

回転円板法の本論題に関する実験の工学的位置づけは、実装置の処理効率を決定する設計・運転等に関する諸因子の効果を、実験的・理論的に検証していくことである。この場合の実験の方向性は基本的には小型機から実機へ、さらに無生物系から生物系へのスケールアップ問題に集約される。本問題に対しては、国内外で既に多くの研究・報告がなされているが、本論文に関連する以下の諸点について説明を願いたい。

(1) 無次元浸漬率 H と槽実容積(実液量) V および円板全ぬれ面積 A 、液量面積比 $V/A=G$ 値の関係が不明、円板枚数と円板間隔の関係および G 値との関係も不明であり、これらは実験結果の評価に対して不可欠である。(2) 軸方向距離無限大(側壁の影響無し)で1枚の円板を回転させると、図-3の基本的流れは生じるであろうが、実装置では複数の円板体が同時回転しており、しかも円板間隔は1.0~3.0cm、円板直径は2.0~5.0mである。このような場合の流れ特性を本実験結果からどのように説明されるか。(3) 図-4、写真-1に渦流の典型例が示してあるが、入口部円板付近で円板が水中に入る場合、巻き込むような形で渦流は生じなかったか。(4) 図-6の流速分布で $H=-1$ の場合、または H が変化する場合でも、乱流と層流の違いが生じ、円板回転数によって流速分布は異なるのではないか。また、 $H=-0.37\sim+0.37$ では流速分布が小さくなるのは何故か。さらに $H=0.35$ で流速分布がほぼ一定となる理由はなにか。(5) K_L の算出で気液接触面積として円板ぬれ面積と槽内自由水面積の和をとっているが、実装置では前者が約10,000㎡、後者は30㎡以下で極めて小さく無視でき、反応に供される DO のほとんどは、円板生物膜を通して空中から摂取しており、本実験装置では槽内自由水面の占める割合が大きいく、正当評価はでき難いと思われる。(6) 本実験結果から K_L 値は浸漬率が高くなるに従って大きくなる理論背景と、スケールアップの問題をどのように考えているか。 K_L 値に与える円板回転数および付着水膜厚の影響等は、既に多くの実験や理論的考察から明らかにされており^{1)~7)}、空気水境界を通り拡散する円板上の酸素移動の K_L 値は次式で示される。

$$K_L^* = 2 \sqrt{\frac{D}{\pi t}} \left[1 + 2 \sqrt{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \text{ierfc} \left(\frac{n\delta}{\sqrt{Dt}} \right) \right] \dots\dots\dots (1) \quad \text{ここで } K_L^* : \text{物質移動}$$

係数、 D : O_2 の分子拡散係数、 t : 気液接触時間(円板滞空時間)、 δ : 付着水膜厚である。式(1)の K_L^* と小型無生物系の実測値は図-2のように一致している。実装置では大きく、生物膜の保水力が働いておりスケールアップでは、この点を考慮すべきであり、小型実験機では限界がある。また、円板浸漬率(R : 円板半径、 H : 円板周辺下端からの水深、 H/R)と平均滞空時間 $\bar{t}$ とは、 H/R が大きくなると $\bar{t}$ が小となり、式(1)とも関係づけられて、本論中の図-8は説明可能となるが、図-9との結びつきが不明で、 K_L 値と浸漬率との理由づけは図-9からは無理で、重要な意味を持たないと思われる。(7) K_L 値は円板間隔が大きくなると低下する理由づけとその解釈。(8) 円板からの物質移動実験では浸漬率よりも円板回転数(剪断力)、円板間隔の影響実験の方がより重要ではないか。

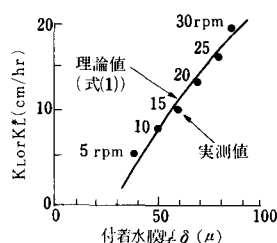


図-1

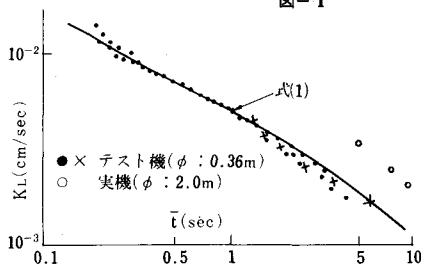


図-2 平均滞空時間($\bar{t}$)と K_L 値

[参考文献] 1) T. Yamane, F. Yoshida: Journal of Chemical Engineering of Japan. Vol.5, No.4, 1972. p.p55~59. 2) 神山, 加藤: 環境技術, Vol. 4, No.7, 1975. 7. p.p31~41. 3) 神山, 加藤, 榎谷: 土木学会第28回, 年講, II. 1973. 10. p.p452~453. 4) 加藤, 水田: N S C 研究年報, Vol.5, No.2, 1977, p.p51~57. 日本水道コンサルタント. 5) H. J. Bantjanja et al: Water Research. Vol.9. p.p1147~1153, 1975 (石黒, 西留沢, 環境技術, Vol.5, No.11, 1976. 11. p.p66~71). 6) W. H. Chesner, H. Molof: Prog. Water Technology. Vol.1. 9, p.p811~819, 1977, 10, 8th International Conference, IAWPR. (北尾, 笠沢, 環境技術, Vol. 6. No. 2, 1977, 2, p.p38~40). 7) A. A. Friedman et al: Jour. WPCF. Vol. 51. No. 11. Nov. 1979, p.p2678~2690 (石黒, 井上訳, 環境技術, Vol. 9, No. 9, 1980. 9. p.p37~44)