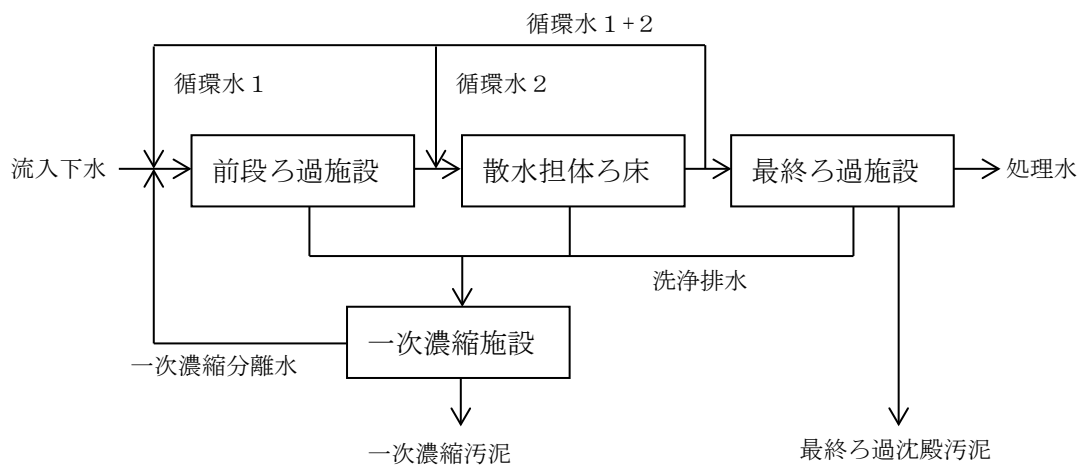


2. ケーススタディ

2-1 フロー

本容量計算における処理フロー、発生水(汚泥)の名称を図資 2.1.1 に示す。



図資 2.1.1 処理フロー

2-2. 設計条件

1) 設計水量

日最大汚水量 50,000m³/日 (日平均汚水量 40,000m³/日、冬季日平均汚水量 26,800 m³/日)

2) 流入水質

表資 2.2.1 に設計流入水質を示す。

表資 2.2.1 設計流入水質

水質項目	mg/L
BOD	200
溶解性 BOD	80
SS	180

3) 処理水 BOD の目標値

表資 2.2.2 に処理水 BOD の目標値を示す。目標値は、資料編 1-13 表資 1.13.1 に基づき設定した。

処理水 BOD 目標値 = 計画放流水質 (mg/L) - 3σ = 15.0 (mg/L) - 3 × 1.2 = 11.4 (mg/L) 以下

表資 2.2.2 処理水 BOD の目標値

水質項目	mg/L
BOD	11

2-3. 前段ろ過施設

①流入水

前段ろ過施設には、流入下水、循環水 1、一次濃縮分離水が流入する。循環水は前段ろ過施設に循環するものと散水担体ろ床に循環するものがあり、ここでは前者を循環水 1、後者を循環水 2 と称する。循環水 1 は散水担体ろ床流出水であり、日平均汚水量の 50% とした。一次濃縮分離水は、前段ろ過施設、散水担体ろ床、最終ろ過施設の各施設からの洗浄排水を固液分離（一次濃縮）した上澄水である。

表資 2.3.1 前段ろ過施設流入水

水質項目	流入下水	循環水 1 (仮定値) ^{※1}	一次濃縮 分離水 (仮定値) ^{※2}	合計 (水質は平均)
水量 (m ³ /日)	50,000	20,000	15,000	85,000
BOD (mg/L)	200	40	110	146
溶解性 BOD (mg/L)	80	3	35	54
SS (mg/L)	180	30	110	132

※1 仮定値として、BOD:40, 溶解性 BOD:3, SS:30 (mg/L) の各値（実証研究の結果の最大値）を代入する。本章 2. ケーススタディ 2-8. 計算結果確認（参考）にて算出される計算結果がこれ以下であることを確認する。
 ※2 仮定値として、流入下水の値を代入する。そして本章 2. ケーススタディ 2-8. 計算結果確認（参考）にて計算結果値と比較する。数字にひらきがある場合には再度仮定値に計算結果を代入する（繰返し計算となる）。表資 2.3.1 の仮定値は、繰返し計算後の値を表示。

