

固定床組合せろ材の脱窒特性の研究

日本大学工学部 学生員 ○武田 明仁 日本大学工学部 田母神 維孝
 日本大学大学院 学生員 福田 友一 日本大学工学部 吉村 友次郎
 日本大学工学部 正会員 西村 孝 山岡工業（株） 山岡 和男

1.はじめに

閉鎖性水域の富栄養化防止のために、排水中に含まれる窒素・リンを除去する必要がある。

窒素除去方法として固定床を用いた循環式硝化脱窒法がある。この方式において脱窒槽では原水中の有機物を利用し、NO_x-Nを窒素ガスへと還元する。一般的に、脱窒槽には本来の機能以外にSSの捕捉率、有機物消費率、脱窒速度の向上、簡易な逆洗などが求められている。そこで、本研究では脱窒槽に使用するろ材に着目し、浮上ろ材（上層）とリングレース（下層）を組み合わせた脱窒槽を考案した。

前年度までの研究では、脱窒をリングレースの部分で終了させることができた。浮上ろ材はSSの捕捉にのみ使われ、脱窒に使われていない。本年度の研究では第1段階として、原水の流量を $33.2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{d}$ から2倍の $66.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{d}$ に変更して運転した。その結果について報告する。

2.実験方法（図-1・表-1参照）

ろ材高さをそれぞれ50cmとし、上層には直径4mmの浮上ろ材を、下層には直径40mmのリングレース（塩化ビニリデンひも状ろ材）を物理的配置可能最小間隔である3cmピッチに上下両端を固定し充填した。逆洗を考慮した散気装置をろ床直下に、汚泥を貯留するためのホッパーを装置最下部に設けた。逆洗時に浮上ろ材層全体を崩し、ろ材間隙に溜まった汚泥を引き抜く事を目的とした10cmのクリアランスを設けた。

原水は完全硝化を想定した人工下水を用い、NO_x-N濃度40mg/lとなるようにNaNO₃、その他微生物の増殖に必要な無機成分を配合し、炭素源にCH₃COONa（以下、酢酸）を用いた。槽内水温は20±1℃となるように温度コントロールを行った。

原水は装置最下部から流入し、酢酸は酢酸添加槽から流入させる上向流方式とした。炭素源は微生物の細胞合成などについて考慮し、化学量論的に必要な量の1.5倍量を添加量とした。

また、逆洗は月1回行い負荷変更前では上下層を別々に空水洗を各5分ずつ行った。負荷変更後は上下層を別々に空水洗を各7分ずつ行った。

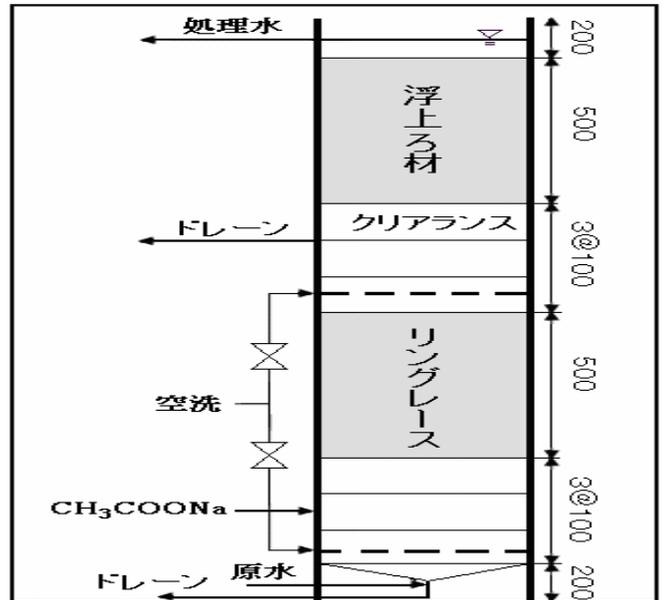


図-1 実験装置概略

表-1 実験装置仕様

反応槽形式	負荷変更前		負荷変更後	
	上層	下層	上層	下層
装置寸法(mm)	φ130×2,000H			
原水流量(m ³ /d)	33.2×10 ⁻³		66.4×10 ⁻³	
ろ材高さ(mm)	500	500	500	500
ろ過面積(m ²)	13.3×10 ⁻³			
反応槽容積(m ³)	13.3×10 ⁻³			
通水速度(m/d)	2.5		5.0	
滞留時間(hr)	9.6		4.8	

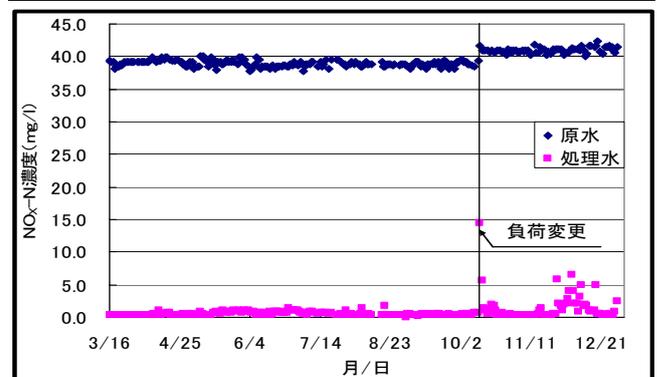


図-2 NO_x-N経日変化

3.実験結果及び考察

3.1 NO_x-N経日変化 (図-2 参照)

負荷変更前の処理水NO_x-N濃度は平均 0.4mg/l、負荷変更後の処理水NO_x-N濃度は平均 0.5mg/lであった。負荷変更前のNO_x-N除去率は 99%程度で負荷変更後のNO_x-N除去率は 99%程度となり、負荷変更前と同等になったが逆洗実施後 2 週間を経過すると処理水に僅かではあるがNO_x-Nが残留する傾向が見られた。これは、逆洗を行う頻度及び強度を変更する事で改善すると思われる。

