

安倍川網状流路の河床変動に及ぼす流砂の非平衡運動の重要性

中央大学大学院 学生会員 ○森本 有祐
 中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二
 中央大学研究開発機構 正会員 竹村 吉晴

1. 序論

安倍川は静岡市を流れる一級河川であり、中下流域では網状流路を形成する扇状地河川である。洪水時には活発な土砂移動が起こり、滞筋の移動による河岸侵食、河床変動が懸念されている。従来の網状流路の河床変動の研究では、土砂移動の非平衡性の考慮が不十分で非平衡性が大きい混合粒径の網状流路河川への適用性に課題が多い。ここで、図-1に水路実験と現地データから検討された中規模河床形態の領域区分図¹⁾上に安倍川の洪水ハイドログラフと河床材料を用いて求めた値を赤でプロットして示す。これによると、安倍川は従来公表されているデータと比較して網状流路のプロットが明らかに大きいことがわかる。この点からも、安倍川では従来の平面二次元、平衡流砂量式に基づく解析法よりも流れと土砂移動の三次元性を重視する解析が必要であると考え以下の検討を行う。図-2には安倍川の実測に基づく河床材料粒度分布を示す。これによると粒度分布は砂から石礫まで幅広い範囲を有し、流れや河床形状は三次元性が強くなり、流砂運動は粒径別に非平衡性が異なり、掃流砂だけでなく浮遊砂を考慮した解析が必要であると考えられる。本研究では、以上の点を踏まえた新たな解析モデルを構築し、網状流路の洪水流河床変動解析を行い、従来法や掃流砂のみを考慮した解析結果と比較することで、安倍川洪水時の掃流砂、浮遊砂の非平衡流砂運動の重要性を検討した。

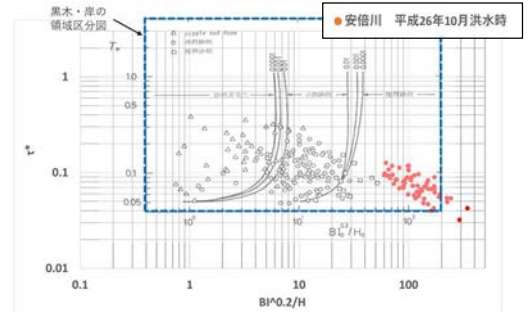


図-1 黒木・岸¹⁾の中規模河床形態の領域区分図と安倍川の比較

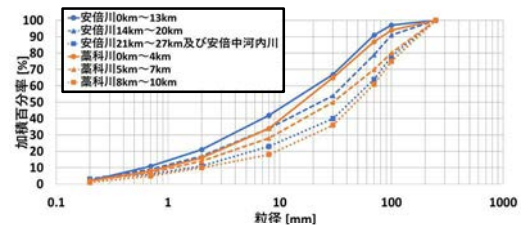


図-2 解析に用いた河床粒度分布

2. 解析条件と解析手法

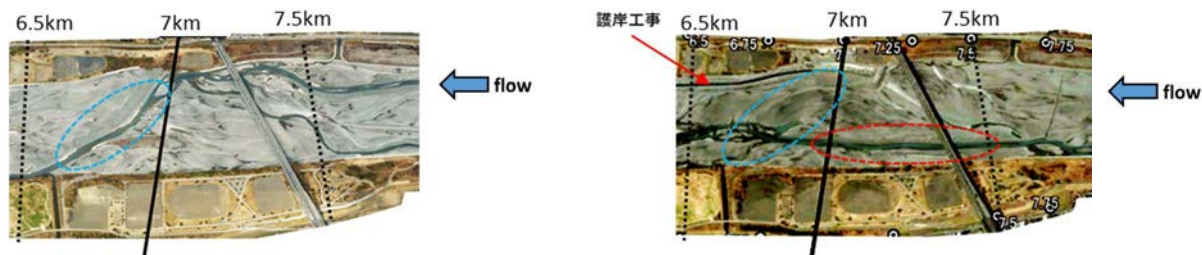
対象洪水は2014年台風18号洪水とし、解析対象区間、用いた水位境界条件は森本ら²⁾の条件と同様に設定した。図-2の粒度分布は、過去の安倍川河床材料調査結果に基づいて縦断的に分けけて設定した。解析は3つのケース、従来法を用いた解析 (Case1) と新たな解析モデルで掃流砂と浮遊砂を考慮した解析 (Case2)、掃流砂のみを考慮した解析 (Case3) が行われた。Case1は従来型の解析法で、流れの解析は平面二次元解析、掃流砂量式には芦田・道上式、浮遊砂量は移流拡散方程式、浮遊砂の浮上量は岸・板倉の式を用いた。Case2は、森本ら²⁾による流れを非静水圧準三次元解析、流砂量を粒子の運動方程式により計算する洪水流・河床変動解析手法である。Case3ではCase2の浮遊砂を考慮しない解析法で、いずれのCaseもCase2で求められた解析流量ハイドログラフを上流端境界条件として与えた。

