

N-1 浮上分離と硝化・脱窒・ろ過一体型ろ床法による下水高度処理

前澤工業株式会社 中央研究所 ○石川 進
 宇都宮大学 工学部 応用化学科 鈴木由佳子、米澤健人
 同上 沼澤聡明、柿井一男

1.はじめに

筆者らは、比較的小規模の下水処理場に適した窒素・リン除去システムの開発を目的として、嫌気性ろ床→浮上分離→好気性ろ床の組合せシステム(好気性ろ床処理水を嫌気性ろ床に返送して脱窒を行なう硝化液循環方式)について検討し、約 6.5 時間の処理時間で 75%程度の窒素除去が可能であり、さらに、浮上槽流入管に金属系凝集剤を添加することで窒素・リンの同時除去も可能であることを確認した^{1)~2)}。しかし、よりシンプルな施設が求められる場合や、より高い脱窒率が求められる場合、また、既に浮上分離と好気性ろ床の組合せ処理を実施しているが、将来的には窒素・リン除去対策が必要となる場合などが想定され、これらのケースに対応したシステム検討が必要となっている。よりシンプルなシステム開発では、硝化・脱窒・ろ過一体型ろ床を考案し検討中であり^{3)~4)}、より高い脱窒率(80%以上)が求められる場合では、後段での脱窒処理法として脱窒・再曝気一体型ろ床を考案し検討中である。

本論では、浮上分離→硝化槽(2床式好気性ろ床)→脱窒槽(脱窒・再曝気一体型ろ床)に関する検討結果と浮上分離→硝化・脱窒・ろ過一体型ろ床に関する検討結果について報告する。

2.実験方法

実験プラントは、主に家庭排水を標準活性汚泥法によって処理しているA下水処理場内に設置した。図-1 に実験プラントの全体処理フローを示す。なお、浮上分離→硝化槽→脱窒槽に関する実験と浮上分離→硝化・脱窒・ろ過一体型ろ床に関する実験では実施時期が異なり、前者の実験期間では最初沈

殿池流入水を原水とし、後者の実験期間では沈砂池流入水を原水として用いた。また、この図では、浮上濃縮汚泥を汚泥改質装置を通した後、脱窒炭素源として利用する流れになっているが、本論ではメタノールを添加した実験結果を示す(現在、有機酸発酵による汚泥改質について検討中である)。

硝化槽(2床式好気性ろ床)、脱窒槽(脱窒・再曝気一体型)および硝化・脱窒・ろ過一体型ろ床の構造を夫々図-2、図-3、図-4に示す。

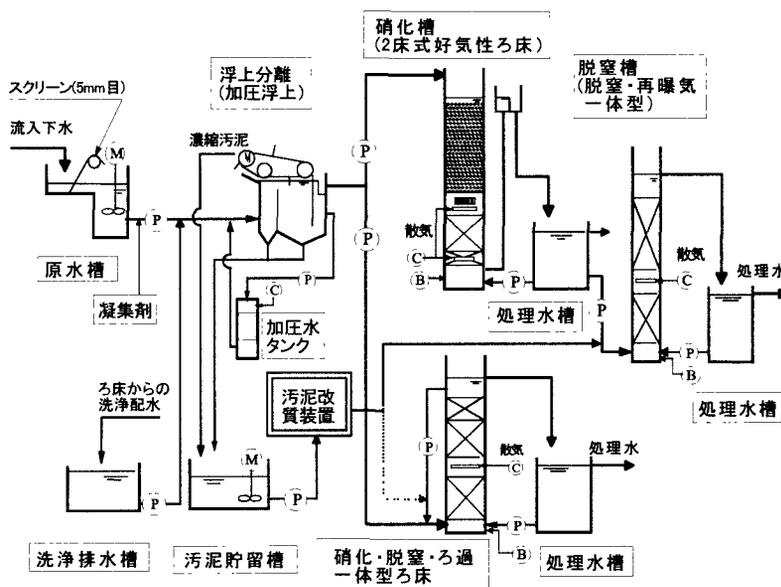


図-1 実験プラント処理フロー(全体)

