

小規模河川氾濫解析にあたっての 課題と対応方策

垣崎 貴寛¹

¹ 河川部 水災害対策センター(〒460-8514 名古屋市中区三の丸2-5-1)

流域治水における水害リスク情報空白域解消に係る取り組みの基礎資料とするため、「小規模河川の氾濫推定図作成の手引き(R2.6)」に基づき、流下型の氾濫形態を呈する一級河川の支川等で氾濫解析等を実施し、課題の抽出と併せてその対応方策について検討した。

キーワード：流域治水、水害リスク情報、氾濫推定図

1. はじめに

令和元年東日本台風等による豪雨では、洪水予報河川又は水位周知河川に指定されていない一般河川及び二級河川(以下、小規模河川)での氾濫被害が多数発生した。このような小規模河川では、水害リスク情報が反映されておらず、水害リスク情報の空白地帯(以下、空白域)となっており、ハザードマップ等を確認した住民等が空白域を水害リスクが無いものと誤解する恐れがあるという課題が明らかになった。この空白域の解消のために水防法の改正がされ、浸水想定区域の指定対象河川数は約15,000河川増加し、第5次社会資本整備重点計画KPIでは令和7年度までに空白域の解消を目指している。

これらの河川全てについて従来通りに河道データや水位データを把握し、洪水浸水想定区域を指定するには多くの時間やコストを要することから小規模河川を効率的に解析するための「小規模河川の氾濫推定図作成の手引き¹⁾」(以下、手引き)が令和2年6月にとりまとめられた。

中部地方整備局でも、流域治水における「水害リスク情報の提供」のために空白域の解消へ向けた取り組みの推進、及び流域における排水対策等の基礎資料とするため、氾濫解析を実施した。本稿では、手引きに基づき氾濫解析を実施し、課題の抽出とその対応方策について検討した。

2. 「小規模河川の氾濫推定図作成の手引き」の特徴

「洪水浸水想定区域図作成マニュアル²⁾」及び「中小

河川洪水浸水想定区域図作成の手引き³⁾」(この二つを以下、既往のマニュアル)と手引きの氾濫解析方法の特徴を比較したものを表-1に示す。今回解析に用いる手引きは、破堤・決壊の氾濫要因と拡散型の氾濫形態の河川には用いることはできないものの、既往のマニュアルよりも少ない作成労力で氾濫解析が可能である。

表-1 氾濫解析方法の特徴の比較

マニュアル・手引き	氾濫解析の特徴														作成 労力
	氾濫要因		計算方法		流量計算		河道測量データ				氾濫形態				
	破堤 (決壊)	越水 (溢水)	平面 2次元不定流 解析	池モ デル	1次元 不等流計算 モデル	流出 計算モ デル 計画に 用いて いる	合成 合理式	横断 測量 データ	LP データ	国土 地理院 5mDEM	流下 型	貯留 型	拡散 型		
洪水浸水想定区域図作成 マニュアル(第4版)	○	○	○	×	×	○	—	必要	—	—	○	○	○	大	
中小河川洪水浸水想定区 域図作成の手引き(第2版)	○	○	×	○	○	○	—	必要	可能	—	○	○	×	↓	
小規模河川の氾濫推定図 作成の手引き	×	○	×	×	○	○	可能	—	必要	可能	○	○	×	小	

(1) 浸水範囲・浸水深計算作業量の軽減

既往のマニュアルでは平面2次元不定流解析や池モデル等を用いて浸水深等を計算するが、手引きでは1次元不等流計算手法を採用することで作業量が軽減される。

(2) 洪水流量計算作業量の軽減

氾濫解析において流量の検討は必要不可欠であり、流量観測の行われている大河川等では貯留関数法等を用いるのが一般的であるが、小規模河川では洪水流量未検討河川が多いため、合成合理式を採用することで、作業量が軽減される。下流区間で貯留関数法を用いている場合でも小規模河川であれば到達時間・対象降雨が異なると勘案する。但し、下流区間で既往の浸水想定が検討されている河川では流量の整合に留意する必要がある、その場合は流出係数を調整する。

(3) 測量作業の軽減

手引きにおける河道・氾濫原形状の設定はLPデータ及び数値標高モデルに基づいて実施が可能である。解消すべき空白域を持つ小規模河川は山間部にあることが多く、前述の通り対象河川数が多い上に広範囲に渡る。実測では移動時間も含むことから、労力を減らす効果は大きいといえる。

