

〈研究発表〉

凝集剤注入率変化シミュレーションに基づくコスト適正化に関する検討

小 熊 信¹⁾, 有 村 良 一¹⁾, 横 山 雄²⁾, 金 谷 道 昭²⁾

¹⁾ 東芝インフラシステムズ(株) インフラシステム技術開発センター
(〒183-8511 東京都府中市東芝町1 E-mail:makoto1.oguma@toshiba.co.jp)

²⁾ 東芝インフラシステムズ(株) 社会システム事業部
(〒212-8585 神奈川県川崎市幸区堀川町72-34)

概 要

浄水場内では、熟練した運転管理者の知識や経験等のノウハウに基づいて、薬品注入率表を定め、原水濁度の範囲に応じて凝集剤注入率を変化させる運用をしている場合が多い。実際には薬品注入率表の原水濁度範囲には幅があり、当該の原水濁度条件に対して、凝集剤が過剰な場合や不足する場合もあることが想定される。本論文では、必要十分な凝集剤注入率を求める方法論について、凝集剤に対応する処理水の濁度やコストに関するシミュレーションも併せて検討した結果を報告する。

キーワード：凝集剤，濁度，シミュレーション，最適化
原稿受付 2024.8.7

EICA: 29(2・3) 111-113

1. はじめに

浄水場における凝集処理では、水中の濁質粒子を凝集して除去するための薬剤として凝集剤が用いられている。凝集剤注入率については、熟練した運転管理者の知識や経験等のノウハウに基づいて、薬品注入率表を定め、原水濁度の範囲に応じて凝集剤注入率を変化させて運用をしている場合が多い¹⁾。このとき、薬品注入率表の原水濁度範囲には幅があるため、原水濁度によっては、凝集剤が過剰な場合や不足する場合がある。凝集剤が過剰になるとコストの増加につながり、不足すると処理水を悪化させることから、可能な限り過剰注入や注入不足とならない凝集剤注入率の設定が課題となる。そこで、この課題の解決を目的として、筆者らは、凝集沈澱プロセスの物理現象をふまえて水質を予測するモデルを独自に構築し、浄水場における薬品注入率の最適化を図るソリューションの開発を行っている^{2,3)}。浄水場では、沈澱池出口濁度を管理目標値とし、その目標値を超えないように運用する場合が多い。本論文では、上記モデルから得られる凝集剤注入率に対する沈澱池出口濁度の関係に基づいて、必要十分な凝集剤注入率を求めてコストを適正化する手法について検討したので報告する。

2. 手法の適用手順

2.1 薬品注入率表の定義

運転管理者の知識や経験等に基づいて、現場で運用する凝集剤の薬品注入率表を **Table 1** の通りに仮定する。薬品注入率表は、基本的に原水濁度の範囲に応じ

Table 1 Sample of chemical injection rate table

原水濁度 [度]	凝集剤注入率 [mg/L]
0.1~6	16
6~12	20
12~15	24
15~20	26
20~25	28
25~35	30
35~60	40

て、どの程度の凝集剤注入率とするかを定めるものである。実際の運用では、pH、アルカリ度および色度についても場合分けして注入率を定めている場合もあるが、本論文では簡易評価のため、仮定する薬品注入率表については、pH、アルカリ度および色度については考慮しないものとする。

2.2 原水水質シナリオの設定

Fig. 1 の通りに、今後の1日の原水水質がどのように推移するかをシナリオとして仮定する。実際の原水水質としては、濁度、流量、水温、pH、アルカリ度および電気伝導率などの項目が挙げられる。本論文では簡易評価のため、仮定する原水水質シナリオは、原水濁度のみ変化する限定的なものとする。**Fig. 1** は、今後の24時間のうち前半部分の12時間が相対的に低い濁度で、後半部分の12時間が相対的に高い濁度に変化する原水水質シナリオである。ここで、**Table 1** の薬品注入率表を **Fig. 1** の原水水質シナリオにあてはめると、**Fig. 2** に示す凝集剤の注入率を計画することになり、前半部分では計画注入率16[mg/L]、後半部分では計画注入率20[mg/L]となる。

