

都市河川における治水対策の効果に関する解析的研究

芝浦工業大学 学生会員 山口 浩幸
 芝浦工業大学 非会員 波立 賢治
 芝浦工業大学 正会員 守田 優

1. 研究背景と目的

近年、都市部では局地的な集中豪雨が頻繁に発生しており、都市型水害が深刻になっている。地表面舗装により地表の大部分がアスファルトに覆われたため、雨水が地下にしみ込みにくく、短時間に大量の雨水が河川や下水道に集まるようになった。また、近年では都市部での内水氾濫が頻発している。

本研究では、神田川水系を対象に都市河川浸水氾濫モデルを適用し、浸水氾濫のシミュレーションを行うことにより都市河川氾濫解析を行う。これにより、治水施設の浸水軽減に対する効果について検討を行う。

2. 研究方法

本研究では東京都の代表的な都市河川である神田川流域を対象とした。まず、都市河川浸水氾濫モデルによる計算結果と実績データを比較し、モデルの妥当性を確認する。次に、本モデルを用いて浸水深を計算する。そして、解析によって得られた浸水深を GIS 用に変換し、浸水域をより詳しく表現する。

2.1 都市河川浸水氾濫モデルの概要

都市河川浸水氾濫モデルは、都市河川における洪水流出現象の、降雨 地表流 雨水流出 河道流 氾濫という経路の仕組みをモデル化したものである。本モデルは、有効降雨モデル、下水道モデル、河道モデル、浸水氾濫モデルの4つのモデルで構成され、図1の流れに沿って計算を進めていく。

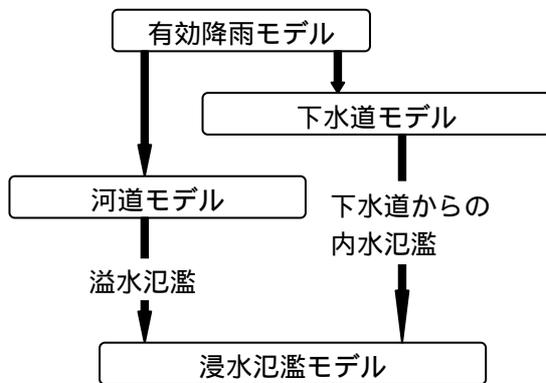


図1 都市河川浸水氾濫モデルの流れ

基礎方程式は Diffusion Wave 近似式を用い、マンニングの式を適用した。下水道、河道モデルにおいては以下の1次元拡散方程式、浸水氾濫モデルにおいては2次元拡散方程式を使用した。

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} K_x \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_y \frac{\partial H}{\partial y} + r - i$$

$$(K_x, K_y) = \left(\frac{1}{n} \cdot h^{\frac{5}{3}} \cdot \left| \frac{\partial H}{\partial x} \right|^{\frac{1}{2}}, \frac{1}{n} \cdot h^{\frac{5}{3}} \cdot \left| \frac{\partial H}{\partial y} \right|^{\frac{1}{2}} \right)$$

H: 水面の高さ(m) Kx,Ky: 拡散係数 r: 降雨強度(m/s)
 i: 浸透強度(m/s) n: マニングの粗度係数 h: 水深(m)

2.2 解析方法

都市河川浸水氾濫モデルは、モデルに入力するデータの条件(治水整備施設の有無、降雨強度)を変えることにより様々なパターンでの浸水氾濫を再現することができる。この条件の組み合わせにより、いくつかのパターンを設定して計算を行った。また、計画降雨は以下の13パターンとし、降雨強度曲線により中央集中型のハイトグラフを作成した。

(50,60,70,75,80,85,90,95,100,110,120,150,200mm/hr)

本研究において再現した治水整備状況のパターンについて、以下の表1に示す。

表1 浸水氾濫計算パターン一覧

パターン	不透透域 rate	高田馬場分水路	善福寺・妙正寺調節池群	環七調節池期	環七調節池期	環八調節池期	環八調節池期	妙正寺川上流調節池
A+4	0.6							
A+3	0.6							x
A+2	0.6						x	x
A+1	0.6					x	x	x
A+0	0.6				x	x	x	x
D-1	0.5			x	x	x	x	x
D-2	0.4			x	x	x	x	x
D-3	0.3			x	x	x	x	x

環状七号線地下調節池はすでに竣工されており、A+0、A+1 は現在の状態を現わすパターンである。A+2、A+3 は仮想の治水施設である環状八号線地下調節池を組み込んだパターンである。また、A+4 は妙正寺川上流に調節池があることを想定した仮想の治水施設を組み込んだパターンである。

