

地震記録から得られる地盤増幅特性の逆解析による関東平野における表層地盤のS波速度構造の推定

Estimation of shallow Vs structure for Kanto basin using site amplification from spectral inversion of earthquake motion records

山中 浩明 [1]; 大堀 道広 [2]; 翠川 三郎 [3]

Hiroaki Yamanaka[1]; Michihiro Ohori[2]; Saburoh Midorikawa[3]

[1] 東京工大・総理工; [2] 海洋研究開発機構; [3] 東工大・総理工・人間環境システム

[1] TokyoTech.; [2] JAMSTEC DONET; [3] Dept. of Built Environment, Tokyo Institute of Technology

首都圏での強震動の予測結果の信頼性を向上させるためには、関東平野の堆積層のS波速度構造を明らかにし、その影響を適切に評価する必要がある。関東平野では、すでに深部地盤の3次元S波速度構造がいくつか提案されている(例えば、Kokestu et al.,2007; 山中・山田, 2006)。表層地盤については、検層などによる多くのデータがあるが、3次元S波速度構造は一部の地域でしか提案されていない(例えば、稲垣ほか, 2008)。本研究では、関東平野で観測された強震記録の分析結果から得られる地盤増幅特性を逆解析することによって表層地盤のS波速度構造の推定を行った。

地震記録の分析に用いたデータは、K-NET, KiK-net, SK-netで観測された676地点での7718個の地震記録である。これらは、 M_j が4.1~6.1、深さ20~101kmの23地震の際に得られた加速度振幅が 100cm/s^2 以下の記録である。まず、分析では、複素波形として、そのS波部分の水平成分のスペクトルを求めた。その後、岩田・入倉(1986)のスペクトル分離法を用いて、震源特性、伝播経路Q値、地盤増幅特性に分離した。拘束条件としては、SITH10(Kik-net 都幾川)の地盤モデル($V_s 2.5\text{km/s}$ 層よりも浅い地盤)に対して理論的に計算されるS波の地盤特性を与えた。ただし、検層結果によるS波速度構造モデルを地表と孔底のスペクトル比が合う様にチューニングを行った。伝播経路のQ値については、0.8~20Hzの間で安定した結果が得られ、 $Q = 101 f^{0.667}$ という関係で近似できた。この結果は、既往の研究結果(例えば、加藤, 2005)と矛盾しない。一方、震源特性は w^{-2} モデルに近いものが主であった。一方、地盤特性について空間的に大きく変動しており、平野中心部では、1Hz以下の低周波数で振幅が大きく、10Hz以上の高周波数で低減する傾向が認められた。また、盆地端部の観測点では、10Hz以上の高周波数にピークが認められた。

各地点で得られた地盤増幅特性を逆解析することによって1次元モデルのS波速度構造を推定した。順計算には、S波の1次元重複反射を用い、観測値と理論値の差の2乗和を最小にするS波速度、層厚、Q値のモデルパラメータを決定した。各層のQ値は、 $Q=(V_s/b)f^a$ を仮定し、 a と b の係数を未知数とした。逆解析では、6層(深部地盤4、表層地盤2)を仮定し、深部地盤のモデルパラメータには、山中・山田(2006)による3次元モデルの基づく値の $\pm 100\text{m}$ 程度の探索範囲とし、表層地盤のパラメータを比較的大きい探索範囲とした。目的関数の最小化には、山中(2007)の方法を用いた。

逆解析モデルの深部地盤については、山中・山田(2006)と大きくは異なっていなかった。すべての地点での逆解析結果から、表層地盤のS波速度分布と厚さの空間的分布を得た。表層地盤の第1層のS波速度は70~200m/sの範囲で分布しており、東京湾および相模湾沿岸で小さな値となっている。なお、観測地盤増幅特性は、0.8~10Hzの間で理論値とよく一致しているが、それより高周波数帯域では十分に説明できなかった。Q値のモデル化も含めて検討の余地は残されている。K-NET観測点では、深さ20mまでのS波速度分布が明らかにされている。そこで、深さ20mまでの平均S波速度によって、得られた表層地盤モデルの妥当性を検証した。その結果、両者は比較的良く一致しており、今回のモデルが妥当なものであると考えられる。得られたモデルの深さ30mまでの平均S波速度も計算し、周波数0.8-5Hzの範囲の増幅特性と比較した。この平均S波速度と増幅特性には、相関性の高い関係があることが確認された。

本研究の一部は、科学技術振興費「首都圏直下地震防災・減災特別プロジェクト」によるものです。記して感謝致します。