名古屋を対象とした破堤に伴う都市の浸水過程の考察

中部大学工学部都市建設工学科　学生会員○藤田涼子
中部大学工学部都市建設工学科　学生会員　大溝諒介
中部大学工学部都市建設工学科　学生会員　西脇　翔
中部大学工学部都市建設工学科　正会員　武田　誠

1.　はじめに

近年，我が国において豪雨災害が頻繁に発生している．特に，平成 30 年 7 月豪雨および令和元年台風 19 号による豪雨では多くの河川において決壊・越水が発生し，周辺住民は甚大な被害を被った．これらの災害が大都市で発生した場合，甚大な被害をもたらすことは容易に予想される．特に大都市に建設される地下鉄や地下街などの地下空間は浸水に対して非常に脆弱であると共に，地下鉄線路が水路となって地上の浸水に影響を与えることも十分に考えられる．著者らは，地下空間を考慮した都市浸水解析を実施し，破堤箇所による浸水特性，地下鉄線路の危険性などの考察を進めてきた．本研究では，地下鉄線路の有無による浸水特性を明らかにするとともに，浸水の時間変化を考察する．

2.　解析モデル

洪水流を 1 次元不定流モデル，地表面の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，互いを越流公式で接続する．また，地下街および地下鉄駅を一つのボックスとしてとらえ，水の連続式を用いて，その水理を表現し，さらに地下鉄線路を伝う流れはスロットモデルを用いた 1 次元不定流モデルで解析した．

3.　計算領域および計算条件

図-1 に計算領域を示す．本計算では庄内川の想定破堤氾濫を対象とする．地上域を 50m 格子で表現し，地下鉄線路も概ね 50m 格子で表現し，名古屋港へつながる堀川と，中川運河，荒子川のポンプ排水を考慮した．庄内川の計画洪水流量(4400m3/s)をピーク流量とする洪水を想定し，ピーク時(19 時)に庄内川左岸が 100m の幅で破堤（堤防天端高が地盤高に置き換わる）とした．ここでは，破堤箇所を庄内川河口から 17km 上流地点とした．

