

正員 ○ 江頭進治

1. まるで 貯水池端水内顔の顕微鏡に作られ、最近、その機構説明や対策に関する研究が活発になりつつある。若者^{(1),(2)}は、先に1次および2次躍層が形成されていて、流れによる密度場の変形を考慮しなくともよいような単純な成層場における濁度物質の挙動に関して、実験的・理論的に検討するとともに、実際の貯水池における解析手法について考察を進めてきた。ここでは、実際の貯水池における適用例について若干の検討を行う。

2. 解析手法の適用例 まず、解析手法について概括するとつぎのようである。貯水池を2次躍層が形成されている下流部(領域D)と2次躍層のない上流部(領域U)に分割し、それぞれ領域の幾何学的形状や流れの場合、水深H、流水断面積A、河道幅Bとして、つぎのようには定式化する。

領域U: $H = H_0(1 + hX^m)$, $A = A_0(1 + aX^n)$ (1), 領域D: $B = \bar{B}$, h_1, h_2, h_3, h_4 : 母-1参照。

こゝに、 H_0 , A_0 : 原点の水深および治水断面積、 $\bar{B}$: 領域 D の中央部における取水法れの平均幅、これら両領域における濁度物質の挙動特性には、治水断面積や法れの場の違いにより、顕著な相違が認められる。この相違を輸送方程式で表示すると、領域 U においては移流分散方程式、領域 D においては2次元移流拡散方程式で近似されるものと考えられる。これは、それぞれ次式で示される。

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} = \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x} (A K_x \frac{\partial c}{\partial x}) \dots\dots (2) \quad , \quad \frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + \omega_s \frac{\partial c}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} (\epsilon_x \frac{\partial c}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial z} (\epsilon_z \frac{\partial c}{\partial z}) \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 K_x : 分散係数、 ω_0 : 粒子沈降速度、他の慣用記号である。ただし、 z 軸は水面から鉛直下向が正。

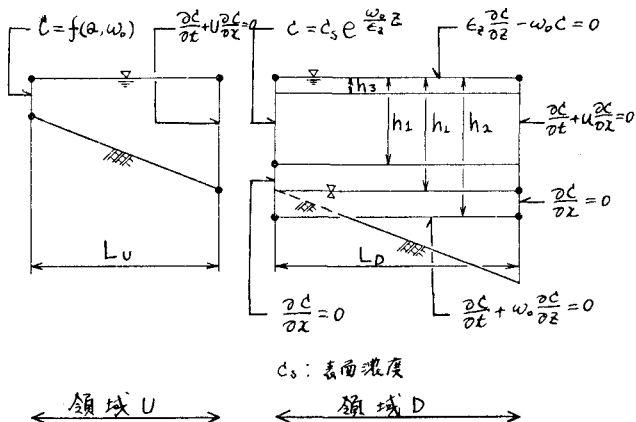
(2) 式に おい 2 2 個, (3) 式に おい 2 4 個の境界条件が必要であり, これらの条件は 図-1 に示す こと であり であ る。なお, 図中の 各 式は 黒点 間の 領域に 適用 される。実際の 排水 状態 において, これらの 式を 適用 する 際, K_x , U , ϵ_x , ϵ_y の 推定 は 重要 であるが, ここでは, それ ぞれ 次 式で 表示 される 目 の を 使用 する こと に する。

$$K_x = \alpha u_* H, \quad (u_*: \text{平均速度}, \alpha=1000)$$

$$u = \begin{cases} u_m e^{-(z-h_s)^2/2\sigma^2}, & (0 \leq z \leq h_s) \\ u_m \{1 - (z-h_s)/(h_L - h_s)\}, & (h_s < z \leq h_L) \end{cases}$$

α : 孔隙率, H_s : 取水口の水深標, σ : 標準偏差, ρ : 密度, $\Delta\rho$: 流入水と底層水の密度差, K : 定数, $\bar{u}$: 平均流速, R_{ix} : overall-Richardson Number, f_i : 界面散乱係数。他は図-1 参照。

図-2には、上述の方法を新宮川水系鳳凰貯水池に適用した結果が示されている。0~100 hrまではダム頂部のゲートに於ける余水放流が行なわれているため、流速分布がほぼ拡散



h_1 :	自由表面と2次躍層上面間の厚さ	L_0 :	領域Uの長さ
h_2 :	" " " 下面 "	L_D :	" " D " "
h_3 :	" " " 1次躍層下面 "		
h_L :	" " " 2次躍層下面 "		

図-1. 境界条件および流れの場の模式図

係数の推定に際し、このことが考慮されてある。図中のQは流量で、216時間目以後図示されていないが、これ以後40~60 m³/secの取水が継続して行なわれている。C_iは流入濁水濃度の推定値で、既往の資料からC_i ∝ Q^{1.35}なる関係を用いて推定されている。

