

集中豪雨による東京新宿の内水氾濫と地下空間の浸水危険性評価

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 ○浅井 晃一
 早稲田大学大学院 学生会員 古木 雄

1. はじめに

東京をはじめとした大都市には時間雨量 50mm を設計強度とした下水道が密に整備され、これと都市河川とからなる雨水排除システムができあがっている。この下水道のネットワークは、人の身体にたとえれば血管のように網の目状に効率よく張り巡らされている。ところが、このシステムは設計強度を超える豪雨に対してまで有効というわけではなく、都市が近年頻発するようになった局地的集中豪雨に襲われるとすれば浸水する危険があると考えるべきである。このような浸水時に最も深刻な事態が予想されるのが地下空間である。東京都の地下には延床面積 0.2km^2 を超える地下空間があり、地下鉄駅・地下商業施設・地下駐車場ならびにこれらをつなぐ通路などが複雑に伸びている。そこで、ひとたび地下浸水が発生することになると、その被害は甚大なものとなる可能性がある。東京では過去にこのような地下浸水にまで到った事例が少なからずある。近年の極端に大きな豪雨の発生を目の当たりにすると、今後いつ同じような豪雨に見舞われてもおかしくないと考えられる。このような観点から、当研究室では東京都心部の内水氾濫ならびに地下浸水の危険性評価に関わる研究を続けてきた。具体的には、東京大手町から日比谷・有楽町・銀座に到る大規模地下空間¹⁾、地下鉄溜池山王駅²⁾や地下鉄渋谷駅構内などについての数値解析がこれに当たる。本研究では、大規模地下空間が存在する新宿周辺を解析の対象とし、新宿サブナードという地下空間の精緻な浸水解析まで同時に行った。この際には、各連絡口の高さと道路面との標高差についての詳細なデータが必要である。本研究では、この標高に関する最新のデータならびに地下空間内部の構造データを新たに入力することにより、この地下空間の浸水危険性の評価ならびに浸水拡大過程に関する数値解析を可能な限り正確に行うよう努めた。ただし、本論文でその詳細を明かすことは適切でないことから、本論文では地上の氾濫解析結果を踏まえて、このエリア全域にわたる地下空間の浸水危険性評価の結果について説明する。

2. 解析の概要

本研究では、図-1 に示されるような JR 新宿駅を中心とした総面積約 3km^2 のエリアを対象に解析を行った。対象区域の北側境界を大久保通り、南側境界を甲州街道とし、西側境界を東京都庁舎と新宿中央公園との間を南北に延びる道路上にとった。また、東側境界は地形が隆起したライン上に位置する道路に沿って設定することにした。このエリアには高密度で地下空間が広がっており、地上との連絡口は合計で 145 箇所ほどある。そのうち、内水氾濫時に目立って大きな浸水深となるのが新宿大ガード付近であり、道路に面して口を開けた連絡階段から地下浸水が発生したことがある。また、このエリアの地下を 4 本の地下鉄路線が通っており、浸水が懸念される駅も存在する。本解析では、2005 年 9 月 4 日に杉並区下井草で観測された豪雨¹⁾を対象降雨とした。この豪雨は、東京都心部における記録的な豪雨であり、連続雨量 263mm が 3 時間に集中して降り、しかも最大時間雨量が 112mm という豪雨であった（図-1 右上のハイエトグラフ参照）。本解析には、第一著者による「街路ネットワーク浸水・氾濫解析モデル³⁾」ならびに「地下浸水解析モデル」をこのエリアに適用し、精緻な数値予測を行うことを目指した。

3. 解析結果と考察

本解析に用いた豪雨は、降雨開始から 70 分後と 140 分後にピークが現れる二峰型の降雨であり、ふたつ目のピーク時の 10 分間雨量が最も大きい。解析の結果として、降雨開始から 140 分後の時点で道路上の浸水状況は最も深刻となることがわかった。ただし、降雨開始 80 分後のあたりで下水道はほぼ全域にわたって満管流れの状態となり、これ以降 90 分程度は疎通能力が改善されることはないという結果になった。そのため内水氾濫が発生することになる。図-1 にはこの降雨開始から 140 分後の道路上の浸水深コンター図を示した。この図には、地下空間へとつ

