

〈研究発表〉

水処理系列における固形物収支の動的な予測手法に関する研究

唐 鎌 考 寛¹⁾，渡 邊 敦¹⁾，中 大 輔²⁾

¹⁾メタウォーター(株)

(〒101-0041 東京都千代田区神田須田町1-25 E-mail: karakama-takahiro@metawater.co.jp)

²⁾メタウォーターサービス(株) (〒101-0041 東京都千代田区神田須田町1-25)

概 要

下水処理場において、放流水質を維持するためには水処理系列の安定化に向けた管理が必要である。しかし、現状では最終沈殿池の運転管理は難しく、汚泥沈降不良は最終的に放流水質悪化の原因となる。これらの処理不良の防止には、系列毎の物質収支の的確な管理が重要である。

そこで、本研究では、水処理系列の運転管理の支援を目的とし、各系列の物質収支を予測し利用が容易な物理モデルの構築に着手した。その中で今回は、反応槽内の固形物管理として重要な指標である MLSS 濃度の動的予測モデルの検証事例を報告する。

キーワード：最終沈殿池，反応槽，固形物収支，シミュレーション

原稿受付 2016.6.27

EICA: 21(2・3) 65-67

1. はじめに

下水処理場において、放流水質を維持するためには水処理プロセスの安定化に向けた管理が必要である。しかし、現状では最終沈殿池の運転管理は容易ではなく、汚泥沈降不良は最終的に放流水質悪化の原因となる。

これに対し、水処理系列の安定化に向けた取組みの一つとして活性汚泥モデルを活用した様々な研究が行われてきたが、モデルの難度が高く運転管理の現場では普及・浸透しているとは言い切れない。本研究では、水処理系列の物質収支を予測し、利活用が容易な物理モデルの構築に着手した。その中で、反応槽内の固形物管理として重要な指標である MLSS 濃度の動的予測モデルを構築・検証したので、その内容について報告する。

2. 研究の背景

下水処理場における運転管理では、日常的に返送汚泥量と余剰汚泥量を操作し、最終沈殿池からの引抜量を決定している。引抜量を決定する際の目的とそれに対する調整内容は、Table 1 に示すように複数ある。

加えて、最終沈殿池の適切な維持・管理においては流入量、水温、流入成分の影響を大きく受け、適切な返送汚泥量や余剰汚泥量の決定は熟練者の経験による場所が大きいのが現状である。

このような維持管理上の課題に対して、反応槽や最終沈殿池をモデル化し、シミュレーションにより今後の状態を予測することで維持管理に役立てようとする研究が行われてきたが、パラメータを設定するための事前実験に高度な知識を要する等の問題があり、運転管理現場での活用事例は少なかった。従来のモデルの

Table 1 最終沈殿池における汚泥引抜量決定の目的と調整内容

目的	調整内容
反応槽における活性汚泥の確保	返送汚泥量の調整と返送汚泥濃度の確認
最終沈殿池における汚泥のキャリーオーバーの防止	余剰汚泥量の調節と汚泥界面の確認
汚泥処理設備への負荷調整	余剰汚泥量の調整と余剰汚泥濃度の確認

Table 2 従来の水処理プロセス予測モデル

モデル名称	モデル化対象	パラメータ設定方法
活性汚泥モデル ¹⁾	反応槽における活性汚泥中微生物の挙動	水質分析、キャリブレーション
汚泥沈降モデル ²⁾	最終沈殿池における汚泥の沈降	汚泥沈降実験、キャリブレーション

例を **Table 2** に示す。

以上の背景から、本研究では、利活用が容易な水処理プロセス予測モデル及び運転支援システム/制御システムを構築することを方針とした。また、従来の研究は、活性汚泥中の水質成分や汚泥沈降性能に着目してモデル化や制御理論を構築している。これらモデルの使用においては20種類以上のパラメータ設定を必要とする。一方、今回は、固形物収支のみに注目することで5種類のパラメータ設定でモデルの利活用が出来るように考慮し、工夫を施した。

3. 研究方法

3.1 運用データの取得

水処理プロセス予測モデルを構築するために、2015年2月～2016年3月までA処理場における水処理系列を対象とし、実証データを取得した。対象とした水処理系列の処理方法は、**Fig. 1**に示すように標準法であり、最終沈澱池は矩形であった。

