

## 想定南海地震における都市規模の建物被害予測 —兵庫県加古川市養田南地区を対象として—

正会員 ○本田理奈\*  
正会員 大谷英之\*\*  
正会員 永野康行\*\*\*

防災 可視化 被害予測  
応答解析 防災計画 防災教育

### 1. はじめに

想定南海地震への対策は必要性の高い問題である。被害予測を経験的手法でのみ行う場合、1棟1棟の建物に焦点を当てるのは困難であり、具体的な政策を立案するのは困難であると考えられる。そのため、避難計画を立てるにあたり、被害予測を行ったシミュレーションを用いることができれば、より具体的な対策への助長になると考えられる。本研究の目的は統合地震シミュレータ (IES: Integrated Earthquake Simulator) [1][2] による地域規模の時刻歴応答解析の結果を用いて、想定南海地震への具体的な避難計画や、現状把握を行う一例を紹介し、地域規模の解析の導入への問題点や可能性を示すことにある。

### 2. 加古川市

兵庫県加古川市は瀬戸内海に面しており、想定南海地震においても津波による被害が予想され、また、加古川市では内閣府が公表した被害想定を基に津波被害の修正を加えた地域防災計画が策定されている。しかし地域防災計画では地区ごとの特性は加味していない為、小学校区レベルの範囲において地区防災計画の作成が進んでいる。地区防災計画とは、その地区に適した避難計画を住民が自ら取り組み、災害時に円滑に行動できるようにする枠組みである。加古川市の養田南地区の避難計画を立てるにあたり被害予測結果を提示することで、より具体的な避難計画の作成につながることを期待する。本研究では、建物構造種別や被害想定を可視化することで住民へ事前の対策の促進や地域の現状把握を目的とする。

### 3. 使用した地震波

本研究では津波による被害も発生すること、巨大地震と予想されること、将来確実に起こるとされていることを考慮して、想定南海地震波（陸側ケース）を採用した。対象となる養田南地区での任意の建物における想定南海地震（陸側ケース）のNS方向の地表面加速度とEW方向の地表面加速度から作成した波形を図1（(a)はNS方向、(b)はEW方向）に示す。

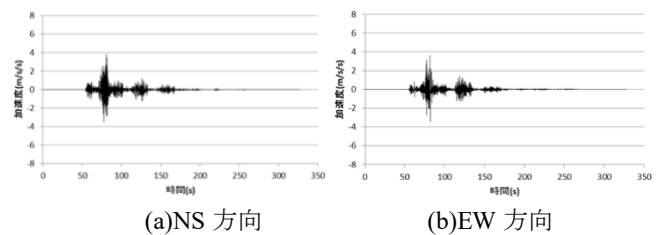


図1 加速度の時刻歴波形（養田南地区）

表1 最大加速度

NS方向の地表面最大加速度	3.78(m/s <sup>2</sup> )
EW方向の地表面最大加速度	3.61(m/s <sup>2</sup> )

### 4. 建物分布

本研究で想定した養田南地区における木造、S造、RC造の合計8471棟の分布はゼンリン電子住宅地図デジタル兵庫県加古川市[3]を基とし、国土地理院の基盤地図情報[4]（メッシュ番号523406,523416）に基づく道路と海岸線をESRIジャパン社のArcGISによって重ね合わせた。作成したものを図2に示す。図2に示す範囲において構造種別棟数を表2に示す。

表2 構造種別棟数（養田南地区）

構造種	棟数（棟）
木造	7,516
S造	771
RC造	184

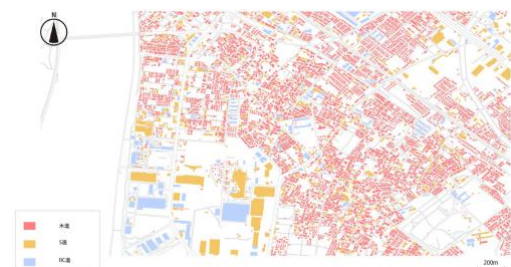


図2 建物分布（養田南地区）

### 5. 被害想定

被害想定を行うにあたり、5章で述べた範囲において、

IES を用いて時刻歴応答解析を行った。解析結果の最大層間変形角を  $1/10, 1/50(\text{rad})$  の閾値を基に 3 種類に場合分けした。最大層間変形角  $\leq 1/50$  を緑、 $1/50 < \text{最大層間変形角} \leq 1/10$  を黄、 $1/10 < \text{最大層間変形角}$  を赤としたものを図 3 に示す。



