

想定最大規模降雨による内水浸水想定区域図作成の事例

(株)三水コンサルタント 渡辺 太郎

A市には、過去の豪雨により浸水被害を受けた複数の浸水多発地区が存在しており、これらの地区を含むA市の下水道計画区域において雨水排水施設の整備が進められている。一方、近年の降雨の集中化や頻発化、激甚化に伴い、ハード対策のみならず、ソフト対策として内水ハザードマップの作成が求められている。

本稿では、A市における既存雨水排水施設の能力評価、及び内水ハザードマップの基礎資料となる想定最大規模降雨を対象とした内水浸水想定区域図作成の事例を報告する。

Key Words : 統合解析、浸水シミュレーション、内水浸水想定区域図

1. はじめに

対象区域は、A市の公共下水道全体計画区域とし、流出解析モデルを用いて対象区域内の管路網及び地表面のモデル化を行った。

モデル化に際しては、既存の雨水管きょ、雨水ポンプ場及び雨水調整池等の水理構造物のほか、河川計画等に係る資料、浸水被害に関する資料を収集した。また、既存水路の情報を把握するため、概ね 600mm 以上の水路系統及び形状の調査を行うと共に、断面・高さの測量を行った。

モデルの妥当性を確保するため、過去に浸水被害が生じた 2 降雨についてキャリブレーションを行い、その後、計画降雨をはじめとした 4 降雨についてシミュレーション(現況施設の能力評価)を行い、想定最大規模降雨による内水浸水想定区域図を作成した。

2. A市雨水計画の概要

A市は「イ地区」と「ロ地区」が合併して生まれた都市である。両地区の雨水計画の概要は表-1のとおりであり、確率年、降雨強度式及び流出係数が異なる。

公共下水道事業に位置付けられている雨水ポンプ場は、イ地区で 5 箇所、ロ地区で 2 箇所あり、ロ地区においては、各ポンプ場内に調整池が整備されている。

表-1 A市雨水計画の概要

項目	計画諸元	
	イ地区	ロ地区
排水面積	全体計画	2,560ha
	事業計画	1,482ha
降雨強度年確率	10年	7年
降雨強度式	$I=7271/(t+51)$	$I=6486/(t+48)$
降雨強度 (t=60min)	65.5mm/hr	60.1mm/hr
流出係数	0.55~0.70	0.45~0.80
ポンプ場	5箇所	2箇所
調整池	—	2箇所

3. 排水区モデルの作成

3-1 流出解析モデルの選定

排水区モデルは、下水道台帳や既存水路に係る設計資料、測量調査結果等より流出解析モデルを用いて作成する。流出解析モデルは、「Info Works ICM」「MIKE URBAN」「xpswmm」の 3 モデルが主要であるが、解析を行う上での基本的な概念は各モデル間に大差はないことから、本業務では A 市において過去に活用実績のある「MIKE URBAN」を選択した。

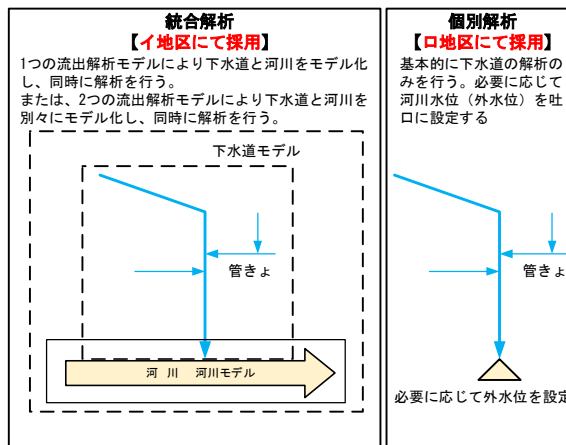
表-2 主要 3 モデルの構成及び選択

項目	選択モデル		
	Info Works ICM	MIKE URBAN	xpswmm
1. 降雨損失モデル	ホートンモデル 流出係数モデル	ホートンモデル 流出係数モデル	ホートンモデル
2. 地表面流出モデル	二重線形貯留法 非線形貯留法	時間面積法 非線形貯留法	非線形貯留法
3. 管内水理モデル	完全サンヴナン方式	完全サンヴナン方式	完全サンヴナン方式
4. 氾濫解析モデル	二次元不定流モデル	二次元不定流モデル	二次元不定流モデル

