

都市災害時における避難路計画に関する研究

名城大学 渡辺新三

名城大学 ○高橋政稔

第一復建(株) 箱島 斉

1. はじめに

昨今、都市では、地震に伴う災害が問題視また重要視されており、各都市ではその為の安全対策が行われて来つつある。例えば、名古屋市もその例外でなく災害時における各地域住民の避難地を一時避難場所また広域避難場所等として指定し安全化を図っているのが現状である。その内訳は、一時避難場所としては各学区内のある程度空間面積を有する小、中学校等を指定し、また広域避難場所としては、昭和56年までに避難場所63箇所を調査しており、合計 約9.24 km²の有効避難場所面積(避難場所に対して2方向から火災が発生し接近した場合の安全面積を言う)を確保している。このように、災害時における地域住民の最終的な安全性は確保されて来ているが、災害時において避難開始時から避難場所到着までの一貫した住民の安全を確保しておく必要があることからして、避難場所へ到着するまでの安全な経路を選定しておくこともまた必要である。従って、本研究は、安全な避難経路を選定する為の基本的な考え方、計画及び避難に要する時間等について追求することを目的としている。

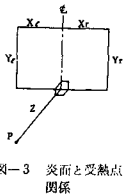
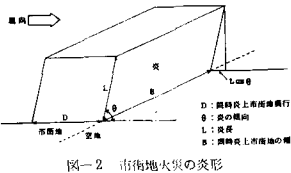
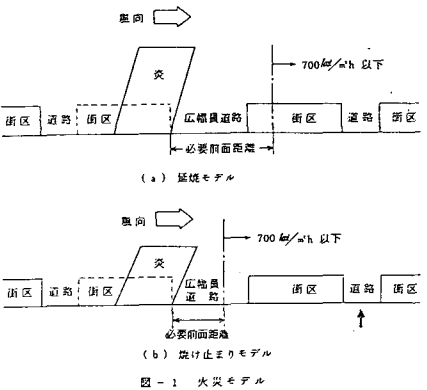
2. 避難路の安全性に関する一般的検討

災害時において住民の生命を脅かすその重要原因は、第二次災害として考えられる火災発生時であろう。従って、この場合避難路の安全性の評価としては火が避難者に与える影響を定量的な値として表すことができる副射熱を用いる。この副射熱量は、炎上している市街地の大きさ、建築状況等によって決定され、また一般的に熱量は、火災面から離れるに従い減衰する。従って人及び家屋の安全受熱限界を定めることによって火災から影響を受けない距離(必要前面距離)を予測することができる。従って避難路の選定は、人の受熱限界を2050kcal/m²・h、家屋の受熱限界を7000kcal/m²・hとし図-1に広幅員道路で分断された街区間の安全熱限界の位置を算出する。

- (1). 炎上市街地から広幅員道路を隔てた風下市街地に延焼する場合。
- (2). 炎上市街地から広幅員道路を隔てた風下市街地に延焼しない場合。
- (2)の様に避難路は、延焼が阻止された街区に隣接する道路とすれば避難者にとって安全性がたかくなる。ここで広幅員道路を避難路としなくて隣接道路を選定する理由は、(2)に示す様に延焼が阻止された時に避難路の確保が可能であるがしかし、家屋安全熱限界に対して人間の安全熱限界が弱い為に広幅員道路が避難路として利用できるとは限らないからである。従って広幅員道路は、焼け止まり線とする。

3. 必要前面距離(N)

火災が発生する熱量と火災面から任意距離地点の受熱量との関係は、浜田稔書と大阪市等で詳しく報告されており、本研究は、基本的な考え方に対して参考にする。従って、Nは、図-2、3に示す様に(風による炎の傾きの補正距離： $L \cdot \cos \theta$)と(傾きを考慮しないときの鉛直面からの前面距離Z)によって決定される。 $N = L \cos \theta + Z \cdots \textcircled{1}$ また Lと θ は、 $L = \frac{(268mn - 25)B}{(B + P \sin \theta)} \cdots \textcircled{2}$ $\theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{(4 \cdot D \cdot m \cdot n)}{V^2} \right\} \cdots \textcircled{3}$ ここでB:市街地幅、m:建蔽率、n:延焼比、V:風速、D:市街地奥行 Zは、 $E_r = \phi_p \cdot E_b$ によってもとめる。 E_r :副射熱量、 E_b :任意点Pの受熱量また ϕ_p は立体投射角であり図-3を参考。そこで、既存の市街地においてNを求める時建築状況が多様な為火災規模の変化、遮弊効果の相違等により前記した式等を直接適用することは困難である。従って我々は、その必要前面距離を求める為に広幅員道路に面した建築状況の代表6モデルに分類した。また受熱点の高



