

京都大学工学部 正員 工博 岩井 重久
 京都大学工学部 正員 Ph.D. 井上 頼輝
 京都大学工学部 学生員 O 田中 勝

諸言

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理論については、前年の年次講演会で発表したが、その後行、た解析実験について発表する。過去の実験から起っている現象にモデルを仮想し、沈殿池の流出端での流出曲線を数式的に表わしてみた。またこのこころみの有効性について、水の tracer として、放射性追跡子 tritiated water を用い、沈殿物質として、炭酸カルシウムを用いて、実験的考察を行、た。

仮想モデル

沈殿池の流入端に、水の tracer として tritiated water の slug dose を入れて、流出端での流出曲線を求めると、一般に、波員の図の A のような曲線が観測される。この曲線を数式的に表わすのに、El. Baroudi⁽¹⁾ は、沈殿池の流入局では、水は完全混合を行、沈降局では水は水平に一樣な流速で流れ、た、水平方向の拡散のみを受けるとして解析している。しかし実際の沈殿池において、整流壁の影響があるので、流入局のみでなく、沈殿池の形状、流入状態によってある一定の距離までは、完全混合しており、残りの部分では、水平方向に一樣な流速を仮定、拡散の影響をうけると考えらるが、実際にした流出曲線をより正確に表わせる。

こゝで用いる符号を、全て記すと、

C_{01} ; 流入端から x_{0m} の所の初期濃度、

L ; 沈殿池の全長 (cm)

C_{0t} ; 流入端から x_{0m} の所の、時間 t における濃度、

x ; 流入端から、完全混合を行、ている所までの距離 (cm)

C_{1t} ; 流出端における、時間 t における濃度、

W ; トレーサ投入量

V_x ; 流入端から x_{0m} の所までの、沈殿池内の水の体積

Q ; 流入流量

V ; 沈降局の水平方向の流速

t ; トレーサまたは沈殿物質を沈殿池に、入れてからの経過時間、

D ; 沈降局の水平方向の拡散係数

k ; $Q/V_x V$

沈降局における基本式は、

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - V \frac{\partial C}{\partial x} \quad \dots \dots \dots (1)$$

のごとく書くことができる。これを条件

$$C_{01} = \frac{W}{V_x} \quad \text{at } t=0, \quad C_{0t} = C_{01} e^{-\frac{Q}{V_x} t} \quad \dots \dots \dots (2)$$

で解くと、

$$C_{1t} = C_{01} e^{k(L-x-Vt)+k^2Dt} (\operatorname{erfc} Z_1 - \operatorname{erfc} Z_2) \quad \dots \dots \dots (3)$$

が得られる。

ここに

$$Z_1 = \frac{L-x-Vt}{2\sqrt{Dt}} + k\sqrt{Dt}$$

$$Z_2 = \frac{L-x}{2\sqrt{Dt}} + k\sqrt{Dt} \quad \dots \dots \dots (4)$$

である。 Z_2 は Z_1 に比較して大きく、 $\operatorname{erfc} Z_2$ は無視しう。

表 I Dの算出

$t_m = 3 \text{ min}$ $C_{it}/C_{oi} = 0.195$						$t_p = 9 \text{ min}$ $C_{it}/C_{oi} = 3.88$			
$X \text{ (cm)}$	C_{it}/C_{oi}	$\sqrt{N_m}$	V_m	$k_m = \frac{Q}{V_m V}$	D_m	C_{it}/C_{oi}	M	$\sqrt{N}$	D_p
7.5	0.0923	3.8	22.5	0.092	570	0.0184	-12.4	5.3	312
10.0	0.0961	2.8	21.7	0.072	510	0.0245	-9.3	4.2	382
12.5	0.121	2.4	20.8	0.060	517	0.0306	-7.4	2.8	245
15.0	0.145	1.9	20.0	0.052	358	0.0366	-7.2	2.8	337
17.5	0.169	1.4	19.2	0.046	312	0.0430	-6.6	2.8	416
20.0	0.193	1.2	18.3	0.042	267	0.0490	-4.7	1.5	138
						$D = \frac{1}{2} (D_m + D_p) = \frac{1}{2} (358 + 337)$			

$$\begin{cases} K(L-x-Vt) = M \\ D \pm K^2 = N \end{cases} \quad (5)$$

とすれば

$$\frac{C_{it}}{C_{oi}} = \frac{1}{2} e^{\frac{M^2}{N}} \operatorname{erfc} \left(\frac{M}{2\sqrt{N}} + \sqrt{N} \right) \quad (6)$$

C_{it} の最大値を求めるために、 $\frac{dC_{it}}{dt} = 0$ を計算し、 e^{-z^2} , $\operatorname{erfc} z$ を無視すると、

$$\left(k^2 D - KV \right) (\operatorname{erfc} Z) - \frac{2}{\sqrt{\pi}} e^{-Z^2} \left(\frac{L-x-Vt}{-4\sqrt{Dt}} - \frac{V}{2\sqrt{Dt}} + \frac{K\sqrt{D}}{2\sqrt{\pi}} \right) = 0 \quad (7)$$

(7)より、 M が0に近い値で、 C_{it} の最大値が見られ、この時の t , V , K , N , D の値には添字 m をつける。El. Baroudiは、式(6)の M に種々の値を代入して、 C_{it}/C_{oi} と $\sqrt{N}$ との関係を図に示している。実験された流出曲線[図の曲線A]から、拡散係数 D を求めるには、まず $M=0$ と、 C_{it}/C_{oi} との関係から $\sqrt{N_m}$ を求め、 D_m を計算する。さらに他の時間について、上と同様の解析を行い、求めた D を D_p とし、 D_m と D_p の一致する D , X を求める。この D を用いて、粒子の除去率の計算を行うには、Nagay No., Camp No. を求めれば、図より粒子の除去率を推定することができる。

実験された流出曲線(図の曲線A)より実際に D を求める手順を表Iに示し、その D を用いて、流出曲線を求める手順を表2に(結果は図の曲線B)示した、泥炭物質については、検討中である。

参考文献: El. Baroudi; "The Effect of Eddy Diffusion on the Performance of Sedimentation Tank." Thesis. Univ. of Calif. 1959.

表2. 流出曲線の計算

$X = 15 \text{ cm}$ $D = 347.5 \text{ cm}^2/\text{sec}$				
時間	$\sqrt{N} = \frac{D}{K\sqrt{t}}$	$M = K(L-x-Vt)$	C_{it}/C_{oi}	C_{it}/C_{oi} (実験)
0.50	0.668	2.59	10^3	
1.00	0.947	2.00	0.045	
2.00	1.34	1.34	0.12	0.12
3.00	1.70	0	0.145	0.145
4.00	1.89	-1.34	0.134	0.121
5.00	2.11	-2.68	0.108	0.098
7.00	2.51	-4.12	0.078	0.077
9.00	2.84	-6.2	0.043	0.0308
11.00	3.14	-8.3	0.020	0.029
15.00	3.66	-12.4	0.008	

