

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 14 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23310121

研究課題名(和文) 広帯域地震動予測のための地下構造モデルの高度化に関する研究

研究課題名(英文) Study on validation and verification of the underground seismic velocity model for broad-band ground motion prediction

研究代表者

岩田 知孝 (Iwata, Tomotaka)

京都大学・防災研究所・教授

研究者番号：80211762

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,200,000円

研究成果の概要(和文)：広帯域地震動予測のための地下速度構造モデルの高度化を行った。既存の堆積層速度構造モデルが存在する京都盆地と大阪平野を対象として、地震動記録の収集、微動観測を実施し、HVスペクトル比や観測点間グリーン関数を利用して、モデルの妥当性の検証を行った。大阪平野においては、2011年東北地方太平洋沖地震時の長周期地震動と2013年淡路島の地震記録のモデリングを行い、堆積盆地構造モデルの波形再現性の検証を行うとともに、堆積層内のQ値を推定した。京都盆地においてはHVスペクトル比を用いて広帯域速度構造モデルを推定した。地震記録や微動記録によるモデルの検証を継続する必要がある。

研究成果の概要(英文)：Improvement of basin and crustal velocity structure models is very important for the reliable strong ground motion prediction. We validated Kyoto and Osaka basin velocity structure models by simulating observed ground motions of large- and moderate-size earthquakes and microtremor H/V spectral ratios. For the Osaka model, we collected strong motion records of many organizations for the 2011 Tohoku and the 2013 Awajishima earthquakes and conducted ground motion simulations. Simulated ground motions using the newest Osaka basin velocity model explained well the main features of the observed ground motions in the period range more than 2 seconds for the 2013 Awajishima earthquake. We also give an appropriate Q-value in the basin structure model for explaining long duration in the observed data. For Kyoto basin, the site underground velocity structures are modelled by the earthquake ground motion and microtremor HV spectral ratio. Broad-band velocity models are obtained.

研究分野：強震動地震学

キーワード：地震動予測 地下速度構造モデル 観測点間グリーン関数 地震波干渉法 堆積盆地構造

1. 研究開始当初の背景

地震被害を引き起こす強震動は、様々な周期特性を持っていることから、地震被害軽減を目指した高精度の予測地震動の広帯域化が必要不可欠である。強震動予測においては、震源モデル地下構造モデルに基づく方法がとられる。震源モデルを広帯域化するための方法論の研究は、例えば Sekiguchi et al. (2008) などで進められている。一方、地下構造モデルについては、現在、文部科学省地震調査研究推進本部地震調査委員会の活動によって、全国一次地下構造モデルの構築が行われてきている。日本全国どこにおいても、この地下速度構造モデルを利用することができるため、ゼロからモデルを構築する必要はなく、今後取り組むこととしては、地下速度構造モデルの説明能力の広帯域化、広帯域の地震動予測に用いることのできる地下速度構造モデルの構築とその検証となる。この達成には、様々なモデル検証のための地震動記録やそこから得られる観測情報の収集に加えて、それらの観測情報をどのように地下速度構造モデルの改訂へ反映させるかという手法の開発が必要である。

2. 研究の目的

周期数秒程度以上の観測地震動をどの程度再現できるかどうかといった、いわはモデルの性能評価が行われている地殻・地盤速度構造モデルのうち、地震動特性に大きく影響する地盤構造モデルに焦点をあて、このモデルの広帯域強震動予測・評価への適用性を調べる。これを実施するため強震観測点の地震記録のみならず、連続震動観測に基づく地震波干渉法によって得られる観測点間グリーン関数や、HV スペクトル比等、様々な観測地震・微動波形情報を用いた地盤速度構造モデルの検証と改良を行う方法論を作成し、その有効性を検討することを目的とする。

3. 研究の方法

対象地域を詳細な地盤構造モデルが存在する大阪平野（堆積盆地）及び京都盆地として、地震波形記録及び微動観測のデータベースを構築した。本地域は近い将来発生が懸念される南海トラフの巨大地震時に、大きな揺れに見舞われる可能性が高い地域でもある。地震記録に関しては、公開されている防災科学技術研究所の強震観測網や気象庁震度計、また関西地域での強震観測網のデータに加え、自治体震度形波形記録や関係機関による強震記録をできる限り収集し、データベース化した。強震観測点を中心として単点微動観測を行い、HV スペクトル比を求めた。また大阪堆積盆地内において連続観測によって得られた地震波干渉法による観測点間グリーン関数を求めた。

これらのデータベースを活用し、実地震記録及び観測点間グリーン関数のモデルシミュレーションによる地下速度構造モデルの

検証、地震波及び微動の HV スペクトル比を用いた観測点直下の地下構造モデルの構築と検証、京都大学宇治キャンパスに設置されている3次元地震観測網のデータを用いた表面波と実体波の分離、に関する研究を行った。

4. 研究成果

大阪堆積盆地においては長周期地震動が卓越した2011年東北地方太平洋沖地震及び2011年茨城沖地震、2013年淡路島の地震の長周期地震動シミュレーションを行い、現状の地盤構造モデルの記録再現性を確認した。主たる観測の特徴を再現できているが、2013年淡路島の地震においては、S波到着約2分後に湾岸観測点で現れた顕著な波群を再現するには至らなかった。淡路島の地震は対象地域の西側で発生したため、大阪湾の下を通ってくる波動を検証する必要があるが、この地域の物理探査情報は十分とは言えず、また海底に地震記録がないことから、伝播の途中での情報をえることもできていないため、今後の検証が必要と考えられる。

