

小規模河川の洪水浸水想定区域図作成の手引き

令和5年7月

国土交通省

水管理・国土保全局 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 水害研究室

はじめに

水防法では、洪水時の円滑かつ迅速な避難を確保し、又は浸水を防止することにより、水災による被害の軽減を図ることを目的として、洪水浸水想定区域を指定することとなっている。洪水浸水想定区域の指定対象は従来、洪水予報河川及び水位周知河川としてきたが、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級河川及び二級河川（以下、「小規模河川」）での氾濫被害が多数発生し、水害リスク情報の空白地帯が、危険性のないものとして、住民等に水害リスクの誤解を与えるおそれがあるという課題が明らかになった。こうした課題を踏まえ、令和3年に水防法を改正し、洪水浸水想定区域の指定対象を住宅等の防護対象のある全ての一級河川及び二級河川に拡大した。これにより、新たに約15,000の小規模河川において、洪水浸水想定区域の指定や洪水ハザードマップの作成が必要となっている。

小規模河川の数膨大であるため、それらすべてについて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。そのため、一部の都道府県では小規模河川でも洪水時に浸水が推定される範囲等を独自の手法で推定し、公表する取組が行われている。また、国では航空レーザ測量による三次元地形データを用いた無破堤・一次元不等流計算に基づく浸水解析手法の開発が行われてきた。

小規模河川においても水害リスク情報を把握し、ハザードマップ等を通じて住民等に周知していくため、浸水が想定される範囲の設定や、水害リスクの評価手法の技術的な検討を行うため「中小河川の水害リスク評価に関する技術検討会」を設置し、「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 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 水害研究室)等の既存のマニュアルを参考に「中小河川における簡易的な水害リスク情報作成の手引き」(平成30年12月 同機関)を発展させ、小規模河川に係る流下型、貯留型、拡散型の氾濫形態における計算のための仮定や条件設定の考え方等を整理した「小規模河川の氾濫推定図作成の手引き」をとりまとめた。

本手引きは、「小規模河川の氾濫推定図作成の手引き」について、令和3年の水防法改正や技術研究の進展を踏まえ、更新したものである。

本手引きを参考にして、水防法に基づく小規模河川における洪水浸水想定区域の指定が進み、洪水時における円滑かつ迅速な避難の確保及び浸水の防止のための措置が図られることを期待する。

なお、都道府県が本手引きと異なる手法で小規模河川の洪水浸水想定区域の指定を行うことを妨げるものではない。

令和5年7月

国土交通省 水管理・国土保全局 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 水害研究室

内容

はじめに	1
1 総説.....	6
1.1 目的.....	6
1.2 適用範囲	7
1.3 用語の定義.....	7
1.4 留意事項	7
2 小規模河川の洪水浸水想定区域図作成のフローと本手引きの対象範囲	9
3 河道・氾濫原等のデータ.....	10
3.1 河道の縦横断測量データ	10
3.2 河道の粗度係数	12
3.3 氾濫原の地形測量データ	12
3.4 氾濫原の粗度係数.....	12
3.5 対象降雨・流域	13
4 検討対象流量の設定.....	14
4.1 対象流域	14
4.2 対象降雨	14

4.3	対象流量	15
5	氾濫解析	16
5.1	対象河川区間の設定	16
5.2	対象氾濫区域の設定	16
5.3	氾濫形態の分類	16
5.4	氾濫解析手法の選定	17
5.5	氾濫解析の条件設定	21
6	無破堤・一次元不等流計算による氾濫解析手法	22
6.1	氾濫解析の適用範囲と手順	22
6.2	流下型氾濫	22
6.3	貯留型氾濫	24
6.4	拡散型氾濫	24
6.5	流下型氾濫と拡散型氾濫が連なる区間	25
6.6	平面二次元不定流解析におけるメッシュサイズ	25
7	小規模河川の洪水浸水想定区域図の表示・提供・保管	27
7.1	小規模河川の洪水浸水想定区域図の表示方法	27
7.2	浸水深の算定	27
7.3	浸水深のランク区分と表示色	27

7.4	小規模河川の洪水浸水想定区域図の縮尺と様式	28
7.5	小規模河川の洪水浸水想定区域図に明示する事項.....	29
7.6	データの保管・提供	29
8	現況確認による照査.....	31
8.1	浸水想定区域の漏れの確認	31
8.2	浸水想定区域の外縁線の処理について.....	31
8.3	氾濫流の伝播状況.....	32
9	今後の技術的課題	33
	<技術参考1：複数河川同時計算を行っている例>	35
	<技術参考2：UAV写真測量>	36
	<技術参考3：複数河川をまとめた圏域単位で浸水想定を行う場合の考え方>	39
	<技術参考4：近隣河川で設定されている想定最大規模降雨、過去の実績降雨を踏まえた総合的判断により降雨強度を設定した事例>	40
	<技術参考5：対象流量に対する壁立て水位計算により算定される最高水位>	41
	<技術参考6：洪水浸水想定区域図作成のための氾濫解析手法例>	42
	<技術参考7：下流端水位の設定>	46
	<技術参考8：流下型氾濫解析結果を用いた洪水浸水想定区域図の作成>	47

<技術参考 9 : 現況確認による照査>	49
<技術参考 10 : 拡散型氾濫への一次元不等流計算の適用性>	50
<技術参考 11 : 異なる解析手法により算定された浸水深分布の接続>	52
<技術参考 12 : 流下型氾濫形態における一次元不等流計算による氾濫流の伝播> ..	55
<技術参考 13 : 平面二次元不定流解析におけるメッシュサイズの留意事項>	57
<技術参考 14 : 航空レーザ測量データ使用時の留意事項>	60

1 総説

1.1 目的

本手引きは、洪水予報河川や水位周知河川に指定されていない小規模河川における洪水浸水想定区域の指定促進を目的として、既存の地形データの最大限の活用や河道満杯流量を大きく超える想定最大規模の洪水時に応じた氾濫解析の条件・手法の導入によって、合理的かつ効率的に洪水浸水想定区域図を作成する手法を提示するものである。

氾濫解析については、河川・砂防技術基準調査編の第5章、第7章に記載されている。また、関連するマニュアル・手引きとしては以下のものを挙げることができる。

- 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 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 水害研究室：2017年10月6日部分改定）
- 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 河川環境課 水防企画室）
- 急流河川における浸水想定区域検討の手引き（平成15年9月 国土交通省北陸地方整備局）
- 氾濫シミュレーション・マニュアル（案）（平成8年2月 建設省土木研究所河川部都市河川研究室）
- 中小河川を対象とした洪水はん濫計算の手引き（案）（平成26年3月 国土交通省北海道開発局 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所）

これらのマニュアル・手引きに基づいて、全国の主要河川の洪水浸水想定区域図の作成・公表が進められているが、令和3年の水防法改正により新たに洪水浸水想定区域図作成の対象に追加された小規模河川については、その特性により上記のマニュアルによる基づく洪水浸水想定区域図の作成が困難な場合がある。

小規模河川においては、河川水位計算のための基礎データである河道形状や粗度係数に関する調査成果が必ずしも十分ではないのが一般的である。また、水防法改正により新たに洪水浸水想定区域の指定が必要となった小規模河川は全国に約15,000河川あり、その総延長は膨大である。そのため、小規模河川の洪水浸水想定区域図の作成にあたっては、上記した基準・マニュアル・手引きに基づいた検討を実施することが推奨されるが、洪水浸水想定区域図の作成に必要な河道データの取得、氾濫解析や洪水浸水想定区域図作成等に必要なる予算・人員に限りがあることを考慮し、浸水深が0.5m程度の精度を必ずしも確保できないものの本手引きにより検討されたい。

なお、個々の小規模河川の特性を勘案し、または複数河川を一括した氾濫解析実施等といった種々の工夫の導入により、洪水浸水想定区域図の作成に要する時

間短縮・労力削減が行えると判断される場合は、本手引きによらず他の独自の手法を用いることを妨げるものではない。

1.2 適用範囲

本手引きは、浸水深が 0.5m 程度の精度を必ずしも確保できないものの、氾濫発生時における避難の検討に資する浸水区域や浸水深の水害リスク情報を示すことができる小規模河川に適用する。

ただし、水防法施行規則第 2 条第 3 項に規定する浸水継続時間、並びに「早期の立退き避難が必要な区域」として家屋倒壊等氾濫想定区域の検討が必要な場合は、「洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第 4 版）」または「中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き（第 2 版）」により検討を行われない。

なお、本手引きの適用外の河川において、本手引きで示す手法を採用することを否定するものではない。

1.3 用語の定義

本手引きにおいて、以下に示す用語を以下のように定義する。

- 小規模河川：河川法が適用される 1 級河川及び 2 級河川（河川法第 3 条第 1 項）のうち洪水予報河川（水防法第 10 条第 2 項及び第 11 条第 1 項）又は水位周知河川（水防法第 13 条第 1 項及び第 13 条第 2 項）以外の河川
- 想定最大規模降雨：「想定しうる最大規模の降雨に係る国土交通大臣が定める基準を定める告示」（平成 27 年国土交通省告示第 869 号）に基づく、想定し得る最大規模の降雨（計画規模を上回るもの）。
- 氾濫原：対象とする河川において溢水、越水、破堤による氾濫が発生した場合に、その氾濫流により浸水する可能性のある最大の区域のこと。

1.4 留意事項

小規模河川の洪水浸水想定区域図の作成にあたっては、以下の点に留意するものとする。

(1) 氾濫が推定される範囲外における浸水の可能性について

小規模河川の洪水浸水想定区域図は、水害リスク情報未提供区域の速やかな解消のために作成するものであるが、小規模河川には含まれないさらに規模の小さな支派川の氾濫や山腹斜面からの雨水の表面流出等が発生した場合には、氾濫が推定された範囲外においても浸水が発生しうる。

また、小規模河川は、土砂・洪水氾濫が発生しうる中山間地域を流下する場合があるが、土砂や流木の流入による水位上昇や氾濫域を定量的に評価する手法は研究開発途上にあるため、当面は洪水（流水）のみを対象に氾濫解析を実施す

ることとした。このため、土砂・洪水氾濫が発生した場合、土砂堆積による河床上昇や橋梁への流木集積等により、氾濫が推定された範囲外においても浸水が発生しうる。

(2) 複数河川からの氾濫による浸水が推定される区域について

小規模河川の一部または全川が洪水予報河川または水位周知河川の洪水浸水想定区域に含まれる場合は、それぞれの河川に想定最大規模降雨を与えた氾濫解析を行い、それらの浸水深のうちの最大値を用いて洪水浸水想定区域図を作成する必要がある。複数の小規模河川の洪水浸水想定区域が重複する場合には、複数の河川が同時に氾濫する可能性等を踏まえて、上記と同様にそれぞれの河川の氾濫解析から得られる浸水深の最大値、または同一洪水中に複数河川が氾濫する条件での解析から得られる氾濫範囲及び浸水深を用いて洪水浸水想定区域図を作成する必要がある。【技術参考1】

(3) 土砂災害リスクについて

山間部の小規模河川では豪雨時に土砂災害が発生する可能性が高いため、住民等に周知する場合には土砂災害警戒区域等と併せて周知することが望ましい。

(4) 市町村からの意見聴取について

本手引きによる洪水浸水想定区域図の公表に先立ち、氾濫範囲の推定に影響を及ぼしうる現地の状況について確認する等の観点から、現地に精通している関係市町村からあらかじめ意見を聴く必要がある。

(5) 洪水浸水想定区域図の更新について

小規模河川の洪水浸水想定区域図作成を早期に実施するために効率性を重視すると、データの収集・整理や氾濫解析に要する労力を軽減する必要に迫られ、解像度が低めの地形データや簡略的な氾濫解析手法が選定される傾向がある。そのため河川や氾濫の特性によっては、浸水深が0.5m程度の精度を確保できない可能性が高くなる。このように、効率性と精度を必要なレベルで両立させるのが困難な状況が生じうる。

そうした状況下においては、避難の判断のための水害リスク情報を早期に提供する重要性に鑑みて、当面は効率性を重視した手法により迅速に洪水浸水想定区域図を作成・提供し、その後、その活用の実績を踏まえてより精緻な水害リスク情報の必要性が生じた際には、より高精度な手法に基づく洪水浸水想定区域図に更新することが望ましい。

2 小規模河川の洪水浸水想定区域図作成のフローと本手引きの対象範囲

小規模河川の洪水浸水想定区域図作成の手順を図 2-1 に示す。本手引きの対象範囲の手順に入る前に、以下の2事項について検討する。これらは、主に5章に示す氾濫解析手法の選定のための検討に必要な基本情報となる。

● 対象河川の選定

管轄している小規模河川について、沿川の住家分布、避難関連施設・道路の有無等を踏まえ、洪水浸水想定区域を指定する河川区間（川沿いの道路等がない両岸山付き区間を除く全河川区間を原則とする）を選定する。その際、1.4(2)に示した留意事項を踏まえ、洪水予報河川または水位周知河川の洪水浸水想定区域を活用できる河川区間、複数河川からの氾濫が重複する範囲とその該当河川について整理することが望ましい。

● 作成期間の設定

対象河川において水害リスク情報を早期に提供する必要性とその基礎となる洪水浸水想定区域図の作成に要する労力等を鑑みて、計画的に水害リスク情報の提供を着実に進めるための作成期間を設定する。その際、1.4(4)に示した留意事項を踏まえて検討することが望ましい。

本手引きの対象範囲は言うまでもなく、その事前及び事後（ハザードマップなどの作成・提供・活用）を含めて、全国の水害リスク情報未提供区域の速やかな解消という本手引きの目的を十分に踏まえて、総合的に判断し、実施していくことが肝要である。

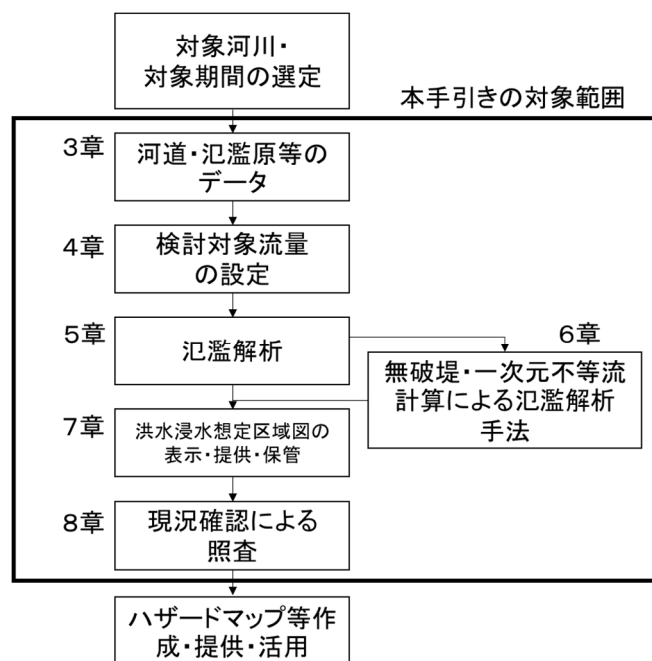


図 2-1 小規模河川の洪水浸水想定区域図作成手順

3 河道・氾濫原等のデータ

3.1 河道の縦横断測量データ

対象河川について、既存データを調査し、現況河道の縦横断図、平面図を入手する。既存データが存在しない河川や断面数が不足し補間が必要な河川区間、または測量データの更新が必要な場合には、下記の航空レーザ測量（LP）データを手入れし、それをもとに縦横断測量データを作成することができる（図 3-1 参照）。

- 国土地理院 5mDEM（基盤地図情報数値標高モデル（5mメッシュ（標高））DEM5A）
- 航空レーザ測量から得たグラウンドデータ（国土交通省河川局：航空レーザ測量による河道及び流域の三次元電子地図作成指針（案）：平成 19 年 3 月改訂参照）

ただし、航空レーザ測量では、1)地形標高データの測量密度に限界があり LP データの点群密度が川幅に対して粗である（図 3-2①参照）、2)レーザが適切に当たらない範囲では地盤高と異なる標高データである可能性が高い（図 3-2③、【技術参考 14】参照）、3)航空レーザ測量実施後に河道の形状が大きく変化している等により、現況河道を対象とした氾濫解析に用いることが不適切と判断される場合には、別途、測量を行う必要がある。その場合、新たに航空レーザ測量を行う以外に、下記の測量方法を適用することができる。

- UAV 写真測量（【技術参考 2】参照）
- 地上測量（「中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き（第 2 版）」2.2.1、4(1)参照）
- 地上レーザスキャナ
- UAV レーザ測量

また、航空レーザ測量、UAV 写真測量、地上レーザスキャナ、UAV レーザ測量は水面下の標高を測量できないので、対象河川について有効河積の大半が常時水面下にあるような河川区間（図 3-2②参照）については、別途測量を行い上記の航空レーザ測量等の水面下を補完する必要がある（【技術参考 14】参照）。その手法としては、地上測量の他、グリーン・レーザーを用いた航空レーザ測量やマルチビーム音響測深器等を用いることができる。

なお、水位計算に用いる横断測線については「中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き（第 2 版）」を参考に設定するものとするが、断面急変箇所等を除き、原則として 100m 間隔として設定して良い。

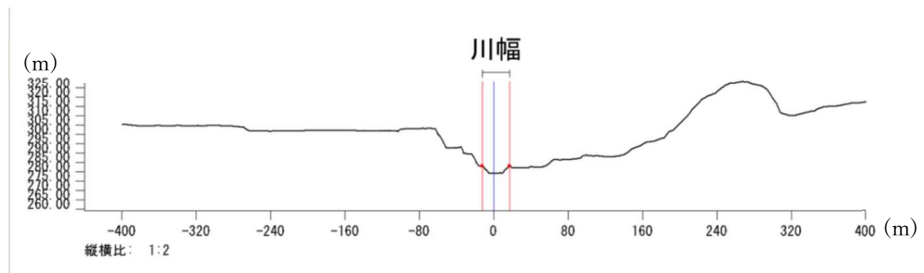
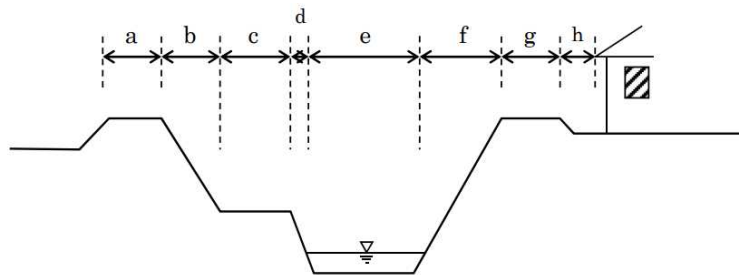
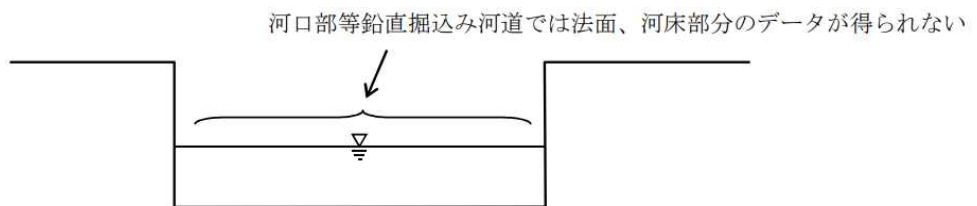


