

京都大学工学部 正員 岩井 達久
 京都大学工学部 正員 井上 頼輝
 京都大学大学院 田中 勝

1. 緒言

沈殿池の沈殿現象については、Hazen, Dobbins, Camp, Fair, 等の種々の仮想的モデルにつき理論的解析を行っているが、池内の乱流を考慮に入れて拡散、沈殿を含む現象を解析することは、非常に困難である。そこで複雑な自然現象を、式の変換法により簡略化し水の拡散混合の問題として扱う方法につき、理論的に考察して、昨年の年次講演会で発表したが、その後これを実験的に検証したので、ここに報告する。

2. 理論的考察

今水の拡散混合と、沈殿現象とを含む一般式を求めると次式で示される。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}(D_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(D_y \frac{\partial C}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(D_z \frac{\partial C}{\partial z}) - v_x \frac{\partial C}{\partial x} - v_y \frac{\partial C}{\partial y} - v_z \frac{\partial C}{\partial z} - w_0 \frac{\partial C}{\partial z} \quad \dots (1)$$

ここに、 C : 物質の濃度、 t : 時間、 v : 流速、 w_0 : 粒子の沈降速度、 D : 拡散係数である。

第1項は拡散による輸送、第2項は流れによる輸送、第3項は粒子の沈降による輸送を示す。

(1) 式に、 $v_x = V_x, \quad v_y = V_y, \quad v_z + w_0 = V_z \quad \dots (2)$

なる変換をほどこせば、(1) 式は、

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}(D_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(D_y \frac{\partial C}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(D_z \frac{\partial C}{\partial z}) - V_x \frac{\partial C}{\partial x} - V_y \frac{\partial C}{\partial y} - V_z \frac{\partial C}{\partial z}$$

のごとく、Navier-Stokes の式に書き直せる。

(1) 式の境界条件、初期条件に (2) 式の変換をほどこしてこれを (3) 式の境界条件、初期条件とし、その解と解析的もしくは実験的に求め、再び逆の変換を行えば、式 (1) の解が得られる。

3. 実験

(1) 式は沈殿物質の沈降を示す式であり、これが (2) 式の変換、すなわち上下方向に w_0 なる水流を手えることにより、沈殿池の水流を示す (3) 式に変換されたのであるから、沈殿池の粒子流出曲線は、沈殿池に w_0 なる上下流を手えた場合の水のトレーサーの流出曲線と一致するはずである。このことを確かめるために、一定の粒子径をもつ浮遊粒子と、粒子径にある分布をもつ粒子につき、沈殿実験を行なった。実験に用いた模型沈殿池は深さ 30 cm、中 30 cm、長さ 80 cm のポリエチレン製であり、出れるだけ一様な水平流、上下流を手えるために、流入端に工夫を加えた。図-1 は、沈降速度一定 ($w = 2.5$ cm/min) の粒子を用いた場合の粒子およびトレーサー流出曲線を示す。浮遊粒子と

としては沈降性炭酸カルシウムを用い、Caの定量分析により、流出曲線を求め、水のトレー

サーとしては Uranin を使用し、螢光分析により流出曲線を求めた。まず水平に 15 cm/min の流速を与えた場合の沈降粒子流出曲線を求め、つぎにこれに $W_0 = 2.5$ cm/min の上下流を与えて、水のトレーサーの流出曲線を求めて比較すると Uranin の流出曲線は、粒子流出曲線に比し、高く早く出現する peak を示している。しかし沈殿除去効率、両者に大きな差はなかった。つぎに沈降粒子の沈降速度分布をもつ場合の流出曲線を図 2 に示す。この場合は、代表的な沈降速度 $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ の各々に対応する上下流と沈殿池に与えた場合の各トレーサー流出曲線を合成すれば、全粒子の流出曲線が推定されるはずである。沈降物質の沈降速度を、 $W_1 = 1.59$ cm/min, $W_2 = 2.31$ cm/min, $W_3 = 3.17$ cm/min で代表させ結果を合成したところ、図のごとく、粒子流出曲線と、トレーサー流出曲線とは比較的良好な一致を示した。

以上の実験から、転換法により沈殿池の浮遊粒子の沈降曲線は、あるていど沈殿池のトレーサー流出曲線で置きかえられることがわかったが、実際沈殿池

の上のような上下流を与えて実験することは非常に困難であるので、更に実用性のある方法を発見すべく研究を続けている。

参考文献：岩井重久，井上頼輝；変換法による混合稀釈問題の解析とその応用，土木学会
 年次講演会講演概要集，1963，pp. 141～142

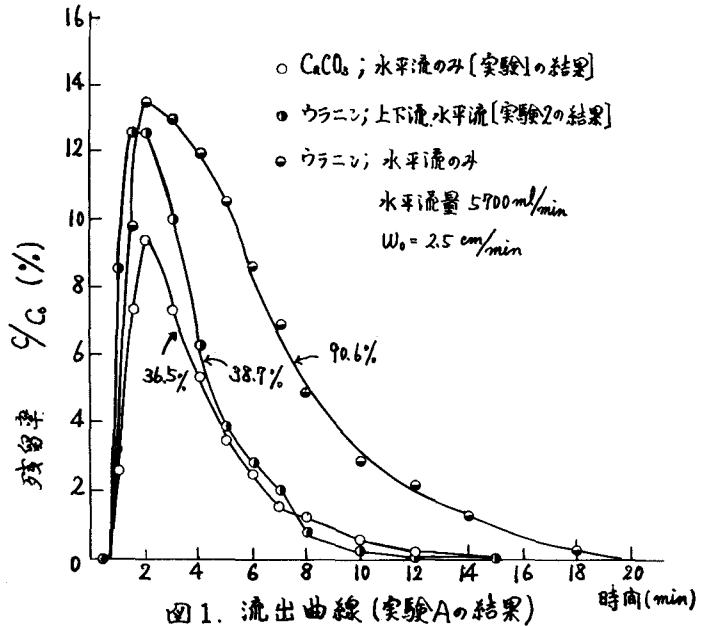


図 1. 流出曲線 (実験 A の結果)

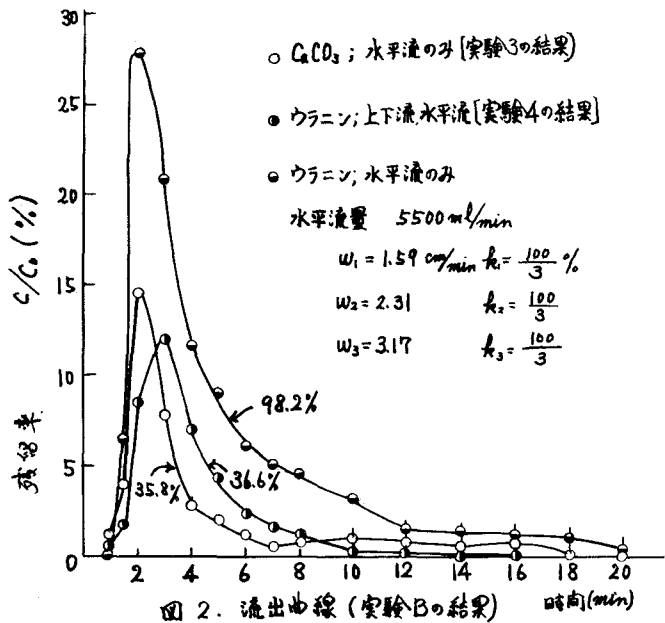


図 2. 流出曲線 (実験 B の結果)