

## 非平衡土砂輸送による分級を伴う石礫河川釜無川の大規模河床変動

中央大学大学院 学生会員 ○岡山 士朗  
 国土交通省関東地方整備局 甲府河川国道事務所 正会員 内藤 ゆう子  
 国土交通省関東地方整備局 甲府河川国道事務所 正会員 森 僚多  
 中央大学研究開発機構 正会員 後藤 岳久  
 中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二

### 1. 序論

急流石礫河川である釜無川は、図-1(a)に示すように、主に発達した複列砂州が形成されている。昭和57年8月には戦後最大規模の洪水が発生し、上流山地から大量の土砂が河道に流入・堆積することにより、主流路位置が変化し(図-1)、一部の水衝部では河岸侵食被災をもたらした。そして洪水流により、上流区間の粒度分布は、洪水前に比べて粗粒化し、下流区間では細粒化した(図-5 参照)。本研究では、このような大規模洪水による河床変動や縦断分級を説明するため、細砂から比較的大きな粒径の石礫粒子の流砂運動の非平衡性を考慮した洪水流・河床変動解析法を構築する。そして本解析法を昭和57年8月釜無川洪水に上流山地からの大量の土砂流入を考慮して適用し、土砂堆積と河床材料の縦断的な分級現象について検討する。

### 2. 解析方法と解析条件

本研究では、複列砂州を有する釜無川の洪水時の流れと河床変動を精度良く解析するため、洪水流解析には準三次元解析法である竹村・福岡のQ3D-FEBS法<sup>1)</sup>を用いた。河床変動解析法については、釜無川の活発な石礫粒子の移動を解析するため、掃流砂の運動については、長田・福岡の石礫河川の河床変動解析法<sup>2)</sup>を用いた。さらに本研究では、上流域等から流入する大量の細粒土砂の挙動を計算するため、長田・福岡の解析法に新たに浮遊砂の影響を掃流砂との相互作用を考慮して取り込んだ<sup>3)</sup>。

図-2は解析検討区間を示す。境界条件については、本川上流端を船山橋(23.8k)とし、支川には塩川、御勅使川、笛吹川、芦川を考慮し、流出解析から求めた流量ハイドログラフを与えた(図-3)。下流端境界条件は清水端(2.7k)の観測水位を与えた。河床変動解析では、解析上流端に設けた土砂発生区間において上流山地からの流入土砂量グラフ(図-4)を作成し、これを境界条件として与えた<sup>4)</sup>。解析で用いた粒度分布を図-5に示す。流入土砂の粒度分布は洪水後の河床材料を参考に決定し、河道の初期粒度分布は洪水前の粒度分布を基に与えた。

### 3. 解析結果

図-6は痕跡水位縦断分布と本解析モデルの洪水開始から9時間経過時(ピーク時)、13時間経過時の解析水面形の



(a) 洪水前



(b) 洪水後

図-1 昭和57年8月洪水前後の主流路の変化



図-2 解析検討区間

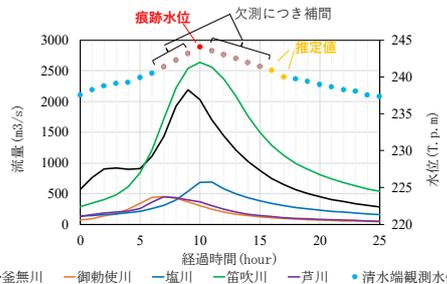


図-3 流量ハイドログラフと清水端地点の観測水位

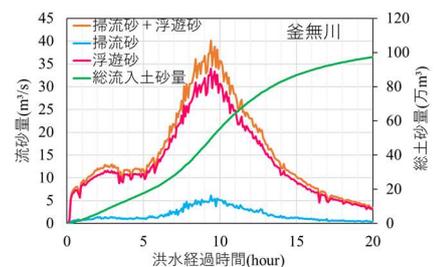


図-4 流入土砂量グラフ

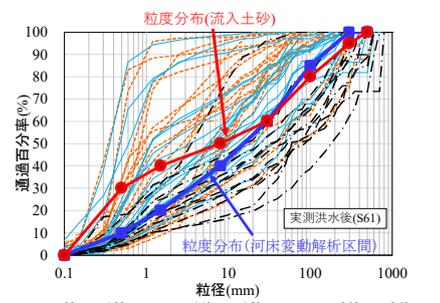


図-5 洪水後の河床材料粒度分布と解析粒度分布

キーワード 石礫河川, 釜無川, 河床変動, 縦断分級, 非平衡流砂モデル, Q3D-FEBS

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 31214 TEL 03-3817-1615

比較および実測の洪水前後の平均河床高と解析平均河床高の縦断分布を示す。洪水ピーク時の解析水面形は、24km～23km 区間では上流から流入させた土砂が堆積したことにより、痕跡水位より高く計算されているが、狭窄部と笛吹川の合流による堰上げられた水面形を説明している。

次に、下流区間の土砂堆積と河床表層割合の時間変化を考察する。図-7 は洪水ピーク時における各粒径の掃流砂量の縦断分布を示し、図-8 は粒径0.5mm～1.5mm(砂)の浮遊砂量

