福岡市の地下空間を考慮した浸水解析に関する検討

中日本ハイウェイエンジニアリング名古屋　非 会 員　三木研弥
若鈴コンサルタンツ　正 会 員　中島勇介
中部大学工学部都市建設工学科　正 会 員○武田　誠
中部大学大学院工学研究科　学 生 員　村瀬将隆
中部大学工学部都市建設工学科　フェロー　松尾直規

１．はじめに

近年，広範囲に長時間降り続く雨により，河川の氾濫災害が生じている．平成 27 年 9 月には鬼怒川の破堤氾濫により甚大な浸水被害が生じた．このような大規模浸水が，地下鉄，地下街などの地下空間が発達している都市域で発生すれば，その被害状況はさらに深刻なものとなる．地下空間の大規模浸水は平成11年と平成15年に福岡市で生じている．例えば，平成 11 年の福岡水害は以下のようである [1]．平成 11 年 6 月 28 日夜から 29 日にかけて，低気圧による寒冷前線の通過による豪雨が生じ，福岡市の御笠川および山王水路が氾濫した．これらの影響により，博多駅周辺では地下街，地下鉄構内などに多量の水が浸入し，都市機能を麻痺させた．

都市における大規模浸水の発生は重要な課題であり，仮に生じた場合の，地下空間における災害発生のメカニズムとその対策を十分に検討する必要がある．本研究は，地下空間の浸水が生じた福岡市を対象に，洪水氾濫および地下浸水を含めた解析を実施し，モデルの妥当性評価と浸水メカニズムの考察を行う．

２．福岡市における地下鉄入口の調査

本研究の実施のためには，地下空間の情報（特に，入口の情報）を入手する必要がある．そのため，福岡市の調査を行い，地下空間の入口の場所を確認し，入口の幅，地表面からのステップ高，止水板の高さ，地上から駅構内までの階段の段数と階段の高さ，駅構内からホームまでの階段の段数と階段の高さを調査した．実施した地下鉄線路名，駅・地下街，入口の数を表 1 に示す．また，本研究で浸水の流入口となる博多駅前の地下空間の入口の様子を図 1 に示す．なお，解析に用いる地下鉄の駅および地下街の面積，地下鉄線路の平面位置は web 情報から入手し，駅の地下鉄線路の高さから駅間で直線近似して線路の高さを求めた．

表 1　測定した駅と出入口の個数

空港線	入口数	七隈線	入口数	箱崎線	入口数
福岡空港駅	3	天神南駅	4	貝塚駅	2
東比恵駅	6	渡辺通駅	2	箱崎九大前駅	3
博多駅	30	薬院駅	2	箱崎宮前駅	3
祇園駅	5	薬院大通駅	2	馬出九大病院前駅	7
天神駅	41	桜坂駅	2	千代県庁口駅	7
赤坂駅	5	六本松駅	2	呉服町駅	4
大濠公園駅	5	別府駅	3		
唐人町駅	6	茶山駅	2		
西新駅	6	金山駅	2		
藤崎駅	4	七隈駅	2		
室見駅	5	福大前駅	2		
姪浜	2	梅林駅	2		
中洲川端駅	5	野芥駅	2		
		賀茂駅	2		
		次郎丸駅	2		
		橋本駅	2		
			合計	35駅	184箇所

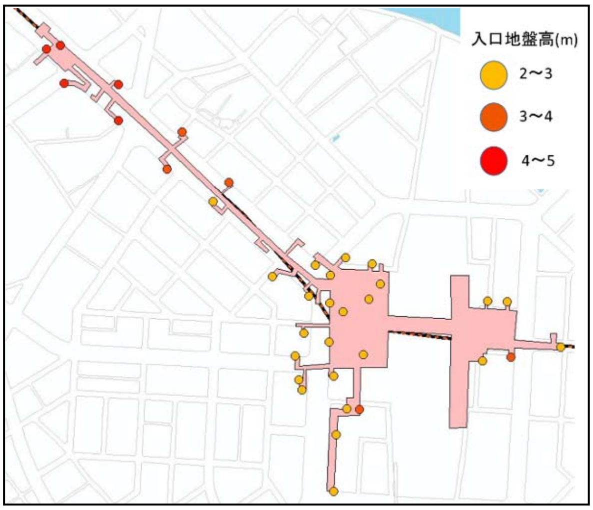

図 1　地下空間入口の標高の分布

３．計算方法および計算条件

本研究では，武田・西田ら [2] の解析モデルを修正して用いた．河川の計算は行わず，地表面氾濫流をデカルト座標の平面 2 次元不定流モデルで解析した．また，地下街および地下鉄駅を一つのボックスとして捉え，地表面からの流入・流出を考慮し，地下鉄線路への流入・流出を考慮して水量の収支を計算している．さらに，

キーワード　都市浸水，地下鉄，福岡豪雨災害，数値解析
連絡先　中部大学，〒487-8501，愛知県春日井市松本町 1200 TEL:0568-51-1111　FAX:0568-51-0534

