

2槽式間欠曝気法による窒素・リン同時除去 —負荷変動対策について—

森 豊* 佐々木 康成*

山本 康次** 津村 和志*** 大地 佐智子****

* 富士電機総合研究所 水処理・バイオ研究所、神奈川県横須賀市長坂 2-2-1

** 大阪府立公衆衛生研究所 環境衛生課、大阪府大阪市東成区中道 1-3

*** 京都大学工学部 環境地球工学教室、京都府京都市左京区吉田本町

**** ユニチカ(株) 中央研究所、京都府宇治市宇治子桜 23

概要

2槽式間欠曝気法は、脱窒終了時に出現する ORP の屈曲点を制御指標として、窒素、リンを同時に除去する嫌気好気活性汚泥法である。本研究では、反応槽に流量調整機能を付加させる負荷変動対策技術を本方式に適用させ、制御方式はこれまで開発した従来の方式と、更に流入流量の指標を組み込んだ制御方式の2方式で、日間流量変動比 0.2~3.0 を与え連続実験を行った。

水温 13、20、27℃の各連続実験において、何れの制御方式とも1ヶ月以上の期間 T-N 10mg/L、T-P 1mg/L 以下の良好な処理水質を得ることができた。また1日の処理状況を詳細に検討し、処理水の経時変化及び各処理工程の時間比率変動を示した。

キーワード

窒素・リン同時除去、2槽式間欠曝気法、負荷変動対策、嫌気好気活性汚泥法

1. はじめに

2槽式間欠曝気法は、脱窒終了時に出現する ORP の屈曲点を制御指標として、各反応槽において曝気と攪拌を繰り返し行うことによって窒素、リンを同時に除去する嫌気好気活性汚泥法である。筆者らは、本方式における日間の負荷変動対策として流量調整槽を設置する処理フローを採用し、パイロット実験結果¹⁾に基づいて建設省の公式認定(合併浄化槽の一般評定)を取得している。しかし、小規模の公共下水道では、OD法に代表されるように、流量調整槽が設置されない場合が多い。そこで塚ら²⁾が提案している、反応槽に流量調整機能を付加させる負荷変動対策技術を本方式に適用させ、処理性能について検討を行った。その結果良好な処理性能が得られたので報告する。

2. 実験方法

(1) 実験装置

図-1に実験装置のフローシートを示す。基本フローは2つの反応槽(各76、74L)と沈殿池(36L)から構成されている。各反応槽には独立運転が可能な攪拌機、曝気ブローを設けてあり、排風バルブの開閉により DO を制御した。第2反応槽と最終沈殿池の間にポンプを設置し、混合液を一定流量で沈殿池に移送し

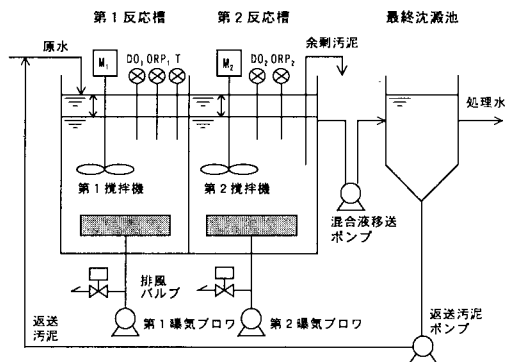


図-1 実験装置のフローシート

た。これにより高水量負荷時に反応槽の水位が上昇し、流量調整が図られる。実験装置の運転はパソコンを中心とした制御装置を用いた。

なお、本研究では実験装置を2系列設置し、各々異なる制御方式(A、B)を用いて並列運転を行った。

(2) 制御方法

制御方式Aは、通常の従来の制御方法³⁾を用いた。

制御方式Bは、第1反応槽の制御方法のみが制御方式Aと異なる。図-2に第1反応槽の1サイクル当りのORP変化と生物反応を示す。制御方式Bは、制御方式Aでは固定値であった屈曲点P1出現時間の設定値 T_{P1S} を流入流量に応じて調節する。これは有機物量の大きい高水量時に第1反応槽のリン放出時間を短く設定し、リンの過剰放出を防止する。逆に有機物量の少ない低水量時には、リン放出時間に多くの時間配分を行い、できるだけ有機物を摂取させることが目的である。 T_{P1S} の調節は次式による。

