

嫌気槽・無酸素槽

攪拌機停止に伴う水処理調査

水再生水質課 ○ 坂本 俊彦
寺沢 敏夫
港北水再生センター 中島 肇
春原 三郎

1 はじめに

横浜市港北水再生センターの南側処理施設 4 系列 (41 系、42 系) は、りん・窒素の生物学的同時除去法である嫌気・無酸素・好気法 (A₂O法) で運転する高度処理施設であり、りん除去は、細菌によるりん過剰摂取現象を利用して下水中からりんを除去する生物学的りん除去を行っている。

従来、嫌気槽および無酸素槽中の活性汚泥濃度を均一化するために攪拌機による攪拌を行ってきた。

しかし、嫌気槽・無酸素槽を攪拌することで空気中の酸素がより溶解込み、活性汚泥が吸収することでりんの放出、過剰摂取に影響を与え、特に降雨後のりん除去低下の一因ともなっていることが懸念されたため、りん除去のために活性汚泥を攪拌せずに嫌気状態を維持することを優先して運転したところ、良好な結果が得られたので報告する。

2 施設概要・運転実績

嫌気槽・無酸素槽の攪拌機停止は、南側A₂O法高度処理施設 42 系を対象とし、調査期間は、平成 21 年 9 月～平成 22 年 3 月までの 7 か月である。

2-1 反応タンク概要

図-1 に反応タンク 42 池の概略図を示す。

処理能力は、日平均汚水量 10,400 m³/日・池、日最大汚水量 13,000 m³/日・池、滞留時間 (HRT) 10.7 hr である。

反応タンクは、容量 6,300 m³ (幅 4.5 m、水深 10 m)、2 水路 8 セル分割構造で、隔壁底部片側側面に

1.5×1.5 m の開口部が交互に設けてあり、隔壁上部両側にはステンレス製隔落としが設置されている。

42 池は、第 1 セルの嫌気槽、第 2、3 セルの無酸素槽にプロペラ式水中攪拌機 (2.8kw) (各セルに 2 台、水深 3m、8m)、第 4 セルの兼用槽に機械攪拌式散気装置 (7.5kw)、第 5～8 セルの好気専用槽には、水深 5m の位置に旋回流方式の微細気泡散気板が設備されている。

2-2 反応タンク運転実績・流入水質

表-1 に調査期間の反応タンク運転実績・流入水質を示す。

流入水量は、13,000 m³/日・池 (5～10 m³/min・池) と晴天時でも日最大汚水量を処理し、降雨時では最大 10 m³/min・池であった。

反応タンクでは、MLSS 2,030 mg/l (1,400～2,300 mg/l)、SVI 280 (170～440)、返送率 70%、循環率 100% (降雨時 10%設定) であった。

調査期間の反応タンク流入水質は平均で SS 43 mg/l、COD 50 mg/l、BOD 84 mg/l、NH₄-N 17 mg/l、T-N 24 mg/l、PO₄-P 0.97 mg/l、T-P 2.5 mg/l であった。

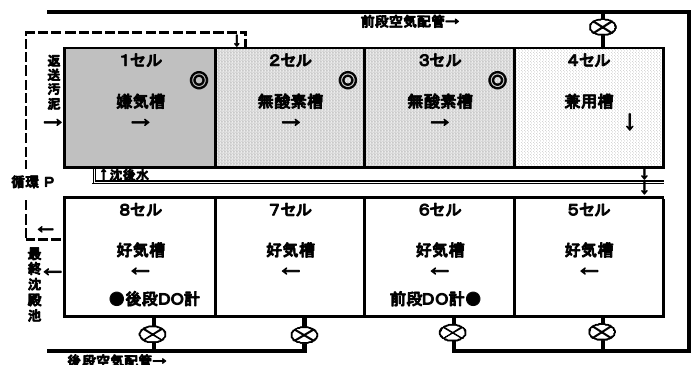


図-1 南側処理施設A₂O法反応タンク 42池 概略図

表-1 反応タンク等運転実績・反応タンク流入水質

反応タンク	42池 (A ₂ O)	
晴天時処理水量	300～600 m ³ /hr (雨天時最大 600 m ³ /hr)	
MLSS(mg/l)	2,030 (1,400～2,300)	
SVI	280 (170～440)	
返送率(%)	70	
循環率(%)	100 (雨天時 10)	
反応タンク流入水	SS(mg/l)	43 (22～69)
	COD(mg/l)	50 (26～82)
	BOD(mg/l)	84 (36～120)
	NH ₄ -N(mg/l)	17 (8.4～21)
	T-N(mg/l)	24 (12～29)
	PO ₄ -P(mg/l)	0.97 (0.38～1.8)
T-P(mg/l)	2.5 (1.2～3.1)	

3 調査内容

3-1 浮上活性汚泥の厚密化状況調査

攪拌機停止セル表面に脱窒に伴う微細気泡が付着した活性汚泥が浮上し、徐々に厚密化、腐敗が進み、異臭の発生、さらに、処理への影響等が懸念されたため、1回/週、厚密化の状況を目視で観察するとともに、写真撮影を行った。

