

地震被害による損失を考慮した現況都市内道路網の評価と強化優先リンク決定方法

豊橋技術科学大学 ○上田祐輔
豊橋技術科学大学 正会員 廣島康裕

1. 研究の背景と目的

1995年に起こった阪神・淡路大震災において道路交通は大きな影響を受け、激しい交通渋滞が発生した。この震災の経験以降、災害時においても一定レベル以上で機能するような道路ネットワークを構築する必要性が高まっている。東海地震、東南海地震など、大規模地震の発生可能性が高まる一方の現在にあって、地震防災対策が緊急課題であることは論を持たないが、地震防災を考慮した道路網強化対策の実施もその重点対策の一つに挙げられる。

ところで、道路網強化計画の策定に際しては、他の対策の場合と同様に、重点投資という視点が必要であることは言うまでもない。すなわち、地震防災への投資可能額には限度があることから、すべてのリンクを強化するのは不可能であり、リンクの重要度と整備費用が異なることを考慮した上で効果的で効率的な道路網強化計画を策定・実施することが必要である。

そこで、震災時の道路交通ネットワークについて、被災状況に応じた最適交通運用策の下での交通量配分を行い、道路網機能評価指標値を算出し、さらにその分析結果に基づいて、地震による被害を考慮した都市内道路網の現況評価を行うとともに、強化優先リンクの決定方法について検討する。本論文においては、交通量配分プログラムの概要と今後における研究の方向性を示すこととする。

2. 研究の流れ

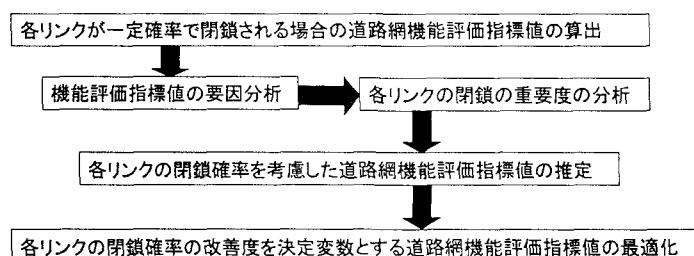


図1 研究計画フロー

まず、震災時の道路交通ネットワークについて、道路網の各リンクが一定確率で閉鎖されるとして、シミュレーションにより閉鎖パターンが異なる複数のケースを設定して、各ケースについて交通量配分を行い、道路網機能評価値を算出する。道路網機能評価指標値としては、総所要時間や孤立 OD ペア数・総孤立 OD ペア数による指標値とする。

その評価値の結果に基づいて、重回帰分析や数量化理論などの多変量解析を行った要因分析を行い、

式(1)により、道路網機能評価値に対する各リンクの重要度を定量的に分析する。地震による被害を考慮した都市内道路網の現況評価を行うとともに、強化優先リンクの決定方法について検討する。機能評価指標値の要因分析はリンク間の相互作用、平常時の交通量など様々な要因が考えられ、試行錯誤が必要であろうと考えられる。

$$E_n = E_0 + \sum A_a \delta_{an} \quad (1)$$

E_n : ケース n における道路網機能評価値

E_0 : 平常時の道路網機能評価値

A_a : リンク a の重要度

δ_{an} : ダミー変数 (リンク閉鎖の有無)

これまでに得られた各リンクの重要度と、別途求められた各リンクの現況の閉鎖確率とから、現況の道路網機能評価指標値を算出する。この値と、平常時における道路網機能評価値とから現況道路網の被害による機能評価値を評価することができると考えられる (式(2))。

$$E_p = E_0 + \sum p_a A_a \quad (2)$$

E_p : ケース n における道路網機能評価値

p_a : リンク a の現状の閉鎖確率

A_a : リンク a の重要度

強化優先リンクについては、式(3)により各リンクの閉鎖確率の改善度を決定変数とする道路網機能評価指標値の最適化問題を解くことによって決定する。制約条件として閉鎖確率改善に要する費用の総和が一定値以下であると仮定することによって最適化する。

$$\text{Min } \sum (p_a - \Delta p_a) A_a \quad \text{or} \quad \text{Max } \sum \Delta p_a A_a \quad (3)$$

subject to,

$$\sum \Delta p_a C_a \leq C_T$$

$$0 \leq \Delta p_a \leq p_a \quad \forall a$$

Δp_a : リンク a の閉鎖確率の改善度

C_a : リンク a の改善費用原単位

C_T : 投入総費用の上限値

3. 利用者均衡配分によるOD交通量配分の概要

3. 1. 対象地域と使用データの概要

本研究においては愛知県豊橋市全域を対象地域とする。(図-2) また、使用データについては、愛知県東三河地方の住民を対象として平成13年度に実施されたPT調査から得られた豊橋市全域におけるOD交通量データを用い、これらのデータを用いて平常時及び災害時におけるリンク切断時におけるOD交通量の配分計算を行なった。

