

令和6年度 評価委員会(令和7年3月7日)

B-DASHプロジェクト自主研究報告(最終)

【平成29年度採択】

最終沈殿池の処理能力向上技術

メタウォーター(株)・日本下水道事業団・松本市共同研究体

【報告内容】

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. 研究概要 | スライドNo.2～No.4 |
| 2. 自主研究の成果 | スライドNo.5～No.14 |
| 2.1 量的向上運転 | |
| 2.2 質的向上運転 | |
| 2.3 底部スクリーン閉塞対策 | |
| 2.4 結果のまとめ | |
| 3. ガイドライン案の改訂 | スライドNo.15～No.23 |
| 3.1 質的向上の適用条件 | |
| 3.2 洗浄排水の戻し先 | |
| 3.3 適用条件 | |
| 3.4 計画・設計方法 | |
| 4. 普及展開および今後の予定 | スライドNo.24～No.25 |
| 5. まとめ | スライドNo.26 |

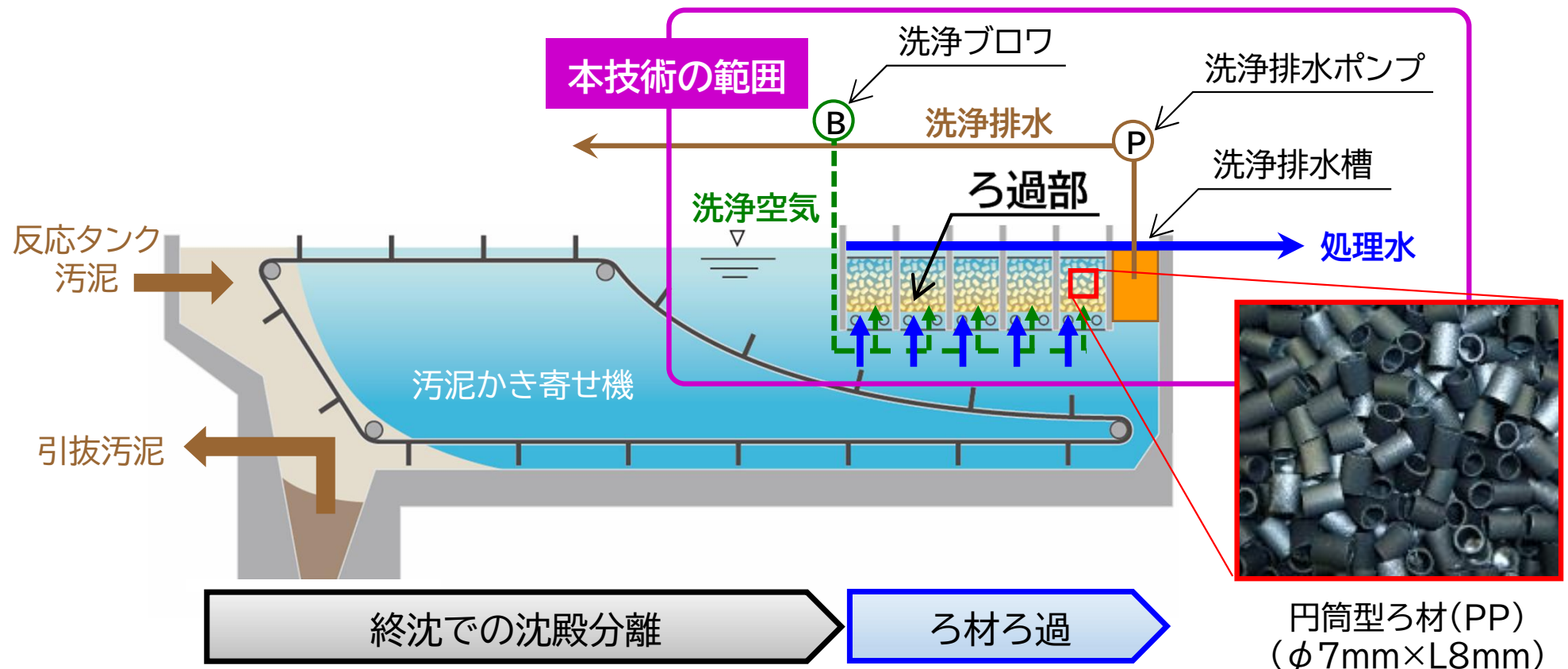
1. 研究概要

◆B-DASH概要

研究名称	最終沈殿池の処理能力向上技術実証研究
実施期間	【委託研究】平成29年7月～令和1年3月(2か年) 【自主研究】令和1年4月～令和7年3月(6か年)
実施者	メタウォーター(株)・日本下水道事業団・松本市共同研究体
実証場所	両島浄化センター（長野県松本市） ・排除方式 分流式 ・水処理方式 標準活性汚泥法 ・現有処理能力 32,850m ³ /日 ・汚水量実績 日最大：45,000m ³ /日(平成28年度実績) 日平均：32,600m ³ /日(//)
実証規模	10,950m ³ /日（既設終沈3系列のうち、1系列にて実証）
実証概要	最終沈殿池の躯体を増設することなく、低コストの既設改造により 最終沈殿池の処理能力を量的あるいは質的に向上させる技術の実証
検証項目	◆量的向上:処理水質を悪化させることなく、計画日最大汚水量の2倍を処理 ◆質的向上:計画日最大汚水量における処理水質を急速ろ過水並みに向上

1. 研究概要

- ◆技術概要 最終沈殿池の流出部にろ過部を設置することにより、終沈に流入した固形物のうち、沈殿分離できずに上澄水に含まれる固形物を除去する技術。
- ◆特徴
- ①量的向上:処理水質を悪化させることなく、計画日最大汚水量の2倍を処理。
⇒ 終沈躯体を増設せず、既設改造により処理水量の増加が可能となる。
 - ②質的向上:計画日最大汚水量における処理水質を急速ろ過水並みに向上。
⇒ 急速ろ過施設を新設せず、急速ろ過水並みの処理水を得る。



