

合流区域を含む都市河川の三次元同時氾濫解析

株式会社フジヤマ 技術部 正会員 金原 剛

1. はじめに

近年都市部で頻発する都市型水害に対して、有効な治水対策や防災対策を検討するには、降雨の流出、下水道、河川、地表面の相互に関係する複雑な洪水現象を再現し、詳細な氾濫解析・浸水予測シミュレーションを行う必要がある。

本件は、中心市街地を流下する準用河川曳馬川・新川流域を対象として、合流式下水道区域を含む都市河川流域の複合的な氾濫現象を一体的・連続的に解析する氾濫解析モデル（以下、三次元同時氾濫解析モデルと呼ぶ。）の計画、並びに総合的な治水対策施設の整備計画を行ったものである。

ここでは、解析モデルについて説明する。

2. 氾濫解析モデルの作成

本件では、合流管や排水路の流下能力以上の箇所が生じる内水氾濫と、河川の流下能力以上の箇所で生じる外水氾濫を同時に表現するため、従来の平面二次元氾濫解析モデルに地下管路網と地表面の小排水路のモデルを加えた「三次元同時氾濫解析モデル」を計画した。

特に小河川・小流域における再現性を高めるため、つぎの工夫をした。

- ①地表面氾濫を精緻に再現するため、平面二次元メッシュを10m×10mと細分化した。
- ②メッシュ内にはいつてしまう河川幅の小さい中小河川から、地表面（堤内地）への氾濫状況を計算するため、河川左右岸のメッシュにおいて、河川と地表面との水位差、流向を計算させた。
- ③内水氾濫の再現性を高めるため、メッシュ格子に沿って小排水路を多数モデル化した。
- ④流出抑制、氾濫防御のための越流式調整池をメッシュ単位でモデル化した。

3. 三次元同時氾濫解析モデル

(1) モデルの概要

a) 下水道モデル

水理計算法…プライスマンスロットモデルによる

一次元不定流計算。

モデル化…管渠約2,000本、マンホール約1,800ヶ所（対象流域内の幹線、支線合流管すべてとし、ラビングをしない）。

排水ポンプ場…4ヶ所。計画放流ハイドロを設定。

b) 地表面モデル

水理計算法…デカルト座標系平面二次元不定流計算。
メッシュ間隔…10m×10m正方形（河川幅が小さいという特性に対応した。）

家形データ…住宅地図データより作成。

c) 河川モデル

水理計算法…一次元不定流計算
モデル化…川幅5m程度の小河川に対応するため、河川の左右岸に当たるメッシュにおいて、河川の一次元不定流と地表面流との水位差を計算。

d) 排水路モデル

水理計算法…一次元不定流計算
モデル化…幅1m程度の排水路能力と内水氾濫発生を再現するため、メッシュに沿って矩形近似断面としてデータ化。

(2) 地表面氾濫と合流管路流との連動解析の基礎式

本モデルの特徴のひとつに、地表面がメッシュ内に分布するマンホールを介して管渠と接続されており、合流管内の流水現象と地表面の氾濫流を一体的に解析できる点がある。

地表面と合流管路との水の受け渡しは、マンホール内の水位 H を求める連続式によった。

$$A \frac{\partial H}{\partial t} = \sum Q - Q_{OUT}$$

H ：管渠内水位、 A ：面積（ $H \leq H_B$ のときはマンホールの面積、 $H > H_B$ のときは氾濫メッシュの面積、 H_B ：地面標高）、 $\sum Q$ ：流入流出量（ $H \leq H_B$ のときは下水道からの流入出量とメッシュからの落込み流量、 $H > H_B$ のときは下水道からの流入出量とメッシュへの流入出量）、 Q_{OUT} ：ポンプがある場合の排出流量、 t ：時間

キーワード 氾濫解析, 都市河川, 合流式下水道, 連動解析

連絡先 〒435-0013 静岡県浜松市東区天竜川町303-6 TEL053-462-8806 FAX053-462-8851

4. 解析結果

15分刻みで内外水氾濫の発生と浸水域の拡大の様子を分析し、その時系列的な変化から、浸水原因の予測と必要な治水対策、およびその効果を検討した。

(1) 浸水原因の追究

1/10年確率降雨時の合流管と地表面氾濫の発生時刻を追跡した結果、1/3年確率降雨対応で整備された既存の合流管は、曳馬川の氾濫する2～3時間前にはすでに満管状態となり、マンホールから溢水が発生していることが判明した。

