

N－9 2 段ステップ流入式A 2 O法の開発

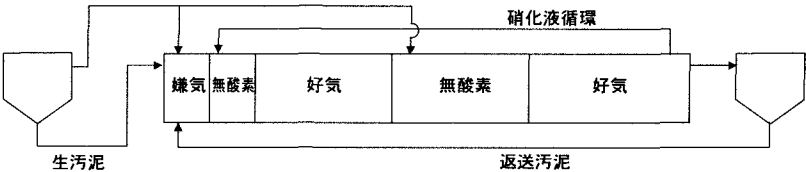
東京都下水道局 曾根啓一 佐久間真理子 渡部健一
(株)クボタ ○木下昌大
日本ガイシ(株) 武田茂樹

1. はじめに

近年、閉鎖性水域の富栄養化対策として、下水からの窒素・りん除去が求められている。東京都においても公害防止条例の改正により、平成11年10月から窒素・りんの上乗せ規制が適用され、高度処理の導入が進められている。

しかし、敷地に制限のある都市部の処理場では、その導入に際して、施設のコンパクト化、処理の効率化、コスト縮減等が課題となっている。そこで、施設の省スペース化と高効率化を目的とした2段階ステップ流入式A 2 O法の開発を平成10～12年度にかけて行った。本プロセスのフローを図－1に示す。

本稿では、本プロセスの窒素・りん除去について得られた知見を報告する。



図－1 2 段階ステップ流入式A 2 O法フロー

2. 実験装置および方法

実験は、都内芝浦処理場内に設置したパイロットプラントで実施した。実験プラントの仕様を表－1に示す。プラントは、2段階ステップ流入式A 2 O法2系列、従来のA 2 O法1系列からなり、第一沈殿池は各系列共通とした。原水には処理場流入水(合流式)を用いた。

各RUNの運転条件を表－2に示す。汚泥返送比は全期間50%とし、RUN3～4、RUN9～12では、りん

表－1 パイロットプラント仕様

系 列	第1・第2系列	第3系列
プロセス	ステップA 2 O法	A 2 O法
第一沈殿池	φ1,750×H2,000×1基	
反応タンク 嫌気タンク	1.0m ³	1.0m ³
(第1)無酸素タンク	1.0m ³	4.0m ³
(第1)好気タンク	3.0m ³	7.0m ³
第2無酸素タンク	3.5m ³	—
第2好気タンク	3.5m ³	—
合 計	12.0m ³	12.0m ³
第二沈殿池	φ1,750×H2,000×3基	

表－2 プラント運転条件

	RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6	RUN7	RUN8	RUN9	RUN10	RUN11	RUN12	RUN13
期間(開始月日)	H11 3/11	6/21	8/9	9/27	11/8	H12 1/5	2/21	4/3	5/1	7/10	8/21	10/2	11/14
第1 系列	HRT(h)	12	12	12	12	10	12	12	12	10	10	12	12
	前段ステップ比	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	硝化液循環比	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	生汚泥添加	—	—	全量	全量	—	—	—	全量	全量	50%	25%	—
第2 系列	HRT(h)	12	12	12	12	9.1	10	10	12	10	10	12	12
	前段ステップ比	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	硝化液循環比	0.7	0.7	0.7	0.7	1.4	0.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	HRT(h)	12	12	12	12	10	12	12	12	16	16	12	12
第3 系列	硝化液循環比	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	酢酸添加	—	有	有	—	—	—	—	—	—	—	有	—
	水量変動運転	—	—	—	—	—	—	1～3系	—	—	—	—	1系

除去向上を目的とした生汚泥添加を行った。また、水量変動運転時の変動パターンを図-2に示す。

3. 結果および考察

3.1 好氣的固形物滞留時間(A-SRT)

硝化細菌を系内に保持するために必要なA-SRTと水温Tの関係として、式-1が示されている¹⁾。

$$A-SRT = \delta \times 20.6 \times \exp(-0.0627T) \quad \cdots \text{式-1}$$

δ : 流入水T-Nの変動に対する補正係数

一定水量運転下でのA-SRTと硝化率の関係を図-3に示す。横軸は、プラントの運転A-SRTと式-1による算出値($\delta=1.0$)の比を表す。図-3では、RUN 1～5、RUN 7、RUN 9における第1系列の結果を示す。

式-1による算出値以下のA-SRTで運転した場合(RUN 5にてA-SRT短縮運転を実施)、硝化率の低下がみられた。一定水量運転下では、式-1によるA-SRT($\delta=1.0$)を確保することで、ほぼ完全硝化(硝化率95%以上)が達成できることを確認した。

