

九大 正 員 平 野 宗 夫
 = 正 員 金 子 新
 = 学 生 員 ○ 谷 口 直 隆

1. まえがき

浮遊砂による貯水池の堆砂に関し¹⁾は、芦田等²⁾が最初に研究を行ない、浮遊砂濃度の变化、堆砂形状及び分級作用などについて報告を行っている。しかし、貯水池のように水深の変化する新拡張においては、平均流速が流下方向に減少するとともに、流速分布も等流とは著しく異なる。本報では、模型水路による流速及び濃度の実験結果を報告し、合わせて段丘層よりかなり下流で、堆砂の巻き上げの殆んど無い領域における浮遊砂濃度の流下方向変化を、平均流速の減少を考慮して解析し実験値と比較している。

2. 実験装置及び方法

図-1に示すような長さ10.5m、幅40cmの可変勾配水路を用いて実験を行った。流量は、流出端において矩形ゼキにより測定し、なお、供給砂量はBelt Conveyorの速度により数値に変えることができ、供給砂が水路幅一様に拡がるように突起のある傾斜板を置いていた。

流速は、アロバウ流速計により測定し、浮遊砂濃度は、サイフォンにより抽出し口過して秤量した。供給砂として珪砂を用い、図-2にその沈降速度分布を与える。

供給砂は、かなりの粒度範囲をもち浮遊砂、掃流砂の両者を含めると考えられる。堆砂形状は、水を静かに停止して尺で計り、その後再び通水して実験を続けた。表-1に実験条件を与える。

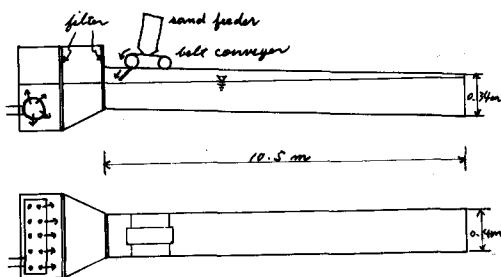


図-1. 実験装置

平均流量	224 cm ³ /sec
平均供給砂量	0.114 g/sec
供給砂 平均沈降速度	1.7 cm/sec
供給砂 比重	2.66
河床勾配	0.02
水温	11.5°C

表-1 実験条件

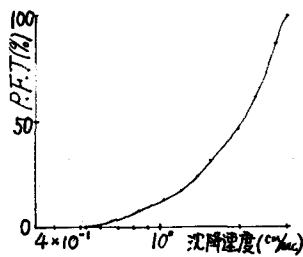


図-2. 供給砂の沈降速度分布

3. 実験結果と考察

1) 堆砂形状と段丘の進行速度

図-3に堆砂形状の時間変化を与える。すでに、よく知られるように、浮遊砂を含まないときも段丘の存在が、きり認められ、段丘層は水平に進行して貯水池を埋没させることを示している。図-4に、段丘層の移動の様子を示しているが、一定かあるいは時間の経過につれ、多少減少する移動速度を与えている。図-5に、実験終了時における堆砂の沈降速度分析結果を与える。明らかに、段丘上と浮遊砂堆積層との間には、粒度構成に違いが認められる。

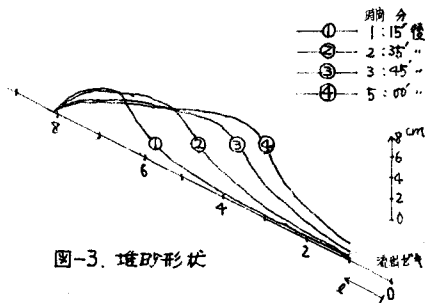


図-3. 堆砂形状

2) 流速分布

図-6, 図-7にアノマリによる流速分布の測定例を示し, それを流速分布の流下方向, 時間変化を与えている。流速分布は, 段丘肩からの距離によって時間的に著しく変化し, 段丘肩に接近するほど断板流の流速分布特性を示す。これは, 段丘肩に近づくにつれて堆砂面勾配が急になることに対応するものと考えられる。

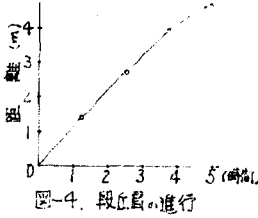


図-4. 段丘肩の進行

3) 浮遊砂の濃度分布

図-8に実験開始2時間後における浮遊砂濃度の流下方向変化を与える。段丘上では, よく知られるように Rouse 分布が成り立ち, 段丘肩を過ぎるヒキに巻き上げが減少し, 堆積の進行を示す濃度分布形となっている。

