

市街地における洪水氾濫水の挙動と避難の安全性に関する検討

佐賀大学大学院 学生会員 森田俊博
佐賀大学大学院 正会員 大串浩一郎, 平川隆一
佐賀大学名誉教授 正会員 渡邊訓甫

1. はじめに

昨今, 都市域での水害が問題視される中, 自治体によるハザードマップの作成が活発となっている. 一般にハザードマップから得られる情報は最大浸水時の湛水状況によるものであり, 時々刻々の浸水状況や安全な避難経路等の情報を得ることは困難である. 本文は, 水路・道路網をブランチとノードによってモデル化し, 道路上の氾濫水の挙動を明らかにするとともに, 避難に関する安全性の検討を行ったものである.

2. 研究対象地区

研究対象地区は, 図 1 に示す鹿島市浜町の浜川と石木津川および JR 長崎線に挟まれた面積約 0.45km^2 の流域である. 一帯は東方の有明海に向けて緩やかに傾斜した低平な市街地を形成しており, JR 長崎線下に設けられた樋管の通水能力が小さいこともあって, 浸水に対して極めて脆弱である. 昭和 37 年には図 1 に示す浜川 1.2km 付近における洪水の越水氾濫により甚大な浸水被害を生じるなど, 過去に幾度も水害を被っている.

3. 解析方法

流路網をブランチとノードでモデル化し, 一次元の流れの基礎式(1), (2)を離散化して得られる水位に関する連立方程式を解くことで, 各ブランチの時々刻々の流量, 水深, 流速を求めた¹⁾.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(QV)}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + J(Q, H) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (2)$$

ここに Q :流量, V :流速, A :流水断面積, H :水位, g :重力加速度, x, t :それぞれ空間座標および時間座標である. $J(Q, H)$ は摩擦勾配で, 抵抗には Manning の抵抗法則を用いた. 流路および街区の粗度係数はそれぞれ $n=0.035, 0.1$ とした.

本研究では道路, 用・排水路, 樋管, 空き地, 田畑, 運動場, 街区の空間を洪水氾濫時の流路として



図 1 研究対象地区(鹿島市浜町)

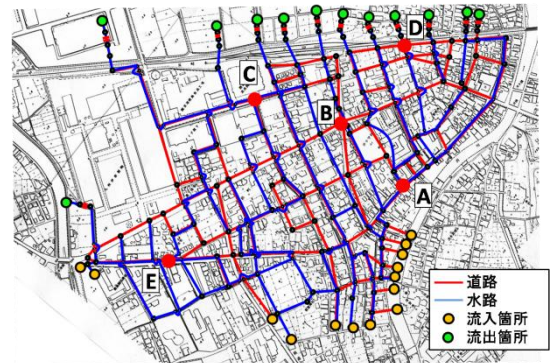


図 2 ブランチ・ノード図

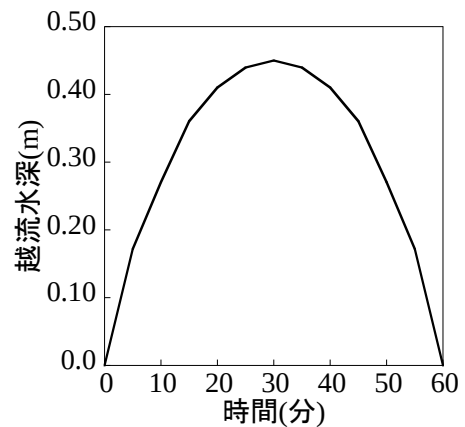


図 3 流入部で設定した越流水位の時間変化

モデル化した. 各流路のスケールは現地計測および都市計画図から求めた. ブランチ数は 657, ノード数は 434 である. 図 2 に水路・道路による流路のブランチ・ノード図を示す.

昭和 37 年の洪水氾濫状況をもとに, 浜川に架かる薬師橋 (1.05km 地点) から上流側 175m 区間に 7 つのノードを設け, 図 3 に示すように最大越流水深 45cm, 越流時間 60 分として浜川洪水を市街地に流入させた. 流入流量は幅厚堰の越流公式(3) から算出した.

