

豪雨災害時による高速道路通行止め時の プローブデータとシミュレーション解析

飛永 翔耶¹・藤田 素弘²・諸戸 健大³

¹学生会員 名古屋工業大学大学院 博士前期課程学生

(〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 E-mail : 30415066@stn.nitech.ac.jp)

²正会員 名古屋工業大学大学院教授 工学研究科

(〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 E-mail : fujita.motohiro@nitech.ac.jp)

³愛知県 企業庁水道部水道計画課

(〒460-8501 愛知県名古屋市中区三の丸三丁目1番2号 E-mails : takehiro_moroto@pref.aichi.lg.jp)

本研究では平成29年8月18日に中央自動車道瑞浪IC—恵那IC間で発生した土砂崩れによる道路交通への影響を大型車プローブデータとシミュレーションソフトを用いて分析を行った。その結果、通行止め区間後は通行止め区間前よりも高速道路利用率が増加すること、通行止め区間直後のICへの入り口に向けて右折渋滞が発生していること、交通量が多い場合は通行止め区間直後のICを利用するよりもそれ以降のICを利用する方がどの程度早くなるかについて検討した。

Key Words : *mudslide, road closed, traffic congestion, probe data, simulation*

1. 研究背景および目的

近年世界的な自動車の普及に伴い二酸化炭素の排出量が増加し、地球温暖化が深刻な問題となっている。地球温暖化が原因で北極、南極の氷が溶けて海水面や海水温が上昇したりしている。その結果今まで経験したことのない豪雨をはじめ異常気象が発生するようになり、年々顕著になってきている。

この異常気象によって、河川が氾濫したり、土砂災害が発生したりした結果、道路が通行止めになり、交通に混乱を引き起こす機会が増加している。

そこで本研究では、異常気象によって道路が通行止めになった際の渋滞のメカニズムと傾向、渋滞の対策について検討を行うことを目的とする。この事例として平成29年8月に発生した豪雨による中央自動車道の土砂崩れの際に発生した中央自動車道に並走する国道19号線の渋滞について、大型車に搭載されたプローブデータと交通シミュレーションソフトを用いて分析を行った。

2. 中央自動車道における土砂崩れの概要

(1) 当時の気象状況

土砂崩れは平成29年8月18日21時30分頃に岐阜県瑞浪市の中央自動車道恵那IC—瑞浪IC間で発生した。当時現場周辺では降雨が続いており、また土砂崩れ発生当日18日の8時～11時の間に1時間あたり50～60(mm)の激しい雨を記録し、一旦止んだ後に、また激しい雨が降った。そのため、当時現場周辺の地盤は緩くなっていたことが考えられる。それに加えて、後日現場の真上にある窯業原料のメーカーの工場から現場ののり面の土壌に汚泥が流出していたことが明らかになった。その結果、現場地盤がさらに軟弱となっていたと考えられる。

(2) 交通被害

この土砂崩れによって中央自動車道は2018年8月20日まで約34時間通行止めになった。その間、多くの自動車中央自動車道に並走する国道19号線に流入することとなり、その結果国道19号線は深夜帯にも関わらず渋滞が発生した。

3. 大型車プローブデータを用いた土砂崩れ発生時の交通の分析

(1) プローブデータ

プローブデータとは車両に搭載されているGPSなどを用いて得られる車両の走行記録データのことである。車両の位置情報や速度、時刻やある区間の走行時間などの情報が含まれている。本研究では株式会社富士通交通・道路データサービス様に提供して頂いた大型商用車のプローブデータを使用した。そしてこのプローブデータを出力には、日本デジタル地図協会から提供して頂いた全国デジタル道路地図データベースを使用した。

(2) 通行止め区間通過後の交通の様子

土砂崩れの発生によって中央自動車道恵那ICから瑞浪ICまでの区間が上下線ともに通行止めとなり、そのため中央自動車道を走行していた車両も国道19号線を走行することとなった。そして中央自動車道の通行止め区間を通過後、車両がどのような経路選択を示したかを分析した。選択経路は図-1に示す通りである。またその結果を各方面の通行止め区間通過後の高速道路利用率として表-1に示す。

