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

関西大学大学院理工学研究科　学生員　○岡部　良治
オリジナル設計　正会員　寺田　光宏
大阪府　土井　崚平
関西大学環境都市工学部　正会員　石垣　泰輔

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。また、都市部では地上だけでなく、地下街や地下鉄などの地下空間の利用も進められており、水災害によって生じた氾濫水が、地下空間へ流入することが懸念されている。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。また寺田ら[2]は、内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。本研究では、外水氾濫時において、氾濫水が地下鉄軌道をどのように伝播するのかについて検討を行った。

2．対象地域の概要

図-1 に本研究の対象地域となる海老江処理区の位置と地下鉄路線を示す。海老江処理区は面積が 12.15km² あり、百貨店やオフィスビル、大規模地下街が存在する密集市街地である。東側から西側に向って地盤高が低くなっており、西側には海抜 0m 地帯が広がっている。また、梅田周辺も地盤高が低くなっており、水害時には氾濫水が集まると予想される。交通機関は、JR・私鉄・市営地下鉄の合計 7 路線が海老江処理区内を運行している。海老江処理区には地下鉄駅が 16 駅存在し、多くの路線が地下トンネルによって、海老江処理区外とつながっている。

図-1 対象地域と地下鉄路線

3．解析条件

外水氾濫の計算には、下水道ネットワーク内と地上の氾濫水を同時に計算可能な InfoWorks CS を用いた。淀川河川事務所が行ったシミュレーションと同様の解析条件(1953 年 9 月に起きた台風による総雨量の 2 倍の雨量を想定)とし、流入地点は淀川左岸 9.2km 地点、破堤幅は 145m とした。氾濫ハイドログラフは、ピーク流量 4000m³/s、継続時間 11 時間のものを使用し、地上の氾濫、地下空間への流入、地下鉄及び地下街の氾濫計算を行った。なお、出入り口での止水板の設置なしとした。

4．モデルの構築

地下鉄モデルを構築するにあたって、対象駅の地下鉄出入り口からの階段の高さと段数を調査し地下鉄駅ホームの標高を決定した。地下鉄駅のホームの大きさは概ね一致していると仮定した上ですべての駅の形状を御堂筋線梅田駅の形状と同じとした。解析ソフトである InfoWorks CS を用いるため、地下鉄駅ホームをマンホールとしてモデル化した。地下鉄では上り下りの 2 つのトンネルが存在するが、モデルの簡素化のため 1 つの大きなトンネルとしてモデル化した。また、氾濫水が他の路線へ流出する可能性を考慮し、路線同士をつなげる連絡トンネルや駅間の乗り換えに利用する連絡通路をモデル化した。

キーワード：地下空間，　地下鉄，　外水氾濫，　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　ＴＥＬ06-6368-0901

５．解析結果

外水氾濫時における氾濫水の伝播の様子を図-2 に示す。破堤地点に近い地下鉄駅から流入が始まり、地下鉄軌道を氾濫水が流れることによって、海老江処理区外の地下鉄駅も浸水することがわかる。伝播の特徴としては、谷町線(T)において谷町四丁目(T23)より南側の駅は、上町台地の影響を受け駅ホームの標高が高くなるため、流入しないことがわかる。しかし、谷町線(T)は今里筋線(I)と連絡しており、今里筋線(I)に氾濫水が伝播することで上町台地の東側の駅まで流入することがわかる。

