

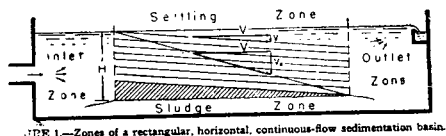
沈澱池の設計に関する研究

Studies of Sedimentation Basin Design.
By Thomas R. Camp.
Sewage and Industrial Wastes, Vol. 25.
No. 1, 1953.

本論文の目的は、沈澱による浮遊物の除去が沈澱池の容積でなく床面積に基づくという原理を簡明に説明し、機能を最大に発揮するような沈澱池の形の決定による他の諸原理を示すにある。

(1) 図-1 に示される仮想沈澱池を働きに応じて流入帯、沈澱帯及び汚泥帯の4つの部分に分ける。有効な沈澱の起る沈澱帯には水平流のみが存在し、かつ流速 V が一定であるとする。沈澱帯に水面のところで流入し辛うじて除去されるような粒子の沈澱速度 v_0 は溢流率 (Overflow Rate) とよばれ沈澱帯の単位表面積、または簡単にいって沈澱池の単位床面積当りの流量とも考えられる。沈澱速度が v_0 に等しいかあるいはそれ以上の場合には粒子は沈澱除去されるので、沈澱速度 v なる粒子の除去率は v/v_0 、すなわち沈澱速度/溢流率となる。

図-1



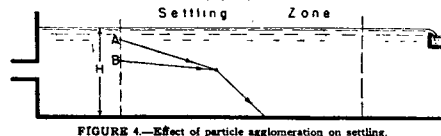
この仮想沈澱池の深さの半分のところに中間床を設けると仮定すれば、流速と沈澱速度とは不変であるが、粒子の沈澱すべき深さが半分となり床面積が2倍となる。そこで除去率は $v/2v_0$ 、すなわち前の場合の2倍となる。また溢流率が不変で深さが半分となるときは、流速は2倍となるが沈澱速度は不変であり、除去率は v/v_0 、すなわち最初の場合と同じである。

これらの議論から仮想沈澱池においては池の深さは浮遊物の除去率と関係がないことがわかる。

(2) 浮遊物の凝集は (a) 粒子の沈澱速度の相違と (b) 速度の分配によつて起される。沈澱速度の相違によつて起る凝集現象を示す図-2 において、同じ流量で深さが減少する場合を考えたと流速が比例して増し、3つの粒子の移動線の勾配が比例して減る。従つて粒子 A, B が合体する位置と合体後に底に達する位置との沈澱帯の流入端からの水平距離が不変であ

る。すなわち粒子の沈澱速度の相違による凝集は沈澱池の深さに無関係であることがわかる。また速度の分配は主に乱れに由来する渦によつて生ずるので、これによる凝集は浅い池で一層大である。

図-2



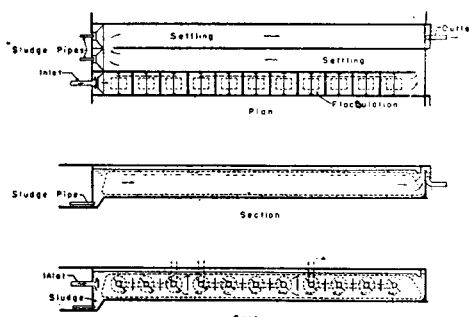
Dobbins は乱れの影響について研究し、流速が大きいほど乱れ拡散による浮遊物除去率の低下が大であることを示した。しかしながら乱れは前述のごとく他方凝集の促進により浮遊物除去を増すのであり、最初沈澱池では凝集が乱れ拡散による除去の阻害を償つてあまりあると考えられる。

(3) 同一容積の場合に正方形沈澱池と放射状流円形沈澱池とは、細長い矩形沈澱池にくらべて効率がいちじるしく劣っている。これは (a) 流入帯と流出帯との過大化による有効な沈澱帯の減少と (b) 短い沈澱池で起りやすい短絡 (Short Circuiting) と流れの不安定性のためである。この短絡の特性は沈澱池の流入口に染料や食塩などを投入し、流出口でその濃度を種々の時間間隔で測り、濃度-時間曲線を描くことによつて測定できる。

(4) Fischer は60分間の沈澱に先立つ生下水の20分間の自己凝集が浮遊物除去を約20%ますことを示し、また Root は上水の薬品沈澱で混和時間と沈澱時間との総和が75分以上の場合に、60分までの混合時間が沈澱時間の犠牲において増すほど沈澱効果が上ることを示した、これ等の例から最初沈澱に先立つ予備凝集 (Preflocculation) が非常に重要であることが明白である。また凝集池が沈澱池と一体になるような措置などによつて、凝集した粒子が大きな速度の分配によつて再び分解しないように設計することが望ましい。