図 3-1 航空レーザ測量による河道横断測量の一例（川幅と示した区間が河道）

①標高データの密度による制約：例えば、レーザ測量データの点群密度が1点/ m^2 の場合は、下図のa~hの各幅が1m以上でないとデータが得られない。



②水面下の標高が取得されない。



③地物による遮蔽：建物、樹木等の遮蔽物によって航空レーザ測量時にレーザが地表面まで到達しない場合がある。多くの場合はフィルタリングによって有意な地盤高データを得ることができるが、建物が大規模な場合や、樹木が密集している場合は、地盤高と異なる測量データとなる可能性がある。

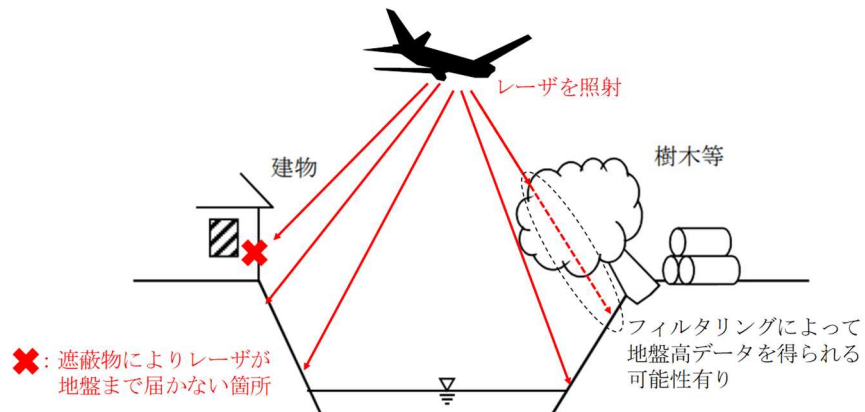


図 3-2 航空レーザ測量河道データ取得留意事項

3.2 河道の粗度係数

河道の粗度係数は、現況の河道状況（河床材料・樹木等の地被や河床勾配・横断形状など河道形状等）に関するデータを入手し、それに応じて設定するのを基本とする。ただし、河道計画等において設定されている粗度係数を用いることが妥当な場合は、この値とすることができる。

粗度係数は、「美しい山河を守る災害復旧基本方針」（簡易版 B 表入力時の説明）に示された算出方法や類似河川の粗度係数等を参考にするなど、個々の河道状況に適した手法により適正に評価して設定する。

また、樹木群や背が高く茎の堅い草本植物群落（高茎草本）が形成されている区間については、洪水時の流れを勘案し、その範囲を死水域として設定して良い。

3.3 氾濫原の地形測量データ

5.3 に示すように氾濫形態を概略的に把握するため、地形図(1/25,000 等)や河川平面図を収集する。

また、氾濫解析に用いる現況の氾濫原の地形測量データとして、下記の航空レーザ測量データのいずれかを収集する。

- 国土地理院 5mDEM (基盤地図情報数値標高モデル (5mメッシュ (標高)) DEM5A)
- 航空レーザ測量から得たグラウンドデータ (国土交通省河川局: 航空レーザ測量による河道及び流域の三次元電子地図作成指針 (案): 平成 19 年 3 月改訂 参照)

なお、3.1 に示した河道測量データの作成のために収集する航空レーザ測量データを氾濫原の地形測量データとしても利用すれば、データ収集および地形データの作成を効率的に行うことができる。また、氾濫原の道路等の連続盛土構造物等の形状については、グラウンドデータを利用すると、より詳細に把握できる。

なお、航空レーザ測量では把握できない連続盛土に埋め込まれたボックスカルバート等については、事前に把握して氾濫解析に反映することが望ましいが、地形データ作成の効率性等のため一部の把握に留まる場合には、洪水浸水想定区域図を作成した後の現地確認 (図 2-1 及び 8. 参照) での確認事項とし、その結果を受けて必要に応じて洪水浸水想定区域図を修正する必要がある。

3.4 氾濫原の粗度係数

氾濫原の粗度係数は、現況の土地利用細分メッシュデータ (国土交通省国土政策局) を入手し、土地利用区分に応じて設定するものとするが、氾濫原の大部分を占める土地利用区分や粗度係数が最大となる土地利用区分に基づき、安全側として均一に設定することにより作業を効率化することを妨げない。

粗度係数は、「洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第4版）」または「中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き（第2版）」の設定方法や類似の土地利用区分の粗度係数等を参考にするなど、個々の氾濫原に適した手法により適正に評価して設定する。

3.5 対象降雨・流域

想定最大規模降雨、降雨波形の設定や対象流量を算定する流出解析等の実施にあたり、降雨資料（既往の主要な洪水の降雨波形等）や流域面積・流路長データ・土地利用区分など必要となる流域データを収集する。

河川計画検討等において整理されているデータが入手できる場合はこれを用いることができる。また、過去に河道計画検討などが行われておらず、今回新たに流出解析を行う河川においては、近隣の類似の流域で行われた河川計画検討等の資料が参考となる。

（出典）

- ✓ 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 河川環境課 水防企画室

4 検討対象流量の設定

4.1 対象流域

想定最大規模降雨を設定する対象流域は、「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）」に基づき、各小規模河川の流域とするものとする。

複数の小規模河川からの浸水が想定される区域について、同一洪水中に複数河川から氾濫させる条件を与えた氾濫解析から洪水浸水想定区域図を作成する場合（1.4(2)参照）においても、上記を適用するのを基本とする。ただし、主要な氾濫原が複数河川の合流点周辺に位置するなど浸水特性や水害リスク情報活用を鑑みて、複数の河川流域の一部または全部を合わせた流域として設定することがより合理的と判断される場合には、複数流域を適切に組み合わせた流域として設定することができる。【技術参考3】

4.2 対象降雨

対象降雨は、「想定しうる最大規模の降雨に係る国土交通大臣が定める基準を定める告示」（平成27年国土交通省告示第869号）に基づく想定最大規模の降雨量及び降雨波形を用いるものとする。

降雨量は、対象流域の面積、降雨継続時間より設定することを基本とする。降雨継続時間は、洪水のピーク流量に支配的な継続時間により決定することを基本とし、流域の大きさや流域の形状等を踏まえ、当該河川の洪水到達時間等を総合的に検討し、設定する。ただし、流域面積が小さく洪水到達時間が短い小規模河川において、上記により設定した降雨量が当該河川周辺の実績最大の降水量を下回る場合には、実績最大を含む記録的な降雨状況や流出特性等を総合的に検討し、告示に示された水収支の観点から豪雨の極値として見積もられている上限値を超えない範囲で、上記による降雨量を上回る降雨量を設定することができる。【技術参考4】

降雨波形は、最悪の事態を想定するため氾濫した際の被害が最大となるよう選定するものとし、河川計画検討等に用いた複数の降雨波形や既往の主要な洪水の降雨波形等を、想定最大規模の降雨量に等しくなるよう引き伸ばしを行い、それぞれの降雨波形による流出計算を実施し、任意の想定破堤点から氾濫した際の被害が最大となると考えられる降雨波形から選定することを基本とする。

なお、氾濫した際の被害が最大となるものとしては、洪水のピーク流量が最大となる降雨波形、または氾濫ボリュームが最大となると想定される降雨波形から、河川毎の流域・氾濫特性に応じて適切に選定するものとする。例えば、河川に沿った幅の狭い氾濫域に氾濫水が河道内の洪水と一体的に流下するような場合については洪水のピーク流量、流下してきた氾濫水が氾濫域内の標高の低い箇所に

において湛水するような場合については氾濫ボリュームによる影響が大きいと考えられる。

また、流域にダム等がなく計画にピーク流量のみを用いている河川や過去に河道計画検討などが行われておらず今回新たに流出解析を行う河川において、氾濫解析に流量ハイドログラフが必要な場合には、対象とする降雨波形として近隣の類似の流域で行われた河川計画検討等を参考として、中央集中型降雨波形（「中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き（第2版）」＜技術参考3＞参照）等適切なものを設定する。

4.3 対象流量

対象流量は、河川計画検討等に用いている流出計算法により算出することを基本とするが、計画が定められていない河川では、近隣の類似の河川で行われた河川計画検討等の資料を参考にし、当該河川の特性にあった流出計算法により算出する。なお、土地利用やダム等の治水施設はすべて現況を条件とし、流出率や洪水到達時間等の流出計算に用いるパラメータを適切に設定する必要がある。たとえば、市街化が計画ほど進展していない場合には、現況の条件に対応した流出率や洪水到達時間を用いる必要がある。

いずれの方法で検討した場合でも、管内河川と比較した比流量図等により対象流量の妥当性を適宜検証しておくことが必要である。

合理式を用いている河川で、流量ハイドログラフが必要な場合には、合成合理式（「中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き（第2版）」＜技術参考4＞参照）等を用い適切な流出計算を行うこととする。

流出計算を行う際には、計画規模を上回る外力に対して、管理区間より上流も含む流域全体の状況等を適切に反映することが推奨される（洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第4版）＜参考資料3＞「計画規模を上回る洪水発生時の浸水解析の手引き（案）」参照）。

また、ダムや放水路等の河川管理施設は現況とし、洪水調節の方法は現行の操作規則による。ダムの異常洪水時防災操作（ただし書き操作）に移行する場合は洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第4版）＜参考資料4＞「計画規模を上回る洪水発生時の浸水解析について（補足）」により計算を行うものとする。

5 氾濫解析

5.1 対象河川区間の設定

小規模河川の洪水浸水想定区域図を作成する対象区間は、2.において選定した河川区間とする。

5.2 対象氾濫区域の設定

対象河川区間での想定最大規模洪水時に氾濫が推定される最大範囲を包含できるように対象氾濫区域を設定する。

浸水区域は一般に地形条件や盛土構造物等の地物によって規定されるので、1/25,000 地形図や航空レーザ測量による地形図、河川平面図等を用い、以下の事項に留意して対象氾濫区域を設定する。

- ・ 対象流量に対する壁立て水位計算により算定される最高水位【技術参考5】を氾濫原に延長して地形標高と交わる範囲が対象氾濫区域の目安となる。ただし、下流低地では地形標高と交わらず過大となることがあるので、注意が必要である。
- ・ 等高線が疎らなところ（平坦な範囲）から密なところ（急に地形が隆起するところ）に変化する位置が氾濫範囲の境界になりやすい。
- ・ 河口付近の低位部では隣接する河川の堤防や盛土された鉄道・道路等の人工的な構造物が氾濫範囲の外縁線となる場合がある（鉄道や道路にカルバートが設けられていれば、そこを通じて隣接区域へも氾濫することがあるので注意が必要である）。
- ・ 同一洪水中に複数河川から氾濫する条件を与えた氾濫解析から洪水浸水想定区域図を作成する区域（1.4(2)参照）においては、各河川について上記の検討を行い、それらの結果を包含する範囲が対象氾濫区域の目安となる。

なお、対象氾濫区域の設定においては、既往洪水時の浸水実績図や治水地形分類図、土地条件図等の地形分類図に示されている氾濫平野等を参考とすることが望ましい。

5.3 氾濫形態の分類

対象氾濫区域の氾濫形態を、地形条件などを考慮し、以下に示す3タイプに分類する（図5-1参照）。

- ・ 流下型氾濫：氾濫水が河川に沿って流下する氾濫であり、氾濫水位が河川の縦断方向に水面勾配を持つのが特徴。
- ・ 貯留型氾濫：氾濫水が閉鎖型水域に貯留される氾濫であり、その水域内での氾濫水位はほぼ同一となる。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。

- ・ 拡散型氾濫：氾濫水が地形に応じて拡散する氾濫

氾濫形態への分類において、「壁立て水位計算による最高水位を氾濫原に延長して地形標高と交わる範囲」(5.2 参照) として得られる対象氾濫区域の外縁線と図 5-1 との対比を参考とすることが望ましい。

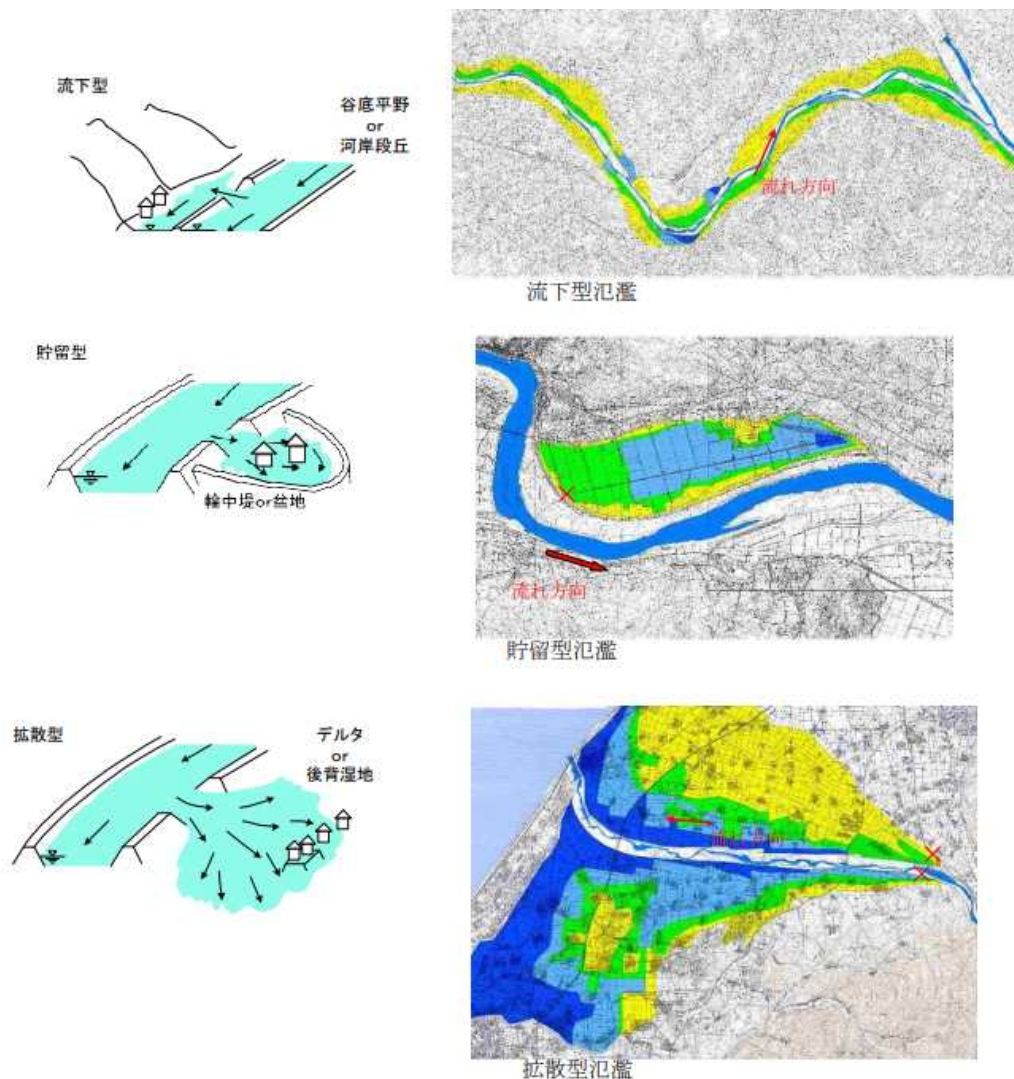


図 5-1 各氾濫形態の氾濫イメージ及び浸水シミュレーション例

5.4 氾濫解析手法の選定

氾濫解析の手法は、対象河川の氾濫状況（破堤氾濫、氾濫形態及び複数河川からの同時氾濫等）に対する適用性、氾濫解析から得られる情報の種類、洪水流・氾濫流の現象・特性の再現性、および解析に要する労力・時間等といった選定の基準となる項目を設定し、それらに対する適合性を複数の氾濫解析手法について判定し、その整理結果を比較し総合的に優劣を判断することで、適切な手法を選

定するものとする。

項目の設定と適合性判定の観点となる小項目については、以下に示す4項目・小項目を用いることを基本とするが、対象河川や避難に関わる地域の状況等に応じて追加・変更することができる。

総合的な判断においては、複数の対象河川に同一の氾濫解析手法を適用できる場合、該当する河川の河道・氾濫原データ等を与えて氾濫解析を一括して実施する等の種々の工夫の導入により、時間短縮・労力軽減が行えるか考慮することが推奨される。

① 氾濫状況に対する適用性

- ・ 破堤氾濫への適用性（破堤氾濫を対象とした解析の必要性）
- ・ 流下型・貯留型・拡散型への適用性
- ・ 上記の複合的な氾濫形態、または一連区間で氾濫形態が異なる（左右岸で異なる、上下流左右岸に入り組んだ形態分布となる等）氾濫状況への適用性
- ・ 複数河川からの同時氾濫に対する適用性
- ・ 河道水位計算への現況河道の流下能力の反映に関する適用性

② 氾濫解析から得られる情報の種類

- ・ 浸水域・浸水深のピーク値または時系列変化（時間軸の情報）
- ・ 浸水状況の平面的な変化（平面二次元解析）または河道縦断方向の変化（一次元解析）（空間的な情報）
- ・ 異なる洪水波形や氾濫発生箇所による浸水域・浸水深の差異

③ 洪水流・氾濫流の現象・特性の再現性

- ・ 河道からの氾濫及び浸水域からの戻り流れ（河道内流量の縦断分布の経時変化：上流での河道・浸水域間の流入出の程度によりその下流での洪水の最大流量や流量波形が低減、変化する現象）
- ・ 氾濫・決壊発生地点における河道水位の低下およびその上下流での水位縦断分布の変化（河道内水位の経時変化：水位縦断分布の変化とは、氾濫により河道流量が減少する氾濫・発生地点の下流のみならず、上流においても水位が低下する現象。上流での水位低下は緩勾配の河川・区間においてより長い区間に現れる傾向がある）

