

洪水流による砂州の変形と粒度形成に関する研究

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. 背景・目的

河川構造物周辺で局所洗掘が発達すると、構造物の安全性が低下し、被災の危険性が增大する懸念がある。砂州河道では洪水流により砂州が移動、変形し、それに伴って局所洗掘が移動、発達することが知られている¹⁾。このため、砂州河道における河川構造物の維持管理においては、構造物周辺の局所洗掘の危険性を検討するために、砂州の変形や状態について経年的に詳しく調査することが重要となる。そのため、本研究では多摩川の 24.6km 付近に形成されている砂州を対象に、洪水流による砂州の平面的、鉛直的な粒度形成を明らかにすることを目的とする。また、平成 19 年 9 月洪水を対象に、渦度方程式を用いた流れの準三次元モデルによる混合粒径河床変動解析を行い、調査結果の再現性について検討する。

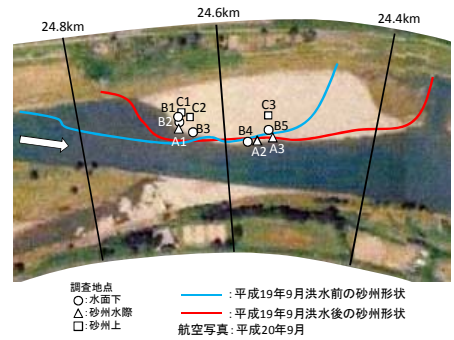


図-1 調査地点と砂州の変動

2. 現地調査による粒度構成

現地調査は図-1 に示すように、砂州の上流面と中間位置において全 11 地点(A: 水面下 3 か所, B: 砂州水際 5 か所, C: 砂州上 3 か所)で行った。各調査地点では鉛直方向の粒度構成についても検討するため、1 回につき約 30cm の掘削を 1~2 回行った。本調査では、大きな河床材料の存在割合と河床変動の関係を検討するのに有用²⁾な画像解析法を採用した。

図-2 (a) に砂州表面における粒度分布(実線: 上流面, 破線: 中間位置)を示す。砂州表面では上流面で河床材料が粗くなっていることが分かる。上流域の河床高は砂州が下流へ移動することで低下する。そのため、上流域では細かい粒径が抜け出し易く、それらが中間位置に堆積することで、図-2 (a) のような粒度構成になったと考えられる。図-2 (b) は C1, C2 における鉛直方向の粒度分布である。C1, C2 では図-3 に示すように平成 19 年 9 月洪水によって河床高が低下していることから、表層より下の粒度分布は平成 18 年以前に形成されたものと考えられる。表層より下では、一回目の掘削面(30cm)に比べ二回目の掘削面(50cm, 60cm)の方が粗い。これは、洪水水中に掃流されている砂礫が洪水減衰期に粗い礫から留まり始め、その上を相対的に小さい砂礫が掃流、停止したためと考えられる。図-2 (c) は C3 における鉛直方向の粒度分布である。C3 では C1, C2 と異なり、表層より下では二回目の掘削面(50cm)の方が細かく、図-3 より河床高は二回目の掘削深程度(約 50cm)上昇していることが分かる。平成 19 年 9 月洪水前における C3 は図-1 の青線で示すように、砂州下流部に位置していたことから、二回目の掘削面は砂州下流部の表層付近を捉えていたことが考えられる。そのため、図-2 (a) の検討から洪水前の C3 地点における表層付近の粒度分布は小さかった可能性が高く、過去の平面的な粒度構成の影響が鉛直方向の粒度分布の変化に表れたと考えられる。図-2 (d) は砂州側岸(B3, B4, B5)における

