

Keywords | 洪水浸水想定区域、想定最大規模降雨 (L2降雨)、急流河川、破堤条件、浸水解析

富山県管理河川の特性を踏まえた 洪水浸水想定区域検討における課題と対応策

堀 孝成
インフラマネジメント事業本部 水環境部 次長
技術士 (建設部門-河川、砂防及び海岸・海洋)
技術士 (総合技術監理部門-建設)
t.hori@shinnihon-cst.co.jp

森田 信彦
インフラマネジメント事業本部 水環境部
流域保全グループ 主任
技術士補 (建設部門)
morita@shinnihon-cst.co.jp

1 背景・目的

(1) 背景

近年、洪水のほか内水・高潮により現在の想定を超える浸水被害が多発しており、想定し得る最大規模の降雨 (以下「L2降雨」と記す) に対する避難体制等の充実・強化のためのハード・ソフト両面からの対策推進、的確な避難勧告の発令や広域避難体制の整備などのため、平成27年7月および平成29年6月に水防法が改正されている。この改正を受けた洪水浸水想定区域図作成において、基本的な方針を示す「洪水浸水想定区域図作成マニュアル」¹⁾ (以下「マニュアル」と記す)、「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」²⁾ (以下「外力設定手法」と記す)、「中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き」³⁾ (以下「中小河川マニュアル」と記す)、「急流河川浸水想定区域図作成の手引き案」⁴⁾ (以下「急流河川手引き」と記す) 等の手引きがまとめられている。

(2) 目的

地域住民の洪水時の円滑・迅速な避難確保や浸水防止により、洪水による被害を軽減する必要があることから、従来よりもきめ細かい精度のハザードマップを作成する必要がある。また、将来的には建築物の更新に併せた避難拠点となるビル・街区構築に役立てることが期待されている。このため、今回の業務では、様々な大きさの流域を持ち急流河川を有する富山県下の水位周知河川 (以下「県河川」と記す) を対象として、最近のデータと手法により「L2降雨」での洪水浸水想定区域図作成を目的とする。

2 課題

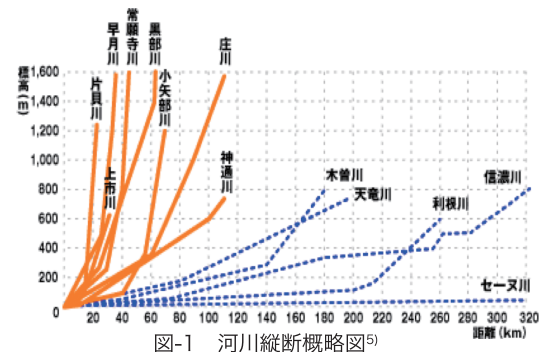
本稿では、「マニュアル」等で明確に示されていない条件

を設定するにあたり、県河川の特徴を踏まえた設定を行う際の課題を示す。

富山県の洪水浸水想定区域図検討を実施した際に以下の2課題が明らかになった。

【課題1】 富山県管理の水位周知河川は、流域面積が数km²~百数十km²と様々であり、さらに洪水調節施設の有無等により、各々の流域で合理式・貯留関数法等、流量の算定方法が異なっている。計画上ハイトグラフが設定されていない流域に対して「外力設定手法」ではハイトグラフ設定方法が明確でないことなどから、各河川で異なる条件を踏まえ、最適となる「L2降雨」の降雨量や被害最大となる降雨波形を設定する必要がある。

【課題2】 世界に名だたる急流河川が数多く存在する富山県内の河川 (図-1) に対して、急流河川に対する破堤氾濫を検討する際に、破堤条件として「マニュアル」での標準的な手法をそのまま適用するだけでなく、急流河川の特徴を考慮する必要がある。



3 課題1への対応策

(1) 「L2降雨」の設定の流れ

「マニュアル」等から読み取れる「L2降雨」の設定の流れを図-2に示す。図-2中の下線に示す項目はマニュアルで設定方法が明確にされていないため、対象河川毎に検討し条件を設定する必要がある。

