

釧路市低平地における避難条件の違いが及ぼす津波避難可能範囲の検討

Study of tsunami evacuation range due to the difference in the evacuation conditions in Kushiro low-lying area

北見工業大学 学生員 ○清水俊明 川田工業(株) 正会員 内海晃太
北見工業大学 正会員 宮森保紀 北見工業大学 正会員 齊藤剛彦

1. はじめに

我が国では、2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震を契機に津波対策の見直しが進められている。2012年6月に北海道防災会議が公表した津波浸水深予測図¹⁾では旧釧路市は市街地の広範囲が浸水するとされ、対策の大幅な見直しが必要となっている。

著者らは、予測された最大想定津波¹⁾に対し、これまでに旧釧路市低平地において津波避難が可能と考えられる建造物の現地調査を行った。また、その現地調査によって取得した建造物のデータを用いて避難可能距離の算出及び避難可能範囲の可視化を行った^{2),3)}。しかし、算出した避難可能距離はある一定の条件で算出した値であり、実際にはこれらの条件は変わり得る。

そこで、今回はこれまでに算出してきた避難可能範囲が現実的に考えられる条件によってどのように変化するかを検討する。

2. 避難可能距離の算出方法

本研究での避難可能距離の算出方法としては、参考文献4), 5)を参考に、次の式(1), (2), (3)を用いている。

$$L_1 = P_1 \times (T - t_1) \quad (1)$$

$$t_1 = L_t / P_2 \quad (2)$$

ここで、

L_1 : 歩行による建造物への避難可能距離(m)

P_1 : 歩行速度(m/s)=0.9m/s^{6),7)}

T : 避難に使用できる時間(秒)=600秒

t_1 : 津波が届かない高い建造物へ階段を用いて上るのに要する時間(秒)

L_t : 津波最大高さ(m)

P_2 : 階段昇降速度(m/s)=0.21m/s⁶⁾

$$L_2 = \sqrt{\frac{C/D}{\pi}} \quad (3)$$

ここで、

L_2 : 収容力を考慮した建造物への避難可能距離(m)

C : 収容可能人数(人)=建造物面積×避難可能階数/3

D : 地区人口密度(人/m²)

以上で求めた L_1 および L_2 のうち、値の小さなものを避難可能距離として取り扱う。そして、現地調査で選定した建造物と避難可能距離をArcGISに入力して避難可能範囲を可視化したものを図-1に示す。

3. 避難可能範囲において変化させる条件

これまで用いてきた避難可能距離算出式 L_1 , L_2 の内、今回は避難の際に考えられる要素を変化させる。

【ケース1】冬季を想定した歩行速度と収容力の低下

北海道のような積雪寒冷地での歩行による津波避難を考える。前述の式(1)の内、歩行速度 P_1 は状況や人によって異なる。これまで使用してきた歩行速度 P_1 は参考文献6), 7)の群衆歩行速度と障害者の歩行速度を考慮し、0.9m/sに設定した。また、建造物の屋上への避難を可能とし、避難可能距離の算出を行ってきた。しかし、冬季には路面状況の悪化による歩行速度の低下や屋上

への避難が難しくなることが考えられる。参考文献8)によると冬季の歩行速度は乾燥速度と比較して83.3%になるとされている。また、積雪寒冷地では屋上が積雪により利用できないことや、冬季で気温が氷点下の中、屋外に長時間待機することは難しいことが考えられる。

そのため、ケース1では、式(1)の歩行速度 P_1 に0.833を乗じ、屋上を有する建造物の屋上への避難を不可として避難可能距離を算出する。

【ケース2】避難時間と収容人数の増加

前述の式(1)は歩行速度と避難に使用できる時間から算出される避難可能距離である。この式では避難に使用できる時間 T をこれまで600秒として行ってきた。しかし、避難訓練の徹底や危機管理意識の向上により、早期の津波避難が可能になることが考えられる。そこで、今回は早期に避難を開始した場合を想定し、1482秒(30-5.3分)とする。この時間は津波到達までの時間から1993年北海道南西沖地震の際の平均避難開始時間5.3分⁹⁾を減じたものである。また、前述の式(3)は建造物の収容可能人数と地区の人口密度より算出する避難可能距離である。これまでの収容可能人数の算出において、避難場所一人当たりの面積としては、3m²として計算を行ってきた。これは、建造物面積には実際には避難者を収容できない面積が含まれていることを考慮したためである。しかし、津波避難時には人命を守ることが第一であることを考慮すると、一人当たり3m²は余裕がある。