$$T_{P1S} = T_0 + K(Q_{n-1} - Q_0)$$

ここで Q_0 は平均流入流量、 Q_{n-1} は前サイクルにおける流入流量、 T_0 は Q_0 の時の屈曲点P1出現時間の設定値、 K は定数である。本研究では T_0 を60分、 K を0.1として運転したが、上下限値を設定したため、 T_{P1S} は50~80分の範囲で変動した。

(3) 実験条件

実験装置には、図-3に示す流量変動(変動比0.2~3.0)を与え連続実験を行った。表-1に実験条件を示す。実験は水温20℃のRun I、13℃のRun II、27℃のRun IIIの順に行った。滞留時間は全ての実験条件とも20時間(平均流量180L/日)で、DOは2.5mg/Lに調節した。また原水は、し尿、食堂排水、石鹼水、砂糖、酢酸ナトリウム、水道水等を混合したものを用い、第1反応槽の攪拌時間のみに流入させた。

3. 実験結果及び考察

(1) Run I-1及びI-2の制御運転結果

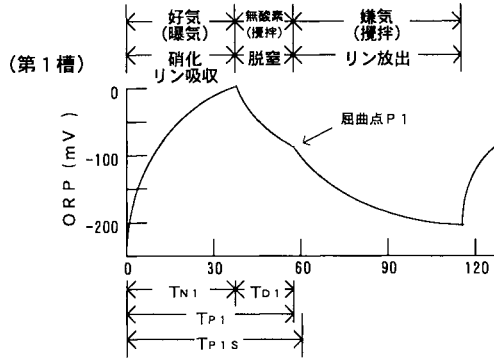


図-2 1サイクル当りのORP変化と生物反応

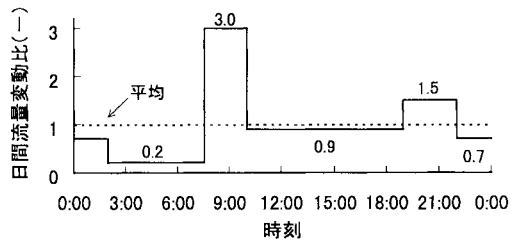


図-3 流量変動パターン

表-1 実験条件

項目	Run I		Run II		Run III	
	Run I-1	Run I-2	Run II-1	Run II-2	Run III-1	Run III-2
制御方式	A	B	A	B	A	B
反応槽滞留時間 (時間)	20	20	20	20	20	20
水温 (℃)	20±1	20±1	13±1	13±1	27±1	27±1
1サイクル設定時間 (分)	120	120	120	120	120	120
DO設定値 (mg/L)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
MLSS (mg/L)	3810	3500	4610	4660	3970	4060
SRT (日)	28.9	31.7	53.2	51.6	23.3	23.1
沈殿池滞留時間 (時間)	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
汚泥返送率 (%)	50~100	50~100	50~75	50~75	75~100	75~100
運転日数 (日)	54	54	54	54	31	31

表-2に水質分析結果、図-4にRun I-1の連続実験結果を示す。TOCは原水133.3、処理水10.6mg/L(除去率92.0%)、T-Nは原水40.7、処理水2.1mg/L(94.8%)と実験期間中、良好な除去を達成していた。T-Pは原水4.5mg/Lで、処理水は運転2日目、1.1mg/Lとなり、実験開始後約1週間除去が若干不安定な期間が見られたが、平均水質0.45mg/L(90.0%)と良好な結果であった。

図-5にRun I-2の連続実験結果を示す。TOCは処理水9.1mg/L(除去率93.2%)、T-Nは処理水1.9mg/L(95.3%)、T-Pは0.42mg/L(90.7%)と実験期間を通して良好な除去を達成していた。またRun I-1、I-2で各成分の除去率の差はほとんど見られなかった。

