

GISシミュレーションを活用した防災まちづくり計画策定支援手法の開発



村上真祥
研究第一部
主任研究員

研究の背景と目的

(1) 阪神・淡路大震災と被害の特徴

平成7年1月17日早朝に発生した兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）は、死者・行方不明約6,400人、負傷者約43,000人、避難者約32万人、建物全壊約10万戸、半壊1万1,000戸、高速道路、新幹線をはじめとする多数の施設に大被害をもたらした。住宅市街地整備の観点からの被害の特徴は以下のとおりである。

老朽木造家屋の倒壊により、高齢者を中心に多数の圧死者が出た。
倒壊した建物のがれきによって道路が閉塞し、避難、消防、救出・救護活動を著しく阻害した。
街区内部の延焼被害は大きかったものの、微風下であったため、道路・公園等の空地、連担する不燃建築物による焼け止まりが見られた。

(2) これまでの都市防災対策と阪神・淡路大震災の教訓

従前の都市防災対策としては、関東大震災（大正12年）等、同時多発火災による面的な延焼被害の教訓から、都市を広幅員道路、大河川、緑地帯等からなる延焼遮断帯で「防火区画」として分割し、沿道の市街地が炎上していても安全に通行できる避難路と、避難者を安全に収容するための十分な有効面積をもつ避難地とのネットワークを形成する「都市レベルの防災対策」が進められており、個別の建物の不燃化・難燃化と相まって一定の効果をあげてきた。

しかし、阪神・淡路大震災の大きな被害の教訓から、老朽木造家屋が連担する防災上危険な密集住宅市街地では、この「防火区画」内の防災性能が不十分であり、個別の建物の耐震・防火性能の向上に加え、道路や小空地等の地区内の比較的小規模な施設の整備によって延焼遅延や避難等

の活動の円滑化を図る「地区レベルの防災対策」が重要であることが明らかとなった。

また、普段からコミュニティが活発に活動している地区では、初期消火や救難救護から避難生活、復興に至るプロセスが円滑に進んだことから、普段から住民と行政の対話によるまちづくり活動を進めていくこと、地区の防災性能や危険箇所を認識することの重要性も指摘されている。

(3) 地区レベルの防災性能向上の技術的課題の検討

こうした地区レベルの防災性能向上のための住宅市街地整備の技術的課題として、以下の3点が挙げられる。

延焼、道路閉塞等の地区の災害に対する危険性を客観的に評価する手法の確立
延焼や避難にかかる地区の防災性能を向上させるための対策手法の確立
計画検討や合意形成を支援する手法やツールの開発

これらの課題の検討・解決を目的として、平成10～14年度において、国土交通省総合技術開発プロジェクト「まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発」（以下、「防災まちづくり総プロ」）を中心とする一連の研究活動が実施された。

本稿では、防災まちづくり総プロの研究成果をもとに、次項で説明する「防災まちづくり共同研究推進会議」及び「防災まちづくり研究会」において共同開発された、GIS（地理情報システム）を活用したビジュアルで平易なシミュレーションシステムである「防災まちづくり支援システム」について紹介する。

なお、（財）国土技術研究センターでは、国土交通省国土技術政策総合研究所及び防災まちづくり共同研究推進会議からの委託業務として、これら一連の研究活動を支援してきたものである。

防災まちづくり総プロと周辺研究の位置付け

防災まちづくり総プロを中心とする一連の研究活動は、学識経験者、研究者、国・地方の行政担当者、まちづくりコンサルタント等の民間企業が連携して行われ、それぞれ以下のような構成と役割分担で進められた（図 - 1）。

（１）防災まちづくり総プロ研究開発委員会

学識経験者、研究者、国・地方の行政担当者から構成され、全体委員会の下に前項の3点の技術課題にそれぞれ対応した分科会、個別テーマを検討するワーキンググループが設置された。研究活動は国土交通省国土技術政策総合研究所及び独立行政法人建築研究所（当初は建設省建築研究所及び土木研究所）を中心に進められ、

- 地区レベルの詳細な防災性能と施策効果の評価技術
- 規制誘導や地区施設の整備等による地区レベルの防災対策技術
- 行政内部や住民の現状認識、計画検討、意思決定等を支

