

大規模浸水に対する鉄道の危険度評価

中部大学工学部都市建設工学科 学生員○西田貢士郎
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建設工学専攻 学生員 島田 嘉樹
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、大雨や洪水による浸水被害が多くみられる。平成 23 年 9 月には台風 15 号の影響により、庄内川の水位が氾濫危険水位を超え、100 万人の名古屋市民に避難勧告が出された。また、東海地域ではスーパー伊勢湾台風による被害も懸念されており、広域な対策の検討が進められている。浸水発生による交通網の被害評価は、避難活動、復興活動などに関する重要な情報といえる。本研究では、中部地区を想定した鉄道における浸水の危険度、大規模浸水に対する地下鉄の浸水状況を考察する。

2. 鉄道の浸水に対する危険度評価

スーパー伊勢湾台風による被害評価として、東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会¹⁾が想定した浸水（最大浸水深の水位）情報を入手し、それから鉄道路線の地盤高を引くことで路線箇所における浸水深を求めた。図-1 に浸水深の分布と路線箇所の浸水の様子を示す。本図から、桑名駅周辺や長島地区などで浸水深の高い個所があり、注意を要することが分かる。また、洪水氾濫として、島田ら²⁾が実施した想定破堤氾濫解析（名古屋駅近くの浸水が大きかった庄内川の河口から 19km 左岸地点が破堤した場合の庄内川洪水氾濫解析）の最大浸水深と鉄道路面高との関係を示したのが図-2 である。本図から、多くは盛土部などの高台を通る線路なので、土台が壊れない限り浸水被害はないものといえるが、路線上に浸水がみられる場所もあり注意を要する。

3. 地下鉄の浸水に対する危険度評価

地下街・地下鉄の入口には内水氾濫時の浸水流入対策として止水板が設置されているが、それでは 1.5m を超えるような大規模浸水の流入を防ぐことができない。ひとたび大規模浸水が生じた場合の都市（特に地下空間）の状況を想定しておくことは重要であり、得られる水理特性や被害想定は、人命救助、被害低減に関する重要な情報となる。島田ら²⁾により、破堤による洪水氾濫が生ずれば大量の氾濫水が地下空間へ流入し、その水は一つの場所に留まらず、地下の線路を通して拡がるのが想定された。そこで、島田らの解析モデル（庄内川洪水流は一次元不定流モデル、地表面氾濫流はデカルト座標の平面二次元氾濫解析モデル）に、地下鉄線路および地下鉄駅・地下街の水の挙動を表現するモデルを導入した。

図-3 に示すように、地下街・地下鉄駅を 1 つのボックスとして捉え、地下街・地下鉄駅の下に鉄道線路を配置した。解析上、氾濫水は複数ある地上の入口から地下街・地下鉄駅へ流入・流出し、地下街・地下

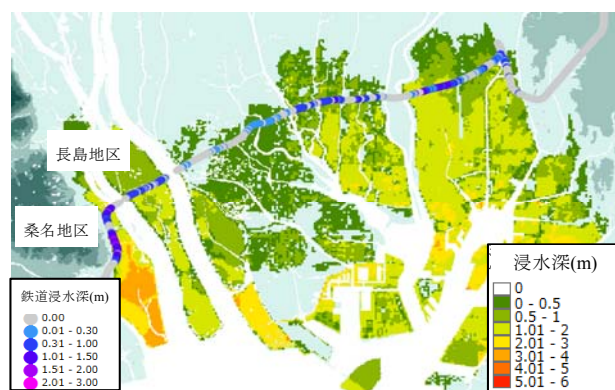


図-1 高潮による浸水路線の評価

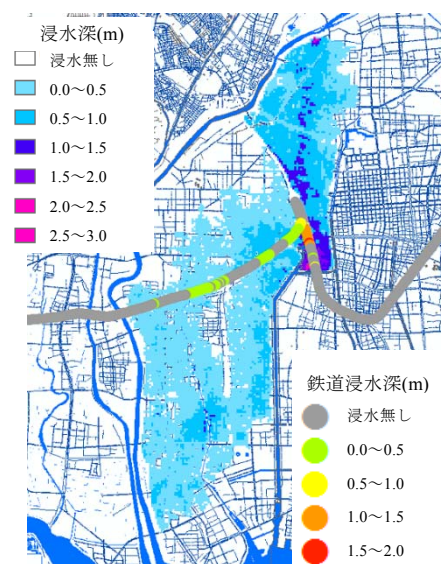


図-2 洪水による浸水路線の評価

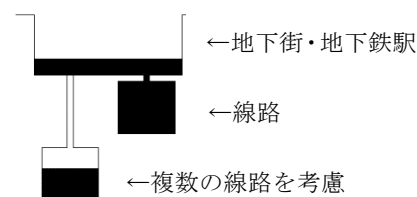


図-3 地下鉄のモデル

鉄では地上からの流入・流出流量と鉄道路線への流出・流入流量を考慮して連続式が計算される。さらに、地下街・地下鉄駅に繋がっている線路の場所では流出・流入流量が考慮され、線路ではスロットモデルを用いた一次元不定流モデルで水の流れを表現した。さらに、一つの駅に複数ある線路間の水の移動も考慮している。