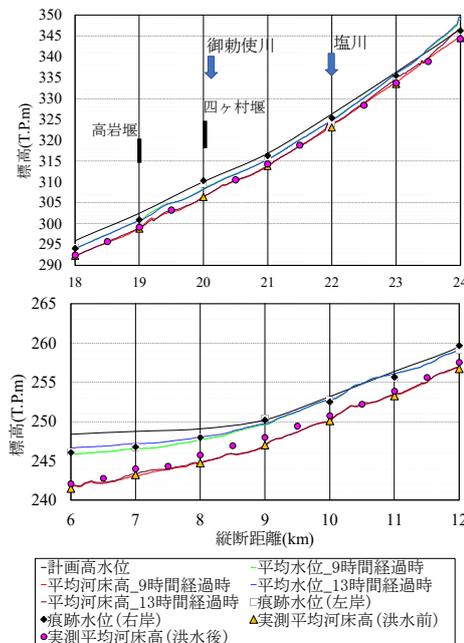


図-6 解析水面形と解析平均河床高

縦断分布の時間変化を示す。8km より下流では、縦断的に浮遊砂量が減少し、土砂堆積が生じていることが分かる。図-9 は、8km 地点の洪水後の実測粒度分布と洪水前後の解析粒度分布の変化を示す。8km より下流では、浮遊砂として輸送された細かい粒径の土砂が堆積したため、実測のように河床表層の細粒化が生じている。一方、図-6 に示すように、下流区間の解析平均河床高は実測洪水後の平均河床高より土砂堆積量が少なく、上流端からの供給土砂量や河岸からの土砂供給について検討する必要がある。

次に、上流区間の河床表層割合の変化と河床変動について考察する。図-10 は、24km 地点の解析初期の粒度分布と河床表層の存在割合の時間変化を示し、図-11 は、上流区間の河床変動コンターを示す。洪水開始から5時間経過時では、図-4 に示すように、浮遊砂量が掃流砂量に比べて多いため、5時間経過時の粒度分布は細粒化している。一方、洪水ピーク時(9時間経過時)では、図-6 に示すように、8mm～30mm の掃流砂量が多く、これらの土砂が堆積し(図-11)、河床表層の存在割合は5時間経過時に比べて粗粒化していることが分かる。洪水減水期になると、流入土砂の浮遊砂が多くなるため、洪水後の河床表層割合は再び細粒化し、洪水後の実測のような粗粒化は再現出来なかった。従って、上流区間の河床変動や粗粒化を説明するためには、上流からの各粒径の供給土砂量グラフとその波形について今後検討する必要がある。また、解析では初期の粒度分布を昭和53年の実測から作成しているが、洪水後の粒度分布に見られる大きい粒径が観測されていない。粗粒化を再現するには、石礫河川の河床材料調査方法や調査地点の選定、解析への考慮の仕方についても検討する必要がある。

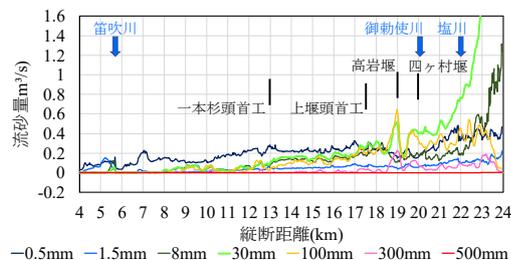


図-7 流砂量縦断図

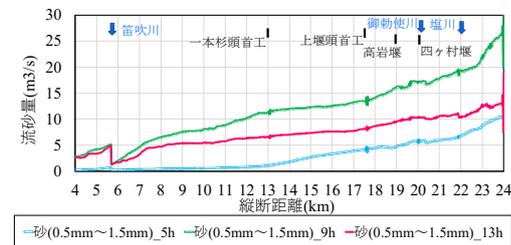


図-8 浮遊砂量縦断図

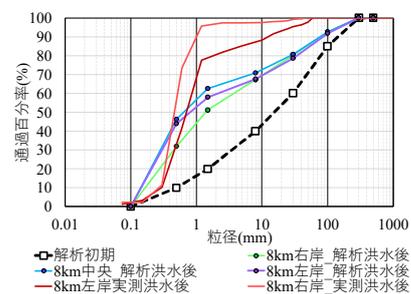


図-9 河床表層の存在割合(8km)

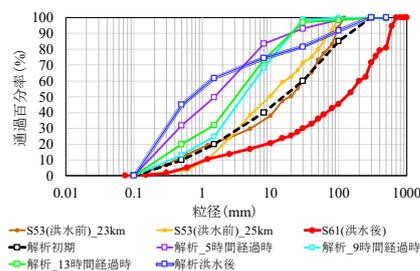


図-10 河床表層の存在割合

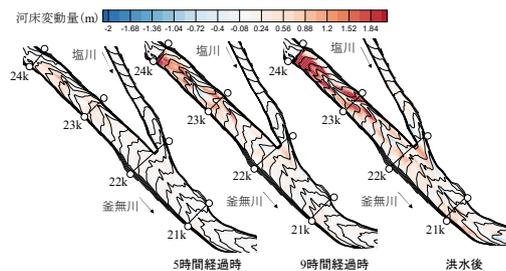


図-11 河床変動コンター(上流区間)

4. 結論

構築した解析法では、上流山地から流入した細粒土砂は浮遊砂として輸送され、下流区間に堆積することで細粒化する傾向が計算出来た。しかし、上流区間では、実測に見られた河床材料の粗粒化は再現出来なかった。これは各粒径の供給土砂量グラフとその波形の設定や、初期の粒度分布の設定に課題があり、これらについて今後検討していく。

参考文献 1)竹村ら, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.75, No.1, pp.61-80, 2019. 2)長田ら, 土木学会論文集B1, Vol.68, No.1, pp.1-20, 2012. 3)後藤ら, 土木学会第75回年次学術講演会講演概要集, 2020. 4)岡安ら, 河川技術論文集, 第24巻, pp.167-172, 2018.