

7 嫌気硝化内生脱窒法による高度処理

横浜市 ○三上 和之
室井 悌
内田 収

1. はじめに

本市においては、西部下水処理場等において窒素・リン同時除去技術の開発に取り組んできた。その結果、嫌気硝化内生脱窒法によっても相当の成果が得られる見通しがついた。

都筑下水処理場の反応タンク散気設備の更新にあたり、江川せせらぎへの供給のため、高度処理に対応可能な改造を施し、平成8年1月より運転を開始した。

当高度処理施設における窒素、りん目標水質は各々10、0.5mg/lである。

処理特性等を調査解析し、施設設計のための基礎数値、運転条件等を決定することを最終目的とし、データを収集している段階であるが、今回は、本市高度処理施設の概要と処理結果、問題点について報告する。

2. 高度処理施設の概要

当高度処理施設の処理フロー、ならびに水質計器の配置を図-1に示す。

また、反応タンクの構成及び、機器の配置を図-2に示す。

最初沈殿池末端部に設置した反応タンク供給ポンプによって、一定水量を反応タンクへ導入できるようになっている。

反応タンクは12セルに分割している。

生物反応は水温の影響を受けるため、兼用タンクを切り替えることにより各タンクの滞留時間を調整することが可能であり、冬季～

夏季運転に対応できるようになっている。

機械式散気装置は、個々に風量調節弁を付属し、各々の風量を制御できる。

兼用タンクに設置してある機械式散気装置は、風量調節弁を閉め送風を止めることにより、水中攪拌機として転用することができる。

また、反応タンクへの負荷を高めるために、最初沈殿池污泥（以下生污泥とする）を反応タンクへ投入することができるようになっている。

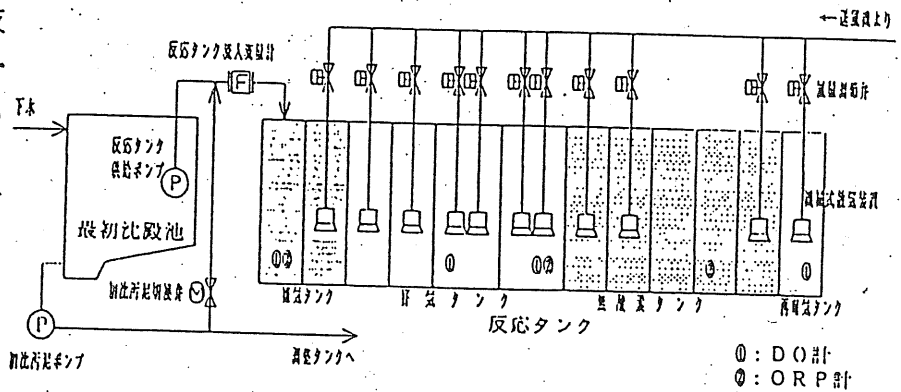


図-1 処理フローと水質計器設置状況 (RUN1)

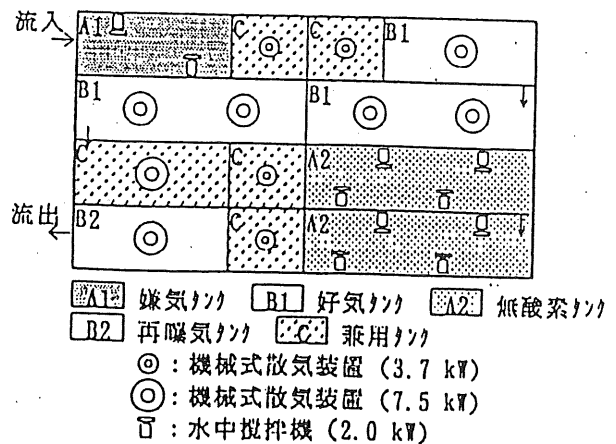


図-2 反応タンクの構成及び、機器の配置

3. 処理実績

各運転期間を表-1に示すようにRUN1～RUN2-3とする。

夏期運転(RUN2)に関しては、当初、夏期運転法案に沿った運転を行っていたが、窒素、及びりんの除去効果を向上させる狙いから、その後二度にわたって池配列の変更を行っている。

