

ブロック分割化法の地震火災リスク評価への応用

和歌山高専 非会員 前田 拳汰
 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、地震火災の被害想定に、延焼クラスターに基づく方法¹⁾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²⁾も必要と考えられる。

本研究では、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³⁾を実際の町並みの地震火災リスク評価に応用した結果について示す。

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

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、ブロック b の建物 j 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 $j \sim r \rightarrow s \sim i$ 、 $j \sim u \rightarrow z \sim i$ と $j \sim v \rightarrow z \sim i$ の 3 ルートが考えられる。図において例えば $T(b, b, j, r)$ は、ブロック b の建物 j 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。 $T(b, b, j, r)$ 、 $T(b, b, j, u)$ 、 $T(b, b, j, v)$ 、 $T(a, a, s, i)$ 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 $T(b, a, r, s)$ 、 $T(b, a, u, z)$ および $T(b, a, v, z)$ 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、建物 j から i への 3 つの延焼ルートのうち、延焼到達時間が最短のものを採用することになる。

本研究では、延焼所要時間の時間枠ごとに重みを付け、次式を地震火災の危険度の評価式として用いることとする²⁾。

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

ここに、

$P_{risk}(i)$: 建物 i の地震火災の危険度 [%], 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 [%], $\beta(j, i, k)$: 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

時間枠とは、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

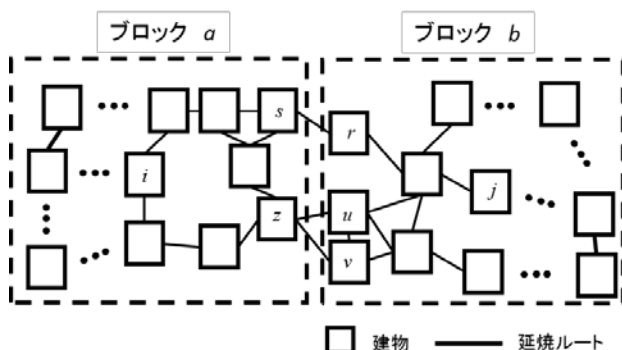


図-1 計算ブロック内の建物配置と延焼ルートの延焼時間

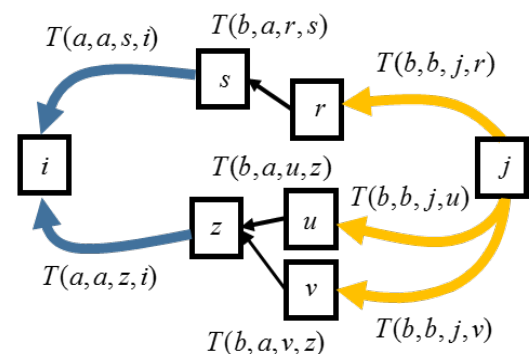


図-2 ブロック b から a への延焼

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. 時間枠を設けず, $s=1$, $W(1)=1.0$ にすれば, 式(1)からそれぞれの建物が延焼する確率が求められる.

3. 実在地域の地震火災リスク評価

G 市中心部を解析対象地域とし, 図-3 のようにブロック分けを行った. ブロック内の棟数を表-1 に示す. また, 地震火災に対するリスクが高く現れた地域を図-4 に示す. 同図には, 式(1)において $s=7$, 時間枠を 0~1 時間, ..., 6 時間以上とし, 重み係数は順に $1.0:0.8:0.6:0.4:0.2:0.1:0.05$ の割合とした場合の危険度を(a)に示す. また, $s=1$, $W(1)=1.0$ とした場合, すなわち消失の可能性を(b)に示す. リスクのレベルを示す凡例は, それぞれの最大値を参考に概ね 7 段階で表している. 図の(a)と(b)はともに, 建物が密集している箇所でリスクがより大きく表されている. 延焼動態を考慮した(a)では, 建物の属性のみならず, 住宅の密集度がより詳細に表現されている.