いずれの方面でも通行止め区間以前に中央自動車道を走行していた車両の約9割が最終的に中央自動車道に戻っていることがわかった。これは高速道路を降りる際、高速道路通行止め乗継証明書が発行されていた為に再度乗り継いで高速道路を利用することへの料金抵抗が小さかったことが影響していると考えられる。

一方通行止め区間以前に19号線を走行しており最終的に中央自動車道を利用した車両は、名古屋方面で約7割であるのに対して、中津川方面では約5割にとどまった。この結果から名古屋方面の方が渋滞しており、そこでの時間のロスを取り返すために高速を利用した車両が多かったのではないかと推測される。

(3) 国道19号線の所要時間

通行止めによって交通の集中している国道19号線恵那—瑞浪間の混雑具合を把握するために、この区間内に図-2に示す約20kmのリンクを設定し、リンク所要時間を図-3に示す。土砂崩れが発生後は、深夜帯にも関わらず所要時間が増加しているのがわかる。また深夜帯は名古屋方面の方がより所要時間が長いことから、名古屋方面の方が渋滞していたと考えられる。

(4) 直進レーンと右折レーンの比較

国道19号線と瑞浪ICとが交わる交差点の北東、長さ1kmを超える渋滞が確認された。その該当箇所を図-2に示す。この渋滞の原因を探るために、直進レーンと右折

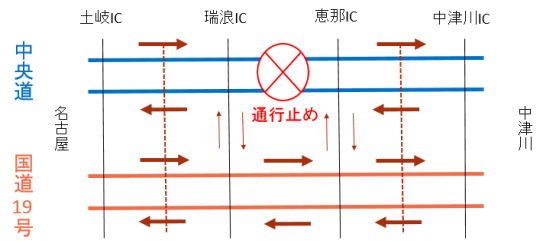


図-1 通行止め時の車両の経路選択

表-1 高速道路利用率

区間前	中央道→		19号→		%
	→中央道	→19号	→中央道	→19号	
区間直後IC	→中央道	→19号	→中央道	→19号	
直後の1つ後IC	→中央道	→下道	→中央道	→下道	
名古屋方面	87.2	0.0	7.7	51.2	14.6
中津川方面	61.9	23.8	7.1	22.7	31.8
	→中央道	→下道	→中央道	→下道	
名古屋方面	87.2	7.7	65.9	19.5	
中津川方面	85.7	7.1	45.5	31.8	

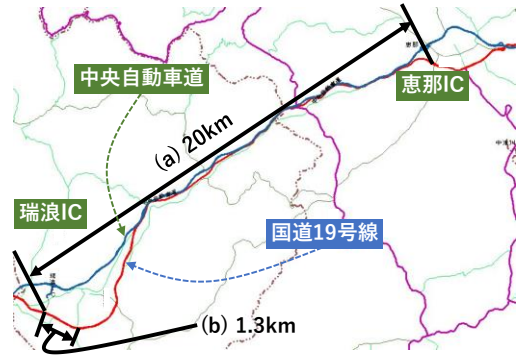


図-2 (a)恵那—瑞浪間リンクと(b) 瑞浪 IC 手前の交差点北東部の渋滞リンク

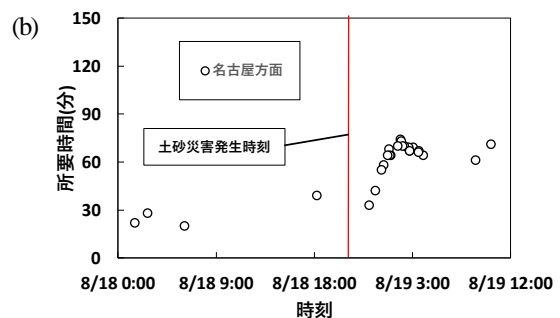
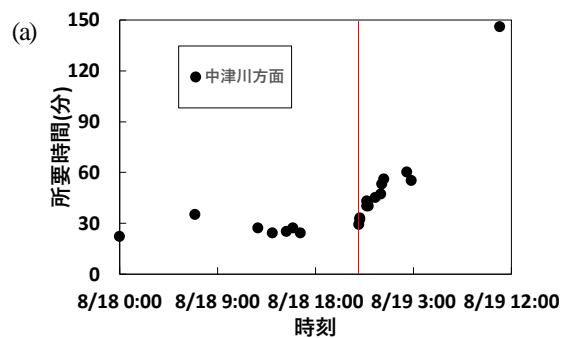


