

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.202

November 2004

都市域氾濫解析モデル活用ガイドライン (案)

－都市浸水－

中村 徹立

佐々木 淑充

水草 浩一

a Guideline of Application for Flood Analysis Models in the Urban Areas

Tetsuya NAKAMURA

Yoshimitsu SASAKI

Koichi MIZUKUSA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management

Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

都市域氾濫解析モデル活用ガイドライン（案）
—都市浸水—

中村 徹立*
佐々木 淑充**
水草 浩一***

a guideline of application for flood analysis models in the urban areas

Tetsuya NAKAMUEA*
Yoshimitsu SASAKI**
Koichi MIZUKUSA***

概要

本ガイドラインは、都市浸水想定区域の検討、都市浸水想定区域図の作成等において必要とされる氾濫解析モデルの利活用に関する標準的な技術事項を示すものである。

キーワード : 下水道管路網モデル、内水氾濫解析

Synopsis

This guideline shows the standard technical matters of application for the flood analysis models needed in examination of the urban flood assumption area decision, the urban flood assumption area figure, etc.

Key Words : The drainage system analysis, The urban area flood analysis

危機管理技術研究センター
水害研究室

Flood Disaster Prevention Division,
Research Center for Disaster Risk Management

* : 水害研究室長

Head

** : 主任研究官

Senior Researcher

*** : 研究官

Researcher



目 次

1 総 説	1
1.1 ガイドラインの目的と位置付け	1
1.2 用語の定義	3
1.3 ガイドラインの適用範囲	5
2 基本事項	7
2.1 氾濫解析の要件	7
2.2 氾濫解析に用いるソフト	10
3 氾濫解析モデルの利活用	13
3.1 解析資料の収集	13
3.2 実測調査	15
3.3 対象流域のモデル化（氾濫解析モデルの作成）	18
3.4 キャリブレーションの実施	24
3.5 シミュレーションおよび結果の出力	27
3.6 都市浸水想定区域図作成における留意点	29
3.7 構築された氾濫解析モデルの今後の活用について	32
【参考】 氾濫解析モデルの技術的な限界について	33

1 総 説

1.1 ガイドラインの目的と位置付け

特定都市河川浸水被害対策法の施行により、特定都市河川流域の全部又は一部をその流域に含む市町村の長、当該市町村を包括する都道府県の知事、及び特定都市下水道の下水道管理者は、共同して都市浸水の発生を防ぐべき目標となる降雨が生じた場合に、都市浸水が想定される区域を都市浸水想定区域として指定する必要がある。また、その浸水区域及び浸水した場合に想定される水深等を公表しなければならない。

本ガイドラインは、都市浸水想定区域の検討、都市浸水想定区域図の作成等において必要とされる氾濫解析モデルについて、標準的な技術事項を示すものである。

【解説】

近年、都市部の河川流域における浸水被害が頻発しているにもかかわらず、市街化の進展により通常の河川改修による浸水被害の防止が困難となっていることから、平成15年6月に「特定都市河川浸水被害対策法」が制定され、平成16年5月より施行されたところである。これに基づき、特定都市河川及び特定都市河川流域の指定、流域水害対策計画の策定、流域水害対策計画に基づく措置、特定都市河川流域における雨水の流出抑制のための規制、都市洪水想定区域及び都市浸水想定区域の指定等を講ずることで、総合的な浸水被害対策を推進することとなった。

浸水被害に対するソフト的な対策として、都市浸水が発生した時の円滑かつ迅速な避難、及び都市浸水による被害の軽減を図るため、法第三十二条では、特定都市河川流域の全部又は一部をその流域に含む市町村の長、当該市町村を包括する都道府県の知事、及び特定都市下水道の下水道管理者は、共同して流域水害対策計画において定められた都市浸水の発生を防ぐべき目標となる降雨（以下、「都市浸水対象降雨」という）が生じた場合に都市浸水が想定される区域を都市浸水想定区域として指定することとなる。また、その指定の区域及び浸水した場合に想定される水深を明らかにすることとなる。

国土交通省では、これらの事項を図示した都市浸水想定区域図を作成するため、「特定都市河川浸水被害対策法施行に関するガイドライン」のうち「第5章 都市洪水想定区域図及び都市浸水想定区域図の作成」で、その作成にあたっての注意点を示している。

本ガイドラインは、都市浸水想定区域の検討、都市浸水想定区域図の作成等において必要とされる氾濫解析モデルの利活用に関する標準的な技術事項を示すものである。

なお、本ガイドラインの活用にあたっては、流域毎の個別の特性を十分勘案する必要がある。

図1.1.1に都市浸水想定区域図作成の標準フローと本ガイドラインの活用範囲を示す。

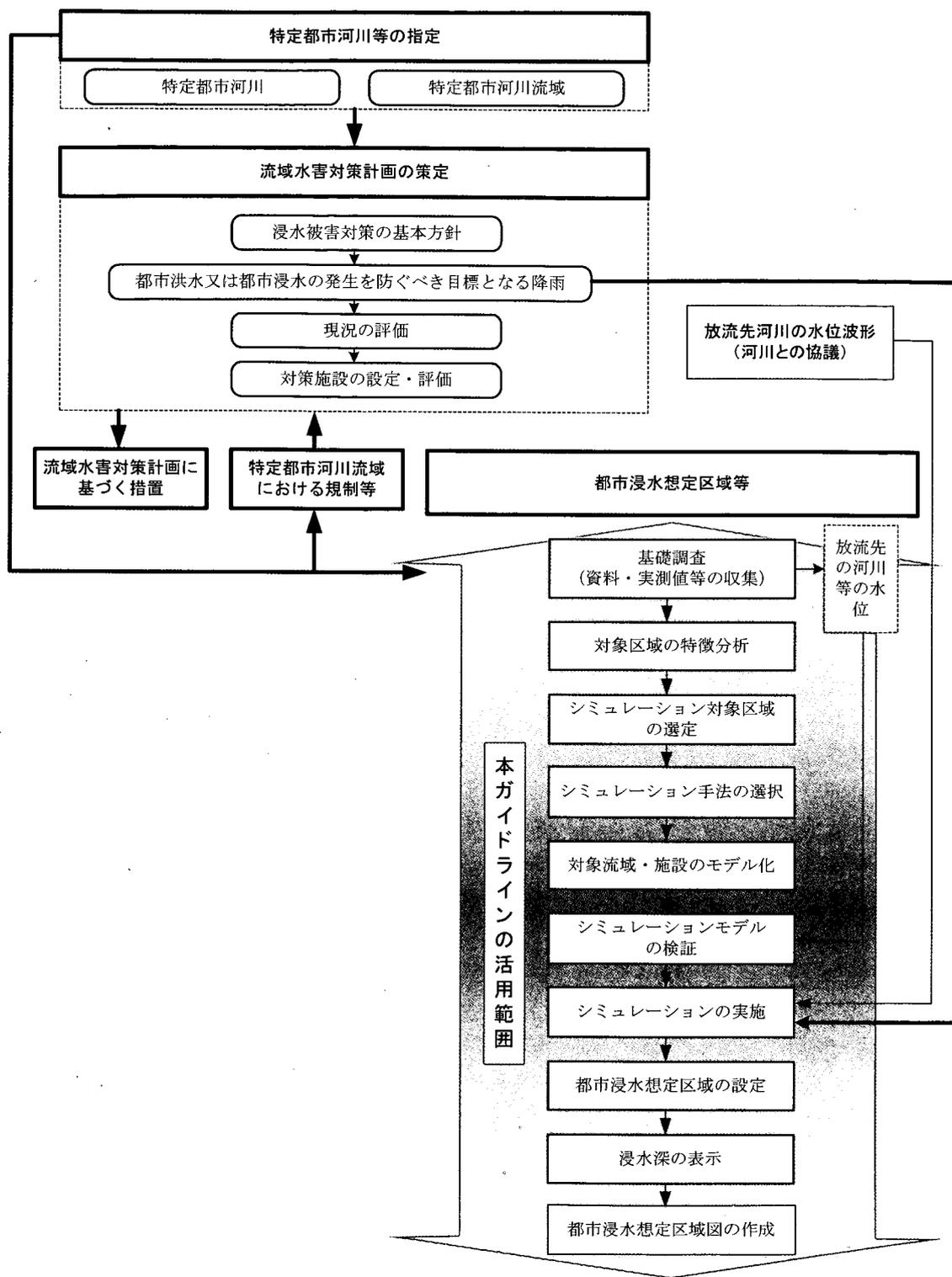


図 1.1.1 都市浸水想定区域図作成の標準フローと本ガイドラインの活用範囲

参考：特定都市河川浸水被害対策法施行に関するガイドライン

1.2 用語の定義

本ガイドラインで用いる用語をそれぞれ以下のように定義する。

【解説】

○特定都市河川浸水被害対策法に関わる用語

都市洪水

特定都市河川の洪水による破堤，溢水による外水氾濫の状態。

都市浸水

特定都市河川流域において，一時的に大量の降雨が生じた場合において下水道その他の排水施設若しくは河川その他の公共の水域に当該雨水を排水できないことによる浸水。

都市浸水想定区域図

特定都市河川浸水被害対策法第三十二条第2項及び第3項の規定による都市浸水想定区域の指定並びに同条第4項の規定による都市浸水想定区域及び浸水した場合に想定される水深を公表する際に使用する，都市浸水想定区域，浸水した場合に想定される水深，その他必要な事項を図示した図面のこと。

○浸水の状態等に関わる用語

噴き出し

マンホールから水が噴き出す現象。

溢水

地表面に溢れ出した水。

氾濫

溢水が地表面上を流下・拡散する現象の総称。

湛水

溢水や雨水が低地部等に溜まる現象。

浸水

水に浸ることの総称。

○解析に関わる用語

モデル化

解析ソフトに入力するために、収集した資料（実績値等を含む）の本質を損なうことなく抽出，加工・修正，数値化、数式化すること。

データ

モデル化によって抽出，加工・修正，数値化、数式化された数値。

解析ソフト

溢水した雨水の地表面移動を解析するコンピュータで利用可能なソフトウェア。
また，本ガイドラインでは，ソフトウェアの入手方法により，公開ソフトと市販ソフトに分類している。

氾濫解析モデル

対象流域の氾濫解析に供する解析ソフト（下水道管路流れと地表面氾濫現象を一体的に解析が可能なもの），および外力条件を除く当該解析ソフトに入力するデータの総称。

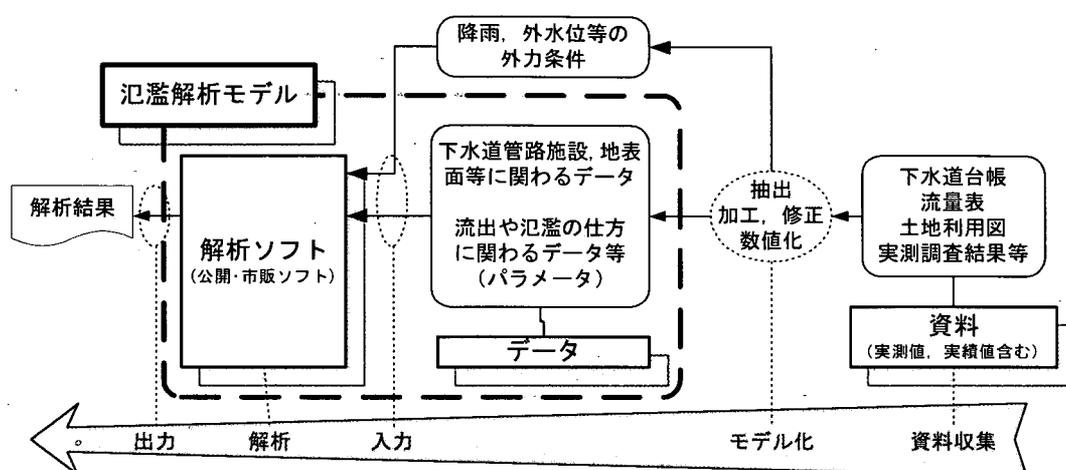


図 1.2.1 氾濫解析モデルと解析の流れ

ランピング

連続するいくつかのマンホールの集水面積や断面積等を束ね，それらを統合すること。（「水工学論文集 第 40 巻 都市下水道管きよシステムの浸水はんらん解析におけるマンホールの水理学的役割とそのランピング手法」を参考）

キャリブレーション

観測地点における実測値あるいは実績値と解析ソフトによる解析値を比較し，解析パラメータの調整を行うこと。（「流出解析モデル利活用マニュアル2003.6」を参考）

1.3 ガイドラインの適用範囲

本ガイドラインは、特定都市河川流域内の都市浸水想定区域図を作成する際の氾濫解析に適用する。

【解説】

本ガイドラインは、特定都市河川流域について、流域水害対策計画において定められた都市浸水対象降雨が生じた場合に、都市浸水の発生が想定される区域、及び浸水した場合に想定される水深を図示した、都市浸水想定区域図を作成する際に行う氾濫解析に適用するものとし、図 1.3.1 にその適用範囲を示す。なお、本ガイドラインでは、都市浸水に関する知見を示すこととし、都市洪水には適用しない。

