

II - 43 貯水池における浮遊砂の堆砂に関する実験的研究

京大防災研究所 正員 工博 矢野勝正
 〃 〃 工博 芦田和男
 建設省 〃 工修 前田武志

1. はしがき. 浮遊流砂による貯水池の堆砂現象は流入土砂の粒度特性, 濃度分布特性, 貯水池の水理特性の相互関係に依存し, 非常に複雑な変化をする。著者はこうした問題を解明するための第一歩として, 浮遊砂と掃流砂とが混在しているような場合について実験的研究を行ない, 堆砂形状, 浮遊砂の濃度分布, 浮遊砂および河床砂の粒度構成などの測定値にもとづいて堆砂機構について考察を加えた。さらに貯水池における濃度分布基礎式と浮遊流砂と河床変動の連続式を導立させ, 実験結果を参照して, 堆砂形状の時間的変化を求める一般式をえた。ここでは実験結果を中心に説明する。

2. 実験装置および方法. 実験水路は巾 20cm , 長さ 18m の長方形断面水路でその概要は図-1 のようである。水路上流端から所定の流量および給砂量で通水および給砂を行ない, 各測点で各時間下記事項について測定した。i) 堆砂形状, ii) 濃度分布, iii) 浮遊砂および河床砂の粒度構成。なお使用砂は比重 2.67 $d_{50} = 0.063\text{mm}$ の珪砂である。また粒度構成は V.A.-Tube を用いた沈降速度分析によって表わした。

3. 実験結果とその考察. 図-1 に示すように堆砂形状にはこう配急変点を生じ, この点を境に堆砂形状は二つの領域に分かれた。こう配急変点より上流の河床には砂漣が発達し, 急変点より下流に行くにしたがい砂漣は急激に減少してわずか下流で全く消滅する。このことは急変点より上流では比較的粗い粒子が沈降して掃流形式で輸送され, 一方急変点より下流とくに砂漣の消滅する点より下流では浮遊砂の沈降堆積領域であると考えられる。このようなこう配急変点をなめる砂堆の肩の運動についてはいくつかの研究があるが, 均一な粗い粒子を用いた実験が多く, 実際の貯水池における現象とはかけ離れた条件で行なってきたように思われる。一方本実験においても上に述べたようにこう配急変点が現われ,

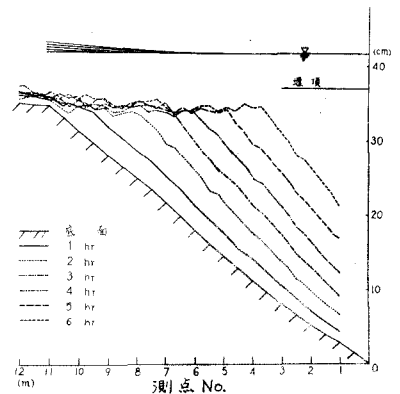


図-1 堆砂形状の時間的变化

進行して行くことが認められた。急変点上の水深はほぼ一定に保たれており, 矢野らによって与えられた流量と流砂量に対する等流水深 h_0 に近く, また急変点よりやや上流で砂漣の消滅するあたりで限界移動水深 h_k になっているものと考えられる。そして図-1 よりわかるように急変点の進行速度は一定である。このような現象は急変点が貯水池の埋没において掃流流砂と浮遊流砂の境界点であることからして, 両者を結合した形で考えていかなければならない。後に述べるように急変点上では浮遊砂は平衡状態にあり, 掃流流砂は一定があ