1. 研究概要

◆委託研究時の評価（ガイドライン案 § 11）

評価項目	目標値	実証方法	結果								
量的向上	【処理水量】実証系は対照系の2倍程度に調整										
	【放流水質※】 対照系と同等 ※)既設と同じ添加率で 次亜塩素酸ソーダを添加	✓ 各季節、1か月程度の評価運転 ✓ 各季節、6回のスポット採水	T-BOD(年間平均)において、対照系と同等であった。 <table><tr><td></td><td></td><td>対照系</td><td>実証系</td></tr><tr><td>BOD</td><td>mg/L</td><td>5.0</td><td>5.1</td></tr></table>			対照系	実証系	BOD	mg/L	5.0	5.1
		対照系	実証系								
BOD	mg/L	5.0	5.1								
質的向上	【処理水量】実証系は対照系と同程度(計画日最大汚水量以下)										
	【放流水質※】 対照系よりすぐれ、 かつBOD≦10mg/L	✓ 各季節、1か月程度の評価運転 ✓ 各季節、6回のスポット採水	T-BOD(年間平均)は対照系を下回り、 かつ10mg/L以下であった。 <table><tr><td></td><td></td><td>対照系</td><td>実証系</td></tr><tr><td>BOD</td><td>mg/L</td><td>4.3</td><td>2.4</td></tr></table>			対照系	実証系	BOD	mg/L	4.3	2.4
			対照系	実証系							
BOD	mg/L	4.3	2.4								
【放流水質※】 急速ろ過と同等	✓ 対照系処理水を小型砂ろ過装置 で処理し、実証系処理水と比較 ✓ 各季節、6回のスポット採水	T-BOD(年間平均)において、砂ろ過 処理水と同等であった。 <table><tr><td></td><td></td><td>砂ろ過</td><td>実証系</td></tr><tr><td>BOD</td><td>mg/L</td><td>2.1</td><td>2.4</td></tr></table>			砂ろ過	実証系	BOD	mg/L	2.1	2.4	
		砂ろ過	実証系								
BOD	mg/L	2.1	2.4								
総費用 (年価換 算値)	量的向上 (15,000m³/日) 質的向上 (45,000m³/日)	実証技術の適用範囲において、 建設費、維持管理費を積上げ	従来技術に対し、以下の縮減率が得 られた。 <table><tr><td></td><td></td><td>量的向上</td><td>質的向上</td></tr><tr><td>縮減率</td><td>%</td><td>51%</td><td>68%</td></tr></table>			量的向上	質的向上	縮減率	%	51%	68%
		量的向上	質的向上								
縮減率	%	51%	68%								

【報告内容】

1. 研究概要
2. 自主研究の成果
 - 2.1 量的向上運転
 - 2.2 質的向上運転
 - 2.3 底部スクリーン閉塞対策
 - 2.4 結果のまとめ
3. ガイドライン案の改訂
 - 3.1 質的向上の適用条件
 - 3.2 洗浄排水の戻し先
 - 3.3 適用条件
 - 3.4 計画・設計方法
4. 普及展開および今後の予定
5. まとめ

2. 自主研究の成果

◆実証設備状況

- ・自主研究期間を通じ、連続で運転している。
- ・使用している機器は、定期点検を実施している。



図 実証設備全景



図 ろ過部上面



図 洗浄ブロワ分解点検

2. 自主研究の成果

◆主な研究項目

自主研究期間に実施した事項のうち、主な項目を以下に挙げる。

	目的	概要
処理能力把握	①量的向上 長期的な処理性能の確認 ②質的向上 水量条件の確認 (ガイドライン案 §11関連)	①水質が悪化する冬季を中心に、高負荷運転(従来技術※の2倍)の処理性能を把握した。 ②処理水量を従来技術の1.5倍にした条件にて、急速ろ過並みの処理水質が得られるか確認した。
底部スクリーン閉塞対策	ろ過部カセット構造の見直しによる、維持管理負荷の軽減 (ガイドライン案 資料編関連)	底部空洗管の設置、あるいは底部スクリーンの仕様変更により、水抜き清掃頻度の改善を確認した。
その他の調査	①洗浄排水の戻し先調査 (ガイドライン案 §20関連) ②適用条件検討にかかる終沈調査 (ガイドライン案 §14、19関連)	①洗浄排水を終沈内に返送可能か調査した。 ②本技術の計画・設計方法の改良を目指し、高負荷運転時の終沈の状況把握およびデータ解析を行った。

※)本研究における従来技術は、計画日最大汚水量以下の流量負荷で運転される最終沈殿池であり、対照系として処理能力を把握した。

2. 自主研究の成果

◆全体工程

年度		H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6
委託研究 (2か年)	全体工程			★ ガイドライン案発刊					
	処理能力把握			質的向上(1)(1倍量) 量的向上(2倍量)					
自主研究 (6か年)	全体工程								
					中間報告 ★			最終報告 ★	
	処理能力把握		量的向上(2倍量)						
			質的向上(2)(1.5倍量)						
	底部スクリーン 閉塞対策	底部空洗 効果確認		スクリーン 仕様変更		小規模での検証	実証設備での検証	実証設備改造	
	その他の調査					終沈調査&解析			

注) 青字は、今回の報告対象を示す。

2. 自主研究の成果

2.1 量的向上運転(R4年度)

補足資料あり

◆目的

水質が悪化する低水温期において、委託研究時よりも長期で処理性能を把握する。

(委託研究時＝1ヶ月程度/平均終沈水温15.7℃、本報告＝4か月程度/平均終沈水温16.9℃)

◆目標値

放流水質※として、実証系処理水が対照系処理水と同等であること。

※)委託研究時と同様、各系列の処理水に既設と同じ添加率で次亜塩素酸ソーダを加えたものを分析した。

◆調査方法

- ・対照系処理水量に対する実証系処理水量の割合(処理倍率)を、2倍程度に調整した。
- ・1日の中で平均的な処理水質が得られる時刻に採水し、SSおよびT-BODを分析した。

