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

「洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第４版）」について

水防法に基づく浸水想定区域については、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、平成13年に洪水予報河川を対象としてその制度が創設され、その後、平成17年に対象を水位周知河川に拡大する法改正を経て、平成27年3月末現在、約2,000の河川においてその指定がなされているところである。

また、今般、平成27年の水防法改正により、浸水想定区域の指定の前提となる降雨を、従来の計画規模の降雨から想定し得る最大規模の降雨（計画規模を上回るもの）に変更するとともに、内水・高潮の浸水想定区域制度の創設に伴い名称が洪水浸水想定区域へと変更されたところである。

水防法では、洪水浸水想定区域内に存する市町村に対し、市町村地域防災計画に避難の方法等を定め、その内容をハザードマップにより周知するよう義務付けている。また、区域内に存する地下街等や要配慮者利用施設、大規模工場等における洪水時の避難確保・浸水防止計画の作成等についても規定されているところである。

このように、洪水浸水想定区域は、洪水時の住民等の安全確保の根幹的な資料であり、その作成にあたっては統一した基準で行う必要があることから、国土交通省では、平成13年に「浸水想定区域図作成マニュアル」を公表し、その後、幾度かの改訂によりその充実を図ってきたところである。

今般、平成27年の水防法改正に対応するための必要な改訂を行い、「洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第４版）」として公表することとした。

具体的には、本マニュアルは、水防法に基づく洪水浸水想定区域の指定や、浸水継続時間の設定とあわせ、家屋倒壊等氾濫想定区域の設定、情報提供の方法等をまとめたものである。本マニュアルを参考にして、洪水時の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ものである。

目 次

1.　総説 1
1.1.　目的 1
1.2.　適用範囲 1
1.3.　用語の定義 1
1.4.　洪水浸水想定区域図の作成にあたっての留意事項 2
1.5.　洪水浸水想定区域図作成の標準フロー 6
2.　対象とする浸水範囲の特徴分析 7
2.1.　対象とする浸水範囲の設定 7
2.2.　対象とする浸水範囲における地盤高等の調査 7
2.3.　排水施設の稼働条件の調査 8
2.4.　氾濫条件等の分析 8
3.　浸水解析 11
3.1.　浸水解析の基本的考え方 11
3.2.　浸水解析の条件設定 12
3.3.　浸水解析の実施 22
4.　家屋倒壊等氾濫想定区域の設定 23
4.1.　家屋倒壊等氾濫想定区域の考え方 23
4.2.　氾濫流による家屋倒壊等氾濫想定区域の設定 23
4.3.　河岸侵食による家屋倒壊等氾濫想定区域の設定 25
5.　浸水継続時間等の設定 30
5.1.　浸水継続時間の考え方 30
5.2.　浸水継続時間の設定 30
5.3.　その他の浸水時間の設定 30
5.4.　浸水継続時間等に関する留意事項 30
6.　その他の外力による洪水浸水想定区域・浸水深の設定 31
6.1.　対象降雨波形、流出計算 31
6.2.　浸水解析の方法 31
7.　洪水浸水想定区域図の表示・提供・保管 32
7.1.　浸水深の設定 32
7.2.　浸水深の表示 33
7.3.　家屋倒壊等氾濫想定区域の表示 35
7.4.　浸水継続時間の表示 37
7.5.　連続施設から浸水する地下街等の表示 37
7.6.　その他の外力による洪水浸水想定区域・浸水深の表示 38
7.7.　洪水浸水想定区域図の縮尺と様式 38
7.8.　洪水浸水想定区域図に明示する事項 38
7.9.　洪水浸水想定区域図以外のデータの表示 40
7.10.　洪水浸水想定区域図データの提供と保管 41

＜参考資料１＞
＜参考資料２＞　浸水時における排水施設の稼働条件に関する調査について
＜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）

※改定履歴

平成 13 年 7 月	（初版）	
平成 17 年 6 月	（第 2 版）	水防法改正に伴う一部変更
平成 26 年 3 月	改訂版（第 3 版）	浸水ランクの簡便化、解析メッシュの詳細化、建物の影響を考慮した解析手法の改善、家屋倒壊危険ゾーンの設定等
平成 27 年 7 月	第 4 版	計画規模を上回る外力への対応、家屋倒壊危険ゾーンの設定手法の改善、排水施設稼働条件の詳述、その他の外力による洪水浸水想定区域・浸水深の設定の追記等 名称を「洪水浸水想定区域図作成マニュアル」に変更
（平成 29 年 10 月	第 4 版（一部変更）	浸水深等の閾値・配色変更、家屋倒壊危険ゾーンの名称変更等）

1.　総説

1.1.　目的

国土交通大臣及び都道府県知事は、水防法（昭和 24 年法律第 193 号）第 14 条に基づき、洪水予報河川及び水位周知河川について、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ため、水防法施行規則（平成 12 年建設省令第 44 号）で定めるところにより、当該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するものとされている。

本マニュアルは、水防法第 14 条、水防法施行規則第１条から第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、並びに浸水継続時間を表示した図面に洪水浸水想定区域の指定の前提となる降雨を明示したもの（以下、「洪水浸水想定区域図」という。）を作成するとともに、「家屋倒壊等氾濫想定区域」その他洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保及び浸水の防止のために必要な情報を提供するための標準的な手法を定めたものである。

このため、河川ごとの個別の特性を勘案し、本マニュアルで定めている手法以外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

本マニュアルは、洪水予報河川及び水位周知河川について洪水浸水想定区域図を作成する場合に適用する。

ただし、流域の小さい中小河川であって、以下の２つの条件を満たす場合には、「中小河川浸水想定区域図作成の手引き」[1)]を参考にできる他、必要に応じて技術的検証を行ったうえで簡略化を図ることを可能とする。

- 氾濫形態が流下型または貯留型であり、氾濫流を２次元平面流として扱わなくても、破堤時における避難の判断となる浸水区域や浸水深の情報を示すことができる河川である場合
- 堤防高が低く、氾濫流による家屋倒壊等氾濫想定区域を設定する必要がない河川である場合

なお、洪水浸水想定区域は、洪水予報河川及び水位周知河川として指定された区間を対象に河川ごとに指定するものであり、同一水系において複数の河川が指定されている場合は、それぞれに洪水浸水想定区域図を作成する必要がある。

1.3.　用語の定義

（１）　洪水予報河川

水防法第 10 条第２項又は第 11 条第１項の規定により国土交通大臣又は都道府県知事が指定した河川をいう。

（２）　水位周知河川

水防法第 13 条第１項又は第２項の規定により国土交通大臣又は都道府県知事が指定した河川をいう。

（３）　計画降雨

河川法施行令（昭和 40 年政令第 14 号）第 10 条の２第２号イに規定する基本高水の設

定の前提となる降雨をいう。

（４）　想定最大規模降雨

水防法第 14 条第１項に規定する、想定し得る最大規模の降雨（計画規模を上回るもの）。

（５）　洪水浸水想定区域

水防法第 14 条第１項の規定により、対象とする河川が想定最大規模降雨によって破堤又は溢水した場合に、その氾濫水により浸水することが想定される区域をいう。

（６）　破堤氾濫

堤防の破堤（決壊）による氾濫をいう。

（７）　溢水氾濫

無堤区間からの氾濫をいう。

（８）　越水氾濫

堤防を越流する氾濫をいう。

（９）　家屋倒壊等氾濫想定区域

洪水時に家屋の流失･倒壊をもたらすような氾濫が発生するおそれがある範囲をいう。家屋倒壊等氾濫想定区域には、その要因から氾濫流によるものと河岸侵食によるものとがある。

・家屋倒壊等氾濫想定区域（氾濫流）：家屋の流失・倒壊をもたらすような洪水の氾濫流が発生するおそれがある範囲

・家屋倒壊等氾濫想定区域（河岸侵食）：家屋の流失・倒壊をもたらすような洪水時の河岸侵食が発生するおそれがある範囲

家屋倒壊等氾濫想定区域は、市町村の長による災害対策基本法第 60 条第３項に基づく屋内での待避等の安全確保措置の指示等の判断に資するものである。

ただし、いずれの区域も、一定の仮定のもとで算出した範囲であり、その境界は厳密なものでないことに留意する必要がある。

（１０）　浸水継続時間

水防法施行規則第２条第３号に規定する浸水継続時間。任意の地点において、氾濫水到達後、一定の浸水深（例えば 0.5m）に達してからその浸水深を下回るまでの時間。浸水継続時間は、市町村の長による災害対策基本法第 60 条第３項に基づく屋内での待避等の安全確保措置の指示等の判断に資するものである。

（１１）　洪水ハザードマップ

水防法第 15 条第３項の規定により市町村地域防災計画において定められた事項を住民に周知させるための必要な措置として、洪水浸水想定区域及び浸水した場合に想定される水深を表示した図面に市町村地域防災計画において定められた必要事項及び早期の立退き避難が必要な区域等を記載したものをいう。

1.4.　洪水浸水想定区域図の作成にあたっての留意事項

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）　洪水浸水想定区域を指定する目的

洪水浸水想定区域は、洪水予報河川及び水位周知河川について、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ため

に指定するものである。

（２）　洪水浸水想定区域図の位置づけ

洪水浸水想定区域図は、水防法第 14 条の規定により国土交通大臣又は都道府県知事が洪水浸水想定区域を指定、公表、関係市町村の長に通知する際に使用するものであり、水防法施行規則第１条から第３条において指定及び公表が規定されている。

また、関係市町村や地下街等の所有者等が前述の洪水浸水想定区域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を行うために必要な資料となる。

（３）　洪水浸水想定区域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

洪水浸水想定区域の関係市町村は、市町村地域防災計画において、少なくとも当該洪水浸水想定区域ごとに、

・洪水予報等の伝達方法
・避難場所その他洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保を図るために必要な事項
・洪水浸水想定区域内にあり、洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保又は洪水時の浸水の防止を図る必要がある地下街等、要配慮者利用施設（主として高齢者、障害者、乳幼児その他の特に防災上の配慮を要する者が利用する施設）、大規模工場等の名称及び所在地

を定めるものとされている。

また、洪水浸水想定区域をその区域に含む市町村は、これらの事項を住民に周知させるため、洪水浸水想定区域図にこれらの事項等を記載した洪水ハザードマップを作成し、印刷物の配布及びインターネットの利用等により住民に提供することとされている。

さらに、水防法に基づいて市町村地域防災計画に定められた地下街等、要配慮者利用施設、大規模工場等の所有者又は管理者は、避難確保計画又は浸水防止計画の作成、訓練の実施、自衛水防組織の設置等を行うこととなる。

したがって、洪水浸水想定区域を指定することにより、洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保及び浸水の防止のため、市町村が地域防災計画に必要な事項を定め、住民に周知されるとともに、地下街等、要配慮者利用施設、大規模工場等による自衛水防の取組が促進されることとなる。

（４）　洪水ハザードマップ作成への支援

洪水ハザードマップは、平時に住民が見て水害リスクを認識し、どのように避難をするのかについて考え、いざという時に的確な避難行動につながるようにするためのものである。

洪水浸水想定区域をその区域に含む市町村は、洪水浸水想定区域図に市町村地域防災計画に定められた事項等を記載した洪水ハザードマップを作成し、印刷物の配布やインターネットの利用等により住民に提供することとされている。このため、国又は都道府県は地形特性や浸水形態によって、市町村界を越えた広域的な避難計画が必要となる場合もあるため、洪水浸水想定区域図の浸水域と浸水深、家屋倒壊等氾濫想定区域、氾濫

水の到達時間や浸水継続時間等の浸水に関する情報等を市町村に提供し、市町村が適切な避難情報を重点的に記載できるよう、洪水ハザードマップの作成を支援することが重要である。

また、洪水浸水想定区域図等を市町村に提供するにあたり、避難場所等必要な事項の記載や住民への配布を前提に適切な縮尺で作成することや、住民の避難行動につながる、わかりやすく統一された表示を整備することが必要である。

なお、「水害ハザードマップ作成の手引き」[2)]では、洪水ハザードマップの作成にあたって、国又は都道府県が市町村と行う調整や情報提供・意見交換について解説している。

（５）　洪水浸水想定区域が指定されていない区域における浸水可能性について

洪水浸水想定区域は、想定最大規模降雨を前提として、現況の河川の整備状況に照らして浸水が想定される区域を示すものであり、その他の区域との水災に対する安全性の違いを明確に分けるものではない。例えば、浸水解析の前提とした降雨を超える規模の降雨が発生した場合や、支派川の氾濫、高潮、内水による氾濫等が発生した場合には、洪水浸水想定区域に指定されていない区域においても浸水が発生しうるものである。

したがって、洪水浸水想定区域に指定されないことをもって、浸水の可能性が否定されるものではなく、洪水浸水想定区域図の公表にあたっては、その旨について十分な周知が図られる必要がある。

（６）　家屋倒壊等氾濫想定区域について

家屋倒壊等氾濫想定区域は、想定最大規模降雨が生起し、近傍の堤防が決壊等した場合に、現行の建築基準に適合する一般的な建築物の倒壊・流出をもたらすような氾濫等が発生することが想定される区域を示すものである。

このため、家屋倒壊等氾濫想定区域外の区域であっても、古い木造建築物である場合や、想定最大規模以上の降雨が発生した場合などには、家屋の倒壊等が発生しうるものである。

したがって、家屋倒壊等氾濫想定区域外の区域であることをもって、家屋の倒壊等の可能性が否定されるものではなく、また、その境界は厳密でないこと等について、公表にあたって十分な周知が図られる必要がある。

（７）　市町村からの意見聴取について

洪水浸水想定区域に関する現地の状況に精通している市町村からは、浸水解析の実施や洪水浸水想定区域の指定に先立ち、洪水浸水想定区域に影響を及ぼす現地の状況について確認する等の観点から、また、既存の洪水浸水想定区域図を変更する場合は、市町村等による洪水浸水想定区域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を講じるための従前の取組との一貫性を確保する観点から、あらかじめ意見を聴く必要がある。

加えて、災害対策基本法第 61 条の２に基づき、市町村長は屋内での待避等の安全確保措置等の判断に際し、河川管理者等に助言を求めることができ、助言を求められた河川管理者等は、その所掌事務に関し、必要な助言をするものとされていることから、洪水

浸水想定区域図とあわせて、家屋倒壊等氾濫想定区域や想定を超える降雨が発生した場合等に想定される状況についても情報提供しておくことが望ましい。

なお、市町村における洪水ハザードマップ作成を迅速かつ円滑に進めるため、これらの意見聴取・情報提供から洪水浸水想定区域の指定まで十分な期間を確保する等の配慮が必要である。

（８）　洪水浸水想定区域図の変更について

洪水浸水想定区域図の変更は、以下のような場合に行うよう努める。

① 洪水調節施設、放水路の供用や堤防整備等河川整備の進捗により洪水浸水想定区域の大幅な変更が見込まれる場合

② 対象とする降雨等の外力の変更により洪水浸水想定区域の大幅な変更が見込まれる場合

③ 土地利用の大規模な変更、大規模構造物の建設、連続盛土の改変や地形の大規模な改変等により、洪水浸水想定区域の大幅な変更が見込まれる場合

④ 技術の進歩等により地形測量や氾濫解析等の精度が向上したことで、洪水浸水想定区域の変更が必要と判断される場合

⑤ 上記のほか、洪水浸水想定区域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を講じるために必要と認められる場合

（９）　洪水浸水想定区域図データ電子化について

洪水浸水想定区域図の作成等に使用・作成したデータについては、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、保管するとともに、関係機関へ提供する。

1.5.　洪水浸水想定区域図作成の標準フロー

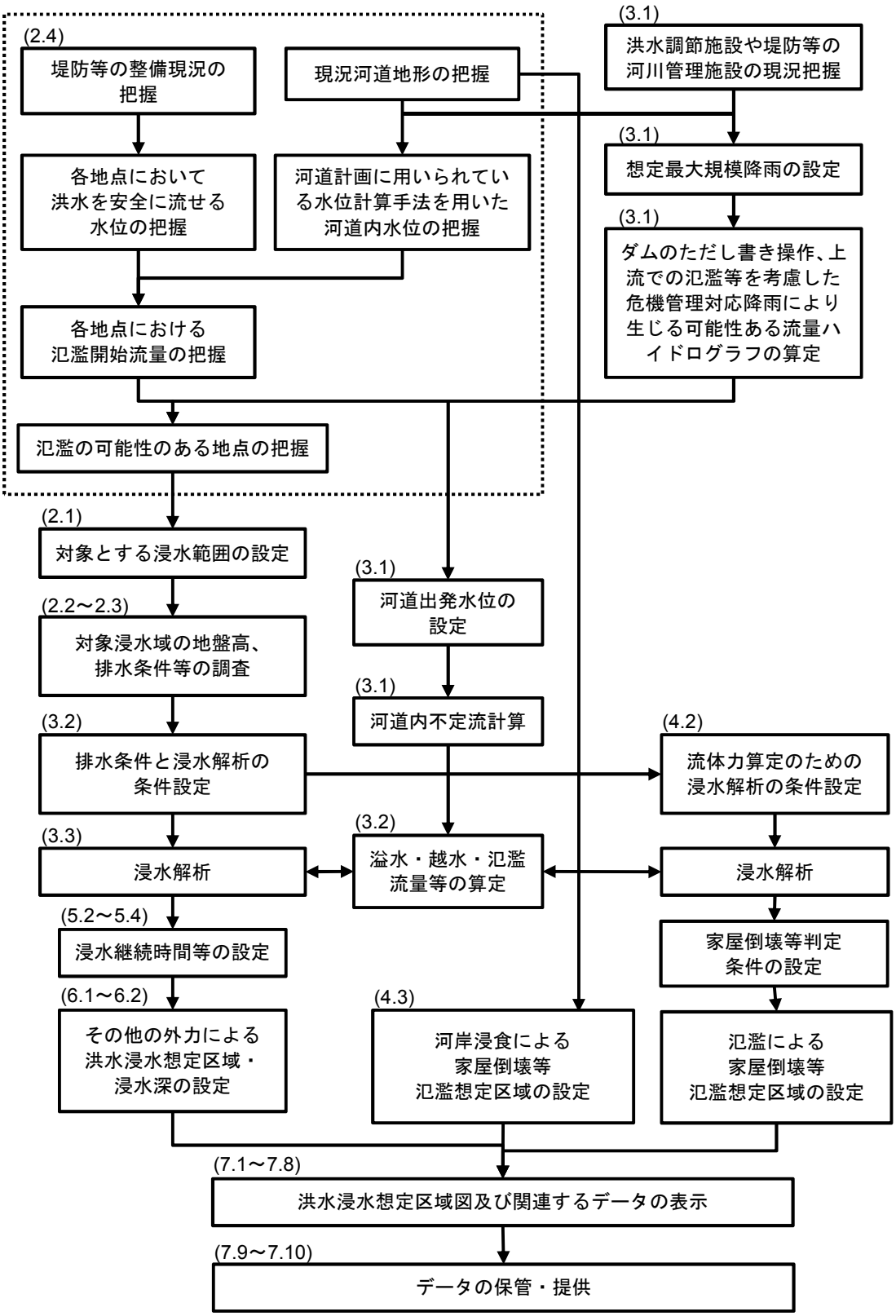


図-1. 5　洪水浸水想定区域図作成の標準フロー

2. 対象とする浸水範囲の特徴分析

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設定において行う浸水範囲の特徴分析は、現況の条件を基本として次の要領で行うほか、「河川砂防技術基準 調査編」[3)]等を参考とする。

2.1. 対象とする浸水範囲の設定

（１） 対象範囲

既往の洪水浸水想定区域図等の検討結果を参考として、想定最大規模降雨によって破堤又は溢水氾濫が想定される地点（氾濫想定地点）を相当数選定し、各地点における最大浸水域を包含できるように対象範囲を設定する。

一般に各氾濫想定地点に対応する最大浸水域は、地形条件により規定されるが、河口付近の低地部では、隣接する河川の堤防等の人工的な構造物で浸水域が規定される場合等があり、既往の浸水解析の結果、治水地形分類図における氾濫平野、河川の計画高水位や堤防天端高、地形標高の関係等を参考に、浸水する可能性のある範囲を分析対象範囲として設定する。

（２） 浸水解析モデルにおける浸水範囲の想定

氾濫による浸水深を適切に表現するためには、浸水解析において、地形標高や氾濫水の拡散を左右する連続盛土構造物、中小河川等の堤防を考慮するほか、氾濫水の主要な流路となる市街地内の道路等連続した空間を考慮する必要がある。

このため、現況条件を基本とし、浸水解析の結果に影響する道路や盛土構造物・ボックスカルバート等を把握する。

2.2. 対象とする浸水範囲における地盤高等の調査

洪水浸水想定区域の設定に関して、必要とされる地形条件等の精度を確保するため、対象とする浸水範囲における地盤高・土地利用条件等を調査し、メッシュデータとして整理する。この場合のメッシュスケールは利用できる最も細密な地盤高データの間隔に準じるものとする。また、浸水継続時間等を適切に算出するため、浸水時における主要な排水施設の稼働条件を調査する。

（１） 地盤高の調査

地盤高調査の方法は、航空レーザー測量（レーザープロファイラ（ＬＰ）測量）等による数値標高モデル（ＤＥＭ）データの使用を基本とするが、使用できない場合は「基盤地図情報 5mメッシュ又は 10mメッシュ（国土地理院）」、「数値地図 50mメッシュ（標高）（(財) 日本地図センター）」等を利用する。

ただし、数値地図の標高データは 1/25,000 地形図をベースに内挿計算により格子点標高を求めているので、1/25,000 地形図において等高線がまばらにある低位部の地域や、標高が急変する氾濫区域境界では精度が低下する可能性がある。数値地図の標高データを用いる場合には、それらの区域や河道沿いのメッシュについて適宜大縮尺の図面等によりチェックする必要がある。

（２）　土地利用状況、建物占有率等の調査

浸水解析の実施にあたっては、流域の粗度や空隙率等を設定する必要がある。

このため、流域の土地利用状況や建物占有率等についても、メッシュごとに調査・整理しておく必要がある。「基盤地図情報 2500（国土地理院）」、「基盤地図情報 25000（国土地理院）」、「基盤地図情報 1/10 細分メッシュ（国土交通省）」、「数値地図 5000（国土地理院）」等が使用できる。

2.3.　排水施設の稼働条件の調査

浸水解析の実施、特に浸水継続時間や排水完了時間の算出にあたっては、氾濫水がどのように排水されるかを適切に評価する必要がある。

このため、＜参考資料２＞「浸水時における排水施設の稼働条件に関する調査について」を参考に、浸水時における排水施設の稼働条件を適切に設定する必要がある。

2.4.　氾濫条件等の分析

（１）　氾濫条件と流下能力（氾濫開始流量）の把握

河道断面ごとに、氾濫の発生するおそれのある水位（氾濫開始水位）を設定し、その水位に対応する流量（氾濫開始流量）を算出する。各断面に氾濫開始流量以上の流量が流下した時に破堤による氾濫が生じるものとする。

１）流下能力把握にあたって対象とする河道

氾濫開始流量を算定するにあたって対象とする河道は、算定時の現況河道とする。

２）氾濫開始水位の設定

氾濫開始水位は、原則、計画高水位とするが、河川の整備状況によりそれによりがたい場合は、以下の方法によるものとする。

有堤区間における氾濫開始水位は、原則として河川整備基本方針に定められた計画堤防高と計画高水位の差を現況堤防高から引いた高さ（計画高水位以下とし、背後地盤高を下回る場合は背後地盤高）とするが、現況流下能力が計画に対し大きく下回る場合は、当該河川の流下能力に相当する河川管理施設等構造令第 20 条の計画高水位に加える値を現況堤防高より引くほか、極端な断面不足等の場合については、当該箇所における堤防の高さ、浸透・漏水対策の有無、侵食対策の有無等の整備状況並びに当該箇所周辺の河道の整備状況を勘案し、適切に行うものとする。無堤区間における氾濫開始水位は、原則として背後地盤高とする。

また、急流河川については、「急流河川における浸水想定区域検討の手引き」[4)]を参考にすることができる。

なお、各河道断面の氾濫開始水位は、改修事業の進捗等、状況の変化に応じて適切に見直しを行うものとする。

３）氾濫開始流量の設定

氾濫開始流量の算定については、以下の記述等を参考に行う。

①　水理解析手法

河道計画で用いる水理解析手法により破堤氾濫開始流量を算定する。現在のところ、大河川の河道計画では樹木群を考慮した不等流計算（準二次元不等流計算）が

一般的に用いられているため、大河川では準二次元不等流計算を基本とする。

② 水理条件

現況河道の破堤氾濫開始流量を判断する際の水理条件としては、河道計画での現況河道流下能力算定条件を用いる。具体的には、粗度係数、樹木群等の死水域の範囲、境界混合係数、橋梁等の構造物によるせき上げ、砂州や小規模河床波、河道の湾曲による水位上昇、支川合流による水位上昇等について、河道計画の計算条件との整合を図る。

③ $H-Q$式の作成

上述の水理解析手法並びに水理条件により、現況河道における流量（Q）規模ごとの各断面の水位（H）を計算し、$Q=a(H+b)^2$形式等の$H-Q$式を作成する。

④ 氾濫開始流量の算定

２）で設定した氾濫開始水位に対応する流量を③で決定した当該断面の$H-Q$式から算定し、氾濫開始流量とする。

また、氾濫開始流量の妥当性をチェックするため、堤防位置における堤内地盤高か河道の高水敷高のいずれか高い方（破堤敷高となる標高）をH_0として、それに相当する流下能力Q_0を$H-Q$式から算定し、破堤氾濫開始水位における流下能力Q_1と破堤敷高流下能力Q_0のいずれか大きい方を当該断面の破堤氾濫開始流量として設定する。

なお、各定期横断測量断面では捉えきれていない流下能力不足地点（橋梁部など現況堤防天端高が明らかに周囲よりも低い箇所等）については、断面を追加する等、適切に対処する必要がある。

４）留意点

以上の氾濫開始流量の算定において、堰等の構造物の影響により流下能力が著しく過大又は過小に評価される場合には、水理計算結果から機械的に$H-Q$式を作成することなく、適正な流下能力評価となるよう当該区間の水理特性を勘案して、必要に応じて$H-Q$式を補正したり、後述する氾濫想定地点から除いたりするなどの配慮を行う。

（２） 氾濫想定地点の設定

洪水浸水想定区域図の作成にあたっては、浸水域の最大浸水深を捉える必要があり、対象洪水流量が氾濫開始流量に達したすべての地点で氾濫させた場合と同等の浸水域となる必要最小限の地点を氾濫想定地点として設定するものとする。

なお、当然のことではあるが、河道内流量が氾濫開始流量に満たない場合は、氾濫しないものとする。

氾濫想定地点の設定にあたっては、氾濫ボリュームが大きくなる箇所が重要であることから、次の事項を考慮する必要がある。

・氾濫開始流量が小さい箇所
・破堤氾濫開始水位と破堤敷高の堤防天端から堤内地盤までの比高が大きい地点
・破堤幅が大きくなる合流点近傍

なお、設定された想定破堤点が、現地状況や、上下流の流下能力等を勘案し、現実的

に破堤しうる箇所かどうか確認する必要がある（前後を越水地点（計画高水位未満）に挟まれた、計画高水位以上の断面（橋脚すりつけ部分）など）。

3. 浸水解析

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設定において実施する浸水解析については次の要領で行うほか、「河川砂防技術基準 調査編」[3)]等を参考とする。

3.1. 浸水解析の基本的考え方

（１） 対象降雨波形、流出計算

浸水解析においては、「想定し得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）に基づき、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、河川整備基本方針（基本高水）を検討する際に用いた複数の降雨波形や最近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、河川毎の流域特性に応じた適切な方法により選定するものとする[5)]。

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ものとする（＜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＜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）」によるものとして計算を行うものとする。

（２） 河道出発水位の設定と河道水位計算

河道水位計算については、不定流計算による流量から、前述の河道計画に用いられている水位計算法による $H-Q$ 式により河道水位を算定する。

想定最大規模降雨による洪水浸水想定を作成する際の河口部の出発水位は、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する。河口付近での潮位変化の影響が無視できない場合には、排水過程において天文潮位を考慮した河道水位計算を実施する。なお、計画高潮位が設定されていない河川については、河道計画検討に用いている出発水位とし、河口付近の河川・海域の水理、気象条件、氾濫条件等を考慮し設定する。

また、氾濫想定地点以外の河道水位が堤防天端高等を上回った箇所では溢水、越水が生じるものとし当該溢水・越水流量及び氾濫想定地点における氾濫流量を介して不定流計算と浸水解析を一体的に実施する。

（３） 浸水解析のケース

浸水解析は、2.4.（２）で設定した氾濫想定地点の数だけ行うものとする。破堤がなくても溢水・越水が発生する河川においては、破堤なしの浸水解析も行うものとする。

各ケースにおける氾濫想定地点は、１か所のみとする（よって、検討ケースの数は、氾濫想定地点数（溢水・越水がある場合は＋１）となる）。ただし、その他の地点で溢水や越水が生じる場合は、必要に応じて河道内不定流計算や浸水計算に反映させるものとする。

（４）　浸水解析方法

従前の浸水解析においては、地盤高データの制約や計算に要する時間制約から概ね250mのメッシュを基本として実施されてきた[6)]。しかし、氾濫水の広がりは地形のほか、道路空間や建物の配置の影響（建物による流下・拡散の阻害等）を受けるため、空間の特性をできる限り忠実に反映することが望ましいこと、またＬＰ測量により流域のＤＥＭデータが相当程度整備されてきたことから、今後は微地形や建物等の効果をできる限り考慮した浸水解析を行うとともに、浸水位の計算結果（地盤高＋浸水深）からＤＥＭデータ等の地盤高を差し引くことにより、細密な浸水深分布を算出することを基本とする。

ただし、個々の建物の形状を境界条件として取り込むことは、建物の配列や形状に応じた非構造格子の形成とそれに対応した浸水解析手法の確立が必要なこと、メッシュスケールをかなり小さくする必要があるため計算量が膨大になり現時点で通常利用できるコンピュータの性能では長時間を要すること、また個々の建物形状の反映は膨大な作業となる等の課題が残されており、現時点においてこのような方法を実務に適用するのは困難である。

このため、ここでは建物や阻害物の影響をメッシュ特性として考慮する解析方法を提示する[7) 8)]。

3.2.　浸水解析の条件設定

（１）　計算領域の設定

浸水解析にあたっては、2.1.より計算領域を設定する。なお、本解析では既往の浸水解析と異なる外力、メッシュスケールや計算方法を前提としており、局所的な地形変化や構造物の影響により従前の浸水解析と結果が相当程度異なる場合も予想されるため、既往のシミュレーション結果を安易に踏襲しないよう注意が必要である。

（２）　地盤高の設定

地盤高については、2.2.（１）に示すデータを使用し、5mメッシュ等のできる限り細密なデータを基本データとして設定する。また、計算に使用する地盤高は、計算格子点を取り囲む計算メッシュに属する地盤高の基本データの平均値とする。このとき、地盤高データは極力最新のものを使用し、さらに連続盛土上の地盤高等計算メッシュ内の土地標高を代表しない点を除く等、地形標高を適切に表現するように努める。

（３）　基礎方程式

浸水域内に建物が存在する場合は、以下の式(3.1)～(3.3)によるものとする。直交格子による差分形式のものを式(3.4)～(3.6)に示す。建物により流れが影響を受けるとと

もに建物内に浸水が及ぶ現象を前提としており、詳細は<参考資料１＞１．を参照されたい。

$$\gamma\frac{\partial Q_x}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\gamma\frac{Q_x^2}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\gamma\frac{Q_xQ_y}{h}\right)+g\gamma h\frac{\partial(h+z_b)}{\partial x}+g\gamma n^2\frac{Q_x\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}}{h^{7/3}}+\frac{1}{2}C_D'(1-\gamma)\frac{Q_x\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}}{h}=0 \quad (3.1)$$

$$\gamma\frac{\partial Q_y}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\gamma\frac{Q_xQ_y}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\gamma\frac{Q_y^2}{h}\right)+g\gamma h\frac{\partial(h+z_b)}{\partial y}+g\gamma n^2\frac{Q_y\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}}{h^{7/3}}+\frac{1}{2}C_D'(1-\gamma)\frac{Q_y\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}}{h}=0 \quad (3.2)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial(\gamma Q_x)}{\partial x}+\frac{\partial(\gamma Q_y)}{\partial y}=q \quad (3.3)$$

ここで Q_x, Q_y：x, y 方向の単位幅流量、h：水深、z_b：地盤高、γ：空隙率（空隙の密度分布）、q：降雨、下水道からの氾濫や地下浸透等、n：土地利用に応じた粗度係数、C_D'（＝C_D／L）：抗力係数÷建物の代表長さである。式(3.4)～(3.6)において、添え字 i, j は x 方向 i 番目、y 方向 j 番目の格子、t は時刻 t の値であること、γ_v はメッシュの平均空隙率、γ_x, γ_y はそれぞれ x, y 方向の透過率（メッシュ境界における平均空隙率）を表す。また、θ が 0，1，0.5 の場合、それぞれ陽解法、陰解法、Crank-Nicholson 法となる。

なお、式(3.4)，(3.5)では移流項について中央差分の形式で記述したが、風上差分法や数値粘性を適宜導入し、計算の安定化を図る必要があること、また式(3.4)～(3.6)を差分形式の基本とするものではないことに留意されたい。

$$\begin{aligned}
&\gamma_{v\,i+1/2,j}\frac{Q_{x\,i+1/2,j}{}^{t+\Delta t}-Q_{x\,i+1/2,j}{}^{t}}{\Delta t}\\
&+\frac{1}{\Delta x}\left((\gamma_x\frac{Q_x^2}{h})_{i+1,j}-(\gamma_x\frac{Q_x^2}{h})_{i,j}\right)^{t+\theta\Delta t}+\frac{1}{\Delta y}\left((\gamma_y\frac{Q_xQ_y}{h})_{i+1/2,j+1/2}-(\gamma_y\frac{Q_xQ_y}{h})_{i+1/2,j-1/2}\right)^{t+\theta\Delta t}\\
&+g\gamma_{v\,i+1/2,j}h_{i+1/2,j}{}^{t+\theta\Delta t}\frac{\{(h+z_b)_{i+1,j}-(h+z_b)_{i,j}\}^{t+\theta\Delta t}}{\Delta x}\\
&+(g\gamma_v n_b{}^2\frac{Q_x\sqrt{Q_x{}^2+Q_y{}^2}}{h^{7/3}}+\frac{1}{2}(1-\gamma_v)C_D'\frac{Q_x\sqrt{Q_x{}^2+Q_y{}^2}}{h})_{i+1/2,j}{}^{t+\theta\Delta t}=0
\end{aligned} \quad (3.4)$$

$$\begin{aligned}
&\gamma_{v\,i,j+1/2}\frac{Q_{y\,i,j+1/2}{}^{t+\Delta t}-Q_{y\,i,j+1/2}{}^{t}}{\Delta t}\\
&+\frac{1}{\Delta x}\left((\gamma_x\frac{Q_xQ_y}{h})_{i+1/2,j+1/2}-(\gamma_x\frac{Q_xQ_y}{h})_{i-1/2,j+1/2}\right)^{t+\theta\Delta t}+\frac{1}{\Delta y}\left((\gamma_y\frac{Q_y^2}{h})_{i,j+1}-(\gamma_y\frac{Q_y^2}{h})_{i,j}\right)^{t+\theta\Delta t}\\
&+g\gamma_{v\,i,j+1/2}h_{i,j+1/2}{}^{t+\theta\Delta t}\frac{\{(h+z_b)_{i,j+1}-(h+z_b)_{i,j}\}^{t+\theta\Delta t}}{\Delta y}\\
&+(g\gamma_v n_b{}^2\frac{Q_y\sqrt{Q_x{}^2+Q_y{}^2}}{h^{7/3}}+\frac{1}{2}(1-\gamma_v)C_D'\frac{Q_y\sqrt{Q_x{}^2+Q_y{}^2}}{h})_{i,j+1/2}{}^{t+\theta\Delta t}=0
\end{aligned} \quad (3.5)$$

$$\begin{aligned}
&\frac{h_{i,j}{}^{t+\Delta t}-h_{i,j}{}^{t}}{\Delta t}\\
&+\frac{\{(\gamma_xQ_x)_{i+1/2,j}-(\gamma_xQ_x)_{i-1/2,j}\}^{t+\theta\Delta t}}{\Delta x}+\frac{\{(\gamma_yQ_y)_{i,j+1/2}-(\gamma_yQ_y)_{i,j-1/2}\}^{t+\theta\Delta t}}{\Delta y}=q_{i,j}{}^{t+\theta\Delta t}
\end{aligned} \quad (3.6)$$

（４）　計算メッシュスケール

計算メッシュスケールは、当該浸水域の地形等特性に応じて 25mを目安に適切に設定する。その際、浸水解析においては計算領域が大きいこと、計算時間が概ねメッシュスケールの縮小率の３乗（例えば、250mから 25mメッシュに細分化する場合、10^3=1,000 倍）に比例して増加することに留意して、適切なメッシュスケールを設定する必要がある。なお、数値計算においては非構造格子が適用される場合は複雑な道路や建物の配置を取り込むことができるが、直交構造格子による場合は必要に応じてメッシュの空隙率を調整し、道路空間の連続性等に留意することとする。

（５）　粗度係数、空隙率、透過率の設定

１）粗度係数

式(3.1)、(3.2)で示した粗度係数に関しては、対象とする浸水域の土地利用状況、過去の洪水実績等から総合的に判断するものとする。再現計算における同定結果[9)]を踏まえた「津波浸水想定の設定の手引き」[10)]や既往の実験結果[6)]等を参考に、土地利用ごとの粗度係数について目安となる範囲を示す（表-3.2-1 参照)。住宅地等については、建物による抗力と底面摩擦力を考慮するものとし、粗度係数は建物周辺の土地利用等から、空地・緑地、道路等の値を設定する。なお、浸水解析ではメッシュ内の微地形の起伏が粗度に反映されるため、一般にメッシュスケールが小さくなると粗度が小さくなることに留意されたい。

表-3.2-1　土地利用条件に応じた粗度係数の目安

土地利用	粗度係数 $m^{-1/3}\cdot s$
農地	0.02～0.060
林地	0.03～0.060
水域	0.025
空地・緑地	0.025～0.05
道路	0.015～0.047

