

福井平野の微動アレイ地盤モデルの再評価

第一電機工業(株) 正会員 ○橋本勇一 福井工業大学 正会員 安井謙
鳥取大学 正会員 野口竜也 同 正会員 香川敬生
大鉄工業(株) 非会員 中谷英史

1. はじめに

著者らがこれまでに行ってきた微動アレイ観測に基づく地盤モデル¹⁾と、微動 H/V 探査によるモデルや重力解析の結果^{2,3)}との間に不整合がみられたので、微動アレイ観測に基づく地盤モデルの再評価を試みた。

2. 微動観測と重力解析について

図-1 に微動アレイ観測地点(▲)と微動3成分観測点(●)を示す。6つの微動アレイ観測地点において SPAC 法⁴⁾により求めた分散曲線のフォワード解析により地盤構造モデル(以後、既往モデルと称する)が推定されている¹⁾。また、これらの微動アレイ観測地点を通る南北(同図の A-A'ライン)および東西(B-B'ラインと C-C'ライン)の3つの測線では、著者らが提案した方法²⁾による微動 H/V 探査と重力解析が行われており²次元的地盤構造^{2,3)}(以後それぞれ、H/V モデルと重力モデルと称する)が推定されている。

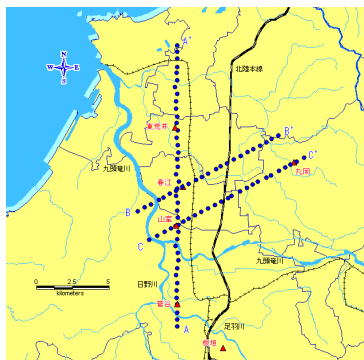


図-1 微動アレイ観測地点(▲)と3成分観測点(●)

3. 再評価の必要性について

表-1 に既往モデルの整合度をまとめて示した。再評価の対象は板垣を除く5地点とした。評価項目は、H/V スペクトルの周波数特性の観測値と既往モデルの計算値⁵⁾との比較、地震基盤の深さの H/V モデルとの比較、および地震基盤の深さの重力モデルとの比較である。同表から東荒井を除くすべての地点の既往モデルを再評価する必要があることがわかる。

4. 分散曲線の逆解析

再評価は微動アレイ観測により得られている分散曲

表-1 既往モデルの整合度

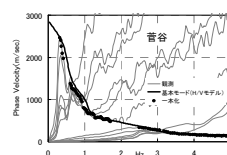
項目	菅谷	山室	春江	東荒井	丸岡
H/Vスペクトル	△	×	×	○	×
地震基盤 (H/Vモデル)	×	○	×	○	×
地震基盤 (重力モデル)	×	○	×	○	×

○:よく一致 △:ほぼ一致 ×:一致していない

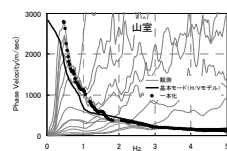
表-2 再評価モデルの整合度

項目	菅谷	山室	春江	東荒井	丸岡
H/Vスペクトル	△→○	×→△	×→○	○	×→○
地震基盤 (H/Vモデル)	×	○→×	×→○	○	○
地震基盤 (重力モデル)	×	○→×	×→○	○	×

