

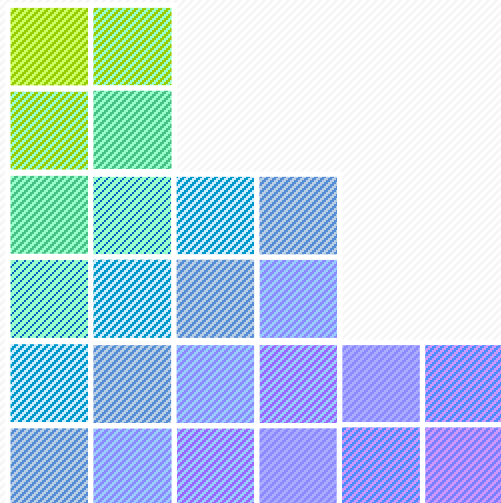
運転実績を踏まえた施設設計諸元の 評価及び施設規模検討事例

株式会社NJS

九州総合事務所 下水道部

○酒井 重宏

井上 和久



1. はじめに

背景・本報告の目的

従来

- 指針値の範囲内の値を採用
- 運転状況に合わせた設計諸元値の設定が困難

現在

- 2019年 下水道施設計画・設計指針と解説改定
- 運転実績を踏まえた評価により、指針値を超えた諸元値の設定が可能に



目的

- 施設増設計画の見直し事例について報告する。
- 事前に蓄積すべきデータ等の留意点について報告する。

2. 検討対象施設の概要と課題

施設概要

処理場名		A下水処理場
使用開始年月日		昭和59年8月
処理下水		分流污水
処理方式		標準活性汚泥法
池数（既設/事業計画）		4池/5池
既設 処理能力	最初沈殿池	54,600 m ³ /日
	反応タンク	40,100 m ³ /日
	最終沈殿池	37,800 m ³ /日
計画1日 最大汚水量	全体計画値 （R18年度目標）	33,500 m ³ /日
	事業計画値 （R5年度目標）	38,400 m ³ /日
実績日最大 流入水量	晴天日のみ	27,604 m ³ /日
	雨天日含む	34,487 m ³ /日

令和5年度までは流入汚水量が増加見込み

事業計画値では、1池の増設が必要

実績流入水量は、既設処理能力に対して余裕あり

2. 検討対象施設の概要と課題

施設の課題

処理場名		A下水処理場
使用開始年月日		昭和59年8月
処理下水		分流污水
処理方式		標準活性汚泥法
池数（既設/事業計画）		4池/5池
既設 処理能力	最初沈殿池	54,600 m ³ /日
	反応タンク	40,100 m ³ /日
	最終沈殿池	37,800 m ³ /日
計画1日 最大汚水量	全体計画値 (R18年度目標)	33,500 m ³ /日
	事業計画値 (R5年度目標)	38,400 m ³ /日
実績日最大 流入水量	晴天日のみ	27,604 m ³ /日
	雨天日含む	34,487 m ³ /日

