

H27 年東北豪雨に伴う渋井川の洪水氾濫計算と氾濫流の流体力評価

東北大学工学部 学生会員 ○杉井伸之

東北大学災害科学国際研究所 正会員 呉 修一

東北大学災害科学国際研究所 正会員 有働恵子

1. はじめに

H27 年 9 月 9 日から 11 日にかけて、台風 17 号、18 号の豪雨の影響で鳴瀬川水系渋井川の堤防決壊に伴う洪水氾濫が大崎市古川西荒井地区で生じ、住宅の床上・床下浸水や農地の冠水などの大きな被害が生じた。土木学会の平成 27 年 9 月鳴瀬川水系渋井川豪雨災害調査報告¹⁾によると、渋井川と多田川の合流部の背水効果により、渋井川の水位が上昇し堤防が浸透破壊したものと推測されている¹⁾。本洪水氾濫による建物の大破や流出等の甚大な被害は生じなかった。しかし今後本洪水よりも大きい洪水が起こり、氾濫による被害が出る可能性を検討する事は極めて重要である。本研究では渋井川の洪水再現計算を実施することで洪水氾濫メカニズムを評価するとともに、可能最大洪水及び可能最大流体力を評価することを目的とする。

2. 研究手法

鳴瀬川は宮城県の中北部に位置しており、本研究の対象流域は鳴瀬川(下中の目～三本木橋)、多田川、渋井川、名蓋川、渋川である。渋井川、名蓋川、渋川は一級河川鳴瀬川水系多田川の支流であり、流域面積はそれぞれ約 16.1 km²、20.5 km²、32.4 km²である。

可能最大洪水とは物理的に起こり得る最大流量の洪水の事である。可能最大洪水の算定については角屋・永井²⁾による手法を利用する。本手法は気候変動の影響を考慮できてはいないが、可能最大洪水を容易に算定できる利点を持つため、本研究で用いる事にした。

3. 降雨流出・洪水氾濫モデルと本論文で使用したデータ

本研究で使用する洪水氾濫計算には、降雨流出計算、河道部の洪水追跡計算、洪水氾濫計算の 3 つのモジュールが存在する。降雨流出計算では渋井川流域雨量を入力値として Kinematic Wave³⁾ 法に基づき降雨流出量を算定した。河道部の洪水追跡計算においては降雨流出解析で得られた流量を渋井川への横流入量として、1 次元不定流の式を解いている。その後、河川からの氾濫流を 2 次元不定流の式を用い計算を行う。この計算では 10m×10m の計算格子を設定し、対象流域付近の 10m メッシュ標高データを与えた。算定した流速、水深から氾濫流が家屋に与える力である流体力を(1)式で算定する。

$$F = \frac{1}{2} C_D u^2 h \quad (1)$$

ここに、 F :単位幅抗力[kg/s²], C_D :抗力係数 1.0, ρ :水の密度[1000kg/m³], u :流速[m/s], d :水深[m]である。

4. 計算結果

(1)2015 年洪水イベントの洪水氾濫計算結果

2015 年 9 月 10 日 6:00 から 12 日 12:00 までの計算を行い渋井川周辺の洪水氾濫おける流速、水深、流体力の各格子の最大値を抽出した。流速に関して、0 から 0.3 m/s の値が、水深は 0 から 1.5 m の値が、流体力は 0 から 50 N/m が広く分布する計算結果となった。越村・萱場⁴⁾によると、家屋壁面に作用する単位幅あたりの抗力は 20 kN/m が大破以上の閾値になるとされており、本計算での流体力の最大値は破堤地点付近で 4 kN/m と閾値よりも小さい結果となったことから、再現計算では家屋の流出が生じるほどの流体力は発生していないことが確認でき

キーワード 渋井川 洪水氾濫 家屋被害

連絡先 〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1 TEL022-752-2114

た。

(2)可能最大洪水イベントの可能最大流体力評価

可能最大洪水の計算結果は、各河川のピーク流量は渋井川 308 m³/s, 名蓋川 380 m³/s, 渋川 564 m³/s, 多田川 1722 m³/s であった。可能最大洪水における渋井川若木橋地点における水位が堤防高を約 1.5m 程度越えたことから、可能最大洪水の場合は越流してしまうという結果となった。可能最大洪水イベントで氾濫計算をし、(1)と同様に最大流速、最大水深、最大流体力を抽出した。流速に関して、0.3 から 0.6 m/s の値が、水深は 0.4 から 1.6 m の値が、流体力は 100 から 300 N/m が広く分布する計算結果となった。本計算での流体力の最大値は破堤地点付近で 7 kN/m と閾値よりも小さい結果となったことから、可能最大洪水イベントでも家屋の流出が生じるほどの流体力は発生していない結果が確認できた。