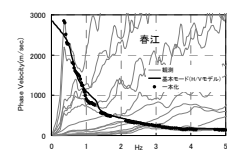
○:よく一致 △:ほぼ一致 ×:一致していない



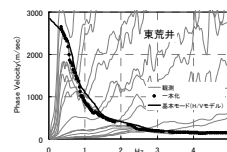
(a) 菅谷



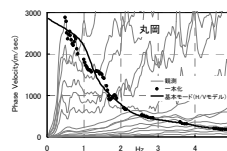
(b) 山室



(c) 春江

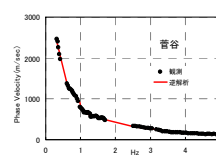


(d) 東荒井

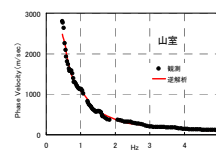


(e) 丸岡

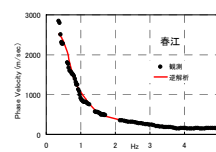
図-2 分散曲線の本一化



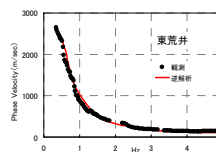
(a) 菅谷



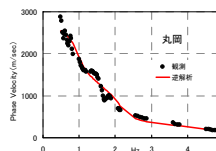
(b) 山室



(c) 春江



(d) 東荒井



(e) 丸岡

図-3 逆解析結果

線を遺伝的アルゴリズム (GA)^{6,7)}で逆解析する方法によった。その目標となる分散曲線は各半径で得られたものを編集して一本の連続したものにする必要があるが、当該地点の H/V モデルの基本モードの理論分散曲線⁵⁾にできるだけ近いものを目視により選択する方法

キーワード 福井平野, 速度構造, 微動アレイ観測, 微動 H/V 探査, 重力解析, GA

連絡先 〒910-8505 福井県福井市学園 3-6-1 福井工業大学土木環境工学科 TEL 0776-29-2554

とした。図-2に、各半径で得られた観測値、H/Vモデルの基本モードの理論分散曲線および一本化する分散曲線(●)を示した。逆解析に用いた地盤モデルは、その層数、S波速度 V_s と密度 ρ は既往モデルと同じとし全層の層厚を探索することとした。なお、その他の探索条件については文献8)を参照されたい。

図-3に5地点の逆解析結果を示した。図-4に逆解析により再評価した地盤モデル(以後、再評価モデルと称する)と既往モデルの理論H/Vスペクトルを観測値と比較して示した。表-2に再評価モデルの整合度を示した。同表から春江が全項目にわたって改良されていることが分かる。一方、山室は既往の約1,200mの地震基盤が約480mと再評価され、その一致度が大きく後退した。そこで、同地点の再々評価を行うこととした。

5. 山室地点の再々評価

図-2(b)の観測値の分散曲線において0.5~1.5Hzの範囲に明瞭に現れたものを1次モードと考えて逆解析を行った。その結果得られた地盤モデル(以後、再々評価モデルと称する)を用いて計算した基本モードと1次モードの理論分散曲線を観測値と比較して図-5に示した。0.5~1.5Hzでは観測値は再々評価モデルの1次モードに、1.5Hz以降は基本モードにほぼ一致している。

図-4(b)には、H/Vスペクトルの観測値を、既往、再評価および再々評価の各モデルの理論値と比較して示してある。同図から再々評価モデルの妥当性が窺われる。表-3に再評価モデルと再々評価モデル(併せて最終モデルと称する)の地盤構造の諸元を示した。

6. 考察

図-6に最終モデルと既往モデルの地震基盤についてH/Vモデルと重力モデルを比較して示した。同図から、春江の整合性が大きく向上したことが確認できる。一方、菅谷については殆ど改善がみられなかった。表-4に、最終モデルの整合度を示した。同表から春江のほかに山室が全項目にわたって改良されていることがわかる。また、菅谷と丸岡では重力モデルとの不整合性は改善されなかった。

7. おわりに

H/Vモデルを拠りどころとして既存のアレイモデルを再評価した。その結果、H/Vモデルとの整合性が一般的に向上した。菅谷地点の地盤構造のさらなる照査・検討と、菅谷地点と丸岡地点の重力モデルとの不整合性の原因の究明は今後の課題である。

表-3 最終モデルの地盤構造

(a) 菅谷

No.	地質	層厚(m)	深度(m)	ρ (t/m ³)	V_s (m/sec)
1	沖積層	14	14	1.7	120
2		19	33	1.7	260
3	洪積層	50	84	1.8	400
4		248	332	1.8	670
5	新第三紀層	1,153	1,485	2.0	1,800
6	地震基盤	—	—	2.5	3,200

