

平成30年度 土佐清水ジオパーク構想学術研究支援事業

【研究者】 池田雄一

【所属】 高知工業高等専門学校ソーシャルデザイン工学科

**研究の名称 将来の南海トラフ巨大地震を見据えた 1946 年南海地震の  
土佐清水における地震建物被害に関する調査研究**

【研究の成果概要】

**1. はじめに**

将来起こる可能性の高い南海トラフ巨大地震では、震源域が日向灘から御前崎付近までの広大な震源区域が震源となり、M9クラスの巨大地震が発生する可能性がある懸念されている。このような最大クラスの南海トラフ巨大地震に対する対策が、自治体では防災計画に、個人では建物の耐震性に求められている。

地震による建物被害対策においては建物の建設年は重要な指標になる。

そこで本研究では、土佐清水市から提供して頂いた建物の建設年情報を活用する。まず、観測された工学的基盤地震動に地震ハザード J-SHIS による表層地盤の増幅率を考慮した地表強震動を計算する。そして、この地表強震動を木造住宅の経年劣化を考慮した振動解析モデルに入力して地震応答解析を行い、木造住宅の地震時最大応答変位を計算した。さらにこの得られた木造住宅の地震応答に関するデータを GIS を使用して土佐清水市の地震建物被害を視覚化する試みを行った。

**2. 土佐清水市の地形・住宅分布の特徴**

土佐清水市は、足摺半島の付け根に人口の集中している清水地区がある。足摺半島の半島地区には、海成段丘地形となっており、斜面の急な山並みによって構成されている。急斜面の山腹から流れる河川は、そのまま海に注がれるために下流地帯に沖積平野を持たない。下ノ加江エリアを除いて、河川の近くの狭小な平地に住宅を構えて人々は生活している。図1には、土佐清水市の半島地区と人口の集中している清水地区を示している。拡大図に清水地区と半島地区の窪津エリアを示す。窪津エリアは、典型的な海成段丘地形であり、山腹から流れる河川近くに狭小な平地に住宅・建物がある。特に、窪津エリアは建物年代が1981年以前（赤表記）の住宅・建物が、清水地区と比較して割合的に多く点在することが分かる。

図2に窪津エリアの港と街並み、流れる川を示す。同じく図2に清水地区の街並みを示す。

**3. 表層地盤増幅率と経年劣化を考慮した木造住宅の地震応答解析の評価方法**

図3の研究フローに示すように、平成28年熊本地震の益城町と、2011年東北地方太平洋沖地震の宮城県岩沼市の工学的基盤において観測された強震動を用いる。この工学的基盤強震動に J-SHIS による表層地盤増幅率を掛けて、地表強震動を計算する。この地表強震動を、建設年を考慮した木造住宅の経年劣化を反映させた振動解析モデルに入力して、地震応答解析を行った。地震応答解析から木造住宅の1階の地震時最大応答変位を算出し、その地震応答変位を GIS を用いて可視化する。

