

災害時の道路啓開と緊急搬送・物的支援のシミュレーション

田尻翔吾, 中桐斉之¹

¹ 兵庫県立大学 環境人間学部 環境人間学科

概要

本稿では、地震等の災害発生時の道路啓開における緊急搬送・物的支援両立の為の道路啓開モデルを作成し、シミュレーション解析を行った。具体的には2次元格子路上に起点、終点、寸断されたリンクを設定、啓開パターンごとにアクセシビリティを算出した。その結果、必ずしも啓開リンク数が増加するに伴って最大アクセシビリティが増加するわけではなく、同時にリンクを復旧することによる相乗効果が見込まれることが分かった。

Simulation of elimination of road obstacles and emergency transport and material support during disasters.

Shogo Tajiri, Masayuki Nakagiri¹

¹ Department of Human Science and Environment Graduate School of Human Science and Environment University of Hyogo

Abstract

In this paper, a elimination of road obstacles model has been developed and a simulation analysis has been carried out in order to balance emergency transport and logistics support in elimination of road obstacles in the event of a disaster such as an earthquake. Specifically, the starting point, ending point and broken links were set up on a two-dimensional lattice, and accessibility was calculated for each elimination of road obstacles pattern. The results show that maximum accessibility does not necessarily increase as the number of revelation links increases, but that a synergistic effect of restoring links at the same time is expected.

1. はじめに

地震等の災害が発生した際、その直後から緊急搬送や、支援物資輸送・被災地支援者の輸送等、道路は平時の人や物資の輸送に加えて多くの人や物が行きかうこととなる。特に被災から72時間以内においては、被災者の生存率を大きく左右すると言われており[1]、一刻も早い負傷者の搬送が求められる。しかしながら、同時に災害時に道路は被災し、平時と比べて所要時間が延びたり、時には道路自体が寸断される事態となる。

これに対応するため、道路管理者である国土交通省や各地方自治体では「道路啓開計画」と呼ばれる

事前に災害の耐性が高く整備されるべき道路や、被災時に優先して復旧されるべき道路をまとめ、またどのようにして道路の応急修復(以後啓開とする)を行うのかを記した計画を策定している[2]。

しかしながら現在の道路啓開計画の多くはあくまで被災者の生存率に大きく関わる被災から72時間までの動きに特化したものが多く、それ以降の動きについては別で復興計画や復旧計画等の形で策定している事例やそもそも策定が確認されない事例がある。

また確かに被災から72時間以内が被災者の生

存率に大きく関わる[1]ものの、被災から 72 時間経過時に啓開が完了した道路は、救急搬送等に有用ではあるものの、それまでに救助が完了した人や、避難に成功した人々に対する物資支援に向けた道路の復旧の考慮が乏しい現状がある。

このことから本研究では医療救護活動において被災地外からの物的支援の受け入れが少ない中で救護活動が強えられる被災から 72 時間までとおおよそのライフラインが復旧し、広域的な支援を見込むことのできる被災から 1 か月まで[3]を目途とし、従来と同様の啓開をどこまで継続し、いつから避難所や物資拠点、役所の様な公的施設までの経路を中心に復旧していけば、救急搬送数と物的支援量を両立することが出来るかをコンピュータ解析により解明した。

2. モデル

災害により寸断された道路の復旧に対する優先順位に関する解析手法は複数あるが、本研究においては坂本ら(2018)[4]の用いた格子モデルを基にモデルを構築した。

モデルの概要としては、対象ネットワークに対する起点と終点のペアを決定し、寸断されているリンクに印をつけリンク数を算出する。ここで起点終点のペアの選択にあたっては、緊急搬送に関するペアだけでなく、物的支援のペアを別途追加した。次に「寸断リンク」と「対応可能リンク」から啓開パターンを作成し、その啓開パターンからノード間の最短所要時間を基とした起点終点ペアリストのアクセシビリティ(ACC)を(1)式から算出する。

$$ACC = \sum_k (D_k + L_k) \times f(c_{ij}) \quad (1)$$

ここで、 D_k は緊急搬送に関するノードペア k の重要度、 L_k は物的支援に関するノードペア k の重要度、 $f(c_{ij})$ はペア k に対応したノード ij 間の交通抵抗関数であり、ノード ij 間の最短所要時間とする。また、ACC が最大値となった時を第 n 次における最適道路啓開パターンとする。その後、啓

開していないリンクを算出し、最初に寸断されているとした道路の復旧が全て完了するまで繰り返す。

3. 結果

構築したモデルを C 言語(gcc version 13.2.1)を用いて計算機シミュレーションを行った。その結果、復旧リンク数が増加するに伴って、最大 ACC が必ず増加するわけではないことが分かった。このことから複数リンクを同時に復旧することで効果が強まる相乗効果があると考えられる。これは坂本ら[4]の結果を支持する。

4. まとめと今後の課題

本研究は地震等の災害発生時における道路復旧において、救急搬送と物的支援の両立を目指した啓開モデルを構築し、計算機シミュレーションから、復旧リンクの増加が必ずしも最大 ACC の増加につながるわけではなく、同時にリンクを復旧することによる相乗効果が見込まれることが分かった。

今回のモデルでは、ノードに搭載する情報が起点と終点のみとなっており、今後は道路啓開関連施設の被災状況をノードに情報として搭載可能な様にすることが必要である。

参考文献

- [1]国土交通省近畿地方整備局,阪神淡路大震災の経験に学ぶ 震災時における社会基盤利用のあり方について 第 1 章 死者を減らすために, <https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/daishinsai/1.html>,(2002),(最終閲覧日:2024/11/05).
- [2]総務省行政評価局,災害時の道路啓開に関する実態調査 結果報告書,(2023).
- [3]東京都保健医療局,災害時医療救護活動ガイドライン (第 3 版) 改訂案,資料 2-2,(2024).
- [4]坂本淳・西内裕晶,大規模災害からの復旧対応力を考慮した道路啓開モデルの提案,都市計画論文集,Vol.53 No.3,pp859-866,(2018).