

下水処理に対する生物ろ過装置 によるパイロットテスト結果

三菱化工機（株） 中沢俊明

1. はじめに

最近、二次処理水の水質をさらに高めようとする要望が増えつつある。特に、SSの除去、N-BODの原因になる $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去が求められている。このような要望に対する処理方法として生物処理とろ過処理を結合した生物ろ過装置がある。生物ろ過はろ過塔内にろ材を充填し、ろ材の表面に微生物を付着させ、BODの除去、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の硝化の生物処理を行い、同時にろ材によりSSをろ過処理するものである。ろ材として従来アンスラサイトをを用いる事例が多いが今回、塩化ビニル製の塩ビペレットを開発し、回転生物接触法の下水二次処理水を対象として生物ろ過のパイロットテストを行ったのでこの結果について報告する。

2. 実験方法

(1) 実験フローシート

実験フローシートを図1に示す。最終沈殿池越流水路より二次処理水をポンプで計量槽に圧送し、所定量を生物ろ過装置に流入させる。ろ過された処理水は処理水槽に貯留し一部を逆洗水として利用する。生物酸化のため生物ろ過塔の下部からブローにより空気を吹き込む。捕捉されたSS分により所定以上の圧損になった時、下部より自動的に水と空気による逆洗を行う。

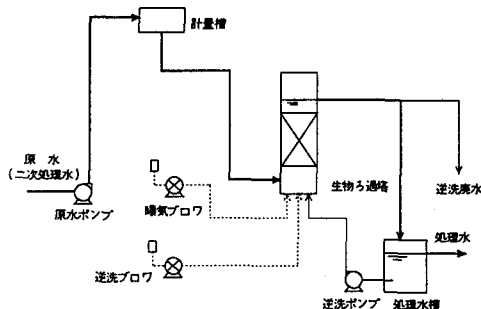


図1 フローシート

(2) 実験装置仕様

生物ろ過装置のろ過塔は透明塩ビ製、寸法500φ×3500^{mm}で、充填高さは2000^{mm}である。ろ材は塩ビペレットを使用した。ろ材仕様を表1に示す。

(3) 測定方法

原水、処理水配管にサンプリングノズルを設けタイマーにより1時間毎に一定量採取して混合するコンポジットサンプルとした。水質は下水試験法に基づき分析した。

3. 実験条件

実験は通液方向（上、下向流）、ろ過速度（200、300^{m/d}）、通気（有 $\text{L/G}=0.3$ 、無）の条件を変えて運転し、データを採取した。実験条件の一覧を表2に示す。圧損が500^{mm}に達した時点で自動的に逆洗した。逆洗工程は水抜（下限）→空気1分→空気・水（上限）→水洗（7分）→水抜（下限）→ろ過再開であり、水逆洗速度を50^{m/hr}、空気逆洗速度を100^{m/hr}とした。

4. 実験結果

(1) 水質について

各RUN毎のろ過性能（平均の水質、除去率）を表3に、SS、

表1 ろ材仕様

ろ 材	仕 様
塩ビ ペレット	形 状 錠剤状
	材 質 P V C
	寸 法 5mmφ×2~3mm t
	真比重 1.3

表2 実験条件一覧表

No	通 液	L V	L/G	期 間
RUN-1	下向流	200	0.3	3/19-4/21
RUN-2	上向流	200	0.3	4/25-6/30
RUN-3	"	200	0	7/1-7/27
RUN-4	"	300	0.3	8/3-9/17

T-BODの経日変化を図2、3に示す。各水質は原水濃度に比例してろ過水濃度が変わる傾向がみられた。SSについて平均でみるとRUN-1は原水10mg/ℓに対しろ過水3.9mg/ℓ、除去率は61%、RUN-2は原水12mg/ℓに対しろ過水5.4mg/ℓ、除去率は55%、RUN-3は原水7.5mg/ℓに対しろ過水2.3mg/ℓ、除去率は69.3%、RUN-4は原水13mg/ℓに対しろ過水5.7mg/ℓ、除去率は56.2%であった。RUN-1は下向流のため除去率はやや良く、RUN-2、4は上向流で、通気しているため捕捉したSSの一部が流出し、除去率はやや悪かった。また、RUN-3は原水濃度も低いに通気無しのため通気に伴う流出がなく良い結果が得られた。

