

市街地火災の対策立案のための評価ツール開発

Development of the Fire-Resistance Performance Assessment Tool for Planning to Mitigate City Fire Hazard

○岩見 達也¹, 竹谷 修一¹
Tatsuya IWAMI¹ and Shuichi TAKEYA¹

¹国土交通省 国土技術政策総合研究所
National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism,

There are many densely built-up districts that are vulnerable against earthquakes in Japan. So we developed advanced city fire simulator that can evaluate fire-resistance performance of such districts to help local authorities or others to make plans for city improvements. Functions of the simulator are mainly as follows; (1)import and edit of building data, road data, aerial photograph and so on., (2)visualization of building and other data, (3)estimation of fire-resistance performance, (4)animation of the spread of the fire movement and so on.

Keywords : advanced city fire simulator, special permissions in the zoning code of Building Standard Law
fire-resistance performance evaluation

1. はじめに

都市再生本部は、大都市を中心として、特に大火の可能性の高い危険な市街地（以下、「密集市街地」という。）が平成 13 年時点で全国 8,000ha 存在すると指摘し、平成 23 年度までに密集市街地の最低限の安全性を確保することを目標に、都市再生プロジェクトとして「密集市街地の緊急整備」を決定¹⁾しているが、未だ達成の目処は立っていない。

広範な密集市街地すべてについて道路拡幅等の基盤整備による安全性の向上を図ることは現実的ではなく、住民、地権者による自主的な建物更新や改修による難燃化を加速することが重要となる。

しかしながら、密集市街地では、経済的、動機的な要因の他、敷地が狭小のため現行の建築基準法に従って建築すると十分な床面積が確保できないあるいは、接道状況が不良で建築できないなどの法的な要因により、自主的な建物更新が進みにくいことが指摘されている²⁾。

法的な要因に関しては、建築基準法において、特定行政庁が認めれば、接道要件の緩和や斜線制限の適用除外などが可能となる特例的手法が定められているが、これを認める基準が明確ではなく、特定行政庁も緩和に対して慎重²⁾になっているのが実情である。

本報では、地方公共団体が住民の自主的な更新や改修を促進するための法的な要因の緩和を行うための基準策定や、防火的改修の誘導等の対策効果を比較検討し有効な対策を立案する際に活用できる評価ツール（以下、「評価ツール」という。）に関して、開発の途上段階にある現在の状況について報告する。

2. 評価ツールの概要

評価ツールの利用には評価に必要なデータの整備が欠かせないが、実用性を高めるためには既存 GIS データの読み込み、簡便な編集による対策実施後のデータ作成等が容易にできることが重要である。

また、操作方法の習得が容易であること、評価結果が分かりやすく表示できること、評価結果の検索や複数の結果の比較が容易であること等が求められる。

これを踏まえて、評価ツールに表 1 に示す機能を実装している。

表 1 評価ツールの主な機能

○データ整備に関する機能	
建物、塀柵データ新規作成、編集、削除	
建物、塀柵データのシェープファイル読み込み	
標高データ（基盤地図情報数値標高モデル）読み込み	
空中写真等の画像データの読み込み	
道路中心線ネットワークデータ（独自形式）読み込み	
道路中心線からの壁面後退自動編集	
道路斜線に応じた階層ごとの壁面後退自動編集	
編集内容の履歴管理（保存・呼び出し）	
○表示に関する機能	
（シミュレーション結果の表示に関するものを除く）	
建物構造等の属性に基づく着色表示	
標高差、鉛直方向の位置関係を把握可能な立体表示	
異なる市街地条件、異なる視点から市街地の並列表示	
○シミュレーション実行に関する機能	
シミュレーション用データ書き出し	
シミュレーション条件の保存・呼び出し	
シミュレーション実行	
シミュレーション結果の保存・呼び出し	
○シミュレーション結果の表示に関する機能	
建物のシミュレーション結果における出火時刻に基づく着色表示	
経過時間に応じた火災性状のアニメーション表示	
延焼動態の表示	
複数の市街地条件、シミュレーション条件に基づくシミュレーション結果の並列表示	
経過時間ごとの焼損状況の集計、及びグラフ表示	