(4) 氾濫形態の限定

手引きにおいては1次元不等流計算を用いていることから、適用の対象河川は「流下型」及び「貯留型」の河川に限り、「拡散型」の河川は除いている。氾濫形態は地形条件などを考慮して分類される。

a) 流下型河川

谷底平野や河岸段丘など、氾濫水が河川に沿って流下する氾濫。氾濫水位が河川の縦断方向に水面勾配を持つ特徴をもつ。

b) 貯留型河川

輪中堤や盆地など、氾濫水が閉鎖型水域に貯留される氾濫。その水域内での氾濫水位はほぼ同一となる。但し、地形的に貯留型であっても河川の縦断方向に水面勾配を持つ場合は流下型として評価する。

c) 拡散型河川

デルタや後背湿地など、氾濫水が地形に応じて拡散する氾濫。今回の手引きでは適用外。

3. 手引きの適用範囲の確認

今回使用する手引きでは、前述の通り1次元不等流計算を用いており、氾濫形態が流下型又は貯留型であれば解析が可能であるとしている。しかし、手引きでは「氾濫解析の効率化事例の収集を継続し、必要に応じて本手引きの見直し及び参考事例の追加を行っていく必要がある」とあり、使用する手引きには見直しの余地があると考えられる。今回は河川の形状と氾濫形態について手引きに基づく1次元不等流計算と、従来の手法である平面2次元不定流解析を実施し、比較することで適用範囲の確認を実施する。

(1) 河川形状の適用範囲

手引きでは、流下型を対象に解析を行うこととなっている。しかし、実際の河川はほぼ直線的な河川も有れば湾曲を繰り返すような河川も存在する。単純な直線的河川であれば1次元不等流計算でも十分な精度が得られることは予測できるが、複雑に湾曲を繰り返すような河川では

解析結果の精度が十分でない可能性が考えられる。

a) 解析結果

湾曲部を含む河川の平面2次元不定流解析結果を図-1に示し、1次元不等流計算結果を図-2に示す。比較結果として、青丸範囲を確認すると概ね同等の浸水深の深さで評価できていることが分かる。しかし、黄色丸範囲においては、平面2次元不定流解析では0.01~0.5mを含んだ結果になっているのに対し、1次元不等流計算では0.5~3mになっているなど、浸水深が大きく評価されている。

b) 適用判定

図-2の黄色丸範囲については1次元不等流計算では死水域を設定して河川側の水位を背後地に適用するため、背後地の窪地は浸水深が大きく評価される。これは1次元不等流計算の限界ではあるが、局所的であること、過小評価ではないことから1次元不等流解析を用いても問題ないと判断できる。

よって、湾曲部のある河川においても手引きは適用可能であることが確認できた。

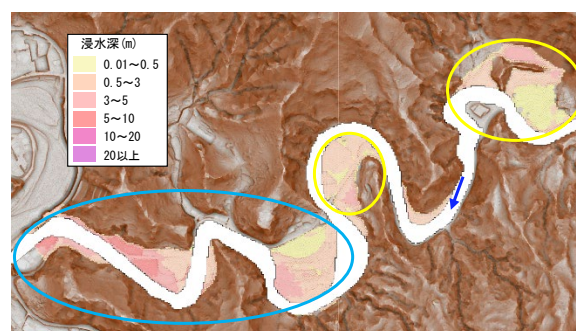


図-1 平面2次元不定流解析結果

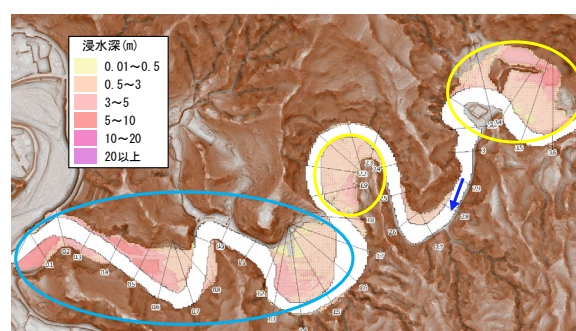


図-2 1次元不等流解析結果

(2) 氾濫形態の適用範囲

手引きで氾濫形態が流下型、貯留型に適用可能であるが、対象区間が流下型の区間と拡散型の区間が混在するような河川も存在する。こういった完全な拡散型と判定できない河川においても手引きの適用できる可能性が考えられる。

a) 解析結果

拡散型区間を有する河川の平面2次元不定流解析結果を図-3に、1次元不等流計算を図-4に示す。赤丸部分を比較すると、浸水範囲が大きく異なる評価となった。

b) 適用判定

解析結果が異なるのは、1次元不等流計算では、上流部で発生した溢水の流下を下流部で表現仕切れないためである。過小評価に繋がるため、1次元不等流計算を用いることはできないと判断した。

