

浸水時のアンダーパスの 交通不能による渋滞発生に関する考察

武田 誠, 島田嘉樹*, 松尾直規

The Study on Traffic Jam due to Impossibility of Passing of Underpass in Flood

TAKEDA MAKOTO, SHIMADA YOSHIKI* and MATSUO NAOKI

In recent years, the urban flood disaster by a heavy rain has occurred frequently. Urban flood occurs not only human damage but also traffic problem. This study area is kouzouji station area which has any underpasses. In this area, a water disaster was caused due to typhoon 15 in 2011. At the underpass, passing becomes impossible because of heavy inundation. This study analyzed the car traffic situation by using virtual reality software. Moreover, The traffic jam due to traffic impossibility at the underpass in heavy rain situation is examined. From this study, normal traffic situation and inundated traffic situation are represented and the features of traffic jam are discussed.

Keywords : Underpass, Inundation, Traffic jam, Virtual reality software

1. はじめに

近年, 日本では多くの自然災害が生じており, 特にゲリラ豪雨, 都市型水害の言葉が社会を賑わすなど, 大都市の水害は防災・減災の重大なテーマとなっている. 一般に, 浸水時の自動車をういた避難は好ましくないとされているが, 幼児や高齢者などの災害弱者の避難における自動車使用の必要性も否定できない. また, 昭和 57 年の長崎大水害の自動車被害数は 2 万台に上り¹⁾, 2000 年の東海豪雨でも浸水による自動車の被災が目立った. 水の自動車交通に与える影響は新たな都市水害の課題であり, その対策を検討することは非常に重要である²⁾.

都市水害の中では, 地下街などの地下空間の浸水被害は深刻なものになる危険性があり, 注意を払う必要がある. 地下街の浸水については, 戸田ら³⁾, 石垣ら⁴⁾, 関根ら⁵⁾が, 福岡, 京都, 大阪, 東京を対象に数値解析を用いた詳細な検討を進めており, 避難シミュレーションによる検討など多方面からの地下街における浸水被害の影響評価を実施している. また, 自動車交通に関する浸水被害も重要な検討課題であり, 戸田ら⁶⁾, 馬場ら⁷⁾が, 浸水における自動車交通の影響評価や, 自動車が流体から受ける力の評価を行っている. また, 都市では下水道システムが雨水排除機能を受け持っており, 例えば名古屋市では, 時間雨量 60mm の排水能力が下水道建設の目標となっている. しかし, 近年時間雨量 100mm を超える雨も多くなり, 下水道システムではすべての雨水を安全に流下できずに内水氾濫が広がる傾向

* 大学院学生

にある．この場合地下街の浸水も危険視されるとともに、浸水による自動車交通の被害も懸念され、特にアンダーパスでは自動車の交通が不能となる場合が生じる．

平成 23 年台風 15 号の豪雨により庄内川の水位が高くなり、名古屋市下志段味では越水被害が生じ、また、多くの場所で内水氾濫が広がっていた．本研究の対象は愛知県春日井市にある高蔵寺駅周辺であり、この地域も同様に、平成 23 年台風 15 号の影響による内水・豪雨による浸水被害を受けている．本研究では浸水時のアンダーパスの交通不能に着目し、それによる渋滞発生と解消について考察する．解析には、VR(Virtual Reality)ソフト UC-win/Road (FORUM8 社製)を用いて、高蔵寺駅周辺を含む春日井市南部の地域をモデル化し、自動車交通の再現計算を行った．また、JR 中央線と交差するアンダーパスが浸水によって交通不能になった状況を想定した交通流解析を実施し、渋滞発生について考察した．さらに、交通渋滞発生および解消に関する個々のアンダーパスの影響を考察した．

