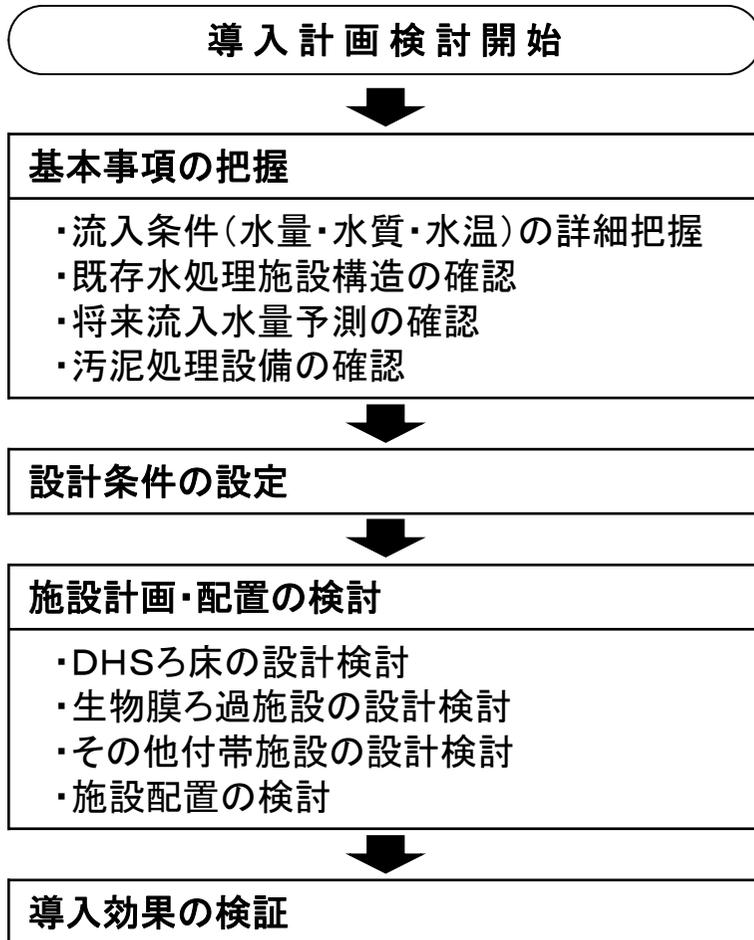


(括弧内は従来技術を100としたときの本技術の割合)

