# 数値解析による大規模流路変動で橋台背面盛土周辺に及ぼす影響の研究

（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 月北海道豪雨では，河川堤防からの越水や決壊による氾濫で道路の崩壊や落橋など大惨事となった[1]．既往研究から，橋梁被災の多くは橋台背面盛土の消失が起因であり[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，代表的な被災現場である十勝川水系小林川に架かる橋梁（図-1）をモデルとし，大規模流路変動を想定した水理模型実験に，その対策工を講じたところ，無対策と比較して最大で約 20 時間盛土洗掘を遅延させる効果を確認した[3)4)]．本報では，様々な河川域を想定し，蛇行波長と振幅を変化させたケースで洪水による橋台背面盛土周辺の河床変動メカニズムを数値解析で検証した．数値解析には，解析用ソルバーiRIC Nays2DH[5]（非定常平面 2 次元河床変動解析）を使用した．

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．計算ケース

河川の線形は，既往の蛇行実験でもよく用いられるサインカーブ形状とした（図-2）．蛇行波長と蛇行振幅は，図-1 の洪水前の河道状況を参考にし，case1 では橋梁周辺の蛇行波長 400m と蛇行振幅 60m を用い，case2 では蛇行が発達していない場合を想定し，case1 の蛇行波長を変えずに蛇行振幅を 40m に減少させた．case3 では橋梁の下流側の蛇行波長 240m と蛇行振幅 40m を用いた．表-1 に実験ケース条件を示すとおり，case1 と case2 の比較により蛇行振幅の影響を，case2 と case3 の比較により蛇行波長の影響を確認する．また，case 1 と case 3 は蛇行角が相似形となっており，蛇行スケールの影響を確認することを目的とした．

表-1　計算ケース条件

| 実験条件 | case 1 | case 2 | case 3 |
|---|---|---|---|
| 蛇行波長 | 400 m | 400 m | 240 m |
| 蛇行振幅 | 60 m | 40 m | 40 m |
| 蛇行角 | 25.1 度 | 17.4 度 | 27.5 度 |
| 通水時間 | | 1.5 hrs | |
| 対策工 | | 土II，根入れ 1 m | |

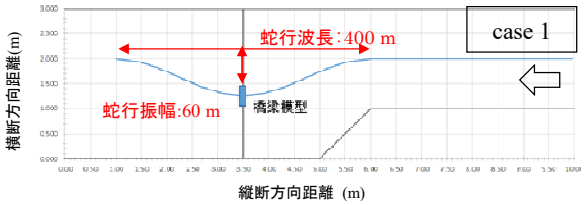


図-2　実験ケース模式図（case1 の例）

## ３．河床変動解析の計算条件

計算区間は，現地代表線形から橋梁を含む水路幅 3m×水路延長 10m とし，それを 5cm×5cm 間隔の計算メッシュとして水路形状をマッピングして設定した．計算条件は，表-2 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-2　計算条件

| 項目 | 設定内容 | 備考 |
|---|---|---|
| 計算区間 | 水路幅3m、水路延長10m | 橋梁模型縮尺 1/80 |
| 河道形状 | 河床勾配：1/60、低水路幅：10m相当 | サインカーブ |
| 平面線形 | 流下方向：201側線（@5cm間隔）<br>横断方向：61側線（@5cm間隔） | |
| 粗度係数 | 低水路粗度係数：0.020 | 現地状況を踏まえ、「美しい山河を守る災害復旧基本方針」に則って設定した現地粗度係数0.035を模型実験に合わせてスケールダウン |
| 樹木 | なし | 実験条件に合わせて樹木は考慮しない |
| 流量 | 流量：40m$^3$/s（定常流）<br>通水時間：1.5時間 | H30実験結果を踏まえ、低水路満杯程度の流量 |
| 起算水位 | 等流水位 | 河床こう配 i=1/60 |
| 河床材料 | 単一粒径：d=0.77mm | 現地調査からの代表粒径 |
| 上流端境界 | 動的平衡 | 実験で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$\theta$（tan$\theta$=0.2） |
| 固定点 | 橋脚、橋台、対策工 | |

キーワード：流路変動、橋台背面盛土、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 34 号　寒地土木研究所寒地地盤チーム　TEL:011-841-1709