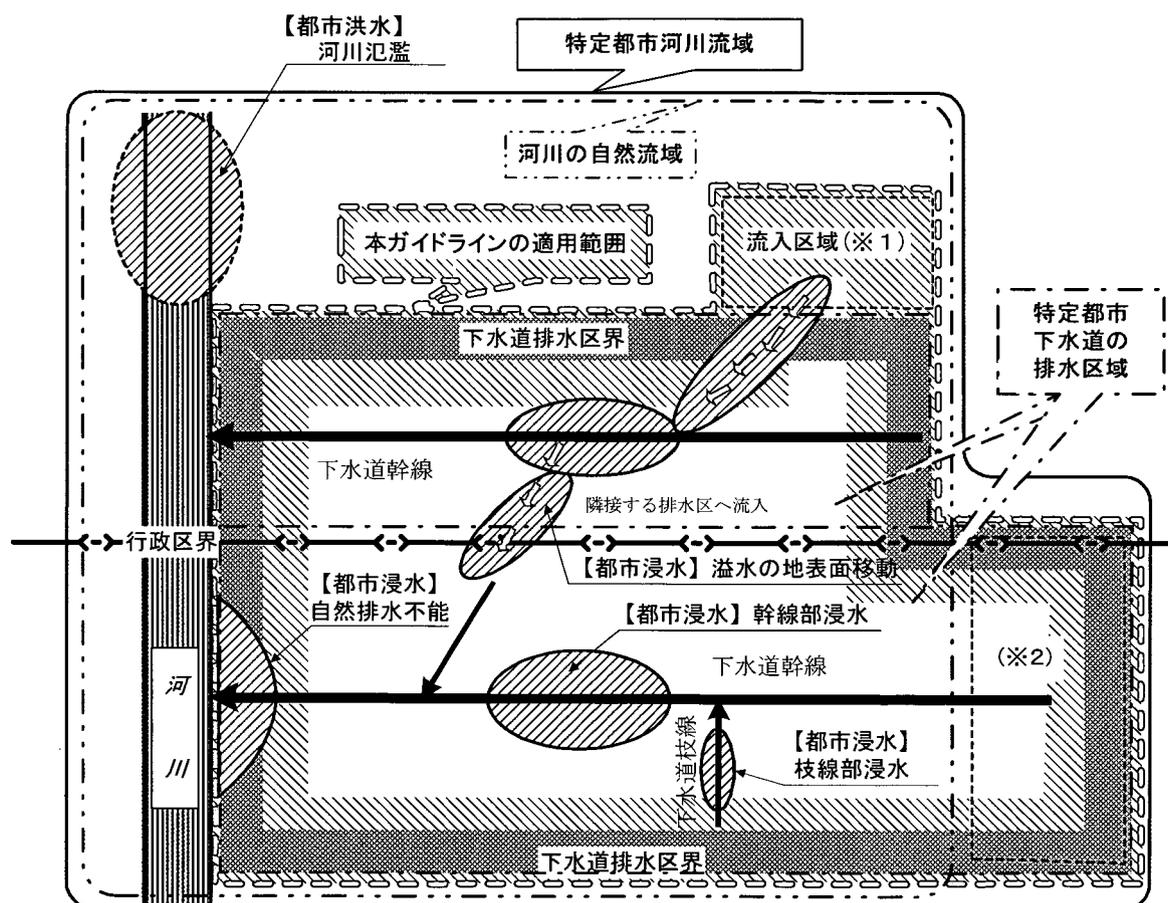


図 1.3.1 浸水・氾濫発生パターンと本ガイドラインの適用範囲

注) ※1 流入区域は、地形条件により特定都市下水道排水区域外から地表面を經由して流入する区域。

※2 河川の自然流域を越えた下水道排水区域。

また、氾濫解析を行う場合に適用する外力区分、すなわち対象とする降雨及び河川等の外水位の条件は、「特定都市河川浸水被害対策法施行に関するガイドライン」のうち「第5章 都市洪水想定区域図及び都市浸水想定区域図の作成」に示されているとおりである。対象とする降雨は、「流域水害対策計画」において定める都市浸水対象降雨とし、外水位の条件は、河川管理者の協力を得ながら設定して行うものとする。

都市域において発生する水災シナリオは、降雨特性、地形特性、雨水排除施設の整備状況、運用状況によって様々であり、本ガイドラインでは、表 1.3.1 に示す河川に関連する内容を除いた水災シナリオ7種類を適用範囲とする。

なお、本ガイドラインで適用としていない都市洪水による水災シナリオや都市洪水と都市浸水の一体的な氾濫解析モデル等については、今後引き続いて検討を加え、十分な知見を蓄積していくものとする。

表 1.3.1 都市域で発生が考えられる水災シナリオと本ガイドラインの対象

水災シナリオの分類	シナリオの特性	水災シナリオ	本ガイドラインの対象 ※河川氾濫は対象外
シナリオ A	降雨パターン及び流域特性の違いによる河川・下水道の流出に起因する水災シナリオ	想定 1：下水道の能力以上での浸水の発生	○
		想定 2：局地集中豪雨での被害	○
		想定 3：本川計画規模降雨時の支川、下水道での浸水	○
シナリオ B	河川流域と下水道排水区の面積が同程度の中小河川における計画手法、及び施設計画の在り方に起因する水災シナリオ	想定 4：河川計画での流入と下水道からの流入量の想定と実態の差異	×
		想定 5：下水道の平面的な配置による河川流量に対する影響	×
シナリオ C	河川・下水道施設の段階整備における整合性の問題に起因する水災シナリオ	想定 6：支川、下水道での計画整備の先行による浸水被害	×
		想定 7：段階整備の不整合	×
		想定 8：下水道整備の結果、施設能力以上の降雨での低地部における浸水被害	○
		想定 9：下水道整備の結果、施設能力以上の降雨での台地部における浸水被害	○
シナリオ D	河川・下水道施設の運転管理に起因する水災シナリオ	想定 10：排水機場の運転調整の有無による浸水	○
		想定 11：貯留施設の有効活用に関する課題	○

2 基本事項

2.1 氾濫解析の要件

都市域の氾濫解析は、次の要件を満たすものとする。

- (1) 下水道管路等と地表面氾濫現象の一体的な解析
- (2) 土地利用・地形の状況を反映した詳細な雨水流出現象の表現
- (3) 多様な浸水状況の表現

【解説】

(1) 下水道管路と地表面氾濫現象の一体的な解析

都市域における氾濫現象は、図 2.1.1 に示すように、①マンホールからの噴き出し、②溢水の地表面氾濫（流下・拡散）、③溢水の低地部湛水、④溢水のマンホールから管きよへの戻り、の4つの現象に分けられる。

このような都市域の氾濫解析を行うにあたっては、下水道管路等（管きよ、マンホール、開水路等）の水位と地表面とが密接に関連しているため、下水道管路等と地表面氾濫現象を、一体的に解析できることが必要である。

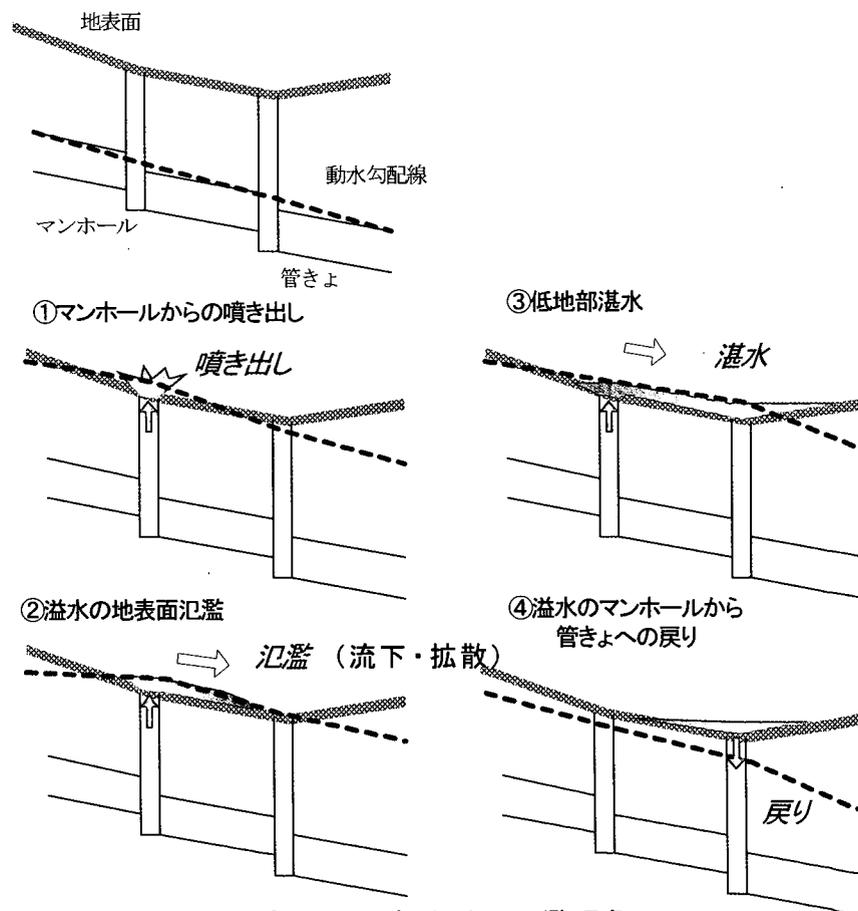


図 2.1.1 都市域の氾濫現象

なお、一体的な解析とは、下水道管路等の水理解析と地表面の氾濫解析を一体的に行い、相互の解析情報をやりとりして逐次計算することを意味する。

(2) 土地利用・地形の状況を反映した詳細な雨水流出現象の表現

氾濫解析では、雨水流出量の算定が重要である。この場合、土地の被覆状況（不浸透域などの浸透能に関わる状況）や地形勾配等によって大きく影響されるため、これらの要因を十分に反映させて流出解析を行うことが必要である。

(3) 多様な浸水状況の表現

都市域の浸水は、都市域内に網羅された下水道管路、開水路などによる雨水排除効果、マンホールからの噴き出し現象や、地形・土地利用に反映した地表面の流下・拡散現象、大規模地下空間等への浸水など複雑な現象が重なっており、これらを複合的に考慮して高い精度で氾濫現象を解析する必要がある。

また、浸水の被害規模は、降雨の強さ・継続時間や河川・下水道施設の整備状況に影響されるが、土地の利用状況や地形特性によっても影響を受けるため、これらの実状に応じた解析が必要である。

【参考】都市域における氾濫解析

従来の氾濫解析は、河川からの破堤・越水等による氾濫（外水氾濫）を対象とし、治水事業の効果算定、浸水区域の設定、避難計画、流域施設による影響把握など様々な用途に活用されてきた。近年では、洪水氾濫危険区域図や洪水ハザードマップが公表されるようになってきたが、実現象を解析により再現するためには図 2.1.2 に示すような下水道管路・開水路や、内水排除不全などを考慮した多様な現象の解析が要求されてきている。

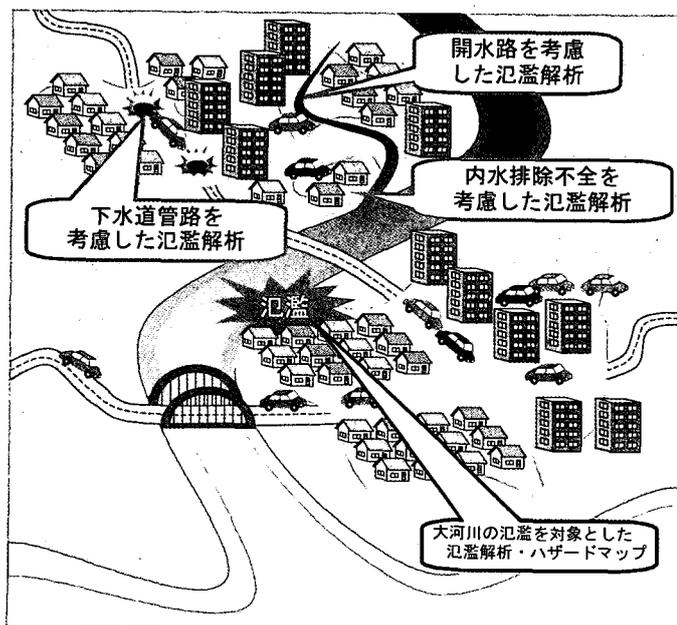


図 2.1.2 都市域の氾濫現象

都市域の氾濫は、東京（平成 11 年 8 月 27 日）、福岡（平成 11 年 6 月 27 日、平成 15 年 7 月 19 日）、名古屋（平成 12 年 9 月 11 日）などの水害から明らかになってきたように、河川からの外水氾濫による地表面氾濫だけでなく、図 2.1.3 のように都市域内に網羅された下水道管路等などによる雨水排除効果、噴き出しや、地形・土地利用に配慮した地表面氾濫、内水排除不全、大規模地下空間等への浸水など複雑な現象が重なっており、これらを複合的に考慮した手法が必要となっている。

