

I-22 地震により発生する孤立地区の推定に関する基礎的研究

徳島大学大学院 学生員 ○谷元 雅哉 徳島大学工学部 正 員 成行 義文
徳島大学工学部 フェロー 平尾 潔 関西PSコンクリート 杉本 泰之

1. はじめに

道路ネットワーク上にあるすべての道路橋に最も効果的に耐震補強を施すには、道路橋の重要度評価を行い、この重要度をもとに耐震対策を施す優先順位を決めるのが合理的であると思われる。一般に道路橋の重要度は、その属性だけでなく平常時ならびに非常時のネットワーク特性等を考慮して総合的に評価される。また、地震時に最も回避すべき現象の一つに、孤立地区の発生がある。道路橋の重要度を評価する際に、孤立地区発生への寄与度を明確に考慮する必要があるものと思われる。本研究では、そのための基礎的研究として、与えられたネットワーク上の孤立地区を自動的に抽出するための手法について検討した。

2. 道路橋の耐震対策計画の考え方

都市が大規模な地震により被災した場合、道路橋自体の損傷・落橋等の直接的被害や、震後の避難（震後数時間程度）、救急（震後2～3日程度）、応急復旧（震後1週間程度）活動等への支障ばかりでなく、周辺地域も含めた社会・経済活動に長期に渡り影響を及ぼす。よって、特に旧耐震基準による既設道路橋に対し耐震補強が必要となるが、短期間に既設道路橋のすべてに耐震補強を施すことは、予算的制約により不可能である。そこで最も効果的に耐震補強を施すには、道路橋の重要度評価を行い、この重要度をもとに耐震対策を施す優先順位を決めるのが合理的であると思われる。ここで道路橋の重要度は、通常的生活ならびに経済活動などへの貢献度だけでなく、有事の際における住民の避難・救援活動あるいは被災箇所の応急復旧活動などの地震防災に関する活動への貢献度も考慮して評価するのが望ましい。そこで、道路橋の耐震補強優先順位の決定法を立案するためには、橋を重要度と耐震性という2つの側面から見つめ、それら2つの要素を考慮する必要があると考えられる¹⁾。一般的には両者の持つ要素を適当な方法を用いて統合し、耐震対策を施す際の優先順位やその対策のレベルの高低を決めていくことになるとと思われるが、その中でも、既設道路橋の地震防災上の重要度に的を絞って考える際、それらがネットワークから孤立した地区や地域の発生に及ぼす影響を考慮することが、防災対策上、必要不可欠であると考えられる。

3. 孤立地区の自動抽出

本研究における孤立地区（ノード）の自動抽出アルゴリズムは、地震時における落橋や道路閉塞の影響で、他の地区や地域との交通が遮断され孤立した地区を抽出するためのアルゴリズムである。まず、孤立地区の自動抽出法の考え方を、図-1のような小規模ネットワークモデル（ノード数：33，リンク数：52，橋梁数：9橋）を用いて説明する。ここで、地震被害として、図-1のように橋は全て落橋、また道路閉塞箇所は6箇所、と仮定し、解析におけるリンクの切断状態は、極めて大きなリンク長を与えることにより表現している。

- ① 初めに、各リンクを橋と道路に区別する。
- ② 橋と判別されたリンクは橋の状態を、また道路と判別されたリンクは、その道路が閉塞しているか、通常に機能しているかを判別する。
- ③ 次に、孤立地区判定のための判定基準を設定する。ここで、判定基準は距離で与える。
- ④ 各リンクが、孤立地区の判定基準を超えていた場合には、そのリンクを「切断リンク」とする。
- ⑤ 接続リンクがすべて「切断リンク」のノードを