© Japan Society of Civil Engineers

## 4．解析による河床変動

各ケースの通水後の河床変動の計算結果を図-3 に示す．

蛇行振幅の大小による影響を確認するために，case1 と case2 を比較した（図-3 上段と中段の枠内）．この場合，河岸の縦断方向の侵食幅は，振幅が小さい（case2）と，流れの蛇行が弱くなるため，橋梁の上下流側には，大きな変化は無く，大きい（case1）と下流側の方が大きくなることが分かった．また，橋台面盛土部前面（対策工前面）における河岸の横断方向の侵食幅は，case1 左岸が 13.64m，右岸が 3.87m，case2 左岸が 14.24m，右岸が 4.82m となり，両方とも左岸側に大きな侵食が見られた．

同様に，case2 と case3 を比較し，蛇行波長の長短による影響を確認した（図-3 中段と下段の枠内）．この場合，河岸の縦断方向の侵食幅は，波長が短い（case3）と橋梁上流側で変化が大きく，波長が長い（case2）と橋梁下流側で変化が大きかった．また，橋台面盛土部前面（対策工前面）における河岸の横断方向の侵食幅は，波長が短い（case3）と道路盛土の上流右岸（A2 橋台側）の河岸侵食が 11.90m と大きいことが分かった．逆に，波長が長い場合に生じていた道路盛土の上流左岸（A1 橋台側 13.64m）の河岸侵食は 5.76m とかなり小さくなっていた．

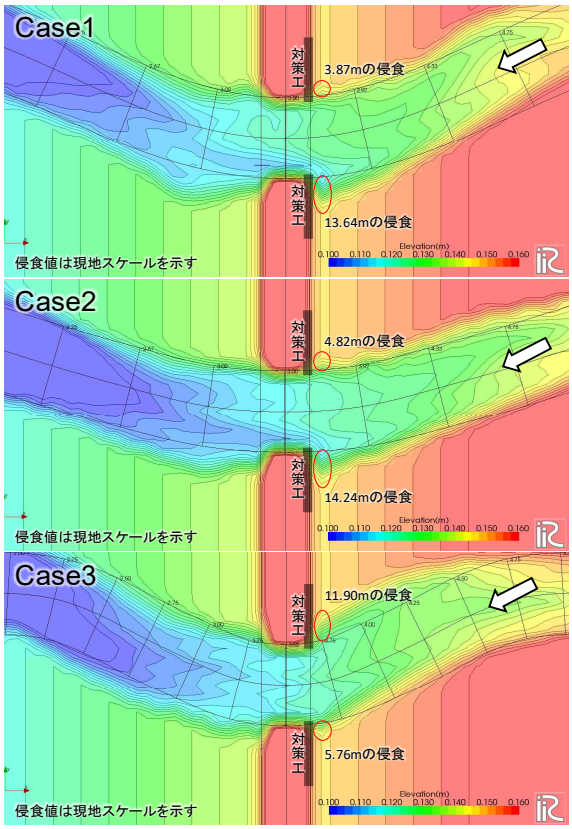


図-3　通水後の河床形状コンタ図
（A1・A2 上流側対策工有り）

同様に，case1 と case3 を比較し，蛇行角がほぼ同じな相似形による蛇行スケールの影響を確認した（図-3 上段と下段の枠内）．これを見ると，蛇行スケールの大きい case1 では左岸側（A1 橋台側）の道路盛土がより侵食されるのに対し，case3 では右岸側（A2 橋台側）がより侵食される結果となった．

以上，通水後の橋台面盛土部前面（対策工前面）に着目した河岸侵食幅（図-3）は，case2 の左岸（A1 橋台側）で 14.24m，case3 の右岸（A2 橋台側）で 11.90m となった．上記数字は，計算値から現地スケール（1/80）で換算している．このことは，蛇行スケールによって河岸侵食の位置や侵食幅が変化することを示唆している．

次に橋台面盛土部前面（対策工前面）の鉛直方向の平均河岸侵食深を整理した．case1 の左岸-0.84m，右岸-0.12m，case2 の左岸-0.75m，右岸-0.14m，と case3 の左岸-0.19m，右岸-0.54m という結果となった．

## 5．まとめ

・計算から，蛇行スケールによって橋梁の上下流側の河岸侵食の位置や侵食幅は変化するが，橋台面盛土部前面（対策工前面）においては，最大で 14.42m となった．

・河川の線形は，様々なことから，対策工を施工する場合の延長の決定については，安全を考慮し，15.0～20.0m とすることが望ましいことが計算から分かった．

・橋台面盛土部前面（対策工前面）の鉛直方向の平均河岸侵食深は，何れの計算結果でも 1.0m 以下となり小さい値となった．

・対策必要範囲の検討は，今後，この計算結果と模型実験結果を踏まえて検討する．

【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/

© Japan Society of Civil Engineers