

1. はじめに

回転撹拌体を使った生物処理法は、建設コストが低く、維持管理も簡便、その適用範囲も高負荷から高度処理と広く、浮床バエ、臭気も少ない。このような多くの利点を生かし、欧米では数十年來、研究され、実用化されてきた。しかし、その装置特性や浄化メカニズムの基礎的解明は非常に少なく、ほとんど経験的判斷にたよってきた。固定床生物酸化法は一般に物質の拡散速度が律速因子になるとされ、著者らは、装置特性として、槽内の混合状態と大気中からの酸素の移動特性について実験的考察を行ったので報告する。

2. 実験装置及び方法

実験装置は Fig. 1, Fig. 2 に示すように、直径36cm、幅0.5cmの耐水ベニヤ板を表1に示すように等間隔につけたものを使用した。Fig. 2 は、No.1の平面図である。槽は $V=14$ lの半円形槽で縦30cm、横40cmである。まず、混合特性の実験では、No.2槽に、NaCl溶液を入れ、電気伝導度を約30m Ω cmに調整して、約0.7m Ω cmの水道水を毎分0.1, 0.2, 0.3, 0.4lの一定流量で注入し、各回転速度において、一定時間隔で電気伝導度を測定した。総括酸素移動係数(K_{La})は、N₂ガスによって脱O₂後、EIR社のDO-Meterで連続記録し測定した。

3. 結果及び考察

1) 混合特性について。まず大きな槽内流れをみるために、活性汚泥フロックを浮遊させ測定してみた。Fig. 3に回転方向と流れの方向の概略を示した。表面近くの極薄い部分で中間層と逆の流れがおきており、この流速は回転数10rpmまで中間層の約3倍の速さであった。中間層の流れが最も卓越しており、そのなかでも上部が速く、下部にいくほど遅い。この部分の流速を表-2に示す。なお10rpm以上になると表面近くの流れが渦流となった。次に滞留令分布を指標として混合特性をみることにする。トレーサー法により、I曲線と実験装置No.1について、各流入量毎に回転数を変えて測定した。理想完全混合の場合、

$$I = e^{-\theta} \quad \text{ここに} \quad I = \frac{(C_i - C_0)}{(C_i - C_0)}$$

$\theta = \tau/\tau_0$ C_i : 流入濃度 C_0 : $t=0$ の時の初期濃度、 τ : 平均滞留時間
で表わされる。 $\theta=1$ のとき $(C_i - C_0)/(C_i - C_0) = 0.366$ となるが、実験装置の場合この時の θ を θ_a とし各回転数毎にFig. 4に示した。 θ_a は流入量による差はさ程みられず、回転数に大きく支配されているといえよう。 θ_a は、実験において、定常流動状態で瞬間的に水道水を流入させることが困難であったので正確な C_0 は使用できず、10分以後の傾斜から求めたものである。ところで、完全混合の場合においては、Step変化の開始点をどの時点にとっても $\theta=1$ となり、 $\theta_a > 1$ の場合、短絡流があるとみなされる。しにがって θ_a が短絡流の大きさを表わしていると考えられるが、上述した流れの概略から、10rpm未満の

Fig. 1

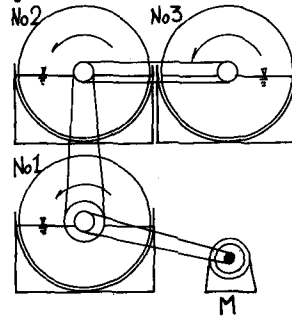


表-1

No.	1	2	3
板数	15	11	6
板厚	4	2	3
間隔	1.4	2.0	3.8
板幅	1.12	0.82	0.45
板間隙	1.12	0.82	0.45

表-2

N	回転速度	中間層の流速	表面層
5	12.5%	1.6~2.2 m/min	6~7 m/min
10	5.10%	3~4 m/min	8~9 m/min
20	10.2%	6~7 m/min	10~11 m/min
30	15.3%	8~9 m/min	12~13 m/min

Fig. 2

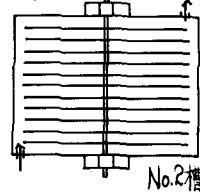


Fig. 3

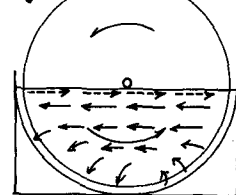
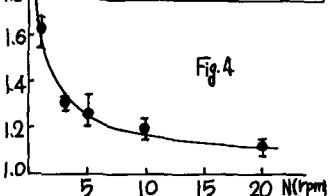


