

名古屋駅前の地下街を対象とした洪水破堤氾濫時の避難に関する検討

中部大学工学部都市建設工学科 学生会員○鷺山 陸
 中部大学工学部都市建設工学科 正会員 武田 誠
 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、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街は浸水に対して非常に脆弱である。多くの人が利用している地下街における、大規模浸水とそのため避難に関する研究は重要と考える。避難を考える場合の重要となる情報は、決壊から浸水までの時間、浸水する入り口の順番、階段を利用できなくなるまでの時間ならびに地下街の浸水の様子である。従って、本研究では名古屋駅前を対象に庄内川が破堤した場合の、地上の浸水解析および名古屋駅前東側地下街の浸水の流入と拡がりの数値解析を実施し、上記の情報を示すことを目的とする。

2. 解析モデル

本研究では2ステップの計算を行う。1ステップ：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。2ステップ：1ステップの計算の地下街の入口の水理情報を出し、その情報を受けて、名古屋駅前地下街の詳細な計算を行う。階段の流れは1次元不定流モデルで、地下街の流れはデカルト座標の平面2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

庄内川の想定破堤氾濫を対象に、地上域を50m格子で計算した。詳細計算では名古屋駅の西側の地下街を計算対象とし、3.2m格子を用いた。破堤箇所は河口から14kmから17kmまで1km毎とした。

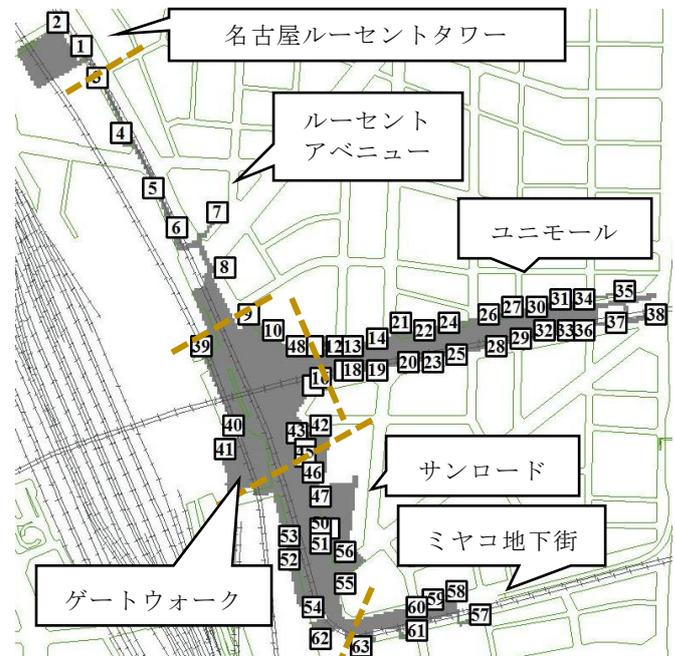


図-1 地下街の計算領域および駅番号

4. 単位幅比力を用いた避難困難度指標

地下街の解析にあたり、避難困難度指標として式(1)の単位幅比力を用いた。

$$\frac{u^2 h}{g} + \frac{h^2}{2} \quad (1)$$

ここで、 u ：流速(m/s)、 h ：水深(m)、 g ：重力加速度(m/s^2)である。なお、安全に避難できる目安となる数値は、浅井らにより求められており、高齢女性が $0.08m^3/m$ 、成人女性および高齢男性が $0.1m^3/m$ 、成人男性が $0.125m^3/m$ である。また避難が困難となる目安は、高齢女性が $0.16m^3/m$ 、成人女性および高齢男性が $0.2m^3/m$ 、成人男性が $0.25m^3/m$ である。

5. 計算結果および考察

表-1に各破堤箇所における浸水開始時間、いずれかの入口が利用不可となる最短の時間および全ての入口が利用不可となる時間を示す。浸水開始時間は、いずれかの入口に浸水が発生した時間である。次の項目はいずれかの入口における単位幅非力が高齢女性避難困難指数である $0.16m^3/m$ に達した時