こうした各種現象を解析するソフトの開発、利活用に関する研究・技術開発が様々な機関で進められており、現在、公開ソフト（新総合氾濫解析モデル／NILIM；New Integrated Lowland Inundation Model）や市販ソフト（InfoWorks CS, MOUSE, XP-SWMM）などがある。

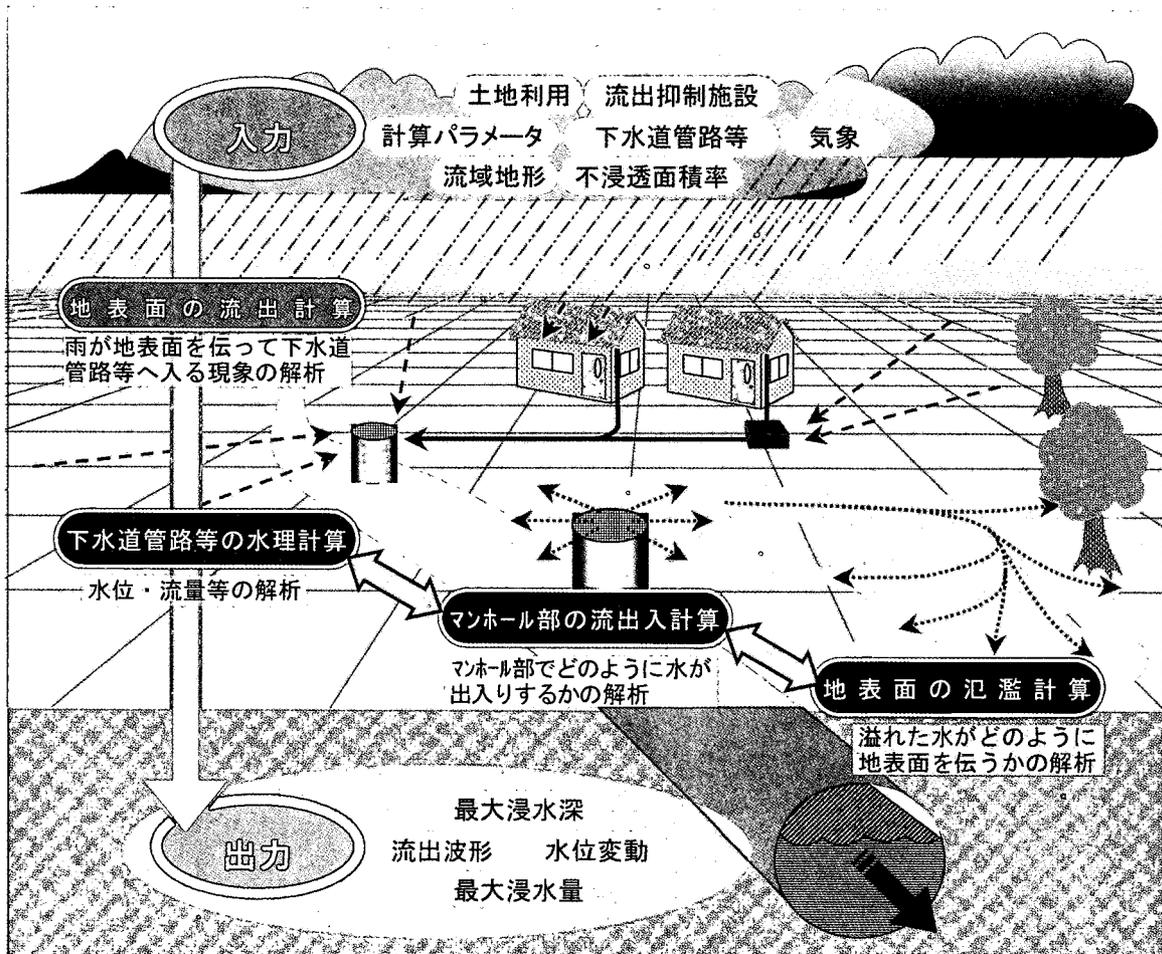


図 2.1.3 都市域の氾濫現象と解析のイメージ

2.2 氾濫解析に用いるソフト

解析ソフトには、氾濫解析の要件を満たしているものを用いる。

【解説】

現在使われている解析ソフトで、氾濫解析の要件を満たしているものには、次のようなものがある。

①公開ソフト：NILIM

②市販ソフト：InfoWorksCS, MOUSE, XP-SWMM 等

なお、これらの解析ソフト以外でも、適切な氾濫解析が可能であれば、上記に限定されない。

NILIM は、国土技術政策総合研究所により開発、公開された、都市域における浸水現象を表現する解析ソフトであり、計算過程とプログラムの透明性が確保されている。

一方、InfoWorksCS(英国/Wallingford Software), MOUSE(デンマーク/DHI Software), XP-SWMM(豪州/XP Software)等の市販モデルは、効率的な雨水排除計画の立案や事業内容、事業効果をわかりやすく説明するツールとして利活用を図るため、(財)下水道新技術推進機構により「流出解析モデル利活用マニュアル(2003年6月改訂)」で紹介されている。

これらの解析ソフトは、既に実流域で実用化されているが、今後機能向上が図られる予定である。また、これら以外の新たに開発された解析ソフトは、適切な氾濫解析が可能かどうか適用性について検討し、要件を満たしている場合は利用することが可能である。

①公開ソフト

NILIM は、国土技術政策総合研究所により開発された、地表面の2次元不定流モデルを用いた氾濫解析(以降、2次元氾濫解析と略す)と下水道管路等の水理解析を連結した一体的に解析可能なソフトである。現時点では、さらに河道と下水道管路等を一体的に解析することが可能な氾濫解析ソフトの開発に着手している。

NILIM の大きな特徴は、下水道管路等からの溢水が地表面を流下して拡散する現象と、下水道管路等の流下状況を判定して、再び下水道管路等へ戻る現象を解析することができる点である。

プログラムソースはFortranで作成され、一般に公開されているため、独自に改良を加えれば、計算途中の任意データの抽出が可能である。ただし、全て数値で入出力されるため、視覚的表現や操作性を向上させるためには、利用者独自によるデータ入出力支援システムの構築などが必要である。

②市販ソフト

市販ソフトは、(財)下水道新技術推進機構で1999年に発刊された「流出解析モデル利活用マニュアル」により紹介され、効果的・効率的な浸水対策の立案や事業内容、事業効果を解析するツールとして利用されている。これらは、合流改善対策の立案・検証などや、下水道対策だけでなく河川との連携対策への利用も可能となることから、2003年6月にマニュアルの改訂が行われた。

これら市販ソフトは、複雑な都市域の流出現象、下水道管路・構造物・施設運転等を含めた水理現象を解析するために開発されたもので、下水道管路内の水理現象とマンホール地点での噴き出しを適切に表現できるが、基本的に溢水が地表面を流下・拡散する現象は表現できない。

このため、都市域において下水道管路からの氾濫を解析する方法には、地下の下水道管路と地表の仮想開水路（道路）を2条管（図2.2.4）としてモデル化する手法が用いられている。

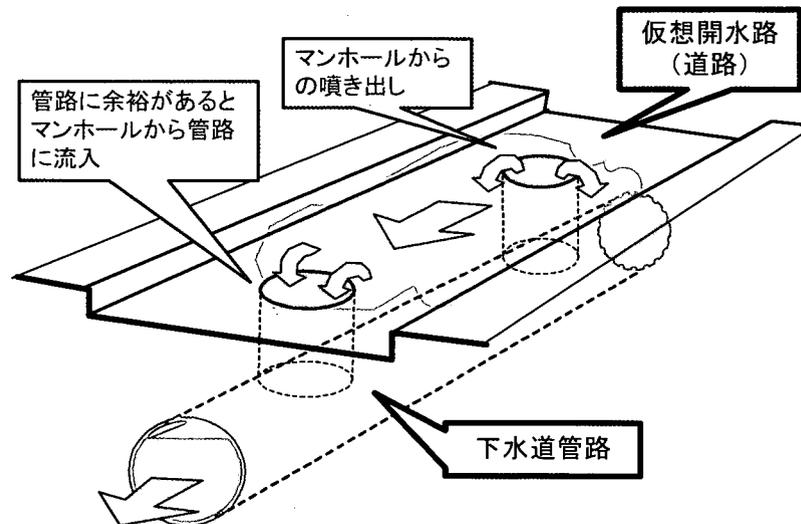


図 2.2.1 市販ソフトにおける下水道管路と地表の仮想開水路（道路）の2条管イメージ

また、市販ソフトは、標準機能としてデータ入力・表示機能が装備されており、データ入力操作が容易で、解析結果を視覚的に表現できる。

計算処理時間は、地表面のモデル化の構造により異なるが、市販ソフトは1次元で計算するため比較的短い。

ただし、プログラムソースは公開されていないため、計算手法の改善等は利用者が直接行うことはできない。

各解析ソフトの機能の比較を表2.2.1に示す。

表 2.2.1 氾濫解析モデルの流出・氾濫解析機能比較表
(2004年4月時点における開発機能での評価)

		公開ソフト	市販ソフト		
		NILIMI.0	InfoWorks CS 5.0	MOUSE 2003b	XP-SWMM 9.10
解析の構造	降雨解析	・時系列データを別途用意	・同左	・同左	・同左
	降雨損失解析	・降雨損失モデル(土地利用毎の初期損失, 浸透能を考慮可能)	・同左	・同左	・同左
	表面流出解析	・等価粗度法 (Kinematic wave 式)	・流出係数モデル ・二重線形貯留タンクモデル (降雨と流出のピークの差を表現する線形貯留タンクの直列配置) ・等価粗度法 (Kinematic wave 式) ・タンクモデル法	・時間面積法 (タイムエリア法) ・単位図法 ・等価粗度法 (Kinematic wave 式) ・タンクモデル法	・非線形貯留法 ・単位図法 ・等価粗度法 (Kinematic wave 式)
	水理解析	【管きよ, マンホール, 開水路】 ・自由水面の有無で以下の式を使用 ➢ Diffusion wave 式 (圧力流れと開水路流れの遷移計算が可能) 【氾濫域】 ・2次元不定流(運動方程式, 連続方程式)	【管きよ, マンホール, 開水路】 ・1次元不定流方程式 (Dynamic wave 式) ➢ 管路は, プライスマンソフトにより圧力管と近似計算	【管きよ, マンホール, 開水路】 ・同左 ・Diffusion wave 方程式, Kinematic wave 式による解析も実行できる	【管きよ, マンホール, 開水路】 ・同左 ・同左
解析対象構造物	管きよ	・矩形, 円形, 多角形	・円形, 矩形, 馬蹄形, 特殊型水路など選択可能 ・ループ管, 2条管, 分岐管の解析も可能	・断面形状は, 任意形状(円形, 矩形, 卵型, 馬蹄形, 左右非対称も可)を入力可能 ・同左	・同左 ・同左
	マンホール	・形状に関係なく断面積で与え, 形状は損失で扱う	・形状に関係なく断面積で与える	・同左	・同左
	開水路	・矩形断面	・矩形水路, 台形水路, U型水路で近似	・任意形状(左右非対称も可)を入力可能	・同左
	水理構造物	・堰, ゲート ・ポンプ	・堰(固定堰, 可動堰) ・オリフィス, ゲート, バルブ(逆流防止, 流量制御) ・圧力(密閉型)マンホール ・ポンプ, 可動堰・ゲートの運転制御シミュレーション機能あり	・同左 ・同左 ・同左 ・同左	・同左 ・同左 ・同左 ・同左
機能	氾濫(原)の解析	・50mメッシュに区分して2次元氾濫解析が可能 ・管きよと地表面流のやりとり計算(水路, 管路への吸引)が可能 ・マンホールからの噴き出し量を地表面と接続して物質収支で計算	・ノードからの噴き出し量, 地表面氾濫現象はノードからの噴き出し量を受ける2条管モデルにより計算可能 ・マンホールからの噴き出し量を地表面と接続しエネルギー収支で計算	・同左 ・同左	・同左 ・同左
	下水道の解析	・末端管きよまでの解析が可能であるが, 現実的にはφ600mmまで程度	・末端管きよまでの詳細な解析が可能(管径に制限なし)	・同左	・同左
	データ入力方法	・地表面メッシュとマンホールの接続の判別, 管路ネットワークの構成, 等のデータ作成に別途作業が必要	・外部データの取り込み可能 ・専用の入力画面によりデータ作成・修正が可能	・同左 ・同左	・同左 ・同左
	解析結果の出力	・対象排水路網内での任意地点の時系列データ(水位, 湛水深, 湛水量)とハイドログラフ ・平面図・アニメーション表現は, データ変換が必要	・対象排水路網内での任意地点の時系列データ(流量, 水位, 湛水量)とハイドログラフ ・結果のアニメーション表示(平面図(流速, 流向, 流量, 水位, 湛水深等), 縦断面図) ・結果ファイル, グラフ出力 ・データコンバータ機能による外部出力	・同左 ・同左 ・同左 ・同左 ・同左	・同左 ・同左 ・同左 ・同左 ・同左
その他		・開発言語 Fortran 90	・汚濁負荷解析も可能 ・インターフェイスが充実しており, データの入力操作が容易	・同左 ・同左	・同左 ・同左
	利用者によるソフトウェアの改良	・プログラムソースの書き換えが自由	・プログラムソースが未公開のためソフトの改良はできない	・同左	・同左
	価格	・公開(無料)	・有償	・同左	・同左

