

徳島大学大学院 学生員 ○大木 淳

(株) インフォマティクス 天野 健

徳島大学大学院 正 員 成行 義文

徳島大学大学院 フェロー 平尾 潔

徳島大学大学院 学生員 源 貴志

1. はじめに 地震時の道路閉塞や落橋等により道路網ネットワークの機能が低下した場合、被災地内外の社会・経済活動に長期に渡って大きな影響を与える。そこで、生命・財産を災害から守るためには被害が拡大しない都市や市街地を形成することが重要である。本研究では、防災対策（道路橋の耐震補強、地区内の骨格的な道路の整備、区画道路・路地の拡幅）策定のための支援ツールの作成を目的とし、GIS（地理情報システム）を用いた震後の道路閉塞及び避難行動を考慮したネットワーク解析システムの構築を行い、それを徳島市の佐古地区に適用して手法とシステムの妥当性を検討した。

2. リンクの重要度評価手順 図1はリンクの重要度評価手順を示したものである。まず評価対象地域を選定し、道路網のネットワークを作成する。ここで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、評価対象地域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。次に、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。そしてこの結果を考慮して、ネットワーク解析支援機能（最短経路探索機能、孤立地区抽出機能）を応用して避難期におけるネットワーク解析を行う。最後に、この結果をネットワーク特性に基づくリンクの重要度評価として表示する。

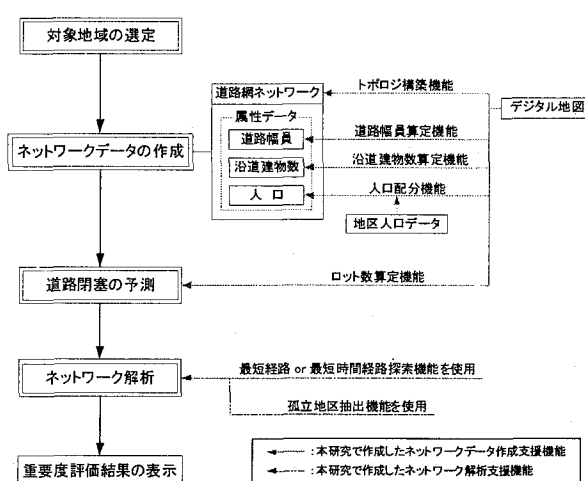


図1 リンクの重要度評価手順

3. 評価対象地区と道路網ネットワークの作成 本研究では避難期において、徳島市の佐古地区を評価対象地区（図中の太線）とした（図2参照）。また、国土地理院作成の数値地図2500の道路中心線をベースに、ノード数468、リンク数647より成る道路網ネットワークを作成した。次に属性データとして、NTTネオメイト作成のGEOSPACE¹⁾の道路輪郭線、建物ポリゴンを用いて道路幅員、沿道建物数、人口の算定を試みた。1)まず、道路幅員の算定手法として、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3参照）。2)沿道建物数に関しては、リンクに対する法線から沿道建物を検索する方法を用い求めた（図4参照）。3)人口に関しては、徳島市のホー

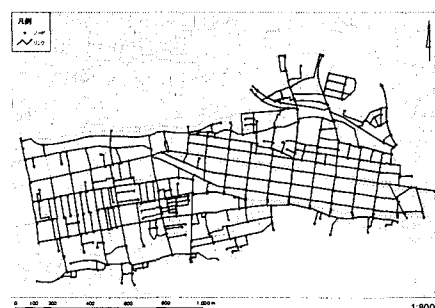


図2 道路網ネットワーク（佐古地区）

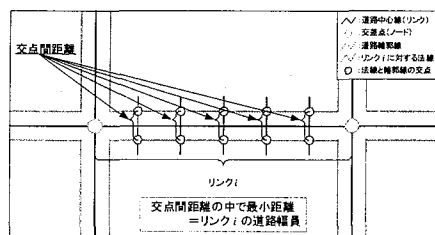


図3 道路幅員算定イメージ

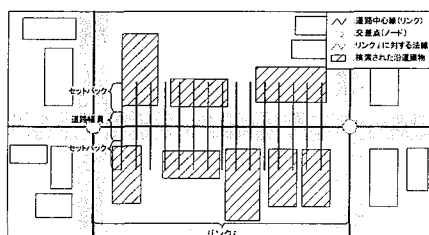


図4 沿道建物数算定イメージ

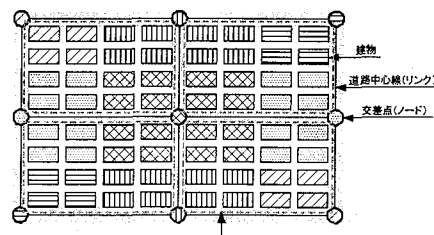


図5 人口数算定イメージ

ムページ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求めた（図5参照）。

4. 道路閉塞の予測 本研究では、都市防災実務ハンドブック²⁾を参考に、道路閉塞確率を算定した。1) 4m未満の場合は、道路の片側の建物が倒壊した時点で閉塞すると考え、式(1)を用いて閉塞確率 $P_1(\%)$ を算定した。

