



Title	ステップ流入を用いた窒素・りん同時除去運転における返送汚泥槽の有効性について
Author(s)	森, 堅一; 大野, 信義; 金綱, 良至 他
Description	第9回衛生工学シンポジウム (平成13年11月1日 (木) -2日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 7 水処理 . 7-3
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 9, 317-320
Issue Date	2001-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7194
Type	departmental bulletin paper
File Information	9-7-3_p317-320.pdf



7-3

ステップ流入を用いた窒素・りん同時除去運転における
返送汚泥槽の有効性について

札幌市下水道局 森 堅一
大野 信義
金網 良至
○浜田 敏裕

1. はじめに

札幌市創成川処理場では、生物学的窒素・りん同時除去を目的とする「ステップ流入式硝化脱窒運転」を行っているが、その効果と課題を把握するため、当処理場第2処理施設を対象に窒素・りんの挙動を調査するとともに、脱窒能力に焦点を当てて検討を行ったので、その結果を報告する。

2. 調査内容

2.1 施設概要

調査対象施設は2系列の反応槽と最終沈殿池及び返送汚泥槽を有している標準活性汚泥法の施設であるが、ステップ流入式硝化脱窒運転（以下、ステップ法）を採用して窒素除去率の向上に成果を上げている。1系列当りの施設概要を表-1に示す。

表-1 施設概要 (1系列当り)

計画処理水量	(日最大)	31,500 m ³ /日
反応槽	有効容量	7,610 m ³
	HRT	5.8 Hr
	散気旋回流方式	
最終沈殿池	有効容量	3,450 m ³
	沈殿時間	2.6 Hr
	水面積	1,160 m ²
	水面積負荷	27 m ³ /m ² /日
返送汚泥槽	有効容量	600 m ³

反応槽は1系列当り5水路から構成されており、任意の水路から初沈出水をステップ流入することができる。

2.2 調査方法

反応槽7検体の他、初沈出水、処理水、返送汚泥の10検体について、4時間毎6回の採水・分析を行い、窒素とりんの挙動を調査した。処理フローと採水個所を図-1に示す。

ステップ比は、概ね前段7:後段3であるが、手動式流入ゲートによる調整のため流入水量の増減に伴ってステップ比も変化する。また、嫌気槽及び無酸素槽の攪拌は、汚泥が沈降しない程度の微量空気攪拌による。

初沈出水 ステップ比 前段:後段 ≒ 7:3

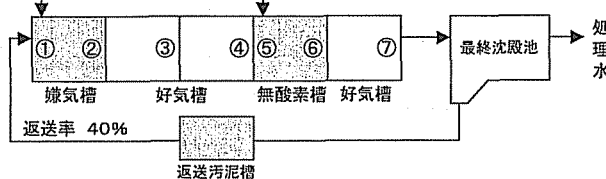


図-1 処理フローと採水個所

表-2 運転条件と水質

	運転-I	運転-II	運転-III	
水温 (°C)	22.5	14.3	14.4	
処理水量 (m ³ /日)	27,570	25,810	23,330	
平均ステップ比	0.65:0.35	0.79:0.21	0.68:0.32	
MLSS (mg/L)	1,210	1,670	1,770	
返送率 (%)	40	40	40	
A-SRT (日)	4.4	6.2	4.4	
空気倍率 (倍)	5.0	5.6	6.2	
初沈出水	T-N (mg/L)	22	25	31
	T-P (mg/L)	2.1	1.9	2.8
処理水	T-N (mg/L)	7.2	13	14
	T-P (mg/L)	0.13	0.15	0.12
除去率	T-N	67%	48%	55%
	T-P	94%	92%	96%

2.3 調査時の運転条件と水質

運転-Iは夏期に、運転-IIとIIIは冬期に調査を実施した。調査時の運転条件を表-2に示す。なお、運転-IIについては、当日10mm程度の降雪があり融雪水の影響がある中での運転である。

水質については、T-N除去率に大きな違いがみられるが、運転-IとIIの処理水NH₄-Nは

0.5 mg/L 以下で硝化は完全に進行しており、脱窒状況の差によるものと推察される。運転Ⅲでは、硝化能力不足のため、3.3 mg/L 程度の NH₄-N が処理水に残存していた。また、T-P については、いずれも高い除去率を示していた。

3. 調査結果と考察

3.1 窒素・リンの挙動

有機性窒素を除いた窒素量の推移とりん濃度の推移を図-2 に示す。有機性窒素を除いた窒素量は、各採水地点における NH₄-N と NO_x-N 及び水量から算出した。