さは、木造2階建の平均的な軒先までの高さを地上より6mの位置とかながえる。(図-4)各モデルに応じた Φp は、次の様になる。

(1) モデルⅠ(図-5)

$$\Phi p = 2(\Phi_1(B/2, Y-6, Z) + \Phi_2(B/2, 6, Z) \dots \textcircled{4})$$

(2) モデルⅡ(図-6)

$$\Phi p = 2(\Phi_1(B/2, Y-6, Z) - \Phi_2(B/2, H-6, Z) \dots \textcircled{5})$$

(3) モデルⅢ(⑥と⑦式より)

$$\text{混成比 } Q = \frac{\text{耐火建築物割合} \times \text{耐火建築物計画} + \text{非耐火建築物割合} \times \text{非耐火建築物計画}}{\text{耐火建築物割合} + \text{非耐火建築物割合}} \dots \textcircled{7}$$

(4) モデルⅣ(図-7)

$$H = \sum (h_i \cdot d_i) / \sum d_i \dots \textcircled{6}$$

$$\Phi p = 2(\Phi_1(B/2, Y-6, Z) - \Phi_2(B/2, H-6, Z) \dots \textcircled{8})$$

$$\Phi p = \Phi_{11}(B/2, Y-6, Z) - \Phi_{21}(B/2, H-6, Z) \dots \textcircled{9}$$

(5) モデルⅤ(図-8)

$$H = 6, Z) + \Phi_2(B/2, H-6, Z)$$

$$+ \Phi_{11}(B/2, Y-6, Z) + \Phi_{21}(B-2, 6, Z) \dots \textcircled{9}$$

$$+ \Phi_3(B/2, 6, Z) \cdot (1-Q)$$

$$H = (h_1 b_1 + h_2 b_2) / (b_1 + b_2)$$

(6) モデルⅥ 火災面は、Ⅰ～Ⅳのいずれかとする。

.....⑧

以上の様に、6モデルのいずれかに検討街区を当てはめ延焼が阻止される(自然焼け止まり線)を抽出することにより避難路選定をする尚、一時避難場所へ避難する場合は、小学校の通学路を原則として避難路とする。但し、この場合も安全性の踏査は行うものとする。

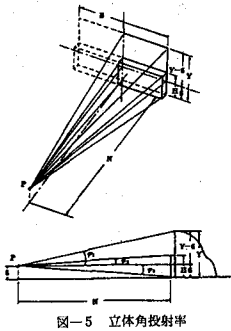


図-5 立角放射率

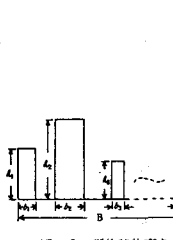


図-6 平均建物高さ

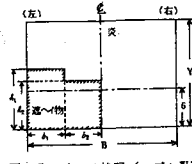


図-7 高へ状況 (モデルⅤ)

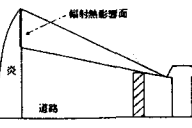


図-8 放射熱影響面 (モデルⅤ)

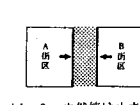


図-9 自然焼け止まり(1)

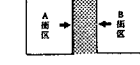


図-10 自然焼け止まり(2)

