

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350497

研究課題名(和文) 東北地方太平洋沖地震を踏まえた南海トラフにおける海溝型地震の強震動予測の高精度化

研究課題名(英文) Improvement of strong ground motion prediction of Nankai Trough subduction-zone earthquake considering 2011 Tohoku earthquake

研究代表者

川辺 秀憲 (Kawabe, Hidenori)

大阪大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：00346066

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：南海トラフにおける海溝型地震の強震動予測に向けて、海底地形、海水、及び陸域の地形の地震動への影響の評価を実施した。その結果大阪湾のように水深の浅い海の水は、まわりの陸域の地震動への影響が非常に小さいことを確認した。次に、紀伊半島周辺の海底地形を簡易にモデル化した地盤モデルで検討を行った結果、海域なしと仮定した場合より1割～2割程度、計算波形の振幅が変化することが分かった。

次に、震源の破壊過程が予測地震動に与える影響について検討を行った結果、強震動生成領域の形状と破壊開始点の位置関係が局所的な地震動に非常に大きな影響を与えることが分かった。

研究成果の概要(英文)：To predict the strong ground motion of subduction-zone earthquake in the Nankai Trough, we try to evaluate the effect of submarine topography, sea water, and the land area topography on the ground motion. As a result, the effect of shallow sea water as the Osaka Bay, on the ground motion was very small. But, the effect of deep sea water was not so little. Comparing the calculation result with considering sea water and without considering sea water, the amplitude of the waveform changed 10% to 20%.

Then, as a result of evaluation of the influence of the source rupture process on the predicted ground motion, the positional relationship between the shape and rupture starting point of the strong motion generation area has been found to provide a very large impact on the local ground motion.

研究分野：地震工学

キーワード：海溝型地震 強震動予測 南海地震 長周期地震動 差分法 強震動生成領域

1. 研究開始当初の背景

今世紀前半での発生が危惧されている南海トラフを震源とした東海・東南海・南海地震の発生時には、大阪から関東平野を中心に大都市圏に多数存在する建築物や橋梁などの構造物が海溝型巨大地震による強震動を経験することとなる。これらの構造物は都市の市民生活、社会経済活動を支える社会資本であり、南海トラフを震源とした海溝型巨大地震時の構造物の被害の把握は災害対応戦略の策定に必要不可欠なことである。よって、構造物の被害の把握のためには、将来発生する海溝型巨大地震の強震動予測を高精度に行う必要がある。

一方、これまで強震動予測の際に想定されてきた海溝型地震の震源モデルは、震源となるプレート境界の破壊について多少のランダム性は考慮するものの、震源(破壊開始点)から同心円状に広がることを想定しているものがほとんどであった。しかしながら、2011年東北地方太平洋沖地震では、宮城県沖のプレート境界で2回大きな地震動が放出されたことが観測記録からもわかっており(図1参照)震源の破壊が必ずしも破壊開始点から同心円状に広がるのではなく、近い場所で時間をおいて複数回の大きな地震動を放出することもあるということが分かった。また、既往の研究¹⁾などから構造物に影響の大きい周期(周期0.1~10秒程度)の地震動とより長周期の地震動の震源域が異なることも明らかになってきた。よって、今後の強震動予測では、震源のより複雑な破壊過程も考慮した震源モデルを想定する必要がある。

現在、地震調査推進本部などで現在公開されている強震動予測結果には、海底地形、海水、及び陸域の地形は考慮されておらず、平らな地表を仮定して地下構造モデルを設定した強震動予測の結果となっている。しかしながら2008年5月12日の中国四川省の地震の強震動シミュレーション²⁾などで、表層地形のモデル化の必要性も指摘されており、強震動予測の高精度化のためには、海底地形、海水、及び陸域の地形の地震動への影響を明らかにし、地下構造モデルに取り入れる必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえて、将来の南海トラフにおける海溝型巨大地震(東海地震、東南海地震、南海地震の単独及び連動型の地震)の強震動予測の高精度化を図ることを目的としている。

