

外水氾濫時における地下鉄浸水及び減災対策に関する研究

関西大学大学院理工学研究科 学生員 ○岡部 良治

関西大学環境都市工学部 正会員 石垣 泰輔

関西大学環境都市工学部 正会員 尾崎 平

京都大学経営管理大学院 フェロー会員 戸田圭一

1. はじめに

近年、世界各地では気候変動による集中豪雨の発生回数が増加しており、外水氾濫や内水氾濫などの水災害が生じる危険性が高まっている。過去には、福岡水害(1999 年,2003 年)や東海豪雨(2000 年)などの外水氾濫により地下空間内でも大きな被害が生じた。増田ら¹⁾は、梅田の大規模な地下街を有する海老江処理区を対象地域とし、地下空間の浸水被害について検討を行った。また、著者ら^{2), 3)}は、内水氾濫や外水氾濫によって生じた氾濫水が地下鉄軌道を伝播して、海老江処理地区外の地下鉄駅にも浸水被害を与えることを指摘した。外水氾濫に関する研究では地下鉄軌道の浸水状況については検討が行われたが、地下空間出入り口への止水板の設置や地下鉄車両の運行停止等といった水災害時の減災対策については検討が行われていない。そこで本研究では止水板の設置と車両の運行停止に着目し、減災対策効果について検討を行った。

2. 対象地域の概要

本研究において地上の氾濫解析を行う際に対象としているのが、図-1 に示す海老江処理区である。海老江処理区は大阪市内に 12 ある下水処理区の一つであり、北区の下水処理を担っている。また、図-2 に示すように対象地域には 12 の地下鉄路線が広域に存在している。

3. 解析条件

本研究では、下水ネットワークを包括的に管理することができ、下水管路を考慮したより詳細な溢水状況を検証することができる氾濫解析モデルの Infoworks CS を用いて解析を行った。また、地下鉄ネットワークをモデル化するには現地調査で得られたホーム地盤高をもとに、地上の氾濫と地下鉄浸水を同時に計算ができる地上地下一体解析モデルを作成した。なお、簡易化のため、駅の大きさは御堂筋線梅田駅、トンネルの直径は JR 東西線と同一大きさとしている。外水氾濫解析に用いる洪水ハイドログラフを図-3 に示す。増田ら¹⁾により地上の氾濫解析のために求められた、淀川河川事務所の氾濫シミュレーションと同定の条件であるピーク流量 4000 m³/s を最大の氾濫量とし、同様の方法でピーク流量 2000 m³/s、1000 m³/s の洪水ハイドログラフを作成した。破堤地点は鉄道橋があり、堤防が低いため破堤する危険性が高い、図-1 中に示す淀川左岸 9.2km 地点とした。



図-1 海老江処理区及びポンプ場

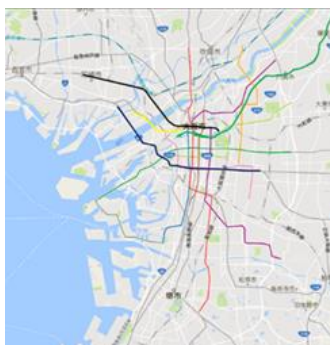


図-2 地下鉄路線図

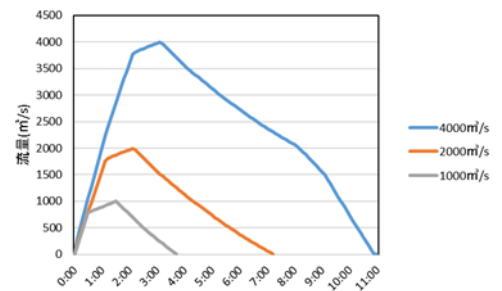


図-3 洪水ハイドログラフ

キーワード：地下空間，外水氾濫，地下鉄，密集市街地，氾濫解析

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3 丁目 3 番 35 号 TEL 06-6368-1121