②施設規模

ろ過面積 日最大汚水量 50,000 (m³/日) / 流入下水に対するろ過速度 200m/日 = 250m²

ろ過速度 85,000 (m³/日) / 250m² = 340 (m/日)

前段ろ過槽の槽数 既存施設の形状を勘案して 16 槽とする

1 槽あたりろ過面積 250m² / 16 槽 = 15.6 m²

洗浄排水槽容量 前段ろ過槽 1 槽を洗浄したときに発生する洗浄排水量を受け入れ可能な容積とする。15.6 m² × 1.2m (洗浄高さ) = 18.8 m³

③除去性能

$$\begin{aligned} \text{SS 除去率}(\%) &= -0.0915 \times \text{ろ過速度}(\text{m/日}) + 80.059 \\ &= -0.0915 \times 340(\text{m/日}) + 80.059 = 48.9\% \end{aligned} \quad (\text{図 4-12 参照})$$

$$\begin{aligned} \text{固形性 BOD 除去率}(\%) &= 0.9143 \times \text{SS 除去率}(\%) \\ &= 0.9143 \times 48.9 = 44.8\% \end{aligned} \quad (\text{図 4-13 参照})$$

$$\begin{aligned} \text{溶解性 BOD 除去率}(\%) &= 0.3103 \times \text{前段ろ過施設流入水 溶解性 BOD}(\text{mg/L}) + 9.152 \\ &= 0.3103 \times 54(\text{mg/L}) + 9.152 = 25.9\% \end{aligned} \quad (\text{図 4-14 参照})$$

④流出水

$$\text{SS 濃度 (mg/L)} = 132 (\text{mg/L}) \times (100 - 48.9) / 100 = 67.6 \text{ mg/L}$$

$$\text{固形性 BOD (mg/L)} = (146 - 54) (\text{mg/L}) \times (100 - 44.8) / 100 = 51.1 \text{ mg/L}$$

$$\text{溶解性 BOD} = 54 \times (100 - 25.9) / 100 = 40.0 \text{ mg/L}$$

$$\text{BOD} = \text{固形性 BOD} + \text{溶解性 BOD} = 51.1 + 40.0 = 91 \text{ mg/L}$$

⑤洗浄

$$\begin{aligned} \text{洗浄回数 (回/日)} &= 85,000 (\text{m}^3/\text{日}) \times \text{流入 SS} 132 (\text{mg/L}) / 1000 / 0.83 (\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{回})) / 250 \\ &= 54.2 (\text{回/日}) \end{aligned}$$

$$1 \text{ 回あたり洗浄排水量 (m}^3/\text{回)} = \text{ろ過面積 (m}^2) \times \text{洗浄高さ (m/回)} (\text{表 4-2 参照})$$

$$= 250 \times 1.2 = 300 \text{ m}^3/\text{回}$$

$$\text{洗浄排水量} = 300 \text{ m}^3/\text{回} \times 54.2 \text{ 回/日} = 16,300 \text{ m}^3/\text{日}$$

⑥固形物

$$\text{ろ過水 SS} = (85,000 - 16,300) (\text{m}^3/\text{日}) \times 67.6 (\text{mg/L}) / 1,000 = 4,642 (\text{kg/日})$$

$$\text{洗浄排水 SS} = \text{流入水 (m}^3/\text{日)} \times \text{流入水 SS (mg/L)} / 1,000 - \text{ろ過水 SS (kg/日)}$$

$$= 85,000 (\text{m}^3/\text{日}) \times 132 (\text{mg/L}) / 1000 - 4,642 (\text{kg/日}) = 6,608 (\text{kg/日})$$

(⇒ 一次濃縮施設へ)