具体的には2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた海溝型巨大地震の震源のモデル化の方法の提案、及びこれまでの強震動予測ではあまり考慮されることのなかった海底地形、海水、及び陸域の表層地形の地震動への影響についての検討を実施し、強震動予測の高精度化を図ることを目的としている。

また、提案した震源のモデル化手法を南海

トラフにおける海溝型巨大地震の震源のモデル化に適用して強震動予測を行い、震源の破壊過程の予測結果(予測地震動の振幅や継続時間など)への影響を評価する。

3. 研究の方法

2011年東北地方太平洋沖地震の既往の震源モデルなどを基に海溝型巨大地震の震源のモデル化手法を検討し、検討の結果得られた成果を南海トラフにおける海溝型巨大地震の震源のモデル化に適用し、震源の破壊過程の予測結果への影響等を評価する。

次に、海底地形など地下構造の3次元的不整形性及び海水が地震動に与える影響を評価するために、まず、仮想的な地下構造モデルを用いて地震動への影響を評価し、得られた知見を基に、既存の地下構造モデルを使用して、海底地形等の影響を評価する。最後に、海底地形、海水、及び陸域の地形を取り入れた地下構造モデルを用いて、将来の南海トラフにおける海溝型巨大地震の強震動予測を行い、大阪平野や濃尾平野などの堆積盆地及び震源近傍における地震動の特性を把握する。

4. 研究成果

海溝型巨大地震の震源のモデル化についての検討結果

2011年東北地方太平洋沖地震について、観測記録を分析し、経験的グリーン関数法による震源モデルの構築及び改良を行った。ここでは、震源領域のうち強震動生成域のみをモデル化の対象とした。また、建築構造物に影響の大きい周期0.1~10秒をモデル化の対象周期とした。次に、構築した震源モデル及び地震調査研究推進本部の地下構造モデル(2012年度版)を用いて、差分法による地震動シミュレーションを行った。その結果、構築した震源モデルは、震源に近い宮城県内の観測記録を十分に再現できないものの、福島県から西の観測記録を概ね再現できるものであった。なお、構築した震源モデルの5つの強震動生成域の地震モーメントから求めたそれぞれのマグニチュードは7.2~8.0、強震動生成域全体の地震モーメントから求めたマグニチュードは8.1となり、震源全体のマグニチュードと比べかなり小さかった。このことは、今後、海溝型巨大地震の強震動予測を行う上で重要な情報になると考える。

海底地形、海水、及び陸域の地形の地震動への影響の評価結果

海底地形など地下構造の3次元的不整形性及び海水が地震動に与える影響を評価するために、仮想的な地下構造モデルを用いて地震動への影響を定量的に評価することも予定していた。平成25年度は、3次元地震動計算の計算コード(3次元差分法の計算コード)に傾斜する地表面及び海水を設定して計算できるよう計算コードの改良を行い、仮想

的な地盤での計算コードの検証を行い、設定したモデルで適切な計算ができることを確認した。

次に、大阪盆地（大阪平野と大阪湾）を対象に、実地震記録及び仮想震源を用いたシミュレーションを行い、大阪湾の水の地震動への影響について検証した。その結果、水深の浅い大阪湾の水は、まわりの陸域の地震動への影響が非常に小さいことを確認した。

次に、紀伊半島周辺の海底地形を簡易にモデル化した地盤モデルでの検討を実施したが、実地盤でのシミュレーションまで実施することができなかった。実地盤の検討を実施できなかった原因として、複雑な地形をモデル化した計算では、差分法の計算が不安定になり発散する現象がみられ、発散現象を回避することができず、実地盤による検討が完了しなかった。なお、簡易モデルによる検討の結果、海底が深くなると、海域なしと仮定した場合より1割～2割程度、計算波形の振幅が変化することが分かった。

