

2009.7.24 九州北部豪雨による田島地区(樋井川流域)の内水氾濫過程の検証

福岡大学工学部 学生員○富永浩二 福岡大学工学部 正会員 山崎惟義
 福岡大学工学部 正会員 渡辺亮一 福岡大学工学部 正会員 伊豫岡宏樹
 福岡大学工学部 正会員 林 義晃 九州大学大学院 フェロー 島谷幸宏

1. はじめに

近年、局地的な集中豪雨による水害が全国各地で頻発している。これらの水害の要因として、河川堤防の破堤や越水による外水氾濫に加えて、雨水を下水道等によって排除できずに生じる内水氾濫によるものが增大していると指摘されている。

福岡市では1999年から2009年までの10年間で3度の大きな水害に見舞われた。2009年7月24日に起きた水害では市内を流れる樋井川流域でも浸水被害が発生し、特に、樋井川中流域の田島地区において甚大な被害となった¹⁾。この浸水被害は外水氾濫と内水氾濫が複合して起きたと言われているが、どちらが浸水被害に大きな影響を与えたかは立証されていない。

そこで、本研究では田島地区を対象に、数値解析によって内水氾濫の時間的広がりを検証し、また、雨水管の改善箇所を特定することとする。

2. 解析対象領域の概要および降水量データ

樋井川は、福岡市内を北流し、博多湾に注ぐ本川流路延長12.9km、流域面積29.2km²の二級河川である。流域の上流部は山林が混在し、下流部は都市化が進行している。本研究の対象領域である田島地区は福岡市城南区に位置する人口11,049人の住宅密集地域である²⁾。田島地区の中でも特に浸水被害が大きかった58.37haの範囲を解析対象領域に設定し、下水道のモデル化を行った。なお、この範囲は分流式下水道区域であり、その管路網平面図を図-1に示す。

降水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)で記録した2009年7月24日の10分間降水量データを用いた。

3. 下水道モデルの構造

本研究のモデルは、表面流出モデルと管内水理モデルによって構成されている³⁾。表-1はこれらの下水道モデルに必要な入力データの項目を示す。

表面流出モデルとは実降雨のうち表面流出に寄与する有効降雨量を求め、それからマンホールや側溝に流入する流出量を求めるものである。その計算方法はマンホールの集水域を等到達時間域に分割し、それぞれで有効降雨による流出量を求め、これを単位図の手法により重ね合わせたものをマンホールへの流入量とする時間・面積法を適用している。

管内水理モデルでは、上流側の境界条件として前述した表面流出モデルから算出された地表面流出量を与えている。下流端の境界条件は、福岡県が田島橋に設置している水位計が記録した10分間水位データを与えている。また、このモデルにおいて管路内の水理解析はDynamic wave法を適用しており、連続式と運動方程式を鉛直方向に積分した式(サン・ブナン方程式)を解くことで求めている。基礎式は(1)式と(2)式であり、それぞれ連続式と運動量保存式を示している⁴⁾。

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \tag{1}$$

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

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

表-1 下水道モデルの入力項目

表面流出モデル	各マンホールの集水面積[ha] 流出係数, 降雨データ
管内水理モデル	各管渠の管低高・地盤高[m] 管路長[m], 管渠の粗度係数 管渠の形状[m] 河川の水位データ

