

微動アレイ観測に基づく福井平野の深部地盤速度構造の照査・検討

福井工業大学 正会員○安井 譲 能美防災(株) 正会員 森本鉄郎
鳥取大学 正会員 野口竜也 (有) 測上測量 向野博樹 (株) 西村風晃園 森垣陽太
福井工業大学 堀川晋壱 大鉄工業(株) 木戸翔平 (株) 塩浜工業 前所兼二

1. はじめに

福井平野において地下深部まで精査された地点を増やすこと、既往の地盤モデル^{1), 2), 3)}の照査検討を行うこと等を目的として微動アレイ探査を行ってきた。本論文では、これまでに行った6地点の微動アレイ探査結果について報告する。

2. 深部地盤の定義

深部地盤とは新生代の第3紀層(約2千300万年前)の地層や中生代以前(1億2千500万年前)の地層を含む深さの地盤を指すこととする。特に中生代以前の層を地震基盤と呼ぶことにする。一方、微動アレイ探査から求められる地盤の速度構造によるモデル(微動モデル²⁾あるいは提案モデルと称する)では、第3紀層はS波速度が1,800m/secの層を、地震基盤はS波速度が3,200m/secの層を、それぞれ指すこととする。また、重力探査結果により作成されたモデル(重力モデル³⁾と称する)では、第3紀層は単位体積質量が2.4 ton/m³の層を、地震基盤は2.67ton/m³の層を、それぞれ指すこととしている。

3. 微動アレイ探査の概要

図-1に微動アレイ探査を実施した板垣、菅谷、山室、春江、東荒井および丸岡の6地点の位置を示す。板垣にはK-NETの観測点(FKI003)がある。菅谷の近傍には掘削深度1,430mの温泉ボーリングがある。また、同様に近傍に温泉ボーリングがある丸岡は重力モデルの基準点で、春江は同モデルで地震基盤が最深とされている地点である。微動アレイ観測はSPAC法⁴⁾によるものとし、2003年～2007年の8月下旬あるいは9月下旬(山室は11月初旬)に行った。小アレイの半径は3m, 10m, 30mを基本とし、大アレイの半径は125m, 250m, 500mとした。地震計は旧アカシ製のGPL-6A3Pを用いた。

4. 分散曲線と深部速度構造の推定

図-2に観測により得られた菅谷の分散曲線を例として示した。この図には観測値に適合するように試行錯誤して定めた地盤モデル(提案モデルと称する)の理論分散曲線も示してある。ここに、山中らのモデルに表層地盤を付加したものを初期モデルとし、洪積層と第3紀層の厚さを変化させることにより最適な地盤構造を探索した。図-3に、菅谷地点のH/Vスペクトルの観測値と提案モデルによる理論値とを比較して示した。表-1(a)～(f)に6地点の提案モデルの諸元を示した。ここで、菅谷地点と丸岡地点の第3紀層と地震基盤の上



図-1 観測地点

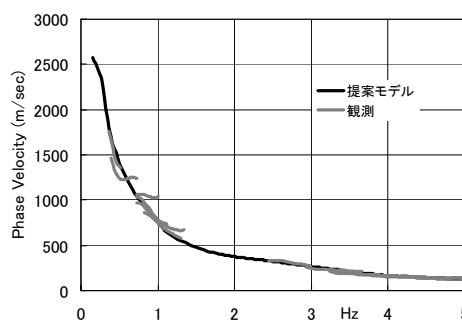


図-2 分散曲線(菅谷)

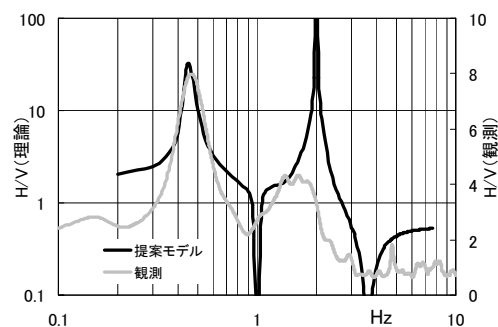


図-3 H/V スペクトル(菅谷)

キーワード 福井平野, 微動アレイ観測, SPAC法, 深層地盤速度構造

連絡先 〒910-8505 福井市学園3-6-1 福井工業大学建設工学科 Tel 0776-29-2554

表-1 提案モデルの諸元

(a) 板垣

深度 (m)	層厚 (m)	地質	質量 (ton/m ³)	S波速度 (m/sec)
0	12	沖積層	1.7	110
12	80	洪積層	1.8	400
92	180	洪積層	1.8	670
272	1,000	第3紀層	2	1,800
1,272	-	地震基盤	2.5	3,200

(b) 菅谷

深度 (m)	層厚 (m)	地質	質量 (ton/m ³)	S波速度 (m/sec)
0	14	沖積層	1.7	120
14	22	沖積層	1.7	260
36	80	洪積層	1.8	400
116	220	洪積層	1.8	670
336	1,800	第3紀層	2	1,800
2,136	-	地震基盤	2.5	3,200

