

## I-103 曝気槽効率に及ぼす流体混合の影響

京都大学工学部 <sup>(正)</sup> 高松武一郎 <sup>(正)</sup> 中西英二 <sup>(学)</sup> 内藤正明

### 1) 概説

衛生工学の分野で対象とするプロセスは一般にその機構がきわめて複雑であり、とくにこのことは下水処理プロセスにおける重要な単位操作としての曝気槽についてもその基本的な物質の移動現象が微生物の働きによる生物化学反応に基づくため、それを解明することは理論的にも実験的にも困難であり、今日まだ十分な結果が得られていない現状がある。

このように基本的な移動現象の解明が十分でないために静特性すらも得られておらず、まして、プロセスの制御、さらには動的な最適設計と考える場合には是非必要な動特性情報に到っては、まだ皆無の状態がある。

### 2) 目的

本研究の目的は、先づ先決問題として最も一般的なタイプである矩型水平流型の曝気槽に對して、その流動現象を拡散モデルを適用することにより表現して理論解析をおこない静特性を求めた。さらにその結果を用いて、曝気槽効率に及ぼす混合度の影響を考慮した。

次いでこのような拡散モデル表示の合理性が裏付けられるならば、そこから動特性を求める事は容易である。

### 3) 曝気槽淨化機構

曝気槽内の淨化機構については、これまで種々の研究がなされており、一応近似的には B.O.D 除去率は次式のように一次反応の形で表わされるとされている。

$$\left(\frac{dL}{dt}\right)_A = -k \cdot L \quad (k = k_c \cdot S) \quad (1)$$

こゝに  $k_c$ : 生物化学反応係数,  $S$ : 汚泥濃度  $L$ : BOD 濃度  
(ただし  $S$  の濃度は大なるため、これに比べてその増減量は小さく、故に  $S$  一定とみなす。)

### 4) 理論解析

反応除去率を (1) 式で表現されるものとみなせば、物質収支から拡散モデルによる基礎方程式は

$$P_e \frac{\partial x}{\partial t} = \frac{\partial x}{\partial t} - P_e \frac{\partial x}{\partial z} - P_e k x \quad (2)$$

こゝに  $u$ : 流速,  $l$ : 槽長さ  $T$ : 滞留時間  $E$ : 逆混合係数

$t$ : 時間  $x$ : BOD 濃度  $z$ : 入口からの距離

とすると  $\eta = \frac{x}{L}$ ,  $P_e = \frac{u \cdot l}{E}$ ,  $\tau = \frac{t}{T}$ ,  $K_A = k \cdot T$  なる無次元パラメータ

境界条件は

$$\left(\frac{dx}{dz}\right)_{z=0} = P_e (x_{z=0} - x_I) \quad \left(\frac{dx}{dz}\right)_{z=l} = 0$$

この基礎式から、効率表示は次のように表現される。

$$EF = 1 - \frac{Pe(\alpha - \beta) \cdot e^{\alpha + \beta}}{\alpha^2 e^{\alpha} - \beta^2 e^{\beta}} \quad (3)$$

こゝに  $\alpha, \beta = \frac{1}{2} [Pe \pm \sqrt{Pe^2 + 4K_0 Pe}]$

#### 4) 反応係数に対する検討

反応係数  $K_0$  なるものは、生物化学反応の度合を表現するものであるから、水質、水温、基質の性質、量等の関数であると同時に、流れの混合状態の関数でもあるということに当然考えられるので、この  $K_0$  の中に混合度の影響を考慮に入れることによつて一層合理的に混合度の作用なるものが推測されるであろう。さてこのように流れによる混合現象が反応を促進するであろうことは直感的に認め得るところであるが、これをさらに詳しくみると、鉛直方向の逆混合係数 ( $E_v$ ) と、流れ方向の  $E$ 、さらには横方向の  $E_L$  で表現される上下、前後さらに左右の乱れによるであろうと考えられる。ところが  $E_v, E_L$  というものは流れ方向箇所混合度  $E$  と強い相関をもつと推測されるため、これらすべての作用を  $E$  で代表して表現し、 $K_0 = K_0(E)$  なる関数型を次の型に仮定してみる。

$$K_0 = K_{00} + A \cdot e^{-B/E} \quad (K_{00}, A, B : \text{const.}) \quad (4)$$

この型は、混合が充分になると  $K_0$  が見かけ上大になるが、しかしその増大は域を上限値を越えないという事から仮定したものである。

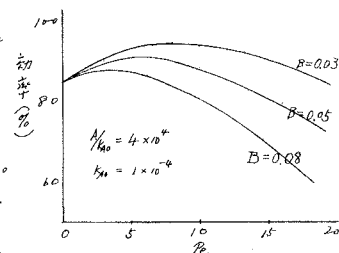
[効率に及ぼす混合度の影響]

#### 5) 解析結果の検討

(4) 式を (3) 式に導入し、その数値解析から混合状態による効率の変化の様子を chart にして示すと右図のようになる。

これを見ると  $B$  の増大につれて peak が flat になるが、要するに槽効率がある混合度に対して最大となるもの存在が認められた。

こゝで  $K_{00}, A, B$  なる係数の値についてはまだ何らのデータも得ていないため、効率が 50% 100% の範囲になるよう、適当に選んだはずでないが、これらから  $K_0$  を求めてみると、実験室テストから得られている実測値と order 的には一致する。すなわち、一次反応を仮定するならば、その反応係数は槽効率と Péclet 数との実測から容易に (3) 式を用いて逆算し得る。



#### 6) 結論

i). 逆混合モデル適用による曝気槽の表現とその解析から合理的槽効率表示が導かれること。

ii). 流体混合度の反応係数への影響を考慮することにより、最適混合度の存在を認めた。したがって、定常状態に於ける最適操作状態が存在しているであろうことが推定された。