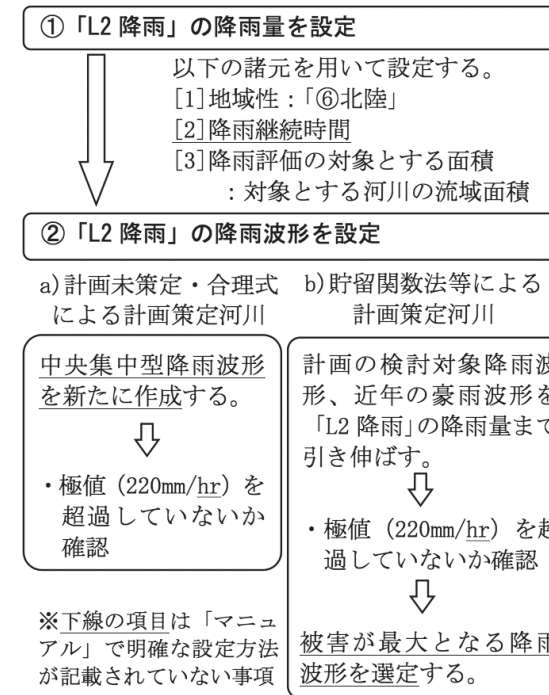


図-2 「L2降雨」の降雨量・降雨波形設定の主な流れ

(2) 「L2降雨」の降雨量算定

「L2降雨」の降雨量算定において、[2]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・形状等、当該河川の洪水到達時間、過去の洪水の降雨状況、流出特性等を総合的に検討し設定すること、具体的な設定として河川整備の前提とする対象降雨の計画降雨継続時間などが挙げられている²⁾。

この内容を踏まえ、県河川の中では河川計画の内容により表-1に示す考えが示された。

表-1 県河川の計画内容とL2降雨設定の条件

| 計画内容 | L2降雨設定の条件 | 備考 |
|---|--|-----------------------------|
| 【計画①】 河川整備計画・工実施基本計画および全体計画で計画降雨継続時間が設定されている河川 | 計画で定められている計画降雨継続時間を想定最大規模での降雨継続時間とする | 直轄管理河川や貯留関数法等で定められている河川に適用 |
| 【計画②】 合理式による計画策定河川や計画未策定の河川で計画降雨継続時間が設定されていない河川 | 新規に想定最大規模に対する降雨継続時間を設定する 【設定方法①】 計画降雨継続時間が設定されている河川に準じた計画降雨継続時間を採用する 【設定方法②】 洪水到達時間を適用する | 直轄管理河川では適用が無く、県管理河川独自の課題である |

表-1の【計画②】に該当する場合のうち、【設定方法②】では、災害発生時の実績降雨継続時間と比べ洪水到達時間が非常に短く、浸水を過小評価する可能性があることから不適切と判断した。一方、【設定方法①】

については【計画①】での計画降雨継続時間として一般的に24時間が用いられていることを踏まえ、降雨継続時間24時間を基本として採用し、この設定に基づく降雨量算定を行った。

(3) 合理式の適用流域等での「L2降雨」波形設定

a) 「外力設定手法」に基づく降雨波形の仮設定

合理式で計画高水流量が設定されている場合 (小規模流域で特にダムなどの洪水調節施設がない流域等) では、ハイトグラフが河川計画上設定されていないため、「L2降雨」の中央集中型降雨波形を以下の手法により仮設定した (図-3)。

- 最新の降雨強度式を用いて計画規模相当の中央集中型降雨波形を作成する。
- 降雨継続時間内での①の雨量を集計し、(2)で設定した降雨量となるように引伸し倍率を算定する。
- ①の降雨波形を②の引伸し倍率で引伸ばす。

図-3の結果からは、ピーク降雨量が「外力設定手法」で示されている極値 (220mm/hr)²⁾を上回っているため、「L2降雨」としては過剰な降雨波形であり、仮設定した降雨波形は採用不可と判断した。

