

浮上担体式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 本田 英生
日本大学工学部 正会員 西村 孝

1. はじめに

浮上担体式縦型硝化脱窒法は、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技術である。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用しているプロセスと考えられる。

ところが、本処理法のように縦方向に配置した固定床の硝化脱窒法では初期運転に手間取り、定常運転に移行するまでに時間を要する場合がある。

固定床型処理は、浮遊性と異なり、硝化液のみを循環させるため硝化・脱窒細菌は移動しない。そのため、適切な位置に必要な細菌を付着させる必要がある。それに対し、浮遊性処理の場合は系内に必要な細菌を保持すればよい。

循環式硝化脱窒法は、原水中の BOD(有機物)を炭素源として利用し、脱窒を行うものであり、脱窒槽で BOD をできる限り消費し、硝化を効率的に促進させる方式である。

本研究は、初期運転時に脱窒槽でBODを合理的に消費し、硝化を促進させるため、 NaNO_3 (硝酸ソーダ) を添加して運転した。その初期運転方法について報告する。

2. 実験方法 (図-1、表-1 参照)

実験装置は、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 系列用意した。硝化槽・脱窒槽ともに 4mm の浮上ろ材を充填し、循環量は原水に対して 1 系は 3 倍、2 系は 4 倍とした。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、設計流量の 50l/d を運転開始より通水した。槽内水温は $20 \pm 1^\circ\text{C}$ にコントロールした。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、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 は循環工程より添加した。

逆洗はろ過機能の回復を目的とし、1 段 20cm の逆洗ユニ

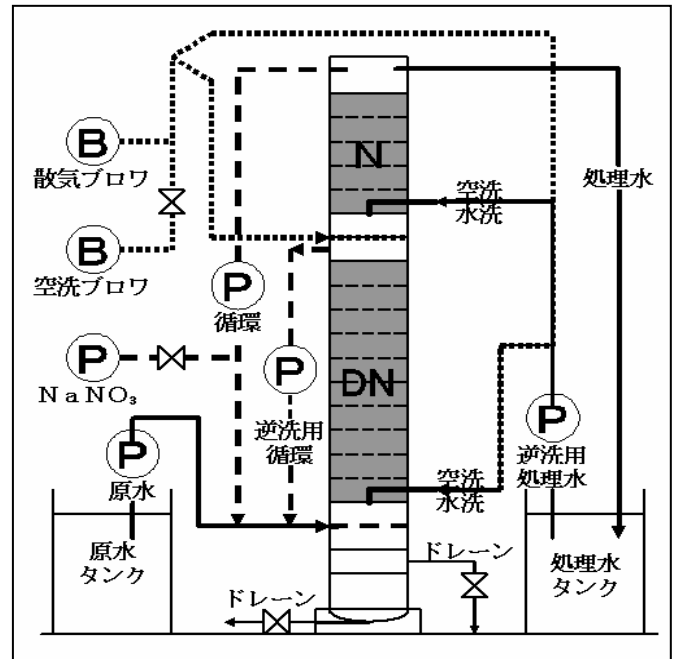


図-1 実験装置概略図

表-1 実験装置仕様

反応槽形式	硝化槽	脱窒槽
直径×全長 (mm)	78φ×4000H	
原水流量 (l/d)	50.0	
循環量 (l/d)	1系: 150(3Qs)、2系 200(4Qs)	
ろ材高さ (mm)	1000	2000
ろ過面積 (m ²)	4.8×10 ⁻³	
反応槽容積 (m ³)	4.8×10 ⁻³	9.6×10 ⁻³
通水速度 (m/d)	10.5	
滞留時間 (hr)	2.3	4.6
担体	浮上ろ材 (粒径: 4mm)	

ットを全槽に設け、空洗及び水洗を 1 回/日行った。逆洗で剥離した汚泥は、循環工程・逆洗用循環工程により、脱窒槽下部に設けた汚泥貯留槽に返送される。

3. 実験結果

(1) Run1~Run5 実験結果

Run1(H16.7.14~H16.8.22)から Run 4 (H16.10.25~H16.11.16)までは、 NaNO_3 添加量を原水BODに対して化学量論的に必要な量の 2 倍まで増加させて運転した。

NaNO_3 添加量を増加させ、脱窒槽でのBOD消費量の増

キーワード：窒素除去、浮上ろ材、生物膜ろ過、固定床型処理、循環式硝化脱窒法

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 TEL 024-956-8723

加を図った。しかし、循環水により添加した NaNO_3 が希釈され、十分な効果を発揮することができなかつたと思われ、硝化の進行も見られなかつた。

Run5(H16.10.25～H16.11.6)では、水理的な負荷の軽減を図り、循環工程を停止させた。循環工程の停止により、脱窒槽 COD_{Cr} 除去率が43%程度となり、Run4と比較すると低い値を示した(表-3参照)。DOの持ち込みがなくなったためと思われる。その後も硝化の進行が見られないため運転を終了した。

