

Ⅱ-102 散気式エアレーションにおける気泡の挙動と酸素収支について(第1報)

京都大学工学部 正員 工修 宗宮 功

(1) まえがき 活性汚泥による下水処理において、ばう気槽内での浄化機構を解明しようとする研究は数々少ないと思われる。しかしばう気槽における主要目的が汚染物質、たとえばBODで示される基質の有効でかつ経済的な除去であると考えれば、これら基質の生化学反応の状態把握と同時に好気性反応を維持するに要する酸素量とか、流動状態とその強さによる生化学反応の変化等の問題について、何らかの手段でこれを表示し予知する必要があると思われるが、この分野における研究は非常に少ない。著者は昭和38年度土木学会講演会において、散気板からの散気気泡特性や模型ばう気槽の流動と液側基準総括容量係数とについて若干の実験的考察を行なったが、その後さらに模型槽により流動と酸素供給能に関する実験をかさね検討を加えた。

(2) 実験装置 実験装置は図-1のようであり、通常の旋回流ばう気槽の横断面と縮小した形状のものである。前面ならびに側面は透明アクリル板製で流動状態や散気気泡分布状態を観察しうる。槽の規模は図に示すが槽長さは16.2(cm)である。散気板は日本碍子製で透過率は1,460(ℓ/分/740ℓ)である。実験時には水道水を用い、空気量はオリフイスで計量した。

(3) 酸素供給能について この分野における既存式としてKingやEckenfelderの式が知られている。いまKingの式を示すと散気板面積対槽表面積の比(Y)が10%のとき、

$$A = 0.0175 \cdot C \cdot H^{0.75} \cdot U^Y \cdot R^N \cdot (1.024)^T \cdot d^{0.70} \quad \text{----- (1)}$$

ここで $Y = H^{-0.1}$, $N = 0.90 H^{-0.04}$, d : 気泡の加重平均径(in), R : 空気速度($\text{cf}/1000\text{cf}$), H : 水深(ft), U : 酸素不足量(ppm), T : 水温($^{\circ}\text{C}$), A : 酸素供給能(gpm/hr)。

式(1)を利用するには d の算定が必要であるが、そのために実験的に d を算定することは非常に困難なことである。上式の適用範囲内でも d の定め方によっては A が最大50%も変化するため、前報で述べた球相当加重平均径に関する関係式 $d = 0.138 \cdot v_a^{0.183} \quad \text{----- (2)}$ を代入し A に対する近似式を誘導すると、

$$A = 0.063 \times 10^{-28} \cdot H^{0.75 - \beta_2} \cdot v_a^{0.6 - 0.128} \cdot U^Y \cdot (1.024)^T \quad \text{----- (3)}$$

となる。ここで $\beta_2 = 0.90 H$, v_a : 空気速度(ft^3/ft^2)

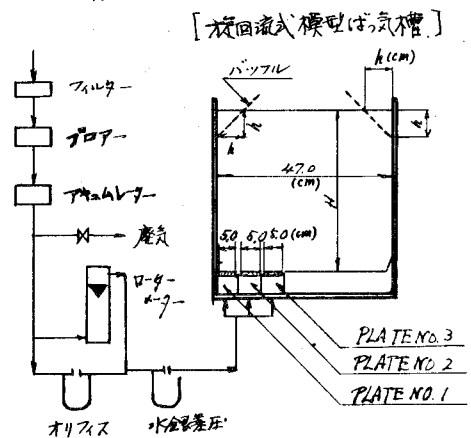
式(3)より U, v_a, H を与えれば A が算定しうる。

一方実験槽では主要因子として空気速度(v_a)、水深(H)、バツフル水深(h)をとりあげ、これらが酸素供給能にいかに関与するかを検討する。ばう気槽の酸素吸収に関しては二重境膜説にたつ次式が利用されている。 (g/hr) $= k_{La} (C_s - C) \quad \text{----- (4)}$

