

1944年東南海地震の観測被害率の再現による不均質震源モデルの構築 Complex Source Characterization of 1944 Tonankai Earthquake from Simulated Damage Ratios based on the Simulated Strong Motions

○伊藤恵理・仲野健一・関口春子・川瀬博

○Eri ITO・Kenichi NAKANO・Haruko SEKIGUCHI・Hiroshi KAWASE

To delineate the complex rupture process from the observed structural damage distribution in the 1944 Tonankai earthquake, we construct a heterogeneous source model with four asperities (SMGAs) as a standard model and prepare 41 heterogeneous source models in total, varying parameters of which are the location of hypocenters, the location of asperities, and their stress drops. Then, we calculate the strong ground motions from the prescribed complex source models and estimate the collapse ratios of wooden houses using the corresponding damage prediction models as of 1944 to compare them with the observed damage ratios during the earthquake. We found that the case with the second asperity stress drop of 60 MPa is the model that best explains the observed damage ratios.

1. はじめに

南海トラフ沿いプレート境界地震の被害軽減のための基礎情報として、過去の地震の詳細な震源破壊過程の把握は重要である。1923年関東地震、1944年東南海地震、1946年南海地震に関しては、周期数秒以上の長周期地震動生成域についてはある程度解明されている一方で、建物被害に直結する周期2秒以下の短周期地震動生成域に関しては、十分に検討されていない。本研究では、1944年東南海地震を対象に、最新の知見を取り入れた不均質震源モデルを複数作成し、各震源モデルでの各対象地点での強震動波形を作成し、戦前の建物特性を反映した建物被害評価モデルにこれを入力して建物倒壊率を計算し、観測倒壊率を最もよく再現するモデルを求める。

2. 1944年東南海地震の被害調査資料

1944年東南海地震の被害調査資料としては、飯田(1985)が代表的である。最近、武村・虎谷(2015)は、飯田(1985)のデータを再整理している。本研究では武村・虎谷(2015)に掲載された建物被害率のうち、「全潰率」が現在の「倒壊率」とほぼ同義である(小林1998)ことから、「全潰率」を観測倒壊率として、本研究の計算倒壊率と比較する。観測倒壊率40%以上の大被害域は主に静岡県の遠州地域に広がっていたことが分かる(図1)。

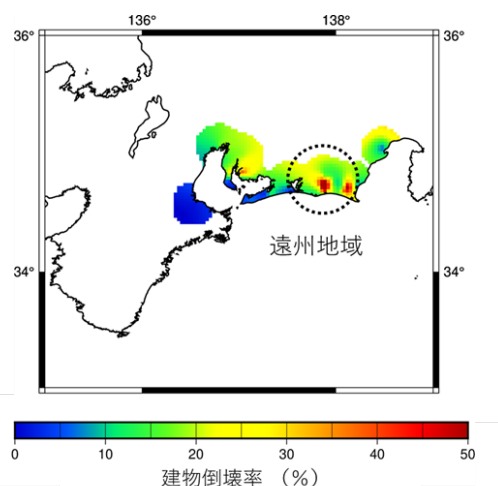


図1 武村・虎谷(2015)の各市町村の建物観測倒壊率(全潰率)を補間して作成した倒壊率分布

3. 1944年東南海地震の最適不均質震源モデルの選定 (Step1)

(1) 36種類の不均質震源モデルの構築

武村・虎谷(2015)にある観測被害率を再現するため、内閣府(2015)に基づくSMGAの配置(図2)と、不均質な滑り量、破壊伝播速度を有する震源モデル(不均質震源モデル)を標準モデルとして、破壊開始点(3種類)、強震動生成域(SMGA1~4)の位置(4種類)、SMGAの応力降下量(3種類)の異なる合計36ケースの不均質震源モデルを構築した。

