

浸水解析によるバックウォーター現象の評価について

株式会社 テイコク ○はぜ峰生, 細江良太, 若園陽司
川島正史, 加藤沙椰, 加藤剛

1. はじめに

近年、集中豪雨による水害が頻発している。平成29年7月の九州北部豪雨災害や平成30年7月と令和2年7月の西日本を中心とした豪雨災害では甚大な洪水被害が生じた。西日本の豪雨災害ではバックウォーター現象により背水区間での堤防決壊が生じ、浸水が広範囲に及んだ¹⁾。

国土交通省及び都道府県では、洪水予報河川及び水位周知河川に対して、洪水による被害の軽減を図るために、河川が氾濫した場合に浸水が想定される区域を洪水浸水想定区域として指定²⁾し、洪水浸水想定区域図等を公表²⁾している。

本業務では、一級河川（本川）の支川に対して、平成27年水防法改定に伴い³⁾洪水浸水想定区域図の更新を行った。対象河川は、洪水時に支川水位が本川水位の影響を受けるバック堤で構築されており、想定最大規模の降雨ではバックウォーター現象が懸念された。よって、本川水位に支川と同じ洪水の水位波形を与えて解析し、河道水位、浸水位を評価することでバックウォーター現象の時間的な挙動を評価した。

2. 対象河川の概要と課題

(1) 対象河川の概要

対象河川は図-1に示すように一級河川（本川）の支川に相当する。本川の流域面積1040km²に対して、支川は流域面積が84km²と1/10以下である。

支川下流の右岸側には、市の中心部が立地し、家屋や小中学校の公共施設、さらには国道、JR等の重要施設が集中しており、支川で氾濫やバックウォーター現象が生じた場合、人命、財産に大きな被害が及ぶ可能性がある。



図-1 対象河川の流域状況(地理院地図⁴⁾より)

(2) 業務上の課題

洪水浸水想定区域図作成マニュアル(第4版)³⁾によると、想定最大規模の河道出発水位は、そのピークを計画高潮位とし、洪水流量のピークと重なるように設定する

ことを基本としている(ピーク合わせ:高潮の影響考慮)。しかし、計画高潮位が設定されていない河川では河道計画検討に用いている出発水位とし、気象条件、氾濫条件等を考慮して設定する。

一方、中小河川の手引き(案)⁵⁾では、本川と支川の間で合流時差等が判明していれば、支川のピーク流量生起時における本川水位、又は本川最高水位時にける支川合流量を境界条件として与える(バック堤)。(本川と支川で異なる流出計算方法を用いている場合の方法は記載を省略)

一般に支川に対する下流端の境界条件は、気象条件、氾濫条件等を考慮して適切な方法を採用するため、氾濫解析時における下流端条件の設定方法が課題となった。

3. 課題への対応方法

(1) 本川と支川との合流時差

本川と支川との流域面積を考慮すると合流時差が大きいものと想定される。よって、表-1の条件により、同時解析を行い本川と支川の河道水位を算定した。図-2に示すように支川は5時間30分後にピークに達するのに対して、本川は15時間50分後にピークになる。合流時差は約10時間となった。

表-1 解析条件

	A河川(本川)	B河川(支川)
流域面積(km ²)	1040	84
流出計算	貯留関数法	貯留関数法
洪水波形	平成14年8月洪水	平成14年8月洪水
水理計算手法	一次元不定流計算	一次元不定流計算
ピーク時間	15時間50分後	5時間30分後

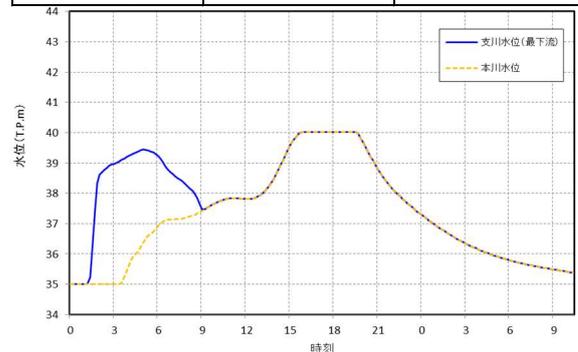


図-2 河道水位と時刻

(2) 支川の下流端条件

支川の下流端条件として、一般に次の3Casesが考えられる。

Case1: 支川ピーク流量時における本川水位を境界条件

Case2: 本川最高水位時にける支川合流量を境界条件

Case3: 本川ピーク流量と支川ピーク流量を境界条件(ピーク合わせ)

Case3のピーク合わせが危険側の解析と想定される。しかし、対象河川では流域規模が大きく異なることや、また、本川上流に存在する防災ダムの洪水調節効果により、本川ピークと支川ピークとが合致することは非現実的である。よって、本解析では実現象を重視して、Case1とCase2とを組み合わせた解析を行った。すなわち、本川水位に支川と同じ洪水の水位波形を与えて同時解析を行い、支川の洪水浸水想定区域図を作成した。そして、同時にバックウォーター現象の評価を行った。

