

二層固定床方式（リングレース・浮上ろ材）の脱窒特性

日本大学大学院 学生会員 ○武田 明仁 日本大学大学院 学生会員 田母神 維孝
日本大学大学院 学生会員 福田 友一 日本大学大学院 学生会員 吉村 友次郎
日本大学工学部 正会員 西村 孝

1.はじめに

循環式硝化脱窒法は最も有効な窒素除去法として関心を集め、すでに多くの実装置が稼働している。二次処理施設に比べ、最大の欠点は施設が比較的大きくなることである。主施設のうち脱窒槽容積は汚泥濃度を高め、単位容積あたりの脱窒速度を大きくする事により縮小できる。また、速度を高める試みは、もっぱら硝化槽で行われ、ある程度の実績も得られている。

そこで、筆者らは固定床循環式硝化脱窒法の実装置の脱窒槽ろ材として、リングレースを適用しその効果を認めた。脱窒槽には本来の機能と共に SS の捕捉率、有機物の消費率、脱窒速度の向上、簡易な逆洗などが求められている。

本研究室では上記の機能を満たすために二層固定床方式の脱窒槽を考案し、流入原水に近い下部には逆洗回数が低減できるリングレースを、上部には SS 捕捉率が高く硝化槽へ移行する SS を極力少なくするために浮上ろ材を使用した。その連続実験の結果について報告する。

2.実験方法（図-1・表-1 参照）

実験に使用した担体は上層に直径 4mm の浮上ろ材を、下層に直径 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。ろ材高さは共に 0.5m とし、逆洗を目的とした散気装置を浮上ろ材中間と各ろ床直下に、汚泥を貯留するためのホッパーを装置最下部に設けた。逆洗時に浮上ろ材床全体を崩し、剥離した汚泥を引き抜く事を目的とした 0.1m のクリアランスを設けた。

原水は一般の都市下水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 を用いた。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。通水方式は上向流方式とし、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。ただし、負荷変更前後では通水速度を 2.5m/d から 5.0m/d と倍に変更している。

逆洗は負荷変更後では、浮上ろ材の目詰まりが起こりやすいため、浮上ろ材床全体を内部循環により水洗(流動・攪拌)出来るように水洗装置を接続した。

負荷変更前では月 1 回の逆洗を行い、上下層を別々に空水洗各 5 分ずつ行った。負荷変更 9 ヶ月後、上層は最初に中間の空洗と空水洗(流動・攪拌)を 30 秒、次に空水洗(流動・

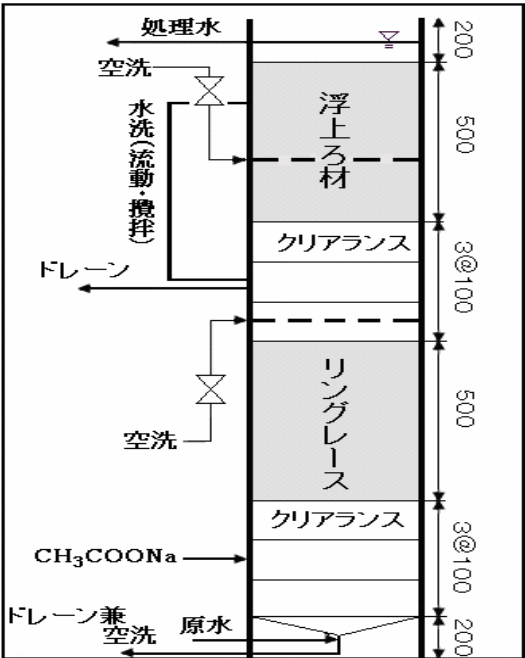


図-1 実験装置概略

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)	φ 130 × 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	

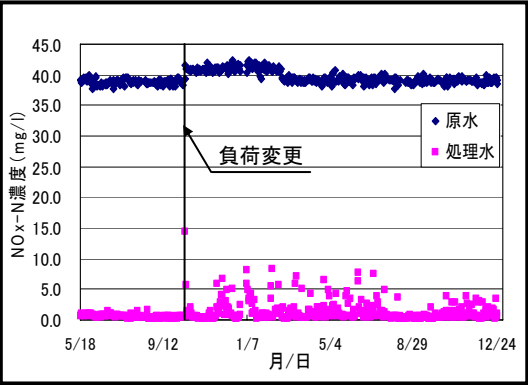


図-2 NO_x-N 経日変化

攪拌)のみを1分30秒、計2分行った。下層は水位を5段階に分けて下げながら空水洗を各2分ずつ、計10分行った。上層(浮上ろ材)は目詰まりを起こし易い為、月2回の逆洗を実施し、下層(リングレース)は変更前と同様、月1回の逆洗を実施した。

3.実験結果及び考察

3.1NO_x-N経日変化 (図-2 参照)

