

N-5 ダイナミックろ過方式による活性汚泥の固液分離

(株) 荏原製作所 ○葛 甬生、水岡亜聖
西本将明、田中俊博

1. はじめに

活性汚泥法では、清澄な処理水を得るためには安定した固液分離が不可欠である。従来から固液分離手段として沈殿池方式が用いられている。しかし、活性汚泥の沈降速度は通常 $20\sim30\text{mm/min}$ しかなく、清澄な処理水を安定して得るためには、分離面積の広い沈殿池が必要となる。更に活性汚泥の沈降速度は汚泥性状に大きく影響される。糸状菌等によるバルキング発生時には汚泥沈降性が悪化し、固液分離が難しく、処理不能となることがある。

近年、沈殿池を不要にした膜分離活性汚泥法が開発されている¹⁾。しかし、膜分離ではろ過流速(以下フラックス)が低いうえ、膜表面の曝気洗浄やポンプ吸引等の所要動力が大きい。更に膜汚染による薬品洗浄が不可欠である。このことから、大水量への対応が困難であり、処理動力の低減が求められている。

北尾らは活性汚泥の分離法として、ダイナミックろ過法を検討し、わずかな水頭圧で高いフラックスが得られることを明らかにしている²⁾。著者らはろ過水量及び水質が安定化するダイナミックろ過の操作条件を基礎実験などで明らかにした³⁾⁴⁾。ここでは、実排水を用いた循環式硝化脱窒活性汚泥法にダイナミックろ過を組み込んだ高度処理システムの性能を連続実験より検討した。以下に実験で得られた知見を報告する。

2. 実験目的

本実験では団地下水を用いた循環式硝化脱窒活性汚泥処理にダイナミックろ過方式を組み込んだ高度処理システムの処理性能を検討し、連続実験でのろ過性能と窒素除去性能の検証を目的とした。

3. 実験方法及び条件

図1にダイナミックろ過方式の循環式硝化脱窒処理フローを示す。表1に実験条件を示す。本実験では、団地下水を原水として用いた。硝化脱窒装置は脱窒槽(2m³)、硝化槽(2m³)で構成されている。実験ではMLSS濃度の異なる区間をそれぞれRUN1～RUN3とした。

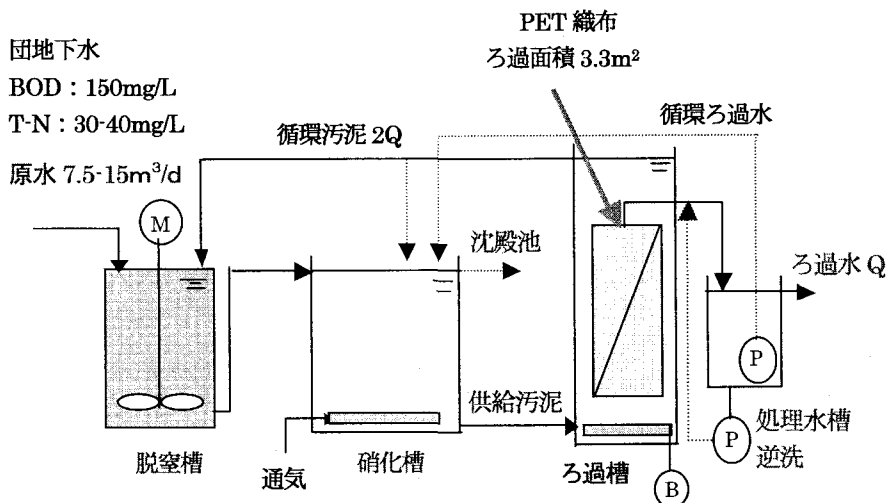


図1 ダイナミックろ過を用いた循環式硝化脱窒処理フロー

原水は脱窒槽、硝化槽の順に処理された後、硝化槽の汚泥混合液をろ過槽に供給してろ過を行った。ろ過後の汚泥混合液は循環硝化液として脱窒槽に返送した。RUN1 では、MLSS を平均 3280mg/L とした。原水量は 7.5m³/d、循環汚泥量は 14.7m³/d とした。全槽での原水滞留時間(以下 HRT)は 12.8h である。この時の原水量はろ過水量より少ないため、ろ過水の一部を硝化槽に補給して生物反応槽内の水位を一定とした。RUN2 では MLSS を平均 4470mg/L として実験を継続した。原水と循環量はそれぞれ 11.3m³/d と 23.2m³/d に設定した。全槽での HRT は 8.4h となる。RUN3 では、MLSS を平均 6100mg/L とした。原水と循環量はそれぞれ 14.9m³/d、30.8m³/d とした。全槽での HRT は 6.4h で RUN1 の半分となる。なお、RUN2～RUN3 の原水量はろ過水量より多いため、処理水の一部は既設沈殿池から得た。

