

II-85

小規模下水道に適用した好気性ろ床法の処理性能

郡山市 秦 裕 寺山 喜信 柳沼 大太郎
 日本大学 西村 孝 竹山 良明 大塚 正典
 日本大学 丁 堂堂

1. はじめに

早急に下水道整備が求められる地域において、全体計画に定める終末処理場とは別に中間的な処理施設で対応するフレックスプランが認められている。

福島県郡山市では、フレックスプランとして熱海浄化センターを計画・建設した。水処理方式として好気性ろ床法を採用し、平成4年5月より運転を開始した。

本報告では、この熱海浄化センターの運転が定常になった平成4年（1992年）7月から平成5年（1993年）6月まで1年間の処理性能について述べるものである。

2. 実験方法

実装置のフローを図-1に示す。

設計値一覧を表-1に示す。

好気性ろ床（8槽）は、将来ポンプ場として転用することとし、鉄筋コンクリート製地上1階・地下2階とした。その他の施設はポンプ場への転用後は不要となるため、撤去の容易性を考慮し、塩素接触槽（1槽）と処理水槽（1槽）を素掘・ゴムシート張りとし、最初沈殿池（2池）、汚泥濃縮槽（1槽）及び汚泥貯留槽（1槽）を鋼板製とした。

処理施設は流入水量に対応して2系列とし、第1期（850 m³/日）及び全体時（1700 m³/日）となっている。

今回（第1期）完成した好気性ろ床は8槽のうち4槽である。また最初沈殿池は2池のうち1池が建設されている。現在のところ流入水量は平均で300 m³/日である。サンプリングは観光宿泊人口の影響を受ける毎週土曜日の9時に行い、直ちに分析に供した。

通日テストも2か月に1度の割合で行った。

試水の分析は下水道試験方法に準拠した。

3. 実験結果

(1) 処理概要

運転が定常状態になった平成4年7月から平成5年6月までの処理結果を表-2に示す。

流入下水は一般的な家庭下水の性状を示しているが変動幅が大きい。

特に、流入下水BODは平均234.4 mg/lであり、最初沈殿池流出水は平均107.1 mg/lとなり、SSに起因するBODが130 mg/l程度除去されているのが目立つ。さらに、溶解性BODは、83.5 mg/lであり、150 mg/l程度のSSに起因するBODが流入下水には存在していることになる。

好気性ろ床法の前処理施設として、最初沈殿池は高いSS除去機能を持っている。SS除去によるBOD負荷の削減は50%にもなっている。好気性ろ床は担体に形成される生物膜による生物酸化と物理ろ過を同時に行うので、処理水の透視度は常に100 cm以上、処理水BODは平均2.6 mg/l、処理水SSは平均1.2 mg/lであり、いずれも測定限界値に近かった。

(2) 窒素の挙動

注目に値するのは、低負荷ではあるが、逆洗が1回/日、低水温期にほぼ完全硝化が達成されていることである。しかも、窒素の除去率が高いことである（表-2）。

完全硝化が達成された処理水の一部で逆洗は行われる。この逆洗水は逆洗排水槽に流入する。さらに、好気性ろ床の水量負荷を均一化するために、逆洗排水槽に通じるバイパスが設けてある。このバイパスにより最初沈殿池流出水が逆洗排水槽へ流入する。また、汚泥濃縮槽のオーバーフロー水も逆洗排水槽へ流入する。したがって逆洗排水槽と最初沈殿池は本来の目的以外に脱窒素槽の役目を兼ねていたものと推定される。

図-2にアルカリ度の経日変化を示す。

流入原水は100 mg/l前後であり、通常の都市下水のアルカリ度を有している。処理水アルカリ度は平均27.3 mg/lであり、最初沈殿池流出水T-Nが完全硝化したとすれば、不足することになり

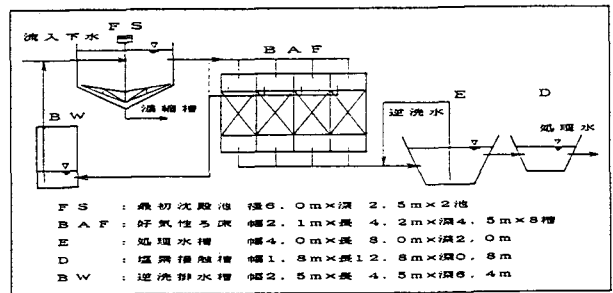


図-1 フロー

項目	設計値
計画人口	定住人口1700人 観光日帰人口1300人、観光宿泊人口3700人 1700m ³ /日（日最大汚水量）
計画汚水量	25m ³ /m ² /日
ろ過速度	2.5kg/m ³ /日（ろ材充填部体積当り）
BOD容積負荷	2.0m
ろ材充填層厚	幅2.1m×長4.2m×深4.5m×8槽
構造寸法	

表-1 設計値一覧

なる。処理水アルカリ度は高水温期に高くなり、低水温期に低くなっているのが経日変化から理解できる。このことは高水温期に効率よく脱窒していることを裏付けている。当然ではあるが、処理水pHも高水温期には0.6～0.8pH高かった。また、好気性ろ床では通気により脱炭酸が起こっているためpHが必要以上に低下しない一因にもなっていると考えられる。

好気性ろ床の縦方向の水質変化を調べた結果を図-3に示す。

ろ床厚2mの上端より0.5m、0.8m、1.5m、2.0m、そして2.56mの位置にサンプル用のコックが取り付けられており、各々の位置からほぼ同時に試料を採取した。

