

浮上ろ材を用いた循環式硝化脱窒法の初期運転

日本大学工学部 学生員 雫 哲洋 日本大学工学部 学生員 手塚 将貴
 (株)日水コン 正会員 白潟 良一 日本大学工学部 正会員 西村 孝

1. はじめに

浮上ろ材を用いた循環式硝化脱窒法は、浮上ろ材に硝化・脱窒細菌を付着させた生物膜ろ過による窒素除去法である。また、沈殿池がないためバルキング等の汚泥管理が不要で、維持管理も容易なことから小規模下水処理場に適しているプロセスと考えられる。

本論文では、ろ材粒径の比較を行うとともに、短期間での定常安定運転への移行方法を検討した結果を報告する。

2. 実験装置及び方法

本実験では、硝化槽・脱窒槽を搭状に組んだ、全長4mの縦型の実験装置を2槽設計し、硝化槽に2mmの浮上ろ材を用いたものを1系、4mmを用いたものを2系とし、脱窒槽にはそれぞれ4mmの浮上ろ材を用いた。また、硝化槽下部及び逆洗を考慮し脱窒槽下部にも散気装置を設けた。この散気装置は、硝化・脱窒細菌を適正な位置に付着させる役割を持っている。

処理工程は、原水 Q_s と循環水を混合させ、脱窒槽下部より流入する上向流方式とした。循環量を $3Q_s$ 、槽内温度を 20°C 、設計流量を 50L/d とする。原水は一般の都市下水を想定した人工下水を用い、T-N 濃度 40mg/l となるように塩化アンモニウムとポリペプトンを、BOD 濃度 200mg/l となるように酢酸ナトリウムを配合した。実験装置仕様を表-1、実験装置概略図を図-1に示す。

ろ過機能の回復を目的に逆洗を1回/日行い、硝化槽・脱窒槽別々に、空洗と水洗を行う。逆洗により剥離した汚泥は、循環工程、逆洗用循環工程を用いて脱窒槽下部に設けた汚泥貯留槽に返送する。返送させた汚泥は、脱窒の促進や循環水の DO 消費として利用される。

3. 実験結果

本実験は平成14年6月10日より運転を開始した。その後装置の不備な点を改造し、9月8日から定常運転に入った。その運転結果について述べる。

キーワード：脱窒技術、浮上ろ材、初期運転、硝化速度、脱窒速度

連絡先：〒963-8642 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 TEL024-956-8723

表-1 実験装置仕様

反応槽形式	硝化槽	脱窒槽
寸法 (mm)	78Φ×4000H	
原水流量 (l/d)	50.0	
循環流量 (l/d)	3.0 Q_s	
ろ材高さ (mm)	1000	2000
ろ過面積 (m^2)	4.8×10 ⁻³	
反応槽容積 (m^3)	4.78×10 ⁻³	9.55×10 ⁻³
通水速度 (m/d)	10.5	
滞留時間 (hr)	2.3	4.6
ろ材	浮上ろ材 (2mm、4mm)	浮上ろ材 (4mm)

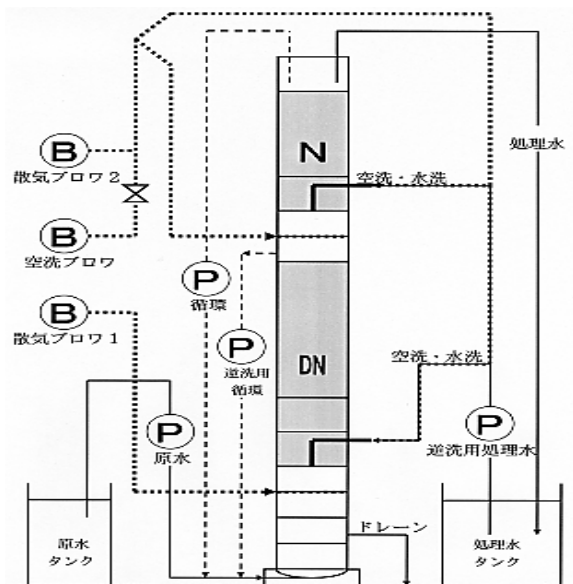


図-1 実験装置概略図

(1) 処理成績

9月8日から脱窒槽下部からのみ散気を行ったが、4週間経過後も硝化反応が進行しなかったため、硝化槽下部と脱窒槽下部の両方から散気を行ったところ、1系は約2週間で完全硝化が亜硝酸型で達成し、2系は約4週間で硝化が進行し始めた。この時、循環工程は停止させていた。1系完全硝化達成後に縦方向分析を行ったところ、硝化が脱窒槽で行われていたため、脱窒槽下部からの散気を止め通常運転に戻した。その後、硝化処理性能に影響を及ぼしたが、1系は完全硝化が