(2) Run II-1及びII-2の制御実験結果

表-2に示すように、Run II-1ではTOCは除去率94.5%と良好であった。T-Nは除去率88.8%であるが、硝化を確実に進行させる目的でA-SRTを長く運転したため、脱窒が不完全になり処理水にNO_x-Nが残存する結果となった。T-Pは除去率94.3%と良好な除去を達成していた。Run II-2ではTOCは94.0%、T-Nは86.8%、T-Pは91.3%の除去率であり、Run II-1と比較するとほぼ同様の結果であった。

(3) Run III-1及びIII-2の制御実験結果

表-2に示すように、Run III-1ではTOCは除去率94.8%、T-Nは95.4%、T-Pは90.4%と良好な除

表-2 水質分析結果

項目	Run I			Run II			Run III		
	原水	I-1 処理水	I-2 処理水	原水	II-1 処理水	II-2 処理水	原水	III-1 処理水	III-2 処理水
pH (-)	7.2	6.9	6.9	7.2	7.1	7.1	7.3	7.5	7.5
TOC (mg/L)	133.3	10.6	9.1	137.5	7.5	8.3	137.1	7.1	9.3
SS (mg/L)	141.7	9.1	5.9	108.1	3.2	3.8	142.4	1.0	2.6
T-N (mg/L)	40.7	2.1	1.9	40.9	4.6	5.4	39.5	1.8	2.3
NH ₄ -N (mg/L)	31.5	0.13	0.15	32.9	0.35	0.77	30.5	0.19	0.43
NO _x -N (mg/L)	-	0.37	0.36	-	2.9	3.4	-	0.67	0.52
T-P (mg/L)	4.5	0.45	0.42	4.6	0.26	0.40	4.9	0.47	0.53

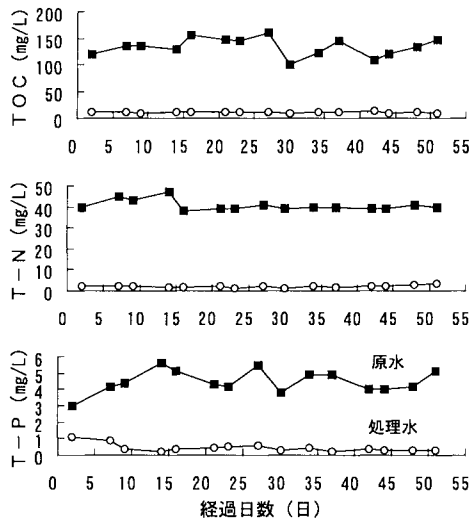


図-4 Run I-1の連続実験結果

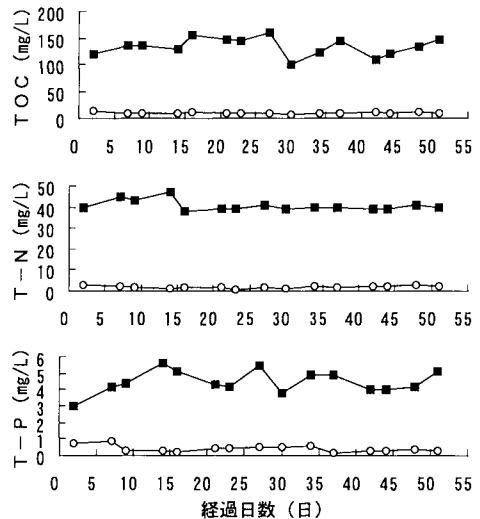


図-5 Run I-2の連続実験結果

去を達成していた。Run III-2 では TOC は 93.2%、T-N は 94.2%、T-P は除去率 89.2% であり、Run III-1 と同様の結果であった。

(4) 1日の経時変化について

図-6 に Run I-1 の原水及び処理水の経時変化を示す。TOC は 1日を通して処理水質 15mg/L 程度、NH₄-N は 1mg/L 以下であり、流量変動による影響は見られなかった。PO₄-P も良好な除去を達成していた。また他の実験条件における 1日の経時変化も Run I-1 の結果とほぼ同様であった。この結果、流量調整機能により水量変動は反応槽で確実に吸収され、それに伴う容積変動は各成分の除去に影響を与えないことが確認された。