パターン D の計算では、対象流域の浸透率を変えることにより建物に雨水ますを設置した場合を想定し、その浸水軽減効果について検討した。

2.3 GISの適用

解析によって得られた浸水深を、GIS によって位置情報(メッシュコード)をもたせることにより、神田川のレイヤ(層)と重ね合わせることが可能となる。メッシュは 50m×50m である。これにより、浸水域を視覚的に分かりやすく表示することができる。

3. 解析結果と考察

本概要では、パターン A について述べる。パターン A の解析による浸水面積のみ結果を図 2 に示す。

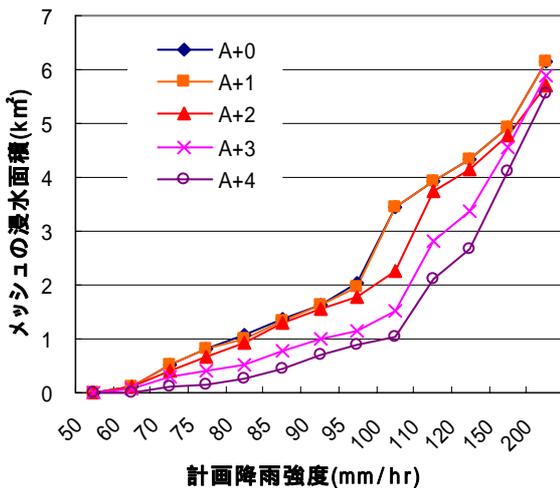


図 2 各パターンの浸水氾濫面積

図 2 を見ると、計画降雨強度 70mm/hr から、A+0 での浸水面積と、A+2~A+4 での浸水面積が軽減している。95mm/hr~110mm/hr にかけて、浸水面積が急激に増加する。このことから、洪水調節池の増強が 95mm/hr~110mm/hr にかけて限界に達することが言える。

A+0 と A+1 を比較すると、どの計画降雨強度に関しても明確な変化がみられない。その原因として、60mm/hr における環七調節池(第一期)への流入量が、計算開始から 2 時間余りで調節池の容量に達していることが分かった。A+3 や A+4 のように、さらに調節池を増強することによって効果が現れる。

また、A+1 と A+2 を比べると、100mm/hr 付近に効果がみられる。図 3 と図 4 から、高田馬場分水路周辺に効果があると言える。

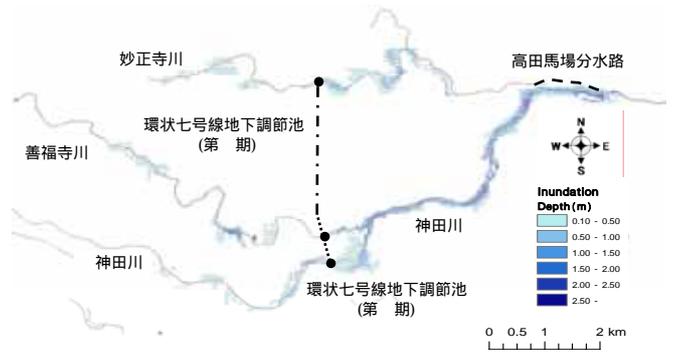


図 3 浸水氾濫計算結果

(A+1:環七調節池第一期有り 時間 100mm 計画降雨)

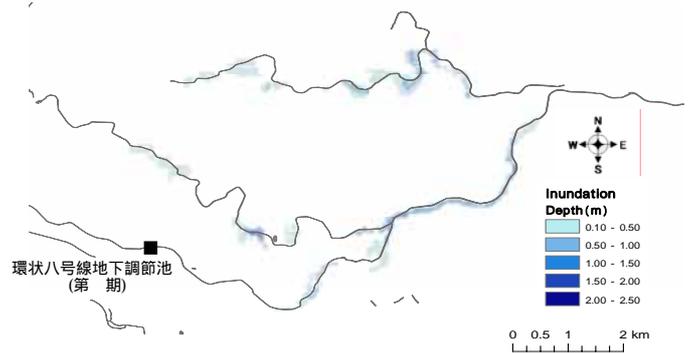


図 4 浸水氾濫計算結果

(A+2:環八調節池第一期有り 時間 100mm 計画降雨)



図 5 浸水氾濫計算結果

(A+4:妙正寺川上流調節池有り 時間 100mm 計画降雨)

さらに、A+2 と A+4 を比較すると、図 2 より各降雨強度において浸水軽減効果があることが言える。また、図 4 と図 5 を比較することによっても、そのことが視覚的に確認できる。このことから、神田川上流よりも善福寺川、妙正寺川に調節池を設置することにより、大きな浸水軽減効果が得られると言える。

4. まとめ

将来、設置することが望まれる治水施設の浸水軽減に対する効果について検討できた。特に善福寺川、妙正寺川の洪水調節池の増強の効果が分かった。

今後、費用対効果などを算出することによって調節池設置が実現可能か検討していくことが望まれる。