

交通流シミュレーションに基づく車両避難挙動が 道路ネットワークのパフォーマンスに与える影響分析

高知工科大学 岡本 幸大
指導教員 西内 裕晶

1. 背景と目的

近年、高知県内で使われている交通手段として、自家用車が約 70%を占めており¹⁾、高知県内の都市部における交通渋滞が問題視されている。また、近い将来発生が懸念されている南海トラフ巨大地震では、高知市を含む都市部で甚大な津波被害が想定されている。実際に、東日本大震災では、避難者の約 6 割が自動車を利用し、そのうち約 3 割が避難時の交通渋滞に遭遇したことが報告されている²⁾。高知県内でも災害時における車両での避難が一定数発生し、車両避難挙動が引き金となって交通渋滞やボトルネックが生じることが懸念される。そこで本研究では、災害発生時の避難過程における交通挙動を踏まえ、車両避難に伴って発生する渋滞箇所と渋滞箇所に対する改善策が避難行動に影響を及ぼす範囲を把握することを目的とする。

2. 研究概要

本研究では広域道路網交通流シミュレーションモデル「SOUND」(以下、SOUND)を用い、高知市都市圏を対象として通常時および津波災害時における交通状況を評価する。南海トラフ巨大地震発生時を想定し、津波発生時の車両避難挙動を考慮したシミュレーションを行うことで、広域的な視点から避難時に発生する渋滞箇所を抽出する。その内、主要渋滞箇所とされる国道 56 号線下りを対象として、通常時と避難時における車両の速度変化の比較を行うとともに、車線数の追加を実施した場合の避難時渋滞の改善効果を評価する。

3. 研究手法

(1) 現況再現の向上

SOUND 上での通常時交通の再現は、既往研究において主要渋滞箇所の R3 センサス交通量とシミュレーション交通量の相関係数が 0.5697 と確認されたモデルを基盤とした。加えて本研究で対象箇所における OD 交通量やリンクの交通容量・規制速度の調整を行い、現況交通との整合性を向上させたモデルを新たに構築した。

(2) 車両避難挙動の想定と実装

津波発生時の車両避難挙動を想定するため、本研究では南海トラフ巨大地震の発生時刻を 8 時とし、8 時 10 分から避難行動が開始されるシナリオを設定した。なお、避難に伴う渋滞箇所の把握において、最も厳しい渋滞条件を評価するため、通勤・通学等により交通需要が多い時間帯である 8 時台を避難開始時刻とした。津波浸水が想定される道路リンクを含むゾーンを避難対象とし、8 時 10 分以降、対象ゾーン内の車両は SOUND の目的地変更機能により、近接する避難所を含む非浸水ゾーンに分散して避難するように設定した。さらに、8 時 10 分以降、対象ゾーン内に存在する車両の避難遅れも考慮するため、避難対象車両全体の 40%は 8 時 10 分、30%は 8 時 15 分、20%は 8 時 20 分、10%は 8 時 25 分を避難開始とし、避難開始時刻を分散させるよう設定をした。

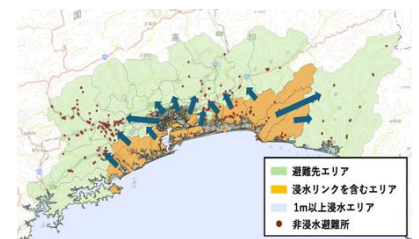


図1 避難行動イメージ

より、近接する避難所を含む非浸水ゾーンに分散して避難するように設定した。さらに、8 時 10 分以降、対象ゾーン内に存在する車両の避難遅れも考慮するため、避難対象車両全体の 40%は 8 時 10 分、30%は 8 時 15 分、20%は 8 時 20 分、10%は 8 時 25 分を避難開始とし、避難開始時刻を分散させるよう設定をした。

(3) 渋滞箇所の抽出

避難時に発生する渋滞箇所の抽出にあたっては、通常時と避難時のリンク速度を比較し、相対的な速度低下が確認された箇所を対象とした。これにより、避難挙動が引き金となって新たに渋滞が発生・顕在化した道路区間を把握した。さらに、抽出された渋滞箇所のうち、土佐国道事務所により主要渋滞箇所として位置付けられている土佐道路を対象として車線数の増加を仮定し、避難時渋滞の改善効果を評価した。

キーワード 交通量, 速度, 現況再現, 車両避難挙動, 土佐道路下り, 広域交通流シミュレーション

4. 結果・考察

(1) 現況再現性の確認

対象箇所における OD、リンク交通容量・規制速度調整後のシミュレーション交通量と R3 センサス交通量の比較結果を図 2 に示す。相関係数は 0.8187 と、通常時の交通量および速度分布は実交通の傾向と概ね整合しており、以降の避難時分析に用いるモデルとして妥当であることを確認した。