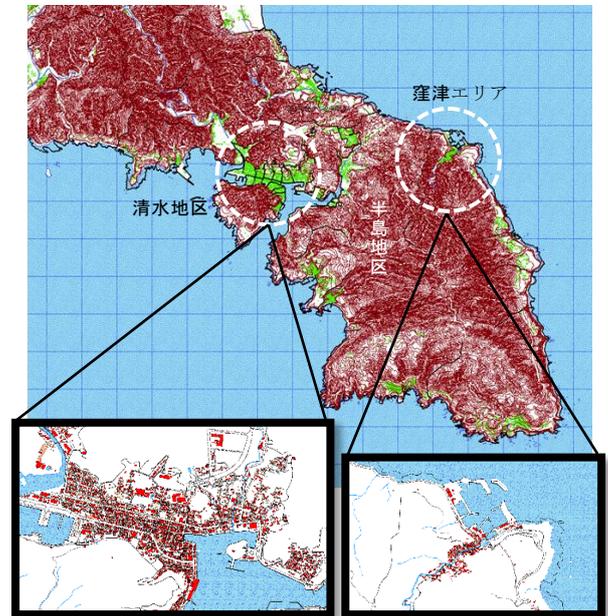


図1 土佐清水市（清水地区・窪津エリア）



図2 窪津エリアと清水地区の写真

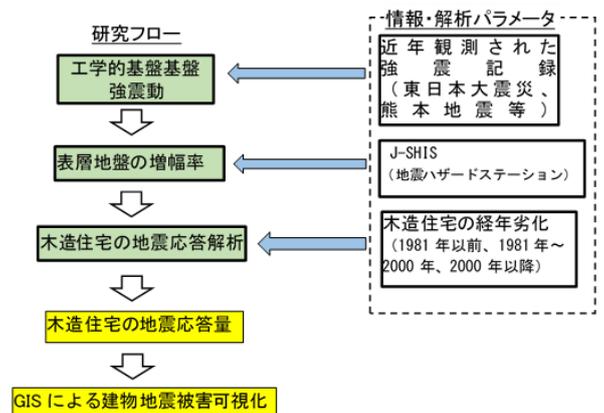


図3 研究フロー

## 4. 表層地盤増幅と経年劣化を考慮した土佐清水市木造住宅地震被害

### 4.1 内陸地震（熊本地震・本震）強震動入力の場合

図 4-1 に窪津エリアの表層地盤増幅率（250m×250mメッシュ）と熊本地震・本震の強震動入力時の木造住宅1階応答変位を示す。図 4-1 から、木造住宅1階応答変位の表記は、d=0～9 cm（緑）、d=9～14 cm（オレンジ）、d=14～27 cm（赤）で表記する。窪津エリアはd=0～9 cm、d=9～14 cmの木造住宅1階応答変位となる。

図 4-2 には、清水地区の表層地盤増幅率と木造住宅1階応答変位を示す。図 4-2 の清水地区は、d=14～27 cmが多く目立つ。これは、表層地盤増幅率が大きいため、窪津エリアよりも1階応答変位が大きくなっていることが分かる。d=14～27 cmは、木造住宅が全壊・倒壊する可能性が高い地震応答量である。

### 4.2 海溝型地震（東北地方太平洋沖地震）強震動入力の場合

図 4-3 に、図 4-1 窪津エリアに東北地方太平洋沖地震の強震動の木造1階応答変位を示す。また、図 4-4 には同じ内容である清水地区を示す。図 4-3 窪津エリア、図 4-4 清水地区ともに、d=0～9 cmの木造住宅1階応答変位となっており、東北地方太平洋沖地震の強震動の場合には熊本地震の強震動ほどの木造住宅1階応答変位にはならない。d=0～9 cmの応答変位は、木造住宅に損傷が生じる程度の被害である。

### 4.3 内陸地震と海溝型地震の強震動の違いによる土佐清水市木造住宅被害の特徴

土佐清水市の表層地盤の傾向として、半島地区の窪津エリアをはじめ、他のエリアも海成段丘地形のため、比較的表層地盤が良く、清水地区は表層地盤の増幅率が大きい。そのため清水地区の方が、木造住宅1階の地震応答変位は大きくなっている。

内陸地震と海溝型地震の地震によるタイプの違いでは、海溝型地震に比べて内陸地震の強震動の方が、木造住宅1階の地震応答変位が大きくなる傾向にある。

## 5. まとめ

本研究では土佐清水市の建物の建設年を基盤として2016年熊本地震と2011年東北地方太平洋沖地震の工学的基盤で観測された強震動を、土佐清水市の表層地盤の増幅特性を考慮した地表強震動を作成して、木造住宅の地震応答解析を行い下記の知見が得られた。

- 1) 窪津エリアと清水地区は熊本地震及び東北地方太平洋沖地震では、表層地盤の増幅率の大きい清水地区の方が木造住宅の1階の地震応答変位が大きい。
- 2) 熊本地震の強震動の方が東北地方太平洋沖地震の強震動よりも木造住宅の1階の地震応答変位が大きい。
- 3) 土佐清水市の人口の多く集中する清水地区が、半島地区に比べて地震建物被害が大きくなる可能性が高い。

