安倍川網状流路の洪水流河床変動解析法に関する研究

中央大学　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，中下流河道が網状流路を呈する扇状地河川である．安倍川は洪水中に澪筋が移動し河岸浸食を引き起こし，下流で河床が上昇し治水上の課題となっている．従来の網状流路の河床変動解析は主に実験水路を対象に検討されており，平面二次元解析，平衡流砂量式が用いられてきた．しかし，安倍川の網状流路の場合，河床に縦横断的に複雑で規模の大きい凹凸が分布しており，河床材料は砂から石礫まで幅広い粒度分布を持っている．そのため洪水時の洪水流と河床変動の現象は激しく，流れは非定常で三次元性が高く，土砂移動は，粒径の異なる粒子が非平衡状態での掃流砂，浮遊砂運動を行うと考えられる．本研究では，以上の点を踏まえた新たな解析モデルで安倍川を対象に洪水流・河床変動解析を行い，従来法による解析結果と比較することで，安部川洪水時の非平衡流砂運動の重要性を検討した．

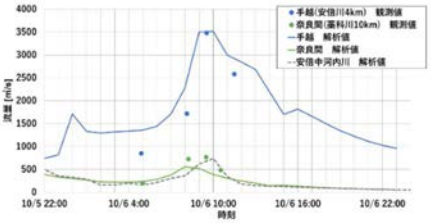


図-1 浮子観測流量ハイドログラフと解析流量ハイドログラフ

図-2 解析区間と水位境界条件の位置

２．解析条件と解析手法

図-1 に解析した 2014 年の台風 18 号による洪水流の浮子を用いた流量観測結果を示す．図-2 に解析区間と使用した水位境界条件の位置を示す．図-3 は用いた粒度分布を示す．2 つの解析ケース，新解析法（Case1）と従来型解析法（Case2）が行われた．Case 1 は，森本ら[1]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を導入した粒径別非平衡流砂量式により計算する洪水流・河床変動解析手法である．上流端水位境界条件を図-4 に示す．安倍川 20km の簡易水位計の水位ハイドログラフ，藁科川 9km の奈良間水位・流量観測所の観測水位ハイドログラフ，流出解析から求めた安倍中河内川の流量ハイドログラフ（図-1）を用いた．河床変動は時空間的な水面形の変化に反映される[2]との考えのもと，解析水面形が痕跡水位や簡易水位計から得られる観測水位を用いた水面形と一致するように計算を行った．Case2 では従来型の解析法で, Case1 で求められた解析流量ハイドログラフ(図-1)を上流端境界条件として与え，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，浮遊砂量は移流方程式，浮遊砂の浮上量は岸・板倉の式を用いた．

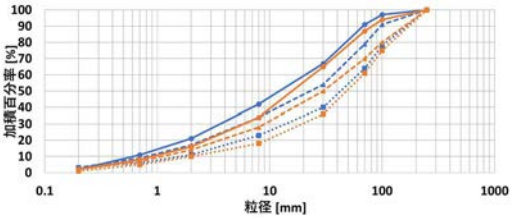


図-3 解析に用いた河床粒度分布

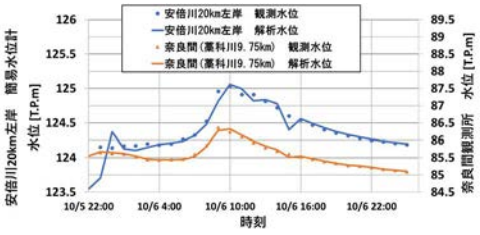
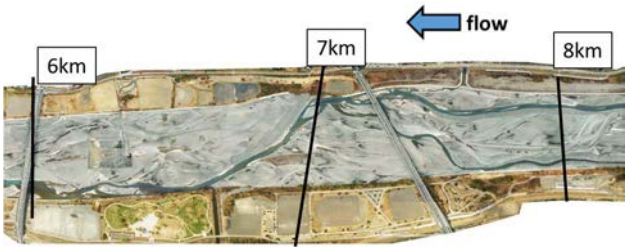


