

河川洪水で消失する橋台背面盛土の保全対策技術の河床変動解析による研究

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 正 員 ○青木 卓也

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 正 員 井上 卓也

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 正 員 畠山 乃

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 正 員 橋本 聖

1. はじめに

平成 28 年 8 月の記録的な豪雨において、河川堤防からの越水や決壊による氾濫による道路の崩壊や落橋など大惨事となった。その後、北海道開発局らは、水防災対策検討委員会を設け、橋台背面の洗掘等による橋梁の被災要因を分析し有効な対策の検討が急務、と提言¹⁾した。既往研究では、橋梁被災の多くは橋台背面盛土の消失が起因となっており²⁾、その要因分析を踏まえ、洗掘対策には軽量剛性繊維網や連続箱型鋼製枠、浸透による吸い出し対策には透気防水シートが効果的な対策工と考え、十勝川水系小林川の自然堤防となっている橋梁(図-1)をモデルとした水理模型実験から対策工を講じることで洗掘を約 11 時間遅延させることができた^{3, 4)}。本研究では、盛土消失メカニズム、水理模型実験との比較検証、当時の流体力の想定、対策工の効果検証を目的に、解析用ソルバー iRIC Nays2DH⁵⁾(非定常平面 2 次元河床変動解析)を使用し、河床変動解析を実施した。本報では洪水後期の侵食範囲と流速および河床変動を現地の実態や水理模型実験結果との比較検証を行った。



図-1 平成 28 年 8 月北海道豪雨による十勝川水系小林川に架かる橋梁被災状況

2. 河床変動解析における計算条件

計算範囲は、現地計測で橋梁を含む延長 1,080m×幅 200m の範囲とし、それを 5m×5m 間隔の計算メッシュとして 5mDEM 標高データをマッピングして設定した。計算条件は、表-1 に示すとおり現地調査の結果、流量と材料などは水理模型実験の条件を踏まえて設定した。

表-1 計算条件

項 目	設定内容	備 考
計算区間	小林川 SP0.0~SP1110付近 ※小林橋SP550付近	
河道形状	河床高: DEMSA	レーザー測量データ、5mメッシュ
平面形状	流下方向: 217測線(約5.0m間隔) 横断方向: 41測線(約5.0m間隔)	
粗度係数	低水路粗度係数 : 0.035	現地状況を踏まえ、「美しい山河を守る災害復旧基本方針」に則って設定
樹木	なし	河岸侵食に伴う樹木の流木化を考慮できない。模型実験条件では樹木は考慮していない
流量	定常ハイド(40m ³ /s~150m ³ /s)	ベケレベツ川流出解析結果を参照(ピーク流量230m ³ /s)
起算水位	等流水位	河床勾配(1=1/60)
河床材料	単一粒径:d=61.7mm	小林橋上下流の河床材料調査結果から、C・A集団のみの粒度分布から代表粒径を算出
上流端境界	動的平衡	実験においても動的平衡の流砂量を給砂
河岸侵食	河岸崩落	水中安息角θ(tanθ=0.3) ※橋子幅2mに対するtanθ=0.7(θ=35°)河岸崩落高相等
固定点	道東自動車道、対策工L=19.1m	

3. 洪水による侵食範囲と水深の検討

図-2 に実際の侵食範囲と水深について解析と比較して示した。計算結果の侵食幅は、実測と比較して橋梁上流側で小さく、下流側で大きい。これは、上流側の固定床や流木等、地盤の粘着力の影響が考えられる。しかし、侵食された部分の水深は浅く、主流部分の水深は、実験地とほぼ一致しており本研究における解析の整合性が確認された。図-3 では対策工ありで解析し、図-2 の対策工なしと比較した。この結果から、対策工が正常に機能