キーワード：都市の内水氾濫，集中豪雨，地下浸水，浸水危険性

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

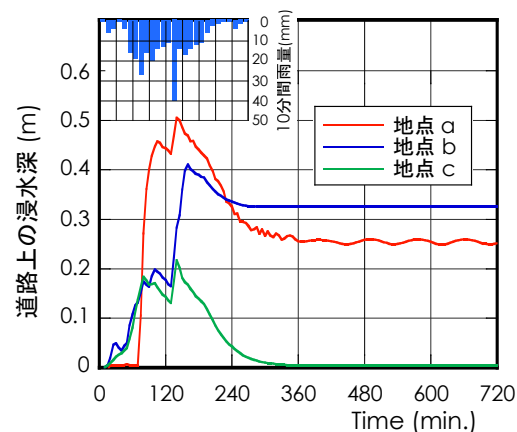
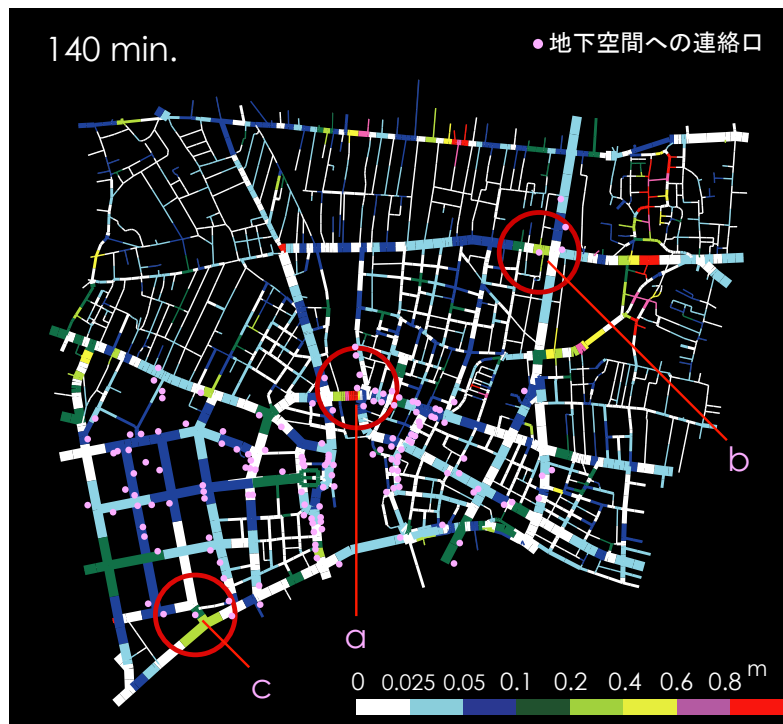


図-1 道路上の浸水深コンター図と注目地点の浸水深ハイドログラフ（左上の青の棒グラフが降雨ハイトグラフ）：地点 a は新宿大ガード（アンダーパス），地点 b は地下鉄東新宿駅，地点 c は地下通路．

ながる連絡口の位置がピンク色の丸印で示されている．同図中には，この区域内で注目した a ～ c の 3 つの地点が示されており，それぞれの地点における浸水深ハイドログラフが図-1 の右側に示されている．地点 a は前述の新宿大ガード下にある連絡口を指す．この鉄道の高架下に当たる窪地では 0.8m を超える浸水となるため，この水位は連絡口の高さよりも最大で 50cm に達するとの結果になった．また，地点 b は地下鉄東新宿駅への連絡口のある道路上に位置する．この地点は東西に延びる道路に沿って谷状の地形にあるため大きな浸水深となり，最大浸水深は 40cm ほどになる．さらに，地点 c は新宿駅南口から都庁舎へと延びる地下通路の連絡口がある地点になっている．この地点の浸水深も 20cm 以上となっている．連絡口の天端は路面に対して 15cm 程度高くなっている箇所も見られるが，その一方でほとんど標高差のない箇所も少なくない．こうした地点では，道路上の浸水深がこれ以上になると地下浸水を招く可能性が高い．図-1 右のハイドログラフを見るとわずか 20 分間ほどで浸水深が 40cm ほどに急増することがわかり，地下浸水が確認されてからでは避難が間に合わない恐れがある．地点 a ならびに b は周囲に比べて窪んだ地形に位置しており，浸水深の高い状態が速やかには解消されないため，地下空間への水の流入が長時間にわたる可能性も懸念される．

4. おわりに

本論文では，JR 新宿駅を中心とした対象区域における内水氾濫の数値解析を行い，その結果を基にしてこの区域内に存在する地下空間の浸水危険性について説明した．ここでの解析には，道路上を渋滞する自動車や歩道上に駐められている自転車の影響は考慮されていない．たとえば道路上に車が集中する夕方などの時間帯に豪雨が発生した場合には，ここで説明した以上の浸水被害となる可能性が高い．本研究の成果は新宿サブナードの浸水被害軽減対策のとりまとめに活かされつつある．大規模地下空間の場合にはいくつかの施設がひとつながりになっていることが多く，浸水被害を軽減するための対策を講じる際には関係する複数の管理者が認識を一つにして対処する必要がある．地下浸水解析まで含めた数値予測手法が果たす役割は大きいと言えよう．

参考文献：

- 1) 関根正人・竹 順哉：大規模地下空間を抱える東京都心部を対象とした内水氾濫ならびに地下浸水に関する数値解析，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol.69，No.4，I_1567-1572，2013．
- 2) 関根正人・大野龍馬：集中豪雨により発生する地下空間の浸水と利用者の避難誘導に関する数値解析，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol.69，No.1，30-43，2013．
- 3) 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．