

個別建物を考慮した浸水解析格子の自動構築に関する一考察

首都大学東京 大学院都市基盤環境学域 学生会員 ○田内 裕人
 首都大学東京 大学院都市基盤環境学域 正会員 天口 英雄
 首都大学東京 大学院都市基盤環境学域 正会員 河村 明

1. はじめに

家屋や事業所などの建物に資産が集中している都市流域においては、豪雨浸水被害に対するきめ細かな減災対策のために個々の建物の浸水特性を考慮した様々なシナリオ分析が重要である。著者らは、個別建物の浸水過程を考慮可能な洪水流出・浸水解析モデルを提案し、都市流域の錯雑な雨水・下水道システム、道路、河道、そして街区に内在する建物、駐車場、緑地などを精緻に表現した地物データGISを用いて個別建物の浸水深を計算している¹⁾。地物データGISは現在手作業によって多大な労力をかけて構築しているため、個別建物を考慮した浸水解析格子を自動的に構築することができれば、本モデルを容易に他流域へ適用することが可能となる。そこで本研究では、個別建物を基準とした街区内の浸水解析格子を自動的に構築する手法について検討した。

2. 個別建物を考慮した浸水解析格子

図-1は本研究で構築を目指す個別建物を考慮した浸水解析格子の一例であり、以下にその条件を示す。まず、個別建物の浸水深が計算できるように、a) 解析格子は建物毎に独立したポリゴンであることが必要である。また計算負荷低減の観点から、b) 解析格子は単純形状であること、そして、内部の建物面積に影響されるものの、c) 解析格子の面積は概ね均一であることが望ましい。

3. 浸水解析格子の自動生成アルゴリズムの検討

浸水解析格子の自動構築手順を図-2に示す。入力データは街区ポリゴンおよび建物ポリゴンである(図-2 a))。なお、本研究ではESRI社のArcGIS²⁾に付随する共通基盤コンポーネントのVisual Basic for Applicationsにより開発を行っている。

まずは、条件b)を満たすために、ArcGISのツールとして提供されるポリゴン単純化ツール³⁾で建物ポリゴンを単純化する(図-2 b))。本処理で用いるパラメータは単純化許容値 S_c であり、例えば図-2 a)に示す S_c を用いた場合、 S_c より幅が小さなギャップの破線領域は消滅する。すなわち単純化許容値 S_c を大きな値に設定すると元のポリゴン形状は失われて単純化が進行する。

次いで、CG分野などで用いられるスケルトン法³⁾を応用し、街区を個別建物の支配領域に分割する。スケルトン法はポリゴンの骨格を形成する手法であり、ポリゴンを構成する全ノードにおいて発生させた二等分線が交差する線分を逐次統合する事で図-2 c)のようになる。スケルトン法の利点は、骨格がすべて直線の線分として発生するため、一般的な領域分割法であるティーセン分割法などと比較して要素が単純形状となることである。本研究では建物外周の各線分からの距離が最大延長距離 L_{max} となるまで延長し