間である。最後の項目は全ての入口で単位幅比力が高齢女性避難困難指数に達した時間である。本研究では避難困難の目安として高齢女性避難困難指数を用いた。表-1 より、14km の破堤箇所以外においては、値はほぼ変わらなかった。14km 地点において、甚大な地下浸水の危険性が生じない理由として、破堤箇所が JR 東海道本線より西側であることが挙げられる。本研究では東側の地下街のみを対象にしていることから、JR 東海道本線の盛土が止水の役割を担ったことにより、東側への浸水が抑えられた。そのため、浸水開始時間が他の破堤箇所より極端に長く、大規模な地下浸水が生じなかったと考える。また、浸水開始から全ての入口が避難困難になるまでの時間は破堤箇所 15km で 45 分、16km で 38 分、17km で 42 分であった。これは、例えば破堤箇所 16km の場合、浸水と共に避難を開始したとしても 38 分後には避難できなくなることを意味する。図-3 に河口から 16km 地点が破堤した場合の各入口における単位幅比力が高齢女性避難困難指数に達するまでの時間を示す。多くの入口は破堤から 70 分から 80 分後に使用できなくなる。また、地下街における解析の結果、浸水は北西方向から避難困難になった。地下街北西に位置するルーセントアベニュー(地下通路)ならびに名古屋ルーセントタワーから発生し、次いでユニモールに浸水する。その後、サンロードに浸水し、最後にミヤコ地下街に被害が及ぶ流れとなった。浸水が生じてからの避難を余儀なくされた場合にはミヤコ地下街方面へ利用者を誘導させることが得策である。留意点としては、利用者全員をミヤコ地下街方面に避難させると、人の密度

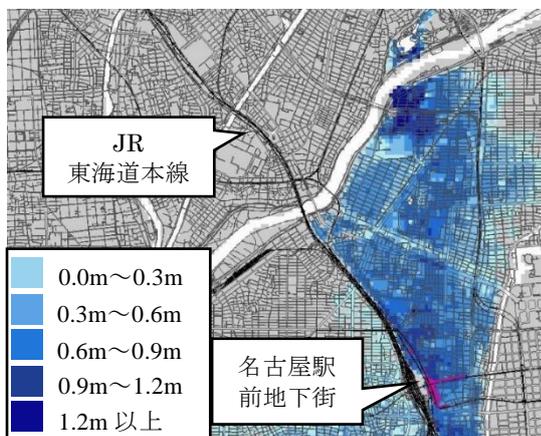


図-2 河口から 16km 地点において破堤した場合の最大浸水深

表-1 破堤から各項目までの時間

破堤箇所	浸水開始時間	避難困難(最短)	避難困難(全階段)
14km	90分	無し	無し
15km	55分	60分	100分
16km	60分	64分	98分
17km	60分	68分	102分

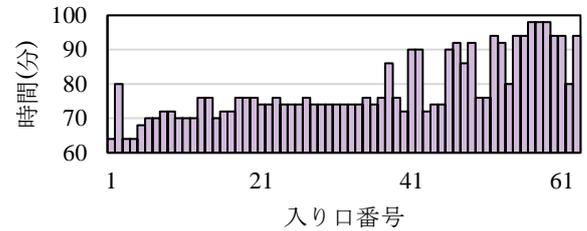


図-3 入口あたりの高齢女性避難困難までの時間

が高くなり、避難速度が著しく低下する恐れがある。そのため、避難にあたってはミヤコ地下街の階段のみを使用するのではなく、その途中にある階段を使用し、利用者を適切に分散させることが重要である。また、地下街外への避難の後には地上の浸水にも注意する必要がある。速やかに建物の 2 階以上に避難することが必要である。そのため、避難を考える際、地下街から地上へ避難する時間と地上から建物の 2 階以上に登るまでの時間を考慮するべきである。

6. おわりに

本研究では庄内川を対象に想定破堤氾濫解析を実施し、名古屋駅付近の浸水情報を求め、それを用いて地下街の浸水解析を行った。本研究により得られた成果は以下のとおりである。

- 1) 庄内川河口より 14km から 17km の計 4 箇所を破堤させた場合、最も早く名古屋駅前東側地下街に浸水する地点は 15km 地点である。
- 2) 地下街の浸水はルーセントアベニューならびに名古屋ルーセントタワー、ユニモール、サンロード、ミヤコ地下街の順に発生する。
- 3) 河口から 16km 地点が破堤した場合、高齢女性は破堤から 95 分後に、避難が困難となる。また、浸水開始と同時に避難を開始した場合、38 分後に避難できなくなる。

地下街の避難対策に関するより具体的な検討のためには、先に示した留意点を考慮し、避難シミュレーションを行い、破堤地点毎の適切な避難対策(情報発信および避難誘導)を検討する必要がある。

参考文献
 1) 浅井良純・石垣泰輔・馬場康之・戸田圭一：高齢者を含めた地下空間浸水時における避難経路の安全性に関する検討，水工学論文集，第 53 巻，2009