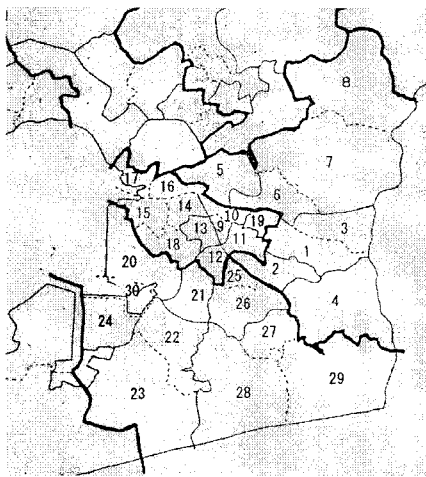


図-2. 豊橋市の概略図

3. 2. 仮想セントロイドの導入

便宜的にゾーン内のノードを仮想的にOD交通量の発生集中地点としてセントロイドとして設定することにする。そして、ネットワーク上の仮想セントロイドで発生集中する車両がネットワークに流入入すると考える。シミュレーションにおいて車両を発生集中する際には、本研究においては計算の簡略化のため、各ゾーンにセントロイドを1ヶ所ずつ予め設定してシミュレーションを行った。

この前提条件は、必ずしも実際の交通と一致しないが、平常時と比較した時、リンクが切断された災害時の交通量の配分が再現できれば、災害時の交通流表現モデルとして妥当であると考ええる。

3. 3. 対象ネットワーク

対象ネットワークとしては、平成13年度の豊橋市のネットワークを用いた。ネットワークデータはリンク数630、ノード数386、セントロイド数30である。図-3で示す丸で囲ったノードはセントロイドを示している。

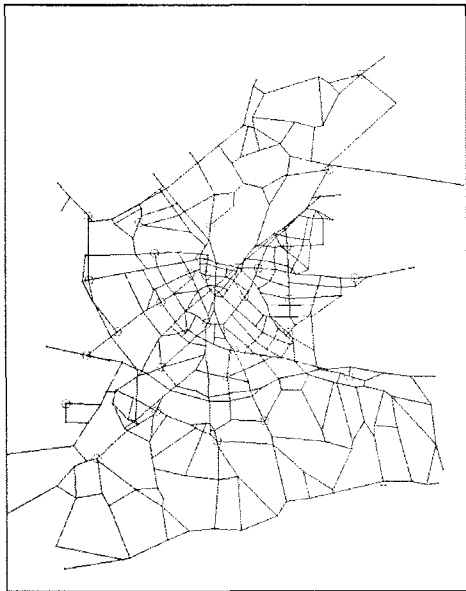


図-3. 豊橋市のネットワーク図

3. 4. OD交通量配分手法

本研究では Frank-Wolfe 法を用いてOD交通量の配分シミュレーションを行った。配分の手順を以下に示す。

- ① ネットワークデータの読み込み
- ② 自由走行時のリンク所要時間の計算
- ③ 一様乱数を用いた災害時の切断リンクの抽出
- ④ 混雑を考慮したリンク所要時間の計算
- ⑤ ダイクストラ法による最短経路探索
- ⑥ 各リンクへのOD交通量配分
- ⑦ 収束判定を満たせば終了。そうでなければ④からの手順を繰り返す。

3. 5. OD交通量配分結果

現段階においては、震災時における最適交通運用策を導入しない交通量配分計算を行った。図-4は本研究において設定した閉鎖パターンにおける交通量配分結果の一部を図示したものであり、平常時における交通量配分結果と比較したものである。本研究における配分計算については、セントロイドはゾーン中心付近に1箇所設置したが、実際の交通ではゾーン内のあらゆる地点において交通が発生集中していると考えられるため、ゾーン数をより狭い範囲として改めて設定することによって、より現実の交通に近づけることが出来ると考えられる。

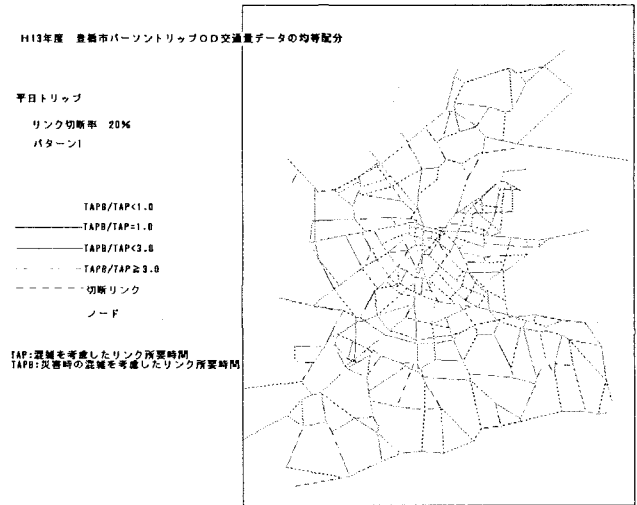


図-4. 交通量配分結果

4. おわりに

現段階では、10 ケース程度しかリンク閉鎖パターンの分析を行っておらず分析ケースも少ないため、今回の分析の結果だけでは交通ネットワークの評価を行うことはできないため、1000 ケース程度の分析を行う必要がある。また、リンクの現状の閉鎖確率の設定方法及び最適交通運用策の下での交通量配分方法についてはこれから検討する必要がある。