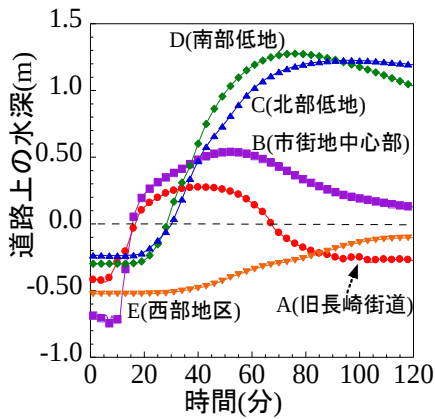


図 4 道路上水深の時間変

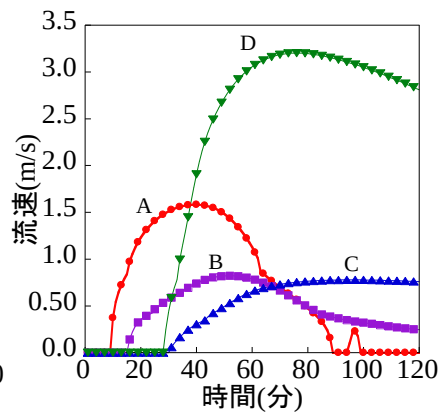


図 5 道路上流速の時間変化

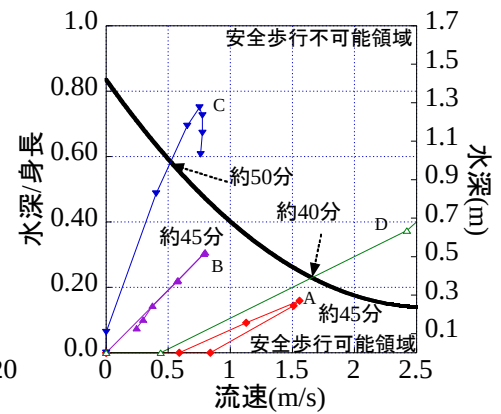


図 6 水深・身長比と流速の関係

$$Q = KBH^{\frac{3}{2}} \quad (K = 1.55) \quad (3)$$

ここに、越流幅 B は越流区間を各流入ブランチに割り当てた水路幅である。なお、氾濫前後における流入流量は水路内のみを流下する流量に設定した。

流出箇所は石木津川への排水路、JR 長崎線の下を通る 10 本の樋管および対象地区南端を通る道路トンネルとし、域外へ流出した水は域内へ影響しないように設定した。

4. 計算結果および考察

4.1 氾濫水の挙動

浜川からの氾濫水の本体は JR 鹿島駅へ向かって伸びる 2 本の道路に沿って東流し、およそ 30 分で東部の低地へ到達する。低地は駅近傍の標高の高い道路により南北に分断されており、北部の方により多くの氾濫水が流入する。

図 4、図 5 は、図 2 に示す旧長崎街道(A)、市街地中心部(B)、北部低地(C)、南部低地(D)、西部地区(E)の 5 地点における氾濫開始から 2 時間後までの道路上水深および流速を示したものである。旧長崎街道の A 地点では氾濫開始からおよそ 5 分で増水を開始し、15 分後に道路冠水が始まり、40 分後に最大水深 0.28m、最大流速 1.5m/s に達する。氾濫終了約 5 分で冠水は収まる。氾濫地点からやや離れた市街地中心部の B 地点も 15 分後に冠水が始まる。これは氾濫源から B 地点にかけて幅の広い道路があり、早い段階で氾濫水が到達したためである。最大水深は 0.5m、最大流速は 0.7m/s である。低地である C 地点では約 30 分で冠水を始め、100 分後には約 1.3m に達するが、近辺の樋管の排水能力が小さいため、長時間浸水が継続する。同じく低地である D 地点では

30 分で冠水が始まり約 75 分で最大水深 1.3m、最大流速 3.2m/s に達した後急速に減水を開始する。これは南部に排水能力の高い道路トンネルがあるためと思われる。E 地点については 40 分後に増水が始めるが西部方面は比較的標高が高く、深さ 1m 以上の排水路を有しているので水路から道路上に溢れることは無かった。

4.2 安全性の検討

洪水氾濫時に避難場所へ安全に向かうための判断材料として水中歩行の可能性について検討を行った。水中歩行の可否については道路上水深と道路上流速を基に、図 6 に示す利根川研究会²⁾による水深・身長比と流速の関係をを用いた。ここでは成人男性の平均身長 170cm を想定して検討を行った。

図 6 は A、B、C、D の 4 地点における流速と時間の関係を 15 分ごとに示している。A 地点と B 地点ではともに氾濫開始から 45 分で最も歩行が困難になると思われるが安全歩行可の状態である。C 地点は氾濫開始から約 50 分で歩行不可能となる。主たる原因は急激な水深の増加であることが図 4 からわかる。D 地点では図 5 に示すように 30 分から急激に流速が大きくなるため安全な歩行は不可能となる。

5. おわりに

本研究で水路・道路網をモデル化し、一次元の氾濫解析を行うことで洪水氾濫時における道路上の時々刻々の流況の把握、および歩行避難の安全性について検討可能であることを示した。

参考文献

- 1)N. Booij: Report on ICES subsystem FLOWS, Report no.78-3, Delft University of Technology, 1980
- 2)利根川研究会: 利根川の洪水—語り継ぐ流域の歴史—, 山海堂, 1995