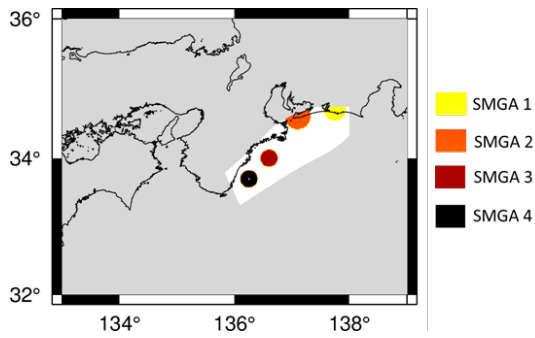


図2 標準モデルでの4つのSMGAの位置

(2) 被害観測市町村における強震動の作成

武村・虎谷 (2015)には、市町村別の建物の全潰率が掲載されているが、建物被害率を計算するためには代表地点を取得する必要がある。1950年時点の各市町村境界の重心を求めた上で、全潰率10%以上の市町村については、求めた重心を被害観測地点であるとみなし、本研究での強震動計算地点とした(理論解を補正したサイト特性を利用)。全潰率1%以上10%未満の市町村については、現在の強震観測地点と各市町村の重心の距離を計算し、2km以内に強震観測地点がある場合には強震動計算地点とした(分離した経験的サイト特性を利用)。構築した震源モデルと仲野 (2020)の統計的グリーン関数を用いて各地点での強震動を作成した。得られた強震動の最大加速度・最大速度は既往経験式の予測によく一致した。

(3) 戦前モデルによる建物被害率と観測事実との比較

戦前モデルは、吉田・ほか(2004)のモデルの各建築年代の耐力比と既往研究による常時微動結果から得られた各建築年代の固有振動数の関係を用いて、1900年以前と1930年までの建物の耐力比を推定した建物被害評価モデルである。作成した強震動を入力して倒壊率を算出し(計算倒壊率)、武村・虎谷(2015)の観測倒壊率と比較した(図3)。決定係数 R^2 を両者の一致度の指標としたところ、破壊開始点・SMGA1と2の位置が深く、応力降下量が大きいケース3-2-3が最も観測事実を説明する震源モデルとなった。

4. 1944年東南海地震の最適不均質震源モデルの選定 (Step2)

ケース3-2-3では、遠州地方に広がる倒壊率40%以上の地点では計算倒壊率が過小評価となったことから、破壊開始点とSMGAの配置は同じで、

SMGA1と2の面積と応力降下量を変更した不均質震源モデルを5ケース追加し比較した。その結果、SMGA2の応力降下量のみを60MPaに変更したケース3-2-5が最も観測事実を説明するモデルとなることが分かった(図4)。観測倒壊率との一致度はケース3-2-3より改善されたが、依然大被害の出た地点では過小評価となった。

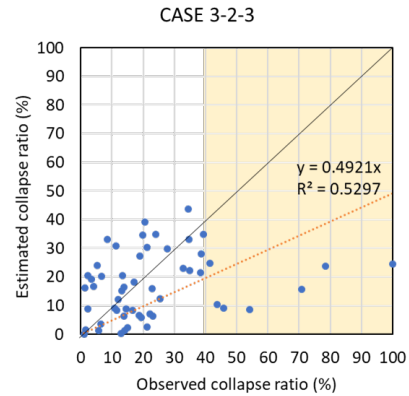


図3 ケース3-2-3での観測倒壊率(横軸)と計算被害率(縦軸)の比較

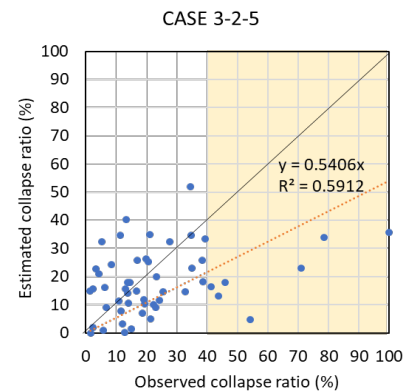


図4 ケース3-2-5での観測倒壊率(横軸)と計算被害率(縦軸)の比較

6. まとめ

1944年東南海地震の短周期震源像の把握を目的として、不均質なすべり量、破壊伝搬速度を有する破壊開始点・SMGA位置・応力降下量が異なる41の不均質震源モデルを構築した。作成した強震動波形と戦前の建物用被害評価モデルを用いて建物倒壊率を算出し、観測倒壊率と比較、最適モデルを選定した。最適モデルにおいては倒壊率が40%未満では観測事実を再現できたが、40%以上の数地点では過小評価となった。40%以上の建物倒壊率を説明するためには、より強力なフォワードディレクティビティを遠州地域に生じせしめるようにモデル化する必要があることが分かった。