

早稲田大学大学院 学生員 ○錦織 和紀郎
 早稲田大学理工学部 正員 鮎川 登
 学生員 下村 博史
 学生員 中川 正

1. はじめに 浮流砂を伴う流れが水深の大きな貯水池や河口部に流入すると、浮流砂は次第に沈降し、河床に堆積していく。このような浮流砂の流下方向の河床堆積高の変化は河床変動式によって解析される。そのためには浮流砂量を算定することが必要であるが、水理量に変化する場合の浮流砂量は平衡状態に対する浮流砂量式を用いて算定することはできない。本研究では、浮流砂を伴う流れが水深の急激に増大する水域に流入するときの浮流砂量の流下方向の変化の状況を実験的に調べた。

2. 実験の概要 実験は長さ7.8m、高さ30cm、幅10cmの回流式水路を用い、水路の上流側1mの区間の水路床を12cm高くし、その下流に勾配1:5.8の斜面を取り付け、下流端には高さ13.5cmの堰を設けて行った(図1)。水路床勾配は1/582、流量は2.95 l/secとし、上流から図2に示すような粒度分布を持つ珪砂(密度2.65 g/cm³、平均粒径0.125 mm)を供給し、下流側の水深の大きい区間において流速分布、浮流砂濃度分布及び水路床堆積高を測定した。流速は小型プロベラ式流速計を用いて測定した。流速分布の測定結果によると、斜面の下流端付近は逆流するが、斜面下流端から1.5m以上離れると流速分布はほぼ一樣になるので、斜面下流端から1.85mの断面を原点とし、それより下流方向にX軸をとり、 $X = 0, 1.15, 2.15, 3.15m$ を測定断面とした。浮流砂濃度は直径4mmのスチレンパイプを用い、水深方向に1cm間隔でサイフォンにより採水し測定した。なお摩擦速度は約0.8 cm/secと小さく、水路床に堆積した土砂の移動及び水路床からの土砂の巻き上がりは認められなかった。

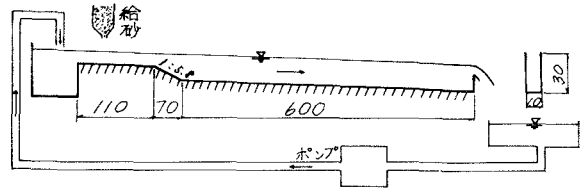


図1 実験水路 (単位 cm)

3. 実験結果

3-1. 浮流砂濃度分布及び浮流砂量分布 測定した浮流砂濃度分布の距離的变化を重量濃度で表わすと図3のようになる。原点からの距離 X 、水路床からの距離 Z の地点での浮流砂量フラックス $F_s(X, Z)$ は、流速 $U(X, Z)$ と浮流砂濃度 $C(X, Z)$ の積であり、次式で与えられる。

$$F_s(X, Z) = U(X, Z) \cdot C(X, Z) \quad (1)$$

測定した流速分布と浮流砂濃度分布から求めた浮流砂量フラックスの分布の距離的变化を図4に示す。浮流砂量フラックスの分布から各断面の単位断面当りの総浮流砂量 $Q_s(X)$ は、浮流砂量フラックスの分布を水路床から水面まで積分して次式で与えられる。

$$Q_s(X) = \int_0^R F_s(X, Z) dZ \quad (2)$$

各断面の単位断面当りの総浮流砂量の距離的变化を、 $Q_s(X)$ を対数目盛として片対数グラフに示すと図5のようになる。図から明らかなように、測定値は直線的变化を示し、

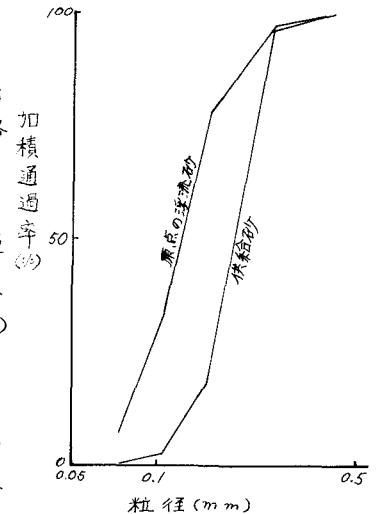


図2 粒度分布

$$g_s(x) = g_s(0) \cdot e^{-\alpha x} \quad (3)$$

与えられるような流下距離に対して指数関数的に減少するという結果が得られた。ここに x の単位は m 、 g_s は $m^3/m \cdot sec$ 、 $g_s(0) = 2.16 \times 10^{-6} m^3/m \cdot sec$ 、 α は定数である。