3. 解析結果と考察

図-3(a), (b)は安倍川 6.5km~7.75km 区間の洪水前後の実河床に平水が流れているときの航空写真と、図-4(a)~(c)はCase1~3の洪水後の解析河床に平水時の流量を流した際の水深コンターを示す。図-3(a), (b)を見ると、洪水前には6.5km~7kmの青い破線で囲った箇所に右岸から左岸へ蛇行する滞筋が形成されており、洪水後の6.5km~7kmにも同様の形状の滞筋が確認できる。また、洪水前の7km~7.5kmの左岸は砂州が形成されているが、洪水後は左岸沿いに滞筋が発達したことが確認できる。Case2とCase3では図-3(b)の赤い破線、青い破線で囲った箇所と同様の位置に水深が分布しており実際の洪水後の滞筋の形状を説明している。一方従来の解析法であるCase1は滞筋が単列化しており、7.5kmより下流では左岸沿いに水深が分布しておらず、図-3(b)で確認できる滞筋の形状を再

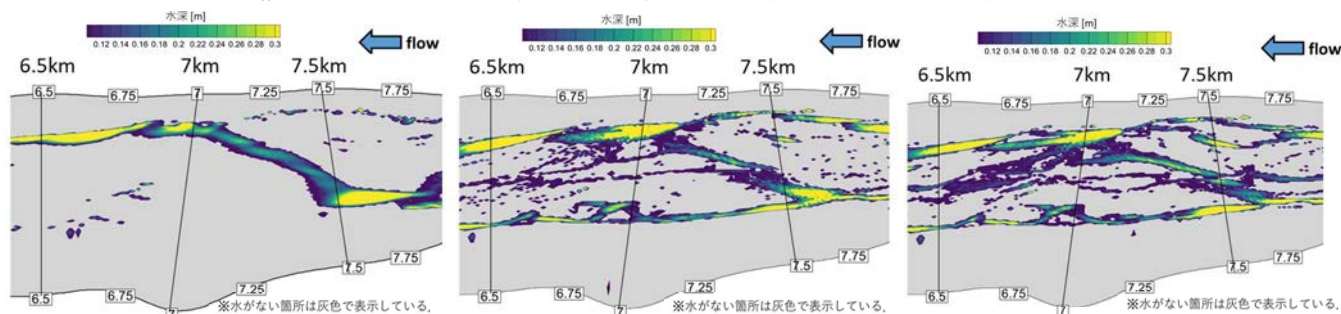
キーワード 石礫河川, 網状流路, 洪水流河床変動, 流れの三次元性, 粒径別非平衡流砂運動

