

東京駅を含む都心部の広範な地域を対象とした内水氾濫の数値解析

早稲田大学理工学術院 正会員 関根 正人
 早稲田大学大学院 学生会員 ○ 竹 順哉
 早稲田大学創造理工学部(研究当時) 三浦 綾華
 早稲田大学創造理工学部(研究当時) 酒井 俊一

1. 序論

近年の気候の変調により局地的集中豪雨が頻発するようになった。東京都心部ではこのところ毎年のように豪雨被害が発生しており、昨年8月の豪雨では羽田空港付近のアンダーパスが水没したほか各地で浸水被害が発生した。東京などの大都市が豪雨に見舞われた場合に大きな被害が懸念されるのは地下空間である。このうち大規模地下空間は、地下街として知られるショッピングアーケードや、地下駐車場、さらには地下鉄駅などからなり、連続した空間になってがゆえに複雑な構造を持つものが少なくない。集中豪雨に対する都市の浸水危険性を評価する際には、地上の内水氾濫について検討だけでは不十分であり、地下空間が浸水する可能性までを念頭に考えておくことが望ましい。このような検討を具体的に進めていく上では、近年開発が進み完成に近づいている「浸水・氾濫解析モデル」を用いた数値シミュレーションが有用である。第一著者が開発してきたモデル¹⁾はそのひとつであり、これまでも東京都内のいくつかの地域にこれを適用し、浸水解析を行ってきた。本研究では、首都東京の中核的な機能が集中する東京丸の内、霞ヶ関などを含む広範な地域を対象に、集中豪雨による内水氾濫ならびに大規模地下空間内の浸水の数値解析を行った。この区域は高層ビル群が林立する高度に都市化されていることから、従来のモデルから街区のビルに降った雨の取り扱いについてのものを改め、実現象に近い解析ができるように改めている。

2. 解析の概要

本研究では、前述の通り東京駅ならびに皇居を取り囲むように広がる区域を対象として、集中豪雨時に発生する内水氾濫の状況を数値解析により明らかにすことを目指した。具体的には、その北側境界を神田川上に、東側境界を隅田川上に、南側境界を溜池幹線下水道集水域の南縁に、西側境界を外堀上にそれぞれ設定することにし、これらによって囲まれた区域を対象とする。なお、その地表の総面積は約21km²のある。この区域には我が国を代表する企業の本社ビルがあるほか、我が国有数の面積をもつ大規模地下空間が広がっている。そこで、この区域で深刻な内水氾濫が発生した場合には、地下空間に接続する150程の連絡口のいくつかから水が進入する可能性があり、地下浸水にまで至ることが懸念されている。本研究ではこのような地下空間の浸水解析についても同時に行ったが、本論文ではこのうち内水氾濫の解析結果についてのみ報告する。ここでの対象降雨としては2005年9月に東京の妙正寺川流域内の下井草で発生した豪雨のデータを用いた。なお、2000年に発生した東海豪雨時の降雨データを用いた解析もあわせて行ったところ、解析結果に本質的な差異は認められなかった。

解析に用いた手法は、第一著者による「街路ネットワーク浸水・氾濫解析モデル」であり、その詳細は別論文¹⁾

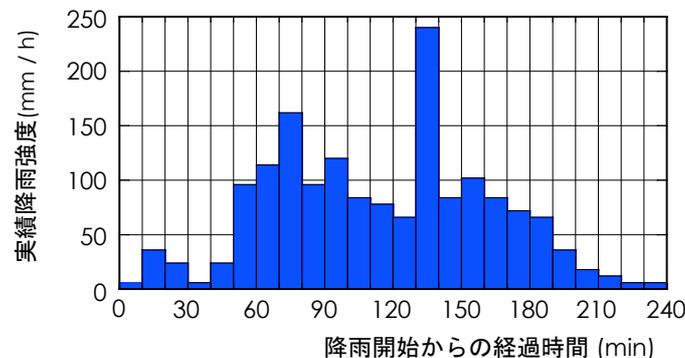


図-1 解析対象とした実績降雨のハイトグラフ：2005年9月に妙正寺川流域の下井草地点で観測された豪雨

キーワード：内水氾濫，高度に都市化された区域，集中豪雨，雨水排除，地下浸水

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1, TEL 03-5286-3401, FAX 03-5272-2915