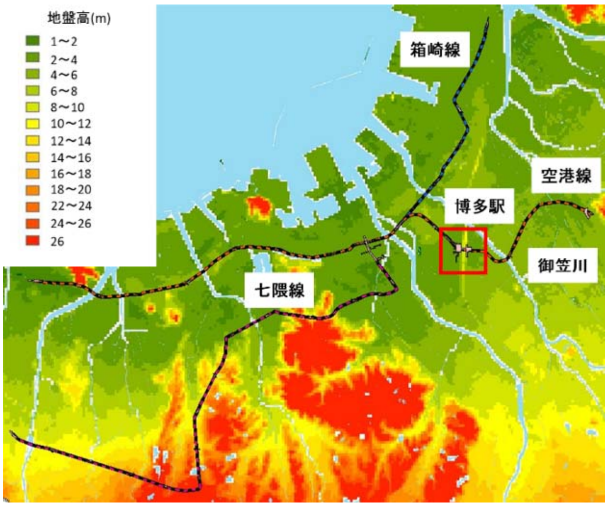

図２　計算領域および地下鉄線路

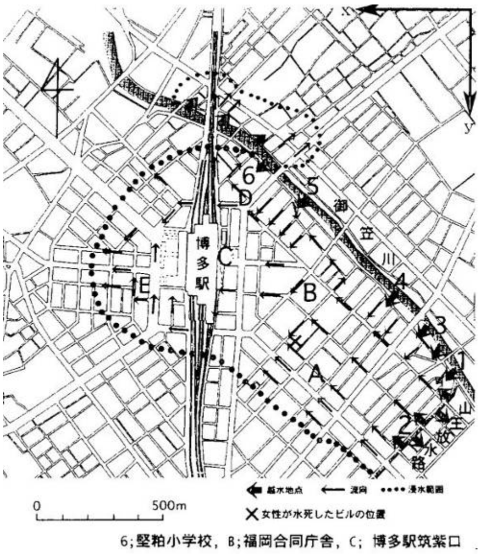

図３　博多駅周辺の浸水の様子（橋本ら [1]）

地下鉄線路の水の挙動はスロットモデルを考慮した1次元不定流モデルで表現した．計算領域を**図2**に示す．計算格子幅は50mであり，地下鉄線路も約50mで区分した．本研究では，平成 11 年の福岡水害を計算の対象とする．この災害の様子は，橋本ら [1]によりまとめられており（図 3），流入流量が見積もられている．ここでは，**図 4** の御笠川の越流地点および山王水路の越流地点に，それぞれの総越流流量が等しくなるように流量を与えた．なお，計算時間は10時間とした．

４．計算結果および考察

本研究では，橋本ら [1]による浸水域を意識し，用いた地盤高情報を修正しながら計算を進めた．図 4 に本計算で得られた最大浸水深の分布を，図 5 に計算終了時の空港線における浸水の様子を示す．図 4 から，博多駅周辺で浸水深が高いことがわかる．これは，博多駅付近の地盤高が周辺の地盤高より低いためである．なお，実測値の浸水深の最大値は約 100cm であり，本解析の浸水深の最大値は約 80cm であった．さらに，地下空間への入口がある駅周辺に水が集中し，図-5 で示されたように，鉄道線路内に浸水が拡がっている．平成 11 年の福岡水害では博多駅から東比恵駅方面に約 1km 冠水し，博多駅では線路部において 1.3m の浸水があったと報告されている．本研究結果とは量的に異なる地下鉄の浸水の様子であり，今後，解析の精度について検討したい．

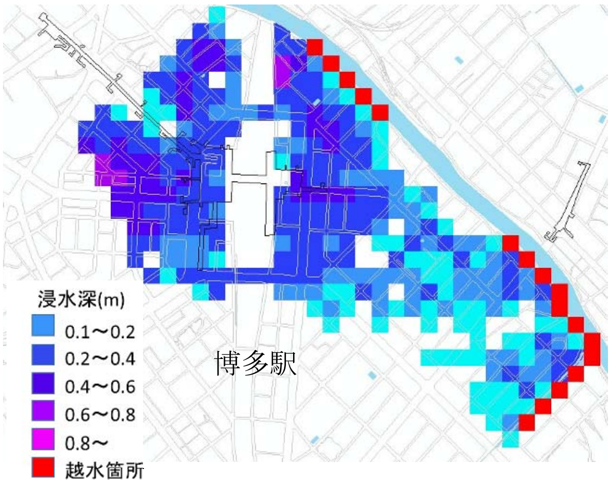

図４　博多駅周辺の最大浸水深の分布

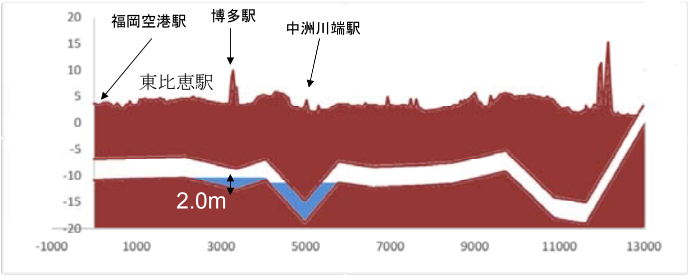

図５　空港線の浸水の様子

５．おわりに

本研究では，平成 11 年の福岡水害を対象とし，地表面と地下鉄の浸水に関する再現計算を行った．その結果，概ね当時の浸水の様子を示す解析結果が得られたが，量的な違いも示された．今後，解析の妥当性および浸水のメカニズムについて，詳細に検討を進めたい．

参考文献　1)橋本晴行,朴埼璨,渡辺政広:1999 年 6 月福岡水害時に発生した博多周辺の洪水および氾濫流の再現計算，自然災害科学，J. JSNDS 21-4，p.369-384，2003.　2)武田　誠，西田貢士郎，村瀬将隆，川池健司:地下鉄を考慮した都市の浸水解析，地下空間シンポジウム論文・報告集，第 21 巻，pp.153-160，2016.