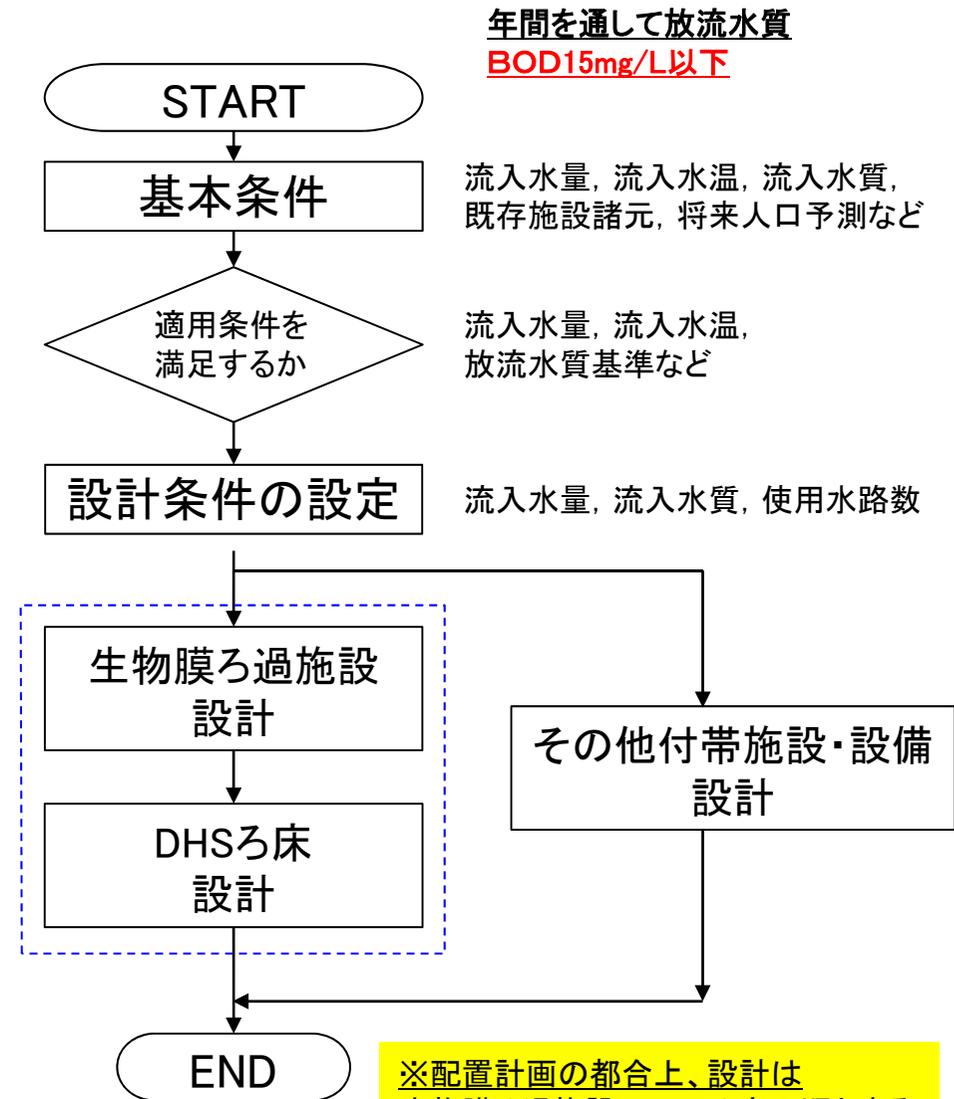
- ・本技術の改築時の建設費は従来技術とほぼ同等であるが、維持管理費が安価であり、ライフサイクルコストの削減が可能。
- ・再改築時に本技術の建設費が安価になるため、再改築後のライフサイクルコストの削減効果が大。
- ・エネルギー消費量・GHG排出量の削減も可能。