2-4. 散水担体ろ床

① 流入水

散水担体ろ床には、前段ろ過流出水、循環水 2 が流入する。循環水 2 は散水担体ろ床流出水であり、日平均汚水量の 50% とした。

表資 2.4.1 散水担体ろ床流入水

水質項目	前段ろ過 流出水	循環水 2 (仮定値)	合計 (水質は平均)
水量 (m ³ /日)	68,700	20,000	88,700
BOD (mg/L)	91.1	40	79.6
溶解性 BOD (mg/L)	40.0	3	31.6
SS (mg/L)	67.6	30	59.1

流入水 BOD 量 = $88,700(\text{m}^3/\text{日}) \times 79.6(\text{mg/L}) / 1,000 = 7,058(\text{kgBOD}/\text{日})$

流入水 SS 量 = $88,700(\text{m}^3/\text{日}) \times 59.1(\text{mg/L}) / 1,000 = 5,242(\text{kgBOD}/\text{日})$

② 施設規模

散水担体ろ床への BOD 容積負荷

1.6kg/(m³・日) と設定する。

ろ床容積 (=担体量) (m³) $7,058(\text{kgBOD}/\text{日}) / 1.6(\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})) = 4,411(\text{m}^3)$

ろ床高さ 既存施設の深さを考慮して 2.5m と設定する。

ろ床面積 $4,411 \text{ m}^3 / 2.5\text{m} = 1,765\text{m}^2$

槽数 既存施設の形状を考慮して 9 槽/池 × 6 池 = 54 槽とする (図 3-6 参照)。

担体量/1 槽 (m³/槽) $4,411 \text{ m}^3 / 54 \text{ 槽} = 82(\text{m}^3/\text{槽})$

洗浄排水槽 (m³) $82 \text{ m}^3 \times \text{担体空隙率 } 0.9 \text{ (下部空間を含む余裕をみて } 0.9 \text{ と設定)} = 74 \text{ m}^3$
(§ 30 (7) 参照)

循環水ポンプ 春季～秋季 (日平均汚水量の 100%) と、冬季 (冬季日平均汚水量の 200%) の大きい方を選定する。

春季～秋季 (日平均汚水量の 100%) = $40,000 \times 100\%$
= $40,000(\text{m}^3/\text{日}) = 28(\text{m}^3/\text{分})$

冬季 (冬季日平均汚水量の 200%) = $26,800 \times 200\%$
= $53,600(\text{m}^3/\text{日}) = 37(\text{m}^3/\text{分})$

よって 37(m³/分)

送水ポンプ 日最大汚水量 = $50,000(\text{m}^3/\text{日}) = 35(\text{m}^3/\text{分})$

③洗浄

洗浄回数 夏季のハエ対策を考慮して週 1 回洗浄すると仮定

洗浄排水量 $4,411 \text{ m}^3 \times \text{担体空隙率 } 0.9$ (下部空間を含む余裕をみて 0.9 と設定)
 $\times 1(\text{回/週}) / 7 \text{ 日/週} = 567 (\text{m}^3/\text{日})$

④流出水

SS 濃度 $6.2335 \times \text{Ln}(\text{BOD 容積負荷} (\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日}))) + 22.233$
 $= 6.2335 \times \text{Ln}(1.6 \text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})) + 22.233 = 25.2 (\text{mg/L})$ (図 4-20 参照)

SS 量 $(88,700 - 567) (\text{m}^3/\text{日}) \times 25.2 (\text{mg/L}) / 1,000 = 2,218 (\text{kg}/\text{日})$

固形性 BOD SS 濃度 (mg/L) \times (固形性 BOD 対 SS 比率 (図 4-31 参照))
 $= 25.2 (\text{mg/L}) \times 1.4008 = 35.3 (\text{mg/L})$

溶解性 BOD (ろ床高さ 2.5m 換算)

$= 0.7538 \times \text{Ln}(\text{BOD 容積負荷} (\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日}))) + 2.6562$
 $= 0.7538 \times \text{Ln}(1.6 \text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{日})) + 2.6562 = 3.0 \text{mg/L}$

溶解性 BOD (高さ補正後)

$= \text{溶解性 BOD (ろ床高さ 2.5m 換算)} (\text{mg/L}) \times 9.87715$
 $\times \text{ろ床高さ} (\text{m})^{-0.92} / 4.25$ (式 7)
 $= 3.0 (\text{mg/L}) \times 9.87715 \times 2.5 (\text{m})^{-0.92} / 4.25 = 3.0 (\text{mg/L})$