透視度について平均でみるとRUN-1は原水40cmに対しろ過水75cm、RUN-2は原水28cmに対しろ過水52cm、RUN-3は原水48cmに対しろ過水94cm、RUN-4は原水41cmに対しろ過水64cm、SSと同様、上向流、通気ありの場合透視度は悪くなる傾向があった。

BODについてT-BODは平均でみるとRUN-1は原水25mg/ℓに対しろ過水16mg/ℓ、除去率は36%、RUN-2は原水27mg/ℓに対しろ過水16mg/ℓ、除去率は40.7%、RUN-3は原水11mg/ℓに対しろ過水6.3mg/ℓ、除去率は42.3%、RUN-4は原水19.5mg/ℓに対しろ過水13mg/ℓ、除去率は33.3%であった。S-BODは平均でみるとRUN-1は原水6.6mg/ℓに対しろ過水5.8mg/ℓ、除去率は12.1%、RUN-2は原水3.3mg/ℓに対しろ過水2.8mg/ℓ、除去率は15.2%、RUN-3は原水2.3mg/ℓに対しろ過水1.9mg/ℓ、除去率は17.4%、RUN-4は原水4.8mg/ℓに対しろ過水3.4mg/ℓ、除去率は29.2%であった。BODはSSに起因するものがほとんどであるがS-BODが若干処理されており、生物処理の効果があつた。

NについてT-Nでみると各RUNともあまり除去されていないがTK-N、NH₄-Nでみると濃度で1.5~2.3mg/ℓ、除去率で10~30%弱除去されている。また、ろ過水のNO_x-Nについて通気なしのRUN-3以外は原水に比較して高くなっており硝化の生物処理効果がみられた。

表3 ろ過性能 *数値は期間中の平均値

	RUN-1			RUN-2			RUN-3			RUN-4		
	原水	ろ過水	除去率	原水	ろ過水	除去率	原水	ろ過水	除去率	原水	ろ過水	除去率
pH (—)	7.2	7.1	—	6.8	6.4	—	6.8	6.8	—	7.2	7.1	—
T-BOD (mg/ℓ)	25	16	36.0	27	16	40.7	11	6.3	42.7	19.5	13	33.3
S-BOD (mg/ℓ)	6.6	5.8	12.1	3.3	2.8	15.2	2.3	1.9	17.4	4.8	3.4	29.2
COD (mg/ℓ)	19	15	21.0	13	11	15.4	10	8.4	16.0	18	12	25.0
SS (mg/ℓ)	10	3.9	61.0	12	5.4	55.0	7.5	2.3	69.3	13	5.7	56.1
透視度 (cm)	40	75	—	28	52	—	48	94	—	41	64	—
T-N (mg/ℓ)	20	19	5.0	14	13.5	4.6	10.5	10.1	3.8	14	13	7.1
TK-N (mg/ℓ)	15	13	13.3	6.2	5.6	9.7	5.6	4.8	14.3	12.5	10.2	18.4
NH ₄ -N (mg/ℓ)	14	12.5	10.7	4.9	3.5	28.6	4.4	3.6	18.2	9.6	8.2	14.6
NO _x -N (mg/ℓ)	4.4	4.7	—	7.4	9.0	—	5.0	3.8	—	2.9	3.8	—

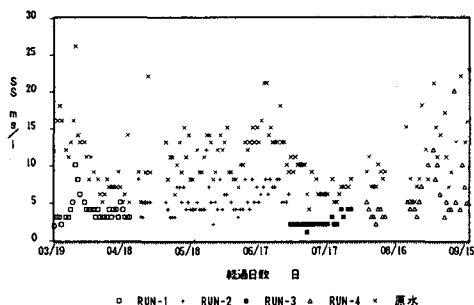


図2 SS 経日変化

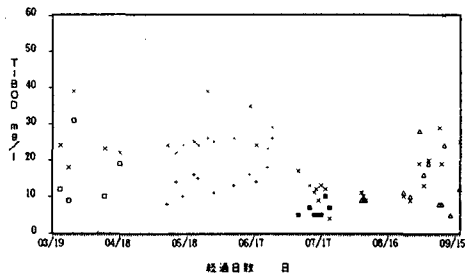


図3 T-BOD 経日変化

(2) BOD、N負荷と除去率の関係について

T-BOD負荷と除去率の関係及びNH₄-N負荷と除去率の関係を図4、5に示す。T BOD負荷は平均でRUN-1で2.