(2) Run6 実験結果

Run6(H16.11.17～H16.12.29)では、 NaNO_3 添加量を原水BODに対して化学量論的に必要な量の3倍を添加した。脱窒槽 COD_{Cr} 除去率が両系列ともに60%程度となり、1系では10日目より、2系では24日目より $\text{NO}_2\text{-N}$ が上昇し、亜硝酸型で硝化が進行した(図-2参照)。しかし、両系列ともに硝化が50～60%になると硝化の進行が見られなくなった。これは、硝化型式が亜硝酸型から硝酸型への遷移時期にあるものと思われる。

(3) Run7 実験結果

Run6(H17.1.5～H17.3.10)では、Run6において硝化が50～60%進行したため、循環工程を稼働させた。さらに添加している NaNO_3 と循環による $\text{NO}_x\text{-N}$ により、脱窒槽で有機物の消費を図った。脱窒槽 COD_{Cr} 除去率が両系列ともに80%以上となり、約2ヵ月後に完全硝化を達成した(図-3参照)。

固定床型処理方式の場合、アンモニア酸化細菌(亜硝酸菌)と亜硝酸酸化細菌(硝酸菌)の世代交代に時間を要すると考えられる。この点については、逆洗方法と関係があると思われ、今後の検討課題としたい。

処理成績を比較すると、循環量の多い2系の処理成績が優れていた。また、 $\text{BOD} \cdot \text{COD}_{\text{Cr}} \cdot \text{COD}_{\text{Mn}}$ は1系が高く、 $\text{NO}_2\text{-N}$ が多く残留しているためと思われる(表-2参照)。但し、表-2平均水質は、両系列ともに完全硝化を達成したときのものである。

4. まとめ

本実験結果から次の結果が得られた。

- ① NaNO_3 添加による初期運転方法は、適切な位置に必要な細菌を付着させることが出来るため、有効な方法であると思われる。
- ② 流入 COD_{Cr} に対して50～60%程度を脱窒槽で除去し、循環工程を稼働させることにより硝化の促進が図れることができた。

表-2 平均水質

水質項目	サンプル	原水	1系 処理水	2系 処理水
	pH	(-)	7.5	7.9
アルカリ度	(mg/l)	145.8	173.0	164.0
BOD	(mg/l)	207.3	32.7	28.7
COD_{Cr}	(mg/l)	297.2	20.0	16.3
COD_{Mn}	(mg/l)	22.9	10.1	8.9
T-N	(mg/l)	40.5	9.4	7.7
$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	(mg/l)	31.7	0.0	0.0
Org-N	(mg/l)	8.8	2.0	1.4
$\text{NO}_x^- - \text{N}$	(mg/l)	-	7.4	6.3
$\text{NO}_2^- - \text{N}$	(mg/l)	-	5.4	3.0
$\text{NO}_3^- - \text{N}$	(mg/l)	-	2.0	3.3
$\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$	(mg/l)	6.7	5.4	5.4
SS	(mg/l)	-	1.6	1.2
BOD 除去率	(%)		84.2	86.2
COD_{Cr} 除去率	(%)		93.3	94.5
T-N 除去率	(%)		76.8	81.0

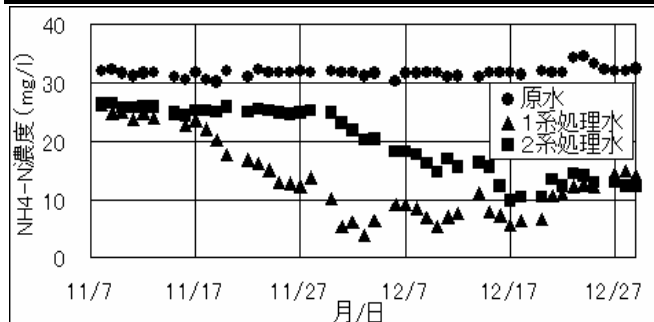


図-2 Run6 $\text{NH}_4\text{-N}$ 経日変化

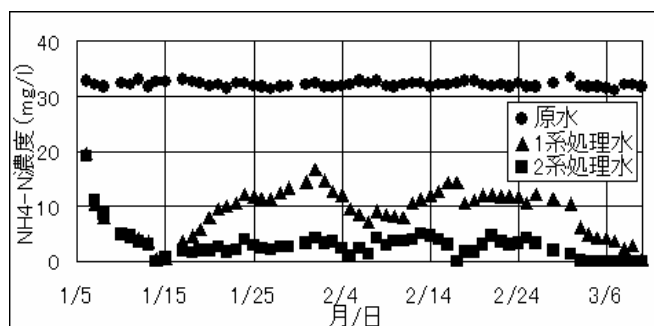


図-3 Run7 $\text{NH}_4\text{-N}$ 経日変化

表-3 脱窒槽 COD_{Cr} 除去率

Run	1系 (%)	2系 (%)
1～4	40.8～50.6	40.3～52.0
5	42.7	43.6
6	58.2	56.3
7	80.1	82.2