

67 混合粒径よりなる浮遊砂の濃度・粒径の垂直分布の計測 (2)

国土交通省 国土技術政策総合研究所 ○笹原克夫
 国土交通省 倉吉工事事務所 竹崎伸司
 独立行政法人 土木研究所 仲野公章
 (株)建設技術研究所 長井 斎、村上正人、飯田弘和

1. はじめに

流砂系一貫した土砂管理を行うにあたり、これまで砂防区間ではそれほど問題にならなかった細粒分の土砂が、下流区間の河床変動に大きな影響を及ぼしており、掃流砂のみならず浮遊砂についても検討する必要があるが生じている。

そこで、本実験では砂防区間のような急勾配河川における浮遊砂の基礎的な特性を把握するため、細粒分を含んだ混合粒径の河床上に発生する浮遊砂の運動について、流量・河床勾配の水理条件を変化させ、河床上の深さ方向の流砂の粒度分布の変化について検討した。

2. 実験方法と実験ケース

実験は、図-1に示す長さ6m、幅0.2m、高さ0.4mの2次元開水路に厚さ5cmになるように砂を敷き、上流から河床が変化しないように所定の砂を給砂した。水深別の流砂量測定は図-2に示す採取装置を用いて計測した。採取装置は内径4.5mmのステンレス管を水深方向に並べたものにシリコンチューブを接続したものであり、サイホンの原理で流砂量を採取した。採取にあたっては、あらかじめチューブ内の管内流速を測定し、実験水路内の流速と同じになるように水頭差を調整した。

実験ケースは、流量が5(l/s),10(l/s),15(l/s)の3ケース、河床勾配が1/50,1/100,1/200の3ケースの計9ケースとした。また、河床材料および給砂材料は4号、6号、7号、8号珪砂を混合した0.85mm以下(平均粒径の0.38mm)の混合砂(図-3(1)(2)の元河床データ参照)としている。

3. 実験結果

3.1 水深別粒径別土砂濃度の比較

図-3(1)(2)に、河床勾配1/50及び1/200で流量5(l/s)の水深別の粒度分布を示す。(1)の図より、河床勾配1/50では河床に最も近い測点(0.45cm、掃流砂)の粒度分布(□)は、河床の粒度分布(○)とほぼ同じとなる。これに対して、(2)の河床勾配1/200の図では河床に最も近い測点の粒度分布(□)は、河床の粒度分布(○)とは大きく異なり、水面近くを除いた測点での浮遊砂の粒度分布と同様となっている。よって、河床勾配が大きい場合は、掃流層が厚いため掃流部分と浮遊部分の粒度分布が大きく異なるが、河床勾配が小さい場合は、掃流層が薄いため水深方向の大部分が浮遊部分となり、水面付近を除いて、各水深別の粒度分布がほぼ同じとなる。

3.2 水深別粒径別土砂濃度の比較

図-4(1)(2)に、河床勾配1/50及び1/200で流量15(l/s)の水深別の粒径別土砂濃度を示す。(1)の図より、最小粒径階の0.075~0.001mmおよび0.106~0.075mmの粒径については、水深に関係無くほぼ土砂濃度が同じであり、0.25~0.106mm

