

地震発生時に道路閉塞の危険性を伴う建築物の抽出手法の検討

小澤淳眞・佐藤俊明・島村秀樹

Examination of the extraction technique of the buildings which block a road during earthquake

Atsumasa OZAWA, Toshiaki SATOH and Hideki SHIMAMURA

Abstract: It is very important to evaluate danger of road blockades caused by collapse of buildings, when the earthquake occurs. In this paper, we examined the technique of extracting the buildings which block roads during earthquake with high precision. The features of this technique are using DSM data and house polygon data and performing building extraction automatically.

Keywords: 空間解析 (spatial analysis), 表層モデル (digital surface model), 防災 (disaster prevention)

1. はじめに

国土交通省では平成7年に発生した阪神淡路大震災を教訓とし、地震による建築物の倒壊等の被害から国民の生命や財産を守るために、建築物の耐震改修の促進に関する法律（以下、耐震改修促進法）を制定した。この法律の中で、地震によって倒壊した場合に、その敷地に接する道路の通行を妨げ、多数の者の円滑な避難を困難とする恐れのある建築物（耐震改修促進法6条3号）について耐震化を促進している。従ってこれに該当する建築物を把握することが防災上重要となる。

これまで耐震改修促進法6条3号建築物の抽出については、都市計画基礎調査や課税台帳等の建物階数データを使用することが多かった。また実際の抽出は作業員がGISを使い、建築物の高さと前面道路までの距離から、耐震改修促進法6条3号建築物に該当するかの判断を行う場合が多かった。

しかし、この方法では建築物の階数情報から建築物の高さを推測する必要があるため、高さの精度に問題がある。また、作業員が建築物1棟1棟

をすべて判断するため、人為的なミスを引き起こしてしまう可能性もある。

この問題を解決するため、DSM(Digital Surface Model)データを用いた自動処理による耐震改修促進法6条3号建築物の抽出手法を考案した。

2. 耐震改修促進法6条3号建築物の定義

耐震改修促進法（国土交通省，2007）に定められている6条3号建築物の定義を表1に示す。

表1 耐震改修促進法6条3号建築物の定義

前面道路を閉塞させる建築物
①前面道路幅員が12mを超える場合 幅員の1/2に前面道路の境界線までの距離を加えた高さを越える建築物（図1）。
②前面道路幅員が12m以下の場合 6mに前面道路の境界線までの距離を加えた高さを越える建築物（図2）。

本論文では、この耐震改修促進法の既定に基づいて建築物の抽出を行う。なお、一般に耐震改修促進法6条3号建築物は各自治体で定めた緊急輸送道路について抽出することが多く、本論文でも緊急輸送道路を対象に説明を行う。