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学研究開発機構 TEL 03-3817-1615



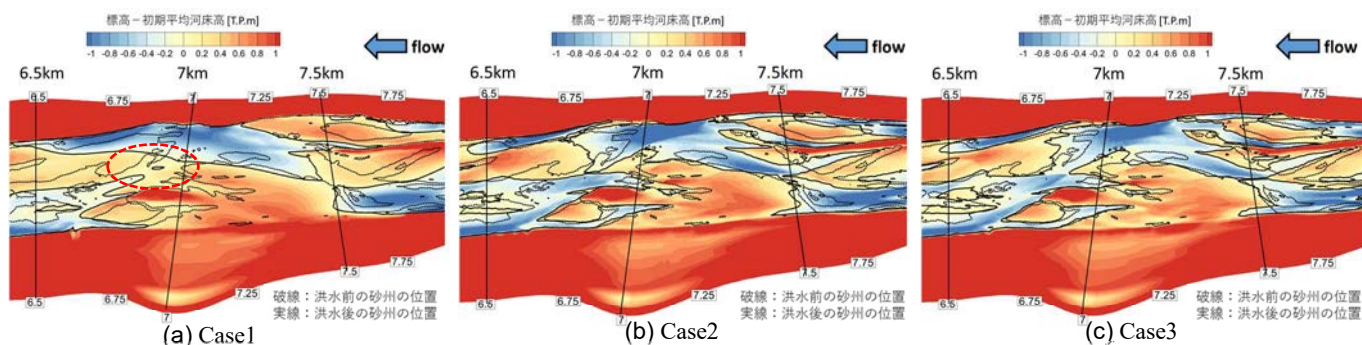
(a) 安倍川 6.5km~7.75km 洪水前航空写真 (b) 安倍川 6.5km~7.75km 洪水後航空写真

図-3 安倍川 6.5km~7.75km 区間における実際の洪水前後の航空写真と洪水後の水深コンター図



(a) Case1 の洪水後の解析水深コンター (b) Case2 の洪水後の解析水深コンター (c) Case3 の洪水後の解析水深コンター

図-4 安倍川 6.5km~7.75km 区間における洪水後の平水時の解析水深コンター図



(a) Case1 (b) Case2 (c) Case3

図-5 安倍川 6.5km~7.75km 区間における洪水後の解析河床高のコンター図

現できていない。

図-5(a)~(c)に Case1~3 の洪水後の解析河床高コンター図の比較を示しており、赤く表示されている箇所に砂州が分布している。Case1 は砂州の発達速度がより大きく、図-5(a)の赤い破線で囲った箇所のように砂州同士が結合する箇所が見られる。また、Case1~3 で 6.5km~7.5km に位置する砂州を比較すると、Case1 は砂州表面がより平坦な形状になる傾向があることがわかる。以上により、図-4(a)のように洪水後の滞筋が単列化しているのは、Case1 の計算において平衡流砂量式を用いているために流砂量が実際よりも多く、平面二次元解析では河床の三次元性の考慮が不十分なために流砂量の空間勾配が実際よりも少なくなっているためだと考えられる。図-5(b), (c)で比較すると砂州の形状に特徴的な違いは表れておらず、図-4(b), (c)にある通り滞筋の形状にもほぼ差がない。これについては、解析初期の河床粒度分布の設定方法、上流や支川からの土砂流入ハイドログラフの検討が十分ではないためとも考えられる。今後これらのデータを集め検討する。

4. 結論

網状流路安倍川の洪水流河床変動解析には、流れや河床形状の複雑な三次元性、粒径別の非平衡掃流砂・浮遊砂運動の考慮が必要であるとの考えのもとに導かれた新たな解析モデルを用いて、従来の網状流路の解析法や浮遊砂を考慮しない手法との違いを比較した。その結果、新たな解析モデルを用いた場合の方が安倍川の網状砂州の形状、滞筋をより良好に説明できることを示した。一方、浮遊砂が河床変動に与える影響については、初期の河床粒度分布の設定や流入土砂ハイドログラフを中心にさらに検討する必要があると考える。

参考文献

- 1) 黒木ら：中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究，土木学会論文報告集，第 342 号，p87-96，1984
- 2) 森本ら：安倍川洪水における掃流砂と浮遊砂の非平衡運動による網状流路の発達，水工学論文集，Vol. 73, No. 2, I_757-I_762, 2021