特集・第5回生物膜法シンポジウムより

接触板を垂直に組込んだ 接触ばっ気槽内の水の流れ

荒井 哲雄*・湯沢 恩*・徐 宇 兵*

1. はじめに

近年、生活排水による公共水域の水質汚濁防止対策の一つとして、接触ばっ気法を用いた小規模合併処理浄化槽の利用が有用視されている。接触ばっ気槽内の水の流れは、接触板間の閉塞および槽内の物質移動に影響を与える。特に、接触板間が閉塞した場合には、処理水質を悪化させる。閉塞要因としては、生物膜の過大な肥厚、剥離生物膜の局所滞留、浮遊固形物の過大な肥厚した生物膜への堆積などが考えられるが、これら閉塞要因には、フローパターンおよび流速分布が大きく影響しているものと思われる。閉塞防止対策としては、いわゆる逆流操作が一般に行なわれているものの、槽内の流れを改善するための基礎的検討は十分に行なわれているとは言えない。

上記の観点から、ここでは接触板を垂直に組込んだ接触ばっ気モデル槽内の水の流れをまず明らかにすることを目的として、トレーサー粒子およびレーザドップラー流速計を用いて、槽内フローパターンおよび流速分布を測定し考察を加えた。

2. 実験方法および実験装置

Case A ; トレーサー粒子の比重を1に調整した着色プラスチック製の中空球(直径約1cm)を用い、槽内にこれを20~30個程度投入して、粒子の動きを観察した。また、槽内のトレーサー粒子を2個とし、散気管上部に形成される気泡密集域から、接触板によって区分された後で述べる各水域に流入する回数を各水域ごとに計数し、合計1,000回繰り返した。ここでは、トレーサー粒子が各水域に流入する回数の割合を累積流入頻度と呼ぶことにする。

Case B ; 2カラー4ビームのファイバーレーザー

ドップラー流速計(F LDA)〔日本KANOMAX社製〕を用いて槽内の平均流速分布を測定した。平均流速はサンプリング周波数100Hzとし、1測点につき4,000個のデータを、マイクロコンピュータで計算処理して得られる流速分布波形を平均化することにより求めた。

Case Aの実験は塩ビ製の槽($L=58\text{cm}$, $W=78\text{cm}$, $H=110\text{cm}$)をCase Bではアクリル製の槽($L=46\text{cm}$, $W=60\text{cm}$, $H=87\text{cm}$)を使用した。散気管には直径3cmのポリプロピレン製の多孔製円管2本を、T字管の両側に取り付けたものを使用した。図-1にモデル槽の概要を、表1に実験条件を示す。槽内の位置は、図-1に示したごとく、直交座標系で表示し、槽の水

図-1 実験装置概要図

* 大和設備工事(株)大和環境技術研究所

Tetsuo ARAI, Megumu YUZAHA, Xu Yu-bing

表 1 実験条件

Case A Run	送風量 [ℓ/min]	仕切板	Ld/W [-]	接触板の 表面突起	h* ¹ [cm]
A-1	48	有	1/2	無	11
A-2	48	有	1/2	水平突起	11
A-3	48	有	1/2	垂直突起	11
A-4	48	無	1/2	無	11
A-5	48	有	0.86/1	無	11
A-6	48	有	1/2	無	16
Case B Run	送風量 [ℓ/min]	仕切板	Ld/W [-]	接触板の 表面突起	h* ¹ [cm]
B-1	5	無	1/2	無	9
B-2	24	無	1/2	無	9
B-3	40	無	1/2	無	9
B-4	56	無	1/2	無	9
B-5	72	無	1/2	無	9
B-6	24	有	1/2	無	9
B-7	24	無	1/4	無	9
B-8	24	無	0.95/1	無	9
B-9	24	無	1/2	水平突起	9
B-10	24	無	1/2	垂直突起	9
B-11	24	無	1/2	無	3
B-12	24	無	1/2	無	15

*¹ h: 水面と接触板上部との距離

平断面の座標をそれぞれ、X軸、Z軸、垂直方向をY軸とする。接触板はX-Y断面に平行に11枚等間隔に組込んだ。また、接触板間の各水域を2つの槽壁から槽内部へ両側から順にNo.1～No.6の水域と呼ぶことにする。

3. 実験結果および考察

(1) 槽内のフローパターン

(a) トレーサー粒子による測定

トレーサー粒子は気泡に押されて上昇し、水面付近に達する。その後、Xの正方向およびZの正、負方向へ広がるようにしてほぼ水平に流れる。トレーサー粒子が槽壁に近づくと徐々に下方へ流れの向きを変え、各水域へ流れ込む。各水域へのトレーサー粒子の累積流入頻度を図-2に示す。図から、散気管を長くしたRun A-5を除き、No.1水域の累積流入頻度が他の水域より2～3倍高く、トレーサー粒子は各水域へ均等に流入しないことが認められる。一方、各水域内でのトレーサー粒子の流れは、No.1とそれ以外の水域では大きく異なることが観察された。

