

特殊ろ材による下水浄化法の解析

第一工業大学 正員 ○石井 勲

第一工業大学 正員 福渡 重徳

第一工業大学 正員 田中 光徳

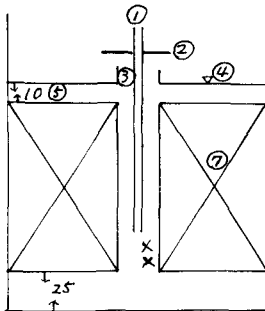
1. 目的

戸別生活系廃水処理装置についての研究が最近進捗しているが、本学においては乳酸菌飲料廃容器(内容量 65 ml)を接触ばうろ材として使用し、実験例では現在までに 10 基に及んでいるが、いずれもその処理水は、BOD 1 mg/l レベルを維持している。従つて、その大半はトイレの洗浄水を始めとして樹木への散水を行ない、処理水の再利用をはかつており、何ら異状はないし、特異の浄化効率だけは確かである。そこで今回は、その浄化理論が一応説明できたので報告する。

2. 接触ばうろ部分の概要

本処理装置は嫌気性ろ床を経て、碎石を充填した予備ろ過槽を通り、接触ばうろ槽に流入するが、それはろ床次に2ろ床、及び3ろ床へ流入し浄化される。ろ床の装置は下図のとおりである。

図1 第1ろ床内部



- ① 送気管
- ② 流量反射板
- ③ ドラフトチューブ
- ④ W.L
- ⑤ 水がぶり(10cm)
- ⑥ 送気管長 93cm
(流量反射板下)
- ⑦ ろ材
(乳酸菌飲料廃容器)

表1 流量測定表(図1X印測定箇所)

流量反射板 よりの距離(m)	流速(m/s)	測定時間(s)
1.10	0.32	40
1.15	0.33	10

表2 1ろ床内部のDO及びDO勾配

水深 cm	DO mg/l	DO mg/l 50	DO mg/l 100	DO	DO mg/l 50	DO mg/l 100	DO	DO mg/l 50	DO mg/l 100
水面	5.4			4.6			4.8		
50	5.0	0.8		4.1	1.0		4.4	0.8	
100	4.5	1.0	0.9	3.7	0.8	0.9	3.9	1.0	0.9

3. ろ床の流速、循環数

本学実験装置1号について述べる。これを図1に示した。流量反射板の半径を巾5cm程度切りとり、流量測定用コードを差し込み流速を測定した。平均上昇速度は $0.32 (\text{m/s})$ であり(表1)ドラフトチューブ内径 0.15 cm より、その流量 $q = 0.34 (\text{ml/min})$ を得た。又、ドラフトチューブを除いた部分のろ床表面積を S とすれば $S = 1.14 \text{ m}^2$ となる。よつてその平均降下速度を v_f とすれば $v_f = q/S = 30 (\text{cm/min})$ を得る。且つろ床の体積 $V = 1.73 \text{ m}^3$ より、ろ床内の水流循環数は $n = q/V = 282 (\text{回/日})$ となる。

4. ろ床のDO勾配とその特性

本ろ床の下底上方にロストル(ろ材受け)を設け、下底までの距離を 25 cm としている。(図1参照)且つ 1.15 m の高さにろ材(乳酸菌飲料廃容器)を投入(約11,000個)、更に 10 cm 上部(水がぶり部分)が水面となっている。ろ材充填部分において降下する距離(Δl)に対応したDOの差の比率 $\Delta \text{DO}/\Delta l$ を考え、 $\lim_{\Delta l \rightarrow 0} \Delta \text{DO}/\Delta l = \frac{d\text{DO}}{dl}$ をDO勾配と名付けた。測定の結果を表2に示したが、これによればDO勾配は $0.8 \sim 1.0$ を示し、ほぼ一定していることが分つた。更に DO_1, DO_2 をろ材上端及びろ材下 $l \text{ m}$ のDO(mg/l)とすれば

$$\frac{\Delta \text{DO}}{\Delta l} = \frac{\text{DO}_1 - \text{DO}_2}{l} \quad (\text{mg/l} \cdot \text{m}) \quad \text{----- (1)} \quad t = \frac{l}{v_f} \quad (\text{min}) \quad (t: \text{汚水が } l \text{ m 進むに要する時間}) \quad \text{----- (3)}$$

$$v_f = \frac{q}{S} \quad (\text{m/min}) \quad (v_f: \text{ろ床内流速}) \quad \text{--- (2)} \quad \text{ここで } r_f \text{ を単位体積、時間当りの酸素利用速度とすれば}$$