2kg/m³・日、RUN-2で 2.6kg/m³・日、RUN-3で1.2kg/m³・日、RUN-4で2.3kg/m³・日であった。負荷と除去率の関係は各RUNばらつきがあり相関性はあまりない。BOD除去はSSのろ過によるものが大きいといえる。

NH₄-N負荷は平均でみるとRUN-1で 0.9kg/m³・日、RUN-2で 0.5kg/m³・日、RUN-3で 0.4kg/m³・日、RUN-4で 1.4kg/m³・日であった。NH₄-Nについて各RUNばらつきはあるもののある程度相関性がみられ負荷が高いときは除去率は低く、負荷が低くなるにつれ高い除去率が得られた。今回のLV200m/dでは見かけの滞留時間は15分弱のため流入の濃度が低くてもかなりの高負荷になる。LVを下げて負荷を低くすればBOD除去、NH₄-Nの硝化が十分行われ二次処理も可能である。

(3) SS捕捉量について

SS捕捉量は平均で0.3~1.3kg/m³であり一般の砂ろ過と比べて少なかった。これは回転生物接法法の処理水は細かい粒子の懸濁物やコロイド状物質を多く含むので圧損が立ち易く逆洗頻度が多いためSS捕捉量が少なくなったと考えられる。RUN-1は0.3kg/m³と少なく下向流で表面ろ過が行われ、RUN-2は上向流で通気しているため1.3kg/m³とも大きい値が得られ、RUN-3は 1.0kg/m³と通気無しのため少ない値となり、RUN-4は0.6kg/m³とLVが大きく圧損が高いため逆洗頻度が多くなりSS捕捉量が少なくなったと考えられる。

(4) 逆洗頻度について

各RUNの平均の逆洗頻度はRUN-1で2.4回、RUN-2で0.5回、RUN-3で0.8回、RUN-4で2.5回であった。RUN-1の逆洗頻度が多いのは下向流のためと原水濃度が高いためであり、RUN-4についてはLVが大きい、原水濃度が高いためと考えられる。

5. まとめ

回転生物接触装置の二次処理水を対象として生物ろ過の実験を行った結果をまとめると次のようになる。

(1) 上向流、L/G=0.3、LV=200m/dという条件でT-BOD40.7%、S-BOD15.2%、SS55%、T-N4.6%、NH₄-N28.6%の除去率が得られ、生物ろ過の有効性が確認された。

(2) 通液に関して上向流は下向流と比較して液と空気が同じ流れにのるためSSがリークし、したがって透視度も悪くなるが反面SSがろ層全体にわたるため逆洗頻度は少なく、SS捕捉量は大きくなる。また、生物付着量も大きくなるので生物作用が働き、BOD、Nの除去率が大きくなるという結果が得られた。

(3) 通気の効果について通気によるSSの流出によりSSに起因する水質が若干悪くなるが、逆にSS捕捉量、逆洗頻度の面で効果があった。また、S-BOD除去、NH₄-Nの除去・硝化において多少の生物酸化の効果があった。

(4) LVについて200m/dと300m/dのデータで比較した結果、LV200m/dの方がろ過水のNH₄-N濃度が低く、また、逆洗頻度が少なく、SS捕捉量が大きいという結果であった。

(5) LVを下げ、負荷を小さくすることにより二次処理への適用が可能である。

(6) 今回開発されたろ材塩ビペレットは比重が軽い、腐食性がない、摩耗がない、形状が均一、補充の必要がない等優れた利点がある。

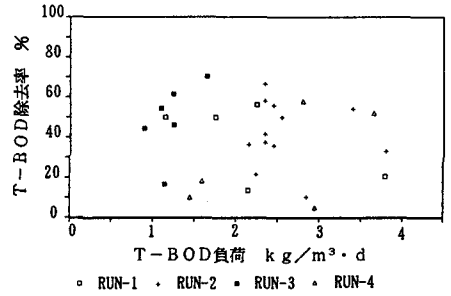


図4 T-BOD負荷と除去率の関係

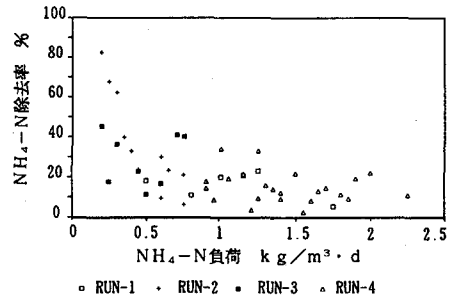


図5 NH₄-N負荷と除去率の関係