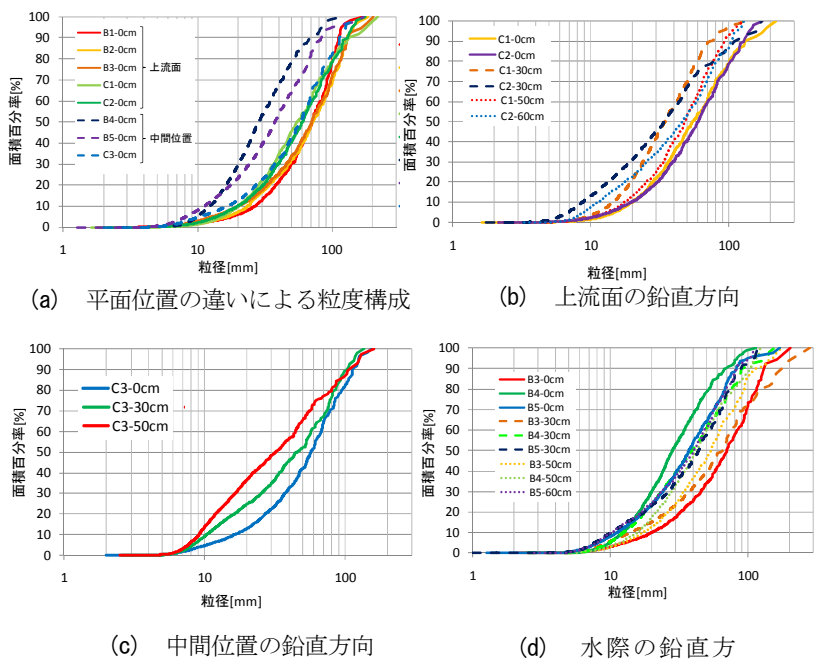


図-2 現地調査による粒度構成

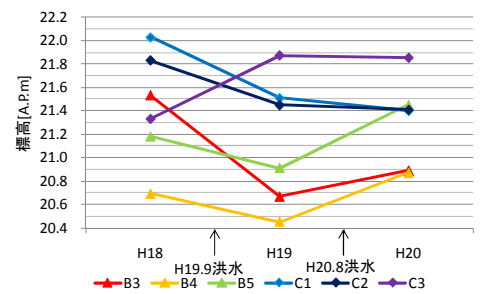


図-3 調査地点の河床高変化

キーワード 多摩川, 砂州, 粒度形成, 画像解析, 河床変動解析, 混合粒径

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

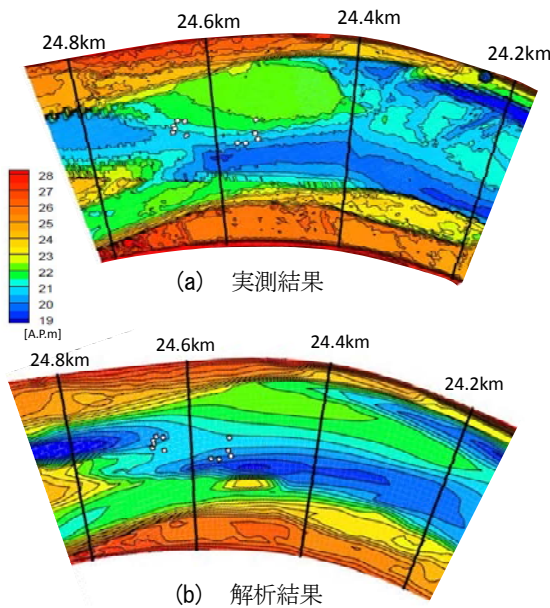


図-4 実測と解析による河床形状

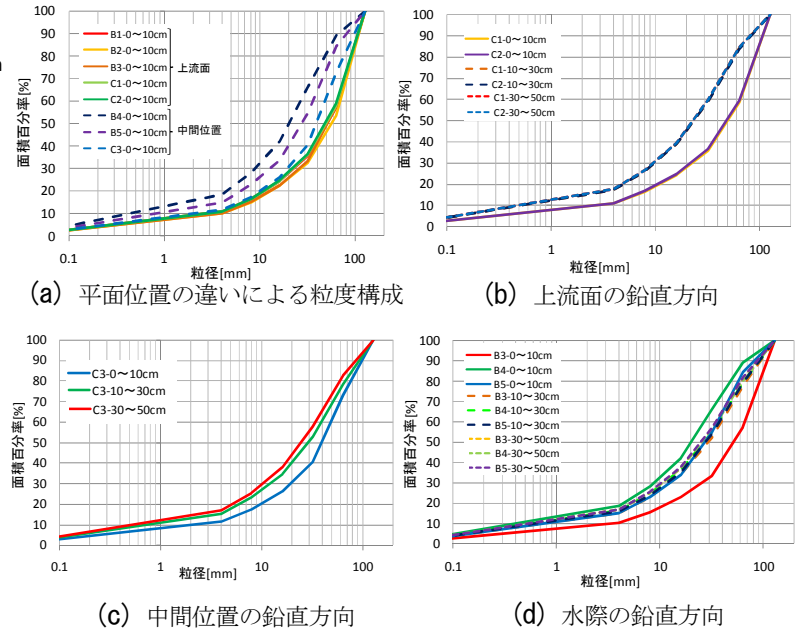


図-5 解析による粒度構成

鉛直方向の粒度分布を示している。側岸ではC1,C2と同様に河床高が低下しているが(図-3参照)、鉛直方向の粒度分布の差は小さい。これは、砂州側岸では常に大きい流速が接していると考えられることから、細かい砂礫が留まりにくくなったためと考えられる。

