

震後の避難期・救援期に対する街路閉塞対策の優先度評価に関する基礎的研究

徳島大学大学院 学生員 ○源 貴志 徳島大学大学院 正会員 成行 義文
 (株)インフォマティクス 天野 健 徳島大学大学院 学生員 大木 淳
 徳島大学大学院 フェロー 平尾 潔

1. はじめに

地震による道路閉塞、落橋等起因する道路網ネットワークの機能低下は、被災地内外の震後の社会・経済活動に長期に渡り多大な影響を与える。また、震後の避難期ならびに救援期においてはその機能が著しく低下した場合には多くの人命を損失する可能性が高い。したがって、これらの時期における道路網ネットワーク機能を維持するための震前対策が急務である。本研究では、震前対策（道路橋の耐震補強、地区内の重要な道路の整備、区画道路・路地の拡幅等）策定のための支援ツールの開発を目的とし、GIS¹⁾（地理情報システム）を用いて、避難期ならびに救援期に対するネットワークリンクの閉塞対策の優先度評価システムを構築し、徳島市に適用してその妥当性を検討した。

2. ネットワーク解析手順

本手法における優先順位評価手順を以下の1)～5)に示す。1)評価対象地区を選定する。2)デジタル地図とGISに追加した機能（トポロジ構築機能、道路幅員算定機能、沿道建物数算定機能、人口配分機能）を用いて、評価対象地区の道路網ネットワークと属性データ（道路幅員、沿道建物数、人口）を作成する。3)作成したネットワークデータに道路閉塞モデルとロット数算定機能を適用し評価対象地域の道路閉塞予測を行う。4)ダイクストラ法を応用したネットワーク解析プログラムをGISに組み込み、各時期に発生する主要拠点と各ノード間交通（避難者、救急車等）の最短時間経路を求め、その際の各リンクの総通行回数等をカウントする。5)3)と4)の結果より各リンクの道路閉塞対策の優先度を決定する。

3. 評価対象地区選定と道路網ネットワーク・属性データの作成

本研究では評価対象地区として、避難期：徳島市佐古地区（図1中央付近）、救援期：徳島市中央部（図1中の名称を付した地区を含む領域）とした。そして、国土地理院作成の数値地図2500の道路中心線をベースに、避難期ではノード数468、リンク数647、また救援期ではノード数8194、リンク数11246より成る道路網ネットワークをそれぞれ作成した。属性データとして、NTTネオメイト作成のGEOSPACE²⁾の道路輪郭線、建物ポリゴンを用いて道路

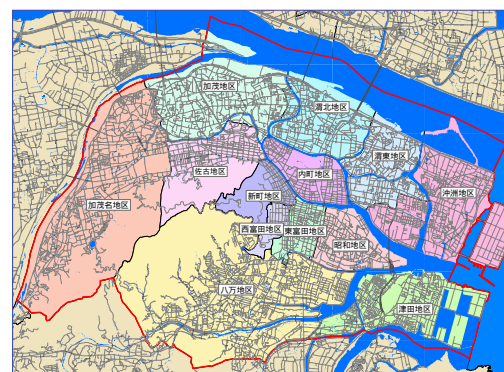


図1 評価対象地区

幅員、沿道建物数、人口の算定を試みた。以下にそれぞれの算定方法を示す。道路幅員：リンクに対する法線を作成し、次に法線と輪郭線の交点を求め、交点間の中で最小の距離を与えるものを道路幅員とした（図2参照）。

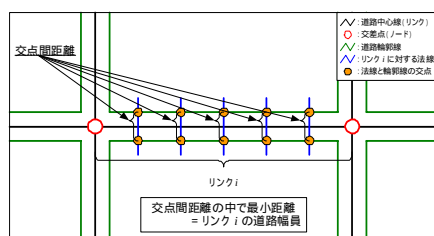


図2 道路幅員算定イメージ

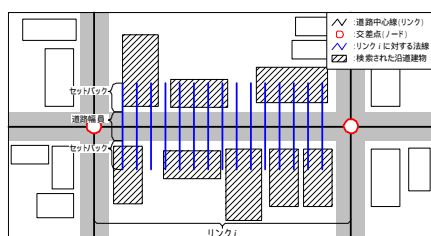


図3 沿道建物数算定イメージ

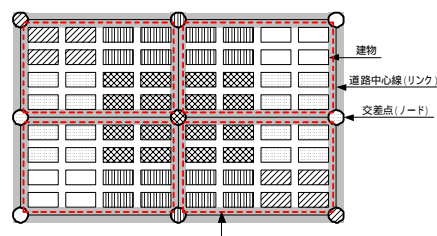


図4 ノード人口算定イメージ

キーワード 道路閉塞, GIS, 対策優先順位, 避難期, 救援期

連絡先 〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2丁目1番地 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 成行 義文
 TEL 088-656-7326

沿道建物数：リンクに対する法線から沿道建物を検索した（図3参照）．
人口：徳島市のホームページ³⁾で公開している町丁別人口データを各建物ポリゴンへ配分し，次に建物ポリゴンに割り当てられた人口を最寄りのノードへ配分した（図4参照）．

