

# H/Vスペクトルによる福井平野南部の地盤モデルの検討

安 井 譲\*

## Examination on the ground model in the southern part of Fukui Plain using H/V spectrum method

Yuzuru Yasui

The author examined the ground model proposed by Fukui Prefecture through microtremor observation using H/V spectrum method. In this study the southern part of Fukui Plain is focused because of the presence of earthquake observation point FKI003 of K-NET. That is the only one point in the plain in the observation system. The microtremor observation was conducted along the cross lines through the point of FKI003 every 500m distance. Peak frequencies obtained from H/V spectra were related to the depth of alluvial and diluvial layer surface. They were compared with ones calculated by SHAKE based on the prefecture model. Overall they were in good agreement, but several points had some discrepancies between them. It is necessary that soil profiles of the latter points should be re-examined by more accurate methods such as microtremor array survey.

### 1. はじめに

K-NETの板垣観測点(FKI003)は福井平野の南部に位置する同平野内唯一の観測点である。当地点の地震観測記録を検討するための地盤モデルとしては福井県による地盤モデル<sup>1)</sup>が出発点になるが、このモデルは全県を500mメッシュに分割しそれぞれのメッシュに154種類の地盤柱状図モデルを割り振ったもので、特定のポイントの地盤増幅特性をより正確に把握するためには実証的検討が必要である。検討方法の一つとして常時微動観測に基づく方法があげられる。ところで、常時微動アレイ観測<sup>2),3)</sup>に基づいて地盤の速度構造を検討した研究は福井平野北部についてはあるが<sup>4),5)</sup>、平野の南部を対象とした例は見られない。また、常時微動H/Vスペクトル<sup>6)</sup>により地盤構造を検討した例はあるが<sup>7),8),9),10)</sup>、500mメッシュモデルを直接的に検証した例は見られない。そこで、板垣地点を中心とした測線で常時微動測定を行いH/Vスペクトルにより上記地盤構造モデルを検討してみることにした。

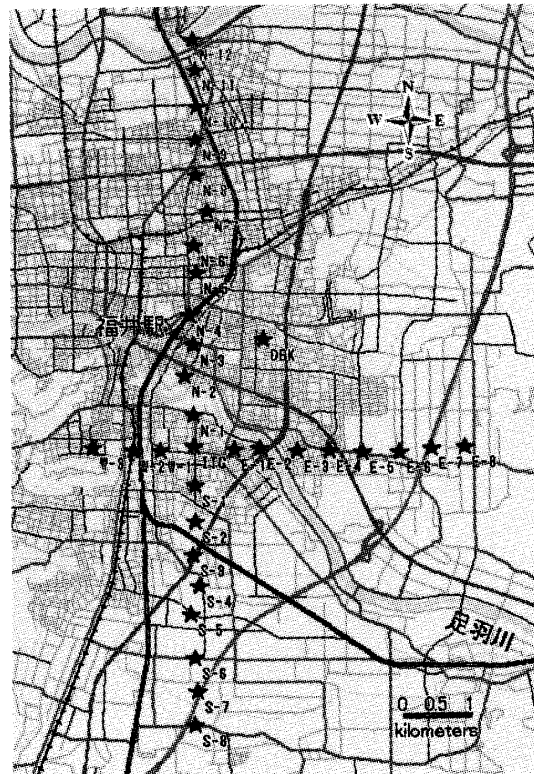


図1 常時微動観測点の位置

\* 建設工学科 地球環境工学専攻

表1 DBKの地盤構造

深度 (m)	層厚 (m)	地層名	質量 (ton/m <sup>3</sup> )	S波速度 (m/sec)
0	4	層土など	1.8	80
4	12	細砂・中砂など	1.7	155
16	8	砂質粘土など	1.8	225
24	8	シルト混じり砂 礫など	2.1	590
32	22	シルト混じり細 砂など	1.8	290
54	96	凝質土	2.1	660
150	∞	火山岩類	2.5	1,800

