

東北地方太平洋沖地震津波の河川遡上氾濫による河川堤防被害に関する研究

埼玉大学大学院 学生会員 ○佐藤 誠幸
 埼玉大学大学院 正会員 田中 規夫
 埼玉大学大学院 正会員 八木澤 順治

1. 目的

地震によって大津波が発生した際、沿岸部に甚大な被害を発生させるだけではなく、沿岸より数 10km 先まで河川を遡上し被害を発生させることがある。2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の津波においても河川を遡上した津波が堤防を越水した形跡が多く、多くの河川で確認された。同津波では堤防を越水した津波が堤防法尻付近を激しく洗掘し、堤防近傍の樹木や家屋の流失を引き起こす例が多く見られた。そこで本研究では、河川堤防被害が顕著であった阿武隈川を対象として、数値計算により河道内から内陸部への越流時間を算出し、河川堤防法尻部における堤防侵食量や落堀スケールと越流時間との関係性を評価することを目的とする。

2. 研究方法

1) 津波被災地の現地調査 2011 年 3 月から 5 月にかけて、津波被害を受けた阿武隈川周辺沿岸域において津波の痕跡調査を行い、また特に阿武隈川右岸において津波が堤防を越流した箇所の落堀・堤防侵食についてその大きさを計測した(図-1)。

2) 河川遡上津波の計算 津波計算モデルは、直交座標系を用いて図-2 のようなメッシュサイズの異なる計算領域を設定し、ネスティングによって大領域・小領域間で流量、水位の補間を行うものである。基礎方程式は水深が十分に大きい領域については線形長波式を、水深の浅い領域については非線形長波理論式を用いた。初期条件は、藤井・佐竹¹⁾の断層モデルを用いて変位を与えている。

(3) 数値計算結果の検証 数値計算結果の検証として、①河口の荒浜水位観測所への津波到達時刻、②阿武隈川の右岸・左岸沿いの痕跡水位、③阿武隈川左岸沿岸部における痕跡水位(図-3)を、検証材料として総合的に判断した。その結果、断層モデルによる初期変位を 0.9 倍して解析を行った結果が実現象をもっとも精度よく再現したため、本研究では断層モデルによる初期変位を 0.9 倍して数値計算を行った結果により算出した越流時間を用いた。

3. 結果および考察

図-4 に越流時間と落堀の単位幅あたりの体積との関係(図-4(a)、堤防侵食率(図-4(b))との関係を示す。一般的に越流時間が長いほど侵食・落堀のスケールは大きくなると考えられるが、本研究においても越流時間が 400 秒を越えると堤防侵食率が増加し、堤防背後の落堀のスケールも大きくなる傾向が確認された。一方で、解析上の越流時間

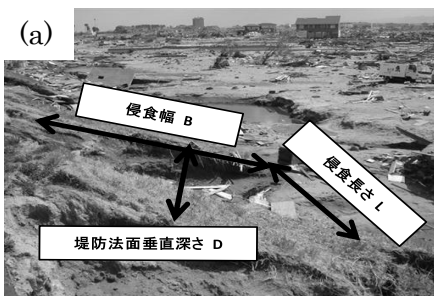


図-1 堤防侵食と落堀の定義図 (a) 堤防侵食, (b) 落堀

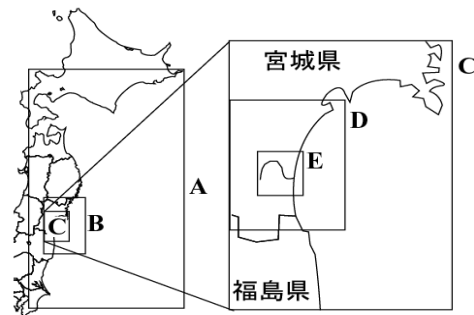


図-2 数値計算領域 (左: A から C 領域の計算範囲, 右: C から E 領域の計算範囲)

キーワード 河川遡上、堤防侵食、落堀 連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院
 理工学研究科 TEL 048-858-3564 E-mail: tanaka01@mail.saitama-u.ac.jp

が 200 秒に満たない地点においても、大きな落堀と堤防侵食が発生している。この原因としては、阿武隈川下流の亘理大橋によるせき上げが考えられる。実際にはより長い時間かつ大きな水深で越流が生じたことで落堀や堤防侵食が大きくなったものと考えられる。また、図-4(b)に示す Point 1,2,3 は近接しているため越流時間はほぼ同じであるものの、侵食率は大きく異なっていた。この原因としては、河口砂嘴や堤防線形の形状が、津波の遡上に影響を及ぼしたためであると考えられる。上記のような波の影響のほかには阿武隈川では土堤法面にコンクリート製の斜面や階段が設置されている箇所があり、その付近で大きな侵食が見られた。大きな地震動により、コンクリートと土との境界面に亀裂ができやすくなり、その隙間に越流水が入り込むことで侵食が発生したと考えられる。以上のことから、津波の河川遡上による堤防被害を精度よく把握するためには詳細な地形条件や橋桁影響を考慮すべきであることがわかる。また、越流時間の短縮が堤防侵食と堤防背後の落堀形成の軽減につながるといえる。今回の津波氾濫に関しては、決壊しなかった地点においても堤防の 25% 程度までの侵食が確認された。河川遡上において越流時間を短くし法面侵食を抑えることが決壊を含む河川堤防の被害を軽減することから、堤防高さや堤防幅の検討を行うことに加え、400 秒程度（橋脚付近を除く）であった法面の耐侵食性を、より高めることが必要である。