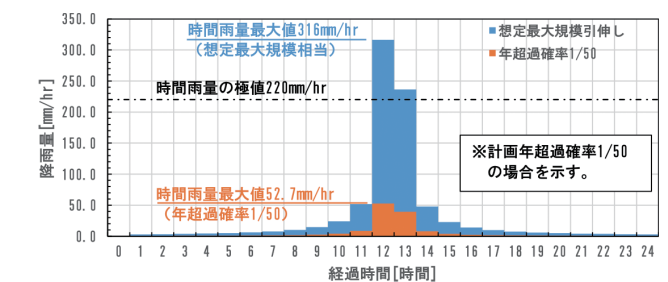


図-3 「L2降雨」計算例(1) (10分刻みでの雨量を毎正時で合算した値)

b) 「L2降雨」の降雨波形の設定

a)の結果で採用不可と判断した場合に対して、ピーク降雨量が極値 (220mm/hr)を下回る複数の方法を県および各コンサルタント会社を交えて協議した。協議の中で表-2に示す方法が提示されたが、協議後に検討した評価結果 (表-2)を踏まえ、a)で設定した「L2降雨」の降雨波形が適切でない場合には、②の方法を採用して降雨波形を設定した (図-4)。

(4) 貯留関数法等適用流域での「L2降雨」波形設定

貯留関数法等を用いて計画高水流量が設定されている流域では、過去の実績降雨波形等を基に計画降雨波形が設定されていることを踏まえ、既往の検討で用いられている降雨波形および近年で災害が発生する規模の降雨を基に設定を行った。

表-2 降雨波形の設定方法及評価結果

| 設定方法 | 設定方法の評価 | |
|---|---|---|
| 【方法①】a)の降雨波形の220mm/hr以上の降雨を周辺へ按分する方法 | 按分方法が不明瞭であり、合理性を欠くことになるため却下した。 | × |
| 【方法②】外力設定手法」で示されている「L2降雨」を元に降雨強度式を作成しており、合理性があると判断して採用した。 | 各時間・流域面積に適用した「L2降雨」を用いて降雨強度式を作成しており、合理性があると判断して採用した。 (1)で挙げた洪水到達時間を基準とした降雨よりピーク降雨量は小さいが、ピーク降雨量以外の雨量は大きく浸水のボリュームは大きくなるものと考えられる。 | ○ |

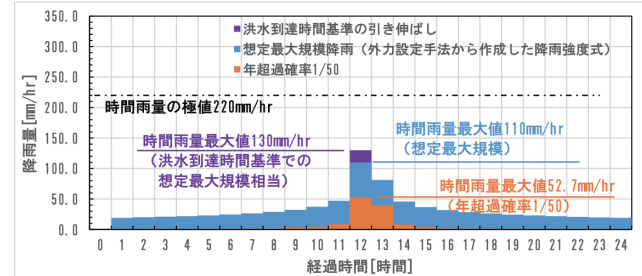


図-4 「L2降雨」計算例(2)
(10分刻みでの雨量を毎正時で合算した値)

a) 検討対象とする降雨波形の整理

想定最大規模の降雨波形の検討においては、①過去の計画対象降雨波形、②計画策定以降の浸水被害を起こす豪雨の中から、「L2降雨」波形の基本となる波形を複数選定し、降雨継続時間の範囲の降雨量が(1)で設定する「L2降雨」の降雨量となるように等倍率で引伸しを行った降雨波形を検討対象とした。

b) 被害最大となる「L2降雨」の降雨波形の選定

a)で整理した降雨波形の中で、被害が最大となる降雨波形を設定した。被害最大となる波形としては、「外力設定手法」において「氾濫した際の被害が最大となるものは、氾濫域等の特性と洪水のピーク流量、氾濫ボリュームを考慮して選定する」²⁾とあることを踏まえ、各降雨波形における流出解析を実施し、①ピーク流量、②流出解析結果に基づく想定氾濫量を算定した(図-5)。

