

流水における浮遊泥の沈降に関する実験的研究

大阪大学工学部 正 員 村岡浩爾
同 大学院 学生員 ○三浦健志
大成建設 正 員 内田 渉

1 はじめに 底質汚泥の沈降特性は市街地河川における底泥の挙動やそれによる物理量を把握するための重要な基礎知識となる。沈降特性を左右する要因として 懸濁液の濃度 有機物の性状などが考えられるが ここでは平均沈降速度 濃度特性など平均化された物理量や特性を対象として それらの懸濁液初期濃度 沈降経過時間による変化というものに注目して実験を行ない 若干の結果を得たので報告する。

2 流水中での実験 流水中での流れおよび流れ方向による濃度変化 沈降特性を知るため 長さ17m、幅30cm、水深約20cmの水路を使用し 流水中に上流端から一定濃度の底泥(後述の試料A)懸濁液を連続的に注入して 水路長方向2m 間隔で採水し、鉛直方向濃度分布を観測した。結果の一例を図-1に示す。図-1より流れ方向に鉛直方向濃度がほとんど一様であることがわかる。流速は3.95~32.4 cm/secの範囲で行なったが全ての流速で鉛直方向濃度分布は一樣であった。

3 沈降筒での実験方法 試料は神崎川三島水路付近より採取した底泥を用い 試料A Bとして質的特性を図-2に示す。また同図に表層と定義する底泥堆積上面数mmの厚さの層についても試料Cとして粒度分布を掲げておく。なお有機物量は強熱減量比で代表させた。沈降筒は河川水深に近い条件で実験するため 径40cm 高さ2mのものを作製した。これには深さ方向に10cm 間隔で19個の採水孔があり パイプにより断面中央の懸濁液が採取できる。適当な初期濃度の懸濁液を作り 攪拌の後数分おきの静まるのを待って一定時間ごとに各点同時に採水を行ないその浮遊物濃度の測定を行なった。計測器は透過光受光式の濁度計を用い(流水中の実験の場合同じ) 前もって底泥によって検量線を得ている。

4 沈降筒実験の結果と考察 鉛直方向濃度分布は図-3のようで これによれば静水中でも濃度分布は鉛直方向に一様であること また時間経過につれて同じ分布形のまま減少していくことがわかる。この現象は他の初期濃度の場合も同じ特性を示した。次に鉛直方

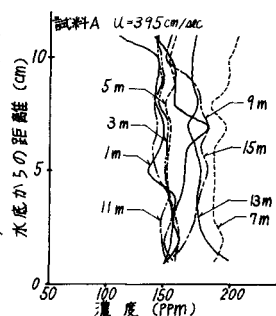


図-1. 流水中の鉛直方向濃度分布

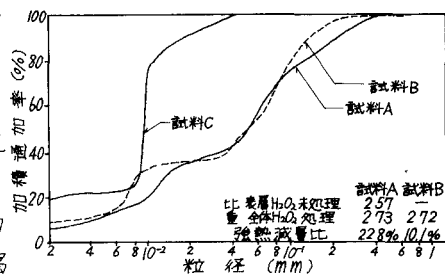


図-2 底質汚泥の粒度分布

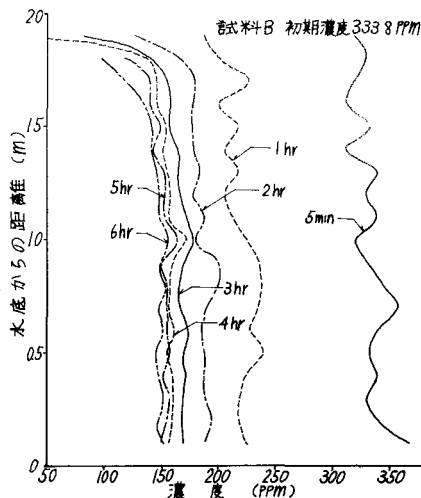


図-3 沈降筒での鉛直方向濃度分布

向平均濃度の時間変化を初期濃度ごとにまとめると図-4(a)(b)となる。これによると5~6時間経過後の濃度曲線は一定値に漸近し、 $\bar{C}/C_0$ の値は0.4~0.6の範囲に安定してくる。これらの特性は試料Aの場合も同じであった。以上の結果から初期濃度を構成する浮遊物質の約半数が6時間経過後も *wash load* として浮遊し続けると推察できる。ここで時間的濃度変化から t_1, t_2 時刻間の代表的な平均沈降速度 w_g を求めると次の式が成り立つ。