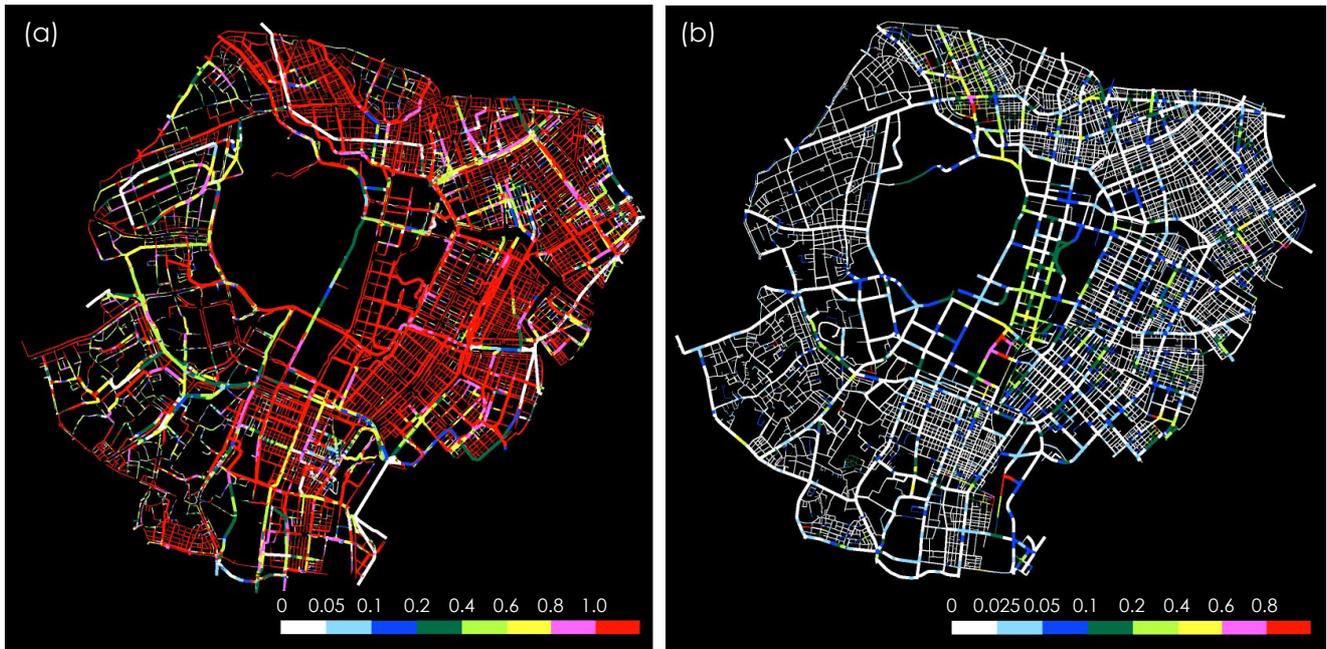


図-2 解析結果のコンター図：(a) 下水道内の相対水深（降雨開始から 80 分後）、(b) 地上浸水深（降雨開始から 210 分後）

を参照されたい。本研究で対象とする区域の場合、街区のほとんどが高層のものを中心としたビルにより占められており、空地のまま残されているのは皇居や日比谷公園などに限られている。一方、これらのビルに関しても大容量の雨水貯留施設を有するものはほとんどない。そこで、本解析では、ビルに降った雨が時間遅れをもってそのまま下水道に流出するものとして取り扱うことにし、空地に降った雨についてはこれをあえて考慮しないものとした。

3. 解析結果とその考察

図-2は解析結果の一部をまとめて示したものである。図-2(a)は下水道内の相対水深のコンター図であり、降雨開始から 80 分の時点でのものである。図-1よりわかるようにこの時刻は豪雨がひとつ目のピークを越えた直後に相当し、この時点で下水道は広域にわたって満管流れの状態に達していることになる。また、このような状態はその後 xx 分後まで続くことも確認された。次に、図-2(b)は降雨開始から 210 分後の地上浸水深のコンター図を表しており、区域全体で見たときに浸水の状態が最も厳しくなる時間帯における結果とすることができる。前述の通り降雨開始から 80 分程度で下水道による雨水排除が進まなくなるため、地上の浸水状況は時間の経過とともに厳しくなり、上記の時刻のあたりで最も深刻な状態に到ることがわかった。また、浸水は区域内で一様に発生するわけではなく、標高の低い区域ほど深刻な状況となる。対象区域内で言えば有楽町・日比谷周辺がこれにあたる。この地域には複数の地下鉄駅があり北側に位置する大手町から続く大規模地下空間も伸びている。これらの地下空間へと続く階段の地上連絡口には止水板が用意されているところが多い。ただし、未整備の箇所も少なくない。また、止水板の設置は管理者が判断して行うことから、いざというときに遅れが生じれば、地下への水の流入を防ぐことは難しい。地下空間内で浸水が発生した場合に、水がどのような経路をとって広がっていくかは数値解析により明らかになってきている。今後の対策あるいは管理にこうした情報を活かしていくことが重要と考える。

4. 結論

本研究では、都市機能の集中する東京都心部の広大な範囲を対象に内水氾濫の解析を行い、浸水の発生が懸念される地点を特定することに努めた。このような地点が地盤高の低い地点と概ね一致する傾向にあることは言うまでもない。本論文では東京駅とつながる大規模地下空間の浸水についても簡単にふれているが、対象区域にはこれ以外にも地下鉄駅などの地下空間は多数存在する。こうした地下空間の浸水危険性評価や被害軽減対策を検討する上で、ここで説明したような数値解析手法が有用である。

参考文献：1) 関根正人：住宅密集地域を抱える東京都心部を対象とした集中豪雨による内水氾濫に関する数値解析，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol.67, No.2, 70-85, 2011. 2) 関根正人，和田祐樹，佐藤裕隆：住宅密集地を対象とした集中豪雨時の浸水氾濫過程に関する数値解析，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol.68, No.4, 1-997-1002, 2012.