

宮崎大学工学部 正 石黒政儀 正 渡辺義公
 宮崎大学工学部 学 西留 清 学 森山克美

1 はじめに 本報は回転円板法による脱窒に関する研究のオ3報で、回転円板実装置による養豚废水二次処理水に硝酸性窒素源として硝酸カリウムを添加し原水とした中間規模の嫌気性脱窒円板装置での三次処理(脱窒)実験報告である。本文では円板面積負荷を水量負荷と濃度負荷に分離したときの両負荷と脱窒率の関係、連続流脱窒反応の動力学に基づく手法による嫌気性脱窒円板装置の設計法について報告する。

2 実験装置と実験条件 装置の概略を図-1に示す。嫌気性回転円板部は水封密閉の直径80cm・長さ83cmの亚克力円筒で、頂部に N_2 ガス抜きを設けた。円板は厚さ10cm・間隔15cm・直径72cmの耐水ベニヤ、流向は中心軸方向である。他の諸元は図-1を参照されたい。実験条件は水量負荷として NO_3-N 濃度100, 240, 600mg/Lでそれぞれ流量を0.37~1.86m³/d(接触時間CT=2~10hr)に変化させ、濃度負荷として流量が1.24m³/d(CT=3hr), 0.62m³/d(CT=6hr), 0.37m³/d(CT=10hr)で、 NO_3-N 濃度をそれぞれ50~2000mg/Lに変化させた。両者とも脱窒に必要な有機炭素源のメタノールは理論式による算定濃度よりも常に若干高めに添加し、OC不足にならぬようにした。二次処理された KNO_3 添加前の原水水質は、BOD:20~90, COD:30~70, SS:10~60, NH_4-N :60~190, NO_3-N :0.1~30, NO_2-N :1~14, DO:0~5(mg/L), PH:7.2~7.9, 水温10~20℃の範囲である。各種の水質試験項目は下水試験法により行なった。

3 結果と考察 面積負荷と脱窒率 図-2に水量負荷、図-3に濃度負荷による脱窒率の変化を示す。これより最適C/N比を常に維持し、濃度に応じた水量負荷すなわち接触時間をとれば低濃度から高濃度(本報では2000mg/L)までの NO_3-N を100%近く除去しうる。 NO_3-N 100mg/Lで25hr, 240mg/Lで4hr, 600mg/Lで7hrの接触時間で脱窒率90%以上が得られる。図-2, 3を負荷量と除去量に変換すると図-4, 5になる。同図より濃度別、接触時間別の負荷量に対する除去量が容易に見出せる。 NO_3-N 600mg/Lでは30g/m²d(CT=7hr), CT=10hrでは76g/m²d(NO_3-N 2000mg/L)の負荷でそれぞれ90%の脱窒率を得る。

面積負荷の三次元表示 現在回転円板装置の設計法では、図-4, 5に示すような水量負荷~除去量、濃度負荷~除去量のチャートから必要円板面積Aを求め槽容積Vはその面積を有する円板を収納するに足る容積として算出されている。しかしA/V値が一定なため $t=V/Q$ は、除去率を左右する因子としてQ/Aと等価である。以上の見地から本実験装置による脱窒率を示す図-2~5を図-6に示す三次元表示とすれば、水量負荷、濃度