またこのシミュレーションにおいて、長時間地震動の再現性を調べることによって、モデルにおける堆積層内のQ値を推定した。既往研究において設定されているQ値は、それぞれ観測波形の卓越周期帯と関係しており、対象とする周期帯域を考慮した値を設定しないと、地震動の継続時間を過小評価する可能性がある。ここで得られたQ値は、周期5秒程度の周期に関係する値と考えることができる。今後のモデルシミュレーションにおいて得られた値は重要な意味をもつ。

堆積盆地構造モデルに関して、Sekiguchi et al. (2013) で作成された最新のモデルと、ひとつ前のモデルに対して、観測点間グリーン関数のモデルシミュレーションを行い、最新のモデルによる観測値の再現性の向上を確認した。観測点間グリーン関数は、観測地震記録同様、モデルの検証に十分用いることができることがわかった。

大阪盆地の単点微動の HV スペクトル比から観測点直下の構造を推定し、それを横方向に比較することによって、基盤構造の傾斜や伏在する逆断層によって作られた撓曲構造に対応する地下構造情報を得ることができた。こういった短波長の変形については、より短周期の地震動に影響を及ぼすことが考えられ、現存のモデルの高度化をどういった観点からすすめるかという点において、重要な指摘をすることができる。

京都盆地においては地震動及び微動の HV スペクトル比をもちいた堆積層のモデル化を行い、広帯域の地震動特性に対応する構造モデルの高度化を進めることができた。また京都盆地南東部での3次元アレイ観測記録を用いた波群分離により、この地域における地震動には、高次モードの表面波の影響があることが推定された。これは観測地点が盆地

の端部にあることから、盆地端部の複雑な盆地基盤形状の影響を強く受けていると考えられることができる。

これらの研究成果は、関連学会で発表され、論文として公表されたものがある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 5件)

Matsushima, S., T. Hirokawa, F. De Martin, H. Kawase, and F.-J. Sánchez-Sesma (2014), The Effect of Lateral Heterogeneity on Horizontal to Vertical Spectral Ratio of Microtremors Inferred from Observation and Synthetics, Bulletin of the Seismological Society of America, 104, 381-393, doi:10.1785/0120120321.

飛田幸樹・川瀬博・松島信一(2014), 常時微動を用いた大阪平野南部における地盤構造の推定, 日本地震工学会論文集, 第14巻, 第2号, 104-123.

浅野公之・岩田知孝・関口春子・宮腰 研・西村利光 (2013). 大阪堆積盆地における微動H/Vスペクトルの多点観測による盆地速度構造モデルの検証, 京都大学防災研究所年報, 56B, 117-129.

Sato, K., K. Asano, and T. Iwata (2012). Long-period Ground Motion Characteristics of the Osaka Sedimentary Basin during the 2011 Great Tohoku Earthquake, Proc. 15th World Conf. Earthq. Eng., Lisbon, Portugal, paper no. 4494.

Asano, K., T. Iwata, and H. Sekiguchi (2012). Application of Seismic Interferometry in the Osaka Basin for Validating the Three-dimensional Basin Velocity Structure Model, Proc. 15th World Conf. Earthq. Eng., Lisbon, Portugal, paper no. 0666.

[学会発表](計 11件)

Iwata, T., H. Kubo, K. Asano, K. Sato and S. Aoi, Long-period Ground Motion Simulation in the Osaka Basin during the 2011 Great Tohoku Earthquake, AGU 2014 Fall Meeting, S41E-03, 18th Dec. 2014. (San-Francisco, USA)

松島信一・Florent De Martin・川瀬 博・Francisco J. Sanchez-Sesma・廣川貴則, 微動 H/V スペクトル比の方位依存性と盆地端部形状の関係, 日本地震工学会年次大会 2013 予稿集, 2013年11月12日, 国立オリンピック記念青少年総合センター(東京都渋谷区)

吉田邦一・浅野公之・岩田知孝, 高次モードの表面波を仮定した地震計鉛直アレイ記録の相分解解析, 日本地震学会 2013年秋季大会, 2013年10月8日, 横浜・神奈川県民ホール・産業貿易センター(横浜市).

Sato, K., T. Iwata, K. Asano, H. Kubo, and S. Aoi, 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, 12th, December 2013.

Asano, K., T. Iwata, H. Sekiguchi, K. Somei, K. Miyakoshi, S. Aoi, and T. Kunugi, Observation and simulation of interstation Green's functions obtained from continuous microtremor observation in the Osaka basin, IAHS-IASPO-IASPEI 2013 Joint Assembly, S104S2.04, Göteborg, Sweden, 25 Jul., 2013.

佐藤佳世子・岩田知孝・浅野公之・加藤護, 2011年東北地方太平洋沖地震による長周期地震動の伝播と大阪堆積盆地での地震動特性, 日本地震学会 2012年秋季大会, P3-51, 2012年10月18日.

[図書](計 0件)

[産業財産権]
出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

[その他]
ホームページ等
<http://sms.dpri.kyoto-u.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩田 知孝 (IWATA Tomotaka)
京都大学・防災研究所・教授
研究者番号: 80211762

(2) 研究分担者

松島 信一 (MATSUSHIMA Shin'ichi)
京都大学・防災研究所・准教授
研究者番号: 30393565

吉田 邦一 (Yoshida Kunikazu)
一般財団法人地域地盤環境研究所・主任研究員
研究者番号：50425732

青井 真 (AOI Shin)
国立研究開発法人防災科学技術研究所・総括主任研究員
研究者番号：80360379

浅野 公之 (ASANO Kimiyuki)
研究者番号：80452324
京都大学・防災研究所・助教