(c) 山室

深度 (m)	層厚 (m)	地質	質量 (ton/m ³)	S波速度 (m/sec)
0	10	沖積層	1.7	90
10	20	沖積層	1.7	240
30	60	洪積層	1.8	400
90	50	洪積層	1.8	670
140	1,300	第3紀層	2	1,800
1,440	-	地震基盤	2.5	3,200

(d) 春江

深度 (m)	層厚 (m)	地質	質量 (ton/m ³)	S波速度 (m/sec)
0	10	沖積層	1.7	127
10	15	沖積層	1.7	200
25	80	洪積層	1.7	360
105	200	洪積層	1.8	670
305	1,300	第3紀層	2	1,800
1,605	-	地震基盤	2.5	3,200

(e) 東荒井

深度 (m)	層厚 (m)	地質	質量 (ton/m ³)	S波速度 (m/sec)
0	18	沖積層	1.7	110
18	60	洪積層	1.7	370
78	150	洪積層	1.8	670
228	750	第3紀層	2	1,800
978	-	地震基盤	2.5	3,200

(f) 丸岡

深度 (m)	層厚 (m)	地質	質量 (ton/m ³)	S波速度 (m/sec)
0	10	沖積層	1.7	133
10	8	沖積層	1.7	300
18	180	洪積層	1.8	630
198	660	第3紀層	2	1,800
858	-	地震基盤	2.5	3,200

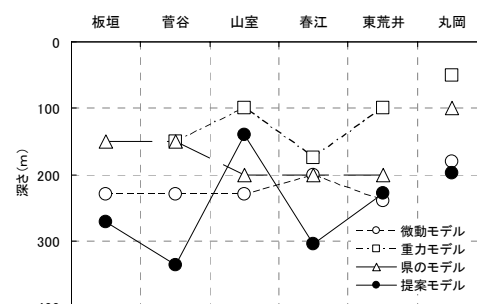


図-4 第3紀層深さの比較

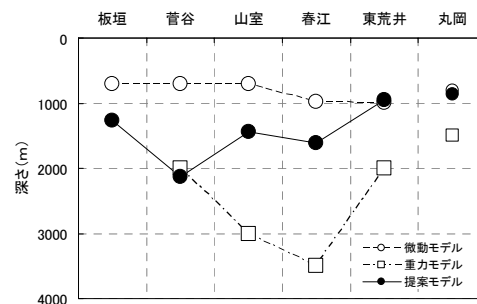


図-5 地震基盤深さの比較

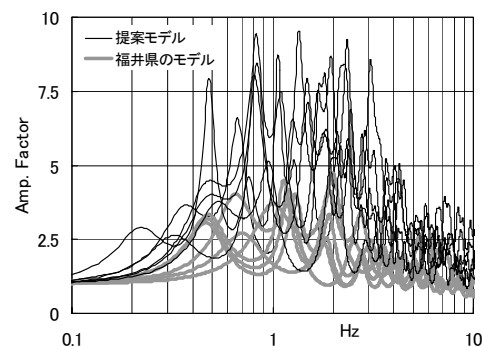


図-6 地盤増幅特性

面の深さを設定するとき近傍の温泉ボーリングによる土質柱状図が参考になったことを特に付記しておきたい。図-4に第3紀層深さを、図-5に地震基盤深さを、それぞれ提案モデルと既往のモデルとを比較して示す。ここに、図-4中の県のモデルは福井県が地震被害予測に使用したモデル¹⁾であり、両図中の微動モデルは山中らのモデルで、それぞれの観測点の近傍の地盤モデルの値を用いている。図-4から提案モデルの山室の第3紀層深さは最寄りの地点と比べて浅い傾向を示していることがわかる。図-5において、温泉ボーリングデータを参照して同定した菅谷地点の地震基盤深さが重力モデルとほぼ一致したことに注目したい。なお、菅谷を除く山室、春江、東荒井および丸岡では重力モデルのほぼ1/2になっている。

5. 地盤増幅特性

図-6に6地点の地盤増幅特性を、提案モデルと福井県のモデルを比較して示した。それぞれのモデルの基盤への入射波振幅の2倍(所謂2E)に対する自由地表面の応答振幅の比を振動数に対してプロットしてある。ここに、提案モデルの基盤は地震基盤($V_s=3,200\text{m/sec}$)であり、県のモデルの場合は地震被害予測の条件¹⁾に合わせて第3紀層($V_s=1,000\text{m/sec}$)とした。この結果は地震基盤をどの層に設定するかは重要であることを示しており、より正確な地震被害予測を行うためには屈折法や深層反射法等により地震基盤の深さと弾性波速度を直接的に把握する必要がある。

謝辞： 本研究は福井工業大学特別研究費により実施されたものです。測定にあたり金川幸高氏、北山潤氏、中村光宏氏、堀洋旗氏および山崎輝一氏の協力を得ました。また、本稿をまとめるにあたり(株)大林組技術研究所の野畑有秀博士から貴重な助言を得ました。ここに記して心より感謝を致します。

参考文献

- 1) 福井県：福井県地質被害予測調査報告書，平成9年3月
- 2) 山中浩明他：地震，第2輯，第53巻，pp.37-43，2000
- 3) 小林直城他：地震，第2輯，第54巻，pp.1-8，2001
- 4) 岡田廣他：物理探査，第43巻，第6号，pp.402-417，1990