①地点でも、すでに有機物とNH₃-Nの酸化が同時に進行している点は興味深い。BOD₅とCODMnの値がほぼ等しく有機成分の分解途中であるが、ろ床上部でも硝化が進行している。

②地点、すなわち、ろ床中央付近では、ほぼ有機物及びNH₃-Nの酸化も終了している。この実験ではOrg-Nの分析はしていないが、NO_x-Nの値から酸化が完了しているものと思われる。

ろ床の中央部以下の③、④、⑤の地点ではNO_x-Nの変化もなく、ろ床内で脱窒は行われていないものと推定される。

(3) 汚泥生成量

現場運転日誌をもとに、平成4年8月から平成5年7月までの汚泥生成量を表-3に示す。

汚泥濃縮槽から汚泥貯留槽へ引き抜かれた汚泥量は29.83kg/日である。これに対し汚泥量を流入原水SSをもとに、通日テストの結果からそのSS濃度を140mg/lとして算定すると、

$\Delta X_s = 319.26 \text{ m}^3/\text{日}$
 $\times 0.14 \text{ kg/m}^3 = 44.70 \text{ kg/日}$
 となる。この値は実際に得られた汚泥量の50%増に相当する。

現在の施設能力は850m³/日であり、実流量はそれの30%程度である。このため硝化が継続して進行する低い負荷で運転されたため、このような小さい値になったものと思われる。

4. おわりに

好気性ろ床法は、有機物及びSS除去に大きな効果を発揮するとともに高い硝化機能を有している。本法をさらに発展させるためには有機物とSSの除去だけでなく、硝化脱窒による栄養塩類の除去及び汚泥の減量化をも効果的に行えるようなプロセスにすることが必要であるとえられる。

	流入下水	ろ床流出水	処理水
水温(℃)	16.4 (10.5~22.8)	16.3 (10.1~23.0)	16.3 (10.1~25.0)
pH	7.3 (6.8~7.6)	7.1 (6.8~7.4)	6.9 (6.2~7.5)
アルカリ度(mg/l)	127.6 (66.5~210.5)	98.1 (74.5~135.5)	27.3 (6.5~90.5)
SS(mg/l)	204.0 (62.0~390.0)	80.3 (12.0~220.0)	1.2 (0.0~8.0)
BOD ₅ (mg/l)	234.4 (61.7~455.0)	107.1 (26.0~204.0)	2.6 (1.0~6.2)
汚濁性BOD ₅ (mg/l)	83.5 (23.7~209.5)	37.1 (8.8~108.6)	1.7 (0.8~4.5)
CODMn(mg/l)	118.2 (46.2~178.0)	55.9 (25.7~95.8)	8.9 (5.8~16.7)
汚濁性CODMn(mg/l)	58.0 (31.6~89.9)	30.4 (16.1~48.7)	7.9 (5.2~14.0)
N	T-N(mg/l)	42.8 (16.6~71.2)	12.3 (5.8~17.8)
	NH ₃ -N(mg/l)	21.2 (5.0~36.8)	0.4 (0.0~2.2)
	Org-N(mg/l)	21.6 (9.5~36.6)	1.8 (1.0~3.1)
	NO ₂ -N(mg/l)	—	0.2 (0.0~0.9)
	NO ₃ -N(mg/l)	—	10.0 (4.3~14.9)
P	T-P(mg/l)	8.2 (2.6~15.4)	3.1 (1.1~7.7)
	Org-P(mg/l)	3.9 (1.4~6.3)	2.0 (0.5~4.3)
大腸菌群数(個/ml)	—	—	1900 (0~6500)

表-2 平均水質1992年7月~1993年6月

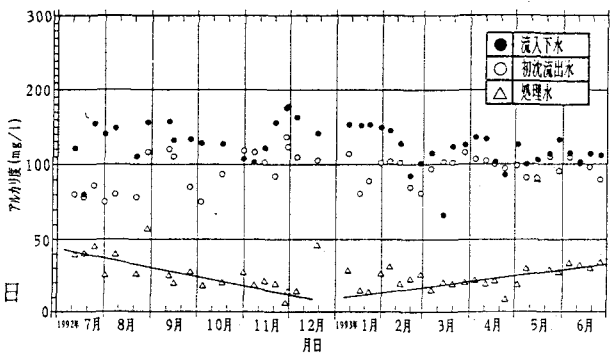


図-2 アルカリ度経日変化

	BOD ₅	COD _{Mn}	NH ₃ -N	NO _x -N	pH
①	21.0	21.8	0.7	8.9	6.9
②	4.6	11.9	0.2	11.3	7.1
③	2.7	11.4	0	11.5	7.1
④	2.5	9.1	0	11.5	7.0
⑤	1.2	8.3	0	10.5	7.1

図-3 下向流ろ床の水質変化

	流量	汚泥引抜量	汚泥濃度	汚泥生成量	汚泥搬出量	汚泥濃度	汚泥生成量
月平均合計	3831.11(m ³)	16.27(m ³)	—	—	19.89(m ³)	—	—
平均	319.26(m ³ /日)	1.36(m ³ /日)	2.16(%)	29.83(kg/日)	1.66(m ³ /日)	1.63(%)	27.06(kg/日)

注) 1. 月平均合計は平成4年8月~平成5年7月までの月平均の合計。

2. 汚泥引抜量: 汚泥濃縮槽→汚泥貯留槽

3. 汚泥搬出量: 汚泥貯留槽→バキューム車

表-3 汚泥生成量