

固定床ろ材（浮上ろ材・リングレース）の脱窒特性

日本大学大学院 学生員 ○本田 英生 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

1. はじめに

近年、公共用水域の富栄養化に伴い、排水中に含まれる窒素・リンを規制する必要が高くなってきている。従来の窒素除去方式として、活性汚泥法をはじめとする浮遊性処理があるが、汚泥の管理、負荷変動への対応など問題点も多い。

固定床型処理方式は、浮遊性に代わる処理方式として技術開発が進められており、種々の特徴を有している為、担体の特性を考慮したろ材の選定が必要である。

本研究では、担体として代表的な浮上ろ材及びリングレースについて、脱窒特性などについて検討したので報告する。

2. 実験装置及び実験方法

実験装置を2系列用意し、ろ床高さは各1m、一方には直径4mmの浮上ろ材を、他方には直径40mmのリングレース（塩化ビニリデンひも状ろ材）を物理上配置可能な3cmピッチで固定して充填した。逆洗を考慮した散気装置をろ床の直下に、汚泥を貯留するためのホッパーを装置最下部に設けた。浮上ろ材には、逆洗のために10cmのクリアランスを設けた。表-1に実験装置仕様、図-1に実験装置概略図を示す。

原水は、 $\text{NO}_x\text{-N}$ 濃度40mg/lとなるように NaNO_3 を配合し、炭素源には CH_3COONa （以下酢酸とする）を用いた。原水と酢酸は、装置流入部で混合させ、上向流で通水した。槽内水温は $20\pm 1^\circ\text{C}$ にコントロールして運転した。

逆洗はろ過機能の回復及び継続的に安定した処理成績を得ることを目的としている。逆洗頻度は、原水にSSが含まれないため1回/月とした。逆洗方法は、浮上ろ材・リングレースとも同じ方法で行い、ろ材の特性を比較した。逆洗方法は、空洗（15l/min）を5分間行った後、5分間静置させ装置最下部のドレインより5l排水した。逆洗終了後、処理水を満たして運転を再開した。

3. 実験結果

キーワード：富栄養化、窒素除去、固定床型処理、浮上ろ材、リングレース（塩化ビニリデンひも状ろ材）

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

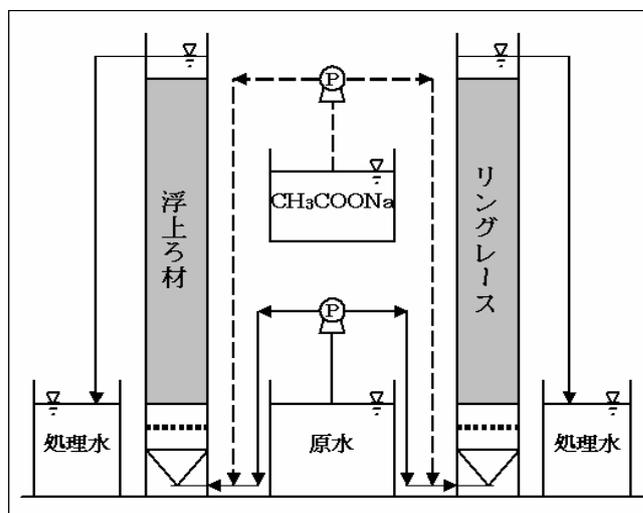
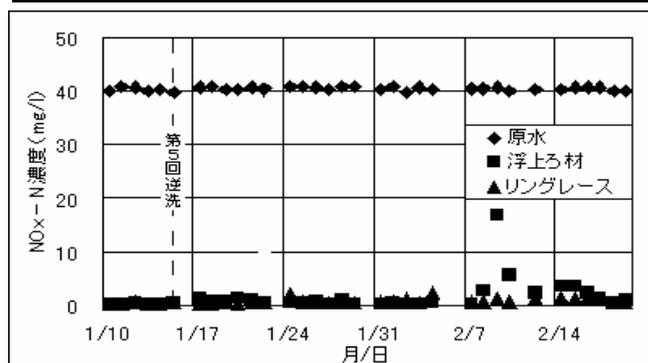


図-1 実験装置概略図

表-1 実験装置仕様

ろ材		浮上ろ材	リングレース
直径 × 高さ	(mm)	130φ × 1600H	130φ × 1500H
原水流量	(m^3/d)	33.2×10^{-3}	
ろ床高さ	(mm)	1000	
ろ過面積	(m^2)	13.3×10^{-3}	
反応槽容積	(m^3)	13.3×10^{-3}	
通水速度	(m/d)	2.5	
滞留時間	(hr)	9.6	

図-2 Run6 $\text{NO}_x\text{-N}$ 経日変化

本研究は平成16年7月14日より開始した。Run1 (H.16.7.14~H.16.9.11) では化学量論的に必要な量を添加したが、炭素源不足により両系とも $\text{NO}_x\text{-N}$ が10~20mg/l残留した。Run2 (H.16.9.12~H.16.10.12) では微生物の細胞合成などについて考慮した量(Run1の1.5倍)を添加した。Run3 (H.16.10.13~H.16.11.15)、Run4

（H.16.11.16～H.16.12.18）、Run5（H.16.12.19～H.17.1.15）、Run6（H.17.1.16～H.17.2.19）では、Run2の条件下でろ床全体に汚泥を付着させながら実験運転を継続した。