④ 解析に要する労力・時間

- ・ 設定した作成期間（2.参照）との比較
- ・ 予算との比較

氾濫解析手法の例を【技術参考6】に、上記4項目に対する適用性の判定に関

わる特徴を表 5-1 に整理して示す。

なお、①小項目「破堤氾濫への適用性」については、想定最大規模の洪水時に堤防天端水位以下となる、または堤防天端水位を一連の区間に渡って大きく超えることのない対象河川においては、適用性を有する氾濫解析手法を用いる必要性があると判定する。

表 5-1 氾濫解析手法選定の基準となる項目と各手法の特徴

氾濫解析手法		洪水浸水想定区域図作成マニュアル	中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き	小規模河川の洪水浸水想定区域図作成の手引き(本手引き6章)	降雨-流出-氾濫一体化モデル(土研RRR)	降雨-流出-氾濫一体化モデル(群馬県)	降雨-流出-氾濫一体化モデル(iRIC, 北海道庁)	備考	
項目1	適用性(氾濫形態・氾濫発生条件)	流下・貯留・拡散(複合も可) 溢水・越水・決壊	流下・貯留 決壊・溢水・越水	流下・貯留・拡散 溢水・越水(ピーク水位が河岸・堤防高を大きく上回る場合を対象)	流下・貯留・拡散(複合も可) 溢水・越水 堤防を河道・氾濫原境界として左右岸同一高さで設定可	流下・貯留・拡散(複合も可) 溢水・越水・決壊	流下・貯留・拡散(複合も可) 溢水・越水 堤防は数値標高モデルにより考慮		
	小項目	流下能力(実績・計画の反映)の設定	○	○~△	△	△	△	△	○:設定手法あり △:なし/適用は可 ×:なし
		破堤氾濫への適用性	○	○、△(流下型)	×	×	○	×	○:あり(経時的に拡幅) △:破堤幅考慮せず ×:なし
		氾濫形態別の適用性	○	△(流下、貯留)	△(流下、貯留、拡散) ※氾濫ブロック内の複合的な氾濫形態は適用外	○	○	○	○:氾濫ブロック内の複合的な氾濫形態、複数ブロックで異なる形態の組み合わせに適用可 △:3形態別
項目2	氾濫解析により得られる情報		浸水域 浸水深分布 家屋倒壊(流速) 排水時間	浸水域 浸水深分布	浸水域 浸水深分布	浸水域 浸水深分布	浸水域 浸水深分布	浸水域 浸水深分布	
	小項目	氾濫状況の平面的変化の算定(2次元or1次元)	○	△(流速は流下型のみ)	△(流速は流下型のみ)	○	○	○	○:平面分布 △:平面分布(但し横断方向に水位一様を仮定)
		ピーク値または時系列変化	○	△	△	○	○	○	○:経時変化(不定流解析) △:ピーク値のみ
		洪水波形・氾濫発生箇所等による浸水域・浸水深等の差異	○	△(貯留型)~×	△(貯留型)~×	△(波形のみ)	○	△(波形のみ)	○:可 △:可(簡易手法) ×:なし
		排水ポンプなどによる排水	○	×	×	×	×	×	○:可 ×:なし
項目3	考慮できる洪水・氾濫流現象		河道・氾濫域間の洪水の流入 決壊・溢水・越水による河道水位の変化	河道・氾濫域間の洪水の流入	河道・氾濫域間の洪水の流入	河道・氾濫域間の洪水の流入 溢水・越水による河道水位の変化	河道・氾濫域間の洪水の流入 決壊・溢水・越水による河道水位の変化	河道・氾濫域間の洪水の流入 溢水・越水による河道水位の変化	
	小項目	氾濫・氾濫戻りによる河道流量の増減	○	△(貯留は流出のみ)	△(貯留は流出のみ)	○	○	○	○:可 △:可(簡易手法)
決壊・氾濫発生箇所での河道水位低下とその上下流での水位縦断分布の変化		○	×	×	○	○	○	○:可 ×:なし	
項目4	氾濫解析に要する労力(検討対象流量の設定[雨量設定・流出解析]を除く)		大	中~小	小	中	大~中	中	大を基準として 中:堤防形状・決壊条件の設定が不要 or 氾濫形態別の簡易手法 小:上記2項目とも
	小項目	解析手法の詳細		表-5-2参照					

表 5-2 氾濫解析における各手法の一覧

手法	計算手法			特徴 ○特長 ●留意点
	流出	河道	氾濫	
洪水浸水想定区域図作成マニュアル	貯留関数法、Kinematic wave 合成合理式 等 分布型モデルも可	一次元不定流モデル	平面二次元モデル	○想定洪水規模に応じた浸水深・範囲の評価、時系列の浸水状況の把握が可能 ○破堤・越水や堤内地の盛土、カルバート、排水施設等詳細な条件を反映可能 ○河道計画との整合が図れる ●作成労力大 ●既存河道断面測量データの利用が前提
中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き	貯留関数法、Kinematic wave 合成合理式 等	流下型・貯留型：一次元不定流モデル等	流下型：一次元不等流モデル(河道-氾濫原一体型) 貯留型：池モデル氾濫原の H-V 関係より浸水深算定	○氾濫形態に応じて使い分けすることでマニュアルと比べて少ない労力で評価可能 ○破堤を反映可能 ●既存河道断面測量データの利用が前提 (LP データ可)
小規模河川の洪水浸水想定区域図作成の手引き (4～6章参照)	貯留関数法、Kinematic wave 合成合理式 等	流下型・貯留型・拡散型：一次元不等流モデル	流下型：一次元不等流モデル(河道-氾濫原一体型) 貯留型：池モデルいずれも破堤なし、越水-溢水を対象 拡散型：一次元不等流モデル(河道-氾濫原一体型)。平面二次元不定流モデルの適用が合理的となる場合あり。	○一次元計算のみを使用、破堤なし(破堤条件に応じた複数ケースの計算不要)等により少ない労力で作成可 ●LP データ等から河道断面設定 ●簡略計算であるため、浸水深・範囲の精度が低い場合あり
降雨-流出-氾濫一体化モデル (土木研究所 RRI モデルを活用)	平面二次元不定流 diffusion wave (メッシュに降雨を与える)	一次元不定流モデル	平面二次元モデル(破堤なし、越水・溢水を対象)	○降雨-流出-氾濫を一体化することにより広域の氾濫現象を表現可能 ○河道断面測量データが無くても国土数値情報やLPデータによりモデル構築が可能 ○河道は矩形もしくは取得断面でも可能 ●簡略計算であるため、浸水深・範囲の精度が低い場合あり
降雨-流出-氾濫一体化モデル (平面二次元モデル)	平面二次元不定流 dynamic wave (メッシュに降雨を与える)	平面二次元モデル		○降雨-流出-氾濫を一体化することにより広域の氾濫現象を表現可能 ○河道断面測量データが無くてもLPデータによりモデル構築が可能 ●簡略計算であるため、浸水深・範囲の精度が低い場合あり
河道・氾濫一体化モデル (iRIC2DFlood を活用)	貯留関数法、Kinematic wave 合成合理式 等	平面二次元モデル (破堤なし、越水・溢水を対象)		○汎用性のあるソフトウェアを用いて地形データや氾濫計算が容易に行える ○河道断面測量データが無くても国土数値情報によりモデル構築が可能 ○堤防等は障害物として取り扱うことで表現可能 ●簡略計算であるため、浸水深・範囲の精度が低い場合あり

5.5 氾濫解析の条件設定

堤防満杯流量が小さく想定最大規模の洪水時に堤防天端水位を一連の区間に渡って大きく超える河川区間においては、堤防の破堤を考慮しなくて良いものとする。

また、上記以外の河川区間では、「洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第4版）」または「中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き（第2版）」に基づいて破堤条件を設定するものとする。

なお、破堤させずに越水する条件の下で氾濫解析を実施した結果、浸水域・浸水深が過小に算定されていると判断される河川区間については、前記のマニュアル・手引きに基づいて破堤する条件に変更して、改めて氾濫解析を実施することとする。

氾濫解析における河道の下流端水位は、河口や合流点等の下流端の特徴に応じ、想定最大規模の洪水時の水位を適切に評価できるような条件（たとえば、本川に合流するような河川では本川の洪水浸水想定区域に対象河川が流入する箇所を河口と見立てて出発水位を設定する、河口では計画高潮位とし、洪水流量のピークと重なるように設定する等）を設定することとする。【技術参考7】

（出典）

- ✓ 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 河川環境課 水防企画室

6 無破堤・一次元不等流計算による氾濫解析手法

6.1 氾濫解析の適用範囲と手順

本手法は、破堤させずに越水する（掘り込み河道は溢水する）条件の下で浸水域・浸水深を算定する氾濫解析であり、河道満杯流量（堤防区間では堤防満杯流量）が小さく、想定最大規模の洪水時には一連の区間に渡って河道満杯水位を大きく超える小規模河川における流下型氾濫、貯留型氾濫及び拡散型氾濫に適用するものである。基本とする氾濫解析の手順を図 6-1 に示す。

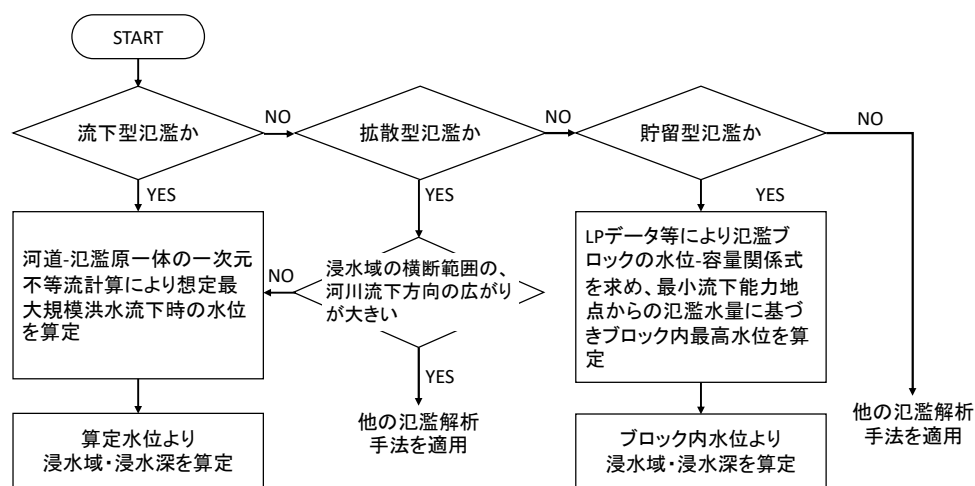


図 6-1 無破堤・一次元不等流計算による氾濫解析の実施手順

対象氾濫区域が氾濫形態の異なる複数のブロックに分かれる場合には、ブロック毎に該当する氾濫形態の氾濫解析を行うことを基本とする。なお、左右岸の氾濫形態が一方は流下型で他方が貯留型等と異なる区間において、貯留型のブロックへの氾濫による河道ピーク流量の低減が大きく、それが流下型のブロックの氾濫水位に影響すると判断される場合には、一連区間で氾濫形態が異なる氾濫状況への適用性を有する氾濫解析手法（5.4 参照）を用いる必要がある。

また、ブロック分割を行うにあたり、氾濫解析における対象流量を設定し易いよう支川合流等により流量が変化する位置でブロックを分けることが望ましい。

6.2 流下型氾濫

河道-氾濫原一体型の一次元不等流計算により想定最大規模洪水時水位を算定し、その水位に基づき浸水域を、また水位と地表面標高との差として浸水深を算定するのを基本とする（図 6-2、図 6-3 参照）。

断面積が縦断的に大きく変化する場合には「河道計画検討の手引き（平成 14 年 2 月 国土技術研究センター）」を参考に死水域を設定して良い。

水位計算に与える流量は、対象河川区間に流下する最大流量とする。対象河川

区間の上流に貯留型又は拡散型氾濫ブロックがある場合は、貯留型又は拡散型氾濫による流量低減を考慮して、最大流量を設定しても良い（低減量の算定法については「洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第4版）」及び「中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き（第2版）」参照）。

横断測線間を 25m ピッチ等で内挿する節点を設定し、算定した横断測線ごとの水位を直線内挿することにより内挿節点ごとの水位を算定する（図 6-3）。さらに、横断測線及び内挿節点の水位をそれぞれ堤内地に延伸し、地表面との交点をそれぞれ抽出する。抽出された交点を上下流方向に滑らかに結ぶことにより浸水想定区域の外縁線として描出する。ここで、河道湾曲部においては、中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き（第2版）21 頁の図-5.5 を適宜参考とするものとする。なお、内挿する接点については、その間隔よりも小さい規模の小低地が沿川に存在する場合には適宜追加することが望ましい。

描出した浸水想定区域の外縁線の標高を地表面標高データより抽出し、自然傍傍法等により内挿を行うことによって浸水位の平面分布を算定する【技術参考 8】。算定した浸水位と地表面標高の差分に基づき浸水深を算定し浸水深分布図を描出する。

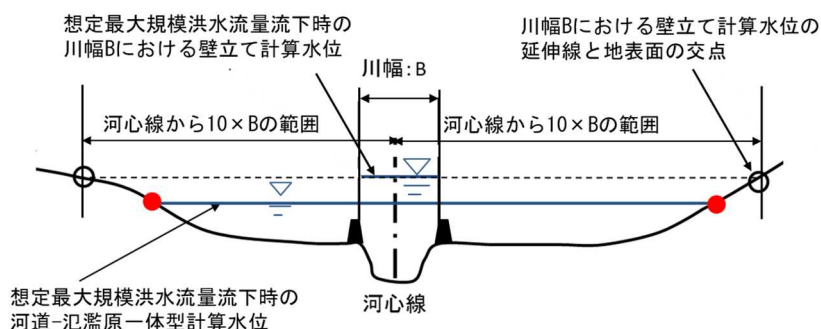


図 6-2 流下型氾濫域の浸水位算定手法概念図

(5.3 における壁立て計算水位の氾濫原への延伸線の地表面との交点が川幅 B の両岸 10 倍以内の場合に流下型と分類した場合のイメージを合わせて示している)

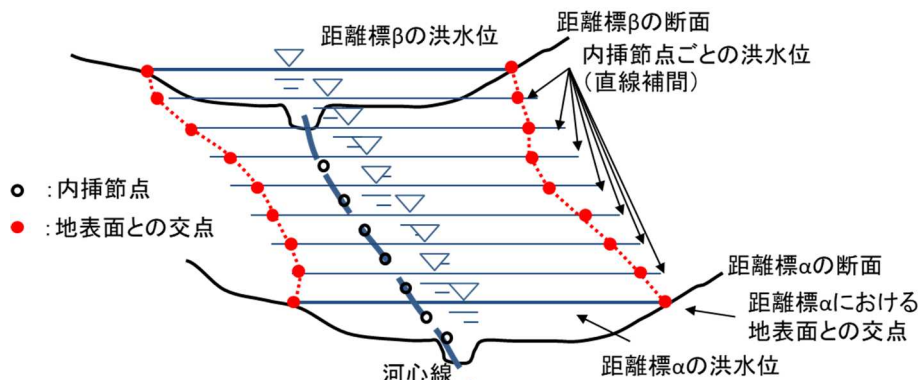


図 6-3 内挿節点ごとの洪水水位算定・概念図

6.3 貯留型氾濫

貯留型氾濫では、壁立て水位計算により水位－流量関係式（以下、H-Q 式と呼ぶ）を設定し、堤防高を超える水位以上の河川水が全て堤防を越水して氾濫ブロックに流入する条件（図 6-4）の下で貯留されうる最高水位を計算し、それと地形標高と交わる範囲として浸水域を、また最高水位と地形標高の差として浸水深を算定するのを基本とする。ここで、最高水位を 5.2 の壁立て計算水位と比較することなどにより、妥当性を確認するものとする。ただし、破堤氾濫を考慮すべき場合には、「中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き（第 2 版）」に基づいて算定することとする。

対象流量以下の様々な流量を与えた壁立て水位計算【技術参考 5】を行い、その結果から H-Q 式を作成する。なお、H-Q 式は当該河川区間内で、河道満杯流量が最小となる地点とする。その選定にあたっては、5.2 の壁立て水位計算により算定される最高水位と堤防高の比高が最大の地点とすることができる。

また、航空レーザ測量データ等を利用して氾濫ブロックの水位－容量関係式（以下、H-V 式と呼ぶ）を作成する。

対象河川区間への流下流量として、4.3 で設定した流出解析による対象流量を用いるが、対象河川区間の上流に貯留型又は拡散型氾濫ブロックがある場合は、そのブロックに対して上記の算定を行うことで得られる「貯留又は拡散による流量低減後の流量」を用いてもよい。

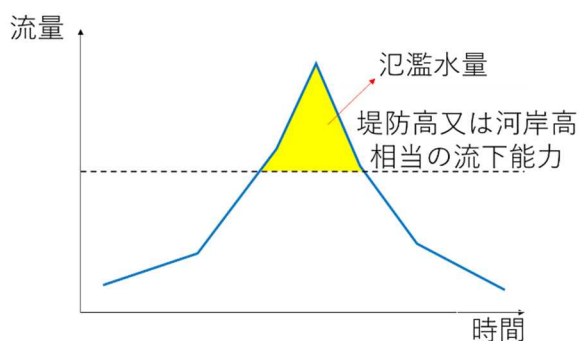


図 6-4 氾濫流量・概念図

6.4 拡散型氾濫

拡散型氾濫は、浸水域の横断範囲が、河川の流下方向に広がっていく地形的特徴を有している。

浸水域の横断範囲の、河川流下方向の広がりが大きくはなく、また高台等により浸水域の横断範囲が地形的な制約を受ける場合においては、流下型氾濫（6.2）と同様に、河道-氾濫原一体型の一次元不等流計算を用いた想定最大規模洪水時水位に基づき、浸水域及び浸水深を算定することを基本とする。

浸水域の横断範囲の広がり方が大きい場合、氾濫水が氾濫原を伝播していく非定常性や氾濫流向の二次元性が浸水深分布に与える影響が大きく、河道-氾濫原一体型の流れを前提とする一次元不等流計算では十分に氾濫現象を捉えることができず、平面二次元不定流解析の適用が合理的な場合があることに留意が必要である。この詳細については【技術参考 10】を参照されたい。