援する手法

について、研究と技術開発が行われた。

（２）防災まちづくり共同研究推進会議

管内に防災上危険な密集市街地を持つ地方公共団体の行政担当者等から構成され、防災まちづくり総プロの研究成果を行政の防災まちづくりの現場で活用することを目的に、防災まちづくりの計画手法の体系的なとりまとめや整備手法の検討、マニュアルの作成、そして、次項で紹介するGISを活用したシミュレーションシステム「防災まちづくり支援システム」の開発（防災まちづくり研究会との共同開発）等が行われた。

（３）防災まちづくり研究会

密集市街地のまちづくりのコンサルタントやGIS技術を持つ企業等から構成され、防災まちづくり総プロの研究成果のコンサルティングでの活用を目的に、事業評価や事業制度の分析、民間のGISの技術力を活用したシミュレーションシステムの開発等が行われた。

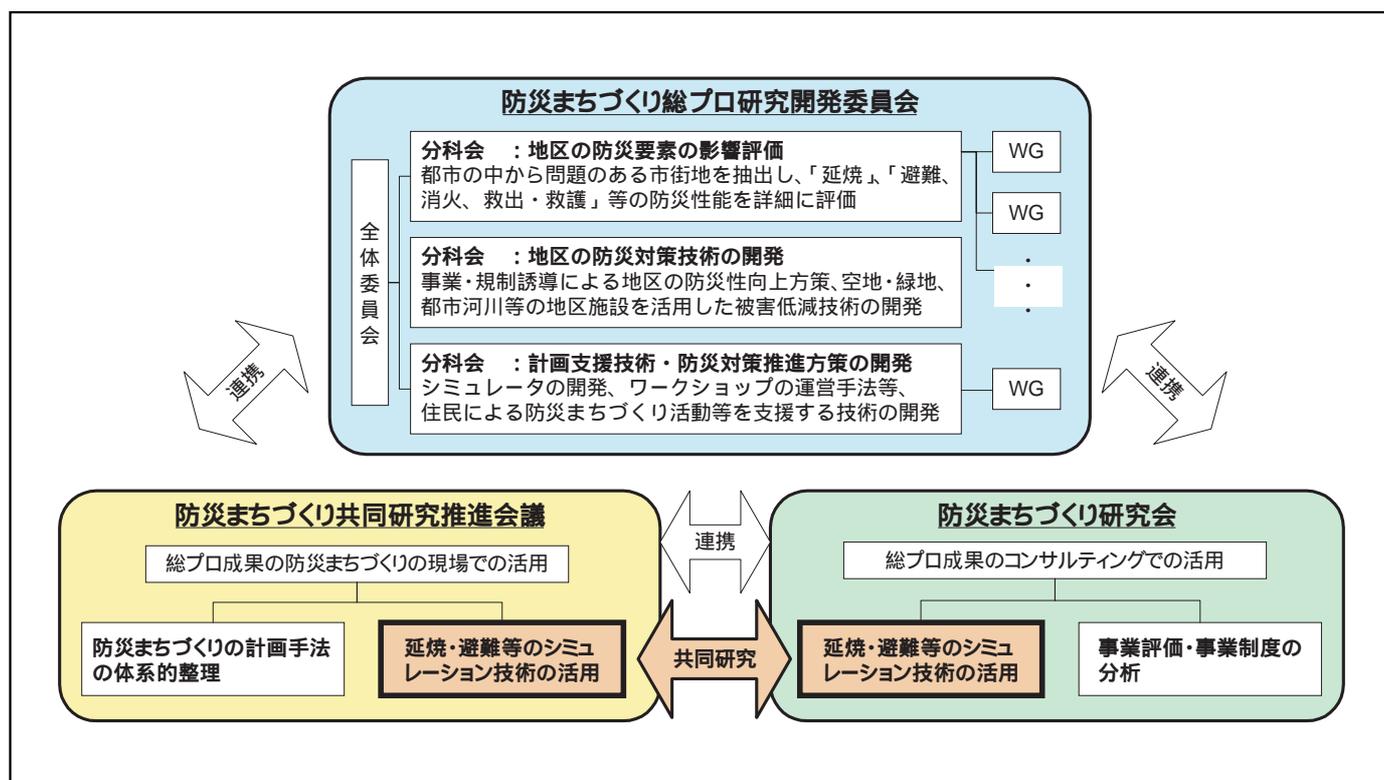


図 - 1 防災まちづくり総プロと周辺研究の位置付け

防災まちづくり支援システム

1 概要

「防災まちづくり支援システム」(以下、本システム)は、概ね100haまでの地区レベルの防災まちづくり計画の作成検討作業の支援を目的とし、GIS上の「現状の市街地」と複数の「計画案」について、地震による建物倒壊や延焼の危険性、道路閉塞による避難、消防、救護・救護活動の困難性等、市街地の防災性能全般の評価を行うものである。