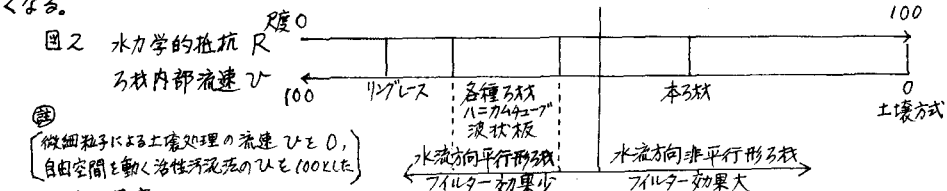
$$r_f = \frac{\Delta \text{DO}/\Delta l \cdot l}{t} \quad 60 \quad (\text{mg/l} \cdot \text{h}) \quad \text{を得、次にこれを(2),(3)式に代入して } r_f = \frac{\Delta \text{DO}}{\Delta l} \cdot \frac{q \cdot 60}{S} \quad (\text{mg/l} \cdot \text{h}) \quad \text{となる。}$$

これを本装置に適用して $S=1.14m^2$ より $r_p=16.1 \text{ mg/l} \cdot h$ と計算される。これは通常の活性汚泥法における酸素利用速度 $r_p=10 \sim 20$ に比べ、ほぼ中間に位置していることが分った。

更に、本ろ材の平均流速 $v_p=30 \text{ cm/min}$ [前項3参照]、一般ろ材の内部流速は $2.8 \sim 10.6 \text{ m/min}$ で示されており、その平均値として 670 cm/min を用うれば、単位時間に進む距離 $l'=3600v$ (v : 流速 m/s) より、 $r_p=(DO_1-DO_2)/l \cdot 3600 \cdot v$ となり、 $\Delta DO=(r_p \cdot l)/(3600v)$ となる。よって $\Delta D_p=1.0 \text{ mg/l}$ 、 $\Delta DO_{\text{一般}(p)}=0.06 \text{ mg/l}$ が得られ、本ろ材を用いた接触ばつ気法では DO 勾配が他のろ材にない特性を有していることが分り、これが浄化効率に強く寄与しているといえる。

5. 本ろ材の水力学的抵抗

R と水力学的抵抗、 v とろ材内部の流速とすれば $v \propto \frac{1}{R}$ の関係が成立し、各種ろ材の相対的位置は図2の如くなる。



6. ろ材の閉塞

図3 筒状ろ材の閉塞

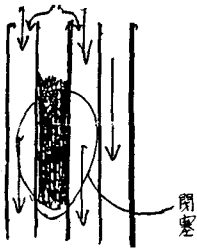


図4 筒状ろ材のバイパス



図5 乳酸菌飲料廃容器ろ材



図3に示している筒状ろ材では、1ヶ所に閉塞が起きれば、その部分は水の移動が停止する。従つて一つの筒空間を考えた場合は、その周辺においては汚水全体のBOD除去機能は失なわれる。これを防止するには、図4の如きろ材上下に水みちとしてのバイパスが必要である。これを本ろ材で考えた場合、本ろ材の集合体(約2万個)は多孔質に富み、無数のバイパスによつて繋がっているとみなされる。従つて本ろ材に閉塞が起きても上の考え方からして、それは局所のみにとどまるといえる。一方流速面から考えた場合でも $v_p/v_r=0.05$ となり、本ろ材は他のろ材に比し流速がはるかに低い。且つ両者に閉塞が生じた場合、その部分における流速は0となるため $\Delta v_p=670-0=670$ 、 $\Delta v_r=30-0=30$ となる。このように通常状態と閉塞時の流速の差 Δv を考えた場合に浄化機能に及ぼす影響は両者に大きな差異が生じることになる。

7. 結論

接触ろ材として用いた乳酸菌飲料廃容器の浄化効率を上記理論に基づくほか、水旋回効率、耐蝕性、空隙性、ろ材厚僅少、堅ろう性に富み、更に内容量が小さいため生物膜付着面積過大などの利点があり、浄化促進ろ材としては最適と考えられる。

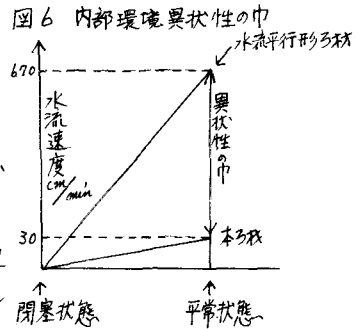


図7 乳酸菌飲料廃容器