図-4 上流端観測，解析水位ハイドログラフ

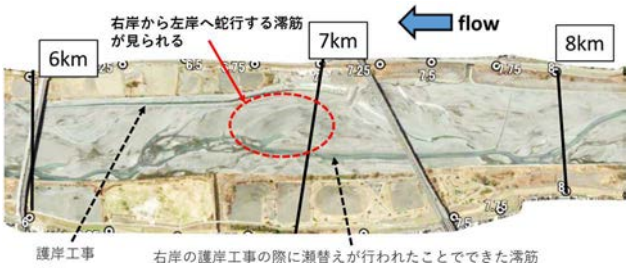
３．解析結果と考察

図-5 に安倍川 6.5km～7km 区間の洪水前後の航空写真，洪水後の解析河床高コンターを示している．図-5(a),(b)を見ると、洪水前に 6.75km～7km において右岸から左岸へ蛇行する澪筋が形成されており，洪水後も同様の澪筋が維持されていることが確認できる．河床変動解析結果を見ると，Case1 では洪水後の澪筋が図-5(b)と同様の位置にあり，洪水による河床場が再現されている．一方 Case2 は，6.75km～7km において砂州が大幅に移動，発達し，単列化に近づいており, 実際の網状の澪筋の形成を再現できていない. 図-6 に安倍川 6.5km～7.75km 区間における Case1,

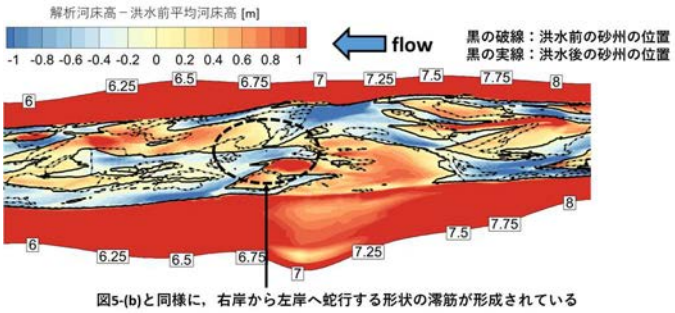
キーワード　石礫河川，網状流路，洪水流河床変動解析，流れの三次元性，粒径別非平衡流砂運動
連絡先　〒112-8551 東京都文京区春日 1 丁目 13-27　TEL：03-3817-1615　E-mail：a17.w64p@g.chuo-u.ac.jp



