

地震被害予測のための建物情報変化

正会員 ○祖父江俊介*1 同 筒井寛太*2 同 永野康行*3

2. 構造—2. 振動—e. 被害予測・地震防災

建物情報変化, 被害想定, 建物被害, 可視化, 想定南海地震

1. はじめに

1.1. 序論

本論文における建物情報変化とは、ある設定した年度から数年後の建築物の変化、即ち建築物の取り壊し、建て替え、新築を総称したものである。このような建物情報の変化は、将来の地震被害予測に影響を与える可能性がある。

想定南海地震は、今後30年間で約80%の確率で発生するとされており、ひとたび発生すると静岡県から宮城県にかけての一部で震度7程度、それに隣接する太平洋側の広い地域で震度6強、6弱程度の強い揺れが予想されている。また、関東地方から九州地方にかけての太平洋沿岸の広い地域に10mを超える大津波の襲来が想定されている¹⁾。

想定南海地震に対する被害予測として、これまで多くの研究がなされてきた。被害率曲線を用いた、地震による建物被害予測の研究や、統合地震シミュレータ(IES)を用いた時刻歴応答解析手法によって仮想空間上の都市モデルに対して地震動を与え、都市全体に対して一貫して建物被害予測を行う研究等が挙げられる。これらの研究の多くは研究当時の街に対する被害予測である。研究時点において地震が発生していたのであれば、それらの研究は非常に意義のあるものであったといえる。しかしながら、過去から現在にかけて地震が発生していないことも事実であり、数十年後に建物情報は変化する可能性がある。

1.2. 背景

1.2.1. 想定南海地震が建物に及ぼす影響

被害想定 of 建物被害の内訳として、①揺れによる被害、②液状化による被害、③津波による被害、④急傾斜地崩壊による被害、⑤地震火災による被害、

⑥津波火災による被害、が想定される。想定南海地震の被害想定は、発生時刻や風速等想定にあたっての前提条件によって大きく異なるが、地震動、津波のいくつかのパターンを想定したうえで、東海・近畿・四国・九州の各地域のうち東海地方が最も大きく被災したパターンで計算された建物被害予測が最も大きな結果となった。最大被害棟数は、冬の夕方に発生するケースで、約238万2千棟もの甚大な建物被害が想定されている。このように、想定南海地震への対策は必要性が非常に高いことから、被害予測に関する研究がこれまでに多く行われてきた。

1.2.2. 想定南海地震に対する既往の研究

近年の地震による建物の被害予測手法は、被害率曲線を用いた手法や、シミュレーションによる手法が用いられている。

被害率曲線を用いた手法は、過去の地震建物被害の情報をもとにして、震度と全壊率等の関係を構造種別及び築年数ごとに評価する経験的手法である。この手法は、容易に都市全体の被害率を推定することができる利点から、保険業や行政において広く用いられている。しかしながら、被害を受ける建物を特定することは不可能であり、都市防災計画や避難計画をたてる際に情報不足になる場合がある。

一方で、シミュレーションによる地震建物被害予測手法は、兵庫県立大学や理化学研究所計算科学研究センター(R-CCS)総合防災・減災研究チームが開発する、統合地震シミュレータ²⁾(IES)が用いられつつある。この手法は、地盤の影響を考慮しつつ、都市に存在する建物を一棟ずつモデル化し、任意の入力地震動に対する時刻歴応答解析によるシミュレーションが行われている。シミュレーションによる被害予測の精度を高めるためには、入力データの精度向上と計算方法の精度向上を行うことが考えられ

Building Information Change for Earthquake Damage Prediction

る。IESでは、基本的な建物の入力データは汎用の地図データを用いているが、これらの地図データは調査員による目視によって記録されていることが多く、精度が高いとは言えない。そこで、本田ら³⁾は、行政で管理されている固定資産台帳データを入力データとして用いることで、シミュレーションの精度向上を行った。IESにおいて、建物のモデル化に用いるパラメータは、構造種別・階数・建築面積のみである。一般論として、建築物は工業製品の大量生産品とは異なり、形状や架構も多種多様な一品生産である。しかしながら、IESのモデル化では計算に用いるパラメータが限定されているため、全く同一の建物モデルが複数生成される問題点があった。そこで、筒井ら⁴⁾は、都市に存在する建物の架構形式を推定し、それぞれのモデルに剛性や復元力特性等に反映させた。

これまで著者らは、IESを用いたシミュレーションによって被害予測を行ってきたが、それらは全て現代のモデル化された建物に対して時刻歴応答解析を行うものである。将来の街をモデル化し、シミュレーションできれば理想的であるが、取り壊しや新たに建てられる建築物を一棟一棟正確に予測することは極めて難しい。過去の街の変遷を調べることで建物の増減、人口変化、出生率などの要素をもとに行う経験的手法による調査が現実的だと考えられる。

