

1 はじめに

桂川清流センターの反応タンクは1池が整備されており、その1池は4槽で構成され、1槽目に11kW 1台、2槽目・3槽目に15kW各1台、4槽目に11kW 2台の攪拌機（機械式散気装置）が設置されている。

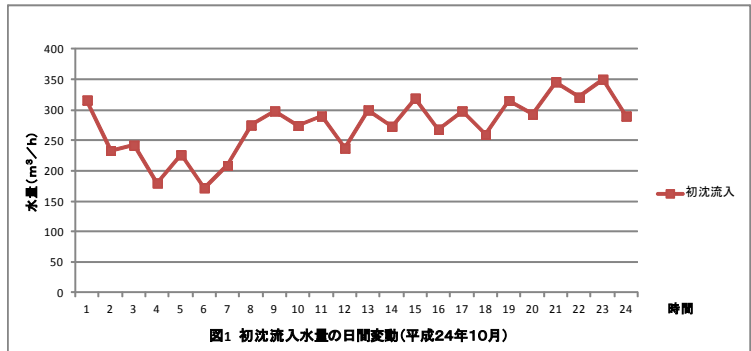
現在、15,000m<sup>3</sup>/日の処理能力に対して、約6,000m<sup>3</sup>/日の下水処理を行っているが、反応タンクでは曝気時間を約17時間とする間欠運転で対応しており、特に1槽目は下水処理の安定化等（糸状性バルキングの抑制、窒素・りんの生物学的除去等）を図るため、嫌気槽として攪拌機を連続運転としている。水処理に影響を及ぼさない範囲で嫌気槽攪拌機の間欠運転化が実現できれば、攪拌動力停止に伴う相応の電力削減が期待できる。

よって、嫌気槽攪拌機の間欠運転を実施した際の槽内の活性汚泥混合状態や水処理への影響、電力削減効果等について調査し、今後の運用方法について研究を行った。

2 水処理施設運転の概要等

流入量の日間変動としては、午前1:00から午前8:00の水量が少なく、午後10:00前後の水量が多くなっている。また、これ以外の時間帯は平均的な水量となっている。（図1）

一方、水処理施設の運転については流入量の変動に合わせて主要機器を間欠運転としているが、嫌気槽攪拌機については、24時間連続運転としている。（図2）



主要機器	時刻																								備考
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
送風機	[運転スケジュール]																								①6:00～13:00,②15:00～20:00,③22:00～3:30→17.5h/d運転
返送汚泥ポンプ	[運転スケジュール]																								送風機運転時間を30min延長→19h/d運転
反応タンク攪拌機(嫌気槽)	[連続運転]																								連続運転→24h/d運転
反応タンク攪拌機(好気槽)	[運転スケジュール]																								送風機運転時間を30min延長→19h/d運転

図2 水処理施設運転の例1(嫌気槽攪拌機を連続運転)

3 調査内容

1) 嫌気槽攪拌機間欠運転による活性汚泥混合状態経時変化の調査（調査箇所；図3）

- ・平均的な水量における沈降の状況
- ・低下時の水量における沈降の状況
- ・平均的な水量における鉛直方向の濃度分布
- ・低下時の水量における鉛直方向の濃度分布