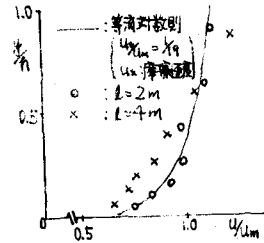


図-6. 速度分布の流下方向変化 (時間20分後)

ここで, 堆積の進行している段丘肩下流の濃度分布を, 平均流速の減少を考慮して解析する。定常状態の2次元拡散方程式は次式で与えられる。

$$\frac{u_0}{1 + \lambda_b \frac{x}{x_0}} \cdot \frac{\partial C}{\partial x} - w_p \cdot \frac{\partial C}{\partial y} = E_p \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \quad (1)$$

ただし, 河床に沿って下流向きに x 軸, それに垂直上向きに y 軸をとる。 C : 浮遊砂濃度 u_0, h_0 : $x=0$ における平均流速及び水深

E_p : 浮遊砂の渦動拡散係数 λ_b : 河床勾配

境界条件 $x=0$ $C(x, y) = C_0 \cdot f(y)$ C_0 : $x=0$ の河床濃度

$$y=0 \quad E_p \frac{\partial C}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

$$y=h(x) \quad E_p \frac{\partial C}{\partial y} + w_p C = 0$$

x の微小区間において C を一定と考慮, (2) を (1) に代入して解を求めると次式を得る。

$$C(x, y) = C_0 \cdot e^{-\frac{A \cdot B}{x_0} (1 + \frac{1}{2} \lambda_b \frac{x}{x_0})} e^{-\frac{B}{2} \frac{y}{x_0} x} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{f(n)}{\frac{1}{2} + \frac{B}{2 \mu_n^2} + \frac{B^2}{8 \mu_n^2}} \times \left(1 + 2 \lambda_b \frac{x}{x_0} (1 + \frac{1}{2} \lambda_b \frac{x}{x_0}) \cdot \frac{\mu_n^2 A}{\lambda_b \cdot B} x \right) \left(\frac{B}{2 \mu_n} \sin \mu_n \frac{y}{x_0} + \cos \mu_n \frac{y}{x_0} \right) \quad (3)$$

$$\text{ただし, } \tan \mu_n = \frac{B \cdot \mu_n}{\mu_n^2 - \frac{1}{2} B^2} \quad A = w_p / u_0 \quad B = w_p h_0 / E_p$$

微小区間計算を進めるごとに, 初期条件として $f(y)$ を変えて順次下流の濃度分布を決定する。図-9に, 開始2時間後の $l=3m$ の濃度分布を初期値として, (3)より数値解析した結果と実験値を $l=1m$ で比較して示している。計算値, u_b と $l=1m$ における浮遊砂の平均沈降速度 ($u_b=0.6 \text{ cm/s}$) を用いている。

参考文献 1) 矢野, 芦田, 大同, 前田 京大防災研年報 第7号 昭和39年3月 P348~364

2) 合田健 土木学会論文集 第6号 昭和26年8月 P39~43

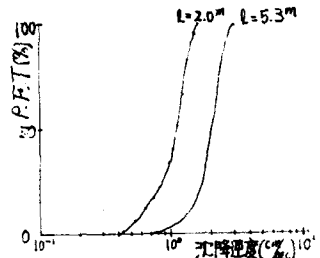


図-5. 堆砂の沈降速度分析

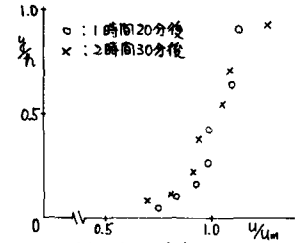


図-7. 速度分布の時間変化 ($l=2m$)

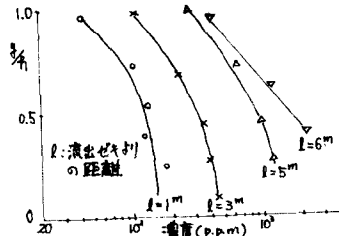


図-8. 濃度分布の流下方向変化 (2時間後)

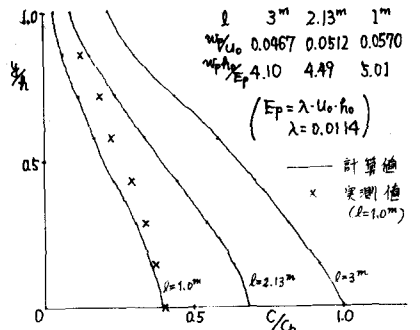


図-9. 計算値と実験値の比較