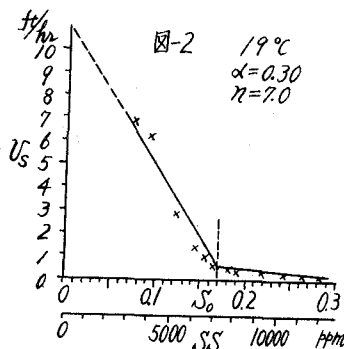
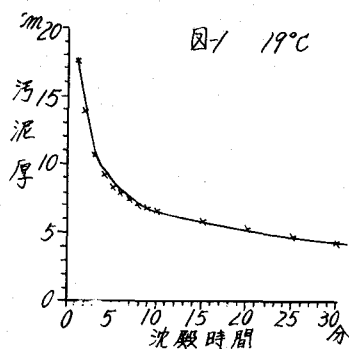


II-82 下水沈殿池の汚泥管理について

大阪工業大学 正員 工博 川島 晋

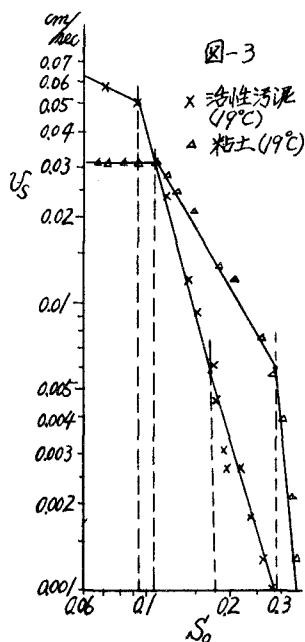
1. まえがき: A S C E Manual では汚泥負荷率 (Sludge loading, 以下 S.L. と記す) を用いて活性汚泥法の最終沈殿池の流入汚泥負荷の限界値を示している。その定義は $S.L. (\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{day}) = \text{流入下水の SS} (\text{mg}/\text{l}) \times \text{表面負荷率} (\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}) / 1000$ であり、実測による妥当な値として、S.V.I. が 100 以下の場合で、 $59 \sim 88 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 、シカゴ市の資料では最大 $122 \sim 146 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ であったと述べている。著者は活性汚泥の沈降特性に基づいて、沈殿池における SS 除去率と汚泥管理に関する 2, 3 の考察を行い、理論的にこうした S.L. の値の妥当性について検討を行った。

2. 活性汚泥の沈降特性: 活性汚泥の沈降実験の一例を図-1 に示す。汚泥ブランケットの沈降速度と汚泥の solid fraction (以下 S_0 と記す) の関係を示したものが図-2 であり、両対数紙にプロットした結果が図-3 である。図-3 において、沈降速度は 3 本の直線で示され、 $S_0 = 0.1$ 附近から凝集干渉沈降となり、 $S_0 = 0.17$ 附近から堆積汚泥が自重圧密をおこしている。すなわち、沈降特性は、① 粒子的性格の強い初期干渉沈降期間と、② 凝集干渉沈降期間と、③ 汚泥がつながった状態の自重圧密沈降期間に分類できよう。比較のため粘土の沈降実験の結果の一例を図-3 に Δ 印で示した。この場合は初期に定速干渉沈降を示し、沈降特性は明瞭な 3 本の直線で示される。活性汚泥の沈降特性と、汚泥



濃度と沈降速度の関係について示すことはその凝集性のために極めて厄介であるが、次のような考察を行った。一般に初期干渉沈降期間の沈降速度は Kalinske によると、初期汚泥濃度に支配され、 $V_0 =$ 単粒子としての沈降速度、 $k =$ 常数、 $S_{0r} =$ 初期汚泥 solid fraction として、 $V_0 = V_0' - k \cdot S_{0r}$ (1) として表わされるものとする、減速干渉沈降速度は式(1)を拡張して $V_0 = V_0' - k' \cdot S_0$ (2)、ただし、 $V_0 =$ 汚泥ブランケットの沈降速度で表わした初期干渉沈降速度、 $k' =$ 常数とする。このように、 V_0 と S_0 の関数として考える。 $S_{0a} =$ 凝集干渉沈降をおこす solid fraction とし、式(1)、(2)を考慮して $V_0 = V_0' - k' \cdot (S_0 - S_{0a})$ (3) とおき、 $S_0 \leq S_{0a}$ では $V_0 = V_0'$ (4) とする。

3. 浮遊物質の沈殿効率: 沈殿池内に仮想した流過方向に直角な断面で微小厚さの部分に流入、流出する SS について、SS は上下に完全混合しながら流れ、沈殿汚泥は角が浮上しないと仮定し、 $S_0 =$ solid fraction で表わした SS 濃度、 $H =$ 有効水深とすると、 $-dS_0/S_0 = v_s dt/H$ (5) の関係が成立する。式(5)において一般に $v_s = F(S_0)$



