

延焼動態を考慮した地震火災リスクアセスメントにおける ブロック分割とその影響

和歌山高専 非会員 井戸本 悠伽
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。

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。

本研究では、延焼動態に基づき建物ごとの地震火災リスクを評価する方法³⁾において、広い領域をいくつかの計算ブロックに分割する場合に、ブロック間の影響を効率的に評価する方法を提案し、数値計算により妥当性を検討した。

2. ブロック間の影響を考慮した地震火災リスクの評価法

延焼動態を考慮した地震火災リスクを求めるためには延焼解析が必要となる。広い領域を対象とする場合は、いくつかのブロックに分割して計算することになる。図-1 に示す2つの計算ブロックからなる建物群において、それぞれのブロック内については延焼解析が行われており、すべての建物を出火元としたときの他のすべての建物への延焼到達時間が求められていることとする。いま、ブロック b の建物 k からブロック a の建物 i への延焼を考えたとき、図-2 に示すように $k \sim r \rightarrow s \sim i$ のルートと $k \sim u \rightarrow z \sim i$ のルートが考えられる。図において例えば $T(b,b,k,r)$ は、ブロック b の建物 k から同ブロック b の建物 r への延焼到達時間を表している。 $T(b,b,k,r)$ 、 $T(b,b,k,u)$ 、 $T(a,a,s,i)$ および $T(a,a,z,i)$ はブロック内の延焼到達時間であり、予め求められているため、ブロック間の延焼時間 $T(b,a,r,s)$ および $T(b,a,u,z)$ を別途与えることで、ブロックを跨ぐ延焼の到達時間を求めることができる。この場合は、2つの延焼ルートのうち、延焼到達時間が短い方を採用することになる。

上述の延焼解析法を取り入れた地震火災リスクの評価式として、次式を提案する。

$$P(a,i) = \sum_{j=1}^{N(a)} P_{origin}(a,j) \cdot W(T(a,a,j,i)) + \sum_{b \neq a} \sum_{k=1}^{N(b)} P_{origin}(b,k) \cdot \sum_{u,z} W(\text{Min}(T(b,a,u,z) + T(b,b,k,u) + T(a,a,z,i))) \quad (1)$$

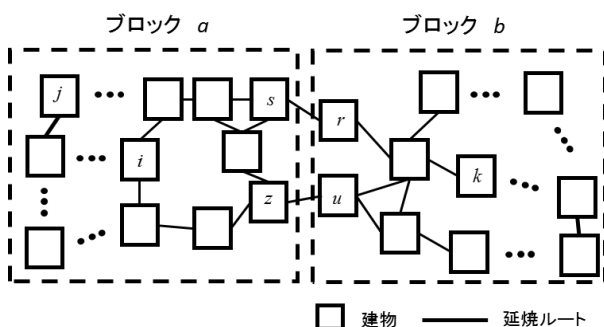


図-1 計算ブロック内の建物配置と延焼ルート

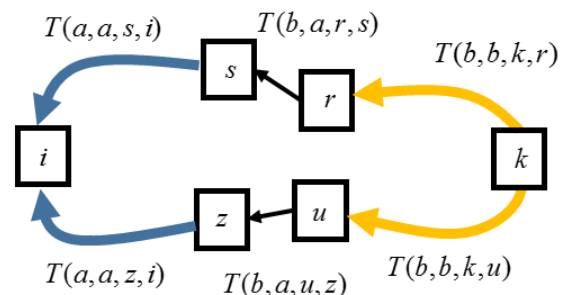


図-2 ブロックbからaへの延焼

ここに、 $P(a,i)$ ：ブロック a における建物 i の危険度指数、 $P_{origin}(a,j)$ ：ブロック a における建物 j の出火確率、 u,z ：ブロック b とブロック a の間で直接延焼可能な建物、 $N(a)$ ：ブロック a の建物の総数、 $Min(\cdot)$ ：カッコ内の延焼到達時間の最小値、 $W(\cdot)$ ：カッコ内の延焼到達時間に対する重み係数である。この重み係数は、火災発生から対象とする建物への延焼到達までの時間枠（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）ごとに、順に小さい値が与えられる。

