# 微動 H/V と重力探査に基づく福井平野の東西断面の地下構造推定

福	井工業大学	学	生会員	○橋本	勇一	福井工業	大学	正会員	、安夫	‡ 譲
	西田工業	(株)	非会員	<b>〕</b> 穴口	達也	福田道路	(株)	非会員	瀬□	下 樹
	鳥取大	学	学生会員	<b>〕</b> 中谷	英史	鳥取大	学	正会員	野口	竜也
						鳥取大	;学	正会員	香川	敬生

#### 1. はじめに

著者らは既報<sup>1)</sup>において,微動 H/V スペクトルから地盤構造を 推定する簡便な方法を提案するとともに,既存の微動アレイ観測 点<sup>2)</sup>に沿う南北の測線において高密度の微動 H/V 探査と重力探査 を行い,福井平野の南北断面の地下構造を推定した.本研究では, 同様の手法を用いて東西断面の地下構造を推定することを試みた.

## 2. 観測の概要

微動3成分観測と重力解析は、図-1に示したように、過去に微 動アレイ観測が行われた山室地点と丸岡地点を結ぶ斜め東西の測 線(C-C'ライン)とそれに平行で春江地点を通る測線(B-B'ライン) の2測線で実施した.微動3成分の観測点は●印で示してあるが、 これら測点の間隔は500mを目標として設定した.観測日は2009年 10月の17日、18日、25日および31日と11月の21日および28日 の延べ6日間である.地震計はアカシ製のGPL-6A3Pで、測定時間は 20分、サンプリング周波数は100Hzで、ローパスフィルターの折点 周波数は5Hz とした.得られたデータから雑音のない良好な区間

(20.48 秒)を20組選定して、その後半部に20.48 秒の0 区間を付加してスペクトル計算を行ない、H/V スペクトルを求めた.なお、 重力解析は以前に取得したデータ<sup>1)</sup>とともに既存重力異常データ<sup>3),4),5)</sup>も含めて行った.

### 3. 観測結果

図-2 に H/V スペクトルの例として C-13 測点のものを示した.同 図に見られるごとく、東西両端の数地点を除き、2 つのピークを有 する複峰型のスペクトル形状を示した.ここに、Parzen ウィンドウ の幅は 0.1Hz である.同図では、1.54Hz ( $f_1$ ) と 0.51Hz( $f_2$ )にピ ークが認められる.なお、同図で「計算」とあるのは後述するレイ リー波の基本モード<sup>60</sup>の H/V スペクトルである.

## 4. 地盤構造の推定法







#### 図-3 単純化した地盤モデル

微動 H/V 探査では、図-3 に示すように地盤構造を単純化して、沖積層、洪積層、新第三紀層および地震基盤からなる4層構造を仮定する。各層のS波速度はアレイ観測結果<sup>2)</sup>と既往の研究<sup>7)</sup>を参考にして定めた。また、各層の地盤密度は既往の研究<sup>7)</sup>に倣い、それぞれ1.7、1.8、2.0 および2.5g/cm<sup>3</sup>とし、P波速度はS波速度との関係を表す狐崎らの経験公式<sup>8)</sup>により定めた。沖積層の厚さ $H_1$ は、式(1)により求める。また、洪積層の厚さ $H_2$ と新第三紀層の厚さ $H_3$ は、レイリー波の基本モードの H/V スペクトルのピーク振動数が観測による $f_2$ に一致するように GA

キーワード 福井平野,微動 H/V スペクトル、レイリー波,GA,重力探査,地震基盤
連絡先 〒910-8505 福井市学園 3-6-1 福井工業大学大学院建設工学専攻 TEL0776-22-8111(大代表)

探索<sup>9),10)</sup>で求めるが,  $H_2$ の探索目標の目安 $H_2$ 'は式(2)により定めた. 式(3)に GA 探索の評価関数を示した. ここに, N:振動数  $f_i$ の数,  $R_0$ : H/V の観測値,  $R_c$ : 同計算値,  $\alpha$ :調整係数, である. 図-2 には, H/V スペクトルの同定結果を示してある. なお,重力解析では, 図-3 の①と②層の密度を 1.8g/cm<sup>3</sup>とし,③層を 2.1 g/cm<sup>3</sup>,④層を 2.4 g/cm<sup>3</sup>と, それぞれ仮定した.

$$f_{1} = \frac{V_{s1}}{4H_{1}} \cdots (1) \qquad f_{2} = \frac{V_{s1}H_{1} + V_{s2}H_{2}}{4\left(H_{1} + H_{2}'\right)^{2}} \cdots (2) \qquad E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \left[R_{0}(f_{i}) - \alpha \times \log\{R_{c}(f_{i})\}\right]^{2} \cdots (3)$$
$$\alpha \approx \max[R_{0}(f_{i})]/\log 100 = \max[R_{0}(f_{i})]/2 \cdots (4)$$

#### 5.2次元地盤構造の推定

図-4 に微動 H/V により推定した地盤構造を,重力解析結果および微動アレイ探査結果と比較して示した.上段が B-B'ラインで,下段が C-C'ラインである.新第三紀層の深さは最大 300m 程度で地震基盤深さは深いところで 1500m 程度と得られた.微動 H/V と重力の結果は地震基盤の最深部付近で一致する傾向にあるが,平野の東半部の地震基 盤では 500m ほどの差が見られた.微動 H/V とアレイの地震基盤を比較すると,C-C'ラインの山室と丸岡はほぼ一致 したが,B-B'ラインの平野中央部の春江はアレイに比べて 500m ほど浅く得られた.



### 6. おわりに

新第三紀層の深さは最大 300m 程度で地震基盤深さは深いところで 1500m 程度と得られた. 微動 H/V と重力によ り得られた結果の大まかな傾向は一致したが,地震基盤の深さは平野の東側になるにつれて重力の方が浅く得られ る傾向にある. 微動 H/V とアレイの結果を比較すると山室と丸岡はほぼ一致したが,春江の地震基盤は 500mほど 浅く得られた. 今後これらの原因を検討する必要がある.

# 参考文献

1) 安井他:JSCE 地震工学論文集, 第 30 巻, pp. 75-81, 2010 年 2 月.
2) 安井他:月刊地球 2008 年 11 月号, 通巻 350 号, vol. 30, No. 9, pp. 444-452.
3) 小林他:地震, 第 2 輯, 第 54 巻, pp. 1-8, 2001.
4) 日本重力 CD-ROM: 2002.
5) Gravity Database of Southwest Japan: 2000.
6) 久田: AIJ 構造系論文集, 第 501 号, pp. 49-56, 1997 年 11 月.
7) 山中他:地震, 第 2 輯, 第 53 巻, pp. 37-43, 2000.
8) 狐崎他:自然災害科学, 9(3), pp. 1-17, 1990.
9) 石田他:森
北出版, ISBN4-627-82420-3, 1997.
10) 山中他: AIJ 構造系論文集, 第 468 号. pp. 9-17, 1997 年 2 月.