本システムには、防災まちづくり総プロにおいて新たに開発された延焼シミュレーションのプログラムが搭載されており、建物構造等から火災の性状を算定している(図-2)。

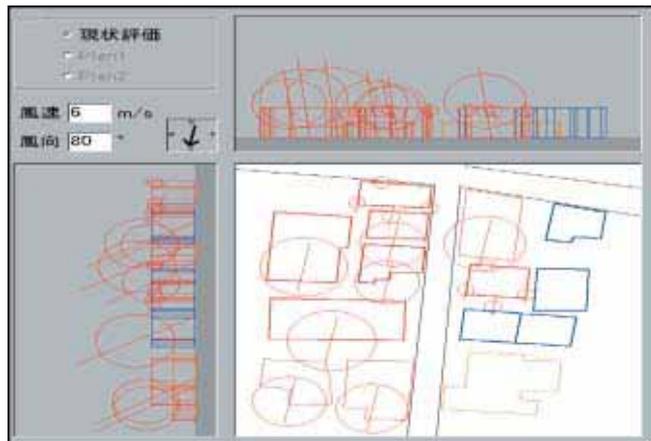


図-2 延焼シミュレーション(防災まちづくり総プロ)

(1) 市街地データの収集・整理

本システムに必要なデータは表-1のとおりである。

(2) 主な機能

街並みの編集機能

既存データの取り込みや、新規のデータ作成により、GIS上で「現状」の市街地データを作成し、さらに、実際の市街地整備において起こる属性の変化、すなわち、

- ・建物の除去、更新、移動、構造変更
- ・道路の拡幅、新設と事業区域内の建物除去、更新等
- ・一時避難場所、消防水利等防災関連施設の配置

を加えて、検討対象となる複数の「計画案」をGIS上で作

表-1 本システムの運用に必要なデータ

分類	データ項目	
	必須項目	整備が望ましい項目
建物	<ul style="list-style-type: none"> ・建物の位置・形状(1/2,500程度の精度) ・構造(木造、防火造、準耐火造、耐火造) ・築年数 ・地上階数 	<ul style="list-style-type: none"> ・用途 ・地下階数 ・建築面積(GISの図上計測で代替可) ・延床面積(建築面積×階数で代替可) ・住戸数 ・開口部の情報(位置・形状、種別)
敷地		<ul style="list-style-type: none"> ・敷地の位置・形状
道路	<ul style="list-style-type: none"> ・道路の位置・形状 ・道路中心線 ・区間別の道路幅員 	
避難・救護	<ul style="list-style-type: none"> ・避難場所の位置・形状 ・一時避難場所の位置・形状 ・救護所の位置・形状 	
その他		<ul style="list-style-type: none"> ・樹木・塀柵等の情報

表-2 主題図

分類	評価指標	目的
延焼シミュレーション	平均着火時間(着火時間等曲線)	延焼しやすいエリアの抽出
	特定の建物から出火した場合の平均焼失面積	被害が拡大しやすい原因エリアの抽出
	地区全体の評価 ・平均焼失棟数、延焼面積	市街地整備の効果の比較検証
アクティビティシミュレーション(避難、消防、救護・救護)	避難の困難性 ・避難に必要な道路の閉塞率 ・避難場所への到達率	避難場所への避難の困難性の高いエリア、障害となる路線の抽出
	消火活動の困難性 ・消火活動に必要な道路の閉塞率 ・消防水利への到達率 ・消火対象への到達率	消防活動の困難性の高いエリア、障害となる路線の抽出
	救出活動の困難性	救出活動の困難性の高いエリア、障害となる路線の抽出
	救護所への移動困難性	救護所への移動困難性の高いエリア、障害となる路線の抽出
	地区全体の評価 ・平均道路閉塞率(目的別) ・平均到達率(目的別)	市街地整備の効果と比較検証する

成・保管することができる。

防災性能の評価機能

地震の規模、風向・風速、出火点を設定し、「現状」および「計画案」の市街地において、倒壊、出火、延焼、道路閉塞、避難、消防、救護・救護等の個々の防災性能の評価を行い、評価指標ごとの主題図として表示することができる。

