

汚泥の干渉沈降特性と上向流中における浮遊平衡の実験的考察

大阪工業大学土木工学教室 正員 工博 川 島 普
大阪市土木局 正員 工修・玄 光 彦

1. まえがき

活性汚泥法による下水浄化施設のうちの最終沈殿池や汚泥貯留濃縮槽の設計管理の基礎因子として、活性汚泥の干渉沈降特性があげられる。この実験では、大小2ヶの沈降筒内の活性汚泥の種々の初期SS濃度について汚泥界面の多数の沈降曲線と求め、界面沈降速度 U_s とSS濃度及び比濃度の関係を算出した。さらに上向流中に浮遊する一定量の活性汚泥の挙動について、上向流速と変化して実験し浮遊平衡の条件と抵抗係数について考察したのでその概要を述べる。

2. 活性汚泥の干渉沈降特性

(1) 実験条件

活性汚泥は採取後ホルマリンを5%添加して変質を防いだ。

(a) 1ℓメスシリンダー実験 (実験A)

実験条件を表-1に示す。初期比濃度 $S_{00}=0.049\sim0.202$ 、初期SS濃度 $SS_0=2,110\sim9,820$ (ppm)、水温 $25.0\sim30.5(^{\circ}\text{C})$ の範囲であった。

(b) 塩ビ沈降筒実験 (内径12cm, 高さ248cm, 容量22.6ℓ) (実験B)

実験条件を表-2に示す。初期比濃度 $S_{00}=0.042\sim0.113$ 、初期SS濃度 $SS_0=1,890\sim5,070$ (ppm)、水温 $19.5\sim21.7(^{\circ}\text{C})$ の範囲であった。

(2) 実験結果

(a) 実験A

沈降曲線を図-1, 2, 3, 4に示す。図中○印は圧密突である。

(b) 実験B

沈降曲線を図-5に示す。○印は圧密突である。

(3) 圧密突の界面沈降速度(U_{sc})、比濃度(S_{0c})、SS濃度(SS_c)

沈降曲線に基づいて、界面沈降速度 U_s と比濃度 s_0 の関係を半対数紙にプロットすると遷移期間と圧密期間とをそれぞれ直線で示すことができるので、圧密突の U_{sc} 、 S_{0c} 、 SS_c を求めると表-3, 4のようになった。

表-3 圧密突 (実験A) (*印は初期SS濃度7000)

試料番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
S_{0c}	0.330 0.17	3350 0.17	3760 0.17	2110 0.17	9820 —	7290 —	5040 0.17	5000 0.17	3720 0.17	3260 0.17	3720 0.17	2450 0.17	5220 0.17	4480 0.17	3690 0.17	3050 0.17
U_{sc}	0.50	0.60	0.50	0.50	—	—	0.60	0.70	0.60	0.60	0.60	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
SS_c	7200	7500	7600	7400	—	—	7550	7800	11,000	9600	10500	10000	9100	10400	10300	10000

表-4 圧密突 (実験B)

試料番号	17	18	19	20	21	22	23	24
S_{0c}	5070 0.17	4040 0.17	3600 0.17	3040 0.17	2960 0.17	2540 0.17	2270 0.17	1890 0.17
U_{sc}	5.00	5.30	7.10	8.30	10.00	11.00	12.10	12.00
SS_c	7600	7700	7700	7800	7800	7600	7000	8000

この実験では汚泥濃度の関係から遷移突は不明であったが、圧密突については実験Aでは $SS_0=3,000\sim5,000$ (ppm)、水温 $25\sim30.5(^{\circ}\text{C})$ で $S_{0c}=0.17$ 、 $U_{sc}=0.50\sim0.70(\text{cm/分})$ 、 $SS_c=7,000\sim10,000$ (ppm)となっている。実験Bでは $SS_0=1,900\sim5,000$ (ppm)、水温 $19.5\sim21.7(^{\circ}\text{C})$ で $S_{0c}=$

0.17, $SS_c = 7,000 \sim 8,000$ (ppm) であった。実験容器の大きさに無関係に $S_{oc} = 0.17$, $SS_c = 7,000 \sim 8,000$ (ppm) であり, U_{sc} は初高に比例することがわかる。図-6 に示すように, U_{sc} は初期 SS 濃度の高いほど小さい値となっていることが注目される。

