

微生物を利用した
窒素及びリン除去プロセスの評価
に関する第1次報告書

— 活性汚泥循環変法による窒素除去 —

昭和61年11月18日

日本下水道事業団技術評価委員会

(まえがき)

湖沼等の閉鎖性水域に処理水を放流する下水処理場では、水域の富栄養化防止の目的から、窒素及びリンを除去することが求められている。

窒素除去を目的とした活性汚泥循環変法は、従来の活性汚泥法の変法として窒素除去を行うことが可能なプロセスで有り、幾つかの下水処理場で既に本施設として実用化されている。

しかし、これらの施設で得られた処理状況を十分に把握し、総合的な比較及び評価をすることは、いまだ行われていない。

このため本委員会では、昭和 59 年 11 月に出された日本下水道事業団理事長の諮問に応じて、実施設に於ける調査を行い、窒素除去を目的とした活性汚泥循環変法の、主としてその窒素除去に係る除去特性、特徴などについて審議し、その結果を「第一次報告書」として報告することとした。

(評価の対象技術)

本評価の対象とした活性汚泥循環変法(以下、本法という)は、生物反応槽を脱窒槽と硝化槽に仕切り、一般の都市下水の最初沈殿池後の一次処理水を、後半部の硝化槽で硝化し、硝化槽末端部より硝酸性窒素を含む混合液をポンプ等で前半部の脱窒槽に循環返送し、窒素除去及び有機物除去を目的とした活性汚泥処理を行

う方法である。

(評価の範囲)

一次処理された下水が、脱窒槽に流入し、硝化槽を経て、最終沈殿池から流出するまでの水処理過程及び余剰汚泥の濃縮性、脱水性を評価の範囲とする。

(除去特性)

1. 本法は都市下水の処理において、処理水のBOD及びSSの値を、下水道法施行令第6条第1項に規定する技術上の基準（活性汚泥法、標準散水ろ床法、その他これらと同程度に下水を処理することが出来る方法によって下水を処理する場合）に適合せしめる能力を有するものと認められる。
2. 本法の処理水にはケルダール窒素がほとんど含まれないので、硝化反応に起因する処理水BODの上昇が避けられる。
3. 本法による都市下水の処理においては、硝化槽及び脱窒槽をはじめとする諸施設が適切に設計されており、また適切な運転管理が行なわれれば、最初沈殿池流出水中の全窒素（以下TNという）の60%程度以上を除去できる能力を有するものと認められる。

(特 徴)

(1) 処理機能上の特徴

1. 窒素除去は，有機物除去に比較して水温の影響を受けやすく，特に低水温時には，硝化・脱窒に要する時間は長くなる。
2. T-N 除去率は硝化の状況に影響される場合が多く，良好な T-N 除去率を得るためには，硝化が良好に達成されていることが必要である。硝化が良好な場合には，T-N 除去率は脱窒の状況に影響される。
3. 硝化の進行によりアルカリ度は消費されるが，硝化液の循環・脱窒によりアルカリ度の回収がある程度期待でき，処理水の pH 低下を防ぐことができる。
4. 流入下水にある程度の水量，水質の時間的変動があっても安定した T-N，BOD 除去を行うことができる。
5. 処理水の透視度は良好である。
6. 本法においては，硝化槽に硫酸アルミニウム等の凝集剤を添加することによってリン除去をも行うことが可能である。ただし，この場合には凝集剤添加を行わない場合に比較して硝化速度は低下することがある。
7. 本法の汚泥沈降性については，標準活性汚泥法のものと同程度である。ただし，冬期に汚泥沈降性の悪化が生じることがある。
8. 本法の余剰汚泥の濃縮性及び脱水性は，標準活性汚泥法の

ものと同程度である。

9. 本法の余剰汚泥発生量は，除去BOD量に対して0.3～0.8程度，除去SS量に対しては，0.4～0.8程度であるが，リン除去のために硝化槽に凝集剤を添加する場合には，汚泥発生量はこれより大きくなる。

(2) 維持管理上の特徴

1. 硝化菌は，他栄養菌に比較して増殖速度が小さく，環境条件に対して敏感であるので汚泥滞留時間（SRT）などの運転条件を適正に保つことに留意する必要がある。
2. 本法は，一般的に標準活性汚泥法より低いBOD-SS負荷で運転されるので，高いMLSS濃度を保つことが望ましい。
3. 循環比は最大200%程度で実用上充分であり，これ以上循環比を大きくしてもT-N除去率は大きく上がらない。
4. 硝化が良好に進行するためには，硝化槽末端のMLDO濃度を2.0 mg/l以上に保つ必要がある。
5. 脱窒が良好に進行するためには，脱窒槽入口でBOD/N比が3以上必要であるが，通常の下流水質と実用範囲の循環比では，この条件は満たされているものと考えられる。
6. 本法において良好な窒素除去を達成するためには，硝化，脱窒の状況を定期的に把握しておく必要があり，また水温，流入水質の変化に応じて適切な循環比，硝化槽と脱窒槽の槽

容量配分などを決定しなければならない。

(3) その他の特徴

1. 本法は，S R T が長いので最終沈殿池において，放線菌によるスカムが発生することがある。また，最終沈殿池中での脱窒現象により，汚泥浮上が見られることがある。

(設計に当たっての留意事項)

1. 本法の設計において生物反応槽の容量算定は硝化速度と脱窒速度をもとに行ない，硝化菌の維持に必要なS R T が確保できるよう留意する。
2. 本法の設計に当たっては，アルカリ度収支を検討し必要に応じてアルカリ剤注入設備を設置する。
3. 本法の設計に当たっては，脱窒反応に必要なB O D が不足する場合にはメタノール注入設備を設置する。
4. 必要酸素量の算定に当たっては，脱窒反応によるB O D 除去量を控除することができる。
5. 脱窒槽の設計に当たっては，硝化槽との仕切り壁の開口部は硝化槽からのD O 持込量を小さくするように，必要以上に大きくしないようにする。
6. 脱窒槽の攪拌は，機械式攪拌を原則とし，攪拌に要する必要動力は，脱窒槽 1 m³ あたり，6～7 w 程度以下である。

7. 生物反応槽は、硝化槽と脱窒槽の容量比が変更可能な設計にする。
8. 最終沈殿池の水面積負荷は、 $15 \sim 25 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 程度が適当であると考えられる。また、汚泥ホッパー部容量を余裕を持ったものとするよう配慮し、スカム止めやスカム除去装置を設置する。
9. 本法は標準活性汚泥法に比較して生物反応槽滞留時間が長く、一般的には広い処理場用地が必要である。

(その他)

1. 本評価の対象とした単段の活性汚泥循環変法は、最も基本的な処理フローのものであり、本法に後脱窒槽の設置や多段化等の改造を行うことにより、T-N除去率の向上が期待できる。

(建設費及び維持管理費)

(1) 建設費

1. 本法は、滞留時間が長く、標準活性汚泥法に比較して生物反応槽の容量が大きく、また循環ポンプや攪拌機等が必要となるため、建設費は、標準活性汚泥法よりは高くなる。

(2) 維持管理費

1. 本法において水処理に必要な電力量は，処理されるべき下水 1 m³ あたり 0.4～0.7 kwh ，除去T - N 1 kg あたり約 20 kwh である。