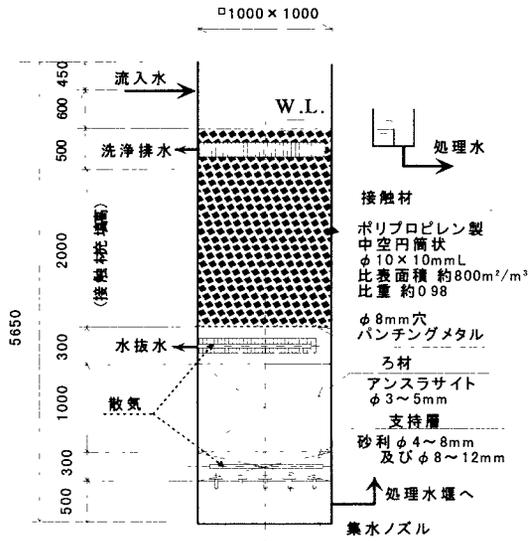


図-2 硝化槽(2床式好気性ろ床)の構造

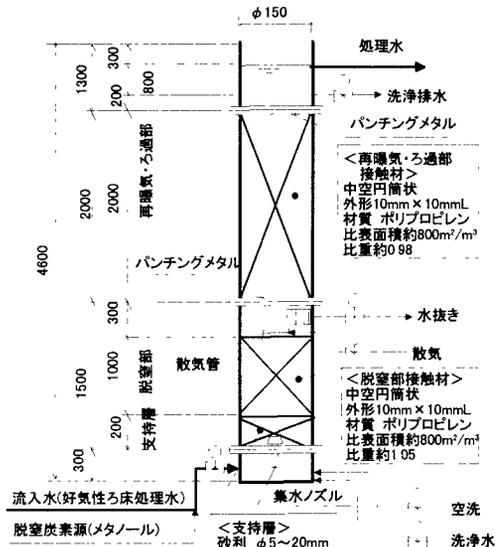


図-3 脱窒槽(脱窒・再曝気一体型)

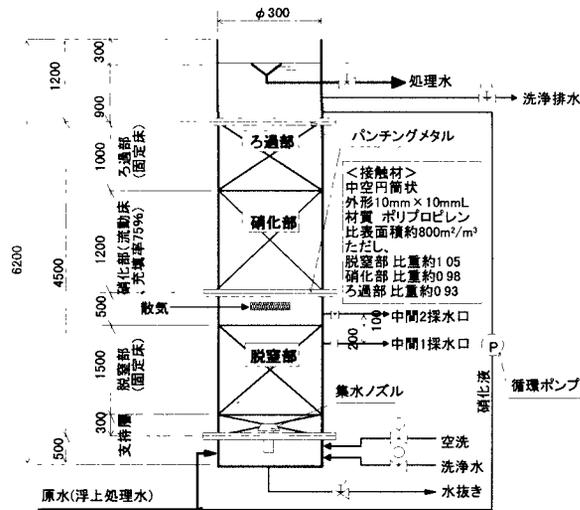
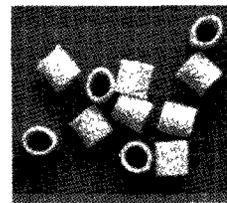
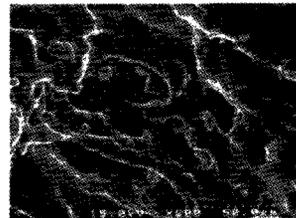


図-4 硝化・脱窒・ろ過一体型ろ床の構造



3 4 5 6 7 8 9
接触材外観



接触材表面の電子顕微鏡(SEM)写真

図-5 実験に用いた発泡ポリプロピレン製接触材

3. 浮上分離→硝化槽(2床式好気性ろ床)→脱窒槽(脱窒・再曝気一体型ろ床)に関する実験結果

表-1に運転条件を示す。浮上処理水量 25m³/日(浮上槽滞留時間 27.6分)、硝化槽通水速度 25m/日(接触材およびろ材部の滞留時間約 3時間)、脱窒槽通水速度 100/日(脱窒部滞留時間 14.4分、再曝気・ろ過部滞留時間 28.8分)の条件で、硝化槽では下部から 173m/日の速度で散気し、脱窒槽では中間部から 488m/日の速度で散気した。また、リン除去を目的として浮上槽流入管にポリ鉄を原水量に対して 10mg-Fe/l 添加した。脱窒炭素源は、脱窒槽下部に原水量に対して 70mg/l のメタノールを添加した。なお、硝化槽で pH 低下による硝化阻害が認められたため、NaOH 溶液を硝化槽上部に添加して、硝化槽上部の pH を 6.5~7.0 に制御した。

この実験期間の平均水質を表-2 に示す。浮上槽での除去効果が大きく、SS 約 87%、T-BOD 約 81%、T-N 約 58%、T-P 約 70%であった。また、硝化槽において、ほぼ 100%の硝化率が得

られた。脱窒処理水では平均して 3.1mg/l の NO₃-N が残留したが、硝化槽処理水と比較して SS および BOD の増加はなく、再曝気部が良好に機能したと考えられる。システム全体での除去率は、SS、T-BOD、T-N、T-P どれも 90% 以上であり、非常に良好であった。

表-1 運転条件(2001/8/20~10/3)