(5) 図-3 は下水処理と硬水軟化とのために作ら

図-3



れた汚泥掻き機を有する施設である。これは3つの流路に分けられており、最初の流路で凝集作用をうけるように設計されている。

図-4 は汚泥掻き機を必要としない普通浄水作業用の予備処理施設であり、中間床の間隔は人夫の汚泥除

図-4

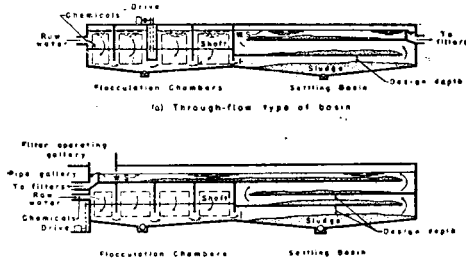


FIGURE 9—Suggested design for primary tanks without mechanical sludge removal

去作業に支障ない程度に設計されている。このような施設に改造された古い沈殿池の能力が3倍になった最近の例がある。(国立公衆衛生院 松本順一郎)

調圧水槽のサージング高及び振動の安定性

H.M. Paynter, Electrical Analogies and Electronic Computers: Surge and Water Hammer Problems, Proc. ASCE, Vol. 78, Separate No. 146, Aug. 1952, pp. 1~28.

米国マサチューセッツ工科大学の水理学実験室では電気類推計算機 (analogue computer) を使用して従来解析的には解くことができなかったような各種の非線型微分方程式の解を求め、特に各種調圧水槽のサージング曲線の形状並びに振動の安定性について広汎な計算を行っている。

図-1はその計算結果から画かれた単式調圧水槽についてのサージング高を求める図表であり、上昇サージングの場合も下降サージングの場合もともにすべてこの図表を使用して求めることができる。

ただし摩擦損失水頭は流速の自乗に比例し、また弁の

閉塞または開口は瞬間的に行われるものと仮定している。図表中の記号の意味は次のようである：

Y : 調圧水槽水面の高さ (貯水池水面の標高を0とし、鉛直上向を正とする)。

$$Y_0 = V_0 \cdot \sqrt{(A_c L_c) / (A_t g)}$$

ただし V_0 : 隧道内の流速, A_c, A_t : それぞれ隧道及び調圧水槽の断面積, L_c : 隧道総延長, g : 重力の加速度;

また $R = 2H_f / Y_0$,

ただし H_f : 貯水池と調圧水槽との間の全損失水頭; また $y = R(Y/Y_0)$,

R_1, R_2 : それぞれ事前及び事後の R の値 (ともに定常状態の値をとる)。

図表使用例

$$A_t = 192.8 \text{ m}^2, A_c = 13.67 \text{ m}^2, L_c = 2002 \text{ m},$$

$H_f = 1.49 \text{ m}$, 流量 $25.2 \text{ m}^3/\text{s}$ なる系において弁の瞬間完全閉塞を行った場合の最大サージング上昇高を求めてみる：

$$V_0 = Q_0 / A_c = 25.2 / 13.67 = 1.84 \text{ m/s},$$

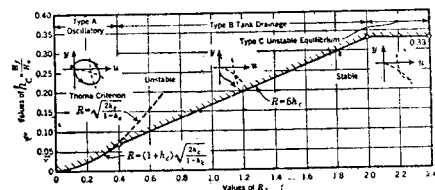
$$Y_0 = 1.84 \times \sqrt{(13.67 \times 2002) / (192.8 \times 9.8)} = 7.02 \text{ m},$$

$$R_1 = 2 \times 1.49 / 7.02 = 0.425, R_2 = 0.$$

そこで損失エネルギー曲線 OA 上の $R_1 = 0.425$ に対応する点 (A) の縦座標 $y_A = -0.091$ は摩擦等の損失による事前の水位低下量を与え、次Aにを通る鉛直線と $R_2 = 0$ との交点 (B) の縦座標 $y_B = 0.365$ は最大サージング上昇高 (貯水面よりの) を与える。従つて事前の調圧水槽水面よりの上昇高 (無次元化された値) s は $s = y_B - y_A = 0.456$ となる。従つて次元をもとに戻すと (水面上昇高) = (摩擦損失水頭) $\times (s/y_A)$ $= 1.49 \times (0.456/0.091) = 7.46 \text{ m}$

次に図-2 は系の負荷が0から瞬間的に一定値 H_f に増大 (以後その一定値を経続) する場合のいわゆる始動安定の条件である。ただし $h_0 = H_{f2}/H_0, H_{f2}$

図-4 単式調圧水槽の始動安定の条件



は弁開口後の定常状態に対応する H_f の値, また H_0 は全水頭である。Thoma の条件式は周知のように微小振巾の水面動揺が減衰するための条件式であるのに反し、本図表の示す条件式は一般に有限振巾 (微小とは見なし得ない振巾) の水面動揺が0にまで減衰するための条件式であるから、本図表の与える条件式はThoma の条件式を有限振巾の範囲にまで一般化したものであると考えることができる。

(中央大学工学部 林 泰造)