

地盤条件の変化に応じた微動の H/V スペクトル比の応答の検証

学籍番号1100434 氏名 廣井 謙雄

高知工科大学工学部社会システム工学科 中田研究室

岡崎の研究¹⁾による高知市周辺の常時微動1点観測のH/Vスペクトル比を、スペクトルとピーク周期の形状から4種類にグルーピングし、それぞれがどういった地盤条件から変化しているのかということに着目し推定することとした。その中で、硬質地盤が傾斜している付近でピーク周期が潰れて確認できない地点を検証するため、山際からの距離と周期特性の変化の度合を計った。結果として、H/Vスペクトル比のピーク周期は硬質地盤の傾斜と大きく関係していると考えられ、山際からどの程度の範囲でピーク周期が潰れているのかを推定することができた。

Key Words :H/Vスペクトル比, 常時微動, 1点観測, 不規則地下構造, 傾斜

1. はじめに

地盤せん断振動の固有周期を推定する簡便な手法として、微動の1点観測から得られる水平/上下スペクトル比（以下、H/Vスペクトル比）のピーク周期に基づく方法がある^{2),3)}。また、微動のH/Vスペクトル比とレイリー波のそれとの比較から、直下の地下構造の推定が可能である³⁾。しかし、地下構造が水平方向に変化する地盤（不規則地下構造）では、微動H/Vスペクトル比のピークが不明瞭となることから、レイリー波の解釈に基づく地下構造推定が難しい⁴⁾。そこで、本研究では、どのような地盤条件において微動H/Vスペクトルのピーク周期が不明瞭となるかを明らかにすることを目的に、高知市周辺を対象とした観測に基づく実証的検討を行う。

2. 微動のH/Vスペクトル比

本研究では、微動のH/Vスペクトル比を次式により定義する。

$$H/V = \sqrt{\frac{P_{NS} + P_{EW} + P_{UD}}{P_{UD}}} \quad (1)$$

ここに、 P_{NS} , P_{EW} , P_{UD} は、水平直交2成分および上下成分の微動のパワースペクトルである。

既往の研究³⁾から、基盤と堆積層のS波速度コントラストの明瞭な地盤では、レイリー波の周期特性を示す微動H/Vスペクトル比のピーク周期が、地盤の固有周期と概ね対応することが分かっている。

3. 微動の移動1点観測

3.1 不規則地下構造の範囲の概略推定

岡崎の研究¹⁾から、主として山際の地点付近において、微動H/Vスペクトル比のピークが不明瞭となる場合の多いことが指摘される。そこで、高知市周辺の117地点で得られた微動のH/Vスペクトル比¹⁾から、その形状とピーク周期に基づいて、H/Vスペクトル比を4種類にグループ分けした。その基準は、H/Vスペクトル比のピークが単一で明瞭なもの、ピークとトラフ（谷）の両方が見られるもの、ピークが不明瞭なもの、周期特性が見られないものとした。

グループ分けの結果と地形図との比較から、微動H/Vスペクトル比には、山際の地点では周期特性が見られないが、山際から少し離れた地点では、徐々に、不明瞭なピークが見られるようになり（図2：ピーク周期は読み取れない）、山から離れた地点では、単一で明瞭なピークが見られた（図3）。また、既往の地盤図（高知地盤図）との比較から、微動H/Vスペクトル比のピークが不明瞭な地点の多くは、山地で露頭している軟岩が、平地では堆積層の下部に入り、傾斜基盤として存在する地域、すなわち不規則地下構造となっていることが確認された。

3.2 観測地点

3.1節の検討を踏まえて、山際からの距離と微動H/Vスペクトル比の周期特性の変化との関係を調べるため、高知市北部に位置する薊野の山地から南に向かって微動の移動1点観測を行った。観測地点は、図1に示す測線に沿って、約100m間隔にaaa01~aak01の11地点および近傍の既存ボーリング地点（NNN01, NNN02）2地点の計13地点とした。

3.3 観測方法

観測では、固有周期5秒の速度計を使用した。各地点と

も、サンプリング周波数100ないし200Hzで660ないし330秒間、3成分の微動を同時記録した。記録波形から定常性を保っていると考えられる区間を選び、(1)式によりH/Vスペクトル比を求めた。

4. 山からの距離によるH/Vスペクトル比の変化

aaa01～aad01地点の約300mの間では、微動H/Vスペクトル比に、場所による大きな変化が見られた。そこで、この間を、さらに約25m～50m間隔で細かく観測を行い、H/Vスペクトル比の変化を詳細に検討した。その結果、H/Vスペクトル比には、山際から約50mまでの範囲では周期特性が見られなかったが、約70m地点(NNN01付近：図4)から不明瞭なピークが見られ始め、約300m離れたaad01地点(図5)では明瞭なピーク周期が見られた。

