

地形模型を用いた流砂の横断分布に関する実験

(株) 建設技術研究所 ○日名純也

国土交通省 国土技術政策総合研究所 桜井亘, 内田太郎, 田中健貴, 井内拓馬

(株) 建設技術研究所 飯田弘和, 村上正人

1. はじめに

山地河道において流砂の実態を把握することは、総合的な土砂管理計画の検討などの上で重要である。河道における流砂量を把握する有効な手段としてハイドロフォンを内蔵した音響式掃流砂計等の観測機器を用いた方法が挙げられる¹⁾。これまでの観測結果から、出水時に形成された砂堆によって横断方向に流砂量分布をもつことが確認されている²⁾³⁾。しかし、観測箇所は横断方向の一部に限られていることや横断分布に影響を及ぼすと考えられる砂堆の消長について同時に観測された例が限られているため、横断方向の流砂量の分布特性やその決定要因について十分な情報があるとは言い難い。一方、地形模型を用いて実験をすることにより、現地では得難い横断方向分布の全容や砂堆の消長と流砂の横断分布の関係に関する情報が得られる可能性が高い。そこで、流砂の横断分布を把握することを目的に、水路模型実験により水路下流端の流砂量と流況、河床の形状および水理条件との関係を考察した。

2. 実験概要

本研究に用いた地形模型は水路上流端から下流端までの区間長が約27mで、2箇所の湾曲地形を有している(図1)。曲率半径は上流の湾曲部が5.5m、下流の湾曲部が6mである。給水は、流量を36.8, 67.9, 110.9ℓ/secとして定流で河床形状等の計測が終了するまで通水した。平均粒径6mmの混合砂を水路下流端から15m上流に位置する砂防堰堤模型まで河床勾配1/70で平坦に敷いた。また、砂防堰堤模型上流に土砂を敷き通水中に土砂が流れきらないようにした。

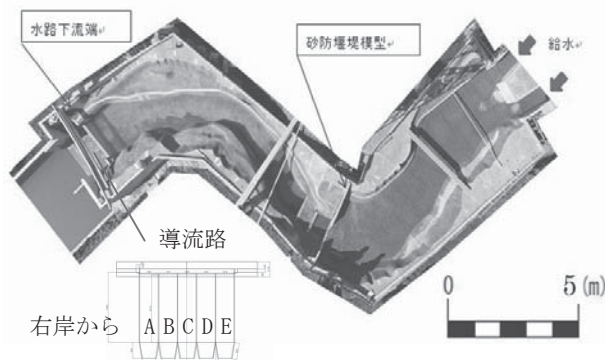


図1 地形模型の全容

各ケース3回ずつ流砂の採取および河床高と水深の計測を行った。横断方向に等間隔の断面(右岸側からA-Eの5断面)をもつ導水路を水路下流端に設置し5断面の流砂を採取した。また、流砂採取時の河床と水深を計測し、河床勾配および水面勾配から各断面の掃流力を算出した。計測箇所は、流向を考慮して下流端から上流方向へ0.5m, 1.5m, 3.0m, 4.0mの4側線上の各5箇所とした。なお、計測箇所は、右岸側からA, B, C, D, Eとした。また、通水中の流況を目視で観察し、平均的な流れよりも流速が速くなっている流れを主流、遅くなっている流れを傍流としてスケッチした。

実験ケースごとの流量、通水時間および初期河床の条件は表1に示す。

表1 実験ケース

ケース番号	流量 (ℓ/sec)	通水時間	初期河床
C 1	36.8	23分35秒	1/70で平坦に成形
C 2	67.9	19分30秒	C1通水後の河床
C 3-1	110.9	16分13秒	C2通水後の河床
C 3-2	110.9	19分30秒	1/70で平坦に成形

3. 結果

3.1 流況と河床形状

実験結果の傾向は、各ケースで同様であったことから、ここでは平坦な初期河床で通水したCase3-2の流況(図2)、河床形状(図3)、横断方向に5箇所で採取した流砂量(図4)について記述する。

本実験の地形模型では、下流端から4m上流付近(測線No.5)において湾曲部の外岸部で流れが大きく2つに分岐し、「湾曲部の水衝部から外岸側を流れる流れ」と、「内岸方向への流れ」の2方向の主流が確認できた(図2)。また、通水後と通水前の河床高の差を平面図上に示す(図3)。土砂を採取した水路下流端から4m上流の断面では右岸側の湾曲部外岸側で洗掘し、下流端から0.5, 1.5m上流では右岸から2番目のB地点付近に土砂が堆積したことが確認できた。したがって、流れが相対的に速い主流となっている箇所は洗掘もしくは変動があまりなかったのに対し、

流れが相対的に遅い傍流となっている箇所では堆積傾向にあることが分かった。

3.2 流砂の横断分布

水路下流端で採取した各断面の単位幅流砂量は、1回目（通水後 2:13-2:23）では右岸側から 2-4 番目の断面 B, C, D の流砂量が大きかったが、2回目（9:04-9:14）、3回目（15:00-15:10）では右岸から 4 番目の断面 D の流砂量が他の断面と比較して顕著に大きい傾向がみられた。この傾向は CASE3-2 以外のケースでも同様であった。

