

日本大学大学院 学生員 ○手塚 将貴
 日本大学工学部 正会員 西村 孝
 (株) 日水コン 正会員 白湯 良一
 山岡工業 (株) 山岡 和男

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である。

本研究は、運転初期にBODを合理的に消費して、硝化を促進させるため、脱窒槽にNaNO₃(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

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±1°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ボリペプトン、BOD濃度200mg/lとなるように酢酸ナトリウムを配合した。NaNO₃は循環工程より添加した。

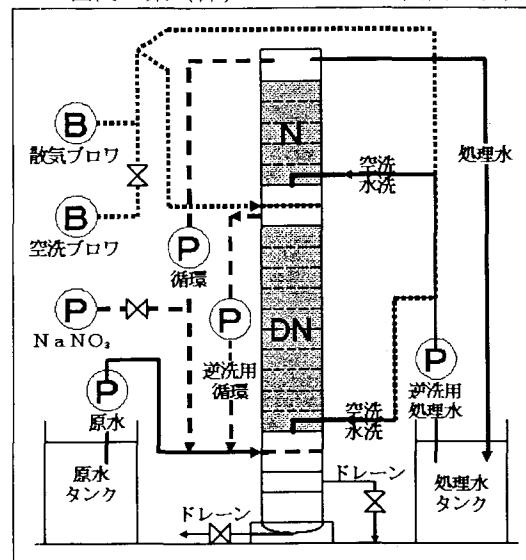


図-1 実験装置概略図

表-1 実験装置仕様

反応槽形式	硝化槽	脱窒槽
寸法 (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)	4.78×10 ⁻³	9.55×10 ⁻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)	

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される。

3. 実験結果

Run1(H16.7.14～H16.8.22)からRun4(H16.10.25～H16.11.16)までは、NaNO₃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。NaNO₃ 添加量を増加させることで、脱窒槽でのBOD消費量の増加を図った。しかし、循環水により添加したNaNO₃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る。Run5(H16.10.25～H16.11.6)では、水理学的な負荷の軽減を図り、循環工程を停止させた。Run6(H16.11.7～H16.12.29)は3倍までNaNO₃の添加量を増加させて運転を行つた。本報告では、Run5～Run6の結果について報告する。

(1) Run5 実験結果

平成16年10月24日より循環工程を停止して運転を行つた。4日目以降、脱窒槽での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。循環工程の停止により、DOの持ち込みがなくなつたためと思われる。その後も硝化の進行が見られないと運転を終了した。

(2) Run6 実験結果

平成16年11月6日よりNaNO₃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。4日目以降、脱窒槽でのCOD_{Cr}除去率が両系列ともに60%程度となつた。10日目以降、1系においてNH₄-Nが1日で1～2mg/lずつ減少し、それに伴いNO₂-Nが上昇した。その後、亜硝酸型で硝化の進行が見られた。24日目以降、2系においてもNH₄-Nが1日で1～2mg/lずつ減少するようになり、1系と同様に亜硝酸型で硝化の進行が見られた。1系においてNH₄-Nが約10mg/lになると硝化の進行が見られなくなつた。硝化形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た。

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、今後の検討課題としたい。その後も不完全な硝化となり、NH₄-Nが残留した。両系列の処理水BOD・COD_{Cr}・COD_{Mn}を比較すると、NO₂-Nが多く残留している1系の値が高くなっている。表-2にRun6平均水質、図-2にRun6 NH₄-N経日変化、表-3に脱窒槽COD_{Cr}除去率を示す。

4.まとめ

本実験結果から、NaNO₃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

表-2 Run6 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	(-)	7.3	7.7	8.1
アルカリ度	(mg/l)	144.5	160.8	198.9
BOD	(mg/l)	194.6	46.3	28.7
COD _{Cr}	(mg/l)	285.9	32.3	24.0
COD _{Mn}	(mg/l)	22.9	20.7	15.2
T-N	(mg/l)	39.2	28.0	30.4
NH ₄ -N	(mg/l)	31.7	13.5	19.7
Org-N	(mg/l)	7.5	2.0	0.5
NO _x -N	(mg/l)	—	12.5	8.5
NO ₂ -N	(mg/l)	—	13.5	6.5
NO ₃ -N	(mg/l)	—	2.3	2.2
O-P	(mg/l)	6.8	5.3	6.7
SS	(mg/l)	—	5.0	5.1
BOD除去率	(%)	76.2	85.3	
COD _{Cr} 除去率	(%)	88.7	91.6	
COD _{Mn} 除去率	(%)	28.6	22.4	

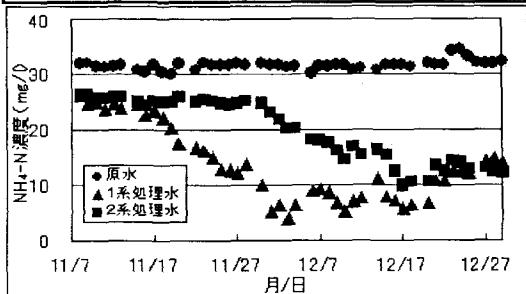


図-2 Run6 NH₄-N 経日変化

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

るため、有効な方法であると思われる。初期運転では、循環工程を停止して水理学的負荷の低減を図り流入BODに対して60%程度を脱窒槽で除去することで硝化の促進が図れることが確認できた。

さらに、現在では、循環工程を稼動させ、硝化の進行を促進している。

固定床型処理方式では、浮遊性処理に比べて付着細菌の世代交代に多くの時間を要するように思われる。