

時刻歴応答解析による建物の最大層間変形角を用いた
想定南海トラフ地震における被害認定調査支援

正会員 ○祖父江 俊介*
同 浦川 豪**
同 永野 康行**

罹災証明書 被害認定調査 時刻歴応答解析
南海トラフ地震 地震建物被害 被害予測

1. はじめに

罹災証明書の交付は、被災者の早期生活再建支援に係る制度の中で重要なものの一つである。罹災証明書は、被災者即ち人に対する被害を建物の被害に置き換えて、その世帯に対し金銭的支援を行う上で証明となる書類である。建物の被害を判定するにあたって、被災地では被害認定調査が行われる。罹災証明書の発行及び被害認定調査は出来る限り迅速に、かつ公平性を損なわないように行われる必要がある。しかしながら、被災者の救命救助や応急仮設住宅の設営等、その他災害対応業務と並行して行う被害認定調査計画策定業務は困難を極める。被災自治体は被害予測から得られる発災時に直面する複数のハザードや被害程度の状況を把握し、発災前から被害認定調査における様々な手法を検討する必要がある。

近年、シミュレーションによる地震建物被害予測手法は、東京大学地震研究所と理化学研究所計算科学研究センター (R-CCS) 総合防災・減災チームが開発した、統合地震シミュレータ¹⁾ (IES: Integrated Earthquake Simulator, 以下「IES」) が用いられつつある。本田ら²⁾は、2019年の兵庫県南あわじ市を対象として、想定南海トラフ地震の時刻歴応答解析および被害予測を行った。本研究の目的は、上記の解析結果から得られる構造物の最大層間変形角に閾値を設けて被害認定調査基準に適用し、地理情報システム (GIS: Geographic Information System, 以下「GIS」) を活用して災害発生前の被害認定調査計画策定に活用される住家被害程度マップを作成することである。

2. 研究手法

本田ら²⁾は、2019年時点における兵庫県南あわじ市の都市モデルを対象に時刻歴応答解析を行った。入直地震動は、想定南海トラフ地震 (最大クラス) である。本研究ではその解析結果を用いる。

IESの解析結果から得られる住家の最大層間変形角に閾値を設けて被害認定調査基準に適用する。表1に、住家の被害程度とマップに描画する際の色区分、最大層間変形角に設けた閾値についてまとめたものを示す。住家の被害程度は、2024年現在内閣府が公表している区分を用いている。

表1 災害に係る住家の被害認定基準³⁾

被害の程度	全壊	大規模半壊	中規模半壊	半壊	準半壊	準半壊に至らない (一部損壊)
色区分	紫	赤	橙	黄	薄緑	緑
最大層間変形角	$1/\alpha$	$1/(\alpha+5)$	$1/(\alpha+10)$	$1/(\alpha+15)$	$1/(\alpha+20)$	

表1に示すように、住家の被害認定基準は全壊、大規模半壊、中規模半壊、半壊、準半壊、準半壊に至らない (一部損壊) の六段階に分類される。罹災証明書は表1の被害認定基準を基に交付される。全壊と大規模半壊の閾値は、研究対象地域の公表する全壊棟数に合致するように設定する。以降の閾値は分母に5を加えて均等配分した。全壊棟数の公表値は各自治体が公表する被害想定ウェブサイトから入手可能である。

住家の被害程度を示すマップを描画する際、表1に示す色区分を用いて被害の程度を表現する。配色の基準には筒井らの論文⁴⁾を参照している。全壊を紫、大規模半壊を赤、中規模半壊を橙、半壊を黄、準半壊を薄緑、準半壊に至らない (一部損壊) を緑と設定する。

想定南海トラフ地震は海溝型地震であることから、地震動による建物被害だけでなく、津波による建物被害も予想される。地震が発生した後、数分から数十分後に津波が到達するが、津波によって全壊と判定されるエリアに関しては、地震動による建物被害の大きさを問わず一括認定をすることで調査対象から間引くことが可能である。内閣府が公表している水害による住家の被害を定めた被害認定フローにおいて、床上1.8m以上の浸水を全壊と判定している。本研究では、GLから床上までの高さを0.2m程度として、2m以上の浸水域は全て全壊と一括認定と評価する。国土交通省の公表する津波浸水想定⁷⁾から津波の浸水域を描画した。

想定南海トラフ地震 (最大クラス) における南あわじ市の全壊棟数の公表値は11,255棟である。この公表値に極めて近い値を取る閾値は1/12.5であったことから、兵庫県南あわじ市における全壊と大規模半壊の閾値は1/12.5とした。

表 2 全壊・大規模半壊間閾値の設定

全壊・大規模半壊間最大層間変形角閾値	全壊棟数	市公表全壊棟数
1/11	4,808	11,255
1/12	8,884	
1/12.4	11,151	
1/12.5	11,708	
1/13	14,335	