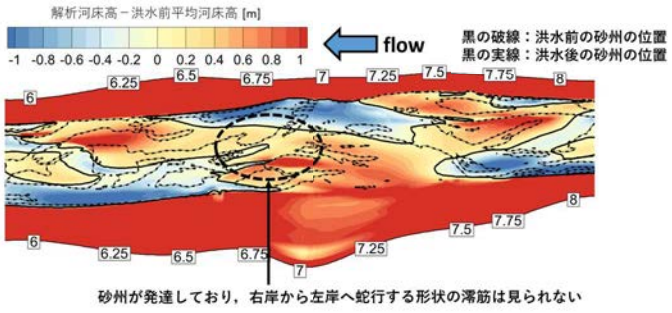
(a) 洪水前の航空写真（平成 26 年 3 月）



(b) 洪水後の航空写真（平成 27 年 1 月 8 日）



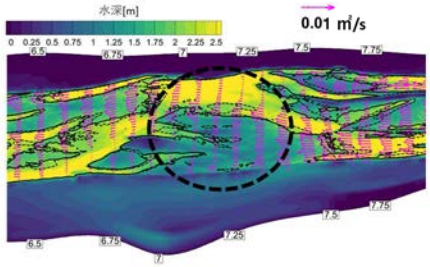
(c) Case1 の洪水後の解析河床高コンター図



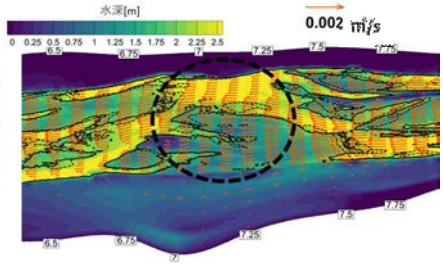
(d) Case2 の洪水後の解析河床高コンター図

図-5 安部川 6km～8km 区間における実際の洪水前後の航空写真と解析河床高コンター図

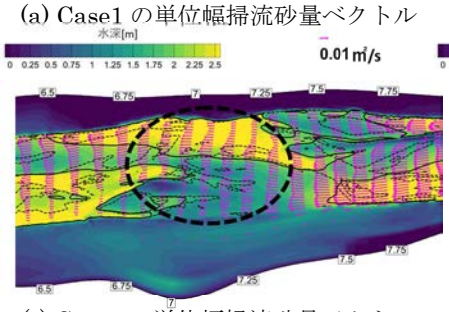
Case2 の洪水ピーク時の水深コンター，全掃流砂の単位幅流砂量ベクトル，全浮遊砂の単位幅流砂量ベクトルの分布を示している．図-6(a)と(c)の黒い破線で囲った箇所を比較すると，Case1 は局所勾配の影響を受けて砂州の境界線付近に掃流砂が集中している．一方，Case2 では砂州上で比較的掃流砂量が多く，澪筋から乗り上げた土砂によって砂州がより前進しやすい傾向にあることを示している．図-6(b)と(d)の黒い破線で囲った箇所を比較すると，Case2 の方が澪筋のある箇所で局所的に浮遊砂量が多くなっているために澪筋がより洗堀され，その結果砂州が発達しやすくなっている．図-7 に図-6 と同じ時間帯における Case1 の砂州前縁の水面，底面流速ベクトルを示している．これによると砂州前縁では水面と底面で流向が異なり鉛直的な流れ構造があることがわかり，Case1 の流砂運動に影響を及ぼしていると考えられる．



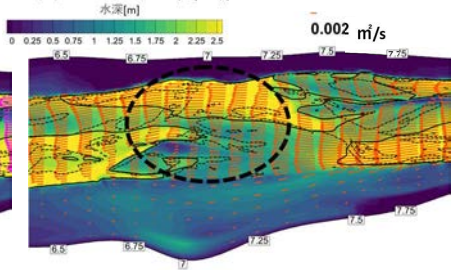
(a) Case1 の単位幅掃流砂量ベクトル



(b) Case1 の単位幅浮遊砂量ベクトル



(c) Case2 の単位幅掃流砂量ベクトル



(d) Case2 の単位幅浮遊砂量ベクトル

図-6 洪水ピーク時（2014/10/6 10:00）における Case1 と Case2 の安倍川 6.5km～7.75km 区間の単位幅掃流砂量，浮遊砂量ベクトル分布

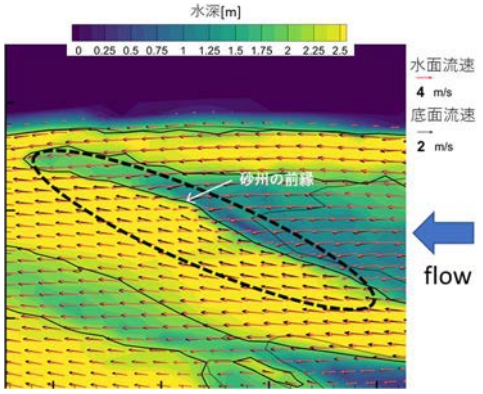


図-7 洪水ピーク時（2014/10/6 10:00）における Case1 の安倍川 7.5km 右岸の砂州前縁の水面．底面流速ベクトル

５．結論

安部川の網状流路について，非定常な流れの三次元性，土砂移動の非平衡な運動形態を考慮し，非平衡な掃流砂，浮遊砂運動を粒径別に計算することで新たな解析モデルを導いた．既往洪水でこのモデルを適用し，従来の網状流路の解析結果と比較した結果，新たな解析モデルが安倍川の澪筋，砂州の形状をより良好に説明できることを示した．

参考文献 1)森本ら，水工学論文集，Vol.77，No.2，I_757-I_762，2021 2)福岡ら，土木学会論文集 B1(水工学) Vol73，No.4，I_355-I_360，2017