

汚泥返流水処理施設における 経年劣化の現状と対策について

横浜市 ○下村聡子
石永裕二
月島テクノメンテサービス（株） 原 政人

1 はじめに

南部汚泥資源化センターは、横浜市の南部方面6つの水再生センターで発生した汚泥をパイプラインにより移送し、集約処理している。集約された汚泥は、濃縮後、消化タンクで消化し、脱水、焼却（発電、燃料化）処理されるが、その過程で生じた分離液は、専用の汚泥返流水処理施設（分離液処理施設。以下「当施設」という。）で処理し、負荷を軽減した後に、隣接する金沢水再生センターに返流している。

当施設は平成22年7月に当初3系列で稼働後（翌年第4系列追加）、約10年が経過しており、点検・修繕が必要となってきたが、汚泥分離液処理という高負荷の処理施設であり、その特性から、処理能力に余裕がなく、池停止等による負荷の更なる増大に対応できないことが懸念されている。また、実際の作業実績もないことから作業手順やスケジュールの確認作業が必要な状況であった。

そこで、点検・修繕作業を念頭に、分離液処理について高負荷運転試験を行った後、実際に1系列の散気装置（メンブレンパネル）点検を実施した。ここにその結果について報告する。

2 施設概要

当施設は最初沈殿池、反応タンク、最終沈殿池、各4系列で構成されており、令和元年度の処理水量は414万 m^3 （約11,000 m^3 /日）であった。最初沈殿池と最終沈殿池は上層と下層の二階層式、反応タンクは修正バーデンフォ法による深さ約10mの深層式が採用されており、反応タンクでは、池の深度中央付近に設置されたメンブレンパネル及び攪拌翼により発生する旋回流で攪拌されている。

当施設は、主に高負荷の窒素、りんを低減を目的としており、令和元年度実績（年平均）として、全窒素290mg/L、全りん55mg/Lの流入水を全窒素10mg/L、全りん4mg/L程度まで低減させている。

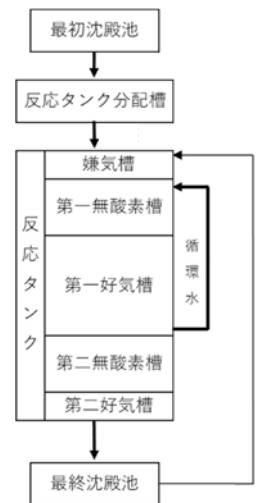


図-1 修正バーデンフォ法

3 現状

当施設は4系列全て立ち上げて以来、常に4系列での運転を行っており、予備池が無い状態で運転を継続している。これは分離液には一般的な下水よりも窒素、りんが多く含まれていることから、処理を安定化させるためには4系列全てを運転することで1系列当たりの負荷量を軽減させざるを得ないためである。この為、反応タンクの槽内に設置されているメンブレンパネルについては容易に点検を行うことができず、このことが設備管理上の大きな課題となっている。

流入水量に対する空気倍率については、施設稼働当初は25~30倍程度となっていた。その後脱窒反応を安定化させる為に汚泥投入をするなどの運転変更を行ったことで、空気倍率は30~35倍まで上昇したが、以降は概ねその範囲内に収まる運転となった。しかし平成30年の末頃から急激に空気倍率が上昇し、令和元年には40~45倍までに上昇してしまっている。これにより風量がメンブレンパネルの定格風量（1枚3.3 m^3 /min）まで増加しており、その原因としてメンブレンパネルの損傷などが懸念されている。その状態を把握する為

にも、早急な点検計画の立案と実施が求められる状況となっている。

4 設備状況調査のための計画と事前調査

(1) 3系列運転時における処理水質悪化を想定した試験及び結果

点検作業のため4系列中1系列を停止、残りの3系列で水処理を継続することを想定。そのため、1系列のみ流入水量を4/3倍(133%)にした試験系列を設け、処理水質への影響を調査した。試験は(春季)令和元年5月22日～6月17日及び(秋季)令和元年9月30日～11月1日の2回、それぞれ約1か月間行った。その結果、窒素処理については硝化と脱窒が両立せず、硝化に必要なDOを確保するために有機物負荷量で調整を行わざるを得ないこと、最大で全窒素が60mg/L程度まで上昇することがわかった。また、りん処理については、影響が遅れて現れ、最大で14mg/L程度まで上昇することがわかった。(図-2)

