

# 建物倒壊による道路閉塞シミュレーションシステムの開発

住宅・都市研究グループ 研究員 阪田 知彦

## はじめに

大地震発生時の密集市街地では、多くの建物や塀柵が倒壊し、そのガレキによって道路が塞がれ、避難や救援・救護などに多大なる支障を来すことが経験的に知られている。この研究は、「ガレキによって道路が塞がる現象」=「道路閉塞」を引き起こす様々な要因のうち、建物の倒壊による道路閉塞が発生しそうな場所を地理情報システム（GIS）上でシミュレートしようとするものである。こうした観点からのシミュレーション技術はこれまでも実現されたものがあるが、本研究で開発中のものは、「自分の家の前で道路閉塞が起こるかどうかが」までを詳細にシミュレーションすることを目標としている。これが実現されると、自分たちの街のどの箇所道路閉塞が起こりやすいかを視覚的に知ることができ、より安全・確実な避難ルートを考えることが可能となる。

以下では、試作したシステムの概要および、計算結果、今後の課題について概説する。

## システムの概要

システム内での処理の大まかな流れを図1に示す。本研究での道路閉塞シミュレーションの基本は、個々の建物が倒壊した際に発生する瓦礫の発生領域をモデル化し、この瓦礫と道路の幾何学的な関係より道路の閉塞箇所を計算したものを道路データ（ネットワークデータ）に出力するものである。

今回試作したシステムの主な性能要件は、次の2点である。  
性能要件1：リンク内部の道路閉塞状況の把握

「自分の家の前で道路閉塞が起こるかどうかが」までを詳細にシミュレートするために、「各ノード（交差点）からどれくらいリンク内部へ到達可能か」を、通行物ごとに算出し、ネットワークとして生成する。

性能要件2：次の複数の倒壊建物の抽出ロジックを同一システム内に実装すること

- ・モンテカルロシミュレーション（実験的に）求める
- ・他のシミュレータで算出された倒壊建物の情報（属性）を活用

次に、本シミュレーションで用いている考え方の主なもの

として、「仮想瓦礫生成モデル」（図2）と「道路閉塞判定モデル」（図3）を示す。「仮想瓦礫生成モデル」では、建物の周囲にある幅のバッファを生成することで、これを仮想的な建物の倒壊による瓦礫流出（以下、仮想瓦礫、と呼ぶ）範囲と見立てるアイデアを用いた<sup>(1)</sup>。次に「道路閉塞判定モデル」では、その場所における通行可能距離（幅）を基に通行物による通行可能性を判定するといったことが求められるため、今回は、次のような方法を新たに開発した。まず、リンクと直行する線分を瓦礫幅よりも十分に短い間隔で生成する（以下、閉塞判定ラインと呼ぶ）。閉塞判定ラインと閉塞していない道路ポリゴン（仮想瓦礫図形と道路ポリゴンの交差部分を除外した図形。以下、非閉塞ポリゴンと呼ぶ）の幅員方向の交点を求める。最後に、この交点間距離を通行可能距離とし、道路ネットワークデータに属性として付与する（図3）。

以上の整理を受けてシミュレーションシステムを構築した。ベースとなるGISにはSIS6.0（インフォマティクス社製）を用いた。また開発言語はVisualBasic6.0を用いた（図4）。

本システムは、入力データとして建物ポリゴン、道路ポリゴン、道路ネットワークを用いる。これらはいずれも、都市計画GISなどから多少の修正を加えることで取得可能なデータである。

## テストシミュレーション例

構築したシステムでのシミュレーションの例として、モンテカルロシミュレーションを行ったものを示す。今回のテストでは、東京都荒川区の町屋周辺を対象として採り上げた。結果の出力例を図5に示す。ここで示しているのは、人が通行することを想定した場合の道路閉塞確率である。システムの画面では、赤くなるほど閉塞する危険性が高く、避難などに支障が生じると考えられる場所を示している。リンク内部の道路閉塞状況をシミュレートする事により、避難や救援救護の困難な地域を詳細に描き出すことが可能となった。

## まとめと今後の展開

建物倒壊による道路閉塞予測のためのシミュレーション

システムを試作した。特に今回はリンク内の道路閉塞の状況を詳細に判定できる方法を開発した。この方法は、シミュレーションの詳細さの観点からは最も詳細に予測可能な方法であると考えられる。しかし、現段階ではシステムのチューニング不足から、計算時間がかかること、領域の大きさと判定の詳細さによって適用出来る状況が限られること、などが問題として残っている。また、シミュレーション結果の描画方法や運用・利活用イメージについても、さらなる検討が必要である。

本稿は、文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクト「建物倒壊および道路閉塞のシミュレーション技術の開発」(研究代表者：寺木 彰浩)における平成 15 年度研究成果の一部をとりまとめたものである。また詳細は、阪田・寺木(2004)を参照されたい。

【注釈】

(1)バッファを仮想瓦礫範囲として見立てるということは、建物の周囲に等確率で瓦礫が発生することを仮定していることになる。実際の瓦礫の流出状況と比較すると、このように建物の周囲に等確率で瓦礫が発生するというはむしろ希なことであるため、リアリティを欠く方法であるという批判的な意見もある。しかし、少なくともこのバッファによる方法は、防災性能評価という観点からは安全側に働いていると考えることができる。

【参考文献】

阪田 知彦・寺木 彰浩(2004)リンク内部の道路閉塞状況の予測を目的とした建物倒壊による道路閉塞シミュレーションシステムの開発, 地理情報システム学会大会講演論文集, 175-180。

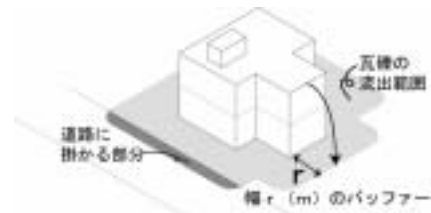


図2 仮想瓦礫生成モデル

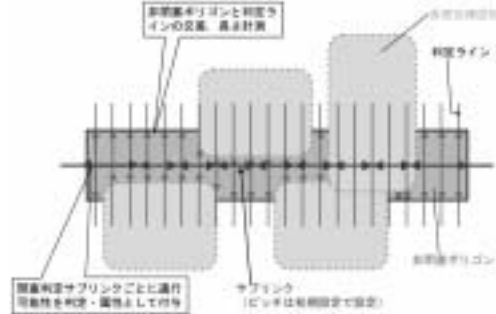


図3 道路閉塞判定モデル(道路部分)



図4 システム画面



図5 計算結果例 (画面上では、赤い箇所ほど閉塞しやすいことを示している)



図1 システムの処理フロー