図-2 トレーサー粒子の各水域への累積流入頻度 (Casa A)

(b) レーザードップラー流速計による測定

X-Y断面における二次元流速のベクトル図をRun B-2を例にとり図-3に示す。測定は、No.1、No.3およびNo.5水域について行なったが、これらの測定位置はそれぞれZ=2.5cm, 12.5cm, 22.5cmの各X-Y断面である。図-3より、No.1水域と他の2つの水域におけるフローパターンが異なっていることがわかる。No.1では各測定点の流速間の差も少なく、ほぼ一様に下方へ流れているのに対し、No.3、No.5では各測定点の流速間の差が比較的大きく、特に中心部分の流速は他の部分に比べ極めて遅く、また循環流が存在する。さらに、槽底部近傍での流速も遅くなっており、No.3では上部にも流れの遅い部分が存在する。

(2) 流速分布

Run B-2を一例として、No.1、No.3およびNo.5水域のY=46.5cmにおける垂直成分流速のX方向分布を図-4に示す。ここで流速は上向きを正とする。図-4より、No.1とNo.3、No.5の流速分布は異なり、No.1

図-3 各X-Y断面における二次元流速ベクトル図 (Run B-2)

図-4 垂直成分流速 (Run B-2)

では各測定点の流速間の差が少なくすべての測定点で下向きの流れになっているのに対し, No. 3, No. 5 では流速分布が大きく, 水域の中心付近では流速が 0 に近いことが認められる。

以上の結果を総括的に考察すると, 槽中央に近い No. 3, No. 5 の水域では循環流が生じ, 流速分布も大きく, これらの水域では閉塞が生じる可能性を示唆している。

(3) フローパターンに及ぼす散気管長さの影響

散気管の長さを槽の幅近くまで長くした場合の X-Y 断面における二次元流速ベクトル図 (Run B-8) を図-5 に示したが, No. 1, No. 3 水域とも類似したフローパターンが認められる。Run A-5 で, トレーサー粒子の各水域への累積流入頻度が水域によらずほぼ一定値を示したこと (図-2) とを考えると, 散気管を長くすると, 各水域でのフローパターンは類似してくるとともに下向きの流れが多くなっている。このことから, 散気管を長くすることは閉塞防止対策として有効と考えられるが, 散気管の水平維持に十分留意する必要があると思われる。

図-5 各 X-Y 断面における二次元流速ベクトル図 (Run B-8)

4. ま と め

- (1) $L_d/W = 1/2$ の散気管を使用した場合, No. 1 と他の水域へのトレーサー粒子の累積流入頻度は異なり, No. 1 へのトレーサー粒子の累積流入頻度は他の水域のそれに比べ 2~3 倍高い。すなわち, 水面付近の流れは, 槽壁に向う水平の流れが支配的と考えられる。
- (2) $L_d/W = 1/2$ の散気管を使用した場合, No. 1 とその他の水域におけるフローパターンが大きく異なり, No. 1 ではほぼ一様に下方へ流れるのに対し, その他の水域では, 内部に循環流が認められ流速分布が No. 1 の水域に比べ大きく, とくに槽中央部および槽底部近傍での流速は極めて低い。
- (3) 散気管を長くすると, No. 1 ~ No. 6 の水域でのフローパターンは類似してくる。

謝 辞

本研究を行なうにあたり, 現名古屋工業大学社会開発工学科富永晃宏助教授に多大の御協力を賜った。ここに感謝の意を表します。

メタンの異常

Methane surprise

H24111496

異常に高いメタンが東ヨーロッパの都市で検出された。メタンは1980年代に年1%の割合で増加を見せている主要な温室効果の原因ガスである。他の温室効果ガスと異なり, 大気中のメタンの寿命は短く約10年である。メタン放出の10%の消滅によって, この気体のグローバル濃度を安定化できると推定されている。

メタンの測定はこの分野の先駆者カリフォルニア大

海外環境情報

学 Irvine 校の科学者 F. Sherwood Rowland をチーフとするチームで行われた。彼らは地表で大気試料を採取し, ガスクロマトグラフィーで分析した。ベルリン, ブダペスト, クラコフ, プラハで高メタン濃度が検出され, ウィーン, ザグレブでは米国内と同程度の低レベルであった。研究者は高レベルのメタンは天然ガスの輸送と取り扱いの管理が十分でないことによると考えている。

A0395A Anal Chem 62 (21) 1099A (Nov. 1, '90)

(日本科学技術情報センター許可第文0222号)