

日本大学工学部 正会員 ○ 中村玄正
 深谷宗吉
 新日本設計(株) 小泉聖人

1. はじめに

活性汚泥法の散気式エアレーションタンクにおいては、通常、タンク底部又は中間部に散気装置を設置して、液中に気泡を送り込むことによって、活性汚泥微生物群の好気性代謝を維持するとともに、活性汚泥混合液に流速を与えることによって、混合液の攪拌・混合操作と、活性汚泥フロックの沈降防止操作を行っている。本研究は、エアレーション操作の上で、一つの指標となっている旋回流に関し、福島県内の2、3のし尿処理場の2次処理施設としての活性汚泥法エアレーションタンクにおいて基礎的な調査実験を行い、考察および検討を加えたものである。

2. 調査方法

調査の対象としたエアレーションタンクは、K市周辺のI・S・Tの3ヶ所のし尿処理場であり、そのタンク形状および設計諸元を図-1と表-1に示した。旋回流速の測定はプロペラ式流速計を用い、空気流量の測定は、風経計を取付けた自製の空気流量測定器を用いて行った。また、空塔速度算定の基準面積は、気泡の水面上における分散域とした。

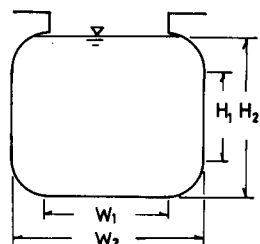


図-1 タンク形状

表-1 設計諸元と運転状況

項目	単位	I	S	T
設計投入量	KL/日	20	36	63
希釈水量	m ³ /日	400	720	1260
滞留時間	hr	10.2	7.1	11.2
BOD負荷	kg/日	0.3	0.4	0.3
MLSS	mg/l	2000	2000	2000
空気量	m ³ /分	2.9	3.75	18.0
タンク容量	m ³	178	225	620
形状寸法	H ₁	2.0	1.5	2.5
	H ₂	2.6	2.6	3.5
	W ₁	2.0	2.0	3.5
	W ₂	3.0	3.2	5.0
	L	12	15	20
タンク系列		2	3	2
運転時	投入量	17.1~18.0	33.6~36.5	50.7~51.9
	滞留時間	12.5~11.9	8.0~7.4	14.7~14.3
	平均MLSS	2290	4117	3147
	単位平均空気量	0.0061	0.0091	0.0065
	平均空塔速度	1.4	2.5	1.4

3. 結果と考察

1) 流動状態 図-2に、各タンクにおける代表的な旋回流動状態を示した。これらより、旋の流は、壁に沿う主旋回流れと、中央部の流れの遅いコア状の部分、さらに、屈曲部の過流が存在していることがわかる。また、I処理場とS処理場は、タンクの形状はかなり似ているが、散気管の設置位置にちがいがあリ、I処理場では主旋回流とは別な2次旋回流が一部生じている。

2) 流速について、I処理場では表面で水平流速13~54 cm/sec、底面での水平流速19~46 cm/sec、散気装置上での垂直流速は13~60 cm/secであり、S処理場では、表面で13~52 cm/sec、底面で5~45 cm/sec、散気装置上で22~43 cm/secであり、T処理場では、表面で24~48 cm/sec、底面で12~26 cm/sec、散気装置上では23~27 cm/secの流速が得られている。このことより、散気装置上の気液混相部流速は、表面での水平旋回流速と大きな相違はないようである。図-3には、各処理場のタンク中央部における水平流速の分布状態を示した。この図に示されるように、各処理場とも、表面付近における水平旋回流速は極めて大きく、中心部