これより、初期の内水氾濫は既存合流管の能力超過による溢水に起因し、その発生時刻と発生箇所を特定することができた。

(2) 施設効果の予測

左下図は1/10年確率降雨時の現況浸水状況、右下図は治水対策後の予測結果である。

調整池（○表示）による内水貯留と河川からバイパス水路（太矢線）への分流によって、浸水（床上；濃、床下；淡）の減少している様子が詳細に追跡できた。

また、バイパス水路により河川水位の上昇が抑制されるため、内水排除効率が高まることに加え、調整池への内水貯留効果により、浸水時間の短縮や合流管枝線部での溢水回避効果が明らかとなった。

河川水位や浸水位の変化は、水理縦断、河川横断、および地表面横断にも解析結果を表示して検証した。

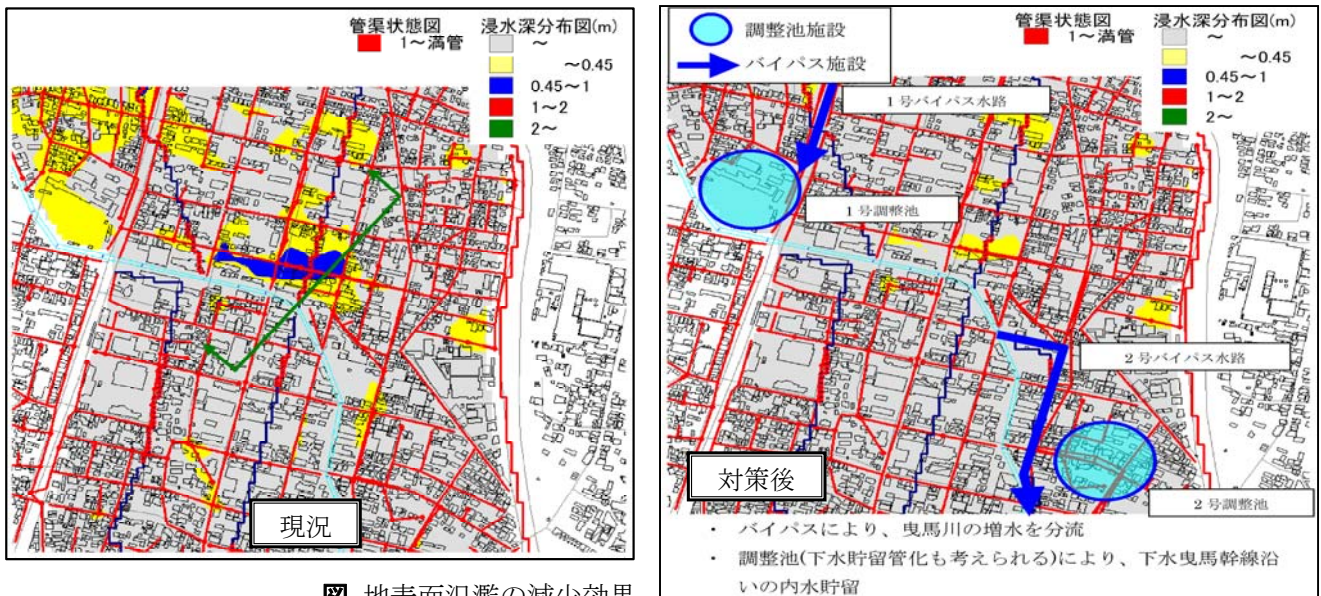


図 地表面氾濫の減少効果

5. おわりに

本件では、三次元同時氾濫解析モデルを用い、『バイパス水路と調整池』による治水対策を立案した。

本モデルは、都市河川低平地流域の浸水予測と治水対策等を行ううえで、以下の有効性があったと考える。

- ①従来再現できなかった河川氾濫と下水道マンホールの溢水、地表面氾濫の関係が明らかとなり、内水氾濫と外水氾濫の発生時刻（どちらが主たる浸水要因か）が予測できた。
- ②従来再現できなかった局所的な窪地や低地部の浸水変化を再現性よく予測できた。
- ③河川や合流管の流況と浸水区域、浸水深、氾濫速度、氾濫流量等の時系列変化を、地形図、水理縦断図、横断面図上で表示・追跡でき、浸水予測や対策検討のほか、市民等へのわかりやすい情報提供にも供することが容易となった。

今後は、局地的な浸水や道路冠水など、個別地区ごとの浸水予測精度の向上と、解析時間の短縮（演算処理の高速化）によって、避難情報の発信などの危機管理支援ツールとしての活用性を高める必要がある。

また、中小都市河川流域における一貫した総合治水対策を目指し、本モデルを利用して、河川計画と下水道計画の一体的な実施に取り組む予定である。

参考文献

- 1) 建設省河川局編：治水経済調査マニュアル(案),平成12年5月
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所：都市域氾濫解析モデル活用ガイドライン(案),平成16年11月