

(1) 実施機関名：

京都大学防災研究所

(2) 研究課題(または観測項目)名：

プレート境界巨大地震による堆積盆地の広帯域強震動の予測に関する研究

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

(3-2) 地震破壊過程と強震動

イ. 強震動・津波の生成過程

(4) その他関連する建議の項目：

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

東南海地震震源域付近で発生した 2004 年紀伊半島沖地震において、大阪・名古屋・首都圏で長周期地震動が観測され大きなインパクトを与えた。次の発生が逼迫している東南海・南海地震時には、更に強い長周期地震動が人口密集地域を襲うのは確実である。本研究は、これまでの既往の研究成果に基づいて、巨大地震が発生した際の大規模堆積盆地における信頼性の高い広帯域の強震動評価手法を確立することを目的とする。研究対象としては、東南海・南海地震時の大阪堆積盆地を主とする。これまで構築されてきた震源モデル化手法、地殻及び堆積地盤の速度構造モデルをもとに、より広帯域の強震動評価・予測を可能とする地殻・地盤速度構造モデルの高度化をすすめる。具体的には以下の 2 つの項目の研究を行う。

a. 地殻・地盤モデルの改良に関する研究

既存大阪堆積盆地の速度構造モデルと、プレート境界の震源域からサイトにおける地殻速度構造モデルの収集を行い、海域から陸域までを統合化した地殻・地盤速度構造モデルを高度化・広帯域化する。並行して、東南海地震、南海地震の地震動予測シミュレーションの検証のため、長周期地震動が卓越した強震観測記録を高密度に収集する。観測サイトの震動特性を分析し、地殻・プレート構造モデルや大阪盆地内地盤構造モデルとの比較を行って、モデルの適用性の検討と改良を行う。

b. プレート境界巨大地震に対する強震動予測に関する研究

南海地震、東南海地震を想定地震とした、広帯域強震動予測を行って、その方法論の確立を目指す。a. で取り込まれる構造モデルの精査・改良に加えて、プレート境界巨大地震の広帯域震源モデルを構築する。それらを組み合わせた予測を行うことによって特に甚大な地震被害を引き起こすと考えられる大阪堆積盆地内での地震動の特徴を把握するとともに、震源モデル、地殻・地盤構造モデルそれぞれの予測地震動波形への影響を評価する。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 21 年度においては、a. に関して、大阪堆積盆地モデル、地殻・プレート速度構造モデルを収集する。また大阪盆地内外での強震記録を収集し、地震動特性の分析を行う。強震観測点のサイト特性評価のための微動調査等を必要に応じて実施する。b. に関して、想定南海地震、東南海地震に関して、想定地震シナリオと 3 次元地下構造モデルに基づく地震動シミュレーションが行われた既往の地震動予測結果を収集し、評価地震動の特徴の把握を行う。

平成 22 年度においては平成 21 年度の解析結果、及び継続解析による観測地震動特性を明らかにするとともに、現時点の地盤構造モデルによる地震動特性を評価し、再現性の悪い観測点の特徴を明らかにする。

平成 23 年度においては、前年度の分析を継続するとともに、特に大阪堆積盆地モデルの観測地震動特性の再現性を向上するためのモデルチューニングを行う。モデルシミュレーションの広帯域化に関する方法を検討する。

平成 24 年度においては、地殻・プレート速度構造モデルと堆積層構造モデルのチューニングを継続し、再現性の定量的な評価を行う。モデルシミュレーションの広帯域化に関する方法検討を継続する。

平成 25 年度においては、改訂地下構造モデルを用いた想定南海・東南海地震による広帯域強震動シミュレーションを行う

(7) 計画期間中(平成 21 年度～25 年度)の成果の概要：

本研究においては、

a. 地殻・地盤モデルの改良に関する研究

b. プレート境界巨大地震に対する強震動予測に関する研究

を研究期間内に進めてきた。

a. に関しては次のような研究を行った。

地震波干渉法を用いた西日本の地殻構造の解析を行った。広帯域地震計記録に地震波干渉法を適用して、観測点間グリーン関数を構築し、Iwata et al. (2008) による既存の地殻速度構造モデルによるモデルシミュレーション結果と対比することによって、地下構造モデルのパフォーマンスチェックを行った。強震動を受けた際の地表近くの地盤応答特性に関して、大加速度を記録した 2008 年岩手・宮城内陸地震時の一関西記録を用いた地盤応答評価と強震を受ける前後における応答の違いと、そこから推定される地下速度構造の変化についての知見を得た。これまで、強震動を受ける前後において表層近くの S 波速度が強震時も含めて変化する指摘は多かったが、P 波速度についても変化している可能性を指摘した。

2011 年東北地方太平洋沖地震においては、震源域から約 700km 離れた大阪湾岸地域において関東平野に匹敵する大きさの周期 6 - 7 秒の長周期地震動が長時間観測されたため、その生成メカニズムを調べた。大阪堆積盆地内で観測された記録を元に、盆地内での地震動特性、卓越周期とその強さ分布を求め、湾岸及び東大阪地域において周期 6 - 7 秒が卓越し、一方、大阪市中心部の上町台地上ではそれより短い周期で卓越したことがわかった。これらの傾向を既存の堆積盆地速度構造モデルによる卓越周期分布と比較したところ、長周期地震動特性の再現には、現状の速度構造モデルはある程度パフォーマンスをもっているものの、盆地端部等での再現性が悪く、観測データ等でモデルを更新していく必要があることがわかった。本震及び最大余震の震源域から大阪に向かう観測記録を追うことにより、長周期地震波伝播特性を分析したところ、最大余震時も本震時に匹敵するほどの応答値が大阪湾岸で観測されていたこと、大阪堆積盆地内では、周辺岩盤地点に比べて約 30 倍の応答があったことなどが指摘された。

