異種 GIS データに記録された 構造物の 3D 形状と属性情報の自動関連付け

大谷英之¹・陳健²・堀宗朗³・

¹正会員 理化学研究所 計算科学研究機構 (〒 650-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町 7-1-26)
E-mail: h.o-tani@riken.jp

²正会員 理化学研究所 計算科学研究機構 (〒 650-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町 7-1-26)
E-mail: jchen@riken.jp

³正会員 東京大学地震研究所 (〒 113-0032 東京都文京区弥生 1-1-1)
E-mail: hori@eri.u-tokyo.ac.jp

大規模な数値計算を利用して地震災害による構造物の被害を予測するためには、都市の構造物一棟一棟のモデルが必要である。モデル構築に利用できるデータは限られているため、個々のデータがもつ一つの構造物に対する情報を自動的に関連付ける手法が求められている。本論文では、市販の構造物 3D 形状データと、家屋課税台帳から作成した属性情報データを位置情報に基づいて自動的に関連付ける手法を提案する。実際の都市のデータに提案手法を適用し、手作業による関連付けの結果と比較を行った。その結果として、地番レベルの粗い位置情報をもつ属性情報データに対しても、構造物の 3D 形状データが 80%を越える高い信頼度で自動的に関連付けられることが示された。

Key Words: *Combination of GIS Data, 3D Shapes of Buildings, Official Building Registry*

1. はじめに

大規模な数値計算を利用した統合地震シミュレーションは、新しい地震災害被害の予測手法である¹⁾。数値計算そのものは並列化・大規模化が進められ、世界有数のスーパーコンピュータである京計算機において高い計算性能を上げるに至っている。この統合地震シミュレーションを個別の都市に適用し実用化を進めるためには、数値計算の対象となる都市のモデルを全国的に整備された都市のデータから自動構築する一般的手法の開発が重要である。

都市の全構造物を対象としてモデル構築を行う際に利用できるデータ(情報源)は限られている。例えば、カーナビゲーションシステム等に利用されている構造物一棟一棟の外形を記録した構造物 3D 形状データは、都市にある構造物の配置を比較的正確に記録しているが、構造種別等の属性情報をもたない。一方で、構造物一棟一棟の構造種別等の属性情報が記録され、全国的に整備されている家屋課税台帳のデータは、構造物一棟一棟の配置を自動抽出することが難しい。統合地震シミュレーションのための都市モデル構築では複数の情報源を組み合わせる必要がある。

複数の情報源を組み合わせる際の最大の障害は、情報源に記録されている、そのままのデータ(生データ)が、必ずしもモデル構築に利用できないこと

である。例えば、構造物の 3D 形状データは、外形の可視化が主な目的として整備されているものであるために、多くは外形を表す多面体を独立に記録したデータ構造をもち、多面体同士の接続情報をもたない。このため、地震応答解析のモデルの構築に、接続情報を推定する処理が必要である²⁾。複数の情報源を組み合わせる場合には、生データに利用のための処理が必要である点の他、複数の生データを一つの構造物に関連付ける点も深刻な問題となる。これは、各情報源が独自の方法で生データと構造物を関連付けているほか、関連付けの精度も異なるからである。

本論文は、複数の情報源の利用を前提に、位置情報に基づいて複数の生データを一つの構造物に関連付ける手法を開発する。具体的には、家屋課税台帳と市販の構造物 3D 形状データを関連付ける手法を開発する。この関連付けは二段階で行う。第一段階は、家屋課税台帳の所在・地番情報を緯度経度値で表された点の位置情報へと変換し、また、市販の構造物 3D 形状データから個々の構造物の位置を代表する外周形状を 2D 多角形として抽出して、GIS データとする方法の開発である。

この段階では、情報源の関連付けの方法や精度の特性を考慮し、できるだけ正確な位置情報へ変換することの他、開発する手法が全国的に適用できる一般的な手法であることが重要である。第二段階は、位置情報の変換により得られた GIS データを自動的に関連付け

表-1 家屋課税台帳データの例。ただし、情報保護のため架空のデータを示している。

所在	家屋番号	棟符号	地番	一階床面積	合計床面積	建築日付	構造種別	用途	地上階数
長田区荻藻通6丁目	768-1	000	768	31.99m ²	63.98m ²	1987/05/10	木造	居宅	2
北区上津台2丁目	16-11	000	16	282.52m ²	2522.94m ²	2010/08/07	鉄筋コ造	共同住宅	13
西区春日台9丁目	75-1	000	75-1	7806.29m ²	16647.92m ²	2004/04/10	鉄骨造	駐車場	3