そのため、ケース2では避難に使用できる時間 T を1482秒とし、避難場所一人当たりの面積を1m²として避難可能距離を算出する。

以上の各ケースで L_1 および L_2 のうち、値の小さな方を避難可能距離として取り扱い、避難可能範囲を算出したものを図示する。

4. 各ケースにおける避難可能範囲

図-1は既往の方法による避難可能範囲である。図-2はケース1、図-3はケース2の避難可能範囲であり、オレンジ色の円が避難可能範囲を示している。また、表-1は各地区・各ケースのカバー率の変化を示している。

【ケース1】冬季を想定した歩行速度と収容力の低下

図-1と図-2を比較すると、全体として避難可能範囲が縮小していることがわかる。対象地区全体ではカバー率が-18%、特に大楽毛地区、鳥取地区ではそれぞれ-22%、-26%と大きく減少していることがわかる。これは、冬季には屋上への避難を不可としたことにより、屋上のみ避難可能としていた建造物が避難不可となったためである。大楽毛、鳥取両地区のように市街地から離れた地区では建造物の数も少なく、屋上しか避難できない建造物の割合も大きい。屋上の他にも避難が可能な階数を有する建物についても、収容人数が減少し、避難可能範囲が縮小している。全体をみると、屋上の無い建造物についても避難可能範囲が縮小しているが、これは歩行速度の低下により縮小した結果である。対象地域全域のカバー率は45%と半分も避難できない結果となった。

キーワード 津波避難 釧路市 津波避難ビル

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町165 北見工業大学社会環境工学科 TEL0157-26-9472 (宮森保紀)

表-1 各ケース・各地区のカバー率の変化

	大楽毛地区	鳥取地区	愛国地区	鉄北地区	橋北地区	対象地区全域
地区面積	15.9 km ²	8.7 km ²	8.8 km ²	4.4 km ²	2.6 km ²	40.5 km ²
選定構造物	23 棟	97 棟	135 棟	218 棟	245 棟	718 棟
既往方法 カバー率	44%	72%	64%	93%	98%	63%
ケース1 カバー率	22% (-22%)	46% (-26%)	53% (-11%)	83% (-10%)	90% (-8%)	45% (-18%)
ケース2 カバー率	90% (+46%)	96% (+24%)	92% (+28%)	100% (+7%)	100% (+2%)	93% (+30%)

このように積雪寒冷地における冬季の津波避難に関しては他の季節と比較すると困難になることが予測されるため、冬季も考慮した避難計画を考慮することが必要である。

【ケース2】避難時間と収容人数の増加

図-1 と図-3 を比較すると、対象地域全域の避難可能範囲が大きく広がっている。対象地区全体ではカバー率が+30%、特に大楽毛地区、鳥取地区、愛国地区ではそれぞれ+46%、+24%、+28%と大きく増加していることがわかる。構造物の数が少なく、元のカバー率が低かった地区のカバー率が特に大きくなっている。これは避難時間を増加させたことにより L_1 が大きくなったこと、収容人数を増加させたことにより L_2 が大きくなったことが相互に作用し、地域全域のカバー率が 93%と拡大した。

このように L_1 と L_2 がともに大きくなるような対策を促すことで津波避難の可能性を向上させることができる。これらを向上させるには行政だけでなく、住民の自助活動として津波避難に対する意識を向上、改善していかなければならない。