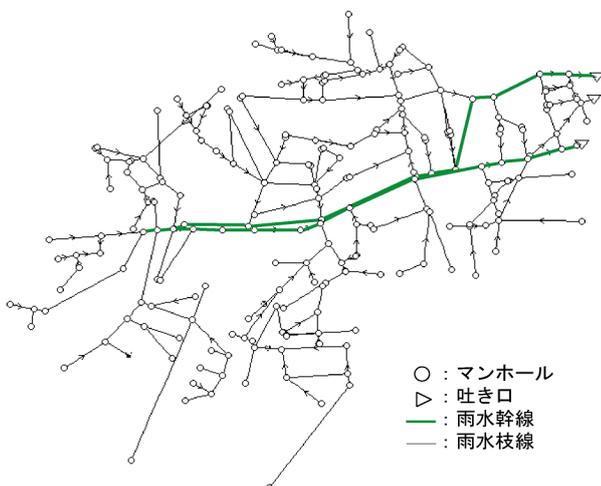


図-1 対象領域の管路網平面図

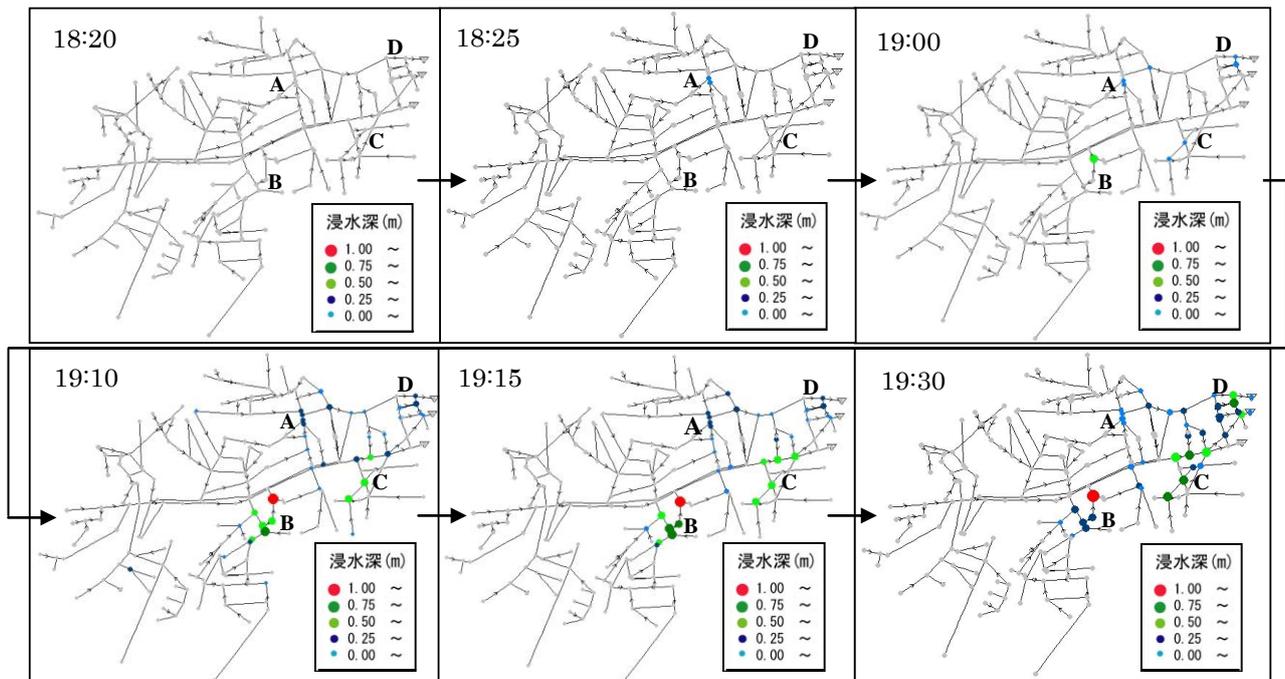


図-2 浸水プロセス (18:20 ~ 19:30)

4. 解析結果

本研究では田島地区を対象に内水氾濫過程のシミュレーションを行い、次のような結果を得た。

図-2 は対象領域の 18:25 頃から 19:30 頃までの浸水プロセスを示している。図中の●印は、雨水がマンホール内から地表面に溢水した箇所を示し、A から D の記号は溢水が生じた順を示している。B, C, D 地点の最大浸水深は 0.50m を超えている。

また、18:25 頃に A 地点で雨水がマンホール内から溢水し始めたことがわかる。A 地点付近の浸水深は最大で約 0.40m であった。

B 地点の浸水深は対象領域内最大の浸水深 1.35m であった。周辺地盤よりも地盤高が極端に低くなっていることが B 地点で最大の浸水深となったことに影響したと考えられる。その後 18:50 頃に C 地点付近で溢水が生じる。最後に 19:00 頃に D 地点付近で溢水が生じる。C・D 地点付近それぞれの最大浸水深は約 0.80m と約 0.60m であった。

5. まとめ

(1) 本解析により、2009年7月24日の豪雨によって生じた田島地区の浸水被害は、図中の B 地点付近において最大浸水深 1.35m を記録したことから内水による浸水も大きく影響していることが明らかになった。

(2) 図-2 より 18:25 頃に雨水がマンホールからの溢水は A 地点付近から始まり、その後、B, C, D 地点の順に広がったことがわかった。また、18:25 頃に雨水がマンホールから溢水し始めてから約 35 分間で D 地点付近まで浸水箇所が広がったことがわかった。

(3) B 地点は浸水状況から内水氾濫が発生しやすい箇所であり、雨水管の改善が必要であると考えられる。

6. 今後の課題

今後も局地的豪雨による浸水被害は頻発すると考えられる。特に都市部において雨水排水対策を進めることが急務である。しかし、対策の方針を決めるには現在の雨水排水機能の問題を明らかにする必要がある。そのためには、より詳細に下水道のモデル化を行い浸水状況の再現性の精度を高める必要がある。本研究では、雨水がマンホール内から地表面に溢水した後の流動の解析には至っていない。今後は地表面の氾濫解析をしていかなければならないと考えられる。

謝辞：本研究を進めるにあたり、(有)NCN の前田大介氏に多大なご協力をいただきました。また、福岡市道路下水道局より下水道に関するデータを提供いただきました。ここに記して謝意を表します。

参考資料

- 1) 福岡市災害対策本部：平成 21 年 7 月中国・九州北部豪雨(第 23 報)。
- 2) 福岡市城南区 HP: 城南区の平成 20 年度人口統計、<http://www.city.fukuoka.lg.jp/jonan/chiiki-kouminkan/index.html>
- 3) 土屋修一，土肥学，海原修司，山田正：管路網水理解析による都市洪水流出特性に関する研究，水工学論文集，第 46 巻，pp.259-264，2002。
- 4) (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引き一，2006。