

VII-40

固定床縦型硝化脱窒法の研究

日本大学大学院 学生員 ○手塚 将貴 日本大学大学院 学生員 栗 哲洋
 (株) 日水コン 正会員 白潟 良一

1. はじめに

固定床縦型硝化脱窒法は、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、沈殿地がないためバルキング等の污泥管理が不要で、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。

本処理法は硝化槽・脱窒槽を縦方向に組んでいるため、初期運転時に硝化・脱窒細菌を適正な位置に付着・増殖させ、短期間で定常運転に移行する必要がある。

本論文は、脱窒槽下部より NaNO_3 を添加し硝化・脱窒の促進を図る初期運転方法及びろ材粒径による処理性能の比較について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

本実験では、硝化槽 1m・脱窒槽 2m を搭状に組み、全長 4m の縦型の実験装置を 2 槽用意した。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 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。

処理工程は、原水 Q_s と循環水 $3Q_s$ を混合させ、脱窒槽下部より流入する上向流方式とし、槽内温度を 20°C 、設計流量を 50L/d とした。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。 NaNO_3 は原水 BOD に対し十分な量を循環工程より添加した。表-1 に実験装置仕様、図-1 に実験装置概略図を示す。

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、空洗及び水洗を行った。逆洗により剥離した污泥は、循環工程、逆洗用循環工程を用いて脱窒槽下部に設けた污泥貯留槽に返送し、返送された污泥は DO 消費及び脱窒の促進に利用される。

3. 実験結果

本実験は平成 14 年 9 月 8 から開始し、継続して運転を行った。初期運転時に硝化槽・脱窒槽別々に散気したところ、1 系では完全硝化を達成し、定常運転に移行した。一方、2 系は不完全な硝化で $\text{NH}_4\text{-N}$ が約 12mg/l

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)

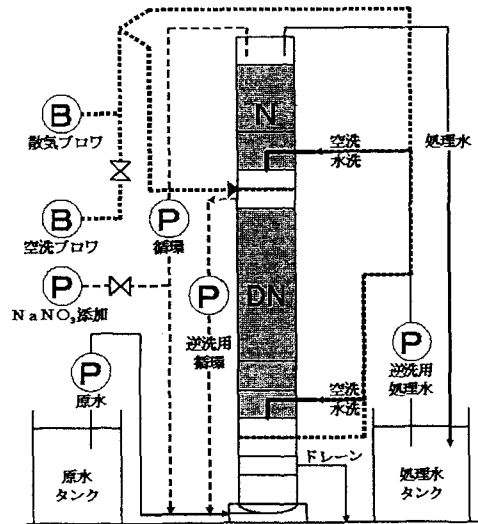


図-1 実験装置概略図

残留した。そのため、平成 15 年 2 月 23 日から脱窒槽に NaNO_3 を添加し、強制的に脱窒させ、硝化の促進を図った。その運転結果について述べる。

(1) 処理成績

NaNO_3 添加 1 日目の硝化槽流入 COD_{Cr} が 36.2mg/l だったのに対し、10 日目には 16.6mg/l まで減少し、脱窒の進行が見られた。12 日目から $\text{NH}_4\text{-N}$ が 1 日に約 1mg/l の割合で減少するようになり、20 日目にはほぼ

完全硝化を達成した。このとき、硝化形式は硝酸型であった。その後、約 2 週間 NaNO_3 の添加を継続し、35 日目に添加を中止した。45 日目から 47 日にかけて原水の配合ミスにより $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷が低くなり、負荷を戻したところ $\text{NH}_4\text{-N}$ が残留した。51 日目には $\text{NH}_4\text{-N}$ が 9.2mg/l まで上昇したため、52 日目に再び NaNO_3 の添加を開始した。53 日目から $\text{NH}_4\text{-N}$ が減少し、58 日目に完全硝化した。62 日目に NaNO_3 が添加されず、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が残留した。その後、装置の不備な点を改善し、66 日目に完全硝化した。71 日目に NaNO_3 の添加を中止すると、72 日目に $\text{NH}_4\text{-N}$ が残留した。74 日目に NaNO_3 の添加を再開し 79 日目に完全硝化した。その後、約 2 週間 NaNO_3 の添加を継続し、90 日目に添加を中止した。107 日目に再び $\text{NH}_4\text{-N}$ が残留するようになり、117 日目には NaNO_3 を添加する前と同等の値まで戻ってしまった。その後、硝化は不安定であった。表-2 に平均水質を、図-2 に $\text{NH}_4\text{-N}$ の経日変化を示す。ただし、2 系は NaNO_3 添加を中止してから $\text{NH}_4\text{-N}$ が残留するまでの平均水質である。

