

緊急支援輸送（ERL）のための災害発生後の 交通量予測手法に関する検討

熊谷 兼太郎¹・小野 憲司²

¹正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部
(〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1)

E-mail: kumagai-k27n@mlit.go.jp

²正会員 京都大学客員教授 経営管理大学院 (〒606-8502 京都府京都市左京区北白川追分町)

E-mail: ono.kenji.5z@kyoto-u.jp

大規模地震の発生後から一定の期間、緊急支援輸送（Emergency Relief Logistics, ERL）が行われる。物資などを避難場所へ適切に輸送するため、事前に交通シミュレーションを行い、トラックの必要台数を算出することなどが求められている。本研究は、津波による浸水が想定される地域でERLシミュレーションを行うため、災害発生後の地域内の交通量予測手法を検討した。すなわち、交通需要の時間的変化、及び、道路ネットワーク復旧の時間的変化を想定したケース設定の手法を提案した。また、代表的なケースについて、高知県高知市を対象に利用者均衡配分の手法により街路ごとの日配分交通量を試算した。その結果、パラメータの精査が必要であるが、道路の混雑状況が時間的に変化している状況がある程度表現できた。

Key Words : emergency relief logistics, numerical simulation, traffic demand, tsunami

1. 序論

(1) 研究の背景

大規模地震の発生後から一定の期間、緊急支援輸送（Emergency Relief Logistics, ERL）が行われる。物資などを集積場所から避難場所へ適切に輸送するため、事前に交通シミュレーションを行い、トラックの必要台数を算出したり混雑を予測したりすることが求められている。

(2) 既往の研究

筆者ら¹⁾は、災害発生後の自動車交通需要（以後、単に「交通需要」と表記する。）の予測手法について既往研究のレビューを行った。本節はそれに基づき述べる。

まず、1997年阪神・淡路大震災では、約3か月後時点の総交通量は震災前と比べて65%程度になったとの報告があり、全体の交通需要は低下していた。そのうち、貨物車類は被災直後に最大で全体の半分程度に達した事例が報告されており、復旧・復興活動、ERLなどに従事するトラックの影響を受けていると考えられる。一方で、乗用車類の変動は地区間のばらつきが大きいとの報告がある。この原因は、住民が通勤・通学などの日常行動を再開する時期が地区によって異なることなどが考えられ、乗用車類の交通需要の推定にあたっては地区ごとに適切

に考慮する必要があることを示唆している。

次に、交通シミュレーションの手法について、利用者均衡モデルを用いて交通需要の変化を推定する手法が多く報告されていた。ただし、いずれも地震が対象であり、津波を対象にしたものはなかった。従って、津波の被害が想定される地域に適用するための手法が必要である。

(3) 研究の目的

本研究は、津波による浸水が想定される地域でERLシミュレーションを行うため、災害発生後の地域内の交通量予測手法について検討を行うことを目的とした。

2. 災害発生後の交通量予測手法

(1) 交通需要の時間的変化

津波によって全体の交通需要が低下し、時間経過とともに変化することを表現する。点（ノード）及び線（リンク）からなる道路ネットワークについて、代表的なノード、あるいは、全てのノードに発生交通量及び集中交通量をそれぞれ与え、交通需要の空間的分布を表現する。以後、単に「ノード」と表記した場合、発生・集中交通量が設定されているノードを意味するものとする。交通

需要の時間的変化の要因として津波の浸水に着目し、被災直後は浸水範囲内のノードの発生・集中交通量をそれぞれゼロにすることを提案する。そして、時間経過に伴い次第に元の発生・集中交通量へ戻っていくこととする。

ただし、特に被災直後には、日常行動に伴う交通需要が減少する一方でERLなどに従事する交通需要が増加するので、各ノードに設定された発生・集中交通量が変動することが考えられる。また、被災に伴って社会・経済に構造的変化が生じ、元の発生・集中交通量へ戻らないことも考えられる。今回は基礎的検討としてこれらの点は考慮できていないため、課題である。

(2) 道路ネットワーク復旧の時間的変化

地震に伴う道路の閉塞・一部通行不能、通行規制などを適切に想定する必要がある。そこで、必要に応じ一定の比率でリンクをランダムに抽出し、通行不能にした。なお、通行不能すると道路ネットワークから孤立したノードが発生してしまう場合は、当該リンクは通行可能とし、新たなリンクをランダムに抽出して通行不能とした。

ただし、通行不能となる確率の大きさはリンクごとに異なる。例えば、急傾斜地に面したリンクは相対的にその確率が大きいと考えられる。今回は基礎的検討としてこの点は考慮できていないため、課題である。