図-3 (a)中津川方面と(b)名古屋方面のリンク間の所要時間

レーンのそれぞれの所要時間と割合を算出した。その結果を図4、表-2に示す。平常時は直進車が約9割を占めているが、土砂崩れ発生後では直進車は約3割まで減少し、右折車が約7割となっている。またこのリンク内での所要時間が約1.13分以上の車両が時速6km以下に該当するので、瑞浪ICの交差点にて発生した渋滞は右折レーンが原因であると考えられる。

(5) IC選択の比較

平常時名古屋方面の瑞浪—土岐間は国道19号線より中央自動車道を利用した方が早いのは明白であるが、土砂崩れ発生時に瑞浪ICの右折レーン渋滞を考慮するとどちらが早いのかを比較した。瑞浪IC手前の交差点から1.3km前方の交差点から瑞浪ICを利用するルート(19号→瑞浪IC)と、瑞浪IC手前の交差点から1.3km前方の交差点から土岐ICを利用するルート(19号→土岐IC)を設定し、比較するルートを図-5に、それぞれのルートの所要時間を図-6に示す。交通量の少ない深夜帯では所要時間にはほとんど差はないが、朝になり交通量増加すると国道19号線を走行して土岐ICから中央自動車道を利用した方が早いという結果となった。このことから、渋滞直後に高速道路に乗ると多くの人が取ると予想される行動を避けることで所要時間を短縮させることが可能であることがわかった。

4. 道路交通状況再現シミュレーション

(1) 交通シミュレーションの概要

中央自動車道恵那IC—瑞浪IC間での土砂崩れ発生時の道路交通状況を分析するために、シミュレーションを構築した。本研究ではシミュレーションソフトとしてAimsunを使用した²⁾。恵那IC・瑞浪IC・土岐IC間を中央自動車道と国道19号線で接続したネットワークを作成し、交差点信号機の現示時間は、実際に測定した値を用いた。シミュレーションの時間帯は土砂崩れ発生前の8/18 20:00からプローブデータのある8/19 12:00までとした。土砂崩れが発生した8/18 21:30に中央自動車道の恵那—瑞浪間を通行止めとし、高速道路には区間ごとに料金抵抗を設定した。OD交通量は平成27年度全国道路・街路交通情勢調査のデータをもとに推定を行った。

(2) 交通シミュレーションによる平常時・災害時の再現性

まず、土砂崩れ発生前の平常時のシミュレーションを行った。恵那IC—瑞浪IC間と瑞浪IC—土岐IC間それぞれの中央自動車道と国道19号線の所要時間の差を高速道路の料金抵抗とした。シミュレーションの結果を表-3に示

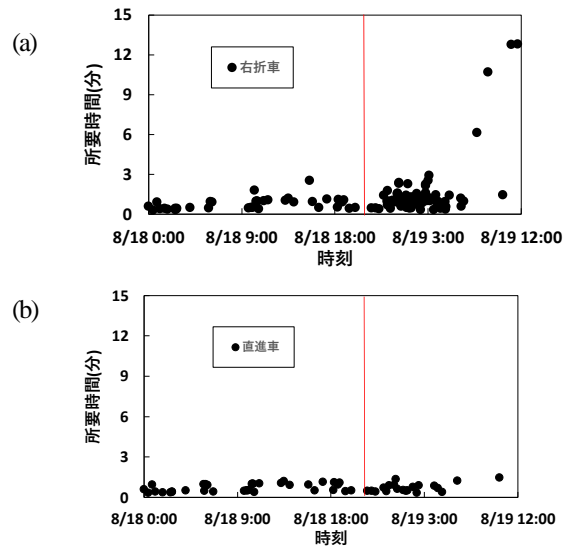


図-4 右折レーンと直進レーンのリンク所要時間

表-2 右折レーンと直進レーンの分担率

	土砂崩れ前		土砂崩れ後	
	台数(台)	割合(%)	台数(台)	割合(%)
直進車	40	88.9	20	28.2
右折車	5	11.1	51	71.8
計(交差点直前リンク)	45	100	71	100

