

防災教育のための地震時火災リスク評価ツール

岡山県庁
和歌山高専

正会員
正会員

○岡本 輝正
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、住宅地図を利用して、地図上で選択した領域の地震火災リスクを簡便に評価できるツールを開発したので報告する。

2. 地震火災リスクの評価法

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⁾。

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

(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。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. ツールおよび利用法

図-1に解析条件を設定するためのエクセルファイルを示す。黄色の網掛け部分である、住宅地図のファイルのパス名や、計算の途中で作成されるファイルの名称、建物種別ごとの延焼限界距離、風速・風向、震度、建物の種別・階数・用途の初期値を入力する。

以下では開発したアプリケーションの利用方法について述べる。

1)アプリケーションを実行し、対象領域をPCの画面上

#	A	B	C	D
1	住宅地図のパス名	○V住宅地図		
2	対象とする市町村	○○市		
3	対象とする地区名	○○町		
4	エクセルファイルの拡張子	xlsx		
5	番号	ファイルの内容	パス名	ファイル名
6	1	ノード座標		ノード
7	2	リンクの構成		リンク
8	3	建物属性		建物属性
9	4	リンクの所要延焼時間		リンク延焼時間
10	5	建物の延焼時間		建物延焼時間
11	6	建物の延焼危険度		延焼危険度
12	種間リンクの限界距離			
13	建物間限界距離			38
14	裸木道			18
15	延焼限界 防火道			9 m
16	距離 準耐火道			4.5
17	耐火道			0
18	風向・風速・震度の初期値			
19	風向	北		
20	風速	4	m/s	
21	震度	6強		
22	建物の構造・階数・用途別レベルの初期値			
23	構造	防火木造		
24	階数	2階		
25	用途別火災危険度(火の元)	設定なし		

図-1 解析条件設定のためのエクセルファイル

キーワード：延焼解析，ペトリネット，住宅地図，リスクアセスメント

連絡先：〒644-0023 和歌山御坊市名田町野島77 和歌山高専・環境都市工学科 TEL 0738-29-8455



図-2 マウスによる対象領域を指定



図-3 マウスによる建物属性の更新

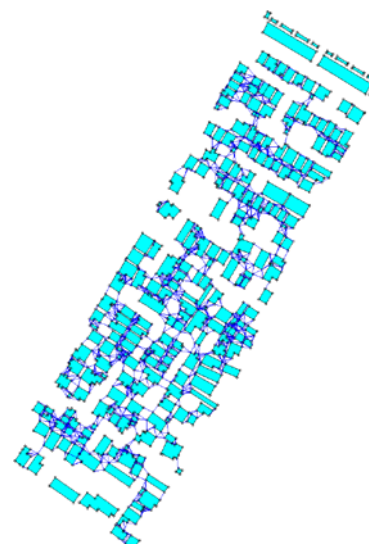


図-4 作成された解析モデル

で選択する（図-2 参照）。

2)建物の属性は図-1 のファイルで指定した種別、階数、用途（種別が準耐火および耐火のときのみ必要）を必要に応じて更新する。更新はマウス操作で行うことができる。図-3 に更新された建物の属性を示す。

3)ペトリネットによる延焼解析³⁾のモデルを作成する。このとき、図-1 で指定した風向、風速、震度が用いられる。図-4 に解析モデルにおける延焼ルートのネットワークを示す。

4)すべての建物をそれぞれ火元とする延焼解析を行い、他のすべての建物への延焼到達時間が図-1 で指定したファイルの保存される。

5)図-5 に示すリスク解析を行うためのアプリケーションにおいて、黄色の網掛け部分の関係入出力ファイル名、地震発生 の時間帯、式(1)の重み係数、リスクの表示における凡例（初期値と増分）を入力する。