表 2 は、南あわじ市全壊棟数公表値と閾値別全壊棟数を比較したものである。

3. 被害程度マップの作成

本研究では、津波による被害の予想されるエリアとして南あわじ市福良を、内陸部のエリアとして榎列を選定してマップを描画した。

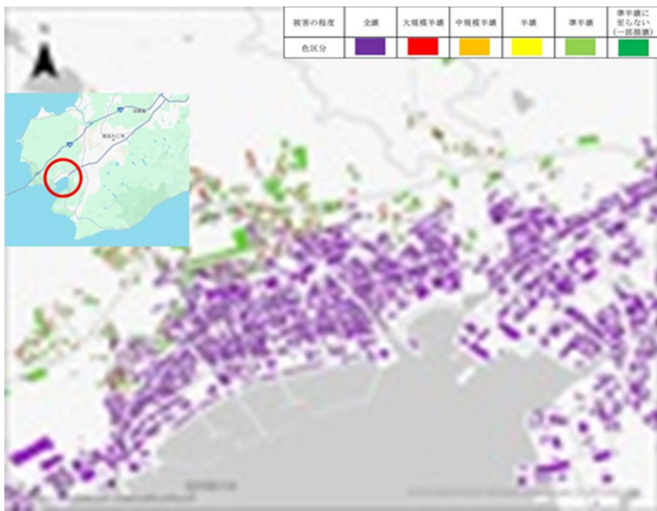


図 1 福良建物被害程度マップ
(浸水エリアを全壊とした場合)

図 1 は、地震動による建物被害のレイヤに、津波による全壊レイヤを重ねて表現したものである。地震動で建物が倒壊せず軽微な被害であったとしても、津波による浸水によって全壊と判定される住家は多数存在することが考えられる。そのため、津波による被害が予想されているエリアに関しては全壊と一括認定して間引くことで、災害対応実務者の現地調査に係る負担の軽減が期待できる。

図 2 に榎列の被害程度マップを示す。榎列は、榎列掃守、榎列西川、榎列小榎列、榎列山所、榎列下幡多、榎列松田、榎列上幡多、榎列大榎列、榎列松田外を総称したものであり、南あわじ市の北方内陸部に位置する。

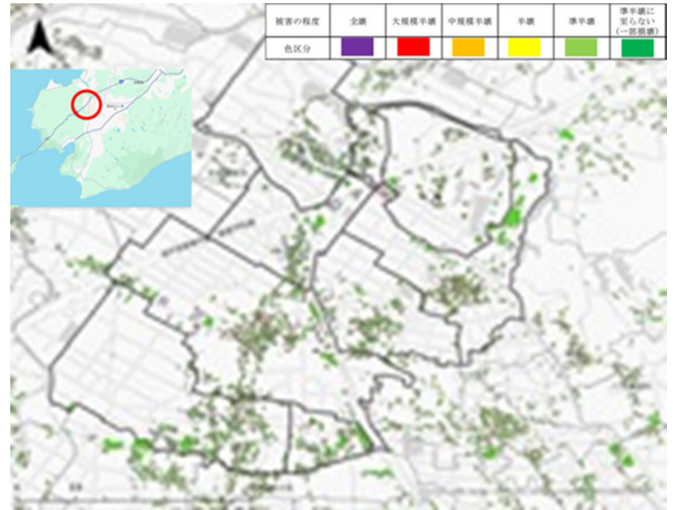


図 2 榎列建物被害程度マップ

福良のように、明らかに全壊棟数が多い場合は航空写真による一括認定方式が用いられる場合があるが、榎列の場合全壊地域が密集しておらず、被害程度の大小も疎らである。その為、現場では悉皆調査による判定が適切であると考えられる。

4. おわりに

本研究では、兵庫県南あわじ市を例題として、想定南海トラフ地震の地震動を入力した時刻歴応答解析結果を活用し、構造物の最大層間変形角を被害認定調査基準に適用して、GIS を用いて描画した。

謝辞

本研究の成果は、「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-）」の一部である。ここに記し、謝意を表す。

参考文献

- 1) 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)、pp.295-pp.305、2015
- 2) 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
- 3) 内閣府、内閣府防災情報のページ、災害に係る住家の被害認定基準運用指針【令和 3 年 3 月】第 1 編 地震による被害
https://www.bousai.go.jp/taisaku/pdf/r303shishin_2.pdf (参照日：2023 年 9 月 24 日)
- 4) 筒井寛太：建築物の用途に応じた架構形式に基づく地震時安全性評価、2022 年度兵庫県立大学大学院情報科学研究科修士論文、pp.60-61、2023.3

*兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科 博士前期課程

**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

** Prof., Grad.Sch. Dis. Res. and Gov., Univ. Hyogo