２）空隙率・透過率・抗力係数

空隙率・透過率・抗力係数の定義については、3.2.（３）のとおりである。

空隙率については、メッシュ内の建物占有率を算定することにより式（3.7）、図-3.2-4 のとおり設定する。DX, DY はそれぞれ x 軸方向、y 軸方向のメッシュスケール、$S1, S2$ はメッシュ内の建物敷地面積である。設定にあたっては「基盤地図情報 2500」、「基盤地図情報 25000」等が利用できる。なお、空隙率が 0%に近い場合は計算が不安定となるため、空隙率の 5～10%程度の下限値を設定する（三浦等[7)]）等により計算の安定化を図る。

透過率については、流量の計算格子点を囲むメッシュについて式(3.8)より空隙率の値を設定するほか、建物が境界上に集中する等メッシュ領域の占有とメッシュ境界の占有に大きな差違が生じる場合は、必要に応じて式(3.9)やメッシュを縦横に道路が通

過する場合の(3. 10)等によることができる（図-3. 2-1 参照)。B_x, B_yはメッシュ境界上の建物占有延長である。

C_D' (＝C_D／L)：抗力係数÷建物の代表長さについては、「氾濫シミュレーション・マニュアル（案)」[6]より、建物の代表長さを 10mとして 0. 383 が目安となる。

$$\gamma_v = 1 - (S1 + S2 + S3)/(DX \times DY) \tag{3. 7}$$

$$\gamma_x = \gamma_y = \gamma_v \tag{3. 8}$$

$$\gamma_x = 1 - B_y / DY, \quad \gamma_y = 1 - B_x / DX \tag{3. 9}$$

$$\gamma_x = \gamma_y = 1 - \sqrt{1 - \gamma_v} \tag{3. 10}$$

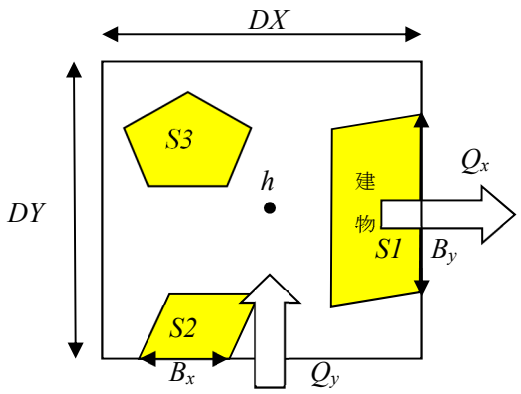


図-3. 2-1　メッシュ内の建物と空隙率・透過率の設定

（６）　河川からの氾濫流量計算

破堤または溢水・越水による氾濫流量の計算は、本間の正面越流公式を補正した横越流公式を適用することを基本とし、式-3. 11、3. 12 の補正係数：α及び氾濫の方向角度：θを設定する（図-3. 2-2 参照）。

堤防法線方向成分　$Q_N = \alpha Q_0 \cos\theta$　(3.11)

堤防接線方向成分　$Q_S = \alpha Q_0 \sin\theta$　(3.12)

ここで、Q_N, Q_S：横越流量の堤防法線方向成分及びQ_0：本間の公式による正面越流量である（図-3. 2-2 参照)。

河道内流量の算定にあたっては、上記で求めた氾濫流量を減ずるほか、霞堤からの氾濫水の流入や破堤部からの氾濫水の還流、排水施設からの流入等がある場合（3.2.（９）参照）は増加させるなど、収支を適切に考慮する。

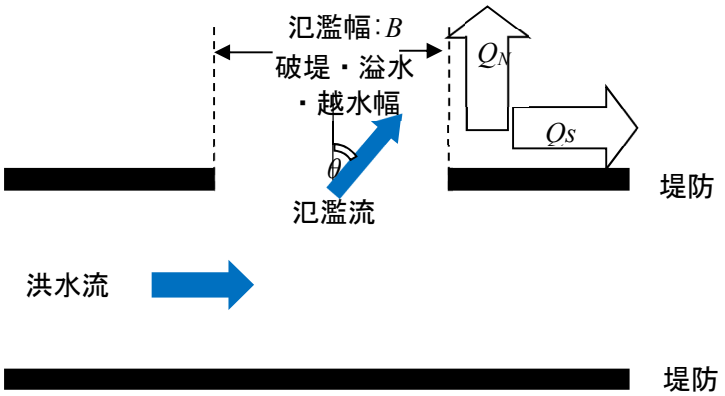
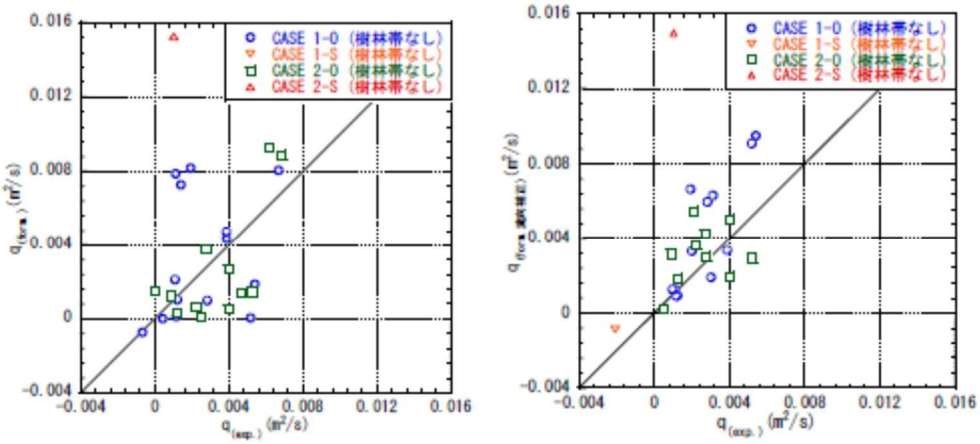


図-3. 2-2　河川からの氾濫流

１）横越流公式

横越流に関しては本来蛇行等の河道の平面形状の影響を受けるものと考えられるが、現状では直線河道において横越流量の公式が提案されているに過ぎない。ただし、秋山等 [11]より、蛇行部の横越流についても実験結果をある程度再現できるため（図-3. 2-3 参照）、下記の①，②を参考として提示する。



(a) 越流公式　　(b) 越流公式（流向補正）

（q：単位幅流量）

図-3. 2-3　越流公式（左：正面越流、右：正面越流公式の流向補正）
と実験結果の比較（蛇行区間）（秋山等(2008)より）

① 栗城等の式 [12]

本間の正面越流公式による越流流量：Q_0 を表-3. 2-2 で示す方向角度：θ と、補正係数：α で修正することにより横越流量を定式化したものであり、河床勾配：I により流出角度、補正係数を表している（表-3. 2-2 参照）。

表-3. 2-2　横越流特性（栗城等[12]より）

破堤氾濫	溢水に伴う越流
$I > 1/1{,}580$ $\alpha = 0.14 + 0.19 \times \log_{10}(1/I)$，$\theta = 48 - 15 \times \log_{10}(1/I)$（°） $1/1{,}580 \geqq I > 1/33{,}600$ $\alpha = 0.14 + 0.19 \times \log_{10}(1/I)$，$\theta = 0$（°） $1/33{,}600 \geqq I$ $\alpha = 1$，$\theta = 0$（°）	$I > 1/12{,}000$ $\alpha = 1$，$\theta = 155 - 38 \times \log_{10}(1/I)$（°） $1/12{,}000 \geqq I$ $\alpha = 1$，$\theta = 0$（°）

② 秋山等の実験式[11]

直線河道における横越流の実験結果を基に、本間の正面越流公式を表-3. 2. 3 に示す方向角度：θ と補正係数 α で修正する形で横越流量を定式化したものである（表-3. 2-3 参照）。$Fr\,(=(Q_{IN}/W)/(gh^3)^{1/2})$：フルード数、$Q_{IN}$：河道内流量、$B$：破堤幅、$W$：河道幅である。

表-3. 2-3　横越流特性（秋山等[13]より）

完全越流状態	もぐり越流状態
$\alpha \cong 0.84(\pm 0.03)$ $\theta \cong 53.0(Fr)^{2.4}(B/W)^{1.3} + 7.5$	$\alpha \cong 0.66(Fr)^{0.5}(B/W)^{0.1} + 0.3$ $\theta \cong 99.0(Fr)^{1.8}(B/W)^{1.1} + 12.0$

２）正面越流公式（本間の公式）

完全越流（$h_2/h_1 < 2/3$）の時

$$Q_0 = 0.35Bh_1\sqrt{2gh_1} \tag{3. 13}$$

もぐり越流（$h_2/h_1 \geqq 2/3$）の時

$$Q_0 = 0.91Bh_2\sqrt{2g(h_1 - h_2)} \tag{3. 14}$$

ただし、h_1，h_2 は氾濫部の敷高から測った水深で、高い方を h_1、低い方を h_2 とし、B は氾濫流の幅とする（図-3. 2-4 参照）。計算メッシュの細密化によりメッシュスケールが氾濫幅より小さくなる場合は、図-3. 2-5 に示すとおり、氾濫幅、氾濫部の平均敷高、平均水位等から氾濫流の総量を算出し、この氾濫総流量を氾濫部に位置する各メッシュに配分することを基本とする（図-3. 2-5 参照）。ここで、氾濫境界位置のメッシュが堤防上に設定される等、地盤高が不適切に高くなっていると h_2 が過大になる場合がある等、氾濫流量を過小評価してしまう場合があるため、細密な計算メッシュスケールの場合には留意する必要がある。

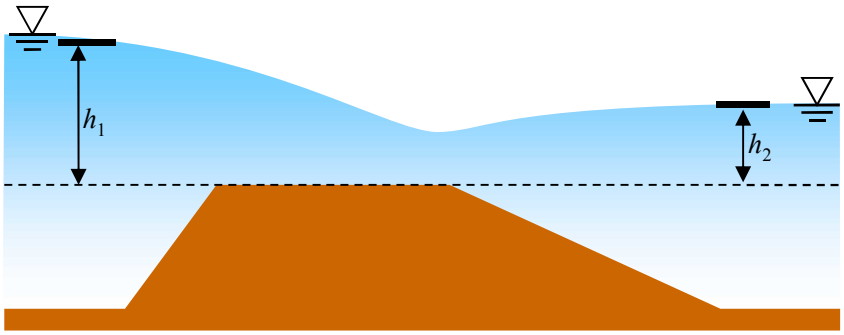


図-3. 2-4　堤防断面と h_1，h_2 の関係

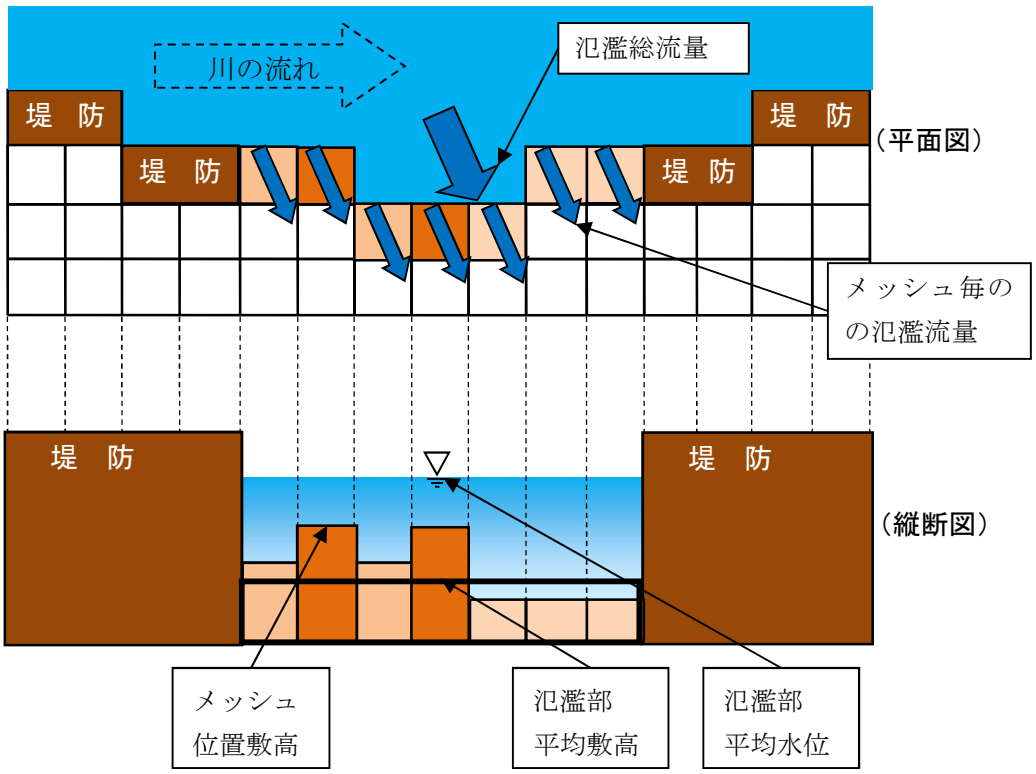


図-3. 2-5　浸水解析における氾濫条件の設定

（７）　溢水・越水の条件及び堤防の破堤等条件

氾濫想定地点の堤防の破堤形状等の条件設定については、当該河川における過去の破堤事例を参考とするほか、「氾濫シミュレーション・マニュアル（案）」[6)]を参考に以下によることができる。また、急流河川においては「急流河川における浸水想定区域検討の手引き」[4)]によるものとする。

①　溢水幅・越水幅

溢水・越水の氾濫想定地点における溢水幅・越水幅は、各河道断面間の距離（測線間の距離）を基本単位として、当該地点の上下流に均等に設定する。隣接断面で同時に溢水・越水する場合は、連続した溢水幅・越水幅とする。ただし、各河道断面間に横断工作物等の断面があったり、山付き等で堤内地盤高が当該河道断面の堤防高より

も高かったりする場合は、溢水幅・越水幅から適切に減算するものとする。

なお、溢水氾濫・越水氾濫においては氾濫部の敷高の変化は生じないものとする。

② 破堤幅

破堤幅は実績値によることを基本とする。ただし、実績値がない場合は破堤箇所が合流点付近か否かに分けて、次式により川幅 x（m）から破堤幅 y（m）を算定する。

なお、合流点付近とは、合流の影響が無視できない規模の河川が合流している場合で、その目安は支川の川幅が本川の川幅の３割以上とし、影響区間は合流点から上下流に本川川幅の２倍程度の区間を目安とする。

（a）合流点付近の場合　：　$y = 2.0 \times (\log_{10} x)^{3.8} + 77$　(3. 15)

（b）合流点付近以外の場合：　$y = 1.6 \times (\log_{10} x)^{3.8} + 62$　(3. 16)

③ 破堤敷高

堤防は基部まで破堤するものとし、堤防位置における堤内地盤高又は河道高水敷高のいずれか高い方を破堤敷高とする。

④ 破堤の時間進行

破堤後瞬時に最終破堤幅の２分の１（$y/2$）が破堤し、その後１時間で最終破堤幅まで拡大するものとする。また、この間の破堤幅の拡大速度は一定とし、上下流方向に拡大するものとする。なお、破堤敷高は瞬時に③の敷高となるものとする。

（８）　連続盛土等の設定

浸水現象をより適切に表現するため、メッシュ幅に対して盛土幅が小さく地盤高で十分表現できない連続盛土については、浸水位が盛土高を超えない場合は不透過境界、超える場合は越流が生じるものとしてモデル化する。逆にメッシュ幅に対して十分幅の広い連続盛土に対しては地形条件として与え、連続的に浸水計算を行うことができる（図-3. 2-6 参照）。また、連続盛土の中にボックスカルバート等が存在する場合には、オリフィスとして扱う[6)]こと（図-3. 2-7 参照）ができ、ボックスカルバートの高さ:H、幅:B、前後の水位 h_1，h_2 より流量：Q を計算する。

なお、堤内地における連続盛土等には必要に応じて氾濫流による侵食・破堤等の可能性について検討し浸水計算に反映することができる。その場合、連続盛土等の安定性に関する検討結果を明記するものとする。

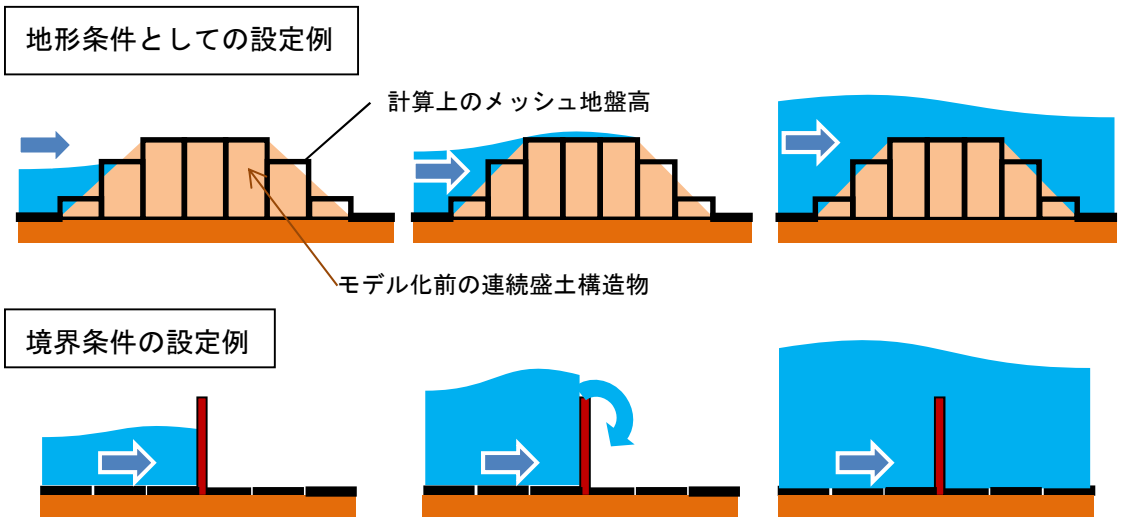
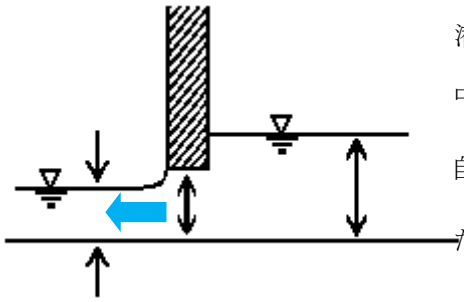


図-3. 2-6　連続盛土等のモデル化の方法



潜り流出 : $h_2 \geq H$　　$Q = 0.75BH\sqrt{2g(h_1 - h_2)}$

中間流出 : $h_2 < H,\ \ h_1 \geq \frac{3}{2}H$　　$Q = 0.51BH\sqrt{2gh_1}$

自由流出 : $h_2 < H,\ \ h_1 < \frac{3}{2}H$　　$Q = 0.79Bh_2\sqrt{2g(h_1 - h_2)}$

ただし自由流出で $\frac{h_1}{h_2} \geq \frac{3}{2}$ の場合は、$h_2 = \frac{2}{3}h_1$ と置き換える。

図-3. 2-7　ボックスカルバート、樋管等からの流出量

（９）　浸水域内の排水条件の設定

浸水継続時間を算定するためには、河川水位や潮位の時間変化のほか、浸水域内の排水条件を適切に設定する必要がある。

浸水域内の大規模な河川については「排水河川」として設定を行い、氾濫水やポンプ排水等が当該河川へ流入することにより堤内地の排水が時系列で進行していく現象を表現する。排水河川以外の農業用排水路や道路側溝等小水路については排水流域を設定し、「小水路流下能力÷各流域内の浸水メッシュ数」により各メッシュの排水量を求め、堤内地の氾濫ボリュームを減少させる等の方法により排水現象を表現することができるものとする（図-3. 2-8 参照）。

排水施設の操作については、2.3.排水施設の稼働条件の調査の結果を踏まえ、想定される浸水時に排水機能が確実に確保できる既設の排水機場及び水門等（水門・樋管・樋門）を対象とする。水門等については堤内水位が外水位よりも高い状況下において水門等から排水を実施し、外水位が高い場合は閉鎖する操作を基本とする。水門及び樋管からの排水量については外水位と堤内水位、水門幅等の施設諸元から、正面越流公式、ボックス通過流量の実験式（図-3. 2-7 参照）を使用して算定することができるものとする。

排水機場については、排水機場ごとに集水区域を設定し、「ポンプ排水量÷集水区域

内の浸水メッシュ数」で算定したボリュームを浸水メッシュより均等に差し引いて排水を実施する（図-3. 2-8 参照）。排水ポンプ等の稼働を考慮する場合は、浸水時の稼働条件について、燃料補給体制やアクセス路の確保などを踏まえた排水機能の継続性にも留意する。なお、洪水浸水想定区域図作成時点で浸水時の排水施設の機能が不確実な場合には、稼働条件や操作員のアクセス等を整理したうえで検討を行うこととする。内水対策用の排水機場（救急排水機場）や排水ポンプ車等の危機管理対応については、必要に応じて考慮するものとする。

なお、小水路の流下能力やポンプ排水量については施設諸元と河川水位、堤内水位等から適切に与える。また、河道の水位が低下する等して、堤内側の水位が河道の水位より高くなった場合には、破堤部において堤内地から河道へ逆流するものとし、この場合の逆流量は正面越流公式により与える。

浸水継続時間等の算出のためには、すべてのメッシュについて排水を適切に考慮する必要があることに留意する（3.2.（１１）参照）。

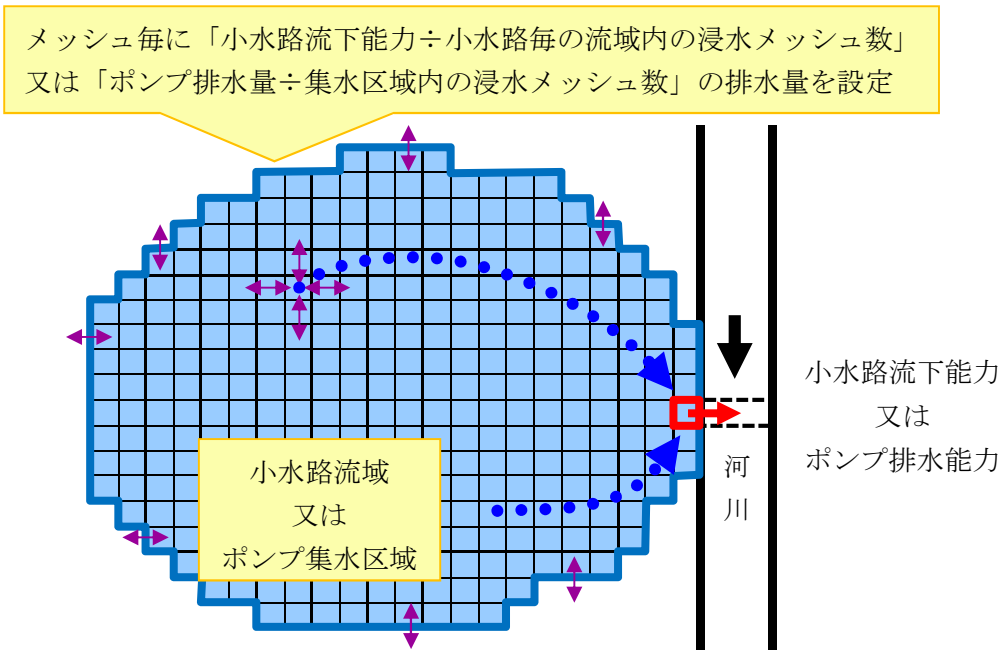


図-3. 2-8　小水路・ポンプ排水のモデル化の例

（１０）　計算時間間隔の設定

安定した計算を行うためには、メッシュスケールや発生する氾濫流速に応じて計算時間間隔を小さくする必要があるが、一方で計算時間間隔が小さいと計算量が多くなり計算時間が長くなる。このため、計算が安定する範囲で計算時間を考慮して計算時間間隔を設定する。

（１１）　計算時間の設定

浸水解析は、各地点の最大浸水深の算定に加え、浸水継続時間及び排水完了時間を算

定するため、計算領域全体の浸水深が一定の浸水深を下回るまで計算を行う必要がある（5.参照）。

浸水継続時間の目安となる浸水深は、0.5m（屋外への避難が困難となり孤立する可能性のある水深）を基本とし、この浸水深を上回る時間を算定するものとする。

排水完了の目安となる浸水深は、市町村や事業者等が浸水からの復旧を計画できるよう、0.5m（避難が困難となる水深）、0.3m（止水板等で浸水防止が可能な水深）、0.05m（清掃作業を開始できる水深）、0.01m（概ね浸水解消）を基本とし、これらについて算出できるよう計算時間を設定する。

ただし、窪地などで排水されないメッシュについては、適切に排水ポンプ等を組み込むか、計算打ち切り時間の判定から外す等、計算にあたって留意する必要がある（3.2.（９）参照）。

なお、計算時間が極めて長くなる場合においては、上記排水完了の目安となる浸水深のいずれかで計算を打ち切ることも可能とする。また、各地点の最大浸水深が得られた後、適宜浸水解析を打ち切り、あらかじめ排水過程において浸水解析と同等の精度を有することを確認した池モデル[3)]等の方法で浸水継続時間の算定を行うことができる。

3.3.　浸水解析の実施

浸水解析は、直交座標による差分法又はそれと同等以上の精度が確保できる数値解析手法によるほか、解析の目的に応じて精度を確保した上で、ネスティングや非構造格子等による方法を利用することができる。

4. 家屋倒壊等氾濫想定区域の設定

4.1. 家屋倒壊等氾濫想定区域の考え方

家屋倒壊等氾濫想定区域は、洪水時に家屋の流失・倒壊をもたらすような氾濫流が発生するおそれがある範囲を示すものであり、洪水時における屋内安全確保（垂直避難）の適否の判断等に有効な情報となる。当該区域の設定においては、氾濫による流体力の作用及び河岸侵食による基礎の流出による家屋倒壊危険性について評価し、それぞれについて設定・表示するものとする。

なお、基本的には、氾濫による倒壊等現象は堤防高の大きな堤防整備済み区間において、河岸侵食による倒壊等現象は掘込河道や高水敷の狭い区間において問題となるが、同一の区間で双方の危険性がある場合は、それぞれについて明示することとする。

また、すべての河川で家屋倒壊等氾濫想定区域を設定することを原則とするが、堤防高が低く氾濫流の流体力が小さい場合や河岸侵食のほうが卓越する場合は、河岸侵食による設定のみを検討する等、必要に応じて技術的検証を行ったうえで省略・簡略化を図ることを可能とする。

4.2. 氾濫流による家屋倒壊等氾濫想定区域の設定

既存の家屋の構造・強度は様々であるが、ここではモデル的な木造２階建て家屋を想定（＜参考資料１＞３．参照）し、氾濫流に対する倒壊等の危険性を評価することにより、家屋倒壊等氾濫想定区域を設定する方法を示す。家屋に作用する流体力については、氾濫流により発生しうる最大の流体力を算定するものとし、下記の条件で浸水解析を行い、各メッシュにおける流速・浸水深から流体力を算定する。

（１）　検討箇所

無堤部や堤防天端から堤内地盤までの比高が比較的小さい箇所においては、水位差が小さく堤防の破堤に伴う河川水の流入する流速が比較的小さいため、それほど大きな流体力は発生しない。一方、比高の大きな堤防が堤防天端高の水位で瞬時に破堤する場合については、大きな流体力が発生すると考えられる。このため、家屋倒壊等をもたらすような流体力の検討については、計画高水位もしくはピーク水位（堤防天端を超える場合は堤防天端高）から堤内地盤までの比高が原則として 2m以上の箇所において検討する。

ただし、山間部の急流河川の湾曲部や堀込み河道沿川のように高速流れの氾濫が想定される箇所等では、これに限らず検討を行う必要がある。

（２）　基礎方程式

基礎方程式については、堤防側の建物が倒壊等することにより遮蔽域に位置する建物に氾濫流が直接作用する危険性を考慮するものとし、透過率、空隙率を考慮しない（透過率、空隙率を 100％とする）ことを基本とする。また、底面粗度係数に関して、表-3.2-1の空地・緑地又は道路の値を使用する等、適切な値を設定するものとする。

（３）　氾濫条件

想定最大規模降雨における流量による河道内の水位変化を 3.1（１）・（２）と同様

の方法で計算し、各断面で氾濫開始水位到達時及びピーク水位時（堤防天端を超える場合は堤防天端到達時）に氾濫が発生する場合の２通り（図-4. 2-1 参照）の解析を実施し、それぞれの水位により家屋が倒壊等に至る範囲の最大値を包絡するように家屋倒壊等氾濫想定区域を設定する。また、堤防からの氾濫流の計算については、3.2.（６）（７）と同様とする。

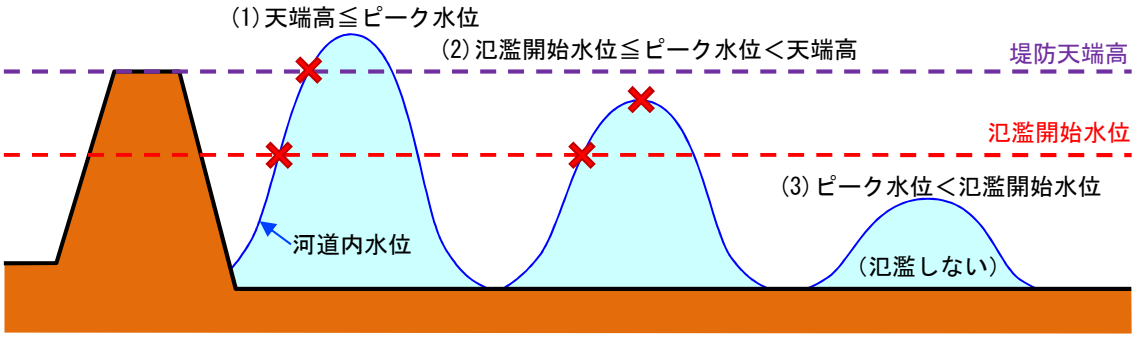


図-4. 2-1　氾濫発生条件

（４）　計算メッシュスケール

計算におけるメッシュスケールは、堤内地の地形特性、使用できる地盤高データの仕様、計算範囲、現象の時間スケール等を考慮したうえで、25m程度（3.2.（４）の浸水解析のメッシュサイズと同じ）を目安に家屋のスケールと同程度に小さいものを基本とする。

（５）　建物の倒壊等条件

氾濫による家屋倒壊等の要因としては、倒壊・滑動・転倒が考えられる。家屋倒壊等限界の算出方法の一例として、氾濫流が通過する過程で家屋が倒壊等に至る状況を想定し、木造２階建て家屋について倒壊等限界を試算した結果を図-4. 2-2 に示す。氾濫流による倒壊等基準となる倒壊と滑動について示しているが、あくまでもモデル的な家屋、荷重条件等を想定しての試算結果であることに留意されたい。試算の詳細は＜参考資料１＞３．流体力による建物の倒壊等条件を参照されたい。

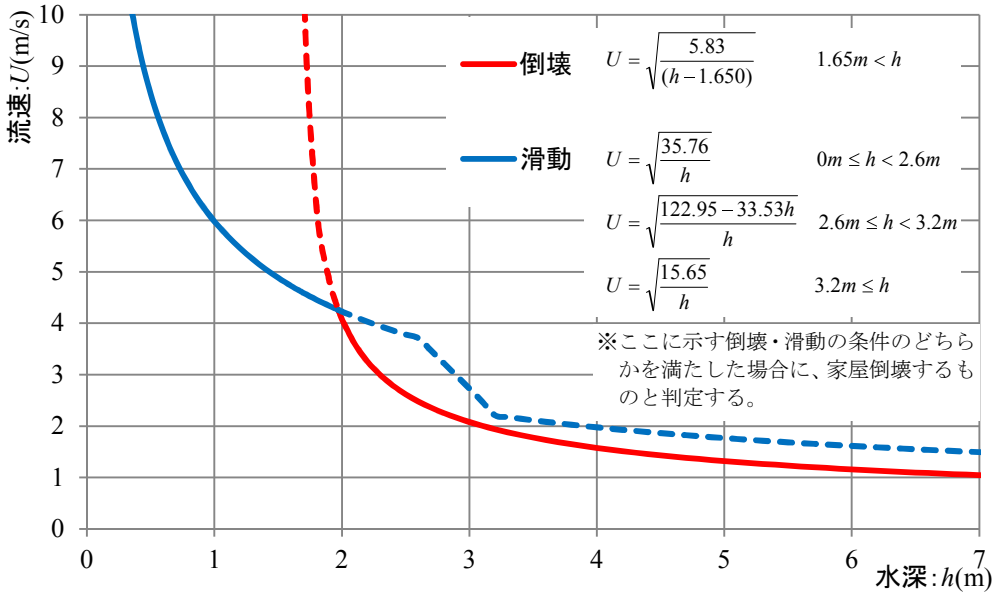


図-4. 2-2　木造家屋の倒壊等限界の試算例

4.3.　河岸侵食による家屋倒壊等氾濫想定区域の設定

河岸侵食が生じると、家屋の基礎を支える地盤が流失し、侵食範囲にある家屋については、家屋本体の構造に依らず倒壊・流出の危険が生じる。ここでは、出水時に生じ得る河岸侵食幅を算定し、倒壊の危険性のある家屋の範囲を河岸侵食による家屋倒壊等氾濫想定区域として設定する。

（１）　河岸侵食幅の設定

図-4. 3-1 は、直轄河川における河岸侵食事例（約 1, 250 事例）を収集し、河床勾配との関係を整理した結果である（＜参考資料１＞４参照）。中小規模の出水で生じた河岸侵食事例も含め、異なる出水規模で生じた河岸侵食事例をプロットした結果であるため、一洪水中に発生し得る最大の河岸侵食幅として、全プロットの包絡線を河岸侵食による家屋倒壊等氾濫想定区域の設定に適用することとした。川幅水深比に応じて、砂州の形態が異なることが知られている [14]。（a）$B/h_b>50$ は多列砂州、（b）$50 \geqq B/h_b>20$ は交互砂州、（c）$B/h_b \leqq 20$ は砂州非形成と分類されているが、適用にあたっては川幅水深比を参考にしつつ、現地の砂州の形成状況によって、多列砂州が発生している場合には(a)、交互砂州が発生している場合には(b)、砂州が形成されていない場合には(c)と、図面を使い分けることが肝要である。なお、河床勾配が 1/2, 000 以下のデータについては、河岸侵食幅が河岸高の５倍以下であり、その表示を割愛した。

河岸侵食幅の算定にあたっては、図-4. 3-1 に示す黄色の包絡線を定式化した式（4. 1）～式（4. 3）を用いるとよい。その際、検討の対象とする河川の縦横断図から、対象断面の河床勾配 i_b、川幅 B、水深 h、河岸高 h_b を読み取り、河岸侵食幅を決定する。ここで、川幅、水深、河岸高については、以下のとおりとし、左右岸でそれぞれ評価する。図-4. 3-2 に典型的な河道断面を示す。なお、既往検討等により河岸侵食幅の設定がなされている場合においては、その検討結果を用いても良い。

(a) 掘込河道の場合

掘込河道においては、掘込河道満杯時の水位で生じる水面幅を川幅 B とし、同幅の平均河床高を Z_{abh} とすると、河岸高 h_b は掘込河道満杯時の水深（$=Z_s-Z_{abh}$）である。

(b) 有堤区間かつ単断面河道の場合

有堤区間かつ単断面河道においては、河道満杯時の水位で生じる水面幅を川幅 B とし、同幅の平均河床高を Z_{abh} とすると、河岸高 h_b は堤内地盤高 Z_{teinai} と平均河床高の比高差である。

(c) 有堤区間かつ複断面河道の場合

有堤区間かつ複断面河道においては、低水路満杯時の水面幅 B_{low} を川幅 B として、幅 B_{low} で平均した河床高 Z_{abhlow} を平均河床高 Z_{abh}、低水路満杯時の水位 Z_{slow} を水位 Z_s とし、河岸高 h_b（$=Z_s-Z_{abh}$）を算定する。

(b)と(c)の使い分けは、樹木の繁茂状況や横断形状によって基本的に判断するが、セグメント１やセグメント２－１では明快な判断ができない場合がある。その場合には、堤防満杯時の水位で高水敷上の砂礫の移動の有無を確認し、移動すれば(b)を、移動しなければ(c)を用いることとする。具体的には、判断に迷う断面を分割し、準二次元不等流計算によって高水敷上の摩擦速度を算定し、砂礫の移動の有無を確認する。砂礫としては、低水路の代表粒径と同じ粒径を与えるものとする。

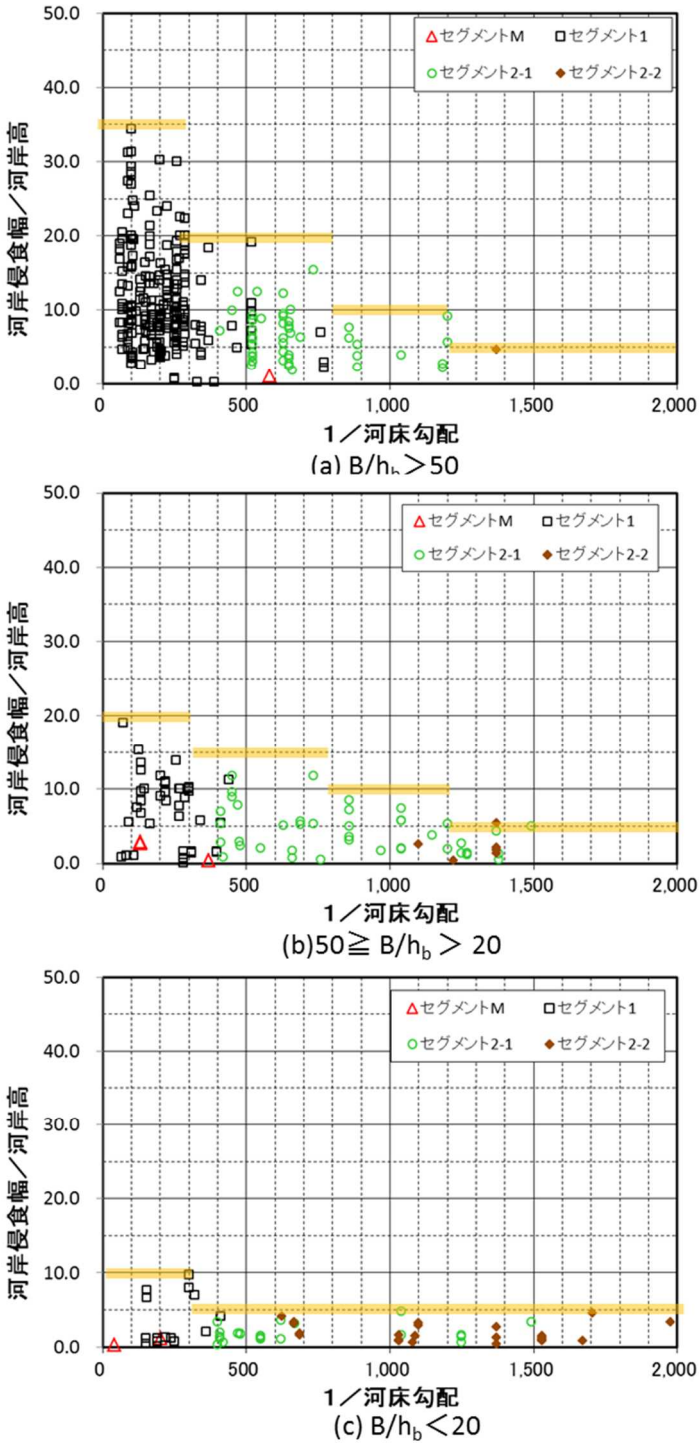


図-4. 3-1　河岸侵食事例に基づく出水時における最大河岸侵食幅

利用にあたっての留意事項

・異なる出水規模で生じた河岸侵食事例をまとめてプロットした結果であり、一出水で生じる河岸侵食幅としては全データの包絡線で捉えることが重要である。

・川幅水深比に応じて、砂州の形成状況が異なることが知られている。(a) B/h_b＞50 は多列砂州、(b) 50≧B/h_b＞20 は交互砂州、(c) B/h_b≦20 は砂州非形成と分類されているが、現地の砂州の形成状況によって、多列砂州が発生している場合には(a)、交互砂州が発生している場合には(b)、砂州が形成されていない場合には(c)と、図面を使い分けることが肝要である。