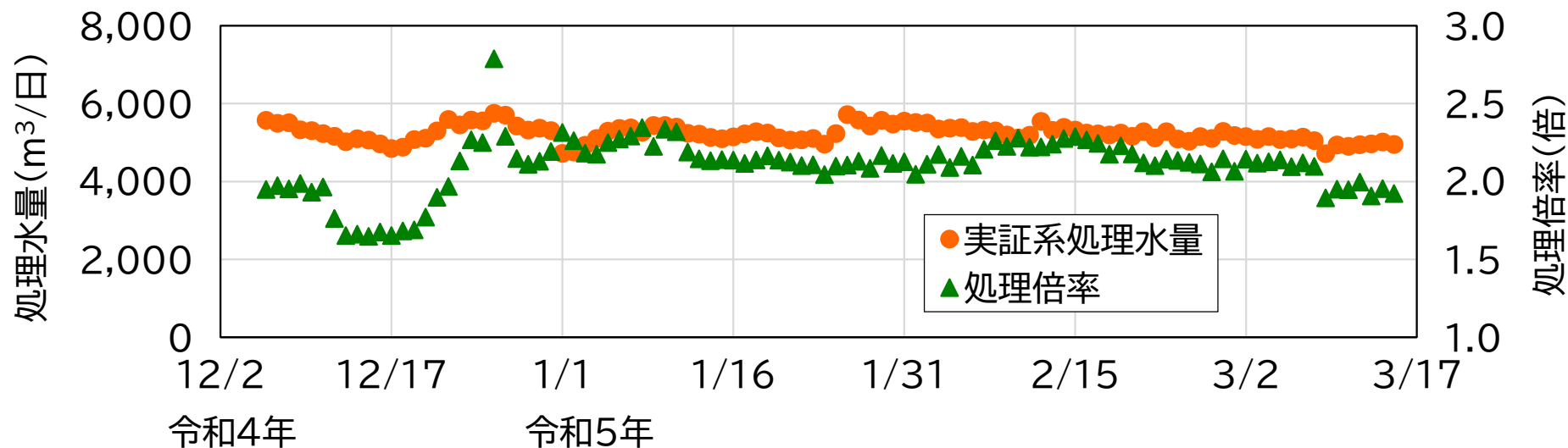


図 実証系処理水量および処理倍率の推移

2. 自主研究の成果

2.1 量的向上運転(R4年度)

◆結果(放流水質として比較)

- ・T-BOD濃度は、実証系と対照系で差はなく、いずれも4mg/L以下であった。
- ・SS濃度は、両系列ともに変動が大きかったが、実証系は対照系を下回っていた。
- ・委託研究時と同じく、対照系と同等の処理水質が得られることを確認した。

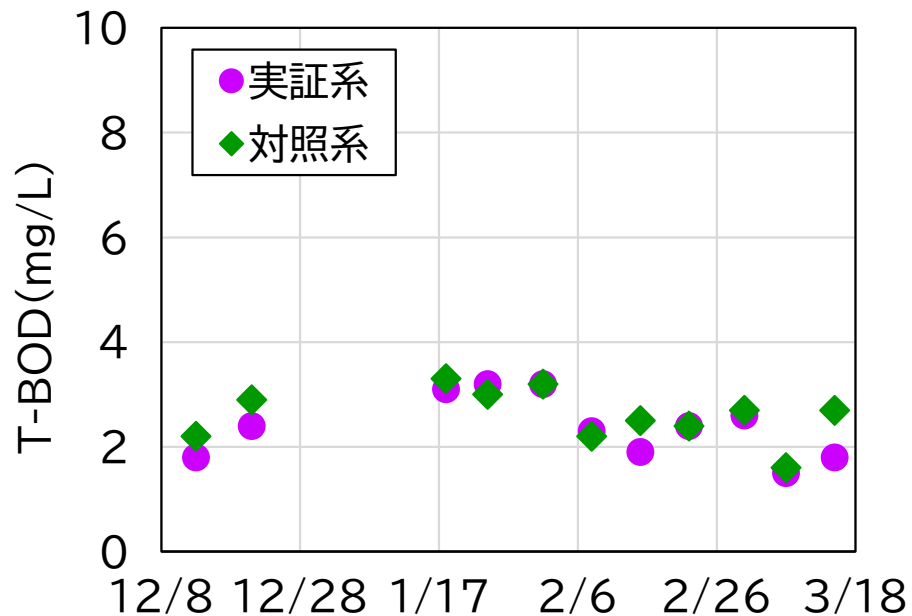


図 処理水T-BOD濃度の推移

	データ数	平均	標準偏差
実証系	11	2.4	0.57
対照系	11	2.6	0.48

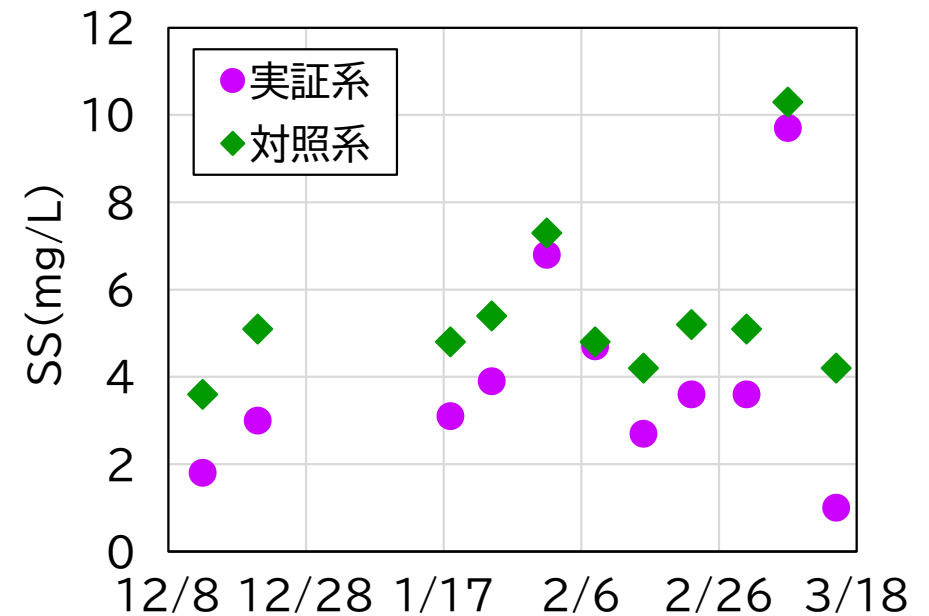


図 処理水SS濃度の推移

	データ数	平均	標準偏差
実証系	11	4.0	2.3
対照系	11	5.5	1.8

2. 自主研究の成果

2.2 質的向上運転(R3年度)