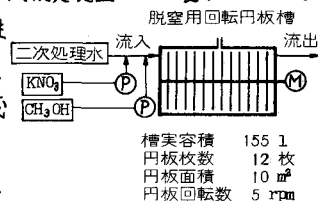


図-1 実験装置フローシート

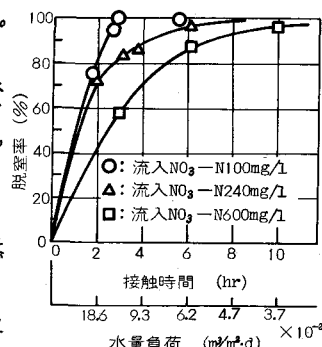


図-2 水量負荷と脱窒率

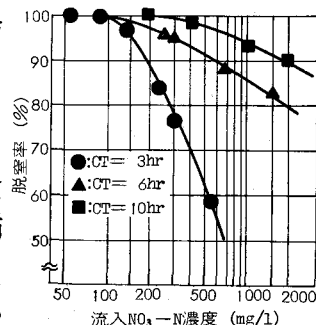


図-3 濃度負荷と脱窒率

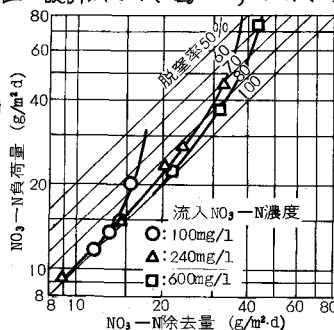


図-4 水量負荷と除去量

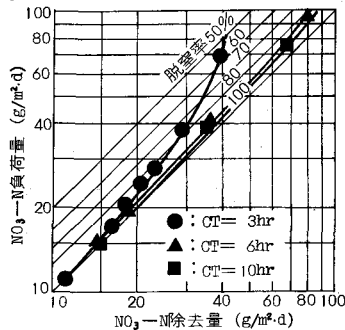


図-5 濃度負荷と除去量

負荷、接触時間、脱室率の四者関係が明確化される。本実験の濃度範囲(50~2000 mg/l)では同一負荷量なら濃度が高く、Q/Aが小さい程高脱室率を得ることが判然とする。図-4, 5は図-6で濃度、水量負荷をパラメーターとして負荷量~除去量を表示していたのである。

連続流脱室反応の動力学 本装置の構造ならびに円板回転数

から考えて、本装置のフローパターンは近似的に押し出し流れとみなしうる。液本体の水質変化式(1)を押し出し流れ反応槽の定常状態に適用すると、連続流脱室反応式(2)を得る。

$$dc^*/dt = -K_0^* \bar{\alpha} C^* \text{-----(1)}$$

$$C/C_0 = \exp(-K_0^* \bar{\alpha} \bar{t}_0) \text{-----(2)}$$

ここで、 $K_0^* = A \cdot D / \delta V_0$ (1/hr), $\bar{\alpha} = 1 - (\bar{C}/C^*)$, $\bar{t}_0 = V_0/Q$ (hr), C_0 = 流入NO₃-N濃度 (mg/l), C = 流出NO₃-N濃度 (mg/l), A = 円板面積 (cm²), D = NO₃-Nの分子拡散係数 7.2×10^{-3} (cm²/hr, at 20°C), δ = 生物膜表面上の付着水膜厚 (cm), V_0 = 生物膜厚を考慮しない槽実容積 (cm³), $\bar{C}$ = 生物膜表面の平均NO₃-N濃度 (mg/l), C^* = 液本体の平均NO₃-N濃度 (mg/l)である。図-7は本実験における連続流脱室反応のNO₃-N濃度と接触時間の関係を示し、式(2)の適合性、および連続流脱室反応がNO₃-N濃度に対して1次反応であることを実証している。これより各流入NO₃-N濃度別に $K_0^* \bar{\alpha}$ を求めると図-8になり流入NO₃-N濃度300~500 mg/l以上では生物膜内の代謝反応律速型となり、それ以下の濃度になるに従って生物膜表面上の付着水膜内のNO₃-N拡散輸送律速型へ移行することが認められる。ただし、脱室用回転円板装置では浸漬率100%のため常時液本体から生物膜へNO₃-N輸送が行われるので、 $\bar{\alpha}$ は好気性円板にくらべて小さな値となり連続流では高々0.25程度にすぎない。以上のことからフローパターンが押し出し流れの脱室槽を動力学的に設計するためのフローシートを図-9に示す。式(2)の既知、未知関数を適宜変えれば、他のフローシートもできる。定常状態で生物膜内の状態を一定とみなせば、 $\bar{C}$ は C^* すなわち C_0 だけの関数となり、図-8から C_0 に対応する $\bar{\alpha}$ を決定できる。さらに装置のA/V₀値を決定すれば、装置固有の除去速度係数 $K_0^* \bar{\alpha}$ が求まる。