・セグメント３の事例については、河床勾配が 1/2000 よりも緩く、図中にはプロットされていないが、全て河岸高の５倍以下であったことから、河床勾配が 1/2000 の河道を対象とする場合には、河岸高の５倍を河岸侵食幅とする。

(a) $B/h_b > 50$ の場合　：
$$B_e = \begin{cases} 35 \times h_b & (i_b \geq 1/300) \\ 20 \times h_b & (1/300 > i_b \geq 1/800) \\ 10 \times h_b & (1/800 > i_b \geq 1/1{,}200) \\ 5 \times h_b & (1/1{,}200 > i_b) \end{cases} \quad (4.1)$$

(b) $50 \geqq B/h_b > 20$ の場合　：
$$B_e = \begin{cases} 20 \times h_b & (i_b \geq 1/300) \\ 15 \times h_b & (1/300 > i_b \geq 1/800) \\ 10 \times h_b & (1/800 > i_b \geq 1/1{,}200) \\ 5 \times h_b & (1/1{,}200 > i_b) \end{cases} \quad (4.2)$$

(c) $20 \geqq B/h_b$ の場合　：
$$B_e = \begin{cases} 10 \times h_b & (i_b \geq 1/300) \\ 5 \times h_b & (1/300 > i_b) \end{cases} \quad (4.3)$$

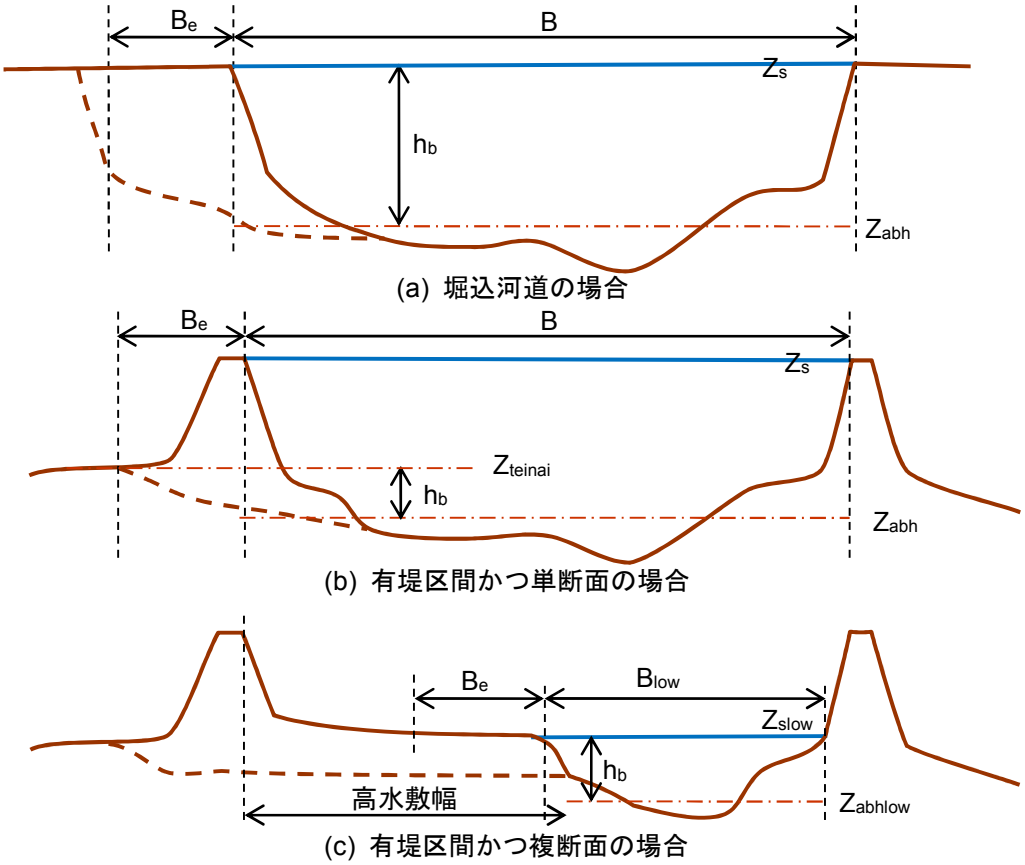


図-4. 3-2　横断図から読み取る川幅 B、河岸高 h_b、平均河床高 Z_{abh}

利用にあたっての留意事項
・(b)単断面と(c)複断面の使い分けについては、基本的には樹木の繁茂状況や横断形状から判断する。セグメント１やセグメント２－１では明快な判断が出来ない場合がある。その場合には、堤防満杯流量時の摩擦速度を準二次元不等流計算によって算定し、河床材料の移動の有無から判断すると良い。分割断面上で低水路と同じ粒径の砂礫が移動すれば単断面として扱うものとする。
・山付区間は検討の対象としない。片岸のみ山付の場合には、対岸のみ対象とする。
・堤内地盤高や高水敷高については、左右岸それぞれの値を設定して河岸侵食幅の評価に用いるものとする。

（２）　河岸侵食を考慮しなくてもよい範囲

以下の特徴を有する区間においては、河岸侵食による家屋倒壊等氾濫想定区域を設定しなくてもよい。

１）堤防防護に必要な高水敷幅を有する区間

図-4.3-2(c)で、堤防満杯時に高水敷上の砂礫の移動が生じず、低水路満杯時の河岸侵食幅を評価した結果、河岸侵食幅よりも広い高水敷が確保されている断面

２）河岸に難侵食性の岩が露出しており、河岸の侵食が急激に進行するおそれのない区間（山付区間を含む）

３）川幅が局所的に拡大し、死水域となる箇所

死水域となる範囲は、図-4.3-3 を参考にして設定できる。

４）湾曲部内岸等の水裏部で、河岸を十分な高さで覆うような寄り州の発達が見られ、その状況が大きな規模の洪水によっても変わらないと想定される区間

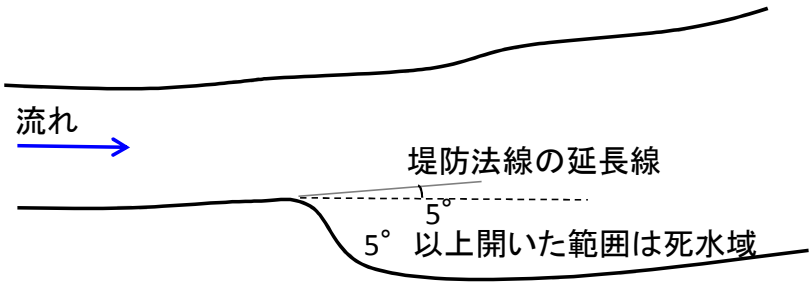


図-4.3-3　急拡部での死水域の設定

5.　浸水継続時間等の設定

5.1.　浸水継続時間の考え方

浸水継続時間は、洪水時に避難が困難となる一定の浸水深を上回る時間の目安を示すものである。浸水継続時間が長い地域では、仮に洪水時に屋内安全確保（垂直避難）により身体・生命を守れたとしても、その後の長期間の浸水により生活や企業活動の再開等に支障が出る恐れがあることから、立ち退き避難（水平避難）の要否の判断や企業 BCP の策定等に有用な情報となる。

なお、浸水継続時間は、長時間にわたり浸水するおそれのある場合（浸水深 50cm 以上がおおむね 24 時間以上継続する場合）に設定するものとする。

5.2.　浸水継続時間の設定

各計算メッシュについて、氾濫想定地点ごとの浸水計算結果による浸水継続時間のうち、最も長い値をその計算メッシュの浸水継続時間（最大包絡）とする。浸水継続時間の目安となる浸水深は 0.5mを基本とし、この浸水深以上が継続する時間を表示するものとする。算定方法については 3.2.（１１）を参照のこと。

また、一旦水が引いて 0.5mを下回った後、再び増水して 0.5mを上回った場合は、最初に 0.5mを上回ってから、最終的に 0.5mを下回るまでの通算時間（0.5mを下回っている時間を含む）とする（図-5.2）。

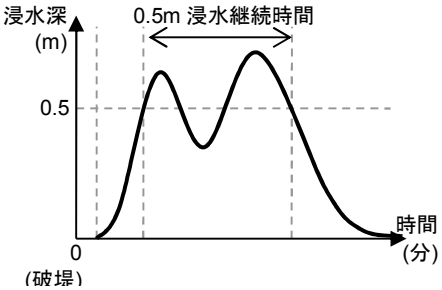


図-5.2 浸水継続時間

5.3.　その他の浸水時間の設定

住民の避難や企業等の自衛水防のタイミングの判断や、企業等の BCP 計画策定に資するよう、氾濫想定地点ごとの浸水計算結果による氾濫水の到達時間、最大浸水深発生時間、排水完了時間（いずれも破堤からの時間）も設定するものとする。

なお、破堤時に別地点からの溢水・越水によりすでに浸水しているメッシュについては、氾濫水の到達時間は 0 分とする。

5.4.　浸水継続時間等に関する留意事項

上記の浸水継続時間等は、あくまでも河川水位、地形条件、設定した排水条件等に基づくものであることから、計算の前提条件等を明示するとともに、企業等の BCP 作成等においては、計算結果の精度や信頼性に十分配慮するよう、理解を促すことが重要である。

6.　その他の外力による洪水浸水想定区域・浸水深の設定

前述の想定最大規模降雨は、発生頻度がきわめて小さい。企業等が洪水によるリスクを適切に把握し、発生確率に応じた適切な対応を検討するためには、比較的発生頻度の高い外力による浸水想定区域を示す必要がある。このため、水防法施行規則第２条第４項に基づき、計画規模の降雨に基づく浸水解析を実施し、洪水浸水想定区域・浸水深の情報を提供するものとする。また、これ以外の複数の規模の降雨についても浸水解析を実施し、情報を提供することが望ましい。

6.1.　対象降雨波形、流出計算

想定最大規模降雨以外の降雨規模について実施する浸水解析について、対象とする外力は以下に示す規模とする。ただし、①～③のいずれかに計画降雨規模を含むものとする。

①　中頻度（100 年に 1 回程度）の降雨規模（年超過確率の目安：1/200～1/80）

②　中高頻度（50 年に 1 回程度）の降雨規模（年超過確率の目安：1/80～1/30）

③　高頻度（10 年に 1 回程度）の降雨規模（年超過確率の目安：1/30～1/5）

降雨波形については、計画降雨規模以下のものは基本高水決定降雨波形を、計画降雨規模を超えるものは想定最大規模降雨と同じ降雨波形を用いるものとし、上記の降雨規模に一致するよう引き伸ばし等を行い、流出計算を実施する。

また、河口部の出発水位についても、計画降雨規模以下のものは河道計画検討に用いている出発水位、計画規模を超えるものは想定最大規模降雨と同じ計画高潮位とする。

6.2.　浸水解析の方法

3.と同様に浸水解析を実施する。

ただし、計算時間の設定については、氾濫原における浸水（浸水面積、浸水深）が最大となるまでとする。

なお、「4.家屋倒壊等氾濫想定区域の設定」及び「5.浸水継続時間等の設定」については、実施する必要はない。

7.　洪水浸水想定区域図の表示・提供・保管

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、洪水浸水想定区域図には、洪水時における屋内安全確保（垂直避難）の適否の判断等に資するよう、家屋倒壊等氾濫想定区域（4. 参照）及び浸水継続時間を表示するものとする。

なお、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する。また、洪水浸水想定区域図には、洪水浸水想定区域の指定の前提となる降雨を明示しなければならない。

さらに、広く一般に利用してもらうため、自らのホームページでも公表するほか、関係機関へ電子ファイルを提供できるよう準備・保管しておくことが望ましい。

洪水浸水想定区域及び浸水した場合に想定される水深等の表示等については以下のとおりとする。

7.1.　浸水深の設定

最大包絡の浸水深データについては、各計算メッシュについて、氾濫想定地点ごとの浸水計算結果による最大浸水位（最大浸水深＋地盤高）のうちで最も高い値をその計算メッシュの最大浸水位とする。

計算メッシュの最大浸水位から 3.2.（２）で設定した地盤高の基本データを差し引いたものを最大浸水深とする（図-7. 1-1 参照）。なお、地盤高が最大浸水位を上回る場合は、最大深水深を 0 とする。

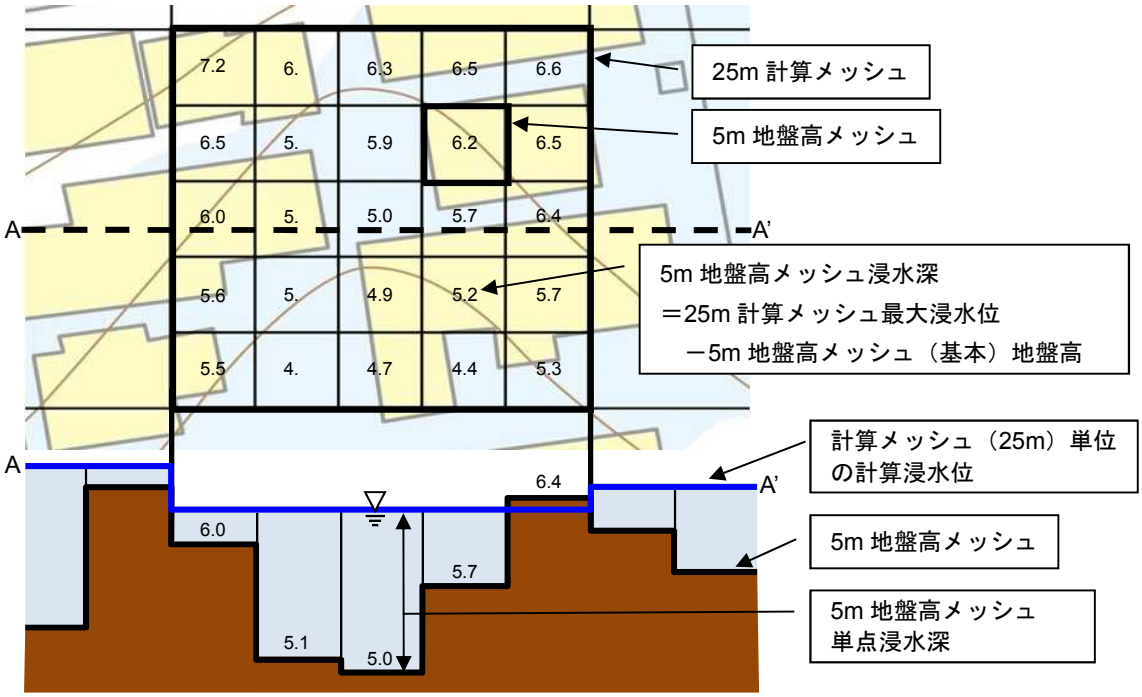


図-7. 1-1　浸水深の設定の例（25mメッシュの場合）

ただし、一定の勾配を持つ片斜面においては、計算メッシュの最大浸水位を計算メッシュ中央の浸水位として内挿し水位勾配を与えることにより 5m メッシュの浸水深を求め、平均浸水深を全 5m メッシュに割り付ける等、メッシュの状況に応じて適切に浸水深を設定するものとする（図-6.1-2 参照）。

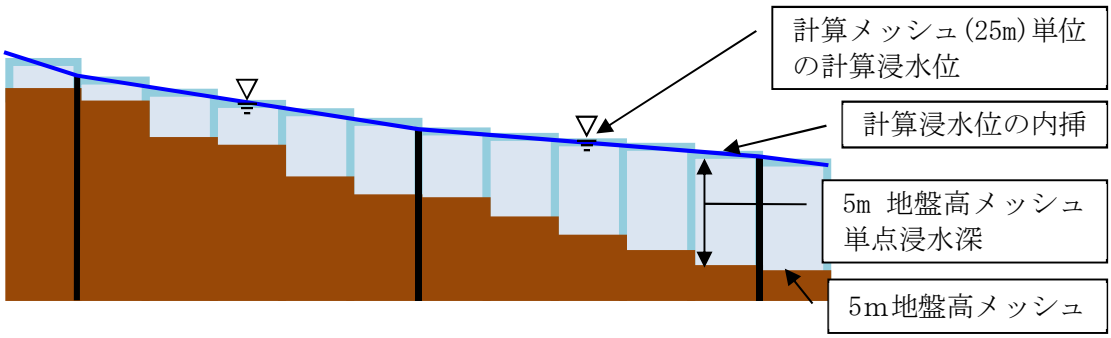


図-7.1-2　浸水深の設定の例（計算メッシュ内の水位をメッシュ間で内挿した場合）

なお、洪水浸水想定区域の指定に用いる最大浸水深データ（最大包絡の浸水深データ）については、上記の手法により 5m メッシュに換算することを原則とするが、破堤点別の浸水深データ等については、計算メッシュサイズのデータのままでもかまわない。

7.2.　浸水深の表示

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、災害種別や河川毎で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 [2)]。

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、以下の配色を標準とする [2)]。

浸水深等	標準
20m ～	220,122,220
10m ～ 20m	242,133,201
5m ～ 10m	255,145,145
3m ～ 5m	255,183,183
0.5m ～ 3m	255,216,192
～ 0.5m	247,245,169

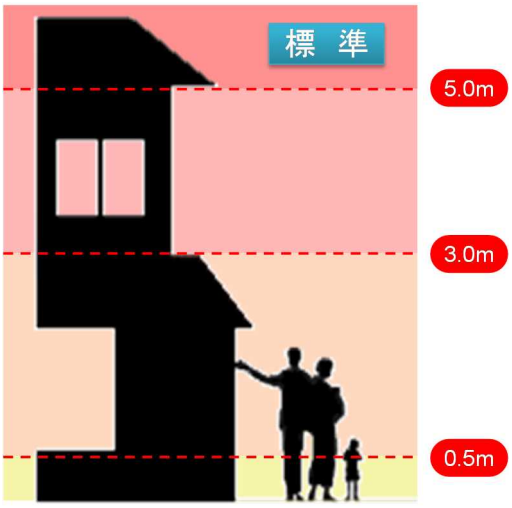


図-7.2-1　浸水ランクによる色分け

詳細な区分を示す必要がある場合は、必要に応じて以下の詳細版を利用することができるものとする[2)]。

浸水深等	詳細版
20m ～	220,122,220
10m ～ 20m	242,133,201
5m ～ 10m	255,145,145
3m ～ 5m	255,183,183
1m ～ 3m	255,216,192
0.5m ～ 1m	248,225,166
0.3m ～ 0.5m	247,245,169
～ 0.3m	255,255,179

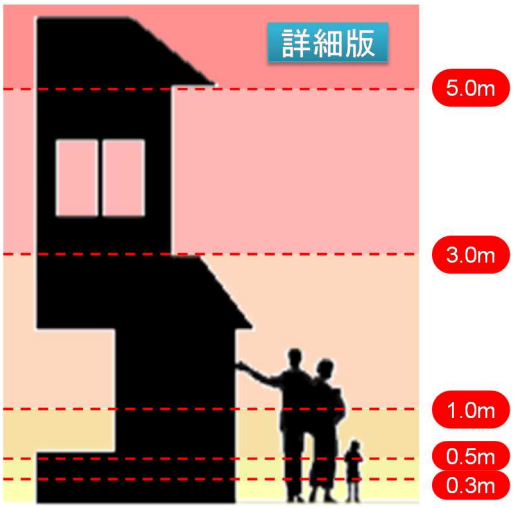


図-7. 2-2　浸水ランクによる色分け（詳細版）

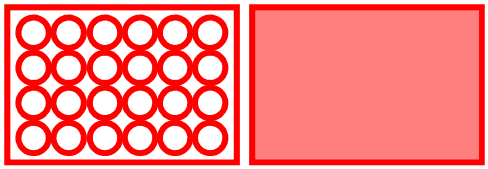
なお、各浸水ランクの配色について、指定の参考として具体の RGB 値等の例を以下に示す。

表-7. 2　配色の参考値

浸水深等	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
1m ～ 3m	255,216,192	255,125,45,179	0,15,25,0
0.5m ～ 1m	248,225,166	236,169,0,166	0,9,33,3
0.3m ～ 0.5m	247,245,169	232,226,8,166	0,1,32,3
～ 0.3m	255,255,179	255,255,0,179	0,0,30,0

7.3.　家屋倒壊等氾濫想定区域の表示

家屋倒壊等氾濫想定区域については、氾濫流によるものについては○で、河岸侵食によるものについては半透明の着色で表示する（図-7.3-1 参照）。なお、氾濫によるものについて、○で表示しがたい場合は、河岸侵食と同様半透明の着色で代用してもよい。



（色見本：
C0, M100, Y100, K0）

図-7.3-1　家屋倒壊等氾濫想定区域の描画
（左：氾濫流によるもの、右：河岸侵食によるもの）

（１）　氾濫流による家屋倒壊等氾濫想定区域

氾濫流による家屋倒壊等氾濫想定区域については、設定した倒壊等限界地点の包絡線を図示する（図-7.3-2 参照）。包絡線の設定においては道路や学校区等の境界を適宜利用してもよい。なお、倒壊等範囲の計算結果について、一部で突出した値となったり、不連続な地点で倒壊等範囲が現れる場合は、堤内地の地形特性等からその妥当性を評価し、家屋倒壊等氾濫想定区域に反映するものとする。

※堤内地の地形勾配が急で、氾濫流が拡散しにくい旧河道地形がある場合等においては、倒壊等範囲が局所的に突出する可能性がある（図-7.3-3 参照）。

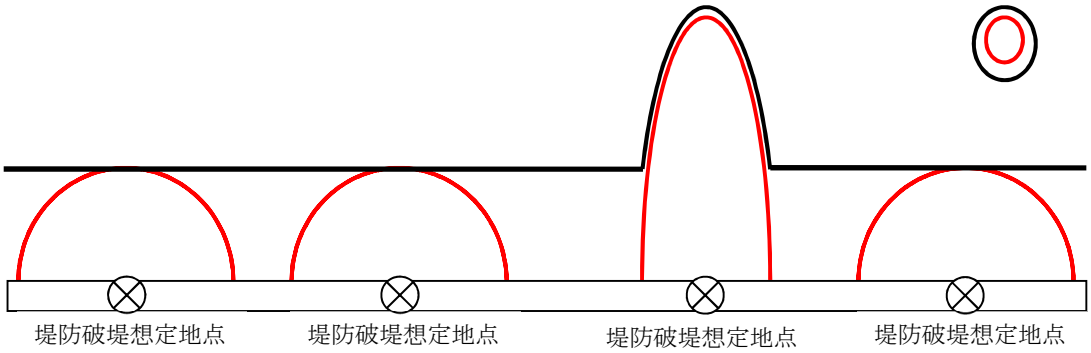


図-7.3-2　家屋倒壊等氾濫想定区域（氾濫流）の設定例

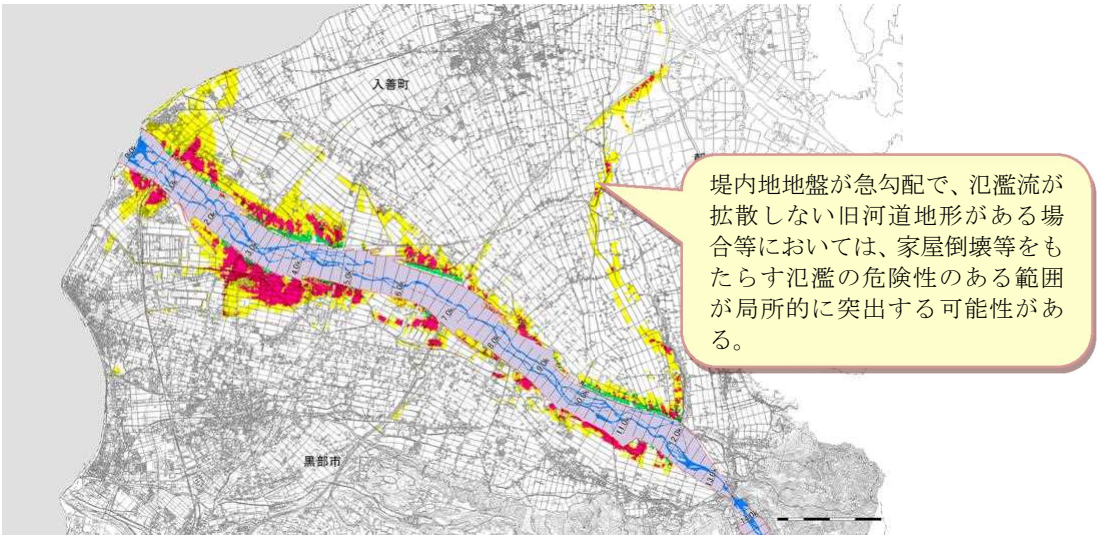


図-7.3-3　家屋倒壊等氾濫想定区域（氾濫流）の計算例（赤色部分）

（２）　河岸侵食による家屋倒壊等氾濫想定区域

河岸侵食による家屋倒壊等氾濫想定区域については、測線ごとに算定された河岸侵食幅を上下流で直線又は堤防法線の湾曲を考慮した曲線で結ぶことで、図-7.3-4 のとおり堤防法線に沿って描画する。この区域の着色にあたっては、下絵の建物や道路の位置が判読できるように、内部の色を半透明とする。

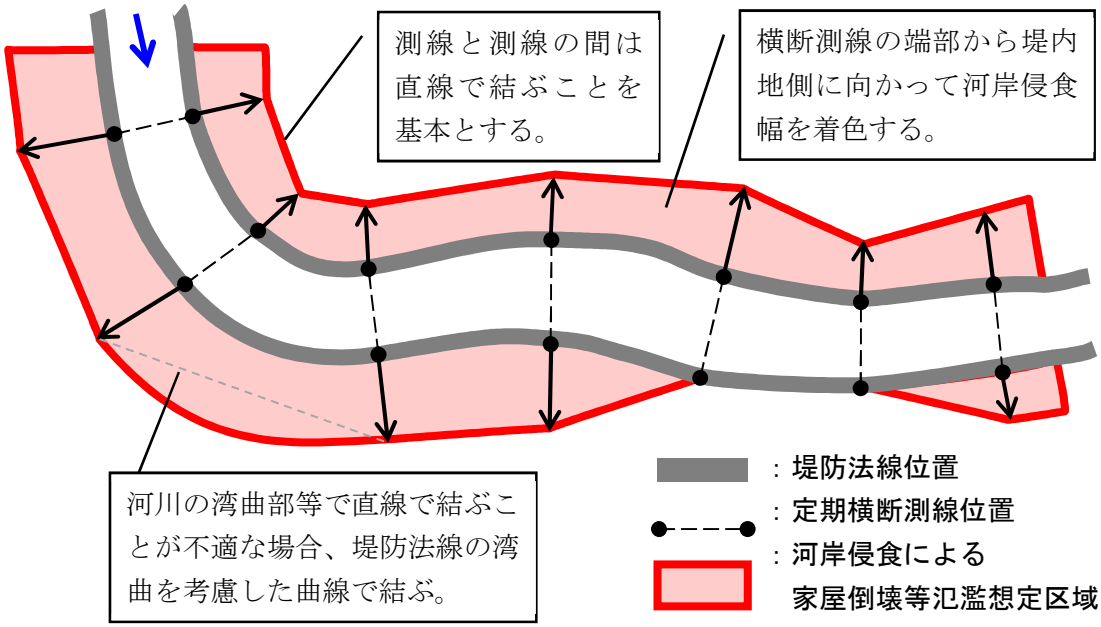


図-7.3-4　家屋倒壊等氾濫想定区域（河岸侵食）の設定例

7.4.　浸水継続時間の表示

浸水継続時間は、浸水区域、浸水深及び家屋倒壊等氾濫想定区域を描画した図とは別の図として表示することを基本とする。

浸水継続時間の表示は、以下の区分を標準とし、図が煩雑とならないよう、適切な区分を数個選択するものとする。

表-7.4　浸水継続時間の表示階級区分例

階級	（参考）配色例（RGB 値）
～　12 時間	160,　210,　255
12 時間　～　24 時間（1 日間）	0,　65,　255
24 時間　～　72 時間（3 日間）	250,　245　0
72 時間　～　168 時間（1 週間）	255,　153,　0
168 時間　～　336 時間（2 週間）	255,　40,　0
336 時間　～　672 時間（4 週間）	180,　0,　104
672 時間　～	96,　0,　96

7.5.　連続施設から浸水する地下街等の表示

水防法施行規則第１条第６項の規定を踏まえ、地上部分の浸水は想定されない相当規模の地下街等であって、全利用者の避難が完了するまでに、連続施設を通じて流入する氾濫水が到達すると想定されるものについては、洪水浸水想定区域に含めて指定することを基本とする。

指定する地下街等は、地下駅や主要な地下街など、不特定多数の者が利用しており、避難に長時間を要するものを選定する。また、地上部の浸水想定区域または氾濫水の流入口から一定の範囲内（おおむね 1km 以内の範囲）に存するものを基本とし、地下街等の利用者の避難に要する時間と、地下空間の構造、地下空間を流れる氾濫水の平均的な拡散速度等を考慮して選定する。

指定にあたっては、その名称及び所在地のリストを示すものとする。

（連続施設から浸水する地下街等の表示例）

表○　連続施設から浸水する地下街等

名称	所在地
○○地下街	○○市○○町○○
○○ビル	○○市○○町○○

※この表に掲げる地下街等は、○○川水系○○川の［洪水予報／水位周知］区間について、水防法の規定により指定された洪水浸水想定区域内に存する連続施設を通じて流入する氾濫水が到達すると想定されるものです。指定時点の○○川の河道及び洪水調節施設の整備状況を勘案して、想定し得る最大規模の降雨に伴う洪水により○○川が氾濫した場合の浸水の状況をシミュレーションにより予測したものです。

7.6.　その他の外力による洪水浸水想定区域・浸水深の表示

6.で作成した計画規模の降雨による洪水浸水想定区域及び浸水深について、7.1 及び 7.2 と同様の方法で描画し、図として表示する。

これ以外の外力についても、可能な範囲で同様に表示する。

7.7.　洪水浸水想定区域図の縮尺と様式

洪水浸水想定区域図は、市町村が地域防災計画に必要な事項を定めるため、洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保又は洪水時の浸水の防止を図る必要がある施設、避難場所、避難路等の安全性・的確性の評価や、住民へ洪水浸水想定区域の周知等を行うにあたって必要とする縮尺と様式を有するものとする。

（１）　必要とする縮尺

洪水浸水想定区域図の背景地図は、地形に応じた浸水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。）とすることを基本とする。

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ができるように、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）　洪水浸水想定区域図に添付すべき事項

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。

7.8.　洪水浸水想定区域図に明示する事項

洪水浸水想定区域図の公表にあたっては、洪水浸水想定区域及び浸水した場合に想定される水深等の図示のほか、洪水浸水想定区域の指定の前提となる降雨を明示しなければならない。

また、「洪水浸水想定区域に指定されていない区域においても浸水が発生しうるものであること」等、必要な事項について、図面上において文章により明示する必要がある。

（洪水浸水想定区域図　記載事項例）

※想定最大規模、計画規模、浸水継続時間の場合

1　説明文 （1）この図は、○○川水系○○川の［洪水予報／水位周知］区間について、水防法の規定［により指定された想定し得る最大規模の降雨による/に基づき計画降雨により］［洪水浸水想定区域、浸水した場合に想定される水深/浸水が想定される区域、浸水した場合に想定される水深/浸水継続時間］を表示した図面です。

（２）この洪水浸水想定区域等は、［指定/公表］時点の○○川の河道及び洪水調節施設の整備状況を勘案して、［想定し得る最大規模の降雨／洪水防御に関する計画の基本となる年超過確率１／○○○（毎年、１年間にその規模を超える洪水が発生する確率が１／○○○（○%））の降雨］に伴う洪水により○○川が氾濫した場合の浸水の状況をシミュレーションにより予測したものです。

（３）なお、このシミュレーションの実施にあたっては、支川の（決壊による）氾濫、シミュレーションの前提となる降雨を超える規模の降雨による氾濫、高潮及び内水による氾濫等を考慮していませんので、この洪水浸水想定区域に指定されていない区域においても浸水が発生する場合や［想定される水深/浸水継続時間］が実際の［浸水深/浸水継続時間］と異なる場合があります。

２．基本事項等

（１）作成主体　国土交通省○○地方整備局○○河川事務所

（２）［指定/公表］年月日　平成○○年○○月○○日

（３）告示番号　国土交通省○○地方整備局告示第○○号

（４）［指定の］根拠法令　水防法（昭和 24 年法律第 193 号）第 14 条［第 1 項/第 2 項］

（５）対象となる［洪水予報/水位周知］河川　○○川水系○○川

（実施区間）

左岸：○○県○○市○○町○○番の○地先から海まで

右岸：○○県○○市○○町○○番の○地先から海まで

（６）［指定/算出］の前提となる降雨　○○川流域の○日間の総雨量○○○ｍｍ

（７）関係市町村　○○市、○○町

（８）その他計算条件等（計算メッシュ、地盤高メッシュ等について必要に応じて記述）

※家屋倒壊等氾濫想定区域の場合

１　説明文

（１）この図は、○○川水系○○川の［洪水予報／水位周知］区間について、家屋倒壊等をもたらすような氾濫の発生が想定される区域（家屋倒壊等氾濫想定区域）を表示した図面です。

（２）この家屋倒壊等氾濫想定区域は、公表時点の○○川の河道及び洪水調節施設の整備状況を勘案して、想定し得る最大規模の降雨に伴う洪水により○○川［が氾濫した場合の浸水の状況をシミュレーションにより/の河岸の浸食幅を］予測したものです。

（３）なお、このシミュレーションの実施にあたっては、支川の（決壊による）氾濫、シミュレーションの前提となる降雨を超える規模の降雨による氾濫、高潮及び内水による氾濫等を考慮していませんので、この家屋倒壊等氾濫想定区域に設定されていない区域においても家屋倒壊・流出等が発生する場合があります。

（４）また、家屋倒壊等氾濫想定区域は、［一定の仮定を与えて算定しており、（３）の条件に加え、倒壊等する家屋は直接基礎の標準的な木造家屋を想定していること、堤防の宅地側には家屋がない更地の状態で氾濫計算をしていること等の理由/○○川の河岸が侵食された場合における、家屋の倒壊・流出等の危険性がある区域の目安を示すものですが、個々の家屋の構造・強度特性等の違い］から、この区域の境界は厳密ではなく、あくまで目安であることに留意してください。

２．基本事項等	
（１）作成主体	国土交通省○○地方整備局○○河川事務所
（２）公表年月日	平成○○年○○月○○日
（３）対象となる［洪水予報/水位周知］河川	○○川水系○○川
	（実施区間）
	左岸：○○県○○市○○町○○番の○地先から海まで
	右岸：○○県○○市○○町○○番の○地先から海まで
（４）算出の前提となる降雨	○○川流域の○日間の総雨量○○○ｍｍ
（５）関係市町村	○○市、○○町

7.9.　洪水浸水想定区域図以外のデータの表示

氾濫想定地点別・時系列浸水データは、水防法第 14 条に基づく洪水浸水想定区域の指定にあたり必須となる洪水浸水想定区域図ではないが、住民の円滑な避難や事業所等の自衛水防の促進に寄与するデータである。

例えば、事業所等が自衛水防を検討するにあたり、当該事業所等に浸水をもたらす氾濫想定地点（破堤点）や当該地点に関連する水位観測所、浸水到達までの時間、浸水継続時間、排水完了時間を事前に把握しておくことが重要である。

このため、表-7.9 の氾濫想定地点別・時系列浸水情報について、事業所等の所有者又は管理者がその提供を受けることができるよう、インターネットの利用及びその他の適切な方法で表示する。

なお、これらデータの表示にあたっては、7.8.と同様、シミュレーションの条件や利用にあたっての注意事項を明示する必要がある。

表-7.9　氾濫想定地点別・時系列浸水情報の表示情報例

項目	インターネット上に表示する情報
電子化ガイドラインに基づき保存されるデータ	○氾濫想定地点別の浸水想定の最大範囲、最大浸水深、浸水継続時間、排水完了時間 ○氾濫想定地点別の時系列浸水想定（範囲・浸水深・氾濫後経過時間）の個別図 （氾濫後２時間後までは10分、６時間後までは30分、24時間後までは１時間、３日後までは３時間、５日後までは６時間、７日後までは12時間、それ以後は24時間ピッチを基本に、原則として全域での排水完了まで。氾濫特性に応じ適宜変更してもよい。）
上記以外で新規に作成が必要なデータ	○氾濫想定地点の位置（左右岸、距離標、住所(○○地先)） ○氾濫想定地点を受け持ち区間とする水位観測所名（「川の防災情報」とリンク） ○氾濫想定地点別の時系列コンター図（氾濫想定地点別の最大範囲・最大浸水深に時系列コンターを重ね合わせた図）

7.10. 洪水浸水想定区域図データの提供と保管

洪水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及び7.9.に示す氾濫想定地点別・時系列浸水データについては、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。