表 1 活性汚泥の処理条件

項目	RUN1	RUN2	RUN3
MLSS(mg/L)	3280	4470	6100
原水量(m ³ /d)	7.5	11.3	14.9
循環量(m ³ /d)	14.7	23.2	30.8
循環比(-)	2.0	2.1	2.1
全槽 HRT(h)	12.8	8.4	6.4
処理水量調整	ろ過水循環	沈殿池	沈殿池
BOD 負荷(kg/m ³ ・d)	0.48	0.72	1.34
T-N 負荷(kg/m ³ ・d)	0.13	0.23	0.32

ろ過槽には平面型ろ過モジュールを浸漬設置し、全体の有効面積は 3.3m² とした。ろ過体は孔径約 100 μ m のポリエステル(以下 PET)製織布を使用し、ろ過水頭圧は常時 10cm とした。ろ過モジュール洗浄は 2 時間ごとに空洗と水逆洗を実施した。なお、洗浄直後数分間のろ過水は硝化槽に返送した。前記自動洗浄まで 2 時間のフラックスとろ過水濁度を 1 日 1 回測定し、フラックスと濁度の経過を求めた。

4. 実験結果及び考察

4. 1 処理水質

表 2 には各 RUN での原水と処理水質の平均値を示す。図 2 に処理期間中の原水と処理水の T-N 経過を示す。

RUN1～RUN3 において原水 BOD が 126～159mg/L であるのに対し、処理水 BOD は 2.5～5.4mg/L となり、安定した生物処理ができた。また、処理水 SS は平均 3.7～13.7mg/L であり、これは膜分離方式には及ばないものの、沈殿池方式の処理水とほぼ同程度となり、良好なろ過性能が得られたと考える。

原水 NH₄-N が 22.5～27.6mg/L であるのに対し、処理水 NH₄-N は 0.1mg/L 以下と 100%硝化した。T-N は原水で 34.2～41.7mg/L であるのに対し、処理水平均が 10mg/L 以下であり、原水に対する除去率は約 80%となった。

4. 2 ろ過性能

図 3 に連続実験中の硝化槽 MLSS、フラックス及びろ過水濁度の経過を示す。

MLSS を平均 3280mg/L とした RUN1 ではフラックスが 4～6m³/d で、平均 5.2m³/d となった。ろ過水濁度が 10

表 2 原水及び処理水の平均水質

項目	RUN 1		RUN2		RUN3	
	原水	処理水	原水	処理水	原水	処理水
pH(-)	7.2	7.6	7.2	7.4	7.0	7.1
SS(mg/L)	101	3.7	117	12.0	92.1	13.7
COD(mg/L)	85.4	10.1	94.0	11.3	92.1	13.4
BOD(mg/L)	126	2.5	159	3.5	156	5.4
NH ₄ -N(mg/	22.5	<0.1	27.6	<0.1	23.8	<0.1
NO _x -N(mg/	0.13	6.8	<0.1	8.4	<0.1	6.5
T-N(mg/L)	34.2	7.4	41.7	9.3	41.2	8.3

