

嫌気硝化脱窒法に関する運転管理マニュアル

都筑下水処理場 細野 勝美
水質管理課 伊藤 典大
水質管理課 内田 収

1. はじめに

都筑下水処理場の「嫌気硝化脱窒法」に関する設計マニュアルについては、高度処理設計マニュアル（案）と比較対比させるかたちで昨年報告した。今回は、実施設（嫌気硝化脱窒法）を運転管理する場合の留意点、ならびに今後の検討課題について報告する。

なお、説明の都合上、過去において掲載した図表と重複するものがあることをご容赦願いたい。

2. 窒素・りん同時除去のポイント

窒素・りん同時除去法である嫌気硝化脱窒法の場合、従来の標準活性汚泥法とは逆に、基質濃度（BOD 濃度）を高目に設定することが良好な処理を行う重要な要件となる（図—1、2、3、4 参照）。

しかし、有機物量が過大になると A-SRT が短くなり、硝化細菌の安定的保持に問題が生じる可能性があること、また必要空気量が増加すること等を勘案した時、BOD/T-N 比=4 程度（T-N 除去率 70%以上）、BOD/T-P 比=3.5 程度（T-P 除去率 90%程度）を一応の目安とすることが妥当と思われる。

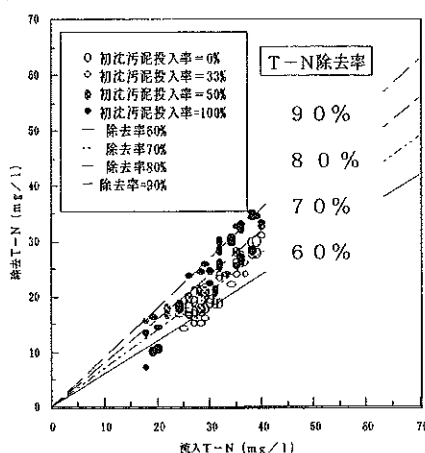
新規に建設する分流方式（降雨の影響を受けない）の場合には、最初沈殿池の水面積負荷を大きく設計することで問題を解決することが得策であるが、既設の最初沈殿池を使用する場合には BOD 負荷を高める手段を考慮しておく必要がある。

当処理場においては、BOD 負荷を高める手段として、生汚泥を反応タンクへ投入する方法を採用している（実績から、生汚泥の投入率は 50%程度（発生量の 50%を投入する）が妥当であると判断している）。

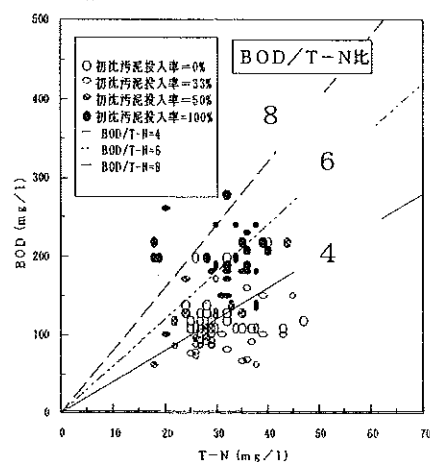
投入された生汚泥とポリりん酸蓄積細菌、脱窒細菌等の関わりについては推測の域を出ないが、活性汚泥に吸着した非溶解性の有機物が系内を循環している間に細胞外酵素によって可溶化し、可溶化した有機物をポリりん酸蓄積細菌、通性嫌気性菌が利用していると解釈している。

以上を念頭におき、良好な窒素・りん除去を行っていく為に運転管理上留意すべき事項を処理フローに沿って記す。

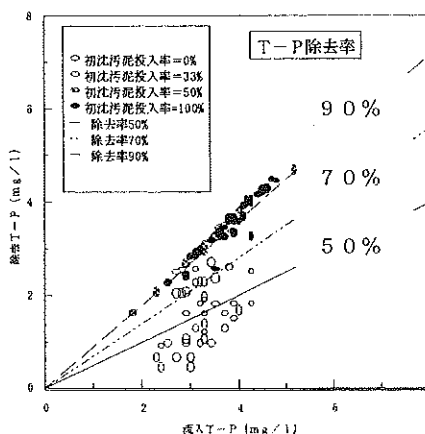
3. 最初沈殿池、反応タンク、最終沈殿池の管理について



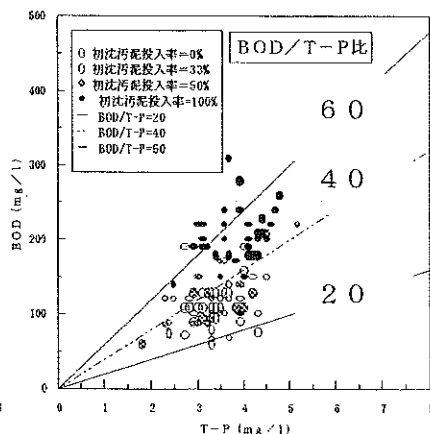
図—1 窒素除去率



図—2 流入水 BOD/T-N 比



図—3 りん除去率



図—4 流入水 BOD/T-P 比

3-1 最初沈殿池の管理

本法に限らず、高度処理はりん除去もさることながら、硝化の維持が大前提となっている。しかし、本法はBOD負荷を高めを設定するため、A-SRTが短かく、硝化速度も標準法等に比較して遅いという特徴がある。

