

砂混じり礫河床における砂州上の土砂動態に関する基礎的検討

名城大学理工学部 正会員 溝口 敦子
 名城大学理工学部 非会員 阿部 聡太
 名城大学理工学部 非会員 日下部 佳祐

1. はじめに

近年、土砂の不連続性が要因と見られる河川、海岸域での環境の変化を受け、流砂系全体での土砂動態管理が必要とされている。土砂動態管理を行う際の課題の一つとして、河道内の土砂の流れ、量の把握が挙げられる。河道内の土砂動態管理は、問題の広域性から土砂の見積は一次元的に取り扱われがちである。しかし、河川はそれぞれの物理的特徴にあった地形を有しており、地形は平面的に土砂量を分布させるため、流下する土砂量を見積もる際には地形の影響を考慮しなければならない可能性がある。このことに着目し、著者は、砂州地形上の土砂の流れと量について室内実験を用いた基礎的な検討を行っている。これまでの検討は、河床材料としてはほぼ一様な粒径の砂を用い、交互砂州の流下を伴う条件で砂州上の土砂の流れ、量について調べた。その結果、砂州の形成とともに砂の流れ、量に縦横断方向に偏りがあらわれ、砂はほぼ砂州とともに流下しすることが分かった¹⁾。こうした結果を受け、現在、混合粒径構成河床における特徴を調べている。ここでは、特に河床構成材料が砂混じり礫であるときの土砂の動きおよび砂州の特徴を調べた実験について報告する。

2. 実験概要

(1) 実験装置概要

実験は、図-1に示すように、幅 30cm、長さ 16m の水路に固定床と移動床を設置して行い、上流から給砂を、下流端で横断方向に 5 分割した土砂採取箱を用いた土砂採取を行えるようにした。移動床部分には、厚さ 8cm 程度で河床材料を敷き詰めた。今回用いた河床材料は、三河珪石（株）の珪砂 3 号（平均粒径 2.1mm 程度）と珪砂 5 号（平均粒径 0.53mm 程度）を 4 : 1 で混ぜ合わせて使用した（粒径加積曲線：図-2）。

(2) 実験ケースと方法

実験ケースは、事前に理論解析²⁾を行い上記実験装置に交互砂州が形成されるように表-2 のように設定した。土砂供給量は、予備実験を行い、水路下流端から流下してくる土砂量および各粒径の比率を調べ、設定した。土砂の供給は、土砂供給装置を用いて継続的に行った。また、砂と礫の分布状況、動きを見やすくするため、砂州が形成する 30 分後の段階で 3 号砂を青、5 号砂を赤に着色した土砂を供給するようにした。

実験時には、レーザー変位計を用いて河床高を把握するとともに、下流から排出される土砂を採取する。なお、採取した土砂は実験後炉乾燥機で乾燥させた後、ふるいわけを行い、各砂の量と総流出量に対する割合を把握した。また、砂州形成後、表層の状況と砂の流れを把握するため、デジタルビデオカメラを用いて写真およびビデオ撮影、砂州前縁線の位置のスケッチを行った。

表-1：実験ケース

	Case1	Case2
流量(m^3/s)	0.002	0.0017
河床勾配	1/60	1/50
水深(cm)	1.2	1
Fr	1.62	1.81

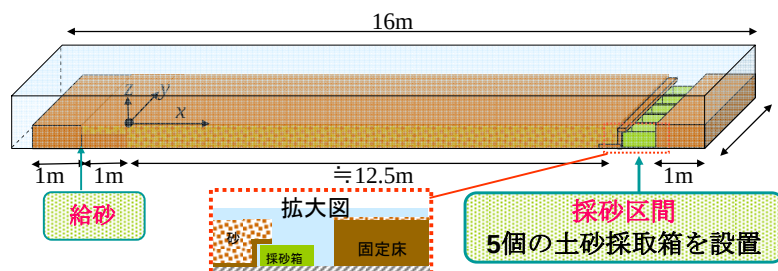


図-1：実験水路概要

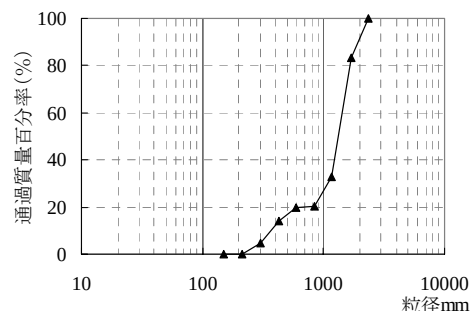


図-2：粒径加積曲線

3. 実験結果

ケース 1 を例に挙げ、実験結果の一部をここに示す。

(1) 砂州の形成状況

図-3 に示す波高の時間変化からもわかるように、通水開始直後すぐに交互砂州が発達し、20 分後には水路全面で交互砂州の形成が確認され、流下していった。形成された砂州の表層を見てみると、主に礫で構成されている部分が多く、表面に明確に砂が現れている部分は一部のみであった。図-4 の河床高コンター上に、表層に砂が出ている部分を網掛けで示す。