洪水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」[15)]（以下、「電子化ガイドライン」という。）に基づいて CSV ファイル、NetCDF ファイル、シェープファイル、DXF ファイル、KML ファイル形式で電子化し保管するほか、計算条件や破堤点の諸元等を記載したメタデータファイルや、破堤点と基準水位観測所との関係を示したデータファイル等も作成・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-7.10 については、市町村に提供するほか、7.9.（氾濫想定地点別・時系列浸水情報）の表示データについては、国土地理院の運営する「地点別浸水シミュレーション検索システム（浸水ナビ）」において、任意の事業所等の位置から関係する氾濫想定地点別・時系列の浸水想定の検索が可能となるよう、国土地理院へ所定の方法により提供するものとする。

また、洪水浸水想定区域図は家屋倒壊等氾濫想定区域（4.参照）等と合わせて作成主体がＷＥＢサイトに掲載し、インターネットの利用により、住民等がその提供を受けることができる状態に置くものとする。この場合、洪水浸水想定区域図に家屋倒壊等氾濫想定区域等を重ね合わせて表示すると図面が煩雑になる場合には、図面を分けて掲載するなどの工夫が必要である。

今後、情報技術の進歩や電子データの活用の取組状況に応じて、求められるデータ形式等の変更が生じることが想定されるため、データの表示・提供・保管にあたっては、従前の電子化ガイドライン等だけでなく、電子データの活用にかかる最新の取組状況を確認しておく必要がある。

表-7.10　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
洪水浸水想定区域図データ	洪水浸水想定区域図 GIS・CAD データ	0.5,3.0,5.0m の階級区分の洪水浸水想定区域や家屋倒壊等氾濫想定区域等を図化したデータ	シェープ	浸水想定区域図_SHAPE	洪水浸水想定区域と避難に関する情報等の検討に利用
			DXF	浸水想定区域図_DXF	
	浸水深（最大包絡） KML データ（コンター）	最大包絡の浸水深を 0.5,3.0,5.0m の階級区分で示したコンターデータ	KML	MAXALL¥MAXALL_KML	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） KML 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	KML	MAXALL¥MAXALL_KML	
	浸水深・流速・浸水時間 GIS・CAD データ （メッシュ）	時系列ごとの浸水深・流速・浸水時間を図化したデータ	シェープ	BPnnn¥BPnnn_SHAPE KENSAKU¥TIME_SHAPE	
			DXF	BPnnn¥BPnnn_DXF KENSAKU¥TIME_DXF	
	浸水深・流速・浸水時間 CSV・NetCDF データ （メッシュ）	破堤点別・時間別の浸水深・流速、破堤点別の浸水時間（浸水開始時間、最大浸水深発生時間、浸水継続時間、排水完了時間）、標高、緯度経度の数値データ	CSV	BPnnn¥BPnnn_CSV KENSAKU¥TIME_CSV	洪水浸水想定区域と避難に関する情報等の検討の際に数値で利用
			NetCDF	BPnnn	
	浸水深（最大包絡） CSV・NetCDF 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	
			NetCDF	MAXALL	
	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・流速・浸水継続時間、標高、緯度経度の数値データ	CSV	MAXALL¥MAXALL_CSV	
	浸水深（最大包絡）・浸水継続時間（最大包絡）・危険区域 NetCDF データ （メッシュ）	最大包絡の浸水深・流速・浸水継続時間、家屋倒壊等氾濫想定区域の種類、標高、緯度経度の数値データ	NetCDF	MAXALL	
	危険区域 CSV データ （メッシュ）	家屋倒壊等氾濫想定区域の種類、緯度経度の数値データ	CSV	DZONE¥DZONE_CSV	避難に関する情報等の検討に利用
	危険区域 GIS・CAD・KML データ（コンター）	家屋倒壊等氾濫想定区域を図化したデータ	シェープ	DZONE¥DZONE_SHAPE	
			DXF	DZONE¥DZONE_DXF	
			KML	DZONE¥DZONE_KML	
	メタデータファイル	計算条件等を記したファイル	CSV	aaaaaaaaaa	データ・計算条

				（河川番号フォルダ）	件の確認
	破堤点定義ファイル	各破堤点の定義を示したファイル	CSV	BPnnn	
	破堤点と水位観測所の関係データファイル	破堤点に対応する水位観測所のデータ	CSV	KENSAKU	監視すべき水位観測所の確認
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（本書）	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
	洪水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

＜参考資料１＞

１．透過率・空隙率を考慮した基礎方程式

氾濫流が市街地を通過する場合は、地形の影響だけでなく、建物等により氾濫を阻止され、道路等空間に流れが集中することがわかっている。ただし、浸水解析において広大なエリアを対象とした場合、個々の構造物を境界条件とすることは実務上困難であるため、三浦等 [7]、内田・河原 [8]によるメッシュに空隙率等を設定する方法、橋本等 [16]による物体の抗力を導入する方法を参考とする。

構造物が流れに及ぼす効果には、幾何学的効果と物理的効果があるため、内田・河原 [8]、榊山・鹿島 [17]を参考にして式(1)～(4)のとおり表現し、鉛直方向に積分することにより、基礎方程式を導いている。ただし、連続な物体中を想定し透過率を全て空隙率に書き換えた。氾濫流については一般に浅水流れの条件が成り立つため、z 方向の運動方程式は静水圧の式(4)となる。

$$\frac{\partial(\gamma u)}{\partial t}+\frac{\partial(\gamma u^2)}{\partial x}+\frac{\partial(\gamma uv)}{\partial y}+\frac{\partial(\gamma uw)}{\partial z}+\gamma\frac{\partial p}{\partial x}-\frac{\partial\tau_x}{\partial z}+R_x=0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial(\gamma v)}{\partial t}+\frac{\partial(\gamma uv)}{\partial x}+\frac{\partial(\gamma v^2)}{\partial y}+\frac{\partial(\gamma vw)}{\partial z}+\gamma\frac{\partial p}{\partial y}-\frac{\partial\tau_y}{\partial z}+R_y=0 \tag{2}$$

$$\frac{\partial(\gamma w)}{\partial z}+\frac{\partial(\gamma u)}{\partial x}+\frac{\partial(\gamma v)}{\partial y}=0 \tag{3}$$

$$p=g(h+z_b-z),\quad z_b\le z\le h+z_b \tag{4}$$

式(1)について、鉛直方向に積分する。

$$\begin{aligned}
&\int_{z_b}^{h+z_b}\left\{\frac{\partial(\gamma u)}{\partial t}+\frac{\partial(\gamma uu)}{\partial x}+\frac{\partial(\gamma vu)}{\partial y}+\frac{\partial(\gamma uw)}{\partial z}+\gamma\frac{\partial p}{\partial x}-\frac{\partial\tau_x}{\partial z}+R_x\right\}dz\\
&=\gamma\frac{\partial Q_x}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\gamma\frac{Q_x^2}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\gamma\frac{Q_xQ_y}{h}\right)-\left(\gamma\frac{\partial h}{\partial t}+\gamma u\frac{\partial h}{\partial x}+\gamma v\frac{\partial h}{\partial y}\right)u+\gamma u(w_{h+z_b}-w_{z_b})+g\gamma h\frac{\partial h}{\partial x}+g\gamma h\frac{\partial z_b}{\partial x}-\tau_{sx}+\tau_{bx}+hR_x\\
&=\gamma\frac{\partial Q_x}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\gamma\frac{Q_x^2}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\gamma\frac{Q_xQ_y}{h}\right)+g\gamma h\frac{\partial(h+z_b)}{\partial x}-\tau_{sx}+\tau_{bx}+hR_x+\gamma u\left(\frac{\partial h}{\partial t}+u\frac{\partial h}{\partial x}+v\frac{\partial h}{\partial y}\right)-\left(\gamma\frac{\partial h}{\partial t}+\gamma u\frac{\partial h}{\partial x}+\gamma v\frac{\partial h}{\partial y}\right)u\\
&=\gamma\frac{\partial Q_x}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\gamma\frac{Q_x^2}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\gamma\frac{Q_xQ_y}{h}\right)+g\gamma h\frac{\partial(h+z_b)}{\partial x}-\tau_{sx}+\tau_{bx}+hR_x
\end{aligned} \tag{5}$$

$\because w_{h+z_b}=\frac{\partial(h+z_b)}{\partial t}+u\frac{\partial(h+z_b)}{\partial x}+v\frac{\partial(h+z_b)}{\partial y}$, $w_{z_b}=\frac{\partial z_b}{\partial t}+u\frac{\partial z_b}{\partial x}+v\frac{\partial z_b}{\partial y}$ より、$w_{h+z_b}-w_{z_b}=\frac{\partial h}{\partial t}+u\frac{\partial h}{\partial x}+v\frac{\partial h}{\partial y}$

τ_{sx} は水面に作用するせん断力、τ_{bx} は底面摩擦力に相当しマニング式で表すことができる。

また、式(2)についても同様に変形できる。

$$\int_{z_b}^{h+z_b}\{\frac{\partial(\gamma v)}{\partial t}+\frac{\partial(\gamma uv)}{\partial x}+\frac{\partial(\gamma vv)}{\partial y}+\frac{\partial(\gamma vw)}{\partial z}+\gamma\frac{\partial p}{\partial y}-\frac{\partial\tau_y}{\partial z}+R_y\}dz$$
$$=\gamma\frac{\partial Q_y}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\gamma\frac{Q_xQ_y}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\gamma\frac{Q_y^2}{h}\right)+g\gamma h\frac{\partial(h+z_b)}{\partial y}-\tau_{sy}+\tau_{by}+hR_y \tag{6}$$

$$\int_{z_b}^{h+z_b}\{\frac{\partial(\gamma w)}{\partial z}+\frac{\partial(\gamma u)}{\partial x}+\frac{\partial(\gamma v)}{\partial y}\}dz$$
$$=\gamma(w_{h+z_b}-w_{z_b})+\frac{\partial(\gamma uh)}{\partial x}-\gamma u\frac{\partial h}{\partial x}+\frac{\partial(\gamma vh)}{\partial y}-\gamma v\frac{\partial h}{\partial y}$$
$$\gamma\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial(\gamma Q)}{\partial x}+\frac{\partial(\gamma Q)}{\partial y}=q \tag{7}$$

式(3)について同様に積分すると式(7)が得られる。ここで、建物内に浸水が生じ瞬時に建物内外の水位が等しくなると仮定すると、q に $-(1-\gamma)\frac{\partial h}{\partial t}$ が加わるため式(7)は式(8)となる。

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial(\gamma Q)}{\partial x}+\frac{\partial(\gamma Q)}{\partial y}=q \tag{8}$$

ここで、Q_x, Q_y : x, y 方向の単位幅流量、u, v, w : x, y, z 方向の流速、h : 水深、z : 地盤高、R_x, R_y : 抗力項、τ_x, τ_y : せん断力、τ_{bx}, τ_{by} : 底面摩擦力、γ : 空隙率の密度分布（ただし、鉛直方向に一定）、q : 降雨、地下浸透等である。さらに、式(9)、(10)の抗力と底面摩擦力については、メッシュ内に建物がある場合、建物による抗力と建物周辺の土地利用に対応する底面摩擦力をあわせて考慮するものとする。

$$hR_x=\frac{1}{2}C_D'(1-\gamma)\frac{Q_x\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}}{h},\quad hR_y=\frac{1}{2}C_D'(1-\gamma)\frac{Q_y\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}}{h} \tag{9}$$

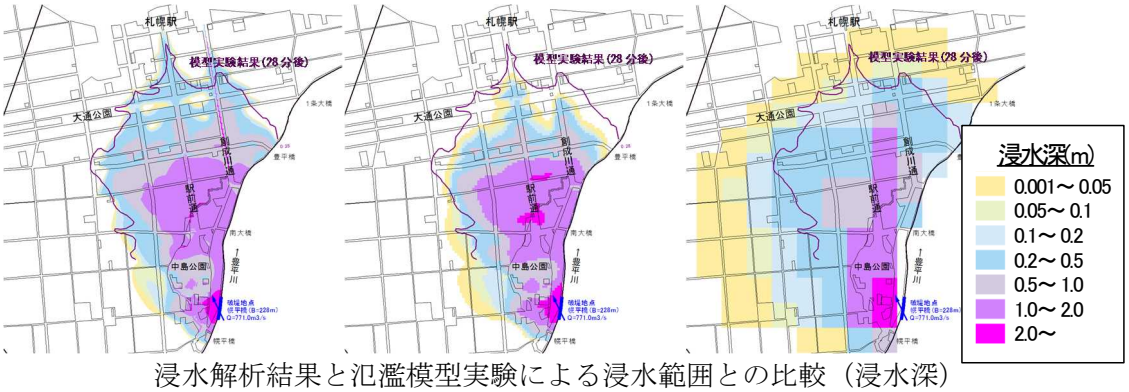
$$\tau_{bx}=g\gamma n^2\frac{Q_x\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}}{h^{7/3}},\qquad \tau_{by}=g\gamma n^2\frac{Q_y\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}}{h^{7/3}} \tag{10}$$

２．浸水解析の精度検証

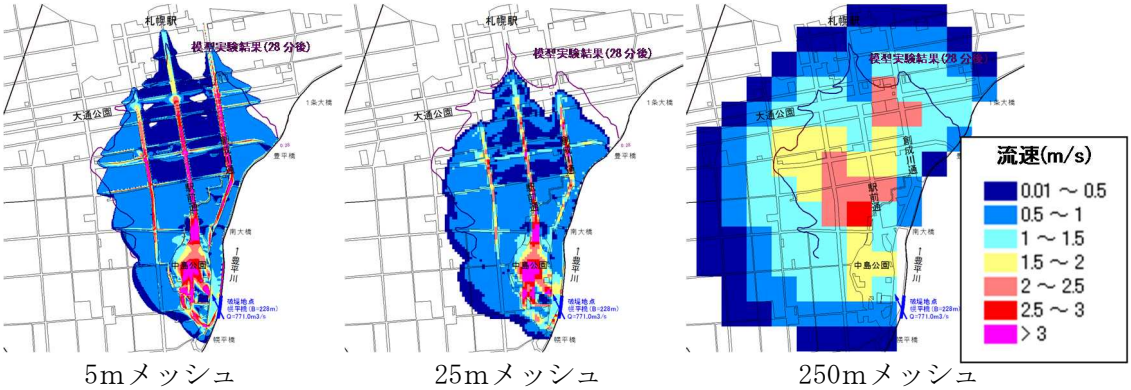
計算メッシュスケールの設定にあたり、平成 11 年度に開発土木研究所（現・寒地土木研究所）が豊平川氾濫による札幌市中心部の氾濫流況を把握するために 1/50 スケールで実施した氾濫模型実験[18]（以下、「氾濫模型実験」という。）とメッシュスケールの異なる浸水解析の浸水範囲等を比較し、浸水解析の再現性を検証した。氾濫模型実験では、市販の住宅地図（縮尺 1/1,500、平成 10 年 10 月発行）に基づき区画ごとに一律の建物占有率をレンガで表現している。

一方、浸水解析については式（3.1）、（3.2）及び、建物内に浸水が及ばない条件の連続式を用い 5m、25m、250mの計算メッシュスケールで実施した。なお、再現計算では氾濫模型実験と条件をあわせた建物占有率や粗度係数等を設定した（２．（１）参照）。

図-2.1 は、メッシュスケールごとの浸水解析結果（浸水深・流速分布）と氾濫模型実験による 28 分後の浸水範囲を比較したものである。この結果から、5mまでメッシュスケールを細密化した場合は、微地形のほか、建物や道路の配置による空間特性をより正確に表現することにより高い再現性が得られている。また、25mメッシュスケールの浸水解析については、道路と建物が明確に区分できないことから、道路を流下する氾濫水の到達が遅くなり氾濫模型実験より浸水範囲が小さくなっているものの、概ね再現できることがわかった。なお、250mメッシュでは氾濫模型実験より浸水範囲は大きく、浸水深は小さくなる傾向を示している。



浸水解析結果と氾濫模型実験による浸水範囲との比較（浸水深）



5mメッシュ　　25mメッシュ　　250mメッシュ

浸水解析結果と氾濫模型実験による浸水範囲との比較（流速分布）

図-2.1　メッシュスケールと計算結果（豊平川の例、三浦等(2011)[7] を基に作成）

以上から、5mメッシュスケールの浸水解析を参考とし、25mメッシュスケールでも同等の計算結果が得られるよう比較検証する。ここで、図-2.2のように道路空間の連続性が表現できない箇所について、道路に位置するメッシュの空隙率と透過率を 100%とすることにより連続した道路空間を表現する。25mメッシュスケールについては、メッシュスケールと道路幅員との関係や札幌市街地の道路状況を踏まえ、幅員20m以上の道路を対象に道路空間を表現する。平面図（平成22年度札幌市現況図(縮尺1/2,500)）等を参考に道路中心線（道路リンク）を作成し、それらの道路リンクと交差する25mメッシュをGISの機能を用いて抽出し、空隙率100%として設定した。図-2.3は、25mメッシュスケールの建物占有率と、実際の建物配置に合わせて幅員約20m以上の道路メッシュを連続的に設定した場合の建物占有率を比較したものである。空隙率 100%のメッシュが縦横方向に連続している。このメッシュ条件により浸水解析を実施する（２.（２）参照)。

図-2.4をみると、図-2.3で示した道路上の流れが卓越し、5mメッシュの計算結果との差違が小さくなることがわかる。このように、計算メッシュスケールを設定する際には、必要に応じて道路等空間の連続性に留意することとする。

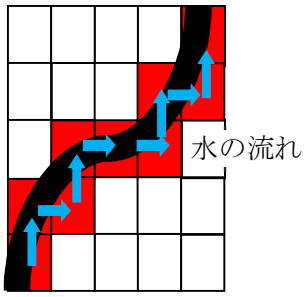


図-2.2　道路空間の連続性の確保

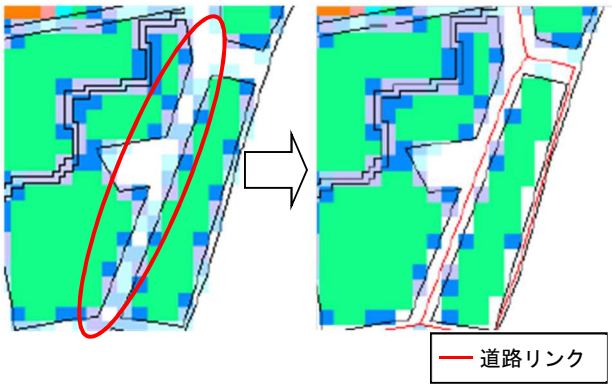
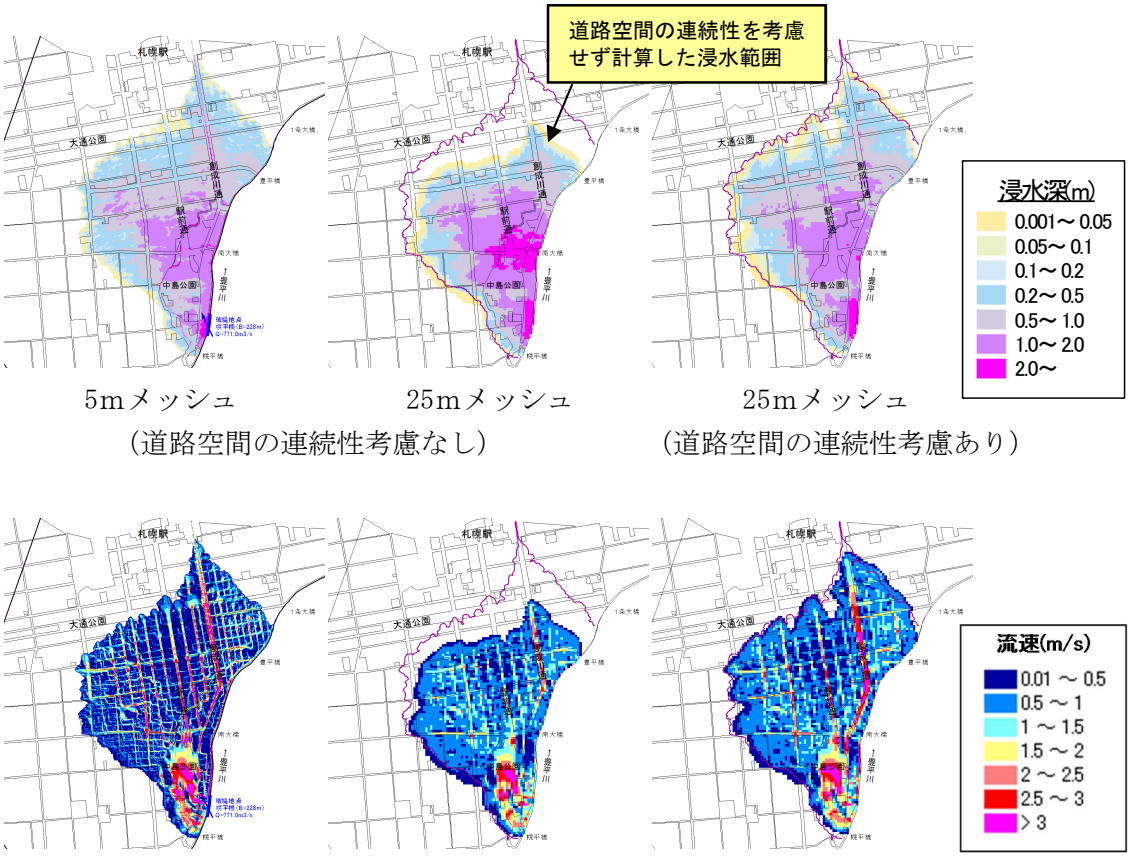


図-2.3　道路空間を反映した建物占有率



5mメッシュ　25mメッシュ　25mメッシュ
（道路空間の連続性考慮なし）　（道路空間の連続性考慮あり）

5mメッシュ　25mメッシュ　25mメッシュ
（道路空間の連続性考慮なし）　（道路空間の連続性考慮あり）

図-2.4　道路空間連続性確保の効果（豊平川、25mメッシュの例）

（１）　氾濫模型実験[18]の再現計算条件

平成 11 年度に開発土木研究所（現・寒地土木研究所）では、豊平川氾濫による札幌市中心部の氾濫特性を把握するため、札幌市中心市街地を再現した氾濫模型実験（以下、「氾濫模型実験」という。）を実施した。氾濫模型実験では、豊平川氾濫による札幌市中心部の氾濫流況を把握するために、実勢建蔽率を市販の住宅地図（縮尺 1/1,500、平成 10 年 10 月発行）から判読し、市街地の建物全般をレンガの配置によって S=1/50 で再現された。三浦等[7]は、この氾濫模型実験結果を用いて氾濫解析手法の検証を行い、氾濫流が集中する道路等の通水域と、氾濫流が通過しにくい市街地等をモデル上で明確に区分し、この実験の再現計算を行っている。

ここでは、本マニュアルで提示した浸水解析手法を用いて 5m、25m、50mメッシュスケールの再現計算を行い、三浦等[7]を参考に氾濫模型実験結果との比較により精度検証した。ただし、この氾濫模型実験ではレンガにより建物を表現しているため、建物内への浸水が生じない条件で計算した。基礎方程式については、以下の式(11)～(13)を用いて、これを式(14)～(16)のように離散化した。なお、式(14)、(15)の移流項については風上差分を適用している。

$$\gamma\frac{\partial Q_x}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\gamma\frac{Q_x^2}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\gamma\frac{Q_xQ_y}{h}\right)+g\gamma h\frac{\partial(h+z_b)}{\partial x}+g\gamma n^2\frac{Q_x\sqrt{Q_x^{\,2}+Q_y^{\,2}}}{h^{7/3}}+\frac{1}{2}C_D'(1-\gamma)\frac{Q_x\sqrt{Q_x^{\,2}+Q_y^{\,2}}}{h}=0 \tag{11}$$

$$\gamma\frac{\partial Q_y}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\gamma\frac{Q_xQ_y}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\gamma\frac{Q_y^2}{h}\right)+g\gamma h\frac{\partial(h+z_b)}{\partial y}+g\gamma n^2\frac{Q_y\sqrt{Q_x^{\,2}+Q_y^{\,2}}}{h^{7/3}}+\frac{1}{2}C_D'(1-\gamma)\frac{Q_y\sqrt{Q_x^{\,2}+Q_y^{\,2}}}{h}=0 \tag{12}$$

$$\gamma\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial(\gamma Q_x)}{\partial x}+\frac{\partial(\gamma Q_y)}{\partial y}=q \tag{13}$$

$$\begin{aligned}
&\gamma_{v\,i+1/2,j}\frac{Q_{x\,i+1/2,j}^{\;t+\Delta t}-Q_{x\,i+1/2,j}^{\;t}}{\Delta t}\\
&+\frac{1}{\Delta x}\left((\gamma_x\frac{Q_x^{\,2}}{h})_{i+1,j}-(\gamma_x\frac{Q_x^{\,2}}{h})_{i,j}\right)^{t+\theta\Delta t}+\frac{1}{\Delta y}\left((\gamma_y\frac{Q_xQ_y}{h})_{i+1/2,j+1/2}-(\gamma_y\frac{Q_xQ_y}{h})_{i+1/2,j-1/2}\right)^{t+\theta\Delta t}\\
&+g\gamma_{v\,i+1/2,j}h_{i+1/2,j}^{\;t+\theta\Delta t}\frac{\{(h+z_b)_{i+1,j}-(h+z_b)_{i,j}\}^{t+\theta\Delta t}}{\Delta x}\\
&+(g\gamma_v n_b^{\,2}\frac{Q_x\sqrt{Q_x^{\,2}+Q_y^{\,2}}}{h^{7/3}}+\frac{1}{2}(1-\gamma_v)C_D'\frac{Q_x\sqrt{Q_x^{\,2}+Q_y^{\,2}}}{h})_{i+1/2,j}^{\;t+\theta\Delta t}=0
\end{aligned} \tag{14}$$

$$\begin{aligned}
&\gamma_{v\,i,j+1/2}\frac{Q_{y\,i,j+1/2}^{\;t+\Delta t}-Q_{y\,i,j+1/2}^{\;t}}{\Delta t}\\
&+\frac{1}{\Delta x}\left((\gamma_x\frac{Q_xQ_y}{h})_{i+1/2,j+1/2}-(\gamma_x\frac{Q_xQ_y}{h})_{i-1/2,j+1/2}\right)^{t+\theta\Delta t}+\frac{1}{\Delta y}\left((\gamma_y\frac{Q_y^{\,2}}{h})_{i,j+1}-(\gamma_y\frac{Q_y^{\,2}}{h})_{i,j}\right)^{t+\theta\Delta t}\\
&+g\gamma_{v\,i,j+1/2}h_{i,j+1/2}^{\;t+\theta\Delta t}\frac{\{(h+z_b)_{i,j+1}-(h+z_b)_{i,j}\}^{t+\theta\Delta t}}{\Delta y}\\
&+(g\gamma_v n_b^{\,2}\frac{Q_y\sqrt{Q_x^{\,2}+Q_y^{\,2}}}{h^{7/3}}+\frac{1}{2}(1-\gamma_v)C_D'\frac{Q_y\sqrt{Q_x^{\,2}+Q_y^{\,2}}}{h})_{i,j+1/2}^{\;t+\theta\Delta t}=0
\end{aligned} \tag{15}$$

$$\begin{aligned}
&\gamma_{v\,i,j}\frac{h_{i,j}^{\;t+\Delta t}-h_{i,j}^{\;t}}{\Delta t}\\
&+\frac{\{(\gamma_xQ_x)_{i+1/2,j}-(\gamma_xQ_x)_{i-1/2,j}\}^{t+\theta\Delta t}}{\Delta x}+\frac{\{(\gamma_yQ_y)_{i,j+1/2}-(\gamma_yQ_y)_{i,j-1/2}\}^{t+\theta\Delta t}}{\Delta y}=q_{i,j}^{\;t+\theta\Delta t}
\end{aligned} \tag{16}$$

氾濫模型実験の再現計算においては式(14)～(16)における各定数について、実験条件に従い以下のとおり設定している。

地盤高 z_b　：氾濫模型実験モデル作成データ（250ｍメッシュ）より TIN（Triangulated Irregular Network）を生成し、TIN から各メッシュ中央の地盤高を設定

底面粗度係数 n_0：0.02（模型がモルタル仕上げ）

空隙率 γ_v　：各メッシュ内の氾濫模型実験の空隙率（１－建物占有率）を算定

透過率 γ_x, γ_y　：$1-\sqrt{1-\gamma_v}$ で設定

抗力係数　：合成等価粗度に使用されている 3.83

建物の代表長さ：10m

C_D’　：0.383（＝3.83÷10）

破堤地点　：幌平橋下流

破堤流量条件　：氾濫流量 771m^3/s 一定（破堤メッシュに均等に分割して流量を与える）
排水条件　　：排水は考慮しない
計算時間間隔　：5mメッシュ 0.1 秒、25mメッシュ 0.5 秒、250mメッシュ 1 秒

氾濫模型実験結果との比較の結果、5mメッシュスケールの再現計算については、微地形のほか、建物や道路の配置による空間特性をより正確に表現することにより高い再現性が得られた。また 25mメッシュスケールの再現計算については、浸水解析では道路と建物が明確に区分できないことから、道路を流下する氾濫水の到達が遅くなり模型範囲より浸水範囲が小さくなったものの、概ね再現できることがわかる。また、250mメッシュでは、氾濫模型実験より浸水範囲は大きく、浸水深は小さくなる傾向を示している。

（２）　実際の建物配置を想定した道路空間の効果検証条件

（１）の検証において、25mメッシュスケールの再現計算では、主要な道路上に発生する大きな流速や、それに伴う浸水域のフロントの拡がりを再現できなかった。このため、特に幅員の大きな道路上の流速を再現する工夫として、歩道を含め幅員約 20m以上の道路を対象に、道路位置に相当するメッシュの空隙率を 100%とする修正を行い、浸水解析の再現性向上について検証した。ここで、建物と道路配置については、実際の建物配置を想定した道路メッシュの効果を検証するために、平成 22 年度札幌市現況図（縮尺 1/2,500）を利用した。この建物配置の条件のもと、道路空間の連続性を反映した 25mメッシュスケールの再現計算結果と（１）の検証にて氾濫模型実験の高い再現性が確認された 5mメッシュスケールの再現計算結果を比較した。

なお、本計算においても、上記道路空間の設定以外では（１）の検証と同様の計算条件、計算方法を用いている。

この結果、25mメッシュスケールの再現計算において、道路上の流れが卓越し、5mメッシュスケールの計算結果との差異が小さくなる傾向が見られる。

３．流体力による建物の倒壊等条件の試算例

家屋の倒壊については、垂直避難の適否の観点から検討するものとし、家屋の倒壊等として木造家屋２階等の屋内での待避者の生命に危険が及ぶような状況を想定する。倒壊等の判定は以下の条件より設定している。

○現行基準に適合する一般的な２階建て木造住宅を対象とする。

○堤防破堤に伴う氾濫流による流体力の最大値については、氾濫流が建物に達した直後の衝撃力だけでなく、水深が徐々に増加した後の抗力についても考慮する必要がある[19)]。氾濫流の衝撃力に関する研究としては、例えば中川[20)]は堤防破堤と類似したダム破壊流を Ritter 式が良好に表現すること、ダム破壊流による衝撃力と Ritter 式を抗力式に代入して求めた流体力と実験結果を比較し、抗力係数 2 程度で実験結果を概ね近似できることを示している。また、後者の抗力については多くの研究や実験例があり、高橋等[21)]によると 2.128 としている。このため、氾濫流による流体力については、衝撃力、抗力ともに建物等が無い条件での流速、水深から同一の抗力式を使用して算定することとした。

○木造家屋の安定計算については、「津波避難ビル等の構造上の要件の解説」[22)]を参考に、①倒壊（作用荷重が家屋の終局せん断力を上回る）、②滑動（作用荷重が基礎底面の摩擦力を上回る）、③転倒（作用モーメントが家屋自重等による抵抗モーメントを上回る）に対する検討を行う。流木等漂流物による衝撃力については、家屋に破損等及ぼすものの、局所的で家屋の倒壊等に至る可能性は小さいと考えられること、部材の部分的破壊は開口部低減として安全側に作用することから考慮しない。また、浮力については、平成 25 年度建築基準整備促進事業「S3.津波避難ビル等の構造基準の合理化に資する検討」[23)]を参考とし、床下空間内の空気溜りによる浮力は考慮せず、倒壊、滑動に対して 1 階天井下と窓枠上端の間に生じる空気溜まりのみを考慮した。（なお、2 階床上まで浸水が及ぶ場合には天井の水密性から 1 階の空気溜りは消失すると考えられるがここでは維持されるものとし、2 階の空気溜りは考慮していない。）

これらを踏まえ、氾濫流が通過する過程で家屋が倒壊等に至る場合について検討する。

（１）　氾濫流による家屋安定性の評価

１）倒壊について

「津波避難ビル等の構造上の要件の解説」[22)]の「津波により浸水の恐れがある地域における住宅の設計例２（２階建て木造住宅)」より、洪水による荷重時の水平耐力算定用の抗力は、２階の床位置に集中して働くものとする。この場合に働く外力は、１階の階高の 1/2 の高さより上部に作用するとしている（図-3.1 の斜線部分)。

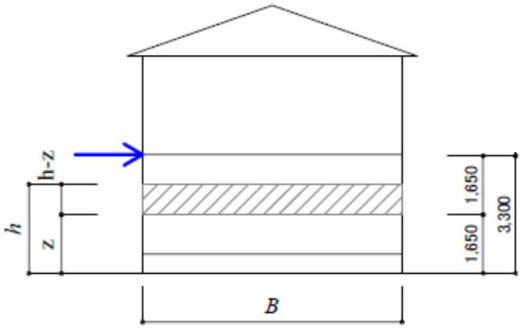


図-3.1　家屋の倒壊に関わる外力

ａ）流体力による荷重

$$F_a = \frac{1}{2}\rho C_D B(h-z)U^2 \qquad z < h \tag{1}$$

流体の密度：ρ = 1,000kg/m³、流速：U、抗力係数：C_D、浸水深：h、２階床高の1/2 の高さ：z、受圧幅：B、受圧面積：$A = B(h-z)$

ｂ）倒壊限界

流体力 F_a と終局せん断耐力 P_u と等しくなったとき、家屋が倒壊すると考える。したがって、$P_u = F_a$ が成り立つ時の浸水深と流速の関係を算出する。

$$F_a = \frac{1}{2}\rho C_D B(h-z)U^2 = P_u$$

$$U^2 = \frac{2P_u}{\rho C_D B(h-z)} = \left(\frac{2P_u}{\rho C_D B}\right)\frac{1}{(h-z)}$$

$$U = \sqrt{\left(\frac{2P_u}{\rho C_D B}\right)\frac{1}{(h-z)}} \qquad z < h \tag{2}$$

２）滑動について

滑動については、作用加重が基礎底面に作用する摩擦力を上回り、基礎底面から家屋全体が横滑りする限界について検討する。

ａ）流体力による荷重（F_c：横方向加重、F_v：浮力、V：空気溜まりの体積）

空気溜まりに関しては、1 階窓枠上端高 2.6m と 1 階天井高 3.2m の間に生じると想定した。

$$F_c = \frac{1}{2}\rho C_D BhU^2$$

$$F_v = \rho g V = \begin{cases} 0 & 0m \le h < 2.6m \\ \rho g B^2 (h - 2.6) & 2.6m \le h < 3.2m \\ 0.6\rho g B^2 & 3.2m \le h \end{cases} \tag{3}$$

ｂ）滑動限界

流体力 F_c と摩擦力 $\mu\ (W-F_v)$ と等しくなったとき、家屋が滑動すると考えられる。

$$F_c = \frac{1}{2}\rho C_D BhU^2 = \mu(W - F_v)$$

$$U^2 = \frac{2\mu(W - F_v)}{\rho C_D B}\frac{1}{h}$$

$$U = \sqrt{\{\frac{2\mu(W - F_v)}{\rho C_D B}\}\frac{1}{h}} \qquad 0m \le h \tag{4}$$

３）転倒について

転倒については、転倒モーメントが基礎重量を含んだ自重による抵抗モーメントを上回り、家屋全体が転倒する限界について検討する。この時、滑動と同様に浮力を考慮する。

$$M_c = \frac{1}{2}\rho C_D BhU^2 \times \frac{h}{2} = (W - F_v) \times \frac{B}{2}$$

$$U^2 = \frac{2(W - F_v)}{\rho C_D}\frac{1}{h^2}$$

$$U = \frac{1}{h}\sqrt{\frac{2(W - F_v)}{\rho C_D}} \qquad 0m \le h \tag{5}$$

（２）　モデル家屋による倒壊限界の試算

上記の倒壊等条件について、具体的にどの程度の浸水深及び流速の値となるか把握するため、家屋の重量 W、家屋幅 B、終局せん断耐力 P_u 等を設定し代入する。

試算に使用したモデル家屋の諸元は以下のとおりである。

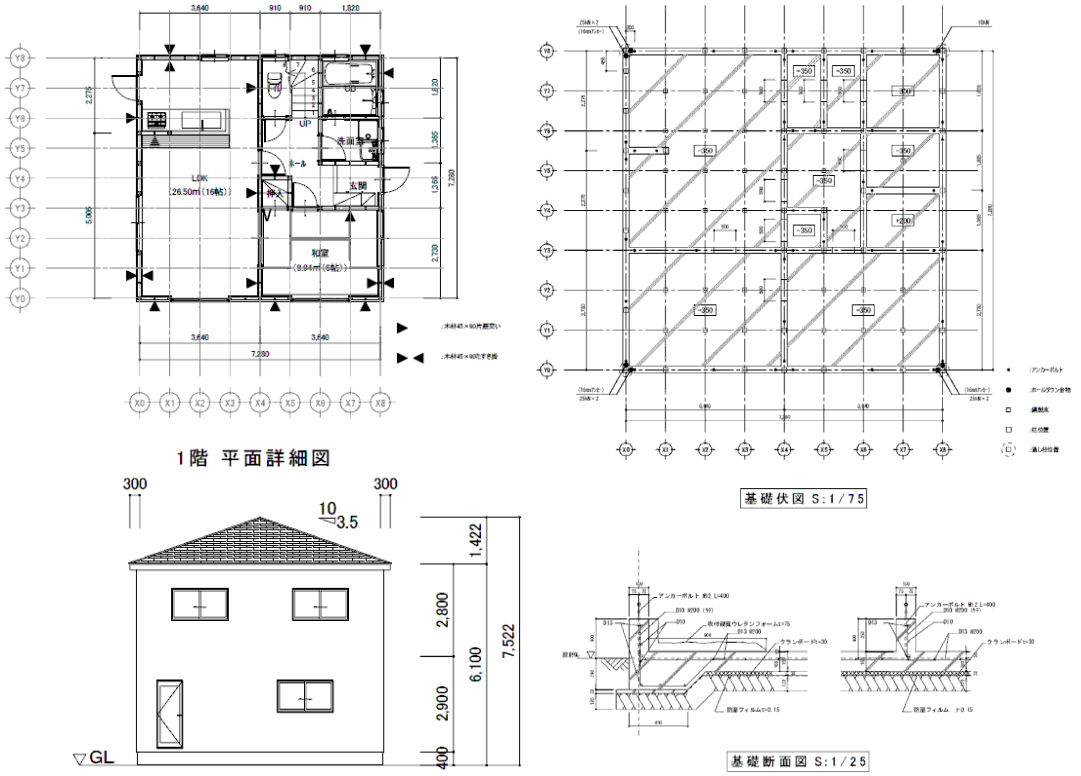


図-3. 2　モデル家屋の平面図、立面図、基礎伏図

■モデル家屋の諸元

・用途：一戸建ての住宅
・階数：地上２階建て
・建築面積：53.00m²
・延べ面積：106.00m²
・軒高：6,100m
・１階階高：2,900m
・構造種別：木造（製材：スギ）
・構造形式：桁行方向　木造軸組工法
　　梁間方向　木造軸組工法
・主な耐震要素：筋かい（45×90）
・基礎形式：直接基礎（べた基礎）
・屋根：スレート葺
・床：フローリング
・外壁：窯業系サイディング
・内壁：石こうボード下地クロス貼

