

固定床縦型循環式硝化脱窒法の研究

日本大学大学院 学生会員 ○吉村 友次郎
日本大学大学院 学生会員 田母神 維孝
日本大学工学部 正会員 西村 孝

1. はじめに

固定床縦型循環式硝化脱窒法は、浮上担体に硝化・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。縦方向に硝化槽、脱窒槽が設置され、硝化液のみが循環し、硝化・脱窒細菌は移動しないプロセスである。必要な位置に必要な量の細菌を付着させる工夫、循環液のDO コントロール方法、適切な逆洗方法の確立などが望まれている。

一般に、窒素除去を必要とする場合、寒冷地（水温 10℃前後）・閉鎖性水域での水道水源対策として求められる場合が多い。

脱窒槽下部の汚泥ホッパーに汚泥を貯留する方法を検討した。最初に、〔Ⅰ〕方式として汚泥ホッパーに単に汚泥を貯留したまま続運転を行った。その後、〔Ⅱ〕方式として原水及び循環液を下部より混合流入させ、汚泥を定期的に引抜くようにして運転を行った。

その比較検討結果について報告する。

2. 実験方法（図-1・表-1 参照）

実験装置は、硝化槽を 2m、脱窒槽を 1m とする全長 4m の縦型の装置を用いた。硝化槽・脱窒槽ともに担体は直径 4mm の発泡ポリスチレン製球状ろ材を用いた。比重は 0.1 程度、充填率は 50%程度である。

原水は一般の都市下水を想定した人工下水を用い、BOD 濃度 100mg/l となるように酢酸ナトリウムを、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配合した。槽内水温は 20℃となるように温度コントロールした。

運転方式は原水Qsと循環液 3Qsを混合し、装置下部から流入させ、硝化槽上部で処理水を得る上向流方式である。逆洗は 1 回/週行った。汚泥を引抜く際は、逆洗の翌日に脱窒槽の下部の汚泥ホッパーからの排出を行った。

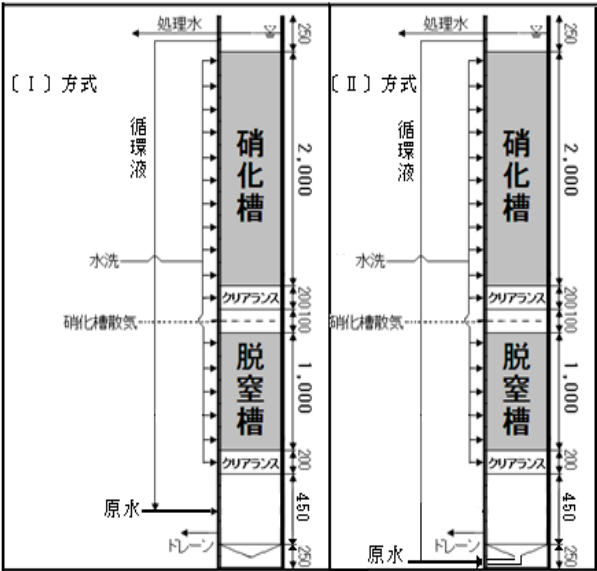


図-1 実験装置概略図

表-1 実験装置仕様

反応槽形式	硝化槽(N)	脱窒槽(DN)
装置寸法 (mm)	78φ×4,500H	
原水流量 (l/d)	Qs (50.0)	
循環流量 (l/d)	3Qs (150.0)	
ろ材高さ (mm)	2,000	1,000
ろ過面積 (m ²)	4.78×10 ⁻³	
反応槽容積 (m ³)	9.56×10 ⁻³	4.78×10 ⁻³
通水速度 (m/d)	10.5	
滞留時間 (hr)	4.6	2.3

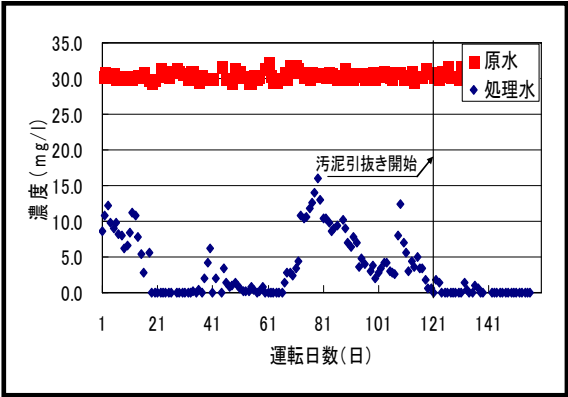


図-2 NH₄-N経日変化

キーワード：窒素除去、浮上ろ材、生物膜ろ過、固定床、縦型循環式硝化脱窒法

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

3. 結果及び考察

3.1 NH₄-N経日変化と逆洗方法（図-2 参照）

汚泥の引抜きを行わずに運転をしていたが、完全硝化に至りながらも安定性に欠ける運転であった。だが、汚泥の引抜きと通水位置の変更を行った後は、安定した運転が行えた。これは、汚泥を溜めてしまうことで脱窒槽汚泥ホッパーが嫌氣的になってしまい、わずかな硫化物が発生してしまい硝化細菌に悪影響を与えたと考えられる。また、安定した運転には適切な逆洗方法も重要であり、本実験のように縦型に配置した場合の逆洗では、硝化・脱窒細菌の混在を出来るだけ生じないような方法で行う必要がある。