2. 平成 23 年台風 15 号による高蔵寺駅周辺の浸水

平成 23 年台風 15 号により、特に、東海地方や関東甲信地方の沿岸部では、停電や倒木など強風による被害が発生したほか、鉄道や航空、高速道路など交通機関にも大きな影響があった．また、台風の接近・通過と本州に停滞していた前線の影響で各地で大雨となり、河川氾濫や浸水による被害、土砂災害などが多発した．9 月 19 日 9 時から 9 月 21 日 24 時までの総降水量は、各地で 300 ミリを超え、特に、静岡県静岡市葵区梅ヶ島で 554.0 ミリ、岐阜県多治見市多治見で 496.0 ミリを観測した．また、24 時間降水量では、岐阜県多治見市多治見で 432.0 ミリなど岐阜県を中心に 9 地点で観測史上 1 位の値を更新した．春日井市には、9 月 20 日午前 6 時 53 分に大雨・洪水注意報が、同日午前 9 時 8 分に大雨・洪水警報が発表された．この台風による大雨に伴い、庄内川、八田川、地藏川の水位が短期間に上昇し、八田川は越水した．河川による外水被害のほか、市内の広範囲に内水被害が生じた．この豪雨により、高蔵寺駅の地下部に氾濫水が侵入し、図-1 のように、道路上は高い浸水深による自動車の故障および交通障害が生じた．さらに、高蔵寺駅周辺には 3 つのアンダーパス(図-2)が存在する．アンダーパスは全て JR



