

2009 年 7 月 24 日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再現シミュレーション

福岡大学工学部 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¹⁾、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 年愛知県名古屋市内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る。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 1.03km²である。²⁾

樋井川は、本川流路延長 12.9km、流域面積 29.2km²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³⁾。

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

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

ここで、 Q : 流量[m³/s]、 A : 流下面積[m²]、 y : 水深 [m]、 g : 重力加速度[m/s²]、 x : 流れ方向の距離[m]、 t : 時間[s]、 α : 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ほぼ同時に発生しているという結果より、河川と下水道が互いに影響しあった結果ではないかということが考えられる。

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。⁴⁾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/koukukarute_21.html
- 3) (財)下水道新技術推進機構：流出解析モデル利活用マニュアル—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/>

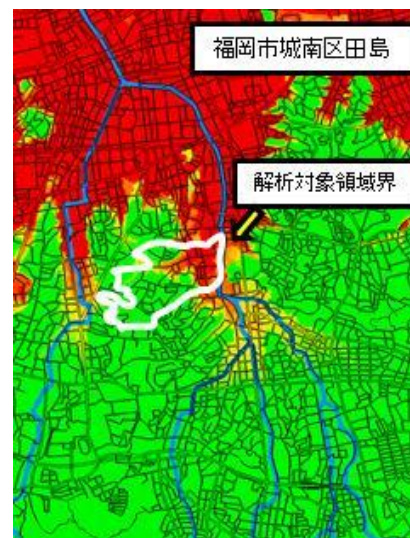


図-1 解析対象領域

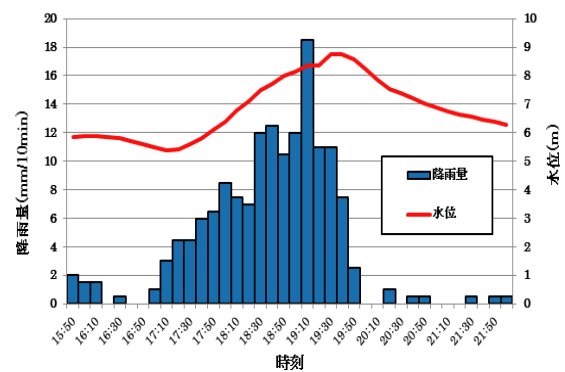


図-2 解析対象期間の10分間降雨量および水位
(樋井川中流域神松寺、田島橋)

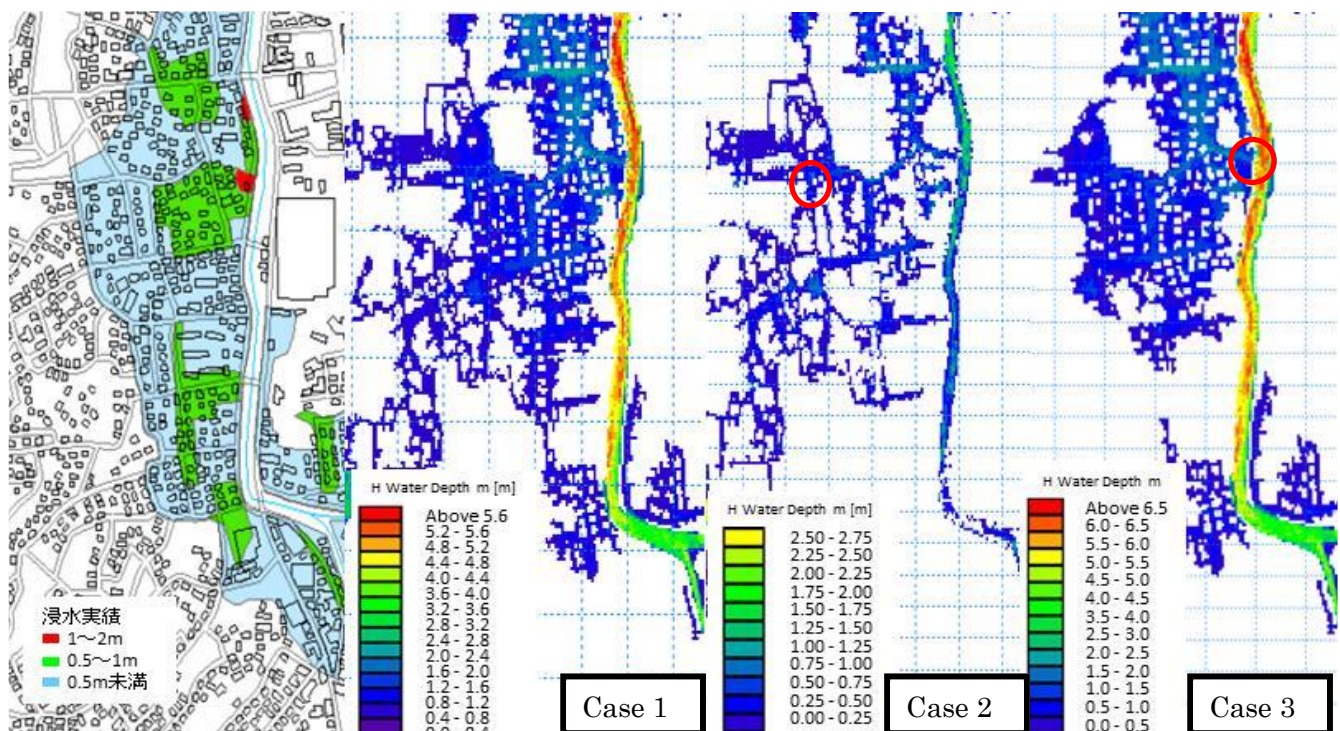


図-3 解析結果(左から浸水実績図，内水氾濫＋外水氾濫，内水氾濫のみ，外水氾濫のみ)