

京都大学工学部 正会員 末石 富太郎

同上 佐友 恒

同上 学生会員 横山 繁樹

1. はじめに

筆者らは、これまで、沈殿池内に存在する短絡流の効果によって流入原水の水質変動が緩衝作用という点に注目し、その原因となる短絡流と周辺流との間の水量・水質交換に関する研究をすすめてきた⁽¹⁾。今回は、その成果をふまえた上で、さらに、運動方程式を導入し、短絡流の挙動とその安定性に関する研究のオーストミを踏み出した⁽²⁾。結果の一部をここに報告する。

2. 理論の考察

水流に関する運動、連続、質の連続の式は、つぎのとおりである。ここで、各添字のうち m は短絡流、 d は周辺流を示すものとし、 A は断面積、 U は平均流速、 C は水質、 ρ は密度、 v は沈降速度、 $\dot{Q}_{in}$ は周辺流から短絡流への、 $\dot{Q}_{ou}$ は短絡流から周辺流への単位断面単位時間当りの流量、 f は短絡流の単位断面積当りに作用する抗力、 h は水深である。 f_0 は短絡流の原因力（厳密には問題が残る）。

$$\frac{\partial}{\partial t}(A_m U_m) + \frac{\partial}{\partial x}(A_m U_m) = \frac{f_0 \cdot A_m}{\rho} - \frac{f \cdot A_m}{\rho}$$

$$\frac{\partial A_m}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(A_m U_m) = h(\dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{ou})$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(C_m A_m) + \frac{\partial}{\partial x}(C_m A_m U_m) &= h(C_d \dot{Q}_{in} - C_m \dot{Q}_{ou}) \\ &\quad - v \frac{\partial}{\partial z}(C_m A_m) \end{aligned}$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(C_d A_d) + \frac{\partial}{\partial x}(C_d A_d U_d) = h(C_m \dot{Q}_{ou} - C_d \dot{Q}_{in}) - v \frac{\partial}{\partial z}(C_d A_d)$$

以上の式を解くに当り、2. 沈殿の項がネグれる場合に、つぎのようになる。

$$\frac{d U_m}{d t} = \frac{f_0}{\rho} - \frac{f}{\rho} - \frac{U_m h(\dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{ou})}{A_m} \quad \frac{d C_m}{d t} = \frac{\dot{Q}_{in}(C_d - C_m)}{A_m} \quad \frac{d C_d}{d t} = \frac{\dot{Q}_{ou}(C_m - C_d)}{A_d}$$

以上の関係に基づいて短絡流内外における水質変化を数値計算によつて追跡できる。そのとき、つぎの仮定を設ける。(1) $\dot{Q}_{in} = k \cdot |U_m|$ $\dot{Q}_{ou} = k \cdot |U_d|$ (2) $f = k' \cdot U_m$ (3) $f_0 = 0$

(1) については、これまでの成果より交換量は近似的に流下方向平均流速に比例するものと考え、二次元流としての取扱への過渡段階としては、一応近似的に現象を捉えるには可能である。(2) については、開水路における底面の影響による抗力の項が、層流の場合、 $\tau_0 / \rho g R = (3/4) \mu / \rho R^2 \cdot U_m$ (R : 径深、 μ : 水の動粘性係数、 g : 重力の加速度) と表わることから、近似的に $f = k' \cdot U_m$ とおく。

以上、三つの大きな仮定を含むが、沈殿池内短絡流の挙動を近似的に捉えることができる。

3. 実験条件

図-1 に示す塩ビ製沈殿池模型を用い、人為的に短絡流を発生させる。流入速度は一定に保ち、トレーサー (NaCl) 濃度と電極を用いて実測し、これを自動記録する。

4. 実験結果

Figure 2 is a graph showing the dependence of the maximum rate of polymerization (PPM) on the initial concentration of the monomer (M_0) for the polymerization of methyl methacrylate in benzene at 60°C . The y-axis is labeled 'PPM' and ' M_0 濃度' (M₀ concentration) with values 100, 200, 300, 400. The x-axis is labeled 'min' with values 4, 8, 12, 16. A series of curves are plotted for different values of k' (0.0, 0.02, 0.05, 0.08, 0.1, 0.14, 0.58). The curves show a peak around 4 minutes, followed by a decline and then a secondary rise. The peak height increases with k' . A point labeled '2' is marked on the curve for $k'=0.58$.

PPM

400

300

200

100

0

0 4 8 12 16 min

$k' = 0.05$

$k = 0.27$

$k = 0.258$

$k = 0.243$

$k = 0.230$

$k = 0.21$

$k = 0.15$

$k = 0.1$

O 400

图-4

—— 约1.5分钟
 - - - 约2分钟
 - · - 约3分钟

- (7) 佐友恒, 末富大郎: 短絡流による沈殿処理能の弾力性について, 土木学会全国衛生工學研究討論會講演論文集, 1970年.
- (8) 橋本繁樹: 沈殿池短絡流の安定性に関する基礎的研究, 京都大学工学部 45年度卒業論文.
- (9) 岩道雄一: 間水路の基礎方程式について, 土木学会誌 39-10 (昭和29-10).

Figure 5 is a line graph showing the relationship between the ratio of water level to water depth (h/H) and the distance from the inlet (x). The x-axis ranges from 0 to 70m. The y-axis represents h/H . Two curves are plotted: a solid line for $k=0.258$ and a dashed line for $k=0.259$. Both curves show a peak around $x=10m$ and a trough around $x=40m$. Arrows indicate the direction of flow, and a label "(→ 理論湧水方向)" points to the right. A label "図-5" is in the upper right.