

逆洗低減を目的とした二層式硝化・脱窒実験

日本大学大学院 学生会員 ○田母神 維孝 (株) 日水コン 正会員 白潟 良一
 日本大学大学院 学生会員 吉村友次郎 (株) 日水コン 福田 友一
 日本大学工学部 正会員 西村 孝

1.はじめに

一般的に生物膜法は逆洗が不可欠な技術である。浮上ろ材、アンスラサイトなどを用いた固定床は目詰まりが生じ易い為、通常 1 回/日の逆洗が必要である。しかし、ろ材の充填率が高く、SS を捕捉できるので沈殿池を必要としない。流動床は、散気による酸素供給と担体攪拌を同時に行うことができるという特徴を有する。さらに、過剰に付着した汚泥を自動的に剥離沈降分離させることが可能であり逆洗は不要である。
 そこで、硝化槽として槽上部に浮上ろ材床、下部に流動床を用いた逆洗頻度を低減させることが可能な二層式の硝化槽を考案し連続実験を行った。
 一方、組合せる脱窒槽としては、槽上部に SS を捕捉できる浮上ろ材床、下部に表面積の大きい、逆洗頻度が 1 回/月程度に低減できるリングレースを用いた二層式の脱窒槽を考案し連続実験を展開した。
 これらの装置（硝化槽 N・脱窒槽 DN）を別々に運転した時の硝化特性と脱窒特性を紹介する。

2.実験方法 (図-1, 表-1 参照)

硝化実験では担体として槽上部に直径 4mmの浮上ろ材(発泡ポリスチレン製)を層厚 375mmにしたろ床、下部には直径 6 mm、厚さ 0.3 mm高さ 3 mmのストロー状ろ材(ポリエチレン製)を層厚 500 mmの流動床とした。流動床は、容積の 22%となるようにろ材を充填した。原水は一般の都市下水を想定した人工下水を用い、NH₄-N濃度 35mg/l 程度となるように塩化アンモニウムを、その他微生物の増殖に必要な無機成分を配合し、BOD源は加えていない。逆洗は浮上ろ材床のみ 1 回/月実施した。
 脱窒実験に使用した担体は槽上部に直径 4mmの浮上ろ材を層厚 500mmにしたろ床、下部に直径 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層厚 500 mmとした。原水は人工下水を用い、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。浮上ろ材床は 2 回/月の逆洗を実施し、リングレースは 1 回/月の逆洗を実施した。

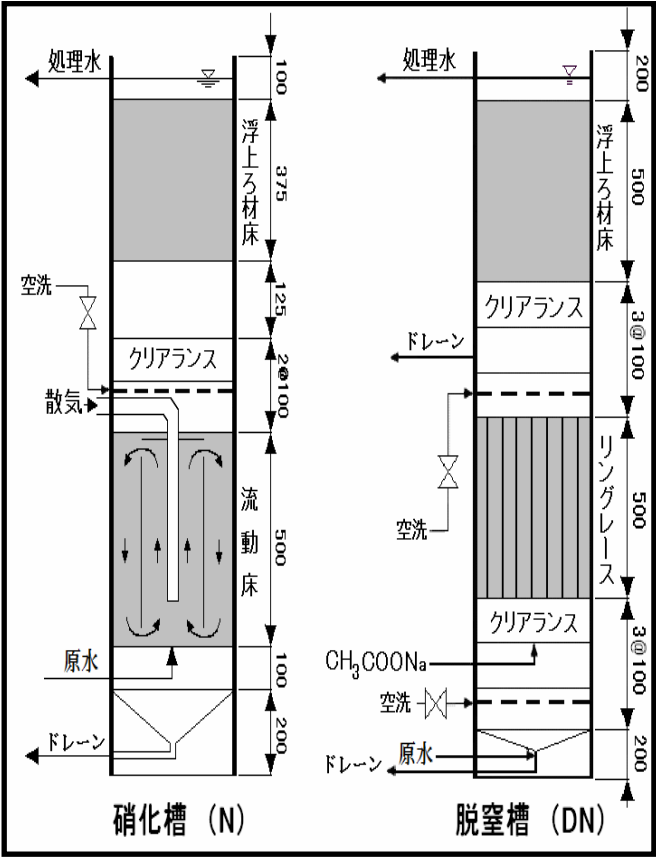


図-1 実験装置概略図

表-1 実験装置仕様

反応槽	硝化槽 (N)		脱窒槽 (DN)	
	上層	下層	上層	下層
装置寸法 (mm)	130 φ×1,400H		130 φ×2,000H	
原水流量 (l/d)	66.4→166.0		66.4	
ろ材高さ (mm)	375	500	500	500
ろ過面積 (m ²)	13.3×10 ⁻³		13.3×10 ⁻³	
反応槽容積 (m ³)	11.6×10 ⁻³		13.3×10 ⁻³	
通水速度 (m/d)	5.0→12.5		5.0	
滞留時間 (hr)	4.8→1.7		4.8	

キーワード 窒素除去、固定床（浮上ろ材、流動床、リングレース）、二層式ろ床、逆洗
 連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部西村研究室 TEL 024-956-8723

両実験共に、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。

3.実験結果及び考察

3.1 NH₄-N経日変化 (図-2 参照)

本実験装置は種汚泥が存在しない為、循環式硝化脱窒実験の逆洗排水を硝化種汚泥として使用し、完全硝化を達成した。運転開始時は通水速度 2.5m/d で運転を行っていたが、5.0m/d、5.5m/d、6.0m/d、6.25m/d と徐々に負荷を増大させていった。その後、12.5m/d に増加させた。増加直後(1～2 日)は7 mg/l 程度残留したが、すぐに完全硝化に至った。