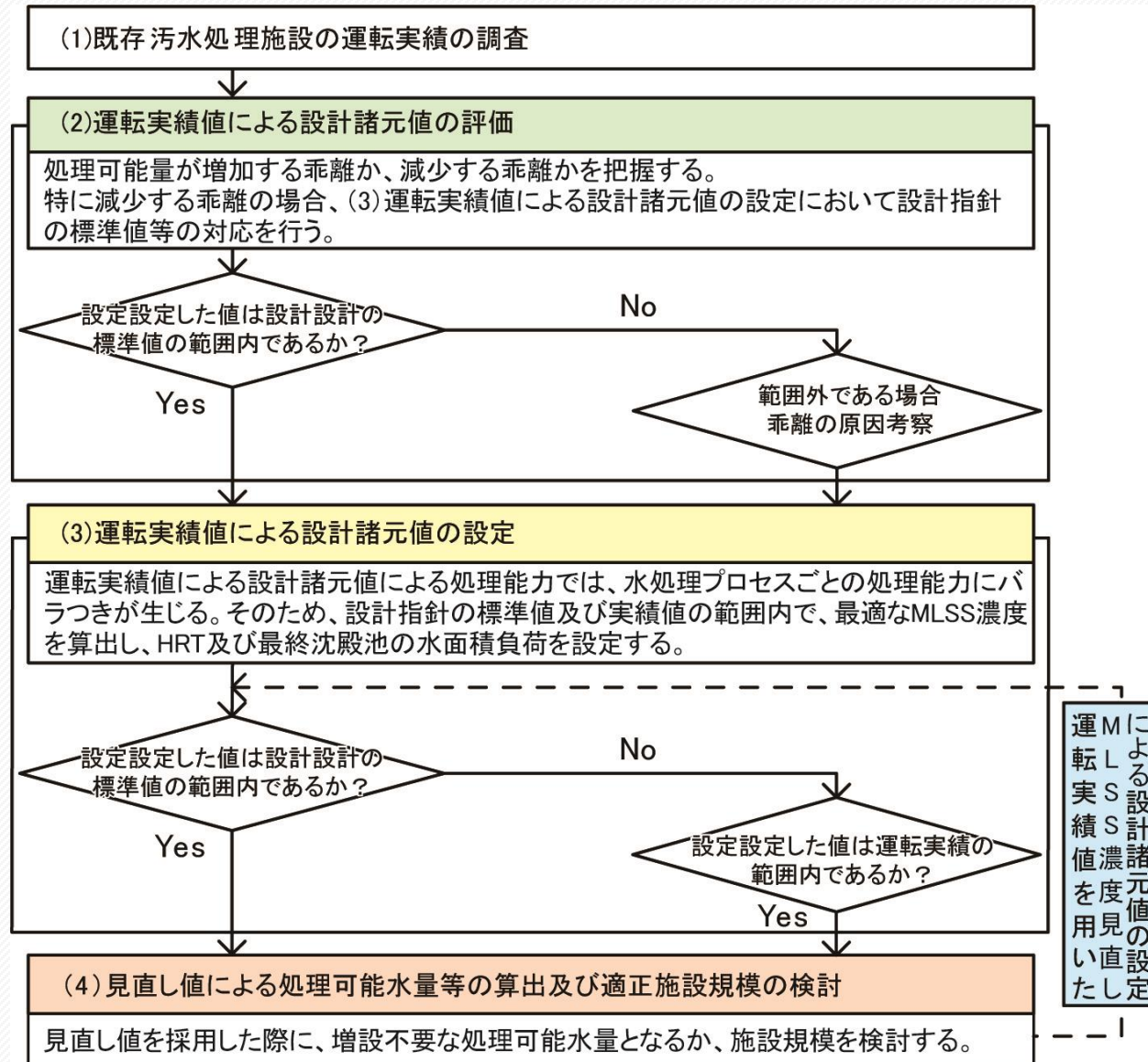
処理能力不足による
1池増設が必要

人口減少により増設した
1池は将来不要



運転実績を踏まえた既設
処理能力の見直しにより、
増設なしで処理可能か検討

3. 検討の流れ



出典：下水道施設計画・設計指針と解説-2019年版-後編、公益社団法人日本下水道協会 P.18、加筆

4. 運転実績の調査

項 目	流入水量 (晴天日)	日間 変動比	BOD		SS	
	日最大 (m ³ /日)	—	流入 (mg/L)	放流 (mg/L)	流入 (mg/L)	放流 (mg/L)
実績値 (5ヶ年実績)	27,604	1.3	210.0	2.5	200.0	2.0
全体計画値	33,500	1.8	220.0	15.0	200.0	10.0
事業計画値	38,400	1.8	220.0	15.0	200.0	10.0
設計指針値	—	1.3~ 1.8	—	10.0 ~15.0	—	—