一方、水量変動運転下でのA-SRTと硝化率の関係を図-4に示す。図-4では、RUN 8(中水温期: 15.9～21.2℃)における第1、第2系列とRUN 13(低水温期: 11.7～20.7℃)における第1系列の結果を示す。

図-4より、水量変動運転下においてほぼ完全硝化を達成するためには、A-SRTに水量変動比と同程度の安全率を見込む必要があるといえる。

3.2 窒素除去

硝化液循環比と窒素除去率の関係を図-5に示す。ここで、窒素除去率は、汚泥生成により除去される窒素を除いた硝化脱窒反応による除去率を示す。

図-5に示すように、2段ステップ流入式A2O法ではステップ流入の効果により、A2O法と比較して、より小さい硝化液循環比で同等以上の窒素除去率が得られている。

図-5に示した期間におけるプロセス全体のT-N除去率は、2段ステップ流入式A2O法(硝化液循環比0.7)で平均82%(74～90%)、A2O法(硝化液循環比1.5および2.0)で平均78%(71～86%)であった。

3.3 りん除去

2段ステップ流入式A2O法およびA2O法における処理水T-P濃度の累積頻度分布を図-6に示す。ここでは、一定水量運転下で生汚泥等の添加を行っていない期間の結果を示す。

図-6に示すように、2段ステップ流入式A2O法のりん除去性能は、従来のA2O法と同等であった。

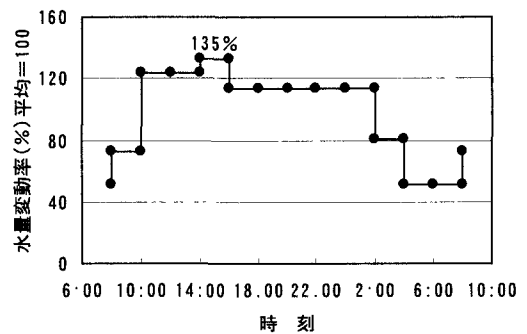


図-2 水量変動パターン

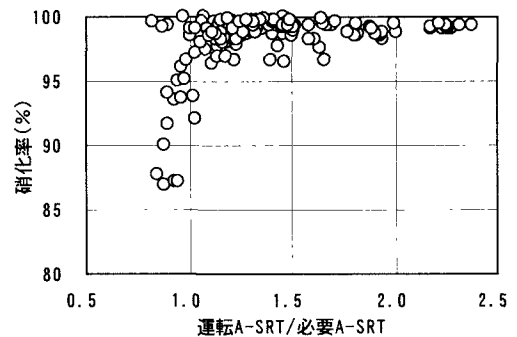


図-3 A-SRTと硝化率の関係(一定水量)

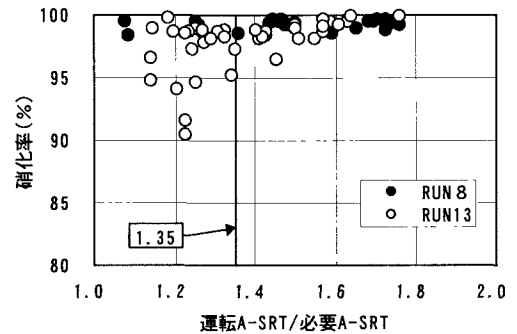


図-4 A-SRTと硝化率の関係(水量変動)

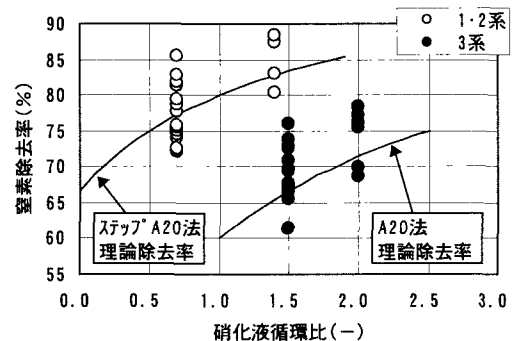


図-5 硝化液循環比と窒素除去率の関係

RUN 3～4では、1系列分の生污泥全量を嫌気タンクに添加した。この期間のT-P濃度の経日変化を図－7に示す。第1系列の処理水T-P濃度は、第2系列と比較して低い値で推移しており、生污泥添加によるりん除去の向上効果が認められた。