6.5 流下型氾濫と拡散型氾濫が連なる区間

小規模河川では、上流で流下型氾濫、下流で拡散型氾濫と、異なる氾濫形態となる区間が連なる場合がある。このとき、上流の流下型氾濫では河道-氾濫原一体型の一次元不等流計算が、下流の拡散型氾濫では 6.4 に示すように平面二次元不定流解析が適用される場合がある。

解析手法が異なれば、算定された浸水位及び浸水深も異なる。そのため、不連続を解消させるよう、異なる解析手法で算定された浸水深分布を接続することが必要となる（図 6-5）。この詳細については、【技術参考 11】を参照されたい。

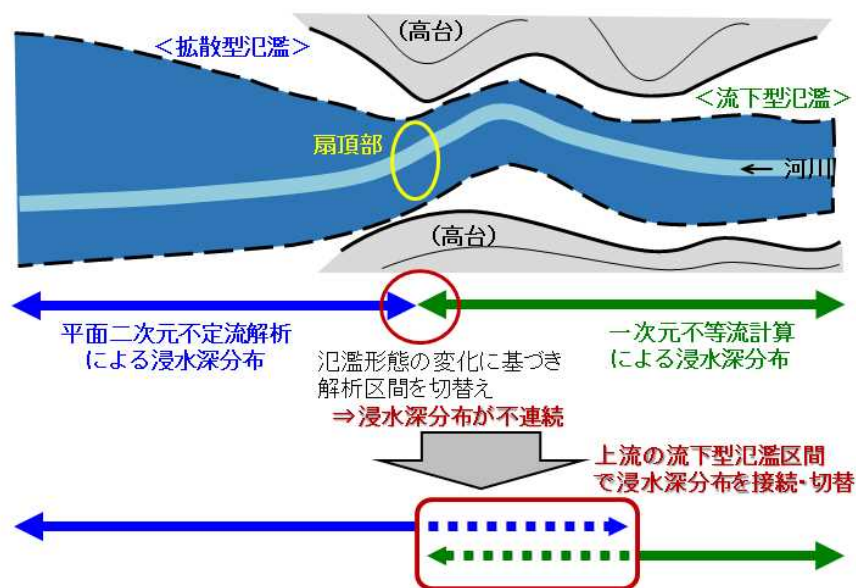


図 6-5 異なる解析手法で算定された浸水深分布の接続

6.6 平面二次元不定流解析におけるメッシュサイズ

中山間地域における流下型氾濫では、一般に、横断方向の浸水範囲が狭く、また、山地斜面の影響により入り組んだ地形への浸水がみられる場合が多い。このような区間に平面二次元不定流解析を適用する場合、洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第 4 版）＜参考資料 4＞にある、25m メッシュでの解析で算定された浸水深を、5m メッシュに換算する

方法を適用すると、浸水深分布がまばらに表され、不適切となる場合がある。このため、中山間地域における流下型氾濫に平面二次元不定流解析を適用する場合は、解析のメッシュサイズを5mにする等、留意が必要である（図 6-6）【技術参考 13】。

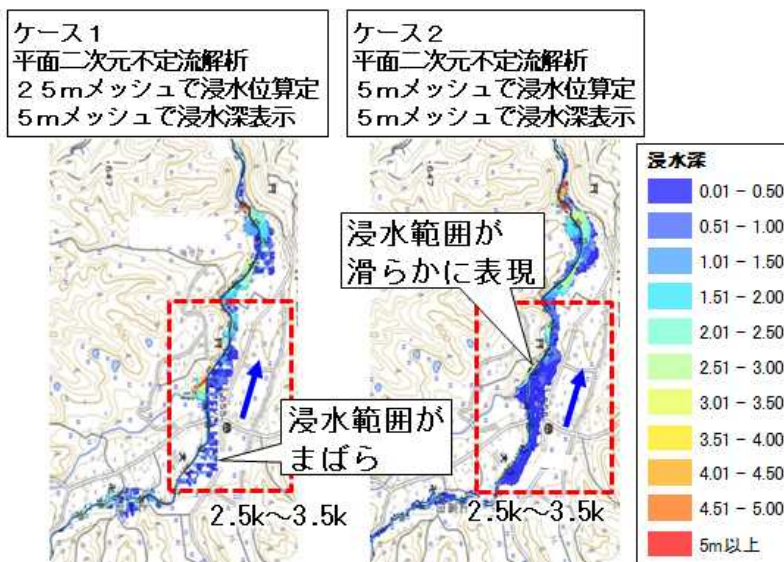


図 6-6 計算メッシュサイズの違いによる浸水深分布の差異

7 小規模河川の洪水浸水想定区域図の表示・提供・保管

7.1 小規模河川の洪水浸水想定区域図の表示方法

水防法第14条に基づき、国土交通大臣又は都道府県知事は、洪水浸水想定区域の指定又は変更をしたときは、指定の区域及び浸水した場合に想定される水深を公表するとともに、関係市町村の長に通知しなければならない。また、水防法施行規則第3条に基づき、洪水浸水想定区域及び浸水した場合に想定される水深の公表は、当該区域及び当該水深を定めた旨を官報又は都道府県の公報に掲載するとともに、これらを表示した図面を関係地方整備局若しくは北海道開発局又は都道府県知事の指定する場所において閲覧に供することにより行うものとされている。

小規模河川の洪水浸水想定区域図の浸水深等の表示方法については、7.2～7.5に示すとおりとする。

7.2 浸水深の算定

浸水深については、氾濫解析結果に基づく最大浸水位（浸水深＋地盤高）から氾濫原の地盤高を差し引いたものを最大浸水深とする。なお、地盤高が最大浸水位を上回る場合は、浸水深を0とする。

ただし、流下型氾濫を「中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き（第2版）」または本手引き6章に示した方法により解析する場合には、計算断面間の地形や氾濫流に影響する構造物を考慮し、内挿によって求めた氾濫水位から地盤高を引いて浸水深を求め、浸水想定区域の設定、浸水深の表示を行う。

なお、洪水浸水想定区域図に表示する最大浸水深（最大包絡の浸水深）については、5mメッシュに換算することを原則とするが、5mメッシュの地盤データがない場合は、地盤データの解像度に応じ、より大きなメッシュサイズのデータに変換する。

7.3 浸水深のランク区分と表示色

浸水深の閾値や配色については、住民のみならず旅行者や通勤・通学者がどこにいても水害リスクを認識し、避難行動を検討できるようにするため、災害種別ごとに原則として統一する必要がある。浸水深等の閾値は、一般的な家屋の2階が水没する5m、2階床下に相当する3m、1階床高に相当する0.5mに加え、これを上回る浸水深を表現するため、必要に応じて10m、20mを用いることを標準とする。

また、配色については、ISO等の基準や色覚障がいのある人への配慮、他の防災情報の危険度表示との整合性も含めて検討した結果、以下の配色を標準とする。

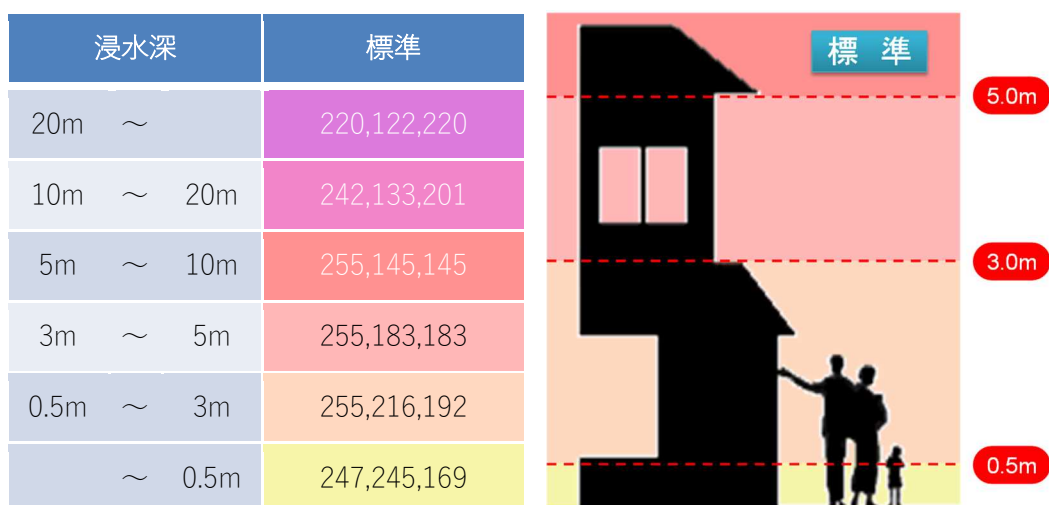


図 7-1 浸水深ランクによる色分け

なお、各浸水深ランクの配色について、指定の参考として具体的な RGB 値等の例を以下に示す。

表 7-1 配色の参考値

浸水深	RGB	RGB と α (透過率)	CMYK
20m ~	220,122,220	187,0,187,122	0,45,0,14
10m ~ 20m	242,133,201	228,0,142,135	0,45,17,5
5m ~ 10m	255,145,145	255,0,0,145	0,43,43,0
3m ~ 5m	255,183,183	255,13,13,179	0,28,28,0
0.5m ~ 3m	255,216,192	255,125,45,179	0,15,25,0
0m ~ 0.5m	247,245,169	232,226,8,166	0,1,32,3

7.4 小規模河川の洪水浸水想定区域図の縮尺と様式

(1) 必要とする縮尺

小規模河川の洪水浸水想定区域図の背景地図は、地形に応じた氾濫状況が判読できる縮尺（概ね 1/10,000 縮尺程度で 1/2,500 縮尺相当の地形図の縮小編纂によるものが望ましい）を基本とする。

背景地図の複製・調整にあたっては、必要となる手続き（測量法、著作権法など）を行う。

(2) 図面として閲覧に供する様式

図面として閲覧に供する場合には、水系・河川別及び公表する主体別に公表されたものを容易に重ね合わせることができるよう、市町村として利用しやすい座標系に則った様式が望ましい。

(3) 小規模河川の洪水浸水想定区域図に添付すべき事項

小規模河川の洪水浸水想定区域図には、タイトル、索引図（当該図の位置又は隣接図との接続関係を示す図）及び凡例を添付する必要がある。

7.5 小規模河川の洪水浸水想定区域図に明示する事項

小規模河川の洪水浸水想定区域図の公表にあたっては、水防法施行規則第2条に基づき、指定の区域、想定浸水深を図示し、長時間にわたり浸水するおそれのある場合には浸水継続時間を明示する。

7.6 データの保管・提供

浸水想定区域図の作成等に使用・作成したメッシュごとのデータについては、浸水想定に関する情報をより有効に活用すること、河道や浸水域の将来の変化に応じた再計算等を前回の計算と整合性を確保しつつ容易に行うことを目的とし、作成主体において電子化し、保管する。

浸水想定区域図等のデータは、市町村が洪水ハザードマップ作成に利用しやすいよう、また、浸水想定に関する情報を地理院地図などのWEBサイトでも利用しやすいよう、「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン（第4版）」（以下、「電子化ガイドライン」という。）に基づいてCSVファイル、シェープファイル形式で電子化し保管するものとする。

なお、電子化ガイドラインに基づき、表 7-2 については、市町村に提供するほか、浸水想定区域図データについては、国土交通省が運営する「ハザードマップポータルサイト」や「浸水ナビ」などの各種サイトにおいて、氾濫が推定される範囲として情報提供が可能となるよう、国土地理院へ所定の方法により提供するものとする。

表 7-2 電子化ガイドラインに基づき市町村に提供するデータ一覧

	データ名	データ内容	データ形式	格納フォルダ	市区町村による利用場面
浸水想定区域図データ	浸水想定区域図 GIS データ	0.5, 3, 5, 10mの階級の浸水想定区域を図化したデータ	シェープファイル	浸水想定区域図_SHAPE	浸水想定区域と避難に関する情報等の検討に利用
	浸水深（最大包絡） GIS データ（コンター）	最大包絡の浸水深を 0.5, 3, 5, 10m の階級区分 エラー! ブックマークが定義されていません。 で示したコンターデータ	シェープファイル	MAXALL¥MAXALL_SHAPE	避難に関する情報等の検討に利用
	浸水継続時間（最大包絡） GIS データ（コンター）	最大包絡の浸水継続時間を示したコンターデータ	シェープファイル	MAXALL¥MAXALL_SHAPE	
	浸水深（最大包絡） CSV データ（メッシュ）	最大包絡の浸水深、標高、緯度経度の数値データ（地盤高メッシュ（5m等）で格納）	CSV	MAXALL¥MAXALL_CSV	浸水想定区域と避難に関する情報等の検討の際に
	浸水継続時間（最大包絡） CSV データ（メッシュ）	最大包絡の浸水深・浸水継続時間、標高、緯度経度の数値データ	CSV	MAXALL¥MAXALL_CSV	数値で利用
	メタデータファイル	計算条件等を記したファイル	CSV	aaaaaaaaaa (河川番号フォルダ)	データ・計算条件の確認
その他の説明資料	浸水想定区域図データ 電子化ガイドライン	浸水想定区域図のデータフォーマットを規定しているガイドライン	PDF	浸水想定区域図	参考資料
	浸水想定区域図データ 電子化用ツール	浸水想定区域図データ作成支援ツールの実行ファイル	EXE	浸水想定区域図	参考資料
	浸水想定区域図データ 電子化用ツール 操作マニュアル	支援ツールの操作マニュアル	PDF	浸水想定区域図	参考資料
	水害ハザードマップ作成のための「浸水想定区域図データ」利用ガイド	市区町村向けに浸水想定区域図データを説明するガイド	PDF	浸水想定区域図	参考資料

(出典) 浸水想定区域図データ電子化ガイドライン(第4版) 令和5年2月国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 水防企画室、下水道部、海岸室

8 現況確認による照査

8.1 浸水想定区域の漏れの確認

本手引きに基づいた浸水解析結果は、ボックスカルバートや道路を通じた氾濫水の流れを計算結果に反映できていない可能性があるため、住民等に対して公表する前に確認が必要である。【技術参考9】

<特に現況確認が必要となる場合>

- ボックスカルバートが設置されている箇所
航空レーザ測量（LP）データにおいて、ボックスカルバートは連続盛り土構造物と同様に氾濫水の移動を妨げる物として認識され、氾濫解析にあたって浸水想定区域が過小評価されてしまう可能性がある。
- 川沿いを道路が上下流方向に走っている箇所
「中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き（第2版）」または本手引き6章の氾濫解析手法では、川沿いの道路を氾濫流が流下する現象を反映することができない。このため、上流の道路区間に氾濫水が流入すると、道路上を氾濫水が流下することにより、上記手法では氾濫しないとされた箇所で実際には氾濫することがある。
- 山付区間等で川沿いに小規模の低地が存在する箇所
本手引き6章の氾濫解析手法では、河心線上に25メートル間隔で内挿節点を設定することにより、川沿いの微地形を反映した浸水想定を行っているが、この間隔（河道曲線部の外岸側においては内挿節点ごとの横断面の間隔が25メートルよりも大きくなる）よりも小さい規模の小低地が存在する場合、推定される氾濫範囲が過小評価となることがある。
- 山付区間等において浸水想定区域指定の対象外の小河川等が流入する箇所
山付区間等において、浸水想定区域指定の対象となっていない小河川等が流入する箇所では、当該小河川等に沿った低地部において、推定される氾濫範囲が過小評価となることがある。

また、洪水浸水想定区域が指定された後、大規模な水害が発生した場合、河川管理者等は、簡易水位計の情報や浸水実績図等を用い洪水浸水想定区域図の妥当性を検証することが望ましい。

8.2 浸水想定区域の外縁線の処理について

本手引きに基づいた氾濫解析結果は、計算メッシュの大きさによっては現地の地形状況を十分に反映していない場合がある。このような場合は以下のような地形を参考に浸水想定区域図を必要に応じて修正すること。

- 山裾付近

氾濫水の挙動を想定しつつ山裾の等高線に沿って浸水想定区域図を必要に応じて修正すること。

■ 道路等の連続盛土付近

氾濫水の挙動を想定しつつ道路盛土に沿って浸水想定区域図を必要に応じて修正すること。

8.3 氾濫流の伝播状況

流下型氾濫において、河道-氾濫原一体型の一次元不等流計算により浸水深分布を算定するとき、氾濫原の浸水深が小さい場合、微地形の影響により、上流側での氾濫が、氾濫原を流下する状況が表現されない場合がある。このとき、氾濫原における浸水深分布が不連続に変化することがあるため、現地において連続盛土等の微地形を確認し、浸水想定区域図を必要に応じて修正すること。【技術参考 12】

■ 横断方向の連続盛土等の有無

横断方向に連続的な盛土等がなく、氾濫流の流下を阻害する微地形要因の存在が考えにくい場合、想定される氾濫流の流路に応じて、浸水想定区域図を修正すること。

9 今後の技術的課題

本手引きは、小規模河川に係る流下型、貯留型、拡散型のそれぞれの氾濫形態における計算のための仮定や条件設定の考え方等について、現時点での知見を集約し整理したものである。今後、「中小河川の水害リスク評価に関する技術検討会」で指摘された現時点の知見では解決が困難な以下の技術的課題を踏まえ、適用事例の蓄積・分析を通じて、引き続き検討が必要である。

