

洪水破堤を対象とした地下鉄を有する三大都市圏の浸水解析

中部大学大学院工学研究科 学生会員○村瀬将隆

中部大学大学院工学研究科 学生会員 中島勇介

中部大学工学部都市建設工学科 正 会 員 武田 誠

京都大学防災研究所 正 会 員 川池健司

1. はじめに

近年，地球温暖化による異常気象や大型台風により豪雨災害が増加している．平成 27 年には，台風 18 号の大雨により鬼怒川で洪水が発生し，常総市，結城市，筑西市，下妻市，つくばみらい市の 5 つの市に及ぶ大規模浸水が生じた．仮に，高度に発展した地下空間施設（地下街および地下鉄）を有する都市圏に大規模な浸水が生ずれば，地下空間へ氾濫水が流入し，甚大な被害を引き起こすことが容易に想像できる．したがって，地下空間を有する都市域において，大規模浸水を対象に解析を行い，その浸水特性を予め把握することは，減災や危機管理の面からも非常に重要と考える．ここでは，地下街・地下鉄などの地下空間を考慮したモデルを，名古屋，大阪，東京に適用し，都市の浸水の様子を検討する．

2. 地下空間を考慮した洪水氾濫解析

武田・西田ら¹⁾が開発した洪水氾濫解析モデルを使用する．河川の洪水流には 1 次元不定流モデルを，都市域の氾濫域にはデカルト座標の平面 2 次元不定流モデルを，地下鉄線路の流れにはスロットモデルによる 1 次元不定流モデルを適用し，地下街・地下鉄駅を 1 つのボックスとして連続式を考慮した水理計算を行う．また，河川と氾濫格子の間の堤防では越流現象を考慮し，水位が堤防高よりも高い状況下では自動的に越流が計算される．庄内川，淀川および荒川では 200m，都市域では 50m，地下鉄線路は 50m 程度の格子幅の計算格子を設定し，小河川は氾濫域の非計算格子として扱っている．

ここでは，地下街・地下鉄駅の面積，底面高と線路の線形と高さを整備した．地下街・地下鉄駅の面積，線路の線形は Web にある数値地図を基に整理した．駅における地下鉄線路高を基礎として，縦 4.35m × 横 7.75m の地下鉄断面があり，線路の高さは駅の線路高から線形補間して求めた．名古屋の地下空間の入口情報は現地調査の値を用い，大阪，東京の地下空間の入口情報には名古屋の調査の最頻値（道路から歩道の段差(0.15m)，歩道から地下空間の入口の段差(0.15m)，横幅(4m)）を与えた．名古屋の地下鉄の各駅の高さに関する情報は，現地調査により入手した．また，大阪と東京の解析では，線路断面の天井の上 0.5m に地下街・地下鉄の底面高があると仮定した．乗換駅では複数の底面高が現れるので，一番高い値を地下街・地下鉄駅の底面高とし，地下街・地下鉄駅と地下鉄線路の間には接続箇所があり，その幅の総長を 20 m とした．本研究では，入口の止水板と地下空間のポンプ排水は考慮していない．

3. 計算領域と計算条件

名古屋の計算では，河口から 3km～17km まで，大阪の計算では，河口から 3km～15km までを 2km 毎に 100m 幅で破堤（破堤箇所の堤防天端が堤内地の地盤高に置き換わる）させた想定破堤氾濫解析を実施した．東京の計算では，河口から 3km，6km，10km，12km，17km，22km の箇所で名古屋，大阪と同様に想定破堤氾濫解析を実施している．

名古屋の解析では，庄内川の上流端に，計画高水流量を基にピーク値が 4400m³/s となる流量を与え，河川の下流端には破堤時間に満潮となる大潮の水位を与えた．破堤は計算開始 19 時間後に行い，計算時間は 36 時間とした．一方，大阪の解析では，淀川の上流端流量に，計画高水流量における河道配分流量を基にピーク値が 12000 m³/s となる流量を与え，河川の下流端には破堤時間に満潮となる大潮の

