

鳥取平野における地震動評価のための3次元地下構造モデルの構築

鳥取大学 学生会員 ○ 石田勇介

鳥取大学 正会員 野口竜也

鳥取大学 正会員 香川敬生

1 はじめに

1943年9月10日に鳥取地震(M7.2)が発生した際、鳥取平野内において局所的な被害集中(Fig.1)が起きていたことが報告されている^{1,2)}。しかし、波形等の各種現存記録が数少ないことに起因して、未だに科学的根拠に基づいた明確な被害原因の究明はなされていない。

鳥取平野では、これまでに各種物理探査法を用いた地下構造の調査研究が数多く実施されており、それらの結果に基づいた地下構造モデルが推定されている³⁻⁶⁾。常時微動探査が最も多くおこなわれており、レイリー波の位相速度分散曲線を介して1次元S波速度構造モデルが推定されている。また、重力探査も精力的に実施されており、観測から得られる重力異常から2層モデルを仮定した2次元または3次元密度構造モデルが推定されている。2004年には、鳥取県によって鳥取県全土を対象として一律500mメッシュ間隔で3次元地下構造モデルが作成されている⁷⁾。しかし、平野部においては500mメッシュ間隔では堆積層の不規則構造を表現しきれない可能性があり、本研究が対象としている領域における地震動解析に用いるためのモデルとしては必ずしも十分とはいえない。国が公開しているJ-SHISモデル⁸⁾もまた1kmメッシュ間隔で作成されているため、上記と同様の理由から十分とはいえない。

そこで、本研究では鳥取平野を対象として主に常時微動探査および重力探査結果に基づき、より細かいメッシュ間隔で表層地盤から地震基盤までを包括した3次元地下構造モデルの構築を目的とする。さらに、本研究モデルおよびその他のモデル(国が公開しているJ-SHISモデル⁸⁾および鳥取県により作成された鳥取県モデル)を用いて、1943年鳥取地震を想定した地震動シミュレーションをおこない、結果を比較することにより本研究モデルの有用性についての検証をおこなう。

2 物理探査結果に基づく3次元地下構造モデルの構築

本研究は、Fig.1の範囲を含む、東経134.08°~134.33°、北緯35.4°~35.6°で囲まれる領域(18km×18km)を対象とした。3次元地下構造モデルは、既往研究により蓄積された常時微動探査および重力探査結果を総合的に解釈することにより作成する。地震動評価のための3次元地下構造モデルを構築する上で重要となるS波速度構造については、常時微動探査により得られるレイリー波の位相速度データに基づいて推定する。これまでに推定されている1次元S波速度構造モデルは、地質調査結果等を参考にして各地点毎に固有の層構造を用いて解釈されている。本研究で3次

元モデルを作成するにあたり、統一物性値モデル(密度、S波速度、P波速度、Q値)を設定し、その物性値に則した各層厚を既存の位相速度データを用いて再度推定する。

3次元モデル化については、2次元3次Bスプライン関数を用いたモデル作成法⁹⁾を参考にし、統一物性値モデルにおける各層境界深度分布を求める。得られる各層境界面深度分布は、スプライン関数に基づいているため滑らかに表現されている。対象領域は1943年鳥取地震を引き起こしたと考えられている吉岡・鹿野断層等の地下構造の急変地域を有していることから、モデル作成時にはそのような急変地形を表現できているか注意する必要がある。



Figure. 1: 1943年鳥取地震による建物被害分布(1983年米子工業高等専門学校鳥取地震災害資料¹⁾から転載)

3 1943年鳥取地震を想定した地震動シミュレーション

本研究における地震動の計算は3次元差分法に基づいておこなう。また、ここでは1943年鳥取地震を引き起こしたと考えられている吉岡・鹿野断層について既往研究¹⁰⁾を参考にして鳥取県が作成した震源モデルを用いて、同地震を想定した地震動シミュレーションをおこなう。計算に際して、地下構造モデルを最小格子間隔40mの食い違い格子に離散化した。Fig.2は、本研究モデル、J-SHISモデルおよび鳥取県モデルのそれぞれのモデルから計算された時系列速度波形を示している(本研究モデル-黒線、J-SHISモデル-赤線、鳥取県モデル-青線)。ただし、鳥取県モデルによる計算結果は鳥取県が独自におこなったものであり、統計的グリーン関数法および等価線形法を用いることにより地表面での地震動を得ている。そのため、計算手法の差異が結果に及ぼす影響をできる限り除去するために波形全てに周波数0.1Hz~1.5Hzのバンドパスフィルターを施している。

Keyword : 1943年鳥取地震, 3次元差分法, 3次元地下構造モデル, 地震動評価, 鳥取平野

Address : 〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南4丁目101 鳥取大学大学院工学研究科