(2) 土砂の流れの特徴

実験で確認された砂礫の流れを河床高コンターとともに図-4 に示し、以下に簡単に説明する。(河床高コンターは、河床の低い部分が黒、高い部分が白である。)

礫は、砂州前縁線付近の深掘れ部から持ち出され、流路を直進する。その後、横断方向へ運ばれ前縁線を転げ落ち逆側の深掘れ部に運ばれていくものと、直進して前縁線下流端付近に堆積するものに分かれる。次の深掘れ部へ運ばれた礫の一部は、次の砂州の流れにのり流下する。

一方、細砂については、河床材料が活発に動いている領域で表層の粗粒化が見られ、下層の細砂の動きを映像や目視で確認するのは困難であった。ただし、図-4 のように礫が横断方向に運ばれる領域の上流部で、巻き上げられ堆積することが確認された。

前縁線付近の土砂の動きを考えると、一様粒径で構成された砂州上では、ほとんどの土砂は前縁線付近にトラップされていた¹⁾。一方、竹林ら³⁾は固定床を用いた実験から前縁線を細砂が通過し、礫はトラップされると指摘した。しかし、本研究では主材料の礫でさえ、両者から予測される現象とは異なっていた。そのため、今後、河床材料の動きについて、砂州地形と河床材料の粒度に着目し、さらに検討する必要があると考える。

(3) 土砂流出量と流出土砂における細砂の割合

砂州が形成されると、流下方向総流砂量は、これまでの検討と同様な特徴¹⁾が確認された。(2) に示す特徴を受け、下流端では、図-5 に示す河床高の時間変化とともに図-6、7 に示す量の砂が流出する。例えば、これらの図から実験開始 60 分後に右岸側に最深点が通過する前に土砂流出量が多く、流下してからは土砂量が減少することが分かる。ただし、細砂については、図-4 の特徴を受け、含有量の変動し、深掘れ部付近では流下ないことが分かった。本実験では、細砂よりも礫の流出が多く、早く流下した。

3. おわりに

本検討を通し、砂混じり礫河床上の土砂流出の一特徴を知ることができた。同時に、砂州上の流砂量は、流砂量だけでなく砂の流下、含有率をも変化させる現象を指摘した。今後、砂州形状や河床構成材料の特徴的な条件を用いた様々な検討を行い、砂州河床上の流出土砂量に関する知見を集積していく予定である。

参考文献：1) 溝口ら「砂州形成河床上の流砂量と流砂動態の検討」, 水工学論文集, 第 52 巻, pp.589-594, 2008. 2) 寺本ら「卓越砂州モード数へ及ぼす河床の粒度構成の影響」, 水工学論文集第 48 巻, pp.1003-1008, 2004. 3) 竹林ら「交互砂州上の流れと

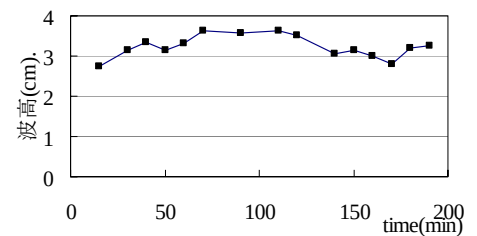


図-3 波高の時間変化

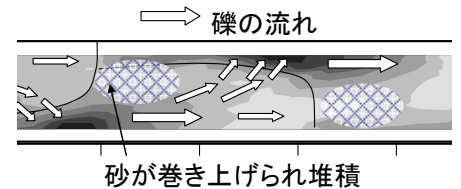


図-4 砂州河床上の砂の動きの特徴

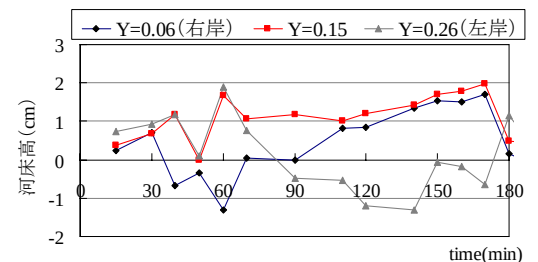


図-5 下流端河床高の時間変化

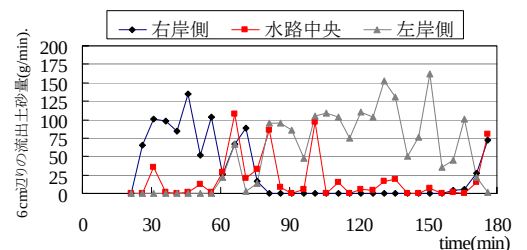


図-6 6cm 幅, 1 分あたりの土砂採取量

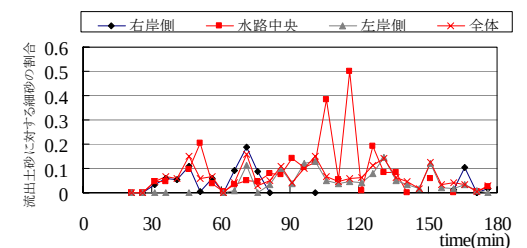


図-7 流出土砂における細砂の割合