

数値計算を用いた岩崎川橋の橋台背後の洗掘発生要因の検討

岩手大学 学生会員 ○吉田秀 正会員 松林由里子

1. はじめに

2013年8月9日に発生した秋田岩手豪雨災害で、岩手県矢巾町では町内を流れる岩崎川などの中小河川が氾濫し、流域の家屋浸水や田畑の冠水など甚大な被害を受けた。

写真1は洪水によって橋台背後が洗掘被害を受けた岩崎川橋を左岸から撮影したものである。被害発生後に流木堆積が確認されており、右岸側上流に用水路が接続されている。また、護岸越流により周辺家屋の浸水や道路冠水被害が生じている。右岸側では護岸洗掘や決壊は見られなかった。

洗掘被害発生が左岸に偏った理由として、護岸の耐久性や流れの左右不均衡が考えられ、地形的要因や、被害発生翌日の写真で確認された流木堆積が影響を及ぼした可能性が考えられる。

本研究では、岩崎川橋の左岸橋台背後における洗掘の発生要因について明らかにすることを目的として数値計算による流速と水深分布の予測を行った。一般的に河川整備計画に使用される一次元不等流計算では、左右岸で異なる複雑な流れを比較できないため、本研究では野村ら¹⁾が用いた二次元非定常流モデルを用いて被災当時の流れの状況を推測した。



写真1: 岩崎川橋の様子(2013/12/12 左岸より撮影)

2. 研究方法

計算に用いた地形データは、岩手県河川課から提供された被災後の測量結果の平面図と横断面図を用いた。図1に本研究の計算対象領域を含む長さ約1.6kmの計算区間を示す。



図1: 岩崎川の対象区間(写真は岩手県河川課提供)

以下に示す支配方程式に基づき、一般曲線座標で境界適合座標を用いた非定常平面二次元流計算を行った。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = q + r \quad (1)$$

$$\frac{\partial(uh)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} + D^x \quad (2)$$

$$\frac{\partial(vh)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} + D^y \quad (3)$$

ここで、 h :水深、 t :時間、 u, v : x, y 方向の流速、 q :単位面積当たりのカルバート・樋門・ポンプによる流入量、 r :雨量、 g :重力加速度、 H :水位、 τ_x, τ_y : x, y 方向の河床剪断力、 ρ :水の密度、 D^x, D^y : x, y 方向の拡散係数である。式(1)は連続式、式(2)は x 方向の運動方程式、(3)は y 方向の運動方程式である。運動方程式の移流項の差分法はCIP法を用いた。計算格子は流下方向に3.74m間隔を目標に設定し、横断方向は8分割の非正方格子を作成した。境界条件は上流端を流入境界、下流端を自由流出とし、護岸の位置に壁境界を設置した。

また、岩崎川橋に堆積した流木の影響を河道粗度の設定によって表現した。

キーワード: 洪水, 洗掘, 二次元モデル, 流木

岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学社会環境工学科 019-621-6317

3. 結果

計算流量は、岩崎川上流にある煙山ダムの水位計の故障により当日のデータが欠損しているため、仮の値を設定して計算を行った。岩崎川橋の洗掘被害発生前に、下流の下海老沼橋上流部で堤防が決壊し、周辺の住宅地で浸水被害が発生した。越流によって決壊したと考えられる流量を岩崎川橋での被害発生流量と仮定して、流量を決定し計算を行った。

表 1 に本モデルで使用した計算条件を示す。また、図 2 に示すように、岩崎川橋の上流における越流被害箇所の検討のため、同橋左岸上流開口部から約 17m 上流から検討を行った。対象区間において横断面を右岸から左岸方向に 1 から 9 まで等間隔に、下流方向に約 3.5m 間隔で a から e まで番号を設定した。ただし流木の影響を考慮した計算結果の流下方向の番号は d', e' とした。流速の計算結果を図 3 に、水深を図 4 に示す。図 5 には流木の影響を考慮した場合の岩崎川橋上流の水深の比較を示す。

表 1：計算条件

パラメータ	値
上流端からのピーク流量(m³/s)	30
マンニングの粗度係数(s/m³)	0.04
流木の影響を考慮するために用いたマンニングの粗度係数(s/m³)	0.08
出力時間間隔(s)	50
計算時間(h)	10
計算断面の数	106