4. 止水板設置効果の検討

破堤開始直後に対象地域である海老江処理区内の出入口全てに高さ 0.5m の止水板を設置したと仮定し、設置した際の効果について検討を行う。表-1 に止水板を設置した場合の地下空間の総残留量について示す。4000 m³/s、2000 m³/s の場合は大きな効果が確認できなかった。流入が確認できた多くの地下空間出入口において浸水深が 0.5m 以上になっていたためと考えられる。図-4 に止水板の設置有無による鉄道軌道の最大浸水深の比較を示す。

表-1 地下空間の総残留量 (×10⁴m³)

	4000m ³ /s	2000m ³ /s	1000m ³ /s
止水板なし	1250.72	690.46	573.22
止水板設置	1168.79	690.14	295.80

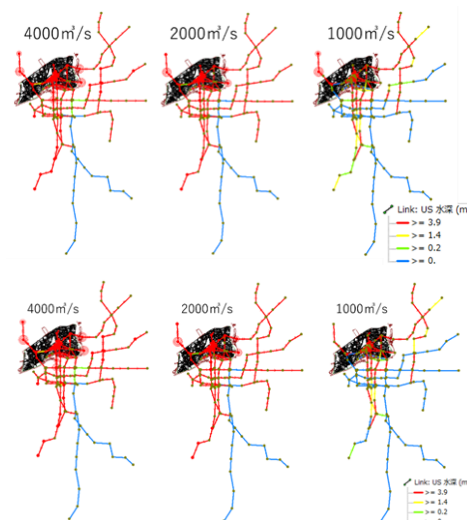


図-4 地下鉄軌道の最大浸水深
(上:止水板なし 下:止水板設置)

5. 車両の運行停止時間による浸水被害の検討

水災害発生時に氾濫水の流入が駅で確認され次第、運行中の全車両が次の駅で停車し乗客の避難を行うことが考えられるが、連絡が遅くなった場合、浸水している駅に車両が停止することが想定される。浸水被害が最も大きい 4000 m³/s の場合の解析結果と鉄道運行表を比較し、浸水発見から連絡までの所要時間に対する浸水車両数の変化について調べた。表-2 に車両停止時間に対する浸水車両数を示す。停止時間が 5 分以降になると、浸水域に車両が突入するようになる。したがって水災害時の対応として乗客の早期避難対応の他に運行している車両に情報をいち早く届けて運行を停止するシステムの構築が必要といえる。

表-2 車両停止時間に対する浸水車両数

外力/停止までの時間		朝ラッシュ			日中			タラッシュ		
		浸水しない駅に停車	浸水する駅に停車	車両が浸水	浸水しない駅に停車	浸水する駅に停車	車両が浸水	浸水しない駅に停車	浸水する駅に停車	車両が浸水
外水	0分後	88	84	1	81	66	1	90	100	1
	5分後	97	88	4	71	72	2	87	106	5
	10分後	90	91	6	70	66	5	84	109	6

6. おわりに

本研究では地上の浸水と地下鉄の浸水を一体化し解析を行えるシミュレーションモデルを作成した。その結果よりこれまで検討されなかった地下鉄駅の浸水時間・車両の浸水状況を検討することができた。以上の結果より、水災害時における地下鉄浸水の特性が明らかとなったので、今後は本研究の結果を応用し、駅ごとの浸水状況を分類分けして、乗客の早期避難や、減災対策などを検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 増田達紀, 石垣泰輔, 島田広昭, 戸田圭一: 密集市街地における外水氾濫時の地下空間浸水について, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第 20 巻, pp109-116, 2015.
- 2) Okabe, R., Terada, M., Ishigaki, T., Ozaki, T. and Toda, T.: Subway inundation by pluvial flooding in urban area, 20th Congress of APD IAHR, Colombo, Sri Lanka, 2A007.pdf, 2016.
- 3) 岡部良治, 寺田光宏, 土井 峻平, 石垣泰輔: 外水氾濫時における地下鉄軌道を伝播する氾濫水の挙動予測に関する検討, 土木学会平成 28 年度全国大会, II-116, 2016.