出典：「流出解析モデル活用マニュアル-2017年3月-」P.9(加工)

3-2 解析手法の選定

解析手法は、下水道と河川を一体として解析を行う「統合解析」、下水道のみをモデル化し、外水位は各吐口に個別に与える「個別解析」に大別される。ここで、イ地区においては、市内を起点とした河川が複数存在し、海域へ注いでおり、吐口も多数存在している。このことから、イ地区は統合解析を選択した。また、ロ地区においては、下水道計画区域内に存在する吐き口がポンプ場のみであるため、個別解析による手法を選択した。



出典：「流出解析モデル活用マニュアル-2017年3月-」P.129(加工)

図-1 解析手法の選択



図-2 イ地区における管路モデル作成例

4. キャリブレーション

4-1 キャリブレーション対象地点

排水区モデルの妥当性は、実績降雨でのシミュレーションによる計算値と浸水実績を照合し判断するが、イ地区においては、対象範囲が広く浸水実績箇所も数多く存在することから、全ての実績に対して計算値を整合させることは困難であった。

そこで、再現性の確認項目にポンプ場の稼働実績を追加し、計算値による稼働状況が概ね一致していればモデルが妥当であると判断することとした。

ロ地区においてもイ地区と同様、浸水実績及びポンプ場稼働実績を基にモデルの妥当性を判断することとした。

表-3 キャリブレーション対象地点

対象地区	キャリブレーション対象地点	妥当性の判断基準
イ地区	雨水ポンプ場稼働実績	降雨時のポンプ場の稼働状況及び浸水地点が概ね一致していればモデルが妥当であると判断する。
	浸水地点	
ロ地区	雨水ポンプ場稼働実績	
	浸水地点	

4-2 パラメータ設定

① 実績降雨

キャリブレーションに用いる降雨は、近年で浸水被害の生じた平成 27 年及び平成 29 年の降雨とした。また、イ地区及びロ地区の近隣の観測所は、直線距離で約 8km 離れており、降雨量や降雨波形も観測所ごとに異なっていたため、各地区の降雨は異なる観測所のデータを使用した。

表-4 キャリブレーション降雨

降雨年	対象区域	降雨諸元		
		総雨量 (mm)	1時間最大 (mm/1時間)	10分最大 (mm/10分)
H27	イ地区	186	73	15
	ロ地区	161	61	17
H29	イ地区	358	41	8
	ロ地区	370	43	8

② 流出係数

イ地区においては、3 ケースで流出係数を調整し、下水道計画値を基準に“計画値+10%~20%”の範囲で各排水区一律に調整する。

また、ロ地区の流出係数は、20 年以上前に設定された数値であり、計画値が実態に即していない排水区が複数見受けられた。したがって、排水区ごとに「屋根（住居等）」「道路」「間地」の 3 工種に分割し、それらの面積率及び工種別流出係数から排水区の平均流出係数を算定した。

表-5 流出係数の設定

キャリブレーション	イ地区	ロ地区
ケース1	計画値 (0.55~0.75)	計画値 (0.45~0.80)
ケース2	計画値+10% (0.65~0.85)	現況の土地利用に基づく検討値 (0.25~0.75)
ケース3	計画値+20% (0.75~0.95)	—