RUN1~2-3 で得られた処理水質の結果を表-1に示す。

窒素については処理開始直後から概ね管理目標値に近い値を示していたが、りんについては管理目標値を大幅に超えている状況が続いていることがわかる。

りん除去が低調である原因として、冬季運転期間 (RUN1) については、ポリリン酸蓄積細菌の増殖が不十分であることに起因している可能性が高いと判断していた。

7月中旬には、嫌気タンク混合液を用いて行ってきた回分試験の結果 (図-3)、ならびに実施設の処理結果が共に良好であったことから、ポリリン酸蓄積細菌が十分存在していることを間接的に確認することができた。

しかし、それ以降においても、実施設での窒素・りん除去、特にりん除去は不安定な状況が続いていた。

槽配列の見直し等も行っ

てきたが、降雨の影響もあって、改善の兆しは認められなかった。

なお、降雨の影響のない晴天時においても、管理目標値をクリアできたのは1度だけであった。

実施設、回分試験共に、りんの放出は十分許容できる濃度に達しているにもかかわらず、好気タンク後段部でのりんの除去速度が低下してしまうという傾向が認められた。

4. りん除去改善策の検討

現状のままの運転 (設計諸元に基づく運転法案どおりの運転) を続けても、りん除去を改善することは難しいとの判断から、当初の運転法案の見直しを行い、冬季運転 (RUN3) のなかで確認することにした。

その結果、反応タンク流入水のBOD、SS濃度が設計値より低いこと、ならびに活性汚泥中のりんの含有率がすでに平均3.5%に達していることにりん除去が低迷している原因があると判断するに至った。

既存の高度処理施設の汚泥のりん含有率から判断し、当処理施設のりん含有率はほぼ飽和に近い状態になっていると言える。

りん除去を改善するためには、収支に見合うりんを余剰汚泥として系外へ排除する必要がある。

また、りんの除去と同時に、窒素の除去をもさらに向上させることを視野に入れた時、硝化能を維持できる範囲内で反応タンク流入水の濃度負荷をあげる処置を採ることが求められる。

しかし、現状の施設では、負荷を上げる手段としては生汚泥を全量投入する以外に適切な方策がない。生汚泥を反応タンクへ全量投入することに対する不安 (硝化能の過度の後退) もあるので、硝化能が低下する冬季に入る前に (RUN2-3の後半で)、りん除去効果、ならびに硝化能に及ぼす影響について検証するため、反応タンクへの生汚泥全量投入を実施した。

セルNo	容積 (m ³)	RUN1		RUN2-1		RUN2-2		RUN2-3	
		冬季(3/1~5/9)	夏季(5/10~7/17)	夏季(7/18~10/6)	夏季(10/7~12/2)				
		槽配列	槽配列	槽配列	槽配列	槽配列	槽配列	槽配列	槽配列
1	509.2	嫌気	嫌気	嫌気	嫌気	嫌気	嫌気	嫌気	嫌気
2	254.6	嫌気	嫌気	嫌気	嫌気	嫌気	嫌気	嫌気	嫌気
3	254.6	好気	好気	好気	好気	好気	好気	好気	好気
4	509.2	好気	好気	好気	好気	好気	好気	好気	好気
5	763.8	好気	好気	好気	好気	好気	好気	好気	好気
6	763.8	好気	好気	好気	好気	好気	好気	好気	好気
7	509.2	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素
8	254.6	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素
9	763.8	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素
10	763.8	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素
11	254.6	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素	無酸素
12	509.2	再曝気	再曝気	再曝気	再曝気	再曝気	再曝気	再曝気	再曝気
合計	6110.4	14.7	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
項目		沈後水	処理水	沈後水	処理水	沈後水	処理水	沈後水	処理水
T-N (mg/l)		32	9.7	34	12	30	11	29	9.7
NH ₄ -N (mg/l)		25	0.4	23	0.9	21	0.6	21	0.5
NO ₂ -N (mg/l)		ND	0.04	ND	ND	ND	ND	ND	0.02
NO ₃ -N (mg/l)		ND	7.4	ND	8.3	ND	ND	0.02	ND
T-P (mg/l)		3.3	1.9	3.0	1.7	3.3	1.8	3.1	0.98(1.2)
BOD (mg/l)		91	6.3	97	11	100	5.2	120	5.0
COD (mg/l)		48	11	46	13	48	9.2	53	8.8
SS (mg/l)		36	5.9	47	25	48	5	63	4
透視度 (cm)		-	76	-	51	-	101	-	133
大腸菌群数 (個/ml)		64000	2200	99000	2200	125000	870	79000	690

