

建物を考慮した千曲川破堤による浸水の数値解析

三井共同建設コンサルタント 正会員○佐藤大介

中部大学工学部都市建設工学科 正会員 武田 誠

京都大学防災研究所 正会員 川池健司

信州大学工学部水環境・土木工学科 正会員 豊田政史

1. はじめに

本研究では、2019年10月に発生した千曲川の破堤による浸水を対象とし、破堤箇所において、いくつかの条件を設定し、計算値と観測値の比較から境界条件および計算結果の妥当性評価を行う。さらに、破堤箇所近傍を対象に建物を考慮した詳細な解析を行い、計算精度の検証と氾濫解析における建物考慮の重要性について考察する。

2. 計算方法

直交座標系の平面2次元不定流モデルを用い、千曲川は非計算領域として取り扱った。また、地盤の高い箇所を非計算領域とし、1次元配列を用いて計算効率の向上を工夫した。破堤箇所には水深を与え、浅川樋門の排水を考慮した。

2. 広領域および狭領域における計算条件¹⁾

10m格子を用いた広領域を図-1に示す。この領域では越水や千曲川左岸57.5k付近の堤防決壊(約70m)により、広範囲に浸水が広がった。ここでは破堤箇所からの河川水の流入のみを考慮する。千曲川左岸57.4k地点の危機管理型水位計の情報を活用し、破堤地点付近の住民の「13日4時過ぎに大きな音がした」という証言からこの時間を破堤時間と仮定し、近くの観測所の水位情報を考慮して破堤箇所の河川水位を設定した。堤内地への流入条件として図-2の5CASEを設定した。また、浅川樋門およびポンプの排水を考慮した。さらに、狭領域として、図-1の白枠で囲まれた破堤点近くの領域を対象とする。この領域を2m格子で表現し、地盤高は10m格子の情報をを用いたが、建物格子は水が通らない非計算格子とした。破堤箇所には広領域の計算と同様に水深変化を与え、開境界は広領域の計算された水深を与えた。

3. 広領域の計算結果

図-3に二瓶ら²⁾による痕跡水深と各CASEの最大浸水深の関係を示す。痕跡水深と最大浸水深の差のRMS値はA:0.479m, B:0.793m, C:0.594m, D:0.544m, E:0.484mであった。また、浸水面積はA:9.87km², B:8.39km², C:9.05km², D:9.33km², E:9.73km²であり、実績(9.5km²)と比べてB, Cは過小評価であった。流入箇所の延長がAと同等または大きいにもかかわらずB, Cの水量が小さかった理由として、流入格子の隣の堤内地格子に2方向から氾濫水が流入し、水深が増加したことで境界値との差が減少し流入量が減少したと考えられる。破堤箇所近傍の結果も考慮し、CASE Eが適切と考え狭領域の検討を進めた。