3.3 流砂量と無次元掃流力

4 ケースの各断面における単位幅流砂量と無次元掃流力の関係を図 5 に示す。無次元掃流力が大きくなるにつれて、単位幅流砂量は大きくなる傾向がある。CASE1 (36.8ℓ/sec) の 2, 3 回目採取した断面 A と断面 B のデータのみ、掃流力に対して流砂量が著しく小さくなったが、通水開始から 2 回目の採取までに最下流直上流右岸側の運搬可能な土砂が流出してしまったと考えられる。

4. 考察

本実験で地形模型では、下流端から 4m 上流付近（測線 No. 5）において湾曲部の外岸部で二つの流れに分岐し、0.5, 1.5m 付近で「湾曲部の水衝部から外岸側を流れる流れ」と、「内岸方向への流れ」の 2 方向の主流となった。流量が異なるにもかかわらず、各ケースで主流路の位置に大きな違いはなかったことから、地形模型の湾曲部の形状によって流向が規制されたと考えられる。さらに、流向が規制されたことで、主流路では洗掘傾向またはあまり変動せず傍流路では堆積傾向となり、砂堆が形成されたことでさらに流水が主流路に集中したと考えられる。また、1 回目採取時では流路中央（断面 B-D）で流砂量が大きかったが、2, 3 回目にかけて流砂量が小さくなったことと内岸側の断面 D での流砂量が顕著に大きかったことから、時間経過とともに流水が内岸側に集中し掃流力が増加したと考えられる。

5. まとめと今後の展望

本研究によって湾曲形状によって流れが規制されると、流れが遅い傍流路では砂堆が形成され、流水が集中し流れが速い主流路では掃流力が増加することで、流砂量が横断方向に異なることが確認できた。今後はより詳細な分析を行い、横断方向の流砂量の分布の程度と決定機構について検討を行っていきたい。

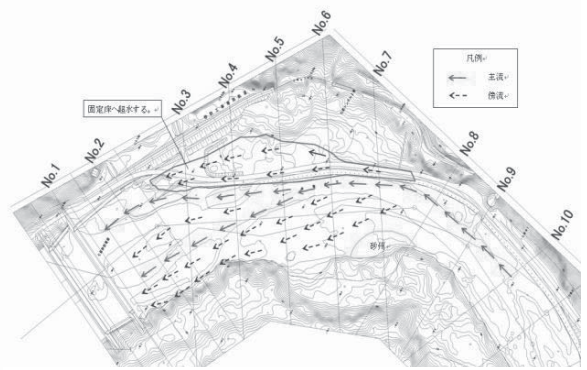


図 2 流況図(CASE3-2 流量 110.90ℓ/sec)

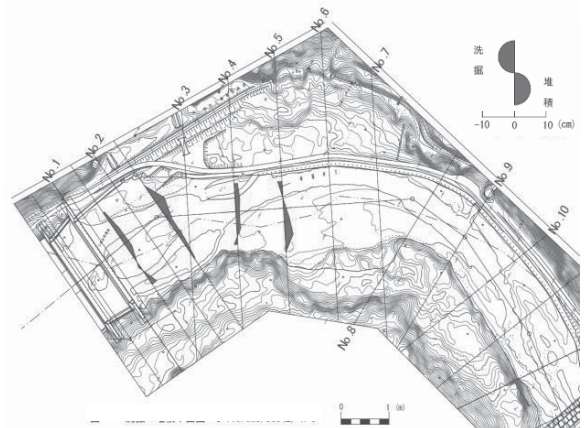


図 3 侵食堆積図(CASE3-2 流量 110.90ℓ/sec)

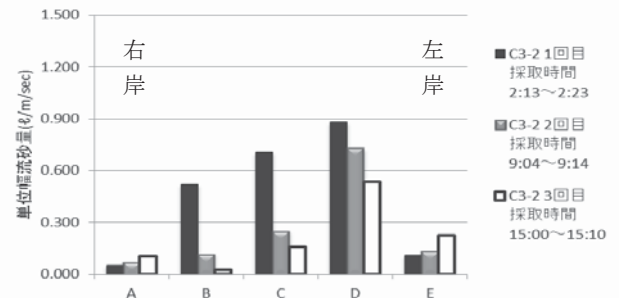


図 4 各断面の流砂量(CASE3-2 流量 110.9)

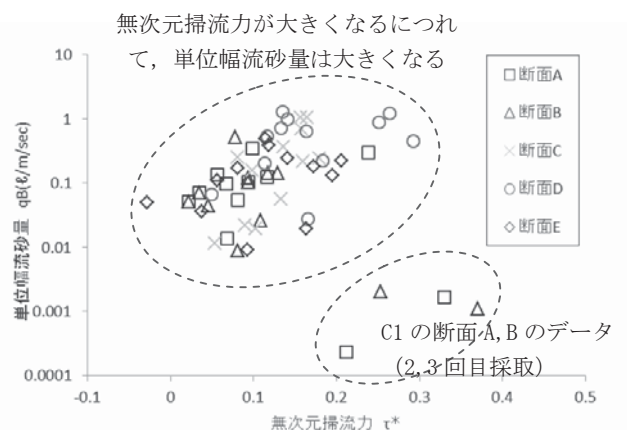


図 5 流砂量と無次元掃流力

【参考文献】 1)岡本ら(2012), 国土技術総合研資所資料 No.686 2)塩野ら(2013),H25 砂防学会研究発表会概要集,p.A-220-221 3)永田ら(2014),H26 砂防学会研究発表会概要集,p.160-161