(2) 避難時における土佐道路の交通状況

土佐道路下りを構成する各リンクにおいて、通常時および避難時の 7 時 50 分から 10 時までの 5 分ごとの速度変化をヒートマップ化した。図 3 にその結果を示す。避難時の結果から、河ノ瀬交差点を境に 5km/h 未満と低速区間が長期にわたり上流に発生していることが示された。この渋滞は特定の一つの交差点が原因で発生しているのではなく、連続して存在する複数の交差点において、それぞれの処理能力が限界に近づくことで形成されている可能性がある。

(3) 改善シナリオと最善案の選定

避難時の速度変化を踏まえ、土佐道路では、避難交通が途切れることなく通過するために連続的な処理能力を確保することが重要であると考えた。そこで、高知工業高校付近を起点として車線数を一車線追加する区間を連続的に設定し、その区間長を段階的に変化させることで、渋滞緩和効果がどの地点までの改良で最大となるのかを検証するシナリオを設定した。車線数を増やす区間は高知工業高校を起点で固定し、高知学芸高校、能茶山交差点、石立交差点、河ノ瀬交差点の計 4 地点を終点に設定した。その結果を図 4 に示す。これらの結果は最大停止継続時間 (5km/h 未満が連続して続いた最大時間)、停止率 (5km/h 未満のセルが全体に占める割合)、最大渋滞波及区間 (20km/h 未満のセルがある時刻に連続した区間数の最大値) の三つの評価指標を用いた。各改善結果を三つの評価指標より比較した結果、高知工業高校付近から能茶山交差点まで車線数を一本増加させる改善案が、三つの指標全てで他の改善案よりも有効であった。これは、渋滞の原因である三つの交差点を含む区間で処理能力を向上させたことが、渋滞抑制に最も効果的であったと考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、現況交通との整合性を向上した SOUND モデルを用いて高知市周辺の津波車両避難挙動モデルを実装するとともに、避難挙動が土佐道路に与える影響分析とその改善策を検討した。その結果、土佐道路下りリンクにおいて高知工業高校付近から能茶山付近まで車線数を一車線追加することで、渋滞緩和効果において最も有効であることを示した。今後の課題としては、本研究で対象とした土佐道路以外の電車通りなど他の主要幹線道路についても、避難時における需要の集中が想定されるため、同様の分析が必要である。また、地震発生後の時間経過に伴う交通需要や道路啓開状況の変化を考慮した検討も今後の課題である。

参考文献

- 1) e-Stat (政府統計の総合窓口) 「令和 2 年度国勢調査」 https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&query=means%20of%20transportation&layout=dataset&stat_infid=000032214741
- 2) 内閣府 「調査の結果：東日本大震災における地震・津波時の避難について」
<https://www.bousai.go.jp/jishin/tsunami/hinan.html>
- 3) 桑尾祥弥. 広域交通流シミュレーションモデル「SOUND」を用いた高知市都市圏道路ネットワークパフォーマンス評価に関する研究. 学士論文, 2024 年度.

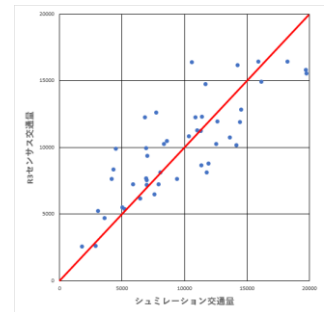


図 2 現況再現結果

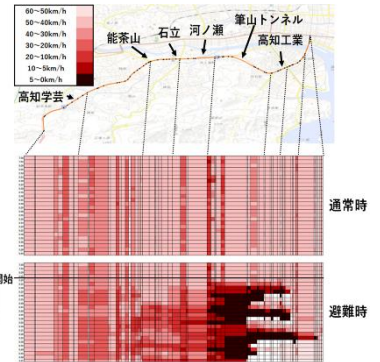


図 3 土佐道路下り結果

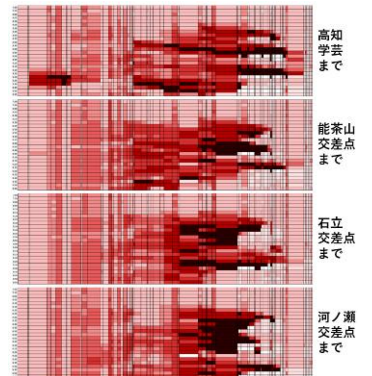


図 4 土佐道路下り改善結果