図-1 構造物の3D形状データ

る方法の開発である。自動関連付けでは、できるだけ多くのGISデータを関連付けるとともに、誤った関連付けを減らすことが重要である。

本論文の構成は以下の通りである。第2章において、自動関連付けの対象となる2種類のGISデータを説明する。第3章では、自動関連付けの問題設定を説明し、位置情報の変換方法、位置情報に基づいた自動関連付けの手続きを提示する。第4章には、開発された自動関連付け手法の性能を検証するため、実際の都市のデータを用いた関連付けの結果を示す。第5章において本研究の結論と課題をまとめる。

2. 関連付けを行う異種GISデータ

(1) 構造物3D形状データ

カーナビゲーションシステムにおいて3D地図等利用されている構造物3D形状データ(図-1)は、都市にある構造物の外形を一棟一棟記録したGISデータとして全国的に整備され市販されている。このGISデータは、航空レーザ測量等によって得られており、都市にある構造物の配置が精度良く記録されていることが特徴である。

構造物3D形状データは、多くが可視化を主な目的として整備されたものであるため、一般に構造物の表面を表す多角形面の集合が独立に記録されたデータ構造をもつ。構造物一棟ごとの多角形面の集合をデータから抽出し、利用するためには、隙間や重なりをもつ多角形面の接続状況を補完する頑強なデータ処理が必要となる²⁾。

建築構造物の床を表す多角形の集合に対して、あら

家屋課税台帳データ

構造物属性データ

図-2 構造物属性情報データの作成

かじめ用意しておいたテンプレート形状を適合させる手法²⁾により多角形の接続状況の補完が頑強に実行できる。この手法により、構造物3D形状データからは、都市にある構造物の配置に加え、各構造物の高さや高さごとの床形状・床面積等の情報を抽出することができる。

(2) 構造物属性情報データ

構造物属性情報データは構造物一棟ごとの属性情報データであり、表-1に示すような内容をもつ家屋課税台帳から作成する。家屋課税台帳は地方税法第380条第1項により”市町村は、固定資産の状況及び固定資産税の課税標準である固定資産の価格を明らかにするため、固定資産課税台帳を備えなければならない。”と規定される全国的に整備されたデータであり、不動産登記法第44条第1項各号の登記事項を建物の属性情報としてもつことが定められている。具体的には、建物の所在する市、区、郡、町、村、字及び土地の地番、家屋番号、建物の種類、構造及び床面積等である。

家屋課税台帳のデータは、構造物一棟につき複数ある場合がある。建物の区分所有等に関する法律により規定される区分所有建物、例えば分譲マンションでは、一室ごとに所有権が成立している場合があり、この場合には一棟の構造物に複数のデータが存在することになる。構造物属性情報データは、図-2に示すように、この区分所有建物の存在によるデータの重複を処理し、家屋課税台帳から作成した構造物一棟ごとの属性情報データである。

家屋課税台帳に記録された建物の位置は、まず土地を、不動産登記法第14条第1項で規定されている地図、あるいは不動産登記法第14条第4項で規定されている

表-2 関連付け結果の分類

関連付け結果の分類		関連付けの成立	妥当性
成功		○	○
失敗	誤成立	○	×
	不成立	×	-

地図に準ずる図面（公図）により特定し、次に土地における建造物の配置を、不動産登記法第14条第1項で規定されている建物所在図により特定することで確認することができる。しかし、この方法で家屋課税台帳に記録された都市の全建造物の位置を特定することは難しい。手作業では膨大な費用と時間がかかり、自動抽出のためには、まず情報がすべて電子データとして公開される必要があるからである。近年では、多くの市町村で公図を電子データ化した地番参考図を公開している。後述するように、この地番参考図を参照することで建造物の地番レベルの位置情報を自動抽出することができる。

3. 3D形状データと属性情報データの関連付け

(1) 問題設定

本研究で行う関連付けは、与えられた建造物属性情報データの集合と3D形状データの集合から、それぞれの位置情報に基づいて、同一の建造物を示す属性情報データと3D形状データの組を成立させることである。