ブロック a と b を合わせた一つの地域としての危険度は次式で表される。

$$P_{risk-area} = \sum_{i=1}^{N(a)} P(a,i) + \sum_{l=1}^{N(b)} P(b,l) \quad (2)$$

また、地域において予想される焼失棟数は式(1)において $W(0 \sim \infty)$ を 1.0 として式(2)で得られる。

3. 数値計算例

簡単な例題によって提案手法を検証する。図-3 に合計 16 棟の建物群と延焼経路を示す。図中には、建物内と建物間の延焼に要する時間を、それぞれ黒字と赤字で示している。この建物群を 3 ブロックに分割し、それぞれの建物の地震火災に対する危険度指数を求めた。その結果を図-4 に示す。同図の(a)は、ブロックを跨いだ延焼を考慮せず、それぞれのブロック内で計算した結果である。(b)は提案した手法で、ブロック間の延焼も考慮した場合の計算結果を示す。両者には大きな違いが見られ、ブロック間の延焼を無視した場合は、危険度が過小評価されていることがわかる。一方、ブロック分割せず、全体を一括で計算した場合の結果を(c)に示す。(b)とは、一部を除き対応した結果が得られており、提案手法の有効性を示す結果となった。なお、(b)と(c)で一部異なる結果が出る原因は、提案手法ではブロック間を結ぶ建物内部の延焼時間が無視されるため、提案手法では、一括解析よりも危険度指数が若干高めに現れる。

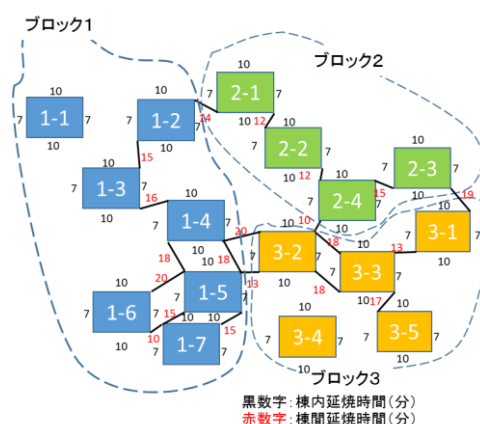


図-3 例題の建物群とブロック割

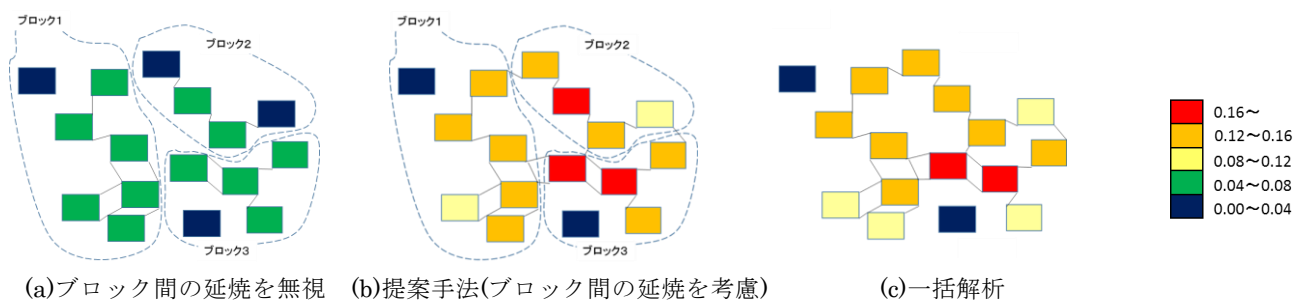


図-4 危険度指標の計算結果

4. おわりに

延焼動態を考慮した地震火災アセスメントにおいて、大規模な解析が必要となる広い領域を対象とする際、それをいくつかのブロックに分割して計算し、その結果を統合する方法を提案した。すべての建物を出火元として延焼解析を行う必要があるため、計算モデルへの置き換えや、コンピュータのメモリ、計算時間などを考慮すると、領域を分割するメリットは大きいと考えられる。

【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) 辻原治, 岡本輝正: 延焼の動的解析に基づく地震火災危険度評価法の提案, 土木学会論文集 F3, 2018(掲載決定).