

1-17 浮遊砂による貯水池の堆砂過程について

徳島大学 工学部 正員 岡部 健士
 大学院 学生員 ○坂 東 高
 土井 建 朗

1. まえがき : 浮遊砂による貯水池の堆砂過程については、矢野・芦田⁽¹⁾、椿・平野⁽²⁾、杉尾・岡部⁽³⁾の研究があるが、いまだ十分な成果が得られていない。本報告は、従来のものより大きい路床勾配をもつ2次元貯水池モデルを用いた実験により、池内の流速分布、浮遊砂濃度分布および堆砂過程における諸特性を見出そうとするものである。使用されたモデルは、幅60cmの矩形水路で、勾配 $1/12$ 、長さ5.0mの助走部と勾配 $1/12$ 、長さ10mの貯水池部をもつ(図-1)。実験は、(i)流砂がない状態での流速測定および(ii)堆砂過程観察と同時に行った濃度測定の一部からなっている。

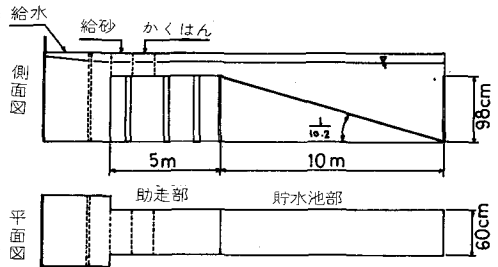


図-1 実験装置

2. 流速と拡散特性について : 貯水池内の流速特性には不明確な点が多い。とりわけ、Fore-Set bedsからBottom-Set bedsにかけての分布形の変遷は極めて複雑である。

この付近の流速特性は浮遊物質の拡散・堆積に支配的な影響を及ぼすので、これを十分に研究する必要がある。そこで、実験においては、この領域の流速を特に注意深く測定した。図-2は、流量が15.25 l/secのときの流速分布図で、流入断面から下流4mの間のもが描かれて

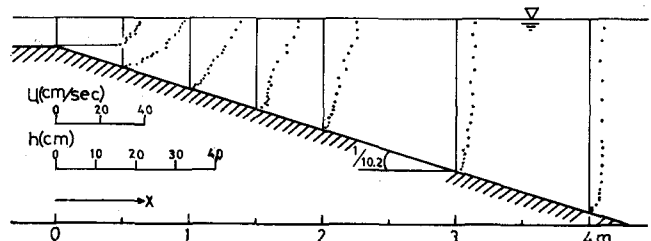


図-2 流速分布図

いる。これ以下の断面においては、分布形は対数型または指数型に近いものとなる。さて、流入断面から2~3m下流までの断面における流速分布は、いずれも明瞭な折曲点をもっていることが注目される。これは、池内に流入してくる流れの性質をなおも保持した流れと、池内河床の影響を直接受ける流れとが互いに混合し合いながらある距離下流し、その後、全断面にわたって通常の粗面漸拡流に近い流れが形成されるという経過を表わしている。

さて、従来、浮遊砂の堆砂現象を解析する場合には、基礎式として乱流拡散方程式が利用されているが、この手法には解析上および応用上の難点が数多く含まれている。そこで、著者は、流速と濃度の平均量で表わされた次のような拡散式を利用する方が有利ではないかと考えた。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x} \left\{ A(D_L + D_T) \frac{\partial C}{\partial x} \right\} - S(x, t) \quad (1)$$

ここに、 C = 断面平均濃度、 U = 断面平均流速、 A = 断面積、 D_T = 断面平均の乱流拡散係数、 D_L = 潮流分散係数、 $S(x, t)$ = x 断面における、単位時間当りの堆積量。本報告では、流速資料を用いて計算された D_T 、 D_L の流れ方向における変化を示すとともに、それらに関して若干の考察を加えることにする。

Taylor, Elder⁽⁴⁾の理論に従えば、 D_T と D_L は次のように書くことができる。

$$D_T = \frac{1}{h} \int_0^h \frac{\bar{u}^2 (1-y/h)}{d u(y)/dy} dy \quad (2)$$

$$D_L = -\frac{1}{h} \int_0^h \bar{u}(\bar{y}) d\bar{y} \int_0^{\bar{y}} \frac{d\bar{y}}{D_T(\bar{y})} \int_0^{\bar{y}} \bar{u}(\bar{z}) d\bar{z} \quad (3)$$