3.2 平均水質 (表-2・3 参照)

硝化実験は、運転開始当初、亜硝酸型での運転を試みた為、原水 pH を高い状態に維持した。図-2 に示すように負荷変更後も安定して運転された。処理水 SS は負荷変更後も 1 mg/l 程度となった。

脱窒実験は、逆洗実施日が近づく と処理水 SS が高くなる傾向(3～6 mg/l)になったが、安定した処理を行うことが出来た。

3.3 縦方向水質分析 (図-3 参照)

硝化実験は通水速度 5.0m/d の時は流動床部分で完全硝化を達成していた為、硝化速度は 0～50cm の位置で 0.35 kg/m³/d となった。その後、通水速度 12.5m/d に増加させた時は、浮上ろ材床にNH₄-N が 4～6 mg/l 程度流入するが、完全硝化に至っている。その為、0～65cm の位置で考えると硝化速度は 0.69 kg/m³/d となる。流動床部分 (0～50cm) では0.77 kg/m³/d となっており、硝化能力に余裕があることが分かる。硝化細菌は旋回流により剥離分離され装置下部のホッパーに貯留される。このため逆洗は行っていない。このとき、NH₄-N 容積負荷は 0.51 kg/m³/d であった。

脱窒実験では、リングレース上部でNO_x-N が 0.8 mg/l 程度まで減少しており、浮上ろ材床はSS の捕捉に使われている。その為、リングレース部分での脱窒速度は 0～50cm の位置で 0.29 kg/m³/d となった。大部分の脱窒が行われているリングレース下部 (0～25cm) では 0.55 kg/m³/d である。このとき、NO_x-N 容積負荷は 0.19 kg/m³/d であった。なお、実装置 (郡山市湖南浄化センター) でもリングレース部分の逆洗は 1 回/月程度で運転している。

4.まとめ

硝化槽・脱窒槽共に異なるろ材を用いて二層式にすることにより、逆洗頻度が大きく低減され、安定した処理が出来た。

今回は別々に運転を行ったが、将来的には合体させ、逆洗頻度の少ない循環式硝化脱窒法の技術の確立を考えている。次の段階としては硝化槽の浮上ろ材床のろ材厚を 50cm (37.5→50.0cm) とし、SS の捕捉と硝化の促進を図れるようにして、原水中に BOD 源を添加して検討する予定である。

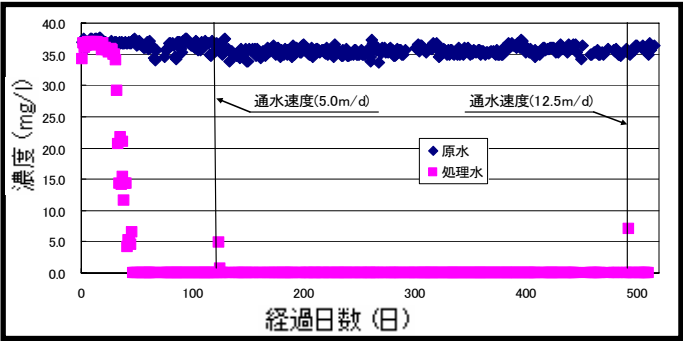


図-2 NH₄-N経日変化

表-2 平均水質 (硝化実験)

水質項目 \ サンプル		原水	処理水
			12.5 m/d
pH	(-)	9.0	7.7
アルカリ度	(mg/l)	414.9	202.2
COD _{Mn}	(mg/l)	—	7.9
NH ₄ -N	(mg/l)	36.3	0.0
NO _x -N	(mg/l)	—	37.1
NO ₂ -N	(mg/l)	—	5.5
NO ₃ -N	(mg/l)	—	29.1
PO ₄ ³⁻ -P	(mg/l)	7.1	6.8
SS	(mg/l)	—	1.0

表-3 平均水質 (脱窒実験)

水質項目 \ サンプル		原水	処理水
			5.0 m/d
pH	(-)	6.6	7.6
アルカリ度	(mg/l)	55.0	235.1
BOD	(mg/l)	—	10.9
COD _{cr}	(mg/l)	—	22.6
COD _{Mn}	(mg/l)	—	5.7
NO _x -N	(mg/l)	39.7	1.8
NO ₂ -N	(mg/l)	—	0.4
NO ₃ -N	(mg/l)	39.7	1.4
PO ₄ ³⁻ -P	(mg/l)	2.3	1.8
SS	(mg/l)	—	4.9
NO _x -N 除去率 (%)		—	95.5

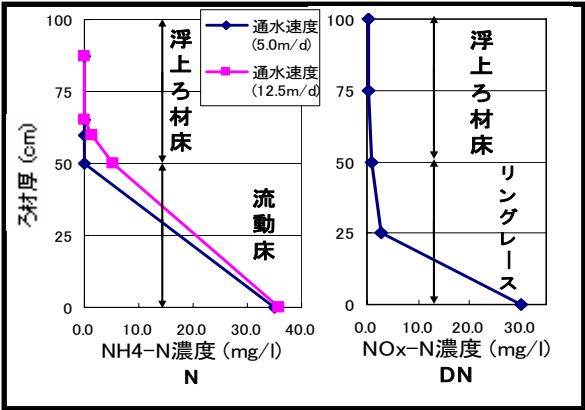


図-3 縦方向水質分析