補足資料あり

◆目的

計画日最大汚水量※1を超える水量を処理し、かつ急速ろ過水並みの処理水質が得られることを確認する。(委託研究時は、計画日最大汚水量以下を対象としていた。)

※1)実証設備1水路あたりの計画日最大汚水量は、3,650m³/日

◆目標値

放流水質※2として、下水道法施行令に示される区分(T-BOD $\leq$ 10mg/L)を満たす。

※2)委託研究時と同様、各系列の処理水に既設と同じ添加率で次亜塩素酸ソーダを加えたものを分析した。

◆調査方法

- ・対照系処理水量に対する実証系処理水量の割合(処理倍率)を、1.5倍程度に調整した。
- ・1日の中で平均的な処理水質が得られる時刻に採水し、SSおよびT-BODを分析した。

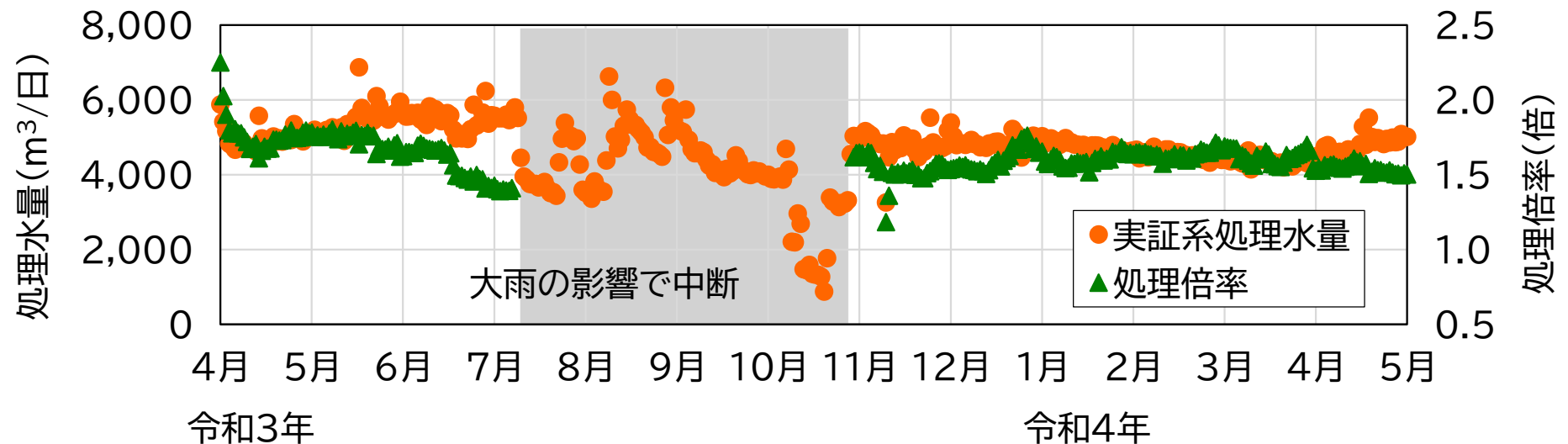


図 実証系処理水量および処理倍率の推移

2. 自主研究の成果

2.2 質的向上運転(R3年度)

◆結果(放流水質として比較)

- ・T-BOD濃度は冬季に大きく上昇し、実証系の最大値は6mg/L程度であったが、目標($\leq 10\text{mg/L}$)を満足した。
- ・SS濃度もT-BOD濃度と同じく冬季に上昇し、最大で12mg/L程度であった。
- ・参考として、対照系処理水を小型砂ろ過装置で処理した砂ろ過水と比較すると、実証系処理水質は高い傾向であった。