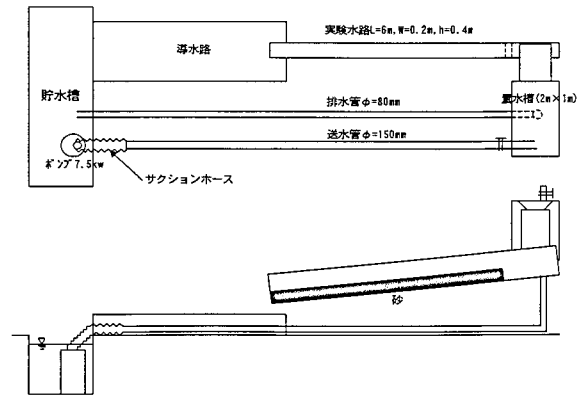


図-1 実験模型概要図

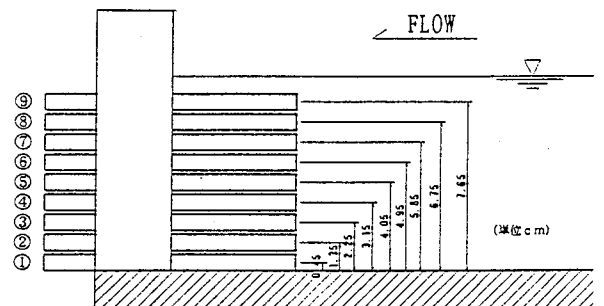


図-2 土砂採取装置概要図

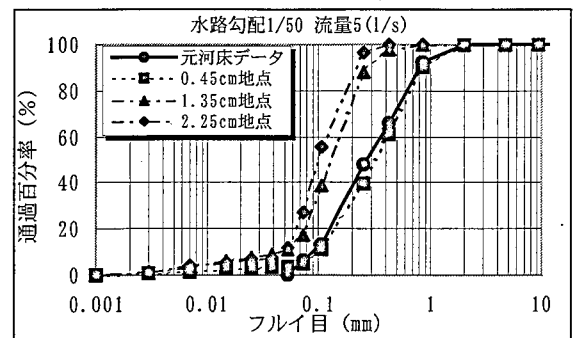


図-3(1) 各測点における流砂の粒度分布

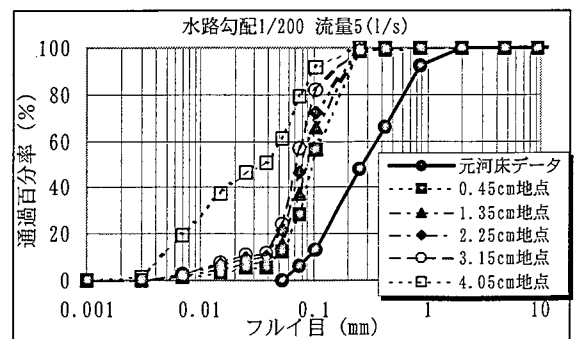


図-3(2) 各測点における流砂の粒度分布

および 0.425~0.25mm の粒径については、水面に近づくに従って急激に土砂濃度が減少し、0.425 以上の粒径については河床面以外は土砂濃度が 0 となる。よって、この水理条件下では、0.425mm 以下の粒径が浮遊砂となり、特に 0.106mm 以下はウォッシュロードのような状態となっている。(2)の河床勾配 1/200 の図では、0.075~0.001mm の土砂濃度のみ河床から水面までほとんど変化せず (ウォッシュロード状態)、0.106~0.075mm の粒径については水面に近づくに従って土砂濃度が減少する (浮遊砂状態となる)。

3.3 粒径の垂直分布の比較

図-5(1)(2)に、水深別流砂量の平均粒径の垂直分布を示す。

ここで(1)の図は、流量 15(l/s)での河床勾配比較であり、●は河床勾配 1/50、■は 1/100、▲は 1/200 における平均粒径を示す。この図より、河床勾配が大きいほど平均粒径は大きくなるが、水面に近づくほどその差は小さくなる。また、(2)は河床勾配 1/100 での流量比較であり、●は流量 5(l/s)、■は 10(l/s)、▲は 15(l/s)における平均粒径を示す。この図より、同じ河床勾配で流量が異なる場合には、各水深での平均粒径にほとんど差はなくほぼ同じ値となるように見える。よって、今回の実験条件では、平均粒径の垂直分布は、河床勾配の変化によってのみ異なってくる可能性がある。

3.4 掃流砂量および浮遊砂量の実験値と計算値の比較

図-6 に、掃流砂量、浮遊砂量および全流砂量 (掃流砂量 + 浮遊砂量) の実験値と計算値の比較を示す。ここで、計算値については掃流砂量は芦田・高橋・水山式を用い、浮遊砂量は芦田・道上式を用いて粒径別流砂量の和として算出している。この図より、掃流砂量、浮遊砂量および全流砂量とも実験結果は計算結果の 1/2~3/4 程度の値となっている。流砂量式、浮遊砂量式の精度を考慮すれば誤差の範囲であり、妥当な値と考えられる。

4. まとめと今後の課題

今回の実験条件では 0.425mm 以下の粒径が浮遊砂となり、特に 0.075mm 以下は水深に関係無くほぼ同じ濃度となった。また、流砂量の平均粒径の鉛直分布では、流量の変化による違いはほとんどなく、河床勾配の変化によってのみ大きく異なるように見える。

