

奈良盆地の地盤構造のモデル化 Modeling of the 3D velocity structure of the Nara basin

○関口春子・浅野公之・岩田知孝
○Haruko SEKIGUCHI, Kimiyuki ASANO, Tomotaka IWATA

A 3-D velocity structure model of the Nara and Kyoto sedimentary basins was developed to improve the prediction accuracy of strong ground motions caused by earthquakes on the Nara-bonchi-toen Fault Zone. This study was conducted as part of the "Comprehensive Research Project for the Nara-bonchi-toen Fault Zone," a project funded by MEXT. In addition to the exploration and survey data conducted during this project, a wide range of previous exploration and survey data were collected. As has been done in some of the previous studies constructing 3-D velocity structure models in Osaka, Kyoto and Nara basins, we first, modeled the depth distribution of the basement rock and key layers in the sedimentary layers to create a 3-D sedimentary age structure model, and then converted the depth and sedimentary age into seismic velocity and density using the physical property conversion equation to obtain a 3-D velocity structure model. The model was validated by comparison with the surface wave phase velocity dispersion curve obtained by microtremor array survey and by simulation of seismic waveforms of a small earthquake.

1. はじめに

令和元～3年度に、文部科学省科学技術基礎調査等委託事業として、「奈良盆地東縁断層帯における重点的な調査観測（代表：岩田知孝）」（以下、奈良重点）が実施された（文部科学省研究開発局・国立大学法人京都大学防災研究所，2022）。本稿では、奈良重点の一環で、奈良盆地東縁断層帯の地震による強震動の予測精度向上のために行った、奈良盆地及び京都盆地の堆積層の3次元速度構造モデルの作成について報告する。なお、奈良重点による調査により、全長50 km、全体が同時に活動した際の地震規模がMw7.2となることが推定されている。

2. モデル作成方針

大阪盆地・奈良盆地・京都盆地を埋積するのは主として大阪層群であり、3盆地では地質と物性値の関係も類似性があると考えられる。そこで、大阪盆地・京都盆地・奈良盆地の既往の深部地盤構造モデルの一部（例えば、堀川・ほか、2003）に用いられている、「まず、基盤岩及び堆積層内の鍵層の深度分布をモデル化して3次元堆積年代構造モデルを作り、次に、物性値変換式で深さと堆積年代を地震波速度と密度へ変換して3次元速度構造モデルを得る」という方針を踏襲した。

3. 用いたデータ

モデル作成に用いたデータは、反射法地震探査、ボーリングにおける地質調査・PS 検層・VSP 探査、微動アレイ探査、単点微動観測、重力観測、地質調査によるものであり、奈良重点で実施された探査・調査データに加え、既往の探査・調査データを広く収集した。奈良重点で実施された奈良測線の反射法地震探査は、奈良盆地の基盤岩深度が最も深いと推定される地域に約7 kmにわたって展開され、盆地の堆積層構造を推定する上で重要な情報となった。奈良測線沿いで実施されたボーリングでは、奈良盆地で初めての長尺ボーリング(302m)における速度探査が行われ、地震波速度の深度分布を拘束する上で重要なデータとなった。また、微動観測についても奈良重点で多数のデータが追加され、反射法地震探査やボーリングによる情報を補間し、地盤構造の細かな空間変化を描出する強力なデータとなった。

4. モデル作成手順

モデル構築の手順は次のとおりである。

1) 基盤岩及び堆積層内の鍵層の深度分布の初期モデルの作成

基盤岩深度分布の初期モデルは、重力異常による基盤岩深度モデルを、表層地質データ、岩着ボ

ーリングや反射法地震探査の基盤岩深度、微動 H/V の卓越周波数を用いて修正する形で作成した。

鍵層深度分布の初期モデルは、ボーリングや反射法地震探査の鍵層深度、鍵層露頭位置、表層地質データに基づいて作成した。設定した鍵層は、Ma9 層、Ma6 層、Ma3 層、Ma1 層、福田火山灰層、及び、中新統上面である。