関連付けは異種GISデータ間の精度の異なる位置情報を参照して行うため、必ずしも同一の建造物の属性情報データと3D形状データの組を正しく成立させられるとは限らない。表-2に、関連付け結果の分類を示す。関連付けの成功は、関連付けが成立して、成立したデータの組が正しく同一の建造物を示す場合である。関連付けの失敗には二通りある。一つは、関連付けの不成立である。もう一つは、関連付けの誤成立であり、異なる建造物の属性情報データと3D形状データの組が成立する場合である。

自動関連付け手法の性能評価指標として、成功率と信頼度を次のように定義する。

$$\text{成功率} = \frac{\text{成功数}}{\text{成功数} + \text{失敗数}}, \quad (1)$$

$$\text{信頼度} = \frac{\text{成功数}}{\text{成功数} + \text{誤成立数}}. \quad (2)$$

成功率は、関連付けの対象となったデータのうち正しく関連付けられるデータの割合を示し、信頼度は、関連付けが成立したデータのうちデータが正しく同一の

図-3 3D形状データの位置情報変換

図-4 地番参考図からの地番 - 緯度経度対応表作成：
地番を表す文字列の中心位置を緯度経度の代表点とする。狭い土地区画に対する引き出し線は無視される。

図-5 所在地番 - 緯度経度対応表の作成

建造物のものである割合を示す。本論文は、成功率と信頼度がともに高い自動関連付けアルゴリズムの構築を目指す。特に、地番レベルの精度しかない本論文の属性情報データの位置情報に対して、いかに高い信頼度の関連付けが実現できるかを重視する。

(2) 3D形状データの位置情報変換

3D形状データは、建造物の外形を構成する多角形面の集合であり、関連付けのためには建造物一棟一棟に対して位置の代表を定める必要がある。本論文では、3D形状データの位置を建造物の外周形状を表す一つの2D多角形により代表する。

3D形状データからの外周形状抽出は、図-3に示すように、3D形状データを構成する多角形面を水平投影することで2D多角形の集合を作成し、作成した2D多角形の集合にマージング処理³⁾を施すことで行う。

(3) 建造物属性情報データの位置情報変換

建造物属性情報データがもつ位置情報は、3D形状データの位置情報と比較が可能な緯度経度値に変換する必要がある。建造物属性情報データの元となる家屋

課税台帳において、緯度経度値への変換が可能な情報に所有者の住所、家屋の所在・地番がある。建造物の所有者の住所は、多くの場合にその建造物自体の位置を表し、地図会社等が提供しているジオコーディングサービスにより緯度経度値への自動変換が可能であるが、個人情報保護の観点からデータが公開されない問題がある。家屋の所在・地番は、公図や地番参考図により位置の確認が可能であるが、都市の全建造物を対象とするためには自動化が重要である。

本論文では、家屋の所在・地番を地番参考図を参照して緯度経度値に自動変換する。自動変換の基本的な考え方は、図-4に示すように、地番参考図上の地番を表す文字列の中心位置を緯度経度値に変換することである。具体的には、次の手続きに従う。

- まず、PDF等のベクトル形式で保存された地番参考図から紙面内の文字の位置・傾きの情報を抽出し、紙面内にある個々の文字の位置を特定する。この処理には、市販の文字認識ソフトウェア(PDFlib Text Extraction Toolkit (TET))が利用できる。また、紙面内の個々の文字を位置・傾きの情報を用いて結合した文字列から中心位置を抽出する。
- 次に、地番に対応する文字列の紙面内座標を求め、参照している地番参考図の描画範囲から対応する緯度・経度座標を算出することで、地番-緯度経度対応表を作成する。
- そして、地番の位置を表す点と町丁目単位の行政区画ポリゴンとの内外判定を行うことで、地番に対して所在の情報を付加し、所在地番-緯度経度対応表を作成する(図-5)。
- 最後に、所在地番-緯度経度対応表を参照して建造物属性情報データに緯度経度値を付加する。

上述の手法で得られる建造物属性情報データの位置情報は建造物一棟ごとに得られる地番レベルの位置情報である。地番参考図中の地番文字列の位置を代表点として選んでいるために、公図や地番参考図自体の位置精度とは別に、その土地内にある3D形状データの位置と土地の幅程度の誤差をもち得る。また、地番に所在の情報を付加する際に、公図や地番参考図の位置精度の問題から町丁目境界付近で間違った所在情報が付加される可能性があることは、この手法の限界である。