○日間の変動は、1.3で変動幅が小さい

○BOD、SS共に処理水質は、良好

項 目	最初沈殿池		反応 タンク	最終 沈殿池	流入水温	
	BOD 除去率 (%)	SS 除去率 (%)	MLSS (mg/L)	流出水 C-BOD (mg/L)	夏季 (°C)	冬季 (°C)
実績値 (5ヶ年実績)	50.0	81.0	2,300	2.5	26.0	19.0
全体計画値	30.0	50.0	1,800	—	—	—
事業計画値	30.0	50.0	1,800	—	—	—
設計指針値	30.0 ~50.0	40.0 ~60.0	1,500 ~2,000	—	—	—

○最初沈殿池：処理能力に余裕があり、SS除去率 高

○反応タンク：BOD放流水質向上のため、MLSS濃度 高

5. 設計諸元値の評価

評価項目

水処理 プロセス	評価項目	
	実績値	実績値より計算式を用いて算出
最初沈殿池	BOD除去率 SS除去率	水面積負荷
反応タンク	MLSS濃度	HRT
最終沈殿池	流出水C-BOD	水面積負荷

反応タンク : MLSS濃度、流出C-BOD及びBOD・SS除去率
により算出

最終沈殿池 : MLSS濃度、冬季水温、SVIにより算出

5. 設計諸元値の評価

設計諸元値算出手法

水処理 プロセス	評価項目	
	実績値より算出	
	項目	算出方法
反応タンク	HRT	<p>SRTとC-BODの関係式（設計指針P. 286、P. 373）</p> $\theta_x = 91.46 \cdot Y^{-1.927} \times \sigma$
	HRT	<p>HRTの計算式（設計指針P. 61）</p> $HRT = \frac{\theta_x \cdot (a \cdot C_{s-BOD,in} + b \cdot C_{ss,in})}{\theta_x \cdot c \cdot X + X}$
最終沈殿池	水面積負荷	<p>最終沈殿池水面積負荷の計算式（設計指針P. 95）</p> $OR = \frac{1.78 \times 10^7 \times X^{-1.46} \times T^{0.853} \times (SVI)^{-0.804}}{r}$

5. 設計諸元値の評価

評価結果(最初沈殿池)