BOD (mg/L) = 固形性 BOD (mg/L) + 溶解性 BOD (高さ補正後) (mg/L)
 $= 35.3 (\text{mg/L}) + 3.0 (\text{mg/L}) = 38.3 (\text{mg/L})$

⑤固形物収支

洗浄排水 SS = 流入水量 (m³/日) \times 流出水 SS 濃度 (mg/L) / 1000
 $\times 0.12$ (=8/68 図 4-4 参照)
 $= 88,700 (\text{m}^3/\text{日}) \times 59.1 (\text{mg/L}) / 1,000 \times 0.12$
 $= 617 (\text{kg}/\text{日})$ (⇒ 一次濃縮施設へ)

2-5. 最終ろ過施設

① 流入水

表資 2.5.1 最終ろ過施設流入水

水質項目	—
水量 (m ³ /日)	48,133
BOD (mg/L)	38.3
溶解性 BOD (mg/L)	3.0
SS (mg/L)	25.2

$$\begin{aligned} \text{流入水量 (m}^3/\text{日)} &= \text{散水担体ろ床流入水量 (m}^3/\text{日)} - \text{循環水 1 水量 (m}^3/\text{日)} \\ &\quad - \text{循環水 2 水量 (m}^3/\text{日)} - \text{散水担体ろ床洗浄排水量 (m}^3/\text{日)} \\ &= 88,700 - 20,000 (\text{m}^3/\text{日}) - 20,000 (\text{m}^3/\text{日}) - 567 (\text{m}^3/\text{日}) = 48,133 (\text{m}^3/\text{日}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{流入水 SS (kg/日)} &= \text{流入水量 (m}^3/\text{日)} \times \text{SS (mg/L)} / 1,000 \\ &= 48,133 (\text{m}^3/\text{日}) \times 25.2 (\text{mg/L}) / 1,000 = 1,211 (\text{kg/日}) \end{aligned}$$

② 施設規模(その1)

ろ過速度を 150 (m/日) と設定する。

$$\text{ろ過面積} = 50,000 (\text{m}^3/\text{日}) / 150 (\text{m/日}) = 333 \text{ m}^2$$

槽数 既存施設の形状を考慮して

$$1 \text{ 槽/池} \times 6 \text{ 池} = \text{全 6 槽とする (図 3-6 参照)}。$$

$$1 \text{ 槽の面積} = 333 \text{ m}^2 / 6 = 55.6 \text{ m}^2/\text{槽}$$

③ 性能

$$\begin{aligned} \text{SS 除去率 (\%)} &= 0.2549 \times \text{流入水 SS (mg/L)} + 78.088 \\ &= 0.2549 \times 25.2 (\text{mg/L}) + 78.088 = 85\% \text{ (図 4-30 参照)} \end{aligned}$$

$$\text{溶解性 BOD 除去率 (\%)} = 0$$

⑤ 洗浄

洗浄をかける目安量 (流入 SS 負荷量として) = 3.0 kgSS / (m²・回) (§ 34 (5))

$$\begin{aligned} \text{流入 SS 量} &= \text{流入水量 (m}^3/\text{日)} \times \text{流入 SS (mg/L)} / \text{ろ過面積 (m}^2) / 1,000 \\ &= 48,133 (\text{m}^3/\text{日}) \times 25.2 (\text{mg/L}) / 333 (\text{m}^2) / 1,000 = 3.6 \text{ kgSS} / (\text{m}^2 \cdot \text{回}) \end{aligned}$$

以上より

洗浄回数 = 2 (回/日) とする。

洗浄排水時間 = 0.67 (hr/回) (表 4-2)

$$\begin{aligned} \text{洗浄排水量} &= \text{流入水量 (m}^3/\text{日)} \times \text{洗浄回数 (回/日)} \times 0.67 (\text{hr/回}) / 24 (\text{hr/日}) \\ &= 2,671 (\text{m}^3/\text{日}) \end{aligned}$$

