砂礫河川における砂州の粒度構成と洪水流による砂州の移動、変形

中央大学大学院学生会員○忠津哲也国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所正会員下條康之中央大学研究開発機構正会員内田龍彦中央大学研究開発機構フェロー会員福岡捷二

1. 序論

河道に移動性の砂州が形成されている場合,洪水時に砂州が移動,変形する ことに伴って,局所洗掘箇所が移動,変形する.局所洗掘箇所は流れが集中し 易くなるため,周辺に設置されている根固め工や護床工の安定性を低下させる 等,構造物の被災の可能性を増大させる.そのため,洪水流による砂州の移動 や変形について検討することは河川構造物の維持管理において重要である.著 者らは,砂州の現地調査によって,砂礫河川における砂州の平面的,鉛直的な 粒度構成について検討してきた¹⁾.本研究では,これまでのH20年の現地調査 に加え,H22年に同一砂州においてより詳細な現地調査を行い,砂州の粒度構 成の特徴について詳しく検討すると共に,粒度構成が洪水流による砂州の変形 に及ぼす影響について明らかにすることを目的としている.

2. 砂州の粒度構成に関する現地調査と結果

現地調査は多摩川 24.6km 付近の左岸に形成されている砂州を対象に H20.12 と H22.9 の 2 回行った.この期間において砂州形状を大きく変形させるような 洪水は発生していないため、両調査における砂州の状態は同じであったと考え られる.図-1 に対象砂州の航空写真(H20.9)と調査地点を示す.調査地点は粗 い粒径集団で構成されていると考えられる砂州前面や水際を中心に平面的に 26 地点で行っている.また、図-1 において△で示す地点ではバックホウを用 いて鉛直方向の粒度分布についても調査している.粒度調査はふるい分け試験 と 1.2×1.2m の枠を用いた画像解析を行った.

図-2(1)に各調査地点における河床表層の粒度構成を示す.図-1のプロット の色と同様に、赤が砂州の上流部、青が中・下流部である.上流部では中・下 流部に比べ粒度分布が粗いことが分かる.両者のd50の平均値を比較すると 20[mm]程度上流部で大きい.また、中・下流部の粒度分布はH17年度に縦断 的(21.0~30.0km)に様々な砂州上で調査された河床材料調査の平均値(黄緑線) と同程度であることが分かる.図-2(2)に上流部の鉛直方向の粒度分布を示す. 表層より下の粒度分布(黒破線)は表層(赤)と同じ範囲に分布している.すなわ ち、上流部では鉛直方向においても粗い河床材料で構成されている.図-2(3) に図-1のNo.1,No.2地点における鉛直方向の粒度分布を示す.この2地点は H19.9 洪水において土砂が堆積している(No.1:108cm,No.2:59cm)ことが洪 水前後の数値地形データから把握できている.No.1(破線),No.2(実線)共に表



キーワード 砂州 砂礫河川 多摩川 現地調査 粒度分布 混合粒径河床変動解析 連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27-31214 中央大学研究開発機構 TEL 03-3817-1611



図-2 現地調査による粒度分布

- 26

層(橙)は中層(水色),下層(紫)よりも粗い.これは粗粒化によるものと考えられる.No.2の最下層(黒)の粒度分布は表層 よりも粗い.最下層はH19.9 洪水による堆積厚さよりも深い.これは,砂州の底部付近が過去の洪水時に河床であった ため,そのときの粗い粒度分布が観測されたと考えられる.このように,砂礫河川では流路は変動しており,また,砂

州を構成する粒度分布は、平面的、鉛直的に構造をもっている.このことが洪水 時の河床変動にどのように影響するかを明らかにする必要がある.

3. 混合粒径河床変動解析による砂州の粒度構成の影響

H19.9に観測した戦後最大規模の洪水を対象に22.0~27.8km 区間で砂州河道の 混合粒径河床変動解析を行う.対象洪水の水位・流量ハイドログラフを図-3に示 す.流れの解析には砂州下流部の局所洗掘箇所において複雑な流れ場が生じると 考えられるため,静水圧分布を用いずに鉛直方向の流速分布を評価できる渦度方 程式を用いた底面流速解法を適用している²⁾.河床変動解析では流砂量の算定に 芦田・道上式と流砂の連続式を用いている.また,粒度分布については河床表層 に交換層,その下に貯留層を設けて鉛直方向の粒度分布の変化を解析している. 初期の河床形状は H17 年の数値地形データと H18 年の横断測量データを用いて 作成した(図-4).初期に与えた粒度分布は図-5 に示すように,Case1 の砂州上流 部には調査結果の平均値(赤線),Case1 の砂州上流部以外と Case2 については図 -1 で示した H17 年度調査の結果(緑線)を用いている.図-4 の黒の一点鎖線で Case1 に与えた粗い粒度分布の範囲を示す.両者の平均粒径の差は現地調査と同 様に 20[mm]程度である.鉛直方向には表層と同様の粒度分布を与えた.

解析結果を示す. 図-6 は Case 1, Case 2 における洪水終了時の解析結果と洪水 後実測の河床高コンターである.実測についてはH19.9洪水後の数値地形データ とH20年の横断測量データを用いて作成した.図中の赤の実線は洪水前,黒の実 線は洪水後の実測による砂州形状を示している. Case 1, Case 2 を比較すると, Casel の方が砂州前面の形状や砂州の移動量について洪水後の実測を再現してい ることが分かる.これは砂州上流部に粗い粒度分布を与えたことで Case2 に比べ 土砂の移動量が低下したためと考えられる. 図-7 に Case 1 の解析終了時の平均 粒径コンターを示す. 黒破線で示す解析終了時の砂州の形状と比較すると砂州上 流部が最も粗くなっており,現地調査の傾向を捉えている.また,初期に与えた 平均粒径(54[mm])よりも粗く、粗粒化していることが分かる.ここで、粗粒化の 要因について解析結果から示す. 図-8 は図-7 の白線で囲まれた平均粒径の粗い 範囲における土砂収支量を解析で用いた各粒径階ごとに経時的に示したもので ある. プラスは土砂の流入, マイナスは流出を示している. この範囲では洪水時 において、全粒径階の土砂が経時的に流出しており、9/7/2:00~7:00 にかけて著 しいことが分かる.特に平均粒径以下の細かい粒径(5.2.23.5.56.3[mm])が著しい. そのため、粗粒化は細かい粒径の抜け出しによって生じたことが分かる.

4. 結論

本研究では、砂礫河川の砂州を対象に河床材料調査を行い、砂州上流部や底部 付近に粗い粒度分布が構成されていることを示した.砂州上流部に粗い粒度分布 を与え混合粒径河床変動解析を行うことで、砂州全体に同じ粒度分布を与える場 合と比べ、砂州前面の形状や砂州全体の移動について洪水後実測の形状を再現す ることが明らかになった.

参考文献 1)忠津哲也,下條康之,内田龍彦,福岡捷二:洪水中による砂州の移動・変形 と砂州粒度構成の変化,河川技術論文集,第16巻,pp.119-124,2010. 2) 内田龍彦,福岡捷二:水平方向渦度方程式を用いた底面流速の半直接解法 の提案と局所洗掘解析,水工学論文集,第54巻,pp.841-846,2010.