キーワード 台風19号, 千曲川, 破堤氾濫, 浸水解析, 建物

連絡先: 中部大学, 〒487-8501, 愛知県春日井市松本町1200 TEL: 0568-51-1111, FAX: 0568-51-0534

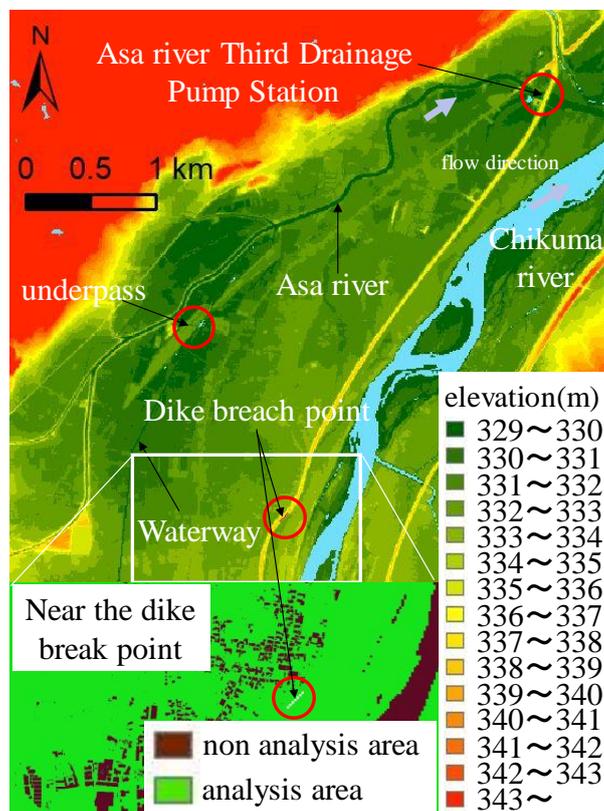


図-1 計算領域

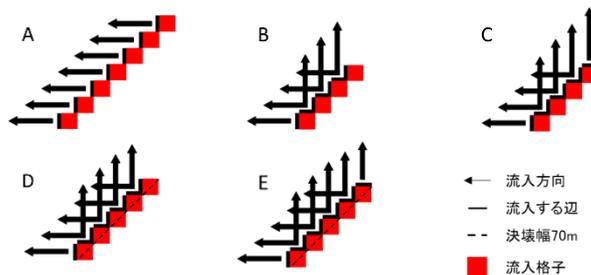


図-2 各CASEにおける流入条件

4. 狭領域の計算結果

建物の有無による最大浸水深を図-4 に示す。本図では破堤箇所近くで両者の差が生じている。破堤箇所近くでは流速も大きく、建物があると流水の阻害や抵抗が増すため、建物が無い場合と比べて大きな浸水深になったと考える。また、痕跡水深と最大浸水深の差の RMS 値は、建物非考慮の場合：0.541 m，建物考慮の場合：0.362 m と、建物を考慮した方が精度の高い結果となった。

旧耐震基準³⁾を用いた建物被害の状況（最大値による判定）を図-5 に示す。CASE 1 は建物すべてを考慮した場合、CASE 2 は流出の建物を、CASE 3 は流出と損壊の建物を除いた場合である。本図から、判定基準を上回る場所に被害を受けた建物が位置しており、判定基準の妥当性が示された。また、流出を考慮した場合、遠方まで大きな流体力が延びていることから、建物被害が生じ、流れが変わり、新たに建物被害が生じている状況も想定され、建物被害の時間変化とその流水への影響も今後検討すべき課題といえる。

6. おわりに

令和元年台風 19 号の長野県千曲川破堤による浸水を対象に、実測値と解析値の比較から解析モデルの妥当性が示された。また、狭領域の解析から、計算結果の精度向上が見られ、建物を考慮することの重要性が改めて示された。

- 参考文献 1) 国土交通省北陸地方整備局，千曲川堤防調査委員会資料 <http://www.hrr.mlit.go.jp/river/chikumagawateibouchousa/chikumaga-03.pdf> (2021 年 3 月 27 日確認)
 2) 二瓶ら，千曲川穂保地区痕跡水深データ 191031，令和元年度台風 19 号豪雨災害調査団中部地区資料，2019。
 3) 国土交通省：流体力による建物の倒壊等条件の計算例，洪水浸水想定区域図作成マニュアル(第 4 版), 参考資料 1, pp.viii- x iii, 2015/7/15。