なお、反応槽流入窒素量は、初沈出水と返送汚泥を合算して、「㊶ (+㊷)」と表した。

また、ステップ流入による動きを、点線と矢印で表している。

反応槽内の窒素除去が良好に進んでいる運転Ⅰ、Ⅲでは、返送汚泥槽からの NO_x-N 負荷がほとんど無く、嫌気槽部分(①、②)においてりんの放出が確認された。

しかし、反応槽内の窒素除去が殆ど進まなかった運転Ⅱでは、返送汚泥槽で脱窒しきれなかった NO_x-N が嫌気槽に持ち込まれたため、りんの放出はみられなかった。

3.2 脱窒状況

図-2 の結果から概算した各槽における脱窒量を表-3 に示す。

運転Ⅰ、Ⅲでは、無酸素槽の脱窒が良好に進んでおり、ステップ流入の効果がみられたが、運転Ⅱでは脱窒が進行せず、ステップ流入の効果はみられなかった。

表-3 各槽における脱窒量

	運転Ⅰ	運転Ⅱ	運転Ⅲ
嫌気槽	8 (2%)	27 (8%)	4 (1%)
無酸素槽	112 (28%)	0 (0%)	77 (20%)
好気槽	87 (22%)	0 (0%)	32 (8%)
最終沈殿池	1 (0%)	0 (0%)	17 (4%)
返送汚泥槽	49 (12%)	62 (19%)	56 (14%)
計	257 (64%)	89 (28%)	186 (47%)

(単位: kgN/日, 括弧内は有機性窒素を除いた流入窒素量に対する割合)

表-4 に示したとおり、運転Ⅱでは、他の運転に比べて前段好気槽の末端 DO が高く、無酸素槽へのステップ水量も少ない。このため、運転Ⅱでは、無酸素槽の DO が削減されず、さらに有機物の供給量も減

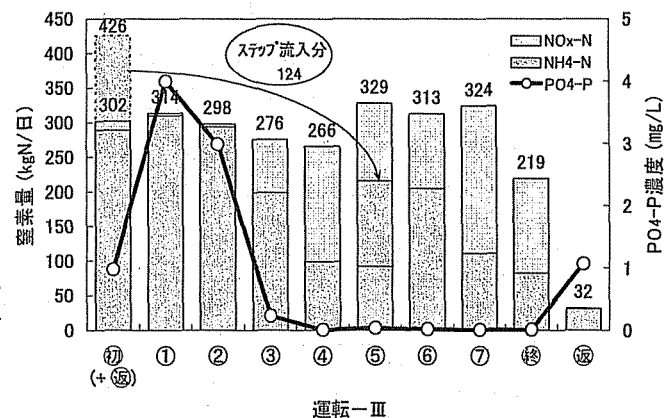
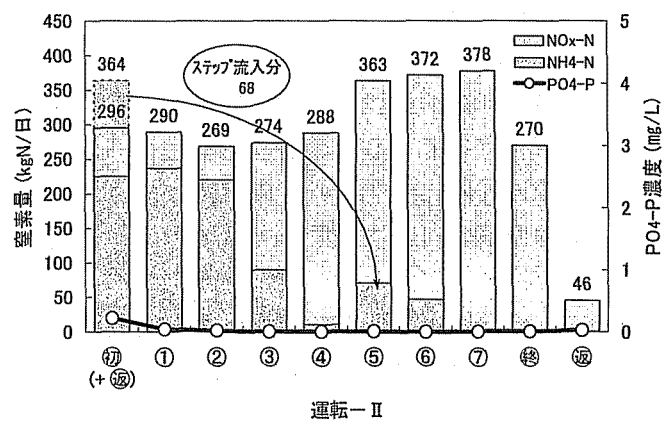
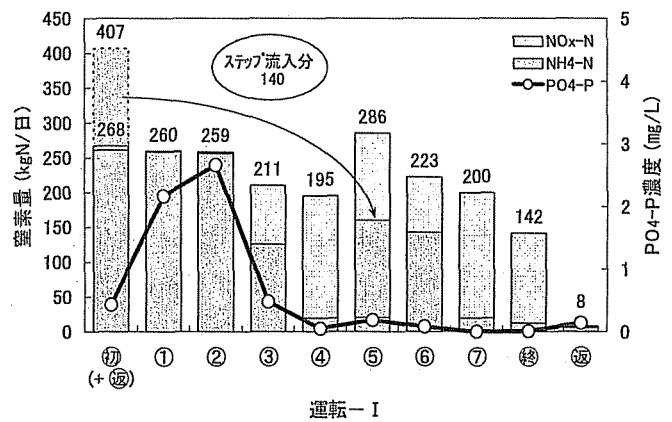


図-2 各採水地点における窒素量とりん濃度の推移

表-4 後段無酸素槽に関する運転状況

	運転Ⅰ	運転Ⅱ	運転Ⅲ
平均ステップ比	0.65:0.35	0.79:0.21	0.68:0.32
前段好気槽末端DO (mg/L)	2.4	5.0	1.2
無酸素槽MLDO (mg/L)	0.8	1.7	0.6
前段好気槽末端ORP (mV)	154	159	120
無酸素槽ORP (mV)	20	184	31