■使用材料
・製材：スギ 無等級
・柱（スギ）：105×105
・間柱（外壁）（ひのき）：30×105（２丁合わせ）
・主要な梁（ベイマツ）：120×240
・土台（カラマツ）：120×120
・コンクリート： Fc　21N/mm²
・鉄筋：SD295A　D10、D13

（３） 試算結果
（２）のモデル家屋の諸元を代入して、倒壊等の限界流速値を試算する。

１）入力諸元
家屋の諸元については、家屋幅：$B=7.280$ m、抗力係数：$C_D=2.128$（高橋等[21]より）、浸水深：h、２階床高の 1/2 の高さ： $z=1.650$ m である。
また、家屋重量：$W=554.028$kN、摩擦係数：$\mu=0.5$ である。

２）終局せん断耐力
家屋の終局せん断耐力 P_u については、「津波避難ビル等の構造上の要件の解説」の「津波により浸水の恐れがある地域における住宅の設計例２（２階建て木造住宅）」[22]より短期許容せん断耐力 P_a の 1.5 倍とし、短期許容せん断耐力については、図-3.2 に示すモデル家屋の存在壁量からではなく、新耐震基準（1981 年）及び旧耐震基準（1950 年）の必要壁量を適用し、軽い屋根形式の２階建て家屋における１階部分のせん断耐力を算定した。

表-3.1　単位壁量の変遷（単位：cm/m²）

屋根形式	階層	1950 年（旧耐震基準）	1959 年（旧耐震基準）	1981 年（新耐震基準）
軽い屋根の場合	２Ｆ	８	１２	１５
	１Ｆ	１２	２１	２９
重い屋根の場合	２Ｆ	１２	１５	２１
	１Ｆ	１６	２４	３３

短期許容せん断耐力は、基準耐力×単位壁量×床面積となる。このため、基準耐力については新耐震基準については 2001 年以降の *1.96kN/m*、旧耐震基準については 2000 年以前の *1.27kN/m* を適用する。

新耐震基準　$P_u=1.5\times P_a=1.5\times 1.96\times 0.29\times 53=45.19$kN
旧耐震基準　$P_u=1.5\times P_a=1.5\times 1.27\times 0.12\times 53=12.12$kN

３）試算結果

試算した結果を、旧耐震基準による倒壊限界、USACE の木造２階建て建物の倒壊基準[24]及び佐藤等[25]による「住居不可能な家屋が出現する値」としての $U^2 h = 2.5$ を参考として併せて表示する。

この条件では、倒壊と滑動がクリティカルな条件となっている。

倒壊（新耐震基準）：

$$U = \sqrt{\frac{5.83}{(h - 1.650)}} \qquad 1.65m < h$$

倒壊（旧耐震基準）：

$$U = \sqrt{\frac{1.56}{(h - 1.650)}} \qquad 1.65m < h$$

滑動：

$$U = \sqrt{\frac{35.76}{h}} \qquad 0m \le h < 2.6m$$

$$U = \sqrt{\frac{122.95 - 33.53h}{h}} \qquad 2.6m \le h < 3.2m$$

$$U = \sqrt{\frac{15.65}{h}} \qquad 3.2m \le h$$

転倒：

$$U = \frac{1}{h}\sqrt{521} \qquad 0m \le h < 2.6m$$

$$U = \frac{1}{h}\sqrt{1790 - 488h} \qquad 2.6m \le h < 3.2m$$

$$U = \frac{1}{h}\sqrt{229} \qquad 3.2m \le h \tag{6}$$

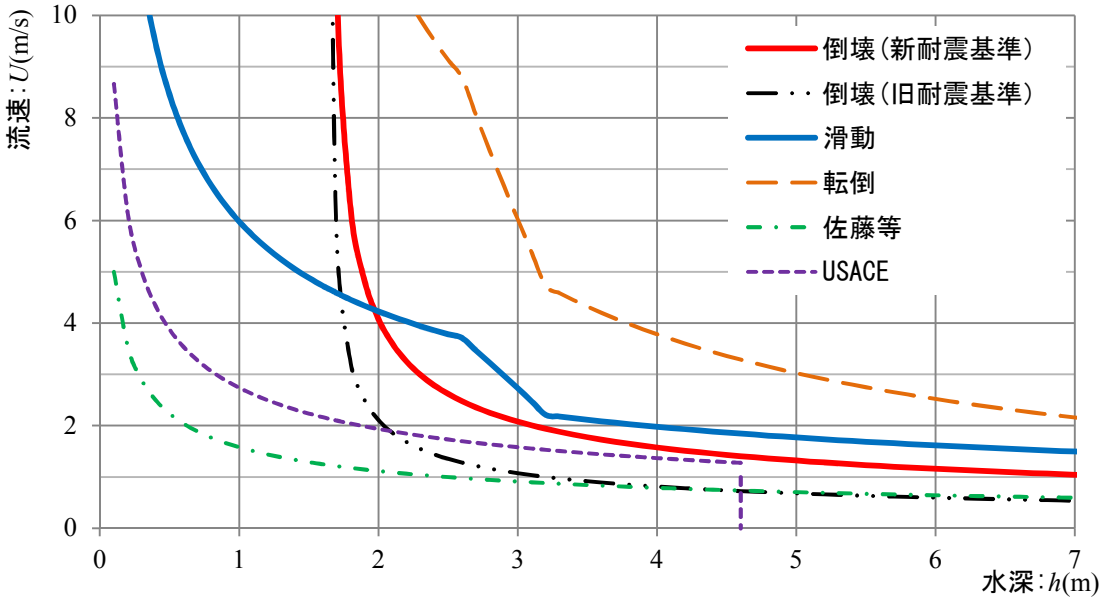
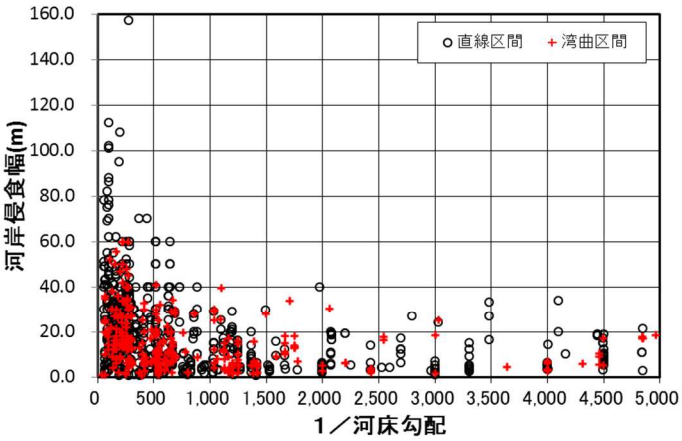


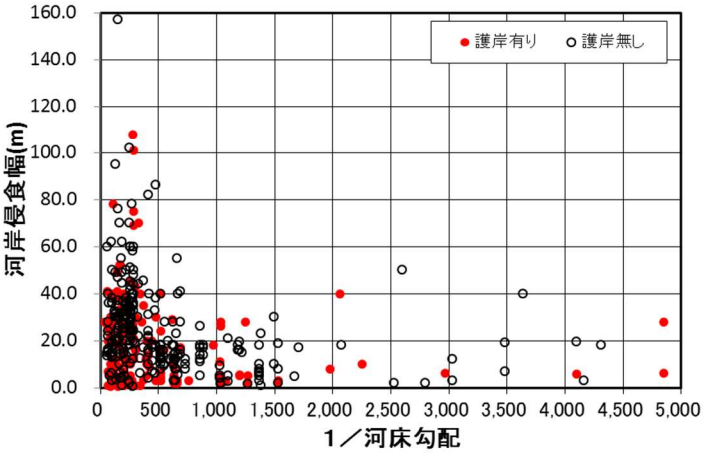
図-3. 3　木造家屋の倒壊等限界の試算例

４．河岸侵食実績の特徴

洪水中に生じる河岸侵食幅は、洪水の規模や継続期間、河道の平面形状、河岸の地質、護岸の有無などによって異なり、その幅を定量的に評価することはできない。そこで、直轄河川を対象として過去に発生した河岸侵食の事例（約 1,250 件）、主に高水敷の侵食事例を収集・整理し、洪水時に生じ得る侵食幅を設定することとした。図-4.1 は、河岸侵食幅と河床勾配との関係を整理した結果である。湾曲の有無を確認できた約 1,150 事例をプロットしたのが(a)図、護岸設置の有無を確認できた約 450 事例をプロットしたのが(b)図である。河床勾配が急な河川ほど、河岸侵食幅が大きくなることを確認できるが、湾曲や護岸の有無と河岸侵食幅との関係は明確でない。



(a) 湾曲の有無による河岸侵食幅の違い



(b) 護岸の有無による河岸侵食幅の違い

図-4.1　河岸侵食幅と河床勾配との関係

次に､河岸侵食に影響する砂州の有無を最低限考慮して､データを整理することとした。砂州の有無を推定するため、川幅水深比によってデータを分類した。河岸高で無次元化した河岸侵食幅と河床勾配との関係をプロットしたのが図-4.2 である。川幅水深比が大きくなり、交互砂州や複列砂州の形成が予想されるに伴って、河岸侵食幅も大きくなる傾向を確認できる。図中の黄色の直線は、河岸侵食幅の実績を包含するように、河床勾配に応じてステップ状に設定した包絡線である。ここにプロットされたデータには中小規模の出水で生じた河岸侵食事例も多数含むが、侵食実績の包絡線を一洪水中に発生しうる最大の河岸侵食幅と考え、河岸侵食による家屋倒壊等氾濫想定区域の設定に適用するものとした。なお、砂州の発生の有無で区分した図面であり、実際の河道においては、川幅水深比を参考にしながら砂州の形成状況を確認し、図面を使い分けることが肝要である。また、セグメント３のデータが表示されていないのは、河床勾配が 1/2,000 以下と緩やかであったためであり、その他の区間のデータも含め、河床勾配が 1/2,000 以下のデータについては、河岸侵食幅が河岸高の５倍以下であった。

河岸侵食幅の無次元化において、川幅の拡大に伴う無次元掃流力の減少が川幅の決定に影響していると考え、川幅による無次元化も検討した。しかしながら、砂州の発生条件との関係は明確でなく、セグメント１においても河岸侵食後の無次元掃流力が河床材料の移動限界掃流力以下に低下する状況は確認されなかった。そこで、「河道計画検討の手引き」[26)]と同様に、河岸高に対する河岸侵食幅の比で整理した。なお、この手引きでは、セグメント１の河岸侵食幅を最大で 40m としているが、上述したように最大で 160m 程度の河岸侵食幅が記録されており、家屋倒壊等氾濫想定区域の設定においては、区域の見逃しを防止する観点から、図-4.2 に示した河岸侵食の実績値を採用することとした。

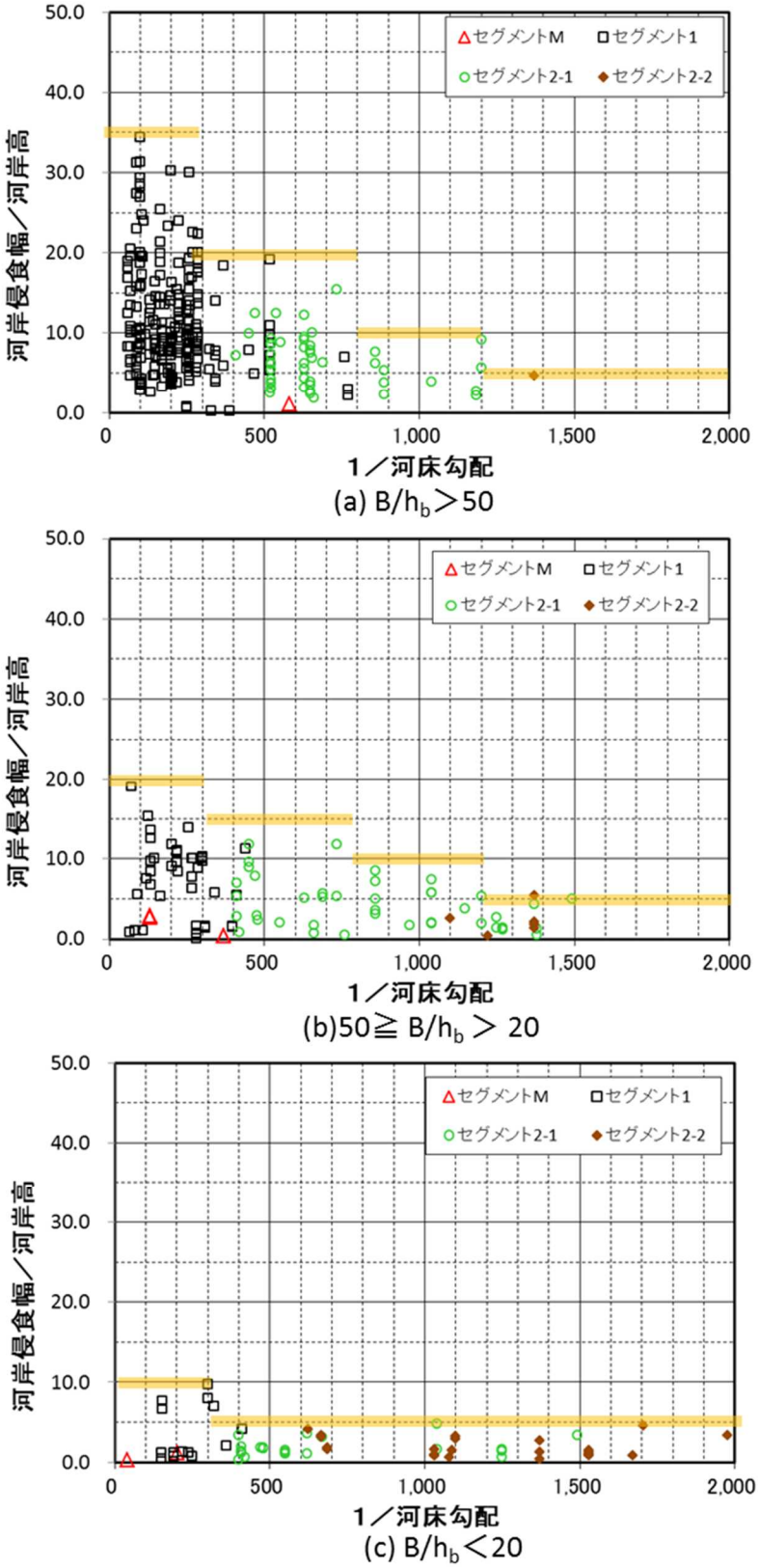


図-4. 2　河岸侵食事例に基づく出水時における最大河岸侵食幅

参考文献

1)国土交通省河川局治水課：中小河川浸水想定区域図作成の手引き，2005年6月.

2)国土交通省水管理・国土保全局河川環境課水防企画室：水害ハザードマップ作成の手引き，2016年4月.

3)国土交通省水管理国土保全局・国土技術政策総合研究所・独立行政法人土木研究所：河川砂防技術基準調査編，2012年6月.

4)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検討の手引き,2003年9月.

5)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について，2015年7月.

6)栗城稔，末次忠司，海野仁，田中義人，小林裕明：氾濫シミュレーション・マニュアル（案）－シミュレーションの手引き及び新モデルの検証－,土研資料第3400号,1996年.

7)三浦心，川村育男，木村一郎，三浦敦禎：扇状地に発達した密集市街地における氾濫解析手法に関する検討，水工学論文集，第55巻，2011年.2月.

8)内田龍彦，河原能久：任意の境界形状を有する二次元浅水流の高精度解析手法の開発，水工学論文集，第50巻，pp.799-804，2006年2月.

9)小谷美佐，今村文彦，首藤伸夫：GIS を利用した津波遡上計算と被害推定法，海岸工学論文集，第45 巻，pp.356-360，1998年.

10)国土交通省水管理・国土保全局海岸室，国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室：津波浸水想定の設定の手引き（Ver.2.00)，2012年10月.

11)秋山壽一郎，重枝未玲，津崎周平：蛇行河川での溢水・越水氾濫流量とその予測に関する研究，水工学論文集，第52巻，2008年2月.

12)栗城稔，末次忠司，小林裕明，田中義人：横越流特性を考慮した破堤氾濫流公式の検討，土木技術資料38-11，pp.56-61，1996年.

13)秋山壽一郎，重枝未玲，大庭康平：直線河道における破堤氾濫流の横越流特性と流量式の改善，水工学論文集，第55巻，2011年2月.

14)山本晃一：構造沖積河川学－その構造特性と動態－，山海堂，pp.81-100，2004年.

15)国土交通省水管理・国土保全局:浸水想定区域図データ電子化ガイドライン(第2版)，2015年7月.

16)橋本晴行，朴埼璨，加藤修二，山崎一彦，天方匡純：1999年6月福岡水害における博多駅周辺の洪水氾濫解析，河川技術論文集，第8巻，2002年6月.

17)榊山勉，鹿島遼一：ポーラスモデルによる透過性構造物周辺の波動解析手法の開発，電力中央研究所報告U91048，1992年.

18)北海道開発局開発土木研究所，株式会社水工リサーチ：平成11年度施行豊平川氾濫模型実験業務報告書，2000年3月

19)佐川隆之・ファム バン フック・長谷川雅伸・坂本眞一：開口を有する建築物を対象とした三次元津波荷重解析と転倒判定法の提案，土木学会論文集 B2(海岸工学),Vol.68.No.2,2012.pp801-805.

20)中川一：洪水および土砂氾濫災害の危険度評価に関する研究,1989年6月.

21)高橋保，中川一，加納茂紀：洪水氾濫による家屋流出の危険度評価，京大防災研究所

年報第 28 号 B-2，1985 年 4 月.

22）国土交通省国土技術政策総合研究所，一般社団法人建築性能基準推進協会，（協力）独立行政法人建築研究所：津波避難ビル等の構造上の要件の解説，2012 年 2 月.

23）一般財団法人建築性能基準推進協会・東京大学生産技術研究所・鹿島建設株式会社：平成 25 年度建築基準整備促進事業「S3. 津波避難ビル等の構造基準の合理化に資する検討」報告書, 平成 26 年 3 月.

24）USACE : Business Depth-Damage Analysis Procedures, Engineer Institute for Water Resources, Research Report 85-R-5, p.98, 1985.

25）佐藤智，今村文彦，首藤伸夫：洪水氾濫の数値計算および家屋被害について－8610 号台風による吉田川の場合－，第 33 回水理講演会論文集 pp. 331-336，1989 年 2 月.

26）一般財団法人国土技術研究センター：河道計画検討の手引き，山海堂，pp. 168-172，2002 年.

＜参考資料２＞

浸水時における排水施設の稼働条件に関する調査について

＜参考資料２－１＞

浸水時における排水施設（排水機場）の稼働条件に関する調査要領

1. はじめに

本調査要領は、浸水時の施設の脆弱性を把握するため、各 STEP で稼働条件を確認することにより、少なくとも機能が停止する条件を明らかにするものである。一方、機能が停止する条件を満たさない場合でも脆弱な箇所が無いとは限らないため､浸水時に確実に施設を稼働させるには、詳細な耐水性診断を行ったうえで施設を耐水化しておく必要がある。

また、各 STEP では最も脆弱な箇所（施設内の最下点）を確認することとしているが、施設の耐水化や改良によって最も脆弱な箇所が変わる場合があるので、脆弱な箇所を複数把握しておくことが望ましい。

2. 稼働条件確認表の活用

「9. 稼働条件確認表」を活用し、次の内容を確認する。
① 浸水時に排水機能を継続的に確保できるのか
②どの程度の浸水深で排水機能が停止する可能性があるのか

調査時点において、調査対象となる排水施設が浸水時における排水機能について、どこにどのような脆弱性があるのか、稼働条件確認表と図面を用いて、机上調査及び現地調査を実施する。

3. 浸水時における排水施設の稼働条件を確認する視点

浸水時における排水施設の稼働条件を確認する視点は、次の３つ。
① 施設内への浸水に伴う電気系統に対する脆弱性
② 浸水時の燃料の確保
③ 浸水時の水圧に対する施設の脆弱性

浸水時においても上記の３つの視点への対応が図られていれば、排水施設は稼働することが可能となる。

したがって、稼働条件確認表は、上記の３つ視点から構成し、確認すべき事項を整理している。

4. 稼働条件確認表の活用手順

稼働条件確認表を活用する時の手順は、以下のとおり。

ただし、各 STEP で判定基準となる浸水想定区域図の水位(A)や想定最大浸水位(B)（計画降雨を上回る大規模水害時の被害想定又は当該地点の地形等から定まる想定最大湛水位をいう。以下同じ。）が稼働条件確認時点で設定されていない場合や変更された場合にも対応するため、各 STEP では十分な標高まで施設の全ての開口部等を確認・記録しておき、浸水想定区域図の水位(A)や想定最大浸水位(B)が設定又は変更された時点で判定できるようにしておく。

＜STEP 1：浸水する高さの把握＞

浸水時における当該排水施設の稼働条件を確認するため、浸水想定区域図の水位(A)及び想定最大浸水位(B)と、施設の開口部や電気系統の機材の高さを把握する。

排水施設の設計図面に当該地点の浸水想定区域図の水位(A)及び想定最大浸水位(B)を記入し、浸水する高さを把握する。なお、設計図面は関係するものを選定する。

「5. 浸水時における施設内への浸水状況の把握」にしたがい、図面上で①当該施設の立地地盤高さでの浸水の可能性、②開口部からの浸水の可能性（開口部の最下点）、③電気系統の機能停止の可能性（電気系統の機能停止高さ）を確認する。

＜STEP 2：浸水イメージの抽出＞

現地調査に先立って、氾濫時の危機対応として、氾濫の程度に応じた排水施設の浸水状況や燃料補給（アクセス、給油）の状況をイメージし、留意点を整理しておく。また、被災に対しての施設の復旧についてもイメージしておく。

＜STEP 3：耐震検討＞

排水施設の構造が耐震設計となっているかを調べる（机上検討）。

＜STEP 4：現地調査＞

STEP 1 で浸水想定区域図の水位(A)及び想定最大浸水位(B)を記入した図面と稼働条件確認表を持って、現地調査を行う。

必要に応じて、現地に浸水位を標示し、目視にて浸水箇所等の有無を確認のうえ、事前の机上検討で想定されている脆弱性のチェック・補足調査を行う。

＜STEP 5：許容浸水位の把握＞

施設が浸水する可能性がある場合、稼働条件確認表により許容浸水位を把握する。

① 開口部の高さ（最下点）

② 電気系統の機能停止高さ（操作盤の最下点）

③ （排水施設内の）燃料関係による機能停止高さ

併せて、連続運転の能力を把握する。

④ 連続運転可能時間

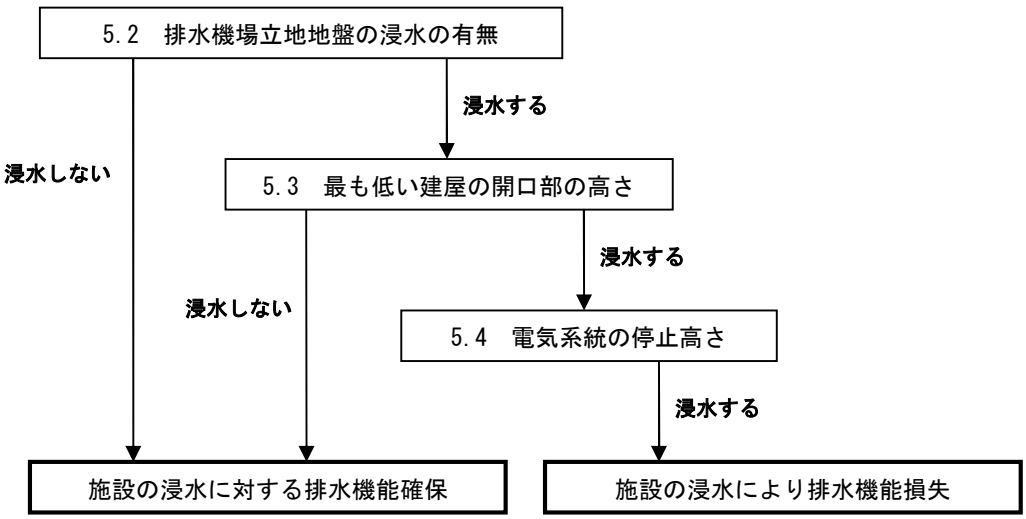
⑤ 浸水時の燃料補給の可否

※なお、上記の手順により実施する後述の５．～８．については、設計図面等より机上調査により把握できるものと、現地調査により把握できるものとが混在していることに注意する。

5. 施設内への浸水に伴う電気系統に対する脆弱性について

排水施設の立地により浸水過程が異なる。施設毎の立地状況から、浸水シナリオと排水機能について確認する。

5.1 浸水シナリオ



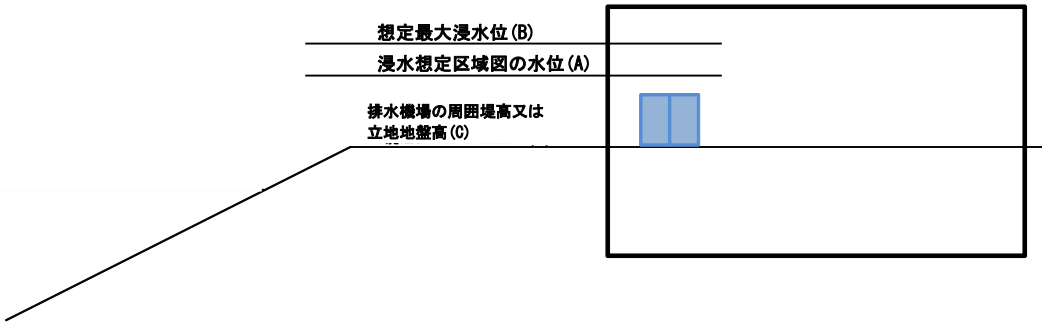
5.2　排水機場立地地盤の浸水の有無の確認

排水機場の周囲堤高又は立地地盤高と、浸水想定区域図の水位(A)及び想定最大浸水位(B)の標高を比較し、外水氾濫時に当該施設が浸水するか否かを確認する。

・浸水想定区域図の水位（標高）……m (A)
・想定最大浸水位（標高）……m (B)
・排水機場の周囲堤高と立地地盤高の高い方（標高）……m (C)

排水機場の主要施設（建屋及び燃料補給設備等）の周囲堤高と立地地盤高のいずれか高い方(C)が、当該地点の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)よりも低い場合、施設が浸水する可能性がある。

浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B) ＞ 排水機場の周囲堤高又は立地地盤高(C)
…YES（浸水する）⇒ 5.3 へ進む　　NO（浸水しない）⇒ 6 へ進む



YES（浸水する）となる場合のイメージ図

5.3　開口部の確認

5.2 で排水機場立地地盤が浸水する結果が出た施設について、建屋内に浸水する開口部の高さを確認する。開口部の基準は以下のとおりとする。

① 浸水位と比較する開口部高さは、それぞれの開口部の最下点とする。
② 耐水化対策が実施されていない出入口や資材搬入口、窓はすべて開口部として扱う。

・浸水が想定される対象の開口部の高さ　⇒　想定される浸水位と高さを比較する。

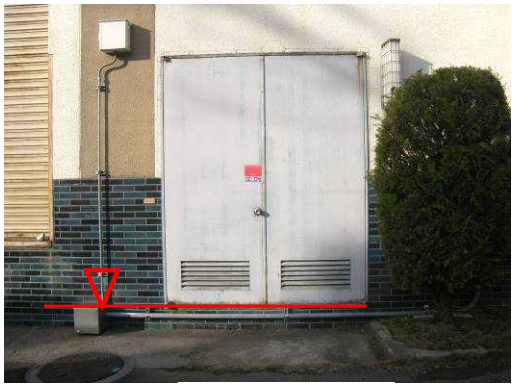
1. 出入口（標高）……m
2. 資材搬入口（標高）……m
3. 窓（標高）……m
4. 吸排気口（標高）……m
5. 管やケーブル類の取り込み口（標高）……m
6. その他 1（標高）……m
7. その他　2（標高）……m

〈参考〉：標準的な開口部の高さの基準（最下点：▽）

・出入口（耐水化されていない場合）

玄関以外にも、通用口でも開口部の高さを把握する。

玄関



通用口

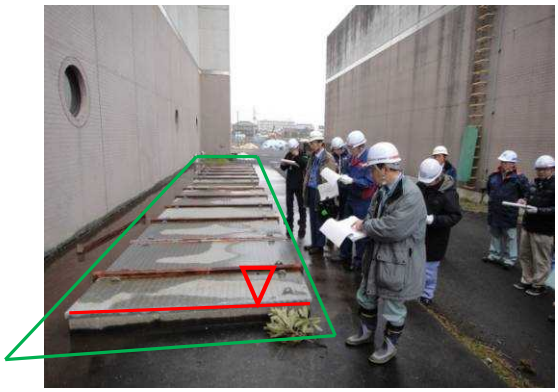
・資材搬入口（シャッター、扉）

資材搬入口は、シャッターと扉のタイプが多い。

シャッター

扉

・資材搬入口（地下用）

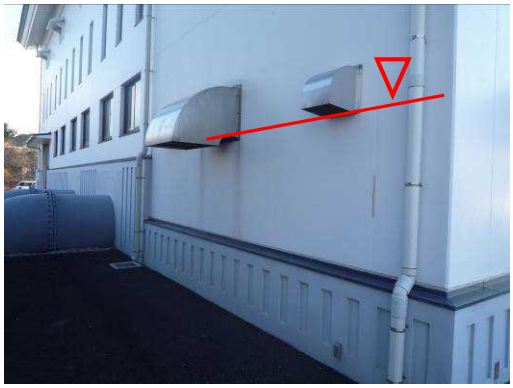


参考写真の排水機場では、地下への資材搬入口がある。開口部には蓋が乗せてあるものの、蓋による水密性は確保されていないため、開口部とみなす。

・窓

参考写真では、窓の高さを示すため、窓のみについて赤線と▽で示している。（写真の建屋については、資材搬入口と吸排気口の高さも別途確認する必要がある。）

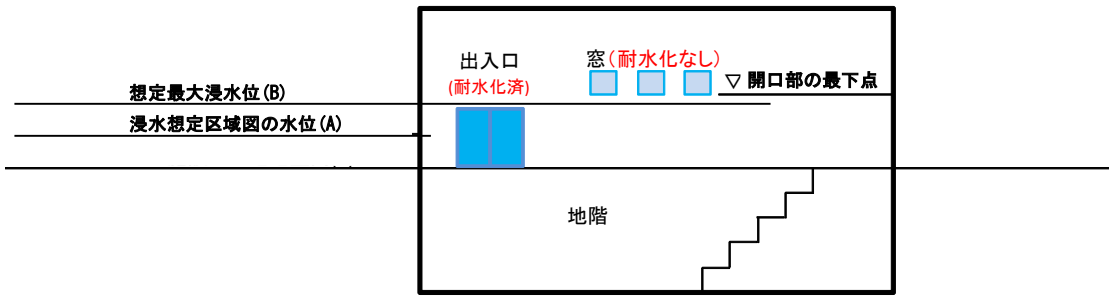
・吸排気口



当該施設の**開口部の最下点**が当該地点の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)よりも低い場合、施設が浸水する可能性がある。

当該施設の開口部の最下点　＜　浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)

…YES（浸水する）⇒ 5.4 へ進む　　NO（浸水しない）⇒ 6 へ進む



NO（建屋内に浸水しない）となる場合のイメージ図

5.4　電気系統の確認

5.3 で排水施設が浸水する結果が出た施設について、建屋内で浸水する電気系統の機能停止高さを確認する。電気系統の機能停止高さの基準は、操作盤の最下点とする。

・電気系統の機能停止高さ（操作盤）　⇒　想定される浸水位と高さを比較する。

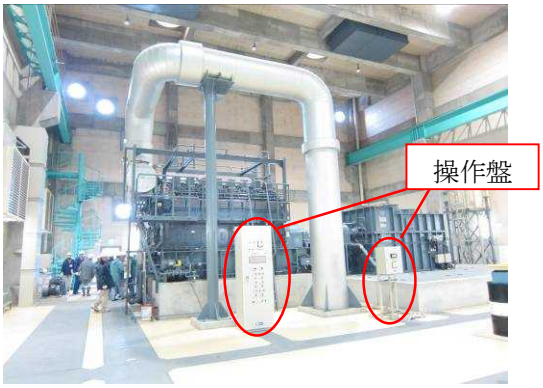
① 操作盤１（標高）　　m

② 操作盤２（標高）　　m

〈参考〉：想定される電気系統の機能停止高さ（操作盤）の基準（最下点：▽）

（電気系統のうち、操作盤が施設の中でも浸水しやすい状況となっている。）

操作盤配置状況



操作盤配置状況

操作盤配置状況

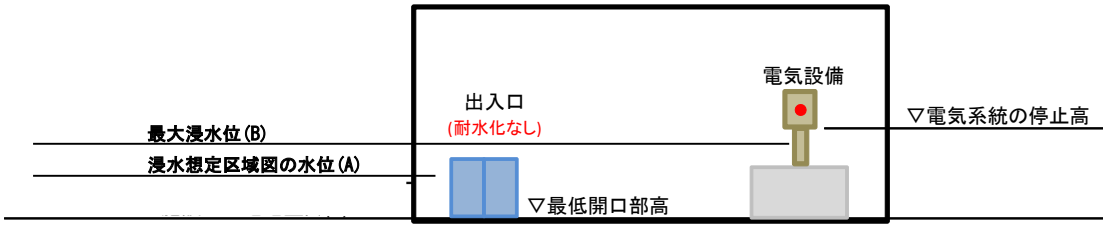
操作盤配置状況

（支柱以下が耐水化されている場合）

当該施設の電気系統の機能停止高さが当該地点の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)よりも低い場合、施設が浸水する可能性がある。

当該施設の電気系統の機能停止高さ　＜　浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)

…YES（浸水する）／ NO（浸水しない）　ともに 6 へ進む



NO（電気系統が浸水しない）となる場合のイメージ図

6. 浸水時の燃料の確保

6.1　燃料に起因する排水施設の運転継続能力

浸水時における燃料に起因する運転継続の能力を調査する。

連続運転可能時間は、燃料タンク内の燃料貯蔵量が最大、通常、最小の場合の３ケースを把握する。

燃料タンク内の燃料貯蔵量（最大）とは、浸水直前に補給する場合を想定し、燃料タンクの容量又は満タン状態の燃料貯蔵量とする。

燃料タンク内の燃料貯蔵量（最小）とは、浸水直前に補給できない最悪の場合を想定し、補給を促すアラームが鳴り始める残燃料貯蔵量とする。（アラームの残燃料貯蔵量の設定値がわからない場合には、補給開始の目安として、例えば「燃料タンクの容量の２割」等としても良い。）

燃料タンク内の燃料貯蔵量（通常）とは、浸水直前に補給できない場合を想定し、通常、燃料を消費しつつも、給油しながら維持する燃料の範囲の平均（燃料貯蔵量（最大）と燃料貯蔵量（最小）の中央値）とする。

連続運転可能時間は、燃料タンク内の燃料貯蔵量の最大、通常、最小の各ケースについて、連続運転時の標準的な燃費から算出する。

燃料タンク内の燃料貯蔵量（最大）　　リットル
燃料タンク内の燃料貯蔵量（通常）　　リットル
燃料タンク内の燃料貯蔵量（最小）　　リットル
連続運転時の標準的な燃費　　時間／リットル
連続運転可能時間（最大）　　時間
連続運転可能時間（通常）　　時間
連続運転可能時間（最小）　　時間

