

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検討

—重力探査モデルの基準点と最深部地点について—

福井工業大学 学生員 ○森本鉄郎 同 正会員 安井 謙
 鳥取大学 正会員 野口竜也
 福井工業大学 相川慎一郎 同 異智也 同 竹山耕平
 福井大学 学生員 伊藤雅基

1. 目的

福井平野ではPS検層法等により直接的に深部速度構造が探査された地点は一箇所しかない。一方、間接的な探査方法に基づく地盤モデルには山中他¹⁾による微動アレイ観測をもとにしたモデル（微動モデルと称する）と小林²⁾らによる重力探査をもとにしたモデル（重力モデルと称する）があるが、両者の地震基盤深さ等に大きな差がみられる。また、福井平野内およびその周辺には多くの温泉井があり速度構造の同定にボーリングデータを活用することも考えられる³⁾。そこで、今回は重力探査の基準点でかつ近傍に温泉ボーリングデータがある丸岡地点と地震基盤が最も深いとされている春江地点において微動アレイ観測を行い深部地盤速度構造を探査することとした。

2. 微動モデルと重力モデル

図-1 に山中他¹⁾が微動アレイ観測を行った5つの地点（A～E）を□印で、今回微動アレイ観測を行った丸岡地点（MR）と春江地点（HR）を○印で、それぞれ示した。図-2 は上記7地点の第3紀層深さについて微動モデルと重力モデルとを比較したものである。同図には参考のため福井県のモデル（県のモデルと称する）⁴⁾も示してある。第3紀層深さは微動モデル、県のモデル、重力モデルの順に浅くなっている。図-3 は地震基盤深さを比較した図である。本検討で測定した丸岡地点の地震基盤深さは重力モデルで1,750mであるが、近傍のD地点の微動モデルの地震基盤深さは840mである。また、同様に春江地点の地震基盤深さは重力モデルで3,500mであるが、近傍のB,C地点の微動モデルではそれぞれ980mと990mである。ここに、地震基盤は、微動モデルではS波速度が3,200m/secの層を、重力モデルでは地盤の密度が2.65ton/m³の層を、温泉ボーリングの土質柱状図から判断する場合は中生代以前の層を、それぞれ地震基盤と考える。なお、図-2,3中の「提案モデル」については5.にて説明する。

3. 観測方法

微動アレイ観測はSPAC法^{5),6)}によるものとし、2005年の9月22日に小アレイ観測を、9月23日に大アレイ観測を、それぞれ実施した。使用計器は携帯型の加速度計（アカシ製 GPL-6A3P）で、観測条件は以下の通りである。即ち、サンプリング周期—小アレイ：2msec(大アレイ：10msec)、倍率—1000倍、フィルターの折点周波数—小アレイ：50Hz(大アレイ：2Hz)、アレイ半径—小アレイ：3m,10m,30m および 50m[ただし、春江では60m](大アレイ：125m,250m,および500m)、測定時間—小アレイ：10分(大アレイ：40分)とした。測定はアレイ半径ごとに4点同時観測とし、データ解析は、4観測点とも雑音がない良好な区間10～20組を選定して行った。また、各区間のデータ長は小アレイ観測で16.384秒、大アレイ観測では40.96秒とした。