関東平野北西部に位置する中川低地内部の地盤応答特性、およびその空間的な変化を定量的に調べるため、低地内外に展開した地震観測網の記録を用いた地震動応答特性解析、東京低地北部～中川低地南部の N 値・土質の三次元グリッドモデル(木村ほか、2014)に基づく浅部地盤物性値構造モデルの作成とその検証、浅部地盤物性値構造モデルを用いた地震動増幅率分布の計算を行った。

平成 25 年度においては、2011 年東北地方太平洋沖地震及び最大余震による大阪堆積盆地での地震動を定量的に説明することを目的に、全国一次地下構造モデルに基づく 3 次元波動場シミュレーションを行った。相対的に震源過程が単純と考えられる最大余震の波形シミュレーションによって、地下構造モデルの妥当性を検証したのち、本震に対しては Asano and Iwata (2012) が、周期 0.1-10 秒の強震動を再現するために求めた 2 つの強震動生成域の場所に対応した震源モデルに単純化をしてモデルシミュレーションを行って、震源域 - 大阪堆積盆地に至る長周期地震動の再現を行った。擬似応答ス

ベクトル指標によると、観測量の倍半分程度には再現できることがわかったが、大阪堆積盆地内での地震動はやや過小評価で、モデルの更新が今後の地震動予測問題には重要となると考えられる。また、2011年4月13日に発生した淡路島の地震(Mw5.8)の際にも、大阪堆積盆地で継続時間の長い長周期地震動が観測された。この地震を対象に、大阪堆積盆地における長周期地震動シミュレーション(周期1-10秒)を実施し、堆積盆地内を伝播する長周期地震動のモデル化の際に重要なパラメータの1つである堆積層のQ値についてのパラメータスタディを行った。その結果、堆積層のQ値をGraves(1996)の手法でモデル化する場合、参照周期5秒において $Q_0=0.3VS$ として与えることで、大阪堆積盆地内での観測された地震動のエンベロープ形状や継続時間をよく説明できるという知見を得た。中川低地沖積層構造については、N値・土質の三次元グリッドモデル(木村ほか、2014)に基づく浅部地盤物性値構造モデルの作成とその検証、浅部地盤物性値構造モデルを用いた地震動増幅率分布の計算を行った。

b. に対しては、研究課題1812の研究成果等を踏まえたプレート境界巨大地震の広帯域震源モデルに基づいて、相模トラフ沿い、及び、房総沖の日本海溝沿いにおける巨大地震の地震動予測を、産業技術総合研究所と共同で行った。相模トラフ沿いの地震に関しては、この地域の過去の地震の2つの地震の震源像に関する既往研究、および、過去の多数の地震の統計解析によって得られている応力降下量等の地震パラメータの変動幅を考慮して、具体性の高いと考えられる幅の多数のシナリオを作成し、もたらされる地震動の幅を呈示した。関東平野の平均的な地震動の観点では、このようなシナリオ群の中でも1923年関東地震の地震動は、最大級に近いものであったと考えられる。房総沖地震については、2011年東北地方太平洋沖地震の震源域のすぐ南側に、M8の地震を設定した計算を試みた。震源を浅い(遠い)場所に置いた場合、陸域での地震動のPGVや震度は大きくない。破壊域の下端が深さ40km程度までであれば、震度は1987年千葉県東方沖地震(M6.7、深さ60km、スラブ内地震)程度以下である。最も陸域に近い(つまり深い)場所に置いた場合は、房総半島の東半分までPGVは50~70cm/s、震度は6弱から6強に達する。一方、速度応答スペクトルで見ると、破壊域に近い場合も遠い場合も長周期の地震動は大きく、3秒以上の長周期帯域では、東北地方太平洋沖地震の際の観測地震動と同等かそれ以上の大きさとなる。

- (8) 平成25年度の成果に関連の深いもので、平成25年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：
浅野公之・関口春子・岩田知孝・吉見雅行・林田拓己・竿本英貴・堀川晴央、2013、大阪堆積盆地における2013年淡路島の地震(Mw5.8)の長周期地震動シミュレーション、日本地震学会2013年秋季大会、B31-11.

Sato, K., T. Iwata, K. Asano, H. Kubo, and S. Aoi, 2013, Long-period Ground Motion Characteristics Inside and Outside of Osaka Basin during the 2011 Great Tohoku Earthquake and Its Largest Aftershock, AGU 2013 Fall Meeting, S43A-2481.

関口春子・吉田邦一・木村克己・花島裕樹、2014、中川低地の浅部地盤の地震動応答特性。関東平野中央部の地下地質情報とその応用、特殊地質図, no.40 (DVD), 地質調査総合センター, 136-177.

Sekiguchi, H., M. Yoshimi and H. Horikawa, 2014, Broadband ground motion prediction for interplate giant earthquakes: case of anticipated off-Boso peninsula earthquake, International Workshop on New Initiative toward the Advancement of Strong Motion, Site Effect, and Risk Evaluation Studies for Future Mega-Quakes, March 2014.

- (9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

京都大学防災研究所 関口春子・岩田知孝
他機関との共同研究の有無：有
鳥取大学大学院工学研究科 香川敬生

- (10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先
部署等名：

電話：

e-mail：

URL：

(11) この研究課題 (または観測項目) の連絡担当者

氏名：関口春子

所属：京都大学防災研究所社会防災研究部門