今後の課題としては、今回の実験条件は河床勾配 3 種類、流量 3 種類の結果であり限られた範囲内の結果であったことから、さらに広範囲の条件下で検討を行う必要がある。また、実験の精度を上げるため、より定常状態が保てるように長い水路を用いて実験を行う必要がある。

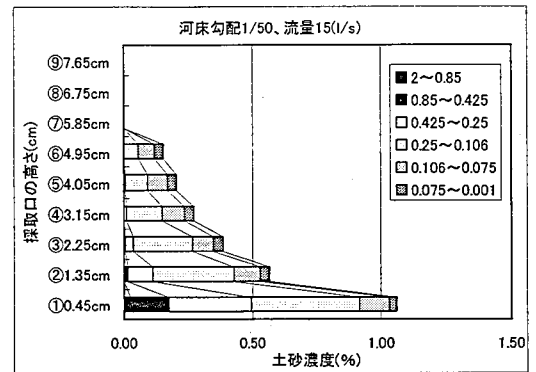


図-4 (1) 水深別粒径別土砂濃度の比較

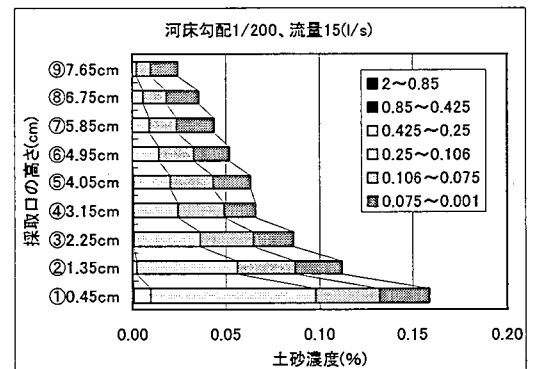


図-4 (2) 水深別粒径別土砂濃度の比較

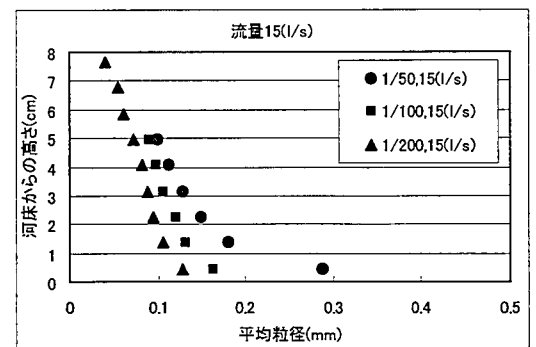


図-5 (1) 流砂の平均粒径の垂直分布

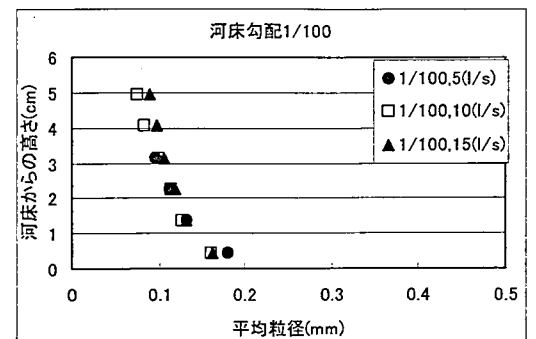


図-5 (2) 流砂の平均粒径の垂直分布

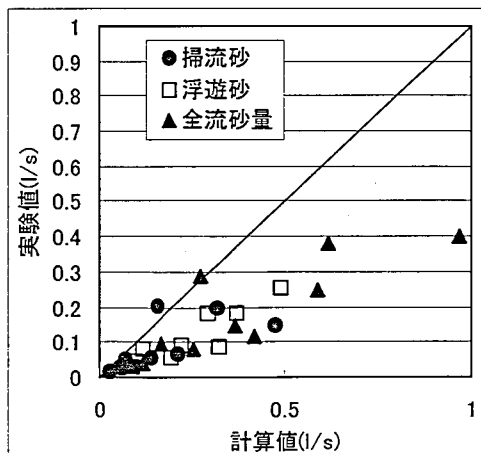


図-6 掃流砂量・浮遊砂量の計算値と実験値の比較