

沿道建物の倒壊・避難速度低減率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-

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、「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た¹⁾。本研究は、上記検討会の建物倒壊判定および避難速度低減率判定データを用い、避難誘導計画策定に資することのできる数値的・視覚的避難経路解析法を提案したものである。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ツより提供を受けた。

2. 解析データ

2.1 地域特性

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。人口 892 人（夜間、2000 年国勢調査）、404 世帯を、世帯分布に対応して道路網ノードに配分している。65 歳以上人口の高齢化率は約 4 割である。道路総延長 9278.4m のうち幅員 2.0m 未満道路は約 38.5%を占める。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。多少のガレキは乗り越えて避難するものとする。

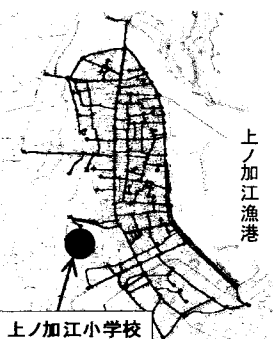


図1 地域概況

2.2 避難歩行速度低減率算定法

昭和 56 年以前の木造住宅および変状のあるブロック塀は倒壊し、ブロック塀や平屋の倒壊幅員は徒歩可能とする。表 1 の諸量を用いた、道路幅員 W のノード間リンクの歩行速度低減率(F)の算定式(1)を下

表 1 避難歩行速度低減率(F)の算定諸量

幅員		低減率	
W	全幅(m)	F	交差点間における低減率
W_1	変状のあるブロック塀(m)	F_1	ブロック塀: 0.7
W_2	新耐震以前の平屋建て(m)	F_2	建物: 0.5
W_3	新耐震以前の2階建て(m)	T	昼間: 1.0, 夜間: 0.9

記に示す。 W_1 、 W_2 、 W_3 は、ブロック塀や1,2階建物の倒壊によって、影響を受ける幅員である。

$$F = \left[\frac{W_1 \times F_1}{W - W_3 + W_2 \times F_2 / W - W_3 + W - W_1 + W_2 + W_3} \times 1.0 / \frac{W - W_3}{W - W_3} \right] \times T \quad \dots \text{式(1)}$$

2.3 実証実験

避難速度低減率の実証実験は、倒壊ブロック、倒壊家屋のガレキを想定し、地元住民の協力で実施している。参加住民 20 名の男女比、65 歳以上比、15~64 歳比、小学生比は、対象地域の構成割合より決定されている。その結果として、表 2 のグループ走行速度 1.596m/s、避難歩行速度 1.034m/s、低減率などを求めている。

表 2 避難速度低減率の実証実験結果

項目	採用値
基本速度	20名グループ走行速度(最後尾) 1.596m/s
基本速度に係る低減率	疲労係数 $C_1=0.9$
	援助率 $C_2=0.9$
	現実率 $C_3=0.8$
漁村における避難	$1.596 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.8$ より 1.034m/s
避難速度にかかる低減率	ブロック塀倒壊による低減 $F_1=0.7$
	建物倒壊による低減 $F_2=0.5$
	昼夜率 $T=0.9$
避難路幅員の妥当	避難人口密度 $1.22\text{m}^2/\text{人}$

2.4 木造住宅の倒壊予想方向判定

建築診断士による昭和 56 年以前の個々の木造住宅の倒壊予想方向判定を実施している。

2.5 GIS データ

GIS 道路網データは、リンクとノードで構成される。ノードの属性データとして人口を含み、リンクの属性データとして、幅員、リンク長、変状ブロック塀の高さ、旧耐震基準の平屋の有無、旧耐震基準

の木造2階家屋の有無、歩行速度低減率を含む。図2として、ブロック塀や家屋による障害リンクを示す。なお、家屋の建築位置を考慮して、式(1)の W_1 と W_2 を1.0~2.0mに変更し、2階建て家屋の倒壊および通行可能幅員が1.0m未満の閉塞リンクを図3、歩行速度が低減する場合を含む通行可能なリンクを図4に示す。通行可能なリンク上にもガレキの散乱する状況が示されている。