したがって、初沈の状況、特に調整タンク汚泥界面の動向には常日頃から注意を払う必要がある。

汚泥循環の可能性が高いと判断した場合には、反応タンクへの生汚泥投入は中止すべきである（硝化停滞時も同様）。生汚泥投入を停止しても、ただちに窒素・りん除去が低下することはない（停止直前まで投入率50%で運転していた場合には6~7日間程度、投入率100%で運転していた場合には10~12日間程度であれば、りん除去が低下することはない）。逆に、生汚泥投入を再開した場合、窒素・りん除去が改善するまでには3日程度のタイムラグが生じることも承知しておく必要がある。

砂、繊維、その他夾雑物は生物反応に無関係であるばかりでなく、口径の小さな生汚泥供給ポンプの場合、閉塞の原因ともなっている。また、夾雑物は機械式攪拌装置に絡み付き、故障の原因ともなる（但し、1回/年程度の頻度で引き上げ、除去すれば問題は無いとの報告がある）。

夾雑物等を粉砕できるタイプのポンプを導入するか、あるいは除去可能な工夫を施す必要がある。

3-2 反応タンクの管理

3-2-1 嫌気タンク

一般に、嫌気タンク混合液のORP値が低い程、りんの放出濃度も高くなり、また、嫌気タンクにおけるりん放出濃度が高いほど、汚泥中のりん含有率も高くなる傾向が認められる。

したがって、良好なりん除去を行うためには嫌気タンクのORP値を低く保つことが重要とされ、しかるべき滞留時間を確保する必要があるとされてきた。

一連の実験結果から、従来の設計マニュアルに比較して短い滞留時間（流入水基準で1.0hr）で十分対応できることを前報で報告した。今冬季には更に短い滞留時間（0.61時間）で運転してきたが、嫌気タンク混合液のORP値は-400mV以下が常態となっている（通常-200mV以下が望ましいとされている）。

今日に至るまで、嫌気タンク混合液のORP値が上昇し、このことが原因でりん除去が悪化した事例はない。

3-2-2 前段好気タンク

曝気制御方法については、従来のDO制御方式の他にORP制御方式が導入されている。

しかし、DO制御方式で良好な処理が得られているという消極的な理由だけでなく、「ORP測定値が機器によって差が生じること」、「維持管理後の再設置時における応答性が悪いこと」、「無校正機器であること」等々の問題点が実証調査の結果から明らかになっていることから、ORP制御方式への転換を見合わせている経緯がある。

120mVで制御することが望ましいとする報告もあるが、設置位置、計器間で差が生じ、導入には積極的にはなれない事情もある（無酸素タンクにおける窒素除去とORP値との相関から制御値を決定する必要があり、今後の検討課題として残されていることは承知しているが、制御に使用するには問題点が多く、監視用機器と位置付けている）。

DO制御値については、実績値を考慮して、前段0.5~1.0mg/l程度、後段0.5~1.5mg/l程度を基本とする。

なお、DO制御も多くの欠陥を抱えていることは周知のとおりである。

A-SRTが短く、硝化速度が遅いという特徴を有する当法の場合、降雨時にDO制御に関連した問題点が顕著に現

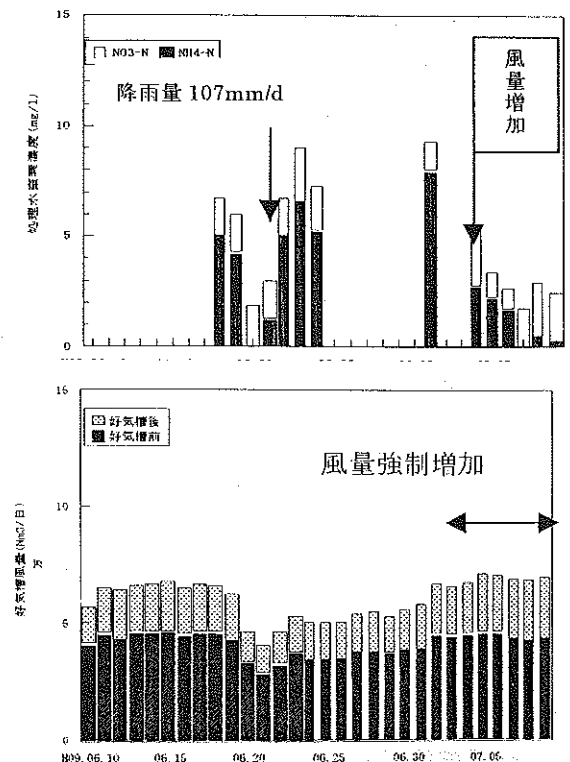


図-5 送风量と硝化状況との比較

れるので十分留意する必要がある。事例を図-5に記す。

この現象は、〔降雨の影響で基質濃度が低くなるため、微生物の風量要求が低下する→DO制御で曝気量を制御しているため、減少した酸素要求量に見合った曝気を行う→硝化が停滞してしまう⇔酸素要求量に見合った曝気を行う〕という悪循環に陥るためと判断している。