(4) 自動関連付けの手続き

3D形状データと建造物属性情報データの関連付けの概要を図-6に示す。関連付けの基本的な考え方は、3D形状データの位置を代表する2D多角形と建造物属性情報データの代表点との距離が最も短いデータの組が同一の建造物を示すものと推定することである。データの重複利用が起きないように、これを実行するため、

図-6 3D形状データと建造物属性情報データの関連付け

図-7 面積・高さの比較を利用した信頼度の向上

関連付けの手続きを次のように定める。

- 全ての属性情報データについて、一定の距離 d_0 内にあり最も近い3D形状データを選ぶことで、属性情報データから3D形状データへの写像 f を構成する。
- 全ての3D形状データについて、一定の距離 d_0 内にあり最も近い属性情報データを選ぶことで、3D形状データから属性情報データへの写像 g を構成する。
- $g \circ f(x) = x$ となる属性情報データ x と3D形状データ $f(x)$ の組を関連付けが成立したデータと判定する。

自動関連付けでは、関連付けが成立したか否かのみが判別でき、成立した関連付け結果には一般に誤成立が含まれ得る。

上述の手続きにおいて、一定の距離 d_0 外にあるデータの組は関連付け不成立としている。これにより、位置精度の誤差以上に離れた距離にあるデータがお互いの近隣にデータがないために誤って関連付けられる誤成立を防ぐことができる。本論文では、属性情報データの位置精度が地番レベルであることから、 d_0 の長さを土地の幅以上としなければ、関連付けに成功すべきデータの組が関連付け不成立となる。一方で、属性情報データと3D形状データの近隣に関連付けられるべきデータが存在する場合には、 d_0 の値を大きくしても、属性情報データと3D形状データのそれぞれに最も近いデータを選ぶ処理に影響を与えないため、自動関連付けの結果には影響しなくなる。したがって、 d_0 の値は、位置精度の誤差以上の小さな値とする。

表-3 手作業による関連付けの結果

成功	失敗			合計
	$n_a = 0$	$n_a \neq 0$ $n_s > 1$	場所 不明	
47	23	30	0	100

属性情報データに含まれる階数、一階床面積の情報と3D形状データから抽出できる構造物の高さ及び水平投影面積を比較することで関連付けの誤成立を防ぐことができると考えられる。このための方法として図-7(a), (b)の二通りを本論文では比較する。

図-7(a)は、成立した関連付けに対し除外判定を行い誤成立と推定できる関連付け結果を不成立とする方法である。除外判定のため二つの値 α, β を次のように定める。

$$\alpha = \frac{2|A_{\text{shape}} - A_{\text{attribute}}|}{A_{\text{shape}} + A_{\text{attribute}}}, \quad (3)$$

$$\beta = \frac{2|H_{\text{shape}} - 3.5 \times N|}{H_{\text{shape}} + 3.5 \times N}, \quad (4)$$

ここで、 H_{shape} , A_{shape} はそれぞれ3D形状データから抽出した構造物の高さ[m]および水平投影面積[m²], N , $A_{\text{attribute}}$ はそれぞれ属性情報データに含まれる階数、一階床面積[m²]の情報である。 α, β の値は3D形状データと属性情報データからそれぞれ推定した構造物の面積と高さの相対差であり、同一の構造物を示すデータの組で小さな値となることが期待できる。 α, β のそれぞれに対応する閾値 α_0, β_0 を定め、図-7(a)の除外判定では $\alpha > \alpha_0$ あるいは $\beta > \beta_0$ となるデータの組を関連付け不成立とする。

図-7(b)は、前述の手続きの写像構成時に除外判定を行う方法である。各データに最も近いデータを $\alpha > \alpha_0$ あるいは $\beta > \beta_0$ となるデータを除外して選ぶことで、後に誤成立と推定される関連付けを前もって防ぐことができる。図-7(b)では、写像構成時に除外判定を行うため、除外判定により関連付けが成立するデータの数が増加する可能性がある。