6)上記 1)のアプリケーションを実行し、地図上で危険度（図-6 参照）または消失の可能性を表示する。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
延焼解析の結果のファイル								解析の条件				延焼の条件						
2	地区名	東京都中央区4丁目						建物総数	250	棟			延焼の可能率(%)	9.3		1.08		
3	入力ファイル名	建物延焼時間 新設4丁目(字金).xlsx						震度	6強	非変異不可			7.75	9.3	0.9	1.08		
4	出力ファイル名	延焼危険度 新設4丁目(字金).xlsx						全壊率	15%			6.2	7.75	0.72	0.9			
5	風速	4m/sec						風速	4	m/sec			4.65	6.2	0.54	0.72		
6	風向	北						風向					3.1	4.65	0.38	0.54		
7	出火率	0.0051%						出火率	0.0051				1.55	3.1	0.18	0.38		
8	出火率	0.153%						出火率	0.153				-0	1.55	-0	0.18		
9	全壊率	0.074%						全壊率	0.074				Max/Max	0.044719	10.7774	0.014197	1.252856	
10	初期消火成功率	30%						初期消火成功率	30				0	1.55	0	0.18		
11	地上出火率	0.04472%						地上出火率	0.04472									
延焼解析の結果のファイル								=建物Aの建物出火率×(1-全壊率/100)×(倒壊建築物の出火率+全壊建築物の出火率)×(全壊率/100)×(1-初期消火成功率/100)										
12	番号(1)	延焼時刻					延焼時刻	23.73887	棟									
13	1	0	時刻以上	1	時刻以内	0.6												
14	2	1	時刻以上	2	時刻以内	0.8												
15	3	2	時刻以上	3	時刻以内	0.8												
16	4	3	時刻以上	4	時刻以内	0.4												
17	5	4	時刻以上	5	時刻以内	0.2												
18	6	5	時刻以上	6	時刻以内	0.1												
19	7	6	時刻以上	時刻以上	時刻以上	0.05												
20			時刻以上	時刻以上	時刻以上													
21			時刻以上	時刻以上	時刻以上													
22			時刻以上	時刻以上	時刻以上													
23			時刻以上	時刻以上	時刻以上													
24			合計			315												
データ読み込み										建物A出火率100データ								
25										出火率(1/住宅)平均値	5強	6強	6強	6強	7	倒壊	全壊	
26										そのうち	0.0000	0.0002	0.0006	0.0001	0.0072	0.0280	0.0449	0.0274
27										倒壊の2強	0.0000	0.0003	0.0003	0.0013	0.0043	0.0210	0.0629	0.0274
28										そのうち8時	0.0000	0.0001	0.0004	0.0108	0.0351	0.1150	0.1530	0.0274
計算開始										計算結果のファイル出力								
29										震度	全壊率			震度	成功率			
30										4以下	0			4以下	67			
31										5強	0			5強	87			
32										6強	0			6強	87			
33										6強	0			6強	87			
34										7	55			7	15			
35										6強	15			6強	30			
36										7	55			7	15			

図-5 リスク解析を行うためのアプリケーション

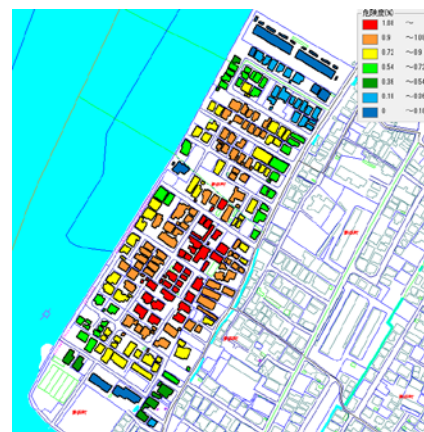


図-6 危険度の表示

4. おわりに

本アプリケーションを利用すると、比較的簡単に延焼解析と延焼解析に基づく建物ごとのリスク評価を行うことができる。風向・風速・震度や地震発生 の時間帯等を変えることで、それらの影響も確認することができる。

【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, 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.