

II-551

「ペガサス」と内生脱窒法を組合わせた窒素除去法について

日本下水道事業団 竹島 正 石山栄一
日立プラント建設（株）正員 美川一洋 正員 江森弘祥

1. はじめに

包括固定化担体を用いた硝化促進型循環変法「ペガサス」により、従来の活性汚泥循環変法の約1/2の滞留時間で下水中の窒素除去が可能となった¹⁾。本報告ではさらに脱窒の高効率化、処理水T-Nの低濃度化を図るため、「ペガサス」に内生脱窒法を付加させたプロセスについて連続処理実験を行い、その処理特性について若干の知見を得たので報告する。

2. 実験方法

図-1に実験装置フローシート、表1に運転条件を示す。装置は、実容量の等しい6つの槽から構成される反応槽（ $0.275\text{m}^3/\text{d} \times 6\text{槽} = 1.65\text{m}^3/\text{d}$ ）を用いた。実験原水は、最初沈殿池を通した実下水を用い、3つのRUNについて連続処理実験を行った。滞留時間はRUN1, 2を8h, RUN3を12hとし、RUN2については内生脱窒槽にメタノールを添加した。なお、本報に示す脱窒速度は、各脱窒槽流出水及び硝化循環液、返送汚泥の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の収支から算出した。また、算出にあたっては、各脱窒槽流出水 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が 0.2mg/L 以上残存するデータを用いた。

3. 実験結果と考察

3-1 連続処理結果

表2に処理結果の平均値、図2に連続処理の経日変化を示す。RUN1ではH6/6月の実験開始より8月中旬に至るまで、処理水T-N濃度が約 5mg/L と安定した処理が行われたが、9月以降、処理水T-N濃度は 10mg/L と高くなり、脱窒が十分に進行しなかった。これは原水BOD濃度の低下によるものと考えられる。そこで、RUN2では、メタノールを内生脱窒槽の1槽目に 20mg/L 添加した結果、処理水T-N濃度が平均で 5mg/L 以下と安定した処理ができることを確認した。RUN3は、RUN2の後半から水温が低下したため滞留時間を8hから12hに変更した。RUN3の反応槽平均水温は 10.8°C （12:00 am測定）で、処理水T-N濃度は $10\sim 15\text{mg/L}$ となった。特にH7/1月から2月初旬にかけては反応槽水温が夜間で 7°C に低下し、処理水T-N濃度の上昇は低水温による脱窒速度の低下が原因と考えられる。その後は若干回復しているが原水BOD濃度も低く、RUN3での処理水T-N濃度の平均は 10.5mg/L となった。

なお、BODと $\text{NH}_4\text{-N}$ に関しては実験期間を通じてほぼ安定した処理が確認された。

3-2 窒素処理特性

図3に水温と各脱窒槽の脱窒速度との関係を示す。脱窒槽A槽の滞留時間はRUN1, 2で1.3h, RUN3で2.0hで、この槽でのBOD-SS負荷は平均で 0.672kg/kg/d （反応槽全体 0.112kg/kg/d ）である。脱窒槽A槽の脱窒速度は水温 10°C の時約 2.0mg-N/g-SS/hr 、 20°C の時約 2.5mg-N/g-SS/hr となった。C～E槽の内生脱窒槽については、3槽全体として水温 10°C の時約 0.25mg-N/g-SS/hr 、 20°C の時約 0.5mg-N/g-SS/hr となった。A槽の脱窒速度

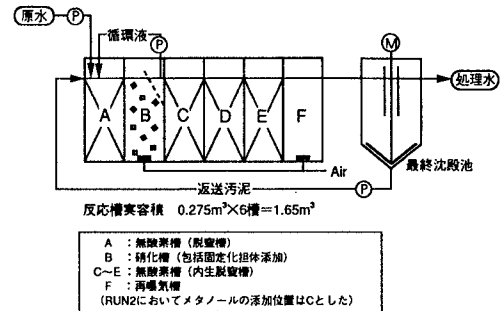


図1 実験装置フローシート

表1 運転条件

	RUN1	RUN2	RUN3
実験期間	H6/6/10～11/18	H6/11/19～H7/1/5	H7/1/6～3/8
設定滞留時間(hr)	8.0	8.0	12.0
流入下水量($\text{m}^3/\text{日}$)	4.95	4.95	3.30
水温($^\circ\text{C}$)	25.4	14.7	10.8
循環比(—)	2.0		
汚泥返送比(—)	0.5		
MLSS(g/L)	2.29	2.40	2.04
SRT(日)	14.8	14.5	17.7
BOD-SS負荷(kg/kg/日)	0.128	0.109	0.124
硝化槽担体添加率(%)	17.5	17.5	20.9
硝化槽DO(mg/L)	6.0～8.0		
メタノール添加量(mg/L)	—	20	—