- (1) 土砂・洪水氾濫が懸念される河川区間における大量の土砂の混入を考慮した洪水浸水想定区域図の作成手法については、研究開発途上であることから、本手引きでは「当面は洪水（流水）のみを対象に氾濫解析を実施することとした」（第1章 1.4(1)）としている。
- (2) 水位計算に用いる横断測線の間隔については、限られた知見に基づき「『中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き(第2版)』を参考に設定するものとするが、断面急変箇所等を除き、原則として100m間隔として設定して良い」（第3章 3.1）としているが、当該間隔の妥当性について引き続き検証が必要である。
- (3) 想定最大規模洪水時の浸水範囲及び浸水深の推定において、堤防の破堤を考慮しない氾濫解析手法の適用が、同考慮する手法に比べて著しく過小評価とならない条件を定量的に示すことが本来望まれるが、このような条件を示すために必要な知見が得られていないため、「堤防満杯流量が小さく想定最大規模の洪水時に一連の区間に渡って堤防天端水位を大きく超える河川区間においては、堤防の破堤を考慮しなくてよいものとする」（第5章 5.5）としている。
- (4) 第5章 5.5 の下流端水位の設定手法については、知見が十分には得られていないため、「河口や合流点等の下流端の特徴に応じ、想定最大規模の洪水時の水位を適切に評価できるような条件（たとえば、本川に合流するような河川では本川の洪水浸水想定区域に対象河川が流入する箇所を河口と見立てて出発水位を設定する、河口では計画高潮位とし、洪水流量のピークと重なるように設定する等）を設定することとする」としている。
- (5) 左右岸で流下型・貯留型氾濫形態が混在する河川区間における無破堤・次元不等流計算による氾濫解析手法については、知見が得られていないため、「左右岸の氾濫形態が一方は流下型で他方が貯留型等と異なる区間において、貯留型のブロックへの氾濫による河道ピーク流量の低減が大きく、それが流下型のブロックの氾濫水位に影響すると判断される場合には、一連区間で氾濫形態が異なる氾濫状況への適用性を有する氾濫解析手法（5.4 参照）を用いる必要がある」（第6章 6.1）としている。
- (6) 第6章 6.2 の流下型氾濫の解析手法を適用しうる河川区間を既存 LP データ等から効率的に判別するための目安については、知見が十分には得られていないため、図 6-2 に「5.3における壁立て計算水位の氾濫原への延伸線の地表面との交点が川幅 B の両岸 10 倍以内の場合に流下型と分類した場合のイメージ」を参考までに示すにとどめている。

(7) 同 6.3 の貯留型氾濫の解析手法における水位-容量関係式から求まる最高水位の妥当性の確認手法については、知見が限られているため、「最高水位を 5.2 の壁立て計算水位と比較することなどにより、妥当性を確認するものとする」としている。

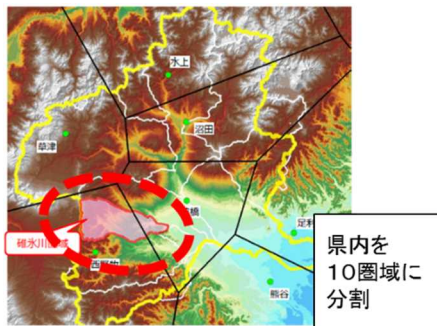
また、その他の技術的課題として、第 4 章 4.2 で述べた国土交通省告示に基づく想定しうる最大規模の降雨を上回る降雨として考慮すべき実績最大値考慮の判断基準（どの程度地理的に離れた地点の実績最大値まで考慮すべきか）を示すことが望まれるが、知見が限られているため、技術参考 4 として事例を示すにとどめた。

これらの課題については、引き続き検討するとともに、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こととする。

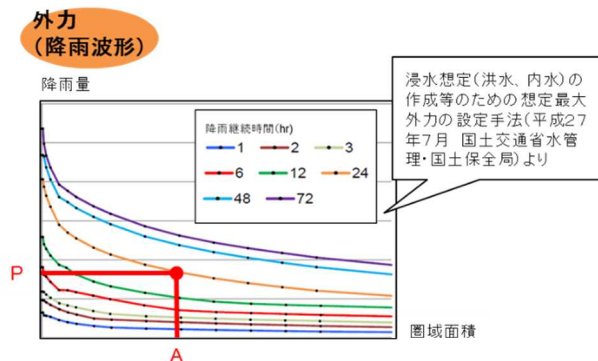
<技術参考1：複数河川同時計算を行っている例>

【群馬県の事例】

群馬県では水位周知河川等以外の全ての河川において、浸水想定計算を実施し計算結果を公表している。計算に当たっては圏域ごとに一律な降雨を与えて、複数河川における同時越水を考慮している。河川ごとに複数の破堤地点を想定して計算した上で、地点ごとの浸水深は各計算結果の最大包絡値を採用している。



圏域	地形	想定最大規模			計算規模			主要河川		
		規模	降雨	継続時間	規模	降雨	継続時間			
烏川圏域	平地	想定	S57.8	2日	783	1/100	S57.8	2日	479	烏川
	山地	最大	中央集水	24時間	558	中央集水	24時間	249		
碓氷川圏域	平地	想定	S22.9	2日	776	1/100	S22.9	2日	361	碓氷川
	山地	最大	中央集水	24時間	607	中央集水	24時間	337		
吾妻川圏域	平地	想定	-	-	-	1/200	-	-	-	吾妻川
	山地	最大	中央集水	24時間	442	中央集水	24時間	277		
神流川圏域	平地	想定	-	-	-	1/100	-	-	-	神流川
	山地	最大	中央集水	24時間	442	中央集水	24時間	327		
石田川圏域	平地	想定	S57.9	24時間	658	1/60	S57.9	24時間	193	石田川
	山地	最大	-	-	-	-	-	-	-	
碓氷川圏域	平地	想定	H19.9	48時間	700	1/100	H19.9	48時間	458	碓氷川
	山地	最大	中央集水	24時間	521	中央集水	24時間	340		
渡良瀬川圏域	平地	想定	S41.9	24時間	663	1/100	S41.9	24時間	250	渡良瀬川
	山地	最大	中央集水	24時間	556	中央集水	24時間	189		
碓氷・野井圏域	平地	想定	S57.9	24時間	664	1/100	S57.9	24時間	175	谷田川
	山地	最大	-	-	-	-	-	-	-	
利根川上流圏域	平地	想定	-	-	-	1/200	-	-	-	利根川
	山地	最大	中央集水	24時間	423	中央集水	24時間	197		
利根川中流圏域	平地	想定	S23.9	72時間	491	1/200	S23.9	72時間	336	利根川
	山地	最大	中央集水	24時間	357	中央集水	24時間	248		



圏域ごとに一律な空間分布の降雨を与えて計算

氾濫計算

- 越水について、複数河川の同時生起を想定
- 破堤については、それぞれの河川において複数(※)の破堤点を想定した氾濫計算を実施し、浸水深は地点ごとにそれらの計算結果の最大包絡値を採用

(※) 河川ごとに左右岸3点ずつ計6点設定。

図.技1 複数河川同時計算事例

(参考文献)

- ✓ 群馬県 県土整備部 河川課 資料
- ✓ 浸水想定(洪水、内水)の作成等のための想定最大外力の設定手法 平成27年7月 国土交通省 水管理・国土保全局

<技術参考2 : UAV 写真測量>

小規模河川において、横断測量が実施されていない場合が多いため、航空レーザ測量 (LP) から得られた河道断面データ (LP オリジナルデータ) を用いることを基本とする。

しかし、航空レーザ測量は以下の課題がある。

①LP データがない河道区間がある

- ✓ 国土面積約 38 万km²のうち約 10 万km²で航空レーザ測量データがない (H31.1 時点)

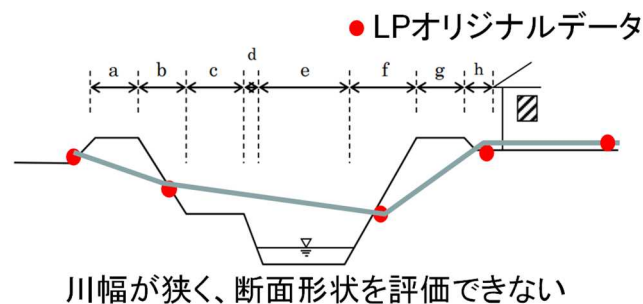
②川幅が狭い場合は、LP データの点群密度が河道形状を十分に捉えられない場合がある

- ✓ 航空レーザ測量の計測密度は、「航空レーザ測量データポータルサイト」(公益財団法人日本測量調査技術協会) で確認できる

③航空レーザ測量実施後に河道の形状が大きく変化している場合がある

- ✓ 定期的に航空測量が実施されていないことから、計測実施後に、大規模洪水の発生により河道形状が大きく変化している場合や、治水対策として河道の拡幅等を実施している場合がある

<計測密度の制約>



上記の課題に対し、地表面の標高を把握する手法として、従来の地上横断測量に加え、Unmanned Aerial Vehicle (以下、UAV) とレーザを組み合わせた UAV レーザ測量が開発されているが、計測費用が高価である。

一方、UAV 搭載カメラで撮影した画像を用い、写真合成により 3 次元形状を復元する技術 (以下、SfM : Structure from Motion) により地形を把握する UAV 写真測量 (図.技 2-1) はコスト的に優れている (図.技 2-2)。対地高度 50m の距離で UAV を飛行させ、市販の 2,000 万画素のカメラを用い UAV 写真測量を行うと、地形の 3 次元点群は約 400 点/m² の計測密度で取得でき、川幅が狭い場合でも十分なデータを得ることが可能である。

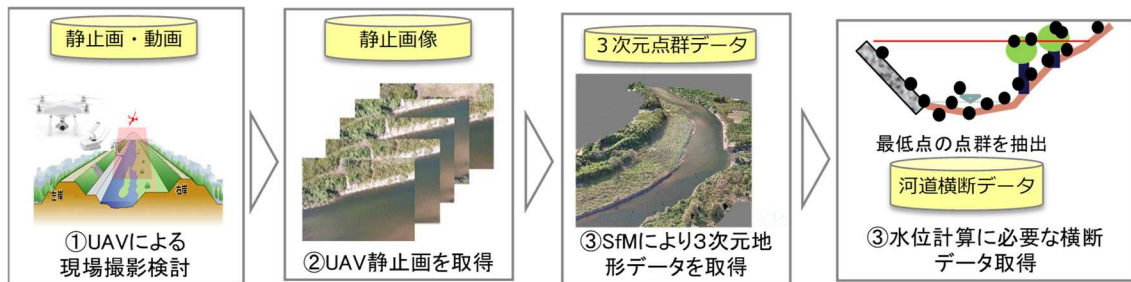


図.技 2-1 UAV 写真測量による河道断面データ取得（作業フロー）

区分	横断測量⇒横断面作成	UAV写真測量⇒横断面作成
内容	 <ul style="list-style-type: none"> ・地上測量、樹木調査 ・横断面作成 	 <ul style="list-style-type: none"> ・UAV写真測量、SfM処理 ・3次元点群抽出、横断面作成
作業コスト	3	1
安全性	低い	高い
備考	※調査対象の河川流路延長1.7km、川幅約10m	

図.技 2-2 UAV 写真測量と地上測量のコスト比較例

UAV写真測量では、植生の影響を極力除外するために、写真撮影時期を冬季に実施すること、垂直写真に加え斜め写真を取得することが求められる（図.技 2-3 参照）。UAV 写真測量から得られた3次元点群の標高誤差は、植生の影響が少ない河川の場合、1.1～9.8%（実測値と UAV 写真測量値の RMSPE）であった（表.技 2-1 参照）。

なお、冬季でも落葉しない植生が繁茂している場合は、地表面を捉える点群がないため、手動による補正が必要である。

小規模河川における UAV 写真測量による河道断面データの取得方法の詳細については、以下の参考文献を参照されたい。

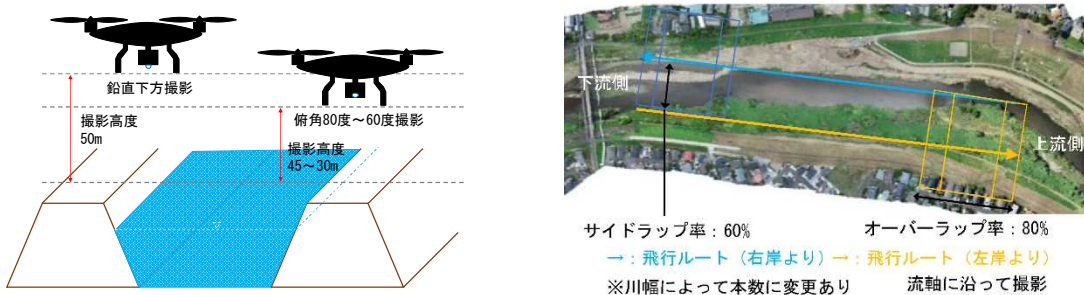


図.技 2-3 UAV 写真測量の計測方法

表.技 2-1 植生の影響が少ない河川での流下断面積の計測値の比較例

対象河川		精度 検証 項目	撮影ケース		
			①	②	③
			鉛直下方 45m俯角80度	鉛直下方 40m俯角70度	鉛直下方 35m俯角60度
A県 K川	二級河川	流下断面積 RMSPE(%)	3.5	3.5	3.9
C県 N川	二級河川		1.1	1.1	2.0
C県 T川	一級河川		4.3	4.2	4.2
C県 N川	一級河川		9.8	8.8	8.5
平均RMSPE(%)			4.7	4.4	4.7

N=14 断面

(参考文献)

- ✓ 齋藤正徳, 市川健, 湧田雄基, 天谷香織, 那須野新, 小田嶋健太, 池内幸司, 石川雄章: UAV 写真測量における多時期計測データを用いた河道管理手法の検討, 河川技術論文集, 第 24 巻, pp.257-262, 2018.
- ✓ 市川健, 齋藤正徳, 那須野新, 天谷香織, 佐藤慶治, 檜舘晋, 山田和宏, 佐々木史恵, 池内幸司: 植生が繁茂した中小河川における UAV 写真測量を用いた河道形状把握手法の開発, 河川技術論文集, 第 26 巻, 2020.
- ✓ 国土地理院: UAV を用いた公共測量マニュアル (案), 2017.
- ✓ 国土地理院: UAV 搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル (案), 2020.
- ✓ 国土地理院: 三次元点群データを使用した断面図作成マニュアル (案), 2019.

＜技術参考3：複数河川をまとめた圏域単位で浸水想定を行う場合の考え方＞

河川単位で浸水想定を計算を行うことを基本とするが、主要な氾濫原が複数河川の合流点周辺に位置するなど浸水特性や水害リスク情報活用を鑑みて、複数の河川流域の一部または全部を合わせた流域として設定することがより合理的と判断される場合には、複数流域を適切に組み合わせた流域として設定することができる。(図.技3)

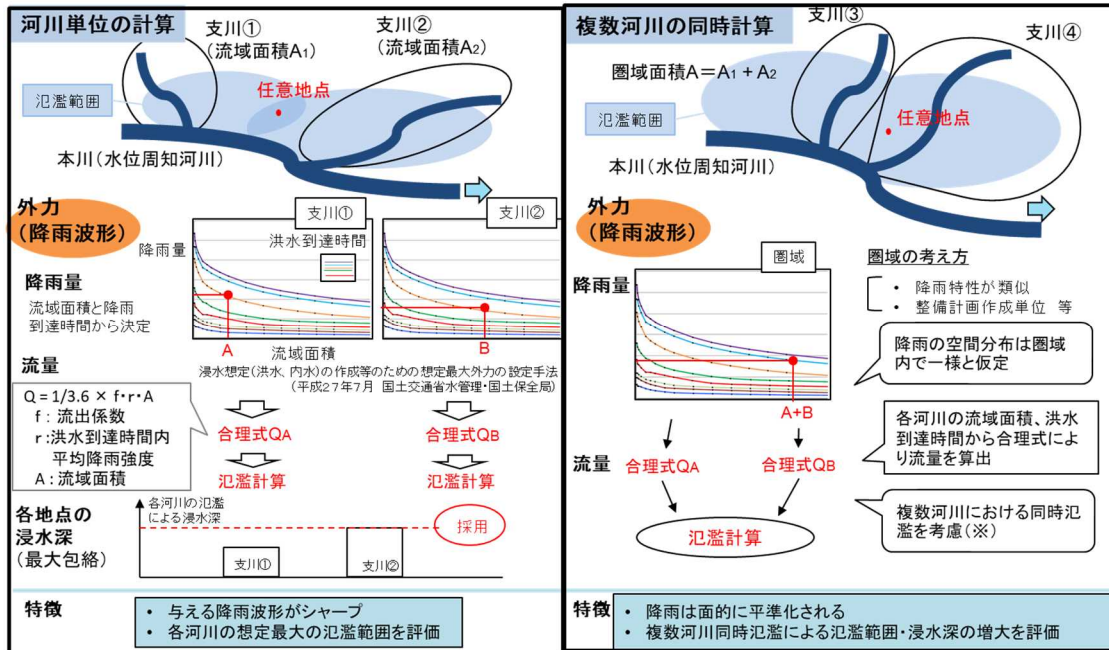


図.技3 河川単位の浸水想定と複数河川一括での浸水想定の方の比較

(参考文献)

- ✓ 浸水想定 (洪水、内水) の作成等のための想定最大外力の設定手法 平成 27 年 7 月 国土交通省 水管理・国土保全局

＜技術参考4：近隣河川で設定されている想定最大規模降雨、過去の実績降雨を踏まえた総合的判断により降雨強度を設定した事例＞

【長崎県の事例】

長崎県においては、実績降雨の引き延ばし等により設定している近隣の「水位周知河川等」の想定最大規模降雨を踏まえ、「浸水想定（洪水、内水）の作成のための想定最大外力の設定手法（平成27年7月 国土交通省水管理・国土保全局）」に基づく降雨強度150mm/h程度を上回る210mm/h程度を採用している。これは、昭和57年の長崎豪雨における実測降雨量187mm/hを踏まえた総合的な判断に基づき設定したものである。

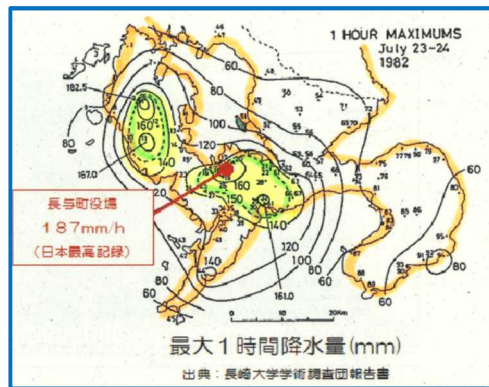
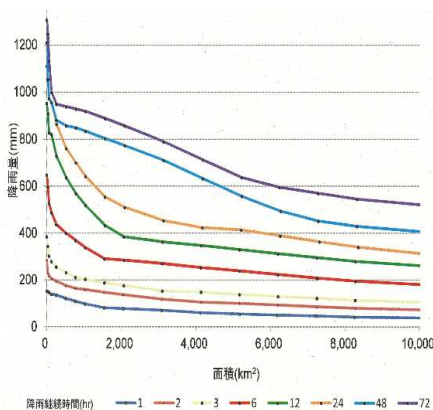


図.技 4-1 長崎豪雨時の雨量



地域ごとの最大降雨量(九州北西部)
単位：面積(km²)、雨量(mm)

