

北海道奥尻島青苗地区における津波避難数値シミュレーション法の開発

東北大学工学部 学生員 ○谷口将彦
東北大学工学部 正 員 今村文彦
東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1.はじめに

津波のような大災害時において、人的被害を最小限に押さえるためには、避難が重要な役割を担うが、迅速かつ安全な避難を行うためには、住民の避難行動特性に応じた避難誘導計画を策定しておく必要があり、そのための解析ツールが必要である。そこで本研究では、北海道奥尻島青苗地区を対象に、津波時の住民の避難行動を再現できる数値シミュレーション法を開発し、かつ様々なケースを想定した避難行動を検討することを目的とする。

2.避難シミュレーション

津波時においては、適切な判断を伴う迅速な避難が要求される。そこで本研究では、以下の点に重点を置いてモデルを作成した。

- i. 時々刻々の情報の入出力
- ii. 交差点における適切な経路選択
- iii. 避難の開始時間、状況に対応させた避難速度

本研究では、広域でかつ複雑な避難経路を表現するために、ノード（交差点や避難場所）とリンク（道路、避難経路）からなる街路ネットワークモデルを採用している。避難行動は図1の概略フローに基づいて行うものとする。

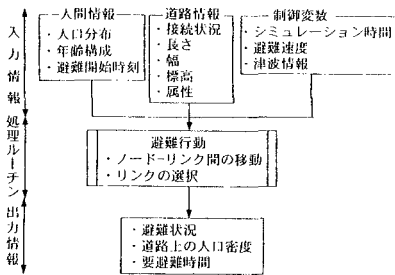


図1 避難シミュレーションの概略フロー

3.避難速度および経路選択

徒歩・車であっても道路上の群衆・車の密度や道路勾配により、避難者の速度は変化する。これは避難時間や行動を予測する上で最も重要な項目の1つであるのでモデル化が必要である。ここでは、次式に基づいて設定する。

$$V = C \times S_k \times S_j \quad (1)$$

ここで、Cは最高速度であり車の場合は30 km/hとし、徒歩の場合は白澤(1997)の結果を用いて年齢により変化させた。ただし、歩行の場合には、目

安として速度を1/2とする。また、縦断勾配j, 交通密度kによる減速度 S_j, S_k は、式(2)~(4)によって求めるものとする(式(3),(4)は図2に示す)。

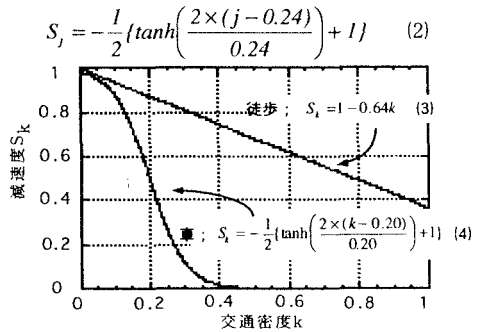


図2 仮定した交通密度-減速度曲線

ここで、式(2)~(4)は、それぞれ現地測定の結果、歩行速度式、首都高速道路における観測結果を基にして仮定した。また、車の場合は車頭間隔を4mとることにより、滞留の解消を取り入れた。

経路選択は、標高、道幅、道路上の交通密度、リンクの接続状況などの判断基準に基づいて行った。

4.再現計算及び妥当性

本研究では、北海道南西沖地震において被害の最も大きかった奥尻島青苗3,4,5区の住民のうち、東京大学(1994)及び都立大学(1994)のアンケート結果により、避難行動をとったとされる住民を対象とした。避難手段としては、徒歩と車があり、避難者の津波来襲前の位置を図-3に示す。また、5区では地震5分後、3,4区では17分後に津波来襲してきており、シミュレーションにおいてそれぞれの時間で、その地区にいるものは避難できなかったものと判断する。避難開始時刻(TS)はアンケートを基に表-1のように設定している。

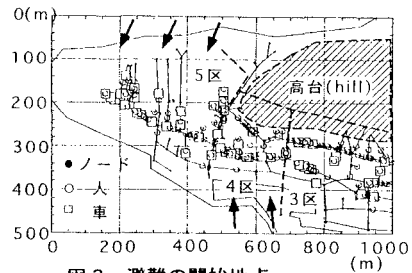


図3 避難の開始地点

表-1 避難開始時刻 (TS) の設定 (カッコ内は車の数)