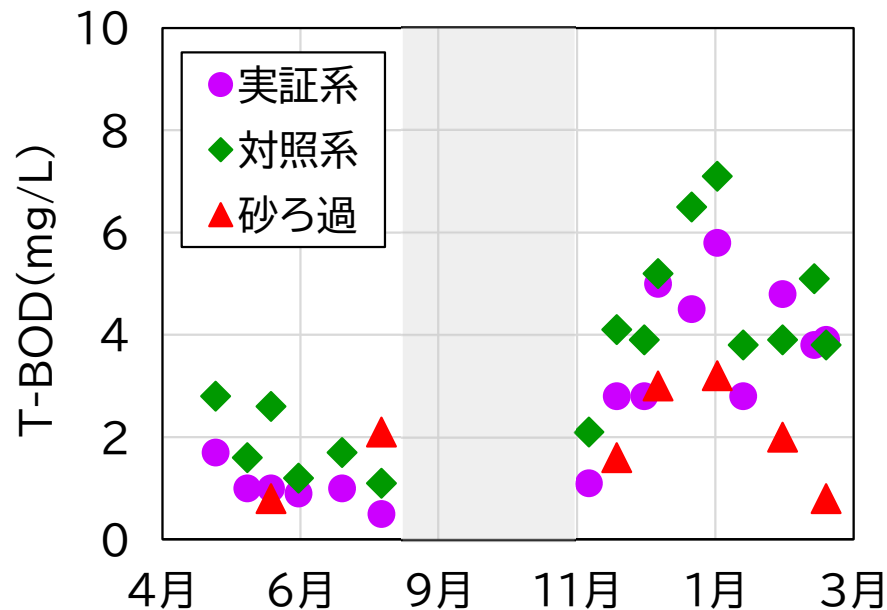


図 処理水T-BOD濃度の比較

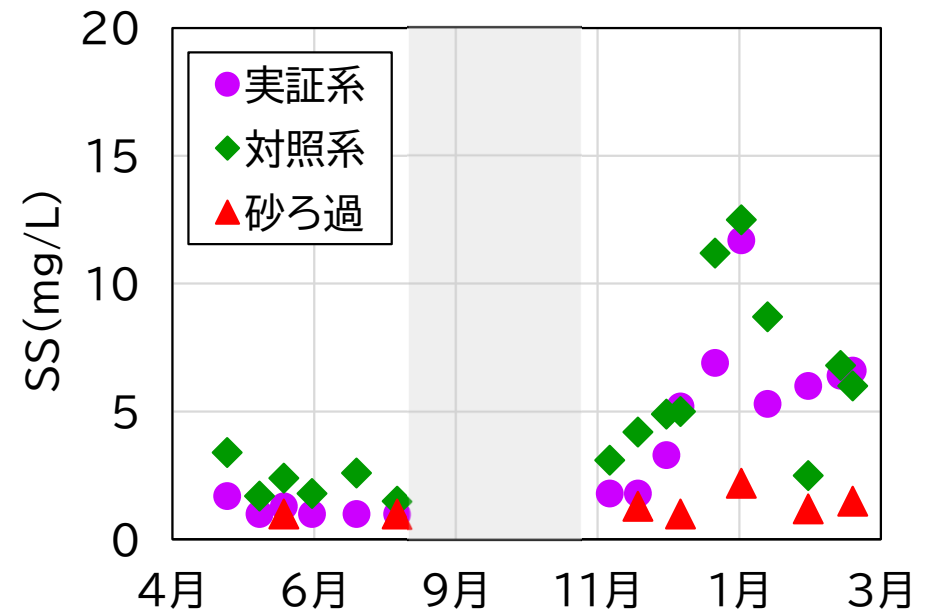


図 処理水SS濃度の比較

2. 自主研究の成果

2.3 底部スクリーン閉塞対策

◆課題(ガイドライン案資料編 1.3.2)

- ・底部スクリーンに汚泥が付着し、通水抵抗を上昇させることがあった。

◆対策と効果

- ・委託研究時、底部空洗管から定期的に散気することで汚泥を剥離させる方法を考案、その効果を自主研究期間中に確認した。
- ・自主研究期間には、スクリーンの仕様を変更(パンチング→メッシュ)することにより、汚泥閉塞の抑制効果がさらに高まることを確認した。

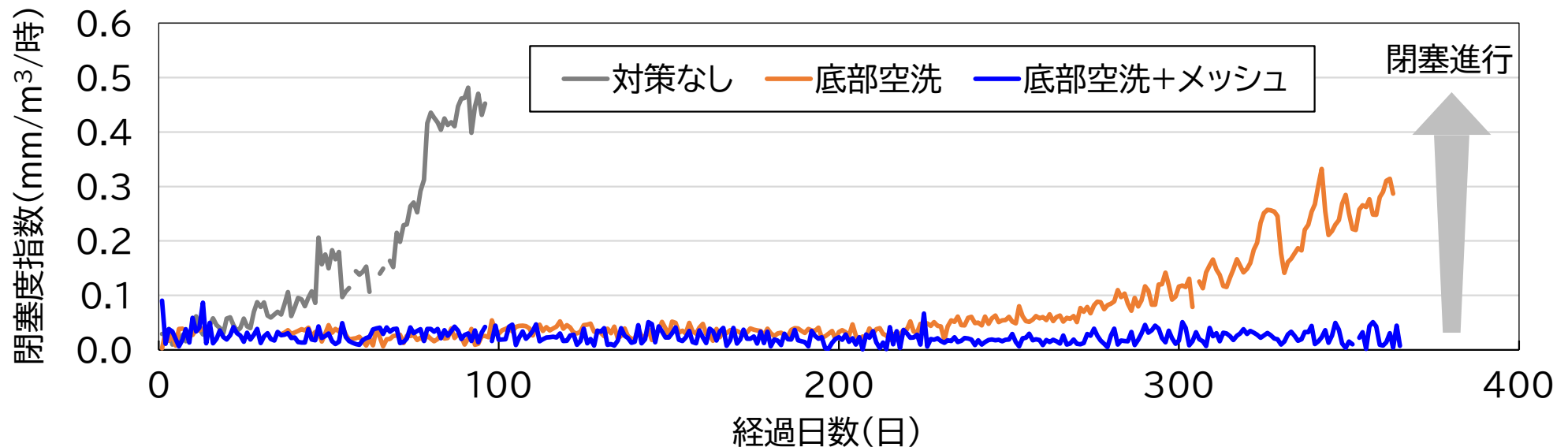


図 閉塞度指数※の推移比較

※)通水抵抗は流量で変化するため、通水抵抗を流量で除した閉塞度指数で比較した。

2. 自主研究の成果

2.4 結果のまとめ

◆処理性能

現行のガイドライン案と比較し、下表の結果が得られた。(ガイドライン案 § 10、11 関連)

	現行ガイドライン案	自主研究成果
量的向上	・<u>各季節×1ヶ月</u>で評価 ・対照系の2倍の処理水量で運転 ・四季を通じ、対照系と同等の水質	・<u>水質が悪化する冬季の4ヶ月</u>に確認 ・対照系の2倍の処理水量で運転 ・対照系と同等の水質が得られた
質的向上	・<u>対照系と同等</u>の処理水量で運転 ・小型砂ろ過装置で得られる <u>砂ろ過水と同等</u>の水質	・<u>対照系の1.5倍</u>の処理水量で運転 ・下水道法施行令に示される<u>急速ろ過の区分</u>($BOD \leq 10\text{mg/L}$)を満たす

◆底部スクリーン閉塞対策

底部空洗管の設置、スクリーン仕様変更により、閉塞を抑制できることを確認した。

◆その他の項目

導入効果の検討(§ 15)に記載の総費用(年価換算値)、エネルギー消費量および温室効果ガス排出量について、新たに得られた結果はない。

【報告内容】

1. 研究概要
2. 自主研究の成果
 - 2.1 量的向上運転
 - 2.2 質的向上運転
 - 2.3 底部スクリーン閉塞対策
 - 2.4 結果のまとめ
3. ガイドライン案の改訂
 - 3.1 質的向上の適用条件
 - 3.2 洗浄排水の戻し先
 - 3.3 適用条件
 - 3.4 計画・設計方法
4. 普及展開および今後の予定
5. まとめ