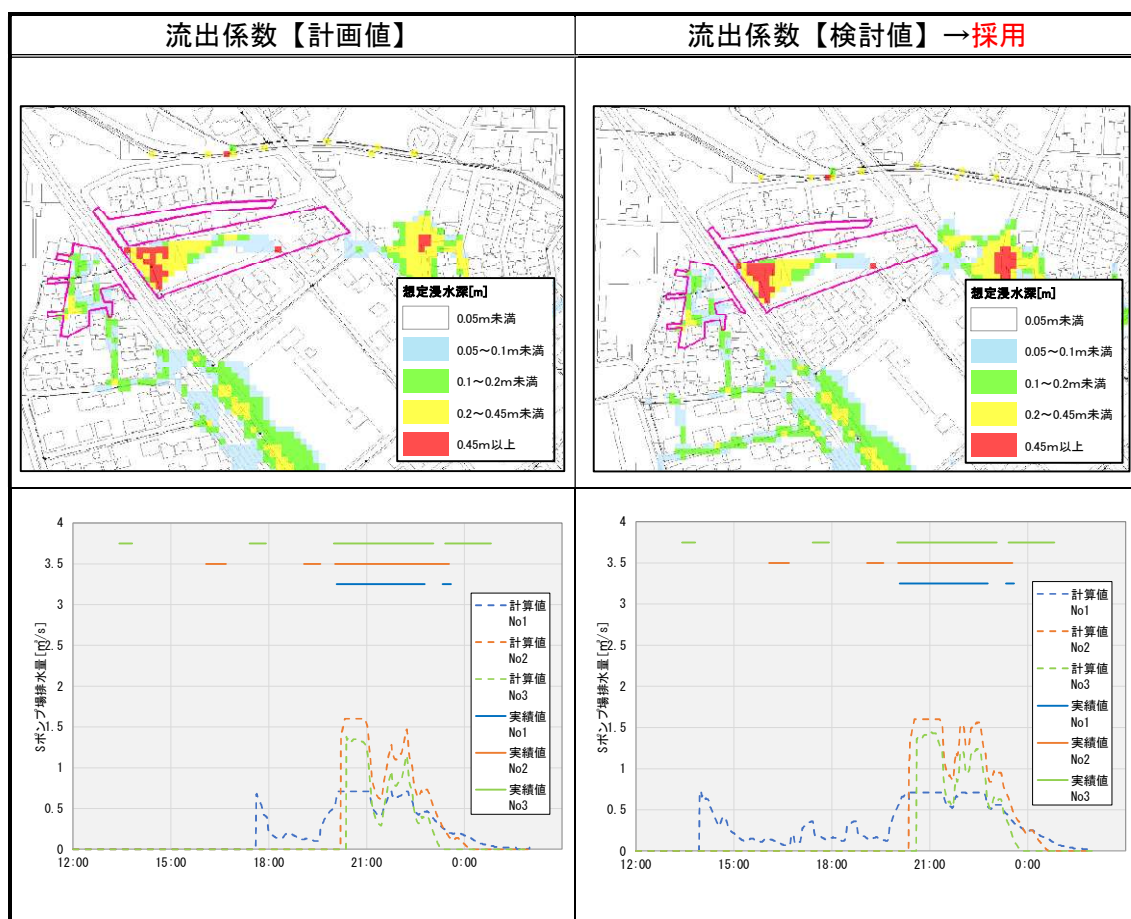
※()は流出係数設定値

4-2 キャリブレーション結果

ロ地区における実績降雨のシミュレーション結果の一例を下図に示す。

これは、平成 27 年度の実績降雨によるシミュレーション結果であり、異なる流出係数で浸水深に大きな差は見受けられなかったが、浸水範囲については、計画値に対して現況の土地利用を考慮した検討値の方がやや広範囲に渡り浸水が想定される結果となった。

また、下図の下段は、複数ある雨水ポンプ場のうち 1 機場の稼働実績とシミュレーションによる計算値を比較したものであり、「流出係数【検討値】」の稼働開始時間が実績に近い結果となった。



※各実績値は稼働有無を示している（排水量ではない）

図-3 キャリブレーション結果の一例

5. シミュレーション

5-1 シミュレーションにおける留意事項

「内水ハザードマップ」及び「雨水出水浸水想定区域図」では、下水道事業計画に位置付けている普通河川、水路等による浸水を対象とするものであり、河川溢水による浸水は対象としない。したがって、シミュレーションの検討では、河川からの溢水状況は計算せず、背水による影響のみを下水道施設へ与えることとした。