4. 関連付けの結果と考察

(1) 位置情報変換

構造物属性情報データと3D形状データの位置情報変換結果をGoogleの衛星画像と重ねて図-8に示す。構造物属性情報データは、神戸市より提供を受けた家屋課税台帳データ(平成25年度)から作成し、Web上に公開されている神戸市の地番参考図と政府の統計ポータルサイトe-Statより入手した行政区画ポリゴンデータ

図-9 手作業で関連付けに成功したデータの α - β 分布

(平成22年度国勢調査)を利用して位置情報を付加した。また、3D形状データには(株)ゼンリンの3次元デジタル地図を利用した。図-8から、白い実線が表す3D形状データの位置情報が衛星画像から確認できる構造物の外周形状とよく一致することがわかる。その一方で、黄色いピンが表す構造物属性情報データは構造物と少し離れた位置にある。これは、多くの場合に地番参考図において地番の文字列が地番の土地区画の端付近に記されていたためである。

(2) 手作業による関連付け

自動関連付けの結果は関連付けが成立したか否かの判別しかできないため、関連付け結果の妥当性の検証には既知の正確な関連付け結果が必要である。

3D形状データの位置を地図と重ねて表示し、地番参考図と比較することで、注目している3D形状データの存在している土地区画を目視により調査することが可能である。一筆の土地(土地登記簿上での一つの土地)に一つの3D形状データだけが存在する場合にはその3D形状データに対応する属性情報データを属性情報データの所在・地番情報を参照することで特定できるため、この処理を3D形状データ一つ一つに対して手作業で行うことで正確な関連付け結果を得ることができる。手作業による関連付けが失敗する場合として次の3通りが挙げられる。ここで、 n_a , n_s は、それぞれ属性情報データの数、一筆の土地にある構造物の数である。

- $n_a = 0$
関連付けるべき土地の属性情報データが無い場合である。これは、家屋課税台帳に登録されていない構造物に対しては、属性情報データが得られないために生じると考えられる。
- $n_a \neq 0 \wedge n_s > 1$

図-8 3D 形状データと属性情報データの位置情報変換結果：白い実線が 3D 形状データの位置を示し，黄色いピンが属性情報データの位置を示している。

表-4 関連付けの結果（除外判定なし）

d_0 [m]	関連付け			成功率	信頼度
	成功	誤成立	不成立		
500	28	6	13	0.596	0.824
100	28	6	13	0.596	0.824
50	28	6	13	0.596	0.824
10	28	6	13	0.596	0.824
5	28	6	13	0.596	0.824
1	23	6	18	0.481	0.793
0	11	5	31	0.25	0.688

属性情報データが少なくとも一つある場合にも，土地に複数の構造物がある場合には，地番レベルの位置情報のみでは，属性情報データと関連付けるべき構造物を特定することができない。

● 場所不明

公図や地番参考図上に 3D 形状データに対応する地番区画がみつからない場合である。

表-3 に無作為に抽出した 3D 形状データ 100 個に対して手作業による関連付けを実行した結果を示す。

図-9 に手作業で関連付けに成功した 47 個のデータの α - β 分布を示す。ほとんどのデータが小さな α , β の値を示しているが，比較的大きな値の α , β も存在し，閾

値の設定によっては除外判定の際に正しい関連付け結果を不成立としてしまうことがわかる。従って，本論文で除外判定に用いた α , β の閾値は，閾値を低く設定することにより下がる成功率と信頼度の向上の兼ね合いにより適切な値に定める必要がある。

(3) 自動関連付け

同一領域にある約 24471 個の 3D 形状データと 17745 個の属性情報データについて自動関連付けを実行した。関連付けの妥当性を検証するため，手作業により正確な関連付けが既知となった 47 個の 3D 形状データについて自動関連付けの結果を示す。

表-5 関連付けの結果 (除外判定 (a) 面積のみ)

d_0 [m]	α_0	β_0	関連付け			成功率	信頼度
			成功	誤成立	不成立		
50	1.0	-	28	5	14	0.596	0.848
50	0.7	-	28	4	15	0.596	0.875
50	0.5	-	25	4	18	0.532	0.862
50	0.4	-	25	4	18	0.532	0.862
50	0.3	-	23	3	21	0.489	0.885
50	0.2	-	20	3	24	0.426	0.870
50	0.1	-	10	1	36	0.213	0.909