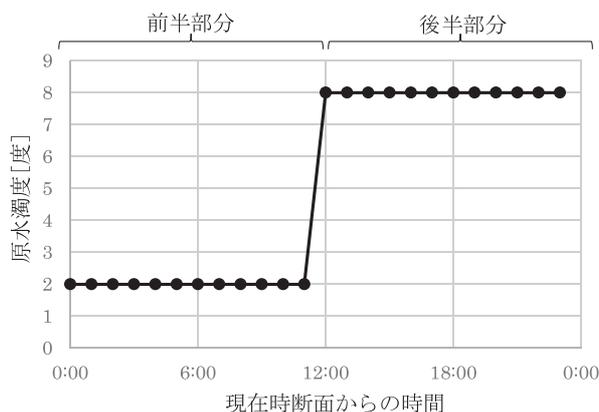


Fig. 1 Sample of scenario of raw water quality

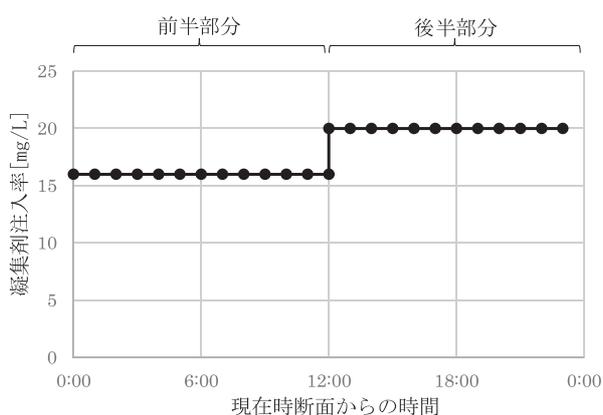


Fig. 2 Flocculants injection rate plan

2.3 沈澱池出口濁度予測とコスト評価

本論文では、各原水濁度で指定の凝集剤注入率の場合の沈澱池出口濁度を予測することに加え、そのコスト評価が可能なモデルを仮定する。原水を用いたジャーテストにおいて、凝集剤注入率を徐々に高くしていくと、静置後の上澄み濁度が下がっていき、さらに凝集剤注入率を高くして凝集剤が過剰になると、凝集剤自体の影響で上澄みの濁度が上がる傾向にあることが知られている⁴⁾。また、凝集剤注入率を高くするとコストが上昇する傾向になる。仮定したモデルは、凝集剤注入率を入力したときに、上記の傾向となる沈澱池出口濁度とコストを出力するものとする。そして、原水水質シナリオの原水濁度に対して、凝集剤注入率を変化させ、各凝集剤注入率での沈澱池出口濁度とコストを演算するシミュレーションを実施する。

3. 原水水質シナリオに基づく凝集剤注入率変化シミュレーションの結果

3.1 シナリオ前半部分の評価

前章の手法の適用手順をふまえて、薬品注入率表に基づく凝集剤の計画注入率に対してコストの適正化を図った結果について示す。本論文では、沈澱池出口濁

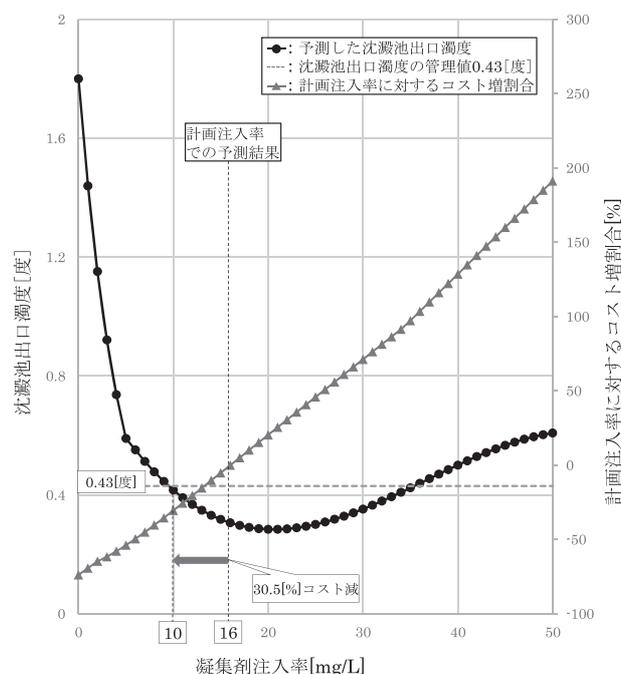


Fig. 3 Results of sedimentation basin water turbidity prediction and cost evaluation for the first half of the raw water quality scenario

