

地震動シミュレーションとレシーバー関数解析を用いた仙台平野の3次元地下構造モデルの評価

Evaluation of 3D subsurface structural model of Sendai plain by using ground-motion simulation and receiver function

黒瀬 健 [1]; 秋山 伸一 [1]; 池上 泰史 [2]; 藤原 広行 [3]

Takeshi Kurose[1]; Shinichi Akiyama[1]; Yasushi Ikegami[2]; Hiroyuki Fujiwara[3]

[1] CTC; [2] 東大・地震研

CTC; [3] 防災科研

[1] CTC; [2] ERI, Tokyo Univ.

CTC; [3] NIED

防災科研では現在、日本全国の深部地下構造のモデル化と統合化地下構造データベースの構築が試みられているが、これまでに構築済みのモデルの多くは地震動シミュレーションによる計算波形と観測波形の比較による妥当性の検討が十分行われていない。一方、防災科研の強震観測網 K-NET, KiK-net によってこれまでに蓄積された均質かつ大量の強震記録は、地下構造のモデル化や既存のモデルの修正においても利用価値は高い。近年、このような地震記録から計算されるレシーバー関数の地下構造のモデル化における適用性が検討されている [小林・他 (1998), Kurose and Yamanaka(2006), 三浦・翠川 (2001)]。そこで本研究では、防災科研によって宮城県沖地震を想定した地震動予測図作成に使用された地下構造モデルを使用して、近地の深い地震 (2004/04/04, 北緯 38.18 度, 東経 141.68 度, 深さ 47km, M4.2) のシミュレーションを行い、観測波形の再現性の悪い地点を対象としてレシーバー関数を用いた地下構造モデルの評価を試みた。

モデル化対象領域は、日本測地系で東経 140.8 度から 141.7 度, 北緯 37.9 度から 38.8 度の, 東西方向約 71km, 南北方向約 90 km, 深さ 60km の範囲である。防災科研によるモデルは、地震基盤に至る堆積層が S 波速度 0.4, 0.7, 1.7km/s の 3 層からなるが、本研究では S 波速度 0.4km/s の層は省略し、地表の標高についてもモデル化の対象外とした。このようにして作成されたモデルでは、仙台平野の基盤深度は平野中央部で最も深く約 2 km であり、そこから東西に向かって基盤が浅くなっている。仙台市付近の基盤深度は約 1km である。堆積層が最も厚いと考えられる地域には、MYG004 (築館), MYG006 (古川), MYGH06 (田尻) などの観測点が位置している。なお、地震基盤以深の伝播経路モデルは、藤原・他 (2004) を参考に平行成層構造とした。

シミュレーション対象地震の観測波形は、多くの観測点において S 波主要動の到達後短時間で減衰し、後続波があまり見られないのが特徴的であり、これらの地点では観測波形と計算波形は概ねよく一致していた。ただし、堆積層が最も厚い地域に位置する MYG004 (築館) と MYG006 (古川) では、他の観測点とは異なり、振幅の大きい波形が比較的長い時間続いていた。これは、厚い堆積層によって地震波が増幅を受けたためであると考えられる。しかし、これらの観測点における計算波形は振幅が小さく、堆積層の影響を受けた特徴的な地震動が再現できなかった。これは、本来深い堆積層によって増幅されるはずの波が、モデルの不適切さのために十分増幅されなかったことを示唆している。そこで、これらの観測点を対象として地震記録を用いたレシーバー関数解析を行い、地下構造モデルの妥当性を検討した。

レシーバー関数解析は Kurose and Yamanaka(2006) の方法によって行った。まず、震央距離 100 ~ 150km 程度で概ね同じ方向から到来する複数の地震 (6 イベント) の P 波初動到達後 10 秒間のデータから、Langston(1979) の water-level 法によってレシーバー関数を計算し、それらの平均値を求めた。その後、平均化されたレシーバー関数を遺伝的アルゴリズム (GA) [Yamanaka and Ishida(1996)] によって逆解析した。逆解析の際は、各層の S 波速度と層厚を未知数とした。逆解析の結果、基盤の深さは MYG004 (築館) で約 2.4km, MYG006 (古川) で約 2km と、いずれも初期モデルより深く、堆積層がより厚いことが示された。厚い堆積層は地震動を増幅する一因であり、これら 2 地点で計算波形の振幅が観測波形のそれより小さかったことが定性的には説明できる。ただし、解析結果では堆積層の S 波速度が初期モデルより速くなっており、これは逆に地震動の増幅を抑制する可能性がある。

今後、より定量的に地下構造モデルの妥当性を評価するために、他の観測点でもレシーバー関数解析を行うとともに、逆解析で推定された 1 次元的な構造を 3 次元地下構造モデルに反映させ、再度シミュレーションを行って観測波形の再現性が向上することを確認する必要がある。

謝辞

本研究では、防災科研 K-NET, KiK-net による強震記録, F-net による CMT 解, 地震ハザードステーション「J-SHIS」にて公開されている地下構造モデルのデータを使用した。