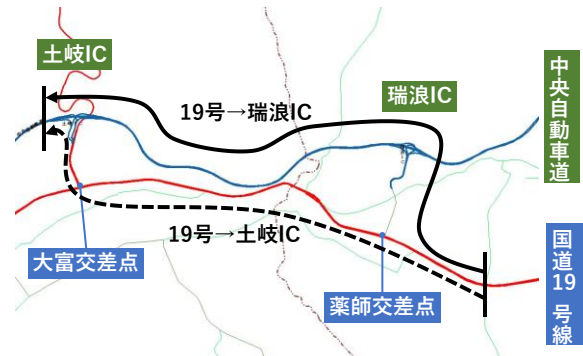


図-5 瑞浪—土岐間の経路選択ルート

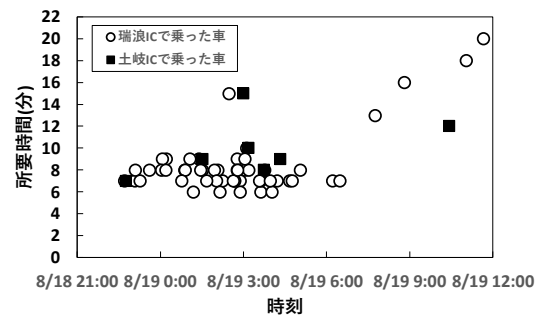


図-6 各ルートの所要時間

表-3 平常時シミュレーションによる恵那—瑞浪間の再現結果

	実測値所要時間(分)	シミュレーション(分)
中央自動車道	14-18	17.12
国道19号	28-40	35.13

す。シミュレーションによる推定所要時間がプローブデータによる所要時間の範囲内に収まった。したがって、恵那—土岐間のネットワークはおおよそ再現できていると考えられる。

次に土砂崩れ発生時のシミュレーションを行った。通行止め区間を走行した後は、高速道路通行止め乗継証明書の利用によって高速道路利用への料金抵抗が低くなることを考慮して、中央自動車道土岐IC—瑞浪IC間の下りの料金抵抗を小さくして、その他の料金抵抗は平常時の値を用いて土砂崩れ発生時のシミュレーションを行った。まず、瑞浪—恵那間の国道19号線の所要時間をプローブデータとシミュレーションと比較した結果を図-7に示す。中津川方面・名古屋方面のどちらも深夜帯の渋滞の再現は出来ていないが、朝の交通量が増加する時間帯の渋滞は再現できているのではないかと考えられる。

次に国道19号線の名古屋方面の瑞浪IC付近の右折渋滞についてプローブデータとシミュレーションを比較した結果を図-8に示す。こちらもプローブデータとシミュレーションの結果がおおよそ一致していると考えられる。図-8より、右折車は瑞浪ICから中央自動車道に戻ろうとする車で渋滞しているのに対し、直進車はほとんど渋滞をしていない。そして右折車と直進車は最大10分の差が生じている。

(3) 瑞浪IC手前の右折渋滞対策

次にIC選択の比較について、直前の瑞浪ICから高速道路を利用する車両と一つ先の土岐ICから高速道路を利用する車両は、どの割合のときに所要時間が一致して効率的に通行できるかをシミュレーションで分析を行った。図-5に示した瑞浪IC手前の交差点から1.3km前方の交差点から瑞浪ICを利用するルート(19号→瑞浪IC)と、瑞浪IC手前の交差点から1.3km前方の交差点から土岐ICを利用するルート(19号→土岐IC)を設定し、土砂崩れ後の交通状況においてルート利用の割合を変えた時の各ルートの所要時間を比較した。土砂崩れ後、当時と同じ71.8%が瑞浪IC、28.2%が土岐ICを利用する場合は、土岐ICから高速道路を利用した方が早くなっている。約60%が瑞浪IC、約40%が土岐ICを利用すると、両ルートの所要時間がほぼ等しくなって最も効率的に通行ができ、その結果、瑞浪—土岐間の所要時間を5分から10分程度短縮することができることがわかった。ただし、渋滞状態 瑞浪ICから1.3kmの範囲での分析であり、今後より広い範囲での分析も行っていくこと、および所要時間の適当化効率などもみていく予定である。