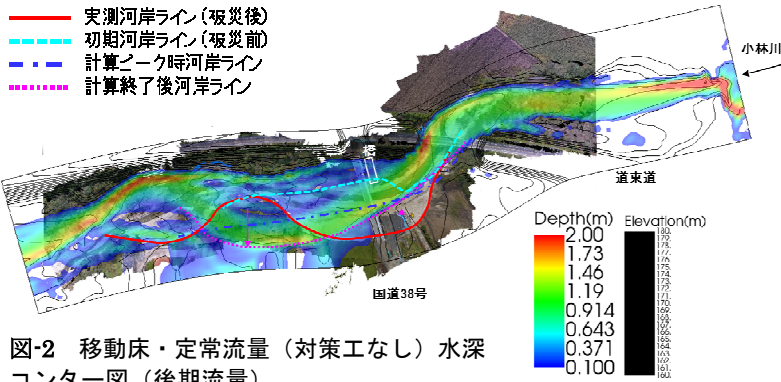


図-2 移動床・定常流量(対策工なし)水深コンター図(後期流量)

キーワード：河川洪水、橋台背面盛土、洗掘（侵食）、水理模型実験、河床変動解析

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 番 3 4 号 寒地土木研究所寒地地盤チーム TEL:011-841-1709

する場合は、道路も最小限の消失で収まり、下流側における洪水範囲も縮小されていた。ただし、対策工前面の河床洗掘が著しく、対策工はこの変状に追従して機能を失う恐れがあるため、洗掘の対策も重要となる。なお模型実験では、対策工前面に根固め工を設置することで洗掘が軽減されることが確認されている⁴⁾。

4. 洪水による河床変動と流速の検討

図-4 から対策工前面（対策あり）での計算最大流速は 4.4m/s だった。それに対し、模型実験での PIV 解析では最大流速約 7 m/s だった。この乖離理由は、PIV 解析は対策工前面が洗掘している状態での表面流速を計測したものであり、3 次元的な局所流の影響を平面 2 次的解析では再現できなかったためと考えられる。