図-1 平成 23 年台風 15 号の高蔵寺駅周辺の浸水の様子



アンダーパス①



アンダーパス②



アンダーパス③



交差点⑤

図-2 対象のアンダーパスおよび交差点

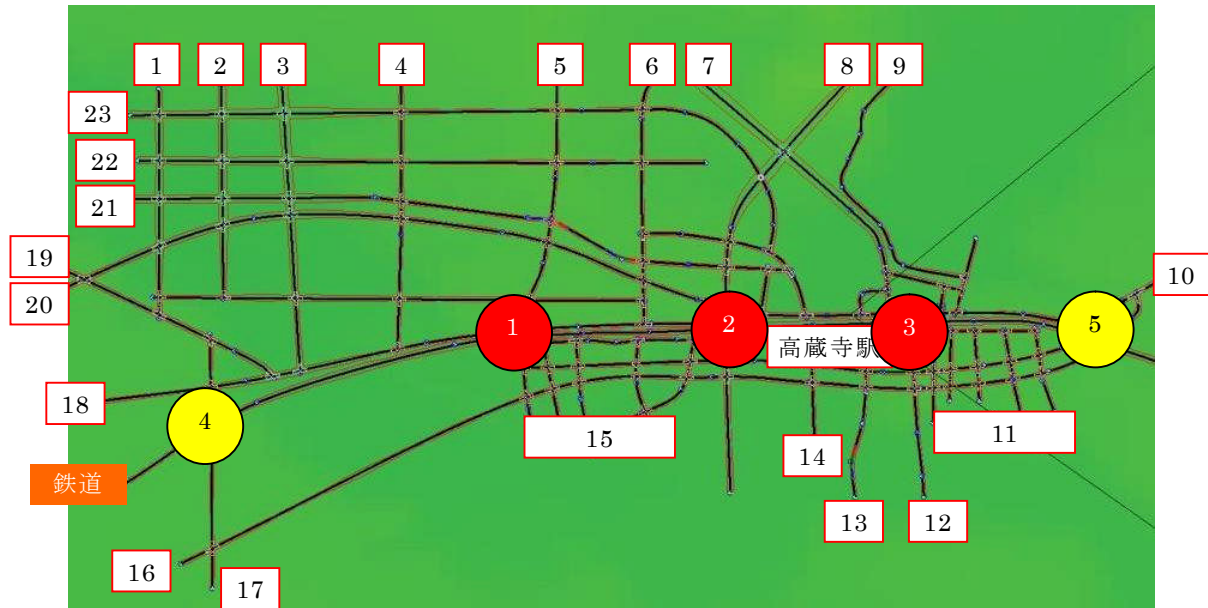


図-3 計算領域

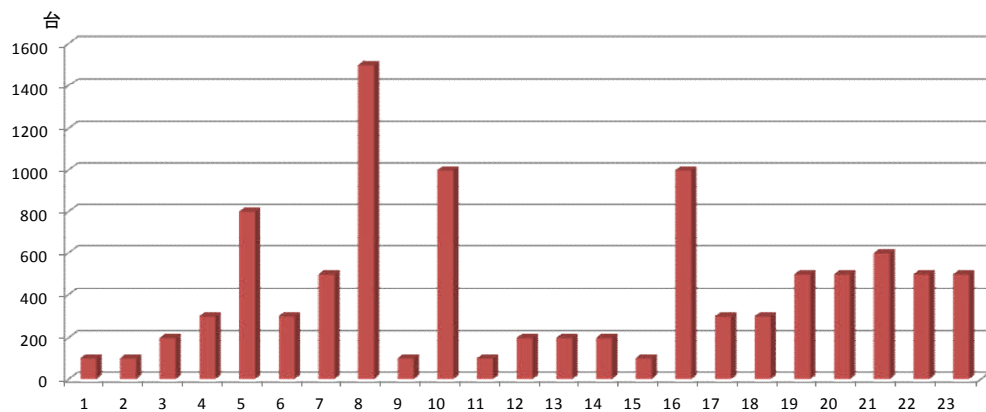


図-4 設定した1時間あたりの交通量(図-3の番号を持つ道路と対応)

中央線を交差しており、住民はアンダーパスを利用し線路の南北を行き来している。平成23年台風15号に伴う豪雨を受けて、これらのアンダーパスは通行不能となった。そのため、高蔵寺駅の西側、東側(図-2の交差点⑤)にある交差点を通ることしかできずに、高蔵寺駅周辺では大きな渋滞が発生していた。

3. 用いたVRソフト(UC-win/Road)の概要

本研究ではVRソフトであるFORUM8社のUC-win/Roadを用いた⁹⁾。このソフトを使用することにより、3次元大規模空間を簡単なPC操作で作成でき、多様なシミュレーションが行える。主な機能として、景観シミュレーション(都市計画、道路計画等の景観検討、標識、環境、影響確認)、ドライビングシミュレーション(コントローラやシミュレーションを用いた運転走行)、運転シミュレーション(時間交通量の解析、渋滞シミュレーション)、合意形成ツール(住民説明、関係者間の理解・意思統一)、施工シミュレーション(段階施工説明、施工手順確認、問題点整理、建設検討等)、解析プログラム結果の可視化(氾濫、洪水、津波解析、避難解析、風、流体解析)がある。

4. 計算領域および計算条件

図-3 に示すように、高蔵寺駅周辺の南北約 1.5 km、東西約 4km の計算領域を取り扱った。道路は黒い線で表し 1～23 までの番号を付けて記している。アンダーパスは丸印①、②、③にあり、丸印④、⑤は JR 中央線を跨ぐ平面上（踏切）または高架の交差点である。また、UC-Win/Road は様々な条件設定を与えることができる。交通に関しては信号を青 60 秒とし交差点の割合を直進に 10、右折左折に 5 と与えた。また、浸水を仮定した場合、アンダーパスが通行不能となり南北に進めないのので、①～③のアンダーパスには、①アンダーパスの交差点：西 7、東 3、②アンダーパスの交差点：西 5、東 5、③アンダーパスの交差点：西 3、東 7 と割合を与え、④、⑤の交差点を通過するようにした。

5. 平常時の自動車交通の計算結果

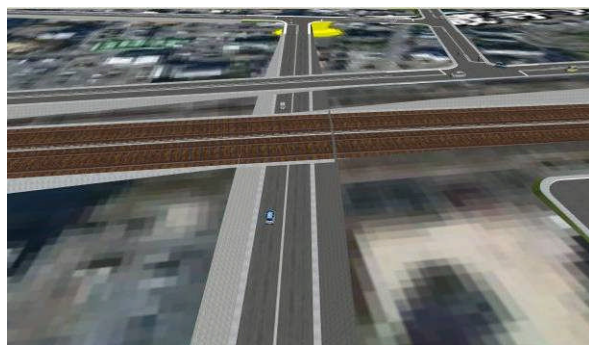
平成 23 年台風 15 号の高蔵寺駅周辺の渋滞発生時刻が午後 6 時であるので、国道交通省の平成 22 年度全国道路・街路交通情勢調査¹⁰⁾を基に各道路の交通量を見積もった。図-4 は図-3 の道路番号に対応す