3. ガイドライン案の改訂

◆改訂内容の概要

自主研究の結果を踏まえ、以下の事項についてガイドライン案の改訂を希望する。

項目	現行ガイドライン案	改訂案
1 質的向上の適用条件	対象水量は、従来と同等 (計画日最大汚水量以下)	従来の <u>計画日最大汚水量を 超える水量</u> にも適用可能
2 洗淨排水の戻し先	最終沈殿池より上流	最終沈殿池の <u>沈殿部より上流</u>
3 適用条件	汚泥界面がろ過部カセットより 1m以上離れていること	汚泥界面が <u>ろ過部カセットに 達しない</u> こと
4 計画・設計方法	①汚泥界面の深さ、②ろ過速度が 基準内であることを確認する	① <u>ろ過部流入水SS濃度を予測</u> ②ろ過速度で決まるSS除去率 ⇒ <u>処理水SS濃度を試算</u> する

3. ガイドライン案の改訂

3.1 質的向上の適用条件

【方針】適用可能な汚水量を見直す

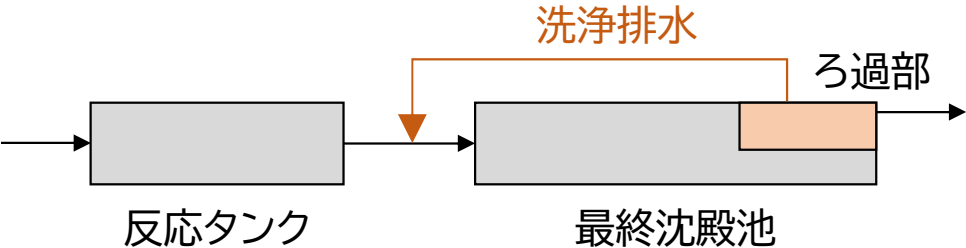
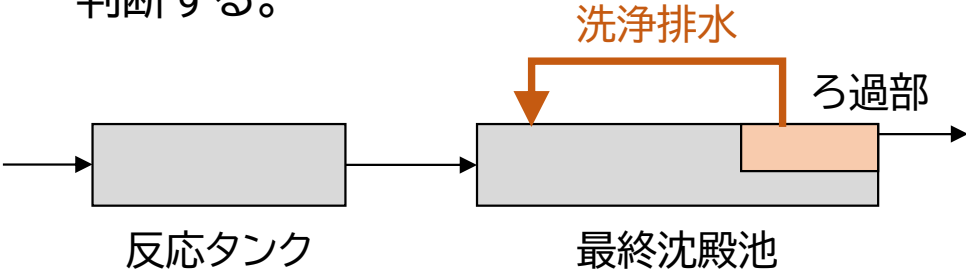
現行ガイドライン案	改訂案								
以下の項目などにおいて、水量の制限を設けている。 § 8 技術の適用条件 序文、第二段落 『本技術を計画日最大汚水量以下の水量条件で用いる場合、放流水のBODが10mg/L以下を満たすことが実証研究において確認されている。』	自主研究の結果(スライドNo.11および12)を踏まえ、計画日最大汚水量を上回る条件でも適用可能とする。 § 8 技術の適用条件 水量条件によって得られる水質に違いがでるため、目的に応じて水量条件を計画する。 ・実際の砂ろ過相当の処理水が必要 ⇒計画日最大汚水量以下 ・下水道法施行令を満たす放流水が必要 ⇒計画日最大汚水量以上も可 § 11 技術の評価結果 自主研究で得られた結果を追加する。								
<table> <tr> <td>水量条件</td><td>計画日最大汚水量以下</td></tr> <tr> <td>放流水質</td><td>T-BODとして年平均2.4mg/L</td></tr> </table>	水量条件	計画日最大汚水量以下	放流水質	T-BODとして年平均2.4mg/L	<table> <tr> <td>水量条件</td><td>計画日最大汚水量の1.5倍</td></tr> <tr> <td>放流水質</td><td>T-BODとして6.0mg/L以下</td></tr> </table>	水量条件	計画日最大汚水量の1.5倍	放流水質	T-BODとして6.0mg/L以下
水量条件	計画日最大汚水量以下								
放流水質	T-BODとして年平均2.4mg/L								
水量条件	計画日最大汚水量の1.5倍								
放流水質	T-BODとして6.0mg/L以下								

3. ガイドライン案の改訂

3.2 洗浄排水の戻し先

補足資料あり

【方針】最終沈殿池内への返送を可能とする

現行ガイドライン案	改訂案
以下の項目などにおいて、返送先を指定している。 § 20 設備計画の検討 (4)洗浄排水の戻し先の検討、第二段落 『これにより、洗浄排水を<u>最終沈殿池よりも上流に返流</u>することにより、洗浄排水中の固形物を最終沈殿池で固液分離し、回収することができる。』 (基本は反応タンクと終沈の間に返送する。ただし、初沈や汚泥系への排出も可能と記述している。) 	自主研究において、ろ過部上流端(終沈内)に返送する実験を行った。その結果、<u>終沈内に返送しても問題がないことを確認した</u>。 (詳細は補足資料参照) § 20 設備計画の検討 ・洗浄排水は、<u>最終沈殿池内(ろ過部より上流側)にも</u>返送することができる。(終沈より上流の水処理系および汚泥系へも排出可能。) ・水処理系全体への影響、洗浄排水の返送ライン設置に要する費用などを踏まえて、適切に判断する。 