よって、拡散区間を有する河川においては手引きは適用できず、従来の解析手法を用いる必要があり、作業量の軽減に繋がらないことが確認できた。

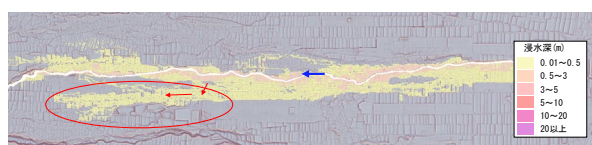


図-3 平面2次元不定流解析結果



図-4 1次元不等流解析結果

4. 氾濫推定図作成における課題と対応策

本項では、手引きによる解析を実施した上で確認できた課題とその対応方針について記載する。

(1) 暗渠区間のある河川

a) 課題

カルバートや高速道路等の高架が河川を横断し、上空から河川が確認できず、結果的にLPによって河川及び周辺地形が確認できない区間(以下、暗渠区間)がある場合、その区間の1次元不等流計算ができない。

b) 対応策

通常の解析であれば実測して解析することが望ましいが、LPデータから断面を作成している他の区間との精度のバランスが取れないため、暗渠区間のみの実測は行わない。暗渠区間については、上下流と同様の断面が確保されているものと想定し、上下流断面を連続して不等流計算を行うものとする。暗渠区間でも氾濫流は流下するが、氾濫量が不明確のため、氾濫推定図上は図-5の水色枠のように表示の対象外とする。

なお、暗渠区間等が1kmを超えるような場合、上下流を

別河川として設定し、上流側の下流端水位は等流水位として与える。

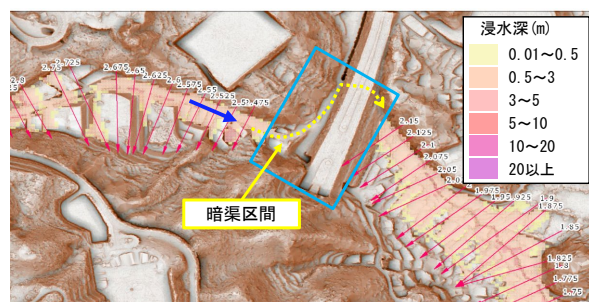


図-5 暗渠区間のある氾濫推定図

(2) 拡散型区間が混在する河川

a) 課題

明確に流下型あるいは拡散型とならず、区間内に流下型と拡散型が混在する河川は、3.(2)b)で記載したように拡散型の区間に手引きが使用できない。

b) 対応策

検討区間に拡散型の氾濫形態が混在する河川については、溢水した氾濫流による流量低減は見込まず、安全側の対応として下流側にも上流と同じ流量が到達するものとして扱う。

一連の不等流計算で水位を計算し、拡散型の区間は、図-6の状態から図-7のように浸水深分布図から除外する。

1次元不等流計算では、上流の氾濫が河川沿い以外で下流に伝播する状況は再現できないため、別途で従来通りの解析等で評価を行う必要がある。

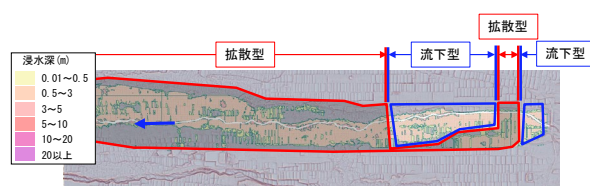


図-6 1次元不等流計算結果

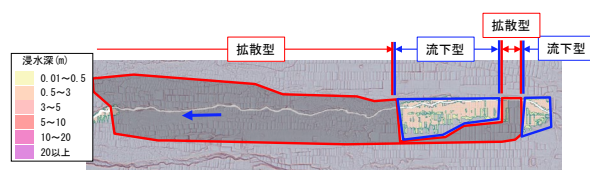


図-7 拡散域の除外後

(3) 溢水の拡散の可能性がある河川

a) 課題

上流の溢水する断面の水位より下流の溢水しない区間の断面の地盤が低く、溢水の氾濫流が下流部へ拡散される範囲がある。これも(2)と同様に1次元不等流計算で表現できない。

図-8(右)にこの現象が起こる地形の縦断面図イメージを示す。

b) 対応策

上流の溢水断面で低標高部へ浸水するが、すぐに山地となり大きく拡散するものではないため、図-8(左)の青枠部分は拡散型区間ではあるが非表示としない。ただし、下流側への拡散の恐れがあることを明記する。(赤丸及び注意書き)

