

道路閉塞を想定した津波避難シミュレーション

愛知工業大学 学生会員 澤田 翼
 愛知工業大学 正会員 倉橋 奨
 愛知工業大学 正会員 横田 崇

1. はじめに

南海トラフ巨大地震が発生した際、太平洋沿岸の広い範囲で津波による甚大な被害が予想されている。津波の到達が予想される A 町では、毎年地域の避難場所への避難を想定した避難訓練が実施されており、避難行動および避難場所の位置や避難時間、避難場所の広さなどの確認がなされている。避難訓練の結果では、参加者の多くは津波到来時間よりも早く避難場所に到着できている結果が得られている。

一方で、当該地域の住宅地の道路幅員は非常に狭く、地震動による建物倒壊により道路の閉塞が予想される。また、一部地域では、土砂災害による道路閉塞も予想される。したがって、これらの道路閉塞を考慮した避難時間や避難行動を把握しておく必要がある。

本研究では、当該地区において道路閉塞を想定したマルチエージェントシミュレーション (MAS) を実施し、道路閉塞時の避難時間と津波浸水開始時間 (地震発生から 32 分) を比較することで、当該地区における避難の可能性と問題点の考察、改善策を提案する。

2. MAS の解析諸元

道路網は基盤地図情報を基にノードとリンクを作成しネットワークモデルを作成した。避難者は各自治区の指定避難場所に向かう。避難者は周辺の道路を熟知しているものとして、ダイクストラ法による最短経路で避難する。最短経路上に閉塞がある場合は、迂回路での最短を通り避難場所を目指す。

避難者人数は 160 人とし、住宅地の交差点を避難開始場所とした。なお、避難者の歩行速度は防災の観点から最悪ケースを想定し、高齢者の最遅速度 $0.54\text{m/s}^{1)}$ とした。

なお、当該地区の避難訓練時にて計測した住民の行動ログ (GPS データ) と同一経路のシミュレーシ

ョン結果の比較により、本シミュレーションの適応性を確認している。

3. 道路閉塞箇所の検討

当該地区の地形および現地踏査の結果から、土砂災害および家屋倒壊による道路閉塞を対象とした。

土砂災害は、豪雨によるものだけでなく、地震によって発生することがあり、2018 年北海道胆振東部地震では、厚真町において大規模土砂災害が発生している。当該地区においても土砂災害防止法に基づく土砂災害警戒区域及び特別警戒区域が指定された地域があるため、その地域を通る道路は、土砂災害による道路閉塞をシミュレーションに導入した。

家屋倒壊による道路閉塞の導入については、阪神・淡路大震災で道路幅員 4m 以下の約 70% が人も車も通行不可²⁾であったことから、本研究では「幅員 4m 以下で両側に建物がある道路」について 70% の確率で道路閉塞を発生させた。

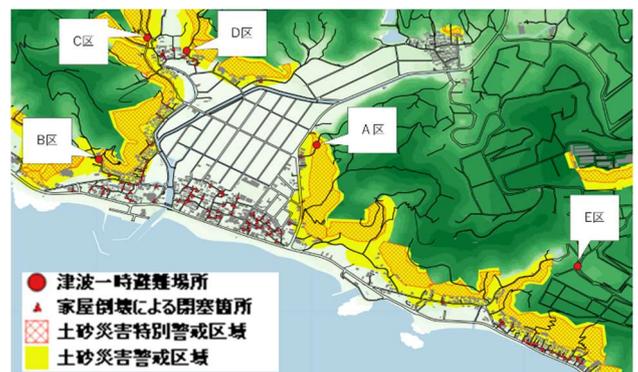


図-1 当該地域の避難場所および道路閉塞導入箇所

4. シミュレーション結果

4.1 道路閉塞がない場合

図-2 は、地震発生からの避難完了率の推移を示す。グラフより津波浸水開始時間以前での避難完了率は 93.1%であった。すなわち 6.9%の人が避難完了できていない。避難完了できていない人の多くは E 地区であり、原因は主に住宅地と避難所が遠いためである。