で表わされる場合のSS除去率について次のようになる。式(3)と式(5)に代入し積分すると

$$S_0 = \frac{S_{or} \exp\{-(U_{sr}/C'_0)(t/H)\}}{C'_0 + (1 - C'_0) \exp\{-(U_{sr}/C'_0)(t/H)\}} \quad (6)$$

$$\text{除去率} = \frac{1 - \exp\{-(U_{sr}/C'_0)(t/H)\}}{1 + \left(\frac{1 - C'_0}{C'_0}\right) \exp\{-(U_{sr}/C'_0)(t/H)\}} \quad (7)$$

ただし、 $U_{sr}/(U_{sr} + k' S_{or}) = C'_0$ = 初期補正因子、 $U_0/(U_{sr} + k' S_{or}) < C'_0 < U_0/(U_{sr} + k' S_{or})$ (8)、式(7)の除去率と $U_{sr}/C'_0(t/H)$ の関係を図-4に示す。 t/H = 表面負荷率 ($m^3/m^2 \cdot sec$) である。

4. 汚泥管理について：(1)汚泥因子によるS.L.の表示

V = 容量 (m^3)、 Q = 流量 (m^3/day)、 T = 滞留時間 (day)、 A = 水面積 (m^2)、 γ_0 = 下水単位重量 (kg/m^3)、 n = 湿潤汚泥実質体積(%) / 蒸発残留物重量(%)、 β_e = 圧縮後の汚泥性状係数 (m^3/kg) とおくと

$$S.L. = \frac{\alpha S_0 V}{\beta_e A T} = \frac{\alpha \gamma_0 S_0 V}{n A T} = \frac{\alpha \gamma_0 S_0 Q}{n A} \quad (kg/m^2 \cdot day) \quad (9)$$

ただし、 α = 蒸発残留物濃度に対するSS濃度の比率 = 都市下水で0.3程度、 n = 活性汚泥でほぼ7.0程度の値をとる。

$$S.L. = \frac{30 \text{分沈殿率}(\%) \times \gamma_0 \times Q}{10^2 \times A \times (S.V.I.)} \quad (10)$$

$$= \frac{30 \text{分沈殿率}(\%) \times \gamma_0 \times Q}{10^2 \times A \times (S.D.I.)}$$

(2)除去率とS.L.の関係、式(7)の $U_{sr}/C'_0(t/H) = a$ とおくと、表面負荷率は $t/H = U_{sr}/a \cdot C'_0$ ($m^3/m^2 \cdot sec$)、 $Q/A = 86400 U_{sr}/a \cdot C'_0$ ($m^3/m^2 \cdot day$) (11)、 $S.L. = 86.4 U_{sr} \times S_{or} / a \cdot C'_0$ ($kg/m^2 \cdot day$)

(12)、式(11)と式(10)に代入して

$$S.L. = 30 \text{分沈殿率}(\%) \times \gamma_0 \times (864 U_{sr}/a \cdot C'_0) \times (1/(S.V.I.)) \quad (13)$$

流入下水のSSに応じて C'_0 がさまるので、除去率を指定すると a が定まり、式(11)から表面負荷率が求められ、式(12)、(13)からその場合のS.L.が算定できる。例えば、95%除去率の場合、 a と C'_0 の関係は図-5のようになり、 $a \approx 3 \sim 5$ の値をとる。この場合について計算例を示す。図-2において

(1) $S_{or} = 3,000$ ppmの場合、 $U_{sr} = 7 \text{ 分} \div 0.0006 \text{ 分} = 0.0006 \text{ 分/sec}$ 、 $C'_0 = 0.06$ 、図-5から $a = 3.5$ 、式(11)より $Q/A = 24.7 \text{ } m^3/m^2 \cdot day$ 、式(12)

より $S.L. = 74.1 \text{ } kg/m^2 \cdot day$ 、これは式(3)で30分沈殿率 = 30%、 $S.V.I. = 100$ の場合にあたる。

(2) $S_{or} = 6,000$ ppmの場合、 $U_{sr} = 1.5 \text{ 分} \div 0.000125 \text{ 分} = 0.000125 \text{ 分/sec}$ 、 $C'_0 = 0.13$ 、 $a = 4.8$ 、 $Q/A = 17.3 \text{ } m^3/m^2 \cdot day$ 、 $S.L. = 104 \text{ } kg/m^2 \cdot day$ となる。