このことから、長期に及ぶ池停止については更なる運転方法の検討が必要であるが、短期については実施可能であることがわかった。

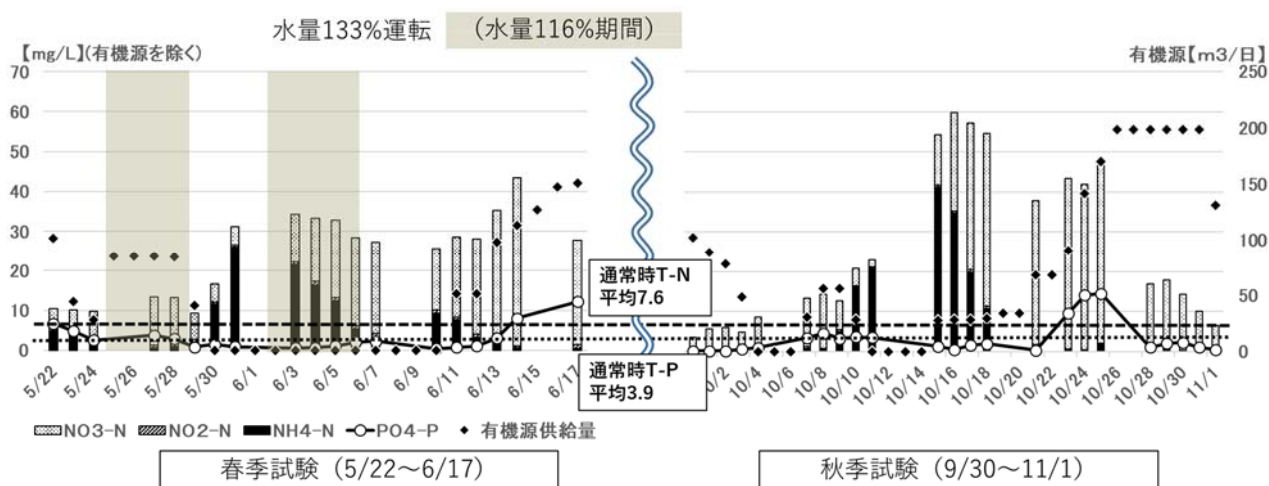


図-2 令和元年 疑似3系列試験結果

(2) 点検作業計画と事前準備について

点検作業計画立案では処理が不安定となる3系列での運転期間を少しでも短くする為、槽内の全量排水は行わず、メンブレンパネルが露出する半量排水を行うこととした。これにより排水にかかる期間が6日間から2日間に短縮された。またメンブレンパネルの点検は槽上からの目視点検にとどめ、早期に復旧作業に入ることとした。これにより3系列での運転期間は令和元年9月23日から9月27日の5日間まで短縮することができた。

実際の点検作業を行うにあたり、好気槽の点検・搬入口は全てコンクリート製の覆蓋が設置されていることから、その開閉作業を行う必要があった。その為、開口部毎に安全柵を設置すると共に、1枚当たり180kg程度ある蓋を開閉する為ミニローラークレーンを用意した。(写真-1)

また処理悪化時を想定したPAC注入についても設備が整っていないことから、仮設薬品タンクを用意してそこから添加を行うこととした。仮設の薬品タンクは2m³と小さいものしか準備できなかった為、タンクローリーによる薬品補充を行うことができず、20kgポリタンクによる手作業での補充となった。(写真-2、写真-3)

これら開口部の準備と薬品タンクの準備におよそ1ヶ月程度を要した。



写真-1



写真-2



写真-3

5 設備状況調査結果

(1) 設備劣化状況の調査結果

点検の結果、全部で33枚あるメンブレンパネルの内、21枚で損傷が確認された。またその中でも12枚は損傷が激しく、1枚のパネルの中でも複数の箇所から粗大気泡が出ている状態だった。(図-3、写真-4)

