

並列処理を用いた大規模ネットワークの連結信頼性指標の 算出に関する基礎的研究

Fundamental Study on the calculation of the connection reliability index of the large-scale networks using parallel processing

室蘭工業大学建築社会基盤系学科	○学生員	上野 貴広 (Takahiro Ueno)
室蘭工業大学建築社会基盤系専攻	学生員	阿部 翔太 (Shota Abe)
室蘭工業大学くらし環境系領域	正会員	有村 幹治 (Mikiharu Arimura)
北海道大学北方圏環境政策工学	フェロー	田村 亨 (Tohru Tamura)

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震が引き起こした大津波により、太平洋沿岸部の道路ネットワークは広域に亘り途絶した。その結果、被災者の被災地からの避難や救援物資の輸送が困難になった。緊急輸送道路をくしの歯型に啓開する「くしの歯作戦」により災害救助を行ったが、道路整備のあり方や地域の防災対策等、多くの問題点が露呈した。

また、北海道においては、地震や津波災害のほかにも活火山やゲリラ降雨、降雪等の自然災害に起因する交通途絶が発生し、甚大な被害を与えていることから、道路ネットワークの防災機能を向上させる必要がある。

本研究の目的は、阿部ら¹⁾が構築した連結信頼性の指標を用いて実道路ネットワークを評価し、防災機能について考察することである。

具体的には、道南地域における道路ネットワークを対象として被災想定シミュレーションを行う。その結果を基に連結信頼性を評価し考察を行う。また、実際の防災計画への適応策についても考察を行う。

2. 連結信頼性について

連結信頼性とは、主に移動時間が指定された時間に近いかを表す時間信頼性を意味する。連結信頼性の概念に関する研究については、その大半が移動時間を用いている。これらの研究は、目的地に到達するために必要な移動時間が指定された時間内であるか否かに焦点を当てて連結信頼性を定義している。従って、あるノード間が移動可能であるかどうかで連結信頼性の高低差は大きく出てしまうことがわかる。

阿部らは道路ネットワークの連結信頼性の評価を行うためノード数4、リンク数5の仮想ネットワークを作成し、その結果を基に全点連結信頼性指標、ノード間の連結信頼性指標を作成した。また、ノード間の連結信頼性指標をカラーの救命曲線を用いて評価する指標も提案した。本研究では、阿部らの研究を参考にしつつ、実道路ネットワークにおける連結信頼性について取り扱う。

3. データおよび分析手法について

本研究では、JICA STRADA と Quantum GIS を用いて、ネットワークの抽出および作成を行った。また、ケーススタディとして最大クラスの津波に着目した。シミュレーションは、各リンクの被災の有無による全被災パターンを求め、それぞれ最短時間行列を算出した。

3.1 ネットワークの抽出および作成

本研究では、伊達・室蘭・登別・白老・苫小牧の高規格道路を含む幹線道路を対象とした。道南地域における実道路ネットワークのノード数は213個、リンク数は220本となっている。対象地域を図-1に示す。

本研究では全被災パターンを扱うため、被災パターン数は2のlink数乗になる。しかし、2の220乗という被災パターン数は膨大なため、対象地域のネットワークをノード数は17個、リンク数は26本へと簡略化した。簡略化したネットワークを図-2に示す。

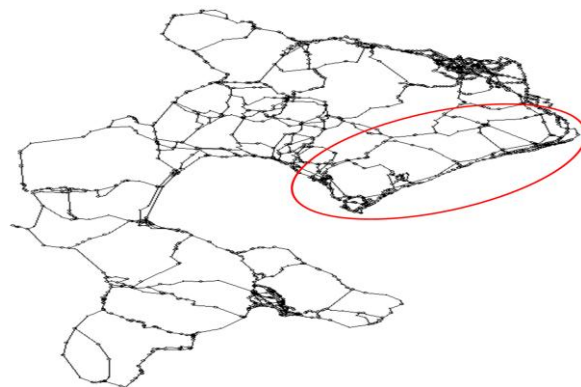


図-1 対象ネットワーク

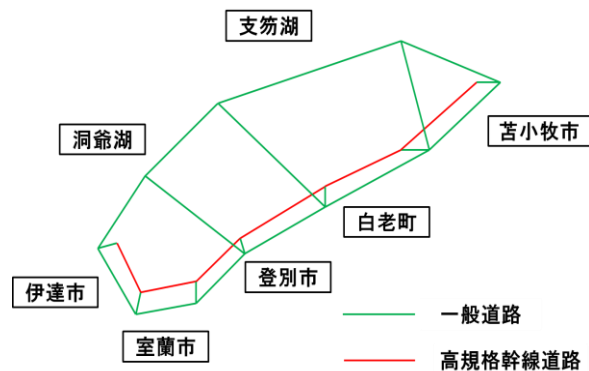


図-2 簡略化したネットワーク

3.2 ケーススタディ

本研究では、平成24年6月に北海道庁のホームページ²⁾にて公表された津波浸水予測図を参考に被災するリンクを設定した。被災するリンクを図-3に示す。

シミュレーションは、想定される全ての被災パターンについて計算を行うが、現実的にはあり得ない被災パターン中にも中にはある（全てのリンクが切れる場合、一つのリンクだけが被災しない場合など）。なお、被災によっ