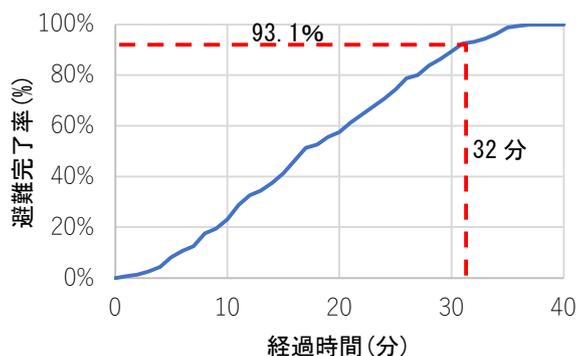


図-2 避難完了率の推移（閉塞なし）．赤破線は津波浸水開始時間の避難完了率を示す．

4.2 道路閉塞がある場合

次に、道路閉塞がある場合のシミュレーションとして、3つのケースの結果を示す。

ケース0として、土砂災害警戒区域および特別警戒区域と幅員4m以下で両側に建物がある道路を閉塞箇所としてシミュレーションを行った。その結果、避難完了率は0%であった。これは、避難場所が土砂災害警戒内にあることや、土砂災害警戒区域を通らないと避難できないためである。地震発生時における土砂災害は、家屋倒壊のみならず津波避難の阻害の面からも影響が非常に大きいことが言える。

次に、ケース1として土砂災害警戒区域による閉塞を除いた解析を実施した。その結果、避難完了率は14.5%であった。この理由は、①避難場所への最後の経路で道路閉塞が発生しており、避難者が立ち止まってしまった。②土砂災害特別警戒区域内に避難場所が指定されているため避難できていなかったためである。この結果から、避難場所へ通じる最後の経路の閉塞状況が避難に影響を与えていることが示唆される。

最後にケース2として、土砂災害警戒区域と避難場所へ通じる最後の経路にある閉塞を除いた解析を実施した。その結果、避難できた割合は71.2%となった。避難場所へ通じる最後の経路が閉塞するかどうかで避難完了に56.7ポイントもの影響を与えることがわかった。この結果は、避難場所への最後の経路はより一層の補強対策が求められることを示唆している。

なお、津波浸水開始時間に避難できなかった人は、道路閉塞による迂回に伴う避難時間の増加や、避難路を喪失したためである。

表-1 避難完了率（閉塞あり）

ケース	避難完了率	閉塞状況
0	0.0%	家屋倒壊 土砂災害警戒区域 土砂災害特別警戒区域
1	14.5%	家屋倒壊 土砂災害特別警戒区域
2	71.2%	家屋倒壊 土砂災害特別警戒区域 * 避難場所直前の閉塞は除く

5. まとめ

MASによる道路閉塞を想定した避難シミュレーションにより、避難完了できない人が多数出る可能性を明らかにした。避難できない原因とその対策を以下にまとめる。

①土砂災害警戒区域で土砂災害が発生した場合、避難場所へ避難することができない。そのため、対象区域の法面の補強などの対策が必要である。

②避難場所の直前の避難道が一本道となる場合があり、その道路閉塞が避難の可否に大きな影響を与えた。この避難道沿いの家屋等への重点的な耐震化が必要である。

③道路閉塞を避けるための迂回により避難時間が長くなるため、津波浸水開始時間に間に合わないケースがある。津波避難ビルによる避難距離の短縮や、幅員の広い道路では自動車を用いて要援護者を優先的に避難させるなどを考える。

謝辞

シミュレーションソフトには、株式会社構造計画研究所の「artisoc」を使用させていただいた。記して感謝いたします。

参考文献

- 1) Willis(2004), Human movement behavior in urban spaces, Environment and Planning B: Planning and Design, 31, 805-828.
- 2) 都市防災実務ハンドブック編集委員会 (2005), 震災に強い都市づくり・地区まちづくりの手引, 72.