

常時微動のH/Vピーク周期の空間変動と表層地盤の不整形性の関係

—数値解析に基づく検討—

Relationship between Irregularity of Boundary of Subsurface Geology and Spatial Variation in Peak Periods of Horizontal to Vertical Spectral Ratio of Microtremors
-A Study Based on Numerical Simulations-

*元木 健太郎¹、渡辺 哲史¹、加藤 研一¹*Kentaro Motoki¹, Tetsushi Watanabe¹, Kenichi Kato¹

1.小堀鐸二研究所

1.Kobori Research Complex

1. はじめに

不整形な地盤上で地震動評価の評価精度を高めるには、層境界面の形状を調べる必要があるが、全てのサイトで詳細な分布を求めることは経済的に非効率である。詳細な調査の前に地盤不整形性の有無を簡便に識別できれば、地下構造探査の効率化が図れると考えられる。表層地盤の不整形性の有無を判断する指標として、微動のH/Vスペクトル比のピーク周期（以降、ピーク周期）の空間変動に着目し、工学的基盤が平坦なサイトと不整形なサイトで、観測記録のピーク周期の変動係数が大きく異なることを示した（元木・他、2012）。本報告では、工学的基盤が不整形なサイトを対象とし、数値解析に基づきピーク周期の空間変動に及ぼす地盤モデルの影響パラメータを検討した後、ピーク周期の空間変動を確率変数として捉えることにより、地盤モデルの不整形性との関係性を明らかにした。

2. 数値解析に基づく変動係数の算出

ここでは、微動計測を実施した名張サイト（元木・他、2012）を対象とし、まずは観測記録の空間変動を3次元差分法に基づく数値解析シミュレーションによって再現できるかを確認した。次に傾斜などを変更した種々の地盤モデルを設定し、ピーク周期の変動係数に影響を及ぼすパラメータを求めた。

地盤モデルは、物性をPS検層結果に、層境界面の深度分布を地盤調査車による掘削結果に基づいて設定し、地盤減衰は1Hzで5%となる減衰を与えた。このモデルを基本モデルとする。地盤モデルが変動係数に及ぼす感度解析には、基本モデルから層境界の傾斜、モデルサイズ、地盤物性を変動させたモデルを用いた。振動源は周辺にランダム配置した点加振源に加速度スペクトルでホワイトノイズを与え、シミュレーションの継続時間は160秒間とした。観測記録と同様に10.24秒間のセグメントに分割し、各セグメントのH/Vを算出し、それらの結果を平均化して各評価点のH/Vとし、ピーク周期を求めた。ピーク周期の空間変動を調べるために、観測点からの距離範囲ごとにピーク周期の変動係数を求めた。

3. 数値解析結果

まず、基本モデルのシミュレーション結果と微動計測結果によるピーク周期の変動係数を比較した。基本モデルによる変動係数は範囲が長くなるほど変動係数が増加し、その後傾きが小さくなる傾向が得られ、その傾向は微動計測結果と調和的であった。

感度解析の結果、地盤モデルのピーク周期の変動係数の絶対値は地盤モデルの層境界面の傾斜に、変動係数の傾きが小さくなる距離は層境界面の不整形性の水平方向の距離に関係し、地盤の物性は変動係数にほとんど影響がないことを確認した。

4. ピーク周期と地盤不整形性の関係性

数値シミュレーション結果を用い、ピーク周期の空間変動を確率変数として捉え、パワースペクトル密度に変換し、地盤モデルの不整形性と比較する。地盤モデルの不整形性は、地表から最下層上面までの鉛直方向のS波走時 T_z をフーリエ変換してパワースペクトル密度で表現する。ピーク周期の変動係数はセミバリオグラムを介して、自己相関関数をモデル化し、フーリエ変換することによってパワースペクトル密度に変換する。

自己相関関数をフォンカルマン型でモデル化し、ピーク周期の変動係数に適合するように、ハースト指数、相関距離、揺らぎをグリッドサーチで求めた。それらのパラメータから求めたパワースペクトル密度は、地盤モデル T_z のパワースペクトル密度とよく対応する。この傾向は、モデルサイズや傾斜を変動させた場合にも成立することを確認した。両者が対応することは、不整形地盤上のピーク周期の空間変動と地盤モデルの凹凸の程

度が類似していることを表している。このことはピーク周期の変動係数が、地下構造の不整形性が大きい
か、水平成層に近いかの判別に利用できることを表している。

参考文献)

元木・他(2012) : 工学的基盤の傾斜による微動H/Vピーク周期の空間変動、日本建築学会大会学術講演梗概
集、B-2、pp.157-158.

キーワード：常時微動、H/Vピーク周期、空間変動、変動係数、パワースペクトル密度

Keywords: Microtremors, Peak period of H/V, Spatial variation, Coefficients of variation, Power
spectral density