2) 嫌気槽攪拌機間欠運転による水処理への影響調査

- ・処理水質への影響
- ・反応タンクでの処理への影響
- ・活性汚泥の滞留、腐敗防止（調査箇所；図3）

3) 嫌気槽攪拌機間欠運転による電力削減効果の調査

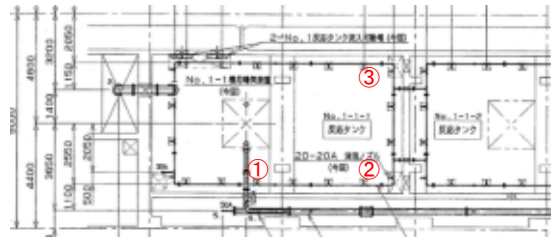
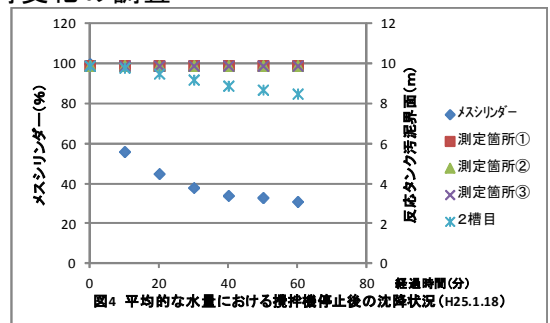


図3 調査箇所(反応タンク1-1-1)

4 調査結果

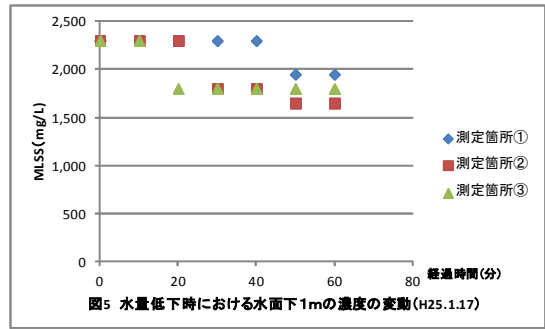
1) 嫌気槽攪拌機間欠運転による活性汚泥混合状態経時変化の調査

- ・2槽目において汚泥界面が形成されたが、1槽目においては汚泥界面が形成されなかった。（図4）
- 1槽目は、下水と返送汚泥が水頭を持って流入するため、これによる攪拌効果が得られているものと考えられる。2槽目は活性汚泥混合液の移動による水流のみでは強い攪拌効果を得ることはできなかったものと考えられる。
- ・1槽目は、下水と返送汚泥が水頭を持って流入するため、この攪拌効果が得られているものと考え

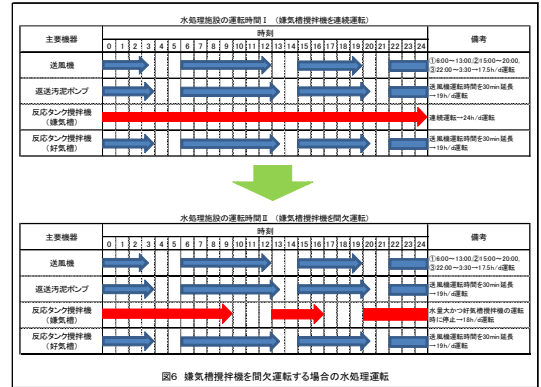


られるが、水量低下時に得られる攪拌効果は大きくないものと考えられる。(図5)

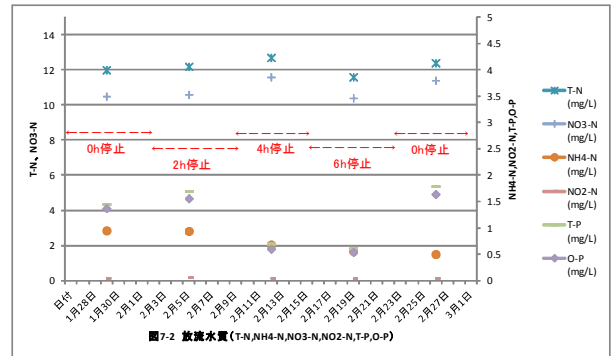
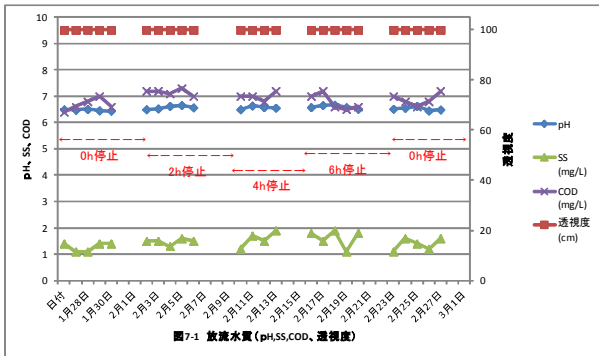
- 通常、静置状態で活性汚泥を重力沈降させると、槽内の濃度分布は水平方向に一定濃度、鉛直方向には直線回帰的な重力沈降が起きるものと考えられる。また、攪拌機が運転している場合では水平方向に一定かつ鉛直方向にも一定の濃度になるものと考えられる。今回の測定結果は概ね静置状態で活性汚泥を重力沈降させる場合に近い(沈降速度は小さい)濃度分布であるが、かなりバラツキが認められる。