3.2 平均水質 (表-2 参照)

負荷変更前と負荷変更後の定常時の処理水 SS では平均水質の値に大きな変化は見られなかったが、負荷変更後では、逆洗実施予定日が近づくと処理水 SS が増加する傾向が見られた。

3.3 脱窒速度 (図-3 参照)

負荷変更前の脱窒はろ材高さ 50cmで終了していると判断されるため、平均脱窒速度 (0~50cm) は 0.09kg/m³/dとなった。最大脱窒速度 (0~25cm) は 0.15kg/m³/dとなりリングレースではほぼ脱窒が終了している。負荷変更後の平均脱窒速度 (0~100cm) は変更 1 ヶ月後で 0.14kg/m³/d、2 ヶ月後で 0.15kg/m³/d、3 ヶ月後で 0.16kg/m³/dとなった。反応槽全体で脱窒しているため、最大脱窒速度も平均脱窒速度と同程度にしかならず、余裕のない状態での脱窒であった。

3.4 発生汚泥量 (図-4 参照)

発生汚泥量は、処理水 SS と逆洗排水 SS の和として求めたものである。負荷変更前は 5.49gBOD/d、負荷変更後は 10.98 gBOD/d の酢酸を添加し、BOD 除去率は共に 97%程度であるため、負荷変更前では 5.33g 除去 BOD/d、負荷変更後では 10.65g 除去 BOD/d が脱窒に利用された。発生汚泥量は負荷変更前後共に平均 0.09kgSS/kg 除去 BOD/d となった。

4.まとめ

負荷変更前は月 1 回の逆洗で終始安定した脱窒を行うことが出来ていた。一方、負荷を倍にして運転した場合は、縦方向水質分析から判断すると、負荷変更前はリングレース部分で終了していた脱窒が、

負荷変更後は浮上ろ材とリングレース全体で行われており、反応槽に余裕がない状態で脱窒が行われている事が分かった。しかし、逆洗により過剰に付着した汚泥を剥離させ表面積を確保する事で脱窒が改善した。

今後は、反応槽に余裕を持った状態での脱窒及び浮上ろ材で SS を捕捉できるよう、逆洗頻度を現在の月 1 回の方法から変えることや浮上ろ材のみ回数を増やす、または空水洗時間を延長するなどの負荷に応じた適切な逆洗方法の確立を目指したい。

表-2 平均水質

サンプル 水質項目	原水	処理水	
		負荷変更前	負荷変更後
pH(-)	6.8	8.0	7.7
アルカリ度 (mg/l)	71.0	266.5	256.9
BOD (mg/l)	—	5.7	6.7
COD _{Cr} (mg/l)	—	16.2	19.5
COD _{Mn} (mg/l)	—	5.0	4.6
NO _x -N (mg/l)	40.8	0.4	0.5
NO ₂ -N (mg/l)	—	0.0	0.1
NO ₃ -N (mg/l)	40.8	0.4	0.4
PO ₄ ³⁻ -P (mg/l)	2.5	1.8	1.8
SS (mg/l)	—	3.3	3.8
NO _x -N除去率 (%)	—	99.0	98.8

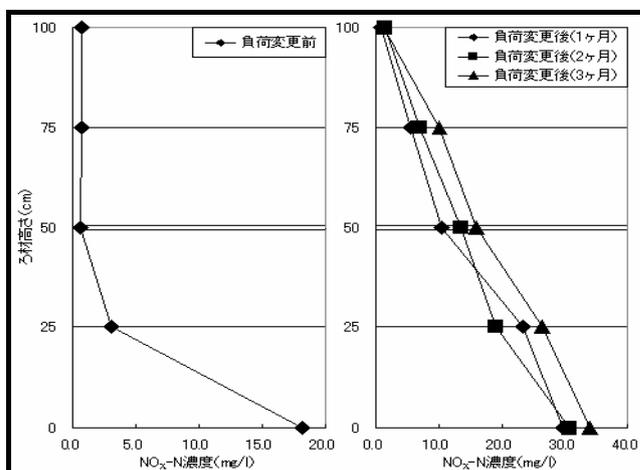


図-3 縦方向水質分析

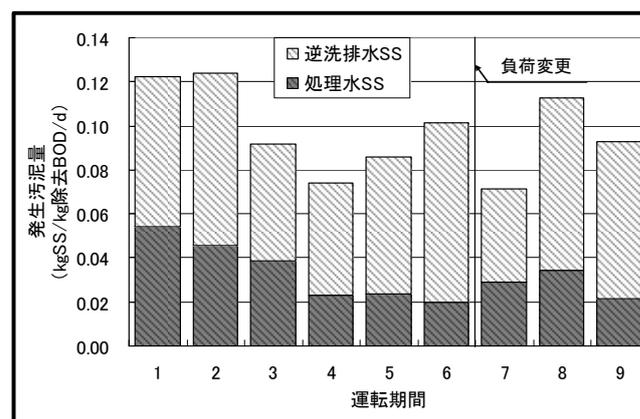


図-4 発生汚泥量