$$w_g = H \cdot (C_1 - C_2) / \int_{t_1}^{t_2} C dt \quad \text{----- (1)}$$

ここに H 沈降筒高さ、 C_1 : t_1 の平均濃度、 C_2 : t_2 の平均濃度、

(1) 式より $t_2 - t_1 = 1 \text{ hr}$ として求めた w_g の時間変化を示すと図-5のようになる。これによると初期濃度によって平均沈降速度の値が著しく異なっているが 5~6時間経過すると試料A Bとも $0.001 \sim 0.006 \text{ cm/sec}$ の範囲に安定していくようである。次に底泥のみかけの粒径を得るため、平均沈降速度 w_g とみかけの粒径 d の間にストークスの式が成り立つとする。

$$w_g = 1/18 (P/\rho - 1) g/\mu \cdot d^2 \quad \text{----- (2)}$$

ここに、 P : 粒子の密度、 ρ : 水の密度、 μ : 動粘性係数、 g : 重力の加速度、

(2) 式によって d を求めると (P は図-2の2.57使用) 図-6のようになる。これによると数時間のオーダーで沈降する粒子の粒径は $0.003 \sim 0.02 \text{ mm}$ の範囲となる。これは図-2に掲げられた試料C粒径の範囲とよく一致しており、これらの粒子は表層を構成している粒子とほぼ同じであろうと推察される。したがって *wash load* としての粒子の粒径は 0.003 mm 以下に集中すると思われる。次に河床付近における鉛直方向乱れの強度 $\sqrt{w^2}$ を $0.93 u_*$ として $0.93 u_* = w_g$ より浮遊の限界を求めてみる。 u_* の式に水路での実験の水理諸量を代入して平均流速 u と沈降速度 w_g で整理した。これより(1)式で得られた w_g の範囲 $0.001 \sim 0.003 \text{ cm/sec}$ に対応する u の範囲は $0.02 \sim 0.5 \text{ cm/sec}$ となり、流水中の沈降実験ではこれらの粒子の沈降現象は生じ得なかったと思われる。

5 おわりに 底泥の数時間のオーダーの沈降時間を持つ粒子のみかけの沈降速度、粒径があきらかにされたが、今後は数10秒~数分のオーダーで沈降する粒子を、実験・実測を並行させて解明していく必要がある。終りに本研究に適切な助言を賜った本学室田明教授に謝意を表する次第である。

参考文献 1) 村岡 鳥生 流水中における底質汚泥の水理特性、昭47 6 関西支部年講

2) 村岡 三甫 底質汚泥の浮上と濁度に関する基礎的研究、昭47 10 中27回年講

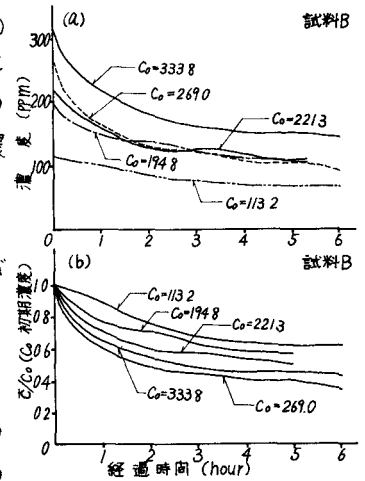


図-4 平均濃度の時間変化

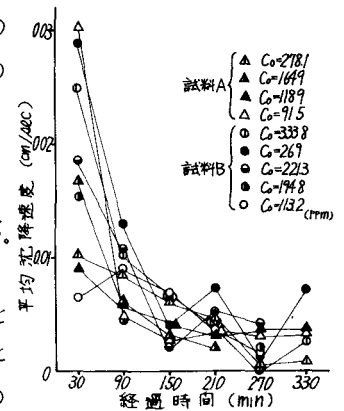


図-5 平均沈降速度の時間変化

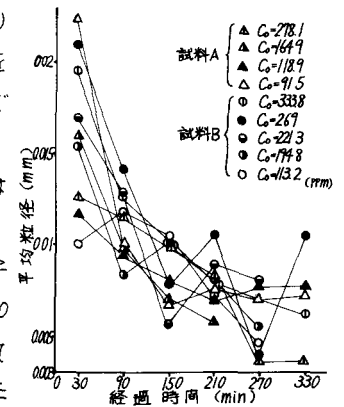


図-6 平均粒径の時間変化