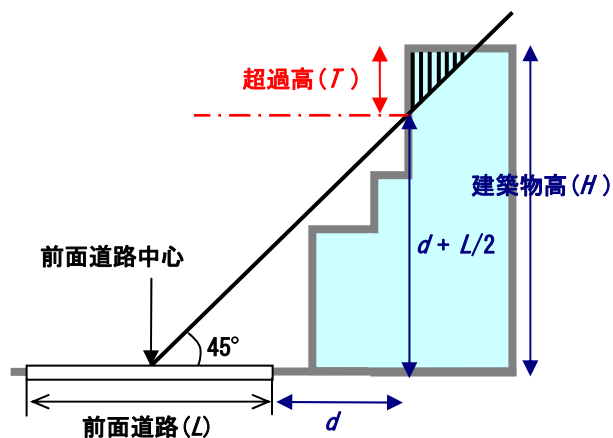


図 1 緊急輸送道路の幅員が 12m を超える場合

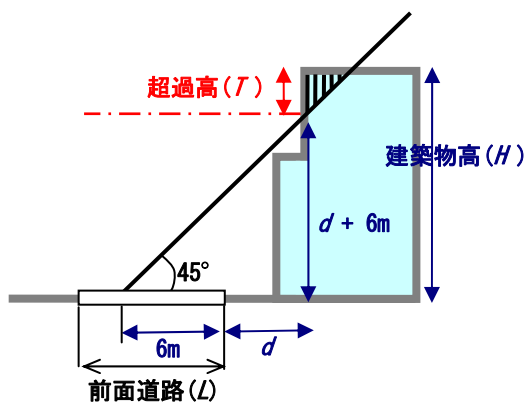


図 2 緊急輸送道路の幅員が 12m 以下の場合

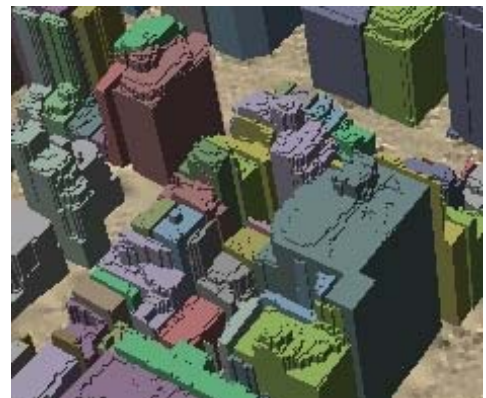


図 3 DSM の例

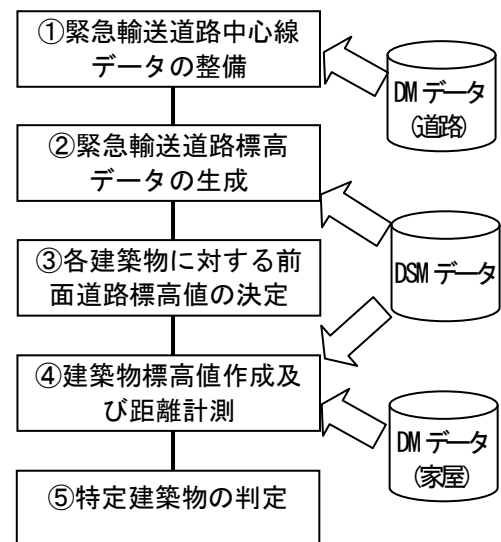


図 4 提案手法のフロー

3. 提案手法

3. 1 利用データ

本論文では DSM データ（図 3）を標高値として用いる。DSM データは、航空機レーザ計測データや、デジタル航空写真を基に作られ、広い範囲の精密な標高データを取得することができる。

また、本論文ではデジタルマッピングデータ（以下、DM）も用いる。ここで DM とは航空写真データを使用して作成した高精度な地図データであり、家屋ポリゴンデータや道路データも含まれている。

3. 2 自動抽出方法

本手法による具体的な抽出方法を図 4 に示し、以下に内容を記す。なお、下記の番号は図 4 のフロー番号に対応している。

① 緊急輸送道路中心線データの整備

DM から緊急輸送道路の中心線をラインデータとして整備する。

② 緊急輸送道路標高データの生成

(1) ①で作成した中心線データ（図 5 赤線）に対して 5 m ごとに中心線ポイントデータ（図 5 黄点）を生成する。

(2) 中心線ポイントデータに対し、バッファ処理を施す(図5黄丸)。バッファの大きさは、隣接するポイントから発生させたバッファポリゴン同士が重ならない程度の大きさとする。図5の例では、バッファの大きさは半径2mの円としている。次に、バッファ内に含まれるDSMの標高値の中で最小のものを道路標高値とし、中心線ポイントデータに付与する。この手法をとることにより、中央分離帯や自動車等の影響を小さくすることが可能となる。



図5 緊急輸送道路標高値作成例

(3) (2)の処理を行っても道路標高以外の高さを取得してしまうことがある。このため、前後の中心線ポイントデータの標高値から不適切な部分を抽出し、手作業で修正を行う。具体的には、前後のポイントデータの標高差が1m以上ある箇所をエラーとして抽出し、目視点検と修正作業を行う。

③ 各建築物に対する前面道路標高値の決定

緊急輸送道路を前面道路とする各建物ポリゴンから1mごとにバッファを発生し、最初に含まれるポイントデータの標高値を、対象建築物に対する前面道路標高値とする。なお、建物ポリゴンバッファに含まれるポイントデータが複数あった場合は、最大40点までを前面道路標高値とし

て採用する。なお、最大40点としたのは、あるエリアで検証した結果、40点を超えるケースが無かったためである。

図6は黄緑線で囲まれた家屋に注目し、8mのバッファ(黄緑点線)を発生させたものである。矢印で示した3つのポイントデータが最初に含まれるポイントであり、この3点を前面道路標高とする。

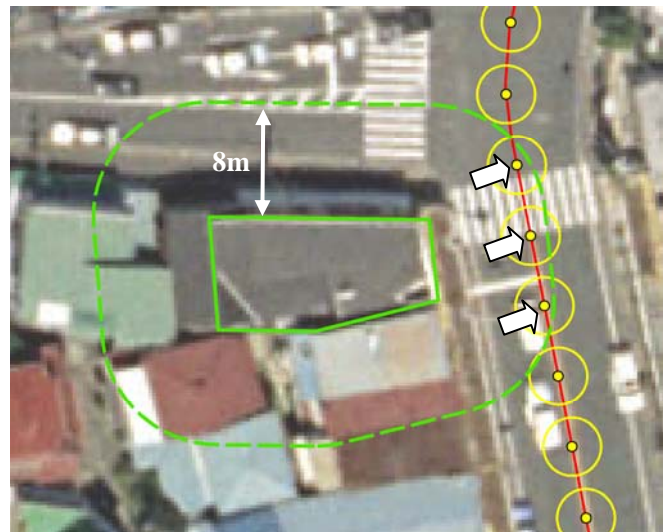


図6 道路標高付与例

④ 建築物標高値作成及び距離計測

緊急輸送道路を前面道路とする各建物ポリゴンに含まれるすべてのDSMピクセルに対し、③で採用された中心線ポイントデータまでの距離を計測する。図7にGIS上で表示したDSMと建物ポリゴンの様子を示す。赤線が建物ポリゴンデータ、モノクロ画像がDSMデータを表している。図7拡大図に示す通りDSMデータは格子状のデータとなっている。