3. 市街地火災シミュレーションモデルの概要

(1) 市街地火災シミュレーションモデルの要件

評価ツールは、道路斜線制限の影響の評価が可能である必要があることから、階層ごとに異なる平面形状、室内空間の空間構成の建物の火災性状を評価することが可能なものである必要がある。また、防火改修の効果を評価できることも必要であるが、ここで対象とする防火改修として、開口部への防火設備の設置、内装材の防火性能強化など、個別部材の防火性能の向上といった部材単位の改修の影響を評価できるものを目指した。

(2) 市街地火災シミュレーションモデル

詳細は省略するが、前節の要件を満足するため、建物内部の火災性状予測モデルとして、式1~4に示す保存式及び状態式を解いて各室内の温度及び化学種濃度を求める一層ゾーンモデルを採用した³⁾⁴⁾⁵⁾。

$$\frac{d}{dt}(\rho_i V_i) = \sum_j (\dot{m}_{ji} - \dot{m}_{ij}) + \dot{m}_b \quad (式1)$$

$$\frac{d}{dt}(c_p \rho_i T_i V_i) = \dot{Q}_{b,i} - \dot{Q}_{f,i} - \sum_j (\dot{Q}_{d,ji} + \dot{Q}_{m,ji}) + \sum_j c_p (\dot{m}_{ji} T_j - \dot{m}_{ij} T_i) + c_p \dot{m}_b T_b \quad (式2)$$

$$\frac{d}{dt}(\rho_i V_i Y_{X,i}) = \sum_j (\dot{m}_{ji} Y_{X,j} - \dot{m}_{ij} Y_{X,i}) + \dot{\Gamma}_{X,i} \quad (式3)$$

$$\rho_i T_i = \rho_\infty T_\infty \quad (式4)$$

ここで、 m_{ji} は、室 j から室 i へ空間の開口部を通じて流入するガスの質量を表しているが、空間を隔てる間仕切り壁や床は、火災の進行とともに燃焼・脱落が発生しそれに応じて開口部が拡大してゆくものとしてモデル化を行った。また、建物を構成する各部材の防火性能は、燃焼・脱落の発生する時間で定義するものとした。

空間の延焼や建物間の延焼拡大は、主に開口部を通じた火炎・燃焼ガスの噴出による熱移動によって発生することから、部材の防火補強によって燃焼・脱落に要する時間が増大することで、市街地の延焼性状へ影響を及ぼすモデルとした。

