

津波襲来時の避難に関する研究

東北工学工学部 正 員 岩崎敏夫
東北工学大学院 学生員 ○田島康斗

1 まえがき

津波の発生から伝報、湾内の挙動、潮上、写については多くの研究が積み重ねられている。これらの成果を応用し、再度の大津波襲来の際に発生する被害、また現在の警報システムからみただけで被害を減らそうか、について評価することは、防災計画に必要である。この研究は、避難のシミュレーション・モデルを作成し、陸上を潮上する津波に対する避難状況と被害を表現しようとするものである。

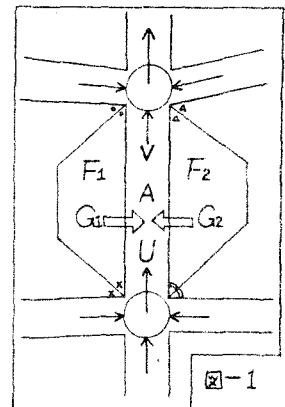
2 避難モデルの基本的な考え方

このモデルは、津波の浸水による被害と運動させる、避難行動をシミュレートするもので、群集は民衆として扱われ、全体として一定の規則でコントロールされた避難を行なう。図-2に見るように、避難経路は早く高台方向へ移動できるように設定し、避難行動のパターンは、区画から道路への湧き出し→道路上へ移動→交差点に集中→経路上の次の道路への流入→→避難地へ として定式化する。

2-1 計算方式

いまある時刻 t で、一つの道路に着目し、道路に対する諸元を次のように与える(図-1)。

A	道路上の群集数
B, L	道路の幅員、長さ
ρ	道路上の群集密度 ($\rho = A/B \cdot L$) ($\text{人}/\text{m}^2$)
v	群集の移動速度 (m/sec)
F_1, F_2	道路の両側の区画内の人口
G_1, G_2	区画内から道路への湧出数



計算の時間ステップ Δt をとり、時刻 t の諸元の値に対して $t + \Delta t$ までの値を定めることにより、避難状況を時間的・空間的に把握するものとする。

(1)各道路から交差点への移動群集数 V : $A(t)$ の群集が道路上に一様に分布しているものとし、この A からより Δt で速度 v で時間ステップ Δt 間に $v \cdot \Delta t$ 移動すると考える。こうして、 Δt 間に各道路から交差点へ移動する群集数は次式で表わされるものとする。

$$V = A \times v \cdot \Delta t / L$$

(2)交差点への流入群集数 E : 交差点へ入る各道路からの流入の和

$$E = \sum V$$

(3)区画内から道路への湧出数 G 、交差点から次の道路への流入数 U : 道路上の最大人口密度を $\rho_{\max}$ とすると、道路上の群集数の最大値は $A_{\max} = \rho_{\max} \cdot B \cdot L$ であり、 G および U は、

$$A_{\max} \geq A + G_1 + G_2 + U \quad \text{の範囲とのみ流入できるとし、区画からの湧出 G を優先させる。}$$

(4)潮上津波が侵入してきた場合とは、歩行不能な水深以上の水に覆われた道路の部分に分布している群集は、避難不能人口として固定する。また、道路の全長が水で覆われるまでは、区画からの湧き出しは継続される。

2-2 モデルの作成

(1)避難地、避難経路の設定: 避難地は、津波の最終潮上高以上の高台に設ける。避難経路は、原則として、早く高所へ移動できるように設定し、移動方向は各道路がいつも一定とする(図-2 参照)。

(2) 区内の人口： 区内の隅角を2等分する線を、区内を、その間を道路数に等しく小さな区画に分割し、区画面積に比例して人口を配分する。

(3) 区画への道路への湧出数 G ： 一定の群集発生速度関数に従うとする。湧出がはじまるまでの時間 T_0 は、全員が屋外に出るまでの時間 T_1 、区画の一定数に位置する人へ避難道路に到達するまでの時間 T_2 を想定し

$$T_0 = T_1 + T_2$$

(4) 基本移動速度： $v = 1.42 - 0.241Q$ (m/sec)