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98%程度となり、負荷変更後も良好な処理成績を得られた。

負荷変更後しばらくはNO_x-Nの除去が安定していなかったが、逆洗強度を上げる事で安定した処理を行うことができた。

3.2 平均水質 (表-2 参照)

負荷変更前と負荷変更後の処理水 SS では平均水質の値に多少の増加が見られた。

3.3 脱窒速度 (図-3 参照)

負荷変更前の平均脱窒速度(0～0.50m)は0.09kg/m³/dとなった。最大脱窒速度(0～0.25m)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(0～1.0m)は変更2ヶ月後で0.15kg/m³/d、10ヶ月後で0.13kg/m³/d、14ヶ月後で0.14kg/m³/dとなった。負荷変更後の最大脱窒速度(0～0.25m)は2ヶ月後で0.23kg/m³/d、10ヶ月後で0.33kg/m³/d、14ヶ月後で0.37kg/m³/dとなり、負荷変更後の逆洗方法が確立されてからは、徐々に処理能力が向上してきていることがわかる。

3.4 発生汚泥量 (図-4 参照)

負荷変更前は5.49gBOD/d、負荷変更後は10.98gBOD/dの酢酸を添加し、BOD除去率は変更前97%程度に対し、変更後95%程度である為、負荷変更前では5.32g除去BOD/d、負荷変更後では10.39g除去BOD/dが脱窒に利用された。

発生汚泥量は負荷変更前は平均0.09kgSS/kg除去BOD/d、負荷変更前は0.11kgSS/kg除去BOD/dとなった。

負荷変更後、逆洗方法が確立するまでは浮上ろ材での発生汚泥量が多くなっている。これは、リングレースで有効な表面積を確保できず処理能力が低下し、浮上ろ材の負荷が増大したためと考えられる。その後、逆洗方法を確立してからは、リングレースで脱窒をほぼ終了することができ、浮上ろ材への負荷が低減したため発生汚泥量は徐々に少なくなっている。

4.まとめ

負荷変更前は脱窒がリングレース部分で終了し、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、負荷変更2ヵ月後では脱窒が浮上ろ材とリングレース全体で行われ、反応槽に余裕の無い状態であった。しかし、リングレースの逆洗強度を上げる事によって表面積を確保でき、脱窒が改善した。今後は適正な負荷での運転や、脱窒速度の向上などを目指したい。

表-2 平均水質

水質項目	原水	処理水	
		変更前	変更後
pH (—)	6.6	7.9	7.5
アルカリ度 (mg/l)	66.3	266.9	237.1
BOD (mg/l)	200	6.3	10.8
COD _{Cr} (mg/l)	—	17.0	23.0
COD _{Mn} (mg/l)	—	5.3	6.9
NO _x -N (mg/l)	38.9	0.4	0.9
NO ₂ -N (mg/l)	—	0.0	0.2
NO ₃ -N (mg/l)	38.9	0.4	0.7
PO ₄ ³⁻ -P (mg/l)	2.3	1.8	1.7
SS (mg/l)	—	3.5	5.3
NO _x -N 除去率	—	99.0	97.7

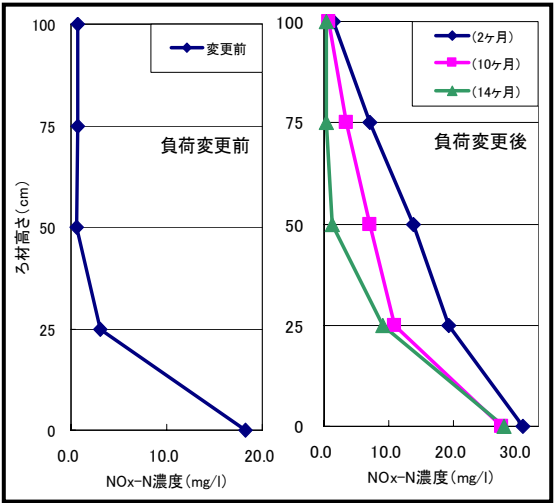


図-3 縦方向水質分析

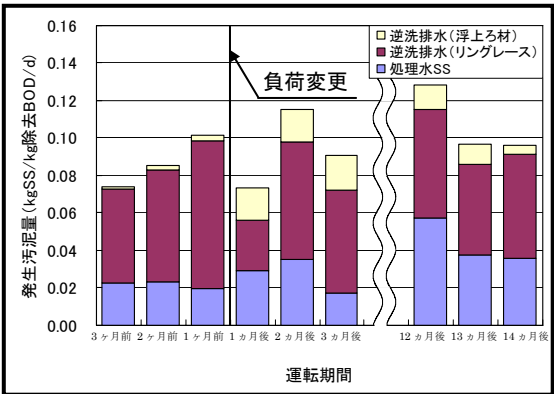


図-4 発生汚泥量