て完全に途絶したノード間の移動時間は十分に大きな値として 500 分に設定し、同一ノード間の移動時間は 0 として取り扱い、所要時間の算出を行う。

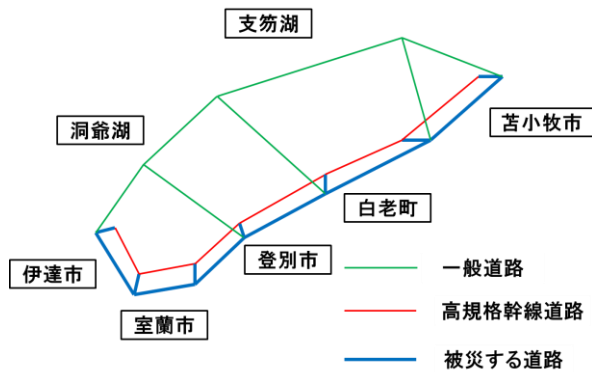


図-3 被災するリンク

4. 計算時間について

本章では計算時間に焦点を当て、①リンク数毎の計算時間と、②コア数毎の計算時間について考察する。詳細は以下の節において行う。ここで、コア（CPU）とは中央処理装置のことであり、コンピュータ全体の処理・計算を行う部分である。コア毎に処理を分散することが可能なため、コア数を増やすことにより作業の効率が上がり、処理速度が速くなる。本研究では、コア数を最大で 12 個使用可能なコンピュータを用いて分散処理を行う。

4.1 リンク数毎の計算時間

本節では、作成した 26 リンクのネットワークの計算時間を推測する。まず、10~17 リンクの仮想ネットワークを作成し、使用するコアの数を 5 個とした場合の最短時間行列の作成に要する時間を求めていく。次に、リンク数毎に計算時間を算出し、その結果から 26 リンクの計算時間を割り出した。リンク数毎の計算時間を図-4 に示す。

図-4 を見てわかるように、リンクが 1 本増える毎に被災パターン数と同様に計算時間も指数関数的に増加するという法則性が明らかとなった。この法則性から、5 個のコア数における 26 リンクのネットワークの計算時間は 5.6 日と推測できる。このことから、大規模なネットワークを計算する上で、コア数を増やすことが重要であると言える。

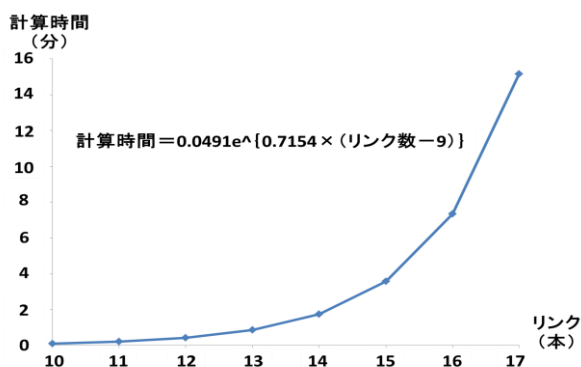


図-4 リンク数の違いによる法則性

4.2 コア数毎の計算時間

本節では、コア数の違いによる計算時間の法則性を明

らかにする。15 リンクの仮想ネットワークをコア数毎について計算した。コア数毎の計算時間を図-5 に示す。

図-5 を見てわかるように、コア数が増加すると計算時間が短縮するという法則性が明らかとなった。

図-4、図-5 の法則性から、コア数を 12 個とした場合の 26 リンクのネットワークの計算時間は 2.3 日と推測できる。このことから、大規模なネットワークを速やかに計算するには膨大な数のコアを持つコンピュータが必要不可欠であると言える。従って、阿部らが構築した指標を用いて大規模なネットワークの連結信頼性を評価するには、現時点では限界があると言えるであろう。

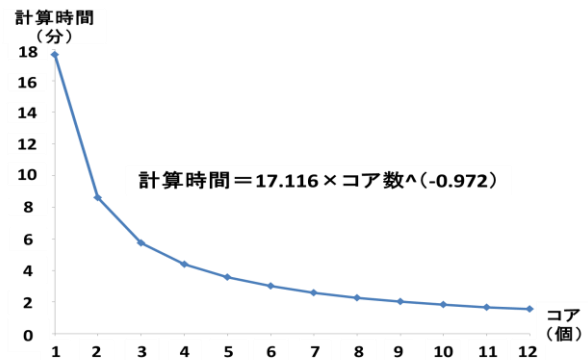


図-5 コア数の違いによる法則性

5. 今後の課題

4.1 節ではリンク数毎の計算時間を明らかにし、4.2 節ではコア数毎の計算時間を明らかにした。その結果から、26 リンクという実際のリンク数の約 10 分の 1 程度のネットワークであっても、12 個のコア数で 2.3 日もの計算時間が必要であることが明らかとなった。しかしながら、これはあくまでも理論値である。発表時には 26 リンクの計算結果と理論値についてその内容をまとめ、考察を行う次第である。

本研究により、大規模ネットワークの全ての被災パターンについて評価を行うことは困難であることがわかった。従って、評価目的に応じたサンプリングが重要であると言える。しかし、サンプリングで得たサンプルが全ての被災パターンの性質と見なされるため、被災パターンの特性を正しく表すサンプルが得られるようにサンプリングを行う必要がある。

今後の課題は、本研究で用いた評価指標の精度向上と、サンプリングを用いた連結信頼性指標の構築が挙げられる。また、リンク増設時における整備効果の評価や被災時の最適復旧パターンの評価等を行うことでより現実的な分析をし、道南地域だけに留まらず北海道全域の交通ネットワークという更に広域的な現況ネットワークの分析を行うことを可能にしていきたい。

参考文献

- 阿部翔太：地方道路ネットワークの連結信頼性指標の構築に関する研究、土木計画学研究・講演集、Vol.45、2012.
- 北海道庁総務部：危機対策課
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/bsb/tunami/index.htm>