図 3 被害想定

ここで、3 区分について以下の表 3 のように捉えることとする。

表 3 被害想定区分

赤： $1/10 < \text{最大層間変形角}$	場合によっては倒壊
黄： $1/50 < \text{最大層間変形角} \leq 1/10$	倒壊の可能性がある
緑： $\text{最大層間変形角} \leq 1/50$	倒壊の可能性が低い

図 4 より、養田南地区においては黄色や赤となる建物が多くしめることがわかる。これは、図 2 と照らし合わせると、対象となった建物のほとんどが木造の建物であることが原因であると考えられる。今回想定したモデルにおいては、層間変形角が  $1/10$  を超える建物の密集している箇所が確認された。このような箇所では災害時において避難が困難となると予想される。また、同地域の航空写真を図 4 に示す。図 2 で確認された木造住宅が多く見られる地域では、住宅間に道幅の狭い生活道路が多く確認された。

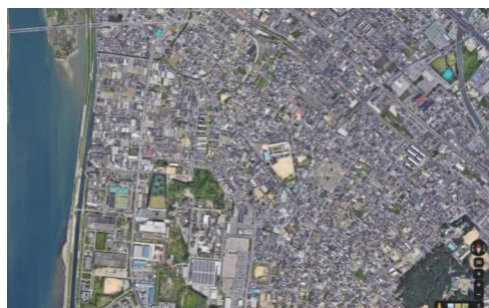


図 3 養田南地区航空写真 (Google Maps より引用)

## 6. おわりに

本研究では現状の把握として建物の構造種別と層間変形角を用いた被害想定可視化を行った。これにより建造物に関して、どの構造種の建物がどこに存在するか、また被害に関して想定される被害がどのように分布しているかを可視化することができた。モデルからは木造建物の割合が、結果から揺れが大きい地域が確認できた。それらを基に防災について考えることでより現実を見据えた対策が可能となる。また、可視化した内容を実際の取り組みにつなげるために加古川市で行われたワークショップに参加した。防災の啓蒙や対策を考える上でより具体的な提案が可能となると考える。また、今回対象とした都市に限らず、都市モデルを作成することができれば、他の地域においても都市レベルのシミュレーションによる被害推定を行うことは可能である。一方で、施策へとつなげるためには、情報を公開することによる経済に与える影響やプライバシーの問題などを考慮する必要がある。

今後は建造物と被害想定をつなぐを相互に考慮するようなことができればより精度の高い可視化が可能になる。階高や築年数といった個々の情報が付加されるとよりその地域にあった地区レベルでのより詳細な防災計画の指針になり得ると考えられる。

## 謝辞

本研究の成果の一部は、平成 31 年度文部科学省「地震・火山観測データを活用した減災・復興モデルの構築とリスクコミュニケーションに資する事例収集 (課題番号: HYG01、研究代表者: 阪本真由美 (兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科・准教授))」により遂行した。ここに記し謝意を表す。

## 参考文献

- [1] 藤田航平, 市村強, 田中聖三, 堀宗朗, Lalith MADDEGEDARA: 『3 次元地盤振動解析と多変数シナリオの構造物応答解析による都市地震シミュレーション』土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol.71, No.4(地震工学論文集第 34 巻), I\_680-I\_688, 2015
- [2] 堀宗朗, 田中謙吾, Sobhaninejad Gholamreza, 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.60 No.1, pp.1-12, 2010.1
- [3] ゼンリン: 『ゼンリン電子住宅地図デジタウン 兵庫県加古川市』2019.10
- [4] 国土地理院: 「基盤地図情報」

\*兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科 博士前期課程  
 \*\*理化学研究所計算科学研究センター 研究員  
 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科 准教授・博士(工学)  
 \*\*\*兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科 教授・博士(工学)

\* Graduate Student Grad. Sim. Studies, University of Hyogo  
 \*\* Research Scientist, RIKEN Center for Computational Science.  
 Assoc. Prof., Grad. Sch. Sim. Studies, University of Hyogo, Dr. Eng.  
 \*\*\* Prof., Grad. Sch. Sim. Studies, University of Hyogo, Dr. Eng.