# 第4章 計画・設計

## 導入計画手順



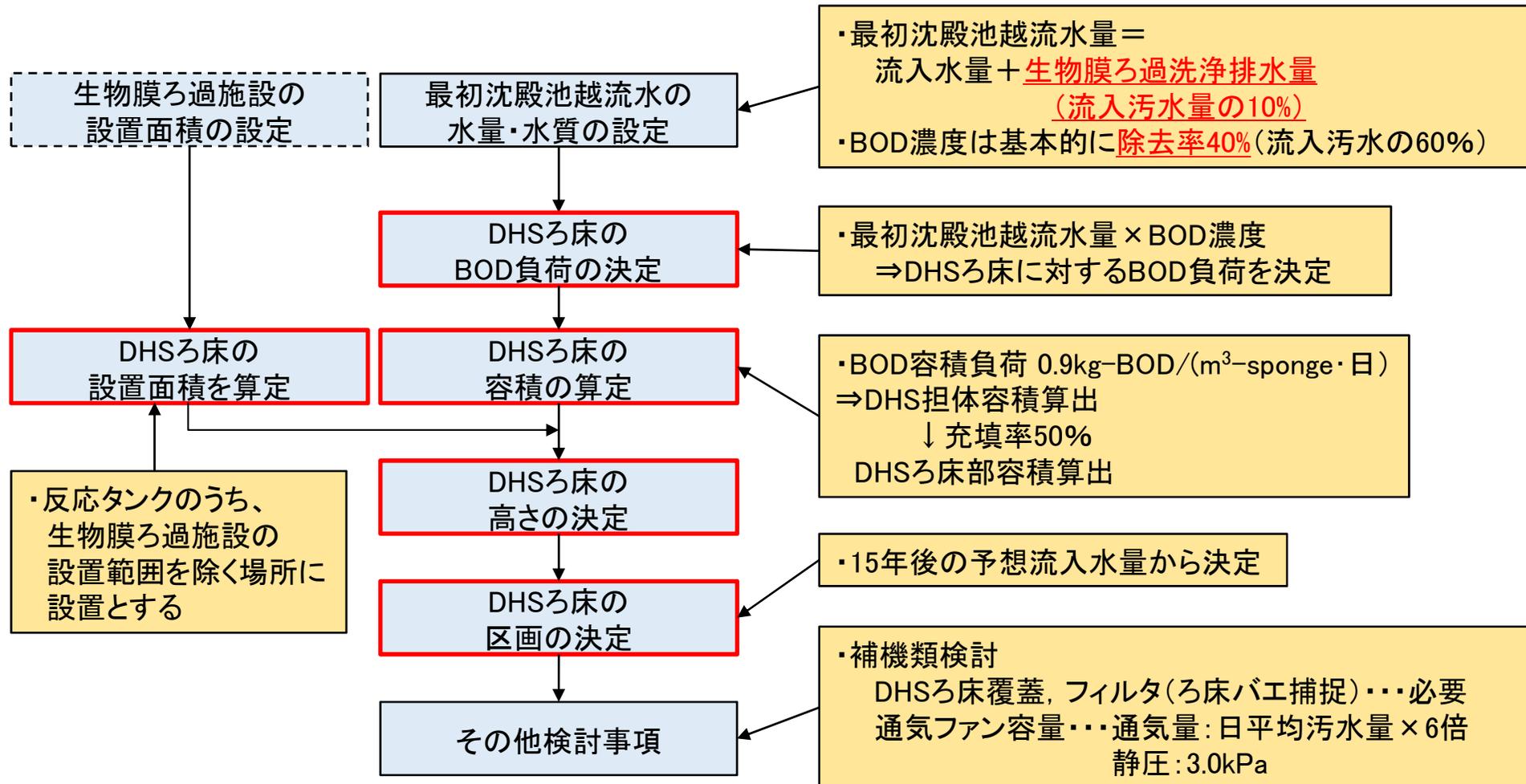
## 施設設計の考え方



# 第4章 計画・設計

## DHSろ床の設計

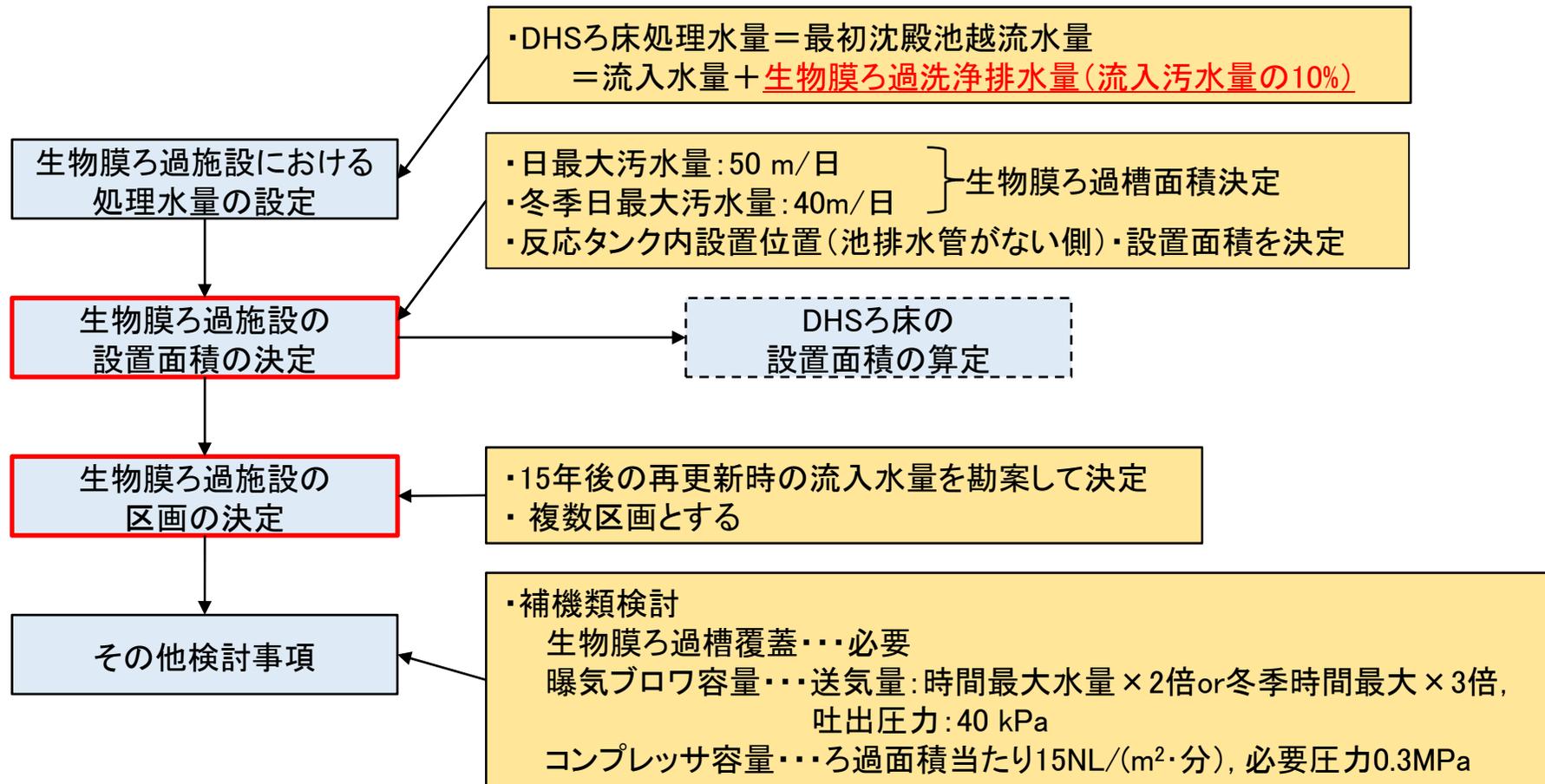
DHSろ床と生物膜ろ過施設のシステムとしての処理性能から求められたDHSろ床におけるBOD容積負荷に基づいてDHSろ床の仕様を決定する。



