

## 豪雨時の急激な原水濁度上昇に対する汚泥処理のあり方

株式会社東京設計事務所 臼井 北斗

豪雨災害の影響から、一時的な河川水の濁度の急上昇が頻発し、ピーク時には汚泥処理が間に合わない事態が発生している。そこで、急激な濁度上昇にも対応できる、効率的な汚泥処理が可能となる整備計画を行った。汚泥処理機能の無駄を無くすため、常時使用する天日乾燥床の増設を抑え、一時的に汚泥を貯留することが可能な汚泥用貯留槽の新設と、ピーク期間のみ仮設脱水機をリースする計画とすることで、緊急的なピーク時の対策を可能にした。また、段階的な施設整備を想定し、高濁度の発生頻度により整備計画を行うことで、過大投資を防ぎ、状況に応じた効率的な施設整備を行うことを目的とした。

**Key Words** : 濃縮槽、貯留槽、仮設脱水機

### 1. はじめに

近年の豪雨災害の影響から、A浄水場では降雨時の河川水濁度が以前よりも高くなっており、汚泥処理日数及び汚泥量が増加している。特に、一時的な河川水の濁度の急上昇が頻発し、ピーク時には汚泥処理が間に合わない事態が発生している。そこで、急激な濁度上昇にも対応できるよう、効率的かつ効果的な汚泥処理方法の確立と、それに必要となる汚泥処理設備の整備計画の策定を行った。

### 2. 汚泥処理の現況と過去の高濁度状況に対する整備方針

#### (1) 10年間の高濁度の推移と整備目標

過去10年間の、各年で最も濁度の高い月における日平均濁度の平均値と、最大値を図-1に示す。

以下の理由から、今回の計画は平成22年度、平成25年度、平成26年度を対象として検討を行い、これらのうち最も濁度の高い平成25年度を最終目標とし、施設整備計画を行った。

- 平成16年、平成19年、平成23年は水害が影響しており、水害が発生した年の実績をベースに計画すると、通常では過大投資となる恐れがある。そのため、通常時ではなく緊急時の濁度状況と考え、今回は対象から除外する。
- 濁度のピーク時の汚泥処理が困難であることから、日平均濁度の最大値が高い年度を対象とする。
- 平成25年度規模の濁度状況は、水害の年を含めても10年に1回か2回起きる程度であり、平成26年度には濁度が下がっていることから、今後は濁度が低下傾向となる

