

京都大学工学部 正員 工博 高松武一郎
 学生員 工修 内藤 正明
 学生員 〇井上 孝也
 学生員 宮本 佳紀

1 概説

流れ系を取扱うときには、流体の運動と速度過程を分けて考えて、速度過程が線型でない場合には、流体の運動を写実した Flow Model を用いてはじめて、その系で行われている操作について知ることかできる。我々は、流入、流出部の構造並びに風によって、縦断的な循環流ができた場合の沈殿操作を取上げその沈殿効率を求めてみた。縦断的な循環流は規模の大きな渦とも考えられ、流入水と槽内水の密度差に起因するものが、最も著しくて、実際の矩型沈殿池についてかなり詳しく調べられているが、設計の際に定量的に考慮して対策を立てる迄には至っていないように思う。この場合に定常状態と見なせる場合には、我々の用いた Approach の仕方を適用できる。

2. Flow Model

循環流があるときの Flow Through Curve は図-1 のようになる。そこで図-2 のようなモデルを採用した。トレーサーをインパルスとして入口に注入したとき

$$C = \frac{Q}{Q+Q'} C_I + \frac{Q'}{Q+Q'} C' \quad (1)$$

循環量パラメーターを

$$r = \frac{Q'}{Q+Q'} \quad (2) \text{ とすると, } T_1 = k(1-r) \frac{V}{Q} \quad (3)$$

$$T_2 = \frac{(1-k)(1-r)}{r} \quad (4)$$

ラプラス変換領域で考えて

$$G(s) = \frac{G_I(s)}{C_I(s)} = \frac{(1-r)e^{-sT_1}}{1-re^{-s(T_1+T_2)}} \quad (5)$$

となり、出口の濃度変化は、図-3 の如くなる。

$$\bar{C} = (-1) \frac{dG(s)}{ds} \Big|_{s=0} = \frac{T_1+T_2}{1-r} = \frac{V}{Q} \quad (6)$$

$$r = \frac{\bar{C} - T_1}{\bar{C} + T_2} \quad (7)$$

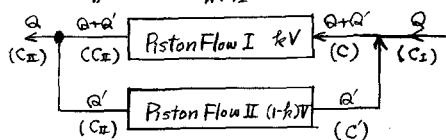
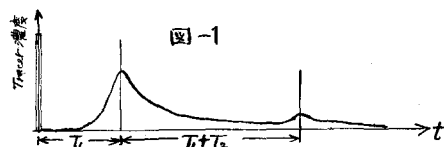


図-2 モデル

V: 槽の Volume Q: 流量 Q': Return Flow (C_I, C_I, C, C') : 図に示した箇所でのトレーサー濃度

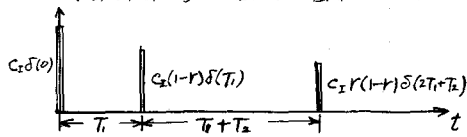


図-3 出口での応答

トレーサーの拡散係数があっても図-1 よりピークの位置が分かれば、 T_1, T_2 、従って r, k が求まる。

3. 実験装置並びに方法

図-4 の装置を用いて流量を 10~60 ml/sec の範囲で変化させた。トレーサーは流入端中央(A)に、加熱して流入水と同じ比重に調整した食塩水(12000ppm) 15cc をパルス状に注入した。流出

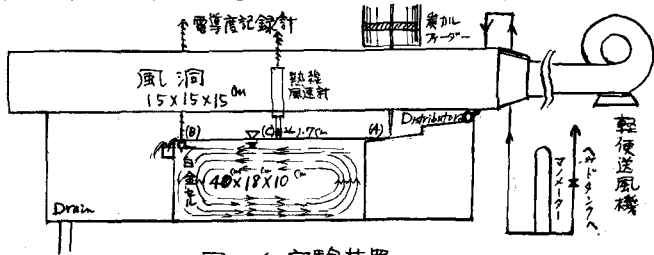
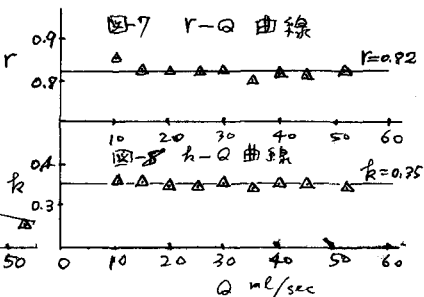
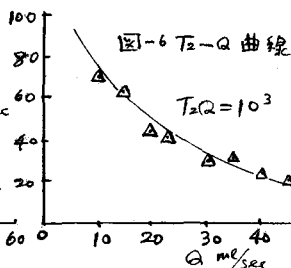
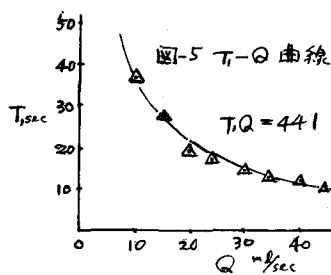