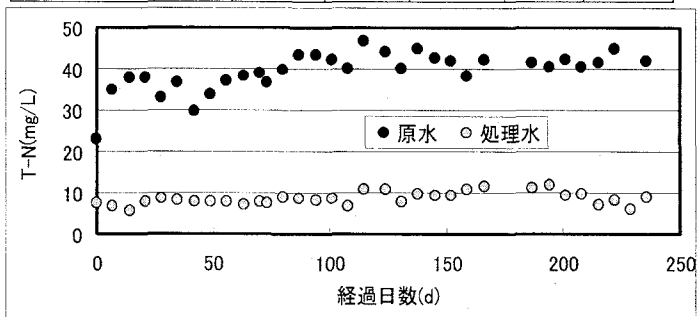


図 2 原水及び処理水の T-N 経過

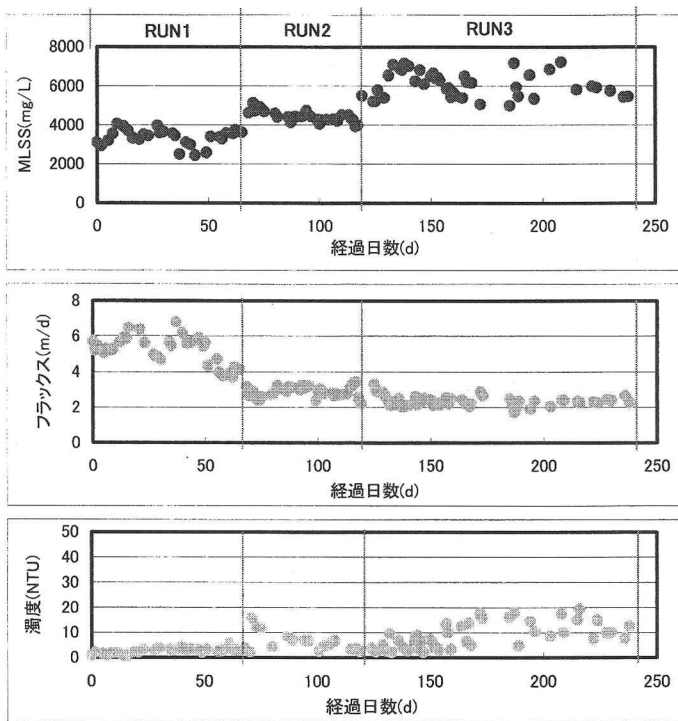


図3 連続実験でのMLSS、フラックス及び濁度の経過

殿池に比べると10倍程度の分離速度があり、下水処理にダイナミックろ過適用した場合、窒素除去だけでなく、雨水流入時の大水量にも対応可能と考える

5. まとめ

新規固液分離法であるダイナミックろ過特性を検証するため、団地下水を用いた循環式硝化脱窒にダイナミックろ過を組み込んだ連続実験を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 団地下水の循環式硝化脱窒処理では約240日連続実験の結果、MLSSを3000~6000mg/Lとした場合、ろ過フラックスが平均2.3~5.2m/dとなった。ろ過水濁度が平均10NTU以下、SSが10mg/L程度と安定したろ過性能が得られた。沈殿池型と比べるとろ過水質は同程度であり、かつ分離速度は約10倍となった。
- (2) 循環式硝化脱窒処理において循環水量が2倍のとき、原水T-Nが平均34~42mg/Lであるのに対し、処理水T-N平均は10mg/L以下と安定した処理が得られた。ダイナミックろ過との組み合わせでコンパクトな脱窒装置が可能であると認められた。

参考文献

- 1) 須山 晃延、山本 信二、田中 俊博 用水と廃水 Vol.41 No.5 p47-52 (1999)
- 2) 北尾 高嶺、井手 敏文、西田 耕治、木曾 祥秋 下水道協会誌論文集 Vol.35. No.425 p12-21(1997)
- 3) 葛 甬生、小西 聡史、田中 俊博 京都大学環境衛生工学研究 Vol.16 No.3 p102-106(2002)
- 4) 葛 甬生、水岡 亜聖、西本 将明、田中 俊博 第40回下水道研究発表会講演集 p718-720(2003)

NTU以下で平均2.6NTUと良好であった。

MLSSを平均4470mg/LとしたRUN2ではフラックスが2.4~3.2m/dとなり、平均2.9m/dとなった。ろ過水濁度はRUN1より若干高く、3~15NTUで平均6.6NTUとなった。

MLSSを平均6100mg/LとしたRUN3ではフラックスがほぼ2m/d以上となり、平均2.3m/dと安定した水量が得られた。ろ過水濁度は4~20NTUとやや変動し、平均8.8NTUであった。高MLSS時、ろ過体内部侵入汚泥が多くなり、濁度上昇の一因と考えられた。

上記の結果より織布を用いたろ過体モジュールによるダイナミックろ過ではMLSS3000mg/L程度で平均5m/dのフラックスが得られる。ろ過槽面積当たりの処理水量は約150~200m³/m²・dとなる。これは従来の沈