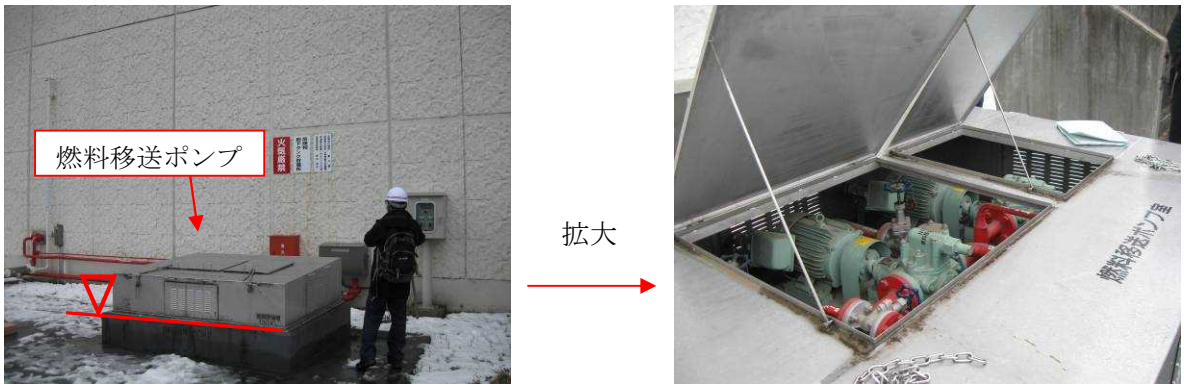
6.2　燃料補給に関する排水施設内での脆弱性

浸水する排水施設内での燃料補給に影響が出る機能停止高さを確認する。

施設内の燃料関係で浸水による機能停止に影響がある設備は、燃料タンクから建屋内の小出槽に燃料を送る燃料移送ポンプと、燃料タンクの空気抜きを行う通気口がある。

燃料移送ポンプの高さ（標高）　　m
燃料タンクの排気口高さ（標高）　　m

・燃料移送タンク



燃料移送ポンプ設置状況

・燃料タンクの排気口

6.3　燃料補給に関する脆弱性

6.3.1　燃料の輸送

通常のタンクローリーの給油ルートで、浸水の影響を受けずに排水施設までアクセスできるか確認する。

（5.2 で立地地盤により施設が浸水しない場合のみ該当）

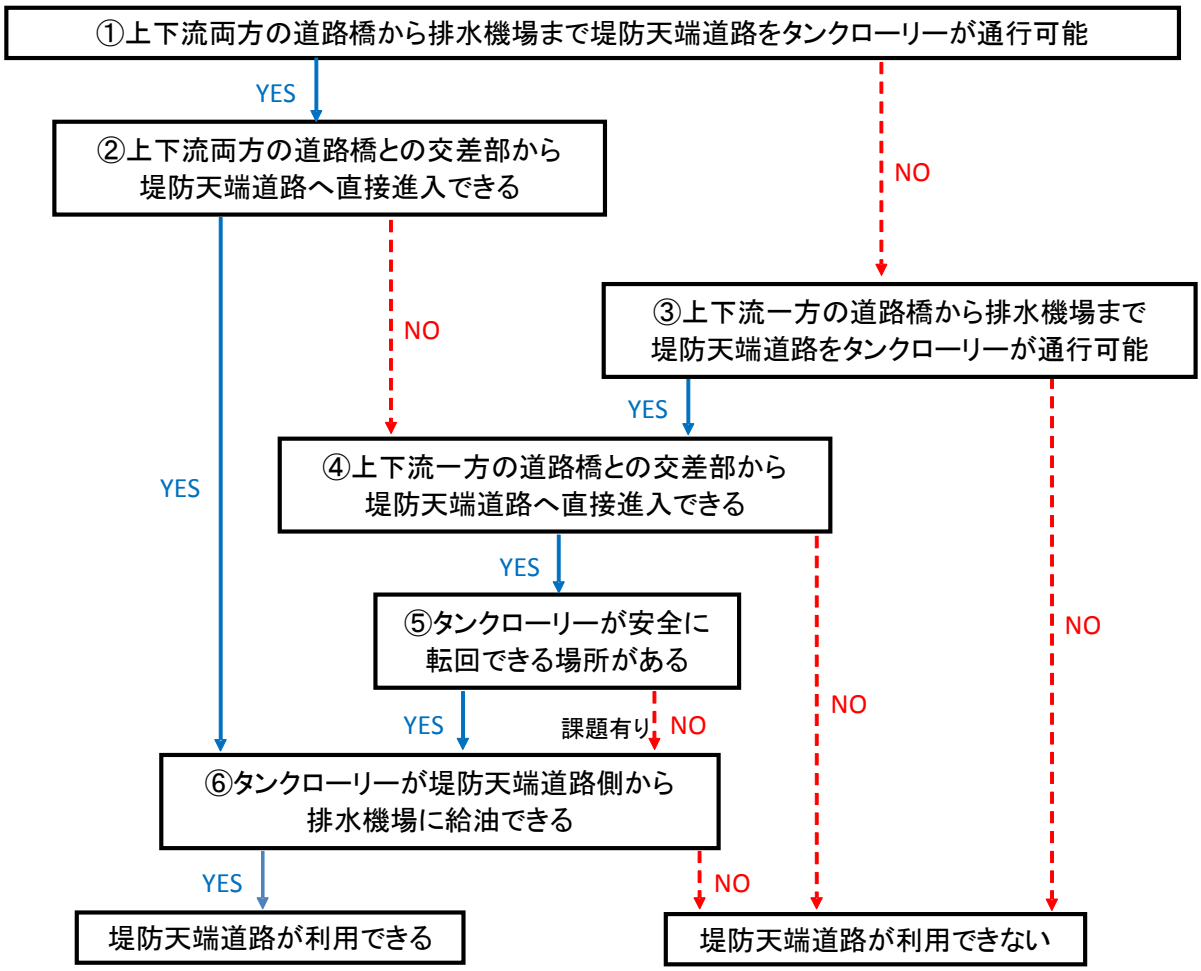
…YES（アクセスできる）⇒ 6.3.3 へ進む　　NO（アクセスできない）⇒ 6.3.2 へ進む

6.3.2　燃料輸送の迂回路

通常のタンクローリーの給油ルートが浸水により使用できない場合、タンクローリーによる燃料補給の迂回路として、堤防天端道路を利用できるのかを確認する。

堤防天端道路を迂回路として利用する方法としては、タンクローリーが浸水域外から道路橋を渡り、堤防天端道路を通行して排水機場までアクセスし、堤防天端道路側から給油するルートを想定する。

迂回路についての確認フロー（次頁）


①上下流両方の道路橋から排水機場まで堤防天端道路をタンクローリーが通行可能
YES
NO
②上下流両方の道路橋との交差部から
堤防天端道路へ直接進入できる
NO
③上下流一方の道路橋から排水機場まで
堤防天端道路をタンクローリーが通行可能
YES
YES
④上下流一方の道路橋との交差部から
堤防天端道路へ直接進入できる
YES
⑤タンクローリーが安全に
転回できる場所がある
NO
NO
YES
課題有り
NO
⑥タンクローリーが堤防天端道路側から
排水機場に給油できる
YES
NO
堤防天端道路が利用できる
堤防天端道路が利用できない

①上下流両方の道路橋から排水機場まで堤防天端道路をタンクローリーが通行可能

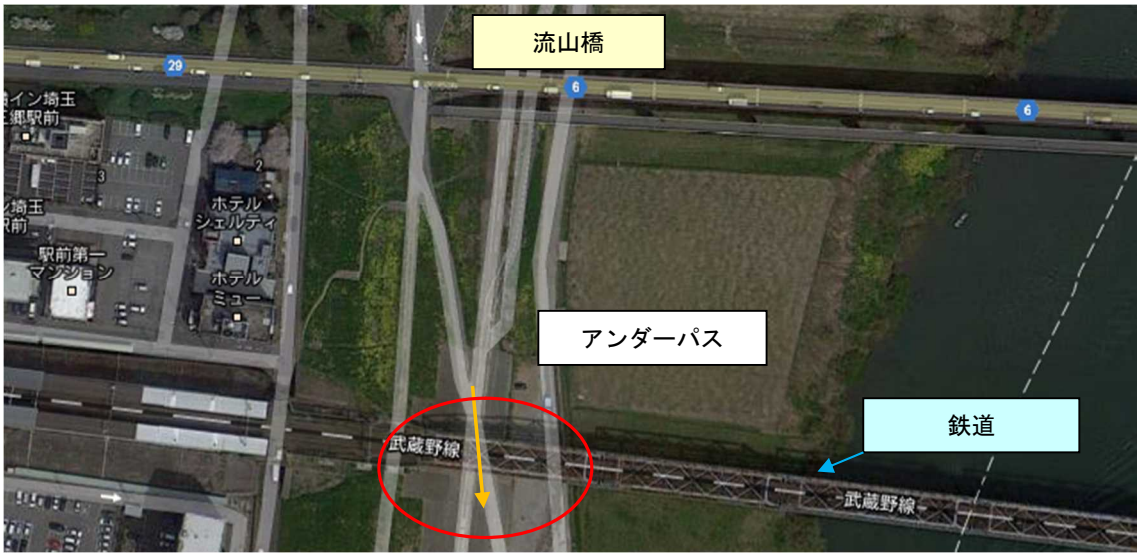
YES ⇒ ②へ進む　／　NO ⇒ ③へ進む

・タンクローリー2t 車（車幅約 2m）を想定した場合、道路幅が 4m 程度あれば通行可能と考えられる。

・道路橋と排水機場の間に鉄道橋が横断していて浸水時に通行できない区間等がある場合には、NO とする。

〈参考例〉

線路が障害物となり、堤防天端道路から一旦堤防下へアンダーパスしてから堤防天端道路に戻る。そのため、アンダーパスが浸水している場合には通行できない。



②上下流両方の道路橋との交差部から堤防天端道路へ直接進入できる

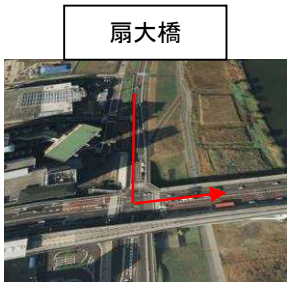
（アンダーパス等で一旦、堤防法尻まで下りる場合等は NO とする）

YES ⇒ ⑥へ進む　／　NO ⇒ ④へ進む

〈参考例〉

・道路橋から堤防天端道路へ直接進入することができる場合

道路橋とほぼ同じ高さで直接堤防天端上に進入することができる。



・道路橋から堤防天端上へ直接進入することができない場合

道路橋と堤防天端道路が立体交差となっており、同じ高さで堤防天端道路へ進入できない。

③上下流一方の道路橋から排水機場まで堤防天端道路をタンクローリーが通行可能

YES ⇒ ④へ進む　／　NO ⇒ 利用できないので 6.3.3 へ進む

④上下流一方の道路橋との交差部から堤防天端道路へ直接進入できる

YES ⇒ ⑤へ進む　／　NO ⇒ 利用できないので 6.3.3 へ進む

⑤タンクローリーが安全に転回できる場所がある

YES ⇒ ⑥へ進む

NO ⇒ 往路又は復路をバック走行すれば給油できるが安全面に課題が残る ⑥へ進む

⑥タンクローリーが堤防天端道路側から排水機場に給油できる

YES ⇒ 堤防天端道路が利用できる ⇒ 6.3.3 へ進む

NO ⇒ 堤防天端道路が利用できない ⇒ 6.3.3 へ進む

6.3.3　給油口の点検

浸水時の給油の際に、給油口が浸水状況によって浸水するかを確認する。

給油口の高さ（標高）　　m

また、給油金具にはタイプが種々あることから給油口の形状（タイプ）を確認する。

給油口のタイプ

7. 浸水時の水圧に対する施設の脆弱性

浸水深が深い排水機場については、水圧に対する壁の強度の確認が必要となる。

排水施設の構造が、耐震設計となっている　YES／NO

（耐震化構造により、浸水深が小さい場合には水圧に対する概略の構造は確保されていると大別する）

8. 浸水時の排水施設の出入口

排水施設の浸水状況に応じて、利用できる出入口（窓等）の場所と高さを確認する。

利用する出入口は、湛水時に船から排水施設に乗り込むことを想定し、船で近づくことができる、壁面が垂直な場所とする。

1. 窓（標高）　　m
2. 非常口（標高）　　m
3. その他 1（標高）　　m
4. その他　2（標高）　　m

9. 稼働条件確認表

章	内　容		項目	単位	調査		評価	備考
					机上（設計図）調査	現地調査		
5	浸水時における施設への浸水状況の把握							
5.2	排水機場立地地盤の浸水の有無の確認							
		浸水の有無		－				
		浸水想定区域図の水位	標高	m				
		想定最大浸水位	標高	m				
		排水機場の周囲堤高と立地地盤高の高い方	標高	m				
5.3	開口部の確認							
		浸水の有無		－				想定する浸水位との比較
		開口部の高さ①	標高	m				
			場所	－				
		開口部の高さ②	標高	m				
			場所	－				
		開口部の高さ③	標高	m				
			場所	－				
5.4	電気系統の確認							
		浸水の有無		－				想定する浸水位との比較
		操作盤の高さ①	標高	m				
			場所	－				
		操作盤の高さ②	標高	m				
			場所	－				
		操作盤の高さ③	標高	m				
			場所	－				
6	浸水時の燃料確保							
6.1	燃料に起因する排水施設の運転継続能力							
		燃料タンク内の燃料貯蔵量	最大	リットル		－		
			通常	リットル		－		
			最小	リットル		－		
		連続運転時の標準的な燃費	効率	時間／リットル		－		
		連続運転可能時間	最大	時間		－		
			通常	時間		－		
			最小	時間		－		
6.2	燃料補給に関する排水施設内での脆弱性							
		燃料移送ポンプの高さ	標高	m				
		燃料タンクの排気口高さ	標高	m				
6.3	燃料補給に関する脆弱性							
		タンクローリー利用（燃料補給）の可否		－		－		
		燃料補給できる場合の給油口の高さ	標高	m				
		給油口のタイプ		－				
7	浸水時の水圧に対する施設の脆弱性							
		排水施設の耐水化（耐震化構造）の有無		－		－		
8	浸水時の排水施設の出入口							
		浸水時の排水施設の出入口の有無		－				想定する浸水位との比較
		浸水時の排水施設の出入口の高さ①	標高	m				
			場所	－				
		浸水時の排水施設の出入口の高さ②	標高	m				
			場所	－				

前述の５．～８．において実施した「設計図面等より机上調査により把握したもの」と「現地調査により把握したもの」の双方の調査結果は、調査欄に転記して、確認手段がわかるように記載する。

＜参考資料２－２＞

浸水時における排水施設（水門、樋門・樋管）の稼働条件に関する調査要領

1. はじめに

本調査要領は、浸水時の施設の脆弱性を把握するため、各 STEP で稼働条件を確認することにより、少なくとも機能が停止する条件を明らかにするものである。一方、機能が停止する条件を満たさない場合でも脆弱な箇所が無いとは限らないため、浸水時に確実に施設を稼働させるには、詳細な耐水性診断を行ったうえで施設を耐水化しておく必要がある。

また、各 STEP では最も脆弱な箇所（施設内の最下点）を確認することとしているが、施設の耐水化や改良によって最も脆弱な箇所が変わる場合があるので、脆弱な箇所を複数把握しておくことが望ましい。

2. 稼働条件確認表の活用

「7. 稼働条件確認表」を活用し、次の内容を確認する。

① 浸水時（計画規模及び大規模水害時）に排水機能を継続的に確保できるのか。

②どの程度の浸水深で排水機能が停止する可能性があるのか。

③危機管理対応及び耐水化対策の検討に活用する。

調査時点において、調査対象となる排水施設が浸水時における排水機能について、どこにどのような脆弱性があるのか、稼働条件確認表と図面を用いて、机上調査及び現地調査を実施する。

3. 浸水時における水門、樋門・樋管の稼働条件を確認する視点

浸水時における水門、樋門・樋管の稼働条件を確認する視点は、次の２つ。

① 浸水に伴う動力（手動方式・電動方式・エンジン方式）に対する脆弱性

② 浸水に伴う電源に対する脆弱性

浸水時においても上記の２つの視点への対応が図られていれば、水門、樋門・樋管は稼働することが可能となる。

したがって、稼働条件確認表は、上記の２つ視点から構成し、確認すべき事項を整理している。

なお、水位差を利用して排水するフラップゲート等は、浸水による稼働条件の影響を受けないので本調査の対象外とする。

4. 稼働条件確認表の活用手順

稼働条件確認表を活用する時の手順は、以下のとおり

＜STEP 1：動力の種類の把握＞

扉体を開閉する動力が、浸水した場合でも確保できるかを確認する。動力の種類は、①手動方式単一、②電動方式単一、③エンジン方式単一、④手動方式と電動方式の複数、⑤手動方式とエンジン方式の複数、⑥電動方式とエンジン方式の複数を備えたものがある。

このうち、浸水しても動力が機能確保できる①手動方式単一、④手動方式と電動方式の複数、⑤手動方式とエンジン方式の複数の場合と、浸水により動力が機能停止する②電動方式単一、③エンジン方式単一、④電動方式とエンジン方式の複数の場合とに分ける。

＜STEP 2：浸水する高さの把握＞

扉体を開操作する時点は、「**5. 大規模水害時の水門、樋門・樋管の活用手順**」(P.5)に示すとおり、①本川外水位が支川外水位より低下した時点、②支川外水位が内水位より低下した時点とする。

浸水時における当該水門、樋門・樋管の稼働条件を確認するため、

・浸水想定区域図の水位（A）

・想定最大浸水位（B）（計画降雨を上回る大規模水害時の被害想定又は当該地点の地形等から定まる想定最大湛水位をいう。以下同じ。）

と、動力や電源の高さ（標高）や、最も低い操作台又は上屋の敷高・開口部の高さ（標高）を把握する。

調査時点で、想定最大浸水位（B）が設定されていない施設においては想定最大浸水位（B）を無限大（全水没）とする。想定最大浸水位（B）は、計画降雨を上回る水害を想定しているため浸水想定区域図の水位（A）を上回ることから、想定最大浸水位（B）が設定されていない施設では、すべて浸水することとして調査を行う。

水門、樋門・樋管の設計図面に浸水想定区域図の水位（A）及び想定最大浸水位（B）を記入し、浸水する高さ（標高）を把握する。なお、設計図面は関係するものを選定する。

「**6. 浸水に伴う脆弱性について**」(P.7～)にしたがい、図面上で浸水想定区域図の水位（A）及び想定最大浸水位（B）と以下の項目の高さ（標高）を比較する。ただし、想定最大浸水位（B）が設定されていない施設では、すべて浸水することとして調査を行う。

①最も低い操作台又は上屋の敷高での浸水の可能性

②開口部からの浸水の可能性（開口部の最下点）

③動力及び電源の機能停止の可能性（動力・電源の機能停止高さ）

＜STEP 3：浸水イメージの抽出＞

現地調査に先立って、氾濫時の危機対応として、氾濫の程度に応じた水門、樋門・樋管の浸水状況をイメージし、留意点を整理しておく。また、被災に対しての水門、樋門・樋管の復旧についてもイメージしておく。例えば、浸水により通常電源から非常電源への切り替えの手順の確認や、手動で操作する場合にハンドルを回すために必要なカギ等の保管について、緊急時に対応できる状況であるのかを点検する。

＜STEP 4：現地調査＞

STEP 1 で浸水想定区域図の水位（A）及び想定最大浸水位（B）を記入した図面と稼働条件確認表を持って、現地調査を行う。

必要に応じて現地に浸水位を標示し、目視にて浸水箇所等の有無を確認のうえ、事前の机上検討で想定されている脆弱性のチェック・補足調査を行う。

想定最大浸水位（B）が設定されていない施設では、浸水することを前提として調査を行う。

＜STEP 5：許容浸水位の把握＞

水門、樋門・樋管が浸水する可能性がある場合、稼働条件確認表により許容浸水位を把握する。

① 開口部の高さ（最下点）

② 動力設備の機能停止高さ

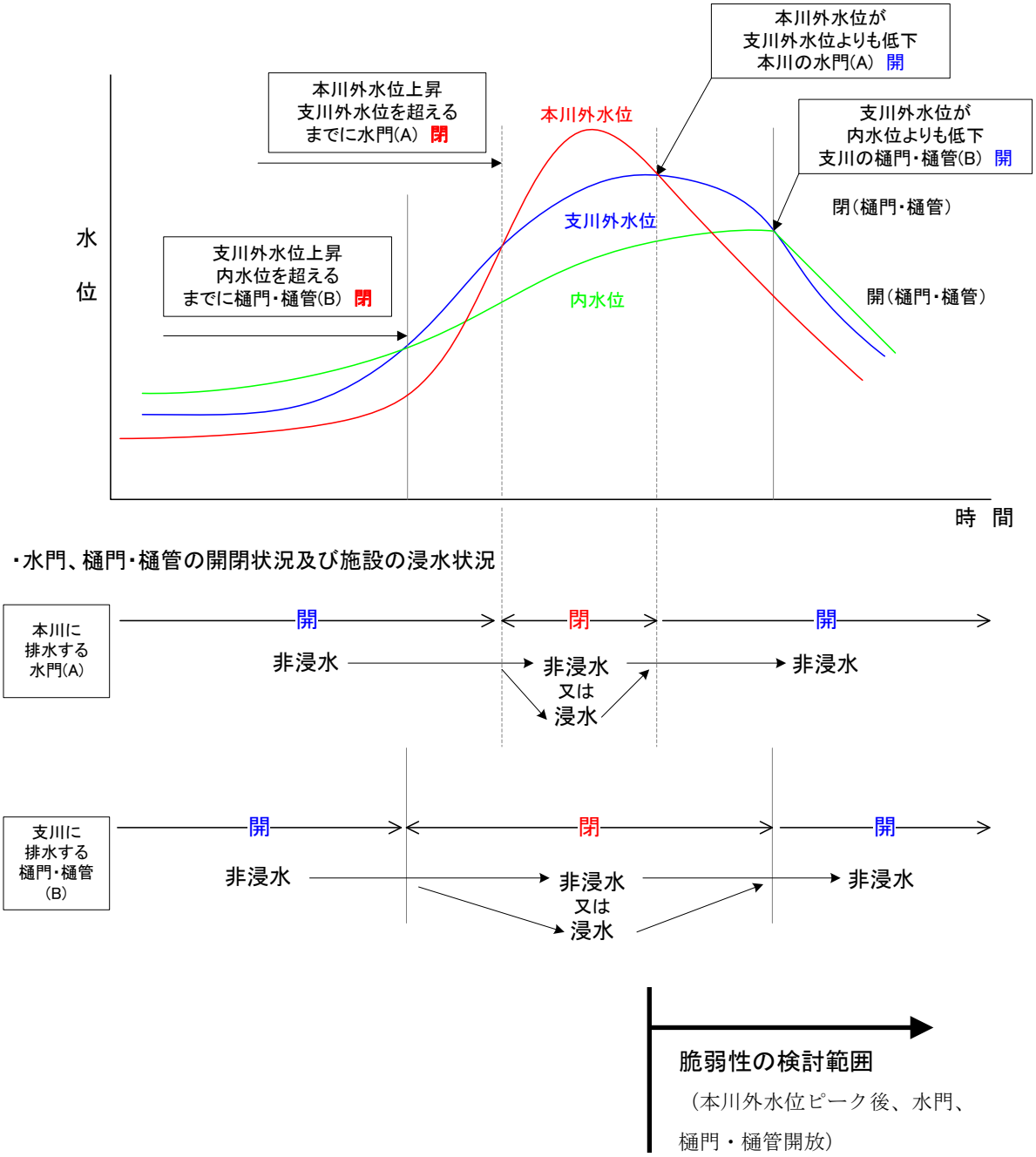
③ 電源の機能停止高さ

5. 大規模水害時の水門、樋門・樋管の活用手順

大規模水害時の水門、樋門・樋管の活用手順は以下のように想定する。（排水機場・ポンプ場の排水設備としての樋門・樋管は除く）

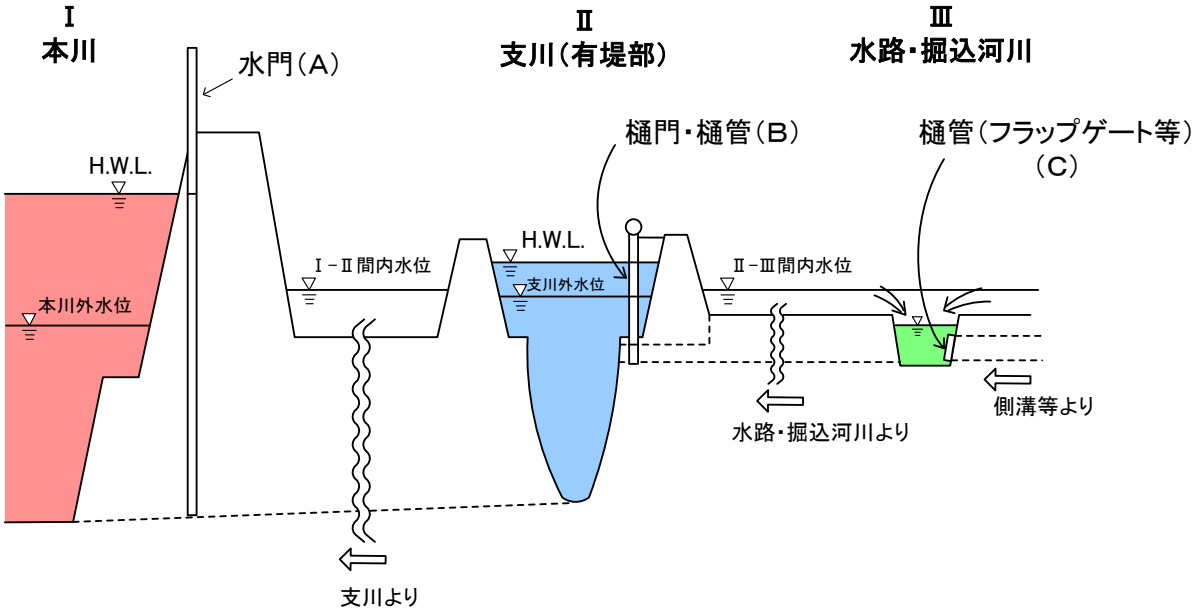
1. 内水氾濫時には水門、樋門・樋管を開放する。
2. 支川外水位の上昇にあわせ、支川に接続する水門、樋門・樋管を**閉鎖**する。
3. 本川外水位の上昇にあわせ、本川に接続する水門、樋門・樋管を**閉鎖**する。
4. 本川外水位の下降にあわせ、本川に接続する水門、樋門・樋管を**開放**する。
5. 支川外水位の下降にあわせ、支川に接続する水門、樋門・樋管を**開放**する。

・水位変化及び水門、樋門・樋管の開閉動作

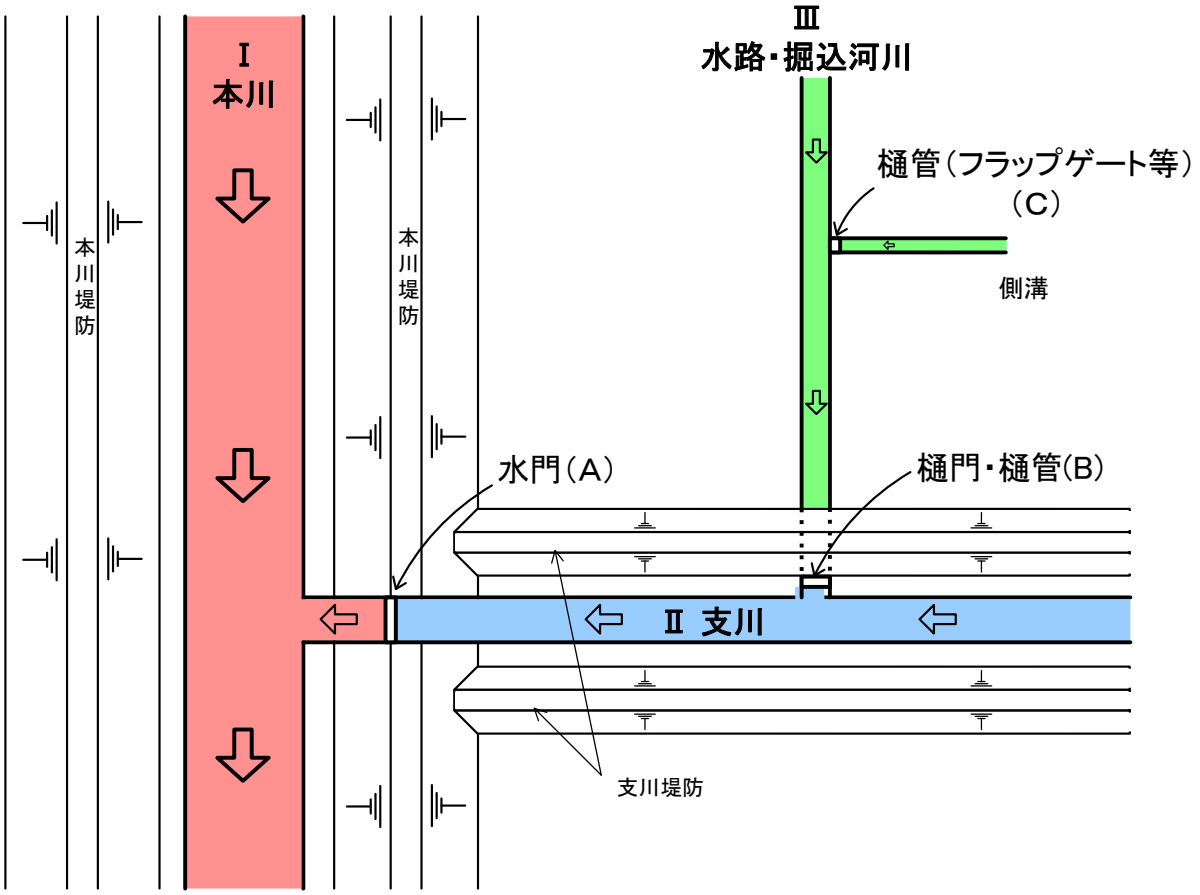


※本川、支川や水門(A)、樋門・樋管(B)の位置関係については、次頁の図を参照

想定断面図


Ⅰ
本川
水門（A）
Ⅱ
支川（有堤部）
Ⅲ
水路・掘込河川
樋門・樋管（B）
樋管（フラップゲート等）
（C）
H.W.L.
本川外水位
Ⅰ－Ⅱ間内水位
H.W.L.
支川外水位
Ⅱ－Ⅲ間内水位
水路・掘込河川より
側溝等より
支川より

想定平面図


Ⅲ
水路・掘込河川
Ⅰ
本川
樋管（フラップゲート等）
（C）
側溝
本川堤防
本川堤防
水門（A）
樋門・樋管(B)
Ⅱ 支川
支川堤防

6. 浸水に伴う脆弱性について

水門、樋門・樋管の立地により浸水過程が異なる。施設毎の立地状況から、浸水シナリオと排水機能について確認する。

大規模水害時の水門、樋門・樋管の脆弱性は、①動力に対する脆弱性、②電源に対する脆弱性の２項目で検討を行う。動力及び電源の種類は以下のとおりとなる。

＜動力の種類＞

動力の種類	内　容	浸水の影響
手動方式	人力で扉体を開閉する。	浸水しても稼働できる。
電動方式	電動によりモーターを稼働させ、扉体を開閉する。	浸水すると停止する。
エンジン方式	内燃機関により、扉体を開閉する。	浸水すると停止する。

＜電源の種類＞

電源の種類	内　容	浸水の影響
商用電源	電力会社から供給される電気を電源とする。 水門、樋門・樋管の浸水前に停電の可能性がある。	浸水すると停止する。
自家発電機	水門、樋門・樋管の施設内に設置している発電機を電源とする。	浸水すると停止する。
非常用発電機	水門、樋門・樋管の主電源を商用電源とし、商用電源が停止した場合に水門、樋門・樋管の施設内に設置している発電機を非常用電源とする。	浸水すると停止する。

6.1　動力に対する脆弱性

動力に対する脆弱性として動力の種類及び最大浸水位（浸水想定区域図の水位(A)、想定最大浸水位(B)）と動力設備の高さを比較して動力設備の機能停止水位の洗い出しを行い、動力の機能確保及び機能停止を判定する。

扉体の開閉を行う動力を確認する。動力の種類は、以下の３種類で検討する。

①手動方式、②電動方式、③エンジン方式

単一の動力で稼働する施設はそれぞれの種類で、浸水に伴う動力設備の脆弱性を調査する。

複数の動力で稼働する施設は以下の組み合わせとなり、それぞれの組み合わせで、浸水に伴う動力設備の脆弱性を調査する。

イ）手動方式＋電動方式

ロ）手動方式＋エンジン方式

ハ）電動方式＋エンジン方式

※想定最大浸水位(B)が設定されていない施設では、すべて浸水することとして調査を行う。

動力の種類（手動方式、電動方式、エンジン方式）

・単一：（　　）

・複数：（　　）＋（　　）

両方（手動・電動）
上口排水樋管

6.1.1　手動方式

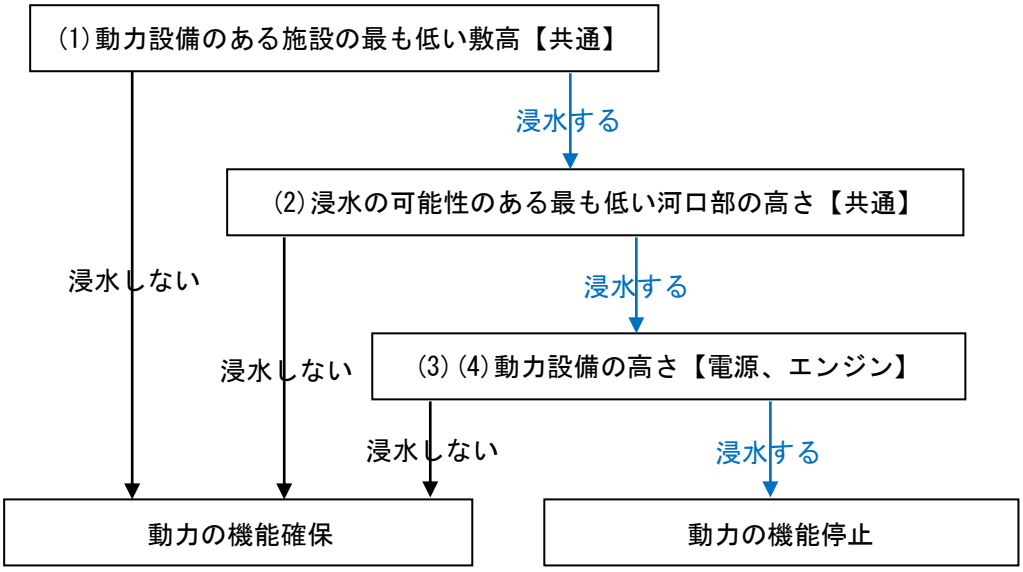
手動設備の場合には、ハンドル等を人力で回して扉体を開閉できることから、浸水した場合でも排水機能が確保できる。

千疋排水樋管

手動方式のみ ⇒ 排水機能確保　調査終了

6.1.2　電動方式及びエンジン方式

電動及びエンジンについて以下のフローチャートにしたがい、それぞれの動力の機能に影響する高さを調査する。



(1)　動力設備のある施設（操作台、上屋）の最も低い敷高【共通】

水門、樋門・樋管の動力設備（電動・エンジン）と、浸水想定区域の水位(A)及び想定最大浸水位(B)の標高を比較し、外水氾濫時に当該施設が浸水するか否かを確認する。

※想定最大浸水(B)が設定されていない施設は想定最大浸水位(標高)欄は無限大とする。

・浸水想定区域図の水位（標高）　　m (A)

・想定最大浸水位（標高）　　m (B)

・当該施設の動力設備（電動・エンジン）のある場所の敷高

　中小の樋門・樋管　動力設備の最も低い操作台の敷高（標高）　　m (C1)

　水門、樋門　管理施設の最も低い上屋の敷高（標高）　　m (C2)

水門、樋門・樋管の動力設備の最も低い操作台の敷高(C1)又は管理施設の最も低い上屋の敷高(C2)が、当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)よりも低い場合、施設が浸水する可能性がある。

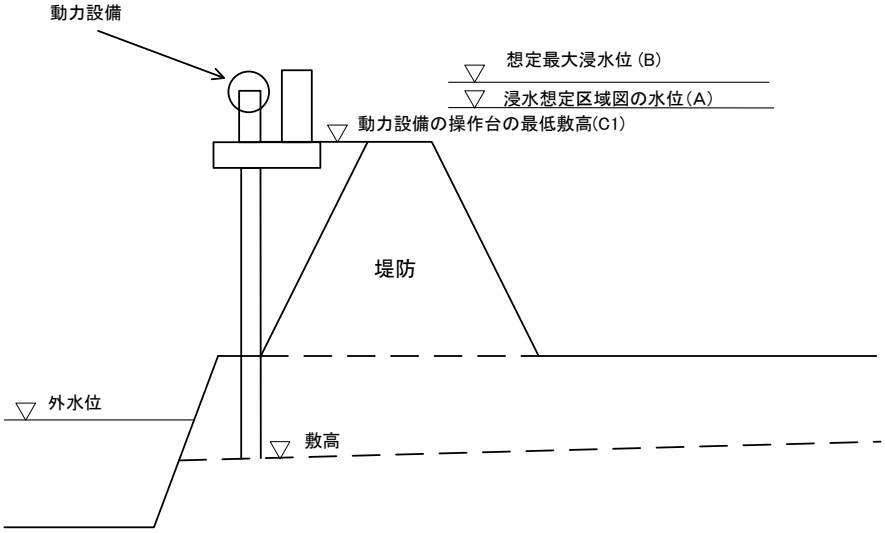
当該施設の操作台の最低敷高(C1)又は管理施設の上屋の最低敷高(C2)　＜

浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)

…YES（浸水する）⇒ (2)へ進む／NO（浸水しない）⇒ 動力の機能確保 6.1.3 へ進む

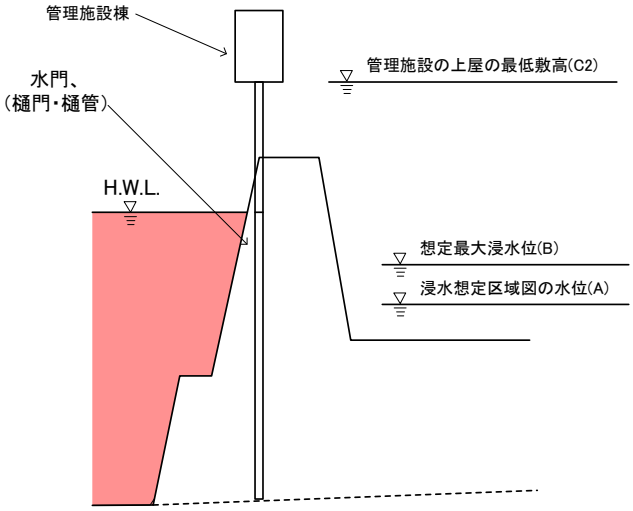
※想定最大浸水位(B)が設定されていない施設では、すべて浸水することとして調査を行う。

例１　中小型の樋門・樋管



Yes（浸水する）となる場合のイメージ図

例２　水門、樋門樋管



No（浸水しない）となる場合のイメージ図

(2) 浸水の可能性のある最も低い開口部の高さ【電動方式・エンジン方式共通】

上屋内（管理施設棟内）に浸水する可能性のある最も低い開口部の高さを確認する。開口部の基準は以下のとおりとする。

① 耐水対策がされていない出入口や資材搬入口、窓はすべて開口部として扱う。

② 出入口等が耐水対策されている場合、耐水対策されていない窓等を開口部として扱う。

③ 浸水位と比較する開口部高さは、対象とする開口部の最下点とする。

※1.中小の樋門・樋管で管理施設棟がないもの⇒6.2 へ進む

※2.出入口に耐水対策がされている場合は“なし”を記入する。開口部すべてに耐水対策されている場合は、その他にも“なし”を記入する。

・出入口（標高）　　m（耐水対策済みは“なし”を記入）

・その他（標高）　　m（耐水対策済みは“なし”を記入）

（出入口耐水対策なしの場合）

当該施設の**開口部の最下点**が当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)よりも低い場合、施設が浸水する可能性がある。