RUN10～12では、生污泥の添加率を変化させて運転を行った。RUN10～12における第1系列および第2系列の処理水P04-P濃度の差を図－8に示す。

図－8に示すように、生污泥添加の有無による処理水P04-P濃度の差は、添加率100%の場合が最も大きく、ついで25%添加、50%添加の順で、各添加率とも平均0.5mg/ℓ程度処理水P04-P濃度が向上していた。ここで、処理水P04-P濃度の差は、対照系列の処理状況やMLSS濃度に左右されることから、嫌気タンクにおける返送汚泥SS当たりのP04-P放出量の差を算出した。その結果を図－9に示す。

図－9より、嫌気タンクでのP04-P放出に対する効果についてみると、50%添加時と25%添加時の差と比較して、100%添加時と50%添加時の差は小さい。このことから、生污泥の添加率は50%程度以上とするのが妥当であると考えられる。

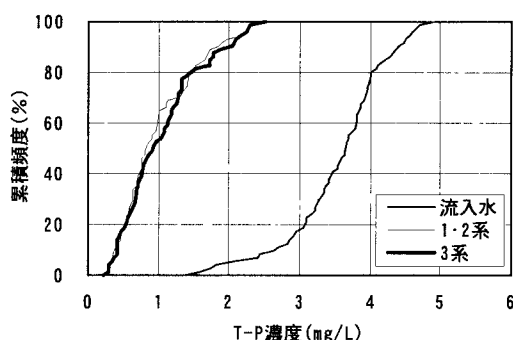
4. まとめ

2段ステップ流入式A2O法について、以下の知見が得られた。

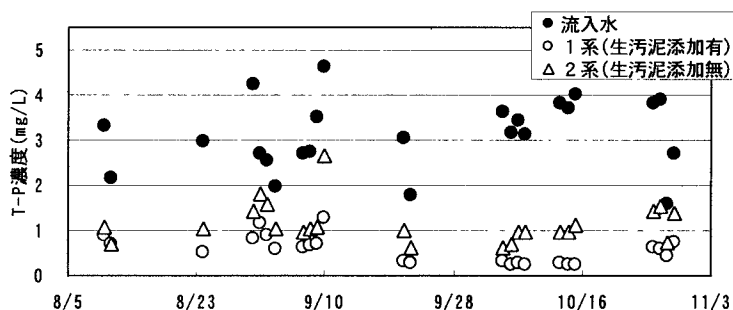
- (1) 水量変動比を考慮したA-SRTを確保することで完全硝化が可能である。
- (2) A2O法の半分以上の硝化液循環比で同等以上の窒素除去率が得られる。
- (3) 反応タンクHRT12時間、硝化液循環比0.7で、80%以上の窒素除去率が得られた。
- (4) りん除去性能は、A2O法と同等である。
- (5) りん除去の向上を目的とした生污泥添加は、添加率50%以上とするのが妥当である。

なお、本研究は、東京都下水道局および㈱住原製作所、㈱タクマ、日本ガイシ㈱、日立プラント建設㈱、㈱クボタによる共同研究の一環として実施したものである。

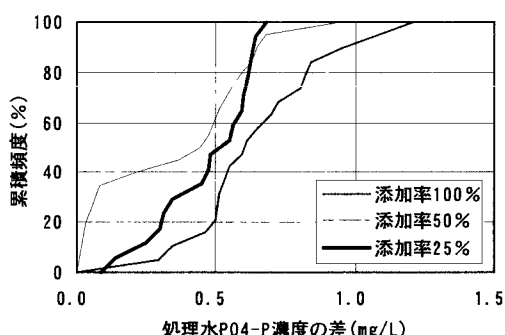
参考文献：1) (社)日本下水道協会「高度処理施設設計マニュアル(案)」(平成6年)



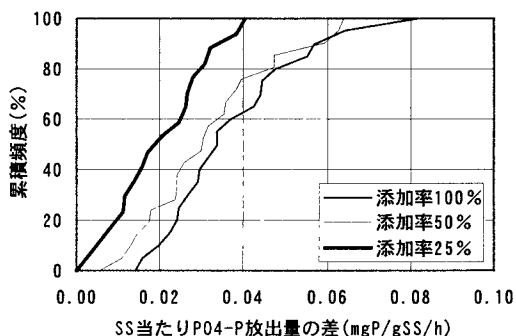
図－6 T-P濃度の累積頻度分布



図－7 T-P濃度の経日変化(RUN 3～4)



図－8 生污泥添加によるりん除去の向上



図－9 生污泥添加によるりん放出量の向上