

2-1-2 葛西水再生センターにおける砂ろ過設備の運用の最適化

～切電(きるでん)PTの取組～

東部第二下水道事務所 葛西水再生センター 氏名 藤田 終生

1. はじめに

東京都下水道局は、令和5年3月に策定した下水道事業における地球温暖化防止計画「アースプラン2023」に基づき、地球温暖化対策とエネルギー対策とを一体的に推進している。

葛西水再生センター（以下「当センター」という。）では、H T T（電力をHへらす・Tつくる・Tためる）の取組の一環としてリチウムイオン電池設備やNaS電池設備、再生可能エネルギーの有効活用として太陽光発電設備を導入している。一方、葛西水再生センターにおける使用電力量は、令和5年度において約6,500万kWh/年（水処理施設65%、污泥処理施設35%）となっていたが、節電要請や電気料金の高騰、下水道料金収入の減少等により、これまで以上に使用電力量の削減及び経費の縮減が求められていた。このため、当センター独自の取組として更なる節電を目標に「kill the lights」というスローガンを込めて「切電(きるでん)PT」を立ち上げ、使用電力量と温室効果ガス排出量との削減に向けた設備の運転効率化等の節電効果の検証を行っている。今回、「切電PT」における砂ろ過設備に係る取組を行ったので報告する。

2. 砂ろ過設備について

当センターには、北系と南系水処理施設とがあり、砂ろ過設備は北系水処理施設に設置されている。砂ろ過設備は、図-1のとおり調圧水槽からの処理水を砂ろ過池の下部から上部へ流す上向流式で全8池あり、北系から取水した二次処理水を日平均約16,000m³/日（最大50,000m³/日）ろ過して、水処理及び污泥処理施設へ供給している。

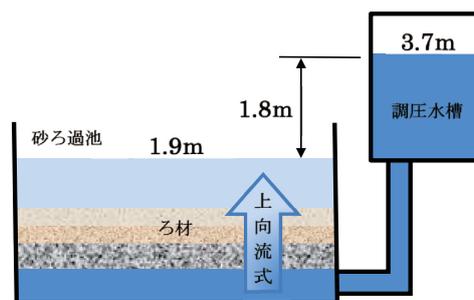


図-1 砂ろ過設備

また、砂ろ過池のろ材の目詰まりを防ぐために定期的な洗浄を行っており、その洗浄モードは、「タイマモード」と「ろ抗モード」の2種類がある。「タイマモード」は時刻設定による洗浄であり、「ろ抗モード」はろ材の目詰まり傾向を示す差圧（水頭差）をろ抗と表現し、砂ろ過池の水位1.9mに対して調圧水槽の水位が3.7m、水位差が1.8mとなった場合に自動洗浄するものである。

3. 取組内容

3.1 更なる節電に向けて

当センターでは、原水である二次処理水のSS（浮遊物質）が年間を通して低く、濁度は原水が0.7から1.1mg/L、ろ過水が0.3から0.5 mg/Lとなっている。また、砂ろ過設備の平均稼働率が最大処理量の30%程度であり、余裕を持った運転ができていたため、砂ろ過池のろ抗が上昇しても、当センターで必要なる過水量を確保できる。

そのため、従来は「タイマモード」にて砂ろ過池の洗浄運転を毎日行っていたが、「ろ抗モード」へ切り替えることで、目詰まり傾向となる適切な時期に洗浄を行うようにし、砂ろ過池の洗浄回数を減少させる節電が可能であるかを確認することとした。切替え後の影響を配慮して、一部切替（第1ステップ）、全部切替（第2ステップ）と、段階的に検証を行った。