表-1 RUN1~RUN2-3処理実績

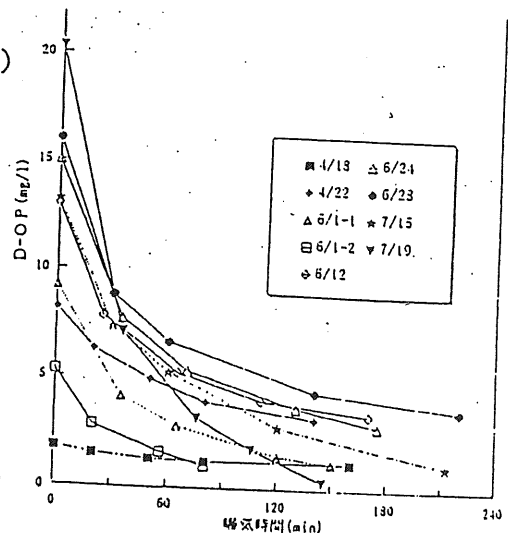


図-3 りん除去回分試験

図-4に示すとおり、反応タンクへ生汚泥を全量投入することにより、りん除去が大幅に向上するのみならず、窒素の除去も一段と向上させることができた。

硝化能に及ぼす生汚泥全量投入の影響については、室内実験による最高硝化速度の変化を判断指標とした。

図-5に示すとおり、生汚泥の投入開始と同時に、最高硝化速度は急速に低下していったが、2.0~2.5mg/MLSS1000mg/1hr程度でほぼ平衡状態になった。

また、再曝気槽出口での残存アンモニア性窒素濃度も低いことから、懸念された硝化能の過度の後退についても問題のないことを確認することができた。

今後、スカムの発生等の新たな問題が生ずる可能性が残されてはいるものの、少なくとも現在までのところ深刻な問題には遭遇していない。

しかし、生汚泥を全量投入しなければならない必然性はなく、必要量の生汚泥を連続して反応タンクへ投入することができるよう、汚泥移送配管、引き抜き制御等を目下改良中である。