このような場合、強制的に曝気量を通常レベルまで増加させることで硝化活性を回復させる必要がある。

この状況を放置すると、A-SRTが短いため硝化能に深刻な影響が生じる可能性がある。

事例こそ少ないが、同様の現象をりん除去についても指摘することができる。

一般に、雨水流入にともないりん除去は当然後退するものとして甘受してきたが、降雨を予測して事前に風量一定制御に切り替えることによってりん除去の後退を回避できる可能性がある。

生污泥を投入していること、ならびに定水量で運転していることと関係しているものと推測しているが、事例の中には100mm/dを超える降雨のケース（約2倍希釈に相当）も含まれており、興味のあるところではある。

なお、好気タンクの運転管理でA-SRTの問題を避けては通れないが、前報（設計マニュアル）で報告したので割愛させて頂く。

3-2-3 無酸素タンク

無酸素タンクの脱窒効率は図-6に示すとおり、BOD負荷と相関がある。その意味では、無酸素タンクの運転管理は、すなわち好気タンクの運転管理で決定される（前報参照）。

前段好気タンク末端でDOを低く、かつ有機物を残存させるような運転管理を要求されることになる。

しかし、今回の調査では確認することができなかったが、生污泥の一部を無酸素タンクへ直接投入することによって脱窒反応をさらに改善することができる可能性がある。優先順位の高い今後の検討課題であると認識している。

3-2-4 後段好気タンク（再曝気タンク改め）

従来、再曝気タンクの役割は脱気、ならびにDOの確保が主たる目的とされてきた。

本法の場合、無酸素タンク流出水においてNH₄-Nを残存させるため、NH₄-Nを酸化するのに必要な滞留時間、ならびに空気量を確保する必要があることが実証され、名称を後段好気タンクに改称した。

すなわち、硝化タンクとしての役割を担うことになる。

後段好気タンク容量については、確たる根拠に欠けるものの、過去3年間にわたり良好な処理を行ってきた実績(767m³)を尊重したい。この場合、流入水量基準として1.2時間(冬期)となる。

DO制御値は2.0mg/l程度で良好な結果を得ている。

3-2-5 最終沈殿池

本法はSVIが恒常的に高く（顕微鏡観察の結果から判断し、糸状菌に起因したものではない。微細な気泡を污泥中に抱き込んでいるためと推測している）、標準法に比較して最終沈汚池污泥界面が著しく高い。したがって、大きな負荷変動は極力避けるべきである。

図-7からもわかるとおり、生污泥を投入することによってSVIは低くなるが、最終沈汚池末端の污泥界面の高さを適時測定しておくことが重要である。水量一定運転の場合であっても、MLSS濃度を3000mg/l以上にするのは避けた方が無難であり、またそれ以上濃度を上げる意味も希薄であろう。

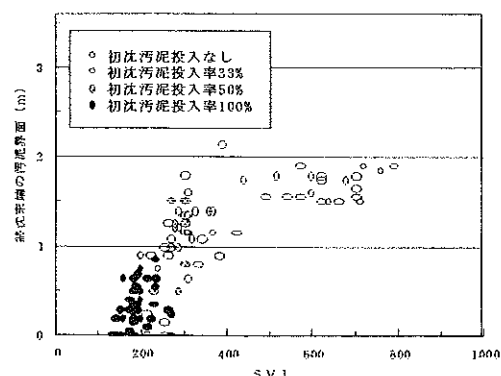
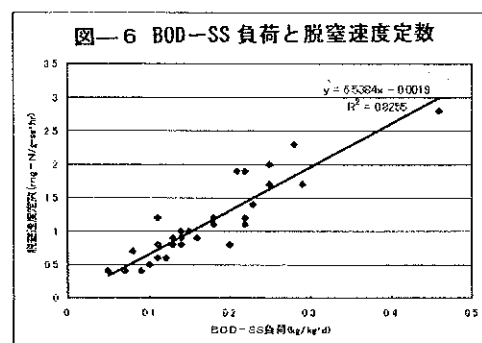


図-7 SVIと終沈汚泥界面高さ

4. おわりに

高度処理施設を効率良く、かつ良好な処理をおこなう最も重要なポイントは、流量一定運転にあると確信している。栄第一下水処理場の硝化の例を挙げるまでもなく、負荷変動を小さくすることによる相乗効果は大きく、まさに高度処理にこそ適用されるべきであると判断している。汚水貯留槽の設置が必要であることを追記したい。