5. 基盤傾斜

以上より、H/Vスペクトル比のピーク周期の変化には、山地で露頭している軟岩が平地では堆積層の下部に入り基盤として存在し、その傾斜度合いが強く影響していることが示唆される。そこで、不明瞭なピークの見られた70m地点、200m付近での基盤の傾斜角度を推定するため、岡崎の研究より得られたピーク周期にある係数を掛け地盤深度を推定する式(2)を用いて、逆三角関数(3)によりその地点での平均傾斜度を推定した。

$$D=C \times T_p \quad (2)$$

$$\theta = \tan^{-1} \{ (D_1 - D_2) / B \} \quad (3)$$

ここに、Dは深度(m)、Cは高知市内での係数(50~70)、 T_p はピーク周期(s)、Bは水平距離(m)である。これらの式により、ピークの不明瞭な各地点での傾斜を推定した。

6. 結論

ピークが不明瞭となる各地点において、基盤の傾斜を推定した結果、70m地点では $6^\circ \sim 10^\circ$ 、200m付近では $14.2^\circ \sim 20.8^\circ$ 、 $28.2^\circ \sim 38.8^\circ$ となった。

この結果から、少ないデータからではあるが、少なくとも $6^\circ \sim 10^\circ$ 以上の傾斜をもつ基盤上ではピーク周期が不明瞭となるということが考えられる。よって、この傾斜が $6^\circ \sim 10^\circ$ を超える地点ではレイリー波の解釈に基づく地下構造推定が難しい可能性も考えられる。

参考文献

- 岡崎仁志：微動のH/Vスペクトルから推定した高知平野のS波速度構造断面，高知工科大学修士論文，2010。
- 中村豊，上野真：地表面震動の上下成分と水平成分を利用した表層地盤特性推定の試み，第7回日本地震工学シンポジウム，265-270，1986。
- 時松孝次，宮寺泰生：短周期微動に含まれるレイリー

波の特性と地盤構造の関係，日本建築学会構造系論文報告集，439，81-87，1992。

- 4) 上林宏敏：不規則地下構造域における微動H/Vスペクトル比と1次元地下構造モデルの適用による地下構造推定の限界，地震学会大会予稿集，S081-005，2002。

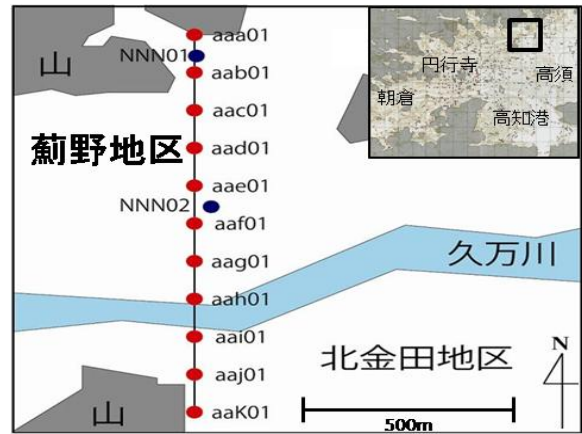


図1 微動観測を行った測線 (高知市)

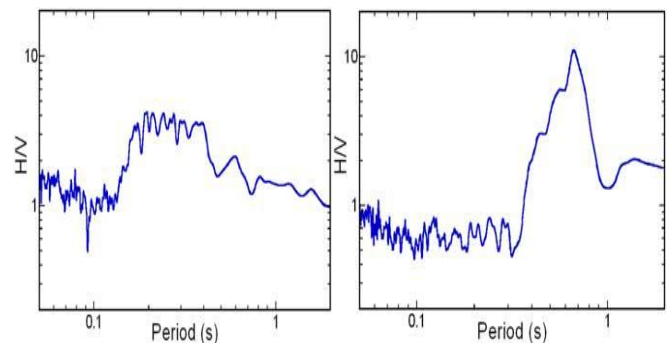


図2 山から少し離れた地点 図3 山から離れた地点

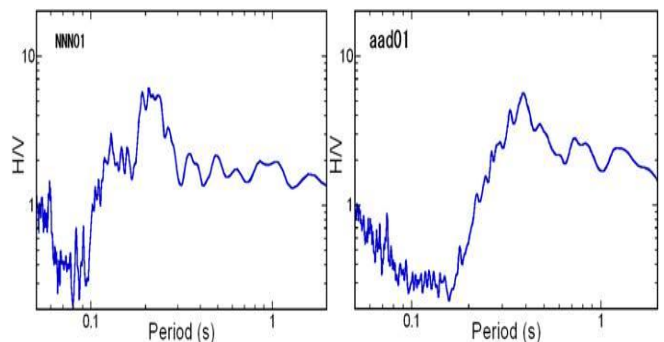


図4 NNN01 地点

図5 aad01 地点

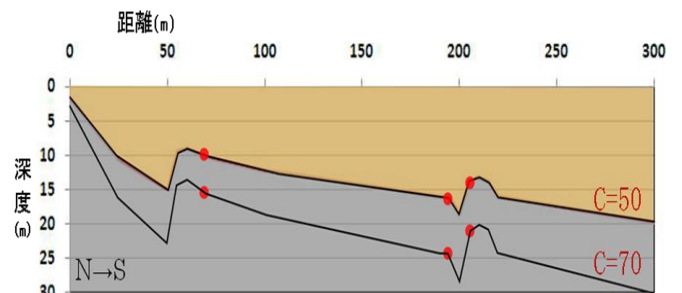


図6 推定深度図