ここに、 h = 水深、 $U(\bar{y})$ = 河床から $\bar{y}$ 上方の流速、 τ_0 = 底面の剪断応力、 $\hat{u}(\bar{y})$ = 水面から $\bar{y}$ 下方の流速の断面平均流速からの偏倚、 $D_{T\bar{y}}(\bar{y}) = \bar{y}$ なる位置の乱流拡散係数。(2)式および(3)式を離散化したものに実験資料を用いて D_T と D_L を計算した結果を図-3に示す。図には、流速分布を対数型速度欠損則で近似して得られたElderの式($D_T = 0.068 h U_*$, $D_L = 5.86 h U_*$; U_* = 摩擦速度)による計算値をもプロットしている。 D_L の値は池内に入ると著しく増大し、1.5m付近で最大になり、その後、しだいに減少していく。また、 D_L の値をElderの理論値と比較すると、流入断面より3mの間の領域における値は、Elderの値よりかなり大きな値となる。これは、この領域では、Elderの式が使えないことを裏付けている。一方、各断面における D_T の値は、 D_L に比して無視しうるほど小さく、このことは(1)式における D_T を省略しうることを示している。

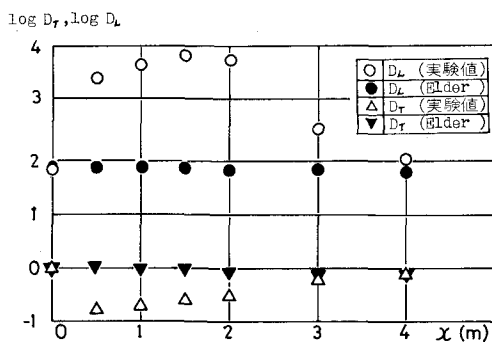


図-3 D_T, D_L の変化

3. 濃度分布および堆砂に関する実験と

実験結果について : 本実験は前述の貯水池モデルに給砂器、攪はん機を取り付けて行なわれた。このときの流量は15.3 l/sec, 全給砂量は14.1 cm³/secであり、供給砂としては比重2.37, 平均粒径0.032 mmの細砂を用いた。濃度分布の測定はサイフォン式採水により行なった。また、堆砂形状は一定時間通水後静かに水を止めて測定し、その後再び通水して実験を続けた。図-4は、2時間後の濃度分布と堆砂形状の時間変化を示したものである。流入断面における濃度の鉛直分布

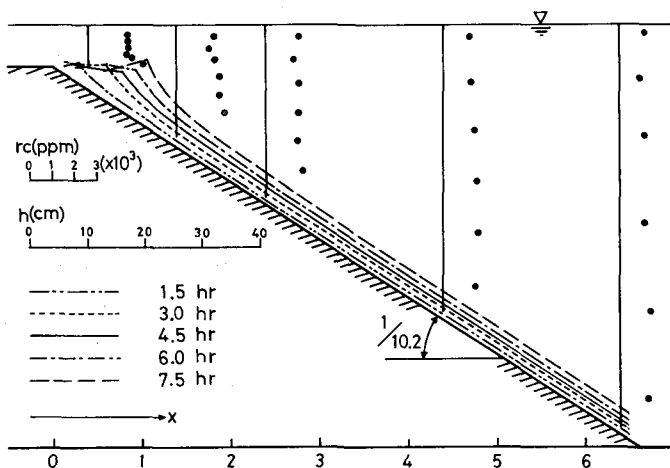


図-4 濃度分布と堆砂形状

は、等流のものと似ており、平均粒径を用いて推定したラウス分布でほぼ近似しうることもわかった。また、その他の断面では、路床上ある距離の間、鉛直方向の濃度勾配が極めて小さい。そして、この距離は流下距離に比例して大きくなるようである。つぎに、段丘の肩はほぼ水平方向に移動し、その前進速度は時間とともに多少減少する傾向が認められる。また、堆砂面はほぼ元路床に平行に進行するが、堆砂面勾配は下流に移ることもに多少元路床勾配より急になる傾向がある。

4. あとがき : 本報告では、浮遊砂による貯水池の堆砂過程に関する基礎的実験を紹介した。今後、流速特性、濃度分布特性をより詳細に研究するとともに、堆砂過程の予測手法を開発していきたいと考えている。

最後に、本報告は一部昭和50年度文部省科学研究費(代表 杉尾拓三郎 徳大教授)の補助を受けたことを記し、関係各位に感謝する。

参考文献

- (1) 矢野・芦田・岡前田: 浮遊砂による貯水池の堆砂に関する研究; 京大防災研究所年報第7号, BB-39-2, pp. 348~364.
- (2) 橋・平野: 浮遊砂の流入による貯水池の堆砂過程; 第24回年次学術講演会概要集, BB-44-10, pp. 267~270.
- (3) 杉尾・岡部: 浮遊土砂による貯水池の堆砂について; 第27回年次学術講演会概要集, BB-49-10, pp. 247~249.
- (4) 橋本一郎: 水理学Ⅱ; 森北出版, 1974, pp. 170~174.