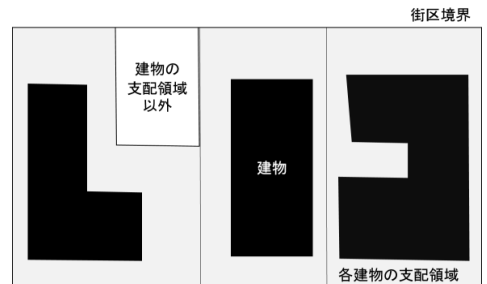


図-1 理想的な個別建物浸水解析格子

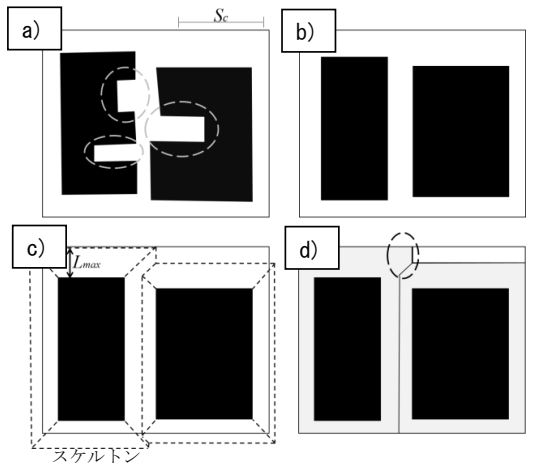


図-2 ポリゴンの単純化とスケルトン法による浸水解析格子の構築手順

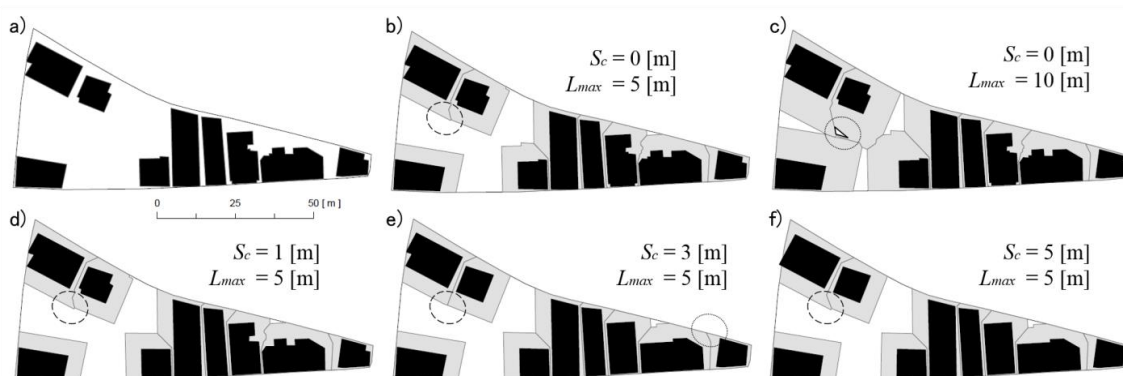


図-3 個別建物浸水解析格子の自動生成結果. それぞれa) 対象とした街区および建物およびb)-f) 入力とした単純化後の建物と各建物の支配領域を示す.

(図-2 c)), 建物境界を拡張した骨格領域を浸水解析格子とする. なお, 図-2 d) の破線で囲んだ領域に示す浸水解析格子の突出部については, 単純化する処理が新たに必要である.

4. 街区への適用

図-3は本手法による個別建物を考慮した浸水解析格子の自動構築結果を示している. 図-3 a) は対象とした街区と建物を, 図-3 b), c) はそれぞれ, $S_c=0\text{m}$ すなわち建物の単純化を行わず, L_{max} を5m, 10mと設定した際の個別建物浸水解析格子を示す. これらの図から, 本手法で各建物の支配領域の大きさを任意に制御できることが見て取れる. またc)の点線で囲んだ領域には, 建物を含まない微細な要素が発生している. これはスケルトン法では建物以外の領域の形状を考慮していないために生成された要素であり, こうした微細な要素の発生を抑えることが今後の課題といえる. また図-3 d), e), f) は, $L_{max}=5\text{m}$ を設定し, $S_c=1\text{m}$, 3m , 5m に設定した際に生成される個別建物浸水解析格子を示す. 図-3 b), d), e), f) の破線で囲んだ領域に注目することで, 最も単純形状の解析格子が得られたのは $L_{max}=3\text{m}$ を採用したe)であることがわかる. また図-3 e)においても, たとえば点線で囲まれた領域のような突出部が生成されていることが確認できる. これらの結果から, 建物単純化法とスケルトン法を組み合わせることによって, 生成される格子形状が単純化されるが, 個別建物浸水解析格子として用いるためにはさらなる単純化処理が必要であることが示唆された.

5. むすび

本研究では, 個別建物を考慮した浸水解析格子を自動構築する手法について, 建物ポリゴンの単純化とスケルトン法を用いて検討した. 本手法を実際の建物・街区に適用した結果, 建物を含まない領域で微細な要素や突出部を持つ要素が形成される場合があるものの, 概ね単純形状での格子形成がなされた. 今後は, 微細な領域の発生を抑える手法および突出部が発生しない解析格子の構築手法について検討する予定である.

参考文献

- 1) 天口英雄・長坂丈巨・河村 明・高崎忠勝・中川直子: 都市流域を対象とした建物浸水モデルの提案, 河川技術論文集, 第19巻, pp. 211-216, 2013.
- 2) Esri: ArcGIS Resources 建物ポリゴンの単純化 (Simplify Building) (カバレッジ) の仕組み, <http://resources.arcgis.com/ja/help/main/10.1/index.html#//001300000044000000>, アクセス日: 2015年5月11日
- 3) Felkel, P. and Obdrzalek, S.: Straight Skeleton Implementation, *Proceedings of Spring Conference on Computer Graphics 1998*, pp. 210-218, 1998.

キーワード: 都市浸水解析, スケルトン法, TSR (Tokyo Storm Runoff) モデル, 地物データGIS, 格子生成