

延焼動態を考慮した地震火災リスクアセスメントについて

和歌山高専 非会員 高澤 昂生
 岡山県庁 正会員 ○岡本 輝正
 和歌山高専 正会員 辻原 治

1. はじめに

地震火災は同時多発的に特殊な状況下で発生するため、通常起こる火災時のように効率的な消火作業が行われることは期待できない。したがって、地域の耐火安全性を検討しておくことは重要である。また、検討結果を地域住民に公表することは地震火災に対する危機意識の啓発にも役立つことが考えられる。

内閣府中央防災会議は、南海トラフの巨大地震の被害想定の中で、地域ごとの焼失棟数を予想している¹⁾。被害想定には、延焼クラスターに基づく加藤らの方法²⁾を用いている。延焼クラスターとは、風速・風向及び建物構造から延焼限界距離を求め、この距離内に連担する建物群を一体的に延焼する可能性がある塊とみなしたものである。延焼クラスターと1棟あたりの火災発生確率から、対象地域の焼失棟数の期待値を算定している。

しかし、建物の密度や配置によって延焼に要する時間は異なるため、最終的な焼失棟数からの地域のリスク評価は必ずしも十分ではなく、延焼動態を考慮したリスクアセスメントも必要と考えられる。延焼動態を考慮するためには、延焼シミュレーションが必要となる。近年のGISの発展や延焼速度式の提案等によって、1棟ごとの延焼拡大の状況のミクロ的なシミュレーションが行えるようになった。著者らも、ペトリネット³⁾を導入した手法⁴⁾を提案した。

本研究では、延焼動態を考慮した地震火災リスクの評価法を提案する。

2. 地震火災リスクの評価法

1) 評価式

地震火災リスクの評価式として、次式を提案する。

$$P_{risk-area} = \sum_{i=1}^n P_{risk}(i) / 100 \quad (1)$$

$$P_{risk}(i) = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^s W(k) \cdot P_{origin}(j) \cdot \beta(j,k) \quad (2)$$

ここに、

$P_{risk-area}$: 延焼動態を考慮した対象地域の地震危険度指数, $P_{risk}(i)$: 建物*i*の地震危険度 [%], n : 建物の総数, $W(k)$: 延焼に要する時間枠*k*に対する重み係数, s : 延焼に要する時間枠の総数, $P_{origin}(j)$: 建物*j*の出火率[%], $\beta(j,k)$: 建物*j*を火元として、建物*i*への延焼に要する時間が時間枠*k*に含まれる場合は 1.0, 含まれない場合は 0.0 とする係数。

時間枠は、火災発生から対象とする建物への延焼到達までの時間帯を表し、例えば、0～1 時間, 1～2 時間, …, $s-2 \sim s-1$ 時間, $s-1$ 時間以上といったものである。 $W(k)$, $k=1,2,\dots,s$ の値を順に小さくすることで、延焼に要する時間を考慮したリスクの評価値が得られる。 $W(k)$ の値の合計は 1.0 となるように設定する。対象地域における最終的な焼失棟数の期待値は、 $s=1$, $W(1)=1.0$ として、時間枠を設定しない場合の $P_{risk-area}$ の値に相当する。

2) 出火率

内閣府中央防災会議が、南海トラフの巨大地震の被害想定において用いている出火率¹⁾を本研究でも用いることとした。出火要因の多くを占める火気器具、電気関係からの出火について、震度、地震発生の時期・

時間帯、倒壊の有無、建物の用途による火気器具・電熱器具からの出火率、また電気機器・配線からの出火件数等が示されている。さらに、初期消火成功率、消防力による消火可能件数に関する資料も示されている。

3) 延焼解析法

対象とする地域において、すべての建物をそれぞれ火元として延焼解析を行い、その都度各建物への延焼到達時間を求める必要がある。本研究では、延焼シミュレーションに著者らが提案した利便性を考慮した方法⁵⁾を用いることとした。建物1棟ごとのマイクロ延焼解析において、解析モデルの構築が必要であるが、同手法によれば、電子住宅地図を用いて簡便に構築できる。また、延焼解析のアルゴリズムにペトリネットを用いることで、計算速度にも配慮されている。

3. 数値計算例

計算例を図-1 および図-2 に示す。ここでは、延焼限界距離を8mとし、また消防力による消火活動はないものとして解析を行った。時間枠は7として0~1時間、..., 6時間以上とし、重み係数は順に1.0:0.8:0.6:0.4:0.2:0.1:0.05の割合とした。建物総数は475棟で冬の18時に震度7の地震が発生し、東からの風8m/sの条件で計算した。建物はすべて木造と仮定している。図-1には、対象地区における建物の危険度を色別に表示している。対象地区の危険度指数は8.6であった。図-2には対象地区における建物の焼失の可能性(%)を示す。全体の延焼予測棟数は58.3棟となった。危険度と焼失の可能性の最大値はそれぞれ4.1と21.9%であった。図-1と図-2より、どちらも建物の集中度の高い西側で値が高くなっている。一方、両図を比較すると、延焼動態を考慮した図-1の危険度の方が、周辺の建物群において、リスクがより詳細に現れていることが見て取れる。



図-1 対象地区における建物の危険度



図-2 対象地区における建物の焼失可能性

4. おわりに

本研究では、延焼動態を考慮した地震火災アセスメントの方法を提案した。延焼動態を考慮することで、より詳細に危険度が評価できる可能性を示すことができた。一方、建物ごとの危険度や地区全体の危険度指数について、それらの数値が持つ意味が解りにくいという課題が残り、今後検討する必要がある。

【参考文献】

- 1) 内閣府中央防災会議:南海トラフの巨大地震 建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要,中央防災会議第二次報告報道発表資料,2012.
- 2) 加藤孝明,程洪,亜力坤玉素甫,山口亮,名取晶子:建物単体データを用いた全スケール対応・出火確率統合型の地震火災リスクの評価手法の構築,地域安全学会論文集, No.8, pp.1-10, 2006.
- 3) 例えば,森下信:セルオートマトン 複雑系の具象化,pp.113-117,養賢堂, 2003.
- 4) 辻原治, 寺田和啓, 澤田勉:ペトリネットを導入した地震時同時多発火災に対する延焼シミュレーションシステムの構築, 土木情報利用技術論文集, Vol.14, pp.129-136,2005.
- 5) 辻原治,河波秀美,林博文:利便性を考慮した地震時市街地火災延焼シミュレーションシステムの開発, 土木学会論文集 F3,Vol.67, No.2, pp. II_16-II_23,2011.