4．道路閉塞の予測

本研究では，道路閉塞確率の算定に際し，道路幅員により3つの場合に分類した⁴⁾．1)道路幅員が4m未満：道路の片側の建物が倒壊した場合に道路閉塞が発生すると考え，式(1)を用い閉塞確率 $P_1(\%)$ を算出した．2)道路幅員が4m～8m：突合せの関係にある建物を対象に，突合せ倒壊した場合にのみ道路閉塞が発生すると考え，式(2)を用い閉塞確率 $P_2(\%)$ を算出した．3)道路幅員が8m以上：道路閉塞は発生しない．

$$P_1(\%) = \{1 - (1-r)^{l+m}\} \times 100 \dots (1) \quad P_2(\%) = \{1 - (1-r^2)^n\} \times 100 \dots (2)$$

l, m ：沿道建物数， n ：ロット数， r ：老朽建物割合

上記1)～3)より，各時期における対象エリアの道路閉塞確率の頻度分布は図5，6のようになった．本研究では，兵庫県南部地震時の被害データから閉塞リンクの閾値を検討した文献5)を参考に，閉塞確率40%以上のリンクを閉塞とした．

5．避難期・救援期に対するリンク閉塞防止対策の優先度の評価

本研究では，避難期ならびに救援期ともに，まず各リンクの閉塞予測ならびに健全な道路網ネットワークにおける人あるいは車両の交通量推定を行い，次いでそれらの結果から各時期に対して，閉塞リンクの交通への影響度を評価した．図7，8は避難期，救援期に対する各リンクの閉塞対策の必要度を示したものである．優先順位の高いリンクが濃く表示されている．避難期では，佐古地区の避難拠点のひとつである佐古小学校（図7の中心付近）に近い程，閉塞が発生するとしてリンクの中で，優先順位が高いリンクが多くなっている．救援期では，拠点である病院（図8の中心付近）付近の道路に限らず，閉塞が発生するとしてリンクの中でも，最短時間経路に大きくかかわってくるリンクの優先順位が高くなっている．

6．おわりに

デジタル地図データから自動的に道路幅員，沿道建物数，ノード人口データ等生成するモジュールを作成しGISに組込んだ．さらに各リンクの道路閉塞の推定機能及びダイクストラ・アルゴリズムを用いた最短経路の探索機能を付加することで，GISを用いた震後の道路閉塞を考慮したネットワーク解析システムを構築した．本プログラムは，基本的なデジタル地図データさえあれば，場所及びネットワーク規模の如何にかかわらず適用可能な汎用性の高いシステムであると考えられる．

参考文献

- 1)ESRI ジャパン株式会社：ArcMap ユーザーズ・ガイド，2004．
- 2)NTT ネオメイト四国：デジタル地図「GEOSPACE」レベル2（徳島県），2004．
- 3)徳島市ホームページ：統計資料（人口・世帯数），2006．
- 4)国土交通省都市・地域整備局都市防災対策室：都市防災実務ハンドブック，ぎょうせい，2005．
- 5)福井，西川，成行，平尾：兵庫県南部地震時の木造建物倒壊長の統計分布とそれを用いた街路閉塞予測，土木学会四国支部 第10回技術研究発表会 講演概要集，pp.70-71，2004．

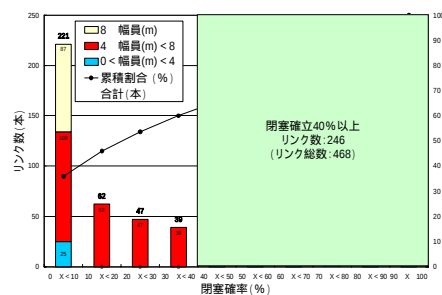


図5 佐古地区の閉塞確率の頻度分布

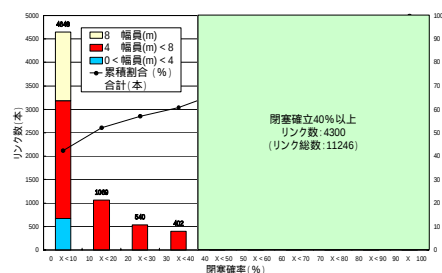


図6 徳島市（中央部）の閉塞確率の頻度分布

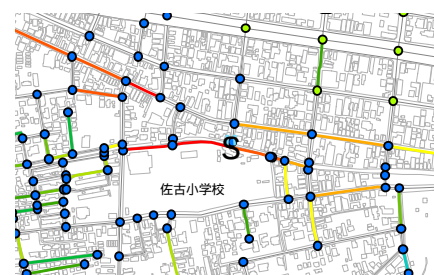


図7 避難期に対する評価結果

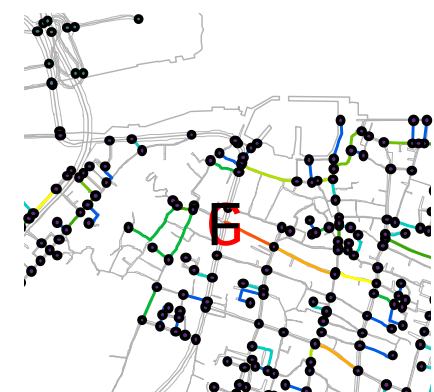


図8 救援期に対する評価結果