- 2) 嫌気槽攪拌機間欠運転による水処理への影響調査  
 反応タンク流入水量(初沈流入+返送)は、概ね9:00~13:00、17:00~21:00の時間帯が安定して水量が多い時間帯となっている。  
 また、短絡流による未処理の防止等を考慮し嫌気槽攪拌機を間欠運転する場合の水処理運転方法を設定した。(図6)



- 処理水質への影響として、各項目において攪拌機停止0hと比較し、攪拌機停止2h、攪拌機停止4h、攪拌機停止6hの数値に顕著な変化は認められなかった。(図7-1及び図7-2)



- 反応タンク上澄水の水質変化として各項目において、攪拌機停止0hと比較し、攪拌機停止2h、攪拌機停止4h、攪拌機停止6hの数値に顕著な変化は認められなかった。(図8)
- 反応タンク1槽目の汚泥浮上の目視確認、汚泥濃度の垂直分布について、停止165minまでに各測定箇所ともに水面に近いほど濃度が低下する傾向が認められた。また、目視確認により汚泥の沈降、浮上は認められなかったが、測定箇所②及び③では活性汚泥が滞留する傾向が認められた。(図9、写真1)

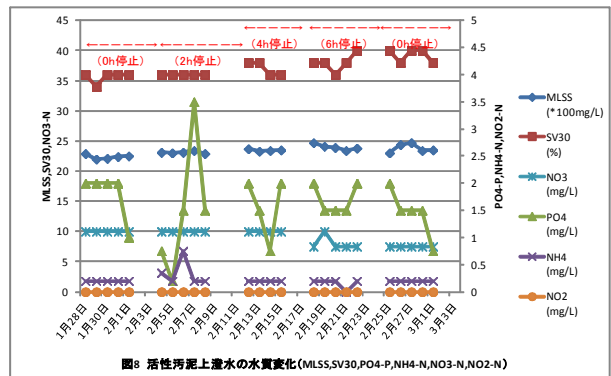
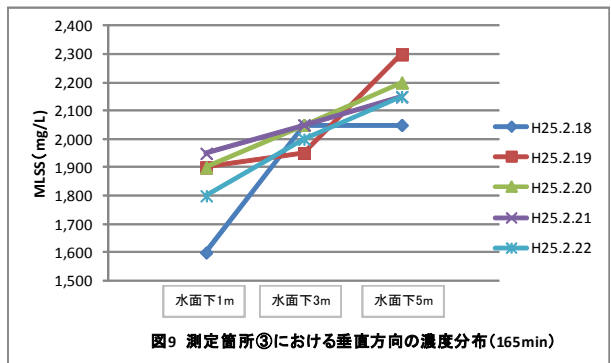


写真1 H25.02.19調査箇所③ ※攪拌機停止(約165min)



### 3) 嫌気槽攪拌機間欠運転による電力削減効果の調査

前記、図6の運転方法により攪拌機を停止した場合の電力量を求め、電気料金(電力量料金)の縮減相当分を算出した。

試算条件として電気契約種別は、東京電力(株)電気供給約款(平成24年9月1日実施)にて一般公表されている「高圧季節別時間帯別電力A」(契約電力500kW未満)を適用した。