表-6 関連付けの結果 (除外判定 (a) 高さのみ)

d_0 [m]	α_0	β_0	関連付け			成功率	信頼度
			成功	誤成立	不成立		
50	-	1.0	28	5	14	0.596	0.848
50	-	0.7	28	5	14	0.596	0.848
50	-	0.5	28	5	14	0.596	0.848
50	-	0.4	27	3	17	0.574	0.900
50	-	0.3	25	1	21	0.532	0.962
50	-	0.2	23	1	23	0.489	0.958
50	-	0.1	18	1	28	0.383	0.947

表-7 関連付けの結果 (除外判定 (a) 面積・高さ利用)

d_0 [m]	α_0	β_0	関連付け			成功率	信頼度
			成功	誤成立	不成立		
50	1.0	1.0	28	5	14	0.596	0.848
50	0.7	0.7	28	4	15	0.596	0.875
50	0.5	0.5	25	4	18	0.532	0.862
50	0.4	0.4	24	2	21	0.511	0.923
50	0.3	0.3	21	0	26	0.447	1.000
50	0.2	0.2	19	0	28	0.404	1.000
50	0.1	0.1	7	0	40	0.149	1.000

まず, α, β の値による除外判定をせず距離の閾値 d_0 を変化させた時の結果を表-4 に示す. $d_0 = 500$ から $d_0 = 5$ までは関連付けの結果が等しく, 距離の閾値を設定しても結果がほとんど変化しないことがわかる. この場合に距離の閾値は関連付け処理の負荷を軽減する点で有用である. $d_0 = 1, d_0 = 0$ の場合には, 属性情報データの位置情報の精度よりも距離の閾値が小さいため, 成功すべき関連付けの結果が不成立となり, 成功率の低下が生じている. 同時に信頼度が低下している

ことは, 距離が短ければ短いほど 3D 形状データと属性情報データの組が正しく同一の構造物を示すデータである可能性が高くなり, 距離の閾値によって不成立となるデータの組のほとんどが本来関連付けが成功すべきデータの組となるからと考えられる.

距離の閾値 d_0 の設定による関連付け処理の負荷軽減は, 都市にある数万棟からなる構造物に対して関連付けを実行する場合に顕著である. 3D 形状データの数を M_1 , 属性情報データの数を M_2 としたとき, 距離の閾

表-8 関連付けの結果 (除外判定 (b) 面積・高さ利用)

d_0 [m]	α_0	β_0	関連付け			成功率	信頼度
			成功	誤成立	不成立		
50	1.0	1.0	32	5	10	0.681	0.865
50	0.7	0.7	33	4	10	0.702	0.892
50	0.5	0.5	31	4	12	0.660	0.886
50	0.4	0.4	29	3	15	0.617	0.906
50	0.3	0.3	26	2	29	0.553	0.929
50	0.2	0.2	24	6	17	0.511	0.800
50	0.1	0.1	11	7	29	0.149	0.611

値を設定しない場合には $M_1 M_2$ 通りの距離の計算が必要となり、計算量は $O(M_1 M_2)$ であるが、距離の閾値を設定する場合には各データの近傍にあるデータに対してのみ距離を計算すれば十分であるのでデータの領域探索に kd 木を用いたとして、属性情報データの kd 木の構築にかかる計算量と、3D 形状データの数を考慮して $O(M_1 + M_2 \log M_2)$ 程度である。ここで、属性情報データに対応する 3D 形状データの領域探索には、属性情報データの kd 木の逆引きを利用する。

図-7(a)の方法で α の値のみによる除外判定を行った時の結果と β の値のみによる除外判定を行った時の結果を、表-5と表-6にそれぞれ示す。どちらの場合においても、除外判定を行わない場合よりも高い信頼度が得られており、その傾向は閾値が小さい場合に顕著である。表-4に示した閾値 d_0 の値を小さくした場合の結果と同様に閾値を小さくすることで関連付けの成功率は低くなるが信頼度の低下は起きていない。これは、 α_0 , β_0 の値を小さくすることで関連付けの誤成立を十分に減らせることを示している。

図-7(a)の方法で α , β の両方の値による除外判定を行った時の結果を表-7に示す。 α あるいは β の値を単独で利用した場合を超える極めて高い信頼度の結果が得られた。この結果が、異なる精度をもつ 3D 形状データと属性情報データの位置情報と大雑把な建造物の面積及び高さの推定値の比較とから得られたことは注目に値するといえる。