度の制約条件として、沈澱池出口濁度の管理値を0.43 [度] とする。Fig. 1 の前半部分は相対的に原水濁度が低い場合である。本条件における、前節の凝集剤注入率変化のシミュレーション結果を Fig. 3 に示す。凝集剤注入率を徐々に高くしていくと、沈澱池出口濁度が下がっていき、さらに凝集剤注入率を高くして凝集剤を入れ過ぎると、凝集剤自体の影響で沈澱池出口濁度が上がる傾向になる。また、計画注入率16 [mg/L] に対して凝集剤注入率を高くすると、計画注入率に対するコスト増割合も大きくなる。この前半部分の場合、Fig. 2 で示した計画注入率16 [mg/L] では、沈澱池出口濁度の管理値0.43 [度] に対して余裕があり、凝集剤注入率をさらに低くして凝集剤注入率を10 [mg/L] としても管理値を満たす見込みを得た。よって、前半部分では凝集剤注入率を16 [mg/L] から10 [mg/L] に変更することで、同時に試算したコスト増割合に基づく、計画注入率に対してコストが30.5 [%] 低減する評価となる。

3.2 シナリオ後半部分の評価

前節同様に、相対的に原水濁度が高い後半部分における凝集剤注入率変化のシミュレーション結果を Fig. 4 に示す。Fig. 4 の計画注入率の20 [mg/L] では管理値0.43 [度] を超過する見込みとなり、沈澱池出口濁度の管理値0.43 [度] を下回るために、凝集剤注入率を高くし、凝集剤注入率を22 [mg/L] とする必要がある。このとき、Fig. 4 のコスト増割合に基づく、計画注入率での運用に対してコストが7.24 [%]

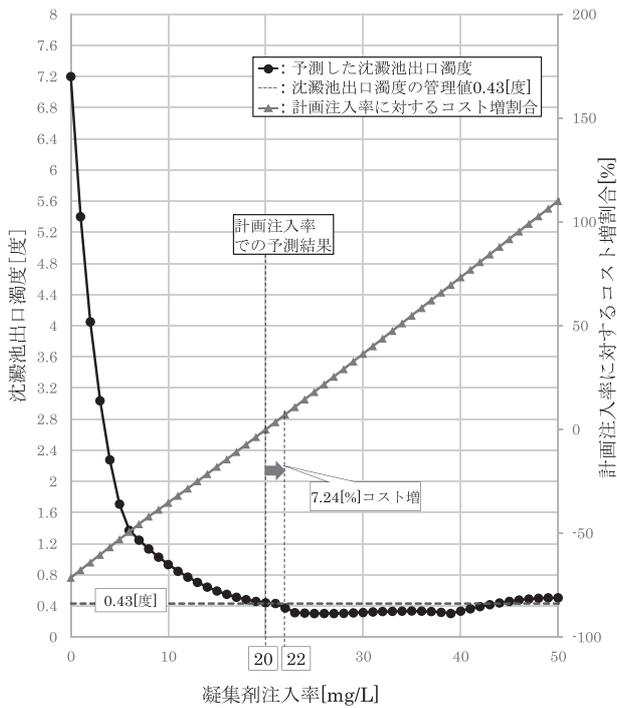


Fig. 4 Results of sedimentation basin water turbidity prediction and cost evaluation for the latter half of the raw water quality scenario

増加する評価となる。

3.3 凝集剤注入率の適正化

前節までの検討により、本論文で仮定した原水水質シナリオの前半部分では凝集剤注入率 10[mg/L] に設定することでコストが 30.5[%] 減、後半部分では凝集剤注入率 22[mg/L] に設定することでコストが 7.24[%] 増となる。したがって、計画注入率を基準

に $88.4[\%] = (69.5 + 107.24) / 2$ として 11.6[%] のコスト減となり、コストを適正化する効果を得る。

4. おわりに

本論文では、浄水場で運用している薬品注入率表と原水水質シナリオを仮定して、沈澱池出口濁度の予測とコスト評価を行うことで、より適正なコストとなる凝集剤注入率を求める手法について検討した。その結果、今回仮定した、限定的な原水水質シナリオにおいては、凝集剤注入率変化シミュレーションに基づく凝集剤注入率の設定は有効であり、コスト低減にもつながる見込みを得た。今後は、沈澱池出口濁度を予測するモデルの確立と多様な原水水質シナリオでの精度向上を図ることで、浄水場への実適用を目指す予定である。

参考文献

- 1) (公財)水道技術研究センター：高濁度原水への対応の手引き，高濁度原水への対応の解説Ⅱ資料編，p.109 (2014)
- 2) 横山ら：プラント運転の自動化に貢献するソリューションとプラットフォーム TOSWACS，東芝レビュー，Vol. 74，No.1，pp. 34-39 (2019)
- 3) 毛受ら：浄水塩素注入最適化アプリケーションのモデル検証，環境システム計測制御学会誌，Vol. 28，No.2/3，pp.56-59 (2023)
- 4) 前田ら：流動電流計を用いた凝集剤注入制御の実用化，環境システム計測制御学会誌，Vol. 10，No.3，pp.13-20 (2005)