可能性があり、それを踏まえて施設整備計画を行う必要がある。

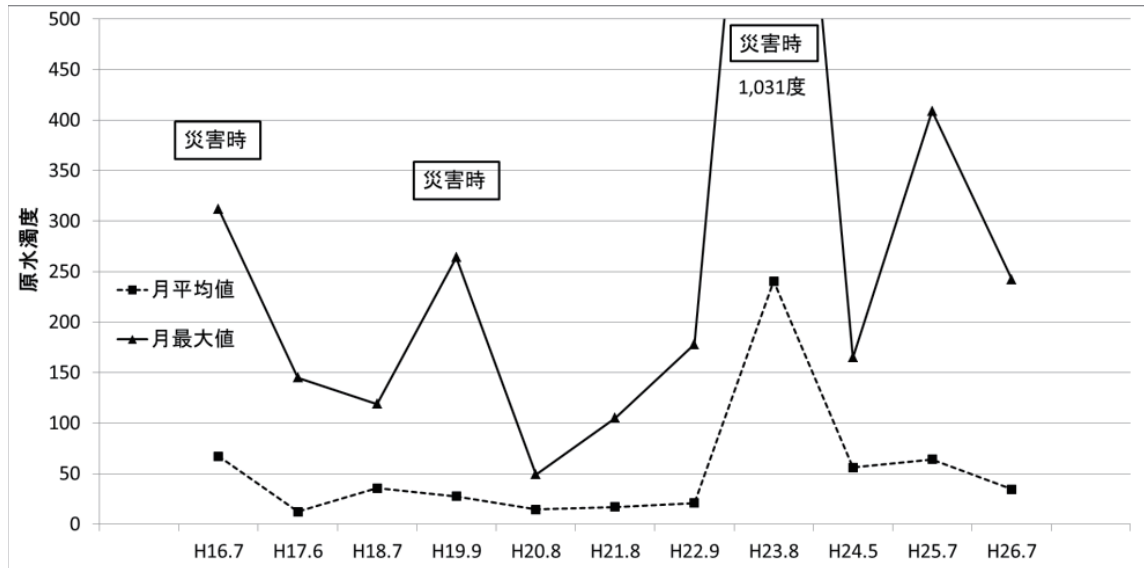


図-1 10年間の高濁度推移

## （2）既存施設での対応

以下の理由の通り、既存施設での対応から、一時的な濁度上昇に対し、経済性を考慮した効率的な汚泥処理計画を行った。

- 平成25年度の実績データによると、1日で急激に濁度が上昇し、ピーク時には既設の能力をはるかに超える汚泥量が発生するという状況が数回起きている。
- このような現象は、他の年でも1年に1回程度は起きており、頻度は高い。
- 既設能力の計画濁度は通常は10度、高濁度時には40度となっており、年間を通じて処理可能な状況であるため、一時的な濁度上昇時の処理を検討する必要がある。

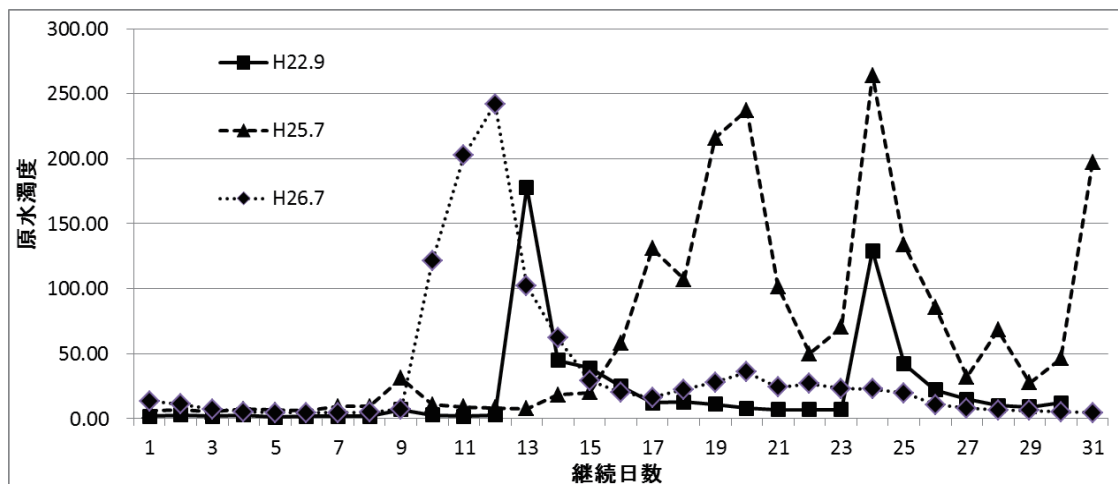


図-2 対象年度の高濁度時における原水濁度の推移

### 3. 汚泥処理改善計画

#### (1) 濃縮槽処理能力の検討

濃縮槽で発生汚泥をできるだけ濃縮させることで、その後の脱水処理施設の負担を減らすことが出来るため、汚泥を十分に濃縮させることが汚泥の減容化のために重要であると考え、濃縮処理能力の設定をした。そして、最も濁度の高い平成 25 年度の実績をベースに、投資効果を考慮して、スラッジの乾燥重量（ドライスラッジ量：t・ds）が 18.0（t・ds/日）となるような施設能力で設定し、17.0m角の濃縮槽を 2 槽増設する計画とした。

- 【ケース 1：基準汚泥量 12.0（t・ds/日）】  
平成 25 年度の年平均濁度×4 の濁度で設定。処理能力不足が懸念される。
- 【ケース 2：基準汚泥量 24.0（t・ds/日）】  
平成 25 年度の高濁度時（7 月～10 月）の期間平均値×4 の濁度で設定。過大投資の可能性がある。
- 【ケース 3：基準汚泥量 18.0（t・ds/日）】  
上記の平均値で設定。安定した処理能力が確保でき、投資は一定の範囲に留まる。