⑤施設規模(その2)

$$\begin{aligned} \text{洗浄排水槽 (m}^3\text{)} &= \text{洗浄排水量 (m}^3\text{/日)} / \text{槽数 (槽)} / \text{洗浄回数 (回/日)} \\ &= 2,671 \text{ (m}^3\text{/日)} / 6 \text{ 槽} / 2 \text{ (回/日)} = 223 \text{ (m}^3\text{)} \text{以上} \end{aligned}$$

⑥流出水 (=処理水)

$$\begin{aligned} \text{流出水 SS (mg/L)} &= \text{流入水 SS (mg/L)} \times (100 - \text{SS 除去率 (\%)}) / 100 \\ &= 25.2 \text{ (mg/L)} \times (100 - 85) / 100 = 3.9 \text{ (mg/L)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{流出水固形性 BOD (mg/L)} &= \text{流出水 SS (mg/L)} \times (\text{固形性 BOD 対 SS 比率 (図 4-31 参照)}) \\ &= 3.9 \text{ (mg/L)} \times 1.4008 = 5.5 \text{ (mg/L)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{流出水溶解性 BOD (mg/L)} &= \text{流入水溶解性 BOD (mg/L)} \times (100 - \text{BOD 除去率 (\%)}) / 100 \\ &= 25.2 \text{ (mg/L)} \times (100 - 0) / 100 = 3.0 \text{ (mg/L)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{流出水 BOD} &= \text{固形性 BOD (mg/L)} + \text{溶解性 BOD (mg/L)} \\ &= 5.5 \text{ (mg/L)} + 3.0 \text{ (mg/L)} \\ &= 8.5 \text{ (mg/L)} < \text{処理水 BOD 目標値 } 11 \text{ (mg/L)} \quad \text{O.K} \end{aligned}$$

⑦固形物

$$\begin{aligned} \text{流出水 SS (kg/日)} &= \text{流出水 SS (mg/L)} \times (\text{流入水量 (m}^3\text{/日)} - \text{洗浄排水量 (m}^3\text{/日)}) \\ &= 3.9 \text{ (mg/L)} \times (48,133 \text{ (m}^3\text{/日)} - 2,671 \text{ (m}^3\text{/日)}) / 1,000 \\ &= 177 \text{ (kg/日)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{総発生汚泥 SS (=洗浄排水 SS (kg/日) + 沈殿汚泥 SS (kg/日)) (kg/日)} &= \text{流入水 SS (kg/日)} - \text{流出水 SS (kg/日)} \\ &= 1,211 \text{ (kg/日)} - 177 \text{ (kg/日)} \\ &= 1,034 \text{ (kg/日)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{洗浄排水 SS (kg/日)} &= \text{最終ろ過総発生汚泥 (kg/日)} \\ &\quad \times \text{最終ろ過洗浄排水汚泥量 / 最終ろ過総汚泥 比率 (-)} \\ &= 1,034 \text{ (kg/日)} \times 0.6 \text{ (表 4-1 参照)} \\ &= 620 \text{ (kg/日)} \quad (\Rightarrow \text{一次濃縮施設へ}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{沈殿汚泥 SS (kg/日)} &= \text{総発生汚泥 (kg/日)} - \text{洗浄排水 SS (kg/日)} \\ &= 1,034 \text{ (kg/日)} - 620 \text{ (kg/日)} \\ &= 414 \text{ (kg/日)} \quad (\Rightarrow \text{系外へ}) \end{aligned}$$

$$\text{沈殿汚泥 SS (mg/L)} = 4,090 \text{ (mg/L)} \text{ (図資 1.15.1 参照)}$$

$$\begin{aligned} \text{沈殿汚泥量 (m}^3\text{/日)} &= \text{沈殿汚泥 SS (kg/日)} / \text{沈殿汚泥 SS (mg/L)} \times 1,000 \\ &= 414 \text{ (kg/日)} / 4,090 \text{ (mg/L)} \times 1,000 \\ &= 101 \text{ (m}^3\text{/日)} \end{aligned}$$