# 第4章 計画・設計

## 生物膜ろ過施設の設計

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



# 第5章 維持管理

## ■本技術の立上げ方法

### 1. 植種

- ・DHSに余剰汚泥を植種することで、早期立上げが可能である。
- ・余剰汚泥を植種する際、DHSろ床の散水装置の閉塞リスク低減のため、微細目スクリーンを通す。

### 2. 立上げ中の運転方法

- ・平均流入水量に対して、50→75→100%と段階的に流量負荷を上げる。

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

- ・立上げ時期…生物活性の高い高水温期が望ましい。
- ・立上げ期間…夏気高水温期(25℃以上)では約2週間、冬季低水温期(15~19℃)でも約1ヶ月

### 3. 立上げ中の留意点

- ・生物膜ろ過槽の汚泥保持のため、洗浄過多に注意。
- ・硝化の進行により、生物膜ろ過処理水中のpHが低下する傾向(必要に応じてアルカリ剤の添加が必要)。
- ・生汚泥の割合が高くなり、脱水性が向上するため、脱水時の過薬注に注意。

### 4. 立上げ完了の目安と立上げ完了後の留意点

- ・規定水量にて放流水質を満足。
- ・既存標準法の立下げの際、すみやかに反応タンク及び最終沈殿池の汚泥処理が必要。

# 第5章 維持管理

## ■本技術の基本運転操作方法

施設名称	操作項目	操作内容	
DHSろ床	通気量	6倍(対日平均汚水量)	自動
	集水部洗浄	定期的に実施 1日当り1回10分	自動
	散水装置フラッシング	定期的に実施 1日当り2回各1分	自動
	フィルタ洗浄	定期的に実施 1週間当り1回1分	自動
生物膜ろ過施設	送気量	2.0~3.0倍(対流入水量) 水温帯により調整	自動※
	洗浄時間	30~120分/(槽・日) 水温帯により調整	自動※