アンダーパス①



アンダーパス②



アンダーパス③



交差点⑤



道路の様子 1



道路の様子 2

図-5 平常時の交通のシミュレーション結果

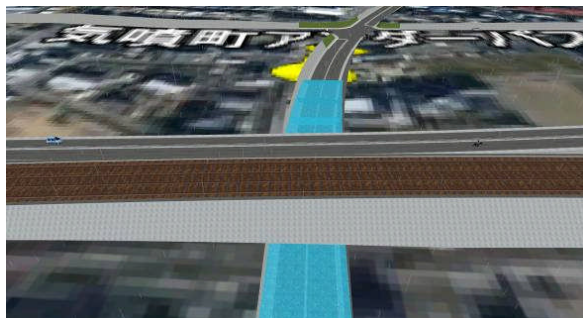
る1時間あたりの交通量を示す。午後6時の高蔵寺駅周辺の交通量は毎時100台~800台となるが，番号8の道路は三車線と広い道路であるため1500台と多い。しかし，基本的には500台以下と少なく一車線の道路が多い。この交通量を与えて，平常時の交通の再現を行った。

図-5にシミュレーション結果を示す。本図から，アンダーパス①は交通量が少ない状態が続き，アンダーパス②では常に自動車が行き来している。また，アンダーパス③は狭い道路にあり，ほとんど自動車が交通しない道路であった。さらに，④，⑤の交差点でも③の交差点と同様な様子となった。また，道路をみても渋滞は見られず，自動車もスムーズに流れていた。

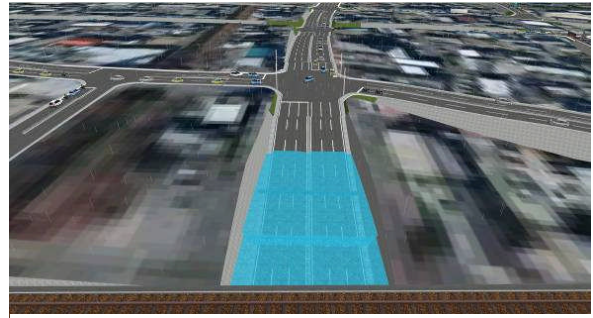
6. 浸水時の自動車交通の計算結果

浸水時の交通状況として，3つのアンダーパスを全て交通不能とし，西側と東側の交差点が通行可能とした平成23年台風15号の状況の再現計算を行った。

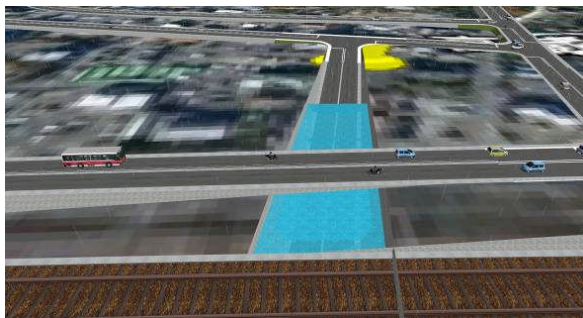
図-6にシミュレーション結果を示す。アンダーパス①付近では，平常時と同様に交通量が少ないため自動車の様子はあまり見られない。アンダーパス②付近では交通量が多いが直進することが出来ずに右



アンダーパス①



アンダーパス②



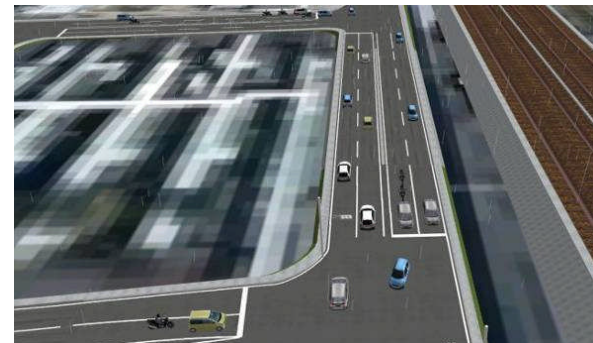
アンダーパス③



交差点⑤



道路の様子1



道路の様子2

図-6 浸水時の交通のシミュレーション結果

折左折する様子となっている。アンダーパス③では東の交差点に向かって走る自動車の様子が見られる。交差点⑤では線路を跨ぎたい自動車が多く集中することにより、大きな渋滞が発生している。その他に道路の様子を2つ示しており、これらは、図-5と同じ場所である。図-5と図-6の比較から、浸水時には自動車が多くなっており、アンダーパスが通行できないことによる交通集中が発生していることが分かる。このように、浸水時には高蔵寺駅東側の交差点で大きな渋滞が発生した。これは、駅から東側に向けて車道が細くなり数も少なくなることが原因の1つと考えられる。また、東側には山がある為に道路数が少ないことも交通集中の原因と考えられる。西側は車道が広く多くの道路があるため渋滞は発生しなかった。