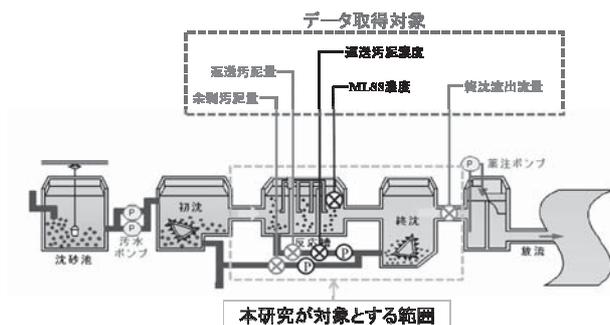


Fig. 1 対象処理場のフロー

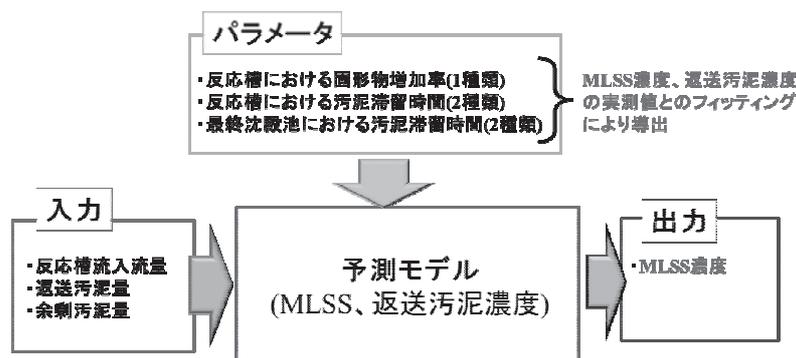


Fig. 2 MLSS濃度動的予測モデル入出力及びパラメータ

Table 3 MLSS濃度動的予測モデルを構成する内部モデルの概略

内部モデル名称	モデル化内容
反応槽モデル	反応槽における流入固形物量と流出固形物量の関係を、反応槽の汚泥滞留時間分布を介して数式化
最終沈澱池モデル	最終沈澱池における流入固形物量と流出固形物量の関係を、最終沈澱池の汚泥滞留時間分布を介して数式化

3.2 モデルの検討

モデル構造の複雑化の回避と、モデル利活用におけるパラメータ設定作業等の負担を軽減するため、反応槽及び最終沈澱池における固形物収支以外の要素を省略した。その上で、予測対象を反応槽内の固形物管理として重要な指標であるMLSS濃度に限定し、動的な予測モデル（MLSS濃度動的予測モデル）を構築・検証した。

4. MLSS濃度動的予測モデル

MLSS濃度動的予測モデルの入出力及びパラメータを**Fig. 2**に示す。

MLSS濃度動的予測モデルは、**Table 3**に示す二つの内部モデルを組み合わせることで構築される。反応槽モデルと最終沈澱池モデルでの汚泥濃度予測結果を、両モデル間で授受することで、反応槽から最終沈澱池における固形物の移動を繰り返し予測できる(**Fig. 3**)。この両モデル間の演算と、反応槽流入流量、返送汚泥量、余剰汚泥量の長期予測値の入力により、MLSS濃度の長期予測が可能となる。

一般的に、反応槽や最終沈澱池においてトレーサー試験を実施することで汚泥滞留時間分布を測定することが出来るが、今回は、キャリブレーションのみで汚泥滞留時間分布を表現出来るように、一様分布と仮定した。予測対象をMLSS濃度に限定したことと、汚泥滞留時間分布を一様分布と仮定したことにより、設定すべきパラメータは**Fig. 2**に示すように5種類に限定することが出来た。