1.3. 本研究の目的

前節で述べたように、想定南海地震に対する被害予測に関する多くの研究が行われてきた。これらの研究の多くは研究当時の街に対する被害予測である。研究時点において地震が発生していたのであれば、それらの研究は非常に意義のあるものであったといえる。しかしながら、過去から現在にかけて地震が発生していないことも事実であり、数十年後に建物情報は変化する可能性がある。地震が実際に発生する将来の建物情報を正確に予測することが理想だが、それは極めて難しい問題である。本研究の目的は、将来の地震被害予測のため、過去から現在の建物情報変化を可視化することである。図1に建物情報変化のイメージ図を示す。

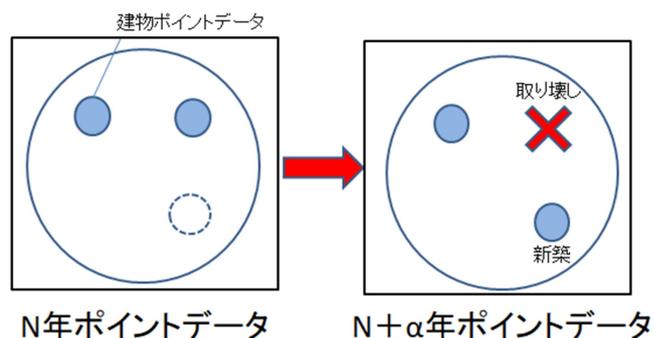


図1 建物情報変化イメージ

2. 研究手法

ZENRINの建物ポイントデータ1.0(2016年、2018年、2020年、2022年)、建物ポリゴンデータを用いる。(図1における $\alpha=2$)

建物ポイントデータとは、住宅や商業ビル、オフィスビルをはじめマンションやアパートなど、建物一軒一軒の緯度・経度情報を収録したデータである。また、建物ポリゴンデータとは、建物一軒一軒の形状、構造種別(木造・非木造)情報を収録したデータである。それらの情報がEsriJapanのArcMap10.8.2に表示する。図2は建物ポイントデータと建物ポリゴンデータを重ね合わせて表示したものの一例である。



図2 建物ポイントデータ+建物ポリゴンデータ

また、2016年、2018年、2020年、2022年のZENRIN建物ポイントデータから、二年毎の建物差分を可視化する。これら差分はArcMap10.8.2に表示したポイントデータを重ね合わせることで、二年間で取り壊された建築物、新たに建てられた建築物をマップに表示する。

3. 例題

本研究では兵庫県南あわじ市を対象として、2016年、2018年、2020年、2022年のZENRIN建物ポイントデータをArcMap10.8.2で表示した。図3は2016年の南あわじ市における建物ポイントデータを可視化したものである。

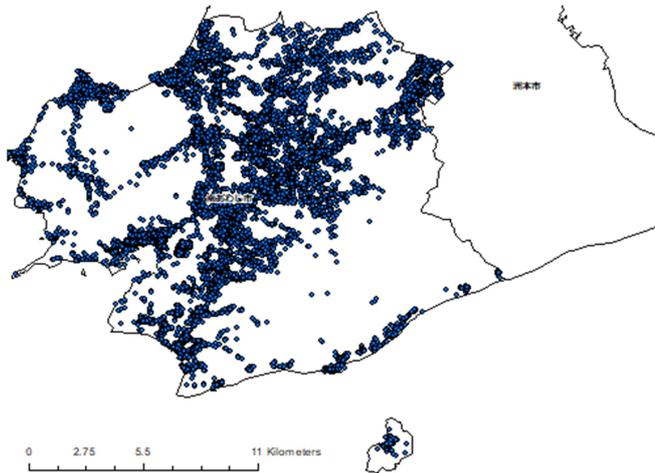


図3. 南あわじ市全建築物

また、建物ポリゴンデータを用いて、構造種別を木造・非木造に分類して可視化を行った。図4は南あわじ市福良地区における木造建築物の可視化をしたものである。

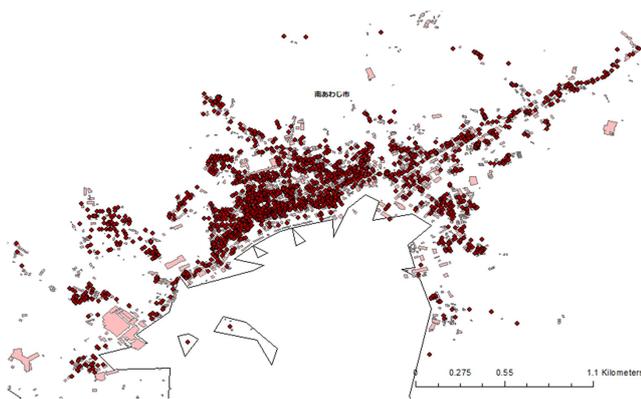


図4 南あわじ市福良地区木造建築物

図5、図6、図7は、2016年、2018年、2020年、2022年のZENRIN建物ポイントデータから、二年毎の建物情報変化を可視化したものである。これら差分はArcMap10.8.2に表示したポイントデータを重ね合わせることで、二年間で取り壊された建築物、新たに建てられた建築物をマップに表示した。