(b) 山室

No.	地質	H(m)	Depth(m)	ρ (t/m ³)	V_s (m/sec)
1	沖積層	13	13	1.7	90
2		15	28	1.7	240
3	洪積層	43	71	1.8	400
4		281	352	1.8	670
5	第3紀層	1,037	1,389	2.0	1,800
6	地震基盤	—	—	2.5	3,200

(c) 春江

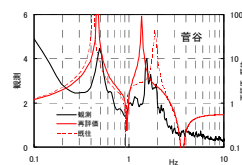
No.	地質	H(m)	Depth(m)	ρ (t/m ³)	V_s (m/sec)
1	沖積層	14	14	1.7	127
2		12	26	1.7	200
3		39	65	1.7	360
4	洪積層	158	223	1.8	670
5	第3紀層	699	921	2.0	1,800
6	地震基盤	—	—	2.5	3,200

(d) 東荒井

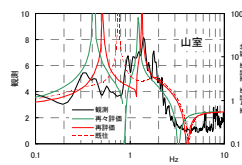
No.	地質	層厚(m)	深度(m)	ρ (t/m ³)	V_s (m/sec)
1	沖積層	17	17	1.7	110
2		56	73	1.7	370
3	洪積層	141	214	1.8	670
4	新第三紀層	724	938	2.0	1,800
5	地震基盤	—	—	2.5	3,200

(e) 丸岡

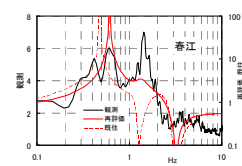
No.	地質	層厚(m)	深度(m)	ρ (t/m ³)	V_s (m/sec)
1	沖積層	14	14	1.7	133
2		7	21	1.7	300
3	洪積層	104	125	1.8	630
4	新第三紀層	591	716	2.0	1,800
5	地震基盤	—	—	2.5	3,200



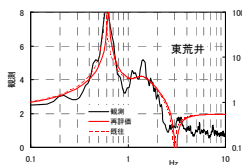
(a) 菅谷



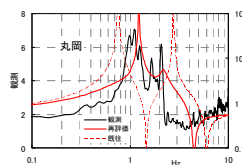
(b) 山室



(c) 春江



(d) 東荒井



(e) 丸岡

図-4 H/Vスペクトル

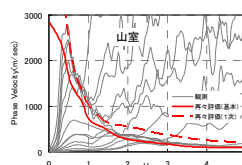
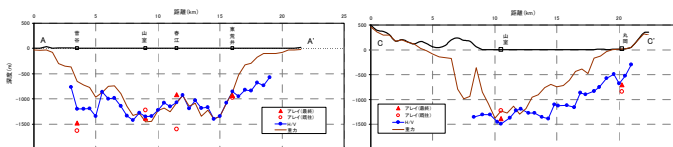


図-5 山室の再々評価

表-4 最終モデルの整合度

項目	菅谷	山室	春江	東荒井	丸岡
H/Vスペクトル	△→○	×→△→○	×→○	○	×→○
地震基盤(H/Vモデル)	×	○→×→○	×→○	○	○
地震基盤(重力モデル)	×	○→×→○	×→○	○	×

○:よく一致 △:ほぼ一致 ×:一致していない



(a) A-A'ライン

(b) C-C'ライン

図-6 地震基盤深さ

参考文献

- 1) 安井他: 月刊地球, Vol.30, No.9, pp.444-452, 2008.
- 2) 安井他: JSCE 地震工学論文集, 第30巻, pp.75-81, 2009.
- 3) 橋本他: JSCE 全国大会, I-314, pp.627-628, 2010.
- 4) 岡田他: 物理探査, 第43巻, 第6号, pp.402-417, 1990.
- 5) 久田他: AIJ 論文集, 第501号, pp.49-56, 1997.
- 6) 山中他: AIJ 論文集, 第468号, pp.9-17, 1995.
- 7) 石田他: ISBN4-627-82420-3, 森北出版, 1997.
- 8) 橋本他: 福井工業大学研究紀要, 2011年5月(投稿中).