4. おわりに

本手法では, 延焼解析を分割されたブロックごとに行うため, コンピュータのメモリの制限などから, これまで困難であった大規模領域の延焼解析が必要な場合でも適用できる. しかし, ブロックの境界が多くなると, それだけ処理が煩雑になる. この点に関しては, 今後, 境界処理の一部あるいは全部を自動化するなどの改善が必要である.

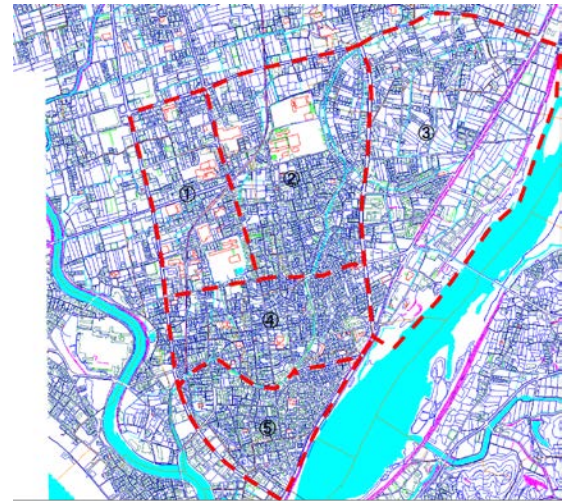


図-3 解析対象地域とブロック分け

表-1 ブロック内の棟数

ブロック番号	棟数
①	673
②	1650
③	1048
④	1420
⑤	1102

合計 5893

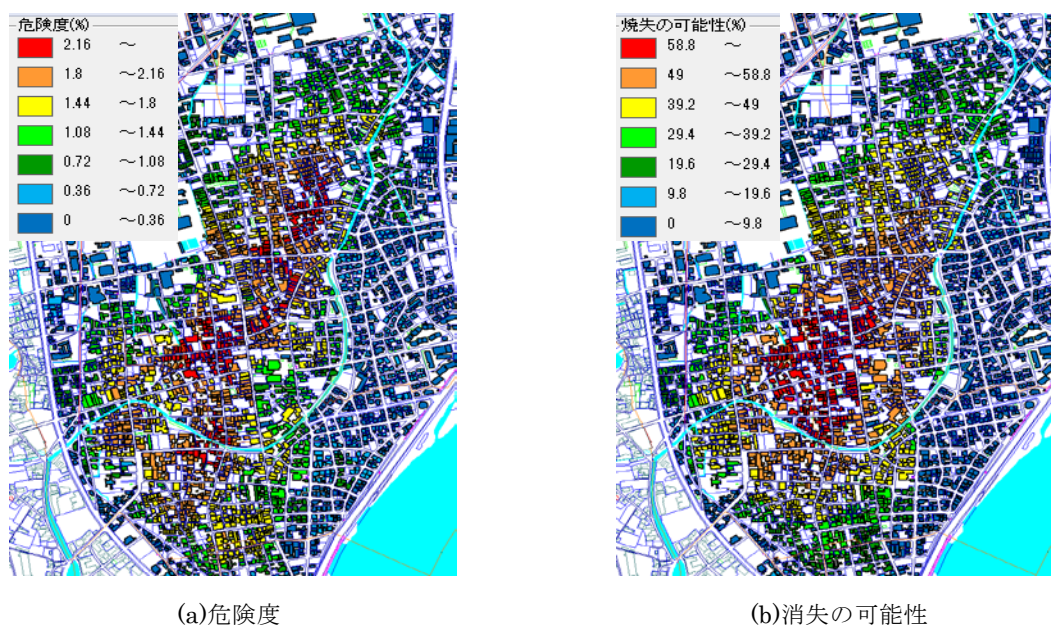


図-4 地震火災リスクに対する 1 棟ごとの評価 (震度 6 強, 冬の 18 時, 風速 3.8m, 風向 E22.5° N)

【参考文献】 1) 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. 2) 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, Vol73, No.2, pp.147-154, 2018. 3) 辻原治, 岡本輝正: 電子住宅地図を用いた大規模な地震時火災延焼解析に用いるブロック分割化法の提案, 土木情報学シンポジウム講演集, Vol.43, pp.245-248, 2018.