1時間		2時間	
面積	雨量	面積	雨量
1	153	1	283
32	150	33	230
64	146	65	218
129	139	130	204

図.技 4-2 平成27年設定手法における九州北西部の想定最大規模降雨

(参考文献)

- ✓ 長崎県 土木部 河川課 資料
- ✓ 浸水想定（洪水、内水）の作成等のための想定最大外力の設定手法 平成27年7月 国土交通省 水管理・国土保全局

＜技術参考5：対象流量に対する壁立て水位計算により算定される最高水位＞

現況河道に対象流量（4.3）で算定した最大流量を与えて、河道から洪水が溢れない壁立て条件（図.技5参照）の下で水位計算により最高水位を算定するものとする。

河道形状と粗度係数は、河道の縦横断測量データ（3.1）および河道の粗度係数（3.2）で設定した値を用いる。

水位計算手法としては、河川計画検討等で採用している水位計算法（一次元、準二次元不等流計算、等流計算等）、または当該河川の特徴にあった計算方法を用いる。例えば、等流計算では勾配変化点や断面形状が急変する区間での水位計算精度が劣るので、不等流計算を用いることが望ましい。

不等流計算の下流端条件については、河口や合流点等の下流端の特徴に応じ、想定最大規模の洪水時の水位を適切に評価できるような条件（たとえば、本川に合流するような河川では本川の洪水浸水想定区域に対象河川が流入する箇所を河口と見立てて出発水位を設定する、河口では計画高潮位とし、洪水流量のピークと重なるように設定する等）を設定する。

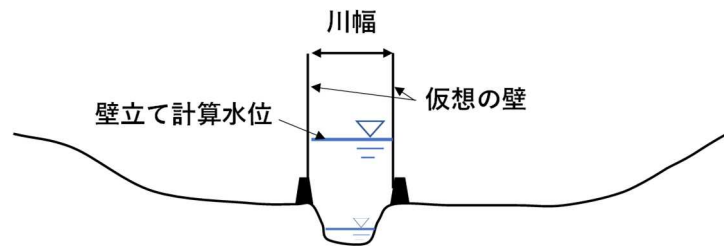


図.技5 壁立て条件

<技術参考6：洪水浸水想定区域図作成のための氾濫解析手法例>

【降雨—流出—氾濫一体化モデル（土木研究所 RRI モデルを活用）】

RRI モデルは、山地・平野を問わず、流域全体をグリッドセルに分割し、降雨流出から洪水氾濫まで流域を一体的に解析することを目的に土木研究所が開発した流出・氾濫一体型モデルである。

降雨分布や標高、土地利用などに関するデータを入力情報とし、河道流量や水位に加え、任意の氾濫原の浸水深なども出力が可能である。

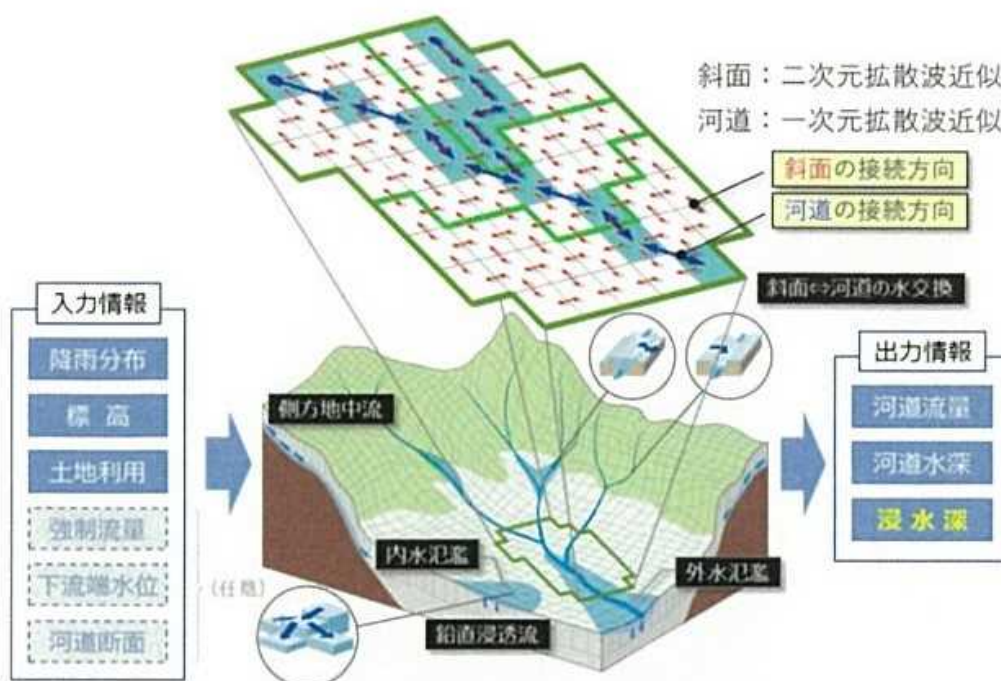


図.技 6-1 RRI モデルの概念図

(RRI モデルの特徴)

- ✓ 分布型モデルの発展形として、当該セルの浸水位と周辺のセルの浸水位を比較しながら、逐次流下方向を決定し、さらに河道と斜面との水交換も行う
- ✓ 地形起伏の複雑な山地域でも計算可能な二次元拡散波近似式を使用
- ✓ 降雨流出モデル、河道追跡モデル、洪水氾濫モデルを一体的に解析することで広域の洪水現象を容易かつ高速に再現できる
- ✓ 計算の迅速性に主眼を置き、氾濫解析は二次元拡散波近似式を用いているため、二次元不定流ほど厳密には解いていない

(参考文献等)

- ✓ 降雨流出氾濫（RRI）モデル, 土研新技術ショーケース 2016 in 東京
https://www.pwri.go.jp/jpn/results/2016/tokyosc/pdf/SC2016_tokyo09.pdf
- ✓ 栗林・大原・佐山・近者・澤野 (2017): 「洪水カルテ」による地区ごとの洪水脆弱性評価および対応案の検討手法の提案、土木学会論文集 F6 (安全問題)、Vol.73、No.1、24-42.
- ✓ 近者・関本・阿部・岩崎・崔・小島・中村・佐山 (2019): 降雨流出氾濫一体解析を用いた全国ベースでの洪水予測の試み、土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.75、No.2、I_1321- I_1326

【降雨—流出—氾濫一体化モデル(平面二次元モデル)】※群馬県の事例

群馬県は、全ての河川を対象に山地部および平地部の洪水特性に応じた異なる浸水解析モデルを構築し、国土地理院の地形データ等をもとに氾濫解析を実施している。

想定最大規模及び計画規模の降雨により洪水が発生した際の浸水想定範囲を「群馬県水害リスク想定マップ」として作成。平地河川は横断測量データがあるため、国土交通省のマニュアルに基づき検討、一方、山地河川は河道・氾濫原一体の二次元不定流モデルにより解析を実施している。

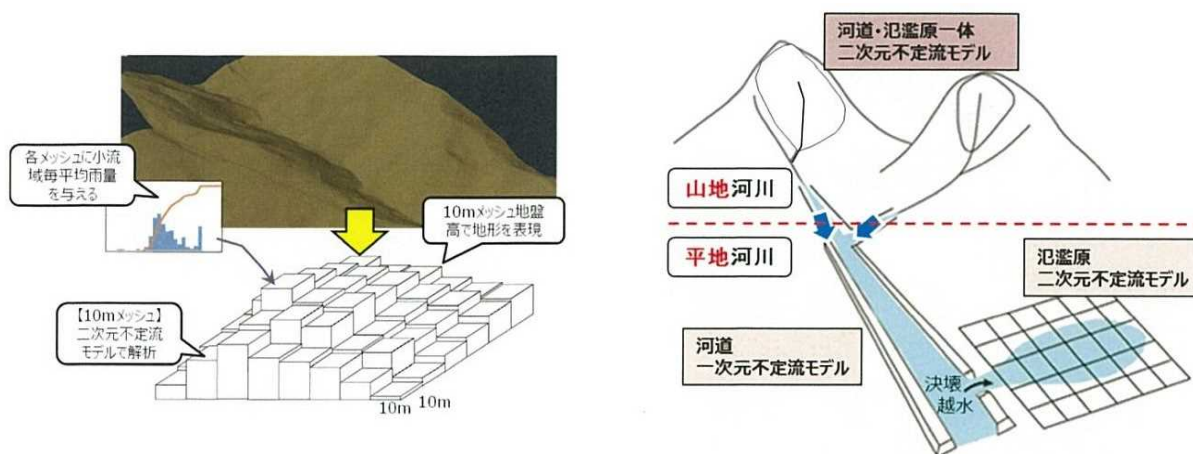


図.技 6-2 群馬県のモデルの概念図

(山地河川モデル)

- ✓ 国土地理院の数値標高データや国交省の LP データ等を用いて、10m メッシュの地盤高を表現
- ✓ 解析モデルは地下浸透を考慮せず、各メッシュに降雨を与え、河川と流域一体の平面二次元不定流計算を実施
- ✓ 代表的な流域で再現検証を行い、粗度係数を設定
- ✓ 流域内の水位観測所における常時水位から基底流量を推定し、河道上流部の初期流量とした
- ✓ 山地河川流域に位置する治水ダムはダム貯水池を別途モデル化（山地河川モデルによりダム流入量を計算し、ダム H-V、H-Q から放流量を算出し、ダム直下のメッシュに与えている）

(参考文献等)

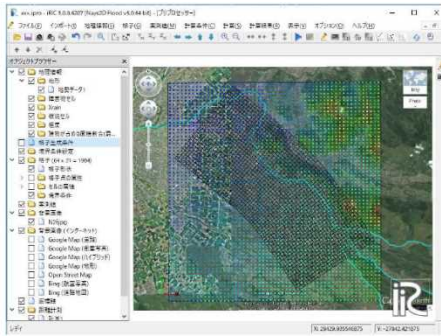
- ✓ 岡部隼也：県管理全河川における水害リスク調査について、関東地整平成 30 年度スキルアップセミナー発表資料

【河道・氾濫一体化モデル（iRIC2D Flood を活用）】※北海道の事例

iRIC（河川の流れ・河床変動解析ソフトウェア）の平面二次元の河川流モデル「Nays2D」を氾濫解析用にアレンジした「Nays2D Flood」は地形の高低差で氾濫が流れ拡がる現象を計算、上流端および左右岸の任意の複数の箇所から非定常流量の流入条件を容易に設定できる。

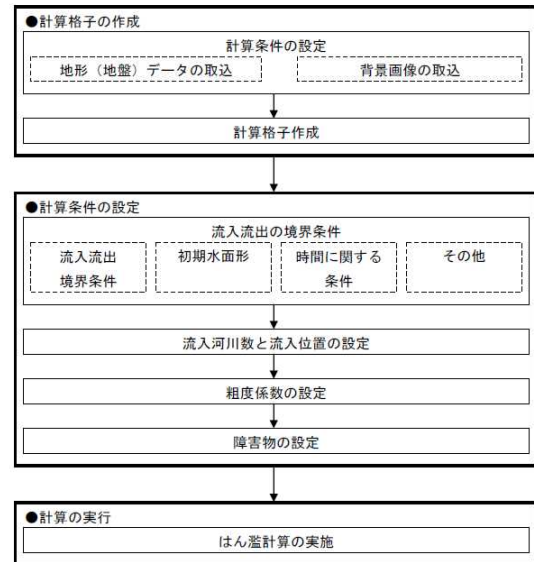
河道データを必要としないため、データが未取得な小規模河川などの氾濫形態の概略的な解析が可能。

計算格子の作成例



- 樋門・カルバート・ポンプ・建物障害率を考慮
- 堤防、道路、盛土は障害物として設定

氾濫計算の手順



結果の可視化例

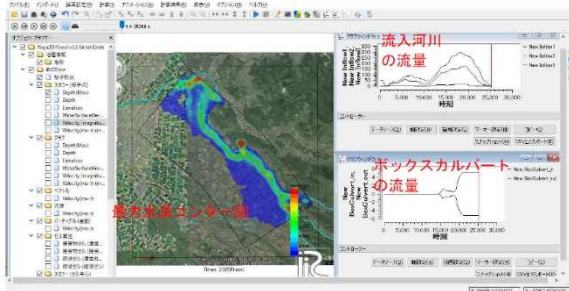


図.技 6-3 iRIC による氾濫計算の実施例

(出典)

- ✓ 中小河川を対象とした洪水はん濫計算の手引き(案) 平成 26 年 3 月 国土交通省 北海道開発局、独立行政法人 土木研究所 寒地土木研究所
- ✓ iRIC ホームページ <https://i-ric.org/solvers/nays2dflood/>
一般社団法人 iRIC-UC 令和 5 年 7 月 4 日閲覧

＜技術参考 7：下流端水位の設定＞

下流端水位の設定に関しては、合流先の河川の水位状況等を踏まえて適切に設定することが重要である。本手引きで対象とする想定最大規模洪水の際に支川の流域面積等により合理式で求められる流量を支川下流端で与えた際の等流水深と、本川の想定最大規模洪水流下の際の最高水位を那珂川水系で比較した。

比較にあたっては、那珂川本川の直轄区間における想定最大規模洪水流下の際の最高水位と、那珂川本川に直接流入する支川における想定最大規模洪水流下の際に流域面積等により合理式で求められる流量から H-Q 式により求められる水位を対象とした。

図.技 7 に示すとおり、支川の下流端水位（等流水深から算定）の方が本川の最高水位よりも低い場合が確認され、支川単独では本川の水位の影響を反映できないことがあることが確認された。

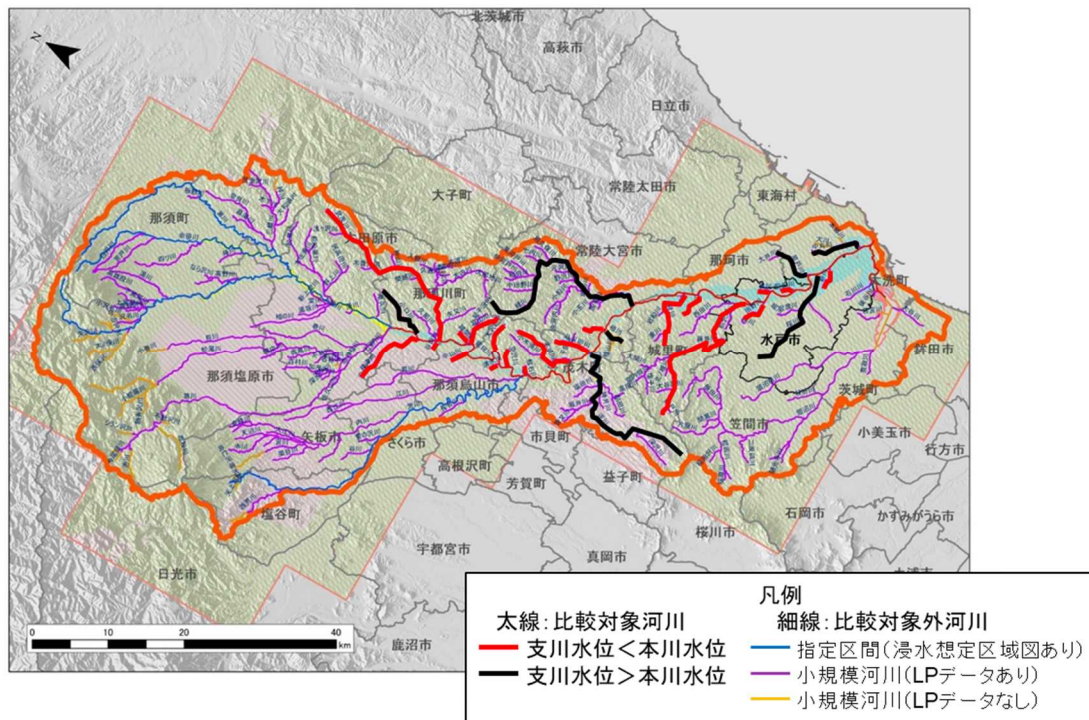


図.技 7 本川直轄区間最高水位と支川下流端水位（自己流の等流水深より）の比較結果

＜技術参考 8：流下型氾濫解析結果を用いた洪水浸水想定区域図の作成＞

第 6 章 6.2 の図 6-3 に示す手法のほか、中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き(第 2 版)技術参考 11 を踏まえ、次のように浸水位・浸水深分布を算定することができる。

① 浸水想定区域の外縁線

上下流の水位計算断面における計算水位に基づき、それらに断面を内挿し、その水位と地形の交点を見出し、上下流を連続的に結び浸水想定区域の外縁線を作図する。なお、浸水想定区域の地形に凹凸や連続盛土構造物があり、上記交点が複数になる場合には、上下流の連続性を勘案して浸水想定区域の外縁線を設定する。

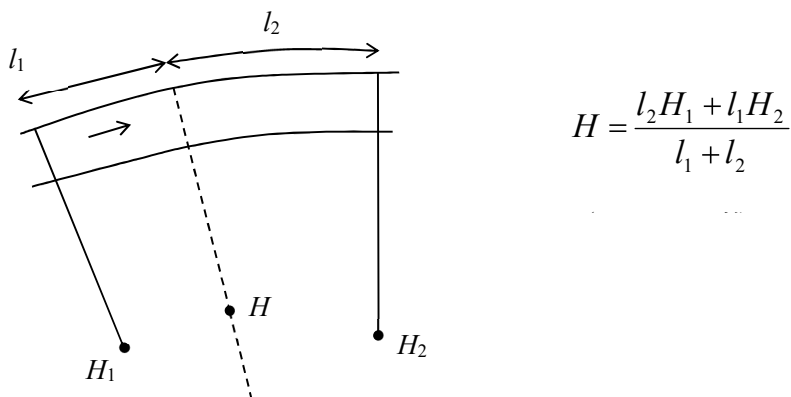


図.技 8-1 流下型氾濫の内挿断面ごとの浸水位算定

または、以下の方法で機械的に求めることができる。

② 任意点の浸水位・浸水深の算定方法

上下流の水位計算断面の間の任意点の水位 H は、上下流水位計算断面の水位 H1、H2 と各断面からの距離 L1、L2 を用い内挿により求めることができる。この水位から地盤高を引けば浸水深が得られる。したがって、地盤高メッシュデータを利用する場合、この方法により地盤高データ位置での浸水深を求めれば、比較的容易に浸水深の等値線を作図することができる。

