

津波避難の定量的安全性評価に関する基礎的研究

国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 ○渡邊 祐二
 国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 熊谷 兼太郎
 国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 根木 貴史

1. 研究の背景と目的

防波堤や防潮堤等の整備による津波への対策とともに、津波の人的被害を抑えるためには住民の避難対策が重要である。これまで、避難行動のモデル化の研究が多数行われている。しかし、避難対策の効果を定量的に解析したものは少ない。そこで本研究では、津波浸水が想定される沿岸地区の市街地において津波避難シミュレーションを行い、避難対策の効果を定量的に比較する手法の提案を目的としている。

2. 対象地域

本研究は、ある沿岸地区の市街地の東西約 600m、南北約 900m の範囲を対象とした。図 1 に津波避難場所及び津波避難ビル(以下、避難施設という)、市街地の建物、街路、交差点及び建物倒壊による街路閉塞箇所を示す。また、表 1 は解析を行う各ケースに適用する避難条件を示している。なお、避難施設及び街路閉塞箇所数を表 2 に示す。また、各ケースの避難施設配置の設定方法は、避難施設を中心として円弧が水際線側に張り出す半円を描き、この半円により対象市街地全体をカバーでき、かつ最小の半径となる位置に避難施設を配置する方法をとった。

3. 解析方法

全避難者の避難距離の平均値 L を求め、 L を対象市街地の平均的な安全性を示す指標として考えた。 L は次のように求めた。

各建物に 1 人避難者を配置し、避難者は各建物から避難を開始する。GIS の経路解析機能を用いて、避難ルールは次の 3 つとした。①避難者は水際線から離れる方向へ避難する。②最短経路となる避難施設へ避難する。③街路閉塞箇所に遭遇した際は、その直前の交差点から向かう避難施設は変えずに、迂回する。ただし、水際線へ向かう方向への避難も行う。避難者数は約 810

人であるが、解析作業を効率的に行うため「代表避難者」(約 80 人)を用いる。すなわち、最初に到達する交差点を単位として避難者をグループ化する。その中で交差点から最も遠い避難者を代表避難者とする。(図 2) 図の矢印は枠の範囲内の 7 人の避難者が上記避難ルールの①及び②により避難する方向を示している。これらの避難者は丸で囲い示した交差点に最初に到達する。この 7 人が同一グループで、星印の避難者が交差点から最も遠い避難者なので代表避難者となる。図 3 に街路閉塞箇所に遭遇しない場合と、する場合の避難者の避難行動の違いを示す。街路閉塞箇所に遭遇する場合、閉塞箇所のある直前の交差点から水際線へ向かう方向も含め迂回する。

以上より得られた各代表避難者の避難距離を元に次式により全避難者の平均避難距離 L に変換した。

キーワード：津波避難シミュレーション、安全性評価、津波避難ビル、街路閉塞

連絡先：〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 Tel 046-844-5024 Mail watanabe-y82ab@ysk.nilim.go.jp

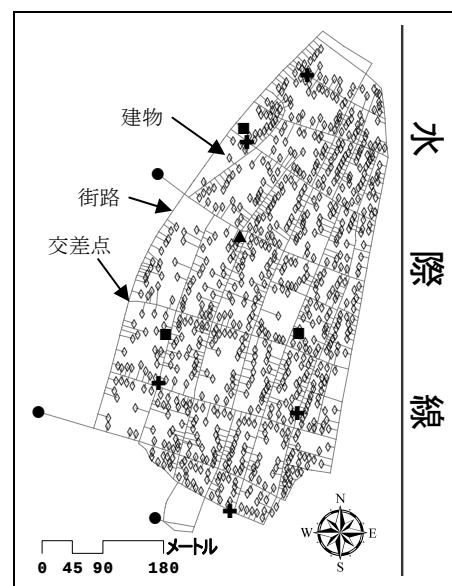


図 1:市街地の GIS データ

表 1:各ケースに適用する避難条件

ケース名	1	1'	2	2'	3	3'
避難施設(1)	●	○	○	○	○	○
避難施設(2)	▲		○	○		
避難施設(3)	■				○	○
街路閉塞箇所	+	○		○	○	○

表 2:各ケースの避難施設及び街路閉塞箇所数

ケース名	1	1'	2	2'	3	3'
避難施設数	3	3	4	4	6	6
街路閉塞箇所数	0	5	0	5	0	5

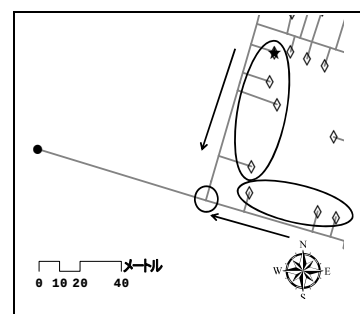


図 2:代表避難者の選定例

$$V_i = M_i \times \left\{ W_i + \sum_{j=1}^{M_i} (Z_{ij} - Y_i) / M_i \right\} \tag{1}$$

$$L = \sum_{i=1}^n V_i / X \tag{2}$$

ここで、グループ $i(i=1\cdots n)$ における、避難者の避難距離の総和は V_i 、避難者数は M_i 、代表避難者の避難距離は W_i 、各避難者 $j(j=1\cdots M_i)$ の最初に向かう交差点までの距離は Z_{ij} 、代表避難者の最初に向かう交差点までの距離は Y_i であり、全避難者数は X である。