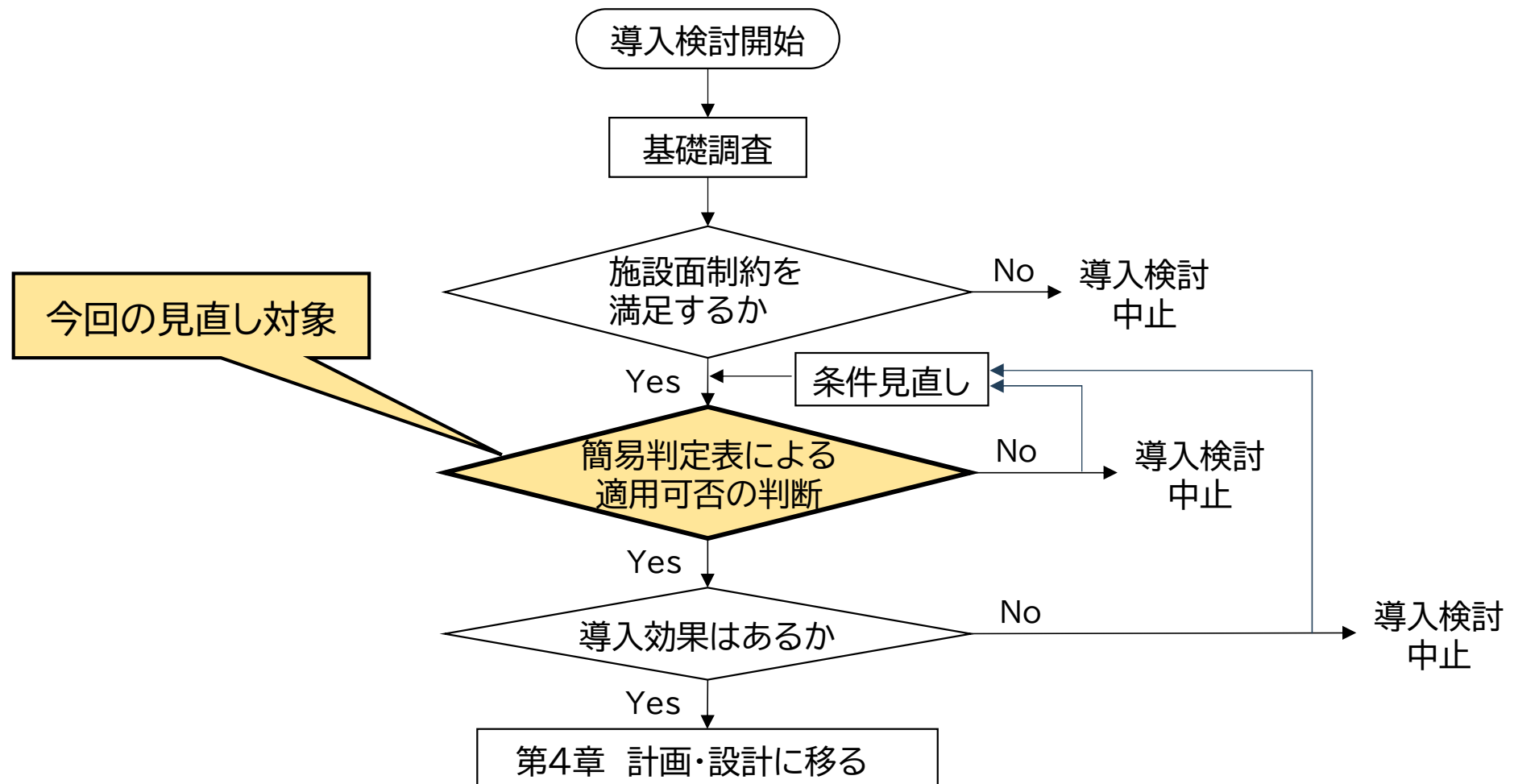
3. ガイドライン案の改訂

3.3 適用条件

補足資料あり

【方針】1次判定として適用可否を簡易に判断できる基準を提供する

適用条件の位置づけ(§12 導入検討手順 図3-1)



3. ガイドライン案の改訂

3.3 適用条件

【方針】1次判定として適用可否を簡易に判断できる基準を提供する

現行ガイドライン案	改訂案
<u>設計段階と同じ基準</u>で簡易判定表を作成した。 § 14 適用可否の検討 汚泥界面が<u>ろ過部底部から1m</u>以上離れていれば、本技術は適用可能である。 【根拠】 ・複数処理場において、汚泥界面から0.5m上であればSS濃度が30mg/L以下である。 【問題点】 ・モデル水槽を用いた、粗い精度での検討にも関わらず、設計段階と同じ基準を適用した。 導入検討としては過剰な条件であり、<u>普及展開の妨げ</u>となっている懸念がある。	<u>あくまで1次判定に用いる</u>ものとし、確実に適用不可と言える基準を示す。 § 14 適用可否の検討 <u>汚泥界面がろ過部に達しない</u>こと。 【簡易判定表】 <継続> ・実証場所の終沈をモデル水槽とする。 ・委託研究で得られた汚泥界面沈降式を用いる。 <変更点> ・<u>汚泥界面沈降距離</u>は、計算式を改める。 ・判断結果は以下の2通りとする。 ○:適用可 △:慎重な判断が必要 (=実際の終沈仕様を用いた計算が必要)

3. ガイドライン案の改訂

3.3 適用条件

【方針】1次判定として適用可否を簡易に判断できる基準を提供する

簡易判定表の改訂(例)

・本技術を適用した後の水面積負荷を $40\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{日}$ とした場合の計算例を示す。

【現行ガイドライン案】

設計 MLSS (mg/L)	設計SVI (mL/g)					
	100	150	200	250	300	350
1,000	○	○	○	○	○	○
1,250	○	○	○	○	△	×
1,500	○	○	△	×	×	×
1,750	○	△	×	×	×	×
2,000	△	×	×	×	×	×
2,500	×	×	×	×	×	×

汚泥界面からろ過部底部までの距離で判断

○:1m以上 ⇒ 適用可
 △:0.5~1m ⇒ 詳細な確認が必要
 ×:0.5m未満 ⇒ 慎重な判断が必要
 (条件見直しを含む)

【改訂案】

設計 MLSS (mg/L)	設計SVI (mL/g)					
	100	150	200	250	300	350
1,000	○	○	○	○	○	○
1,250	○	○	○	○	○	○
1,500	○	○	○	○	○	○
1,750	○	○	○	○	○	○
2,000	○	○	○	○	○	○
2,500	○	○	○	△	△	△

汚泥界面がろ過部底部に達するかで判断

○:達しない ⇒ 適用可
 △:達する ⇒ 慎重な判断が必要
 (条件見直しを含む)