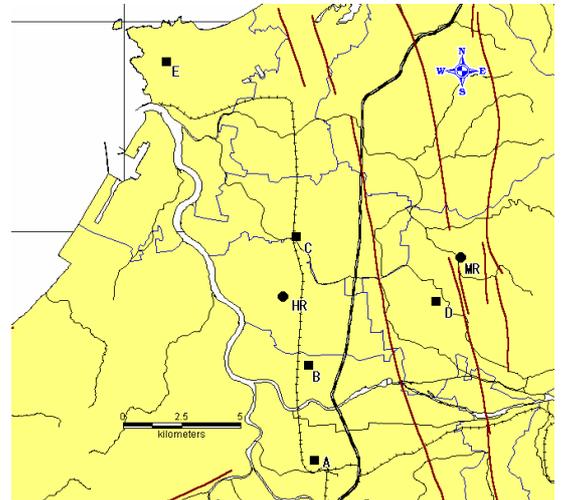


図-1 微動アレイ観測地点

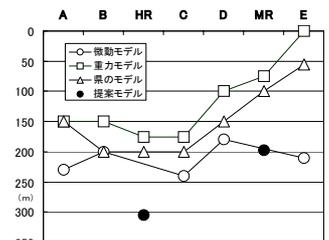


図-2 第3紀層深さ

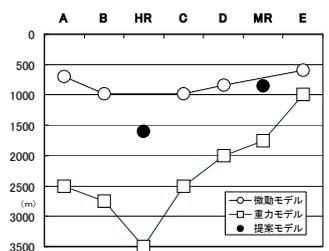


図-3 地震基盤深さ

キーワード 福井平野、深部地盤速度構造、微動アレイ観測、SPAC法、重力探査、温泉ボーリングデータ

連絡先 〒910-8505 福井市学園3-6-1 福井工業大学 TEL 0776-29-2554

4. 分散曲線の同定

図-4 に観測により得られた丸岡地点の分散曲線を示した。同図には修正微動モデル(表-1 参照)と参考モデル(表-2 参照)の理論分散曲線も示してある。ここに、修正微動モデルは山中他¹⁾が提案したD地点のモデルに2層からなる表層地盤を追加したものである。図-4に見られるごとく修正微動モデルで観測結果をほぼ説明できることがわかる。ところで、重力モデルの地震基盤深さは1,750mである。そこで、地震基盤深さをどの程度まで深く出来るかを検討した。その結果得られたモデルが参考モデルで、地震基盤深さは1,018mとなった。なお、観測による分散曲線は第3紀層の傾斜の影響を受けているものと考えられることを付記しておく。図-5に春江地点の分散曲線を示した。同図には修正微動モデル(表-3 参照)と参考モデル(表-4 参照)の理論分散曲線を示してある。修正微動モデルの諸元は山中他¹⁾のB地点のモデルに厚さ25mからなる沖積層を追加したものである。丸岡地点と同様に参考モデルも検討したがその地震基盤の深さは1,605mと得られた。

5. 考察

図-6に丸岡地点のH/Vスペクトルの観測値と理論値⁷⁾を比較したものを示した。同図から観測値は修正微動モデルに近いことがわかる。また、近傍の温泉ボーリングデータによると第3紀層深さは173m、地震基盤深さは1,500m以深とされて³⁾、第3紀層深さは修正微動モデルと調和的である。図-2,3には、提案モデルとして修正微動モデルの値をプロットしてある。なお、丸岡地点がD地点に比べて山側に近いことを考えると第3紀層深さは深めに得られたといえる。図-7に春江地点のH/Vスペクトルを示した。同図から観測値は参考モデルに近いことがわかる。また、同モデルの地震基盤の深さは著者らが行った福井平野内の他地点のものと同等である^{3),8)}。そこで、春江地点の速度構造モデルとして参考モデルを提案モデルと考えた。

6. 結論

第3紀層深さは丸岡地点で約200m、春江地点で約300mと考えられ、重力モデルや微動モデルに比べて深く得られた。地震基盤深さは重力モデルより浅く、丸岡地点で約860m、春江地点で約1,600mであると考えられた。また、微動アレイ探査、重力探査あるいは土質年代による地震基盤の深さは互いに必ずしも一致しないことが確認された。

参考文献

- 1) 山中浩明他：地震，第2輯，第53巻，pp. 37-43, 2000
- 2) 小林直城他：地震，第2輯，第54巻，pp. 1-8
- 3) 安井譲他：日本地震工学会・大会—2005 梗概集，pp. 464-465
- 4) 福井県：福井県地震被害予測調査報告書，H9, 3
- 5) Aki, K. :Bull. Earthq. Res. Inst., 35, pp. 415-456, 1957

表-1 修正微動モデル(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	洪積層	1.7	300
18	180		1.8	630
198	660	第3紀層	2.0	1,800
858	-	地震基盤	2.5	3,200

表-2 参考モデル(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	洪積層	1.7	300
18	300		1.8	630
318	700	第3紀層	2.0	1,800
1,018	-	地震基盤	2.5	3,200

表-3 修正微動モデル(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	洪積層	1.7	200
25	55		1.7	360
80	120	第3紀層	1.8	670
200	780		2	1,800
980	-	地震基盤	2.5	3,200

表-4 参考モデル(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	洪積層	1.7	200
25	80		1.7	360
105	200	第3紀層	1.8	670
305	1,300		2	1,800
1,605	-	地震基盤	2.5	3,200

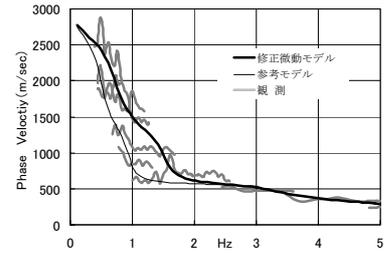


図-4 分散曲線(丸岡)

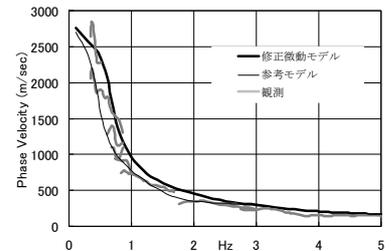


図-5 分散曲線(春江)

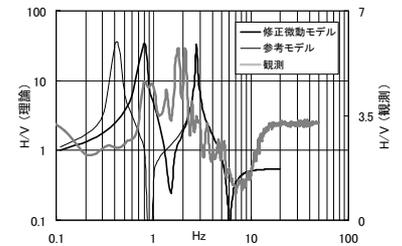


図-6 H/V スペクトル(丸岡)

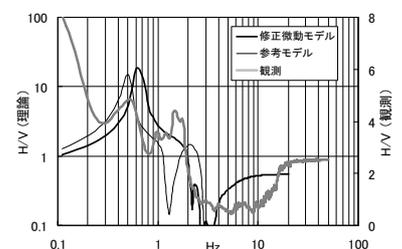


図-7 H/V スペクトル(春江)

6) 岡田廣他：物理探査，第43巻第6号，pp. 402-417, 1990

7) 時松孝次他：AIJ 構造系論文集，第439号，pp. 81-87, 1992

8) 安井譲他：日本地震工学会・大会—2004 梗概集，pp. 328-329

謝辞

微動アレイ観測にあたり大学院生の植本安彦君、卒業研究生の道場直君および宮竹弘康君の協力を得ました。ここに記して謝意を表します。