### 謝辞

建物の建設年情報に関しては、土佐清水市からご提供して頂きました。また本研究は、平成30年度土佐清水ジオパーク構想学術研究支援事業助成金を使用して実施した。

茲に記して、諸機関に感謝申し上げます。

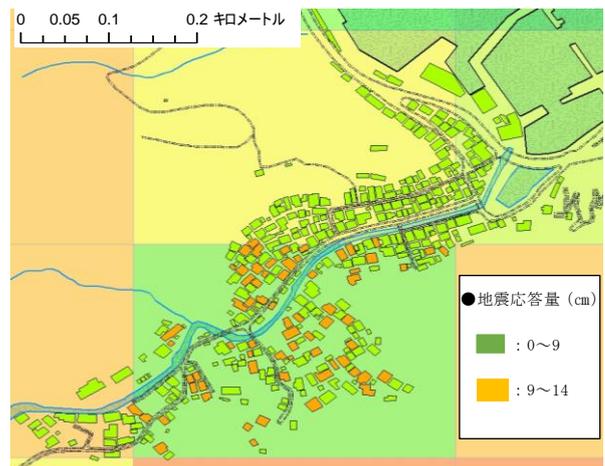


図 4-1 表層地盤増幅特性と木造住宅1階応答変位（窪津エリア、熊本地震・本震・益城町）

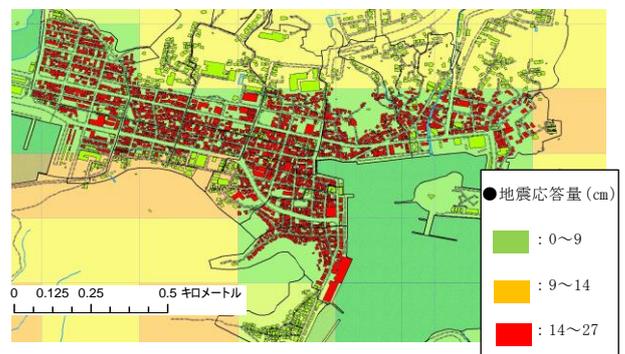


図 4-2 表層地盤増幅特性と木造住宅1階応答変位（清水地区、熊本地震・本震・益城町）

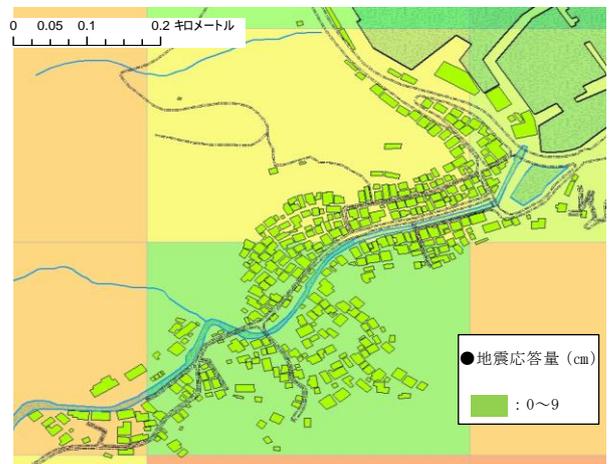


図 4-3 表層地盤増幅特性と木造住宅1階応答変位（窪津エリア、東北地方太平洋沖地震）

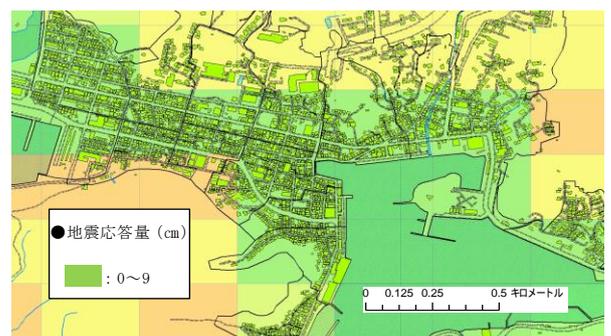


図 4-4 表層地盤増幅特性と木造住宅1階応答変位（清水地区、東北地方太平洋沖地震）