表-1 ケース別濃縮槽の仕様

| 主項目   | 細目          | 単位                   | ケース1   | ケース2   | ケース3   |
|-------|-------------|----------------------|--------|--------|--------|
| 汚泥量関連 | 基準汚泥量       | t・ds/日               | 12.0   | 24.0   | 18.0   |
|       | 既設濃縮槽処理量    | t・ds/日               | 7.5    | 7.5    | 7.5    |
|       | 増設対象処理汚泥量   | t・ds/日               | 4.5    | 16.5   | 10.5   |
| 条件設定  | 濃縮槽固形物負荷    | kg/m <sup>2</sup> ・日 | 19.8   | 19.8   | 19.8   |
|       |             | t/m <sup>2</sup> ・日  | 0.0198 | 0.0198 | 0.0198 |
| 濃縮槽仕様 | 必用表面積       | m <sup>2</sup>       | 227.3  | 833.3  | 530.3  |
|       | 槽数          | 槽                    | 1.0    | 2.0    | 2.0    |
|       | 寸法          | m                    | 15.1   | 20.4   | 16.3   |
|       |             |                      | 16.0m角 | 21.0m角 | 17.0m角 |
|       | 水深（4.0mに設定） | m                    | 4.5    | 4.5    | 4.5    |

#### (2) 脱水処理方式の検討

濃縮槽の処理能力は決定したが、投資効果も考慮しての設定であるため、濁度のピーク時には十分濃縮できない汚泥が発生する。また、濃縮をしても十分脱水処理をできない汚泥も発生する。そこで、濃縮槽の増設とともに、これらの汚泥を効率良く脱水処理するための対策案を検討する。

まず、施設の増設による対策案として、以下の 2 ケースを検討した。

- 【天日乾燥床を増設】  
増設する施設は天日乾燥床のみとする。ピーク時でも全量を投入できる床数まで増設する。

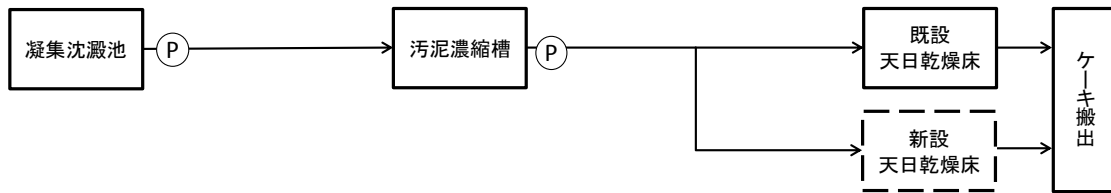


図-3 汚泥処理フローシート（天日乾燥床増設案）

・ 【脱水機を新設】

増設する施設は脱水機と汚泥用貯留槽とする。既設の天日乾燥床と新設の脱水機を併用して処理を行う。

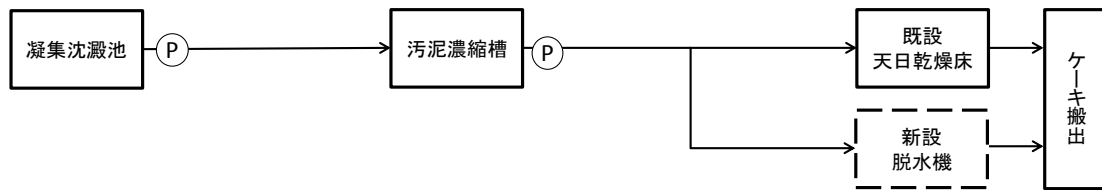


図-4 汚泥処理フローシート（脱水機新設案）

ただし、天日乾燥床を増設すると、膨大な床数を増設することになり、用地の取得も困難となる。また、脱水機を新設すると施設整備費用が高価となることから、投資効果も考慮した効率の良い対策案としては望ましくないため不採用とする。

施設規模が過大となる要因として、一時的な濁度上昇が起きていることから、ピーク時まで対応できる規模の施設を増設すると、通常時の処理機能に無駄が出てしまう。そのため、ピーク時の一時的な濁度上昇に対して対応可能な対策案を検討する必要がある。

そこで、以下の2つの対策を行うことで、ピークカットの対応を図る。

- ① 処理しきれない汚泥を一時的に貯留することができる汚泥用貯留槽の新設
- ② 仮設脱水機をピーク時のみリース

これより、以下の2ケースについて再度検討する。

・ 【ケース A 汚泥用貯留槽を増設、仮設脱水機を利用】

濃縮槽で十分に処理できない汚泥は貯留槽①に、濃縮はしたが天日乾燥床で処理しきれない汚泥は貯留槽②に貯留する。貯留後、貯留槽①の汚泥は仮設脱水機にて脱水処理、もしくは濃縮槽が空き次第、濃縮後に天日乾燥床にて脱水処理。貯留槽②の汚泥は天日乾燥床が空き次第脱水処理を行う。