- ・ 曲率が小さいとき

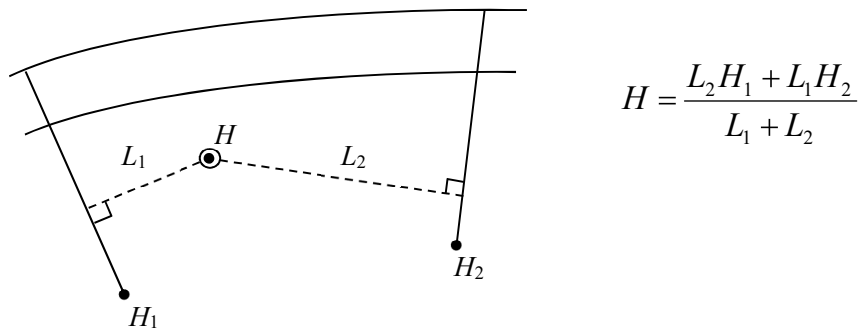


図.技 8-2 流下型氾濫の浸水位算定（曲率が小さい場合）

- ・ 曲率が大きく上記の方法では内挿に用いる距離が合理的でないとき

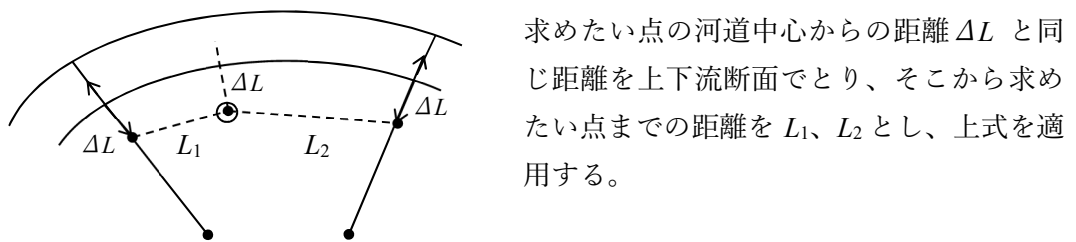


図.技 8-3 流下型氾濫の浸水位算定（曲率が大きい場合）

（参考文献）

- ✓ 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 河川環境課 水防企画室

<技術参考9：現況確認による照査>

航空レーザ測量データを用いて機械的に計算した結果は、現地の地形状況を十分には反映できない場合があるため、公表する前に計算結果の確認が必要である。例を図.技 9-1 及び図.技 9-2 に示す。

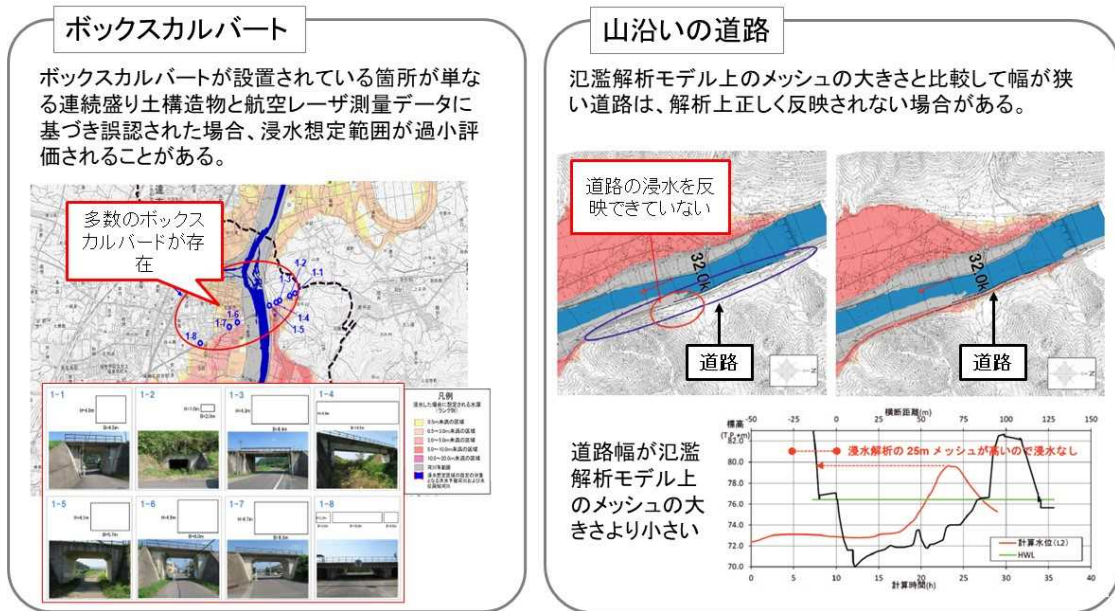


図.技 9-1 氾濫水の挙動を十分には反映できていない例

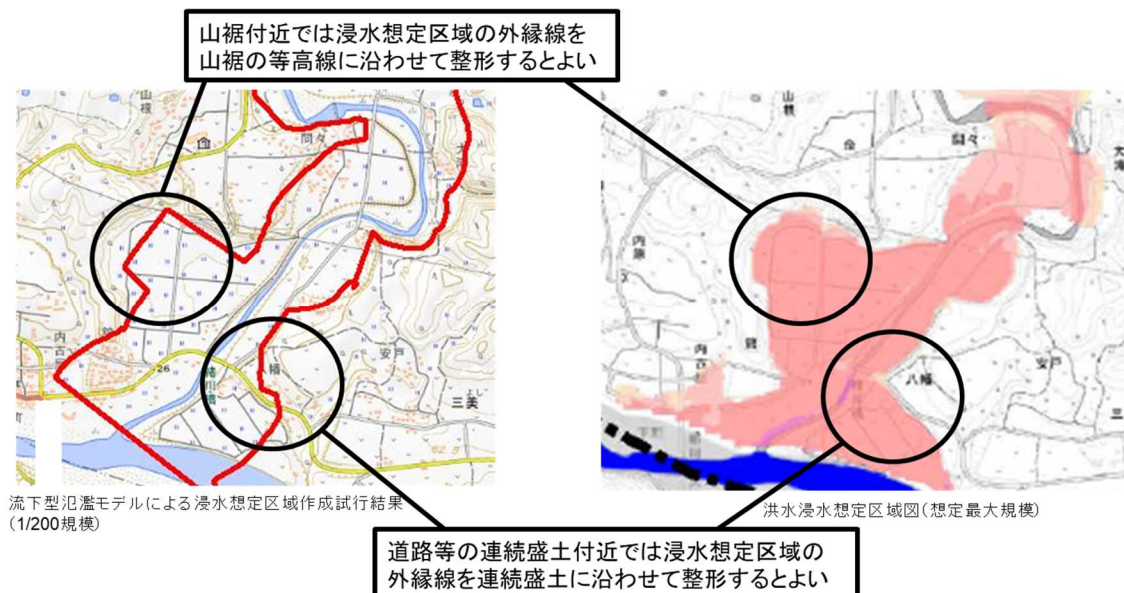


図.技 9-2 浸水想定区域の外縁線に地形・地物を十分には反映できていない例

＜技術参考 10：拡散型氾濫への一次元不等流計算の適用性＞

合理的かつ効率的な洪水浸水想定区域図作成のため、様々な工夫により検討が進められることが想定される。その中で、拡散型氾濫となる地域に、比較的簡便な方法である河道-氾濫原一体型の一次元不等流計算を適用し、その際、氾濫流の流下断面幅を便宜的に設定（壁立て）することも、工夫の一つとして考え得る。

本技術参考では、浸水域の横断範囲の、河川流下方向の広がり大きい拡散型氾濫地域に対し、壁立てにより氾濫流の流下幅を設定した一次元不等流計算（河道-氾濫原一体型）を適用した場合の留意事項を、事例とともに示す。

モデル流域の地形を図.技 10-1 に示す。浸水しうる範囲の横断幅が、河川流下方向に大きく広がっていく地形条件を有していることが理解される。

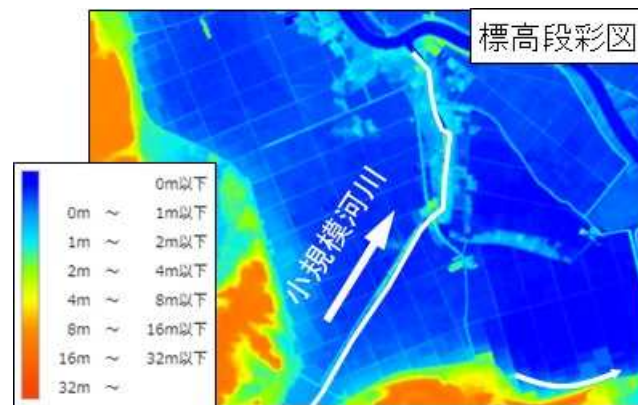


図.技 10-1 モデル流域の地形（標高段彩図）

本手引き図 6-2 を参考に、河心線から川幅の 10 倍の位置を端点（壁立て）として一次元不等流計算により得た浸水深分布を、図.技 10-2（左図）に示す。一方、平面二次元不定流計算により求めた浸水深分布を、図.技 10-2（右図）に示す。

1) 浸水深分布の特徴

図.技 10-2（左図）に示す一次元不等流計算の結果は、その計算方法の特徴から各計算断面での水位横断分布が一様であり、平坦な地形から、浸水深は横断方向に明瞭な分布を持っていない。一方、図.技 10-2（右図）に示す平面二次元不定流解析の結果は、拡散型の氾濫形態となる地形分布が表現されていることから、河心線から横断方向に離れた場所ほど、浸水深が小さくなる傾向が見て取れる。

2) 計算手法によって現れる浸水深分布の違い

計算手法によって現れる浸水深分布の違いは、特に河心線から横断方向に離れるほど大きく現れる傾向にある。河心線から横断方向に離れた範囲において、一次元不等流計算による浸水深は、平面二次元不定流解析による浸水深より大きくなっていることがわかる。こ

これは、一次元不等流計算において、流下範囲の端部を規定（壁立て）していること、また、氾濫流の向きが1方向（河心線の縦断方向のみ）であり、横断方向の氾濫流が生じない計算方法としていることから、氾濫範囲内の単位幅流量が、平面二次元不定流解析より大きくなるためである。一方、一次元不等流計算の計算範囲外では浸水が発生しないため、平面二次元不定流解析より浸水深が小さくなる。

3) 留意事項

上記より、拡散型氾濫のうち、浸水域の横断範囲の広がり大きいことが想定される流域に、壁立てによる一次元不等流計算を適用することは、実際に生じる浸水深分布と乖離があることに留意が必要である。そのため、氾濫形態の適切な判読に基づき、適応する解析手法を選択されたい。

標高が大きく変化せず、比較的平坦な地形において、一次元不等流計算による計算範囲の境界付近の浸水深が比較的大きい場合、浸水深の分布が横断方向に不連続となっている可能性がある。この場合、氾濫形態に適応した解析手法を選択していない可能性があるため注意が必要である。

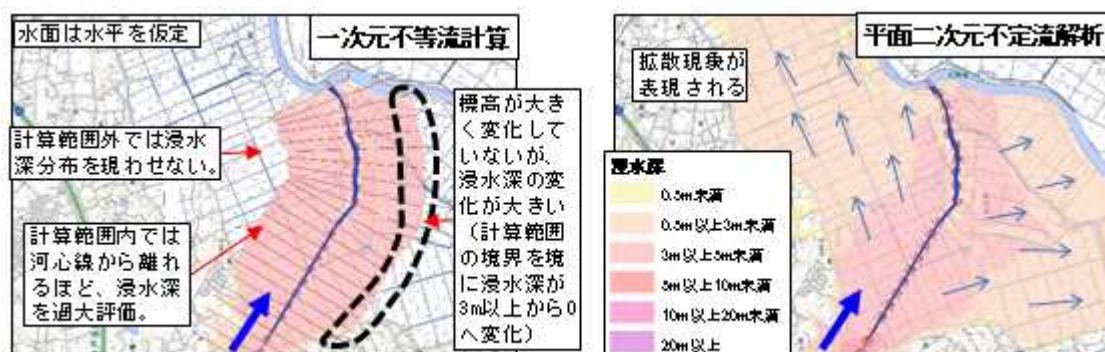


図.技 10-2 2つの解析手法による浸水深分布の比較例

＜技術参考 11：異なる解析手法により算定された浸水深分布の接続＞

【技術参考 10】に例示したように、上流側の氾濫形態は流下型氾濫、下流側の氾濫形態は拡散型氾濫となる場合、上流は本手引き 6 章による一次元不等流計算を、下流は「洪水浸水想定区域図マニュアル（第 4 版）」による平面二次元不定流解析といった、異なる解析手法を適用することも考えられる。このとき、適用した解析手法の切替区間において、浸水深分布の不連続性が大きくなる可能性がある。本技術参考では、異なる解析手法により算定された浸水深分布を連続的に接続する方法の考え方及び留意点を示す（図.技 11-1）。

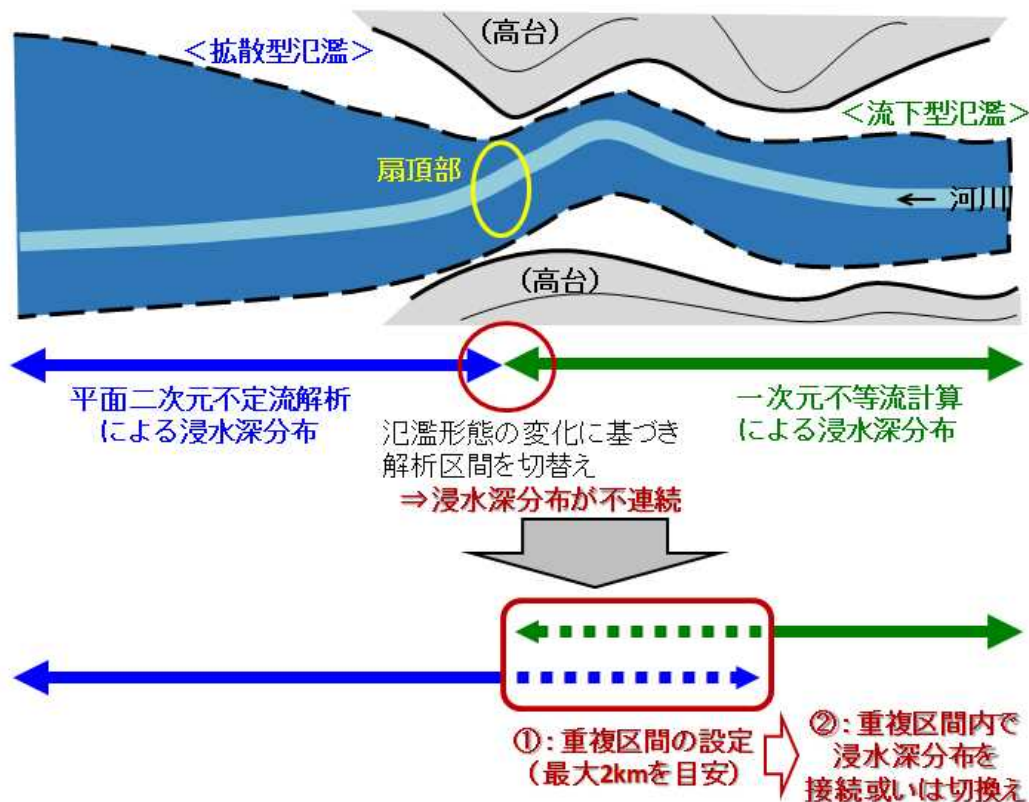


図.技 11-1 異なる解析手法により算定された浸水深分布の接続に関する課題

1) 接続方法①：解析区間の重複

異なる解析手法により算定された浸水深分布を接続する、或いは切り替えるため、解析の重複区間を設定する。設定にあたっては、下流側（拡散型氾濫）に適用する平面二次元不定流解析の計算区間を、最大 2km を目安として、上流側（流下型氾濫）の一部区間まで延伸させることを基本とする（図.技 11-1）。なお、延伸させる平面二次元不定流解析区間の上流端は、氾濫原の平面形状が直線的に分布する区間内に設定することが望ましい（図.技 11-2）。



図.技 11-2 流下型氾濫において氾濫原が直線的に分布する区間の例

2) 接続方法②：浸水深分布の接続・切替え

上記1)により、重複区間において、異なる解析手法により算定された2つの浸水位縦断分布が得られる。これら浸水位縦断分布の近接状況等を踏まえ、浸水位分布の接続・切替えを行った上で、浸水深分布を得ることを基本とする。

- i) 山付き等、浸水が途切れる区間がある場合、その区間で浸水深分布を切替える。
- ii) 浸水位縦断分布が重なる区間がある場合、その区間で浸水深分布を切り替える。
- iii) 上記i)、ii)以外の場合、浸水位分布が近接する区間（以下、浸水位近接区間）を抽出し、その区間内で浸水位分布を縦断方向に擦り付け、接続させることを基本とする。

3) 留意事項

【接続方法①：解析区間の重複】

- 流下型氾濫となる上流側に、重複区間を設定することが望ましい。
- 延伸させる平面二次元不定流解析区間の上流端は、氾濫原の平面形状が直線的に分布する区間に設定することが望ましい。

【接続方法②：浸水深分布の接続・切替え】

- 2)のiii)に示す、浸水位近接区間において浸水位分布を接続させる場合、a)～c)に示す方法等が考えられるが、選択する方法によって、浸水位近接区間内の浸水深

分布に差異が生じうる。このため、浸水位近接区間内の資産等分布状況を踏まえながら、浸水深分布の接続を行うよう、留意が必要である。

- a) 2つの浸水位の平均を与える方法
- b) 浸水位近接区間内における浸水位分布を線形に与える方法
- c) 縦断距離に応じて2つの浸水位の重みを変化させ擦り付けていく方法

＜技術参考 1 2：流下型氾濫形態における一次元不等流計算による氾濫流の伝播＞

本手引き 6 章 6.2 による一次元不等流計算では、氾濫形態が流下型であり、想定最大規模の洪水時において、一連の区間に渡って河道満杯水位を大きく超える流れが想定される場合の氾濫解析手法を示している。

本技術参考では、兩岸の堤内地が山に囲まれており、氾濫形態が流下型で、河道水位の状況によっては氾濫流の分派が推察される河川を対象に、一次元不等流計算と平面二次元不定流解析の 2 つの解析手法による浸水深分布と断面図を図.技 12-1 に示す。

