

西鉄天神大牟田線井尻駅で連続立体交差事業を行うことによる防災上の便益の算出

九州大学 学生会員 小山田莉緒

九州大学 正会員 吉田惇

九州大学 正会員 塚原健一

1. 背景・目的

福岡市南区井尻は警固断層帯であるため、地震時の想定震度は6強～7である。それにより老朽化した木造建物が多く倒壊し、多くの要救助者が生じると予想される。しかし、西鉄天神大牟田線の踏切が遮断されることによる緊急車両の迂回によって、要救助者の死亡率は増加する。一方、井尻駅では連続立体交差事業が計画されていたが、便益が費用を上回らないとされ、事業着手とはならなかった。その便益は移動時間短縮、走行経費減少、交通事故減少の3つで計算されているが、その他にも防災面でも有益である。踏切除去により地震時でもその道路が通行可能になり、緊急車両のアクセシビリティ向上により救助できる人数が増加するためだ。そこで本研究では、井尻地区を対象に、連続立体交差事業による防災上の便益を算出する。

市川からの避難地への到達可能性の研究、竹内ら²⁾の避難経路の解析など、歩行者の行動についての論文は過去多数ある。しかし、対象地域内にいくつかの避難所があり、連続立体交差事業による歩行者の避難地へアクセシビリティ向上の便益はほぼないと考える。

本研究では、緊急車両アクセシビリティ向上での便益を連続立体交差事業の防災上の便益として算出する。

2. 研究方法

まず、地震時の道路閉塞状況を再現する。地震時の道路閉塞状況で、連続立体交差事業により増えた救助者数を求める。以下の(a)と(b)により、救助者数が増加すると考える。

(a) 到達可能ノード増加による救助者数の増加

事業前は緊急車両が到達できなかったノードが、事業後に到達できるようになることで、そのノード内の要救助者の命が助かる。

(b) 緊急車両移動時間短縮による救助者数の増加

緊急車両が踏切遮断により迂回していたが、事業により通行可能になり、緊急車両の移動時間が短縮できることにより、要救助者の命が助かる。

(a)で増加した救助者数と(b)で増加した救助者数の合計

値と人命の価値の積を計算し、緊急車両アクセシビリティ向上による便益を求める。

3. 対象地域

対象地域は図1の網かけ部分とする。



図1 分析対象地域(ベースマップ:オープンストリートマップ)

4. 地震時の道路閉塞状況のシミュレーション

(1)算出方法

内閣府による首都直下地震の被害想定³⁾を参考に、道路幅員別道路リンク閉塞率を算出する。

$$\text{道路リンク閉塞率} = \text{係数} \alpha \times \text{建物被災率}(\%)$$

表1 道路リンク閉塞率の係数 α

道路幅員(m)	～3	3～5.5	5.5～13.0
係数 α	1.28	0.604	0.194

建物被災率は、全壊率と半壊率の半分を足したものと定義する。道路幅員が13m以上の道路は閉塞しないとする。この結果をもとに、100種類の道路閉塞パターンを発生させる。そのうち各リンクが閉塞した回数を道路リンク閉塞率とし、これを可視化した道路リンク閉塞率図を作成する。

(2)算出結果

建物被災率は、建物ポイントデータと震度7の建物全壊率半壊率(内閣府の首都直下地震被害想定³⁾で使用された地震の揺れによる建物被害率曲線を参考)を用いて、48%となる。これを(1)の式に代入し、道路リンク閉塞率は表2のようになる。また道路リンク閉塞率図を図2に示す。