計算条件として、平成23年9月15日の庄内川洪水において、枇杷島の水位がピークとなる時間に河口19kmの左岸地点で破堤が生じた場合を想定した。図-4に計算結果を示す。本図は、分かりやすさの視点から、地下空間の浸水を大きく表示している。図-4より、地下鉄内を浸水が広域に広がっていることが分かる。また、地下鉄内の浸水も天井の高さ4mを超える満管の状態で行われていることが分かる。さらに、一つの鉄道駅から他の路線へ流れることで、浸水が広がっている。本研究では地下街および地下鉄の複雑な構造を考慮していないことから、広がり方に関しては過大評価の可能性もある。今後は、地下街・地下鉄駅の複雑な形状のモデル化が課題となる。

4. 地下鉄電車の浸水を受けるタイミング

巨大台風来襲前の早い段階から電車を運休させることは現実的な水害対策の一つである。一方、前兆となる情報はあっても、洪水破堤は急に生じるので、事前の電車の運休は難しいと考える。そこで通常運行時を対象に、浸水の状況における電車の被害を検討した。3.の結果を仮に朝5時に破堤が生じたとみなした。地下鉄の時刻表から電車の位置を算出（駅停車時刻は駅の位置を、それ以外は電車の前後の駅の位置と停車時刻から比例配分）し、その位置の地下鉄路線の浸水情報から車両の浸水状況を求めた。その結果を図-5に示す。本図から、地下鉄線路内の電車が受ける浸水状況が示された。庄内川の19km左岸堤防の破堤の場合、鶴舞線の

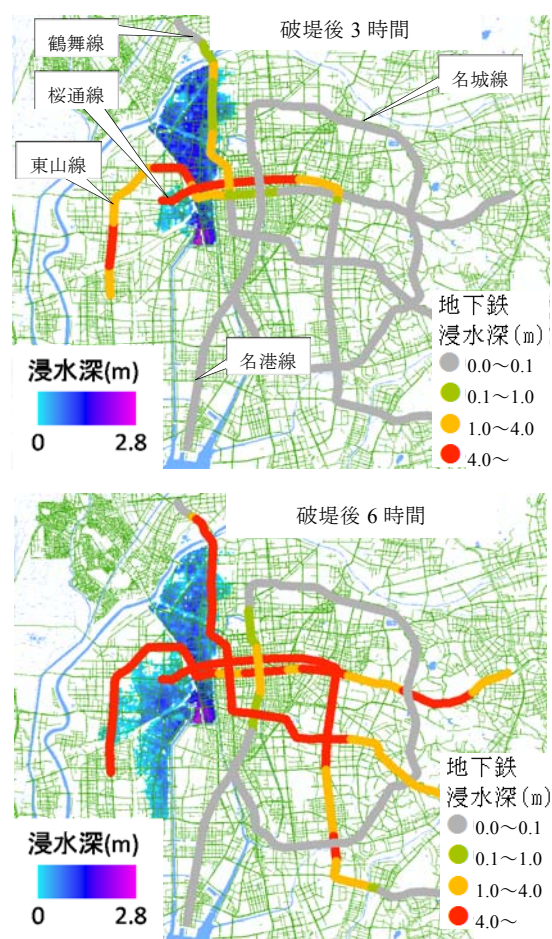


図-4 地上と地下の浸水の様子

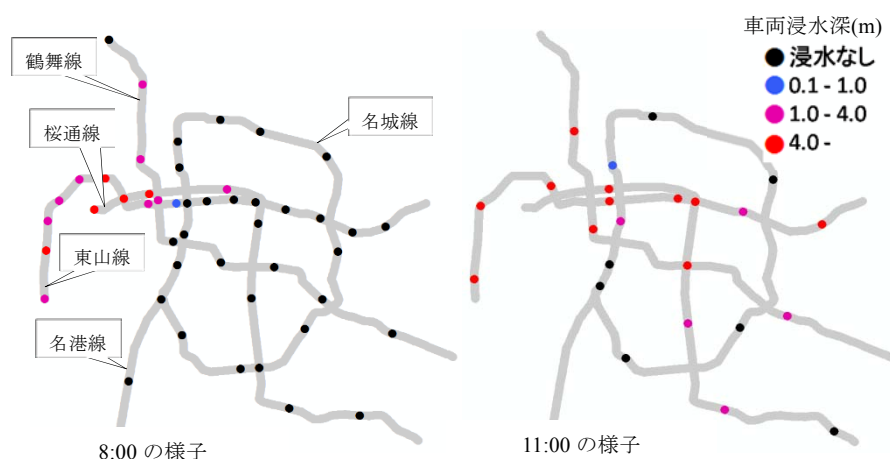


図-5 電車の浸水の様子

駅から浸水し、桜通線および東山線の西側の線路で浸水が大きくなり電車も浸水を受ける。その後は、鉄道路線を通して広がる浸水の影響により、多くの地下鉄線路で電車が浸水すると予想される。

5. おわりに

大規模浸水における鉄道の影響を考察し、特に、地下鉄の被害を定量的に明らかにした。大規模浸水時の地下街・地下鉄への氾濫水の流入は起こり得る浸水現象であり、鉄道路線を通じて浸水が広がることが示された。ここでは地下街・地下鉄駅が単純なモデルで表現されており、今後、詳細な検討が必要と考える。

参考文献 1) 東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会、国土交通省中部地方整備局、http://www.cbr.mlit.go.jp/kawatomizu/tokai_nederland/. 2) 島田ら：地下空間を考慮した庄内川の想定破堤氾濫解析と被害額評価、平成26年度土木学会中部支部研究発表会。