3-2 嫌気槽、無酸素槽の垂直方向調査

嫌気槽、無酸素槽内で活性汚泥が沈降することが予測され、それに伴う $PO_4\text{-P}$ 放出による嫌気状態および $NH_4\text{-N}$ 等の基質の混合状況を把握するため、晴天時、雨天時において嫌気槽（第1セル）、無酸素槽（第2、3セル）について、表層から1m間隔でMLSS、りん、窒素の垂直方向濃度分布を調査した。調査地点は、図-1中◎の地点である。

3-3 反応タンク出口・流下方向調査

りんの摂取状況および窒素の硝化状況への影響を継続して把握するため、反応タンク出口の活性汚泥上澄水について3回/週、りん($PO_4\text{-P}$)、窒素($NH_4\text{-N}$ 、 $NO_2\text{-N}$ 、 $NO_3\text{-N}$)を調査し、適宜、各セルの流下方向調査を行った。

さらに、MLSSの時間変動への影響を把握するために、晴天時、降雨時の反応タンク出口のMLSSを通日調査した。

3-4 処理水質調査

りん、窒素除去への影響を把握するため、1回/週、処理水のりん(T-P、 $PO_4\text{-P}$)、窒素(T-N、 $NH_4\text{-N}$ 、 $NO_2\text{-N}$ 、 $NO_3\text{-N}$)を調査した。さらに、降雨前後のりん除去低下の有無、硝化状況を確認するため、数日にわたる通日調査を行った。



4 結果および考察

4-1 浮上活性汚泥の厚密化状況調査

写真-1に無酸素槽第3セルの浮上汚泥の状況を示す。

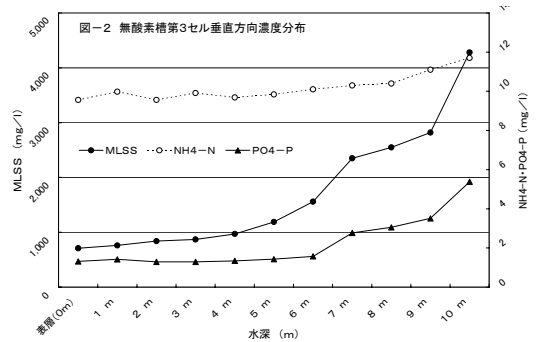
写真は攪拌機停止から5ヶ月経過した状態である。浮上した汚泥が見られるものの、セル表面全体に厚密化する状態にはならず、異臭の発生も少なかった。嫌気槽は、反応タンク流入水と返送汚泥の流入による波立ちと下降流によるわずかながらの流動があるため浮上した汚泥は少なく、無酸素槽の第2セルは、脱窒を目的とした硝化液が流入することにより厚密化が最も懸念されたが、浮上汚泥は部分的であった。このことから、攪拌機停止による浮上汚泥の厚密化および腐敗は軽微であると考えられた。

4-2 セル内垂直方向濃度分布

図-2に無酸素槽第3セルの垂直方向濃度分布の結果の一例を示す。

活性汚泥の沈降により、MLSS(●)は、水深5mまでは1,000mg/l程度、7~10mにかけてMLSSの上昇があり、10mでは4,000mg/lを超えている。 $PO_4\text{-P}$ (▲)も7~10mにかけて一層の放出が認められ、活性汚泥の沈降により嫌気状態が良好に維持されていると推察できた。

$NH_4\text{-N}$ (○)は8m、10mでわずかの上昇が認められる以外はほぼ同じ濃度であり、活性汚泥の沈降があっても溶解性基質のセル内での混合状態は維持されていると推察できた。



4-3 反応タンク調査

表-2に反応タンク出口の調査結果を示す。

12月末から1月に流入負荷の増大、水温低下等の要因により送風量が不足し、硝化が大きく後退し、 $NH_4\text{-N}$ が平均5.38mg/lとかなり残存したが、送風量を確保することにより、2月上旬にはほぼ完全硝化となった。

$PO_4\text{-P}$ は各月ともに良好に過剰摂取が達成されていた。

図-3に反応タンク流下方向調査の結果の一例を示す。

$NH_4\text{-N}$ の硝化は、最初の好気槽で若干の遅れが見られ、さらに8セルで

表-2 42池(A2O法)反応タンク出口調査結果

月平均	$NH_4\text{-N}$	$NO_2\text{-N}$	$NO_3\text{-N}$	$PO_4\text{-P}$
9月	0.19	0.00	3.73	0.00
10月	0.09	0.00	5.09	0.00
11月	0.09	0.00	4.97	0.01
12月	0.80	0.00	4.62	0.00
1月	5.38	0.09	4.31	0.00
2月	1.88	0.22	5.67	0.00
3月	0.06	0.03	5.26	0.00
全平均	1.18	0.05	4.80	0.00

単位: mg/l

のNH₄-Nの残存があるものの、硝化速度 (mg-N/g-ss・hr) は2.41であることからほぼ良好と考えられた。

PO₄-Pは、無酸素槽第3セルでりん再放出が見られるものの、好気槽では非常に速やかに摂取が行われ、第6セルで終了し、第4、5セルでのりん摂取速度 (mg-P/g-ss・hr) は1.21と良好であった。