3-2. 水路床堆積高の距離的变化 浮流砂の堆積による水路床高の変化は次式で表わされる。

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} = -\frac{1}{1-\lambda} \frac{\partial g_s(x)}{\partial x} \quad (4)$$

ここに z_b は水路床高、 λ は水路床土砂の空隙率である。式(3)で求めた $g_s(x)$ を式(4)に代入して z_b を求める。

$$z_b = \frac{\alpha}{1-\lambda} g_s(0) \cdot e^{-\alpha x} t \quad (5)$$

となる。水路床高の測定値の距離的变化を図3に示す。式(5)によると、各断面における堆積高は時間に比例し、流下方向については堆積高は指数関数的に減少することになるが、式(5)で計算した堆積高と図3に示した測定値を比較すると量的には差が多少あったが傾向的には一致した。この差は、浮流砂量濃度変化が、水路床高の測定誤差が影響しているものと思われる。また、水路床高の測定値の時間的变化を図7に示す。図にみられるように、堆積高は時間に比例することが実験的に確かめられた。

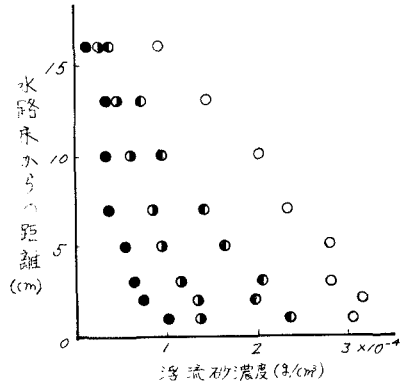


図3 浮流砂濃度の分布

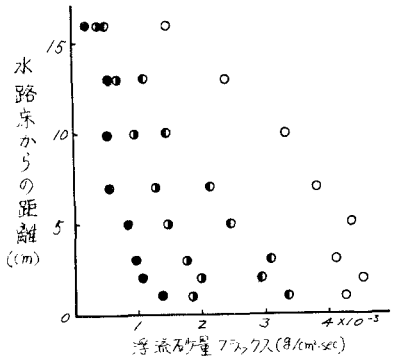


図4 浮流砂量フラックスの分布

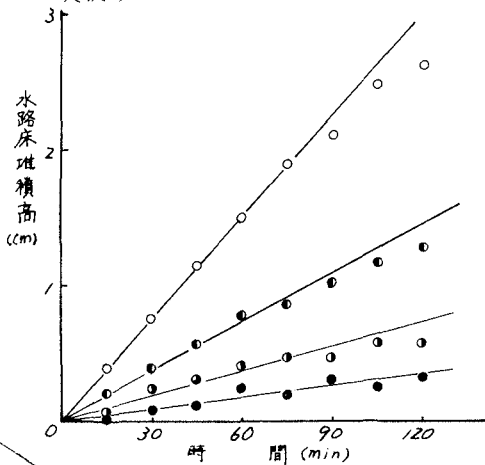


図7 水路床堆積高の時間的变化

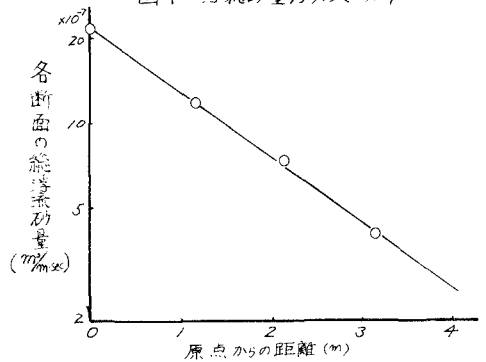


図5 各断面の総浮流砂量

図3, 4, 7において

- $x = 0 \text{ m}$
 - 1.15
 - 2.15
 - 3.15
- である。

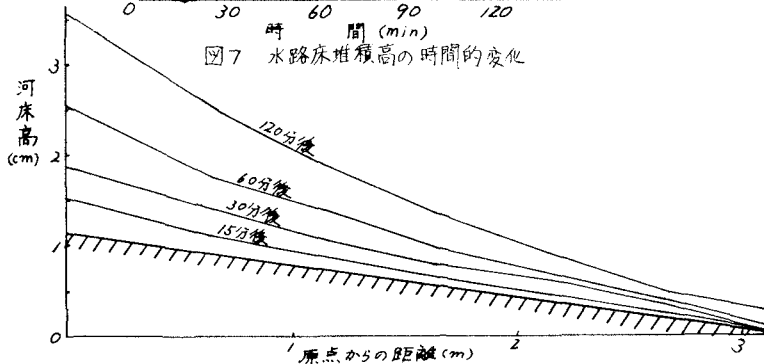


図6 水路床堆積高の距離的变化