	3区	4区	5区	計
避難者数	202 (19)	109 (11)	184 (26)	495 (56)
TS (徒歩)	0.5~5min	0.5~5min	0.5~3.5min	
TS (車)	1.5~6min	1.5~6min	0.5~4min	

シミュレーション結果の例としてシミュレーション開始 3, 5, 7 分後の避難状況をそれぞれ図 4~6 に示す。始めは主に 2 つの経路を通して避難地に移動するが、3, 4 分後から 4 区での経路が主になる。2 つの経路は、聞き取り調査から得た結果と一致する。調査とシミュレーション (再現モデル) による避難率を表-2 に、要避難時間を表-3 に比較する。再現モデルにおいて、避難率および要避難時間が実際の場合と良い相関を示したことは、本モデルの妥当性を表している。

表-2 避難率の比較

	3区	4区	5区
調査結果	100%	100%	74.2%
再現モデル	100%	100%	74.9%
モデル①	97.5%	94.7%	86.3%
モデル②	86.3%	93.9%	83.9%
モデル③	74.6%	87.8%	55.0%
モデル④	86.7%	90.8%	41.8%

5. 車両による避難について

このモデルを用いて、仮想的に当時の様々の条件が違った場合に、どのような避難形態になるかを調べるために、車による避難に着目して、以下にしめすようなケーススタディを行った。

- ① 車の台数を 2 倍にした場合 (人 3 名を車 1 台に変換)
- ② 車の台数を 4 倍にした場合 (人 3 名を車 1 台に変換)
- ③ ①において車による避難開始時間を遅くした場合 (地震 2.5 分後)
- ④ ①において車による避難開始時間を遅くした場合 (地震 3 分後)

避難率の比較を表-2 に示す。車での移動は徒歩よりも速く移動でき、この地区の道路事情がこの程度の車数であれば渋滞は起こりにくいために、再現モデルの結果よりも避難率は高い。しかし、モデル③、④で見られるように、避難開始時刻によっては渋滞が生じ、いったん渋滞が生じると、避難率は大きく低下する。一般に車で移動する場合は、車に乗り込むための所要時間がかかるために、道路上での混雑がない場合でも避難開始時間が遅れる可能性が大きく、避難率は低下するものと予想される。

6. おわりに

青苗地区における避難行動の再現、滞留における避難遅れの表現といった点で、良好な結果を得た。今後は、避難者間の意志の交換や地理認知度の導入、さらに他の地区への応用といった点に取り組みたい。

参考文献

白澤秀明 (1997) 津波時の避難数値シミュレーション法の開発, 東北大学工学部卒業論文, 12~14 p
 交通工学研究会 (1973), 交通管制第二次システムの基本プログラムに関する研究, 154~159p
 消防科学総合センター (1983), 避難シミュレーションシステム研究開発報告書, 67p
 東京都立大学 (1994), 1993 年北海道南西沖地震の総合調査研究報告, 54~58p
 東京大学 (1994), 2 章巨大津波と避難行動-奥尻島青苗地区で何が起こったか-, 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, 11~18p

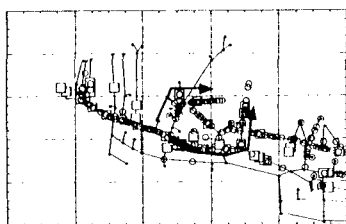


図 4 地震後 3 分

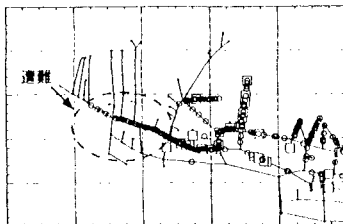


図 5 地震後 5 分

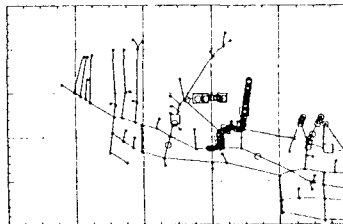


図 6 地震後 7 分

表-3 要避難時間の比較

	0~1min	1~3min	3~5min	5~10min	10~17min
アンケート	8.1%	38.3%	36.0%	6.9%	10.7%
再現モデル	6.1%	40.0%	23.2%	16.1%	12.7%