つぎに、渋滞の状況を初期条件として、1つのアンダーパスを交通可とする渋滞解消に関するシミュレーションを実施した。中央（図-3の②）と東側（図-3の③）のアンダーパスを通行可とした場合、渋滞の解消に要する時間が異なり、本シミュレーションの場合、アンダーパス②が通行可能となった場合約20分、アンダーパス③が通行可能となった場合約30分となった。これらの値の差は小さいといえるが、アンダーパスの道路の規模が大きい方が、渋滞解消までに要する時間も早いことが定量的に示された。ただし、通行不能の原因は浸水であり、道路の規模が大きいほど貯留されている水量は多いと考えられるので、②と③のアンダーパスの復興のための優先順位は排水も含めて検討される必要がある。

7. おわりに

高蔵寺駅周辺の交通量は少なく、①、③のアンダーパスを利用する自動車は少ないものの、②のアンダーパスは交通量が多いことが示された。全てのアンダーパスが浸水した場合には④、⑤の交差点を利用すると考えられるが、2つの交差点だけでは大きな渋滞が発生する。特に東側の交差点では道路数や車線数が少ないことから大きな渋滞が発生することが再現できた。これは平成23年台風15号の交通状況と同様である。また、以上の状況から1つのアンダーパスだけを交通可とすれば②、③のアンダーパスでは渋滞が解消することが示された。2つのアンダーパスとでは渋滞の解消までに要する時間は異なり、アンダーパスの道路の規模が大きい方が、渋滞解消までに要する時間が早いことが示された。以上の結果から②のアンダーパスの排水能力を上げることが渋滞解消に繋がる最も必要な対策であることが示された。

本研究では、VRソフトを用いて、平常時および浸水時の交通流シミュレーションを実施し、特にアンダーパスが交通不能な場合を再現して状況の把握を行った。ここでは、浸水の課題に対して、VRソフトの活用を試みたが、いくつかの課題も抽出された。例を挙げれば、自動車の行動に渋滞回避行動が含まれていないことや、浸水時に渋滞が生じその渋滞が交差点まで到達し交差点を通過することができずに通行不能な道路が現れていることなどである。これらの問題の解決にはさらなる専門的な知識が必要であり、今後の課題として残った。

謝辞

本研究は中部大学総合工学研究所 平成25年度～26年度の第6部門の援助を受け遂行されたものであり、ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 高橋和雄，池田虎彦：昭和57年7月長崎豪雨による自動車の被害と防災対策，土木学会論文集，第353号／IV-2，pp.149-158，1985.
- 2) 戸田圭一：水工学に関する夏期研修会講義集Aコース，地下浸水とその備え pp. A.3.1-14 2013.
- 3) 間島真嗣，戸田圭一，大八木亮，井上和也：都市域の地上・地下空間を統合した浸水解析，水工学論文集第49巻，土木学会水工学委員会，pp.601-606，2005.

- 4) 井上知美, 川中龍児, 石垣泰輔, 尾崎平, 戸田圭一: 内水氾濫による大規模地下街の浸水過程と避難の安全性に関する検討, 水工学論文集第 55 卷, 土木学会水工学委員会, pp.S_973-S_978, 2011.
- 5) 関根正人, 河上展久: 都市域における内水氾濫と地下鉄駅に接続する地下空間の浸水に関する数値解析, 水工学論文集第 49 卷, 土木学会水工学委員会, pp.595-600, 2005.
- 6) 深草新, 戸田圭一, 宇野伸宏: 都市水害に起因する道路交通障害について一京都市域を対象として一, 自然災害科学 No.2, Vol.26, pp.177-188, 2007.
- 7) 馬場康之, 石垣泰輔, 戸田圭一, 中川 一: 水没した自動車からの避難に関する実験的研究, 土木学会水工学論文集 Vol.53, pp.853-858, 2009.
- 8) 春日井市役所: www.city.kasugai.lg.jp (2014/1/31 参照)
- 9) FORUM 8 : UC-win/Road, <http://www.forum8.co.jp> (2014/1/31 参照)
- 10) 国土交通省平成 22 年度全国道路・街路交通情勢調査(道路交通センサス)一般交通量調査 集計表時間帯別交通量表: <http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/> (2014/1/31 参照)