

微動観測と非線形地震応答解析に基づいた木造住宅の地震被害推定

山梨大学大学院 学生会員 ○吉田 旭宏
 山梨大学大学院 フェロー 鈴木 猛康
 山梨大学大学院 正会員 宮本 崇

1.はじめに

甲府盆地は、過去の大規模な河川の流路変更や、河川氾濫により、複雑な表層地盤構造を呈している。甲府盆地の3次元表層地盤構造の推定は行われているが、ボーリングデータが市街地でも非常に少なく、深度も工学的基盤まで達していないものが多いため、正確に表層地盤構造を表していない可能性がある。

甲府盆地には活断層が複数存在しており、2016年に発生した熊本地震のような内陸直下型地震の発生リスクも高まっている。しかし山梨県では、プレート境界地震に対する構造物の地震被害推定が主として行われており、内陸直下型地震に対する被害推定は一部地域でのみ行われ、また甲府市を含むほとんどの地域では最新の活断層の評価結果が反映されていない。

このように、ボーリングデータが少なく、深度も不十分な地域においては、何らかの方法により表層地盤構造を推定し、できるだけ実際に近い表層地盤を用いて地震被害推定を行う必要がある。そこで、内陸直下型地震が発生した場合、常時微動観測によってボーリングデータを補完することによって、表層地盤構造を推定し、建物一棟々の時刻歴応答解析に基づいた木造住宅の地震被害推定を実施することを試みたので報告する。

2.せん断波速度の算定と表層地盤厚の推定

「山梨県東海地震被害想定調査報告書」では、甲府盆地の表層地盤構造を推定している。上述した通り、ボーリングデータが少なく、間隔も粗いことから、実地盤と構造が異なることが懸念される。そこで、図1の青印の観測点において常時微動観測を行い、表層地盤構造の推定を行う。図1の赤印は地盤工学会が公開しているボーリング柱状図地点と、常時微動観測から得られた周期とほぼ等しい周期であった、「山梨県東海地震被害想定調査報告書」の推定ボーリング柱状図地点を示している。ボーリング柱状図から、観測地域

では、軟弱な粘性土や砂質土と砂礫層が交互に堆積しているため、このような地盤構造を反映し、せん断波速度を独自に作成した。また、ボーリング柱状図の最下層に粘土層が堆積していることから、ボーリング柱状図より深層に軟弱な粘性土が堆積していると仮定し、式(1)より表層地盤厚を推定した。地震対策は地区ごとの単位で検討されるので、ボーリング地点付近の5地区を選定した。図1の黒枠が選定地区、図2に選定地区における表層地盤厚を示す。

$$H = \frac{T \times V_s}{4} + H_1 \quad (1)$$

H :表層厚 (m) (工学的基盤までの深さ)

T :ボーリング柱状図と常時微動観測の周期差 (s)

V_s :せん断波速度 (m/s)

H_1 :ボーリング調査の行われた表層地盤厚 (m)

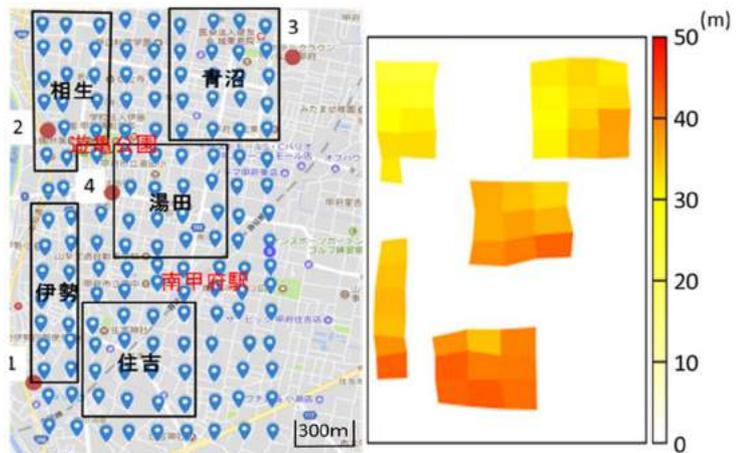


図1 常時微動観測地点

図2 表層厚分布図

3.伊勢、住吉、相生、湯田、青沼における構造物の地震被害推定手法

図1の5地区における木造住宅の地震被害推定を実施する。初めに、対象地区において1次元等価線形化解析 (SHAKE) を行い、地表地震動を算定する。入力地震動は内陸直下地震に分類される道路橋示方書 Level2Type2 地震動の50%振幅、75%振幅、100%振幅の3波を使用した。また、ひずみ依存特性曲線は土木研究所で採用されているデータ¹⁾を参考に作成したも

キーワード：非線形地震応答解析，常時微動観測，地震被害推定，甲府盆地，木造住宅

連絡先：山梨県甲府市武田 4-3-11 山梨大学工学部土木環境工学科 防災研究室 TEL：055-220-8531

のを用いた。

木造住宅の地震応答解析に非線形1自由度バネマスモデルを用いる。本稿では、東京都防災会議で算定されたトリリニア非線形履歴モデルを適用しているⁱ⁾。また、解析に用いるパラメータに関しては、東京都防災会議で算定された木造住宅の固有周期を用いた。なお、建築年代・屋根構造・用途に注目し、木造住宅を4つのグループに分類し、それぞれの固有周期分布を設定した。そして、設定した固有周期を基に初期剛性低下変位などを設定した。