$$P_1(\%) = \{1 - (1 - r)^{l+m}\} \times 100 \quad \cdots (1)$$

ここに、 l, m ：沿道建物数、 r ：老朽建物割合である。2) 4～8mの場合は、突合せの関係にある建物を対象に突合せ倒壊した場合のみ道路閉塞と仮定した式を用い閉塞確率 $P_2(\%)$ を算出した。

$$P_2(\%) = \{1 - (1 - r^2)^n\} \times 100 \quad \cdots (2)$$

ここに、 n ：ロット数、 r ：老朽建物割合である。3) 8m以上は道路閉塞しないとした。これらの関係を考慮して求めた結果、道路閉塞確率の頻度分布は図6のようになる。本研究では、閉塞確率の推定において、阪神大震災の被害データから閉塞リンクの閾値の検討を行っている過去の研究³⁾を参考に、閉塞確率40%以上のリンクを閉塞とした。

5. 道路網のネットワーク解析システム 本研究のネットワーク解析システムは、ダイクストラ法を応用して主要拠点と各ノードとの間の最短時間経路を求め、避難シミュレーションを行うものである。また、交通量（避難者数）が各ノードから発生すると仮定し、最寄りの主要拠点に到達するまでの最短時間経路を求めた。そして、各リンクの通行数等を計算した結果を用いてリンクの重要度評価を行うことによって、防災対策の検討を行った。図7は、その解析システムの手順を示している。

6. リンクの重要度評価結果 本研究ではリンクの重要度評価として、ネットワーク解析で想定通行人数を求め、また道路閉塞推定法から道路閉塞確率を算定し閉塞リンクを推定した。そして、ネットワークが健全な場合の想定通行人数と道路閉塞確率40%以上のリンクの2つの結果を重ね合わせ重要度評価を行った。この結果をGISで表示したものが図8である。主要拠点周辺のリンクの重要度が高く（図中では、特に重要度が高いリンクを太線で示す）、拠点から遠ざかるほど重要度が低くなるという妥当な結果になっていることが分かる。

7. おわりに GISでの道路閉塞を考慮した道路網ネットワーク解析に不可欠な属性データである道路幅員、沿道建物数、

各ノードの人口を算出するための方法、ならびに各リンクの道路閉塞確率の推定方法を開発しそれをGISに組み込んだ。GISでネットワーク解析が出来るようにダイクストラ・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。本研究で提案した各属性データの算出方法、道路閉塞の推定方法、道路閉塞を考慮したネットワーク解析システムは、場所及びネットワークの規模にかかわらず適用できる汎用性の高いシステムである。

参考文献 1) NTTネオメイト四国：デジタル地図「GEOSPACE」 2) 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 3) 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, p70-71, 2004.5.

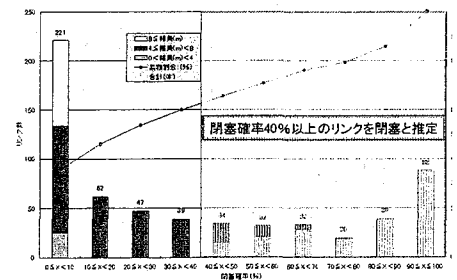


図6 閉塞確率の頻度分布

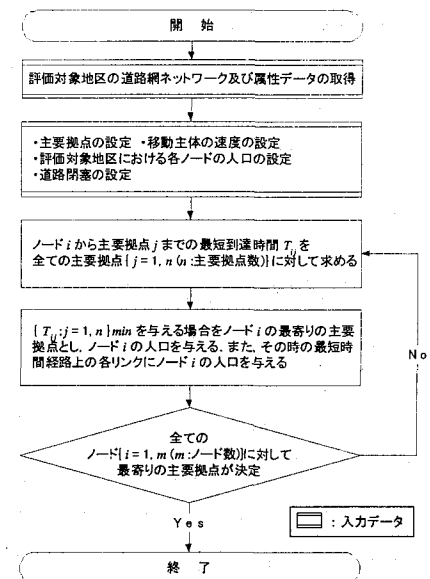


図7 ネットワーク解析システム

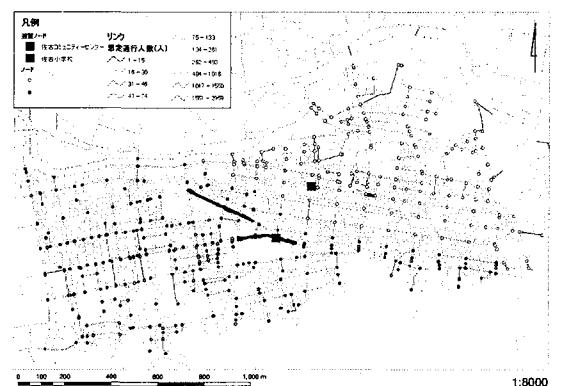


図8 リンクの重要度評価結果