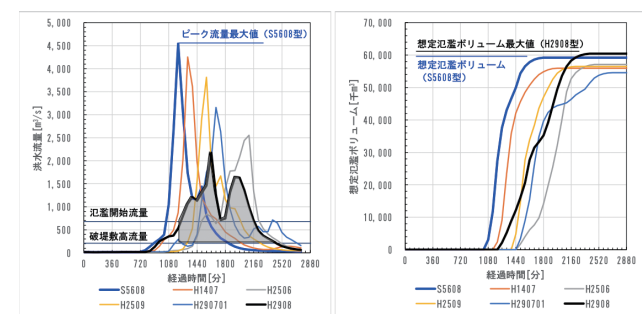


図-5 降雨波形毎のピーク流量(左)・想定氾濫量(右)の算定例

被害最大の降雨波形としては、これらの値が上位となる波形を最終的に採用した。ただし、図-5のように①と②の順位に大きな齟齬が生じた場合には、①②の1位と

なる降雨波形を対象として浸水解析の試算を実施(図-6)し、浸水解析における浸水面積が最大となる波形を洪水浸水想定区域の対象として選定した。

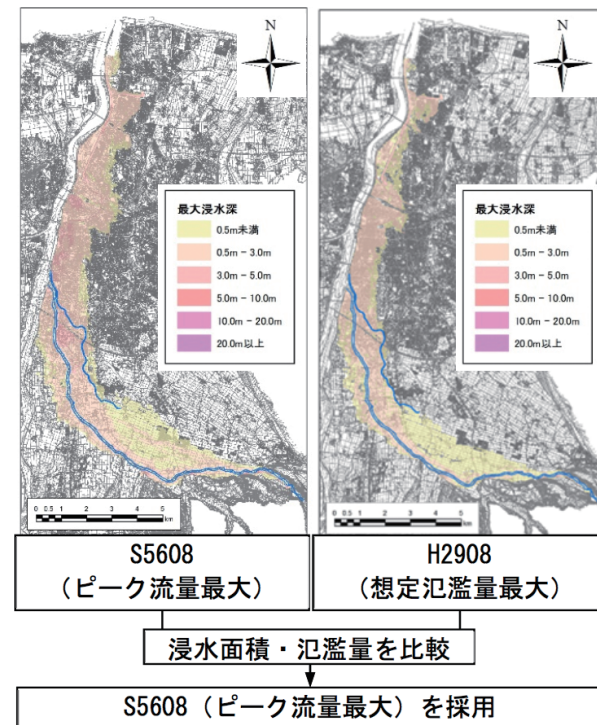


図-6 浸水解析結果による降雨波形設定例

4 課題2への対応

(1) 既往の浸水想定区域図作成時の破堤条件

富山県下の河川は図-1に示す通り大部分が急流河川となっている。急流河川は流下時の洪水が有するエネルギーが大きく、通常の河川での破堤開始水位到達前に破堤する可能性がある。

このため、既往の洪水浸水想定区域の検討の基本となっている「急流河川手引き」では、この現象を反映して浸水解析の条件が設定されていた(図-7)。

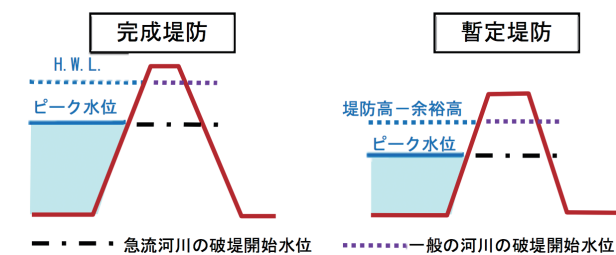


図-7 浸水解析での破堤開始条件の違い⁴⁾
(「急流河川手引き」の記載内容を調整)

(2) 急流河川に対する本稿での破堤条件の設定

既往の浸水想定区域図公表時点から河川改修が実施されていない急流河川を対象として、「マニュアル」に示されている標準的な考え方を適用した場合(図-8)

には、破堤地点が変化して、改修効果等の変化が無いにもかかわらず、浸水低減の効果が表れるような結果となった。

急流河川における浸水被害発生形態は「急流河川手引き」の時点から現在まで特に変わらないため、この結果に対し、「急流河川手引き」での条件(洪水水位のピーク発生時に破堤する等)を適用して浸水解析を実施する方法を採用した。その結果として、「急流河川手引き」の適用前に見られた、改修効果等の変化が無い状態での浸水範囲の変化は解消される結果となった(図-8)。

なお、富山河川国道事務所の管理4河川の洪水浸水想定区域検討時には「急流河川手引き」で示す条件が採用されており、「マニュアル」にも「急流河川手引き」の解析条件が採用可能な旨が記載されていることから、この内容は、「マニュアル」の記載内容から逸脱していないことが確認できている。