(4) U_{sc} と SS 濃度の関係

実験 A の結果を図-7 に示す。

(5) U_{sc} と SS 濃度, 比濃度の関係

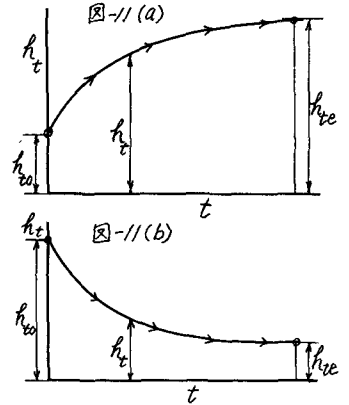
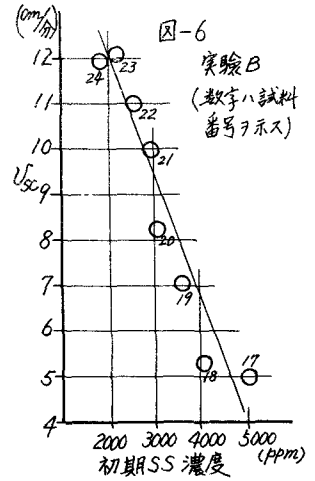
実験 B の結果を図-8 に示す。

3 活性汚泥の上向流中の浮遊平衡

前記塩ビ筒を改造した図-9 の上向流装置によって一定量の活性汚泥の種々の上向流速による浮遊平衡について実験的に考察した。実験結果を図-10 (1), (2) に示す。

(1) 上向流による汚泥の浮遊が安定するまでの界面厚曲線

ある上向流量からコック操作によって急激に (a) 流量を増加した場合, (b) 流量を減少した場合について, 汚泥層は順次下方から新流量に応じた平衡条件を満足し上方に及んで全層が安定するものと思われる。その状況は汚泥層界面厚の変化として観測され図-10 のようになった。この界面厚曲線は半対数紙上で直線として表わしうるので図-11 のように h_{t0} , h_{te} , h_t とすれば (a) $\log_{10} \frac{h_{te} - h_t}{h_{te} - h_{t0}} = -mt$, (b) $\log_{10} \frac{h_t - h_{te}}{h_{t0} - h_{te}} = -mt$ となる。



(2) 浮遊平衡の条件と floc 抵抗係数

浮遊平衡中の汚泥層内の単位体積 $V = \Delta A \cdot \Delta h$ について平衡条件と求める。 λ_a = 外部空隙率 $= V_0/V$, V_0 = 汚泥層の見掛空隙容積, V_f = 汚泥の見掛体積 $= n V_0$, n = 実測によれば 2.7, V_0 = 湿潤汚泥実質体積, u = 相対速度, $f(S_0)$ = floc 抵抗係数, S_0 の関数と仮定しておく, γ_s = 汚泥の見掛単位重量, γ_w = $\rho_w \gamma_s$ = 水の単位重量とすると, 汚泥層内の単位体積について

$$\text{抵抗力 } R = \frac{1}{2} f(S_0) \Delta A (1 - \lambda_a) u^2 \rho_w$$

$$\text{水中の重量 } W = V_f (\gamma_s - \gamma_w) \quad \text{とすると平衡}$$

時は $R = W$ であり, $\bar{u}$ = 平均流速, U_p = 間隙流速として $u = U_p = \bar{u} / \lambda_a$ に置きかえ, γ_s' = 汚泥層の単位重量を用いて $f(S_0)$ と求めると

$$f(S_0) = \frac{2(\lambda_a^2 / (1 - \lambda_a)) (\gamma_s' - \gamma_w) \gamma}{\gamma_w \bar{u}^2}$$

となる。上式を用いて実測値から $f(S_0)$ と比濃度 S_0 (参考までに $1 - S_0 = \lambda_a$ = 汚泥層の全空隙率) との関係を図-12 に示す。 $f(S_0)$ は S_0 の減少と共に小さくなる。