3.2 脱窒槽 COD_{Cr} 除去率（図-3 参照）

脱窒槽での COD_{Cr} 除去率は実験を通して、80%程度と高い値で運転が継続している。だが、〔I〕方式では、長期間の汚泥貯留により硫酸塩還元細菌の発生により硝化細菌に悪影響を及ぼしていると考えられる。

3.3 縦方向水質分析（図-4 参照）

硝化槽の完全硝化達成位置は汚泥貯留方法と引抜き方法では、共に 2mでの完全硝化であった。この時の硝化槽全体での硝化速度は、0.14kg/m³/day程度となった。

脱窒槽は汚泥貯留での方法と引抜き方法共に脱窒槽下部で脱窒がほとんど終了していることがわかる。これは、浮上ろ材の充填率が高いため、有機物が脱窒槽下部で捕捉されて脱窒が行われてしまい、脱窒槽が有効に使われていない。このプロセスの安定化の為に、ステップ脱窒（循環液分割）が有効であると考えられる。この時の脱窒槽全体の脱窒速度は 0.12kg/m³/day程度であった。

4. まとめ

硝化細菌は環境の変化に敏感で、硫化水素が微量でも存在すると活性度は低下する。縦型循環式硝化脱窒法での脱窒槽下部の単純な汚泥貯留は、不完全硝化をまねきやすい。そのためにも〔II〕方式のように原水と循環液は汚泥貯留部下部から混合流入させることが重要である。循環液の溶存酸素消費にも有効である。また、硝化・脱窒細菌の混在を生じさせないような適切な逆洗を行うことも、縦型に配置したプロセスでは重要である。

表-2 平均水質

水質項目		原水	処理水	
			〔I〕方式	〔II〕方式
pH	(—)	7.7	7.4	7.5
アルカリ度	(mg/l)	183.4	100.1	98.2
BOD	(mg/l)	104.6	5.3	6.5
COD _{Cr}	(mg/l)	176.4	12.9	15.6
COD _{Mn}	(mg/l)	22.2	8.0	9.9
T-N	(mg/l)	38.8	9.4	9.4
NH ₄ -N	(mg/l)	30.8	0.0	0.0
Org-N	(mg/l)	8.0	1.4	1.4
NO _x -N	(mg/l)	—	8.0	8.0
PO ₄ ³⁻ -P	(mg/l)	6.1	5.7	5.7
SS	(mg/l)	—	2.2	2.1
BOD 除去率	(%)	—	95.0	93.8
COD _{Cr} 除去率	(%)	—	92.7	91.2
T-N 除去率	(%)	—	75.8	75.8

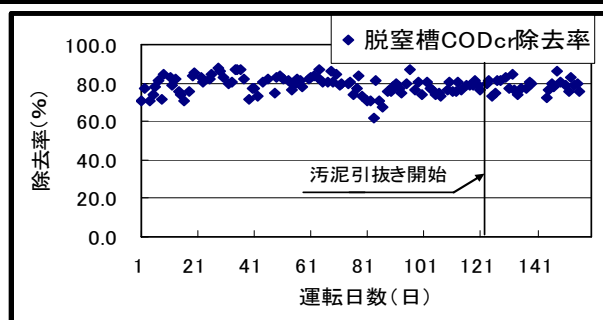


図-3 脱窒槽 COD_{Cr} 除去率

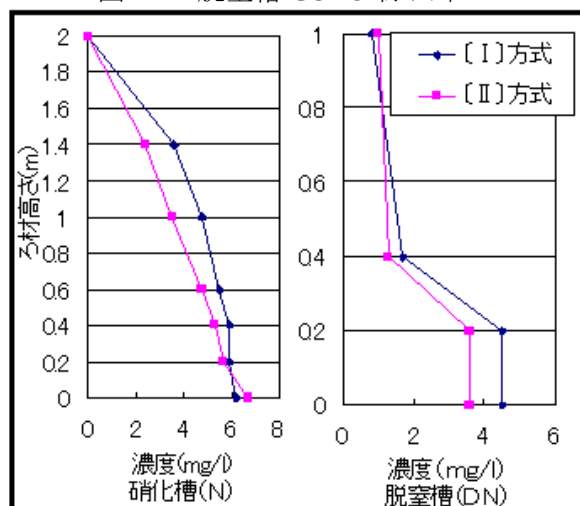


図-4 縦方向水質分析