(2) 脱窒槽最上部 COD_{Cr} の比較

2 系は NaNO_3 を添加時には完全硝化するが、添加を中止すると $\text{NH}_4\text{-N}$ が残留するため、1 系・2 系の脱窒槽最上部 COD_{Cr} の比較を行った。

1 系・2 系の脱窒槽流入 COD_{Cr} は 50mg/l とほぼ同等の値であった。1 系脱窒槽最上部 COD_{Cr} は 21.6mg/l ~ 41.3mg/l であった。2 系では NaNO_3 添加時には 6.7 ~ 12.2mg/l であったのに対し、添加を中止すると脱窒槽で有機物が除去されなくなり、硝化槽に流入する有機物量が徐々に増加するようになった。脱窒槽最上部 COD_{Cr} で 30mg/l を上回ると $\text{NH}_4\text{-N}$ が残留するようになった。最終的に 45mg/l まで残留するようになり、脱窒槽で有機物がほとんど除去されなくなった。図-3 に 1 系・2 系脱窒槽最上部 COD_{Cr} の比較を示す。

4. まとめ

1 系は両面曝気(硝化槽・脱窒槽)する方法で、BOD 除去率 98%、T-N 除去率 79% と優れた結果が得られた。一方 2 系は NaNO_3 を添加する方法で、以下のことが実証された。

①脱窒槽下部より NaNO_3 を添加することは硝化・脱窒促進が図れ、初期運転時に有効な方法であった。また、 NaNO_3 は完全硝化達成後に添加を中止するだけで定常運転に移行できるため、運転管理が容易である。

表-2 平均水質

	原水	1系 処理水	2系 処理水
pH (—)	7.8	8.1	7.9
アルカリ度 (mg/l)	193.6	147.8	153.3
BOD (mg/l)	160.7	2.9	3.0
COD_{Cr} (mg/l)	266.8	13.9	—
COD_{Mn} (mg/l)	24.2	2.9	3.1
T-N (mg/l)	39.1	8.1	8.4
$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/l)	31.1	0.0	0.0
Org-N (mg/l)	8.0	0.6	0.5
$\text{NO}_x\text{-N}$ (mg/l)	—	7.5	7.9
BOD 除去率 (%)		98	98
COD_{Cr} 除去率 (%)		95	—
T-N 除去率 (%)		79	79

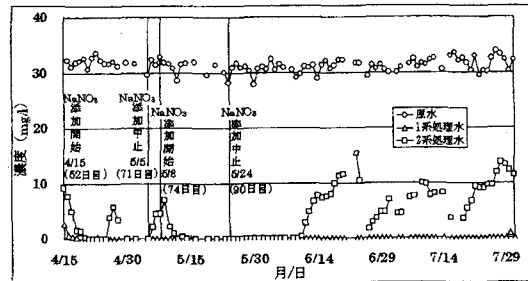
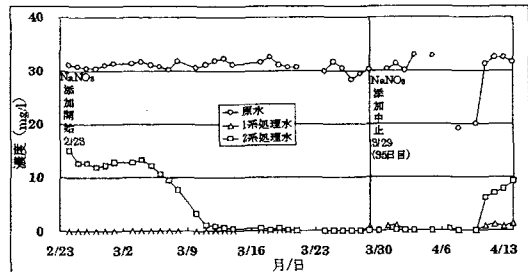


図-2 $\text{NH}_4\text{-N}$ 経日変化

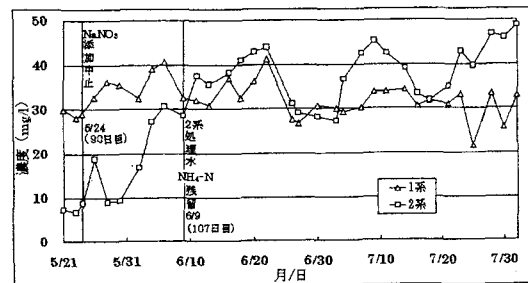


図-3 1系・2系脱窒槽最上部 COD_{Cr} の比較

②硝化槽のろ材粒径の相違により硝化能力に差があることが確認できた。2 系は 1 系と比較してろ材表面積が小さく、硝化能力も劣るため、 NaNO_3 添加時には完全硝化するが添加を中止し、脱窒槽最上部 COD_{Cr} が 30mg/l を上回ると $\text{NH}_4\text{-N}$ が残留した。