※ 色付きは特に差異の大きいところ

3 氾濫解析モデルの利活用

3.1 解析資料の収集

氾濫解析には、次に関する資料が必要である。

- 流域条件
- 下水道施設
- 浸水発生時の事象
- 放流先の河川等

【解説】

氾濫解析を行うにあたって、図 3.1.1 に示すフローに従いモデル化の対象範囲について資料収集を実施する。

なお、解析の信頼性を高めるためにも精度の高い資料が必要であり、極力関係部局保有の既存資料を活用することとし、不足する場合には必要に応じて別途調査を行う。

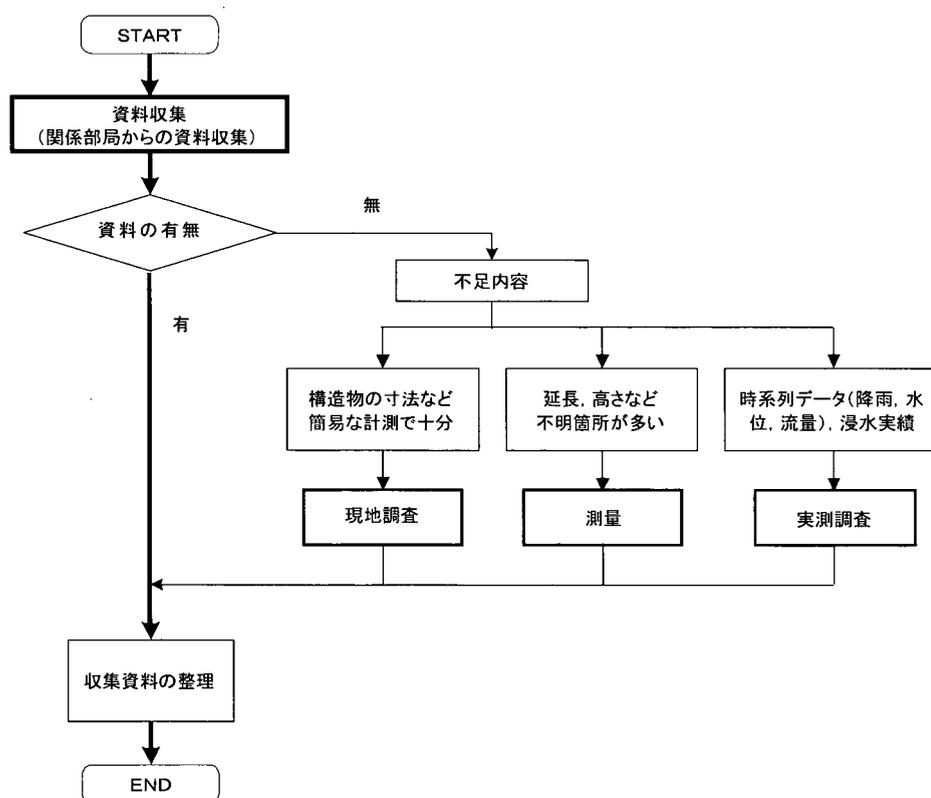


図 3.1.1 資料収集フロー

参考：「流出解析モデル利活用マニュアル(2003.6)」

解析にあたって必要となる資料を表 3.1.1 に示す。

これらの資料は、各関係部局に分散して保管されているため、資料の保管場所を十分に把握した上で、目的に応じた効率的な資料の収集を行うことが重要である。その他、国、自治体および民間で整備が進められている地理情報システム (GIS) を活用して地形状況、

土地利用状況等の資料を取得することもできる。また、各関係部局から収集した資料で十分でない場合には、現地踏査、実測調査により収集する必要がある。

表 3.1.1 解析に必要となる資料

資料区分	資料の項目	資料の種類	資料の内容	保管、管理部門
流域条件	地形・地質	各種地形図	流域界, 集水区域	国土地理院
		地盤高図	地盤高	国土地理院, 下水道担当
		地質図	表層地質	国土地理院等
		土質調査資料	土質	各種調査報告書等
土地利用状況等	土地利用図 都市計画図	不浸透域率, 流出係数 不浸透域の直接流出域率, 凹地貯留深	都市計画担当	
	道路台帳 国土数値情報 細密数値情報(10mメッシュ)	初期浸透能, 最終浸透能, 減衰係数 地表面粗度係数, 土地利用状況 道路幅員別延長		
下水道施設	管きよ, マンホール 開水路,	施設台帳 施設平面図・縦断図 区画割平面図 流量計算書 竣工図書 施設設計基準 各種調書	区画割面積 形状寸法, 延長, 勾配 上下流管底高 粗度係数 マンホールの形状寸法 地盤高 座標	下水道担当
	水理構造物	施設構造図 ポンプ・ゲートの運転記録	<ul style="list-style-type: none"> ・ポンプ ポンプ井形状寸法, 台数, 起動・停止水位 H-Q 曲線, 制御方法, 実績時系列データ(稼働台数・時間, 流量等) ・堰 形状・寸法, 設置角度, 流量係数, 越流係数 ・オリフィス 形状・寸法, 高さ, 流量係数 ・貯留池等 形状・寸法または H-V 曲線 ・流量制御装置(ゲート・バルブ等) 形状・寸法, 開閉速度 	下水道担当, 河川担当
	全体計画等	全体計画図書, 認可申請図書, 雨水排除計画	流域界, 区画割面積, 流出係数, 不浸透域率, 人口密度, 汚水量原単位, 特定水量	下水道担当
浸水発生時の事象	浸水被害	浸水関係資料	浸水区域, 浸水深, 水害調書・写真 下水道における実測値(水位, 流速, 流量)	下水道担当, 土木担当, 防災担当
	降雨量	既往の降雨資料	降雨分布を考慮した実績降雨資料 (降雨量, 降雨強度, 降雨継続時間)	气象台, 測候所, 河川, 防災担当
	河川水位等	既往の水位資料	洪水実績水位・流量(最高, 時系列変化)	河川担当
放流先	河川等の現況計画	改修計画	計画規模, 計画高水流量,	河川担当
		河川・水路等の水位・流量	計画高水位, 水理調書, 計画断面,	河川担当
		放流規制	許容放流量, 制限水位	河川担当

3.2 実測調査

氾濫解析を行うにあたって、以下の資料が不足している場合は実測調査を実施する。

- (1) 降雨量
- (2) 下水道管路等の水位、流量
- (3) 浸水区域、浸水深、浸水時刻などの実績
- (4) その他

なお、浸水の発生頻度が高い地区については、実測調査を継続して観測結果を蓄積していくことが必要である。

【解説】

キャリブレーションを行うためには、実測調査資料（降雨、水位、流速、流量）が必要であるが、下水道管路等の水位や流量に関する観測記録は非常に少ないため、必要な実測調査を行う。

なお、浸水の発生頻度が高い地区については、浸水区域の想定だけでなく、種々の対策に活用できる解析ソフトの適合性を検証するため、実測調査を継続して観測結果を蓄積していくことが必要である。

(1) 降雨量

降雨データは、流域内及び流域近傍における降雨の時間分布を考慮して、複数の観測所を対象に精緻なデータを収集する。この場合、観測値は、降雨開始時から浸水終了時までが必要となる。

なお、観測所の配置が粗の場合には、新たに雨量計を設置することやレーダー雨量の活用も考えられる。

(2) 下水道管路等の水位、流量

下水道管路等の水位を測定する。必要に応じて上下流の複数地点において測定する。この場合、降雨量と時系列的に対応した記録が必要である。また、測定地点における流量を確認するため、流出のピーク値を含む時系列の流速を測定し、これらから流量を算定することも必要である。

これらの実測調査方法については、「流出解析モデル利活用マニュアル、2003.6、(財)下水道新技術推進機構」を参照するとよい。

また、測定機器には、面速式の流量計（図 3.2.1）、圧力式水位計（図 3.2.2）、光ファイバー式水位計（図 3.2.1）等があり、近年では光ファイバー式水位計の利用も広まりつつある。なお、管頂以上の水位となる場合、その観測精度が低下する可能性があるため、管頂以上も測定できる水位計を設置することが望ましい。

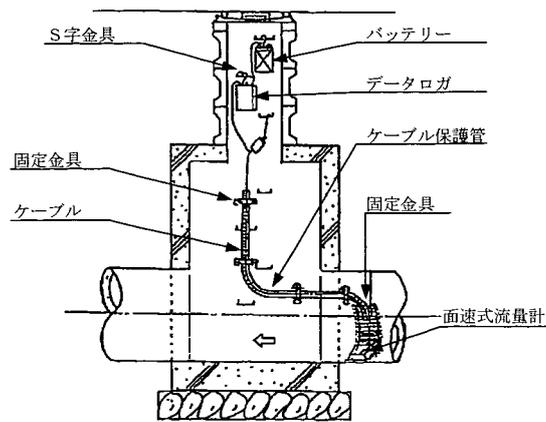


図 3.2.1 面速式流量計による流量測定例

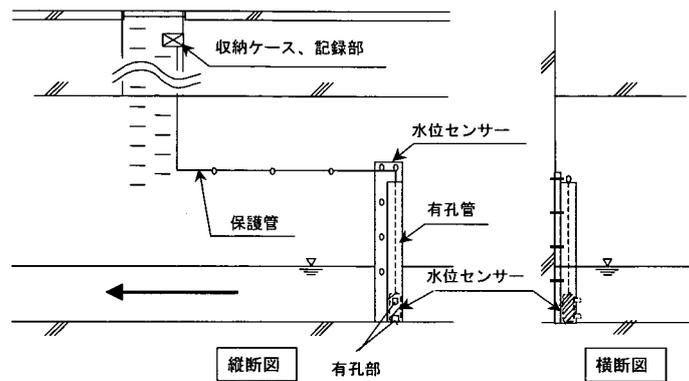


図 3.2.2 圧力式水位計による水位測定例

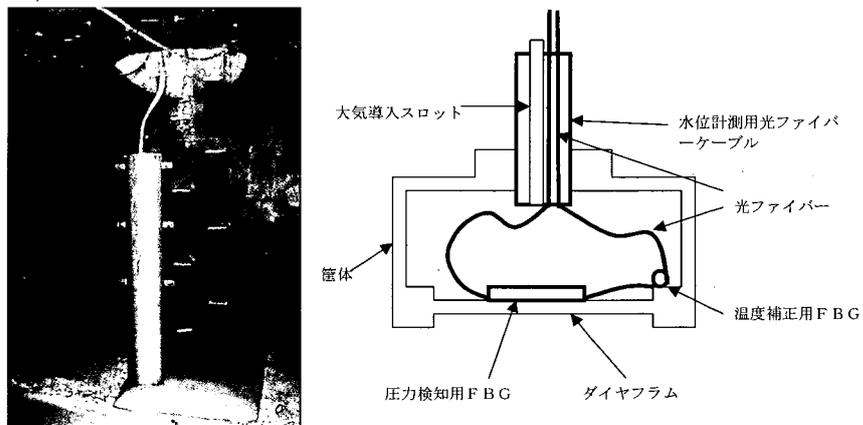


図 3.2.3 光ファイバセンサによる水位測定例

参考：合流式下水道の雨天時放流水質基準についての水質検査マニュアル

(3) 浸水区域、浸水深、浸水時刻などの実績

キャリブレーションで用いるため、浸水発生時の浸水区域、浸水深、浸水時刻などの実績があればそれらを収集する。

特に、浸水深については時系列的な記録があれば非常に有用である。

一方、浸水発生時の逼迫した状況では時系列データが残されていることは少ないため、浸水終了後、浸水発生時刻や浸水深についての聞き込み調査や、簡易測量による痕跡水位、最大浸水深等を確認することも重要である。

