

地震時火災の道路への影響に関する研究

豊橋技術科学大学 ○ 安井 精  
 同上 学生員 飯吉 勝巳  
 同上 正員 新納 格  
 同上 正員 栗林 栄一

1. はじめに 都市に地震が生じた場合まず第一にすべき事は人命の安全確保、財産の保全である。高度情報化が進む現在において、このことはますます重要になるであろう。そのためにも地震時の被害程度をあらかじめ予測しそれをもとになんらかの対応策を考えておく必要がある。本研究は上海市区を対象に地震時火災がどのように道路へ影響するかを時系列的に評価したものである。

2. 出火点の生起確率の推定<sup>1)</sup> 地震時の出火は振動による火気器具の転倒・周囲の可燃物の落下、衝突によって起こり、これらの現象の度合は地震動強度の強さによるものと考えられる。そこで、住宅倒壊率<sup>2)</sup>を地震動強度の強さの指標と考え、出火・延焼に対して最悪の条件を仮定して出火率を算定し、それをもとに出火点の生起確率を算定した。

(1) 仮定条件

1)地震発生時刻は、冬季の午後6時とした。2)風向は冬の卓越風である北とし、風速は12m/s,9m/s,6m/sの3種類を考慮した。3)出火は出火危険性の高い旧式里弄住宅のみを考えた。なお、簡屋、棚戸と呼ばれる不良住宅においては延焼のみについて考慮した。4)住宅地域を幅員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した。5)木造建蔽率が10%未満の住宅地域では延焼しないととした。6)消火活動、及び、飛火は考慮しなかった。

(2) 出火点の生起確率の推定 地震時の出火率は式1<sup>3)</sup>より、住宅倒壊率から推定した。

$$Pf = \{6.05 \cdot 10^{-3} \cdot \delta + 8.31 \cdot 10^{-5} \cdot \exp(7.5 \cdot \delta)\} \alpha \beta \quad (1)$$

Pf:出火率 δ:住宅倒壊率 α:火気使用率(午後6時:2.50) β:季節係数(冬季:2.6459)

この値に旧式里弄住宅の個数を乗じて各市区における出火点数を求め、式2を用いてブロックに出火点が生起する確率を求めた。

$$P(k) = \frac{N!}{k!(N-k)!} i^k (1-i)^{N-k} \quad (2)$$

k:ブロック内出火点数 P(k):出火点の生起確率 N:市区内総出火点数 i:出火比

ブロック内に1つでも出火点が生起する確率(A)は、出火面積と自己焼失のない確率(P(k=0))から式3を用いて推定した。

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

3. 出火点の設定及び延焼速度、延焼形態の推定

(1) 出火点の設定 出火点は普通、ランダムに発生し出火点を正確に予測することは不可能に近い。本研究では火災の道路への平均的な影響を求めるという目的から出火点をブロックの重心とみなし、また重心をとることが適切でないブロックではブロックに隣接する道路からの距離が平均的になるように出火点を設定した。各ブロックには出火点を1つ決め、その生起する確率は出火点の生起確率で求めた値をもとに決定した。

(2) 延焼速度の算定 t秒後の火災の延焼速度V、及び延焼距離Sは式4<sup>4)</sup>から次のように求めた。

$$V_1 = n \cdot \frac{1.6(a+d)(1+0.1v+0.007v^2)}{3+3a/8+13.91d/(10+v)} \cdot \frac{t+14}{t+25} \quad s_1 = n \cdot \frac{1.6(a+d)(1+0.1v+0.007v^2)}{3+3a/8+13.91d/(10+v)} \cdot \left\{ t+11 \cdot \log \frac{25}{t+25} \right\}$$

$$V_2 = n \cdot \frac{(a+d)(1+0.005v^2)}{3+3a/8+8d/1.15(5+0.2v)} \quad s_2 = v_2 t \quad (4)$$

$$V_3 = n \cdot \frac{(a+d)(1+0.002v^2)}{3+3a/8+8d/1.15(5+0.2v)} \quad s_3 = v_3 t$$

$$a = \left( \frac{A \delta}{\sqrt{N}} \right) \quad n = \frac{\alpha + \beta}{\alpha + \beta / 0.6} (1 - \gamma) \quad d = a \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{\delta}} - 1 \right)$$

n:延焼速度比 t:時間(分) a:建物長さ(m) d:隣棟間隔(m) v:風速(m/s)  
 A:地区面積 δ:建ぺい率 N:建物戸数 α:木造 β:防火造 γ:耐火造

