

常時微動を用いた鳥取平野の地下構造の推定

鳥取大学 学生員 ○野口竜也 砂防エンジニアリング 正会員 尾崎順一

鳥取大学 正会員 西田良平 大阪土質試験所 宮腰 研

鳥取大学 学生員 西山浩史

1. はじめに

鳥取平野に位置し、地方中枢都市で人口密集地である鳥取市は、防災拠点として重要な地域であり、この地域の地下構造を知る必要がある。地下構造を知る方法として、微動を利用した探査法がある。この方法では、都市部などでの適用が可能であり、従来の地震探査法に比べ低コストで探査することができる。本研究では、鳥取平野全域において周期 2 秒以下の常時微動に着目し、半径 3m~60m までの半径を用いた円形アレー（多点同時）観測および単点観測を実施した。得られた結果についてそれぞれ SPAC 法¹⁾および H/V²⁾を用い、鳥取平野の深さ数百 m までの地下構造を推定した。

2. 観測

アレー観測は、鳥取大学グランド (TRG)、鳥取市安長 (YNG)、鳥取城北高校グランド (JHK) の 3 点で実施した。単点観測は、鳥取平野部全域を 500m メッシュで 252 点とした。鳥取市街地については平成 9 年 11 月に 250m メッシュの 132 点で観測を行っており³⁾、今回その地域では前年度の観測結果の再読み取りをした。観測点を図 1 に示す。

アレー観測では、固有周期 1 秒の上下動成分の地震計を中心局に 1 台、残りの 3 台を円周上に正三角形となるように配置した。アレー半径は 3,10,30m を基本セットとし、もう 1 つのアレーを観測場所の広さに応じて最大 50m または 60m とした。観測時間は 1 アレーごとに 45 分~1 時間とした。単点観測では、固有周期 5 秒の 3 成分一体型の地震計を用い、観測時間は 1 点につき 5~10 分間とした。

3. 解析

アレー観測で得られた微動記録については、ノイズの入っていない静かな 40.96 秒の区間を、1 つのアレー半径ごとに 25~34 区間選定し、パワースペクトルおよびクロススペクトルを求め、それぞれの平均スペクトルとした。SPAC 法を用いて自己相関係数、位相速度の分散曲線を求め、この分散曲線を満足するように地下構造を試行錯誤で推定した (表 1)。

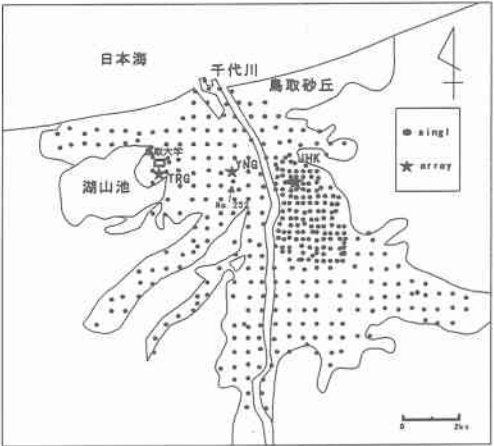


図 1 観測点図；●は単点観測，★はアレー観測

表 1 最適地下構造モデル (a) TRG, (b) YNG, (c) JHK

(a)TRG				(b)YNG				(c)JHK			
層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vs(m/s)	Vp(m/s)	層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vs(m/s)	Vp(m/s)	層厚(m)	ρ (g/cm ³)	Vs(m/s)	Vp(m/s)
8	1.5	120	800	5	1.5	100	600	5	1.5	100	600
60	1.6	300	1600	25	1.6	150	1000	28	1.6	150	1000
20	1.7	500	2000	7	1.6	200	1500	40	1.7	500	2000
100	1.8	700	2200	10	1.7	500	2000	200	1.8	700	2200
300	2.0	1000	3000	50	1.8	800	2200	300	2.0	1000	3000
∞	2.1	1800	4500	150	2.0	1000	3000	∞	2.1	1500	4000
				∞	2.0	1500	4000				

単点観測で得られた 3 成分の微動記録については、ノイズの入っていない静かな区間 20.48 秒を 3~6 区間選定した。FFT によりフーリエスペクトルを求め、それらの区間の平均をとった。平均したフーリエスペクトルから水平動を相乗平均で合成して、上下動成分との比をとり H/V とした。この H/V からピーク周期

を読み取り、そのコンターマップ（図 4）を作成した。いずれの観測データとも、スペクトルを求める際の平滑化には、バンド幅 0.3Hz のパーゼンウィンドウを使用した。