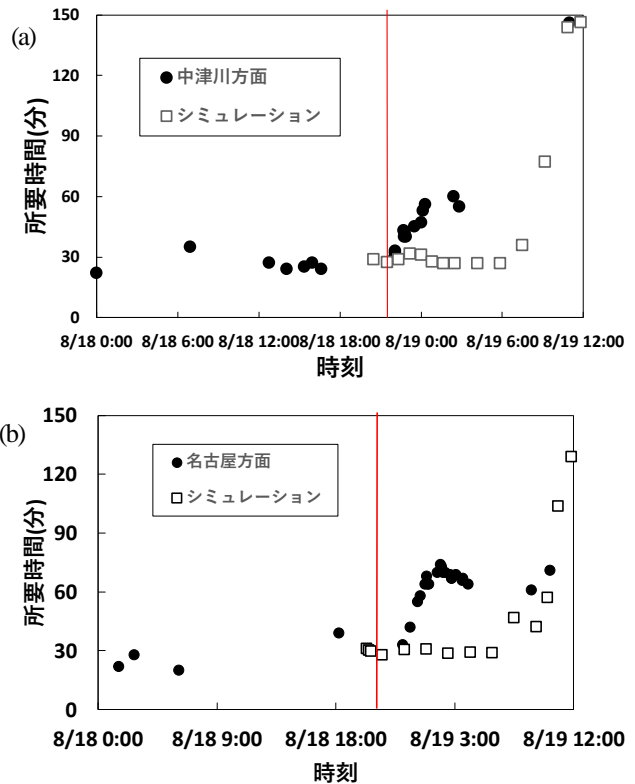


図-7 (a)中津川方面と(b)名古屋方面のリンク間におけるプローブデータとシミュレーションの所要時間の比較

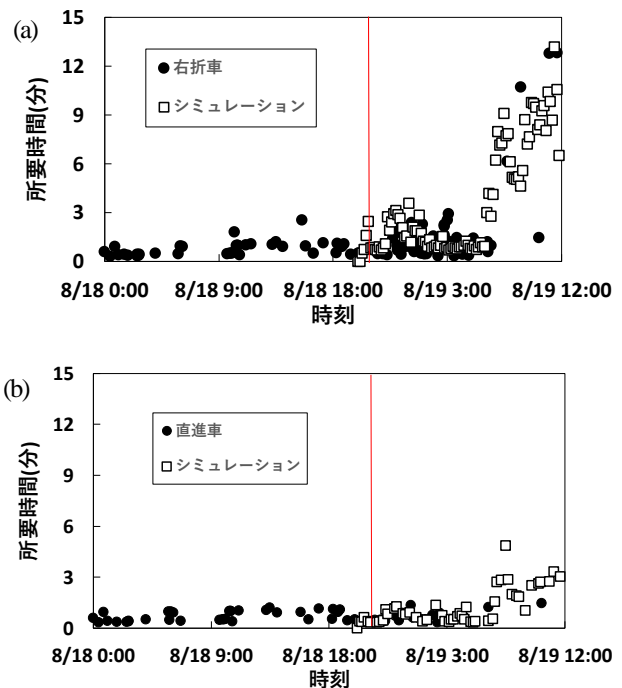


図-8 瑞浪 IC 手前の交差点における(a)右折レーンと(b)直進レーンの所要時間の比較

5. 結論

大型車プローブデータと交通シミュレーションにより土岐一恵那間の渋滞の再現を行った結果、比較的精度よく渋滞の傾向を分析することができ、IC手前の右折レーン渋滞の対策について検証できた。ネットワークの分析の範囲を広げることと、さらなる対策を検討することが今後の課題である。

参考文献

- 1) 諸戸健大, 藤田素弘: プローブデータによる豪雨災害時での主要道路の自動車交通状況分析, 土木学会, 2018
- 2) Jaime Barcelo, Jordi Casas : Dynamic Network Simulation with AIMSUN, Springer, 2005

(2018.7.31 受付)

PROBE DATA AND SIMULATION ANALYSIS IN FREEWAY CLOSURE UNDER DOWNPOUR DISASTER

Shoya Tobinaga, Motohiro Hujita and Takehiro Moroto

In this study, we analyzed the influence on road traffic by mudslide between Mizunami Interchange (IC)-Ena IC on Chuo Expressway on August 18, 2017 using truck probe data and simulation software. As a result, it was found that the use rate of highway increased after the road section was closed and heavy traffic congestion was caused at right turn lane of the predecessor intersection for IC near closing section. We analyzed whether using the next IC to the nearest IC for the closing section could decrease long travel time or not.