3. 混合粒径を考慮した準三次元洪水流-河床変動解析

平成19年9月洪水を対象に混合粒径を考慮した河床変動解析を行い、現地調査による粒度特性や砂州形状と比較する。河道湾曲の外岸部や砂州下部部に形成される局所洗掘では、流れの鉛直流速分布が複雑になると考えられることから、流れの解析に渦度方程式を用いた準三次元解析法を用いた。河床変動解析には流砂の連続式と芦田・道上式を適用した。また、粒度分布の計算には河床表層に交換層、その下に堆積層(貯留層)を設け、連続式を用いて鉛直方向における粒度分布の時間変化を計算している。その他の条件については参考文献³⁾に示す。

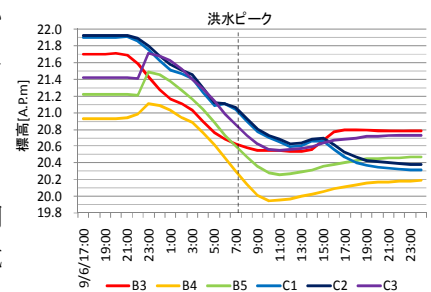


図-6 洪水期間中の河床高変化

図-4(a), (b)に調査を行った砂州周辺における実測と解析終了時の河床形状を示す。解析結果は実測と比較して砂州の移動量が大きいが、砂州の河床高が上流側に比べ砂州中間や下流側で高くなっていることは再現している。

図-5は図-2に対応する粒度分布である。図-5(a)については、実測で示すように中間位置に比べ上流面で河床材料が粗くなっていることが分かる。図-5(b)では、図-6に示すように洪水期間中において河床高が低下し続けているため、表層を除いて初期の一定の粒度分布のままである。このように、河床高が低下している地点の鉛直方向については、過去の洪水によって形成された粒度構成が現れるため、砂州の粒度構成を明らかにするためには、経年的な砂州の変動について調べていくことが重要である。C3では、図-6示すように洪水減衰期に河床高が上昇(約20cm)している。そのため、図-5(c)の青と緑の実線で示す粒度分布は洪水減衰期に堆積した河床材料である。解析では実測による粒度特性と同様に、鉛直方向に深いほど細かい傾向を示している。洪水ピーク付近に上流から運ばれた相対的に大きい河床材料が堆積前の表層付近の粒度分布(C3-30~50cm)の上に堆積しているため、堆積分が粗くなっている。表層付近(C1-0~10cm)が最も粗いのは洪水減衰期の終盤に粗粒化した影響である。図-5(d)についてはC3同様、洪水減衰期に河床高が上昇しているが、鉛直方向の変化は小さく、実測と同じ傾向であることが分かる。

4. 結論

現地調査より砂州粒度構成を調べ、洪水による砂州の移動や変形と粒度構成の関係を示した。また、混合粒径を考慮した河床変動解析を行い、現地調査による砂州の粒度構成の傾向を捉えることができた。

謝辞：本研究の一部は、(財)河川環境管理財団の河川整備基金助成事業の支援によって行われた。ここに記して謝意を表する。

- 1) 参考文献：1) 忠津哲也, 鈴木研司, 内田龍彦, 福岡捷二：洪水流による土丹河床高さの経年変化と堰周辺の砂州変形に伴う洗掘深の増大について, 河川技術論文集, 第15巻, pp. 249-254, 2009. 2) 塚本洋祐, 福岡捷二, 須賀正志, 澤原和哉, 長田健吾：石塚河川の粒度分布特性と安定河道形状, 河川技術論文集, 第14巻, pp. 7-12, 2008. 3) 忠津哲也, 下條康之, 内田龍彦, 福岡捷二：洪水流による砂州の移動・変形と砂州の粒度構成の変化, 河川技術論文集, 第16巻, 2010. (印刷中)