4. 結果

(1)避難施設数が L に及ぼす効果

表 4 の①に示したように、ケース 1(避難施設 3 箇所)とケース 2(同 4 箇所)を比較すると 53m の短縮効果があった。街路閉塞箇所を 5 箇所にした場合では 55m の短縮となった。歩行速度を 1m/秒とすると、それぞれ 53 秒と 55 秒の避難時間短縮効果である。

また、さらに 2 箇所増加させた場合の 1 箇所当たりの短縮効果は 24m となり、避難施設 1 箇所当たりの効果は減少した。

(2)街路閉塞が L に及ぼす効果

表 4 の③より L について、建物耐震化等により街路閉塞を 5 箇所からなしにした効果は、避難施設数 3 箇所のケースでは 10m の短縮となり、同 4 箇所のケースでは 8m の短縮、同 6 箇所のケースでは 24m の短縮となった。また、表 5 より街路閉塞箇所遭遇者数にばらつきがみられるのは避難施設の配置が変わることによって避難経路も変化するためと考えられる。

(2)は(1)に対して相対的に効果が小さい。ただし、街路閉塞箇所をなくすと約 100 から 230 人(遭遇率約 13 から 29%)の避難者が閉塞箇所に遭遇せずに避難できることが分かった(表 5)。

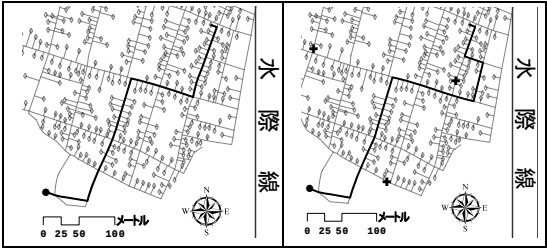
5. まとめ

L を指標とすると、街路閉塞箇所をなしにした効果に比べ、避難施設増加の効果がより大きい。しかし、街路閉塞箇所をなしにした効果は、 L を短縮するだけでなく閉塞箇所に遭遇する避難者を 0 にできるので、避難者が逃げ惑う危険性を減らす効果等があると考ええる。また、避難施設増加の効果は避難施設が多くなるほど避難施設 1 箇所当たりの効果が小さくなった。ケース 3'ではケース 1'及び 2'に比べ街路閉塞箇所遭遇率が高くなっており、この遭遇率を低くするためには、閉塞箇所となる危険性の高い街路が避難経路となる先に避難施設を配置しない工夫も必要であると考ええる。

今後の課題として、避難施設の収容人数を考慮に入れた検討、避難施設数及び街路閉塞箇所を変更したケースの解析による結果の精度向上等の必要がある。

6.参考文献

1)熊谷兼太郎・鈴木武:市街地特性及び浸水予測結果を考慮した津波避難安全性 評価の基礎的研究, 国土技術政策総合研究所資料 第 537 号, 2009
2)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検討会:津波避難ビル等に係るガイドライン, p.11, p.19-25, 2005.



遭遇しない場合 遭遇する場合

図 3:街路閉塞箇所遭遇による避難行動の違い

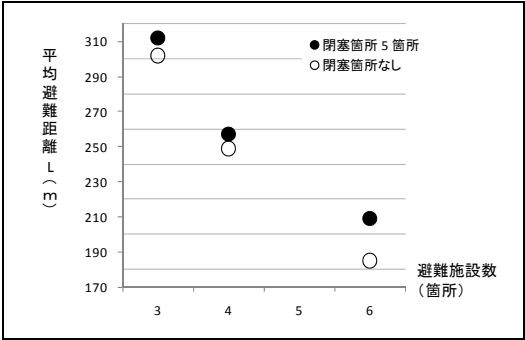


図 4:避難施設数による L の変化

表 4:ケース比較による L 短縮距離と短縮率

比較ケース	L短縮距離(m)	L短縮率(%)
①街路閉塞箇所なし		
ケース1ーケース2	53	17.5
ケース2ーケース3	64	25.7
ケース1ーケース3	117	38.7
②街路閉塞箇所5箇所		
ケース1'ーケース2'	55	17.6
ケース2'ーケース3'	48	18.7
ケース1'ーケース3'	103	33.0
③避難施設同数		
ケース1'ーケース1	10	3.2
ケース2'ーケース2	8	3.1
ケース3'ーケース3	24	11.5

表 5: 街路閉塞箇所遭遇者数と遭遇率

	街路閉塞箇所遭遇者数(人)	街路閉塞箇所遭遇率(%)
ケース1'	128	15.7
ケース2'	103	12.7
ケース3'	234	28.9
ケース1,2及び3	0	0