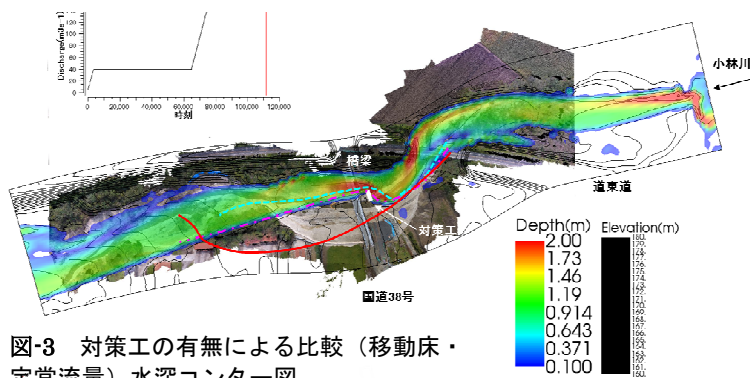


図-3 対策工の有無による比較（移動床・定常流量）水深コンター図

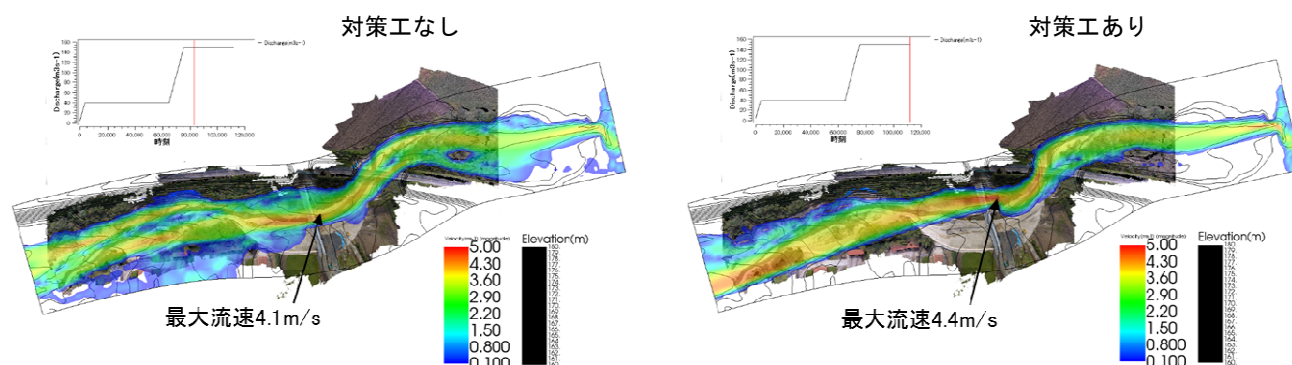


図-4 対策工有無別の流速コンター図（後期流量）

同様に、図-5 から河床低下した最大洗掘深は-4.5m(標高 167.8m)となっており、模型実験後の対策工前面の標高 167.3~168.5m⁴⁾ とほぼ同程度の値を示していた。

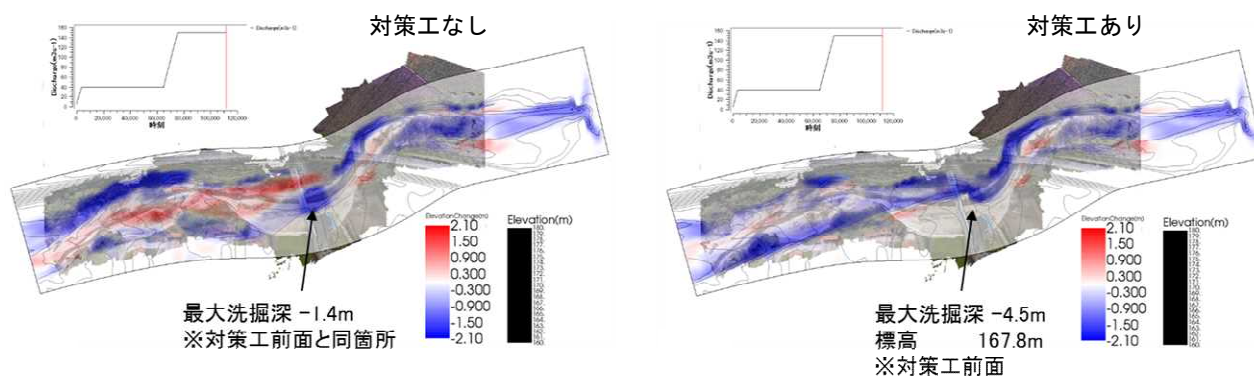


図-5 対策工有無別の河床変動コンター図（後期流量）

5. まとめ

- ・実際の侵食範囲との比較から乖離は否めないが、主流の水深等より本解析はほぼ妥当と判断された。
- ・解析による洪水時の流速と実験値との間に乖離が認められるため、固定床や粘着力を再度検討し、次回の実験と解析相互検討に繋げる。
- ・河床低下値はほぼ一致したが、対策工がこれに追従して変状し機能を失うためその対策の検討も重要である。

【参考文献】 1) 北海道開発局 HP : <http://www.hkd.mlit.go.jp/>, 河川. 2) 青木ら, 河川の超過洪水に対応する橋台背面盛土の保全対策技術の検討: 平成 29 年度土木学会北海道支部論文報告集 (札幌), 第 74 号, F-10, 2017. 3) 青木ら, 河川の超過洪水に対応する橋台背面盛土の保全対策技術の検討: 平成 30 年度土木学会全国大会第 73 回年次学術講演会 (札幌), 第 3 部門, III-262, 2018. 4) 青木ら, 河川洪水で消失する橋台背面盛土の保全対策技術の実験的研究: 平成 30 年度土木学会北海道支部論文報告集 (苫小牧), 第 75 号, A-11, 2018. 5) iRIC : <https://i-ric.org/>