震源の破壊過程が予測地震動に与える影響についての検討結果

強震動予測レシピに基づき、南海トラフにおける海溝型巨大地震の震源モデルを作成し、地震動を強く放出する領域（強震動生成領域）や長周期地震動の生成領域の位置の違いによる予測地震動の変化、破壊開始点の位置、震源パラメータの不確かさを考慮するという観点から、レシピにのっとり計算したパラメータのうち一つのパラメータ（具体的には地震モーメント、応力降下量、断層全体の面積に占める強震動生成領域の割合について検討）の値を1割増し、2割増したにした場合の予測地震動の変化について検証した。その結果、震源パラメータの値が同じであっても、強震動生成領域の形状と破壊開始点の位置関係が局所的な地震動に非常に大きな影響を与えることが分かった。この結果から、今後、海溝型地震の予測を実施する際には、強震動生成領域及び破壊開始点の位置を決定するための情報が無い場合は、強震動生成領域の位置、形状、破壊開始点の位置を慎重に設定する必要がある。

<引用文献>

Kawabe H., K. Kamae and H. Uebayashi: Source Modeling and Strong Ground Motion Simulation of the 2011 Tohoku Earthquake, 15th World Conference on Earthquake Engineering, Lisbon, Portugal, 2012, Paper ID:4506.

ataru Suzuki, Shin Aoi, Haruko Sekiguchi and Takashi Kunugi: Rupture process of the 2011 Tohoku-Oki mega-thrust earthquake (M9.0) inverted from strong-motion data, Geophys. Res. Lett., 38, 2011, L00G16,

doi:10.1029/2011GL049136.

ZHANG Wei, SHEN Yang and CHEN XiaoFei: Numerical simulation of strong ground motion for the Ms8.0 Wenchuan earthquake of 12 May 2008, Science in China Series D: Earth Sciences, vol. 51, No. 12, 1673-1682, 2008.

川辺秀憲, 釜江克宏: 2011年東北地方太平洋沖地震の震源のモデル化, 日本地震工学会論文集, Vol.13, No.2 (特集号), pp.75-87, 2013.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計0件)

川辺秀憲, 2011年東北地方太平洋沖地震の地震動, 日本地震工学会誌, 査読無, 第27号, pp.19-24, 2016年2月.

[学会発表](計5件)

Hidenori Kawabe, Source Modeling and Long Period Ground Motion Simulation of 2011 Tohoku Earthquake, International Symposium On Structure Assessment and Health Monitoring, 2015/8/10.

Hidenori Kawabe, Long Period Ground Motion Simulation of Huge Plate Boundary Earthquakes, International Symposium on Disaster Simulation, June 13(Sat)-14(Sun), 2015.

川辺秀憲, 釜江克宏, 上林宏敏, 2011年東北地方太平洋沖地震の長周期地震動シミュレーション, 第41回地盤震動シンポジウム, pp.35-42, 2013年11月26日.

Kawabe H., K. Kamae and H. Uebayashi: Long period ground motion simulation of the 2011 Tohoku earthquake, Joint Workshop: International Workshop of Japan Association for Earthquake Engineering on the Effects of Surface Geology on Strong Ground Motion (JAEE-ESGWS) and 10th International Workshop on Seismic Microzoning and Risk Reduction (10th IWSMRR), 2013/ 9/24-25.

川辺秀憲, 釜江克宏, 上林宏敏: 2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)の広域長周期地震動シミュレーション, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), B-2, pp.187-188, 2013/08/30.

地震調査研究推進本部: 震源断層を特

定した地震の強震動予測手法(「レシピ」),
2009年12月.

〔図書〕(計0件)
該当なし

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)
該当なし

取得状況(計0件)
該当なし

〔その他〕
ホームページ等
該当なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川辺 秀憲 (KAWABE Hidenori)
大阪大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号: 00346066

(2) 研究分担者
なし

(3) 連携研究者
なし