4. 伊勢、住吉、相生、湯田、青沼における構造物の地震被害推定結果

グループ6に分類される1981年以降の新耐震基準を満たす木造住宅とそれ以前の1980年以前に建てられた木造住宅の間では、被害の程度が大きく異なる結果となった。これは、1995年兵庫県南部地震、2016年熊本地震の実被害と同様であった。図3に建築年代別被害の程度を示す。

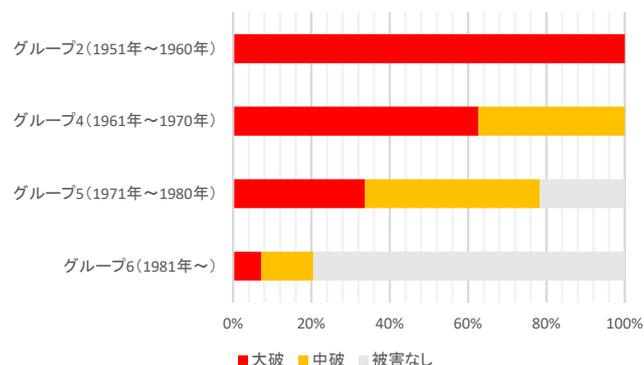


図3 建築年代別被害の程度 (入力地震動 50%振幅)

また、グループ6に分類される1981年以降の新耐震基準を満たす木造住宅で、入力地震動50%振幅の場合、伊勢、住吉、青沼の3地区では「被害なし」であるのに対し、相生、湯田地区では「大破程度」と「中破程度」の割合が約50%となり、地区によって被害の程度が大きく異なることがわかった。図4に地区別被害の程度(入力地震動50%振幅、建築年1981年以降)を示す。

さらに、入力地震動標準波の50%振幅から75%振幅に増やすと、住吉地区においてのみ地表加速度にキラパルスとなる1秒程度の成分に増幅され、「大破程度」が約90%となり、「大破程度」の割合が全地区の中で最も大きくなった。図5に地区別被害の程度

(入力地震動75%振幅、建築年1981年以降)を示す。

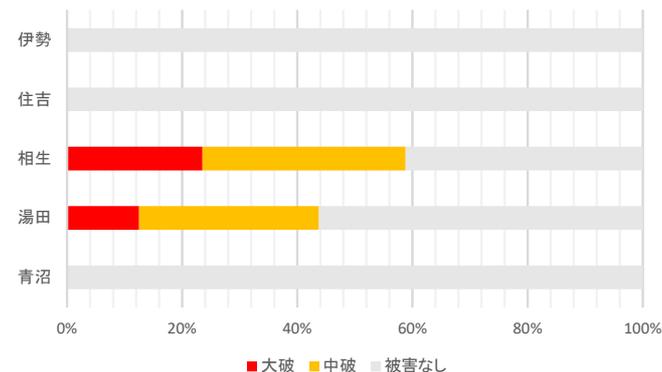


図4 地区別被害の程度(入力地震動 50%,1981年以降)

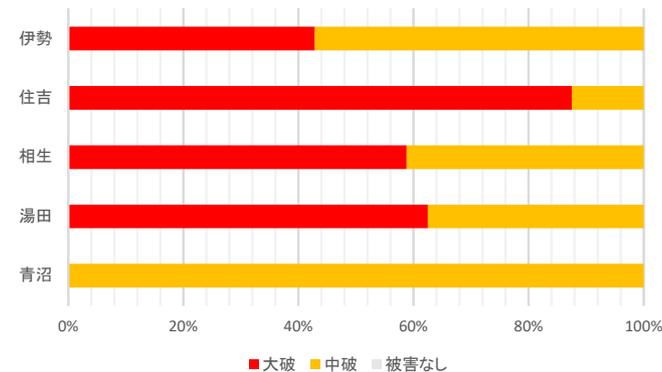


図5 地区別被害の程度(入力地震動 75%,1981年以降)

5.まとめ

甲府盆地はボーリングデータが非常に疎であり、深度も浅いため、正確な表層地盤情報を得るために常時微動観測を実施した。次に、新たに推定した表層地盤構造を用いて木造住宅の地震被害推定を実施した。その結果、既存の表層地盤構造よりも深く、表層が厚い結果となった。また、正確な表層地盤構造と木造住宅の組み合わせによって木造住宅の被害の程度が大きく異なることが示された。

構造物一棟々の構造と正確な表層地盤構造が与えられたなら、地震被害推定の分解能が格段に向上し、事前対策や応急対策に有益な地震被害想定も可能となると考えている。

i) 建設省土木研究所：地盤地震時応答特性の数値解析法—SHAKE:DESRA—, 土研資料1778号, 1982

ii) 損害保険料率算出機構：国・自治体の被害想定における被害予測手法の調査(平成25年度調査), 第2部地震被害想定手法の整理, 第III章被害予測手法の整理