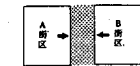


図-11 2方向延焼

分類	延焼線	避難路	避難状況
①	火	避難	耐火建築物火災時
②	火	避難	耐火建築物火災時
③	火	避難	耐火建築物火災時
④	火	避難	耐火建築物火災時
⑤	火	避難	耐火建築物火災時
⑥	火	避難	耐火建築物火災時
⑦	火	避難	耐火建築物火災時
⑧	火	避難	耐火建築物火災時
⑨	火	避難	耐火建築物火災時
⑩	火	避難	耐火建築物火災時
⑪	火	避難	耐火建築物火災時
⑫	火	避難	耐火建築物火災時
⑬	火	避難	耐火建築物火災時
⑭	火	避難	耐火建築物火災時
⑮	火	避難	耐火建築物火災時
⑯	火	避難	耐火建築物火災時
⑰	火	避難	耐火建築物火災時
⑱	火	避難	耐火建築物火災時
⑲	火	避難	耐火建築物火災時
⑳	火	避難	耐火建築物火災時
㉑	火	避難	耐火建築物火災時
㉒	火	避難	耐火建築物火災時
㉓	火	避難	耐火建築物火災時
㉔	火	避難	耐火建築物火災時
㉕	火	避難	耐火建築物火災時
㉖	火	避難	耐火建築物火災時
㉗	火	避難	耐火建築物火災時
㉘	火	避難	耐火建築物火災時
㉙	火	避難	耐火建築物火災時
㉚	火	避難	耐火建築物火災時
㉛	火	避難	耐火建築物火災時
㉜	火	避難	耐火建築物火災時
㉝	火	避難	耐火建築物火災時
㉞	火	避難	耐火建築物火災時
㉟	火	避難	耐火建築物火災時
㊱	火	避難	耐火建築物火災時
㊲	火	避難	耐火建築物火災時
㊳	火	避難	耐火建築物火災時
㊴	火	避難	耐火建築物火災時
㊵	火	避難	耐火建築物火災時
㊶	火	避難	耐火建築物火災時
㊷	火	避難	耐火建築物火災時
㊸	火	避難	耐火建築物火災時
㊹	火	避難	耐火建築物火災時
㊺	火	避難	耐火建築物火災時
㊻	火	避難	耐火建築物火災時
㊼	火	避難	耐火建築物火災時
㊽	火	避難	耐火建築物火災時
㊾	火	避難	耐火建築物火災時
㊿	火	避難	耐火建築物火災時

図-4 モデル分類

4. 避難者圏域と避難完了時間(シュミレーション)

(1) 避難者圏域: 避難ゾーニングのしかたには、メッシュ法と学区法の二通りの方法がある。

これらの方法には、一長一短ある。メッシュ法は、人口配分及び人口重心等の算出及び避難移動計算が容易であるのに対して避難者圏域が明確にし難い、次に学区法は、境界の不定型により、面積配分、人口配分、及び人口重心等の計算が若干困難となる。しかし避難者圏域は、学区単位である関係上容易に決定できる。避難者にとっても非常に都合がよい。

(2) 避難完了時間: 避難完了時間とは、避難者が避難場所へ全員到着するまでの時間を言う。

シュミレーションは、経時的に行い単位時間(ΔT)毎に避難者の集団を避難路ネットを単位長に分割したブロック単位で移動させる。従って我々は、次の様な条件設定をする。①避難者は、人口重心から出発し最寄りの避難路へ直角に向かう。②移動量(交通量)は、速度と密度に関係があるのでブロック密度により移動量を制約することの出来る流出能力を与える。 $Q = K \cdot V$ また V は、 $V = 1.32 \log \frac{9.16}{K}$ ($K > 1.5 \text{ 人}/\text{m}^2$) (交通工学研究会)を採用すると $K = 3.36 \text{ 人}/\text{m}^2$ の時となり移動速度が34m/分となるので ΔT を6分とするとブロック長は約200mとなる。また、移動量を求める為の制約条件は、次の様にする。(a) 上式が利用出来る範囲 $3.36 < K \leq 6.72$ (b) $K > 6.72$ の時は移動量を $K = 6.72$ とする。(c) $K \leq 3.3$ の時ブロック内の避難者総て次のブロックへ移動できる。しかし上式は、平常時の速度式であるため避難時の速度は1人当りの占有面積を平時の1.5倍とし密度の補正をを求める。④道路幅員は、その避難路平均とする。⑤避難路と避難場所との接続は、接続は、避難場所の入口とする。従って避難場所によっては、避難路が複数本接続することもある。尚、避難者の移動に関する場合、メッシュ法と学区法の避難圏域と移動方法についての概略を図-12に示す。学区の場合は、人口密度を一定と仮定する。但し人口のはり付きが悪い箇所はその部分を除外する。また面積配分、人口重心等は、図に示す様に避難路を考慮した二等辺三角形を作りその辺を200mに区切り台形の図心を重心とした位置からの移動と仮定している。紙面の都合上、詳しくは、発表時に説明致します。