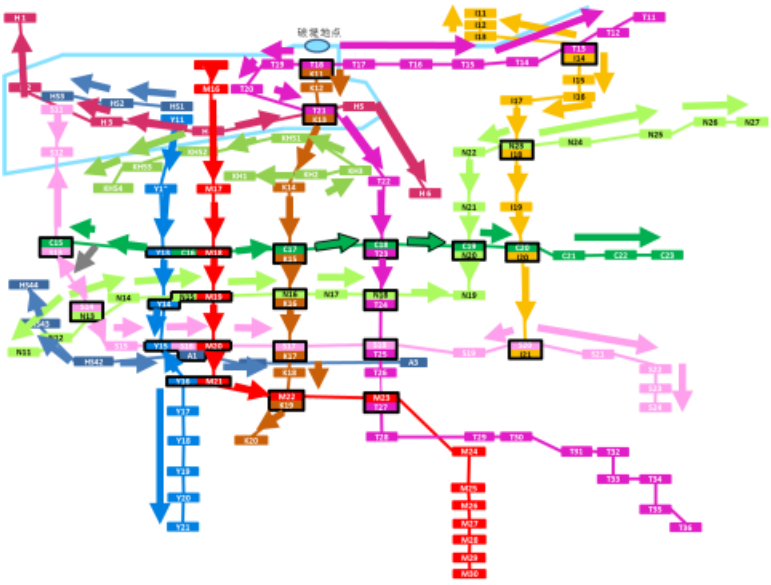

図-2　氾濫水の伝播状況

６．減災対策

海老江処理区で外水氾濫が起きた際、氾濫水が地下鉄軌道を流れ海老江処理区外の路線にも浸水被害が及び、駅に流れ込んだ氾濫水は、駅ホームの標高の低い駅が満水状態となり、更に氾濫水が流れ込むと地上へ噴き出す危険性があるという結果となった。そういった被害を防ぐためには、地下鉄軌道内の氾濫水の伝播を防ぐ必要がある。その一方法として、路線同士をつなぐ連絡トンネルや駅間をつなぐ地下連絡通路を防水扉などによって遮断した場合を想定した解析を行い、対策していない場合と比較することにした。伝播の様子を図-3 に示す。連絡通路を遮断した結果、海老江処理区内を通過しない路線への伝播を防ぐことができることが知れる。

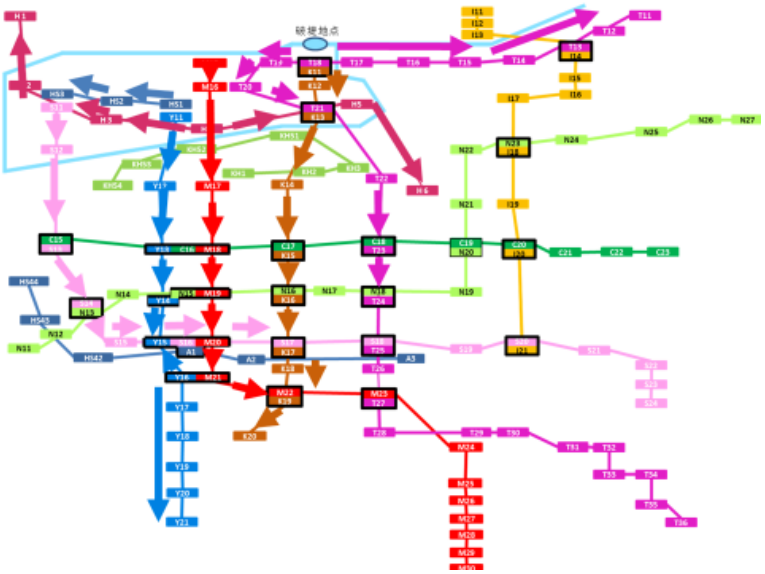

図-3　減災対策を講じた場合の伝播状況

７．おわりに

本研究では、外水氾濫時によって氾濫水が地下鉄軌道をどのように伝播するか検討した。その結果、破堤地点に近い駅から流入が始まり、接続している他路線に伝播していくことが示された。駅に流れ込んだ氾濫水は、駅ホームの標高の低い駅に蓄積され満水状態となり、更に氾濫水が流れ込むと地上へ噴き出す危険性があることが指摘された。さらに、減災対策として、他路線への伝播を防ぐために連絡通路を遮断した結果、他路線への伝播を防ぐことが可能なことを示した。今後は、止水板による対策などについて検討する予定である。

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) 寺田光宏, 岡部良治, 石垣泰輔, 尾崎平, 戸田圭一：密集市街地における内水氾濫時の地下鉄浸水に関する検討, 土木学会論文集 B1(水工学)Vol.72, No.4, I_1357-I_1362, 2016.