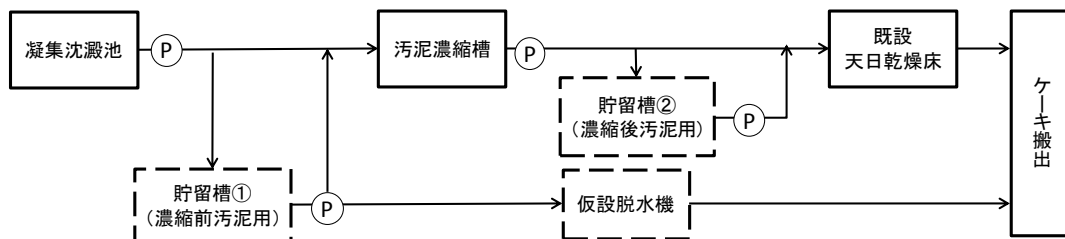


図-5 汚泥処理フローシート（ケース A）

・ 【ケース B 汚泥用貯留槽・天日乾燥床を増設、仮設脱水機を利用】

処理方法はケース A と同様であるが、貯留槽②の容量を減らし、不足分は天日乾燥床の増設で補う。

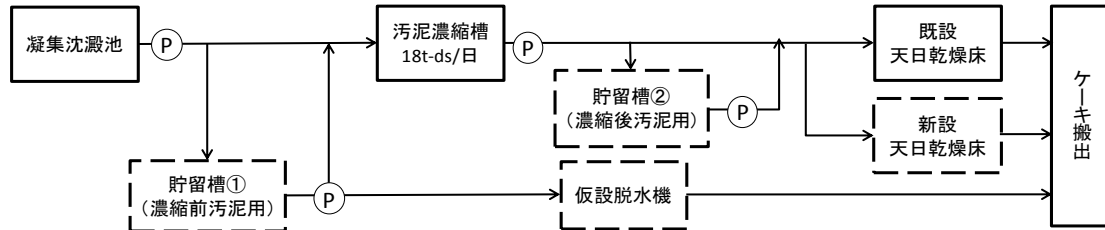


図-6 汚泥処理フローシート（ケース B）

経済性はほとんど差がつかず、取得用地は天日乾燥床を増設する分ケース B の方が不利となるが、貯留槽と仮設脱水機を利用することで床数も抑えられることから、あまり差は見られなかった。そのため、今後の高濁度への対応性から天日乾燥床の増設も必要と考え、貯留槽と天日乾燥床を増設するケース B を選定した。

（3）施設整備計画

選定したケース B の汚泥処理工程フローチャートを図-7 に示す。これにより、通常時とピーク時で汚泥処理方法を使い分けることで、効率的な処理を行い、過大投資を防ぐ計画としている。しかし、本計画は最も濁度の高い平成 25 年度の実績をベースとしており、現在の汚泥処理状況からも、この施設整備を現状で行うと過大投資になる可能性がある。そこで段階的な整備計画とし、まずは平成 22 年度、次に平成 26 年度実績をベースとした施設整備を行い、濁度の推移を見ながら、最終的に平成 25 年度実績ベースの施設整備へ移行する計画とした。

段階的な施設整備計画は次項の表-1 に示す。建設計画はパターン A～パターン C で想定し、考え方を以下に示す。

- ・ パターン A は、濃縮槽 2 槽と貯留槽①を 1 槽増設し、平成 22 年度実績への対応を満足する施設整備とした。
- ・ パターン B は、貯留槽①を 1 槽、貯留槽②を 2 槽増設し、平成 26 年度実績への対応を満足する施設整備とした。
- ・ パターン C では、天日乾燥床を 5 床増設し、

