

和歌山工業高等専門学校 学生会員 ○北 健志  
和歌山工業高等専門学校 正会員 辻原 治

## 1. はじめに

構造物の耐震設計を行うためには、地盤構造や地盤震動特性を的確に把握することが必要である。特に我が国のように比較的軟らかい層を持つ平野部の地盤では、表層の地盤条件が地表地震動に大きな影響を及ぼし、隣接する 2 地点でも地盤条件が異なれば地震動強度にかなりの差異を生じることもある。

地盤構造や地盤震動特性を推定するためには、従来ボーリング調査や P S 検層などによる調査方法が多く用いられているが経済的な制約により、それらの適用には限界がある。そこで、計器の設置や移動が容易であり、簡便であることから常時微動の利用が有利となる。これの利用に関しては、1 点で観測される微動の水平動スペクトルを鉛直動スペクトルで除した振幅比を用いることで、周辺の振動源特性を除去して表層地盤の固有周期等が安定して推定できることが報告されている<sup>1)</sup>。

本研究の目的は、沖積平野としては和歌山県下第 2 の広さをもつ日高平野における地盤震動特性と表層地盤厚さを常時微動の観測から推定することである。また、K-NET<sup>2)</sup> から土質図が得られているので、それによる SH 波の重複理論により計算した周波数応答関数と常時微動観測による結果を比較することにより、常時微動観測の有効性にも言及する。

## 2. 地盤の周波数応答関数と微動の H/V スペクトルの比較

K-NET から強震記録観測地点の土質データを得ることができる。図-1 に御坊市藺の土質図を示す。これらのデータを用いて SH 波の一次元重複理論により求めた最深部に対する地表の周波数応答関数と、この付近の常時微動を観測して得られた H/V スペクトルを比較した。図-2 に比較図を示す。常時微動の水平成分として NS,EW 方向の振動速度を用いている。H/V スペクトルと周波数応答関数を比較すると、その対応は良好である。また、今回用いた土質データには 20m までのデータしか記載されておらず、基盤がもう少し深い位置にあると推測すると、地表の周波数応答関数が低周波数側で卓越することが考えられる。この結果から、表層地盤の振動特性の評価に常時微動観測が有効と判断できる。なお、観測記録の H/V スペクトルは、水平および上下のフーリエスペクトルをそれぞれ 0.4Hz のバンド幅で平滑化して比をとっている。

## 3. 日高平野の震動特性の推定結果および考察

約 60 地点における常時微動観測より推定される表層地盤の震動特性について以下に述べる。

- ①日高川沿いは、3～7Hz でスペクトルが卓越しており、比較的硬い地盤を有している。
- ②西川沿い、煙樹ヶ浜、和田、吉原では 1～3Hz でスペクトルが卓越しており比較的軟らかい地盤構造を

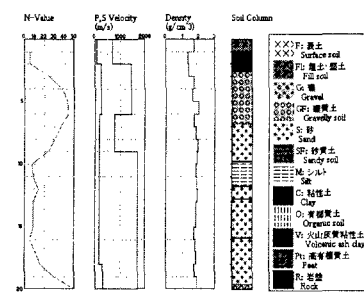


図-1 土質図<sup>2)</sup>

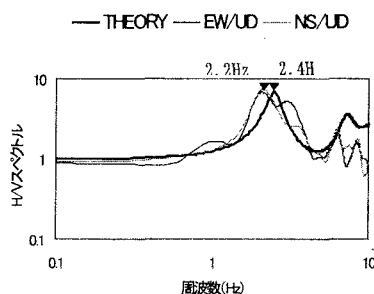


図-2 周波数応答関数と H/V スペクトルの比較

有している。

③御坊市街中心部は、日高川と西川が合流するところであり、両方の影響を受けているが、2～3Hz でスペクトルが卓越しており、どちらかと言えば西川沿いの軟らかい地盤構造に近い。

④岩内、志賀、野口の山間部に近い地域では、スペクトルに明確なピークが見られずかなり固い地盤を有している。

日高川は流域面積が比較的大きな河川であり、過去幾多の大雨による洪水時に、山間部などから礫、玉石などが運搬され、長い年月をかけて平野部に堆積されて、比較的堅固な地盤になっている。一方、美浜町内を流れる西川は小さな河川で流速も弱く、粘土、砂などの軽いものが運搬されて堆積したことにより、比較的軟弱な地盤になっている<sup>3)</sup>。上述の常時微動観測から推定される御坊市の地盤震動特性は、そのような御坊市の地勢から推定される地盤条件とよく対応している。

#### 4. 日高平野の表層地盤厚さの推定

常時微動観測から得られる卓越周期を用いて日高平野の表層地盤厚さを推定してみる。表層地盤深さ  $H$  を式 (1) より求めることとした。

$$T = 4H / Vs \quad (1)$$

$T$  : 卓越周期 (s)  
 $H$  : 表層地盤の厚さ (m)  
 $V_s$  : 平均S波速度 (m/s)

ここで、表層地盤の平均 S 波速度  $V_s$  の値は、御坊市で実施された 20 地点のボーリングデータより、 $V_s = 210 \text{m/s}$  とした。

式 (1) を用い、図-3 に描いた測線 A-B、C-D について表層地盤の厚さを推定した。また、同測線上の地質断面図<sup>4)</sup> が得られているので、推定した地盤構造と比較した。図-4 に比較した断面図を示す。

地質断面図と微動観測から推定した断面図を比較すると、測線 C-D でその対応は良好である。また、測線 A-B においても地盤構造を概ねとらえている。この結果から、平均 S 波速度と常時微動観測から得られる卓越周期から推定した表層地盤厚さは実際の構造をよく反映している可能性が高いと考えられる。

#### 5. まとめ

地表で観測した常時微動の水平成分と鉛直成分のフーリエスペクトル振幅比は、K-NET のデータを用いて SH 波の重複反射理論により求めた周波数応答関数とよい一致を示した。また、常時微動観測から日高平野の地盤震動特性を推定した。その結果を利用して推定した表層地盤の厚さは、別に推定されている構造と概ね対応するものであった。

#### 参考文献

- 1) 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講演集, PP. 265-270, 1986.
- 2) <http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>
- 3) 御坊市史刊行委員会, 御坊市史, 御坊市, PP. 15-17, 1981.
- 4) 美浜町史編集委員会, 美浜町史上巻, 美浜町, P. 11, 1989.

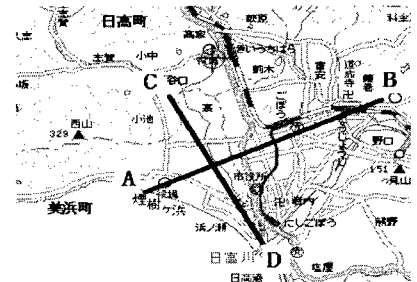
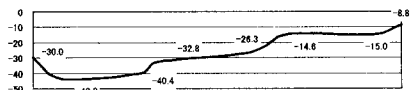
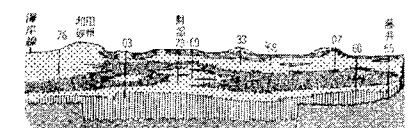
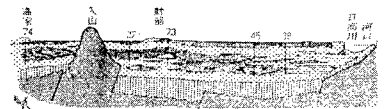


図-3 縦断面図の各測線



(a) 測線 AB



(b) 測線 CD

図-4 地質断面図<sup>4)</sup>と推定断面図の比較