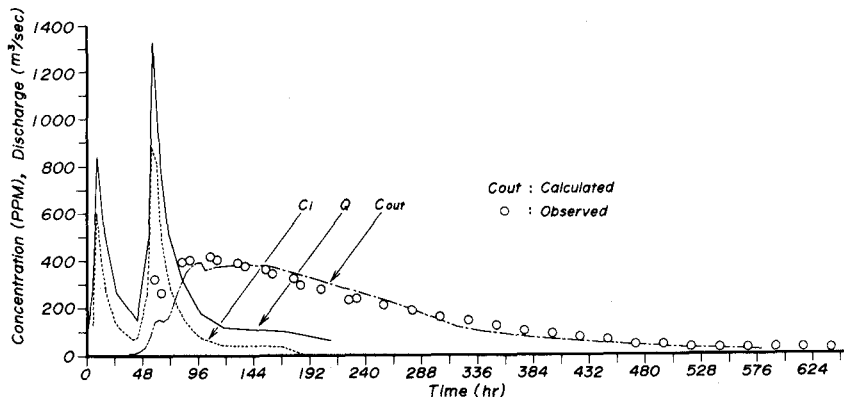


図-2. 流出濃度に関する計算値と観測値の比較

C_{out}は取・放水濃度の計算値である。図から明らかなように、計算値と観測値とはきわめてよく一致しているように思われる。

図3(a)~(d)には、領域Dの躍層領域下面より上方(0 ≤ h ≤ h₂)における池内濁度分布に関するシミュレーション結果が示されている。図中の時間(T=0 hr)は図2の時間軸に対応するものである。(a)図には24 hr時点における等濃度線が示されており、また、取水口および躍層面近傍は濁っていない。(b)図には、取放水濃度がピーク値を示す時点のものも示されており、躍層面近傍に濁度物質の侵入が進行しつつある。(c)図は、表層はかなり清浄化されているが、躍層の領域に雲状の高濃度部が滞留している状態を示している。(d)図のものは、流出水濃度も漸減期にあり、全領域にわたって清浄化の傾向にある。

3. および 以上、解析手法の概略と実際の貯水地への適用例について述べた。図2に示すところの計算結果と観測値とはきわめてよく一致しており、また、観測値との直接の比較はなされなかったが、池内濁度分布に関するシミュレーション結果は、実際、貯水地で見られるような分布形を呈しているものと推察され、ここで述べた取り扱い法の妥当性が得られたものと思われる。

(か)ながら、K_x、u、ε_x、ε_zなどの推定や躍層の位置の推定に因りては、究明しなければならぬ問題が多くあり、今後の研究の進展が必要である。なお、これらの問題と解析手法上の問題点については満珠庵に述べる。

参考文献 1) 菅田・江頭: 密度躍層のある場における濁度物質の挙動に関する研究(1), 京大防災研年報, 18号B, 昭50, 44
同(2), 京大防災研年報, 19号B, 昭51, 4.

2) 菅田・江頭: 非一様密度場における濁度物質の拡散と滞留機構, 第20回水環境学集, 1976, 2

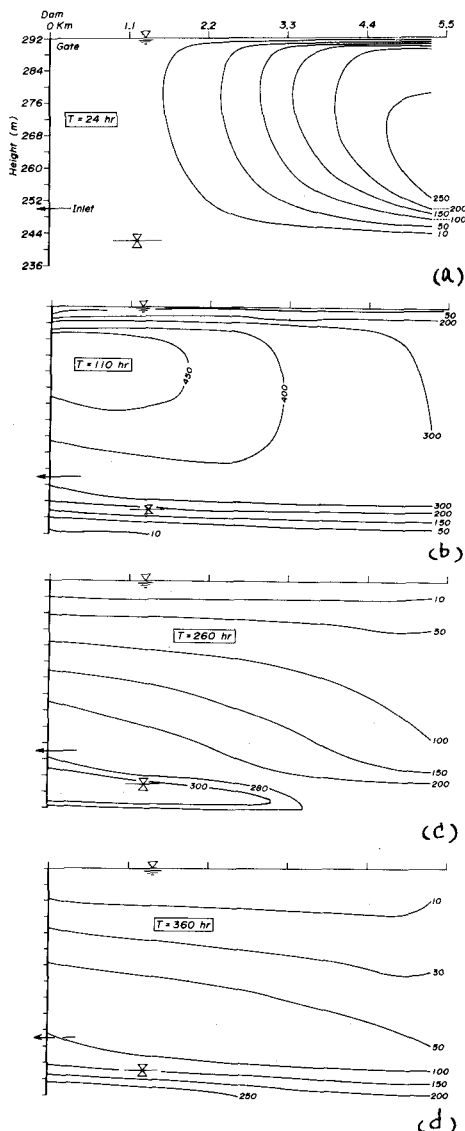


図-3. 池内濃度分布に関する数値シミュレーション(等濃度線の単位はPPM)