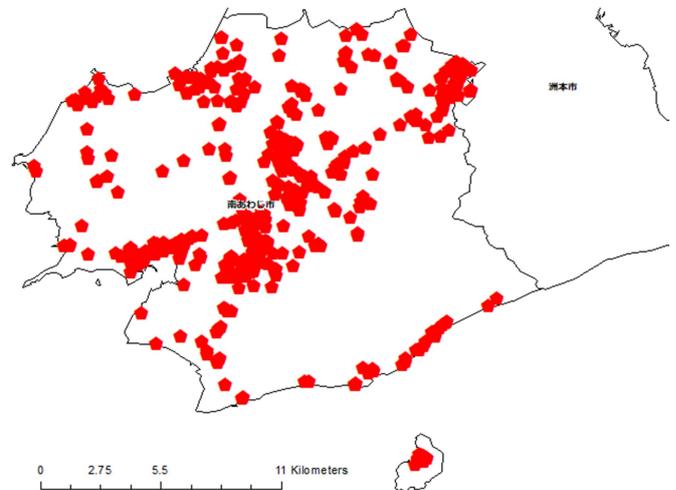


図5 2016～2018年建物差分

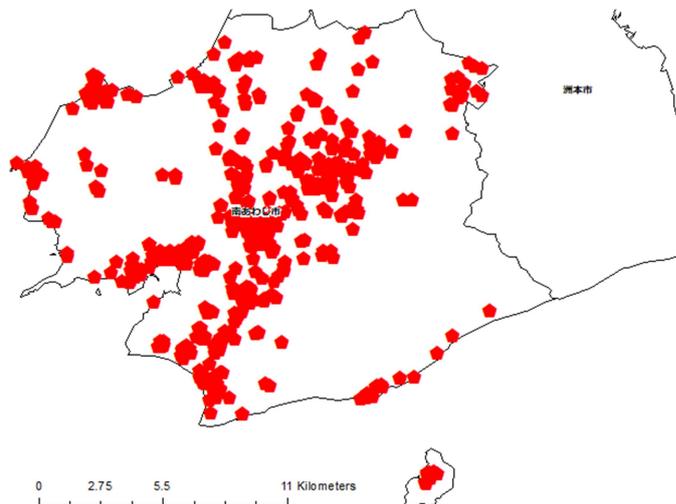


図6 2018～2020年建物差分

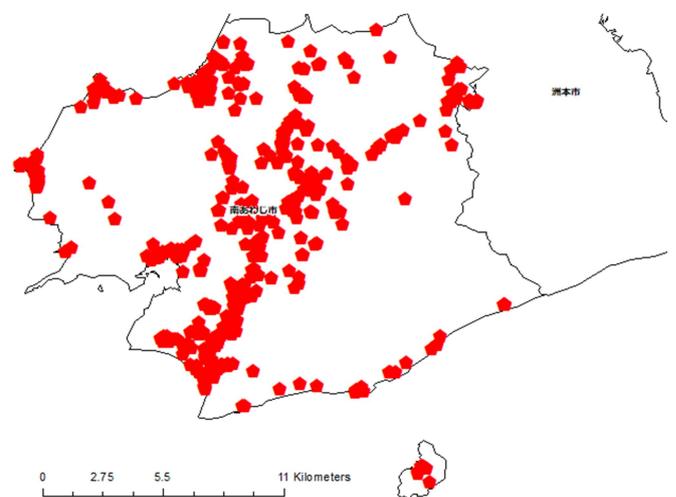


図7 2020～2022年建物差分

2016～2018年では595件、2018～2020年では694件、2020～2022年では603件の差異件数が見られた。これらの差異は二年毎に行われた建築物の滅却、新築をポイントデータからGIS空間検索を用いて表した。図9、図10は南あわじ市阿万東町の建物情報変化を詳細に確認し実際に滅却が行われた建築物と新築を示したものである。