5 得られた成果と今後の課題

本稿において示した課題に対する対応策とその成果、今後の課題を示す。

- ①「L2降雨」の降雨量について、降雨継続時間の設定が課題となる河川に対して、富山県の一般的な計画降雨継続時間24時間を適用した。
- ②「L2降雨」の降雨波形について、計画上降雨波形の設定が無い河川に対して、「外力設定手法」に示される降雨量に基づく降雨強度式から降雨波形を設定した。また、検討内容によっては浸水解析による被害(浸水範囲・浸水深)の確認を交えて被害最大の設定を実施した。
- ③急流河川に対する破堤氾濫の検討に際し、「急流

河川手引き」の条件を適用することで、過去の結果と矛盾無く洪水浸水想定区域を提示できた。

- ④これらの検討結果を踏まえ、50m以上のメッシュを基に算定された既往の洪水浸水想定区域図に対し、よりきめ細かい25mメッシュ単位での計算結果に基づく洪水浸水想定区域を作成し、より確実な避難に役立つ成果を提出した。

今後、これらの知見を活かし、さらに最新の知見を反映して洪水浸水想定区域図の作成を進めるとともに、減災対策における「リスク情報の周知」・「迅速な避難」を実現するためにハザードマップ作成や防災行動計画等の策定に寄与していきたいと考える。

謝辞:本業務の遂行に際し、発注者である富山県各土木センター・土木事務所の助力を賜った。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 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:洪水浸水想定区域図作成マニュアル(第4版)、2015.7
- 国土交通省 水管理・国土保全局: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、2015.7
- 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 水防企画室:中小河川洪水浸水想定区域図作成の手引き(第2版)、2016.3
- 国土交通省北陸地方整備局:急流河川における浸水想定区域図作成の手引き、2003.9
- 富山県:水の王国とやまウェブサイト
(<http://www.pref.toyama.jp/sections/1711/mizu/shirou/oishisa.html>)

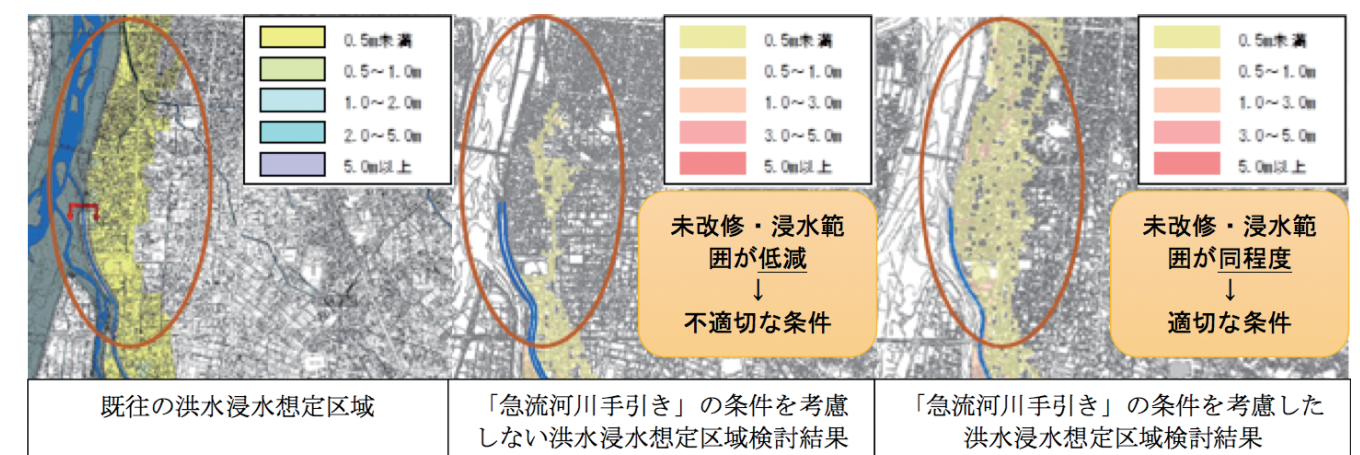


図-8 破堤条件の違いによる浸水範囲の違い