4. 利用可能性の確認

図1及び図2に、現在一般に公開されている基盤地図情報を評価ツールに読み込み、市街地火災シミュレーション実行・結果表示の一連の操作を行った際の例を示す。

データは、基盤地図情報の建築物の外周線及び基盤地図情報(数値標高モデル)10mメッシュをそれぞれ国土地理院ホームページよりダウンロードして用いた。

建築物の外周線情報には建物の種類として、堅牢建物、普通建物等のDMの区分で記録され、また、階数や高さ

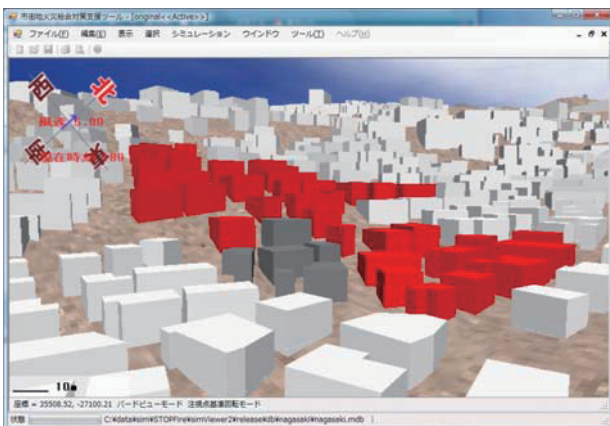


図1 シミュレーション中の表示

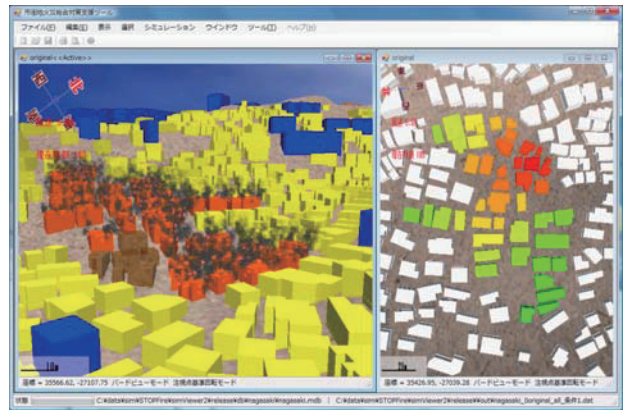


図2 複数視点の並列表示

(左側：構造種別に応じて着色(濃：耐火、淡：防火)
右側：出火時刻に応じて着色、直上から見た市街地)

の情報は有していない。ここでは、堅牢建物を耐火建築物・4階建、普通建物を防火木造建築物・2階建、その他を裸木造建築物・1階建として取り扱った。

利用する際には、精度を要する部分に対してのみ局所的に実態情報を整備し、その周辺は入手しやすいデータで代替する場面が多いと考えられる。正確な建物の高さ・階数情報や建物の防火性能に関する情報に基づく評価結果との整合性の検証が必要となるが、比較的簡便に市街地火災シミュレーションを利用することができた。

5. まとめ

詳細な建物情報に基づく市街地火災シミュレーションを用いて市街地の防火性能を評価し、火災安全性を向上するための方策を検討する際に活用可能な評価ツールを開発し、比較的簡便な操作により市街地の防火性能を評価可能であることを確認した。

今後、詳細データ及び入手容易な代替データに基づく計算精度の検証を進めるとともに、より簡便にデータの整備や対策立案が行えるよう機能の拡充・改良を行い、実用性を高めることを予定している。

記号

t 時刻、 T 温度、 m ガス質量、 Q 発熱量、 ρ 密度、 V 室体積、 Y 化学種濃度、 Γ 生成量、 c_p 空気の定圧比熱

添字記号

i, j, ∞ 対象室、隣室、外部空間のサフィックス、 m 面材、 f 積載可燃物、 b 室内可燃物又はその熱分解ガス、 d 開口部、 X 化学種(酸素/熱分解ガス/水分)、「 \cdot 」は単位時間当たりを示す。

参考文献

- 1) 都市再生本部：都市再生プロジェクト(第三次決定)、[url:http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tosisaisei/dai5/5siryou3.html](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tosisaisei/dai5/5siryou3.html)、2001.12(最終アクセス2010.10.13)
- 2) 勝又 濟、飯田 直彦、竹谷 修一：規制誘導手法を活用した密集市街地の建て替え促進方策に関する研究(その1)研究の位置づけと規制誘導手法活用をめぐる地方公共団体の意向、日本建築学会大会学術講演梗概集、p681-682、2006.9
- 3) 岩見 達也、萩原 一郎：準耐火建築物の火災性状モデル化の試行、日本建築学会大会学術講演梗概集、p165-167、2007.8
- 4) 岩見 達也：建築物の火災時の熱分解速度に関する基礎的検討、日本建築学会大会学術講演梗概集、p29-30、2008.9
- 5) 岩見 達也：市街地延焼予測時の放射受熱量計算手法の改良、日本建築学会大会学術講演梗概集、p303-304、2009.8