表2 道路幅員別道路リンク閉塞率

道路幅員(m)	～3	3～5.5	5.5～13.0
リンク閉塞率(%)	61	29	9

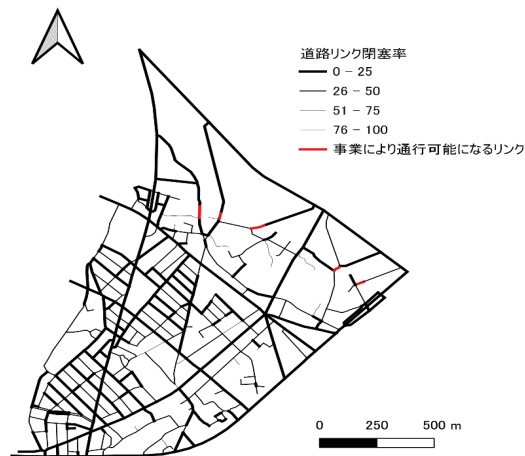


図2 道路リンク閉塞率図

5. 便益算出モデル

防災上の便益は図3の流れで算出する。

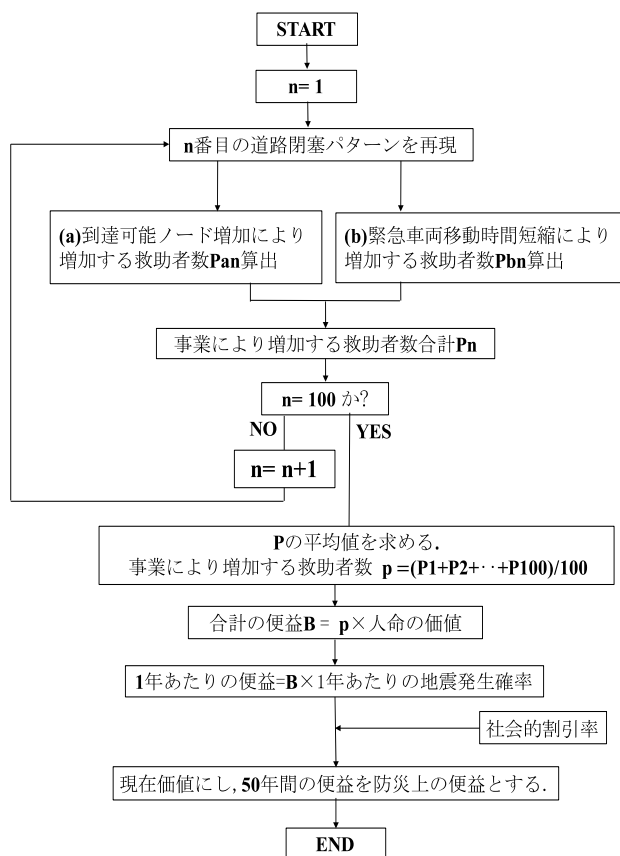


図3 便益算出モデル

図3でのPanとPbnは以下のように算出する。

$Pan = (\text{事業により増加した到達可能ノード数}) \times (\text{1つのノードあたりの要救助者数})$

※対象地域内の要救助者数は、内閣府の首都直下地震被害想定³⁾の算出方法をもとに、570人と算出。

Pbnは、事業前と後で、緊急車両が進入する地点～対象地域内の各ノードまでの最短到達時間を求め、事業による短縮時間とカーラーの救命曲線を用いて求める。

6. 結果

100種類の閉塞パターン全てはまだ結果が出ていないので、ここではその中で1種類の道路閉塞パターンを再現し、事業により増加した救助者数を算出する。対象地域内のノードは295個であるので、1つのノードあたりの要救助者数は1.93人である。

(a)到達可能ノード増加により増加した救助者数Pa1

1種類の道路閉塞パターンでの事業前の到達可能ノードは270個、事業後は273個であるため、事業により到達可能になったノードは3個である。よって、 $Pa1 = (\text{事業により増加した到達可能ノード数}) \times (\text{1つのノードあたりの要救助者数}) = 3 \times 1.93 = 5.80(\text{人})$ である。

(b)移動時間短縮により増加した救助者数Pb1

事業後の到達可能ノード数は273個であるが、そのうちPa1で考えた3個は、増加した救助者数としてすでに数えているため、Pb1で考える到達可能ノード数は270個である。そのノード内にいる要救助者数は522人である。各ノードで事業前と事業後の最短到達時間をQGISの最短経路検索にて求める。事業前から事業後の最短到達時間を引き算し、事業により短縮した時間を求め、その平均値は4.26分である。カーラーの救命曲線の心臓停止のグラフにて、4.26分を読み取ると、死亡率は85%低下することが分かる。よって、到達可能ノード内にいる要救助者数522人のうち、85%である443人(=Pb1)が助かることが分かる。

よって、 $P1 = Pa1 + Pb1 = 5.80 + 443 = 449(\text{人})$ である。同様のことを残り99種類の道路閉塞パターンで行い、図3の便益算出モデルの流れに沿って、防災上の便益を算出する。

参考文献

- 1) 市川総子, 阪田知彦, 吉川徹: 建物倒壊及び道路閉塞のモデル化による避難経路の危険度を考慮した避難地への到達可能性に関する研究, Theory and applications of GIS, Vol.12, No.1, pp47-56, 2004
- 2) 竹内光生, 山崎陽子, 岡林優太: 道路網リンクの閉塞判定データを用いた数値的・視覚的避難経路解析-上ノ加江を事例として-, 土木学会第60回年次学術講演会, pp47-48, 2005
- 3) 内閣府中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループ: 首都直下地震の被害想定項目及び手法の概要, 2013