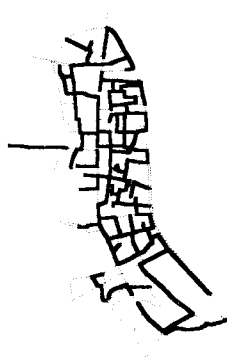


図2 障害リンク

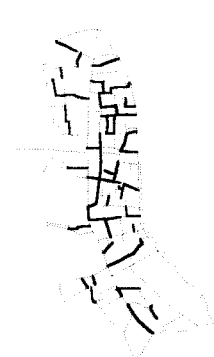


図3 閉塞リンク

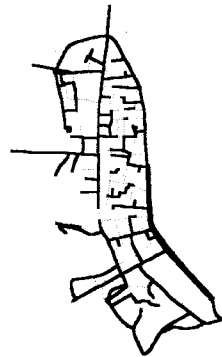


図4 通行可能リンク

3. 避難経路解析

3.1 現況の解析結果

図5として、通行可能なリンクおよび歩行速度低減率を考慮した、最短所要時間の避難経路網の解析結果を示す。ノードの円の大きさは人口の大小、リンクの線の幅は通行人口を示す。最短所要時間経路網は、①上ノ加江小学校に向かって、Tree状に集合する様子が示されている。②大きく迂回する状況が示されている。③通行量の多いリンクは、比較的に広幅員の道路であり、細街路の利用も含まれる。④避難可能な人口、到達距離、到達所要時間、リンク通行人口が求められる。リンクの閉塞による上ノ加江小学校まで到達不可能な人口は142人、他の750人は25分未満に到達可能である。しかし、10分未満に到達可能な人口266人である。上ノ加江地域への津波到達最短予想時間は20分である²⁾が、揺れ2分、家族の安否確認3分、近所への声かけ5分の合計10分を避難開始遅れとしている。一般に、避難場所と反対の津波の侵入方向に向かって、大きく迂回することは困難と思われる。

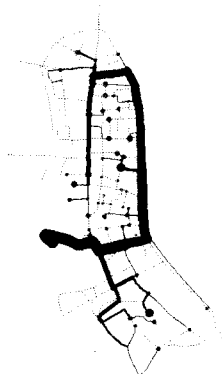
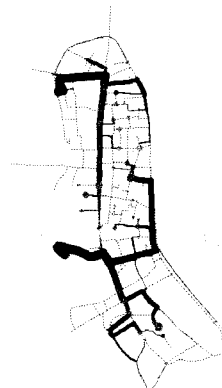
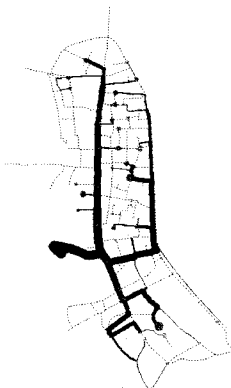


図5 現況解析

3.2 避難路、避難場所の改善事例解析結果

図6は、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に拡張した場合の避難経路解析結果である。リンクの閉塞による到達不可能な人口は142人である。他の750人は20分未満に到達可能である。10分未満に到達可能な人口は458人である。図7は、地元で検討されている避難場所1ヶ所を追加した場合の避難経路解析結果である。やはり、リンクの閉塞による到達不可能な人口は142人である。他の750人は15分未満に到達可能である。10分未満に到達可能な人口は585人である。図6 避難路改善 図7 避難場所追加



4. まとめ

本研究により得られた結果は次のようになる。①視覚的、数値的な避難経路解析結果を提示できた。②最短経路で逃げる一般的な傾向とは異なり大きく迂回する。③解析結果をふまえて整備するlinkの必要性が明らかとなった。また、④避難場所を複数整備する必要性が明らかとなった。⑤避難人口が集合する避難場所付近などの混雑度に応じたlinkの整備の必要性が明らかとなった。⑥プライバシーに関係されるデータも含まれるので地元の住人の協力が必要であった。

5. 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) 第2次高知県地震対策基礎調査報告書, 2004.