

バープ工を設置した中小河川における河床変動解析

長野高専 学生会員 ○橋本 湧吾
長野高専 正会員 酒井 美月

1. 目的および背景

河川における河床低下は護岸・根固め等の河川管理施設が抜け上がり、不安定な状態になることで治水機能の低下を招くなど、様々な問題の引き金となる。河岸から上流側に向けて突き出して設置する、高さの低い石積みの水制をバープ工といい、その機能として流砂を補足して寄り洲を形成する、流れの作用で滞筋や淵を形成し流れを制御する、などを有するとされ、先に述べた河床低下にも一定の効果が期待される。本研究では長野県内において、バープ工を設置した中小河川を対象にその設置効果の検討を、河床変動解析により行った。

2. 研究フレーム

2-1. 対象河川

長野県塩尻市、松本市を流れる信濃川水系の一級河川である田川を対象河川とした。全長 18.14km の川で、中流域で河床低下により基礎工の露出が問題となっている。複数の工区で河床低下に係る河川改修の計画があり、対象とした村井工区には 2018 年度当初に竣工した護岸改修の際に、木工沈床を用いたバープ工が設置された。図面を図 1 に示す。

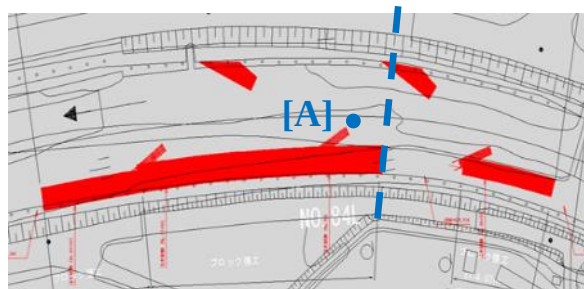


図 1 解析対象区間の平面図

2-2. 解析手法

【河床変動解析】解析は河床変動解析ソフト iRIC を用いて行った。地形モデルは現地工事の CAD 図面より 5 断面を抽出し作成した。対象工区の下流に位置する水位観測地点より H-Q データを得て、対象地点上流の集水域に合わせてハイドログラフを作成した。これにより竣工後の流況を再現し河床変動を予測した。解析は (1) 対象地域のハイドログラフを基に、ピーク流量を変化させ複数与え、河床変動に寄与する流量を把握、および (2) 実際のハイドログラフより得られた 2018 年 5 月から 12 月までの複数回の洪水を含む変動による河床変動の確認、の 2 点を行い検討した。解析に係る諸量を表 1 に示す。

表 1 河床諸元および解析条件

項目	緒元
解析区間	200 (m)
川幅	40 (m)
勾配	1/150
計画高水流量	410 (m ³ /s)
メッシュサイズ	1×1 (m)
流量	2018流量観測資料よりハイドログラフを作成
粗度係数	0.03 (低水路), 0.05 (高水敷)
河床材料	実測による粒径加積曲線

【土砂堆積傾向の確認】ドローンによる空撮 (2019 年 1 月) により、竣工後の洪水による土砂動態にともなう河床変動を確認した。加えて、モデルの解析結果より洪水により堆積する河床材料の傾向を検討した。

3. 河床変動解析結果

(1) 流況の変化に伴う変動 図 2 に、解析に用いたハイドログラフと、図 1 の [A] の地点について得られた河床高変化を示す。対象の洗掘部において、流量が大きくなると洗掘されるが、625.2m 付近を限度としていることが分かる。また、どの規模の出水であっても、その後の通減曲線では 20~30m³/s 以下になると堆積が起きていることが確認できる。

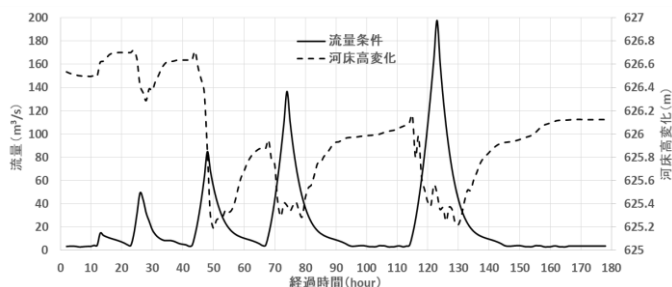


図 2 左岸、中流バープ工付近での標高変化と流量

(2) 長期変動の解析結果

河床高の結果を図3に示す。河床高の解析結果より水制の先端では河床低下による洗掘、水制の上部、水制と水制の間の部分には堆積が起こり、滞筋が蛇行していることが確認できる。