2) 物性値変換式の推定

堆積年代と深さを地震波速度や密度に変換するには、堆積年代と深さを P 波速度に変換し、次に、P 波速度を S 波速度に、さらに、P 波速度や S 波速度から密度に変換する。それぞれにおける経験式は、反射法地震探査の速度解析データと判読した鍵層深度を内挿して得られる堆積年代、ボーリングで実施された速度探査データにより決定した。

3) 初期 3 次元速度構造モデルの作成

基盤岩と鍵層の深度分布の初期モデルと物性値変換式から、初期 3 次元速度構造モデルを作成した。

4) 微動データによるモデルの修正

微動 H/V スペクトル比のピーク周波数データと 3 次元速度構造モデルによる理論値を比較してモデルを修正し、最終モデルとした。

5. モデルの検証

作成された深部地盤構造モデルの基盤岩深度分布、及び、東西・南北方向の深さ断面における S 波速度分布を図に示す。

微動アレイ探査で得られた表面波位相速度分散曲線によるモデルの検証では、概観的にはモデルは観測と整合的であったが、基盤岩深度が小さい地域に観測と理論のずれの大きい地点があった。また、小地震波形のシミュレーションによるモデルの検証では、モデル化領域内の多くの地点で、観測波形の特徴を直達波、後続波部分ともに良好に再現することができた。しかし、奈良盆地南西部、京都盆地の盆地端部に近い地域などで、観測波形の特徴の再現が十分でない地点が見られた。また、京阪奈丘陵の一部や奈良盆地東縁部の丘陵で、中新統が局所的に不自然に厚くなっている部分が生じており、中新統の深度や地震波速度の設定を見直す余地があると考えられる。

6. 文献

堀川晴央・水野清秀・石山達也・佐竹健治・関口春子・加瀬祐子・杉山雄一・横田裕・末廣匡基・横倉隆伸・岩淵 洋・北田奈緒子・Arben Pitarka, 断層による不連続構造を考慮した大阪堆積盆地の 3 次元地盤構造モデル, 活断層・古地震研究報告, 3, 225-259, 2003.

文部科学省研究開発局・国立大学法人京都大学防災研究所 (2022)、奈良盆地東縁断層帯における重点的な調査観測 令和元～3 年度 成果報告書、https://www.jishin.go.jp/database/project_report/nara_juten/nara_juten-r03/

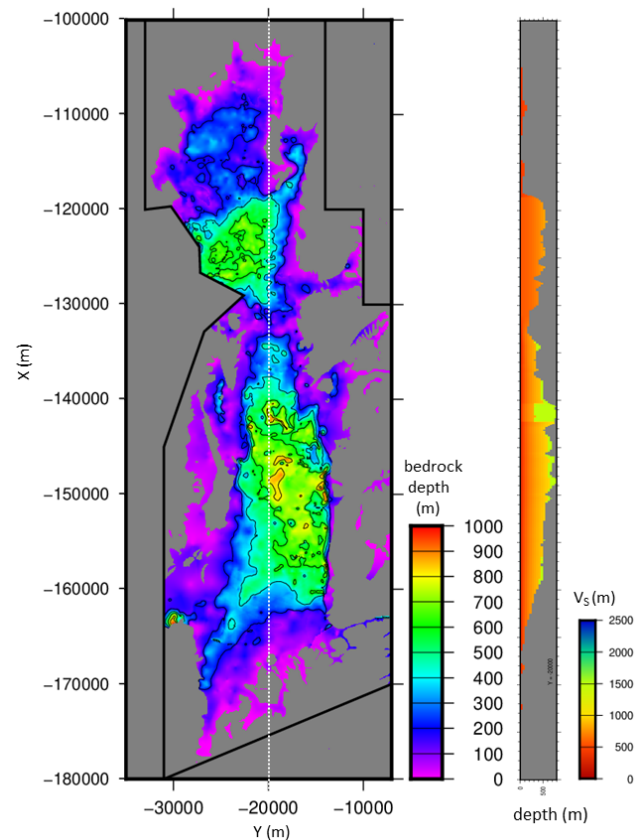


図 深部地盤構造モデルの基盤岩の深度分布、及び、南北方向の深さ断面における S 波速度分布