3. ガイドライン案の改訂

3.4 計画・設計方法

補足資料あり

【方針】ろ過部流入SS濃度を予測したうえで設計する

現行ガイドライン案	改訂案
§ 19 設計基本計算 設定した設計値に対し、以下の基準を満たすか確認する。 ① <u>汚泥界面からろ過部底部の距離:1m以上</u> ② ろ過速度:量的向上では300m/日以下、 質的向上では150m/日以下 【問題点】 ・①項の基準は、計画日最大汚水量以下で運転している処理場での調査結果から想定しており、<u>当該水量を超える負荷</u>でのデータが不足。 ・委託研究時の処理場調査はスポット的な調査であり、<u>1日平均あるいは長期的な調査</u>ができていない。	実証設備での長期間&高負荷の運転データをもとに、<u>ろ過部流入SS濃度を予測し</u>、SS除去率を乗じることで放流水質を推定する方法に変更する。 § 19 設計基本計算 ろ過部流入SS濃度は以下の予測式を用いる。 $Y = 1.8 \times 10^3 \times X_1^{0.41} \times X_2^{-2.17} \times X_3^{0.09}$ ただし、以下とする。 Y: 日平均ろ過部流入SS濃度(mg/L) X_1: 水面積負荷($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$) X_2: 日平均終沈水温($^{\circ}\text{C}$) X_3: 反応タンクMLSS(mg/L)

3. ガイドライン案の改訂

3.4 計画・設計方法

【方針】ろ過部流入SS濃度を予測したうえで設計する

改訂案

実証設備での長期間・高負荷の運転データをもとに、ろ過部流入SS濃度を予測し、SS除去率を乗じることで放流水質を推定する方法に変更する。

§19 設計基本計算

ろ過部流入SS濃度は以下の予測式を用いる。

$$Y = 1.8 \times 10^3 \times X_1^{0.41} \times X_2^{-2.17} \times X_3^{0.09}$$

ただし、以下とする。

Y: 日平均ろ過部流入SS濃度(mg/L)

X₁: 水面積負荷(m³/m²・日)

X₂: 日平均終沈水温(°C)

X₃: 反応タンクMLSS(mg/L)

◆重回帰分析による予測式の検討

- ・実証場所での高負荷運転時データを使用。
- ・重回帰分析で得られた回帰式に対し、ばらつきなどを考慮した予測式を作成。
- ・予測値が実測値を超えることを確認。
(安全側で計画・設計することが可能)

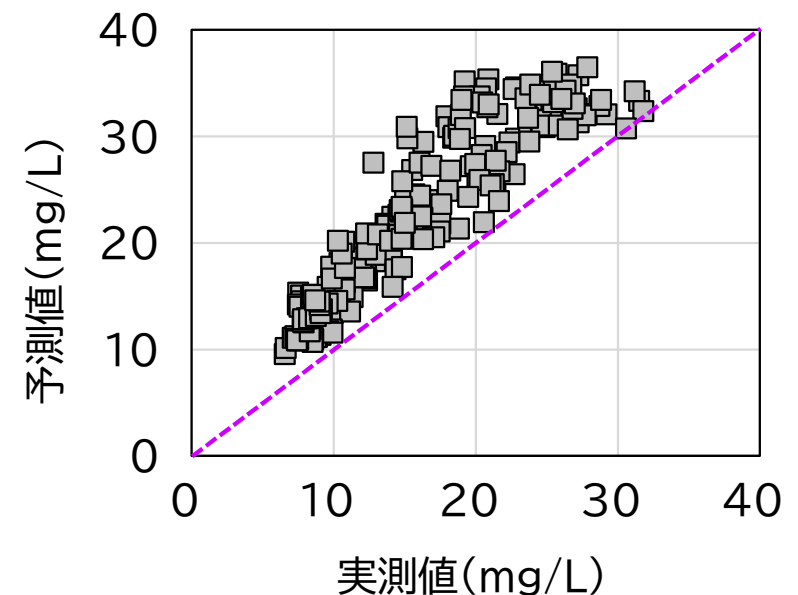


図 ろ過部流入水SSの実測値と予測値の比較

【報告内容】

1. 研究概要
2. 自主研究の成果
 - 2.1 量的向上運転
 - 2.2 質的向上運転
 - 2.3 底部スクリーン閉塞対策
 - 2.4 結果のまとめ
3. ガイドライン案の改訂
 - 3.1 質的向上の適用条件
 - 3.2 洗浄排水の戻し先
 - 3.3 適用条件
 - 3.4 計画・設計方法
4. 普及展開および今後の予定
5. まとめ

4. 普及展開および今後の予定

◆普及展開

(1)実績

糸魚川市 能生浄化センター(令和5年竣工、計画日最大汚水量3,130m³/日)

(2)提案中

- ・水処理系のダウンサイジングへの対応(量的向上)
- ・砂ろ過施設更新への対応(質的向上)

◆今後の予定

(1)実証設備

引き続き、松本市にて運用を継続する。

- ・水処理施設の改築が計画されており、実証設備にて高流量負荷へ対応する。
- ・実稼働設備として、見学希望者へ対応する。

(2)その他

自主研究で得られた『ろ過部流入SS濃度の予測式』に関し、他処理場のデータなどを追加することで改善を試みる。

5. まとめ

◆自主研究成果

- ・量的向上運転では、冬季を中心に長期運転を行い、実証系処理水質が対照系と同程度であることを確認した。
- ・質的向上運転では、対照系の1.5倍量の水量を処理しても、下水道法施行令に示される急速ろ過法($BOD \leq 10\text{mg/L}$)相当の処理水が得られることを確認した。
- ・ろ過部カセットの構造を見直し、底部スクリーンの閉塞を抑制できることを確認した。
- ・洗浄排水の返送先として、最終沈殿池内(ろ過部より上流側)を選択可能であることを確認した。

◆ガイドライン案の改訂

- ・自主研究期間に実施した調査および解析に基づき、以下の改訂を希望する。
 - ①質的向上を目的とする場合、計画日最大汚水量を超える条件でも適用可能とする。
 - ②洗浄排水の戻し先を、最終沈殿部の沈殿部も可能とする。
 - ③適用条件を見直すとともに、簡易判定表を改訂する。
 - ④計画・設計方法において、ろ過部流入SS濃度を予測する方法に変更する。