

## 九州北部豪雨時の田島地区における内水および外水氾濫の数値解析的検討

福岡大学大学院 学生員  
福岡大学工学部 正会員○嶋田翔  
山崎惟義福岡大学工学部 正会員  
福岡大学工学部 正会員  
福岡大学工学部 正会員渡辺亮一  
皆川朋子  
伊豫岡宏樹

## 1. はじめに

我が国の多くの都市部では、都市化の進行により、アスファルト舗装・コンクリートによる被覆面積が増加し、それに伴う田畑の減少等により雨水の地中への浸透能力が低下し、降雨の際には大量の雨水が短時間に河川に流入するようになってきている。さらに、近年は、短時間に局所的に激しい雨が降るゲリラ豪雨が増加しており、これらが原因といわれる都市型水害が頻発している。近年起こった都市型水害を挙げると、2000年愛知県名古屋市の田原市および周辺市町村における豪雨被害、2008年の東京都足立区での集中豪雨被害、2008年の兵庫県神戸市都賀川増水による死亡事故、2008年の東京都豊島区の下水道事故などがある。福岡市でも1999年から2010年までの11年間で3度の大きな水害を受けており、特に、2009年7月24日の九州北部豪雨の際には2級河川の樋井川流域で、雨水を河川へ速やかに流すために整備された雨水管の能力を超える時間降水量が最大91mm/hという記録的な降水量を記録し、内水被害も多く報告された。このような被害を防ぐためには、洪水の被害が内水によるものか外水によるものか明確に評価し、氾濫形態に応じた対策を行う必要があり、本研究では2009年7月の樋井川の洪水を数値計算により再現しその氾濫形態を評価することを目的としている。

## 2. 解析対象領域の概要

解析の対象は福岡市の樋井川流域で、九州北部豪雨の際に内水氾濫と外水氾濫が同時に報告された田島地区とした。解析対象領域である田島地区は人口10853人、世帯数4884世帯、面積1.03km<sup>2</sup>である。<sup>2)</sup>

樋井川は、本川流路延長12.9km、流域面積29.2km<sup>2</sup>の福岡市を北流する二級河川であり、上流部は山林が混在し、下流部は西新など福岡市の都市部を流れて博多湾に注ぐ。(図-1)

## 3. 流出解析・氾濫解析モデルの概要

本研究の氾濫解析はデンマークDHI社のMIKEシリーズを用いて計算を行った。雨水管については1次元管渠モデル、堤防内については2次元自由表面流モデル、河道内については1次元不定流モデルを採用し、それぞれの計算結果を相互に受け渡し次のタイムステップの計算に反映させて計算を進める。解析に使用する降雨量データは、樋井川流域内に設置されている雨量計(神松寺)における2009年7月24日のデータを使用した。以下にそれぞれのモデルの概要を述べる。(図-2)

## (1) 下水道(雨水管)モデル

下水道モデルでは表面流出モデルと管内水理モデルについて1次元解析を行う。

表面流出モデルでは、マンホールの集水域を等到達時間に分割し、有効降雨による流出量をそれぞれで求

める。それを単位図法の手法により重ね合わせたものをマンホールへの流出量とする時間・面積法を適用する。管内水理モデルは管路内の水理解析はDynamic wave法を適用し、連続式と運動方程式を鉛直方向に積分した式(サン・ブナン式)を解くことで求める。基

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad \cdots \cdots \cdots \text{式1}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left( \alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial y}{\partial x} + gAI_f = gAI_0 \quad \cdots \cdots \text{式2}$$

礎式は式1と式2であり、それぞれ連続式と運動量保存式を示している<sup>3)</sup>。

ここで、 $Q$ : 流量[m<sup>3</sup>/s]、 $A$ : 流下面積[m<sup>2</sup>]、

$y$ : 水深[m]、 $g$ : 重力加速度[m/s<sup>2</sup>]、 $x$ : 流れ方向の距離[m]、 $t$ : 時間[s]、 $\alpha$ : 速度分布係数、

$I_0$ : 底面勾配、 $I_f$ : 摩擦勾配である。

## (2) 1次元不定流モデル

1次元不定流モデルでは2009年の横断測量データを河口から3.7kmから5.0kmまで100m毎に入力し、下流端の水位を田島橋での実測値で与えた、河川流量については田島橋の水位をHQ式にて換算し使用した。

