

(株)荏原総合研究所 ○北川政美

(株)荏原製作所

緒方誠治、大久保栄一

1. はじめに

筆者らは、小規模污水处理を対象に、比較的高度な処理水質が得られる割に経済的で維持管理が容易な単槽式の連続流入間欠曝気処理装置を開発した。本装置は曝気部と沈殿部を一体化してコンパクト化すると共に沈殿部にスラッジブランケットゾーンを設けて清澄な処理水を得ることを特徴としている。既に実施設が稼働し、4年半余り運転しているが良好な処理性能が安定して得られている¹⁾。この施設ではBOD、SS除去を目的に設計したが間欠曝気を採用していることからN, P除去効果も認められる。本報告では主にこのN, P除去効果を中心にパイロットプラント実験および実施設での処理結果を基にその性能を検討した。

2. 装置の概要

本装置の概要を図1に示す。装置は曝気部、循環部、沈殿部から成り、汚水は曝気部底部に直接流入する。曝気時には水中機械式曝気装置で曝気攪拌し、好氣的条件下で有機物の分解と硝化が行われる。曝気停止時には攪拌も停止させ、曝気部底部に沈降濃縮した汚泥ゾーンで脱窒やリン吐出に伴う有機物取り込みが行われる。また汚泥ゾーンでの浮遊物質の捕捉が行われることから間欠曝気で連続的に通水しても良好な処理水が得られる。

3. 運転条件

(1) パイロットプラント実験

開発に先立ち透明塩ビ製のパイロットプラント装置を作成し(長さ3m、巾1m、高さ3m、槽容積9m³)、最適な装置形状を検討すると共に、団地下水を用いて処理水量15m³/日(総滞留時間: 流入汚水 14時間)の連続処理実験を行った。間欠曝気の曝気サイクルは30分毎のON/OFFを基本としたが、窒素、リン除去効果に及ぼす曝気サイクル時間の影響を調べたときは、ON/OFFを20分/20分~90分/90分の間で変化させた。この間、MLSS濃度は2000~3000mg/Lに維持した。団地下水の流入水質は平均値でSS:84mg/L、BOD:135mg/L、T-N:21mg/L、T-P:3.3mg/Lであった。

3. 2 実施設の運転

'90年にN市T処理場の既設装置を本装置に改造し、運転を開始した。表1に設計基準、設備仕様を示す。運転開始当初、バルキングの著しい既設汚泥を用いて運転をしたためか30分の曝気停止ではDOが十分下がらなかった。このため流入水量の少ない早朝時を中心に曝気停止時間を45~75分に延ばした。1日当たりの曝気時

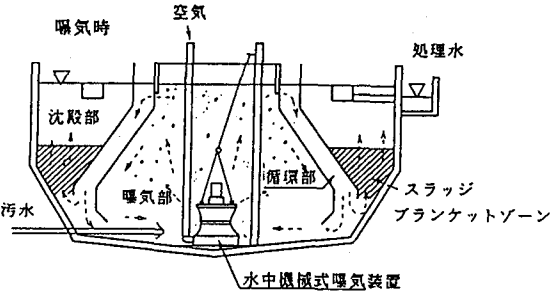


図1 装置概要

表1 設計基準と設備仕様

設計基準	計画汚水量: 476 m ³ /日(日最大)		
	水質項目	流入水質	処理水質
	BOD:	200mg/L	20mg/L
	SS:	200mg/L	30mg/L
設備仕様	沈砂池	1.0m(W)×1.0m(L)×0.3m(H)×2池	
	調整槽	4.0m(W)×10m(L)×2m(H)×1池	
	反応槽	8.6m(W)×10m(L)×3.5m(H)×1池	
	曝気部容積(循環部含):	200 m ³	
	沈殿部容積:	86 m ³	面積: 46 m ²
	汚泥濃縮槽	2.0(W)×2.0m(L)×2.75m(H) 1池	
	汚泥貯留槽	2.0(W)×2.0m(L)×3.0m(H) 1池	

間と曝気停止時間の比率はおおよそ1:1.3である。余剰汚泥は曝気部からタイマで引き抜き、濃縮貯留後、バキューム車で排出している。本施設は巡回管理による無人運転である。解析に利用したデータはN市の水質・管理データを採用した。