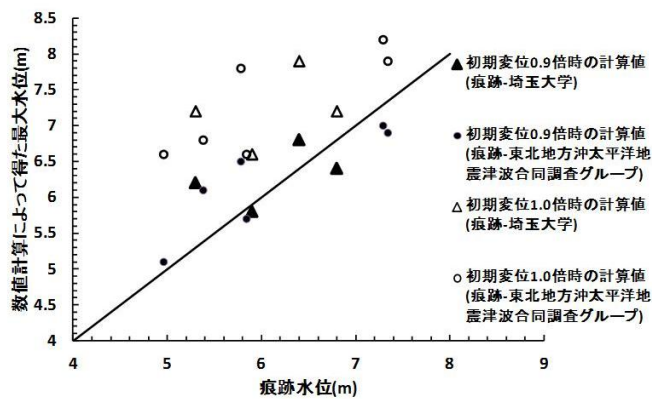


図-3 阿武隈川周辺の沿岸域における痕跡水位と解析水位との比較

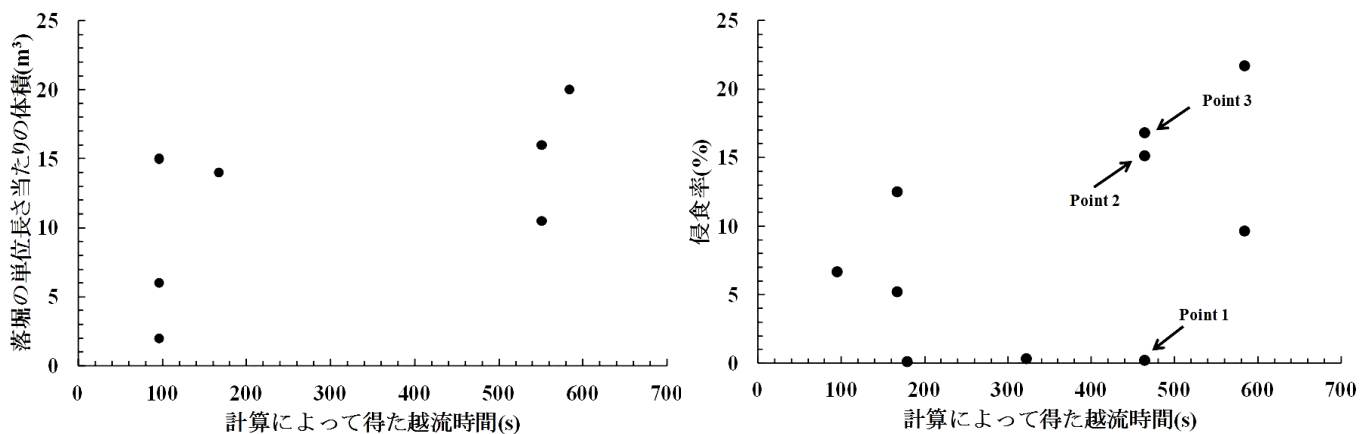


図-4 越流時間と洗掘量の関係 (a)落堀, (b)堤防侵食

4. 結論

阿武隈川を対象とした数値計算より、現地調査から得られた最大浸水深や堤防からの越流水深を概ね再現できることを確認した。本計算で算出した越流時間と堤防侵食量の比較を行った結果、阿武隈川では 400 秒程度の越流時間では堤防侵食がそれほど生じず、それ以上になると急激に侵食されることがわかった。また、堤防被害においては、河口の砂嘴や堤防の形状などの局所的な地形条件が大きく影響する可能性があることがわかった。

謝辞：国土交通省東北地方整備局仙台河川国道事務所には多数の貴重な資料を提供頂いた。また、アジア・アフリカ学術基盤形成事業(コーディネータ・田中規夫)経費の一部を使用した。記して謝意を表します。

参考文献

- (1)藤井雄士郎, 佐竹健治: 2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震の津波波源 (暫定結果 Ver. 4.6) , (http://iisee.kenken.go.jp/staff/fujii/OffTohokuPacific2011/tsunami_ja.html 参考)