4 結果および考察

本研究モデルによる結果について、鳥取市街地に位置する JHK および NIK において最大振幅が 100m/s を超える比較的大きな振幅を持つ NS 成分の波が計算されている。また、平野中央部に位置する BAB, JHK, MYD, NIK においては、振幅値 50m/s 前後で継続時間の長い EW 成分の波が到来している。Fig.3 を見ても、比較的大きな速度振幅が平野中央部に分布している。この原因は、震源モデルが横ずれ型の破壊挙動を起こしたことによるディレクティビティ効果であると考えられる。J-SHIS モデルおよび鳥取県モデルによる計算結果をみると、全体的に振幅が小さく、継続時間も短いことから表層地盤による影響が十分に表現されていないと思われる。

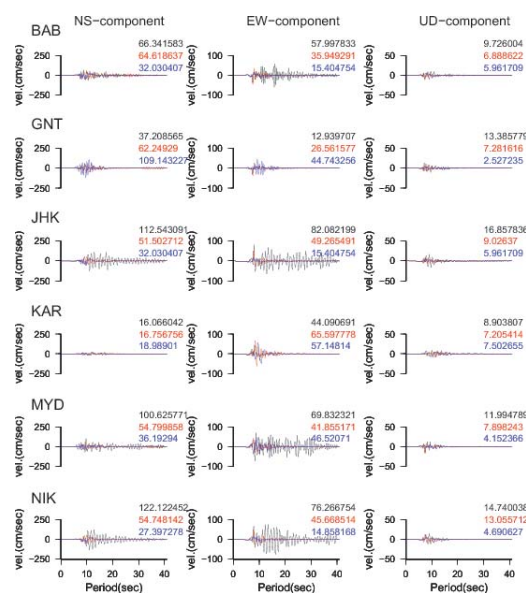


Figure. 2: 地表面でのシミュレーション速度波形

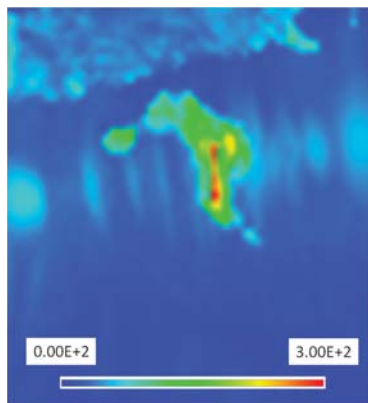


Figure. 3: 本研究モデルによる最大速度振幅分布 (NS成分)

5 おわりに

本研究では、鳥取平野において地震動評価のための統一物性値による 3 次元地下構造モデルを構築した。その上で、本研究モデルと他モデル (J-SHIS モデル, 鳥取県モデル) による地震動シミュレーション結果を比較し、本研究モデルの有用性を検証した。しかし、今後ともモデルの妥当性

の検証については、より多角的に検討を進める必要があると思われる。

6 謝辞

本研究に使用しました常時微動探査および重力探査データは、当時、鳥取大学工学部土木工学科地圏環境工学研究室に在籍しておられた方々によりおこなわれた研究によるものです。また、一部の図の作成には、GMT¹¹⁾ を使用しました。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- [1] 米子工業高等専門学校 (1983) : 鳥取地震災害資料, 20.
- [2] 日本建築学会 (1944) : 鳥取県震災調査報告, 建築雑誌, 2, 3 月合併号
- [3] 野口竜也 (2002) : 微動および重力異常を用いた鳥取平野の地盤構造推定に関する研究, 鳥取大学博士論文, 7-82.
- [4] 野口竜也 (2003) : 人工地震・微動・重力観測による鳥取平野の地盤構造の推定, 第 27 回土木学会地震工学論文集, No. 197, 1-7.
- [5] 野口竜也 (2008) : 微動探査データに基づく鳥取平野の 3 次元地盤構造モデルの構築, 土木学会第 62 回年次学術講演会講演
- [6] 野口竜也・杉原優太・杉浦慎一・香川敬生 (2009) : 微動および重力観測による鳥取平野南部の地盤構造推定, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演, I-330
- [7] 鳥取県 (2005) : 鳥取県地震防災調査研究報告書, 5-14.
- [8] 独立行政法人防災科学技術研究所 (2011) : 統合化地下構造データベースの構築, 地下構造構築ワーキンググループ報告書, Vol. 361
- [9] Koketsu, K., and S. Higashi (1992) : Three-dimensional topography of the sediment/basement interface in the Tokyo Metropolitan Area, central Japan, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 82, 2328-2349.
- [10] Kanamori, H. (1972) : DETERMINATION OF EFFECTIVE TECTONIC STRESS ASSOCIATED WITH EARTHQUAKE FAULTING. THE TOTTORI EARTHQUAKE OF 1943, Phys. Earth Planet., Interiors 5, 426-434.
- [11] Wessel, P. and W. H. F. Smith (1991) : Free software helps map and display data, EOS Trans. AGU, 72, 441.