

豊橋技術科学大学大学院 学生員 ○ 飯吉勝巳

同 上 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

都市震災は様々な要因が複雑に関連し、時間とともに被害様相が刻々と変化していく特徴を持っている。被害様相の時系列的変化について予め把握しておくことは震後対策をたてるうえで非常に重要である。そこで、本研究は、避難・復旧活動の交通路となる道路網に同時多発火災の延焼が与える影響を時系列的・定量的に評価する手法を提案することを目的とし、上海市区を対象に道路網の連結確率によって危険度評価を行ったものである。

2. 出火点生起確率の推定¹⁾

出火・延焼に対して最悪の条件を仮定して、出火率の算定を行い、この値に出火危険性の高い木造住宅の戸数を乗じて出火点数を求めた。市区を住宅地域と空地(農地、公園等)に分類し、前者を幅員20m以上の道路、線路、河川、公園、農地等に囲まれたブロックに分割し、式(1)を用いて各ブロックに出火点の生起する確率を求めた。但し、市街地状況は均一であるとした。

$$P(k) = \frac{N!}{k! \cdot (N-k)!} i^k \cdot (i-k)^{N-k} \quad (1)$$

N: 市区総出火点数 i: 出火比数

焼失率を推定するにあたり、式(2)³⁾に示す風側限界延焼距離と市区平均隣棟間隔との比較によって延焼するか否かの判断を行った。

$$D' = 5 + 0.25V \quad (2)$$

V: 風速(m/s)

その結果、黄浦区(HUANGPU)、南市区(NANSHI)、閘北区(ZHABET)、虹口区(HONGKOU)、静安区(JINGAN)、及び、戸湾区(LUWAN)の6区において延焼すると判断され、これらの市区のブロックでは、出火点の一つでも生起した場合には焼失するとした。各ブロックに出火点の生起する確率Aは式(3)で求められる。

$$A = 1 - P(k=0) \quad (3)$$

3. 道路網の連結確率⁴⁾

3-1 延焼による遮断の推定 出火点の位置を正確に予測することは不可能である。従って、本研究では、市区内では市街地状況が均一なこと、平均的な危険度を評価するという考えから各ブロックの重心を出火点とし、各ブロックにおいて出火点を式(3)で求めた確率に応じて同時に生起させることにより同時多発性を考慮した。火災の延焼モデルは、既存の研究でよく利用されているという点から、式(4)に示す浜田による延焼速度式³⁾に従うとした。

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= n \cdot \frac{1.6(a+d)(1+0.1V+0.007V^2)}{3+3a/8+13.91d/(10+V)} \cdot \frac{t+14}{t+25} & S_1 &= n \cdot \frac{1.6(a+d)(1+0.1V+0.007V^2)}{3+3a/8+13.91d/(10+V)} \left\{ t+11 \cdot \log\left(\frac{25}{t+25}\right) \right\} \\ V_2 &= n \cdot \frac{(a+d)(1+0.005V^2)}{3+3a/8+8d/1.15(5+0.25V)} & S_2 &= V_2 t \\ V_3 &= n \cdot \frac{(a+d)(1+0.002V^2)}{3+3a/8+8d/1.15(5+0.2V)} & S_3 &= V_3 t \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

V_1 : 風下延焼速度 V_2 : 風側延焼速度 V_3 : 風上延焼速度 n : 延焼速度比 S_1 : 風下延焼距離
 S_2 : 風側延焼距離 S_3 : 風上延焼距離 t : 時間 a : 建物長さ d : 隣棟間隔 V : 風速

一般的に火災は卵型に広がっていくとされているが、ここでは、出火点から風下方向に向かって 90° 以内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、風上方向に 90° 以内では風側延焼距離を長径、風上延焼距離を短径とする楕円の式に従うと仮定し、この式を用いて火災が道路に到達する最早時間及び最遅時間を求め、この間で道路は火災によって遮断されると考えた。