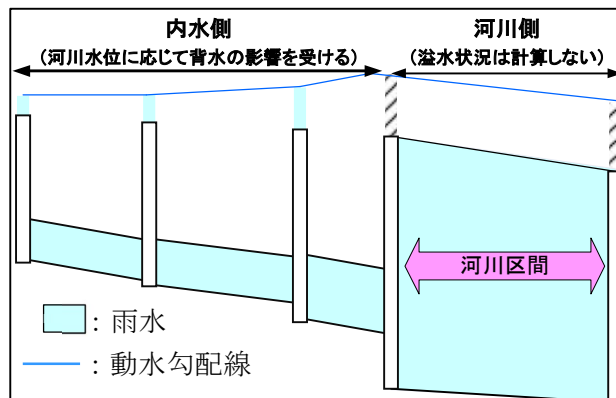


図-4 河川溢水を考慮しない解析モデル

5-2 シミュレーション降雨

シミュレーション降雨は、「計画降雨」「既往の時間最大降雨（計画降雨の波形で既往最大降雨の時間最大雨量まで引き延ばした降雨）」「既往最大降雨」「想定最大規模降雨」の4降雨を対象とした。また、先に述べたとおり、イ地区及びロ地区は離れた位置にあるため、計画降雨以外の降雨についても地区ごとに異なっている。

表-6 シミュレーション降雨

降雨種別	時間最大雨量	
	イ地区	ロ地区
計画降雨	65.5mm/hr	60.1mm/hr
既往最大降雨の中央集中型	75.0mm/hr	68.0mm/hr
既往最大降雨	75.0mm/hr	68.0mm/hr
想定最大規模降雨	140mm/hr	147mm/hr

5-3 シミュレーション結果（問題点の抽出）

シミュレーション結果は、雨水施設の整備目標である計画降雨においても複数の排水区にて浸水が想定された。主な浸水要因は、雨水管きよの能力不足であるが、能力不足が生じる要因は、次の2点が考えられる。

- 雨水管きよ自体の能力不足
- 河川からの背水に起因した能力不足

特に雨水管きよ自体の能力不足は、既設排水施設を利用している水路があり、これらは計画降雨に対応した能力を有していないことや、図-5（下図）のとおり、施工状況（管底接合、道路勾配に対して管路勾配が逆勾配になっている等）に起因していると推察される。