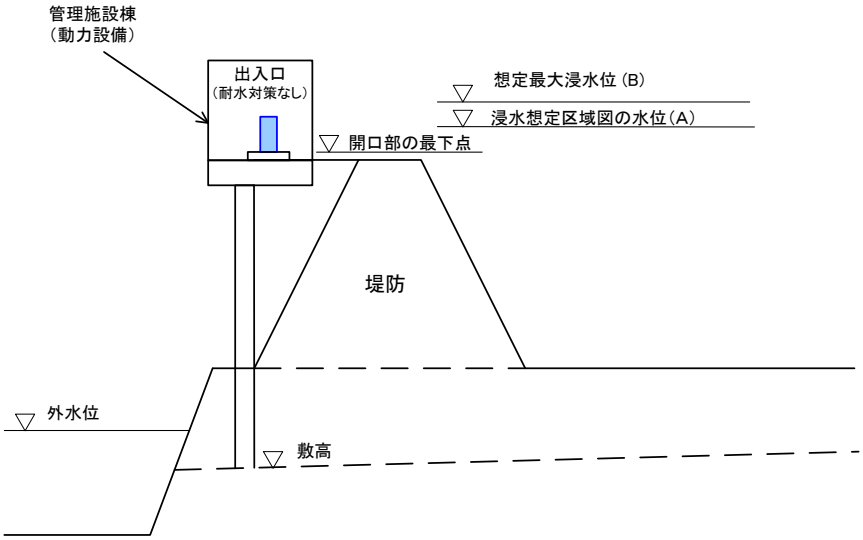
当該施設の開口部の最下点　＜　浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)

…YES（浸水する）⇒ (4)へ進む／NO（浸水しない）⇒ 動力の機能確保 6.1.3 へ進む

※想定最大浸水位(B)が設定されていない施設では、すべて浸水することとして調査を行う。

〈参考〉標準的な開口部の高さ基準

・出入口（耐水対策されていない場合）



(3) 動力設備（操作・分電盤・モーター等）の高さ【電動方式】

(2)で開口部が浸水する結果となった施設のうち、電動により稼働する設備について、上屋内で浸水する動力設備の機能停止高さを確認する。

・ 操作・分電盤・モーター等（標高）　　m

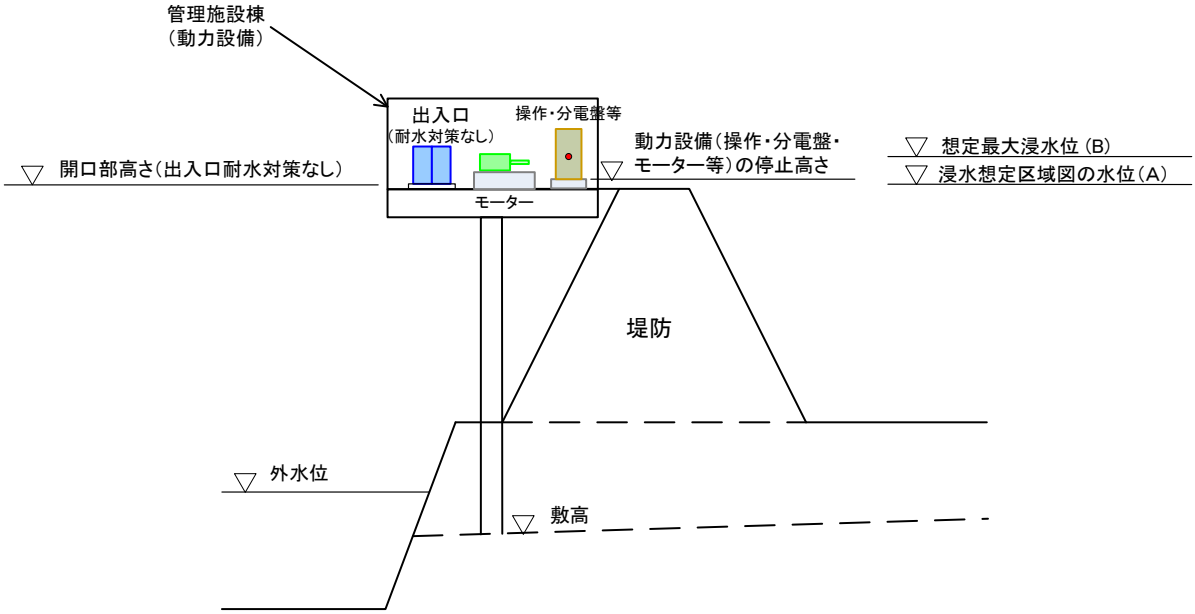
当該施設の動力設備（操作・分電盤・モーター等）の機能停止高さが当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)よりも低い場合、施設が浸水する可能性がある。

当該施設の動力設備（操作・分電盤・モーター等）の機能停止高さ　＜
浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)

…YES（浸水する）動力の機能停止／ NO（浸水しない）動力の機能確保

⇒ともに 6.1.3 へ進む

※想定最大浸水位(B)が設定されていない施設では、すべて浸水することとして調査を行う。



YES（浸水する）となる場合のイメージ図

操作・分電盤等の例

(4) 動力設備の高さ【エンジン方式】

(2)で開口部が浸水する結果となった施設のうち、エンジンにより稼働する設備について、上屋内で浸水する動力設備の機能停止高さを確認する。動力設備の機能停止高さの基準は、エンジン設備設置高さの最下点とする。

・エンジン設備設置高さの最下点（標高）……m

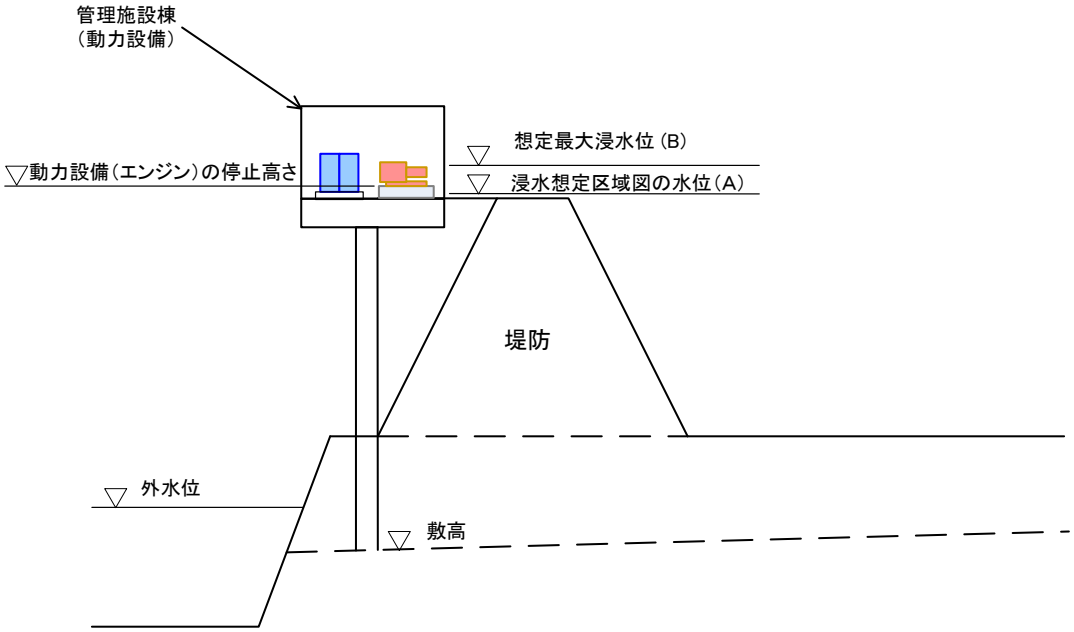
当該施設の動力設備（エンジン設備）の機能停止高さが当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)よりも低い場合、施設が浸水する可能性がある。

当該施設の動力設備（エンジン設備）の機能停止高さ　＜
浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)

…YES（浸水する）動力の機能停止／ NO（浸水しない）動力の機能確保

⇒ともに 6.1.3 へ進む

※想定最大浸水位(B)が設定されていない施設では、すべて浸水することとして調査を行う。



Yes（浸水する）となる場合のイメージ図

6.1.3　浸水に対する動力の機能確保の判定

浸水状況に応じた動力の機能について、それぞれの動力の組み合わせでの機能確保の判定は、以下の表のとおりとなる。

※なお、想定最大浸水位(B)が設定されていない施設では、浸水想定区域図の水位(A)に対してのみ判定を行う。

	手動	電動	エンジン	手動+電動	手動+エンジン	電動+エンジン	
浸水なし	○	○	○	○	○	○	
浸水あり	○	×	×	○	○	片方のみ浸水あり ○	両方浸水あり ×

※○：動力の機能確保、×：動力の機能停止

⇒6.2 へ進む。

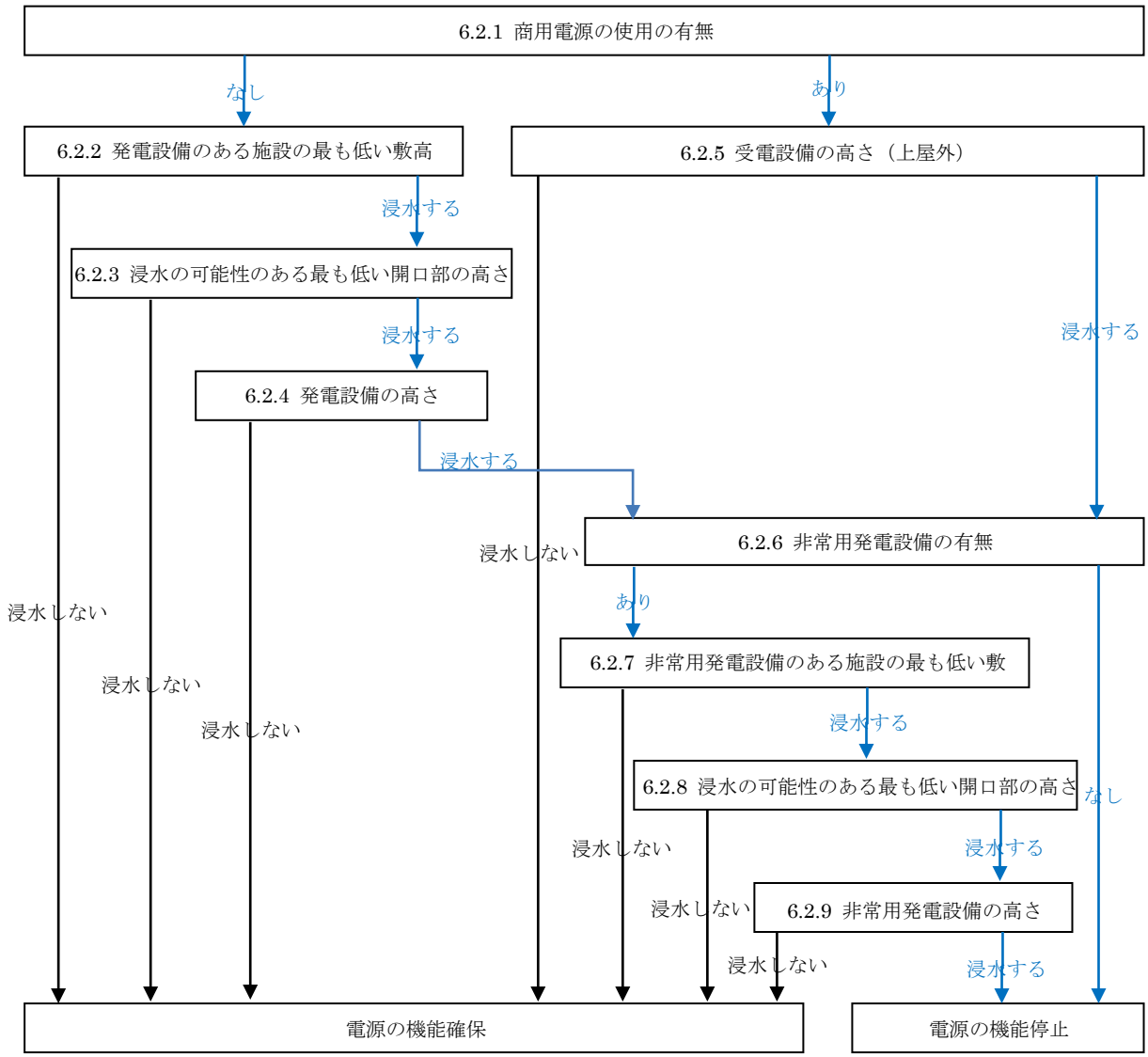
6.2　電源に対する脆弱性

電源に対する脆弱性として当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)と電源設備（発電設備、受電設備、非常用発電設備）の高さを比較して機能停止水位の洗い出しを行い、電源での機能確保又は機能停止を判定する。

電源の種類（商用電源、自家発電機、非常用発電機）

・単一：（　　）

・複数：（　　）＋（　　）



6.2.1　商用電源の使用の有無

電動の水門、樋門・樋管で商用電源又は内部電源を確認する。商用電源使用の場合、当該水門、樋門・樋管周辺で停電が発生した際には稼働ができなくなる。

商用電源なし ⇒ 6.2.2 へ進む／商用電源あり ⇒ 6.2.6 へ進む

〈参考〉商用電源を受電している樋管

6.2.2　発電設備のある施設の最も低い敷高

水門、樋門・樋管の発電設備のある施設と当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)の標高を比較し、外水氾濫時に当該施設が浸水するか否かを確認する。

・当該施設の発電設備が設置されている場所の高さ

・管理施設の最も低い上屋の敷高（標高）　m(D1)

・付属施設の最も低い上屋の敷高（標高）　m(D2)

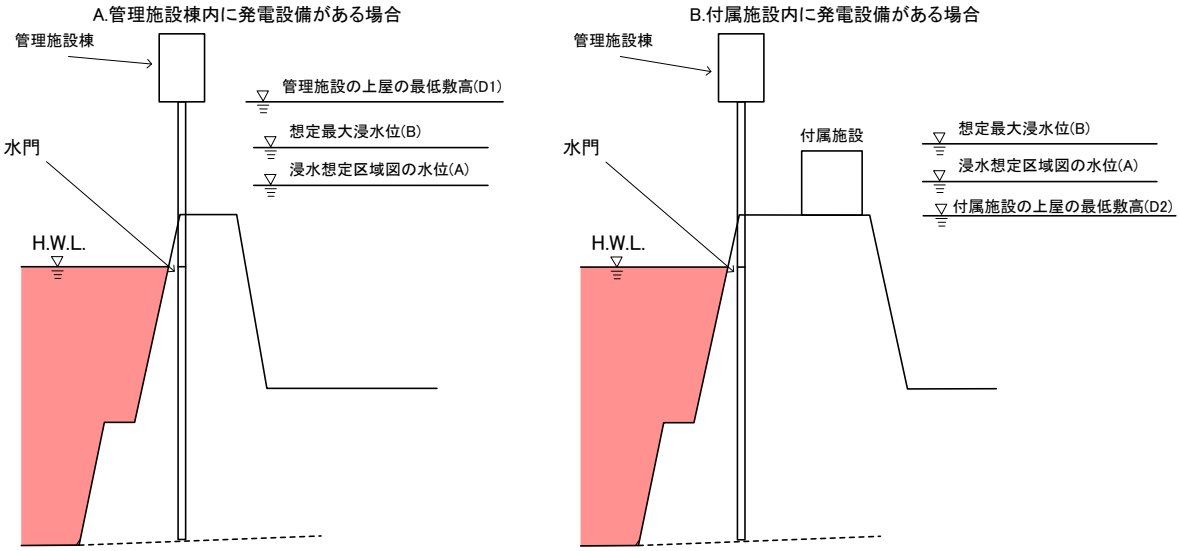
水門、樋門・樋管の発電設備のある施設の立地高さは、施設が設置されている場所により、管理施設の最も低い上屋の敷高(D1)又は付属施設の最も低い上屋の敷高(D2)とする。発電設備のある施設の立地高さが、当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)よりも低い場合、施設が浸水する可能性がある。

当該管理施設の上屋の最低敷高(D1)又は付属施設の上屋の最低敷高(D2)　＜
浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)

…YES（浸水する）⇒ 6.2.3 へ進む／NO（浸水しない）⇒ 電源の機能確保

※想定最大浸水位(B)が設定されていない施設では、すべて浸水することとして調査を行う。

〈参考〉発電設備のある施設が水門上の管理施設棟内にある場合と、堤内側の付属施設にある場合



6.2.3　浸水の可能性のある最も低い開口部の高さ

※6.1.2.(2)【P.11】、6.2.8【P.21】と同じ（施設の配置により一部例外あり）

上屋（管理施設棟、付属施設）内に浸水する可能性のある最も低い開口部の高さを確認する。開口部の基準は以下のとおりとする。

① 耐水対策がされていない出入口や窓はすべて開口部として扱う。

② 出入口等が耐水対策されている場合、耐水対策されていない窓等を開口部として扱う。

③ 浸水位と比較する開口部高さは、対象とする開口部の最下点とする。

※出入口に耐水対策がされている場合は“なし”を記入する。開口部すべてに耐水対策されている場合は、その他にも“なし”を記入する。

・出入口（標高）　　m（耐水対策済みは“なし”を記入）

・その他（標高）　　m（耐水対策済みは“なし”を記入）

当該施設の**開口部の最下点**が当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)よりも低い場合、施設が浸水する可能性がある。

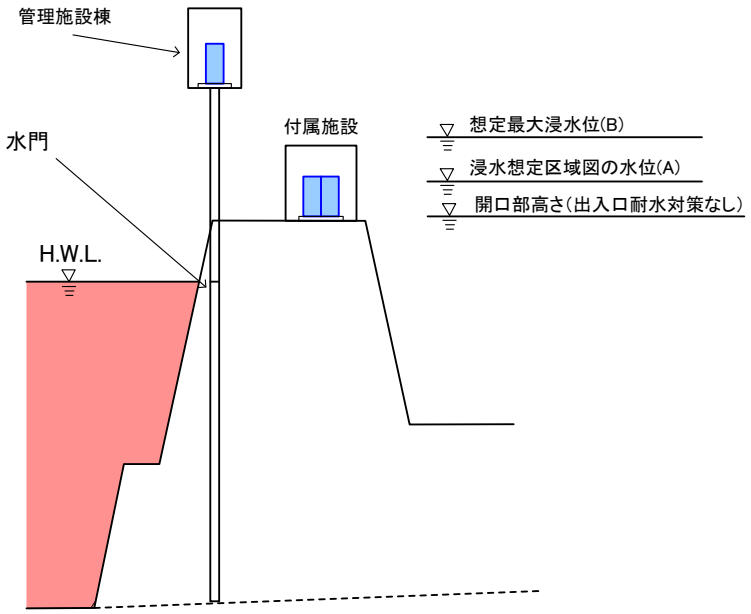
当該施設の開口部の最下点　＜

当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)

…YES（浸水する）⇒ 6.2.5 へ進む／NO（浸水しない）⇒ 電源の機能確保

※想定最大浸水位(B)が設定されていない施設では、すべて浸水することとして調査を行う。

付属施設棟内に発電設備がある（浸水する場合）



6.2.4　発電設備の高さ

6.2.3 で開口部が浸水する結果となった施設について、上屋（管理施設棟、付属施設）内で浸水する発電設備の機能停止高さを確認する。

・操作・分電盤等（標高）……m
・自家発電機本体（標高）……m

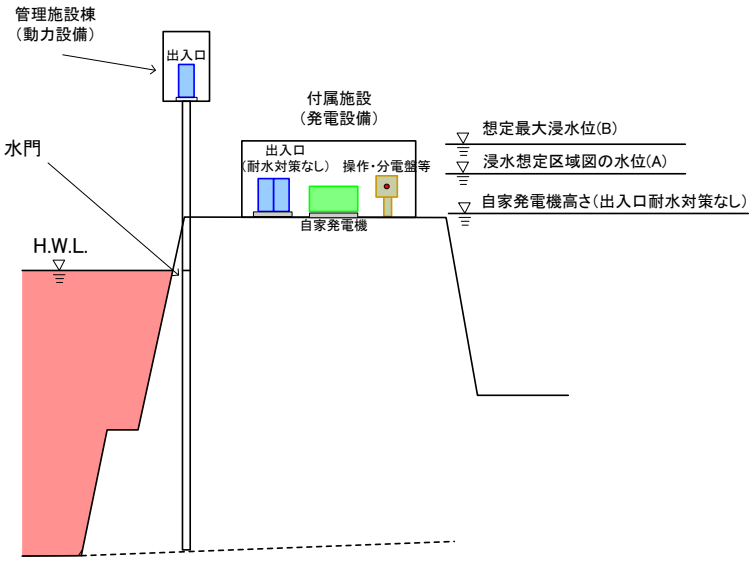
当該施設の発電設備の機能停止高さが当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)よりも低い場合、施設が浸水する可能性がある。

当該施設の発電設備の機能停止高さ　＜
当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)

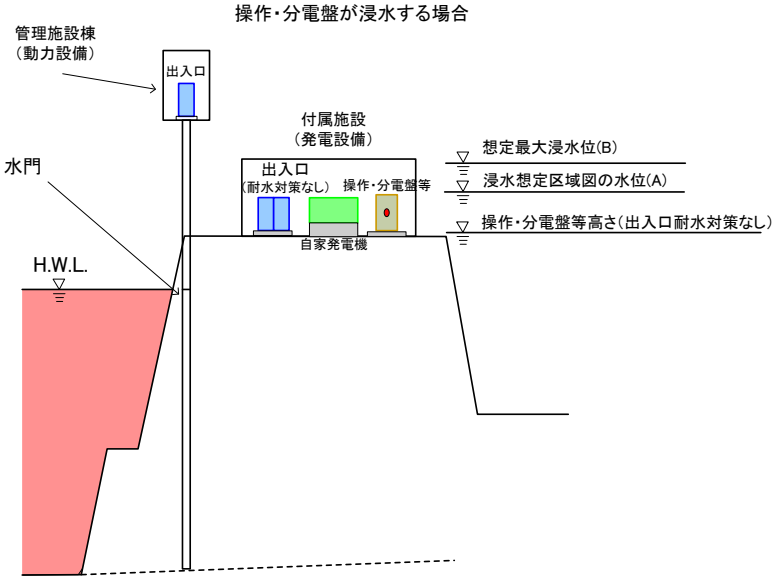
…YES（浸水する）⇒6.2.5 ／NO（浸水しない）⇒電源の機能確保

※想定最大浸水位(B)が設定されていない施設では、すべて浸水することとして調査を行う。

自家発電機本体が浸水する場合



操作・分電盤が浸水する場合



6.2.5　受電設備の高さ

水門、樋門・樋管の受電設備と当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)の標高を比較し、外水氾濫時に当該設備が浸水するか否かを確認する。

・受電設備の高さ（標高）……m
・受電設備の場所……

受電設備の高さが、当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)よりも低い場合、設備が浸水する可能性がある。

当該水門、樋門・樋管の受電設備の高さ　＜
浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)

…YES（浸水する）⇒ 6.2.7 へ進む／NO（浸水しない）⇒ 電源の機能確保

※想定最大浸水位(B)が設定されていない施設では、すべて浸水することとして調査を行う。

※商用電源使用の場合、周辺で停電が発生していない場合でも受電設備が浸水することで稼働ができなくなる。

〈参考〉排水樋管の電源用に堤防裏の電柱に設置された受電設備（四条排水樋管）

6.2.6　非常用発電設備の有無

浸水により発電設備及び受電設備の電源機能が停止した際に、バックアップとして利用する非常用発電設備の有無を確認する。

非常用発電設備あり⇒ 6.2.8 へ進む／非常用発電設備なし⇒ 電源の機能停止

6.2.7　非常用発電設備のある施設の最も低い敷高

非常用発電設備が、最大浸水位で浸水の影響を受けるかを確認する。

水門、樋門・樋管の非常用発電設備と当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)の標高を比較し、外水氾濫時に当該施設が浸水するか否かを確認する。

・当該施設の非常用発電設備が設置されている場所の高さ

・管理施設の最も低い上屋の敷高（標高）　　m (E1)

・付属施設の最も低い上屋の敷高（標高）　　m (E2)

水門、樋門・樋管の非常用発電設備のある施設の立地高さは、設置されている場所により、管理施設の最も低い上屋の敷高(E1)又は付属施設の最も低い上屋の敷高(E2)とする。発電設備のある施設の立地高さが、当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)よりも低い場合、発電設備が浸水する可能性がある。

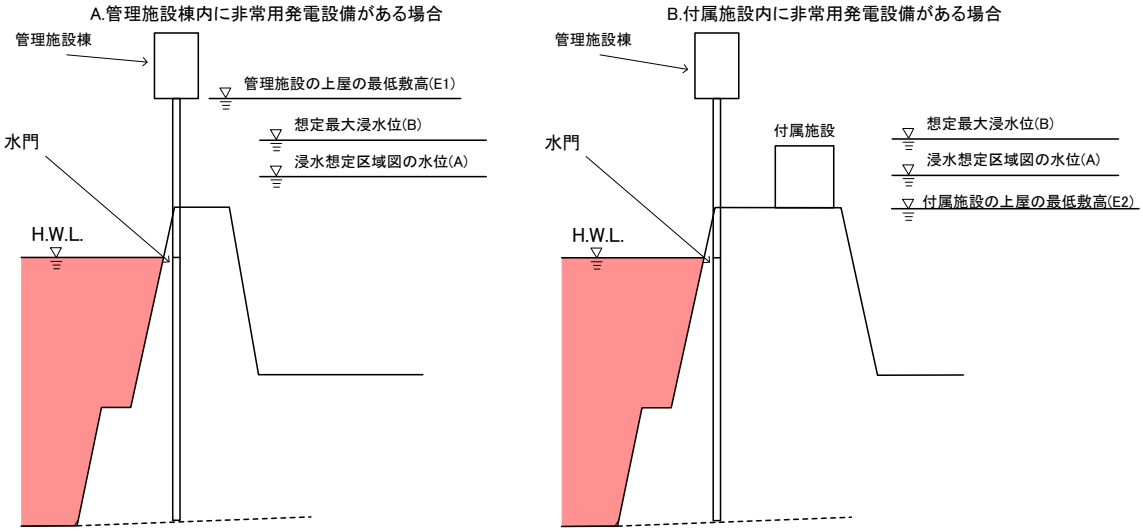
当該管理施設の上屋の最低敷高(E1)又は付属施設の上屋の最低敷高(E2)　＜

浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)

…YES（浸水する）⇒ 6.2.9 へ進む／NO（浸水しない）⇒ 電源の機能確保

※想定最大浸水位(B)が設定されていない施設では、すべて浸水することとして調査を行う。

〈参考〉下図は、非常用発電設備が水門上の管理施設棟内にある場合と、堤内側の付属施設にある場合



6.2.8　浸水の可能性のある最も低い開口部の高さ

※6.1.2.(2)【P.11】、6.2.3【P.17】と同じ（施設の配置により一部例外あり）

上屋（管理施設棟、付属施設）内に浸水する開口部の高さを確認する。開口部の基準は以下のとおりとする。

① 耐水対策がされていない出入口や窓はすべて開口部として扱う。

② 出入口等が耐水対策されている場合、耐水対策されていない窓等を開口部として扱う。

③ 浸水位と比較する開口部高さは、対象とする開口部の最下点とする。

※出入口に耐水対策がされている場合は“なし”を記入する。開口部すべてに耐水対策されている場合は、その他にも“なし”を記入する。

・出入口（標高）　　m（耐水対策済みは“なし”を記入）

・その他（標高）　　m（耐水対策済みは“なし”を記入）

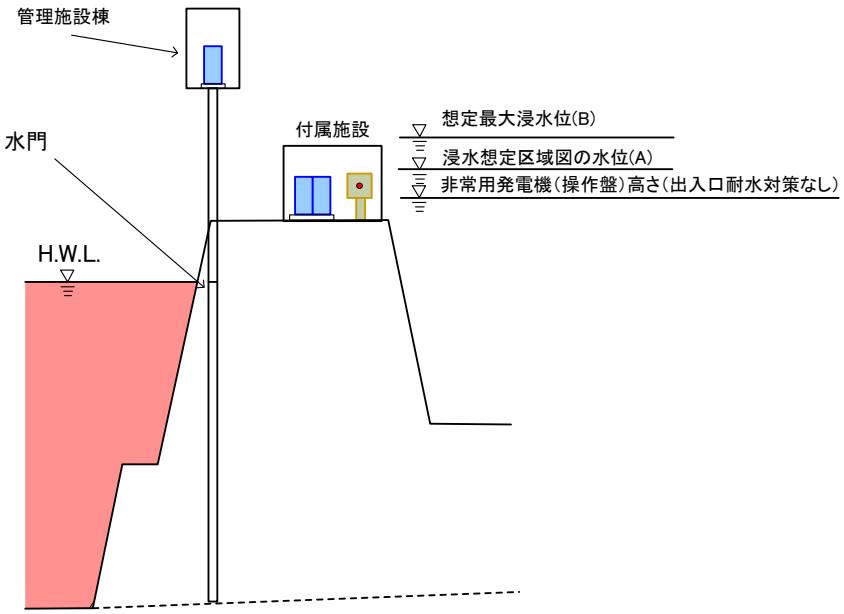
当該施設の**開口部の最下点**が当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)よりも低い場合、施設が浸水する可能性がある。

当該施設の開口部の最下点　＜

当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)

…YES（浸水する）⇒ 6.2.11 へ進む／NO（浸水しない）⇒ 電源の機能確保

付属施設内に非常用発電設備がある（浸水する場合）



6.2.9　非常用発電設備の高さ

6.2.10 で開口部が浸水する結果となった施設について、上屋（管理施設棟、付属施設）内で浸水する非常用発電設備の機能停止高さを確認する。

・操作・分電盤等（標高）……m
・発電機本体（標高）……m

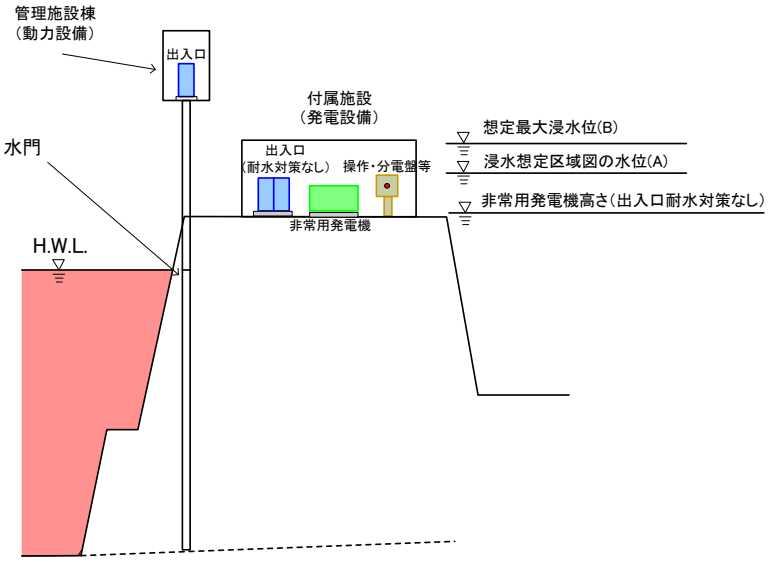
当該施設の非常用発電設備の機能停止高さが当該施設の浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)よりも低い場合、施設が浸水する可能性がある。

当該施設の非常用発電設備の機能停止高さ　＜
浸水想定区域図の水位(A)又は想定最大浸水位(B)

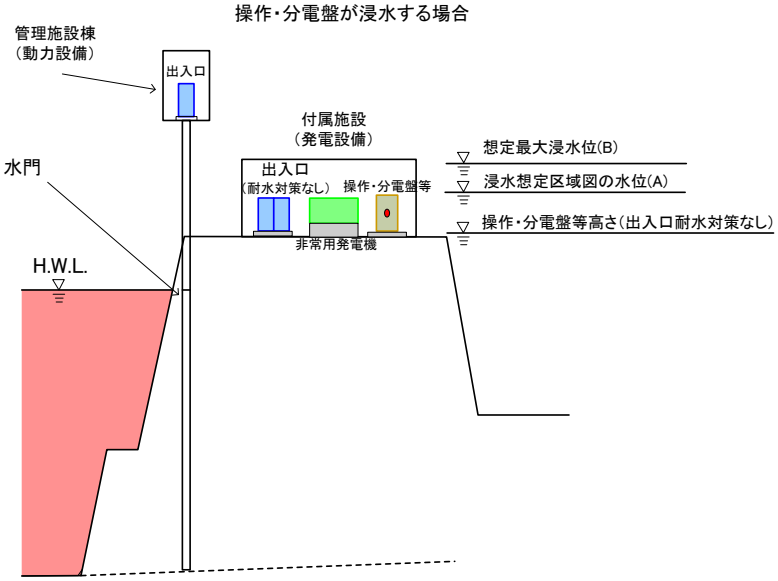
…YES（浸水する）⇒非常電源の機能停止／NO（浸水しない）⇒非常電源の機能確保

※想定最大浸水位(B)が設定されていない施設では、すべて浸水することとして調査を行う。

非常用発電機本体が浸水する場合



操作・分電盤が浸水する場合



6.3　その他（排水機能に影響する標高）

上記、動力と電源で確認した標高以外に、排水機能に影響がある設備等標高がある場合は、以下に設備と標高、理由を記入する。

①・設備

・標高　　m

・影響する理由

②・設備

・標高　　m

・影響する理由

6.4　水門、樋門・樋管の現況の排水機能の状態

上記 6.1～6.3 の設問の結果により、現況の排水機能の状態を以下の 7 ケースにて判定する。

〈手動設備がある場合〉

Case1　動力の機能が浸水しても確保できる。　⇒排水機能は確保される。

〈手動設備がない場合〉（単一）

Case2　（電動）動力設備、電源ともに浸水しない。　⇒排水機能は確保される。
Case3　（エンジン）動力設備が浸水しない。　⇒排水機能は確保される。
Case4　（電動）動力設備は浸水し、電源は浸水しない。　⇒排水機能は停止する。
Case5　（電動）動力設備は浸水せず、電源は浸水する。　⇒排水機能は停止する。
Case6　（電動）動力設備、電源ともに浸水する。　⇒排水機能は停止する。
Case7　（エンジン）動力設備が浸水する。　⇒排水機能は停止する。

〈手動設備がない場合〉（複数：電動+エンジン）

Case8　（電動○）動力設備、電源ともに浸水しない。
（エンジン○）動力設備が浸水しない。　⇒排水機能は確保される。
Case9　（電動○）動力設備、電源ともに浸水しない。
（エンジン×）動力設備が浸水する。　⇒排水機能は確保される。
Case10　（電動×）動力設備は浸水し、電源は浸水しない。
（エンジン○）動力設備が浸水しない。　⇒排水機能は確保される。
Case11　（電動×）動力設備は浸水し、電源は浸水しない。
（エンジン×）動力設備が浸水する。　⇒排水機能は停止する。
Case12　（電動×）動力設備は浸水せず、電源は浸水する。
（エンジン○）動力設備が浸水しない。　⇒排水機能は確保される。
Case13　（電動×）動力設備は浸水せず、電源は浸水する。
（エンジン×）動力設備が浸水する。　⇒排水機能は停止する。
Case14　（電動×）動力設備、電源ともに浸水する。
（エンジン○）動力設備が浸水しない。　⇒排水機能は確保される。
Case15　（電動×）動力設備、電源ともに浸水する。
（エンジン×）動力設備が浸水する。　⇒排水機能は停止する。

・当該施設の排水機能の状態(Case 番号)

・動力、電源の代替による稼働・・・YES（可能）／NO（不可能）

※なお、想定最大浸水位（B）が設定されていない施設では、想定最大浸水位（B）に対する判定は行わない。

7. 稼働条件確認表

前述 6.において実施した「設計図面等より把握したもの」と「現地調査により把握したもの」の双方の調査結果は、調査欄に転記して、確認手段が分かるように記載する。

また、評価欄において、調査結果をとりまとめた総括表に転記すべき事項を確認のうえ記載する。

章	内容		項目	単位	調査		評価 （総括表に記入する値）	備考
					机上（設計図）調査	現地調査		
6	浸水に伴う脆弱性について		－	－	－	－	－	
6.1	動力に対する脆弱性		動力種類	－				動力の種類記入（複数も）
6.1.1	手動方式		－	－			－	手動のみの場合は○を記入
6.1.2	電動方式及びエンジン方式		－	－	－	－	－	
(1)	動力設備のある施設の最も低い敷高		－	－	－	－	－	
		浸水の有無						”あり”又は”なし”を記入
		浸水想定区域図の水位(A)	標高	m				
		想定最大浸水位(B)	標高	m				設定されていない場合は”無限大”とする
		動力設備のある施設の敷高（最下点）	標高	m				
(2)	浸水の可能性のある最も低い開口部の高さ【電動方式・エンジン方式】		－	－	－	－	－	
		浸水の有無						”あり”又は”なし”を記入
		出入口	標高	m				耐水対策済みは”なし”を記入
			場所					
		その他	標高	m				耐水対策済みは”なし”を記入
			場所					
(3)	動力設備（操作・分電盤・モーター等）の高さ【電動方式】		－	－	－	－	－	
		浸水の有無						”あり”又は”なし”を記入
		操作・分電盤等	標高	m				
(4)	動力設備の高さ【エンジン方式】		－	－	－	－	－	
		浸水の有無						”あり”又は”なし”を記入
		エンジン設置最下点	標高	m				
6.1.3	浸水に対する動力の機能確保の判定							例：×電動の浸水あり
6.2	電源に対する脆弱性		電源種類	－				電源の種類を記入（複数も）
6.2.1	商用電源の使用の有無	使用の有無						”あり”又は”なし”を記入
6.2.2	発電設備のある施設の最も低い敷高		－	－	－	－	－	
		浸水の有無						”あり”又は”なし”を記入
		管理施設の最も低い上屋の敷高	標高	m				
		付属施設の最も低い上屋の敷高	標高	m				