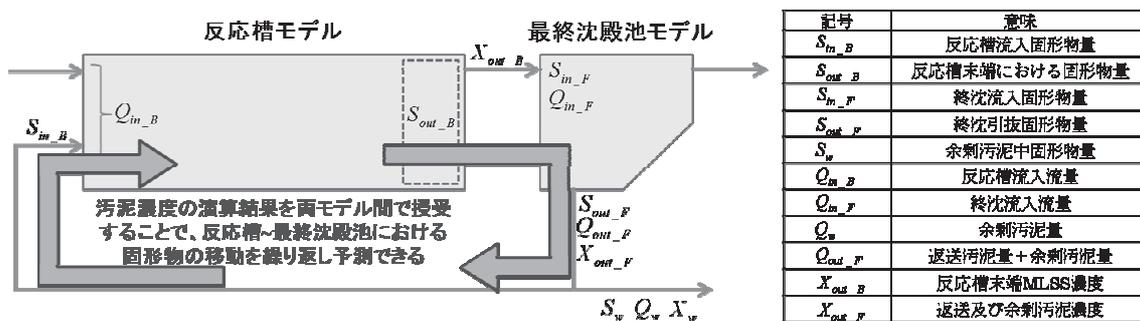


Fig. 3 MLSS 濃度動的予測モデル概略

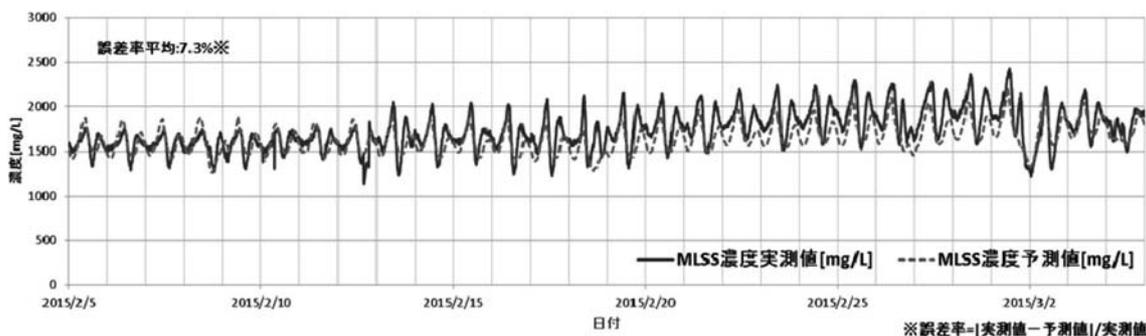


Fig. 4 MLSS 濃度動的予測モデル検証結果 (2015年2月5日~3月5日)

5. モデルの検証

Fig. 4 に、A 処理場における MLSS 濃度の実測値と予測値の比較結果を示す。(期間は 2015 年 2 月 5 日~2015 年 3 月 5 日) なお、入力データとして同期間の実測値を使用した。

Fig. 4 より、MLSS 濃度の予測値と実測値の差は小さく (誤差率平均 7.3%)、モデルの予測精度が高いことが確認できる。評価期間において予測精度が低下しないことから、モデルのパラメータは少なくとも 1 ヶ月程度では大きく変化しないと考えられ、長期的な予測精度の維持が可能であると言える。

6. おわりに

今回の検証では、MLSS 濃度動的予測モデルに関して以下のことを確認することが出来た。

- ① 反応槽及び最終沈殿池の汚泥滞留時間分布を一様分布と仮定した場合でも、十分な予測精度が得られる。
- ② 活性汚泥モデルや汚泥沈降モデルのパラメータ設定に必要であった、水質分析や事前実験が不要である。

- ③ 設定すべきパラメータを数項目に限定することが出来るため、モデル利活用時における作業負荷が既存のモデルに比べ著しく低い。

今回構築したモデルは、長期間の MLSS 濃度を容易にかつ精度良く予測することができる。更には、本モデルの MLSS 濃度予測値を評価することで、適切な返送汚泥量と余剰汚泥量を決定することも可能であり、最終沈殿池の維持管理上の負担を軽減することができる。このように、本モデルを用いることで各水処理系列における固形物収支の詳細な評価・管理が可能になる。

今後は、本モデルの適用が可能である条件の検討と、本モデルをベースとした水処理プロセス運転支援システムや制御システムの構築を目指して行く。

参考文献

- 1) 片山尚樹, 伊熊信男, 浅野卓哉: 活性汚泥モデルの構築と活用について, 横浜市環境科学研究所所報, No. 32, pp. 120-129 (2008)
- 2) 山中 矢, 柴崎和夫, 肥塚淳次: 活性汚泥の回分沈降濃縮のモデル解析, 下水道協会誌, Vol. 17, No. 192, pp. 27-32 (1980)