

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

Estimation of underground structures using microtremors in the southern part of the Osaka Plain

飛田 幸樹^{1*}, 川瀬博², 松島信一²Koki Tobita^{1*}, KAWASE, Hiroshi², MATSUSHIMA, Shinichi²¹ 京都大学大学院工学研究科, ² 京都大学防災研究所¹ Graduate School of Engineering, Kyoto University, ² DPRI, Kyoto University

都市圏での広域の高精度の強震動予測を考えた場合、地下の地盤構造を的確に捉えた上で、地震動の増幅特性を正確に把握する必要がある。また、地質・ボーリング情報に基づいて既往の研究でも数多くの地下構造モデルが提案されているが、それらは常時微動観測や地震動観測等の地盤振動観測データによって検証される必要がある。

本研究では、他の地域に比べて比較的地盤情報が少ないとされる大阪平野南部において常時微動観測を行い、観測記録から得られる H/V スペクトル比 (以下、H/V と呼ぶ) に着目して、既往の研究から構築した地盤構造を初期モデルとして算出した微動の理論 H/V と比較することで、修正地盤構造を同定するとともにその方法の有用性について検討した。

微動 H/V の理論計算については、拡散場理論に基づけば、微動 H/V はその地点を加振点及び受振点とする点加振グリーン関数の虚部の比に対応するという理論が提案されている (Sanchez-Sesma *et al.*, 2011)。この提案理論に基づき、与えられた地盤モデルに対する微動 H/V を算出する理論計算手法が開発されており、本研究ではこれを用いた。まず、3つの強震動観測点 (OSK006, OSK007, OSKH03) で公開されている地盤構造をもとに地盤構造モデルを構築し、上記の理論計算手法を用いて理論 H/V を算出し、観測 H/V と比較することで、理論 H/V の計算とそれに基づく本研究での地盤構造推定方法に対して検証を試みた。結果として、両者の H/V は良く対応することが分かり、このことから本研究で用いている理論計算手法で、既往の研究から構築した地盤構造初期モデルの理論 H/V を算出し、観測 H/V と合うように地盤構造を同定していけば、堆積盆地内の観測点については、その場所の実際の地盤構造に近い構造が得られると期待できる。

そこで本研究での地盤構造同定方法として、地盤構造モデルの層厚と S 波速度を探索変数としたグリッドサーチを行い、観測記録と地盤構造モデルから得られる H/V の振幅の残差二乗和が最小になるような修正地盤構造を同定した。結果として、観測 H/V に対する理論 H/V の残差は初期モデルから大幅に改善され、観測 H/V の共振ピーク振動数と振幅に合うような修正地盤構造モデルを精度よく同定できた。

また、その同定結果を既往の研究と比較することで、拡散場理論に基づく微動の理論 H/V の新提案理論と、それに従った本研究での同定方法の有用性に対して検証を試みた。まず、上町断層帯付近で行われた微動アレイ観測 (地震調査研究推進本部, 2011) に基づく推定 S 波速度構造と、その推定地点から最も近くに位置する本研究の微動観測点での地下構造推定結果を比較した。結果は、両者の推定 S 波速度構造はその距離に応じた良い対応を示すことがわかり、本研究の同定結果の妥当性が示された。次に、本研究の同定モデルから得られる理論 H/V とレイリー波の楕円率に基づく H/V を観測 H/V と比較した。その結果、理論 H/V とレイリー波の H/V は同様な山谷の振動数特性を示し、本研究で用いた新提案理論との対応が示された。しかし、レイリー波の H/V では、観測 H/V には見られない振幅の急激な落ち込みや 1 次ピーク振動数での振幅の過大な卓越が見られたことから、従来の微動 H/V の解釈であるレイリー波の H/V の振幅情報を地盤構造同定に利用することは難しく、本研究で用いた拡散場理論に基づく微動の理論 H/V の新提案理論の方が有用性が高いことが示された。

最後に本研究では、今回得られた修正地盤構造モデルを強震動計算に応用する場合について検討を行った。本研究の修正地盤構造モデルは各層で個別の速度構造を与えているが、有限差分法等の領域型数値計算法で強震動計算を行う場合、同一速度構造モデルの方が利用しやすい。そこで、上記の個別速度構造を持つ修正地盤構造モデルの結果を参考にして、各観測点の初期モデルとしてあらかじめ同一速度構造与えた上で、層厚のみを対象として再度同定を行った。結果として、同一速度構造モデルでも初期モデルに比べて残差が大幅に改善されるとともに、その理論 H/V と推定地盤構造、および地盤の増幅率は個別速度構造モデルのものとはほぼ同一の結果を示すことがわかり、強震動計算のモデルとしてこの同一速度構造モデルを採用できる可能性が示された。

今後は、本研究で提案した地下構造に基づいて、大阪平野南部での強震動予測について検討を行いたい。また本研究では、上町・生駒断層帯を横切るような東西測線上で 1km ごとに微動観測点を選定しているが、今後は断層付近においてさらに細かい間隔で配置した観測点で常時微動観測を行うことにより、断層周辺の複雑な地下構造の推定に対する本研究での提案手法の適用性についても検討していきたい。

キーワード: 常時微動, H/V スペクトル比, 大阪平野, 拡散場理論

Keywords: microtremors, H/V spectral ratio, Osaka Plain, diffuse field theory