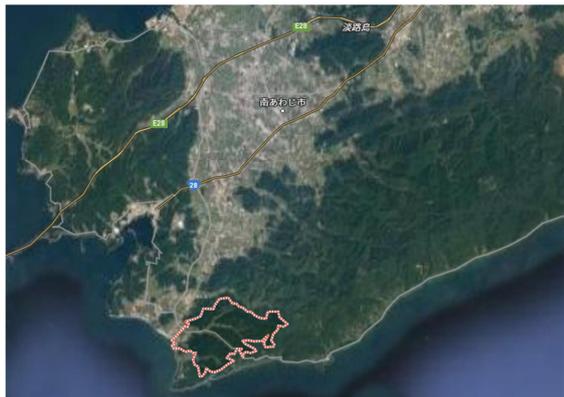


図8 兵庫県南あわじ市阿万東町(GoogleMap 参照)

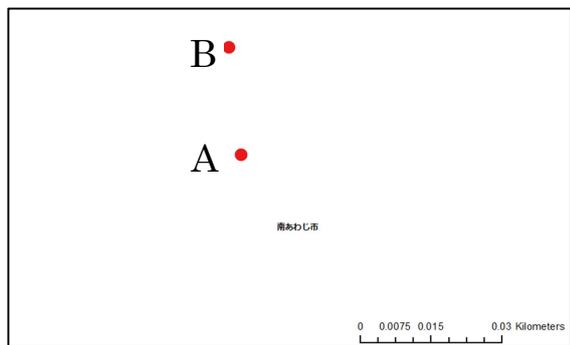


図9 2016年南あわじ市建物ポイントデータ詳細

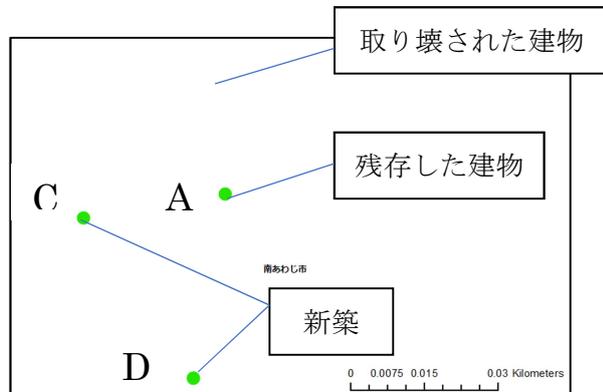


図10 2018年南あわじ市建物ポイントデータ詳細

図9.10のように、同場所のポイントデータの詳細を確認すると2016年には存在した建築物が2018年には滅却されていることが見て取れる。また、2018年には二件の新築が建設されていることが分かる。これらを南あわじ市全体にて確認すると凡そ600件～700件もの差異が確認された。

4. まとめ

本研究では、地震災害被害予測のため、兵庫県内において想定南海地震の被害が甚大であるとされる南あわじ市を例題として過去(2016年)から現在(2022年)までの建物情報変化を可視化した。

ZENRINの建物ポイントデータを用いて、住宅の緯度・経度情報をArcMap10.8.2でプロットした。また、南あわじ市福良地区の建物ポリゴンデータを用いて、建築物の木造・非木造に分類してマップにプロットした。

また、2016年、2018年、2020年、2022年のZENRIN建物ポイントデータを用いて、それらのポイントデータの差異から建築物の滅却数、新築数を計上し、ArcMap10.8.2にて可視化した。二年毎の差異数は凡そ600～700件に及んだ。

謝辞

本研究の成果の一部は「理化学研究所(関西地域を対象とした都市防災の計算科学研究-地震津波と集中豪雨被害のハザードマップ作成-)」である。ここに記し、謝意を示す。

参考文献

- 1) 気象庁. "南海トラフ地震で想定される震度や津波の高さ". 国土交通省. 2013.
- 2) 細 政貴, 飯山かほり, 石田 孝徳, 藤田 航平, 山崎 義弘, 市村 強, WIJERTHNE Lalith, 盛川 仁, 堀 宗朗, 山田 哲, 坂田 弘安, 山中 浩明, 廣瀬 壮一: 統合地震シミュレータ(IES)の仮想構築モデルに導入する MSS モデルとその応用に関する基礎研究, 日本地震工学会論文集 第15巻, 第7号(特集号), pp295-pp305, 2015
- 3) 本田理奈, 大谷英之, 永野康行: 想定南海地震における都市規模の建築物被害予測 -行政データ情報に基づく鋼構造建築物を対象として-, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), pp.17-18, 2022.9
- 4) 筒井寛太, 本田理奈, 大谷英之, 永野康行: 都市規模の建築物被害予測における鋼構造建築物の構造計画の違いによるモデル化に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), pp.401-402, 2022.9

*1 兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科 博士前期課程 院生
 *2 兵庫県立大学大学院情報科学研究科 博士前期課程 院生
 *3 兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科 教授・博士(工学)

Graduate Student, Grad.Sch. Dis.Res. and Gov. Univ. Hyogo
 Graduate Student, Grad.Sch. Info. Sci. Univ. Hyogo
 Prof., Grad.Sch. Dis.Res. and Gov., Studies, Univ. Hyogo