

I-580 都市震災時における避難危険度評価

新日本製鐵(株) 正員 ○飯吉勝巳
 豊橋技術科学大学大学院 学生員 安井 精
 豊橋技術科学大学 正員 新納 格
 同上 正員 栗林栄一

1. 序論

震災対策の最大目標は人的被害の極小化にある。従って、たとえ大地震の発生によって被害が生じたとしても、最小限、住民の避難が安全になされるようにすることが重要となる。そのためには、建物の耐震化・不燃化、避難地、避難道路網の整備等が考えられるが、これらの対策をたてるには、予め地震に対して危険性の高い地域を推定しておく必要がある。

本研究は、種々の地震災害の内、最も被害の大きくなるものと思われる地震火災の発生・延焼による影響を考慮して住民の避難危険度を定量的に評価する手法を示し、これを上海市に適用したものである。

2. 地震火災の発生・延焼による避難路の遮断¹⁾

2-1 仮定条件 1. 市区を市街地と空地に分類しそれぞれ均一な市街地状況を持つ。2. 地震発生時刻は冬季の午後6時、風向は北とする。3. 消火活動、飛び火は考慮しない。4. 市街地を幅員20m以上の道路、線路、河川、農地、公園等に囲まれたブロックに分割する。5. ブロックの風上、風側には延焼突破しない。

2-2 避難路の遮断

火災が発生するだけでは被害は大きくならない。そこで、浜田の限界延焼距離式²⁾により延焼の判断を行い、延焼すると判断された市区（上海市の12区の内、南市区、黄浦区、静安区、戸湾区、閘北区、虹口区の6区）について危険度を評価する。これらの市区ではブロック内に一つでも出火点が生起すればブロックは焼失するとした。なお、地震火災の発生は木造住宅の倒壊によるものとし、各ブロックに出火点がk個生起する確率は、既往の研究³⁾で得られた出火率の値を用いて式(1)によって求めた。従って、ブロックに少なくとも一つは出火点が生起する確率は式(2)によって得られる。

$$P(k) = \frac{J!}{k!(J-k)!} i^k \cdot (1-i)^{J-k} \quad (1) \quad A=1-P(k=0) \quad (2)$$

k: 出火点数 J: 市区総出火点数 i: 出火比数

出火点の位置は予測が不可能なため市街地状況が均一という仮定からブロックの重心で代表させた。火災の延焼は浜田の延焼速度式²⁾に従い、出火点の風下側では長径を風下延焼距離、短径を風側延焼距離とする楕円に、風上側では長径を風側延焼距離、短径を風上延焼距離とする楕円上に広がり、火災の到達時に避難路は遮断されるとする。また、火災の同時延焼距離、炎の高さ、炎の傾き、輻射放熱等によって風下方向への延焼突破の判断を行ったところ、上海市では幅員が20m以上あれば延焼を阻止できる事がわかった。出火点生起確率はこの場合ブロックの焼失率となり、また、避難路が遮断される確率はその避難路の両側にあるブロックの出火点生起確率にのみ影響される事になる。

3. 避難危険度評価

3-1 前提条件 1) 避難者は全て自力で避難できる。2) 老若男女を問わず全員が同一の避難特性を持つものとする。3) 避難者はブロック内に一様に分布して存在する。4) 道路空間等の初期避難者は無視する。5) 歩行速度は、密度によらず一定(60m/分)⁴⁾とする。6) 道路構造物本体の被害による歩行速度の軽減は考えない。

3-2 避難路及び避難群集の表現

避難路は、ノードとリンクによるネットワークで表現し、ノードは交差点、屈曲点、ブロックや避難地の境界に位置させる。ブロックの内部から広幅員の避難路へ流出する方向は、火災の延焼形態を考慮すると出火点からの方角によって異なることが予想できる。従って、ブロックの重心を原点とする南北軸と東西軸によって、ブロックを4分割し、それぞれに仮想ノードとその仮想ノードとブロック周囲のノードを結んだ仮想リンク(距離0)を設定する。た

だし、避難路との兼ね合いもあるので、仮想ノード数が1~3個という例外も有り得る。この区分けされたゾーンの仮想ノードから目的方向に近いノードに避難を開始させる。避難群集は500人を一組とする粒で表現する。また、延焼の拡大を考慮するために、区分けされたゾーン周囲のすべてのリンクが遮断される時間までに避難が終わるように均等間隔で避難群集を出発させる。