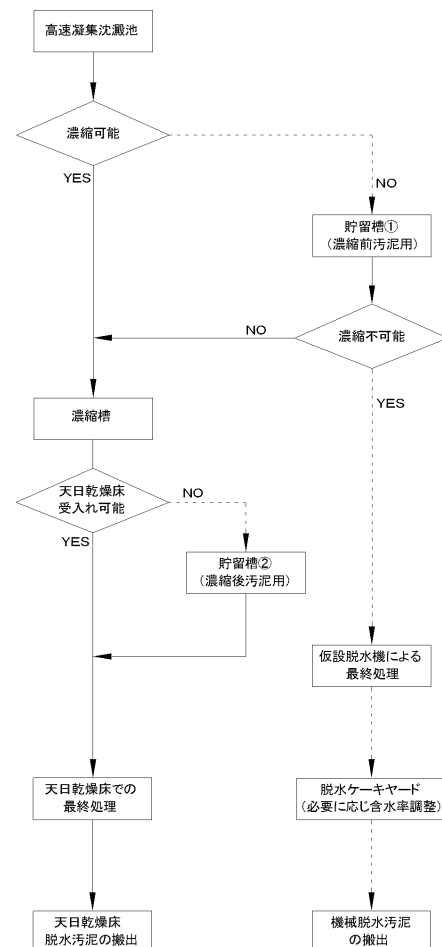


図-7 汚泥処理工程フローチャート

平成 25 年度実績への対応を満足する施設整備とした。

- ・ 異常事態への対応を容易にするために、パターン A で濃縮槽を全て増設する計画とし、より確実な汚泥処理を可能とした。
- ・ 一時的な高濁度への対応としては、貯留槽の設置が欠かせないため、パターン A で 1 槽増設しておき、パターン B では全て増設する計画とした。
- ・ 高濁度に対し、将来的に柔軟な対応が可能となるよう、パターン C で天日乾燥床を増設する計画とした。
- ・ いずれの場合も原水濁度の推移に留意しながら施設整備を判断する必要がある。

表-2 施設整備計画

|                      |          | パターン A                                    | パターン B                                              | パターン C                                              |
|----------------------|----------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 想定する<br>異常高濁<br>度の傾向 | 日最大濁度    | 約 200 度以下                                 | 約 200 度以上                                           | 約 200 度以上                                           |
|                      | 発生頻度 / 月 | 約 100 度以上が 2～3 回/月程度                      | 約 200 度以上が 1 回/月程度                                  | 約 200 度以上が 2 回/月以上、                                 |
|                      | 高濁度継続期間  | 約 40 度以上が 1 週間程度                          | 約 40 度以上が 1 週間程度                                    | 約 40 度以上が 1 週間以上継続                                  |
|                      | 対象年度     | 平成 22 年度                                  | 平成 26 年度                                            | 平成 25 年度                                            |
| 事業計画                 | 第一期      | 濃縮槽 2 槽<br>貯留槽①1,000 m <sup>3</sup> × 1 槽 | 【濃縮槽 2 槽整備済】<br>【貯留槽①1,000 m <sup>3</sup> × 1 槽整備済】 | 【濃縮槽 2 槽整備済】<br>【貯留槽①1,000 m <sup>3</sup> × 1 槽整備済】 |
|                      | 第二期      | ***                                       | 貯留槽①1,000 m <sup>3</sup> × 1 槽                      | 【貯留槽①1,000 m <sup>3</sup> × 1 槽整備済】                 |
|                      | 第三期      | ***                                       | 貯留槽②1,000 m <sup>3</sup> × 2 槽                      | 【貯留槽②1,000 m <sup>3</sup> × 2 槽整備済】                 |
|                      | 第四期      | ***                                       | ***                                                 | 天日乾燥床 3 床                                           |
|                      | 第五期      | ***                                       | ***                                                 | 天日乾燥床 2 床                                           |

#### 4. まとめ

一時的で急激な原水濁度処理への対応として、既存施設の能力増強に加え、一時的に汚泥を貯留する貯留槽を設け、さらに仮設脱水機を利用することにより、ピーク時の対応を可能とした。また、段階的な施設整備計画の立案により、今後の高濁度状況の変化に対応可能な整備計画とした。そして、これらのピーク時の一時的な対応策と段階的な施設整備計画により、効率的な汚泥処理方法で過大投資を防ぐことを可能とした。今後は濁度推移の見定めにより、施設整備の判断を行う必要がある。

気候変動などから豪雨時の濁度上昇が全国的に問題になりつつある。今回の A 浄水場での汚泥処理の検討は、他の浄水場で検討する際に参考になる。