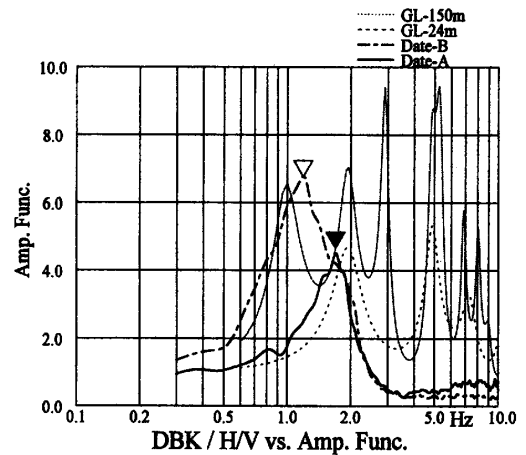
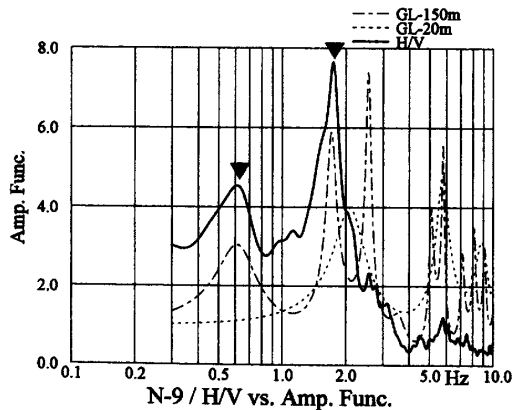
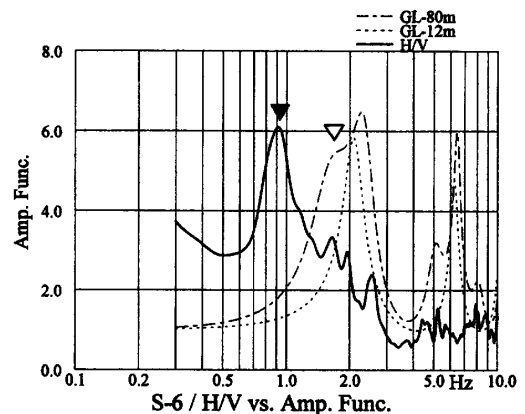


図2 DBKのH/Vスペクトルと地盤増幅特性


図3 H/Vスペクトルと地盤増幅特性  
(N-9測点)

図4 H/Vスペクトルと地盤増幅特性  
(S-6測点)

## 2. 常時微動観測の測点と測定方法

図1に常時微動観測点の位置を示した。測線は板垣観測点(ITG)を通るNSとEW方向の2本とした。測点の間隔はITGを基点に500mピッチとした。測定は2002年9月20日と21日に行った。また、これらの測点のほかにレファレンスポイントとして福井県土木事務所(DBK)でも測定を実施した。DBKの測定は2002年10月21日(Date-A)と2003年2月25日(Date-B)に行った。使用計器は携帯型の加速度計(アカシ製GPL-6A3P)で、観測時間は5分、倍率は10000倍、ローパスフィルターの折点周波数は5Hz、データ取得時間刻みは0.01秒とした。

## 3. H/Vスペクトルの計算法

フーリエ変換は原則として5分強の長さの時系列データ(約30000個)について計算した。即ち、まず水平2方向の複素スペクトルを計算しそれらのRMS値を求め、これを複素水平スペクトル(H)とする。続いて別に求めた複素上下スペクトル(V)で除しその絶対値をH/Vスペクトルと定義した。なお、H/Vスペクト

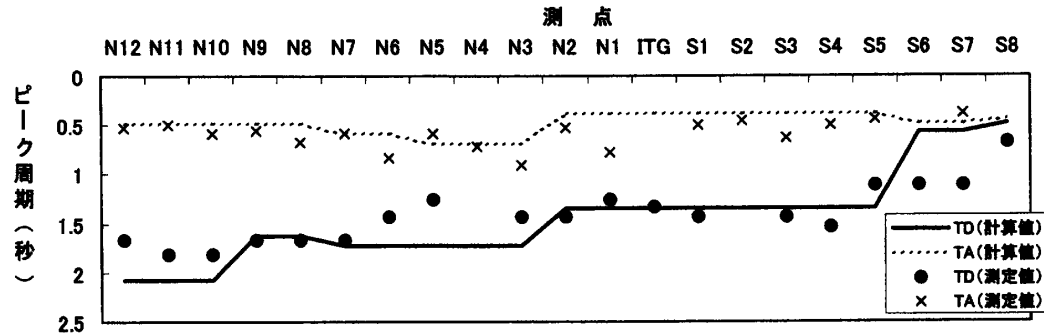


図5 NS測線のピーク周期

ルには Parzen Window (バンド幅 0.2Hz) をかけた。

図2に常時微動観測結果から求めたDBKのH/Vスペクトルを示した。同図には表1のS波地盤構造<sup>1)</sup>をもとにSHAKE<sup>10)</sup>を用いて計算した地盤増幅特性も示してある。地盤増幅特性は、GL-24mの洪積世の砂礫層上面を基盤としたときのもの、GL-150mの新第三紀層(安山岩)の上面を基盤としたときのものである。同図から、Date-Aのピーク(約1.7Hz(▼))はGL-24mを基盤としたときの1次のピーク(2Hz)にほぼ一致し、Date-Bのピーク(約1.2Hz(▽))

はGL-150mを基盤としたときの1次のピーク(1Hz)にほぼ一致していることがわかる。これは測定日より異なるピーク振動数のそれぞれが有意なピークであることを示している。この現象は中間支持層を有する地盤特有のものとも考えられ、定時観測等を通じてどのような条件のときどちらのピークが現れるのかなどについて明らかにしておく必要がある。