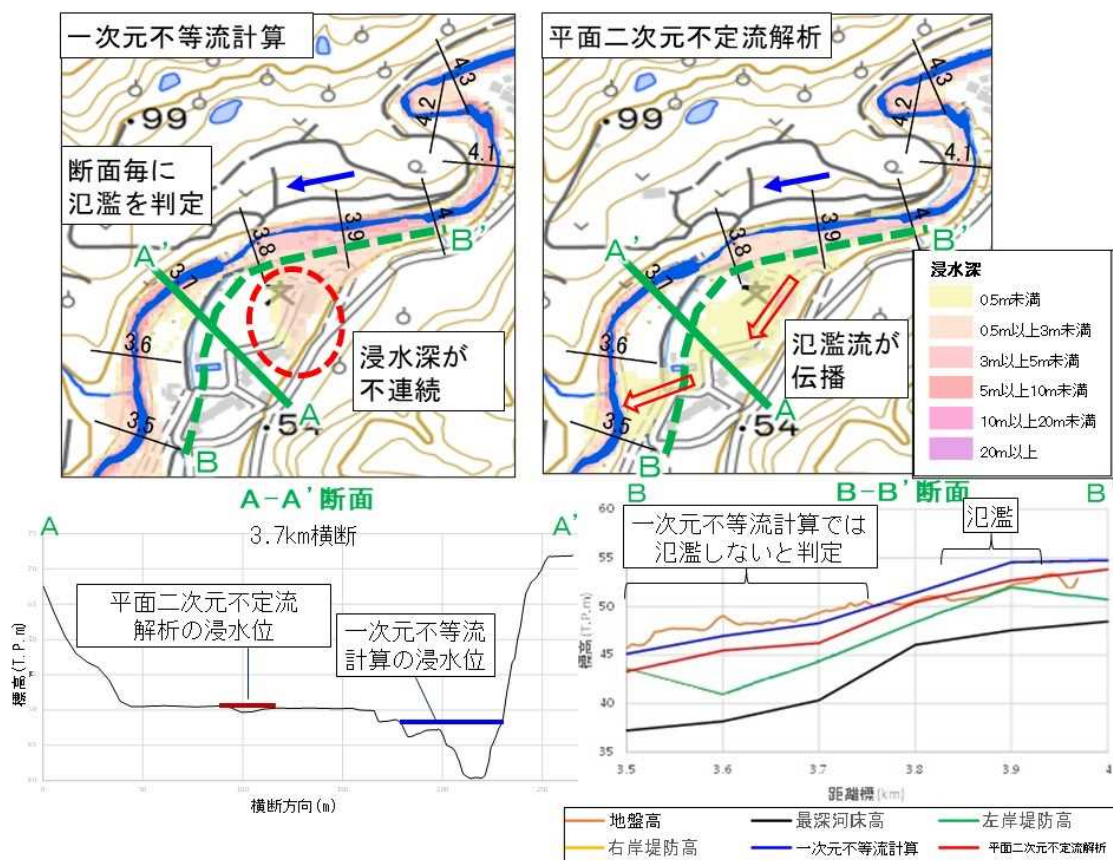


図.技 12-1 2つの解析手法による浸水深分布と断面図

1) 浸水深分布の特徴

図の左上に示す一次元不等流計算結果では、左岸側の堤内地において、3.8km 断面より上流側で浸水が生じているが、下流側では浸水が生じておらず、3.8km 断面を境に浸水深が不連続となっている。一方、図の右上に示す平面二次元不定流解析の結果は、3.5km 断面から 3.9km 断面の左岸側において、河道から離れた地点において連続して浸水が生じている。

2) 計算手法によって現れる浸水深分布の違い

計算によって現れる浸水深分布の違いは 3.5km 断面～3.8km 断面の左岸側の堤内地における浸水深分布に表れている。これは平面二次元不定流解析の計算では 3.8km～3.9km 付近左岸で生じた氾濫流が堤内地を流下し、3.5km～3.6km 付近において氾濫流が河道へ流入する現象が表現されているのに対し、一次元不等流計算では、一度氾濫した流水が、氾濫原をそのまま流下する現象を取り扱うことができず、平面二次元不定流解析の計算で氾濫流が流下した地点の標高より低い水位が算出されたためである（図の左下の断面図参照）。

3) 留意事項

上記より、一次元不等流計算では、平面二次元不定流解析では表現可能であった氾濫原上の氾濫流の伝播を表現できない可能性があることに留意が必要である。

一次元不等流計算から得られる浸水深分布において、氾濫原の浸水深が比較的小さく、計算断面の前後で浸水深分布が不連続に変化（ある断面を境に浸水深が急に 0 になる等）している場合、本技術参考で取り扱うようなことが生じている可能性がある。この場合、必ずしも平面二次元不定流解析を行う必要はないが、横断方向へ連続的な盛土（氾濫流の流下を阻害する要因）の存在等を確認するほか、周辺の資産状況等を踏まえつつ、適切な解析手法を選択されたい。

＜技術参考 13：平面二次元不定流解析におけるメッシュサイズの留意事項＞

洪水浸水想定区域図作成マニュアル（以下、マニュアル）では、平面二次元不定流解析の計算は 25m メッシュで行い、洪水浸水想定区域の指定に用いる最大浸水深データ（破堤地点別に算出された浸水深に対する最大包絡の浸水深データ）は 5m メッシュに換算したものをを用いることが原則とされている。

本技術参考では、小規模河川において、事例に基づき、マニュアルに記された計算手法及び浸水深分布の作成方法を適用した際に留意が必要となる事項等を示す。

事例として行った計算手法と浸水深分布の作成方法を表.技 13-1 へ示す。流下型氾濫に分類される小規模河川を対象に、異なる計算メッシュサイズが、同一解像度ケース 1 及びケース 2 による浸水深分布を作成し、結果を比較した。

表.技 13-1 計算手法と浸水深分布の作成方法

	計算手法	浸水深分布の作成方法	備考
ケース 1	平面二次元不定流解析 25m メッシュ	浸水位（25m メッシュ）を 5m メッシュの浸水深に換算	マニュアルと同一の手法
ケース 2	平面二次元不定流解析 5m メッシュ	浸水位（5m メッシュ）のメッシュサイズを変更せずに浸水深へ換算	

1) 計算メッシュサイズの違いによる浸水の有無

図.技 13-1 の上段に、ケース 1 と 2 の浸水深分布を示す。図中赤点線で表示した範囲において、25m メッシュで計算したケース 1 では浸水が生じておらず、ケース 2 では河道沿いに浸水が生じている。流下型氾濫に分類される小規模河川では、河道から横断方向に離れるに従い、地盤高が増加していく地形的特徴がある。このため、図.技 13-1 の下段に示す地盤高分布からもわかるように、計算メッシュサイズが 25m と大きい場合、高い地盤の影響を受けやすく、計算メッシュに与える地盤高が大きくなり、浸水が起こりにくい傾向となる。

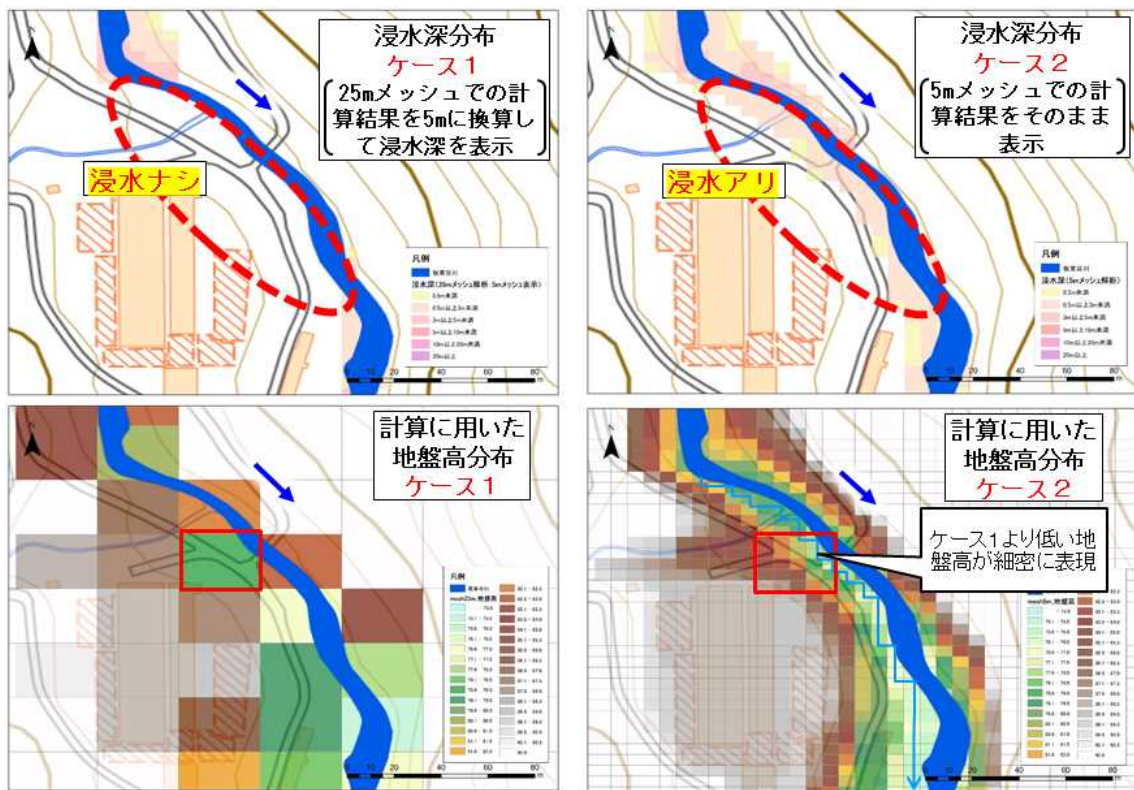


図.技 13-1 計算メッシュサイズの違いが浸水の有無に与える影響

2) 計算メッシュサイズの違いによる浸水深分布の差異

図.技 13-2 に、比較的勾配が大きく、流下型氾濫となる小規模河川を対象に、2つのケースを適用した結果を示す。急勾配のため、浸水深は小さくなる傾向にあり、ケース1（計算メッシュ 25m）で氾濫する結果が得られたとしても、その浸水深は小さい場合が多い。ケース1のように、浸水深を 5m メッシュに換算して表示した場合、25m メッシュ内の地盤高変化が大きく、浸水深分布がまばらとなり、不適切に表現されることに注意が必要である。一方、ケース2（計算メッシュ 5m）では、計算段階から地盤高の変化を細密に捉えており、浸水深分布が連続的に表現され、氾濫流が、氾濫原を連続的に流下している。

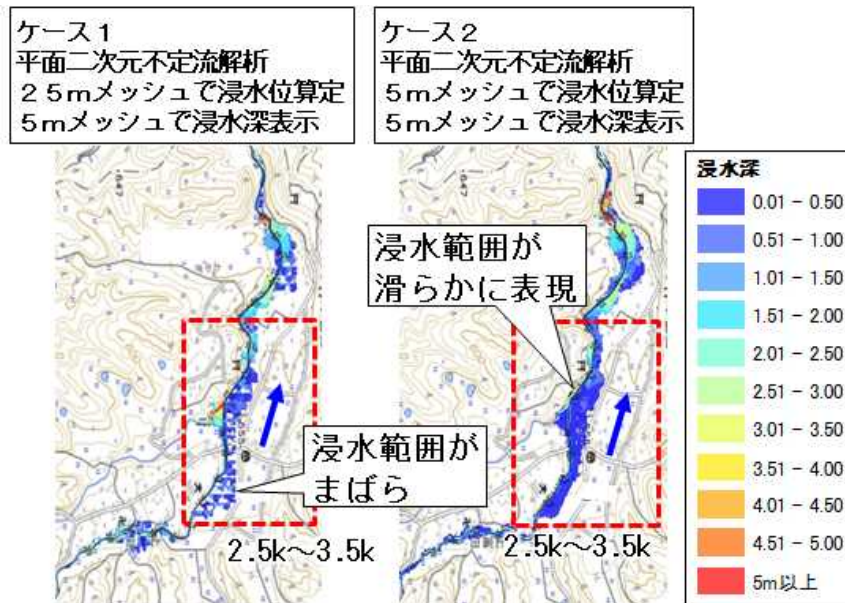


図.技 13-2 計算メッシュサイズの違いによる浸水深分布の差異

3) 留意事項

以上より、浸水の範囲が横断方向に小さく、比較的縦断勾配が大きく、地形変化が大きく表れる傾向にある流下型氾濫においては、マニュアルに示す方法（ケース1）ではなく、計算段階から5mメッシュを適用するケース2の方法が、より実際に近い浸水深分布を得られることに留意が必要である。

<技術参考 14 : 航空レーザ測量データ使用時の留意事項>

1) 樹木や橋梁等の障害物による航空レーザ測量 (LP) データ計測密度の低下

航空レーザ測量 (LP) による計測点の空間密度にはばらつきがある。特に、レーザ光が空隙を通過しにくい樹木繁茂域や、レーザ光が反射されにくい水面範囲では、計測された LP データの空間密度が著しく低下する可能性がある (図.技 14-1)。また、河道を渡河する橋梁をレーザが通過することができず、橋梁下部の河床高を捉えることができない (図.技 14-1)。

このように地盤高や河床高の計測密度が著しく小さくなる場合、現地に見合う適切な標高が得られていない可能性がある。そのため、取得された航空レーザ測量による点データの空間分布を確認するとともに、測量と同時に撮影される航空写真を用いて障害物の有無についても確認し、必要に応じ、浸水深算定に用いる地形モデルを修正する必要がある。

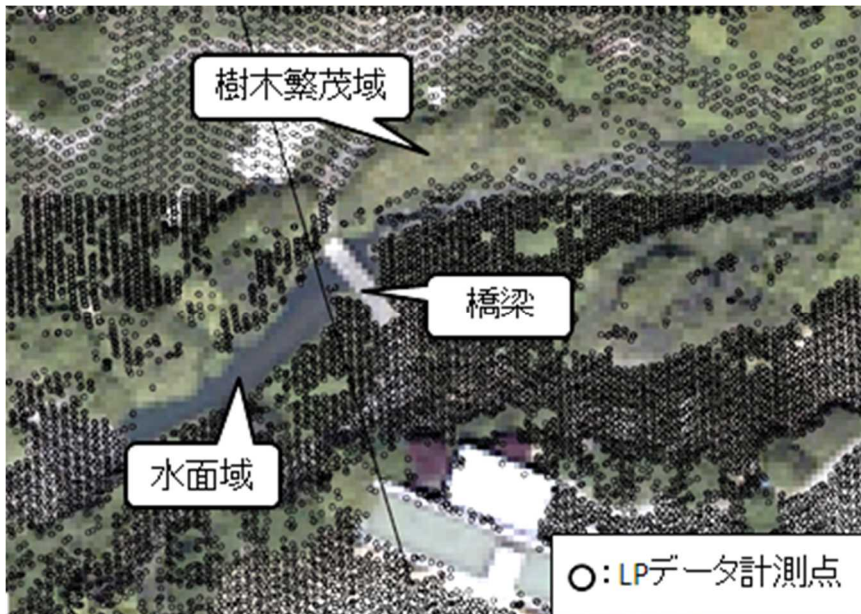


図.技 14-1 計測された LP データの空間分布と障害物の例

2) 計測密度の低い LP データから作成された 5mDEM データ

約 5m メッシュの中心点標高である 5mDEM データが、LP データから作成されている場合、5mDEM の標高の精度は、1) メッシュ内にレーザ測量の計測点がある場合で 0.3m 以内、2) 計測点がない場合で 2.0m 以内 (ともに標準偏差) *1 とされている (図.技 14-2)。

基となる LP データの計測密度によって、5mDEM の標高精度が大きく変わり、浸水深算定に影響を及ぼす可能性がある。そのため、5mDEM を用いて浸水深算定の地形モデルを作成しようとする場合は、基となる LP データの空間分布を確認し、必要に応じ地形モデルを修正する必要がある。

※1 国土地理院 HP、基盤地図情報サイト FAQ、Q3-3

<https://www.gsi.go.jp/kiban/faq.html#3-3>

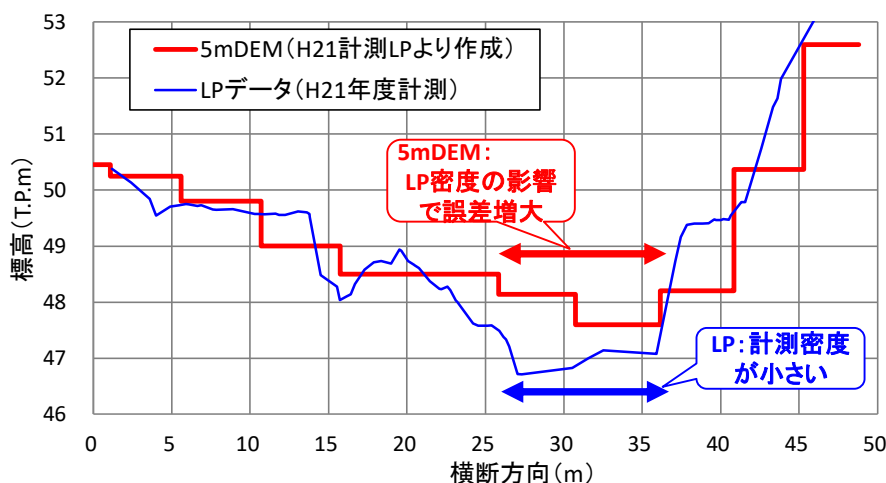


図.技 14-2 計測密度が低い LP データから作成された 5mDEM を用いた横断形状の例

3) 河床高の再現精度が計算結果に及ぼす影響

図.技 14-2 に例示した 5mDEM のように、河床高分布が実際より高く表現されたデータを用いて計算した場合、河道部分の流下能力が適切に評価されず、相対的に氾濫しやすくなることで浸水深が増大し、広範囲に浸水する結果となる場合がある。

このことから、より適切な浸水深分布を得るためには、1) 及び 2) で示すような状況が生じていないかを確認し、必要に応じて測量を別途行う、或いは、河道内の河床高を修正することが必要である。

4) 留意事項

- 樹木繁茂、橋梁、水面といったレーザ光の通過・反射を妨げるものがある場合、その範囲内における LP データの空間密度が小さくなり、地盤高あるいは河床高が適切に計測されていない場合がある。またこういった状況の LP データを基として作成された 5mDEM データの標高は、従属的に精度が低くなる。
- このため、計測された LP データの空間分布 (密度) や、作成された地形モデルと実際の地形の乖離状況を確認し、必要に応じてデータの修正等を行う必要がある。