

地下空間への浸水を考慮した福岡中心部の浸水解析

福岡大学工学部 学生会員 ○増田優 正会員 橋本彰博
中部大学工学部 正会員 武田誠

1. はじめに

わが国では、都市部に人口や資産、中枢的機能が集中しており、地下空間の利用が進められている。都市部では、河川や下水道から溢れた水が地下空間に流れ込み、浸水する水害が発生している。1999年に福岡で起きた水害¹⁾では、福岡市を流れる御笠川が氾濫し、地下ビルに取り残された従業員が亡くなっている。

気候変動の影響で、今後、益々短時間強雨の発生頻度が高くなると予測されている。そのため、地下空間が発達している都市部では、大規模浸水が発生した場合に地下空間への浸水過程を明らかにし、対策を講じる必要がある。福岡都市圏を対象とした検討はこれまでもなされているが、地下鉄を考慮した検討事例はほとんどない。そこで本研究では、福岡都市圏を対象に、計画規模を越える短時間豪雨を博多駅および天神駅周辺を対象に地下街と地下鉄を考慮した浸水解析を行い、浸水過程を考察した。

2. 地下空間への流入を考慮した氾濫解析

(1) 解析モデルの概要

使用した解析モデル²⁾は河川部、陸域、地下空間を同時に解析可能となっている。都市域の氾濫域はデカルト座標の平面2次元モデルを、地下鉄線路の流れにはスロットモデルによる1次元不定流モデルを適用し、地下街・地下鉄駅を1つのボックスとして連続式を考慮した水理計算を行う。

(2) 解析対象領域

本研究の解析領域を図-1に示す。本研究では地下鉄の浸水を考慮するため、福岡市営地下鉄全線を網羅する領域を対象とした。

(3) 地下空間の取り扱い

本研究では、地下街および地下鉄への流入を考慮する。しかしながら、50mの幅を持つ計算格子の都市空間(地盤高)を対象としたため、数m程度の地下空間(地下街・地下鉄駅)の入口の浸水過程を詳細に表現することは難しい。ここでは、次の方法で地下空間の

入口の流入流量を求めた。

地下空間の入口の情報(道路から歩道の段差(d_2)、歩道から地下空間の入口の段差(d_3)、止水板(溝)の高さ(d_4)、横幅(B))は、予め5mメッシュ標高値より地下鉄の入口付近に地盤高(z_1)を求め、これを道路面とした。諸量を図-2に示す。数値計算において氾濫水位(H)を求めた後で、入口の水深を以下の方法で求める。

$$h_{in} = H - (z_1 + d_2 + d_3) \quad (1)$$

ただし、 h_{in} が計算された水深よりも大きい場合には、 h_{in} を水深に置き換えた。その後、次式を用いて流入流量を求めた。

$$Q_{in} = h_{in} B \sqrt{gh_{in}} \quad (2)$$

3. 計算条件および計算結果

(1) 計算条件

図-3に示すように、福岡市における10年確率の計画降雨(59.1mm/h)を基本とし(ケース1)、その1.2倍(ケース2)および2倍(ケース3)に設定して、10時間の氾濫計算をした。



図-1 計算領域

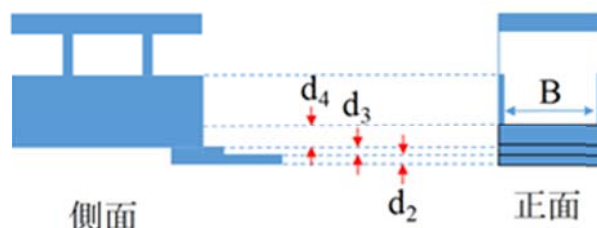


図-2 地下空間への入口情報

(2) 計算結果

計算結果として、ピーク雨量の 1 時間後から 7.5 時間後における浸水深の分布を図-4～6 に示す。

まず、図-4～6 を見比べる。いずれにおいても、博多地区より天神地区のほうが浸水深は大きい。どちらの地域も地盤高にあまり差はないので、地盤高の違いにより浸水深が違うとは考えにくい。これは、博多駅よりも天神駅のほうが、地下への入口が多く、雨水が浸水しやすくなっていることが考えられる。

次に経過時間毎の浸水過程を述べる。浸水開始時間はケース 3 は降雨開始 5.5 時間後、ケース 1,2 は 6 時間後であった。降雨開始 6.5 時間後、ケース 3 のみ全体的に浸水が見られた。降雨開始 7 時間後には、ケース 1,2 共に那珂川左岸側の天神地区の今泉、薬院、渡辺通において浸水が顕著に見られ、その 30 分後には那珂川右岸側のキャナルシティ博多、博多駅西側において徐々に浸水していく過程が見られた。降雨開始 8 時間後、ケース 3 は那珂川兩岸の天神地区や住吉は 1.0m 程浸水しており、博多駅周辺も 0.8m 程浸水していた。降雨開始 9 時間後、ケース 2 の博多駅東側にも浸水が見られてくる。降雨開始 10 時間後、ケース 1 は博多駅周辺が 0.3～0.4m、ケース 2 は 0.5m 程浸水している。ケース 3 のみ、降雨開始 9 時間半後と 10 時間後を比較すると、降雨開始 9 時間半後の方が博多駅東側の浸水深が大きいように見られる。

全体的に博多地区よりも天神地区の方が浸水深が大きいことから、天神地区での地下空間の脆弱性が見てとれる。天神地区の地下空間の水防対策をさらに進めていく必要がある。

4. 終わりに

本研究では、福岡都市圏を対象に、計画規模を越える短時間豪雨を博多駅および天神駅周辺を対象に地下街と地下鉄を考慮した浸水解析を行い、浸水過程を考察した。

今後は地下空間への流入過程を明らかにするとともに、下水道を考慮したシミュレーションを行い、精度を高めて浸水リスクを評価することで、将来の気候に備え、地下空間における対策と避難行動に要するリードタイムを検討していきたい。

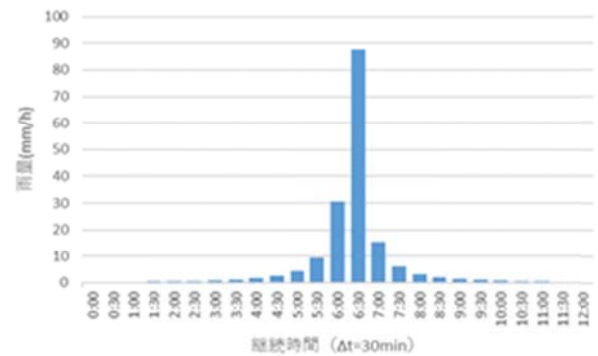


図-3 計画降雨 (ケース 1)



図-4 最大浸水深 (ケース 1)



図-5 最大浸水深 (ケース 2)



図-6 最大浸水深 (ケース 3)

参考文献

- 1) 国土交通省ホームページ：
<http://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/jouhou/jieisuibou/bousai-gensai-suibou01.html>
- 2) 武田誠ら：福岡市の地下空間を考慮した浸水解析、第 24 回地下空間シンポジウム論文集、2018