3.1.1 第1ステップ

砂ろ過池の洗浄について、奇数号池を対象に「タイマモード」運用から「ろ抗モード」への運用に切り替え、洗浄状況（2022年10月から12月まで）について確認を行った。この結果、表-1のとおり、奇数号池（朱書き）と偶数号池を比較すると洗浄回数大幅に減少できた。しかし、長期間洗浄しないため弁類の固着等による故障発生リスクが大きくなることが予想された。一方、節電可能な電力量は、1月当たり約6,500kWh程度が見込まれ、節電に効果があることを確認した。

表-1 洗浄回数

号池 \ 月	10月	11月	12月
1号池	18	0	0
2号池	31	30	11
3号池	18	1	1
4号池	31	30	11
5号池	12	2	2
6号池	31	30	11
7号池	17	2	2
8号池	31	30	12

3.1.2 第2ステップ

2023年1月から12月まで、残りの偶数号池を加えた全池「ろ抗モード」による運用の検証及びデータ収集を行い、節電効果と維持管理性への影響を確認することとした。この中で、第1ステップにて懸念された弁類の固着等の故障発生リスクについては、月1回の手動による洗浄運転を実施することで年間を通して故障発生の有無を確認するとともに、「タイマモード」で運用をしていた過去4年間（2019年から2022年）とのデータを比較し、次のとおり節電効果を検証した。

(1) 手動による洗浄運転を実施する場合（2023年1月から6月まで）

図-2のとおり、「ろ抗モード」運用前の「タイマモード」と比較すると洗浄回数は1池当たり月平均30回から2回となった。また、使用電力量は月平均23,584 kWhとなり、砂ろ過設備全体の使用電力量の23%に当たる7,094kWhの電力を削減することができた。

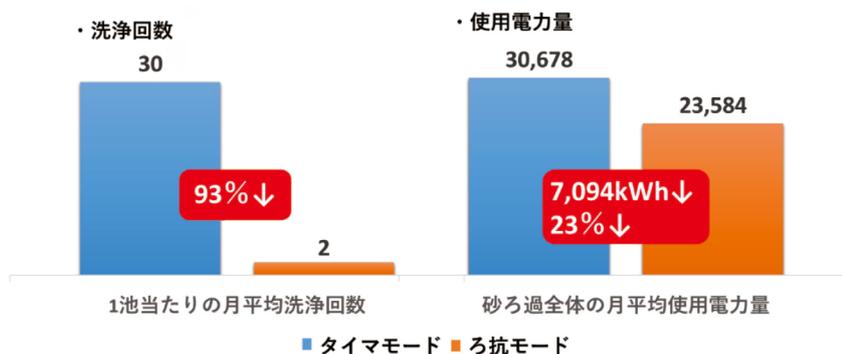


図-2 電力削減効果（手動洗浄運転を実施した場合）

(2) 手動による洗浄運転を実施しない場合（2023年7月から12月まで）

図-3のとおり、「手動による洗浄運転を実施する場合（2023年1月から6月まで）」と「手動による洗浄運転を実施しない場合（2023年7月から12月まで）」とを比較すると、7月以降の洗浄回数は1池当たり月平均2回から1回となった。一方、電力削減量は252kWh増加し、「タイマモード」での運用と比較すると7,346kWhの電力を削減することができた。