4. 浸水解析結果

図-3に支川の河道流量と越流量を示し、図-4～図-7に支流の越流量のピークから5～18時間後における浸水範囲を示す。

支川からの浸水範囲は、越流量がピークとなる約5時間後に最大となる（図-4参照）。その後、排水により浸水範囲は徐々に縮小し、約13時間後には右岸側は浸水範囲がなくなる（図-5参照）。しかし、本川水位がピークに到達する15時間30分頃からバックウォーター現象が発生し、支川の下流付近で再度、氾濫が発生する（図-6参照）。バックウォーター現象による氾濫は、約18時間後に最大に達する（図-7参照）。

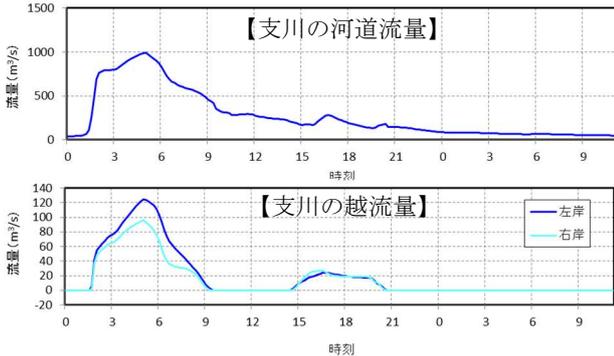


図-3 支川の河道流量と越流量



図-4 支川の浸水範囲【約5時間後】



図-5 支川の浸水範囲【約13時間後】

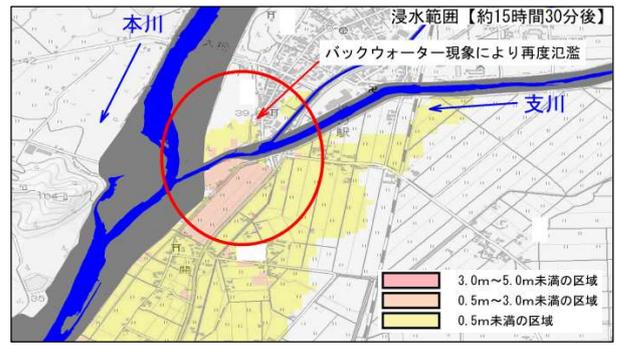


図-6 支川の浸水範囲【約15時間30分後】

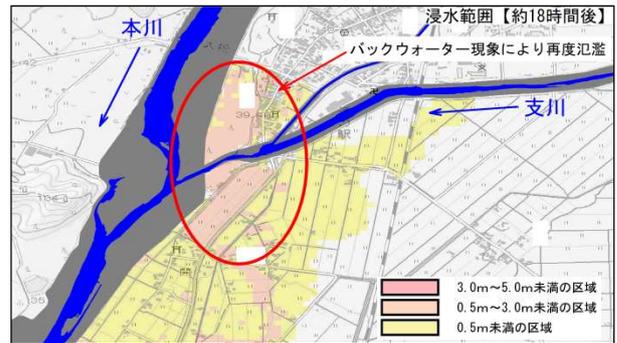


図-7 支川の浸水範囲【約18時間後】

5. おわりに

本業務では支川の浸水解析において、本川水位に支川と同じ洪水の水位波形を与えて解析することにより、支川の氾濫区域の他に、バックウォーター現象の時間的な挙動を評価することができた。

しかし、公表される洪水浸水想定区域図は、氾濫地点ごとの浸水計算結果を重ね合わせ、最大浸水位を表示したものである。よって、洪水浸水想定区域図からはバックウォーター現象の生起を読み取ることができない（専門技術者ならば浸水継続時間から推定可）。

近年、バックウォーター現象による水害が問題となっていることから、解析方法や公表方法についても、検討する必要があるものと考えられる。

《引用・参考文献》

- 1) 前田俊一・島田友典・矢部浩規：「堤防決壊の事例をもとに考察した背水区間での堤防の決壊現象について」, 河川技術論文集, 第25巻, 2019. 6
- 2) 国土交通省 水管理・国土保全 HP より
<https://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/tisiki/syozaiti/> (確認日: 2020. 7. 15)
- 3) 洪水浸水想定区域図作成マニュアル(第4版): 国土交通省水管理・国土保全河川環境課水防企画室 国土技術政策総合研究所河川研究部水害研修室, 2015. 7
- 4) 国土地理院 HP より
<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html> (確認日: 2020. 7. 15)
- 5) 中小河川計画の手引き(案) ～洪水防御計画を中心として～: 中小河川計画検討会, 1999. 9