(4) その他

上記の他に、放流先河川の時系列水位や流域内のポンプ場の運転状況（ポンプの運転台数、ポンプ排水量、運転開始時刻と内外水位、運転停止時刻と内外水位など）、放流地点の水門・樋門や可動堰の構造および開閉状況（閉塞、開放の時刻、操作水位）なども把握する必要がある。

3.3 対象流域のモデル化（氾濫解析モデルの作成）

対象流域をモデル化する場合には、以下の下水道管路等の部分と、地表面部分について収集した資料を加工、補正、数値化を行う。

- (1) 下水道管路等のモデル化
- (2) 地表面のモデル化

【解説】

対象流域のモデル化にあたっては、基礎調査の結果を反映させることが重要である。

また、浸水状況を再現するために、下水道管路等と地表面を対象に収集した資料の加工、補正、数値化を適切に行う。

なお、モデル化・数値化したデータは、単純ミスのないように確認する。

(1) 下水道管路等のモデル化

下水道管路等のモデル化にあたっては、対象流域の特性や求められる解析精度により、表 3.3.1 に示す項目に対して留意することが必要である。

表 3.3.1 下水道管路等のモデル化の際に留意すべき内容

項 目			留意すべき内容
下水道管路	管きよ	対象範囲	浸水区域およびその周辺の管きよは、なるべく枝線までモデル化する。
	マンホール	省略と振り分け	ランピングを行う場合や、中間マンホールを省略する場合には、管きよの断面や勾配等に留意する（次頁【参考】を参照）。
開水路	開水路	断面、縦断形状	複雑な断面である場合は、簡略化してもよい。
水理構造物	ポンプ場	ポンプ諸元	排水能力、on-off 水位、最大排水能力、到達時間等に留意する。
	吐き口	堰、ゲート、オリフィス等	堰高、堰幅、ゲート開口、オリフィス径、操作規程等に留意する。
	雨水貯留施設	貯留、導水、返送施設	貯留施設の貯留容量、導水管の規模、返送施設能力等に留意する。
その他	浸透施設	浸透能	オンサイト施設として浸透効果を考慮する場合は、一般に損失降雨量を調整することで対応する。浸透井や素堀の調整池などオフサイトの浸透施設を考慮する場合は、浸透能に相当する放流量を設定した吐口としてモデル化する方法もある。

【参考】ランピング、マンホールを省略する場合の注意点

下水道管路等をモデル化する場合は、ランピングをすることがあり、以下に注意点を示す。

(1) 管きよを省略する場合の集水面積と、マンホール断面積

氾濫解析を行う場合には、下水道管路等をどの程度まで詳細にモデル化するかが計算に要する時間に大きく関わってくる。幹線だけでなく、末端の面整備に関わる枝線まで詳細にモデル化するには時間を要する。

このような場合、幹線、枝線をすべてモデル化するのではなく、枝線に関するマンホール数に応じて合流先のマンホールに図 3.3.1 のようなランピング（集水面積やマンホール断面を統合すること）する方法も有効である。

なお、特に氾濫に直接には関係しない管きよ・マンホールに関しては、このように簡素化を図っても良いが、キャリブレーションにより、浸水現象の再現についての妥当性を確認することが重要である。

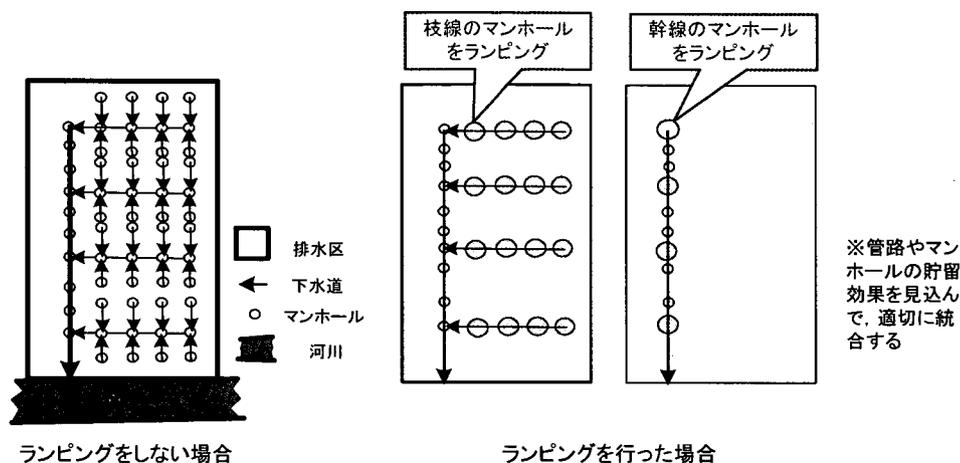


図 3.3.1 ランピングの例

(2) マンホールを省略する場合の注意点

マンホールを省略してモデル化することも可能であるが、省略するマンホールの上・下流管きよが以下のような場合には、下水道管路内の水理特性が大きく変わってしまうため、マンホールの省略が妥当かどうかを十分に考慮することが必要である。

- 大きな落差がある場合（図 3.3.2）
- 管径が大きく変化する場合
- 勾配が大きく変化する場合

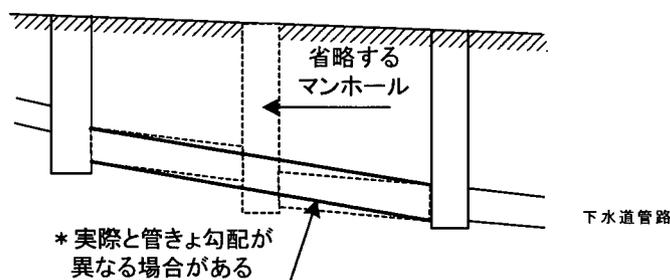


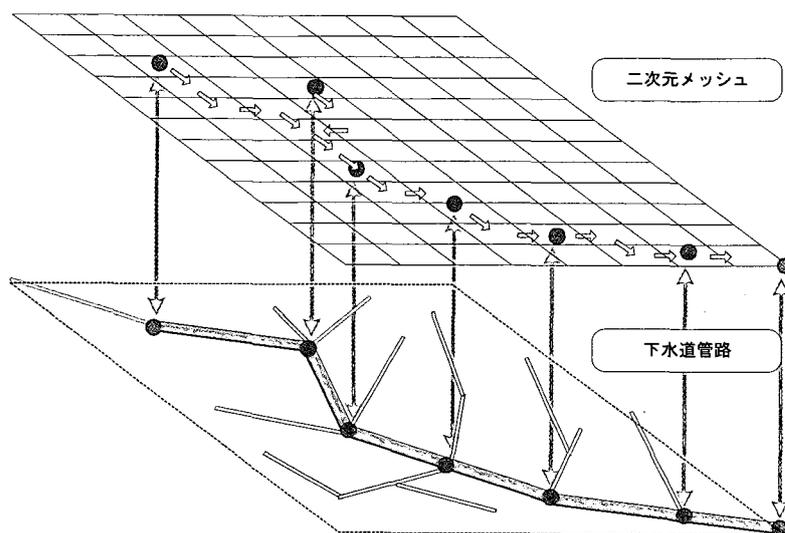
図 3.3.2 マンホールを省略する場合の注意すべき例

(2) 地表面のモデル化

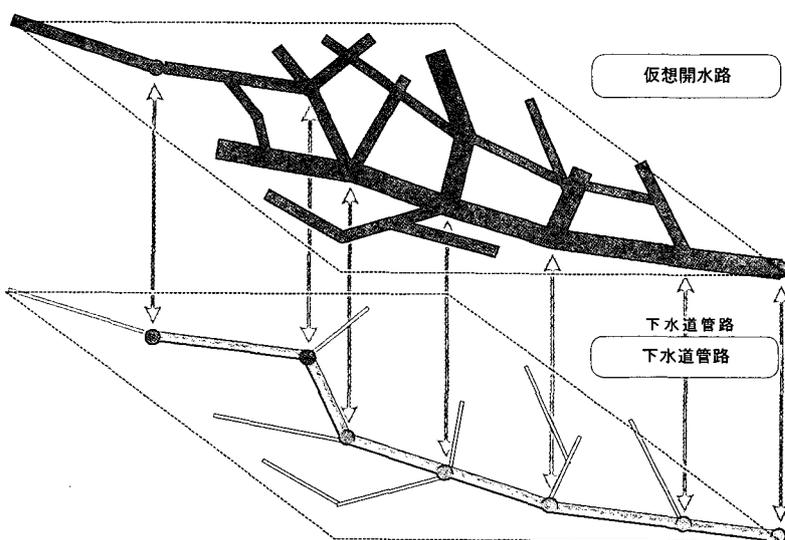
地表面をモデル化するには、メッシュで表現する方法と、道路を仮想開水路として表現する2つの方法がある(図3.3.3)。

NILIMでは、地表面をメッシュ(50m程度)に区分し、メッシュ内に分布するマンホール部で管きよと接続して、下水道管路等の内部の流れと地表面の流れを一体的に解析する。この場合、管きよの流下能力以上の雨水がマンホールから噴き出し、地表面勾配に従って流下・拡散するものとして2次元氾濫解析を行う。

市販ソフトで地表面の氾濫解析を行う場合には、道路を仮想開水路として、マンホール部で管きよと仮想開水路(道路)を接続させた2条管構造とし、地表面の氾濫現象を開水路の流れとして表現する。



(a) メッシュによるモデル化



(b) 道路を仮想開水路としたモデル化

図 3.3.3 地表面のモデル化の方法

表 3.3.2 地表面をモデル化の際に留意すべき内容

項目	留意すべき内容
地盤高（標高）	下水道台帳のマンホール高や道路台帳の地盤高と、流域地図情報の地盤高が異なる場合がある。この場合には、適切に補正して用いる必要がある。
基準面	基準面（T.P, A.P 等）が異なる場合があり、このような場合には基準面高を考慮した標高の変換作業が必要となる。
道路幅	仮想開水路の幅の設定は、溢水量の大きさに関わるため、適正な設定が必要である。
不浸透域	地表面雨水流出に関わるため、地表面データ等からの算出等が必要である。

a) メッシュによるモデル化

NILIMで地表面のモデル化を行う場合には、以下のような注意点がある。

① 氾濫解析対象範囲

NILIMでは地表面を2次元メッシュとして取り扱うが、この場合の解析対象範囲の形状に関して制限はない。ただし、隣接メッシュの設定やメッシュ番号の割振り等で不要な手間や混乱、間違いを生ずる可能性もあることから、極力矩形の解析範囲内に流域を包含し、解析範囲外には浸水を阻害するような設定で解析することが望ましい。

② メッシュの地盤高

各メッシュの地盤高はメッシュの平均地盤高で与えるため、起伏の大きい流域や複雑な流域ではその取り扱いに注意する。解析の精度が要求される場合には、メッシュ内に、小メッシュを内挿する方法がある。なお、メッシュ間の地盤高差については、プログラム内で自動的に段落ち・段上がり条件で計算される。

③ 地上構造物等

メッシュ内の氾濫解析では、地上構造物の氾濫阻害効果を見込んだ地表面粗度で流下遅れ時間とともに地表面水深を表現している。都市浸水想定区域図を策定するにあたっては、盛土や止水構造等の地上構造物の投影面積や、地下街や地下室等の浸水が見込まれる面積の設定をメッシュ毎に与えることで、より精緻な解析を行うことができる。

④ メッシュとマンホールの接続

全てのマンホールは、どのメッシュと接続するかを定義する。この場合、1つのメッシュに複数のマンホールがあっても良い。

b) 道路を仮想開水路としたモデル化

市販ソフトで氾濫解析を行う場合には、次のような手順で検証を繰り返しながらモデル化を行うことで計算精度を高めていくことができる。

Step-1 下水道管路等のモデル化・流出解析に基づく噴き出し発生箇所の特定

- まず、下水道管路等のみをモデル化して、地表面の仮想開水路がない状態で解析を実施して、噴き出し発生箇所を特定する。(図 3.3.4)

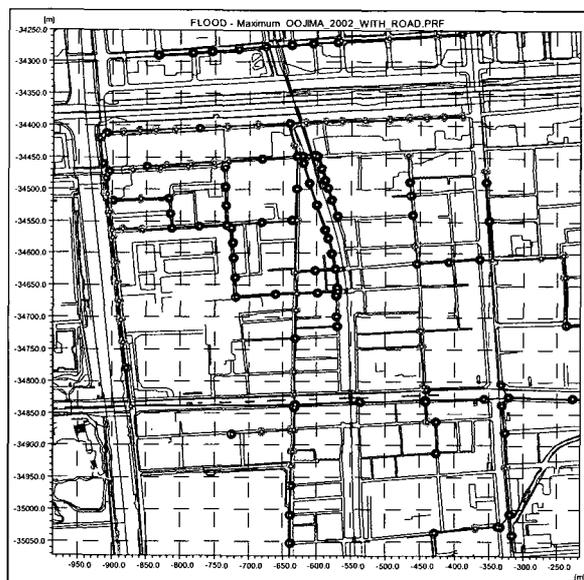


図 3.3.4 下水道管路からの噴き出し箇所の特定

Step-2 仮想開水路のモデル化・浸水区域の特定

- Step-1で特定した噴き出し箇所や地形勾配，浸水実績区域等を配慮して地表面の溢水の流下方向を想定し，必要な箇所の単純な仮想開水路(図3.3.5)を作成する。
- 拡散する氾濫を表現するために、地表面の仮想開水路(道路)を、Step-1でモデル化した下水道管路等の直上以外へ配置しても良い。
- 下水道管路等と仮想開水路を2条管構造で氾濫解析を実施し，浸水箇所の再現性を確認する。