達成された。一方、2系では硝化は進行したが完全硝化まで至らなかった。2系が1系に比べ硝化が進行しないのは、粒径の相違による表面積の差が起因しているものと思われる。平成15年1月から硝化形式が、亜硝酸型から硝酸型へと移行し始めた。それに伴い処理性能が悪化した。その後、約6週間で1系は硝酸型で完全硝化を達成したが、2系は硝化の進行が見られなかった。固定床では、硝酸型に移行するのに時間を要し、今後の検討課題としたい。硝化槽流入COD_{Cr}を測定した結果、1系は26.4mg/l、2系では49.9mg/lと1系の約2倍の有機物が残留していた。したがって、2系の硝化槽で酸化能力が不足し、有機物の除去が優先され硝化を行うスペースが減少していたと思われる。このため、2系の循環工程に硝酸NO₃を注入し、強制的に脱窒による有機物除去を行い、硝化槽に流入する有機物を減少させ硝化の促進を図った。注入する硝酸濃度は十分な脱窒が行える硝酸濃度とした。その結果2系は硝酸注入後、約2週間で完全硝化を達成した。表-2に1系が完全硝化を達成した以降の平均水質を、図-2にNH₄-N経日変化を示す。

(2) 硝化速度及び脱窒速度

本実験の処理性能を検討するため、1系の硝化・脱窒速度を求めた。図-3に層内の挙動を示す。硝化速度は流入(硝化槽最下部グラブサンプル)~処理水(コンポジットサンプル)から求めると0.34 kg/m³・d、流入~流出水(硝化槽最上部グラブサンプル)から求めると0.20 kg/m³・dであった。一方、脱窒速度では流入(脱窒槽最下部グラブサンプル)~流出水(脱窒槽最上部グラブサンプル)から求めると0.10 kg/m³・d、脱窒槽のろ材高さ半分の1mで脱窒が終了していると判断すると0.19 kg/m³・dであった。2系においても今後検討する予定である。

4. まとめ

本実験を通してBOD除去率は98%、T-N除去率は77%と優れた結果が得られた。硝化性能は、ろ材粒径による表面積の相違から2mmの方が優れていたが、運転管理は困難を伴った。本処理法は、初期運転で細菌を適正な位置に付着させることが必要である。本実験で行った以下の方法は初期運転時、硝化の促進を図るのに有効であった。

- 脱窒槽・硝化槽別々に散気すること。
- 脱窒槽下部に硝酸を注入し有機物を除去すること。

以上の二方法について経済性、運転管理の面も考慮して初期運転方法を確立し、本処理法の有効性を検討していきたい。

表-2 平均水質

	原水	1系処理水	2系処理水
pH	7.8	7.7	8.0
アルカリ度 (mg/l)	246.1	156.5	205.5
BOD (mg/l)	173.2	3.0	4.1
COD _{Cr} (mg/l)	271.4	13.9	15.2
COD _{Mn} (mg/l)	22.0	4.2	5.2
T-N (mg/l)	38.5	8.7	20.0
NH ₄ -N (mg/l)	30.7	0.0	12.6
Org-N (mg/l)	7.8	0.5	1.6
NO _x -N (mg/l)	-	8.2	5.8
BOD除去率 (%)		98	98
COD _{Cr} 除去率 (%)		95	94
T-N除去率 (%)		77	48

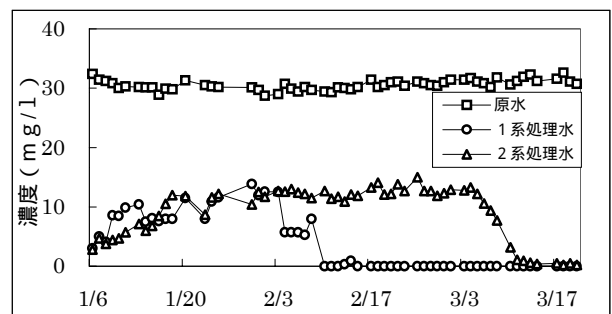
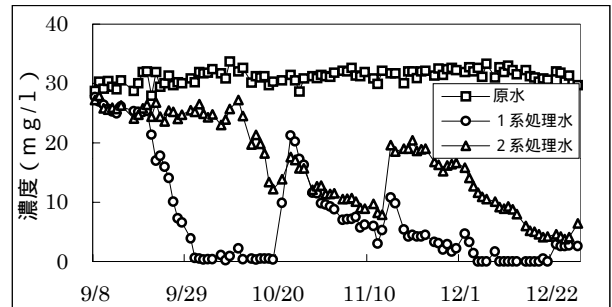
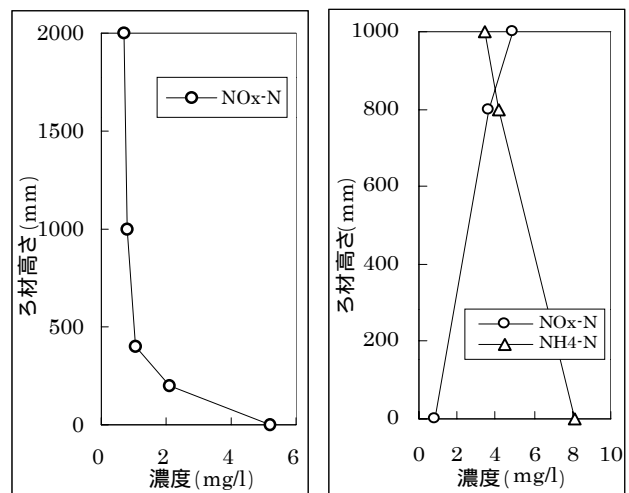


図-2 NH₄-N経日変化



脱窒槽 硝化槽

図-3 層内の挙動