4. 地下構造の推定

図 2 は S 波速度構造の柱状図を示したものである。表層から見ていくと、YNG と JHK では、沖積層に対応している S 波速度 100m/s と 150m/s の低速度層が共通して見られ、層厚が約 30m となっている。一方、TRG ではこれら 2 観測点とは異なり、120m/s の低速度層は薄く、洪積層に対応する 300m/s の層が 60m と厚く出ている。これら表層の S 波速度構造は、既存のボーリングデータと良い対応を示す。500m/s の礫層は、TRG と YNG はそれぞれ 20m、10m と薄い、JHK では 40m と厚い。基盤岩層である 700m/s、1000m/s の層厚は、それぞれの観測点で大きく異なり変化が大きい。TRG から YNG にかけて最下層の基底面が浅くなり、YNG から JHK にかけてまた深くなっていることがわかる。これら礫層および基盤岩層の S 波速度構造は地質学的な見地と良い対応が見られた。

H/V のピーク周期は、表層と基盤の S 波速度によるコントラストの比較的大きい地盤において、S 波の重複反射理論で得られる一次固有周期とが、ほぼ一致することが確認されている²⁾。これは、地表から基盤までの深度が推定できることを示唆している。アレー観測で得られたモデルにおいて、500m/s、700m/s、1000m/s、最下層を無限大にしたレーリー波基本モードの粒子軌跡と観測で得られた H/V とを比較した。その結果、3 観測点について H/V のピーク周期が最も一致するのは、700m/s もしくは 1000m/s にした場合であった。よって、図 3 のピーク周期のコンターマップが、700m/s～1000m/s の速度層の基底面を示していると考えられる。

4. まとめ

鳥取平野において常時微動のアレー観測、単点観測を行い地下構造の推定を試みた。その結果、アレー観測からは深さ 600m までの S 波速度構造を推定できた。また単点観測からは、H/V とその理論計算より 700m/s～1000m/s の速度層の基底面を面的に推定することができた。

[参考文献]

- 1) Aki, K; Space and time spectra of stationary stochastic waves, with special reference to microtremors, Bull. Earthq. Res. Inst., 35, pp415-456, 1957.
- 2) 大町達夫・紺野克昭・遠藤達哉・年縄巧; 常時微動の水平動と上下動のスペクトル比を用いる地盤周期推定方法の改良と適用, 土木学会論文集, No.489, pp251-260, 1994.
- 3) 白神巖・西田良平・野口竜也; 常時微動を用いた鳥取市街地における地盤特性, 第 50 回土木学会中国支部概要集, pp351-pp352, 1998.

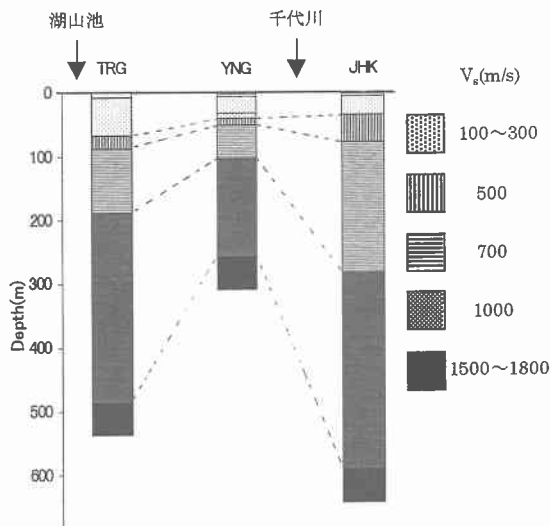


図 2 S 波速度構造の柱状図

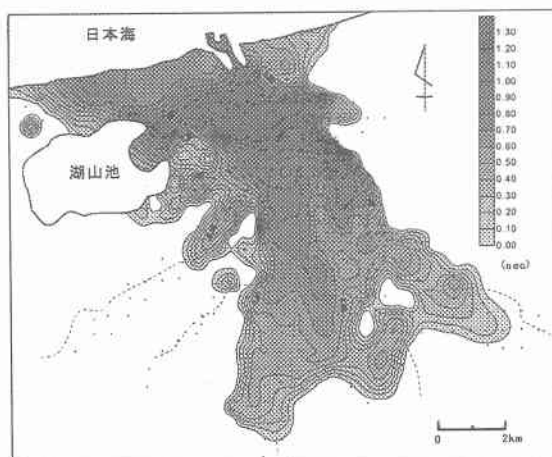


図 3 ピーク周期のコンターマップ