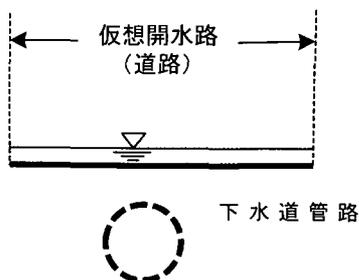


図 3.3.5 道路を仮想開水路とした設定例

Step-3 詳細な浸水深・湛水量の算定

- Step-2 では道路を仮想開水路として溢水が流下・拡散するとしているため、道路周辺の宅地への氾濫を表現できない。したがって、実際の氾濫状況を表現するために、道路形状を周辺氾濫域を考慮し、適切に設定する必要がある。
- 氾濫解析において道路を仮想開水路と仮定した場合には、幅員・形状の与え方によって浸水深・湛水量等の氾濫分布状況が異なる場合がある。このような場合には、基礎調査結果に基づく地形条件を踏まえて、道路周辺部の氾濫域の浸水を表現できるような断面形状とすることや、建物等による浸水排除部分を考慮して仮想開水路幅を設定する。また、浸水実現象と解析値を近似させるため、仮想開水路の粗度係数を適切に設定する等の工夫も必要であるが、その取り扱いについて主観的判断が必要となるので注意する。(図 3.3.6)

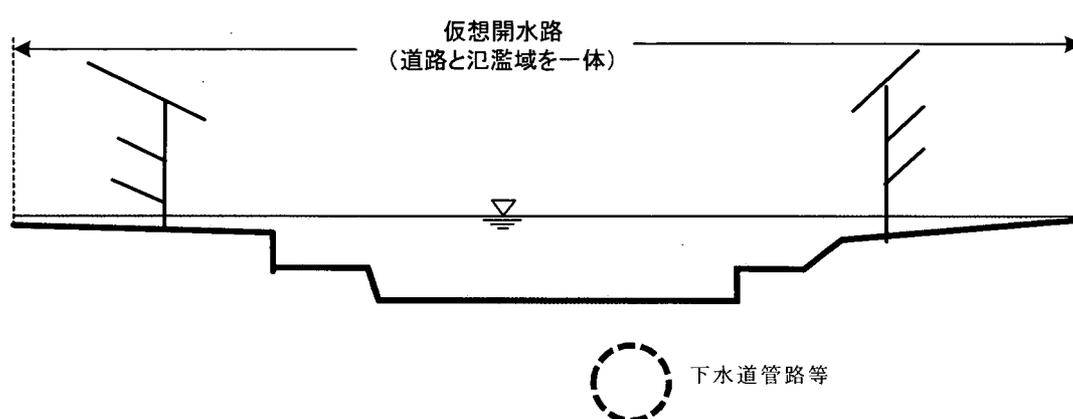


図 3.3.6 仮想開水路を拡張した断面形状の設定例

【参考】地形条件と注意点

傾斜地の浸水現象を解析する場合は、溢水が地表面を流下しながら浸水被害を引き起こすため、地表面の氾濫現象を適切に表現する必要がある。

NILIM では、地表面の隣接するメッシュ間での高低差が大きいと計算が不安定となるため、メッシュ細分する、小メッシュを挿入する等モデル化に配慮が必要である。

市販ソフトでは、道路面を仮想開水路に見立てた解析を行うので、溢水が道路上を流下するような傾斜地の氾濫現象を比較的自由に表現しやすいが、より精緻に解析を行うためには道路網を詳細に表現する必要がある。なお、局地的な窪地などでの噴き出し現象を表現する場合には、地表面に仮想開水路を設置しなくても、マンホール上に仮想貯留池を設定することにより表現することが可能である。

3.4 キャリブレーションの実施

モデル化した対象流域の再現性を確認するために、解析パラメータの設定を行い、実測値と計算値との整合を図る。

【解説】

下水道管路等の流下状況を適切に表現するためには、キャリブレーションによって実測値や実績値との整合を図ることが重要である。また、対象降雨が小規模な場合でも、上下流の複数地点の水位をキャリブレーション（縦断方向のキャリブレーション）すれば、氾濫解析モデルの再現性は、概ね確認できる。

浸水現象を解析する場合には、雨水流出量の算定や下水道管路等の粗度係数などの解析パラメータの検証と併せて、マンホールからの噴き出し現象を表現するが、この場合、できるだけ氾濫実績との検証を行う。

キャリブレーションは、以下の手順で行う。

Step-1 下水道管路等のキャリブレーション

下水道管路等のキャリブレーションでは、総流出量や、水位及び流量のピーク値、発生時刻、および全体的な波形等の整合を図り、氾濫解析モデル中のパラメータを設定する。

キャリブレーションの実施にあたって、基本的な考え方は次のとおりである。

- (ア) 時空間分布も含めて複数の既往降雨に対して行う。
- (イ) 降雨記録と下水道管路等に設置された計測器等により得られた水位、流速、流量等の実測値を用いて行う。
- (ウ) キャリブレーションの良否の判断は以下の項目で行う。

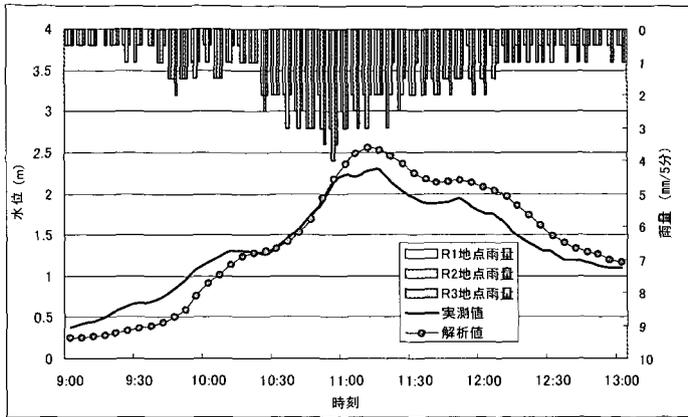
①総流出量

総流出量の実績値と解析値が、概ね整合しているか確認する。なお、実績値が得られない場合や、総流出量が確認できない場合には、新たに流量計を設置して実測する必要がある。

②ピークの高さと発生時刻、並びに波形

実測地点における水位及び流量についてのピーク高さ、ピークの発生時刻、及び全体的な波形が、実績値と解析値で概ね整合しているかをハイドログラフ等で確認する。

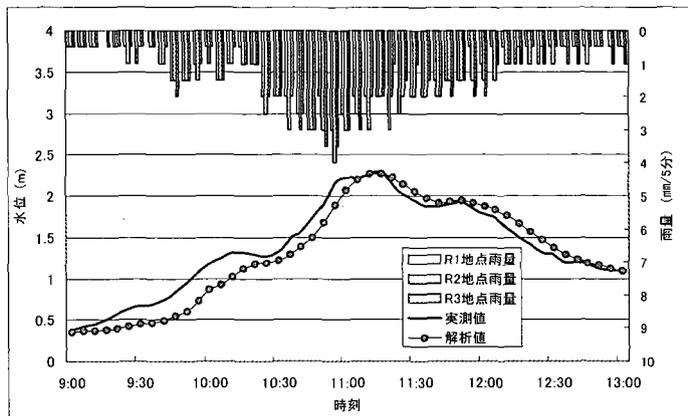
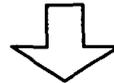
図 3.4.1 に水位に関するキャリブレーションの例を示す。



当初設定

第1段階

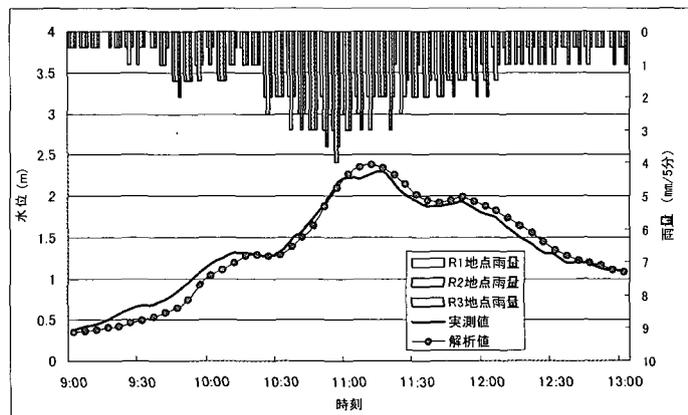
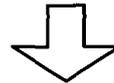
実測値に比べ、晴天時水位が低く、流出の遅れが顕著である。また、ピーク水位が高い。



基底流量を変更

第2段階

晴天時水位とピーク水位を整合させるために、晴天時汚水量と流出量の調整を行った。



斜面勾配と等価粗度の調整

第3段階

集水域における斜面勾配と等価粗度の調整（勾配は急に等価粗度は小さくし、急峻な流出波形を形成）を行った。

図 3.4.1 下水道管路等の水位に関するキャリブレーション事例

なお、水位計が下水道管路等の上下流に連続して設置され、実績値又は実測値がある場合には、縦断的な水位変動を確認することにより精度の向上を図ることが可能である。

Step-2 浸水区域のキャリブレーション

溢水量に基づき浸水区域の氾濫状況を表現する際には、氾濫解析手法（メッシュに基づく2次元不定流解析、または仮想開水路を用いた2条管による氾濫解析等）や地表面粗度・道路形状により氾濫状況が異なってくるため、対象区域において浸水実績でのキャリブレーションによる再現性等の確認・検討を行うことで、氾濫解析手法・諸条件を設定する。

なお、浸水区域のキャリブレーションでは以下の点に留意する。

① 浸水範囲の確認

浸水実績図がある場合には、浸水範囲の整合性を確認する。

② 浸水深のピーク発生時刻、浸水継続時間の確認

浸水深のピーク発生時刻や浸水継続時間等の実績値がある場合には、その整合性についても確認する。

図3.4.2に浸水区域に関するキャリブレーションの例を示す。

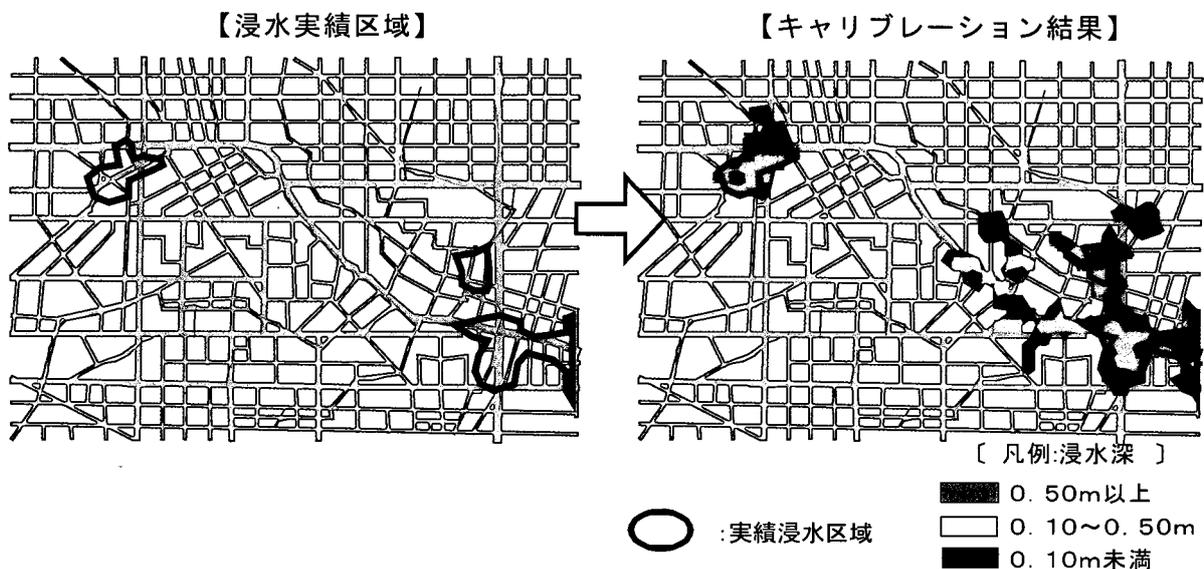


図3.4.2 浸水区域のキャリブレーション事例

Step-3 氾濫解析モデルの特性把握

氾濫解析モデルのキャリブレーションが完了した時点で、仮想降雨（極端に大きな降雨）による浸水現象をあらかじめ解析しておき、流域の水災特質（どこで溢れたら、その氾濫水が、どういう流下・拡散現象を示して到達するか、など）や、浸水ポテンシャル（どのような降雨規模で、どんな場所から、どのような規模の浸水が発生するか、など）を把握しておくことも重要である。