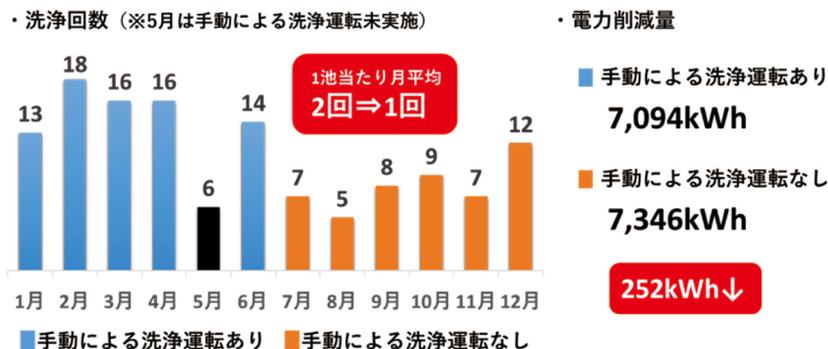


図-3 手動洗浄運転の有無による洗浄回数と電力削減量（砂ろ過全体）

3.2 維持管理性への影響について

砂ろ過池の洗浄は、洗浄回数が少なければ少ないほど電力削減量が多く見込まれるが、弁類の固着による故障発生リスクは高まってしまう。

表-2のとおり、「ろ抗モード」での手動による洗浄運転を実施しない場合、池ごとの洗浄回数にかなりのばらつきが見られ、半年間洗浄していない池もあった。また、検証終了後、2024年1月の洗浄運転時に、2号池と4号池で空気抜弁（図-4）の固着による故障が発生したことから、手動による洗浄運転は必須であることを確認した。

表-2 洗浄回数（手動による洗浄運転を実施しない場合）

号池 \ 月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
1号池	0	0	0	0	0	0	
2号池	0	0	0	0	0	0	2024年1月故障発生
3号池	0	0	0	0	0	2	
4号池	0	0	0	2	0	0	2024年1月故障発生
5号池	1	0	1	0	0	1	
6号池	2	1	2	2	1	2	
7号池	2	2	2	2	2	3	
8号池	2	2	3	3	4	4	

2024年2月以降は、手動による洗浄運転を月例作業として実施していたが、2024年5月に再び2号池で空気抜弁固着による故障が発生したため、月1回の手動による洗浄運転でも不十分であると考えた。また、砂ろ過設備の運用方法の違いによる砂ろ過水の濁度の比較について表-3に示すが、生産される砂ろ過水の濁度には大差のないことが確認できている。

現在は、2024年6月から手動洗浄作業サイクルを週1回（月4回）の週例作業に見直しを図り運用している。



図-4 故障発生箇所

表-3 砂ろ過水濁度の比較 (mg/l)

	砂ろ過水		原水	備考
	洗浄あり	洗浄なし		
タイマモード	0.3~0.5	0.4~0.6	0.7~1.1	
ろ抗モード①	0.3~0.7	0.4~0.6	0.7~1.4	月1回手動洗浄
ろ抗モード②	0.2~0.5	0.4~0.6	0.7~1.2	週1回手動洗浄

4. 最適な運用に向けた対応

検証結果のまとめを表-4に示す。

故障発生リスクなどの維持管理性への影響を踏まえると手動による洗浄は必須であることから、「ろ抗モード+週1回手動洗浄」で運用を行うことが、故障リスクが少なく電力削減効果も高い運用になるものとする。

表-4 検証結果まとめ

洗浄モード	手動洗浄の周期	データ収集期間	洗浄回数 (1池当たり)	使用電力量	削減電力量	故障リスク
タイマ	—	2019年～2022年	30回	30,678kWh	—	低い
ろ抗	—	2023年 7月～12月	1回	23,332kWh	7,346kWh	非常に高い
ろ抗	月1回	2023年 1月～6月	2回	23,584kWh	7,094kWh	高い
ろ抗	週1回	2024年 6月～	5回	23,850kWh	6,828kWh	検証中

また、手動による洗浄運転は実施忘れや設定ミスなどを起こす可能性があることから、洗浄忘れがないように月例・週例作業に組み込むこととし、設定ミスや操作ミスがないように洗浄運転のマニュアルを作成した。

5. おわりに

この運用で現在までにトラブルなく節電を実現することができている。

切電は、設備や運転へのリスクと効果とを比較して検討するために丁寧な検証が必要になる。これからも、東京都下水道事業「経営計画 2021」で掲げた経営方針の一つである「最小の経費で最良のサービスを安定的に提供します」の下、更なる効率化を目指して検討と検証を続けて電力削減に努めていく。

・参考文献

田口さくら. (2023). 令和5年度 下水道設備研究発表会論文集. (pp. 43-48)