一方限界移動水深の点では掃流流砂は零となり浮遊砂による堆積量はある値を持つ。
 一方 h_k より深い所では浮遊砂の堆積によって河床が形成されていき、また $h_k \sim h_0$ の間では
 掃流流砂と浮遊流砂によるものが堆積していく。したがって $h_k \sim h_0$ の間に堆積する単位時間当
 りの浮遊砂量が一定であれば、急変点の進行速度も一定となるであろう。こう配急変点を
 通る濃度分布および粒度分布にも顕著な差異がみられる。こう配急変点においては濃度
 分布は図-2 のように rc と $h/z-1$ (r : 浮遊砂の比重, h : 水深, z : 河床からの高さ, c : 濃度) の間に両対数で
 線関係があり、Rouse の与えた平衡状態の濃度分布式と同じ
 であり、濃度分布が平衡状態であることがわかる。しかも各時
 間を通じて急変点上の濃度分布は等しい。ii) 粒度分布も急変点
 上では等しく、その上方向の変化もない。急変点より下流で浮
 遊砂の堆積領域においては i) 図-3 に示すように河床付近の分
 りの厚さにかたって濃度分布が一定、すなわち $\partial c/\partial z = 0$ の層が
 存在する。ii) この層内では粒度分布も上方向に変化しない。iii) こ
 うの事実よりこの層では乱れが減衰し沈降が一方向的に生じ
 あり、 w_r なる沈降速度を持つ粒子の濃度を C_r とすれば、 w_r
 なる粒子は $w_r C_r$ で沈降堆積する。すなわち、濃度一定の層にお
 ける浮遊砂の粒度分布および河床砂のそれを、それぞれ $f_s(w)$, $f_b(w)$ と
 すれば $w f_s(w) \propto f_b(w)$ の関係が成立すると考えられる。いまこの関
 係に従って浮遊砂の粒度分布から河床砂の粒度分布を推定し
 結果は実測値とかなりよく一致しており、上の考えの妥当
 性を示すことができた。さらに河床付近の一定濃度 C_0 を規定
 する関係式を実験値から検討する。浮遊砂および河床砂の累加
 分率で表わした粒度分布を $F_s(w)$, $G(w)$ とし、これらと河床付近
 濃度 C_0 から沈降速度 w_r 別の濃度 C_r と、 w_r なる粒子が河床に
 出される割合 $dG(w_r)$ を求める。このようにして w_r と $C_r/dG(w_r)$ の関
 係をプロットしたのが(図-4)である。図中の曲線は Kalinske の平衡
 条件の曲線であり、これより上は沈降の領域、下は沈降の領域

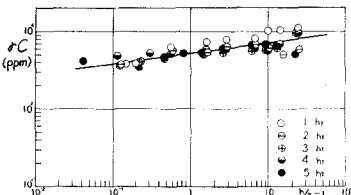


図-2 各時間の急変点の濃度分布

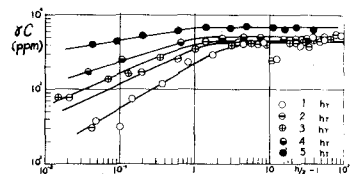


図-3 測点No.4の各時間の濃度分布

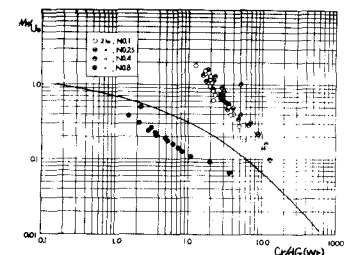


図-4 w_r/u_* と $C_r/dG(w_r)$ の関係

ある。No.1, No.2.5, No.4 は急変点より下流にあり、図よりこれらは沈降の領域にあり、 w_r が大
 ほど平衡の曲線からはずれ、沈降が著しいことがわかる。No.8 は急変点にあたるが平衡条件
 曲線とは一致していない。これはこの曲線自体中を持つものであり、 u_* の計算に用いた資料に
 かなりの測定誤差が見込まれるからである。以上により C_0 を規定するものとして上流側
 急変点の濃度、粒度構成、 u_*/w_r が考えられるが、急変点上ではたえず平衡条件を満足して
 り、粒度構成もそれほど混合粒径の特性を現わさないと考えられ、 u_*/w_r が最も重要な要素
 あると考えられる。実験値について C_0 と u_*/w_r の関係を調べると $C_0 \propto (u_*/w_r)^n$ (n : const.) の関
 係が成立しているようである。しかし C_0 の変化をこのように定めることはその場合の堆積
 状態を決定づける重要なことなので、さらに広範囲についてこのような関係が成立するか
 うが検討していく必要がある。