3.5 シミュレーションおよび結果の出力

再現性を確認した氾濫解析モデルにより，都市浸水想定区域のシミュレーションを行い，シミュレーション結果は，浸水深，浸水区域として出力する。

なお，出力方法には，地表面のモデル化の方法によって点による表現，線による表現，メッシュによる表現がある。

【解説】

都市浸水想定区域図を作成する場合の氾濫シミュレーションを行う際には，「流域水害対策計画」の中の「特定都市下水道の整備に関する事項」に定められた対象外力を用いて解析を行う。

また，シミュレーション結果は，浸水深，浸水区域として出力する。

なお，シミュレーション結果の表現には，図 3.5.1 に示す以下の 3 つの方法があるが，いずれの場合にも最大包絡線を表現できるよう配慮する。

①点としての表現

- 仮想開水路の浸水深をマンホール位置で，代表して表現する。
- 局所的な浸水地点の表現には適するが，浸水想定区域として表現する場合は，表示地点の密度を高める必要がある。

②線としての表現

- マンホールと連結する仮想開水路網上の流れとして，浸水深を表現する。
- マンホール位置の浸水深を仮想開水路の浸水深として表現する。
- 仮想開水路とした道路上の平均浸水深を線として表現しているため，解析する精度に応じて道路網の密度を高める必要がある。

③メッシュとしての表現

- 地表面をメッシュに区分し，区分したメッシュ単位で面的に浸水区域及び浸水深を表現する。
- 各メッシュの地盤高の設定にあたっては，メッシュ内での平均的な標高を代表値とする等，適切に設定する必要がある。

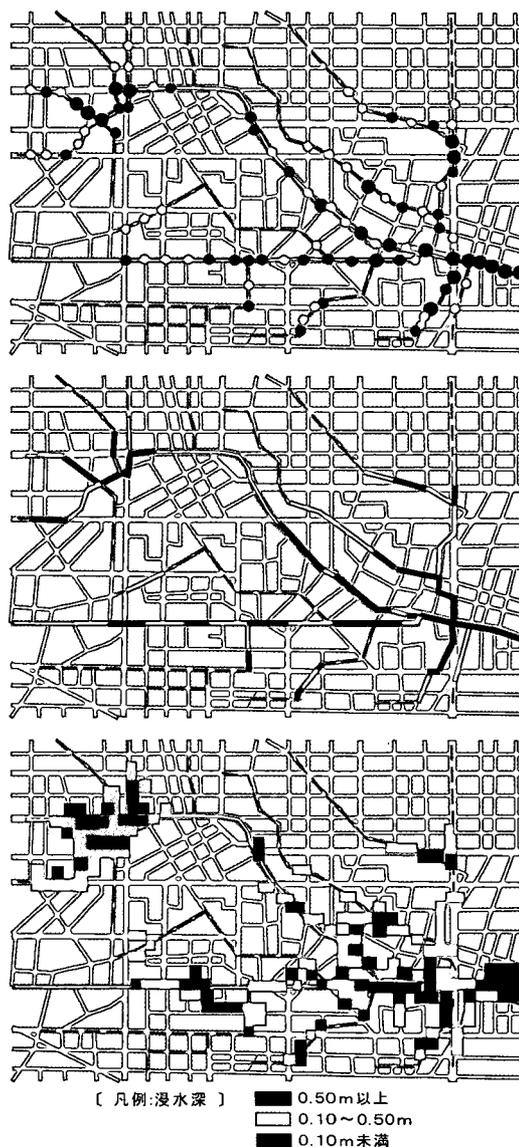


図 3.5.1 氾濫解析結果の表示例

なお、時系列（10分ピッチ，1時間ピッチなど），メッシュのサイズ（50mメッシュ，25mメッシュなど），流向，流速などの他の解析結果も，今後の避難計画や対策計画を策定する際に必要な情報となる場合がある。

【参考】各氾濫解析モデルでの溢水量算定例

図 3.5.2 に，市街地をイメージした 1km×2km の単純矩形の仮想流域で解析した溢水量の算定結果を示す。

この結果，適切なパラメータを採用した仮想流域の同一条件下における下水道管路等からの溢水量は，洪水の立ち上がり部分ではほぼ同様な傾向を示している。一方，洪水の低減部分では氾濫解析モデルにより微妙に異なることが確認されている。

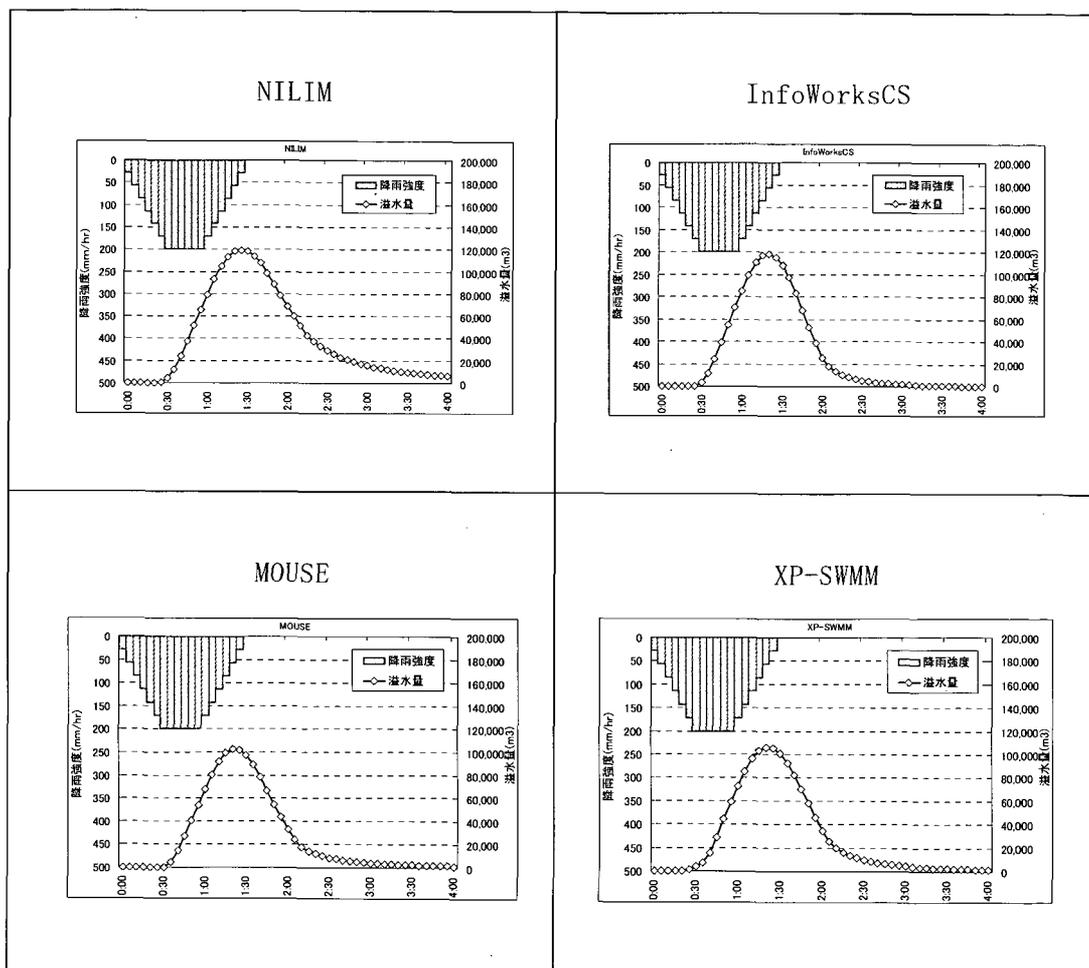


図 3.5.2 各氾濫解析モデルの溢水量算定例

3.6 都市浸水想定区域図作成における留意点

浸水想定区域図の作成にあたっては、氾濫解析モデルによるシミュレーション結果を基に、地下空間等の都市域特有の施設立地状況や実績浸水区域等を考慮して、必要な修正を行う。

【解説】

都市浸水想定区域図の作成においては、「都市浸水対象降雨」、「浸水想定区域（浸水範囲）」、「浸水想定水深」が必要な情報であり、図 3.6.1 に示すように氾濫解析結果（出力結果）から浸水区域・浸水深を把握するとともに、実績浸水区域を加味して浸水区域の追加や、各浸水深の最大包絡線の補正などを行う。

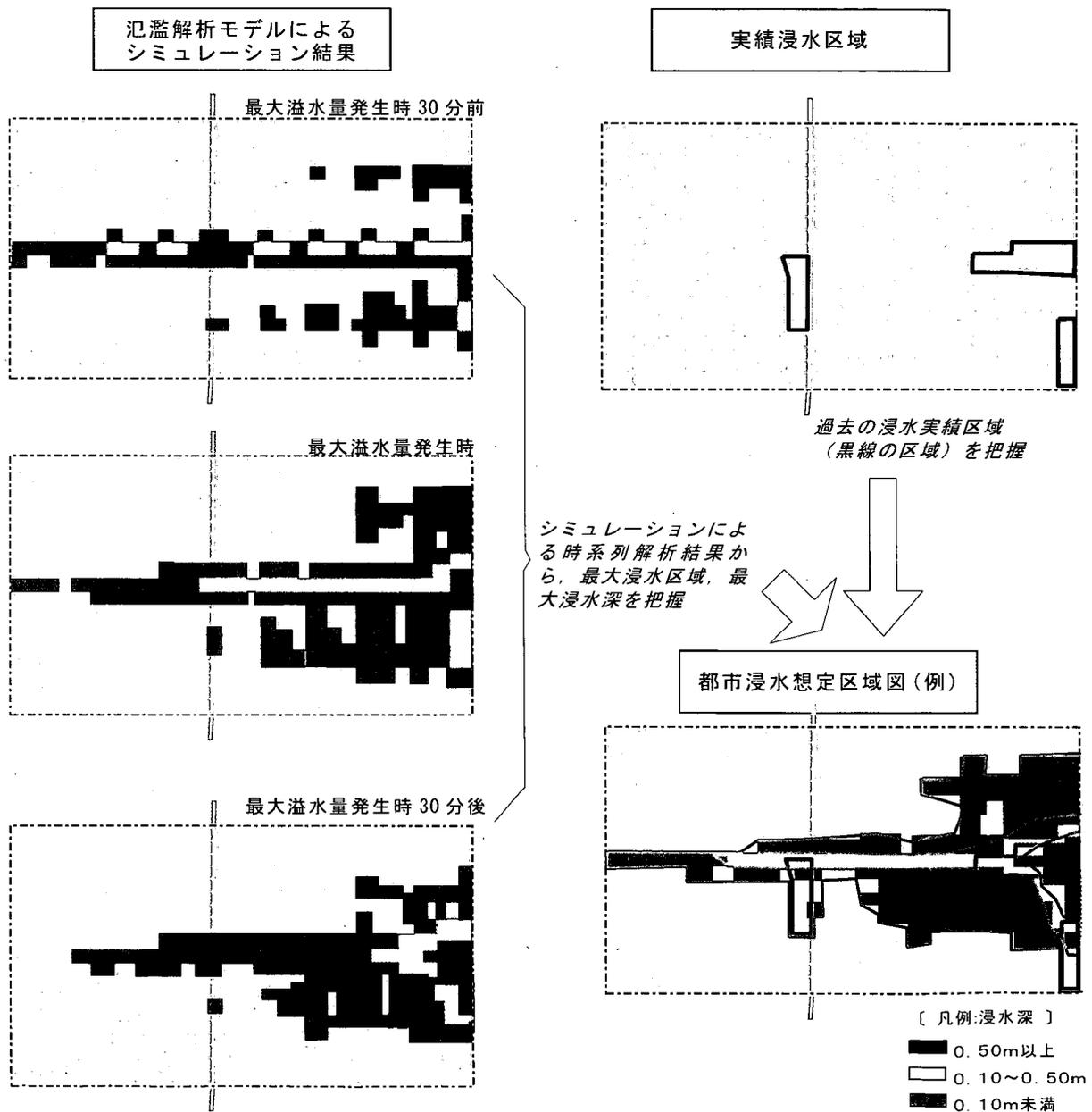


図 3.6.1 氾濫解析モデルのシミュレーション結果を活用した都市浸水想定区域の作成例

なお、実際の氾濫現象では、盛土、止水構造等によって浸水が生じない区域や、地下空間、家屋の床下等、構造物内部が浸水する可能性のある空間等の都市域特有の施設立地状況が存在するが、これらすべてを解析条件に盛り込んで厳密に評価することには限界がある。