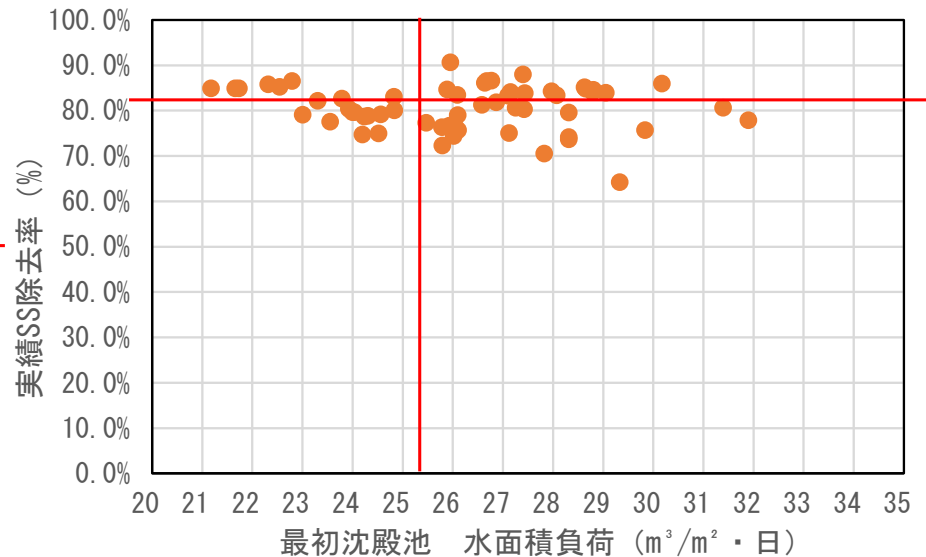
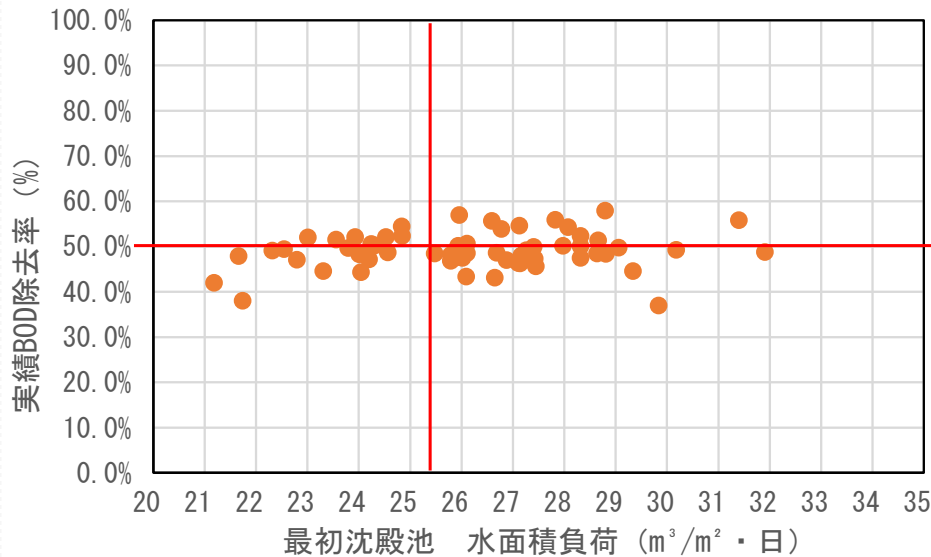
項目	水面積負荷	BOD除去率	SS除去率
	$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$	%	%
設計指針の標準値	35.0 ～70.0	30.0 ～50.0	40.0 ～60.0
全体計画	50.0	30.0	50.0
事業計画	50.0	30.0	50.0
実績値 (H28～R2)	25.3	50.0	81.0
実績値の評価 (設計指針の標準値)	× 範囲外	○ 範囲内	× 範囲外

○既設処理能力は、流入水量の約2倍

○水面積負荷が低くなった結果、SS除去率が高くなっている

5. 設計諸元値の評価

評価結果(最初沈殿池)



○水面積負荷は最大で $29.6\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$

○水面積負荷は変動するが、BOD、SS共に除去率は安定

5. 設計諸元値の評価

評価結果(反応タンク)

項目	MLSS濃度	HRT
	mg/L	h
設計指針の標準値	1,500 ~2,000	6.0 ~8.0
全体計画	1,800	7.0
事業計画	1,800	7.0
実績値 (H28~R2)	2,300	8.2
実績値の評価 (設計指針の標準値)	× 範囲外	× 範囲外

○既設処理能力は、流入水量の約1.45倍

○HRTが8.2hrで長時間運転となっているため、低MLSS濃度で対応可能であるが、放流水質向上のため高MLSS濃度で運転

5. 設計諸元値の評価

評価結果(最終沈殿池)

項目	流出水C-BOD	水面積負荷
単位	mg/L	m ³ /m ² ・d
設計指針の標準値	5.0	20.0 ~30.0
全体計画	—	25.0
事業計画	—	25.0
実績値 (H28~R2)	2.5	26.3
実績値の評価 (設計指針の標準値)	—	○ 範囲内