キーワード:地下鉄，洪水，東京，大阪，名古屋

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

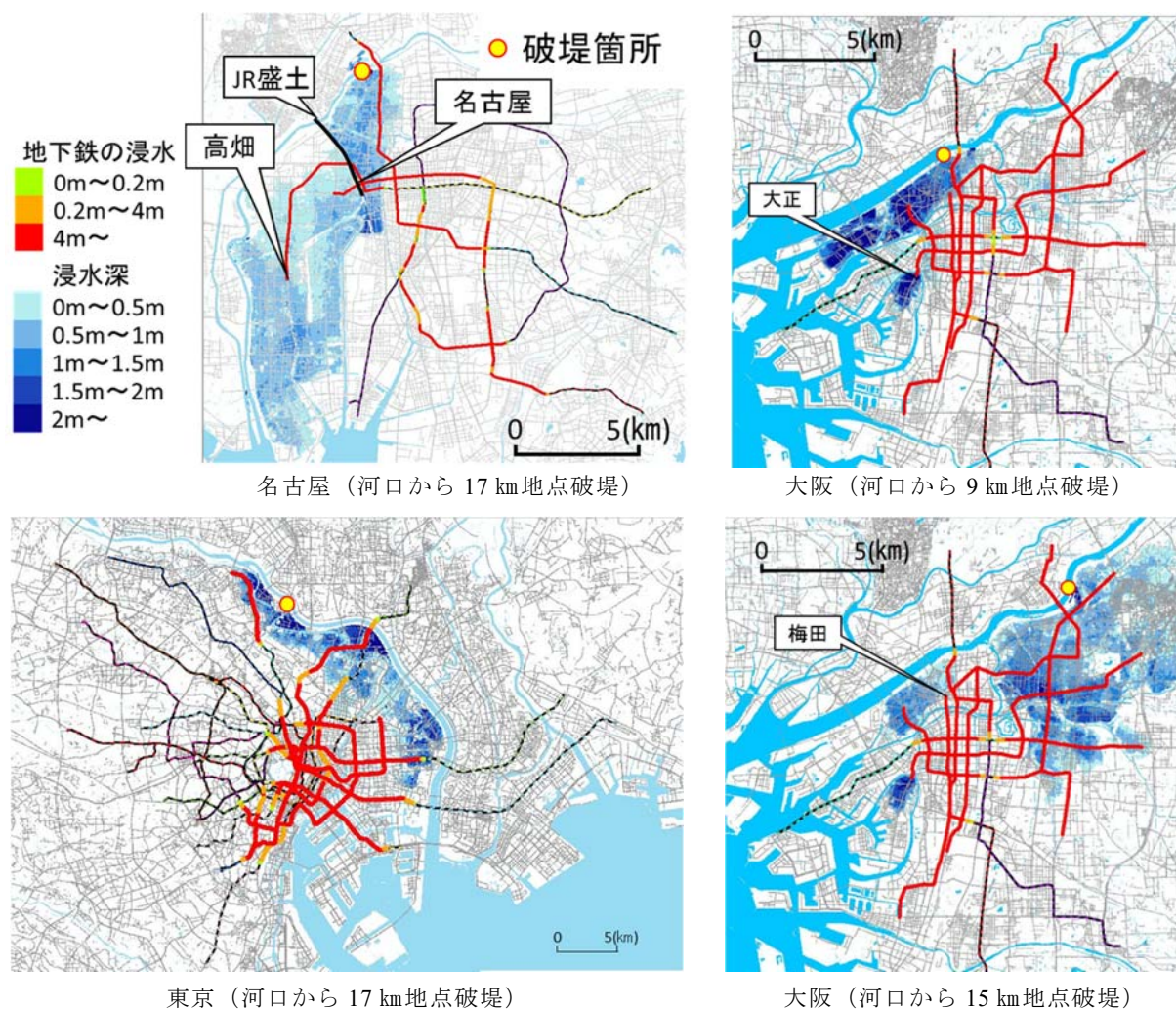


図-1 地上と地下鉄の最大浸水深の分布

水位を与えた。破堤時間は計算開始 19 時間後、計算時間は 61 時間とした。東京の解析では、上流端流量に計画高水流量における河道配分流量を基にピーク値が $8800 \text{ m}^3/\text{s}$ となる流量を与え、河川の下流端には破堤時間に満潮となる大潮の水位を与えた。破堤時間は計算開始 19 時間後、計算時間は 61 時間とした。

4. 計算結果と考察

紙面の都合上、名古屋では河口から 17km の破堤を、大阪では河口から 9km と 15km の破堤を、東京では河口から 17km の破堤を対象とした地上と地下鉄の最大浸水深の分布を図-1 に示す。本研究から、名古屋では JR 盛土上流域の河口から 15km や 17km の破堤により、多大な水が地下空間の入口の多い名古屋駅周辺へ流れ込むため、地下へ流入する流量が多くなり、地下鉄線路が水没する浸水が生じていた。しかし、他の破堤箇所では、浸水深が小さく、広く分布することから、地下空間への多大な流入は無く、地下浸水も生じにくいといえる。大阪では、低いところに地下空間の入口があり、地下鉄線路も地盤高の低い場所を通過している。したがって、ひとたび大規模浸水が生じれば、低い方へ流入し、地下空間の入口で浸水が流入して多大な被害になると共に、鉄道線路を伝って浸水があふれ出す可能性もあることが示された。これは場所(都市)による浸水特性の違いであり、大阪では破堤に伴う地下浸水について検討する必要性が高いものと考えられる。東京では、河口から 6km、17km の地点の破堤の場合の氾濫水量が大きくなり、川沿いを流下した氾濫水は地下鉄へ流入し、東京の南西部にある地下鉄へ拡がることを示された。

5. おわりに

本研究により、名古屋と大阪と東京における地下鉄を考慮した浸水解析により、それぞれの都市浸水の特徴が明らかとなった。特に、大阪における地下空間の浸水に対する脆弱性が示された。

参考文献 1) 武田・西田ら: 地下鉄を考慮した都市の浸水解析, 第 21 回地下空間シンポジウム, 土木学会, pp.155-164, 2016.