## (3) 2次元自由表面流モデル

地形データとして、国土地理院の数値地図(5mメッシュ(標高))、基盤地図情報(道路線、建築物の外周線)のデータを用いた。下水道モデルとの水の受け渡しはマンホール部および1次元不定流モデルの越流部で行われる。

本研究では、2009年7月の洪水を以上すべてのモデルを連動させて再現し(Case1)、その後河川からの越流を無視した計算(Case2)、下水道モデルを無視した計算(Case3)を行うことで内水および外水の影響を評価した。

## 4. 結果

1次元不等流モデルと下水道モデルの計算結果より、内水氾濫と外水氾濫はほぼ同時に始まったと考えられる。

Case1~Case3 および水害後の痕跡および聞き取り調査から作成した浸水図を図3に示す。また、図中に内水氾濫および外水氾濫が始まった箇所を示す。河川の近くでは外水による浸水、河川から離れた場所では内水による浸水が起こっていることが分かる。越水した水量は外水によるものが多い。内水氾濫が始まった場所は周囲に比べて地盤高の低い地点であるため、雨水が表面流として集中しマンホールに入り込むことで最初に管の能力を超えてしまい、最初に内水氾濫が発生

キーワード: 数値解析・都市型水害・九州北部豪雨・内水氾濫・外水氾濫

連絡先 (〒814-0180 福岡市城南區七隈 8-19-1, TEL092-871-6631, FAX092-865-9460)

するに至った。また、外水氾濫が始まった箇所は河口から 3900m～4000m 区間であり、この区間の堤防は他と比較しても低い。

## 5. 考察

内水氾濫が最初に発生した箇所は地盤高が低く、西側にすぐ地盤高の高い土地がある場所であり、氾濫が発生する直前から降水量が 10 分間雨量で 10mm を超えた。そのため、地盤高の高い箇所からの表面流出などにより、雨水管の能力を超えてしまい、内水氾濫が最初に発生したと考えられる。また、この最初に内水氾濫が発生した箇所の雨水管の能力は他のものより低いと考えられ、この雨水管は対象領域内で優先的に改善すべき箇所であるといえる。

今回の内水氾濫と外水氾濫は外水氾濫が 20 分程度先に発生しているという結果より、外水氾濫による影響が大きいということがわかる。しかし、内水氾濫においても、浸水深の大きな箇所がみられるため、無視することはできないと考えられる。

## 6. 今後の課題

今後は雨水が解析対象領域外に流出しないという状況を改善する必要がある。そのために樋井川流域全域について解析を行っていく必要があると考えられる。

また、樋井川では福岡県の床上浸水対策特別緊急事業によって、浚渫や護岸強化を中心とした河川改修が行われる。そこで、改修前と改修後の河川断面について解析を行うことで、河川改修における内水および外水氾濫を同時に考慮した水害への効果の検討を行う。

さらに、今後、樋井川流域では流出抑制を進めていく動きがある。<sup>4)</sup>そのため、流出抑制で抑制される雨水を十分に考慮したうえで解析を行っていく必要がある。

## 参考文献

- 1) 戸田圭一：短時間豪雨と都市水害，予防時報 237-2009
- 2) 福岡市城南区 HP：城南区校区カルテ（21 年度），  
[http://www.city.fukuoka.lg.jp/jonanku/t-shien/kusei-shisetsu/kouku karute\\_21.html](http://www.city.fukuoka.lg.jp/jonanku/t-shien/kusei-shisetsu/kouku karute_21.html)

3) (財)下水道新技術推進機構：流出解析モデル活用マニュアル—雨水対策における流出解析モデルの運用手引き-2006.