4. 処理結果

4. 1 実施設での処理経過

この施設は季節により処理水量は多少変動するが当初からほぼ設計水量処理している。また山間に位置するため曝気槽水温は冬季、8℃まで低化する。運転開始当初著しいバルキングが起きたが曝気停止時間を延ばすことで解消し、以後MLSS:2000~3000mg/Lの安定した運転が行われた。流入水の水質は平均でSS:90mg/L、BOD:130mg/Lであるが250mg/Lを越すこともあった。

これに対し処理水SSやBODは平均でSS:5.5mg/L、BOD:7.3mg/Lの安定して良好な水質が得られた。

流入水のT-NやT-Pは季節によりかなり変動したが平均でそれぞれ29mg/L、4.2mg/Lであった。これに対し処理水T-Nは、硝化活性が低下した冬季は高い値を示したがその他は10mg/L以下に低い値が得られ(図2)、平均でも72%の除去率が得られた。一方処理水リン濃度は窒素に比べるとかなり変動した(図3)。しかし平均除去率では70%の値が得られた。

4. 2 窒素、リン除去に及ぼす因子の検討

(1) 硝化に対する水温と汚泥令の関係

ハイドロリット実験での硝化率と水温の関係を曝気時の汚泥滞留時間(ASRT)をパラメータに整理した結果を図4に示す。図から水温13℃付近で硝化菌を確保するためのASRTは9~12日程度必要であった。この値は従来の連続曝気における硝化菌の維持に必要なSRTとほぼ同じである²⁾。実施設では排泥量を十分把握できなかったため処理水アンモニア濃度と反応槽滞留時間(曝気部+循環部)の関係を図5にまとめた。処理水アンモニア濃度を5mg/L以下に保つのに必要な反応槽滞留時間は水温15℃で13時間、水温11℃で16時間であった。実質的な曝気時間に換算すると5~8時間となる。

(2) リン除去に及ぼす水温と硝化率の影響

実施設におけるリン除去率と水温および硝化率との関係を調べた結果を図6、7に示す。ばらつきはあるが水温が低下するとリン除去効果も増加する傾向が認められた。同様の傾

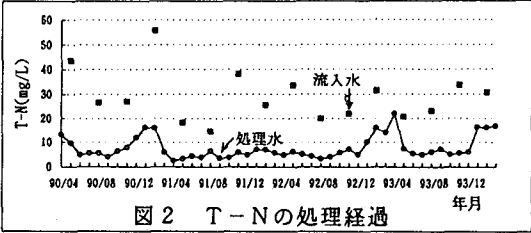


図2 T-Nの処理経過

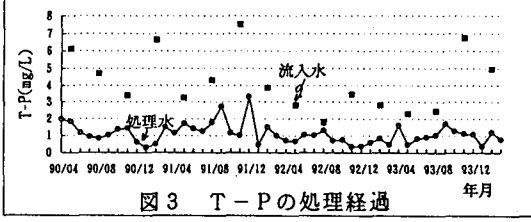


図3 T-Pの処理経過

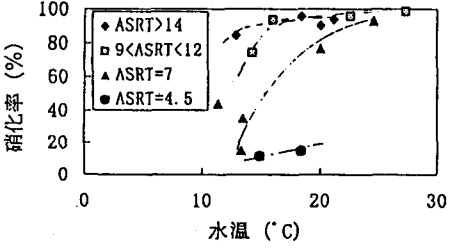


図4 水温と硝化率の関係
(ハイドロリット実験)

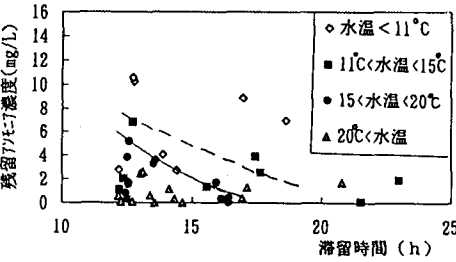


図5 滞留時間と処理水アンモニア濃度の関係
(実施設)

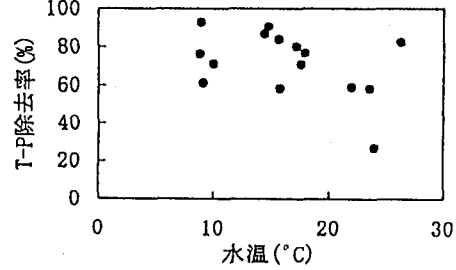


図6 水温とリン除去の関係
(実施設)