少したことから、脱窒反応が進まなかったと考えられる。

また、結果的に ORP も高い値となっている。ステップ流入による脱窒効果を得るためには、前段硝化槽の DO 制御とステップ比の設定が課題であると言える。

また、返送汚泥槽では安定して高い脱窒能力を示していた。特に、運転Ⅰ、Ⅲでは殆ど全ての時間帯において完全脱窒しており、嫌気槽への NOx-N 削減における返送汚泥槽の補完効果は大きいと言える。

以上より、無酸素槽へのステップ流入は窒素・リンの同時除去に有効であったと考えられ、また、返送汚泥槽も重要な運転因子となっていたことが示唆された。

3.3 返送汚泥槽における回分試験と実施設の脱窒速度に関する比較

夏期及び冬期における返送汚泥槽の脱窒速度について、回分試験と実施設の比較検討を行った。結果を図-3 に示す。夏期・冬期共に実施設で回分試験と同等の脱窒速度が得られていた。

返送汚泥槽では、常に有機物量が少ない条件下で汚泥の自己酸化により有機物の補給を行っているため、流入有機物の影響が小さく、一定した脱窒速度が得られるものと考えられる。さらに、MLSS が高濃度に保たれている点も、DO や ORP を低く保つうえで有利に働く可能性も考えられる。

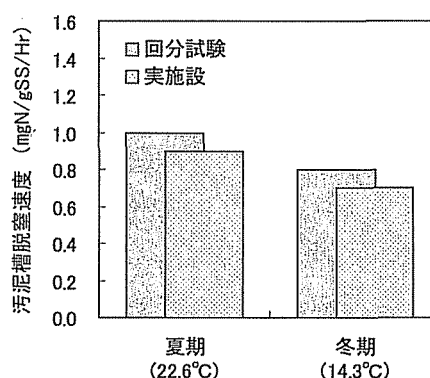


図-3 返送汚泥槽における脱窒速度の比較

3.4 処理場別脱窒速度の比較

市内 6 処理場を対象に、各処理場の返送汚泥と初沈出水の混合水を試料とし、併せて返送汚泥のみの回分試験を行った。

各処理場の脱窒速度の差は最大で約 1.7 倍であったが、回分試験における NOx-N の推移は図-4 のように 2 段階の速度を持つケースが多く、初期を「易分解有機物利用」、その後を「遅分解有機物利用」として、また返送汚泥のみで得られた速度を「内生脱窒」として図-5 で表した。

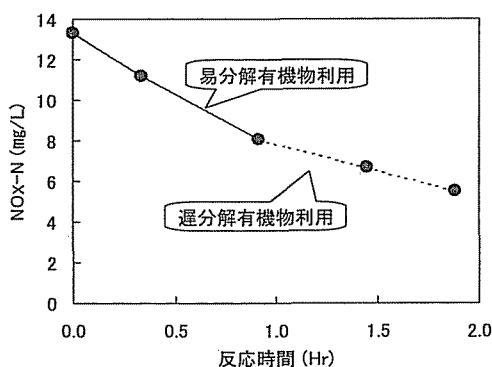


図-4 回分試験における NOx-N の推移

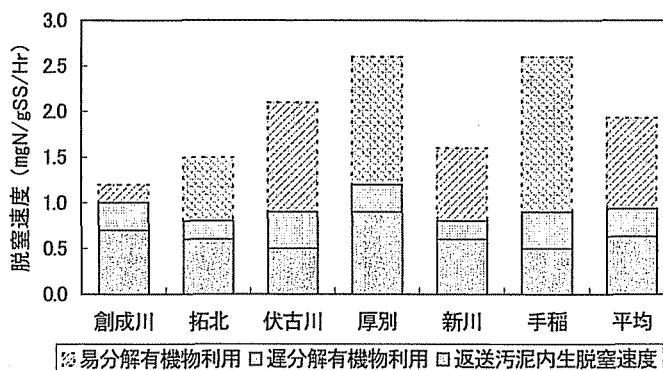


図-5 各処理場の脱窒速度の比較

処理場間での大きな差は、易分解有機物利用分であり、各処理場の初沈出水に含まれる有機物の違いが大きな差になっていると考えられる。

それに比べ、内生脱窒の速度は 0.7 mgN/gSS/Hr 前後と創成川処理場で調査した日変動の範囲に収まるものであり、返送汚泥槽の安定性及び有効性がうかがえる結果であった。

4. まとめ

- 本施設のステップ流入式硝化脱窒運転においては、無酸素槽における脱窒を適切に行えば、返送汚泥槽で NO_x-N を完全に脱窒することができ、嫌気槽におけるりん放出が可能となり、窒素・りん同時除去が順調に行える。
- 前段好気槽の DO とステップ比の制御が、本施設においてステップ法を行う際の課題となっている。
- 返送汚泥槽の脱窒速度は、夏期・冬期共に実施設においても安定性が高く、窒素・りん同時除去に必要な嫌気状態を保持するうえで重要な運転因子となっていることが示唆された。

問合わせ先：〒001-0045 札幌市北区麻生町 8 丁目 1-15

札幌市下水道局施設部水質管理課検査係 TEL (011) 717-5829