Fig. 4



回転数で中間層の流速の3倍ほどの速い表面の薄層流が存在していることから、短絡流が予想され、10rpm以上では、渦か生じ、この短絡流が少くなると思われる。一例をFig-5 (流入水量200cc/min, N=5rpm)で示す。

ii) 酸素移動について

表-3 (単位: 般)

表-3は、各槽別に K_La と回転数の関係を表わしたものである。

回転接触体における K_La は、回転体の付着水膜を通しての酸素移動係数(sK_La)と、槽内水表面への酸素移動(LK_La)の和と考えられる。

$$K_La = sK_La + LK_La$$

常識的に考えると $sK_La > LK_La$ という関係が予想される。ところで表-3とFig. 6と比べたとき、 $K_La \approx sK_La$ と思われるが、今、 sK_La と LK_La の分離を試みた。

Dip. S. Mehtaらは、垂直に立てられた壁面に液が流下する際、fickの第2法則より導かれた理論式を簡素化した、次式で示している。¹⁾

$$\bar{C}_A/C_A^* = 1 - 0.7857 \exp(-5.12M) - 0.1001 \exp(-39.21M) - 0.0360 \exp(-105.6M) \quad \text{ただし、} M = D \cdot t \cdot \omega^2$$

$\bar{C}_A$: 水膜における平均 O_2 濃度, C_A^* : 空気中 O_2 濃度 t : 滞留時間
 D : 水膜を通しての O_2 の分子拡散係数)

上式を使って、 $\bar{C}_A/C_A^*$ と回転数の関係を求め、表-4に示した。これより、回転数7rpm (周辺速度8.57sec)まで、すなわち水膜厚4.5 μ mまで回転体が空中に曝露している時間内に、飽和に達しているとみなされる。

また、回転数が増加すると円板付着水から供給される酸素量が増えるであろうことが予想される。そこで fickの第二法則より導かれる浸透理論を使って、 sK_La の算出を試みる。上記理論によれば、非定常拡散の液膜係数(k_L)は次式で表わされる。²⁾

$$k_L = 2\sqrt{D/\pi \cdot t_e}$$

この係数をつかって、容量係数は $sK_La = \frac{A}{V} k_L$ で示されるから、総括移動係数(K_La)に占める割合と回転数の関係を図示するとFig-8の如くなる。これから、回転数の増加とともに sK_La は、相対的に減少し、槽内水面からの酸素吸収の割合が大きくなっていると考えられるがさらに検討を必要とすると思われる。

4. まとめ

装置内の混合状態、および酸素移動の面から装置特性の検討を行った結果以上のように知見が得られたが、今後混合時間の測定、流れの定量的把握及び種々の注入方法による物質移動速度の影響及びスケールアップ等について検討をなさねばならないと思う。

5 参考文献

- 1) Dip. S. Mehta et al. "Oxygen Theory in Biological Treatment Plant Design" A.S.C.E. San. Eng. Div. 1978 883
- 2) 合葉修, A.E.バーク, N.F.ミズ "生物化学工学" 東京大学出版会 1971. pp42

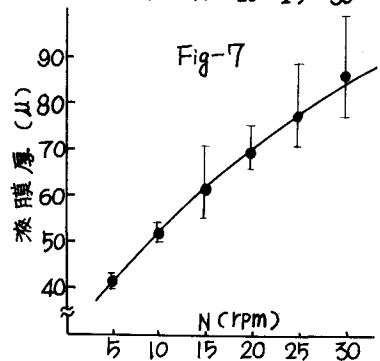
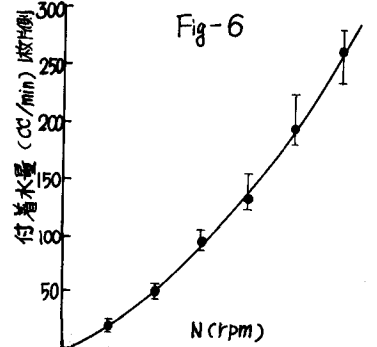
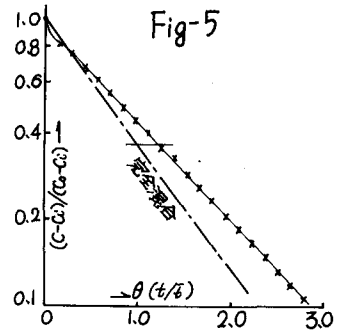


表-4

N (rpm)	$\bar{C}_A/C_A^*$	N (rpm)	$\bar{C}_A/C_A^*$
5	1.000	20	0.602
10	0.973	25	0.573
15	0.848	30	0.473