そのため、都市浸水想定区域図の作成にあたっては、氾濫解析結果及び実績浸水区域を踏まえたうえで、必要に応じて、浸水発生の可能性の有無、浸水被害の度合い、浸水実績後の施設整備状況等に基づく修正を加え、区域図作成作業を行うことが重要である。

解析結果の表現には、図 3.6.1 に示した 3 つの表示方法があり、次に示す事項に配慮して、浸水想定区域図を作成する。

①点としての出力結果を用いる場合：

浸水区域図をメッシュで表現する場合には、表示するメッシュ内に分布するマンホールの浸水深を平均的な浸水深に換算する等の工夫が必要である。

②線としての出力結果を用いる場合：

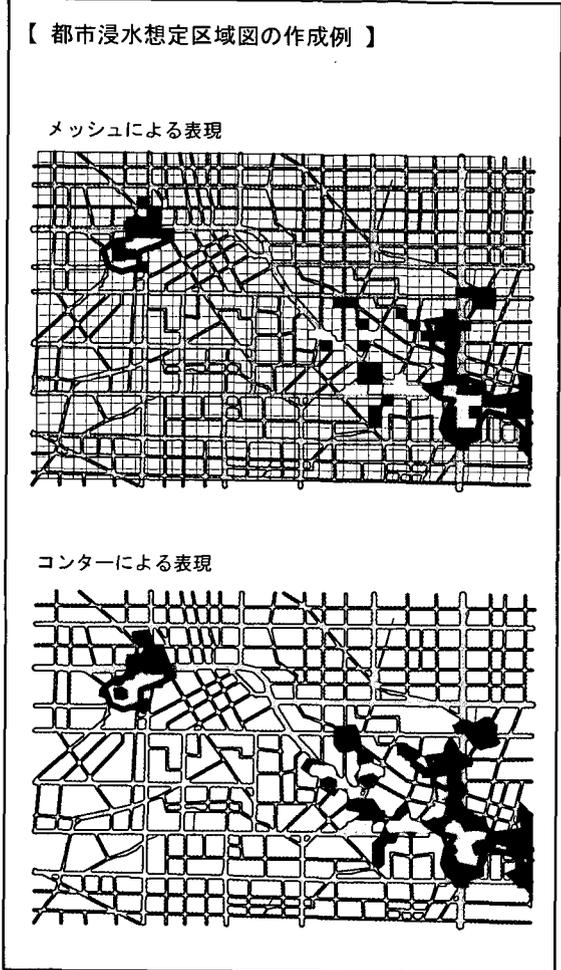
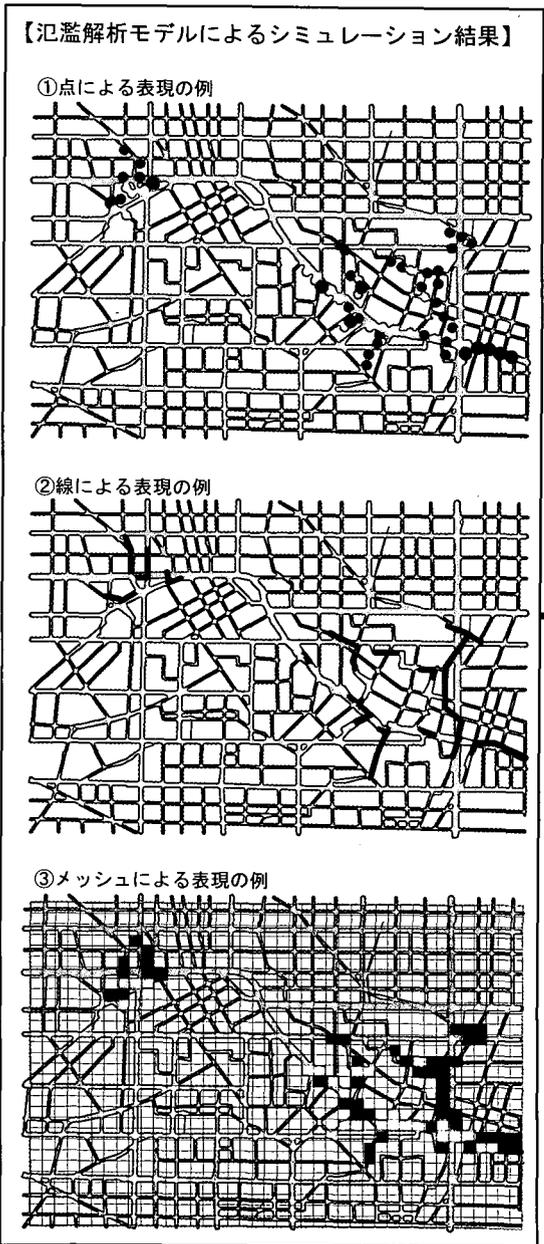
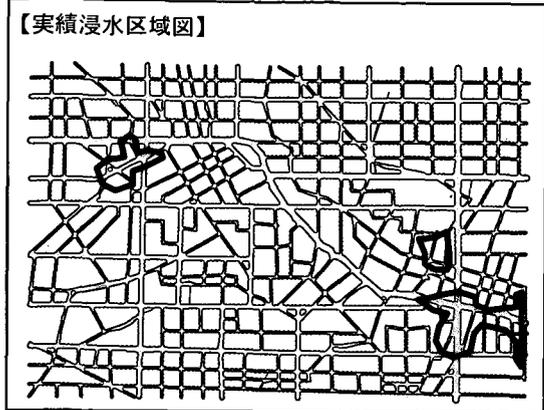
浸水区域図をメッシュで表現する場合には、表示するメッシュ内に分布する道路上の浸水深を平均的な浸水深に換算する等の工夫が必要である。

③メッシュとしての出力結果を用いる場合：

あらかじめ分割した地表面の分割メッシュ毎に、浸水深を直接的に表現することが可能である。ただし、各メッシュの地盤高設定にあたって、メッシュ内での平均的な標高を適切に設定しておく必要がある。

なお、いずれの結果表示方法においても、氾濫解析モデルの地表面設定条件（浸水する可能性のある地表面面積）の設定が、浸水深、浸水範囲の算定に大きな影響を与えていることを念頭におく必要がある。

各氾濫解析モデルのシミュレーション結果と実績浸水区域図を利用した都市浸水想定区域図の作成例として、メッシュによる表現とコンターによる表現を図 3.6.2 に示す。



〔凡例:浸水深〕

- 0.50m以上
- 0.10~0.50m
- 0.10m未満
- 実績浸水区域

図 3.6.2 氾濫解析結果と実績浸水区域図を利用した都市浸水想定区域図の作成例

3.7 構築された氾濫解析モデルの今後の活用について

氾濫解析モデルは、シミュレーションによる結果から都市浸水想定区域図の作成に必要な情報を把握するとともに、将来的には次のような活用が考えられる。

- (1) 雨水流出抑制効果の評価
- (2) 対策施設設置による効果の評価
- (3) 河川への影響評価

【解説】

都市浸水想定区域図作成において構築された氾濫解析モデルは、下水道管路等と地表面の浸水状況の解析だけでなく、流域管理といった流域全体での対策効果判定にも活用することが期待される。

なお、氾濫解析モデルは、限られた実測値等によりキャリブレーションを行っているため、継続的に観測値の収集を行い、改めてキャリブレーションを実施し、より適切な氾濫解析モデルの構築にフィードバックさせることも重要である。

また、氾濫解析モデルは、今後の新たな活用の他に、避難計画の策定等の基礎資料として解析結果自体を活用することが可能と考えられる。そのため、解析結果は浸水区域や浸水深の他に、浸水区域の時間的広がり、総浸水量、氾濫流の流向、流速等、今後の利用等も考慮して、出力項目、出力の時間間隔、メッシュサイズ等を適切に選定するとよい。

ここで構築された氾濫解析モデルは、将来的には次のような活用が考えられる。

(1) 雨水流出抑制効果の評価

流域内に設置されるオンサイト貯留施設や雨水浸透施設は、降雨時の洪水調節効果や降雨流出量の軽減効果を有しており、これらの施設による雨水流出抑制効果を定量的に評価する場合に用いることができる。

(2) 対策施設の機能の評価

排水施設の能力増強（断面拡幅、増補管）、ポンプ施設、貯留施設、分水・ゲート施設等の対策施設がある場合には、これらの排水施設の機能を表現することで、氾濫解析モデルを対策施設設置効果の評価に活用することができる。

(3) 河川との関係

下水道と河川を一体的に解析できる解析ソフトが現在開発中であり、今後の実用化が期待される。

このような解析ソフトを用いれば、下水道から河川へ放流した場合の河川水位・流量へのよりの確な影響把握、河川と下水道の流出タイムラグを考慮した下水道からの許容放流量の検討、河川水位上昇時の排水ポンプ運転調整に伴う内水被害予測等への活用が考えられる。

【参考】氾濫解析モデルの技術的な限界について

本ガイドラインの作成にあたり、学識者、国および地方自治体の河川・下水道関係者により設置した「都市域氾濫解析モデル検討会^(※)」の中では、ここで示した氾濫解析モデルにより様々な解析を行い、その性能や特徴について検証・分析を行った。

以下に、参考として、現時点における氾濫解析モデルの技術的な限界について示しておく。

(1) 溢水量の計算について

公開ソフト（NILIM）では、下水道管路等の流量・水位の計算と地表面の氾濫流の計算は、マンホール地点を境界として連動計算を行っている。すなわち、マンホールから地表面への溢水量は、下流側管きよへの流下量以上が噴き出すものと考え、上流側からの流入量と下流への流下量を差し引いた量として算出している。この場合の下流側管きよの流下量は、マンホール地点での浸水位により算定しており、地表面氾濫流と下水道管路等の流れを同時に表現するものといえる。

一方、市販ソフトの下水道管路等の流れは、暗きよ上部に流量に影響を及ぼさない程度の極小幅の開水路部が付随したプライスマンスロットとして、圧力流れを自由水面流れで表現して計算の安定化を図っている。この場合、各マンホール・管きよのエネルギーがバランスするように数学的に収束計算を行っているため、実際の現象を厳密に表現していない。しかし、溢水流量と下流側管きよへの流下量の収支が合致するよう算定されており、実用上問題はない。なお、市販ソフトは、もともと下水道管路等の流下現象を解析するソフトであるため、地表面の氾濫量の解析は主眼にしていない。このため、一般には、道路を仮想の開水路として地表面の氾濫流れを解析している。

(2) 溢水の下水道管路等への戻りについて

現時点の氾濫解析モデルでは、実際の雨水集水桝や道路側溝等の排水施設の数量や排水施設流入時の抵抗は厳密に反映されておらず、溢水の下水管路等への戻りを正確に解析することはできない。

加えて、市販ソフトでは、地中の管きよと地表面の仮想開水路の水位は、プライスマンスロットにより表現することから一体的な水位となっており、この場合のマンホール地点の水位は、溢水量と下水道管路等の流量を含めた流下量によって決定される。したがって、仮想開水路（道路面）を流れる氾濫流（仮想開水路流量）は、下流側マンホール地点の水位が低下すると、即座にマンホールを通じて下水道管路等に戻るようになるため、実際の現象よりも早く氾濫が解消されるような解析がなされている可能性がある。

※都市域氾濫解析モデル検討会 名簿

平成16年 4月現在

福岡 捷二 広島大学大学院工学研究科社会環境システム専攻教授 (委員長)
古米 弘明 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻教授
藤木 修 国土交通省都市・地域整備局下水道部流域管理官
塩路 勝久 国土交通省河川局治水課都市河川室長
石井 宏幸 国土交通省都市・地域整備局下水道部流域管理官付補佐
塩澤 賢一 国土交通省河川局治水課都市河川室課長補佐
藤生 和也 国土交通省国土技術政策総合研究所

下水道研究部下水道研究室長

田中 敬也 国土交通省関東地方整備局河川部河川計画課長
村上 由高 国土交通省中部地方整備局河川部地域河川課長
松浦 將行 東京都下水道局計画調整部計画課長
米沢 彰三 東京都建設局河川部副参事
鈴木 博和 愛知県建設部下水道課長
曾我 憲明 愛知県建設部河川課長
村上 芳樹 名古屋市緑政土木局河川部河川計画課長
木村 三郎 名古屋市上下水道局下水道本部下水道建設部計画課長
村上 孝雄 日本下水道事業団技術開発部総括主任研究員
廣木 謙三 国土交通省国土技術政策総合研究所

危機管理技術研究センター水害研究室長

問合わせ先

〒305-0804 茨城県つくば市旭1

国土交通省 国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 水害研究室

電話 029-864-4966



国土技術政策総合研究所資料
TECHNICAL NOTE of N I L I M
No. 202 November 2004

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは
〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地
企画部研究評価・推進課 TEL 029-864-2675