(1) Run6 実験結果（図-2、表-2）

両系ともに脱窒が安定して行われた。2月9日に浮上ろ材のNO_x-Nが高くなっているのは、ポンプの故障のため炭素源が添加されなかったためである。処理水SSを比較すると、浮上ろ材はリングレースの半分以下であり、ろ過機能が優れていると言える。

(2) 脱窒速度（図-3）

縦方向水質分析を行い、脱窒速度を求めた。両系にはろ床全体での脱窒速度に有意差は認められなかった。

リングレースは浮上ろ材に較べて充填率は小さく表面積は大きい。汚泥が流入端に塊状に付着し易い。運転開始初期（Run3）ではろ材高50cmで脱窒が終了していると判断される。さらに、半年程度経過（Run6）しても流入端（ろ材高25cm）での脱窒速度が比較的大きい。このため、表面積の維持をはかりながら適度な逆洗により塊状に汚泥を付着させないようにする必要があるものと思われる。

一方、浮上ろ材は形状が一定でSSを捕捉し易いので、運転開始初期（Run3）では、脱窒速度が非常に大きい。また、時間の経過に伴い（Run6）ろ床全体で脱窒が行われた。さらに浮上ろ材の逆洗時には空洗により汚泥を剥離させ、ろ床全体を水洗により崩しろ材空隙に貯まった汚泥を効率的に引抜くことが重要である。

一般的に、脱窒速度は15～25℃で0.08～0.15kg/m³/dと言われている。本実験では浮上ろ材及びリングレースとも0.11～0.14 kg/m³/dの結果が得られた。

(3) 逆洗排水及び発生汚泥量（図-4）

逆洗排水の性状は実験開始後、約3ヶ月経過したRun2（第2回逆洗、H.16.10.12）からRun6（第6回逆洗、H.17.2.19）まで合計5回測定した。

発生汚泥量は処理水SSと逆洗排水SSの和として求めたものである。実験期間を通して、リングレースの発生汚泥量は浮上ろ材に較べて多い。とくに処理水SSによる発生汚泥量が浮上ろ材の約2倍であった。ろ過機能については浮上ろ材の方が優れていることを示している。またリングレースでは流入端に汚泥が塊状に付着し易く、空洗による逆洗効果が大きいと思われる。

酢酸によるBOD汚泥転換率はBOD除去率を両系と

表-2 Run6 平均水質

サンプル		原水	浮上ろ材	リングレース
水質項目				
pH	(-)	7.2	8.4	8.4
アルカリ度	(mg/l)	37.8	247.2	347.4
COD _{Cr}	(mg/l)	—	14.3	21.0
COD _{Mn}	(mg/l)	—	5.9	8.7
NO _x -N	(mg/l)	40.5	1.1	0.8
NO ₂ -N	(mg/l)	—	0.4	0.3
NO ₃ -N	(mg/l)	—	0.7	0.5
PO ₃ ⁴⁻ -P	(mg/l)	2.5	2.0	1.9
SS	(mg/l)	—	4.0	8.5

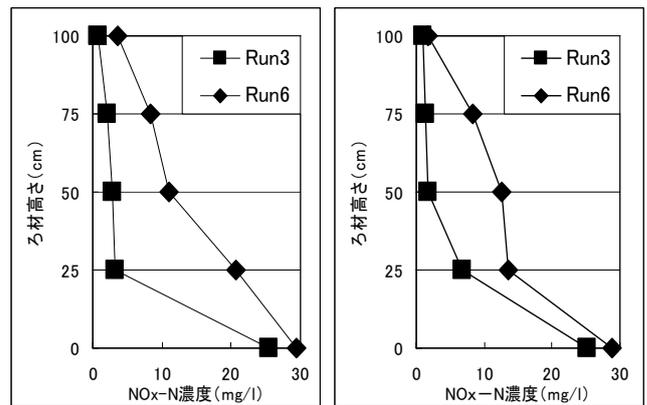


図-3 縦方向水質分析結果

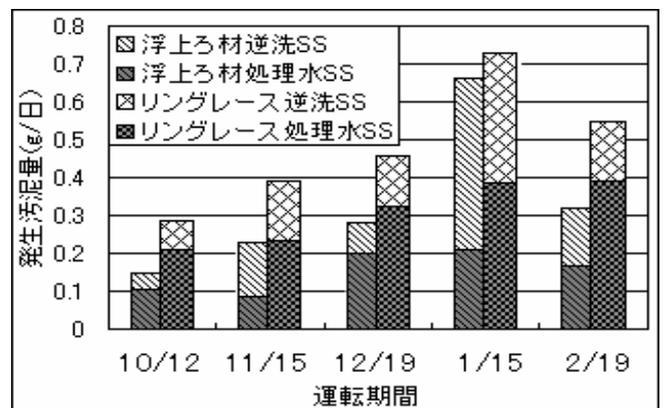


図-4 発生汚泥量

も平均80%（ろ液）とすると、リングレースで11～12%、浮上ろ材で7～8%であった。

4. まとめ

本実験により次の結果が得られた。

- ①脱窒速度は、25cmでリングレースが優れていたが、ろ床全体での有意差は見られなかった。
- ②浮上ろ材は、リングレースに比べてろ過機能が優れていた。

流入端にはリングレースのようにSSを通過させ易いろ材を、流出端には浮上ろ材のようにSSを捕捉できるものを用いることが重要であると思われる。