

被害インバージョンによる 1944 年東南海地震の不均質断層パラメタ評価 Heterogeneous Source Parameter Evaluation of the 1944 Tonankai Earthquake by Building Damage

○伊藤恵理・仲野健一・関口春子・川瀬博

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

To understand the strong motion generation mechanisms of the 1944 Tonankai earthquake, we quantified the differences in the values of peak ground acceleration and peak ground velocity due to the addition of heterogeneity in slip among 36 source models constructed. After we selected the heterogeneous source model that reproduced the observed collapse ratios best, phase of each element wave was made identical in the four strong motion generation areas so that the forward directivity effect would occur towards the heavily damaged areas. The calculated collapse ratio increased by about 10% at the two points with the highest observed collapse ratios, while it did not change significantly at the other points. This finding suggests that it would be better to reconsider the effects of soil nonlinearity at these sites because significant amplitude reductions by soil nonlinearity were observed.

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。大正から昭和にかけて発生した海溝型巨大地震に関しては、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と統計的グリーン関数から得た強震動について、震源への不均質性の付与による最大加速度・速度の差異の定量化を行う。さらに、強震動を戦前の建物被害評価モデルに入力して得られる計算倒壊率に関して、破壊のフォワードディレクティブティ効果を考慮した場合と既往研究で非線形としていた地盤を線形とした場合について分析する。

2. 1944 年東南海地震の不均質震源モデル

伊藤・他(2021)では、1944 年東南海地震の観測被害を市町村別に整理した武村・虎谷 (2015) の観測被害率を再現するため、内閣府 (2015) に基づく SMGA (強震動生成域) の配置と、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)、SMGA (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ている。そして、この不均質震源モデルを用いて、観測倒壊率が 1%以上であった 53 地点において、仲野・川瀬(2021)の統計的グリーン関数を用いて強震動を作成している。

3. すべり量の不均質性の付与による最大値の違いの定量化

本研究では、内閣府(2015)の SMGA 配置を用いた標準モデルを対象に、断層面のすべり量の不均質性の付与による違いを定量化するため、すべり量の不均質性を考慮したケース (CASE1) としていないケース (CASE2)の各地点での最大加速度 (PGA)・最大速度 (PGV) を比較した。その結果、不均質にしたケースの方が大きな最大値を取っている計算地点が多いことが分かった (図 1)。

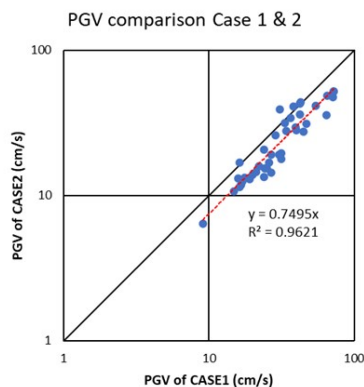


図 1 すべり量が不均質な CASE1 と均質な CASE2 での PGV の比較

4. 破壊のフォワードディレクティビティ効果の強さの影響の評価

伊藤・他(2021)では、不均質震源モデルと統計的グリーン関数から得た強震動波形を吉田・他(2004)の建物被害予測モデルに基づく戦前の建物被害評価モデルに入力することで計算倒壊率を得ている。図2には36の不均質震源モデル中、最もよく観測事実を説明するケース3-2-3における観測倒壊率と計算倒壊率の比較を示す。ケース3-2-3においては、倒壊率が40%未満の地点では観測事実をよく再現できた一方で、40%以上の大被害域においては、過小評価となっている。伊藤・他(2021)では、統計的グリーン関数法の計算で設定する要素地震の位相をランダムに設定していたが、実際にはある程度は位相が合っていると考えられる。そのため、破壊のフォワードディレクティビティ効果を強めることを目的として、今までランダムにしていた要素地震の位相を、4つの強震動生成域内で同一にして再度計算を行った。その結果、最も観測倒壊率が高かった2地点については計算倒壊率が10%程度上昇した。一方でその他の地点では未だ大きく過小評価となることが分かった(図3)。

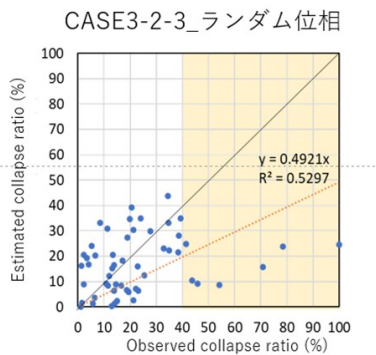


図2 最も観測事実を再現するCASE3-2-3の観測倒壊率(横軸)と計算倒壊率(縦軸)の比較

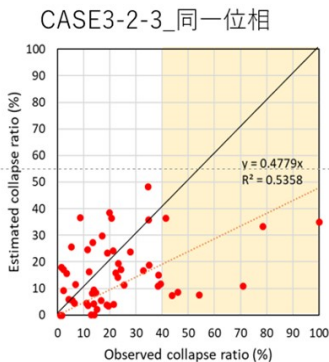


図3 要素地震のSMGA内の位相を同一とした場合の観測倒壊率と計算倒壊率の比較

5. 地盤の非線形性の考慮の影響の評価

次に地盤の線形・非線形の違いによりどの程度計算結果に影響が生じるかを評価するため、4.で求めた破壊のフォワードディレクティビティを強めたモデルを対象に、非線形としていた地盤を線形として計算を試行した。その結果倒壊率が40%未満の地点では、非線形性を考慮することで観測倒壊率とより一致する結果が得られる一方で、40%を超える大被害地点でもそれらの地点と同程度に大きく非線形の影響が生じた結果、観測より大幅に過小評価となっていることがわかった(図4)。

CASE3-2-3_同一位相(線形)

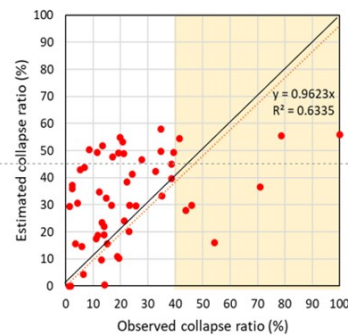


図4 地盤を線形とした場合の観測倒壊率と計算倒壊率の比較

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構築した不均質震源モデルに対し、すべり量の不均質性の付与による最大加速度・最大速度の値の違いを定量化した。また既に構築した36の不均質震源モデルのうち、最も観測倒壊率を再現するケースを対象に、破壊のフォワードディレクティビティ効果を大被害地域に生じさせるよう、要素地震の位相をSMGA内で同一にしたところ、最も観測倒壊率が大きかった2地点で計算倒壊率が10%程度上昇したが、その他の地点では大きな変化は見られなかった。次に地盤線形時の結果と比較した結果、倒壊率が40%未満の地点では非線形性の考慮により観測倒壊率と一致する一方で、40%を超える地点でもそれらの地点と同程度に大きく非線形性の影響が生じた結果、観測より大幅に過小評価となっていることがわかった。今後はより観測事実の再現が可能なモデル構築のためさらに地盤の非線形性の影響について検討していきたい。