

マルチエージェントモデルを用いた道路閉塞解消順序の提言

信州大学工学部 学生員 ○後藤浩介
信州大学工学部 正会員 小山 茂
信州大学工学部 正会員 大上俊之

1. はじめに

阪神淡路大震災では、地震動により倒壊した建物が道路を塞ぐ道路閉塞現象によって、道路網各所において救援活動の妨げや、復旧活動の遅れの原因となり大きな問題となった。地震発生直後の初動での救援活動は救助者の生存率を高めるだけでなく、その後の復旧活動にも大きく影響を与える。しかし、地震発生直後の人・機材などの資源が限られた状況下で効率的な道路網の応急復旧を行うにあたって、どの道路から優先的に復旧させるのが望ましいか、多くの自治体では明確に示されていない。

そこで本研究では長野市を対象とし、地震発生直後から72時間における道路閉塞の復旧順序が、緊急車輛の通行や復旧活動などにどのように影響するのかをシミュレーションによって予測し、その結果を基に地震発生直後いち早く道路網の機能を回復させるために効率的な道路の復旧順序に関する検討を行う。

2. 解析手法

2-1. 条件設定

長野市防災アセスメント¹⁾から、被害地震を長野盆地西縁断層帯による地震とし、長野市中心部を解析範囲と設定した。冬の18時に発生した震度5強～6強の地震によって、市街地・集落ではブロック塀などにより、繁華街・善光寺参道では倒壊物・落下物により閉塞の被害が発生し、更に住宅密集地では火災が発生する災害シナリオを基に条件を設定する。

本研究では対象とする期間を、地震発生から72時間を境に脱水症状などが原因で生存率が急激に低下すると言われているため、本格的に応急復旧を行うとされる地震発生6時間後から72時間までに限定する。

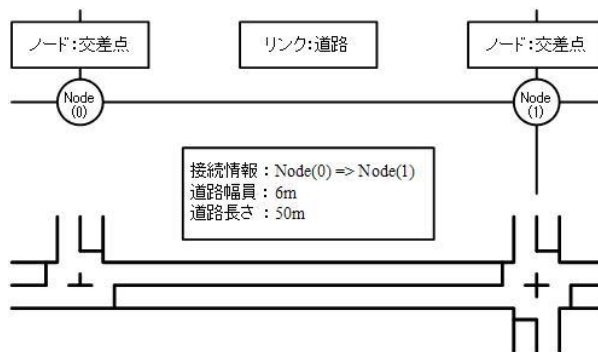


図1 デジタル道路地図データ仕様

本研究ではシミュレーションに用いる道路網を、デジタル道路地図を基に作成するが、それは図1のようにノード及びリンクで構成されており、それぞれ交差点の位置情報、道路の接続情報、道路幅員、道路長さのデータが与えられている。主要道路網での応急復旧を中心に考えているため、その中から国道・県道・主要地方道からなる基本道路データを基に、それら主要道路網の数値地図データを作成する。

閉塞が発生する確率は、家田ら(1997)の阪神・淡路大震災時の調査データ²⁾に基づき、倒壊した周辺家屋の倒れこみによる道路リンク閉塞率 P を求める以下の関係式³⁾を用いる。

$$P(\%) = \begin{cases} 0.9009 * \alpha + 19.845 & (t < 3.5) \\ 0.3514 * \alpha + 13.189 & (3.5 \leq t < 5.5) \\ 0.2229 * \alpha - 1.5026 & (5.5 \leq t) \end{cases}$$

この式において t は道路幅員(m)、 α は建物被災率(%)であり、建物被災率 α は全壊率と半壊率に1/2を掛け足したものである。長野市防災アセスメント¹⁾より、長野市低地部での建物被災率は平均全壊率で5.54%、平均半壊率で9.12%と予測されており、建物被災率は10.10%となった。これらを基に数値地図データのそれぞれの道路幅員に対して、リンク閉塞率を算出する。長野市の場合それぞれ28.95%、16.74%、0.75%となる。

この道路リンクが閉塞する確率を基に、モンテカルロ・シミュレーションを行い、様々な道路網の閉塞パターンを生成し、それぞれの閉塞パターンに対してシミュレーションを実施し道路網の評価を行う。

2-2. マルチエージェントモデルによる解析

本研究では、エージェントと呼ばれる独立性をもった個体が周囲の環境や別のエージェントから影響を受け、自律的行動をするマルチエージェントモデルを構築しシミュレーションを行う。

前章の条件を用いると、シミュレーションを行うモデルは図 2 のような道路網となる。また発生させる車両エージェントとして、シナリオに基づき図 3 の市街地中心部にある市役所から地区の行政窓口・土木業務を行う各支所へ向かう車両、消防署から延焼火災場所へ向かう消防車両、インターチェンジから市街地中心部へ救援活動・物資を運ぶ車両をモデル内に複数台発生させる。それぞれの車両エージェントは道路リンクから幅員・リンク長さ・閉塞状態や周囲の車両エージェントの影響などを受け移動速度・経路の決定を行う。

複数ある閉塞箇所から任意の一つを取り出し、閉塞解消前後の平均所要時間をシミュレーションによって計測する。それをすべての閉塞箇所に対し実施し、最も平均所要時間を短縮するような啓開箇所を探し出し、その場所を第一に復旧させるものとする。以上の操作を残りのすべての閉塞箇所に繰り返し適用することによって、道路網の復旧順序を決定する。

3. おわりに

このモデルに基づきシミュレーションを行う。解析結果については当日報告する予定である。

謝辞

本研究では、一般財団法人日本デジタル道路地図協会様よりデジタル道路地図データの貸与を受け実施しました。記して感謝いたします。



図 2 道路網モデル

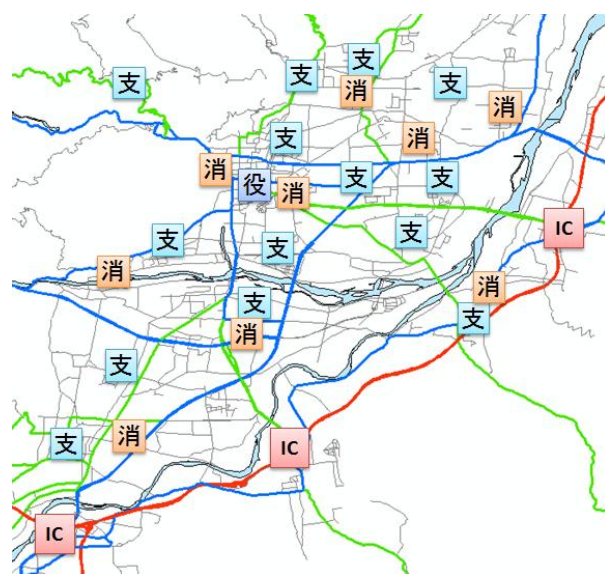


図 3 長野市略図

参考文献

- 1) 長野市，国際航業株式会社：
平成 22 年度長野市地域防災計画見直し[防災
アセスメント]業務 報告書，2011.3.
- 2) 家田仁，上西周子，猪俣隆行，鈴木忠徳：
阪神・淡路大震災における「街路閉塞現象」
に着目した街路網の機能的障害とその影響，
土木学会論文集 No.576/IV-37, 69-82, 1997. 10.
- 3) 内閣府中央防災会議：中部・近畿圏の内陸地
震に係る被害想定手法について，
http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai/index_chukin.html