表2 処理結果（平均値）

	RUN1		RUN2		RUN3	
	流入水	処理水	流入水	処理水	流入水	処理水
BOD(mg/L)	101.5	3.9	87.4	5.1	130.4	3.0
$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/L)	17.1	0.6	20.3	1.5	21.7	0.1
T-N(mg/L)	23.8	7.3	27.3	4.7	30.6	10.5
T-N除去率(%)	—	69.3	—	82.8	—	65.7

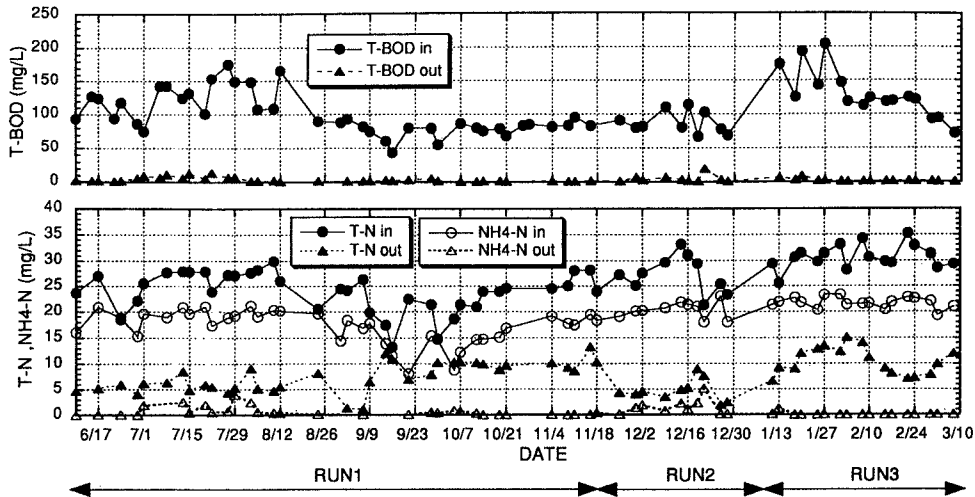


図2 連続処理の経日変化

に対しC～E槽の脱窒速度が温度の影響を受けることが認められた。また、RUN 2ではC槽にメタノールを20mg/L添加することにより、A槽と同等の脱窒速度まで高めることができた。

A槽とC～E槽（内生脱窒槽3槽）について、水温と脱窒速度との関係として次式が得られた。

$$K_{DN} (A \text{ 槽}) = 1.673 \cdot \exp(0.0188T)$$

$$K_{DN} (\text{内生脱窒槽}) = 0.161 \cdot \exp(0.0442T)$$

ここで、 K_{DN} ：脱窒速度 (mg-N/g-SS/hr)

T ：水温 (°C)

図4に各槽における $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変化を示す。RUN 1 (H6/6/22)のデータから、D槽よりもC槽の $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去量の方が小さいことが分かる。これは、C槽では硝化槽からのDOの持ち込みにより脱窒反応が抑制されたためだと考えられる。硝化槽でのDO濃度の制御によりC槽での脱窒効率の改善は可能と考えられる。RUN 2 (H6/11/30)ではC槽へのメタノールの添加によりDOの持ち込みの影響はなく、C槽においてA槽と同等の脱窒速度を得ていることが分かる。また、どのRUNにおいてもF槽（再曝気槽）において1～1.5 mg/Lの $\text{NO}_3\text{-N}$ の上昇が認められるが、これはF槽で汚泥が自己酸化により生成した $\text{NH}_4\text{-N}$ が硝化されたものと考えられる。

4. まとめ

- (1) ベガスと内生脱窒槽を組合せた窒素除去法の連続処理実験を行った結果、必要十分なBOD成分の供給があれば滞留時間8 h、15°Cの条件で処理水T-N濃度は5mg/L以下にできる見通しを得た。
- (2) 各脱窒槽の脱窒速度を水温との関係式で次式のように表せた。

$$K_{DN} (A \text{ 槽}) = 1.673 \cdot \exp(0.0188T)$$

$$K_{DN} (\text{内生脱窒槽}) = 0.161 \cdot \exp(0.0442T)$$

(参考文献)

- 1) 包括固定化担体を用いた硝化促進型循環変法「ベガス」の評価に関する報告書：日本下水道事業団(1993)

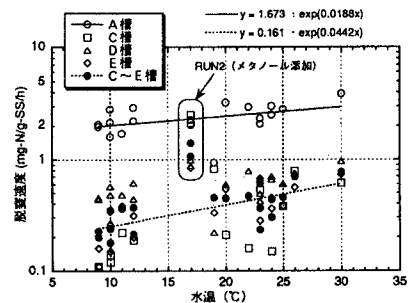


図3 水温と各脱窒槽の脱窒速度との関係

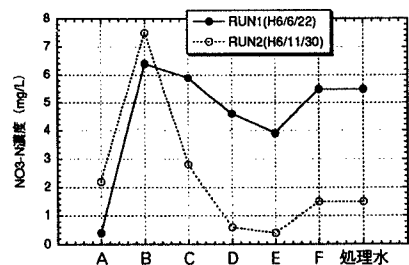


図4 各槽における $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変化