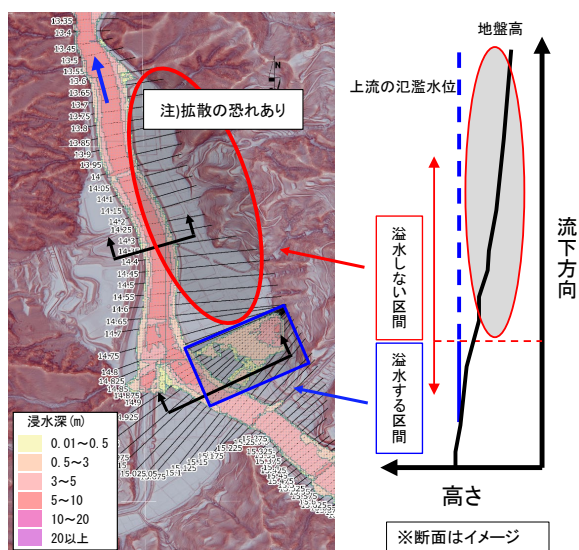


図-8 溢水の拡散の予測できる氾濫推定図

(4) 背後地が閉鎖的な河川

a) 課題

図-9 で示すように、山間部における湾曲部の旧河道(赤線部)など、上流部から流入した氾濫が下流から河川に抜ける場合や氾濫原が小規模な場合、氾濫体系が貯留型とはならず、閉鎖的な氾濫原を持つ拡散型河川に分類され、手引きが適用できない。

b) 対応策

このような区間は、「河道計画検討の手引き⁴⁾」などを参考に死水域を設定し、河川側の水位を背後地にレベルバックで与えて対応する。山間の複雑な湾曲線形区間において、流下方向の設定は困難なことから流下方向に適当な地形目標(図-10 の赤丸部分)を急拡部上流端及び死水域として対応する。

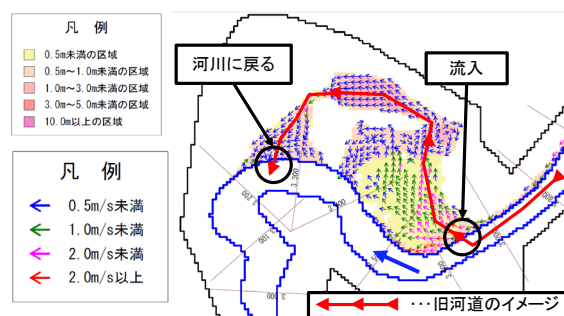


図-9 閉鎖的な氾濫原の拡散型河川

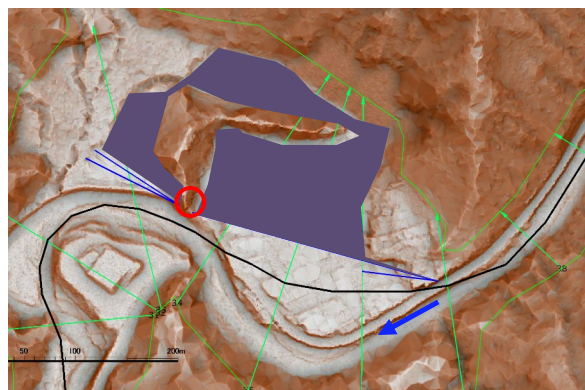


図-10 死水位域の設定

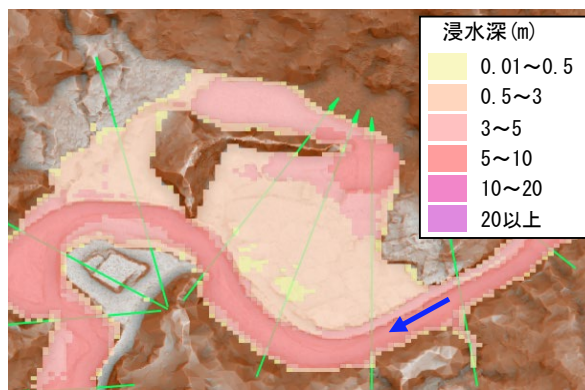


図-11 死水域を与えて作成した氾濫推定図

5. おわりに

氾濫形態が流下型の河川の場合、複雑な河川形状でも1次元不等流計算で十分な精度が得られ、LPデータが取得できれば内業作業のみで手引きによる解析が実施できるため、従来の手法よりも少ない労力で水害リスクの確認が可能であることが確認できた。

ただし、1次元不等流計算ならでは課題もあるため、氾濫推定図作成における「暗渠区間のある河川」「拡散区間が混在する河川」「溢水の拡散の可能性がある河川」「背後地が閉鎖的な河川」の4つの課題に対し、対応策を整理した。

今回確認した課題とその対応策を活用し、水害リスク情報の作成を通じ、流域治水の一助になればと考える。

参考文献

1) 小規模河川の深想定区域図作成の手引き(令和2年6月 国土交通省水管理・国土保全局 国土技術政策総合研究所)

2) 洪水浸水想定区域図作成マニュアル(第4版 平成27年7月 国土交通省水管理・国土保全局 国土技術政策総合研究所)

3) 中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き(第2版 平成28年3月 国土交通省水管理・国土保全局)

4) 河道計画検討の手引き(財団法人国土技術研究センター)