最後に、図-7(b)の方法で α , β の値による除外判定を行った時の結果を表-8に示す。図-7(a)の方法を用いた表-7の結果と比較して大きな α_0 , β_0 の値に対しては、除外判定を行わない場合よりも高い成功率と信頼度が得られた。しかし、その一方で α_0 , β_0 が小さくなると図-7(a)の方法ではみられなかった急激な信頼度の低下が生じた。これは、 α_0 , β_0 の値が小さくなることで本来関連付けが成立すべき同一の建造物を示すデータの組が成立せず、代わりに α , β の値が近い、すなわち構

造物の面積と高さが類似した近傍データとの関連付けが誤成立するからである。この場合に誤成立するデータの組は、多くの場合に同一の土地区画内にはないため、もし構造物属性情報データの位置情報として土地の区画を正確に得ることができれば信頼度の低下を防ぐことができると考えられる。土地の区画を正確に記録した電子地番図は、東京 23 区に関しては NTT 空間情報株式会社からすでに市販されており、区画データがシェープファイルとして提供されている。

5. まとめ

本論文では、災害による都市の構造物被害を物理シミュレーションにより推定する際に必要となる都市の構造物一棟一棟のデータを構築することを目的として、市販の構造物 3D 形状データと、家屋課税台帳から作成した構造物の属性情報データを関連付けるプログラムを開発した。それぞれのデータがもつ位置情報を自動変換するプログラムと位置情報を利用して自動関連付けを行うプログラムを実際の都市のデータに適用し、地番レベルの粗い位置情報をもつ属性情報データに対しても、構造物の 3D 形状データが 80%を越える高い信頼度で自動的に関連付けられることが示された。成功率としては、手作業での関連付けの 60%程度の結果が得られた。異種 GIS データの自動関連付けという観点からは、成功率と信頼度という二つの指標を用いることで自動関連付けの品質が評価できる点が重要である。この結果として、固有の質・量を持つ GIS データの自動関連付けに柔軟に対応できることが期待される。

関連付けの成功率を向上させる有力な方法は、位置情報の自動変換を高度化することである。本論文では、属性情報データの位置情報を点座標としたために、地番参考図等の地図情報が保持する土地の区画情報が失

われたことが，自動関連付けの成功率と信頼度が低下する原因となっていると考えられる．関連付けの成功率と信頼度の向上のため，公図や地番参考図自体の正確性を考慮に入れ，地籍調査済みの公図や地番参考図に対して土地区画の正確な自動抽出を行い，抽出した土地区画を利用して自動関連付けを行うことは，今後の開発課題と位置付けている．

謝辞： 構造物属性情報データの作成に際し，神戸市より家屋課税台帳のデータ提供を受けた．記して謝意を表する．

参考文献

- 1) 堀宗朗，田中謙吾，Sobhaninejad, G., 市村強，小国健二：自然災害シミュレーションのための GIS から都市モデルへの汎用的データ変換，土木学会論文集 A，Vol.66，No.1，pp.1-12，2010.
- 2) 大谷英之，陳健，堀宗朗：地震応答解析モデルの堅牢な自動構築のための床形状判読手法の開発，土木学会論文集 A1，Vol.70，No.4，accepted.
- 3) Yu Peng, Jun-hai Yong, Wei-ming Dong, Hui Zhang and Jia-guang Sun: A new algorithm for Boolean operations on general polygons, *Computers & Graphics*, Vol. 29, Issue 1, pp.57-70, 2005.

(2014. 6. 20 受付)

AUTOMATIC COMBINATION OF THE 3D SHAPES AND THE ATTRIBUTES OF BUILDINGS IN DIFFERENT GIS DATA

Hideyuki O-TANI, Jian CHEN and Muneo HORI

With the aid of high-performance computing, we can perform an earthquake disaster assessment based on the seismic response analysis of all individual buildings in a target city, once the building models are constructed from some input data. However, the quantity and quality of single data sources for individual buildings are limited. Thus we need to make the detailed information combining multiple data sources. In order to prepare such information, we have developed a method to automatically combine the 3D shapes and the attributes which are separately recorded in two different types of GIS data. We have applied the method to the real city data, and the results show high reliability of over 80% despite the discrepancy between the locations of the 3D shapes and the attributes.