

道路網リンクの閉塞率判定データを用いた数值的・視覚的避難経路解析 —上ノ加江を事例として—

高知高専 正会員 竹内 光生
正会員○山崎 陽子
高知高専専攻科 学生会員 岡林 優太

1. はじめに

高知県海洋局は「漁村における津波対策基本方針検討会」を設置し、南海地震時に想定される津波から「逃げる」を前提とした避難路や避難広場などの施設整備計画基本方針を、漁村地区の上ノ加江をモデルとして検討している¹⁾。漁村地区は、昭和56年以前の旧耐震基準の木造住宅や狭幅員の道路が多く、道路網区間が閉塞する危険性の高い地域である。本研究は、先行研究²⁾の閉塞率算定式を用いて、避難誘導計画策定に資することのできる数值的・視覚的避難経路解析法を提案したものである。道路網や人口など解析データは、GISデータとして、高知県海洋局および第一コンサルタントより提供を受けた。

2. 上ノ加江地区の現況

上ノ加江の解析対象地域の概況を図1に示す。震災後、上ノ加江漁港方向から侵入してくる津波から上ノ加江小学校に逃げる状況を想定している。図2として、解析対象の道路幅員を線の幅で、また人口分布を円の大きさに示す。道路幅員は、4m未満、4m～6m未満、6m以上の3段階を線の幅で区分している。4m未満道路は、総延長9252mの約79%を占める。人口892人、高齢化率約40%である。また、昭和56年以前の旧耐震基準による木造住宅の割合は80.3%である。図3として、ダイクストラ法による最短経路解析結果を、リンク通行人口を線の幅で区分して示す。一般に、震災後、上ノ加江小学校に向かって避難する方向を示している。

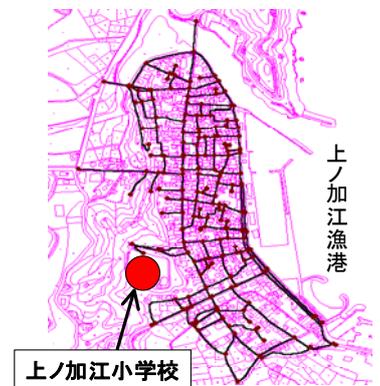


図1. 地形および道路網

3. 閉塞率を考慮した避難経路解析法

3.1 閉塞率と到達率

道路区間の閉塞率を考慮する場合、2つのノード間リンクの閉塞率を π_i とすると、複数のリンクを直列に接続した経路の到達率（通過率） P_s は、式(1)のように積の式になる。

$$P_s = \prod (1 - \pi_i) \quad (1)$$

この到達率 P_s の範囲は、 $0 \leq (1 - \pi_i) \leq 1$ であるので、到達率を到達率の常用対数の絶対値に変換し、最短距離経路の探索手法であるダイクストラ法を用いて、到達率最大の経路を探索した。

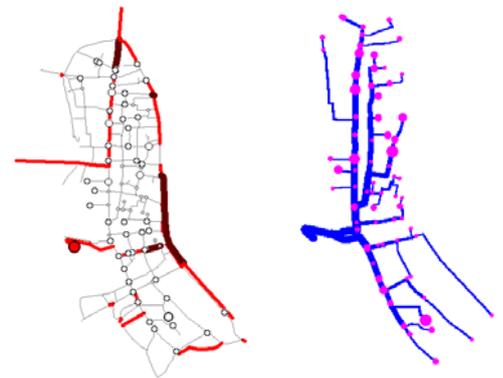


図2. 道路幅員と人口分布 図3. 最短経路

3.2 リンク幅員と長さを考慮した閉塞率算定法

表1に、歩行者がガレキを乗り越えるとして、リンクの閉塞率 (π_i) の算定法を、幅員別に C_1 、 C_2 、 C_3 式として示している。ここに、 m は1リンクに面する片側の平均建物棟数、 Z は建物平均倒壊率、 U は道路側への

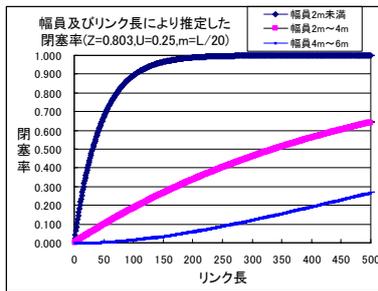
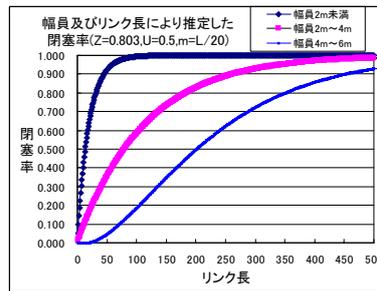
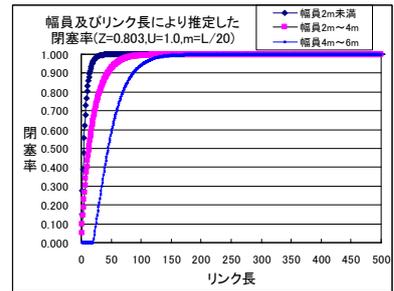
表1 リンク幅員と長さを考慮した閉塞率算定法