4. 土砂堆積効果検討

(1) 空撮データによる確認

図4に2019年1月に空撮により村井工区を撮影した画像を示した。画像より、流れの蛇行のほか、最上流の左岸バープ工と2つ目の間に堆積が起こり、またバープ工の先端では洗掘により河床が深くなっていることが観察される。これは5-12月の長期変動の再現結果と傾向が一致し、シミュレーションで河床変動の状態をある程度再現できていることが確認された。

(2) 解析データによる確認

10月の出水が既存の河床にどのように関与するのかを時間経過とともに確認したい。そのため、堆積、洗掘が確認できる右岸上流捨て石工と左岸中流バープ工との間の横断面図(図1:点線の断面)を図5に示した。洪水が発生すると洗掘部近傍の寄り洲が消失し、堆積部では河床高の変化はないものの、粒径が小径になることが確認できる(図5(b))。その後、堆積部の粒径は回復し、寄り洲は小径が主な土砂で範囲を広げ(図5(c))、ピーク前(図5(a))と同様な河床地形に戻る。

堆積部は中径の土砂が主だが、洪水時には堆積部の河床高を超えた水位によって、小中径の土砂が流される。しかし、図5(b)のように堆積部の水深自体が浅いことから掘削が弱いことや、バープ工特有の河床により小径の土砂が上流からも常に供給される状態にあるため、土砂堆積が平衡状態となり河床高の変化に寄与しないと推察する。

よって、洪水時に洗掘はより深くなるが、既存の寄り洲は一度目の洪水と同規模程度の流量であれば堆積を維持し、河床低下を防ぐことに有効であると確認できる。対象区間における計画高水は $410\text{m}^3/\text{s}$ であり、今回の解析で用いた流量はピーク流量で $70\text{m}^3/\text{s}$ と比して小さいためより大きな出水における状況を確認する必要があるが、重ねて土砂堆積については区間全体でのマスバランスでの判断も必要であると考える。

5. まとめ

バープ工をもちいたシミュレーションにより、実際の流れおよび河床の状態をある程度再現できた。今後、解析に利用した粒経加積曲線の精査、堆積効果を定量的に判断するためのマスバランスの検討、流況に応じた将来予測など、さらなる検討を行う必要がある。

6. 参考文献

1) 久加朋子, 竹林洋史, 藤田正治: 角度の異なる水制まわりの流れと河床変動特性, 土木学会論文集 B1(水工学), vol.72, No.4, I_805-I_810, 2016

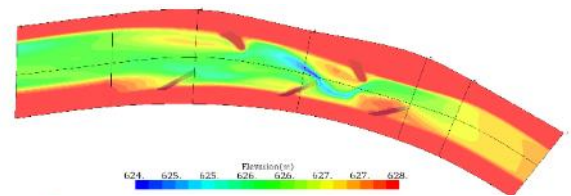


図3 長期変動解析に伴う河床高



図4 村井工区の空撮画像 (2019年1月撮影)

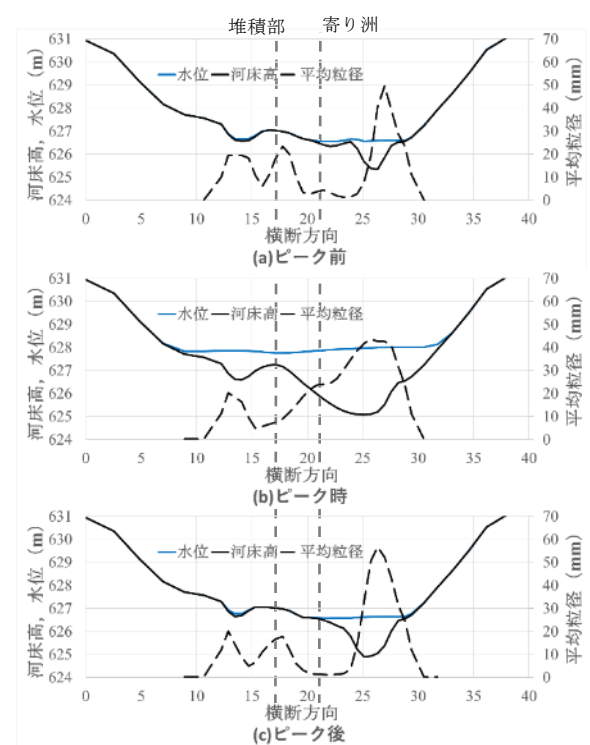


図5 10月の洪水前後の挙動