

嫌気・無酸素・好気法と嫌気・硝化脱窒法との 処理状況比較について

水再生水質課 ○坂本俊彦
寺沢敏夫
平等愛子
三好孝枝

1 はじめに

横浜市では、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）、嫌気・硝化・脱窒法（AOAO法）の高度処理施設が稼働している。A₂O法では、硝化液循環ポンプにより反応タンク末端セルから硝化液を無酸素槽に循環し、窒素除去の向上を図り、AOAO法では、内生脱窒により窒素の除去を行っており、処理効率が同等であればエネルギー効率の観点ではAOAO法が優れていると考えられる。

今後、水再生センターではより一層のエネルギー削減が求められていることから、本市港北水再生センター南側処理施設で並列して稼働しているA₂O法とAOAO法について、日常維持管理の中で両処理方式の処理状況および性能の比較検討を行ったので報告する。

2 反応タンク施設概要

調査は、南側処理施設41系、51系を対象に実施した。

図-1に反応タンク41池、51池の概略図を示す。

41池はA₂O法、51池はAOAO法の施設である。

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であり、反応タンクは、容量6,300 m³（水深10 m）、2水路8セル分割構造、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る。

41池では、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、第4セルの兼用槽に機械攪拌式散気装置が設備され、第5～8セルの好気専用槽には、水深5mの位置に旋回流固定式の微細気泡散気板が設備されている。送風量は、第4～6セルの前段、第7、8セルの後段で個別に制御が可能である。

51池は、第1セルの嫌気槽、第5セルの兼用槽、第6、7セルの無酸素槽には機械攪拌式散気装置が設備され、第2～4、8セルの好気専用槽には、水深5mの位置に旋回流固定式の微細気泡散気板が設備されている。

送風量は、前段の第2、3セル、中段の4、5セル、後段の第8セルで個別に制御が可能である。

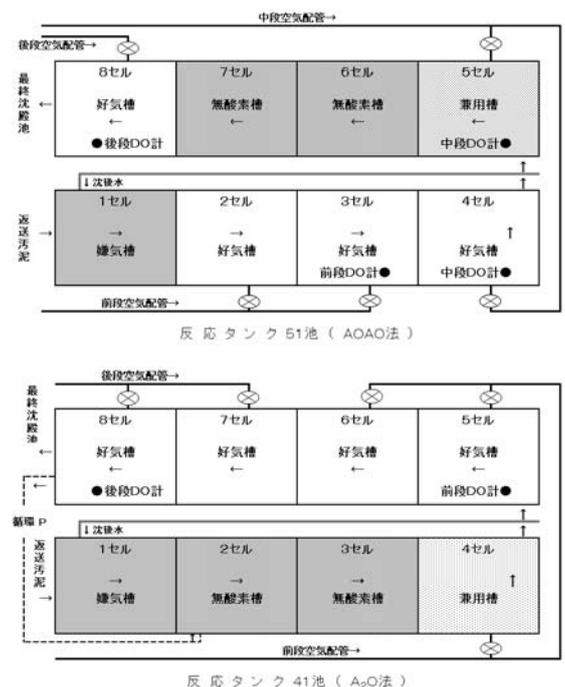


図-1 南側処理施設反応タンク 41池、51池 概略図

3 調査内容

両処理方式の処理状況および性能の比較調査は、平成21年7月より平成22年3月までの9カ月の期間行った。

3-1 反応タンク流入水量・水質調査

自動採水器による流量比例採水の混合試料についてSS、COD、BOD、T-N、T-P、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、PO₄-PをCODは3/w、その他の項目は1/w、反応タンクへの流入水質を調査した。また、流入水質の時間変動を把握するため、晴天時、雨天時の反応タンク流入水質（NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、PO₄-P）を通日で調査した。

3-2 反応タンク管理状況調査

MLSS (3/w)、SV (1/d)、SVI (3/w)、送风量 (日データ、時間データ) について反応タンクの管理状況を比較調査した。反応タンクの運転管理は、MLSS 2,000 mg/l を目標に、硝化促進運転を行い、41 池の A₂O 法では、簡易処理水が発生する降雨時、降雨後のりん除去低下対策として硝化液循環率を 100% から 10% に下げる対策を行った。ただ、平成 22 年 3 月では、降雨時においても循環率 100% を維持し、処理状況を調査した。

3-3 反応タンク調査

りん摂取および硝化の状況を継続して比較検討するために、反応タンク出口の活性汚泥上澄水について 3/w の頻度で NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、PO₄-P を調査し、適宜、各セルについて流下方向調査を行った。

3-4 処理水質調査

りん・窒素の除去を継続して比較検討するために、1/w の頻度で処理水の T-N、T-P、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、PO₄-P を調査するとともに、降雨後のりん除去低下の有無等を確認するため、数日にわたる通日調査を行った。

4 結果および考察

4-1 反応タンク流入水量・水質

晴天時の流入水量は、13,000 m³/日・池 (5~10 m³/min・池) と常時、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。時間データでは明け方の 3、4 時間を除き 10 m³/min・池の流入水量であった。