○処理能力に余裕があるため、高MLSS濃度運転により、C-BODの除去が促進

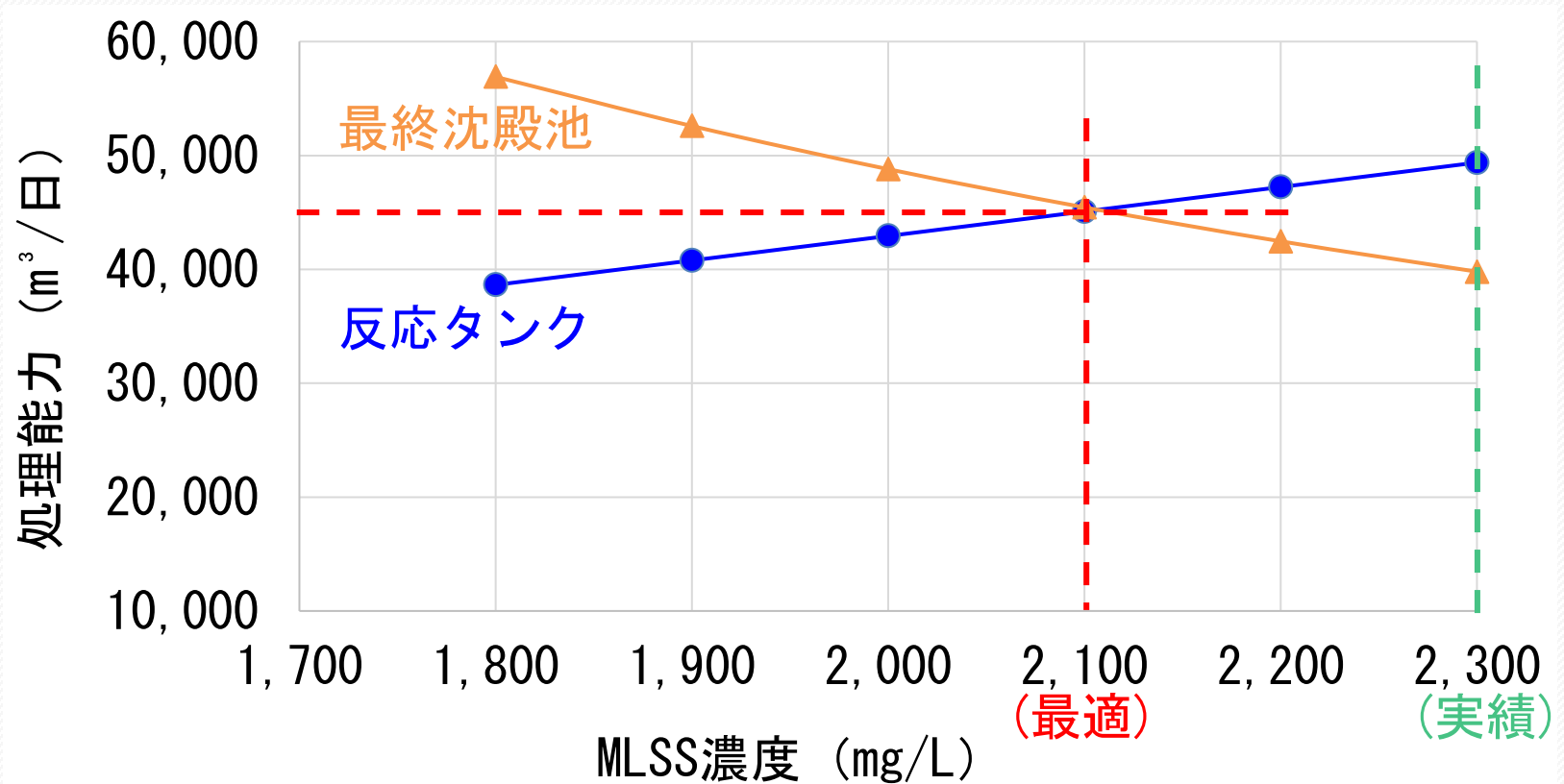
6. 設計諸元値の設定

見直し設定値

項目		設計諸元の見直し値の設定
最初沈殿池	水面積負荷 SS除去率	設計指針中間値 $50.0\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$
反応タンク	MLSS濃度	2,100mg/L
	HRT	MLSS濃度による計算よりHRT6.0hr
最終沈殿池	流出水C-BOD	実績値より 5.0mg/L ※水面積負荷は、MLSS濃度等による計算より $30.0\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$

