

VII-102

ステップ流入式嫌気好気法の段数効果の検討

北海道大学工学部 正会員 船水 尚行, 工藤 亜佐子, 正会員 高桑 哲男

1. はじめに

ステップ流入式嫌気好気法では、ステップ段数の設定が重要な設計条件の一つとなる。本報告は、このステップ段数と窒素除去の関係を数学モデルを用いたシミュレーションにより検討したものである。ここでは、標準活性汚泥法として設計された既存の処理施設を、エアレーションタンク容量を増設することなくステップ流入式嫌気好気法へ変更する場合を想定し、段数効果ならびに好気槽の溶存酸素濃度の影響について検討した結果を報告する。

2. シミュレーション

(1) 数学モデル 反応槽の混合状態を押し出し流れとし、60槽の完全混合槽槽列モデルで表現した。生物反応のモデルはIAWQの活性汚泥モデルNo. 2¹⁾を用いた。この活性汚泥モデルの本プロセスへの適用の妥当性は処理場の運転結果や室内実験との比較により確認されている²⁾。最終沈殿池越流水中浮遊物質濃度はChapman³⁾のモデル、引き抜き汚泥濃度は定常状態の水量、物質収支式によりそれぞれ記述した。

(2) 計算条件 標準活性汚泥法による既存処理場のエアレーションタンク容量を想定し、ステップ流入操作を行わない場合の水理学的滞留時間を流入下水流量基準で10時間とした。無酸素槽と好気槽の分割は、所定のステップ段数に対応させて等分割とした。また、下水の配分も等分割とした。汚泥の管理は、汚泥の返送率を50%、余剰汚泥の引き抜きはSRTを約10日となるように設定した。最終沈殿池の表面負荷率は流入下水流量基準で15m³/日とした。なお、計算は水温20℃の条件で行った。流入下水組成は下水処理場エアレーションタンク流入水の測定結果より表-1のように定めた。

3. 計算結果

(1) エアレーションタンク内流れ方向の濃度変化

図-1に5段ステップの場合の窒素成分と有機物成分

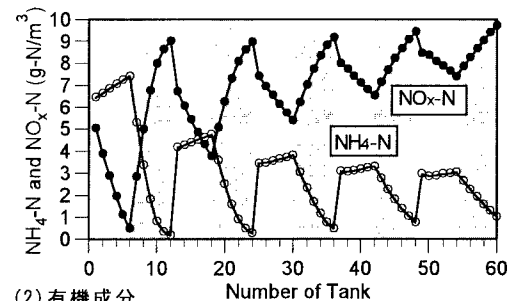
($S_s = S_A + S_F$) の流れ方向濃度変化の計算結果を示す。

第一ステップ目での無酸素槽で、返送汚泥と下水が混合され、返送汚泥中の $\text{NO}_x\text{-N}$ と下水中有機物により脱窒反応が進行している。有機物成分のうち、 S_s 成分はただちに消費され、脱窒反応の後半は X_s 成分を用いた反応となっている。 $\text{NH}_4\text{-N}$ は有機態窒素の加水分解により生成され、濃度が増加している。続く好気槽では、硝化

表-1 計算に用いた下水組成

項目	濃度 (g-COD/m ³)
酢酸, S_A	20
酢酸以外の容易に分解する有機物, S_F	5
遅い速度で分解する有機物, X_s	125
溶解性難分解有機物, S_i	25
浮遊性難分解有機物, X_i	15
他栄養細菌, X_H	15
硝化菌, X_{NIT}	0
アンモニア態窒素, $\text{NH}_4\text{-N}$	20g-N/m ³
硝酸態+亜硝酸態窒素, $\text{NO}_x\text{-N}$	0g-N/m ³
リン酸, $\text{PO}_4\text{-P}$	3g-P/m ³

(1) 窒素成分



(2) 有機成分

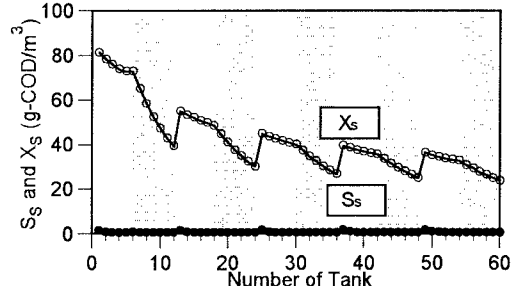


図-1 窒素、有機物成分の挙動

キーワード：ステップ流入式嫌気好気法、シミュレーション、段数、溶存酸素濃度、窒素除去
〒060 札幌市北区北13条西8丁目 TEL 011-706-6270 FAX 011-706-7890