嫌気槽攪拌機の停止により、需要電力を11kW抑制することが可能であり、一時的なピークカットへの活用が期待できる。また、年間の削減電力量は約24,000kWh、これによる縮減電気料金は約400,000円と推定され、維持管理コストの縮減手法として有効である。(表1)

表1 推定縮減電気料金等

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	年間計
日数(日)	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	-
抑制電力(kW)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	-
停止時間(h/日)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	-
削減電力量(kWh)	1,980	2,046	1,980	2,046	2,046	1,980	2,046	1,980	2,046	2,046	1,848	2,046	24,090
電力量単価(円/kWh)	18.09	18.09	18.09	19.45	19.45	19.45	18.09	18.09	18.09	18.09	18.09	18.09	-
縮減電気料金(円)	35,818	37,012	35,818	39,795	39,795	38,511	37,012	35,818	37,012	37,012	33,430	37,012	444,045

## 5 まとめ及び今後の課題

### 1) まとめ

(嫌気槽攪拌機間欠運転による活性汚泥混合状態の経時変化)

・1槽目は、下水と返送汚泥が水頭を持って流入するため、これによる攪拌効果が期待できるものと考えられるが、水量低下時に得られる攪拌効果は大きくないものと考えられる。

(嫌気槽攪拌機間欠運転による水処理への影響)

・処理水質について、攪拌機停止による顕著な変化は認められなかった。  
 ・反応タンク上澄水の水質について、攪拌機停止による顕著な変化は認められなかった。

(電力量の削減効果について)

・嫌気槽攪拌機を停止することにより、需要電力を11kW抑制することが可能であり、一時的なピークカットへの活用が期待できる。  
 ・嫌気槽攪拌機を間欠運転(6h/d停止)とした場合の年間の削減電力量は約24,000kWh、これによる縮減電気料金は約400,000円と推定され、維持管理コストの縮減手法として有効である。

(今後の運転について)

・嫌気槽攪拌機の間欠運転を導入することが可能である。(10:00~13:00、17:00~20:00→6h/d)ただし、活性汚泥の性状変化等により間欠運転の条件に見直しが必要となる場合がある。  
 ・需要電力のピークカットを目的とした、嫌気槽攪拌機の短時間の停止(30min程度)は可能である。ただし、2槽目以降の攪拌機が運転している場合に限る。

### 2) 今後の課題

・リン除去への影響について

平成25年度より稼働予定の凝集剤添加による脱リン設備については、反応タンクの出口で凝集剤を添加し、リンを固定後最終沈殿池で沈降、汚泥引抜という処理工程を経ることとなる。引き抜かれた汚泥については返送汚泥として反応タンクの1槽目(嫌気槽)に戻り、余剰汚泥として汚泥処理工程に送られる部分を除き、水処理系内を循環することとなる。

ここで嫌気槽攪拌機の間欠運転を行う場合、活性汚泥の沈降により1槽目から2槽目に流出するMLSS濃度が影響を受け、結果として凝集剤の濃度に経時的な偏りを生じさせる可能性があるが、間欠運転を行っても、反応タンク出口におけるMLSS濃度に目立った影響を与えず、リン除去に対して大きな支障にはならないものと考えられるが、継続的な検証が必要である。

・機械設備への影響について

機械設備の頻繁な起動・停止は潤滑不良の原因となり、接触部の摩耗を進行させることがあるが、一般に機械設備の寿命は、使用回転速度、負荷量、負荷の種類を考慮し推定される。間欠運転を行うことは寿命時間の短縮方向に影響する可能性があるが、一方で稼働率が低下することから使用年数としては延長方向に影響するものと考えられる。

平成24年度に実施した好気槽に設置される攪拌機(平成16年4月の供用開始以来、現在まで間欠運転で使用)の分解点検結果では、一部の部品で摩耗等が確認されているが、明確に間欠運転が関係するものと判断される状況は認められず、長期的な検証が必要と考えられる。