4) 樋井川流域治水市民会議 HP：

<http://sites.google.com/site/hihikawashiminkaigi/>

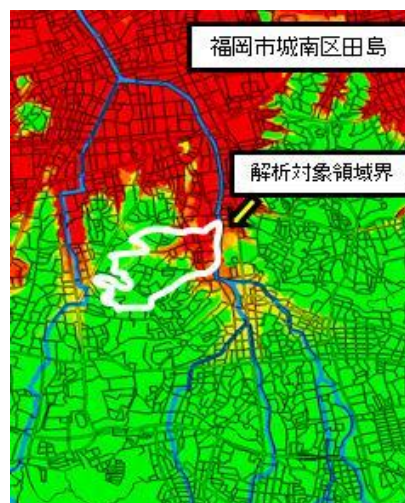


図-1 解析対象領域

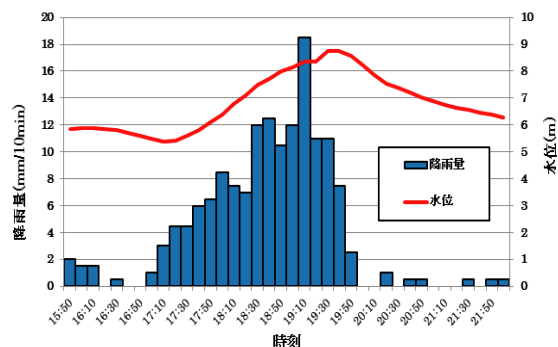


図-2 解析対象期間の 10 分間降雨量および水位  
(樋井川中流域神松寺、田島橋)

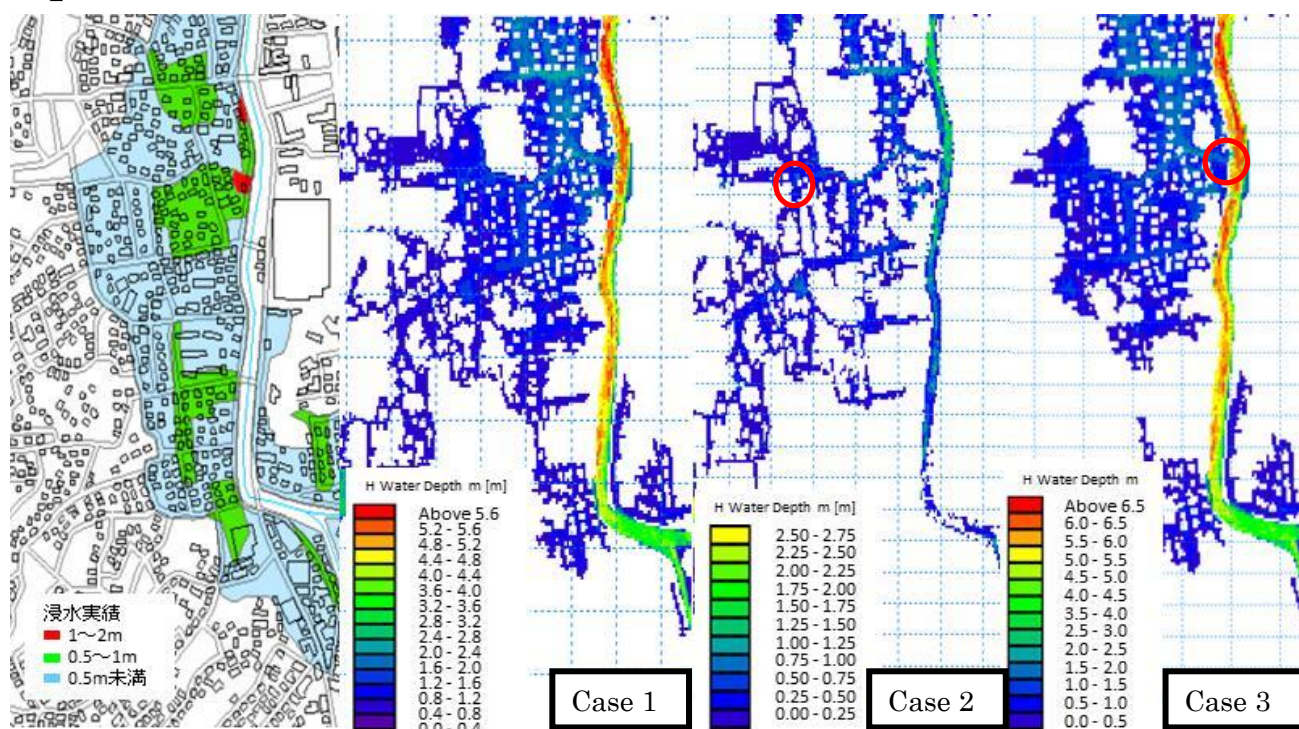


図-3 解析結果(左から浸水実績図，内水氾濫+外水氾濫，内水氾濫のみ，外水氾濫のみ)