4 おわりに 従来の回転円板の設計法は、水量負荷、濃度負荷により必要円板面積を求めていたが、本報では円板面積A、および接触時間に関係する槽実容積V₀の両者を加味し、A/V₀値を重要な要素とした設計法に関する基礎的考察を行った。なお α 、円板間隔と回転速度が大きな要因である付着水膜厚 δ の両者は、今後の研究課題である。

参考文献 1), 2) 石黒・増田・野津 辰次: 回転円板法による下水三次処理に関する研究(第8報) 土木学会西部支部研究発表論文集 (1976.2)
3) 渡辺・石黒・増田: 回転円板法の浄化モデルに関する基礎的考察, 第13回衛生工学研究討論会講演論文集 (1977.1)

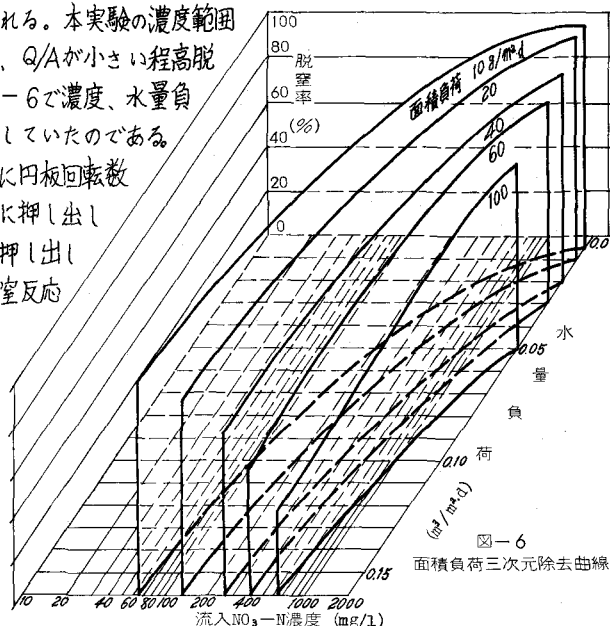


図-6 面積負荷三次元除去曲線

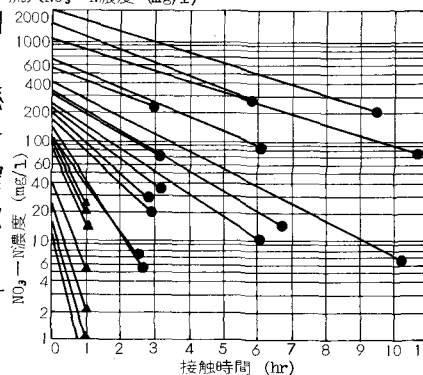


図-7 連続流のNO₃-N濃度と接触時間

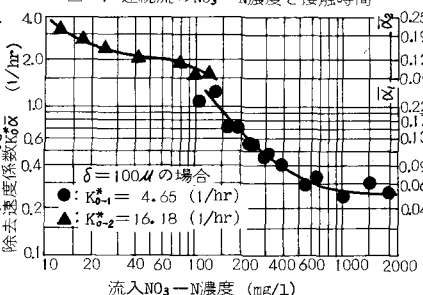


図-8 流入NO₃-N濃度と除去速度係数 $K_0^* \bar{\alpha}$

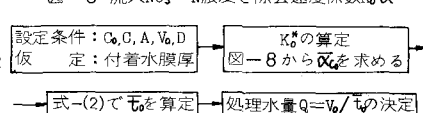


図-9 動力学による脱室槽の設計フローシート