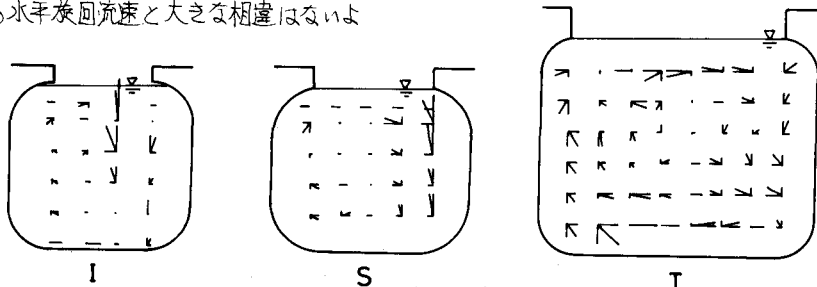


図-2 各タンク内での流動状態

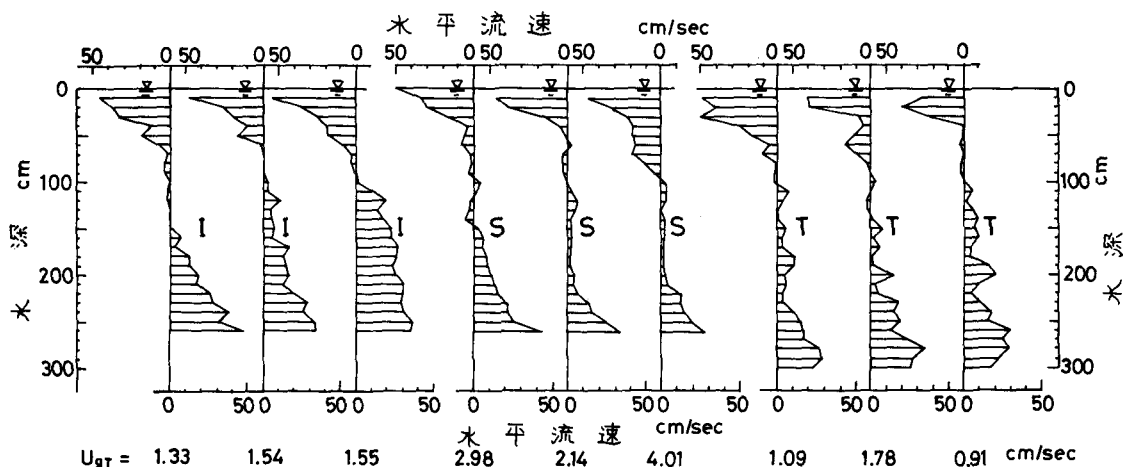


図-3 水平流速の変化

に向かうにつれて、指数関数的に水平流速が減少している。これは、エアレーションタンク内の旋回流が気泡群によって直接誘起される1次的な外部旋回流と、この外部流の内部摩擦によって2次的に運動する内部旋回流とによって構成されていることによるものであろう。また旋回流の中心部がタンク中央よりやや上部に位置していることがわかる。図-4, 5は、エアレーションタンクの中央表面流速を各点の空塔速度によって示したものであり、図中の計算値は、タンク内の旋流動に関するエネルギー収支式

$$B_1 B_2 \frac{\rho_s g H}{U_s + U_0} \frac{G_s}{A_T} U_{sT} + \frac{\rho_s g H}{U_s + U_0} \frac{G_s}{A_T} U_{sT} = f_L B_2 \rho_s U_{sT}^3 \frac{H}{2} \quad (1)$$

に基づいて求めてみた値である。式(1)は、タンク内の液が等角速度運動をするという考え方で導いたものであり、気泡の後流係数 f_L 、液の流れの摩擦係数 f_s 、タンクの形状変化に伴う流の運動状態の変化等は今後の大きな課題である。

3). MLSSの槽内変化 表-2はタンク内中央部での深さ方向に対する各点より採水したMLSS濃度を示したものであり、各処理場ともに変動係数は0.1以下であって、タンク底部などにおける汚泥の沈積はみられず、かなり良好に攪拌および汚泥沈降防止の流速付与が行なわれていると考えられる。

4. まとめ

実プラントにおけるエアレーションタンク内の旋回流について調査した。これらの処理場では、ほぼ十分な攪拌・混合操作、流速付与効果がみられていることがわかった。

したが、今後さらに、旋流動に関するエネルギー収支式の検討、酸素収支等を含めた旋回流の考え方を進めた

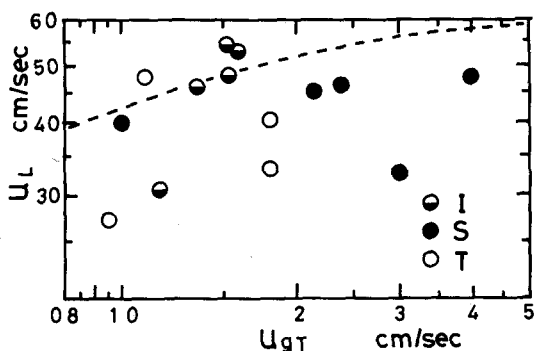


図-4 代表旋回流速の変化

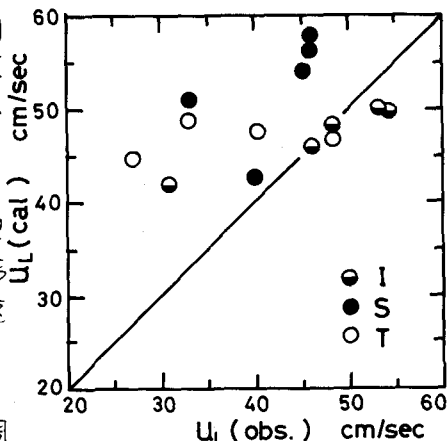


図-5 実測値と計算値の比較

表-2 槽内MLSS濃度

処理場	位置	水面	2552	2094	2024	2348	2518	平均値	標準偏差	変動係数
I		2204	2552	2094	2024	2348	2518	2290	219	0.096
S		3878	4084	4068	4310	4240	4124	4117	150	0.036
T		3212	3110	3152	3186	3066	3156	3147	53	0.017

い。本調査にご協力いただいた各処理場の職員および卒業研究生に謝意を表します