反応タンク流入水質は平均で SS 44 mg/l、COD 49 mg/l、BOD 84 mg/l、NH₄-N 17 mg/l、T-N 24 mg/l、PO₄-P 0.95 mg/l、T-P 2.5 mg/l であった。

図-2 に反応タンク流入水質通日調査の結果を示す。

図-2 は 2 時間ごとの NH₄-N、PO₄-P のデータであるが、3/8 からのデータ採取前日の 3/7 に 6mm の降雨があり、データ収集期間の 3/9 に 26mm の降雨があった。

時間データの特徴的なパターンとして、NH₄-N、PO₄-P とともに 8:00~10:00 にかけて急激な濃度変化が見られ最高濃度となり、深夜 2:00 から 4:00 に最低濃度となっている。

4-2 反応タンク管理状況調査

MLSS は 41 池 : 2,040 mg/l、51 池 : 2,040 mg/l、SVI は 41 池 : 240、51 池 : 280、送风量は 41 池 : 77,700 m³/d、51 池 : 59,500 m³/d、返送率 : 70 %、循環率 41 池 : 100 % (雨天時は適宜 10 % に変更) の管理であった。

送風倍率 (m³/処 m³) は、41 池 6.0 倍、51 池 4.6 倍と AOA 法が低い結果となった。41 池、51 池ともに好気専用槽は同じ散気板が設備されており、41 池ではさらなる送风量を低減する運転管理の余地があると考えられた。

4-3 反応タンク調査

表-1 に反応タンク出口調査結果を示す。

NH₄-N は AOA 法で 1 月平均 1.27 mg/l と硝化の後退が認められたものの、両処理方法ともほぼ完全硝化の運転であった。

この NH₄-N の残存は、1/4~13 に認められたもので、DO 設定値の変更による送风量増加により対応した。

NO₃-N では、各月平均は AOA 法が低く、調査期間全平均では A₂O 法が 4.77 mg/l、AOA 法が 3.00 mg/l と窒素除去は AOA 法がより良好で、無酸素槽での脱窒が良好に行われていた。

PO₄-P では、AOA 法のほうが 3 月に 0.36 mg/l と降雨後のりん除去低下が認められるなど、調査期間を通してみると、りん除去では A₂O 法より不安定な傾向にあった。

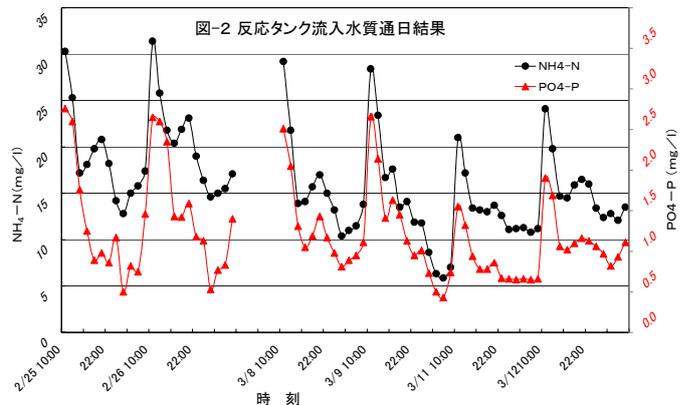


表-1 反応タンク出口調査結果

月平均	41池 (A ₂ O法)				51池 (AOA法)			
	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P
7月	0.15	0.00	3.70	0.18	0.18	0.00	1.73	0.22
8月	0.10	0.00	3.72	0.00	0.12	0.00	2.20	0.00
9月	0.11	0.01	4.09	0.00	0.12	0.00	1.84	0.00
10月	0.09	0.00	4.92	0.03	0.10	0.00	2.43	0.02
11月	0.10	0.00	4.41	0.02	0.11	0.00	2.06	0.01
12月	0.05	0.00	4.61	0.00	0.31	0.00	1.97	0.00
1月	0.07	0.00	5.48	0.00	1.27	0.00	4.00	0.00
2月	0.28	0.09	5.49	0.00	0.23	0.04	5.20	0.04
3月	0.10	0.00	4.47	0.00	0.09	0.00	4.58	0.36
全平均	0.11	0.01	4.77	0.01	0.29	0.01	3.00	0.06

単位: mg/l

図-3に反応タンク内の流下方向調査結果の一例を示す。反応タンク流入水質のNH₄-Nは25.4 mg/l、PO₄-Pは2.33 mg/l、MLSSは41池が2,000 mg/l、51池が2100 mg/lである。

NH₄-Nは、41池、51池ともに好気槽に入ると硝化が良好に進行し、完全硝化が達成され、硝化速度 (mg-N/g-ss・hr) は、41池 (4~8セル) が2.16、51池 (2~5セル) が1.94と両処理方法とも良好であった。

