

微動アレイ観測による関東平野の3次元S波速度構造の構築

Estimation of S-wave velocity structure in Kanto plain using microtremor array measurements

駒場 信彦[1]; 山中 浩明[2]; 山田 伸之[3]

Nobuhiko Komaba[1]; Hiroaki Yamanaka[2]; Nobuyuki Yamada[3]

[1] 東工大・総理・環境理工; [2] 東京工大・総理工; [3] 京大防災研

[1] Department of Environmental Science and Technology, Tokyo Tech; [2] T.I.Tech; [3] DPRI Kyoto University

大規模な平野では、周期数秒のやや長周期地震動が卓越することが知られており、その主成分は震源から観測点の間の伝播経路に存在する厚い堆積層で増幅された表面波であることが明らかにされている。したがって、やや長周期帯域の強震動特性の評価では、対象地点直下の地盤だけでなく、平野全域で面的なS波速度構造を知ることが重要となる。微動アレイ観測で観測されるデータは、波動種別および周期帯域は対象とする地震動と同じであることから、得られるS波速度構造は平野部でのやや長周期地震動の評価に非常に有力な情報となると考えられる。こうした利点は、他の探査手法にはない特徴である。本研究は、関東平野を対象としてやや長周期微動のアレイ観測を実施し、深い地盤の1次元S波速度構造を明らかにし、既往の微動アレイ探査結果などと統合してやや長周期地震動評価のための、3次元S波速度構造を構築することを目的としている。

関東平野では、すでに複数の機関によってさまざまな地点でやや長周期微動のアレイ観測が実施され、位相速度が得られている。しかし、これらの探査は平野南西部から中央部で実施されたものが多く、房総半島東部や関東平野北部では少ない。本研究では、この既往の研究結果を踏まえ、関東平野全域を網羅するような観測地点を決定した。

観測された微動上下動成分の加速度記録を積分し、ノイズの少ない部分 163.84 秒のデータを解析に用いた。Capon (1969) の方法により周波数 - 波数スペクトルを求め、ピークの波数ベクトルから周期ごとの位相速度を推定した。得られた位相速度は、周期 0.5 ~ 5 秒の間で分散性を呈しており、レイリー波と解釈できず。房総半島南部での位相速度は、短周期で大きくなり、基盤深度が浅くなると考えられる。また房総半島中央部での位相速度は、得られた周期帯域で大きいことから、基盤深度が深いと考えられる。さらに平野中央部から東部にかけての位相速度は、東側ほど傾きが急になり、平野の西側ほど堆積層が厚くなると考えられる。

上記のように得られた位相速度の逆解析を行い、S波速度構造を推定する。逆解析には、山中・石田 (1995) の遺伝的アルゴリズムによる方法を用い、未知数をS波速度と層厚にした。密度については各層で事前に一定値を与え、P波速度は、回帰式 (狐崎・他、1990) によってS波速度から求めた。関東平野における地質区分として大局的には、第四紀堆積層、二つの新第三紀堆積層および先新第三紀層の4つの層が存在すると考えられる。そこで、逆解析においては4層構造を仮定し、観測された位相速度と基本モードのレイリー波の位相速度の理論値のL1ノルムが最小となるように未知数を決めた。平野北西部から東部にかけてのS波速度構造は、平野中央で最も深くなり、盆地構造を呈している。また房総半島南部から千葉県北東部にかけてのS波速度構造は、房総半島中央部で基盤深度が約3kmと深くなり、北東側ほど基盤深度が浅くなる。

前述のように関東平野では多くの微動アレイ探査が実施されており、全ての地点で位相速度の逆解析が行われ地下構造が推定されている。しかし、位相速度の逆解析時の仮定等がそれぞれの場合で異なっており、各探査結果を統合して3次元モデルを作成する場合に地層の連続性などの判断が難しいことが多い。そこで、関東平野で実施されているアレイ微動探査によるレイリー波の位相速度を収集し、統一した基準で逆解析を行うことを考えた。基準を統一させるために各層のS波速度を固定した4層モデルを仮定し、既往の研究を含めた全236地点で逆解析を行った。S波速度は、本研究の結果から表層を除く地層で類似していたため、第2~4層目に対して一定値 (1.0、1.5、3.0km/s) を与えた。したがって、未知数は表層のS波速度と各層の厚さである。こうした逆解析では、かなり強い拘束を与えたことになり、観測された位相速度が十分に説明できない場合も当然でてくる。しかし、統一して逆解析することで、長周期地震動の評価により適切な堆積層のモデルを構築することができると考えられる。作成した3次元モデルのS波速度3.0km/s層上面深度は、房総半島中央部に最深地点があり、平野北部では基盤深度が2km以下と浅く、また南西部では詳細な地下構造が得られ基盤深度は2.5km前後である。本研究の3次元S波速度構造図と既往の3次元地質構造図 (鈴木、2002) との比較では、第3層上面深度および基盤震度は大局的によく類似しているが、表層は構造の異なる地域があった。