5. おわりに

本研究では北海道旧釧路市低平地においてこれまで現地調査及び避難可能距離、避難可能範囲の作成及び検討を行った。

今回はこれまで作成してきた避難可能範囲に関して影響する要素を現実的にあり得る範囲で変化させ、避難可能範囲を作成した。積雪寒冷地の冬季を考慮したケース1と早期に避難を開始し、構造物に既往の3倍の人を収容できるケース2で避難可能範囲を作成した。その結果、ケース1では歩行速度と収容人数が減少したことにより大幅に避難可能範囲が縮小した。ケース2では、避難時間と収容人数が増加したことにより避難可能範囲が大幅に拡大した。ケース1とケース2を比較すると、それぞれのカバー率は 45%、93%と約2倍の差が生じた。このことより、冬季の津波避難に対する備えや、普段から早期に避難する訓練の実施などを行うことで地域全域の避難可能性を向上させることが必要である。

【参考文献】

- 1) 北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会：北海道太平洋沿岸に係る津波浸水予測図について、<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/bsb/tunami/index.htm>, 2012.
- 2) 宮森保紀, 内海晃太, 清水俊明, 山崎新太郎, 大塚久哲：釧路市における既存構造物への津波避難に関する基礎的検討, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学)Vol. 69 No. 4(地震工学論文集第32巻), pp.1919-1931, 2013.
- 3) 内海晃太, 清水俊明, 村本穂乃佳, 齊藤剛彦, 宮森保紀, 三上修一：釧路市低平地における既存構造物を利用した津波避難に関する一検討, 土木学会北海道支部平成25年度論文報告集, 第70号 A-09, 2014.
- 4) 津波避難ビル等に係るガイドライン検討会, 内閣府政策統括官(防災担当):津波避難ビル等に係るガイドライン, 2005.
- 5) 大塚久哲, 箆島隆司, 梶田幸秀, 山崎智彦：立地条件を

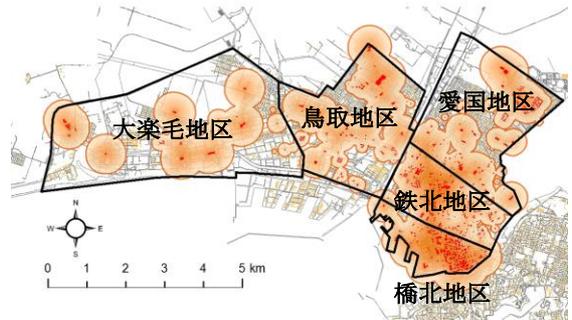


図-1 既往の避難可能範囲

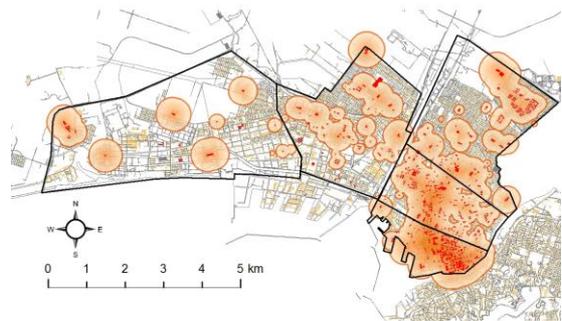


図-2 ケース1 避難可能範囲



図-3 ケース2 避難可能範囲

- 6) 足立啓, 小松和郎, 荒木兵一朗：障害者を考慮した住宅団地の研究(その1)歩行行動から見た障壁の分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集計画系 55(建築計画・農村計画), pp.1233-1234, 1980.
- 7) 芳村隆史, 早瀬秀雄, 荒木兵一朗：視覚障害者の安全歩行空間計画に関する研究(その4)駅構内における歩行追跡調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集計画系 55(建築計画・農村計画), pp.1229-1230, 1980.
- 8) 竹内慎一, 南慎一, 高橋章弘：積雪寒冷期を考慮した津波避難対策の検討, 日本建築学会北海道支部研究報告集 No.81, 2008.
- 9) 東京大学社会情報研究所：1993年北海道南西沖地震における住民の対応と災害情報の伝達—巨大津波と避難行動—, 1994.