向はパイロットプラントでも認められたが全般的なリン除去率は実施設の方が高い値を示した。これは曝気のON/OFFがパイロットプラントでは30分/30分であったのに対し実施設では曝気停止時間を長くしたため脱リンに必要な嫌気条件が十分確保できたためと考える。一方、硝化率とリン除去率との関係では明瞭な相関関係は認められなかったが高水温時にリン除去率がばらつく傾向があった。

(3) 間欠曝気時間による影響

パイロットプラント実験で曝気のON/OFF比は同一であるが一サイクルの時間配分を20分～90分で変えた実験では(図8)、BODやSSの有機物除去性能に変化はなかった。しかし、窒素除去は30分から90分では差がなかったが20分では低下した。一方、リン除去は20分にしたとき著しく低下し、その後30分に戻してもすぐには回復しなかった。曝気停止時間が20分では嫌気条件が十分得られず、リン除去性能が消失したためとみられる。

5. まとめと考察

実施設による長期の運転成績から、本装置はBOD、SS除去性能に優れていることを確認した。また窒素・リン除去に対しても元々完全に除去することを目的とした設計仕様ではなかったが、ばらつきはあるものの比較的高い除去性能が得られた。但し、冬季においても完全な硝化脱窒を行うためにはそれなりの反応槽滞留時間を確保する必要がある。硝化を確保するに必要な滞留時間は一般には(1)式によって求めることができる。

$$V/Q \geq (G \cdot Y_s \cdot \eta \cdot S_o) / (a \cdot X) \quad \dots (1)$$

ここで V:反応槽容積(m³)、Q:流量(m³/d)、G:ASRT(d)、Y_s:BODの汚泥添加率(-)、η:BOD除去率、S_o:流入BOD濃度(mg/L)、a:曝気時間割合、X:MLSS(mg/L)

水温13℃の場合、曝気時間の割合を0.4とすると反応槽滞留時間は1.1日必要となる(設定条件; ASRT:12d、MLSS:2500mg/L、η:0.9、S_o:150mg/L、Y_s:0.7)。しかし、冬季に曝気時間を0.6と長く設定することで必要な滞留時間は0.76日と短くすることも可能である。間欠曝気は時間時間の調整が容易にできることからこうしたフレキシブルな運転ができる利点がある。一方、リン除去は窒素除去より不安定であるが、曝気停止時間の割合を長くすることで除去率の増加が図れた。但しこれは低水温期での窒素除去の操作条件とは一致しない。厳密な水質保証が要求されないのであれば曝気時間の割合を0.4～0.6程度に設定することで年間を通した平均値では共に高い除去効果を得ることは可能と思われる。

以上のことから本装置では処理状況、処理目的に応じて間欠曝気の時間配分を容易に変更できること、維持管理が容易で高度な処理水質も得られることから小規模汚水処理として有望と考える。

謝辞

本発表をまとめるに際しデータを引用させていただいたN市の関係諸氏に末尾ながら厚く御礼申し上げます。

参考文献: 1) 北川、緒方: 北海道大学衛生工学シンポジウム論文集、P231, 1993

2) 日本下水道事業団「分流式下水道における終末処理場の処理機能に係る技術的調査」、1990

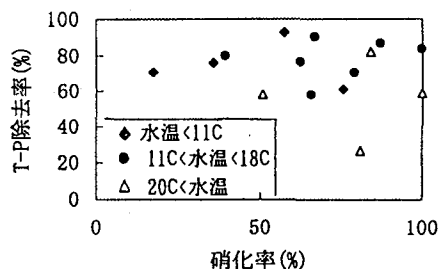


図7 硝化率とリン除去の関係(実施設)

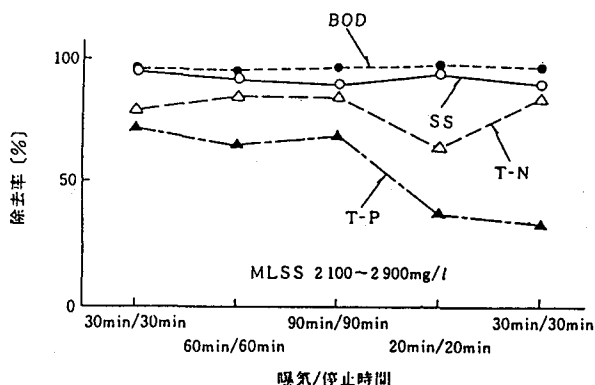


図8 間欠曝気のサイクル時間と各成分の除去率(サイクル時間の変更: 30m→60m→90m→20m→30m)