GIS 建物形状データからの解析モデル構築：テンプレートフィッティングの導入

計算科学研究機構　正会員　○大谷　英之
計算科学研究機構　正会員　陳　健
東京大学地震研究所　正会員　堀　宗朗

１．はじめに

統合地震シミュレーション（Integrated Earthquake Simulation, IES）は，強震動発生・地震応答・被害対応の過程に対し，さまざまな数値解析手法を組みわせるシームレスなシミュレーションョンである．

IES には，都市モデルが必要である．地震応答シミュレーションの場合，都市の建物一棟一棟の地震応答解析用モデルは，地理情報システム（Geographical Information System, GIS）に蓄積された建物の形状データから自動構築される．都市内にある 10 万棟から 100 万棟の全建物に対して GIS のデータを使って解析モデルを自動構築する場合，例え 99%の成功率でも 1 千棟から 1 万棟の建物でモデル構築に失敗する．したがって，モデルの自動構築手法にはきわめて高い堅牢性が求められる．

本研究では，GIS の建物形状データから地震応答解析モデルを自動構築する際の堅牢性を確実なものとするため，GIS データからの床形状抽出にテンプレートフィッティングという方法論を導入する．テンプレートフィッティングでは，あらかじめ用意されたテンプレートに対し，モデルの堅牢な自動構築が可能である．また，データとテンプレートとの差異の指標を計算することにより，モデル自動構築の堅牢な失敗判定も可能である．

２．テンプレートフィッティング

GIS データからの床形状抽出は，床形状を表す多角形の集合を，あらかじめ用意したテンプレートと置き換えることにより行う（**Fig. 1**）．このテンプレートフィッティングは次の手順で行う．

1. 床形状を表す多角形の集合を GIS データから抽出する．
2. 抽出された多角形の集合に対し，一律な回転と収縮の操作を加え，多角形の集合を正規化する．
3. 正規化された多角形の集合に対して，テンプレートとの差異の指標を計算する．
4. 差異の指標が設定した閾値を超えるデータについては，床形状の判読に失敗したと判定する．
5. データとの差異が最小のテンプレートに対して，2. と逆の操作を加えて新しい床形状を得る．

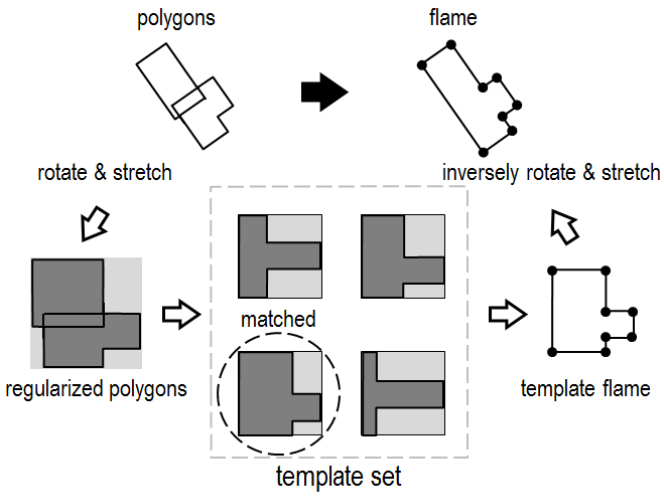

Fig. 1　テンプレートフィッティングの流れ

Fig. 2　多角形からB-Gridへの変換

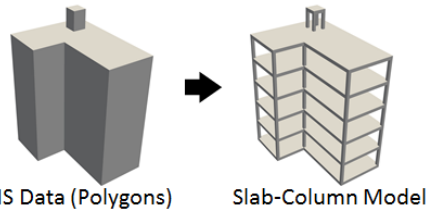

Fig. 3　GIS形状データからの床・柱モデル構築

キーワード　Integrated Earthquake Simulation，GIS データ，テンプレートフィッティング
連絡先　〒650-0047　兵庫県神戸市中央区港島南町 7-1-26　計算科学研究機構　ＴＥＬ078-940-5781

