

II-403

多段反転流式バイオリアクター (Multi-stage
Reversing Flow Biological Reactor : MRB) の開発建設省土木研究所 正会員 高橋正宏
" " 京才俊則

1 研究の目的

有機性排水の処理方法として好気性生物処理法は長い歴史を持ち、更に最近では嫌気性生物処理法の見直しも盛んに行われている。また、リアクターに着目して、浮遊型生物処理法、付着型生物処理法という分類も行われている。これらの処理法にはそれぞれ長所、短所があり、長所の促進、短所の克服のための多くの研究が行なわれている。今回、開発したMRBリアクターは従来の処理方式とは異なった原理によって、生物学的な処理を行い排水処理の可能性を大きく拡張しようとするものである。

2 MRBリアクターの原理

図はMRBの概念図である。排水は一段目の下向流式曝気部の上部より流入し、下部へ向かう間に曝気され、溶存酸素を付加される。流入した固形物はここで抑留されることなく、次の上向流式反応部へ向かう。上向流式反応部では曝気は行われず、排水はゆっくり攪拌されながら上部へ向かう。最上部の断面積は下部の3倍に広がっており、上向流速は1/3に低下する。以下、同様に下向流式曝気部、上向流式反応部が繰り返して連続しており、最終の上向流式反応部を流出した水が処理水となる。独立した固液分離装置、水や汚泥の返送は不要である。上向流式反応部においては、排水中の固形物のうち沈降速度が上向流速より遅いものが抑留され、次第にその濃度が上昇するとともに、上向流等による緩やかな攪拌によって固形物が集塊を形成する。この集塊より自己造粒汚泥が容易に形成される。

自己造粒汚泥は直径2～10mmの球形で、指でつまむことができる程度の強度を有するが、ポンプ等で過度のせん断力をかけると破壊されてしまう。常温で水道水中に一月ほど保存可能であった。内部は真っ黒い汚泥であり、硫酸還元能を持つ細菌を含む嫌気性微生物が生息していると考えられる。表面は白色の薄い膜に被われているものが大部分である。

光学顕微鏡を用いた観測によると、この膜は糸状細菌の一種である*Beggiatoa*を優先種に構成されていた。*Beggiatoa*は好気性細菌で硫化物を酸化する能力があり、細胞内に硫黄の小粒を含む場合が多い。膜が白く見えるのはこの硫黄粒が原因であろう。自己造粒汚泥の形成メカニズムについては

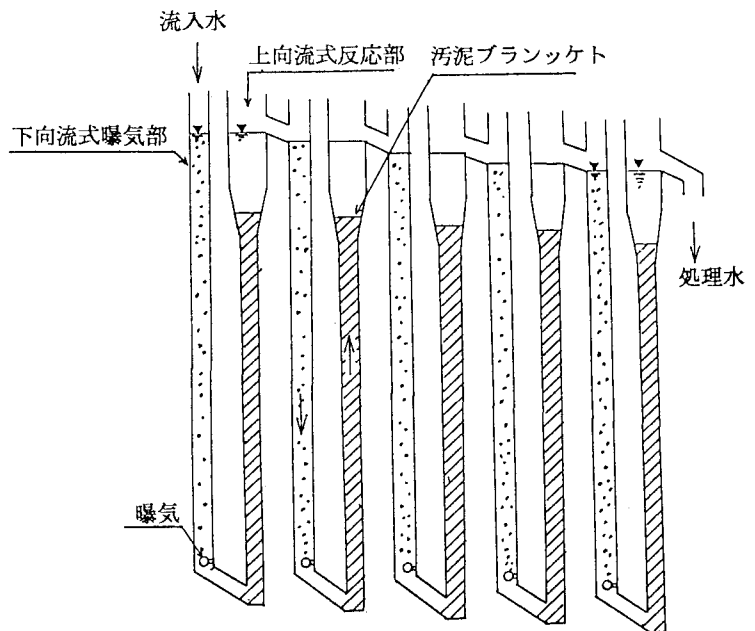


図 MRB の概念図

現在のところ不明であるが、1つの仮説として硫黄化合物の関与が考えられる。MRBにおいては、酸素の供給と生物反応は別個の場所で行なわれているため、上向流式反応部では溶存酸素は急激に消費されてしまい、汚泥フロク内部は常に嫌気性に保たれている。そこでは硫酸還元菌の働きにより硫化物が生成される。フロク表面は酸素と接触する機会があり、ここで硫化物を酸化する能力を有する好気性細菌、*Beggiatoa*が増殖しフロク表面を被うこととなる。これが次第に増殖して自己造粒汚泥になるのではないかと考えられる。

3 MRBの運転状況

MRBリアクターは、土木研究所の湖北総合実験施設内に設置されており、茨城県霞ヶ浦浄化センターの最初沈殿池越流水を流入水として、昭和61年12月より定常運転を行なっている。リアクターの諸元は表-1に示すとうりである。定常運転期間における流入水、処理水水質を表-2に示す。流入水質が希薄ではあるが、非常に良好な処理成績を示している。この時の各上向流式反応部内汚泥ブランケット中のMLSS濃度は上流側から、それぞれ 21,000, 14,600, 8,900, 5,900, 14,100 mg/lであり、希薄な流入水にも拘らず非常に高濃度に保持されていることを示している。

4 結論

MRBリアクターの有する可能性として以下の項目を挙げることができよう。

a. 都市下水のような希薄な排水であっても、高濃度の汚泥を保持することができるため、処理時間の短縮、汚泥発生量の減少が期待できる。

b. 汚泥中の微生物の大部分は嫌気性微生物であるため、曝気に要するエネルギーを削減できる可能性がある。又、水と汚泥の循環に要するエネルギーも不要である。

c. 自己造粒汚泥の沈降性は非常に良好であり、又、複数の汚泥ブランケットによるSS捕捉能力が高いため、沈殿池が不要である。

d. 嫌気性微生物が関与する処理方式ではあるが、最終の上向流式反応部を完全に好気的狀態で運転できるため、処理水質は標準活性汚泥法に匹敵するものが得られる。

今後は、MRBの特性を詳細に調査し、その設計、管理指標を確立する必要がある。

なお、本処理方式、及びリアクターについては、特許申請中である。

表-1 MRBリアクターの諸元

設計条件	
下向流式曝気部	φ 10cm, 水深 2.2m × 5本
上向流式反応部	上部 φ 18cm, 水深 2.2m × 5本
	下部 φ 10cm,
実容積	213 m ³
現在の運転条件	
水理学的滞留時間	4.5 時間
上向流式反応部の上向流速	上部 3cm/min.
	下部 10cm/min.
のBOD-容積負荷 0.73 kg-BOD/m ³ day	

表-2 MRBの処理性能

	水温 (°C)	BOD (mg/l)	D-BOD (mg/l)	SS (mg/l)	硫化物 (mg/l)
流入水	13-16	80	50	30	3.9
処理水	9-12	14	9	4	0