ここで C_s : 平衡濃度(ppm), k_{La} : 総括容量係数(1/分)。

今回もこの式を利用したが、 k_{La} は気泡形成時効果、気泡上昇中の効果、槽表面での大気からの効

図-1 実験装置図



果などが重疊的に表示されたものであると考えられ、 C_s はそれぞれの効果が作用する際の平衡濃度に対する平均的な値を用いなければならないが、今回は大気圧下飽和濃度に水深の半にあたる水深補正をほどこし C_s として用いた。また式(4)による吸収プロセスにおいて各因子の変化は k_a の変化としてあらわれると考えられる。

k_a の決定は脱酸素水を用いて直接DOを測定し式(4)より求める方法と、高濃度亜硫酸ソーダを用いその減少率を測定する方法とを利用した。

実験槽水深(H)については、45.0, 37.5, 30.0, 22.5(cm)の4段階をまたバツフル水深(h)についてはH=45(cm)のとき、0, 4.0, 7.0, 11.0(cm)の4段階をとり、空気速度を変数として k_a を求めた。これらのデータを図示すれば図-2、図-3となり、さらに最小自乗法を適用して、 v_a, H, h の間の相関関係を求めると、次式のように表示された。

$$(k_a)_{20} = 0.241 \left\{ (H/B) + 0.753 \right\} \cdot v_a'^{0.769} \quad \text{---(5)}$$

$$(k_a)_{20} = 0.411 \cdot e^{-1.53(h/H)} \cdot v_a'^{0.769} \quad \text{---(6)}$$

ここで $(k_a)_{20}$ ：水温20℃における総括容量係数

B：槽中(今回は一定)、 v_a' ：空気速度(L/分/L)

式(5)は水深(H)の効果を示し、式(6)はバツフル水深(h)の効果を示す。空気速度に関しては0.769乗に比例することが知られ、また水深の増加とともに直線的に k_a は増加するようである。また前報の講演時にも述べたが、バツフルの設置は気泡の吹きぬけ現象を増進させるようであり、図-3からもhの増加とともに k_a の減少がうかがわれる。またKingの式を变形した式(3)よりH=45.0(cm)に対する k_a を求めると次のようになる。

$$(k_a)_{20} = (A/U)_{20} = 0.52 / v_a'^{0.772} \quad \text{---(7)}$$

式(7)を図-2中に示したが、今回の実験値(H=45.0cm)に比し空気速度に関する傾向はほぼ一致するが、 k_a の値は約26%高く表示された。図-4は最大吸収率を示すが、吹込み空気中酸素の3%しか利用されていないことが知られる。

以上詳細はさらに講演時に口述したい。

図-2 総括容量係数-空気速度図
パラメータ-水深(H)

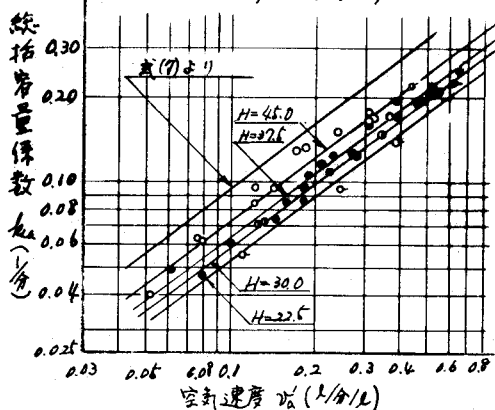


図-3 総括容量係数-空気速度図
パラメータ-バツフル水深(h)

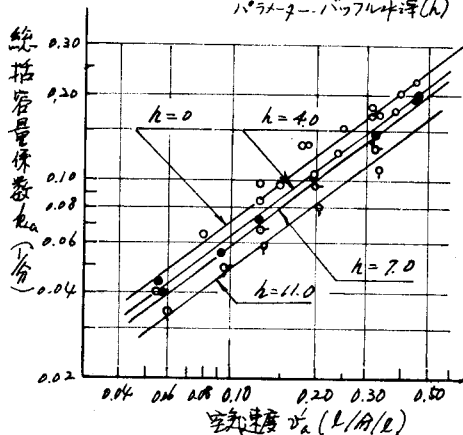


図-4 最大吸収率-空気速度図