事業費の概算機能

個別の「計画案」について、除却費、補償費、用地買収費等を概算して簡便な事業費の比較を行うことができる。

2 延焼シミュレーション

以下に、実際の手順に沿って延焼シミュレーションの機能を解説する。

(1) 初期条件の設定

初期条件として地震の規模等を任意に設定する(図-3)。

地震の規模

当該地区で想定される地震の被害想定等に基づいて設定。

風向・風速

地区の平均的な気象条件に合わせて設定。道路等の延焼遮断効果を際立たせて比較しやすくするために極端に大きく(小さく)設定する場合も考えられる。

出火点の設定

複数の建物に任意に設定する。a) 季節や時間帯、居住者属性や建物用途から現実に出火の危険性が高い建物に設定、b) 道路等の延焼遮断効果を見るために意図的に偏在させる、c) 市街地の平均的な防災性能を見るためにメッ

シュ上に均一に配置する、等が考えられる。

(2) 「現状」の市街地の防災性能の評価

以上の初期条件を設定し、延焼シミュレーションを行う。結果は着火・焼失までの時間で表現される(図-4)。

(3) 「計画案」の作成

「現状」の市街地の火災に対する防災性能の向上を図るためには、区画整理や再開発による同時かつ面的な建物更新、道路の新設・拡幅・沿道建物の不燃化や小空地・緑地の整備、個々の建物の共同化・不燃化、消防水利の設置など、施策効果、事業費、事業期間、整備後の市街地像が異なる様々な施策が考えられる。これらの施策を適用した後の街なみをGIS上で個々の「計画案」として作成する(図-5)。

(4) 「計画案」の市街地の防災性能の評価

これらの個々の施策またはその組み合わせによる複数の「計画案」について、同一の初期条件を適用して延焼シミュレーションを行い、それぞれの防災性能の評価を行う(図-6)。



図-3 初期条件の設定(赤円内が出火点、北東の風2m)



図-5 赤だ円内の建物を不燃化(青表示)した「計画案」の市街地



図-4 「現状」の市街地の延焼(出火120分後、黒:焼失、赤:延焼中)



図-6 「計画案」の市街地の延焼(出火120分後、黒:焼失、赤:延焼中)

3 アクティビティシミュレーション

アクティビティ（避難、消防、救難・救護）については、建物の構造・建築年数と前面道路幅員から、道路ネットワークの閉塞確率を計算している。

(1) 避難の困難性

個々の建物から一時避難場所までのルートが沿道の建物の倒壊によって閉塞する危険性と、閉塞する避難ルートしか持たず、一時避難場所に到達しにくい建物を示す（図 - 7）。これらにより、避難が困難なエリアを抽出するとともに、「計画案」として道路が整備された場合と比較することにより、避難に関する施策効果を評価できる。

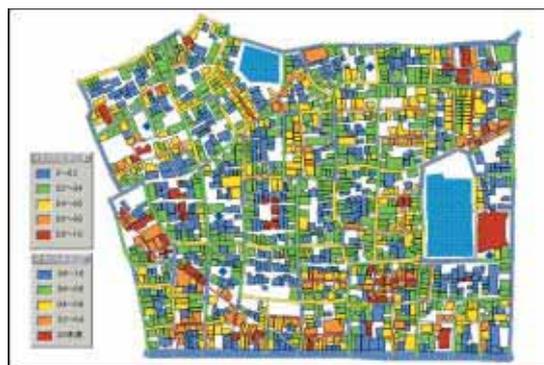


図 - 7 避難の困難性

(2) 消火活動の困難性

耐震性貯水槽等の消防水利から通常の消防ホース（L = 200m）が届く範囲を半径約140mの円で表現し、消防水利からのルートの閉塞の危険性を示す（図 - 8）。消火栓が破損し、消防隊の展開も間に合わない場合に、消防団等が消防水利を起点として初期消火可能な建物を示し、消防水利新設等の施策効果を評価できる。



図 - 8 消火活動の困難性

(3) 救出・救護の困難性

道路の閉塞状況から、地区内の移動の困難性を評価し、救出・救護活動が困難になるエリアと障害となる恐れのある路線の抽出を行うことができる。



4 事業費の概算

個々の施策の比較検討を行う際に重要な判断材料となるのが事業費である。限られた予算の中で施策展開を行う場合、施策効果は高くても事業費が大きく、整備完了までに長い期間を要する施策と、施策効果は比較的小さいものの事業コストが小さく、短期間で施策効果が発現できる施策の比較を行うようなケースが考えられる。