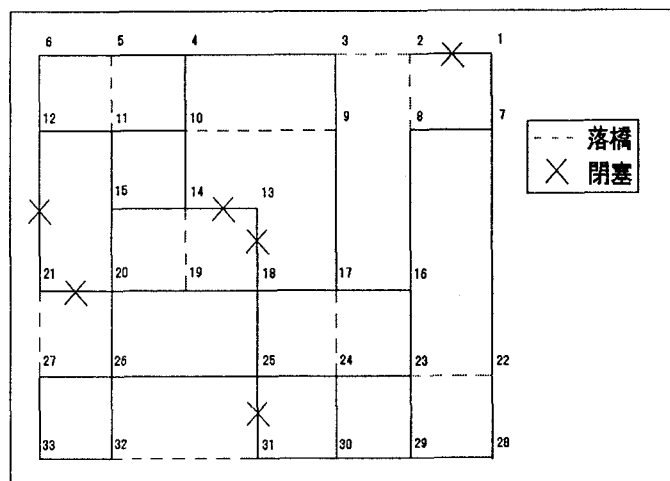


図-1. 孤立地区抽出のためのネットワーク

この考え方に基づいて作成されたアルゴリズムを用いて、解析を行うと、図-1のネットワーク上では、

準孤立地区： なし

4. 孤立エリアの自動抽出

する。ここで、地震被害として、橋は全て落橋したが、道路は閉塞しなかったと仮定した。

- ① 全ノードの中から適当な起点ノードを選ぶ。
 - ② 起点ノードから連結されているリンクを判別し、連結されている次のノードへ進む。
 - ③ 落橋・閉塞している場合、また通過するリンクが重複した場合は、その方向へは進まないようにする。
 - ④ これを繰り返し、あるノードから次のノードに進めなくなった時、今まで通ってきたノードを1つのエリアとして抽出する。
 - ⑤ ここで、残っているノードがあれば、それらの中から適当な起点ノードを選び②～③の操作を繰り返す。
 - ⑥ 全てのノードを通過すれば終了とする。
- 図・2. 孤立エリア抽出のためのネットワーク

エリア1: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25

エリア 2 : 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

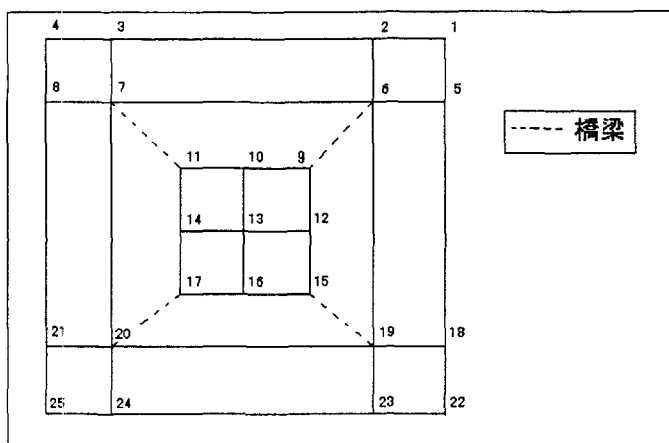
という解析結果が得られた。これも図-2からも明らかなように妥当な結果である。

5. あとがき

道路網ネットワークにおける，孤立地区および孤立エリアの自動抽出アルゴリズムを構築し，簡単なモデルネットワークを用いてそれらの妥当性を検証した．これらのアルゴリズムを，現実的な複雑なネットワークに適用することにより，その汎用性を確認する必要がある．本法の確立により，目視では発見することが困難なほど，複雑なネットワーク内の孤立地区および孤立エリアを正確に抽出することができるようになり，事前・事後の防災対策に有用であると考えられる．なお，より複雑なネットワークへの適用例は発表会当日紹介予定である．

6. 参考文献

- (1) 佐藤次郎・篠崎之雄・佐伯光昭・磯山龍二：大都市における既設道路橋の地震防災上の重要度評価手順，土木学会論文集 No.513/I-31，pp213-223，1995.4



図・2. 孤立エリア抽出のためのネットワーク