このことから近年見られている空気倍率の上昇は、メンブレンパネルの損傷による酸素移動効率の低下が原因であると考えられる。反応タンクの硝化にも悪影響が見られていることから、早急な修繕が必要となっている。

また、壁面においても数カ所で防食塗装の剥離が確認できた。(写真-5)

こちらについてはまだコンクリート部分への腐食は見られていないが、本格的に腐食が進行する前に対応することが必要である。

(2) 調査期間中の処理水質結果

3系列での運転期間が短縮されたため、窒素処理に僅かな変動が見られたものの、処理水質としては全く問題なく点検を終了することができた。(図-4)

6 今後の方針とまとめ

今回、施設の稼働から約10年が経つ中で初めて反応タンクの内部調査を行い、メンブレンパネルの劣化等を確認することができた。なお、同時期にメンブレンパネルを導入した本市の他の下水処理場では、ここまでのメンブレンパネルの損傷は確認されていない。この劣化の早さが、汚泥返流水処理施設の特性によるものかは分かっていないが、いずれにせよ早期の修繕が必要だと分かった。

他系列の反応タンクも同様な状況と考えられることから、今後必ず訪れる設備の更新も見据えた修繕等を計画する必要がある。それには引き続き準備の検証も必要である。例えば1系列を完全停止させ3系列にした際の運転方法や、短期間で可能かつ効率的な施工方法である。さらに、各系列の負荷を軽減するため、施設自体をさらに1系列分増設する等、処理能力の増強も検討する必要がある。

今後も継続的な調査や実証実験を十分に行っていく。そして、設備を健全な状態に保ちつつ、途切れることなく安定的な施設運営をしていく。

問い合わせ先：横浜市環境創造局下水道施設部南部下水道センター TEL 045-773-3096

下村聡子 sa00-shimomura@city.yokohama.jp

石永裕二 yu00-ishinaga@city.yokohama.jp

月島テクノメンテサービス(株) TEL 045-776-3831

原 政人 yokohamananbu@t-tms.co.jp

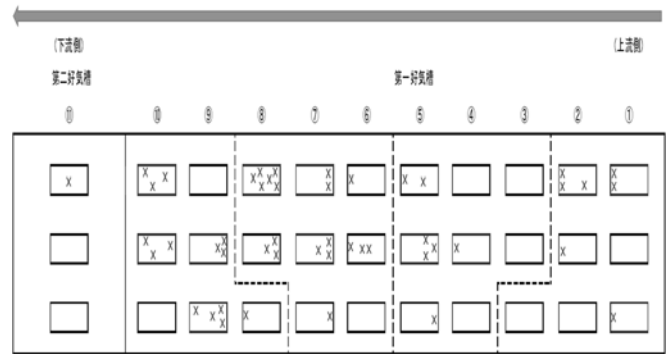


図-3 メンブレンパネル点検結果

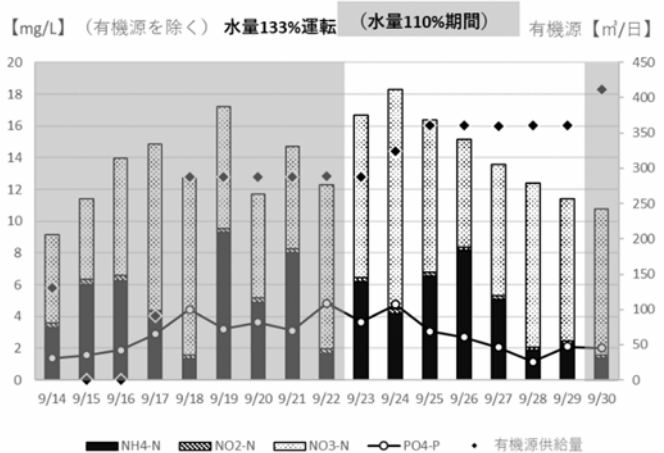


図-4 令和2年 3系列運転中の水質結果