図-4に反応タンク出口MLSS通日調査の結果を示す。

図は1時間毎の変化で、2/27 38.5mmの降雨があった。この時点のSVIは210と活性汚泥の沈降性は良好であり、垂直方向調査では、嫌気槽、無酸素槽では活性汚泥が沈降し、水深9m、10mではMLSS 10,000mg/l以上となっていた。

図からは晴天時の時間変化には濃度の急激な変化は認められず、降雨の場合も顕著な変化は認められなかった。

反応タンク出口の調査からは、りん摂取速度、硝化速度も良好で、晴天時、雨天時のMLSSの急激な増減変化もなく、攪拌機停止による影響は見られなかった。

4-4 処理水質調査

表-3に処理水質の調査結果を示す。

T-Nは、1月に送風量不足により硝化が大きく後退し、NH₄-Nが平均4.88mg/lとかなり残存した結果、T-N10.5mg/lと窒素除去が大きく低下したが、その他の月は良好であった。

T-Pは各月とも非常に良好で、処理水質への影響は見られず、嫌気槽での嫌気状態が良好に維持されていた結果と推察できた。

図-5に処理水質通日調査の結果を示す。図は2時間ごとの結果で、3/4 17mm、3/6 6.5mm、3/7 11.5mmの降雨があった。

3/4に、最大で3.1mg/lのNH₄-Nが残存しているが、これは3/4 10:00、12:00にNH₄-N 35mg/lを超える反応タンク流入があったためである。この一週間の処理水質の変化からは、反応タンク流入水質の変動、気候条件の変化に対応した処理水質が得られていると考えられ、攪拌機停止による処理水質への影響は認められなかった。

PO₄-Pは、降雨対策を行わなかったものの全ての時間帯で0.0mg/lと非常に良好であり、降雨においても嫌気槽の嫌気状態は良好に維持されていたと推察できた。

5 まとめ

嫌気槽、無酸素槽での活性汚泥の嫌気状態を維持するために、攪拌機を停止した調査の結果を以下に示す。

- (1) 攪拌機停止による嫌気槽、無酸素槽での浮上汚泥の厚密化および腐敗の程度は小さかった。
- (2) 嫌気槽、無酸素槽での活性汚泥の嫌気状態は、降雨時においても良好に維持されていると推察でき、好気槽でのりんの過剰摂取、窒素の硝化も良好な状況であった。
- (3) 降雨時でも攪拌機停止に起因するMLSSの急激な増減変動もなく、処理水質への影響は認められなかった。

問い合わせ先：横浜市環境創造局水再生水質課 坂本俊彦 横浜市中区本牧十二天1-1 TEL 045(621)4343

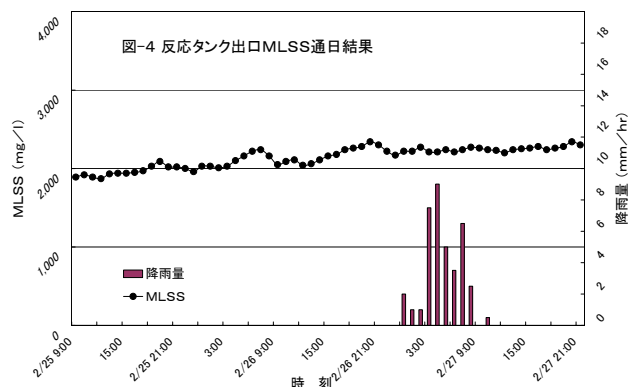
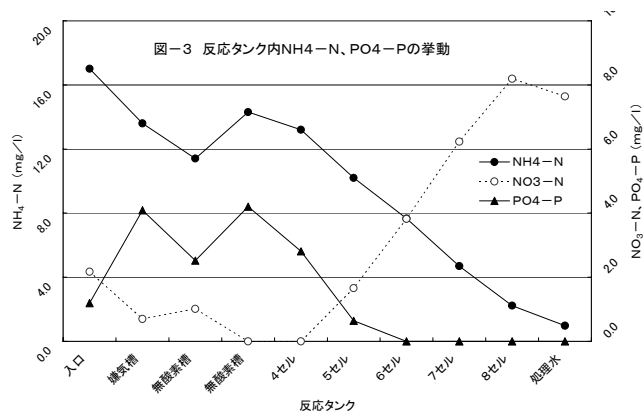


表-3 処理水質調査結果

月平均	T-N	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	T-P	PO ₄ -P
9月	4.55	0.03	0.00	4.04	0.10	0.00
10月	5.34	0.07	0.00	4.91	0.12	0.00
11月	5.59	0.09	0.00	5.01	0.11	0.00
12月	6.25	0.68	0.00	5.15	0.13	0.00
1月	10.5	4.88	0.15	5.16	0.12	0.00
2月	7.19	0.81	0.14	6.51	0.14	0.00
3月	5.81	0.00	0.00	7.39	0.10	0.00
全平均	5.68	0.58	0.03	4.73	0.11	0.00

単位：mg/l