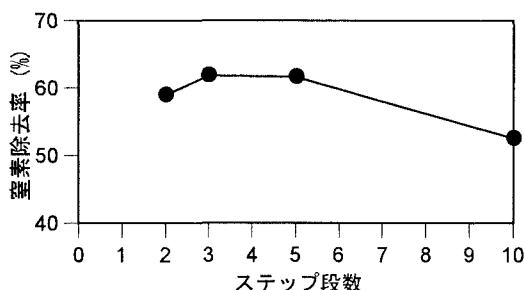


図-2 ステップ段数と窒素除去率の関係

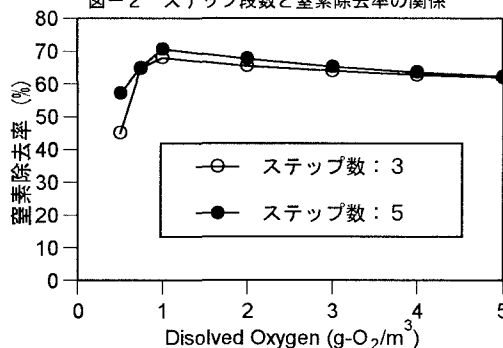


図-4 好気槽DOと窒素除去率の関係

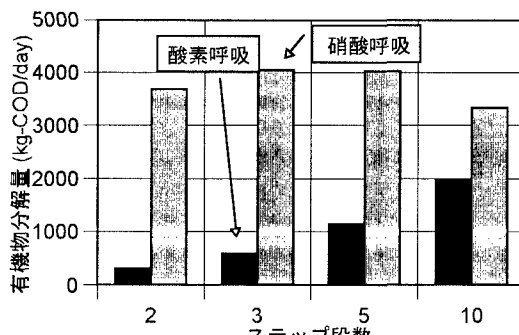


図-3 無酸素槽における有機物分解

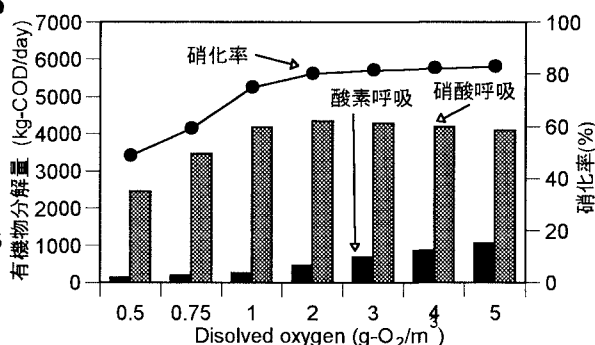


図-5 好気槽DOと硝化率、有機物分解

反応が進行し、有機物は主として X_5 成分が好氣的に分解されている。第二ステップ以降では、下水流入による NH_4-N 、 X_5 、 S_5 成分の供給、 NO_x-N の希釈が生じたあと、第一ステップと同様の反応が進行している。ただし、脱窒反応の進行が不十分で、 NO_x-N が無酸素槽出口で残存し、蓄積傾向となっている。これは、下水のステップ流入に伴う滞留時間の減少と関係している。すなわち、計算に用いた下水組成では、窒素除去に十分な有機物が存在しているが、有機物成分が主として X_5 成分であるため、反応速度が有機物の加水分解速度に律速され、反応時間が不十分であることによる²⁾。

(2) ステップ段数と窒素除去率の関係

ステップ段数を2、3、5、および10段とした場合の窒素除去率の計算結果を図-2に示す。各ステップで、硝化反応と脱窒反応が完全に進行する場合には、段数が多いほど窒素除去率は高くなるが、今回の計算では3～5段付近で、最大の窒素除去を与える結果となった。無酸素槽の有機物分解は、前段の好気槽から流入するDOを用いた反応と、 NO_x-N を用いた反応により生じる。図-3に示すように、段数の増加と共に、DOを用いた反応の寄与が大きくなり、有機物が脱窒反応に有効に利用されない。

(3) 好気槽DOと窒素除去率の関係

好気槽のDOを0.5から5g-O₂/m³の範囲で変化させ、窒素除去に与える影響を検討した結果を図-4に示す。窒素除去率はDO約1g-O₂/m³付近で最大となり、1以下では急激に低下、1以上ではゆるやかに低下している。図-5に、5段ステップの場合について、DOと硝化率、無酸素槽の有機物分解の関係を示す。硝化率はDO約1g-O₂/m³以下で低下し、これが図-4のDO<1における窒素除去率の低下に対応している。DOの増加は、無酸素槽における酸素を用いた有機物分解量の増加につながるため、今回の計算ではDO約1g-O₂/m³が最適なDOレベルとなったと考えられる。

参考文献：1) Henze, M. et al. (1987): Activated Sludge Model No.2, IAWQ.

2) Funamizu, N. et al. (1997): Wat. Sci. Tech. 36(12), pp.9-18.

3) Chapman, D. (1984): Dynamic modeling and expert systems in wastewater Engineering.