6.2.3	浸水の可能性のある最も低い開口部の高さ		－	－	－	－	－	
		浸水の有無						6.1.2(2)と同じ
		出入口	標高	m				耐水対策済みは”なし”を記入
			場所					
		その他	標高	m				耐水対策済みは”なし”を記入
			場所					
6.2.4	発電設備の高さ		－	－	－	－	－	
		浸水の有無						”あり”又は”なし”を記入
		操作・分電盤等	標高	m				
		発電機本体	標高	m				
6.2.5	受電設備の高さ		－	－	－	－	－	
		浸水の有無						”あり”又は”なし”を記入
		受電設備の高さ	標高					
			場所					
6.2.6	非常用発電設備の有無	非常用発電設備の有無						”あり”又は”なし”を記入
6.2.7	非常用発電施設の高さ		－	－	－	－	－	
		浸水の有無						”あり”又は”なし”を記入
		管理施設の最も低い上屋の敷高	標高	m				
		付属施設の最も低い上屋の敷高	標高	m				
6.2.8	浸水の可能性のある最も低い開口部の高さ						－	
		浸水の有無						6.1.2(2)と同じ
		出入口	標高	m				耐水対策済みは”なし”を記入
			場所					
		その他	標高	m				耐水対策済みは”なし”を記入
			場所					
6.2.9	非常用発電機の高さ		－	－	－	－	－	
		浸水の有無						”あり”又は”なし”を記入
		操作・分電盤等	標高	m				
		発電機本体	標高	m				
6.3	その他（排水機能に影響する標高）		－	－	－	－	－	
		設備①						
		標高①						
		影響する理由①						
		設備②						
		標高②						
		影響する理由③						
6.4	水門、樋門・樋管の現況の排水機能の状態		－	－	－	－	－	
		当該施設の排水機能の状態						caseの番号記入　例：case1確保
		動力、電源の代替による稼働						YESまたはNOを記入

＜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）

計画規模を上回る洪水発生時の浸水解析の手引き（案）

1．はじめに

本手引き（案）は、計画規模を上回る降雨等による外力に対して浸水解析を行う場合に、留意すべき点と、その対応例を示すものである。

なお、本手引き（案）は今後の検討実績等を踏まえつつ、逐次改訂を行うものである。

2．危機管理上の洪水に計画規模の浸水解析を適用した場合の留意点

計画規模の浸水解析では、河川整備基本方針規模の外力を想定した洪水流出モデルで計算された流量を用いており、一般的には浸水解析モデルよりさらに上流区間における基本方針を上回る流量に対する流下能力や氾濫については考慮していない。そのため、例えば、計画規模を上回る降雨により２倍の流量が発生するとして、実現象としては直轄管理区間上流端に流量が到達する前に、さらに上流域で氾濫している可能性がある流域においても、洪水流出モデルにおいては直轄管理区間上流端に２倍の流量を与え、浸水解析モデルにおいて直轄管理区間上流端の堤防天端から初めて氾濫が生じる結果となる。

一方、越流水深については、土木研究所資料[1)]によれば、昭和 42～51 年に生じた越水事例等から、「特殊な状況でない限り越流水深は数十 cm のオーダーであり、おそらく 60cm を超えることはまれであり、これを上限の目安としてよい」とされている。したがって、洪水流出モデルで計算された越流水深が直轄管理区間上流端で 60cm を大幅に上回るような場合には、上流域の状況を適切に反映できるよう、危機管理の浸水解析を実施する必要がある。

また、危機管理の浸水解析の実施にあたっては、種々の前提条件を設定することとなるが、浸水解析結果はその条件に左右されることが多い。一方、実現象として計画規模を上回る外力が発生した事例は流域毎で見ると稀な事象であり、氾濫の状況を検証する機会がほとんどないため、浸水解析を行うにあたっては、その前提条件について明確にしておく必要があるとともに、実現象としてそのような氾濫が生じた場合の調査、研究は重要な課題である。

3．流域の状況の確認

2．に示したとおり、洪水流出モデルにより計算される流域において、氾濫による流量低減があるのかどうかを確認することがポイントとなる。そこで、洪水流出モデルにより計算される流域において、航空写真や地形図、LP データ、河川管理者による堤防のデータ等により、以下の分類を行う。なお、分類にあたっては、洪水流出モデルにより生じる流量及び当該区間の最大流下能力等も参考にする。

1）山間狭隘部（流域における氾濫がほとんどないと想定される区間）

このような区間においては、洪水流出モデルを変更する必要はない。

2）山間集落部（流域において氾濫が生じるものの、氾濫エリアは狭く、また氾濫水が拡散しない区間）

このような区間においては、必要に応じて２段Ｓ-Ｑによる方法などを用いることにより、より適切に流域の状況を反映できる。

3）平野非拡散部（流域において氾濫が生じ、氾濫エリアは広いが、氾濫水は下流において支川等により捕捉され、拡散しない区間）

このような区間においては、洪水流出モデル又は浸水解析モデルにより適切に流域の状況を反映することが望ましい。

4）平野拡散部（流域において氾濫が生じ、氾濫水は下流において拡散し河川に戻らない区間）

このような区間においては、洪水流出モデル又は浸水解析モデルにより適切に流域の状況を反映することが望ましい。

4．危機管理の浸水解析のためのモデルの作成

1）洪水流出モデルによる対応

a)２段Ｓ-Ｑによる方法

直轄管理区間上流端より上流の河道区間にＳ-Ｑ２段式河道をモデル化し、氾濫による流量低減効果をモデル化する方法がある。

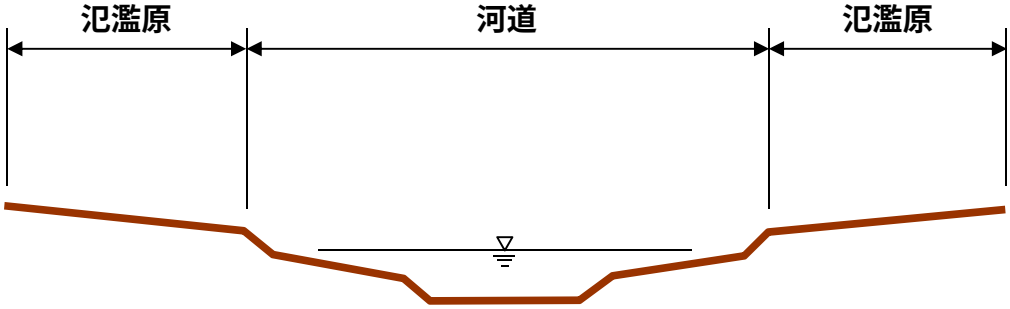


図 4-1　Ｓ-Ｑ２段式河道のイメージ図

淀川水系の事例では、溢水等による河川からの氾濫流が河道と一体となって流下することが想定される河道を２段河道とし、河道定数を以下の手順により設定している。

①河道分割

②河道断面ごとのＨ-Ａ-Ｒの整理

③河道断面ごとのＱ～Ａ関係の算定

④河道区間内のＱ～Ａを積分してＶ／3600～Ａ関係を算定

⑤グラフ化してＫ，Ｐを算出

また、本手引き（案）の作成にあたり、事例として、土器川水系において、山間部の河道区間を対象に氾濫原を含めた２段Ｓ-Ｑ条件を設定して山間部の流量低減効果を検証した。

計画降雨の２倍の降雨ケースで比較した場合、図 4-2 のとおり、直轄管理区間上流端におけるピーク流量は、基本方針のＳ-Ｑ条件の 3,256 ㎥/s に対し、２段Ｓ-Ｑ条件では 3,088 ㎥/s と約 5.1%の低減となった。

なお、左岸 6.0k 破堤ケースによる氾濫規模を比較した結果、破堤地点からの氾濫ボリュームに大きな差は見られず（図 4-3 参照）、浸水区域にも大きな差は見られなかった。（これについては、d)その他の方法でも述べる。）

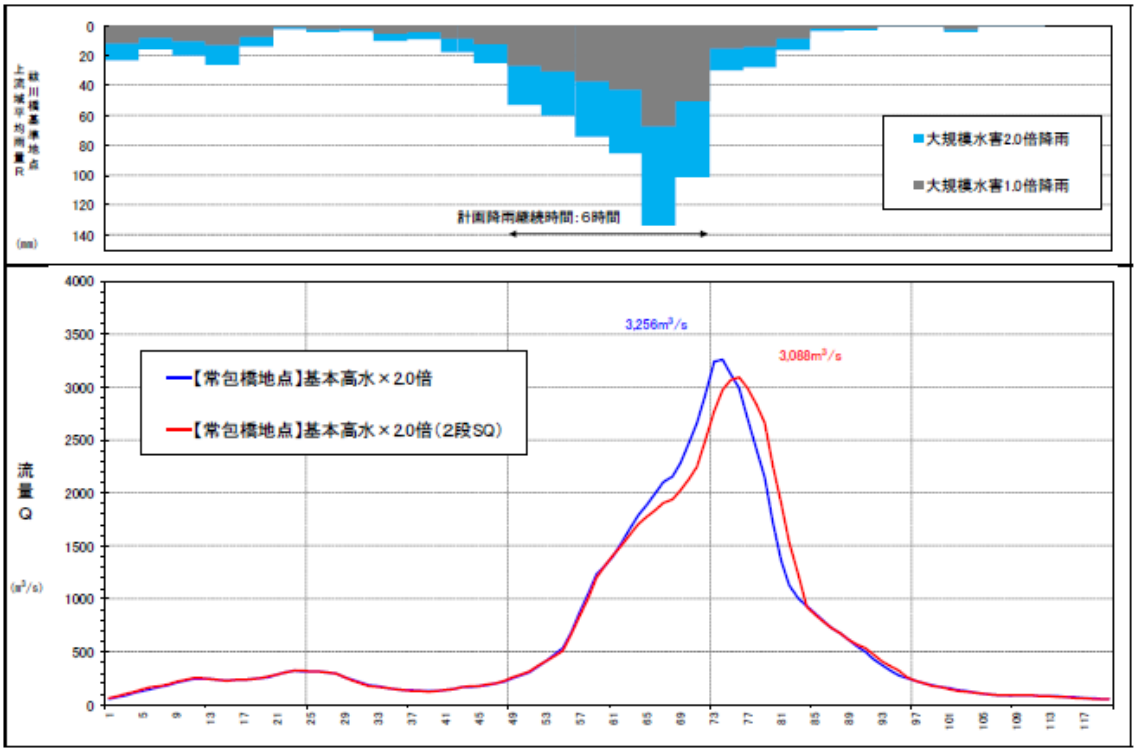


図 4-2　土器川におけるハイドログラフ比較（S50.8.23 型）

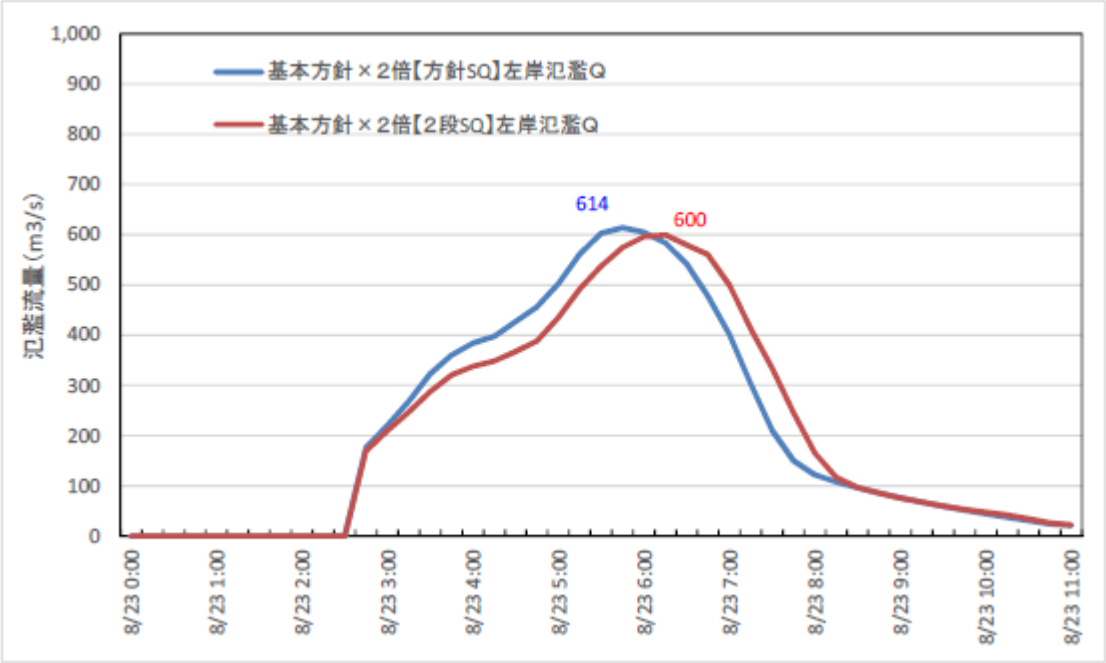


図 4-3　土器川左岸 6.0k 破堤地点からの氾濫流量ハイドログラフ

b)氾濫ブロックとの水収支を計算する方法

狭窄部の上流域では、洪水時には上流から流れ込んだ洪水流量が狭窄部によりせき上げられ、河道内と氾濫域に湛水する現象が起きる。

淀川水系の事例では、この現象を流出モデルに反映するために、狭窄部のH-Q関係と氾濫域のH-V関係から下流への到達流量を算出する池モデルを設定している。

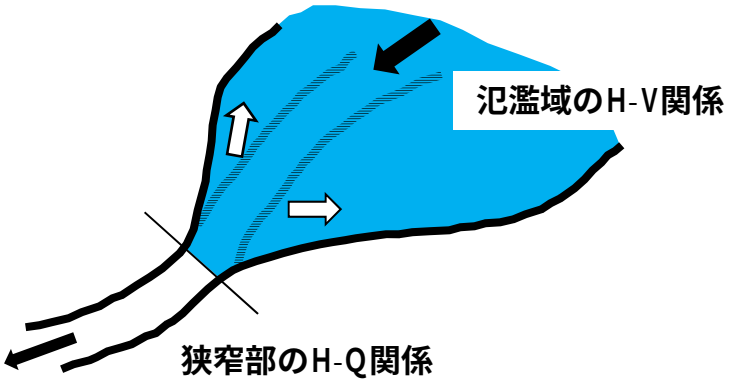


図 4-4　池モデルのイメージ図

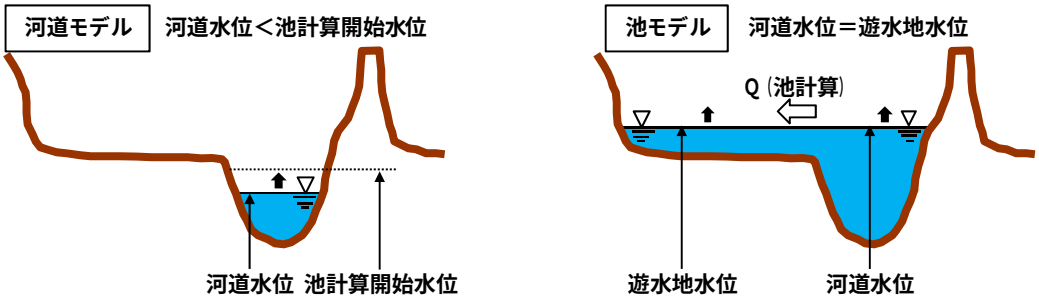


図 4-5　水位上昇時の計算モデルの切り替えのイメージ図

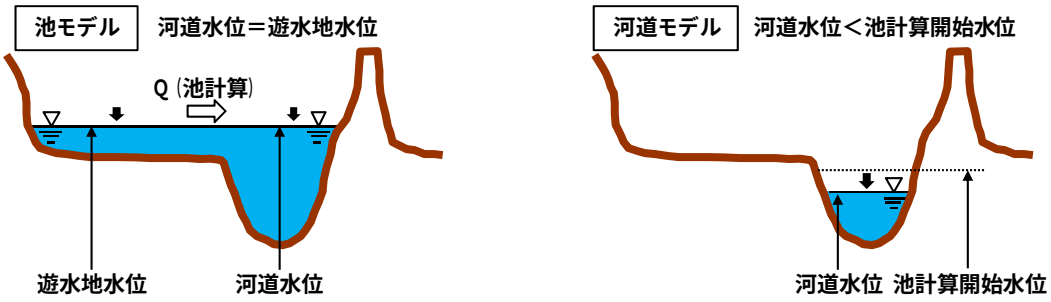


図 4-6　水位下降時の計算モデルの切り替えのイメージ図

c)流量の上限を設ける方法

直轄管理区間上流端より上流域における氾濫形態が拡散型で氾濫流が河道に戻ってこないと想定される場合には、堤防天端高での流下能力相当以上の流量は下流には到達しないという想定により、一定量放流方式とする仮想ダムを設定する方法がある。

流量の上限としては、堤防天端高での流下能力相当以外にも流域面積に応じた一定の比流量を仮定したうえで設定する方法も考えられる。

d)その他の方法

直轄管理区間上流端より上流域における氾濫流が河道内流量ピーク発現以降に河道に戻るような氾濫特性の河川において、氾濫を考慮しない流量波形と氾濫を考慮した流量波形のずれが下流の直轄管理区間における氾濫開始水位相当流量から破堤敷高相当流量の範囲内に収まるような場合には、直轄管理区間の氾濫想定地点における氾濫ボリュームに大きな差が生じないと考えられる。

したがって、直轄管理区間上流端より上流域における氾濫を考慮する場合と考慮しない場合の感度分析を行い、流量波形への影響が小さいことが確認された場合には、現行の洪水流出モデルで計算した流量を危機管理の浸水解析に用いる方法が考えられる。

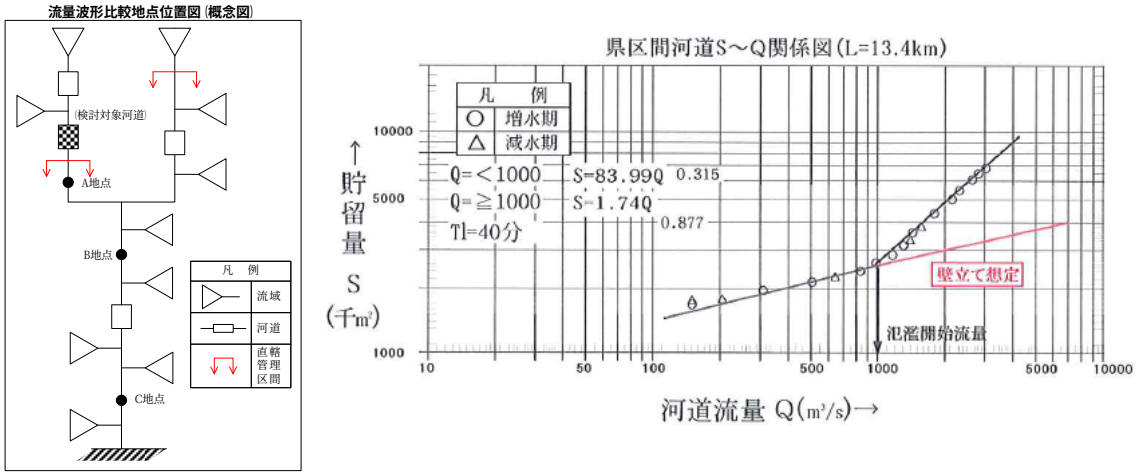


図 4-7-1　氾濫を考慮する場合と考慮しない場合の感度分析のイメージ図

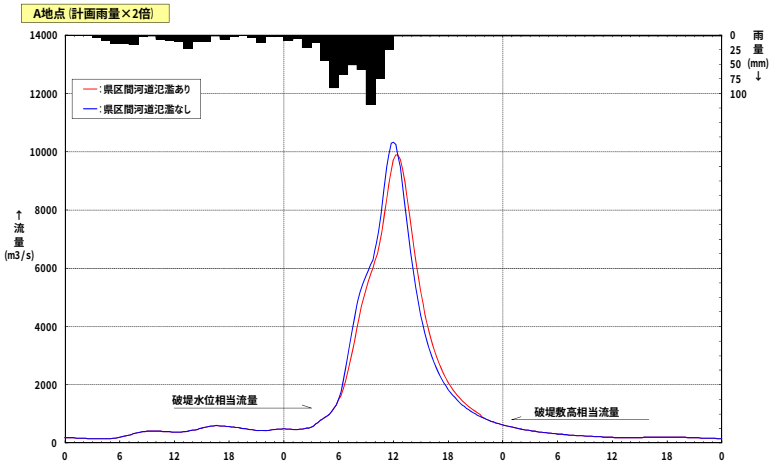


図 4-7-2　氾濫を考慮する場合と考慮しない場合の感度分析のイメージ図

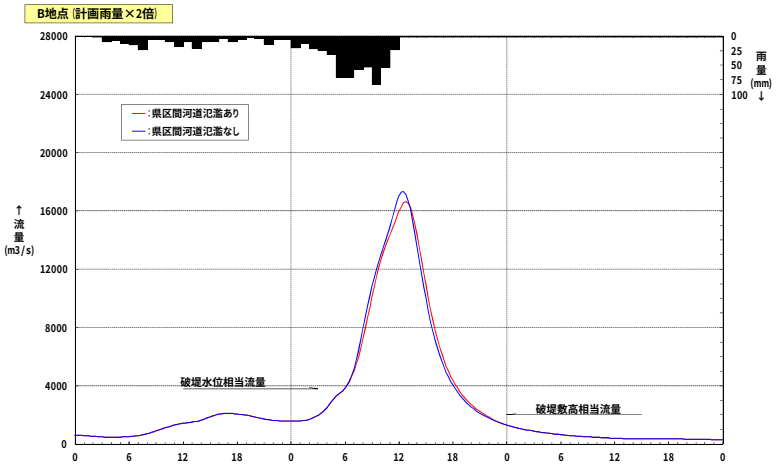


図 4-7-3　氾濫を考慮する場合と考慮しない場合の感度分析のイメージ図

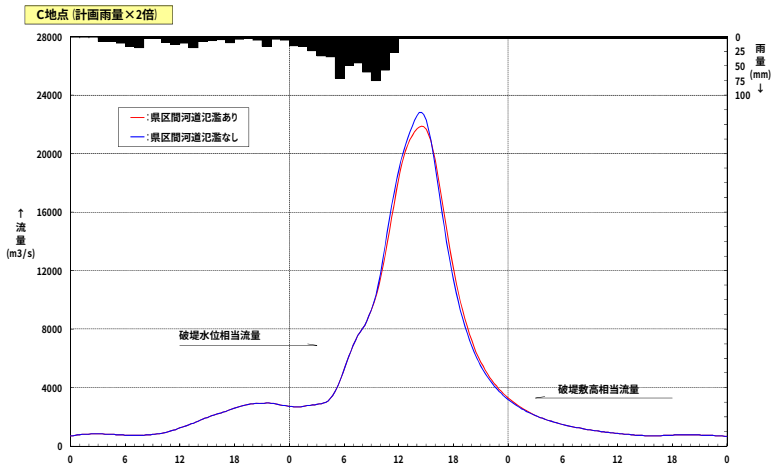


図 4-7-4　氾濫を考慮する場合と考慮しない場合の感度分析のイメージ図

2）浸水解析モデルによる対応

a)堤防天端高に対応した流量を設定する方法

2.で述べたとおり、特殊な状況でない限り越流水深は数十 cm のオーダーであり、おそらく 60cm を超えることはまれであり、これを上限の目安としてよいと考えられる。

また、国土技術政策総合研究所の平成 24 年度業務[2)]では、荒川の場合、直轄管理区間上流端より上流域は扇状地の開始付近であり、計画高水流量以上の洪水が発生したとしても、扇状地に入った時点でピーク流量は最大で直轄管理区間上流端の流下能力見合いまで低減していると考察し、直轄管理区間上流端最大流量を河道満杯流量として設定した浸水解析を行っている。

このように、直轄管理区間上流端の堤防天端高相当流量を超過する流量はそれより上流で全量氾濫すると仮定し、直轄管理区間上流端における堤防天端高に対応した流量を算定して、洪水流出計算から与えられた流量波形を堤防天端高相当流量をピークとした波形に調整する方法が考えられる。

河道計画で用いる水理解析手法並びに水理条件により、現況河道における流量（Q）規模ごとの各断面の水位（H）を計算し、$Q=a(H+b)^2$形式等のH－Q式を作成することとされているが、河道計画と整合させたH－Q式は、計画規模を前提とした流量配分を基に設定されるものであり、計画規模を上回る流量に対しては、外挿による水位設定となるため、河道水位を過大評価してしまう場合がある。したがって、堤防天端高相当流量の算定は、越流水深に上限を設定したり、河道計画と整合させたH－Q式による換算水位ではなく、氾濫を考慮した不定流計算水位を用いたりするなど、留意が必要である。

この方法は、氾濫した流量が拡散せずに氾濫原水位が上昇する特性を有する閉塞した小地形などには適用できない。また、流域全体の氾濫を考慮したものではないため、直轄管理区間上流端の直上流区間よりもさらに上流における拡散型の氾濫によって流量が大きく低減する場合などには適さないが、河道満杯以上の流量が直轄管理区間上流端まで到達すると想定される場合には有効な方法であると考えられる。

この場合には、直轄管理区間上流端より上流区間の地盤高や河道断面等のデータを必要としないが、直轄管理区間上流端より上流で全量氾濫すると仮定した堤防天端高相当以上の流量が直轄管理区間の浸水解析に大きな影響を

与えないことを地形等から確認しておく必要がある。確認の結果、氾濫水が河道に戻ることが想定される場合や直轄管理区間の氾濫域に流下することが想定される場合には、その影響についても確認しておくことが望ましい。

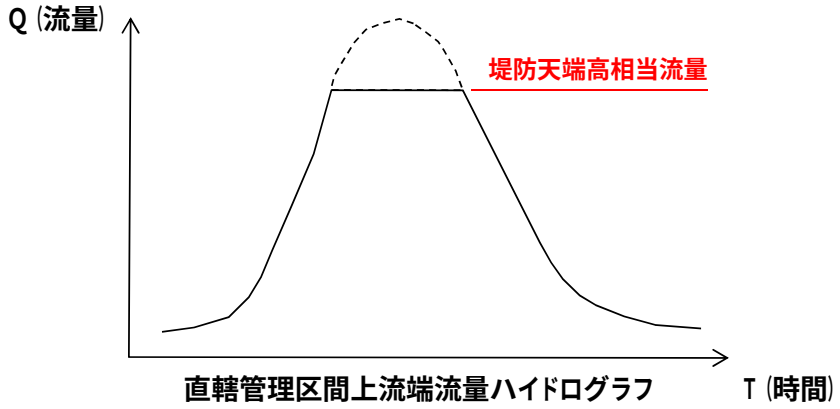


図 4-8　堤防天端高相当流量で調整した流量波形のイメージ

b)浸水解析モデルを上流に一定区間延長する方法

浸水解析モデルを直轄管理区間上流端より上流に一定区間延長することによって、直轄管理区間上流端より上流の河道区間において氾濫を考慮した後の流量を直轄管理区間上流端に用いることができる。

直轄管理区間上流端より上流の限られた区間のみで氾濫するという仮定は上記 a)の方法と同じであるが、a)の方法では、流量波形を直轄管理区間上流端の断面で強制的に堤防天端高相当流量に調整するため、調整後はピーク部分をカットした流量波形（図 4-8 参照）となるが、この方法では、上流で氾濫しながら直轄管理区間上流端に到達する流量波形を表現することができる。また、延長した区間の氾濫水が河道に戻ることが想定される場合や直轄管理区間の氾濫域に流下する場合にも適切に反映できる。

この方法は、直轄管理区間上流端が閉塞した小地形であっても浸水解析モデルを上流の平野部まで延長すれば適用できる。また、流域全体の氾濫を考慮したものではないため、浸水解析モデルを延長する区間よりもさらに上流における拡散型の氾濫によって流量が大きく低減する場合などには適さないが、河道満杯以上の流量が浸水解析モデルを延長する区間の上流端まで到達すると想定される場合には有効な方法であると考えられる。

この場合には、浸水解析モデルを延長する上流区間の地盤高や河道断面等のデータが必要である。また、浸水解析モデルを延長する区間が長い場合に

は、浸水解析の計算領域及び計算時間の制約を受ける。

c)流域全体に浸水解析モデルを設定する方法

流域全体に浸水解析モデルを設定することによって、直轄管理区間上流端より上流域の氾濫を考慮した浸水解析を行う方法が考えられる。

ただし、流域全体に浸水解析モデルを設定するためには、流域全体の地盤高や河道断面等のデータが必要である。また、浸水解析の計算領域及び計算時間の制約を考慮すると、流域全体に浸水解析モデルを設定できる河川は、流域面積が小さい河川に限定される。

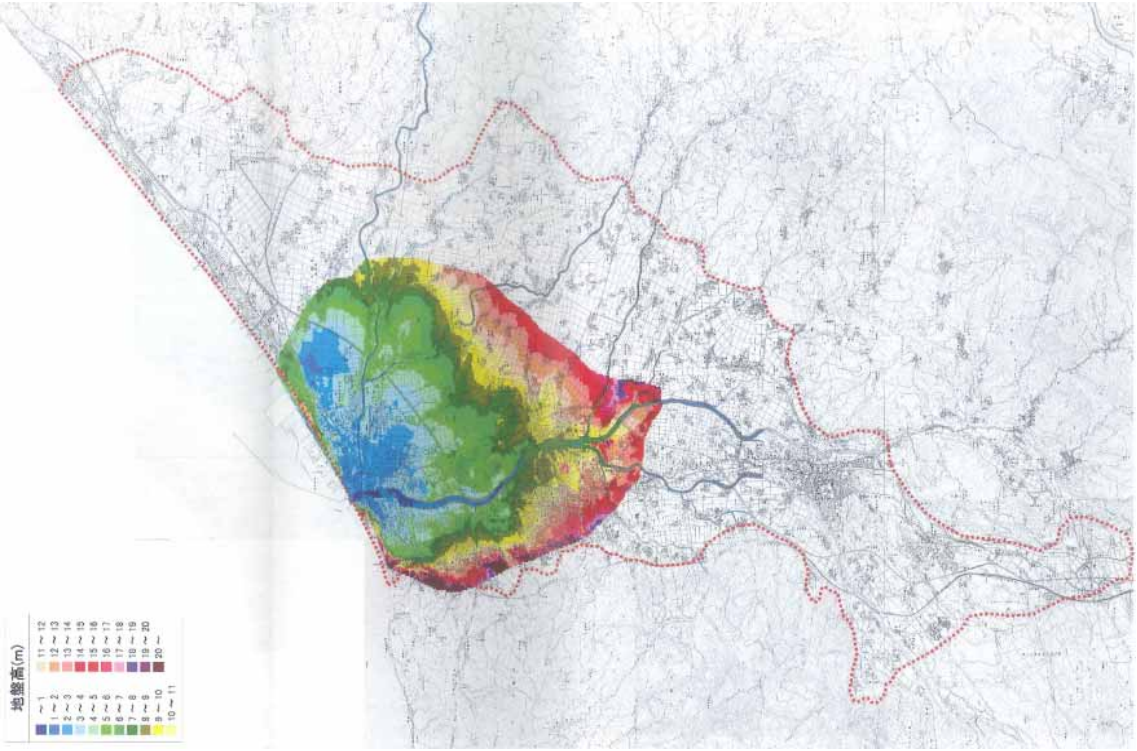


図 4-9　流域全体に浸水解析モデルを設定するイメージ
（着色部分が直轄管理区間、外枠が流域界）

参考文献

1)建設省土木研究所河川研究室：越水堤防調査最終報告書ー解説編ー，土研資料第2074号 ISSN0386-5878，pp.6-14，昭和59年3月.

2)国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部河川研究室：河川区域での諸対策による氾濫被害軽減特性試算業務報告書，平成25年2月

＜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）

（計画規模を上回る洪水を対象とした
浸水解析時のダム操作について）

計画規模を上回る洪水発生時の浸水解析について（補足）

計画規模を上回る洪水を対象とした浸水解析時のダム操作については、原則以下のとおりとする。

１．放流能力について

・コンクリートダム、フィルダムともに非越流部（コンクリートダムは天端高、フィルダムはコア高）までの放流能力式を作成する。

・放流能力式の作成にあたっては、ゲートレス（自然調節方式）ダムについては現在の H-Q 式を非越流部標高まで外挿し、ゲートを有するダムについてはゲート開度ごとの H-Q 式を非越流部標高まで外挿することとする。なお、既に非越流部標高までの放流能力式や値を有している場合には、これを使用する。

２．洪水調節操作

計画規模を上回る洪水を対象とした浸水解析においては、貯水位が設計洪水位以上となっても、補強等を行うことによってダムの安全性は確保されるという前提の下、浸水解析時の洪水調節操作は次の通りとする。

・貯水位が異常洪水時防災操作（ただし書き操作）開始水位に達するまでは、本則通りの洪水調節を行う。

・異常洪水時防災操作（ただし書き操作）開始水位に達した時点で、ただし書き操作要領通りの操作を行い、貯水位の上限を非越流部標高として貯留を行う。

・なお、ダムからの放流量が流入量に等しくなっていなくても、貯水位が非越流部標高に達した時点で、『流入量＝放流量』とする。

・ゲートの開閉速度、貯水位観測の時間間隔については、各ダムの施設仕様に従うものとする。

３．水位低減操作

計画規模を上回る洪水を対象とした浸水解析においては、浸水解析の対象とする降雨のあとには降雨が生じないという前提の下、水位低下操作については、次の通りとする。

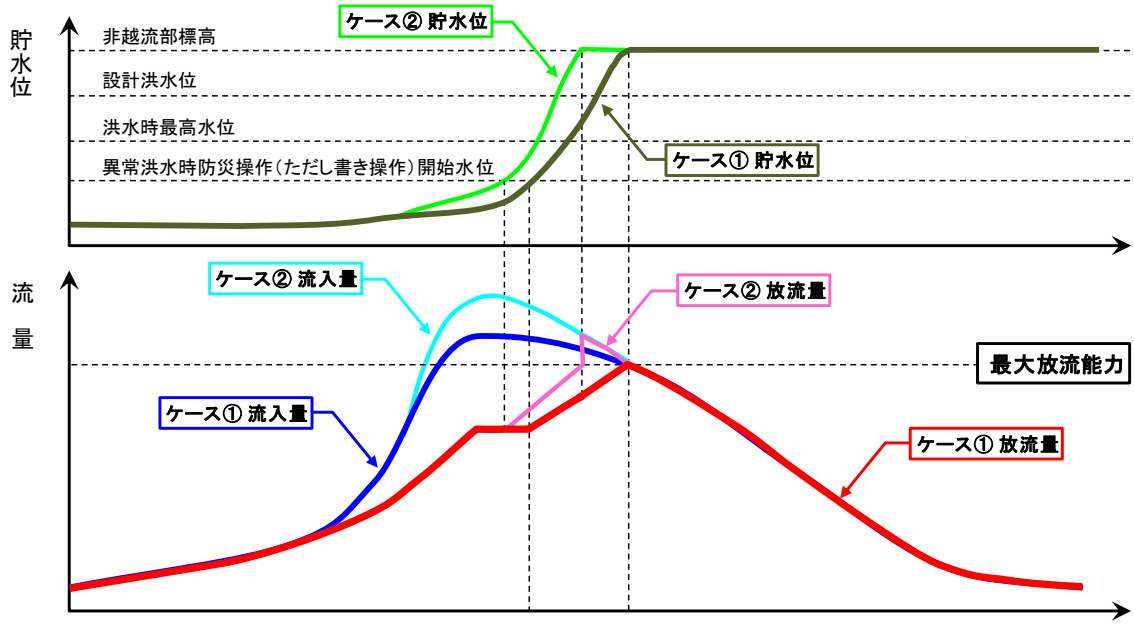
・ゲートを有するダムでは、水位低減操作は行わない。

・ゲートレス（自然調節方式）ダムでは、流入量が当該ダムの最大放流能力（貯水位が非越流部標高の時の放流量）に等しくなるまでは『流入量＝放流量』とし、それ以降は、自然調節にて水位低下を行うこととする。

（参考）

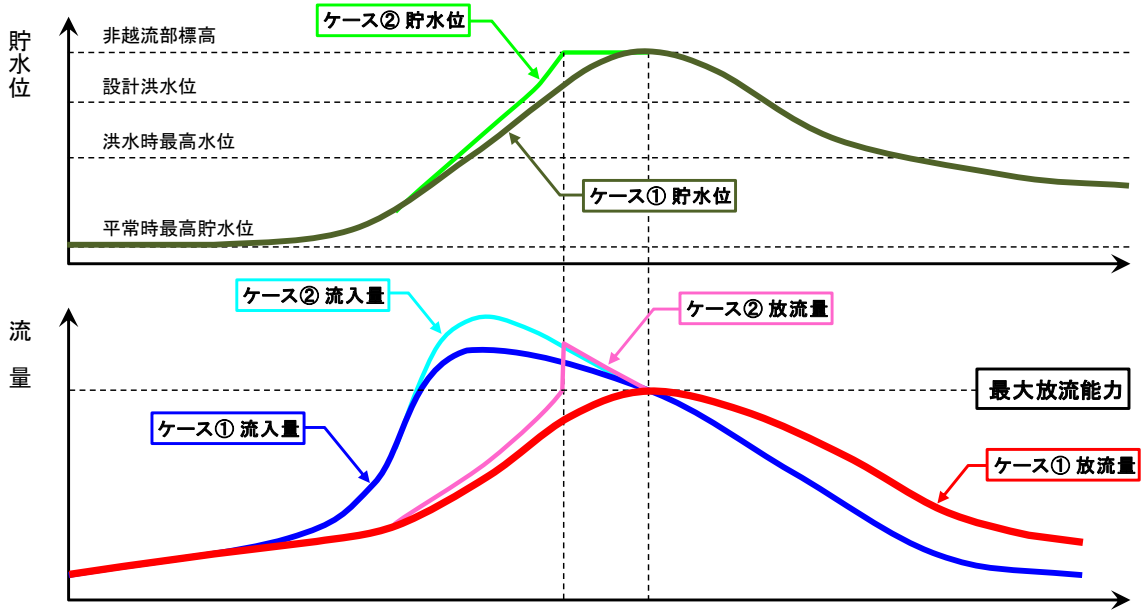
ダム放流量と貯水位等との関係（イメージ）

●ゲートを有するダム（一定率一定量方式）の場合



ケース① 貯水位が非越流部標高に達した時点で放流量と流入量が等しくなる場合
ケース② 貯水位が非越流部標高に達した時点で放流量が流入量よりも小さい場合

●ゲートレス（自然調節方式）ダムの場合



ケース① 貯水位が非越流部標高に達した時点で放流量と流入量が等しくなる場合
ケース② 貯水位が非越流部標高に達した時点で放流量が流入量よりも小さい場合