○MLSS濃度は、反応タンクと最終沈殿池の最適処理能力によって設定

見直し設定値(反応タンク・最終沈殿池)



最適MLSS濃度 : 2,100mg/L
 最適処理能力 : 約45,000m³/日

7. 処理可能水量等の算出及び適正施設規模検討

処理可能量(最初沈殿池)

諸元値		処理可能水量計算結果			
		最初沈殿池			
		池数	総水面積	水面積 負荷	処理可能 水量
単位		池	m ²	m ³ /m ² ・日	m ³ /日
計画1日最大汚水量 (事業計画)					38,400
事業計画値	既設	4	1,092	50.0	54,600
	事業計画	5	1,365	50.0	68,300
実績値 (H28～R2)	既設	4	1,092	25.3	27,600
	事業計画	5	1,365	25.3	34,500
見直し設定値	既設	4	1,092	50.0	54,600

7. 処理可能水量等の算出及び適正施設規模検討

処理可能量(反応タンク)

諸元値		MLSS 濃度	日間 変動	処理可能水量計算結果			
				反応タンク			処理可能 水量
				池数	容量	HRT	
単位				池	m ³	hr	m ³ /日
計画1日最大汚水量 (事業計画)							38,400
事業計画値	既設	1,800	1.8	4	11,707	7.0	40,100
	事業計画	1,800	1.8	5	14,634	7.0	50,200
実績値 (H28~R2)	既設	2,300	1.3	4	11,707	8.2	34,300
	事業計画	2,300	1.3	5	14,634	8.2	42,800
見直し設定値	既設	2,100	1.3	4	11,707	6.0	46,800

7. 処理可能水量等の算出及び適正施設規模検討

処理可能量(最終沈殿池)

諸元値		MLSS 濃度	日間 変動	処理可能水量計算結果			
				最終沈殿池			
				池数	総水面積	水面積 負荷	処理可能 水量
単位				池	m ²	m ³ /m ² ・日	m ³ /日
計画1日最大汚水量 (事業計画)							38,400
事業計画値	既設	1,800	1.8	4	1,512	25.0	37,800
	事業計画	1,800	1.8	5	1,890	25.0	47,300
実績値 (H28~R2)	既設	2,300	1.3	4	1,512	26.3	39,800
	事業計画	2,300	1.3	5	1,890	27.3	51,600
見直し設定値	既設	2,100	1.3	4	1,512	30.0	45,400

7. 処理可能水量等の算出及び適正施設規模検討

適正施設規模検討

諸元値		池数	処理可能水量				施設規模 検討結果
			最初 沈殿池	反応 タンク	最終 沈殿池		
単位			m ³ /日	m ³ /日	m ³ /日	m ³ /日	—
計画1日最大汚水量 (事業計画)						38,400	
事業計画値	既設	4	54,600	40,100	37,800	37,800	—
	事業計画	5	68,300	50,200	47,300	47,300	△
実績値 (H28～R2)	既設	4	27,600	34,300	39,800	27,600	×
	事業計画	5	34,500	42,800	51,600	34,500	×
見直し設定値	既設	4	54,600	46,800	45,400	45,400	○

見直し設定：増設せずに計画1日最大汚水量に対応可能

8. 検討にあたっての課題と想定される対応方法

課 題	課題	対応方法
運転状況の 事前把握	処理能力に余裕がある ⇒処理能力を過少に設定	検討実施前に処理水質も含め 運転状況を把握
水質試験頻度	水質試験は、月2回実施 ⇒降雨の影響等の連続的な 評価・分析等が困難	検討実施前に一定期間連日水 質試験を行い、データを確保
流出水C-BOD 採水箇所	放流水C-BODは、採水場所 によって結果が変わる恐れ	検討実施前に最終沈殿池の流 出水での水質試験を実施する 等データを確保
実運転による 妥当性確認	通した見直し設計諸元での 運転実績がない	検討実施後に実運転による影 響を確認