実験期間		2001/8/20-10/3	
浮上処理水量	m ³ /日	25	
硝化槽通水速度	m/日	25	
脱窒槽通水速度	m/日	100	
硝化槽散気速度	m/日	173	
脱窒槽散気速度	m/日	488	
ポリ鉄添加量	mg-Fe/l	10	
メタノール添加量	mg/l	70	
水温	硝化槽	℃	22.4
	脱窒槽	℃	24.6

表-2 実験結果(2001/8/20~10/3 の平均水質)

	原水	浮上槽		硝化槽		脱窒槽	除去率
		処理水	中間水	処理水	処理水		
SS	mg/l	323.1	41.2	25.2	3.0	2.1	99.4
T-BOD	mg/l	205.0	38.5	—	4.0	2.8	98.6
T-N	mg/l	55.7	23.3	22.5	20.5	3.2	94.3
NH ₄ -N	mg/l	17.1	19.1	1.0	0.7	0.1	99.7
NO ₃ -N	mg/l	0.0	0.1	19.4	19.6	3.1	—
NO ₂ -N	mg/l	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	—
T-P	mg/l	5.80	1.77	1.04	0.28	0.25	95.7
Ort-P	mg/l	2.55	0.25	0.10	0.01	0.02	99.4

4. 浮上分離→硝化・脱窒・ろ過一体型ろ床に関する実験結果

表-3 に運転条件を示す。浮上処理水量 25m³/日(浮上槽滞留時間 27.6 分)、硝化・脱窒・ろ過一体型ろ床通水速度 25m/日(脱窒部滞留時間約 1.5 時間、硝化・ろ過部滞留時間約 2 時間)、硝化液循環率 200% の条件で、ろ床中間部から 150m/日の速度で散気した。なお、浮上槽での凝集剤添加や脱窒炭素源としてのメタノール添加およびろ床内の pH 調整は行っていない。また、この条件による運転は約 2 ヶ月前から実施したが、前後の期間において、雨の影響による D-BOD 濃度の低下から脱窒率が低下しているため、実験期間の平均値を示していない。

表-4 に処理水質を示す。中間 1 水において 3.6mg/l、処理水において 10.5mg/l の NO₃-N が残留しており、必ずしも十分な脱窒率が得られたとは言えないが、1 槽で短時間の処理であることを考慮すれば、良好な窒素除去が行なわれたと言える。

表-3 運転条件(2002/6/20)

浮上処理水量	m ³ /日	25	
硝化・脱窒・ろ過一体型ろ床通水速度	m/日	25	
硝化・脱窒・ろ過一体型ろ床通水速度	m/日	150	
硝化液循環率	%	200	
水温	原水	℃	21.3
	ろ床中間2	℃	24.4
pH	原水	—	7.1
	ろ床処理水	—	6.9

表-4 実験結果(2002/6/20 の処理水質)

	原水	浮上	ろ床	ろ床	ろ床	除去率	
		処理水	中間1水	中間2水	処理水		
SS	mg/l	236.0	61.2	8.8	8.2	2.2	99.1
T-BOD	mg/l	153.6	83.3	—	—	6.6	95.7
D-BOD	mg/l	54.1	47.2	10.5	6.9	3.6	93.3
T-N	mg/l	61.5	30.8	—	—	12.7	79.3
NH ₄ -N	mg/l	18.5	21.0	10.0	2.9	0.9	95.1
NO ₃ -N	mg/l	0.0	0.0	3.6	4.9	10.5	—
T-P	mg/l	4.7	5.1	2.9	2.6	2.7	42.4

5. まとめ

硝化・脱窒を目的としたハイブリッド型ろ床を考案し、浮上分離との組合せ処理実験を行った。現在、浮上分離→硝化・脱窒・ろ過一体型ろ床→脱窒・再曝気一体型ろ床が有望と考え検討している。また、浮上汚泥を有機酸発酵で改質し脱窒炭素源として利用する計画である。

<参考文献>

- 1) 石川 進, 鈴木辰彦, 荷方稔之, 柿井一男, 白樫高史: 浮上分離を組込んだ嫌気好気ろ床法による窒素除去に関する研究, 環境技術, Vol.29, No.11, pp.873-883(2000)
- 2) 石川 進, 鈴木辰彦, 荷方稔之, 柿井一男, 白樫高史: 浮上分離を組込んだ嫌気好気ろ床法による窒素・リンの同時除去に関する研究, 環境技術, Vol.29, No.12, pp.922-965(2000)
- 3) 石川 進, 遠藤裕香, 壽々木孝慎, 沼澤聡明, 柿井一男: 硝化・脱窒・ろ過一体型ろ床による下水高度処理, 第38回環境工学研究フォーラム講演集, pp.19-21(2001)
- 4) 石川 進, 沼澤聡明, 遠藤裕香, 壽々木孝慎, 柿井一男: 硝化・脱窒・ろ過一体型ろ床による下水高度処理, 第36回日本水環境学会年会講演集, p.489(2002)