3-2 連結確率の推定 交差点(ノード)と道路区間(リンク)からなる幅員20m以上の道路による道路網を考え、1983年日本海中部地震の被害報告⁵⁾を基に数量化理論Ⅱ類を用いて、道路構造物本体の被害形態 i (亀裂 $i=1$, すべり $i=2$, 陥没 $i=3$, 沈下 $i=4$)及び被害程度 j (大 $j=1$, 中 $j=2$, 小 $j=3$, 軽微 $j=4$)の生じる割合を求めた。この結果と道路が火災に遮断される確率を用いて、リンクが通行止めとなる確率を計算し、田村・川上により提案されたモンテカルロ法による方法⁶⁾によって、1000回のシミュレーションを行って連結確率を推定した。連結確率の時系列的推移を図1に示す。

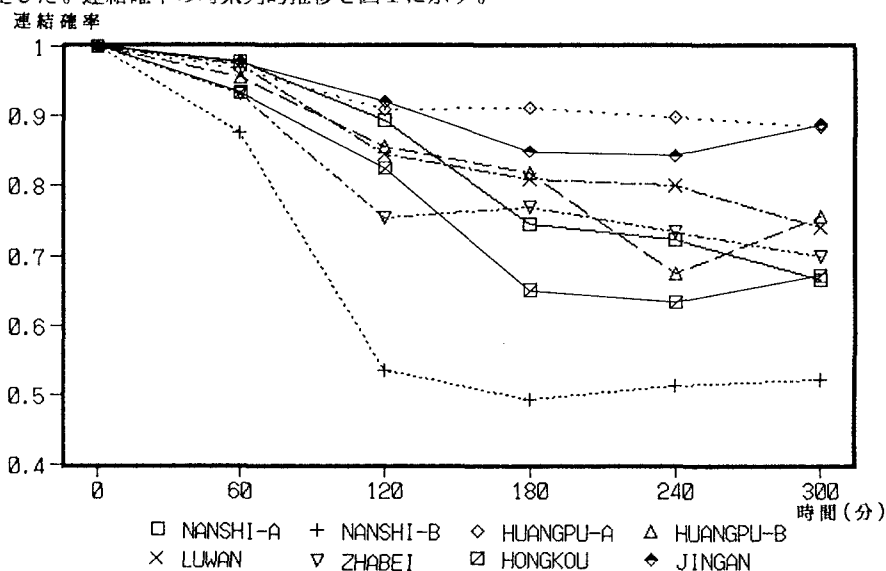


図1 連結確率の時系列的変化

4. 結論

連結確率は、出火後60分から120分または120分から180分の間で大きく値が変化し、特に、南市区B地域では60分後から120分後において0.876から0.535に確率が大幅に小さくなった。また、180分を越えると確率の変化が小さくなるが、300分後まで確率の低い状態が続く結果となる。従って、避難計画を考える場合には火災発生後120分から180分が一つの目安となると思われる。このように時系列的危険度評価は、避難・復旧計画を作成するうえで、より有効的な手段となるだろうが、そのためにはさらに長時間にわたる評価を行うことが必要となろう。

5. 参考文献

- 1) 飯吉勝巳他：地震動強度からみた住宅地域の焼失危険度評価，昭和63年度研究発表会講演概要集，土木学会中部支部，平成元年3月10日
- 2) 建設省都市局：「防災都市建設計画調査」防災アセスメント手法編，昭和53年3月
- 3) 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
- 4) 安井精他：地震時火災の道路に与える影響に関する研究，平成元年度研究発表会講演概要集，土木学会中部支部，平成2年3月3日
- 5) 応用地質調査事務所：1983年5月26日日本海中部地震被害調査報告，昭和59年1月15日
- 6) 田村重四郎他：モンテカルロ法による地中埋設管システムの耐震性の評価手法，土木学会論文報告集第311号，1981年7月