りん摂取においても硝化の進行と同様、好気槽に入るとりん摂取が良好に進行し、過剰摂取が達成されていた。

りん摂取速度 (mg-P/g-ss・hr) は、41池 (4~6セル) が1.05、51池 (2~5セル) が0.75とA₂O法が高かった。しかし、51池では、前段 (2~3セル)、中段 (4~5セル) で摂取速度が明らかに異なっており、前段 (2~3セル) のりん摂取速度は、1.07であった。このことから、りんの摂取能力は、両処理方法とも同等と考えられた。

4-4 処理水質調査

表-2に処理水のりん・窒素の結果を示す。

T-Nは全平均でA₂O法5.49 mg/l、AOAO法4.08 mg/lとAOAO法の方が良好であったが、AOAO法では、冬季での無酸素槽での脱窒効率を維持する運転管理が課題と考えられた。

T-PはA₂O法0.12 mg/l、AOAO法0.10 mg/lと1/wのデータからはいずれも良好で、両処理方法とも同等と考えられた。

図-4に処理水NO₃-N、PO₄-Pの通日結果の一例を示す。図は1時間ごとの結果であり、前日2/15 13:00~23:00の間に15.5mmの降雨があった。

NO₃-N平均はA₂O法6.91 mg/l、AOAO法7.14 mg/lであり、AOAO法では無酸素槽での脱窒効率の低下が窺えた。

PO₄-P平均はA₂O法0.00 mg/l、AOAO法0.16 mg/lとAOAO法のほうが降雨の影響を受け、りん除去が不安定となり、最高0.46 mg/lまで上昇した結果となった。

4-5 AOAO法の維持管理効果

AOAO法は、循環ポンプを使用しないため、A₂O法と比較すると電力量の削減がある。反応タンク41池に設備されている循環ポンプの定格は18.5 kWhであり、電力量削減は約350 kWh/dと試算できる。

さらに、循環ポンプの定期点検、修理費等の維持管理費が削減できるなど効果は大きいと考えられる。

5 まとめ

日常維持管理の中でA₂O法とAOAO法の処理状況および性能を比較検討した結果を下記に示す。

- (1) 両処理方式ともに日常的に日最大処理水量を処理し、冬季でもほぼ完全硝化の運転管理を行うことができた。
- (2) 窒素除去はAOAO法のほうがA₂O法より良好であった。りん除去は、A₂O法では降雨時のりん除去低下対策の効果により良好であったが、AOAO法では降雨の影響を受けりん除去低下が認められた。
- (3) 両処理方式ではりん・窒素の処理に一長一短があるものの、同様の処理能力および処理成績が得られ、今後、一層のエネルギー削減が求められる状況下では、AOAO法の優位性に期待できると考えられた。

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

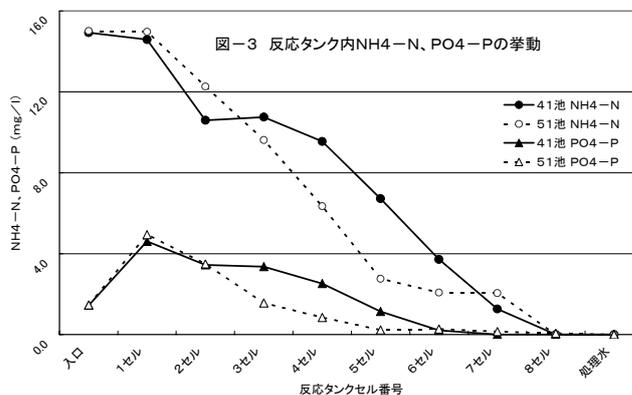


表-2 処理水質調査結果

月平均	41池 (A ₂ O法)						51池 (AOAO法)					
	T-N	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	T-P	PO ₄ -P	T-N	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	T-P	PO ₄ -P
7月	5.15	0.16	0.00	4.88	0.17	0.00	3.53	0.14	0.00	3.23	0.07	0.00
8月	4.22	0.06	0.00	4.27	0.10	0.00	2.79	0.09	0.00	2.55	0.07	0.00
9月	5.62	0.03	0.00	4.81	0.13	0.00	3.08	0.06	0.00	2.56	0.11	0.00
10月	5.54	0.03	0.00	5.12	0.10	0.00	3.08	0.09	0.00	2.77	0.07	0.00
11月	5.59	0.00	0.00	5.15	0.13	0.00	3.71	0.18	0.00	3.11	0.12	0.08
12月	5.65	0.07	0.00	5.12	0.11	0.00	3.41	0.51	0.00	2.59	0.10	0.00
1月	6.36	0.05	0.00	5.87	0.13	0.00	6.88	0.17	0.00	6.40	0.11	0.00
2月	6.12	0.04	0.00	5.86	0.14	0.00	6.06	0.05	0.00	5.01	0.13	0.00
3月	5.92	0.00	0.00	5.18	0.12	0.00	5.57	0.00	0.00	5.67	0.11	0.00
全平均	5.49	0.04	0.00	5.07	0.12	0.00	4.08	0.15	0.00	3.62	0.10	0.00

単位：mg/l