本報では，時間の観点から浸水特性を考察し，地下空間の有無による浸水特性を明らかにする．計算時間は 36 時間とし，10 分毎に地下街・地下鉄の浸水結果を出力した

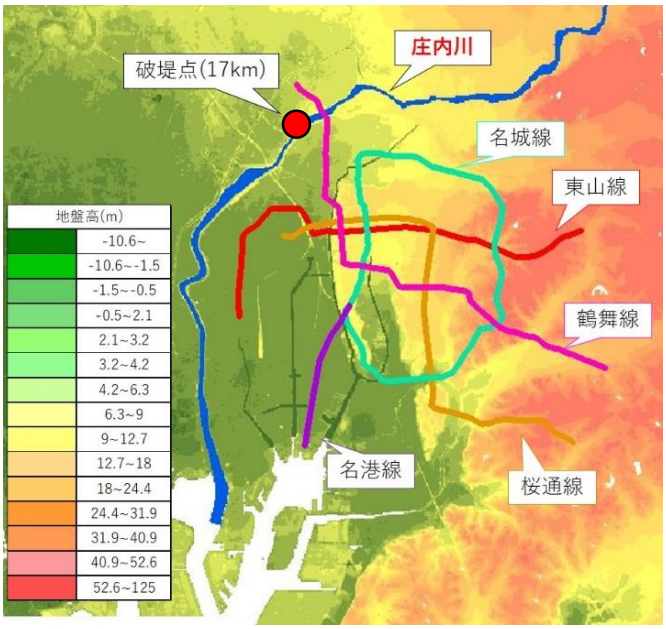

図-1　計算領域

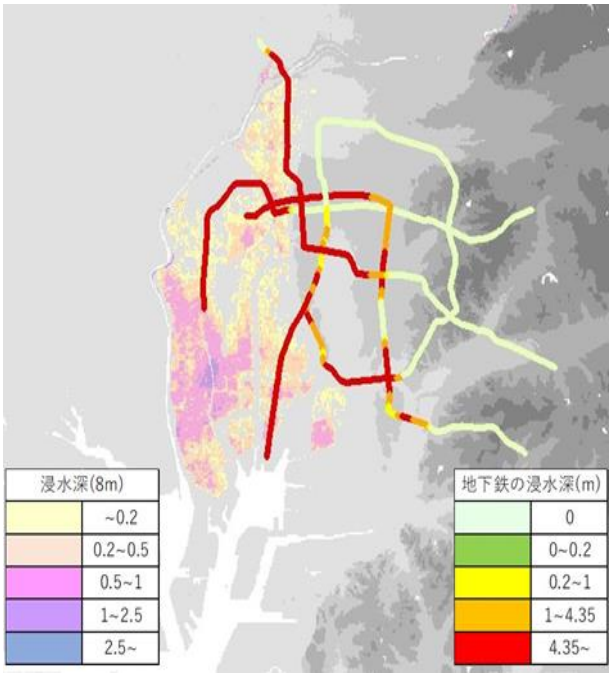

図-2　計算終了時の浸水深の分布

4. 計算結果および考察

図-2 に破堤から 27 時間後（計算終了時）の地上の浸水深と地下鉄線路内の水深を示す．本図から，東山線、桜通線、名港線のほぼ全域と、鶴舞線上飯田～御器所間、名城線金山～新瑞橋間において、地下鉄内の水位が 4.35m以上となり、満水であることが分かる．また，破堤に伴う氾濫水も大きく南下していることが分かる．ここで、地下鉄駅における流入・流出流量を検討する．図-3 は駅への流入流量が最も大きくなる破堤から 6 時間後における浸水深と、駅への流入・流出流量を図化したものである．本図から名古屋駅で大きな駅への流入流量があり，中村区役所，中村公園駅，高畑駅で駅からの流出があることが分かる．正値で示した流入する流量の時間変化は大きかったが，負値で示した流出する流量は一定な時間が多かった．また，紙面の都合により示すことが出来なかったが，地下鉄の有無による最大浸水深の分布の比較からは大きな差が見られなかった．さらに，図-4 にその地点において初めて浸水深が 0.5m に至る時間を示す．図-4 による地下鉄の有無の影響を考察すると，地下鉄が無い場合は、東山線高畑駅周辺の浸水深が床上浸水の基準である 0.5m に到達する時間が，地下鉄が有る場合より 3 時間ほど早くなっていた．また，地下鉄が無い場合は，わずかではあるが，図中の青色(3～6 時間)の範囲が拡がっていた．以上より、名古屋においては、地下鉄が存在することにより地下に氾濫水が流入することで地上の浸水が低下すること，氾濫水の拡がりを示す最大浸水深に大きな変化は無いこと，地下鉄線路を通じて氾濫水の輸送はあるが，全体に与える影響は小さいことが示された．地下鉄など地下空間の浸水が生じれば多大な被害となることから，都市浸水の特徴を十分に理解したうえで，浸水対策や避難対策を議論する必要があると考える．

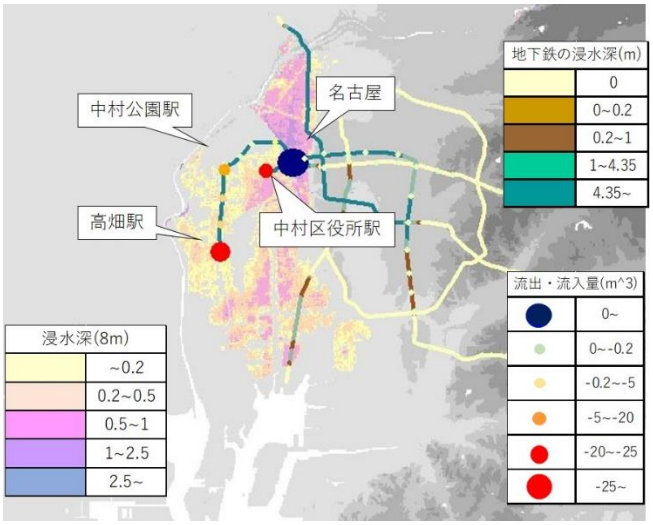

図-3　浸水深と駅の流入・流出流量
(破堤から 6 時間後)

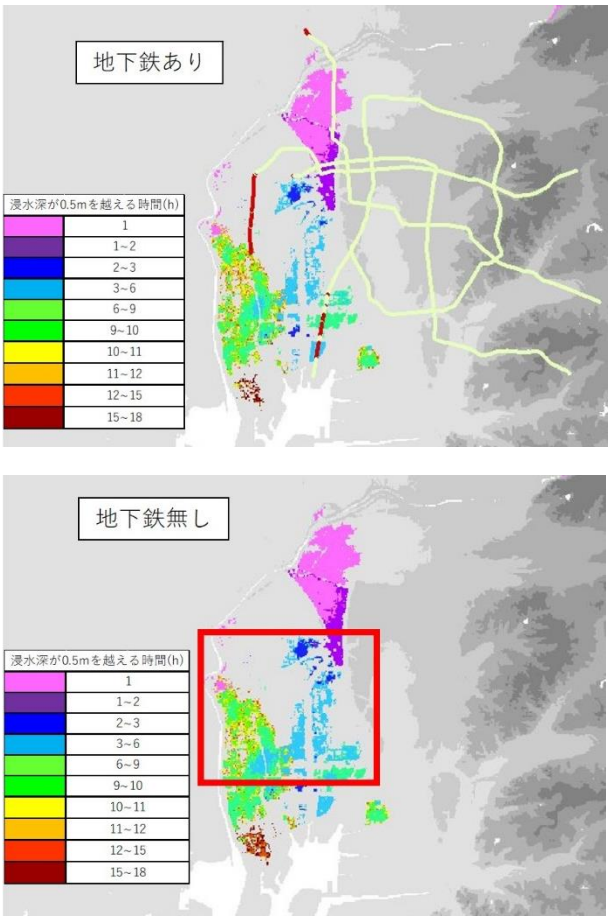

図-4 地下鉄の有無による浸水深 0.5m の到達時間

5. おわりに

本研究では，地下鉄を有する名古屋を対象に，破堤に伴う浸水の様子を考察し，浸水深毎の時間や駅からの流入・流出流量などを示した．特に，地下鉄線路の有無による浸水の変化を明らかにした．今後は，破堤箇所の違いによる浸水特性や，地下鉄駅の浸水の順番など，より詳細に議論したいと考える．

参考文献

1) 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.
2) 村瀬将隆・中島勇介・武田　誠・川池健司・松尾直規：地下鉄を考慮した名古屋と大阪の大規模浸水解析，土木学会論文集 B1(水工学) Vol. 73，No. 4，I_1441-I_1446，2017.