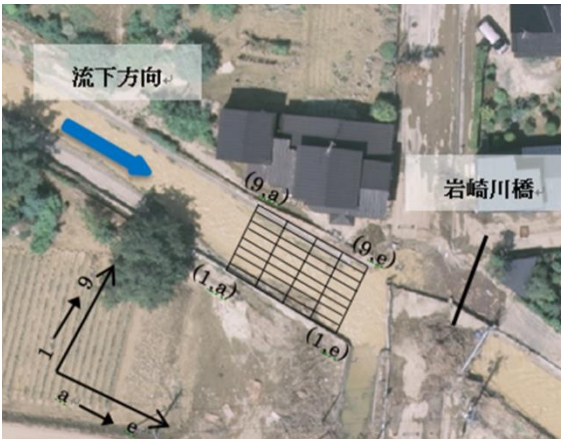


図 2：岩崎川橋の航空写真(写真は岩手県河川課提供)

図 3 の流速分布をみると、左岸際では約 0.6~1.5m/s の流速が生じているが、右岸際では生じていない。また、図 4 より洗掘被害発生時に岩崎川橋の左岸上流開口部から約 17m 上流で越流が生じ、流れの左右不均衡が生じていたことが予測される。

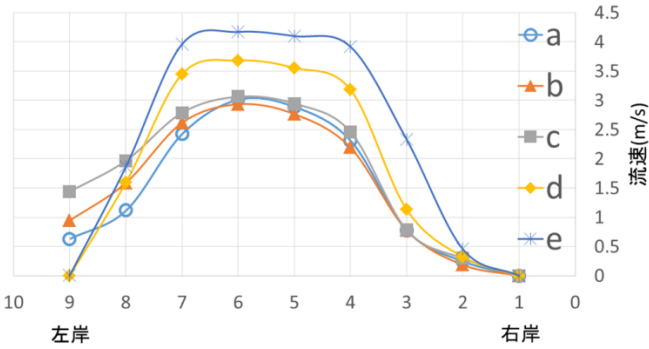


図 3：流下方向の流速分布

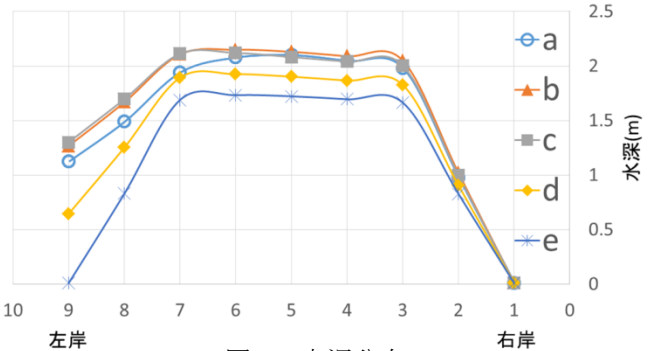


図 4：水深分布

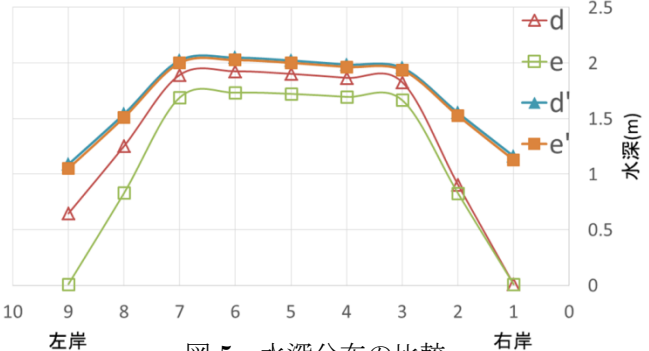


図 5：水深分布の比較

一方、実際の洗掘箇所は、橋の上流開口部から約 6.3m 上流を始点とし、橋台背後に至る距離約 19.4m の区間である。越流した位置よりさらに下流で洗掘が生じた要因を本研究結果では予測することができなかった。左岸だけで護岸洗掘が発生した理由として、岩崎川橋の右岸上流で用水路が合流していること。また橋に堆積した流木に偏りが生じていた可能性が考えられる。

図 5 より流木の影響をマンニングの粗度係数により与えると、岩崎川橋上流で水位の上昇が確認でき、流木の影響が左岸側の護岸の越水被害発生を早めたことが予測される。

4. 参考文献

1)野村一至，渡辺一也：汎用モデルを使用した 2 級河川に関する河川管理手法の検討，地球環境研究論文集，第 22 巻，2014