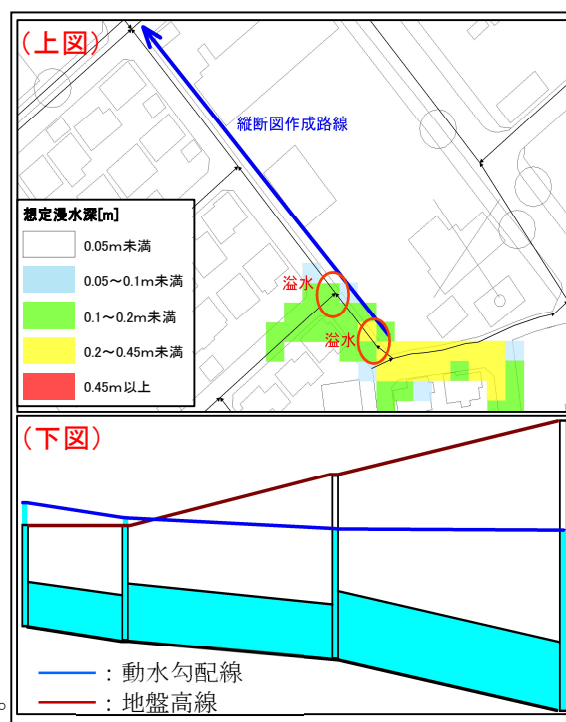


図-5 溢水地点の水位縦断図

5-4 想定最大規模降雨による内水浸水想定区域図の作成

以下に想定最大規模降雨による内水浸水想定区域図の抜粋を示す。

浸水が想定される箇所は概ね田畑であるが、一部の箇所で道路冠水や宅地の浸水が想定される結果となった。

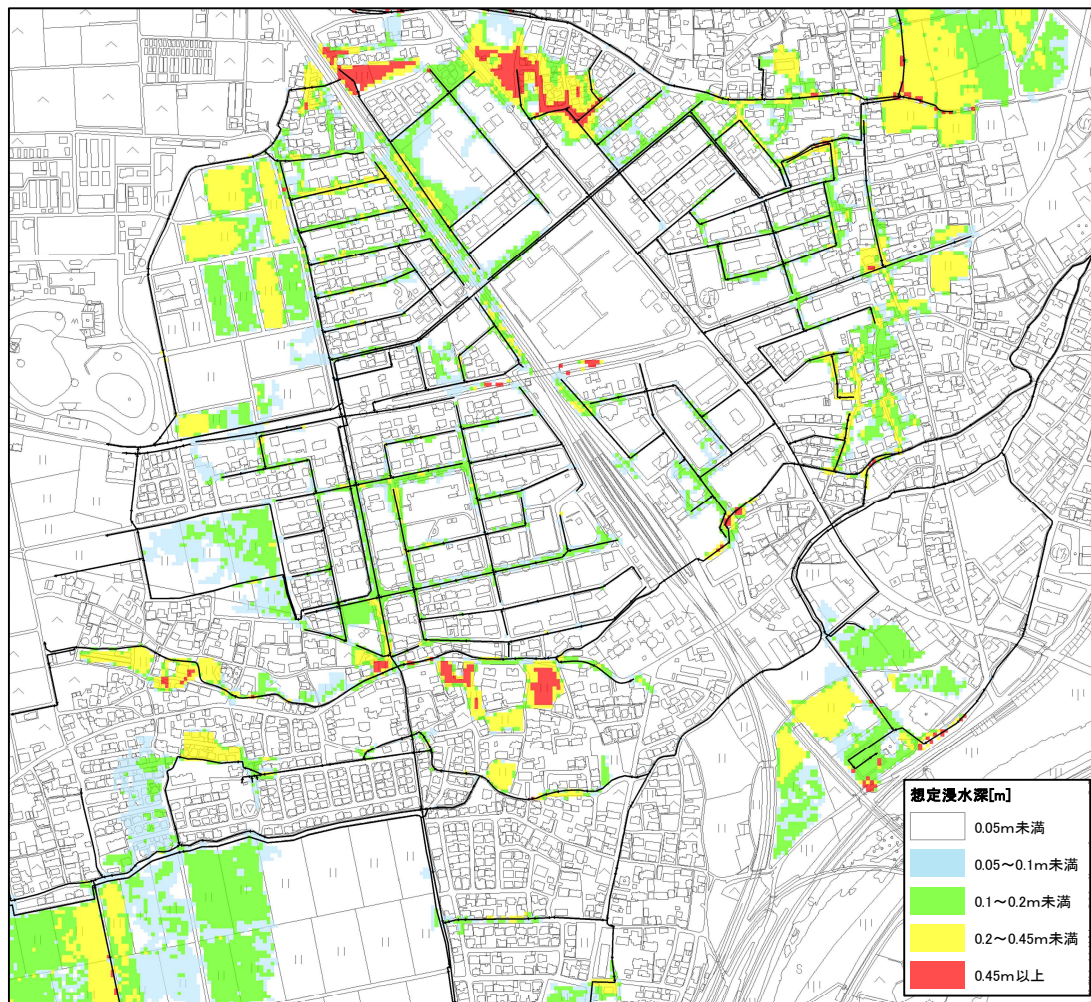


図-6 想定最大規模降雨による内水浸水想定区域図（抜粋）

6. おわりに

A市の今後の課題としては、国土交通省が令和7年度までの作成を求めている「雨水出水浸水想定区域図」の区域指定や浸水継続時間の検討が必要である。

また、下水道による浸水対策を実施すべき区域や優先順位等の基本的事項を定めた「雨水管理総合計画」の策定についても必要かつ重要であり、その際には、現在の計画降雨の妥当性についても考慮し検討することが望ましい。

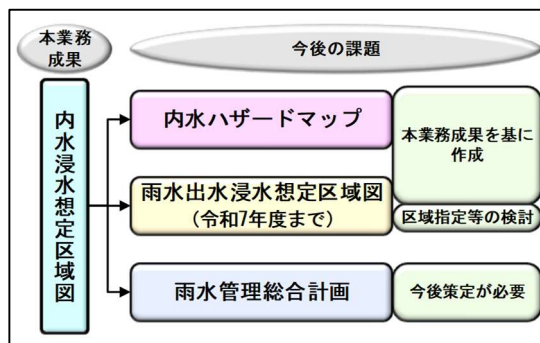


図-7 A市の浸水対策に係る課題