Q ：密度(人/m²) ただし $Q_{max} = 3.35$

(5) 道路の利便幅員、長さ： 幅員は建幅員の0.8倍、長さには交差点の中心点と交差点とする距離とする。

(6) 見景： 水深70cm以上の地点では、避難不能とする。

3 適用例

釜石市の防災計画による町丁区分に定めて避難路網を設定し、シミュレーションを行なった一例を、図-2, 3, 4, 5に示す。津波の波高、潮上高は、断層モデルに基いた明治24年三陸津波の計算値による。津波発生から避難開始までには、警報システム、伝達系を経た時間として、本ケースでは26分を想定している。また計算の時間スラップは20秒とし、1スラップに一定の割合で、区画から道路へ湧集が湧き出すものとした。

〈図-2〉避難経路、移動方向、区画内人口を示す。これは避難開始時 $t=0$ の初期状態である。津波の最大浸水深が破線で記入されている。

〈図-3〉 $t=400$ 秒の状態。潮上津波の危険水深70cmの前後に点線が記入されている。道路上の湧出が全区画 $t=360$ で波に終了している。道路上

の群集数及び波に捕捉された人数(括弧内の数字)を示す。避難地には305人が到達し、道路④で1人へ避難不能となっている。

〈図-4〉 $t=520$ 。③、④で4人が避難不能。

〈図-5〉 $t=680$ 。津波はこれ以上潮上せず、これは終局。避難地には483人が到達し、①、②、③、④、⑤で28人が避難不能となっている。

4 あとがき

このモデルは、2節で述べたように単純化したものとしても完成されたものであるが、このようからにより避難不能人口を算定し、避難計画を評価する場合には、歩行速度 v 、 Q_{max} 、群集発生速度関数、等の避難行動の特性の推定が重要となる。そのため

に、避難者の心理・数値に、さらにそれどのようにモデルに組み込むか、ということが課題となる。なお、この報告の口頭作成、計算に御協力下さった長倉和紀君(東北大学工学部)に感謝いたします。

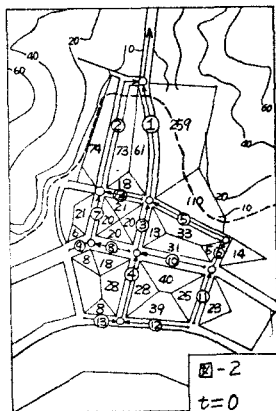


図-2
 $t=0$

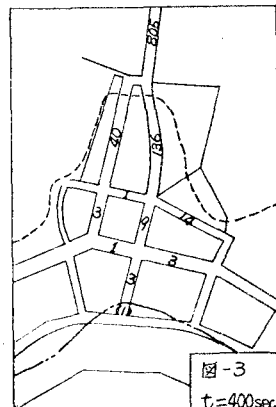


図-3
 $t=400$ sec

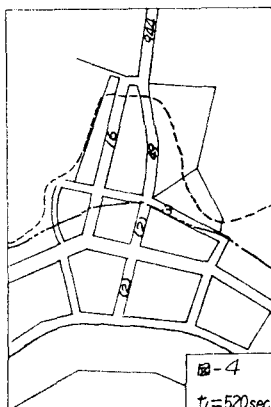


図-4
 $t=520$ sec

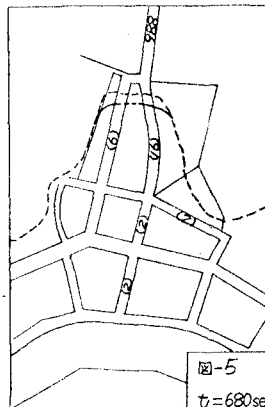


図-5
 $t=680$ sec

参考文献 (1) 藤田清史：大震災時における住民避難の最適化，計測自動制御学会論文集 (76年8月)

(2) 杉本浩也：大震災時避難シミュレーション，

数理科学 No. 153, 76年2月)