	2m未満道路	2m以上4m未満道路	4m以上6m未満道路
閉塞率の考え方	対面するどちらかの建物が倒壊したとき	対面する一対の建物が同時に倒壊したとき	対面する2組の建物が同時に(連続しなくても)倒壊したとき
リンクの閉塞確率	$C_1 = 1 - (1 - ZU)^{2m}$	$C_2 = 1 - \{1 - (ZU)^2\}^m$	$C_3 = 1 - \{1 - (ZU)^2\}^m - m(ZU)^2 \cdot \{1 - (ZU)^2\}^{m-1}$

ガレキ平均流出率である。また、 $m = L/20$ と仮定した。建物平均倒壊率 Z は、上ノ加江地区の旧耐震基準の木

キーワード 南海地震、漁村地区、避難誘導計画、数值的・視覚的避難経路解析法、閉塞率判定
連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部200-1 高知高専建設システム工学科地域計画研究室 TEL 088-864-5587

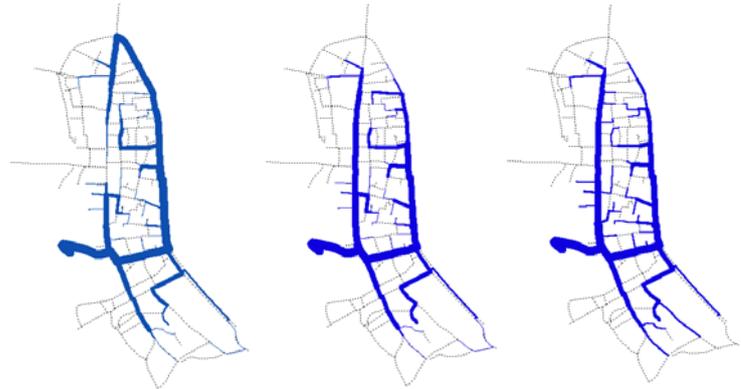
造住宅の割合 0.803 とする。道路側へのガレキ平均流出率 U は、 $U=1/4, 1/2, 1$ の場合の表 1 の C_1, C_2, C_3 式による閉塞率の変化を、図 4, 5, 6 に、横軸をリンク長 (L)、縦軸をリンクの閉塞率として示す。 U が大きくなる程、閉塞率は大きく、幅員によるその差は小さくなることがわかる。

図 4 閉塞率の変化 ($U=1/4$)図 5 閉塞率の変化 ($U=1/2$)図 6 閉塞率の変化 ($U=1$)

4. 解析結果

4.1 現況の解析結果

図 7, 8, 9 に、図 4, 5, 6 の $U=1/4, 1/2, 1$ に対応した場合の避難経路解析結果を示す。幅員による閉塞率の差が大きい場合、図 7 のように、比較的、図 2 の広幅員の経路に沿った避難経路網となる。北の地域では、避難場所である上ノ加江小学校とは反対方向に、一旦迂回する避難経路網を示している。このとき、平均移動距離 560m、

図 7 避難路 ($U=1/4$) 図 8 避難路 ($U=1/2$) 図 9 避難路 ($U=1$)

最大移動距離 1402m である。一方、幅員による閉塞率の差が小さく、また、閉塞する危険性が高くなると、図 8, 9 に示すように、図 7 の迂回傾向は減少し、移動距離を短縮した避難経路網となることがわかる。図 8 では平均移動距離 468m、最大移動距離 964m である。図 9 では平均移動距離 453m、最大移動距離 911m である。

4.2 避難路、避難場所の改善事例解析結果

以下、図 7 の $U=1/4$ の場合の広幅員の経路に沿って大きく迂回する避難経路網について検討する。図 10 は、図 7 において避難経路網に特に影響を与えると思われる 4 つの link の幅員を 6m に拡幅した場合の避難経路解析結果である。平均移動距離 451m、最大移動距離 911m であり、図 7 の大きく迂回する傾向は改善される。図 11 は、図 7 において避難場所を小学校と北山の 2ヶ所に設置した場合の避難経路解析結果である。平均移動距離 388m、最大移動距離 797m であり移動距離は大きく改善される。しかし、小学校の分担エリアと比較して北山の分担エリアは小さい。これは図 2 において確認できるように、比較的、北山に到る道路幅員が狭いなど課題のあることを示している。

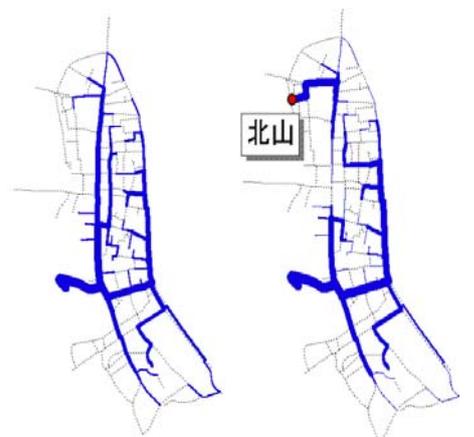


図 10 道路整備 図 11 北山

5. まとめ

本研究では数値的、視覚的避難経路解析法によって、現状の道路・沿道条件に対応する避難経路網、改善すべき道路網リンク、避難場所を追加した場合の避難経路網、今後の課題を示した。さらに現地調査、地元との協議をふまえて詳細追加的な避難誘導計画策定が可能であると思われる。

6. 参考文献

- 1) 第 1~4 回漁村における津波対策基本方針検討会資料, 2004~2005.
- 2) 家田仁, 上西周子, 猪股隆行, 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, IV37, pp. 69-82, 1997.