(3) 延焼形態の設定

延焼は出火点を原点とし図1の様にx軸、y軸をとると風下側では(2)で求めたS1を長径とし、S2を短径とした楕円状に、風上側ではS2を長径とし、S3を短径とする楕円状に広がってゆくと仮定した。よって、ある点(X, Y)に火災が到達するのは楕円の式(式5)が成り立つときである。

$$\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} = 1 \quad \text{風下: } a=s_1, b=s_2, \text{風上: } a=s_3, b=s_2 \quad (5)$$

上式より火災が道路に到達するまでの時間を算定し、それをもとに出火点の生起する確率から30分ごとにその道路が火災の影響を受ける確率を求めた。また発震期から避難行動期までの3時間を評価の対象とした。また、ここで言う“道路が火災の影響を受ける”というのは火災が道路に達している状態を指す。

4. 道路網の連結確率<sup>5)</sup> 道路構造本体の被害程度を推定し、市区を単位とする閉じられた道路交通網の中で被害があっても通行止めがなく、目的地に到達できる確率(連結確率)を地震時火災を考慮して推定した。

(1)道路構造本体の被害程度の推定 道路構造本体の被害程度は地盤、道路構造によって左右されると考えられ、本研究では1983年日本海中部地震の被害報告を基に数量化理論Ⅱ期を用いて被害形態及び被害程度に対するアイテム別カテゴリー得点を求めた。

(2)連結確率の推定 交差点(ノード)と道路区間(リンク)から構成される幅員20m以上の道路を道路網として考え、得られた各被害程度の割合と道路が火災の影響を受ける確率から求められた各種交通規制をとる確率を用いて連結確率の推定を行った。連結確率は、田村・川上により提案されたモンテカルロ法による方法に従い1000回のシミュレーションを行って推定した。またノードでの被害はないものと仮定した。

5. 考察 今回の研究では道路網への評価を発震期から避難行動期までの3時間を対象に解析を行った。しかし特にブロックの風上側では3時間以内に火災が到達しないブロックも多く、更に長時間に渡る評価が必要と思われる。また、図2にputuo区、changning区に於ける連結確率の推移を示したがやはり地震発生後3時間ごろから道路への影響は厳しいものとなるようである。そして風速が増せば増すほど火災による危険度は増すという結果になった。

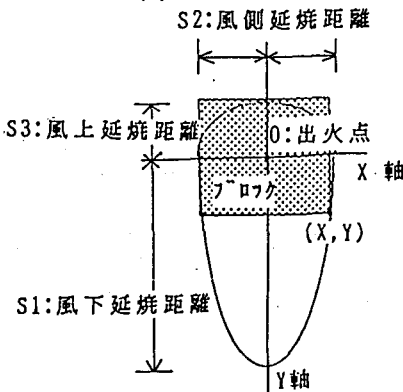


図1 延焼形態の設定

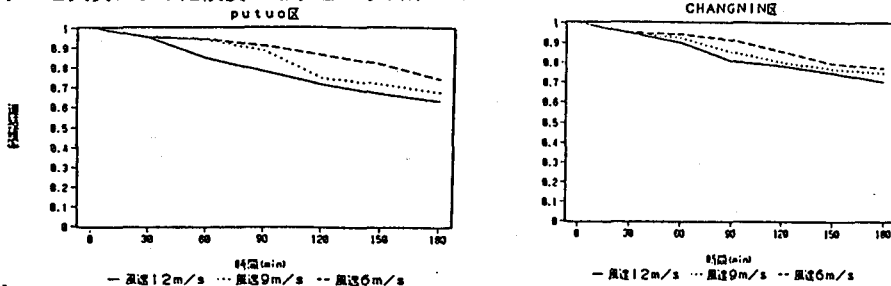


図2 連結確率の時系列推移

参考文献

- 1) 東京都防災会議：三多摩地区の地震火災に関する調査研究，東京都，昭和56年3月31日
- 2) 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
- 3) 建設省都市局防災都市計画研究所：「防災都市建設計画調書」防災アセスメント手法編，昭和53年3月，P62
- 4) 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
- 5) 京久野涉他：都市震災の合併危険度に関する研究，第44会年次学術講演会講演概要集第1部，(社) 土木学会，平成元年10月