

京都大学防災研究所 正員 芦田 初男

京都大学防災研究所 正員 道上 正規

1. まえがき 貯水池の堆砂量を算定するには、上流部からの流出土砂量、輸送形態の相異による堆砂形状の差異および *trapp efficiency* を明らかにしなければならない。本報告は、上流部から浮遊形式で輸送されてきた土砂が、貯水池における摩擦速度の減少に伴って、輸送形式を変化させがらどのように堆砂するかを実験的に検討し、若干の考察を試みようとしたものである。

2. 実験概要 実験は水路幅 1m、長さ 40m、河床こう配 1/100 の長方形断面のモデル化上げ水路で、下流端に設けられた可動堰を河床から 30cm の高さに固定して行なわれた。流量を 25 L/s に設定して、流砂が存在しない場合の流速分布をプロペラ式流速計で測定し、ついで給砂器で Exp. 1 では  $d_{50} = 0.166 \text{ mm}$  の砂を 1.3 kg/min、Exp. 2 では  $d_{50} = 0.039 \text{ mm}$  の砂を 1.2 kg/min 上流端から給砂して、そのときの濃度分布および堆砂形状などを測定した。また、水流の鉛直方向の拡散係数の測定は、連続注入した染料の拡散りを写真撮影による方法と流速分布の測定から決定される方法によって行なわれた。

3. 堆砂形状 上流部から浮遊形式で輸送されてきた土砂は、その粒度特性と貯水池中の摩擦速度の距離的变化との関連によって、貯水池中では掃流および浮遊形式の異なる輸送形態を呈する。従来の限界掃流力理論と砂粒の浮遊限界 ( $w_b/u_* \approx 1$ ) との関係を検討するとつぎのことがわかる。すなわち、粒径が約 0.1 mm より大きい砂粒の場合には、浮遊限界の摩擦速度  $u_{*cs}$  は掃流限界のそれ  $u_{*cb}$  よりも大きくなるので、浮遊形式の輸送が摩擦速度の減少によって保持でなくなつた状態でも掃流形式の輸送は可能であり、この輸送量の距離方向アンバランスによってデルタ状の堆砂形状が形成される。一方、 $d < 0.1 \text{ mm}$  の範囲では、 $u_{*cs} < u_{*cb}$  の状態になるので、このような土砂（シルトあるいは粘土）では浮遊形式の輸送が主体であつて、またその堆砂形状も河床にほぼ平行な形状を呈する。いま、これらの関係を模式的に示したものが図-1 であり、Exp. 1 ではⅠの堆砂形状を、Exp. 2 ではⅡの堆砂形状を呈した。また、現地の黒部ダムや有田川のニ川ダムの堆砂形状と粒度特性を調査した結果に因しても、上記のような粒径によって堆砂形状が相異していることが明らかにされた。したがって、上流部からの流出土砂量とその粒度特性が把握されるならば、貯水池における摩擦速度の減少を図-1 のように表わすことによって、それぞれの運動形態に基づいて河床変動の解析領域を明らかにすることができよう。Ⅰの領域の解析は従来多く行なわれており、その成果に基づいて解析することができるとともに、デルタの

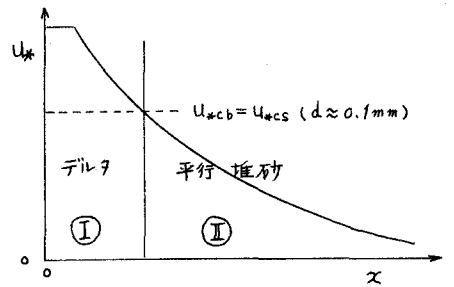


図-1 貯水池の堆砂形状の模式図

図-1 貯水池の堆砂形状の模式図

移動機構がほぼ明らかになること、デルタの先端において④の領域、境界条件を与えることができる。

4. 浮遊形式の堆砂 浮遊形式で輸送される沈砂の濃度に対しては、一般に次式で示すような拡散式が適用できる。

$$U \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial z} \left( E_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + wC \frac{\partial C}{\partial z} \tag{1}$$

ここに、記号は慣用されているものを採用している。(1)式を計算するにあたって、まず決定しなければならない事項は拡散係数と境界条件である。

①拡散係数 野水池の流速分布を測定した結果が図-2に示されているが、図中のNo.は下流端からの距離(m)を示している。この流速分布とレイノルズ応力の直線分布の仮定から決定されるZ方向の運動粘性係数の平均値と、流速分布と対数則を用いて得られるそれとはほぼ一致した。また、梁科の拡散から決定される拡散係数に因して、上記の値とほぼ類似した値を示したので、ここでは、対数則を用いて野水池における流れ方向のE<sub>z</sub>の値を検討してみる。E<sub>z</sub>はレイノルズ相似から、

$$E_z = \beta K U_* / (6h) \tag{2}$$

のように表わされる。ここに、β:比例定数である。マニングの抵抗則を用いて、(2)式を書きかえれば、

$$E_z = (\beta K \sqrt{g} n \delta / 6) \cdot h^{-1/6} \tag{3}$$

のように、単位幅の流量qおよびマニングの粗度係数nが一定であれば、E<sub>z</sub>は流れ方向にほとんど変化しないことが理解される。

②境界条件 合田によって提案される境界条件が適用でき、野水池においては、

$$\left. \begin{aligned} x=0 &; C = C_0 \exp \left( -\frac{w_0}{E_z} Z \right) \\ Z=0 &; E_z \frac{\partial C}{\partial Z} = 0, \quad Z=h; \quad E_z \frac{\partial C}{\partial Z} + wC = 0 \end{aligned} \right\} \tag{4}$$

の成立が従来の実験でも見出されているが、本実験においても確認された。浮遊形式が主体のExp.2に関して、(2)式でβ=1として、(1)、(2)および(4)式から濃度を求め、これを河床変動式に適用して堆砂形状を計算したものが図-3である。図-4は上述した解が粒径別に適用できるものとして、河床砂の粒度分布を計算したものである。これらの図は、浮遊形式の輸送が主体に占めている場合には、(1)式において拡散係数を一定とした取扱いで、野水池の堆砂をほぼ算定することになるので示していることと見えよう。最後に、実験および資料整理に協力した東京大工学部学生津田政憲君に感謝の意を表す。参考文献 ①合田：上水浄化における水理上の基礎的諸問題、学技論議、昭31。

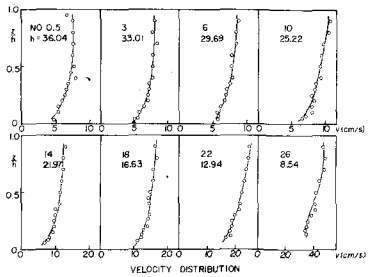


図-2 野水池の流速分布

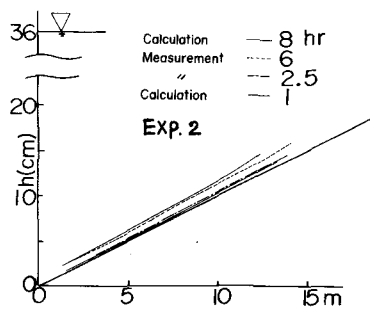


図-3 野水池堆砂の計算値と実験値の比較

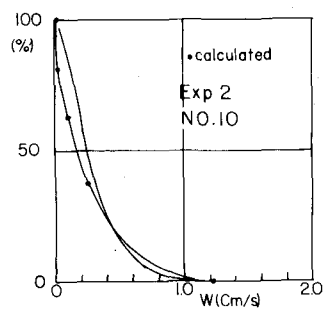


図-4 堆砂の粒度分布の計算値と実験値の比較