本システムは、こうした場合の行政内部や地域での施策展開の意思決定を支援するために事業費を概算する機能を備えている（図 - 9）。また、GISの特長として、道路の新設や拡幅区域にかかる建物の棟数も自動的に算定されるため、補償のための事務量の推計等も可能である。

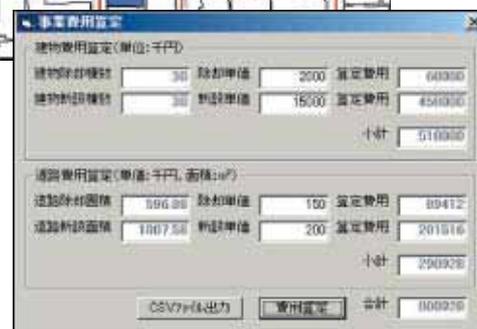


図 - 9 事業費の概算

システムの活用イメージ

本システムが防災まちづくりの現場で活用される場面としては、以下のようなものが想定される。

(1) 住民による地区の防災上の課題の認識

「現状」市街地の防災性能の評価をビジュアルに表現できることから、ある条件下で地震災害が発生した場合に、倒壊、延焼、避難困難など、自分の住宅が直面する被害の危険性を個々の住民が具体的に認識することができる。

また、周辺の地区の中で、例えば高齢者が多く住んでいるのに、道路閉塞によって避難や救護活動が困難になる危険性が高いエリアなど、地域の特性と合わせた潜在的な課題がイメージしやすくなる。

(2) 行政担当者、コンサルタントによる計画検討の支援

複数の計画案の作成、防災性能の評価、相互の比較検討が容易になるため、短期間で客観的な防災施策の検討を行うことが可能になる。また、「道路整備」と「消防水利設置」のように、従来直接比較することが困難であった異なる分野間での施策検討が容易にできるようになる。

(3) 住民ワークショップ等における詳細な検討の支援

住民自らが行うワークショップやまち歩きによって、市街地の詳細な現況確認や、壁面や開口部の位置等のデータを収集することにより、現場に即したより詳細なシミュレーションと具体的な改善案の検討が可能になる。

(4) 庁内会議、地元協議会等での意思決定の支援

パソコン上で稼働し操作が容易であることと、また事業費の簡易算定機能を備えていることから、庁内会議や地元協議会等での有力なプレゼンテーション、意思決定支援ツールとして活用できる。

今後の課題

以下に本システムの今後の課題を述べる。

(1) GISデータの整備

前述した本システムの運用に必要なデータ項目の中には、

現在多くの地方公共団体において都市計画基礎調査等の定期的な調査項目となっていないものもあり、今後、データの初期整備や更新方針の検討とデータ精度の向上が必要である。

(2) 対応する市街地や災害の拡大

本システムは、斜面市街地等の特殊な市街地や、津波や液状化等の他の地震災害のシミュレーションには対応していない。今後、対応できる市街地タイプや災害の種類を拡大し、住環境の安全性を総合的にシミュレーションできるツールとして発展させていく必要がある。

(3) システムの普及と改善

今後、本システムが各地の防災まちづくりの現場で使用されていくことにより、運用面での問題点や課題が出てくることが想定される。これらの情報がフィードバックされ、システムの改善に向けて整理されるような仕組みづくりが必要である。

おわりに

市街地の防災性能の向上のためには、地域の行政と住民が現状の市街地が持つ危険性を具体的に把握することが重要である。その上で、投入できる予算や労力、災害時の危機管理体制に合わせた地域ごとの対策を検討、選択していくことになる。本システムが、これらの局面で有効に活用されることを期待したい。

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所（旧建設省建築研究所・土木研究所）平成10～14年度、「総合技術開発プロジェクト まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発 報告書」
- 2) 防災まちづくり共同研究推進会議、平成10～14年度、「防災まちづくり共同研究推進会議 報告書」
- 3) 防災まちづくり研究会、平成10～14年度、「防災まちづくり研究会 報告書」
- 4) 防災都市づくり研究会 編、平成15年2月、「都市再生のための防災まちづくり 密集市街地再生戦略」
- 5) 都市防災実務ハンドブック編集委員会 編、平成9年9月、「都市防災実務ハンドブック 地震防災編」

注：本稿中の図版は、防災まちづくり共同研究推進会議及び防災まちづくり研究会において共同開発された「防災まちづくり支援システム」(4版)で作成したものである。