3-3 経路選択問題

住民の避難について考えるには、経路選択問題が重要となる。その地域の住民と、何かの理由でこの地域に滞留している人々とは、当然ながら、その近隣地区の地理的情報についての認識度に大きな違いがある。しかし、本研究では、浮動人口については考慮せず、その地区の居住人口のみについて危険度評価を行う。従って、避難群集は、地理的情報に詳しく、最も近い避難地に向けて、最短経路をによって避難するものとする。火災によって、最短経路中のリンクが遮断された場合には、そのリンクを削除して、再び、そこから最短経路にしたがって避難を開始する。

3-4 広域避難場所

広域避難場所は空地部分とする。避難有効面積は建物を除いた使用可能有効率を一律0.8とし、広域避難場所の風上ブロックに出火点が生じた場合には輻射受熱が許容値を越えないようにそのブロックからの必要前面距離をとり、この範囲を除いた部分を避難安全面積とする。風側、風下ブロックによる影響はないものとする。また、避難収容人口は避難住民一人当たりの必要面積を $1\text{m}^2/\text{人}^{4)}$ として算定した。

3-5 避難危険度評価

避難危険度は、ネットワーク問題でよく用いられているモンテカルロシミュレーションによって、各ブロック、及び、各市区について避難不能となる確率を求める事によって評価した。この場合の避難不能とは、避難群集が火災によって周囲のリンクが遮断されて孤立した場合、全避難地が定員超過となった後に到達した場合のどちらかを指す。避難危険度を図1と表1に示す。また、表1には市街地焼失率も併せて表示した。この結果、避難危険度は、0から0.089となり、南市区A地域と黄浦区B地域で高い値を示した。これらの市区では、延焼遮断帯となる道路網によって市街地が細分化されていないために各ブロックの焼失率が大きくなるだけでなく、避難群集が火災に囲まれた際、他の迂回路が少ないために避難不能に陥りやすく、避難危険度の値が高くなったと考えられる。また、南市区B地域では、市街地焼失率が高いにもかかわらず避難危険度が低くなっているが、これは避難地の面積が大きく、しかも、市街地の周囲に存在しているためと考えられる。

4. 結論 以上の結果より、避難危険度は、焼失率、避難地の位置、及び、避難地に至る避難路の充実度に応じて高くなるといえる。従って、避難危険度の高い市区では、区画整理などによって広幅員道路や避難地となる空地の整備を行う必要があると思われる。本研究は、様々な仮定条件の上で行われたものではあるが、地域ごとの相対的な危険度を評価するという点では、満足のいく結果が得られた。しかし、まだ多くの問題を残しており、今後、より詳細な検討を行う必要がある。

5. 参考文献

- 飯吉勝巳他:地震火災の延焼を考慮した道路網の震災危険度評価,第8回地震工学シンポジウム論文集,日本学術会議地震工学研究連絡委員会,1990年12月
- 浜田 稔他:建築学大系21 建築防火論,彰国社,昭和53年4月20日
- T.Niino, et al:Malfunctional Analyses of Roads and Streets During Earthquake, Proc.of 4NCEE, Palm Springs, California,1990
- 横浜市総務局災害対策室:広域避難場所 昭和60年度版,昭和61年3月

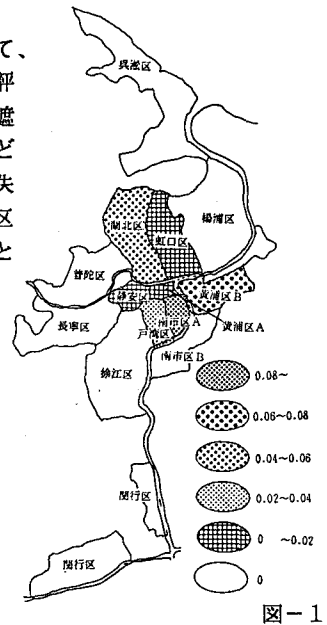


図-1

表-1

市区名	避難危険度	市街地焼失率
南市区A	0.089	0.421
南市区B	0.000	0.454
黄浦区A	0.005	0.176
黄浦区B	0.076	0.462
戸塚区	0.024	0.259
静安区	0.010	0.142
関北区	0.056	0.280
虹口区	0.011	0.300