(5) 制御運転中の各処理工程の比率について

図-7 に Run I-1 及び I-2 における第 1 反応槽の 1日当りの好気、無酸素、嫌気時間比率を示した。両系列とも各処理工程の時間比率は変動しているが、比較すると制御方式 B で運転を行った Run I-2 の方が、嫌気時間比率の変動が大きく、より流量変動を反映した設定となっていた。しかし 1日を平均すると両系列の時間比率は、ほぼ同様の結果であった。このため制御方式の違いによる各成分の除去の差が見られなかったと考えられる。

4. まとめ

今回の実験結果より、負荷変動対策として、流量調整機能を付加した反応槽を用いるフローとした場合、13~27℃において T-N 10mg/L、T-P 1mg/L 以下の処理水質を得ることができ、1日を通して流量変動に影響を受けずに安定した除去を達成できることを確認した。また使用した 2つの制御方式については、処理工程の時間配分に違いが見られたが、各成分の除去に関して差は認められなかった。

今後は、水質変動の影響を検討し、さらに実下水による実験によって本方式の負荷変動対策技術を確認したいと考えている。

【参考文献】

- 1) 佐々木、山本、津村、岡田、森「2槽式間欠曝気活性汚泥法による窒素・リン同時除去について」 PPM, Vol.26, No.1, P20~26 (1995)
- 2) 大庭、堺「単槽式嫌気好気活性汚泥法における下水処理特性」 下水道協会誌論文集 No.12, Vol.31, No.379, P16~33 (1994)
- 3) 佐々木、山本、津村、大地「窒素・リン同時除去を目的とした 2槽式間欠曝気活性汚泥法の原理と処理性能について」 下水道協会誌, Vol.32, No.385, P49~58 (1995)

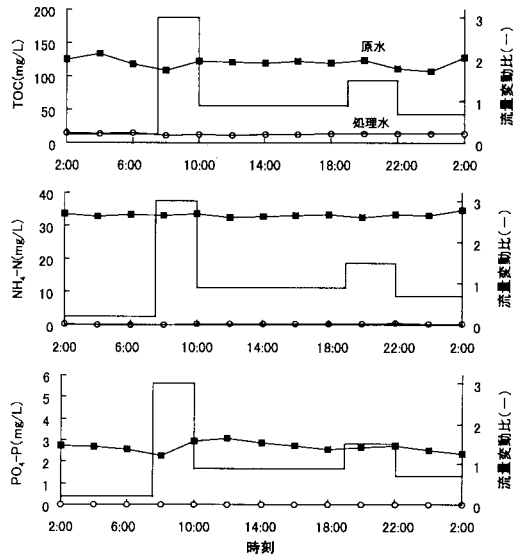


図-6 Run I-1 における原水と処理水の経時変化

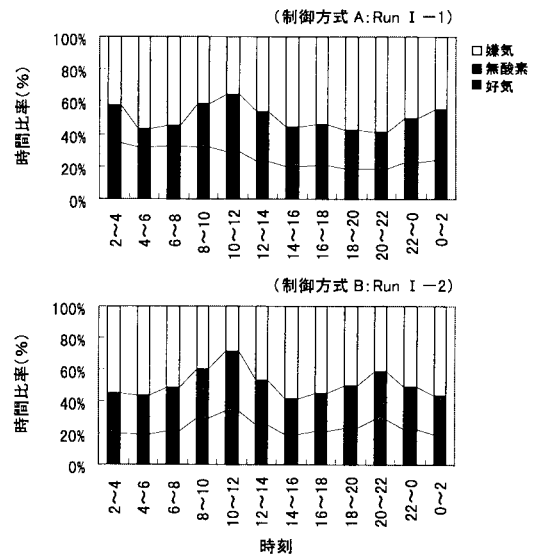


図-7 制御方式 A 及び B における第 1 反応槽の各処理工程の時間比率 (Run I-1、I-2)