※生物膜ろ過施設の送気量、洗浄時間は、水温帯により設定値の変更が必要。

## ■生物膜ろ過施設の設定目安

水温	15℃以上20℃未満	20℃以上
送気倍率	流入水量の2.5~3.0倍	流入水量の2倍
洗浄時間	槽当り90~120分/日	槽当り30~60分/日

本技術の運転管理は週2日の巡回監視で対応可能。

# 第5章 維持管理

## ■水質管理内容

対象流体	管理内容	水質項目	備考
流入下水	流入水質の把握	BOD, SS, NH <sub>4</sub> -N, 水温, pH, アルカリ度	T-Nも適宜実施。
最初沈殿池流出水	有機物除去性能 SS除去性能	BOD, SS	
最初沈殿池汚泥	汚泥沈降性	TS	
DHSろ床処理水	有機物除去性能 SS除去性能	BOD, C-BOD, SS, DO, NH <sub>4</sub> -N, pH, アルカリ度	脱窒と硝化の確認ため, T-N, NO <sub>3</sub> -Nも適宜実施。
生物膜ろ過処理水	有機物除去性能 SS除去性能	BOD, SS, DO, NH <sub>4</sub> -N, pH	硝化の確認のため, NO <sub>3</sub> -Nも適宜実施。
生物膜ろ過洗浄排水	SS補足量	洗浄排水SS	

## ■環境対策

### (1)臭気対策

- ・DHSろ床を密閉構造として臭気飛散を防止
- ・DHSろ床部にて上⇒下に通気することで生物脱臭を実施

### (2)ろ床バエ対策

- ・DHSろ床を密閉構造として外部への飛散を防止

## ■DHSろ床の点検内容と頻度

機器名称	点検内容	日常点検	定期点検
DHSろ床全体	ろ床バエ飛散状況の確認	○	
散水部	散水状況の確認	○	
	壁面・床面亀裂等、腐食状況の確認		必要時
ろ床部	圧力損失の確認	○	
	壁面・床面亀裂等、腐食状況の確認		必要時
集水部	壁面・床面亀裂等、腐食状況の確認		必要時

## ■生物膜ろ過槽の点検内容と頻度

機器名称	点検内容	日常点検	定期点検
生物膜ろ過槽	水位の確認	○	
	曝気状況の確認	○	
	担体洗浄状況の確認	○	
	ろ層高さの確認		1回/年
	壁面・床面亀裂等、腐食状況の確認		必要時

※水質試験および日常点検は週2回の巡回監視の際に実施。

# 第5章 維持管理

## ■ 異常時の対応と対策

	想定される異常例	原因	対処方法
システム	処理水質の悪化 (BOD上昇)	異常水(高濃度水)の流入	最初沈殿池の状況を確認する。 最初沈殿池手前でPAC等凝集剤を添加し、DHSろ床以降の負荷を軽減する。
		DHSろ床散水不良	散水装置の閉塞により、閉塞していない区画への負荷が高くなる。 散水装置を確認し、閉塞部の清掃を行う。
		DHSろ床通気量不足	DHSろ床では常時多めに通気しており、通常処理水DOは4 mg/L以上である。 処理水DOを確認し、必要に応じて調整を行う。
		生物膜ろ過施設分配不良	分配槽の堰への夾雑物の付着等により、一部区画の負荷が高くなる。 分配槽を確認し、夾雑物の除去を行う。
		生物膜ろ過施設送気量過不足	生物膜ろ過施設では常時多めに送気しており、通常処理水DOは4 mg/L以上である。 処理水DOを確認し、送気倍率の調整を行う。
		生物膜ろ過施設洗浄時間過不足	SS由来のN-BODの影響が考えられる。 処理水SSを確認し、洗浄時間の調整を行う。
		脱水ろ液返流に伴う負荷上昇	本技術は生物膜法のため負荷変動に強いが、高負荷時は処理水質が悪化する。 流入負荷変動を確認し、脱水ろ液の返流が負荷の少ない時間帯になるように調整を行う。
	処理水質の悪化 (SS上昇)	生物膜ろ過施設ろ層の閉塞	生物膜ろ過施設における洗浄時間を延長する。
処理水質の悪化 (pH低下)	流入水質の変化	計測器が正常か確認する。 処理水へのアルカリ注入を行う。	
DHSろ床	ろ床バエの飛散	DHSろ床蓋に隙間発生	隙間を塞ぐ。
生物膜ろ過施設	ろ過損失抵抗の増加 (水位異常高)	ろ層の閉塞	洗浄時間を延長する。