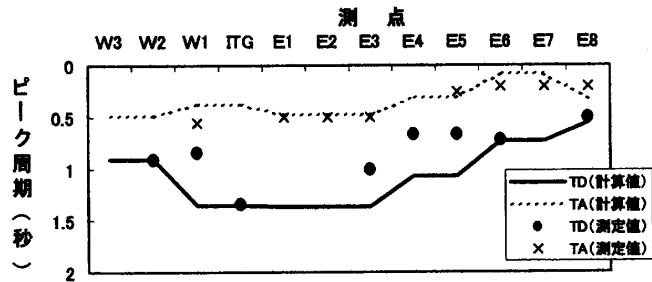


図6 EW測線のピーク周期

#### 4. H/V スペクトルの検討と測線のピーク周期

まず、各観測点に対して福井県の地盤モデルを用いてSHAKEにより地盤増幅特性を計算した。続いて、この地盤特性とH/Vスペクトルとを照応して、観測に現れたピークが洪積層上面を基盤としたときのピークか新第三紀層の上面を基盤としたときのピークかを識別した。図3に増幅特性の例(測点N-9)を示した。この例では上記2種類のはっきりしたピークが観測されている。図4に他の例(測点S-6)を示した。この測点では実測値のピーク(▼)は計算値(▽)に比べて低振動数側にあることから、新第三紀層上面の深さは県のモデルに比べて深い可能性がある。図5と図6に、それぞれNS測線とEW測線に対するピーク周期を示した。ここに、TAは洪積層上面を基盤としたときのピーク周期であり、Tdは新第三紀層の上面に対するピーク周期である。おおむね計算値と実測値とは一致する傾向にあるが、両者の値に有意な差がある地点も散見

される。なお、本研究の出発点であった ITG では  $T_A$  のピークは観測されなかった。同地点の表層地質のモデルも吟味する必要があるだろう。

## 6. まとめ

福井県の地盤モデルに基づく計算値と実測値とはほぼ一致する結果が得られたが、地盤モデルの見直しが必要と考えられる地点も見出された。今後、SPAC 法などによりレファレンスポイントを構築しつつ H/V スペクトルを活用して福井平野の地盤モデルの照査・検討を進めていく予定である。

最後になったが、本論文は文献 12) の検討内容を進めたものであることを断っておきたい。

謝辞 卒業研究生の嶋田雅彦君、清水貴義君、菅本晃直君および田向弘典君に謝意を表します。また、貴重な助言を頂いた、福井県の斎藤輝幸主事、京都大学の林康裕博士と野口竜也博士、(財)大林組技術研究所の若松邦夫博士と栗本修博士、および (財)地域地盤環境研究所の宮腰研博士に謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 福井県：福井県地震被害予測調査報告書、平成 9 年 3 月
- 2) Aki, K. : Space and Time Spectra of Stationary Stochastic Waves with Special Reference to Microtremors, Bull. Earthq. Res. Inst., 35, pp. 415-456,
- 3) Capon, J. : High-Resolution Frequency-Wavenumber Spectrum Analysis, Proc. Of the IEEE, vol. 57, No. 8, pp. 1408-1418, 1969
- 4) 山中浩明、栗田勝実、瀬尾和夫、小嶋啓介、佐藤浩明、宮腰研、赤澤隆士：微動アレイ観測による福井平野の S 波速度構造の推定：地震、第 2 輯、第 53 巻、pp. 37-43, 2000
- 5) 辻森卓美、小嶋啓介：常時微動アレイ観測に基づく福井平野の地盤構造の推定、第 38 回地盤工学研究発表会（秋田）、E-08, pp. 2095-2096, 2003 年 7 月
- 6) 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、pp. 265-270, 1986
- 7) 若松邦夫、野畑有秀：福井平野の地下構造と 1948 年福井地震の被害—その 1 微動 H/V の特性と推定地下構造、日本建築学会大会学術講演梗概集（九州）、pp. 227-228, 1998 年 9 月
- 8) 前田俊之、楠木紀男：常時微動より推定した福井平野の表層地盤震動特性—1948 年福井地震との対応—、地域安全学会論文集、No. 3, pp. 147-156, 2001 年 11 月
- 9) 土肥達雄、長田智明、小嶋啓介：福井平野における弾性波探査測線に沿う常時微動観測、土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集、I-286, pp. 571-572, 2003 年 9 月
- 10) 長田智久、青柳友丈、小嶋啓介：常時微動観測に基づく福井平野の堆積構造の推定、土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集、I-288, pp. 575-576, 2003 年 9 月
- 11) (財)地震工学研究所：Windows 対応 microSHAKE ver1.1
- 12) 安井謙、嶋田雅彦、清水貴義、菅本晃直、田向弘典：H/V スペクトルによる福井平野南部の地盤構造の検討、土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集、I-287, pp. 573-574, 2003 年 9 月

(平成 15 年 12 月 2 日受理)