5. まとめ

以下、本論文より得られた主要な結論を列挙する。

- 1) 2015 年渋井川洪水に降雨流出・洪水氾濫モデルを適用することで洪水再現計算を行うことが出来た。
- 2) 洪水氾濫流の流体力最大値は破堤地点付近で 4 kN/m と既往研究で示された閾値よりも小さい結果となったことから、再現計算の状況では家屋の流出が見られないことが確認できた。
- 3) 渋井川流域における可能最大洪水を算定した。洪水追跡計算で得られた水位が堤防高を越えており、可能最大洪水の場合では越流するという結果が得られた。
- 4) 洪水氾濫流の流体力最大値は破堤地点付近で 7 kN/m と既往研究で示された閾値よりも小さい結果となったことから、可能最大洪水イベントでは家屋の流出が見られないことが確認できた。

参考文献：

- 1) 呉・森口・馬淵・堀合・小森・渡辺・松林：平成 27 年 9 月渋井川・渋川・名蓋川・大江川豪雨災害調査報告（第 2 報），2015 年 11 月 8 日。
http://donko.civil.tohoku.ac.jp/FieldSurvey20150910/PDF/ShibuiRiver_ver2.pdf
- 2) 角屋・永井：洪水比流量曲線へのアプローチ，
京都大学防災研究所年報，Vol. 22B-2, pp. 1-14, 1979.
- 3) 呉・山田：表面流の発生機構を考慮した斜面多層降雨流出計算手法に関する研究
土木学会論文集，第 49 巻，2005 年 2 月。
- 4) 越村・萱場 1993 年北海道南西地区沖地震津波の家屋被害の再考 - 津波被害関数の構築に向けて - 日本地震工学会論文集 第10 巻，第3 号，2010.

謝辞：

本研究は、科学研究費助成事業（若手研究(B)，課題番号：15K18120）の助成を受け実施された。

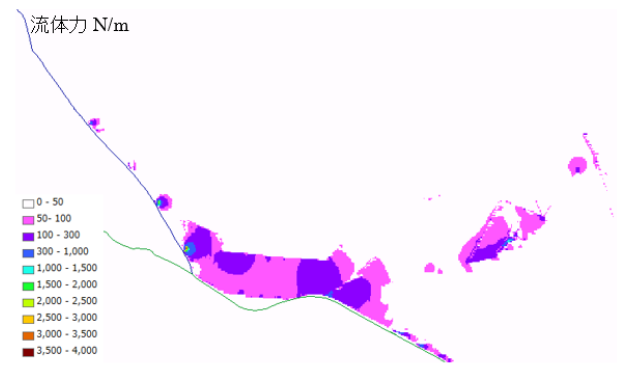


図-1 渋井川周辺の洪水氾濫における最大流体力 (N/m) の計算結果

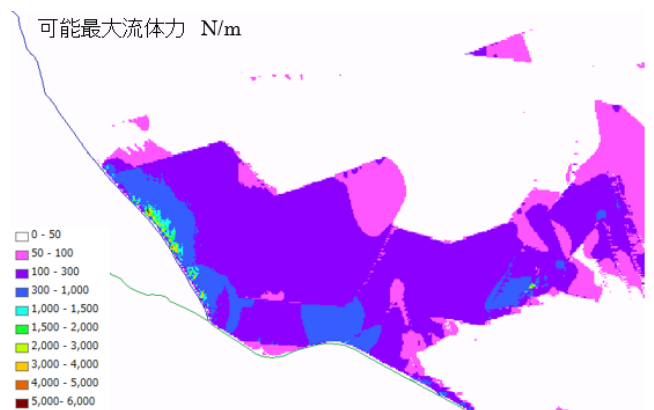


図-2 渋井川周辺の可能最大洪水氾濫における最大流体力 (N/m) の計算結果