図-6、7に、各セルにおける窒素・りんの挙動を示す。

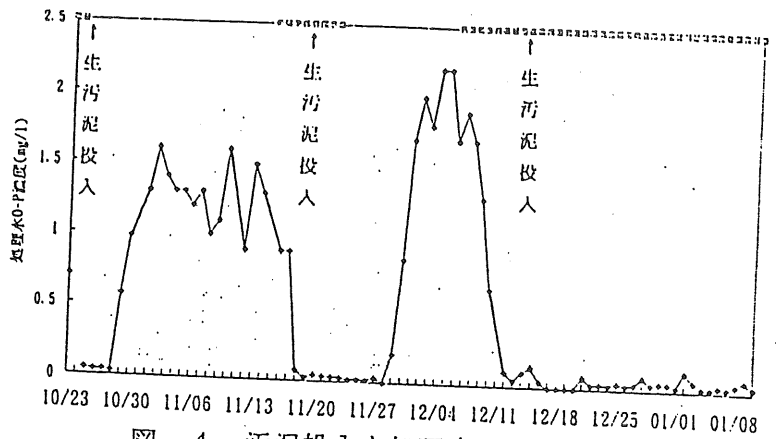


図-4 汚泥投入と処理水O-P濃度

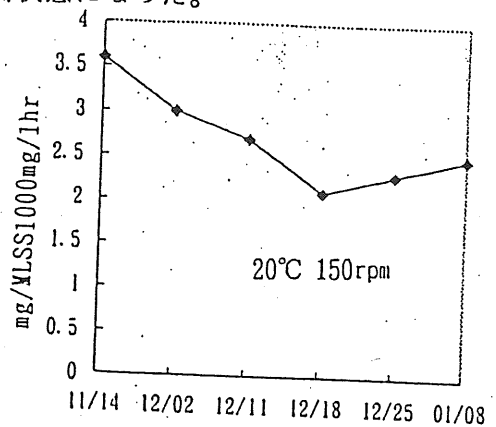


図-5 汚泥投入と最高硝化速度

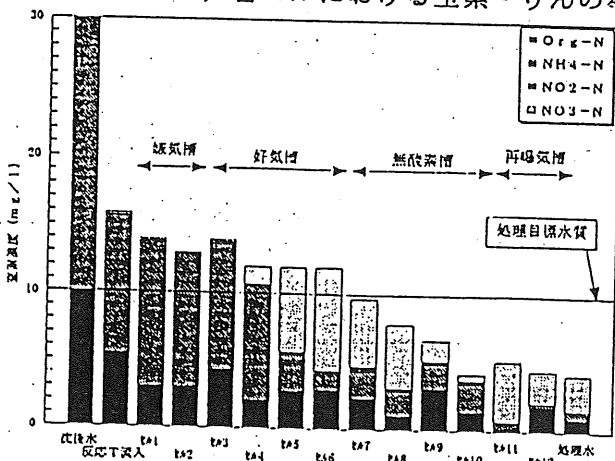


図-6 各セルにおける窒素の形態変化

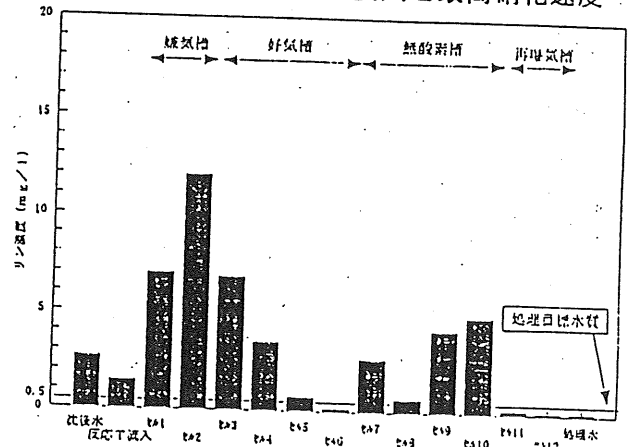


図-7 各セルにおけるりん濃度変化

5. まとめ

既存の処理施設を嫌気硝化内生脱窒法に対応できるよう改造し、運転法案に基づいた運転をしてきたが、窒素・りん、特にりんの除去に問題があった。

基質濃度(SS, BOD)が当初見込みより低く、かつ分流式下水道でありながら降雨の影響を受けやすいことが主たる要因と考えている。

冬季においては、反応タンクへ生汚泥を投入することによって、りんの除去を大幅に改善することができたが、どの程度の降雨にまで耐えられるかが今後の課題であろう。

なお、運転開始直後から急激にSVIが上昇し、水処理を停止せざるを得ない時期もあったが、現在ではSVIも極めて安定し、窒素・りん以外の各水質項目についても極めて良好な結果を得ている。

今後は、化学的評価だけでなく、生物判定による高度処理水の水質評価についても実施していきたい。