図-4 実験装置

端の電気伝導度を、白金セルを用いて記録し図-1の Flow Through Curveを得た。

風は、軽便送風機で、底なしの風洞に送り、風量はスライダックで調節し、風速は熱線風速計で測定した。

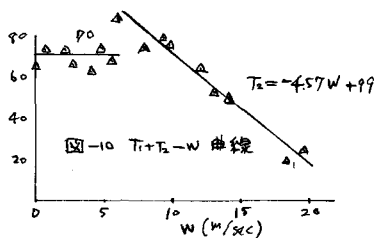
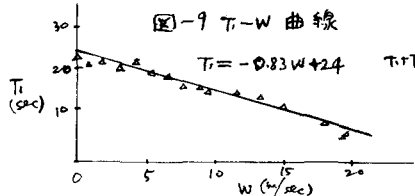
4. 実験結果



流量 Q を $10 \sim 60 \text{ m/sec}$ 迄変えると、Froude 数は $1.74 \times 10^{-7} \sim 6.17 \times 10^{-6}$ である。

T_1 - Q , T_2 - Q 曲線を図-5-6. に示す。 T_1Q , T_2Q の値が一一定となり、従って r , k の値は図-7 図-8 に示すように一定となる。

次に風速を与えた場合について。これは流量 $Q = 20.0 \text{ m/sec}$ に固定しておいて、風速を変えたもので、風速分布が水面上で殆んど変りなかったのて図-4の(c)表に fix して、この表での風速の読みを代表値とした。



外力としての風力 W と r , k の関係は図-9, 10より。

$$0 \leq W \leq 6 \text{ m/sec} : r = 0.823 + 3.54 \times 10^{-4} W$$

$$k = 0.353 - 1.36 \times 10^{-2} W$$

$$6 < W \leq 21 \text{ m/sec} : r = 0.730 + 9.26 \times 10^{-3} W$$

$$k = 0.256 + \frac{10.96}{W - 2.92}$$

$0 \leq W \leq 6 \text{ m/sec}$ では r も k も殆んど変化してないことが分った。

5. 沈降効率について

今迄の所で Flow Model の諸々の値が求まったのでこれをもとにして、入口液粒子の沈降速度分布 $f_2(v_2)$, 出口液粒子の沈降速度分布 $f_1(v_1)$ をもつ場合の沈降効率を、求めることとした。

$$\eta = 1 - \frac{C_2}{C_1} = \frac{1 - [M] \{ r[N] + [K] + (1-r) \}}{1 - r[M][N]} \quad (8)$$

$$\text{但し } M = 1 - \left\{ \int_{v_c}^{\infty} f_2(v_2) dv_2 + \int_0^{v_c} \left(\frac{v_2}{v_c} \right) f_2(v_2) dv_2 \right\}$$

$$N = 1 - \left\{ \int_{v_c}^{\infty} f_1(v_1) dv_1 + \int_0^{v_c} \left(\frac{v_1}{v_c} \right) f_1(v_1) dv_1 \right\}$$

$$K = \int_0^{H_1} \int_{\frac{L}{H_1}}^{\frac{L}{H_2}} f_2(v_2) dv_2 dl$$

$$\text{但し } v_{1c}: \text{Piston Part I の overflow rate}$$

$v_{2c}: "$

$H_1: \text{I の水深}$

$L: \text{槽長}$

詳細は講演の時に発表します。

1) R.F. Wills and C. Davis "Flow Pattern in a rectangular Searge Sedimentation Tank" Advances in Water Pollution Research Vol. 2 pp. 38 Pergamon Press (1964)