

令和元年東日本台風を対象とした逢瀬川の外水氾濫解析

日本大学工学部 学生会員 ○菅野 広樹
日本大学工学部 正会員 朝岡 良浩

1. はじめに

近年、日本各地で大水害が連続的に発生しており、河川の治水計画の早期完遂が強く望まれている。2019年に被災した阿武隈川では整備計画を前倒しにして緊急治水対策プロジェクトが開始されているが、実際には効率のよい堤防嵩上げが先行し、他の整備は後回しにされている。この取り組みは阿武隈川のみで計画されており全国的にみれば目標安全度の達成にはかなりの時間を要すると考えられる。さらに水害頻発化が進むことから治水計画の見直しが考えられているため、改定すれば未完成状態が長期化する恐れが高い¹⁾。

2019年10月の令和元年東日本台風（台風19号）により、阿武隈川の支川にあたる逢瀬川で本川の流量が増えたことで、本川から逢瀬川に背水し、さらに合流式下水道の一部が逢瀬川に放流されたことにより逢瀬川の水位が上昇し越水による外水氾濫が発生した。本川の整備が進むことで、支川への背水が深刻化する可能性がある。

2. 目的

本研究は、台風19号における逢瀬川の氾濫再現を行い、外水氾濫解析を行う。また、本川の水位増加が支川への背水と氾濫に及ぼす影響を評価する。

3. 対象地域

本研究は、逢瀬川の下流部の富田観測所、中間地点の逢瀬橋、阿久津観測所の区間を研究対象地域とする（図-1）。逢瀬川の流路延長26.1km、流域面積が82.2km²、計画高水量520m³/s、計画降水量167.6mm/日、福島県郡山市を流れる阿武隈川水系一級河川である。また、富田観測所、阿久津観測所は常に1時間インターバルで水位を観測しているが、逢瀬橋は設定した観測開始水位に到達すると観測を開始するようになっている。

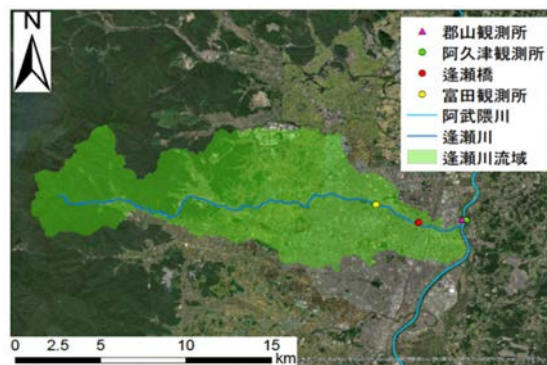


図-1 逢瀬川流域

4. 研究方法

本研究は、河川流れおよび氾濫流ともに、水平方向の運動が卓越していると仮定し、鉛直方向の流速等を見捨て、平面二次元氾濫解析を行った。氾濫流の基礎式には下記の浅水方程式を用いた。

$$\text{連続の式} \quad : \quad \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = q_m \quad (1)$$

$$\text{運動方程式 (x 方向)} : \quad \frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial (uM)}{\partial x} + \frac{\partial (vM)}{\partial y} = -gh \frac{\partial (z_b + h)}{\partial x} - \frac{gn^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (2)$$

$$\text{運動方程式 (y 方向)} : \quad \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial (uN)}{\partial x} + \frac{\partial (vN)}{\partial y} = -gh \frac{\partial (z_b + h)}{\partial y} - \frac{gn^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (3)$$

ここに、 h :水深、 u , v :それぞれ x , y 方向の流速、 M , N :それぞれ x , y 方向の流量フラックス（単位幅流量）で、 $M=uh$, $N=vh$, q_m :単位面積当たりの地上への流入量（降雨や下水道への流出等）、 z_b :地盤の標高、 n :粗度係数、 g :重力加速度、 t :時間である。

この浅水方程式を計算するために、複雑な地形を柔軟に表現でき、解像度の高い結果を要求する箇所の格子みを詳細にとり、計算効率を上げることができる三角形格子による有限解析法を用いた²⁾。計算領域の上流端および下流端には富田観測点と阿久津観測点の観測データを用いた。また $dt=1s$ とした。

キーワード 越水、背水、浅水方程式、有限体積法、支川

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定中河原 1 日本大学工学部土木工学科 TEL 024-956-8732

氾濫再現計算の期間は令和元年台風19号の10月11日0:00から10月15日0:00までとし、シミュレーションの検討として対象地域の中間地点である逢瀬橋の観測水位と計算結果から出た水位を比較した。次に、境界条件として使用する下流端の流量を10%増やしたケースと10%減らしたケース、2種類の数値実験を行った。下流端の境界条件として使用した水位を図-2に示す。

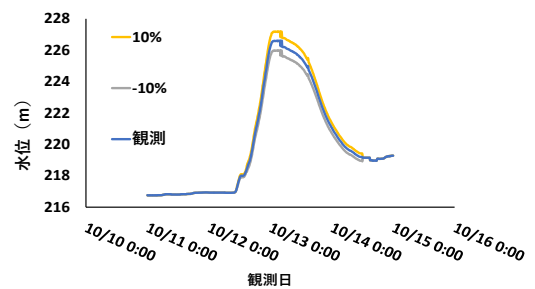


図-2 阿久津観測所水位

5. 結果および考察

逢瀬橋の観測水位と3つのシミュレーションによる逢瀬橋の水位の変化を図-3に示す。またシミュレーションによって得られた浸水域を図-4から図-6に示す。シミュレーション結果と実測値を比較すると水位のピーク時の値がほぼ一致しているためシミュレーションはある程度の妥当性が確認できる。

シミュレーションの結果では、逢瀬橋の水位が台風19号では226.955m、下流端の流量を10%増加したケースが227.478m、10%減少したケースで226.554mとなった。最大氾濫域は台風19号では1.21km²、10%増加したケースは1.74km²、10%減少したケースは0.94km²となった。流量を10%増減させた値を比較すると、水位が0.923m、氾濫域は0.8km²の差が生じた。

今回、下流端の境界条件を変化させ、上流端を固定した値で河川流れと氾濫のシミュレーションを行い、本川の整備状況によって支川の氾濫域が変化することを確認した。

謝辞

本研究は株式会社シビルソフト開発より技術支援を受けた。また、福島河川国道事務所および福島県県中建設事務所から河川整備に関する資料提供を受けた。ここに謝意を示す。

参考文献

- 1) 石川忠晴（2020）：上流域での計画的氾濫による治水安全度向上の可能性について「流水型遊水地」の提案，水循環 貯留と浸透，Vol.117，pp.4-9.
- 2) 川池健司（2017）：浸水被害規模予測のための数値解析法，豪雨のメカニズムと水害対策 降水の観測・予測から浸水対策，自然災害に強いまちづくりまで，株式会社エヌ・ティー・エス，p.131-133.

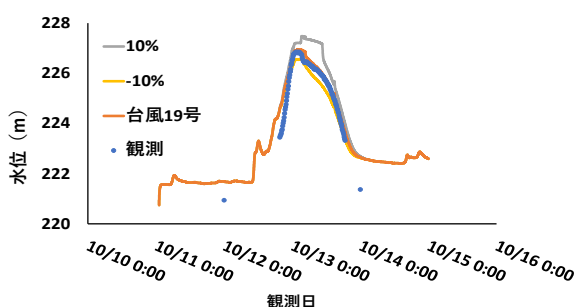


図-3 逢瀬橋の水位



図-4 最大浸水域



図-5 10%増加した最大浸水域



図-6 10%減少した最大浸水域