2-6. 一次濃縮施設

①流入

表資 2.6.1 一次濃縮汚泥施設 流入洗浄排水

流入排水の種類	洗浄排水量 (m ³ /日)	固形物量 (kgSS/日)	SS 濃度 (mg/L)
前段ろ過施設 洗浄排水	16,300	6,608	405
散水担体ろ床 洗浄排水	567	617	1,087
最終ろ過施設 洗浄排水	2,671	620	232
総洗浄排水	19,539	7,845	402

②流出

一次濃縮分離水

$$\begin{aligned} \text{水量 (m}^3/\text{日)} &= \text{総洗浄排水量 (m}^3/\text{日)} \times \text{分離水発生比率 (-)} \\ &= 19,539 (\text{m}^3/\text{日}) \times 0.75 (-) \quad (\text{表 4-1 ⑤ 参照}) \\ &= 14,654 (\text{m}^3/\text{日}) \end{aligned}$$

固形物 SS (kg/日)

$$\begin{aligned} &= \text{総固形物量 (kgSS/日)} \times (1 - \text{固形物回収比率 (-)}) \\ &= 7,845 (\text{kg/日}) \times 0.20 (-) \quad (\text{表 4-1 ④ 参照}) \\ &= 1,603 (\text{kg/日}) \end{aligned}$$

SS 濃度 (mg/L)

$$\begin{aligned} &= \text{固形物 SS (kg/日)} / \text{水量 (m}^3/\text{日)} \times 1,000 \\ &= 1,603 (\text{kg/日}) / 14,654 (\text{m}^3/\text{日}) \times 1,000 \\ &= 109 (\text{mg/L}) \end{aligned}$$

BOD (mg/L)

$$\begin{aligned} &= \text{SS 濃度 (mg/L)} \times \text{一次濃縮分離水 BOD/SS 比率 (-)} \\ &\quad (\text{表資 1.17.2 の比率を切上げ}) \\ &= 109 (\text{mg/L}) \times 1.0 (-) \\ &= 109 (\text{mg/L}) \end{aligned}$$

一次濃縮汚泥

$$\begin{aligned} \text{汚泥量 (m}^3/\text{日)} &= \text{総洗浄排水量 (m}^3/\text{日)} - \text{一次濃縮分離水量 (m}^3/\text{日)} \\ &= 19,539 (\text{m}^3/\text{日}) - 14,654 (\text{m}^3/\text{日}) \\ &= 4,885 (\text{m}^3/\text{日}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{固形物 SS (kg/日)} &= \text{総固形物量 (kgSS/日)} - \text{一次濃縮分離水 (kgSS/日)} \\ &= 7,845 (\text{kg/日}) - 1,603 (\text{kg/日}) \\ &= 6,242 (\text{kg/日}) \end{aligned}$$

2-7. 本技術の系外への汚泥発生量

本技術から系外の汚泥処理施設への汚泥発生量をまとめると以下となる。

一次濃縮汚泥	6,242 (kgSS/日)	(2-6. 一次濃縮施設 参照)
最終ろ過沈殿汚泥	414 (kgSS/日)	(2-5. 最終ろ過施設 参照)

総汚泥発生量

$$\text{総汚泥発生量} = \text{一次濃縮汚泥} + \text{最終ろ過沈殿汚泥} = 6,242 + 414 = 6,656 (\text{kgSS/日})$$

2-8. 計算結果確認 (参考)

循環水と一次濃縮分離水について、容量計算結果と表資 2.3.1、表資 2.4.1 (仮定値) の比較を表資 2.8.1 に示す。各水質の計算結果は、仮定値以下となり、本計算が成立することが確認された。

表資 2.8.1 循環水、一次濃縮分離水

水質項目	循環水 1 + 循環水 2		一次濃縮分離水	
	計算結果	表資 2.3.1、 表資 2.4.1 (仮定値)	計算結果	表資 2.3.1 (仮定値)
水量 (m ³ /日)	40,000	40,000	14,654	15,000
BOD (mg/L)	35	40	109	110
溶解性 BOD (mg/L)	3	3	34	35
SS (mg/L)	25	30	109	110