(3) OD表の修正と配分交通量の推計

通常時のOD表に、(1)及び(2)に対応するように修正を加えたうえで、Frank-Wolf法を用いて利用者均衡配分法の数理最適化問題を解き³⁾、日配分交通量の推計を行う。

3. 予測手法を使った試算

(1) 対象とした地域及び利用したデータ

南海トラフ地震に伴う津波が懸念されている、高知県高知市を中心とした地域を対象とした。

OD表は、高知県土木部都市計画課から提供された2010年高知都市圏パーソントリップ調査を利用した。ケースは2つを設定した。1つ目は、広範囲に浸水の影響が及んでいる時点の「被災直後ケース」である。同調査の道路ネットワークデータと高知市作成の津波浸水予測図とをGISソフトウェアを使って重ね合わせ、浸水した道路ネットワークのノードを抽出し、それらの発生・集中交通量をゼロにした。また、リンクのうち5%をランダムに抽出し通行不能とした。リンク抽出がランダムなため、3回試行してその平均値をとった。また2つ目は、浸水の影響がなくなった時点の「復興期ケース」である。発生・集中交通量として通常時のOD表の値を用い、道路ネットワークのリンクも通常時のとおりとした。

なお、試算に用いたプログラムは、Intel Parallel Studio XE 2017 Update 2 for FortranをMicrosoft Visual Studio Professional 2013に組み込んだ環境で作成した。

(2) 試算の結果

日配分交通量を推計した結果、「被災直後ケース」は日配分交通量が5,000台超のリンク数は平均386となった。一方、「復興期ケース」の同じ値は3となった。このように、パラメータの精査が必要であるが、道路の混雑状況が時間的に変化している状況にある程度表現できた。

今後の課題として、2章で挙げた課題のほか以下がある。交通量は一日のあいだでも時間的変化がある。例えば、日常行動に伴う交通量は日中が多く夜間が少ない傾向を示す⁴⁾。一方、ERLに従事するトラックの交通量は、日中と夜間との区別なく平準化した輸送を行うことも考えられる。ERLシミュレーションのため、後者の一日のあいだの時間的変化を適切に設定する必要がある。

4. 結論

津波による浸水が想定される地域でERLシミュレーションを行うため、災害発生後の地域内の交通量予測手法について基礎的な検討を行った。結論は以下の通り：

- ・交通需要の時間的変化、及び、道路ネットワーク復旧の時間的変化を想定したケース設定の手法を提案した。
- ・代表的なケースについて、高知県高知市を対象に利用者均衡配分法により街路ごとの日配分交通量を試算した。パラメータの精査が必要であるが、道路の混雑状況が時間的に変化している状況にある程度表現できた。

謝辞：本研究はJSPS科研費 15H02970（2015～2017年度「巨大災害下における避難民の生命・健康維持のための海陸一貫大量輸送システムの開発」、研究代表者：小野憲司）の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 熊谷兼太郎，小野憲司：地震・津波の被害地域における被災直後及び復旧期の自動車交通需要，地域安全学会梗概集，39，pp. 121-124，2016。
- 2) 川上英二：道路交通システムの機能上の耐震性の一評価方法，土木学会論文報告集，第 327 号，pp. 1-12，1982。
- 3) 土木学会：道路交通需要予測の理論と適用 第 I 編 利用者均衡配分の適用に向けて，pp. 34-65，2003。
- 4) 社団法人交通工学研究会：交通工学ハンドブック，pp. 132-133，1984。

(2019. 10. 4 受付)

A STUDY ON VEHICLE TRAFFIC DEMAND DURING A POST-DISASTER RECOVERY PERIOD FOR PLANNING EMERGENCY RELIEF LOGISTICS

Kentaro KUMAGAI and Kenji ONO

Emergency Relief Logistics, ERL, is performed during a post-disaster recovery period after a large-scale earthquake. In order to deliver relief supplies to evacuation sites appropriately, it is required to perform traffic simulation in advance and estimate the required number of trucks. The purpose of this basic study is to develop an estimation methodology for a vehicle traffic demand during post-disaster recovery period, in areas affected by earthquake and tsunami. As a result, we proposed basic ideas for setting parameters of traffic simulation, related to traffic demand and conditions of road network restoration. And by applying the ideas and conducting User Equilibrium Assignment simulation to estimate traffic on the roadnetworks in Kochi City, Kochi Prefecture, it was found that it was possible to express to some extent the traffic on the networks.