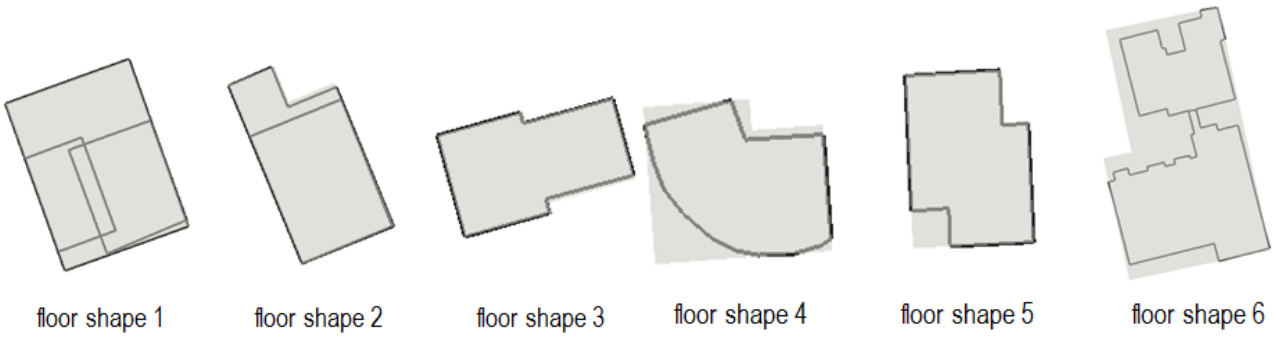

Fig. 4　テンプレートフィッティング成功例　　**Fig. 5　テンプレートフィッティング失敗例**

本研究では，真と偽の二値をもつセルからなる格子（Boolean Grid, B-Grid）を導入する．B-Grid を用いると，差異の指標の堅牢な計算が可能となる．B-Grid を用いた一致度の計算では，**Fig. 2** のように，床形状を表す多角形の集合とテンプレートとを，多角形を含むセルを真とした B-Grid にそれぞれ変換する．差異の指標は，両方の B-Grid で真偽の異なるセルの数を，テンプレートからつくられた B-Grid の真の数で割った値 α で計算する． α は，テンプレートの面積に比した差異部分の面積の大きさを表す．

３．計算例

床形状を表すテンプレートの要件は，形状のみならず柱・壁の数や配置の情報をもち，解析モデルの自動構築が可能であることである．B-Grid で表現されるテンプレートはその要件をみたす．本研究では，5×5 の格子サイズをもつ B-Grid で表現される長方形・Ｌ字型・凸型の３通りの形状についてテンプレートを用意し，およそ２千の GIS 建物形状データに対して地震応答解析モデルの自動構築を行った．

構築された解析モデルの一例を **Fig. 3** に示す．屋上部にペントハウスを持つＬ字型の建物に対してモデルの構築が正しく行われている．テンプレートフィッティングの成功例と失敗例を **Fig. 4** と **Fig. 5** にそれぞれ示す．黒線がフィッティングの対象となる多角形を表し，灰色の領域がテンプレートを表している．**Fig. 4** の floor shape 1-3 は，それぞれ長方形、Ｌ字型、凸型のテンプレートへの変換が成功した例である．複数の多角形からなる床形状に対してもテンプレートフィッティングが適用できている．**Fig. 4** の floor shape 4 は，床形状に曲線部分が含まれる例であり，floor shape 5 は長方形・Ｌ字型・凸型以外の形状に対応したテンプレートを追加すると正しく変換される例である．曲線部分を含む床形状に正確に対応する形状をテンプレートに含めると，膨大な数のテンプレートが必要となるため検討が必要である．**Fig. 4** の floor shape 5 は，渡り廊下等の付属構造物によって複数の建物が接続されることで，床形状が複雑になる例である．付属構造物の削除などは今後の課題である．テンプレートフィッティングに失敗する場合にも，差異の指標が閾値以下となるテンプレートが存在しないことからモデル構築の失敗を堅牢に判定できている．

４．おわりに

本研究では，GIS の建物形状データから地震応答解析モデルを自動構築する際の堅牢性を確実なものとするため，テンプレートフィッティングという方法論を導入し，GIS の建物形状データに対し、長方形・Ｌ字型・凸型のテンプレートを用いて解析モデルの自動構築を行った．十分な数のテンプレートを用意することで複数の多角形からなる床形状に対しても正しく床形状の判読が実行できること，テンプレートフィッティングに失敗する場合にも失敗が堅牢に判定された．渡り廊下など付属構造物のために床形状が複雑になる場合に対処するため，付属構造物の削除が今後の課題である．

本研究で導入されたテンプレートフィッティングという方法論による床形状判読では，テンプレートが柱や壁の数・配置などの情報をもつ．したがって，自動構築された都市モデルは，IES を通して避難シミュレーションへ応用することも可能であると考えられる．

参考文献

・堀宗朗，田中謙吾，Sobhaninejod, G.，市村強，小国健二，土木学会論文集 A，土木学会，Vol.66，No.1，pp.1-12，2010.1.