また同時に、対象の建築物が耐震改修促進法6条3号建築物の基準値をどの程度超えているかを表現した超過高(T)を計算する。建物ポリゴン内のピクセル i における中心線ポイントデータ j との標高差を $H_{ij}(m)$ 、前面道路縁までの距離を $d_{ij}(m)$ 、前面道路幅員を L 、建物ポリゴン内のDSMピクセル集合を A 、計算対象の中心線ポイントデータ集合を R とすると、超過高は下記の式で表すことができる。

・ $L > 12\text{m}$ のとき

$$T = \max\{H_{ij} \cdot (d_{ij} + L/2) \mid i \in A, j \in R\}$$

・ $0 < L \leq 12\text{m}$ のとき

$$T = \max\{H_{ij} \cdot (d_{ij} + 6) \mid i \in A, j \in R\}$$

計算された超過高は、建物ポリゴンに属性として付与する。

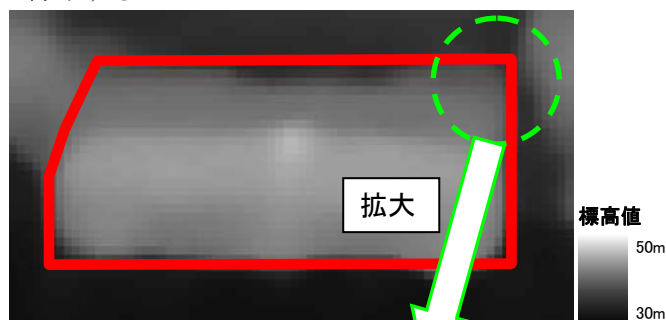


図7 建物ポリゴンと DSM データ

⑤ 特定建築物の判定

④で計測された結果を基に、 $T > 0$ であれば耐震改修促進法 6 条 3 号建築物とする。

4. 提案手法の適用例

図 8 は適用結果の一例である。緑線が建物ポリゴンデータ、紫線が道路縁データ、赤点線が道路中心線データ、モノクロ画像が DSM データを表す。建物ポリゴン中のアスタリスク (*) は超過高が計算された場所を示している。

これまでの手法では、1 つの建築物に対して 1 個または数個の代表的な高さしか与えられていなかったため、複雑な形状の建築物に対しての精度はあまり高くなかった。提案手法では建物ポリゴンに含まれる全ての DSM ピクセルについて判定

を行うため複雑な形状の建築物に対しても正確な判断が可能である。

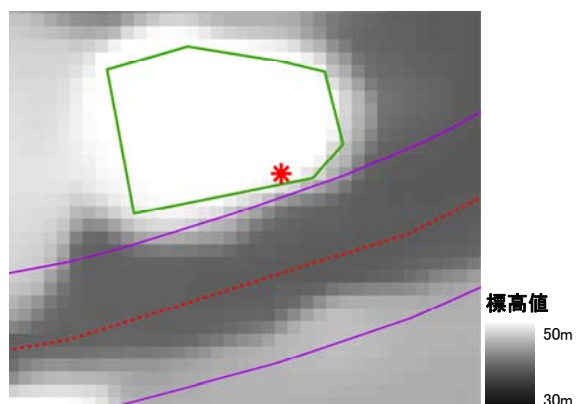


図8 詳細解析の一例

5. まとめと課題

耐震改修促進法 6 条 3 号建築物について、抽出精度を向上させる手法を提案した。提案手法を実際に適用し、これまで判定精度に問題があった形状が複雑な建築物でも、正確な判定が可能であることを確認した。また自動処理による抽出のため、人為的なミスを防ぐことも可能である。

一方で、建物ポリゴン境界部分の DSM ピクセルは、建物部分の高さと建物以外の高さが混在した状態になっている可能性が高い。このため、この部分の高さは建築物の高さを正しく捕らえていない場合が多い。この問題に対する対応策としては、建物ポリゴンより 1 ピクセル分程度小さい範囲で解析を行う方法が考えられるが、解像度の荒い DSM や微小な建築物については別の有効な手段を考える必要がある。

参考文献

国土交通省(2007) 改正耐震改修促進法のポイント及び関連制度の概要.<
http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/07/070125_4/01.pdf>