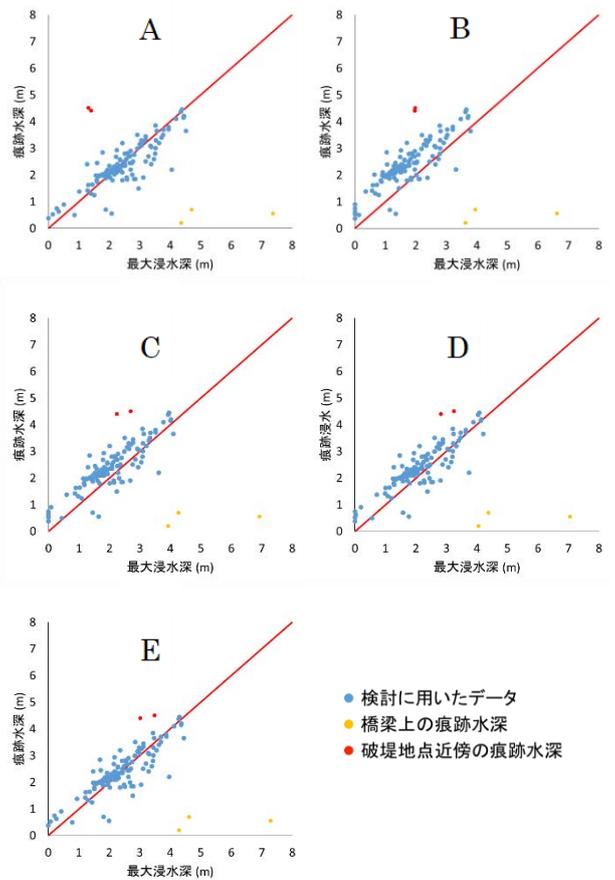


図-3 痕跡水深と最大浸水深の関係

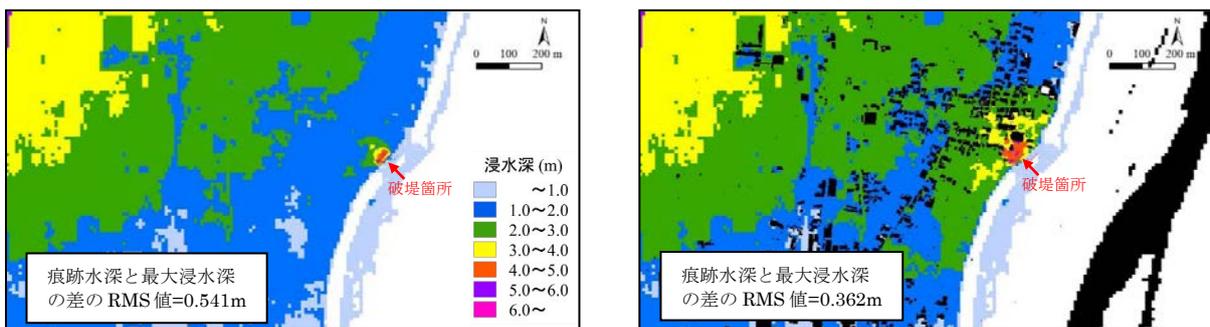


図-4 最大浸水深 (左：建物非考慮 右：建物考慮)

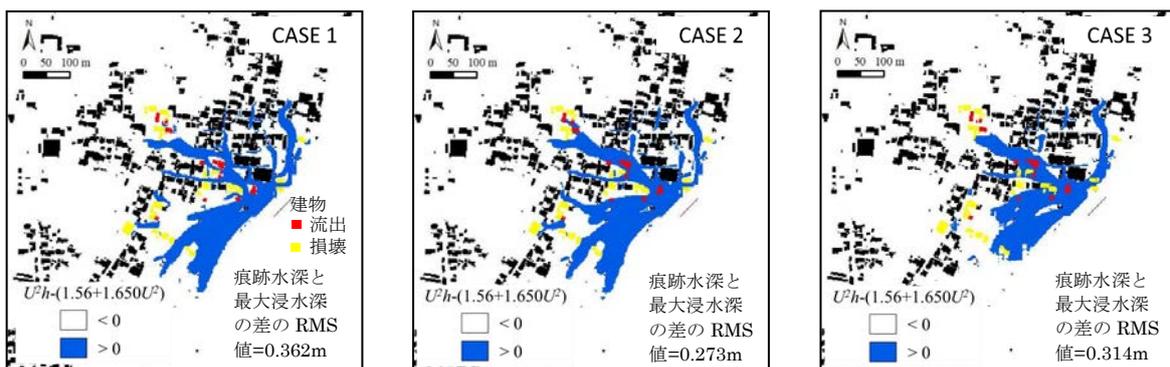


図-5 旧耐震基準を用いた倒壊評価