

微動探査及び地震観測に基づく鳥取市佐治地区の地盤震動特性と地盤構造の把握

鳥取大学 正会員 ○野口 竜也
鳥取大学 学生会員 西村 武

鳥取大学 非会員 佐々木 梨乃
鳥取大学 正会員 香川 敬生

1. はじめに

繰り返し発生する地すべり地域の地盤震動特性及び地盤構造を把握することは、地震による斜面災害の危険性を検討する上で非常に重要である。本研究では、地すべり地形と判定されている、鳥取県鳥取市佐治地区において、微動観測と地震観測を実施し、地盤震動特性の把握及び地盤構造の推定を行った。

2. 観測

微動の3成分単点観測としては、約100m間隔で95点の観測を行った。アレイ観測としては、SAJAR1, SAJAR2, SAJAR3, SAJAR4の4点で実施した。観測機器はいずれの観測でも3成分の加速度型地震計JU410(白山工業)を使用した。微動のアレイ観測では、4台の地震計を正三角形の頂点と重心に配置し、頂点と重心の距離は1~15mとした。また、山間部で微動のパワーが小さいことを考慮し、大人4名程がジャンプした振動の観測も行った。サンプリング周波数はいずれの観測とも200Hzとした。観測時間は単点観測では10分間、アレイ観測では各半径の配置毎に15分間を目安とした。

地震観測としては、2021年7月1日~(継続中)に、地すべり地域内にある鳥取市さじアストロパークの建物内の基礎上に地震計を設置した。観測機器としては、3成分の速度型地震計CV-374V(東京測振)及び3成分の速度型地震計KVS-300(近計システム)+データロガーHKS-9700(計測技研)のシステムとした。両システムともサンプリング周波数100Hzで連続観測とし、GPSクロックによる時刻校正を行っている。

3. 解析

微動の3成分単点観測の記録については、非定常な部分を除く20.48秒間を選定し、FFTにより各成分のフーリエスペクトルを求め、係数20のLogウィンドウ²⁾で平滑化して、平均スペクトルを求めた。得られた3成分のフーリエスペクトルから水平動と上下動のスペクトル比(H/V)(図1)を求め卓越周期を読み取り、分布図(図2)を作成した。

微動のアレイ観測の同時記録については、10.24秒の区間を自動抽出でパワースペクトルを求め、バンド幅0.3Hzのパーゼンウィンドウで平滑化して、CCA法³⁾に基づき位相速度を推定した。各地点の位相速度分散曲線とアレイ中心のH/Vを用いて、フォワードにより地盤構造を推定した(表1)。

地震観測については、2021年8月11日~12月11日に、観測点から200km圏内で発生し、震度2以上を観測した21個の地震記録を解析した。データ処理としては、地震記録から各成

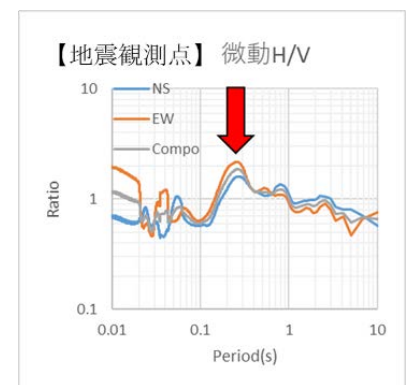


図1 微動 H/V (地震観測点)

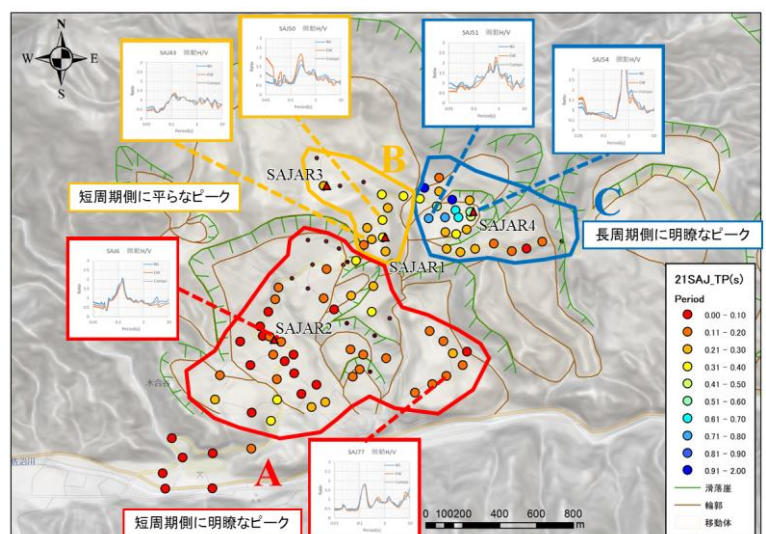


図2 卓越周期分布と H/V

キーワード 微動探査, 地震観測, 地盤構造, 地すべり地形, 鳥取市佐治地区
連絡先 〒680-8552 鳥取市湖山町南4丁目101 鳥取大学工学部社会システム土木系学科 TEL 0857-31-6097

表 1 微動による地盤構造モデル

SAJAR1				SAJAR2			
層厚 (m)	ρ (g/cm^3)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	層厚 (m)	ρ (g/cm^3)	V_p (m/s)	V_s (m/s)
11	1.8	1510	200	5	1.8	1460	150
25	1.9	1790	450	25	1.9	1790	450
∞	2.2	2180	800	∞	2.2	2180	800

SAJAR3				SAJAR4			
層厚 (m)	ρ (g/cm^3)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	層厚 (m)	ρ (g/cm^3)	V_p (m/s)	V_s (m/s)
5	1.8	1460	150	12	1.8	1400	100
24	1.9	1620	300	25	1.9	1790	450
∞	2.2	2070	700	∞	2.2	2180	800

分の S 波部分の 10.24 秒を切り出し、その両端にコサインテーパーを施し、零データを付加して 20.48 秒とした。このデータから FFT によりフーリエスペクトルを求め、バンド幅 0.2Hz のパーゼンウィンドウで平滑化し、H/V (図 4) を求め、拡散波動場理論⁴⁾によりフォワードで地盤構造を推定した。

4. 卓越周期と地盤構造

微動の卓越周期分布 (図 2) については、地形的な滑落崖や崖錐堆積物 (移動体) の領域にあまり関係なく分布している。領域 A では短周期、領域 B ではやや長周期で変化が少なく、領域 C では長周期の地点が複数みられ変化が大きい。地盤構造モデル (表 1) より、移動体の S 波速度は 100~450m/s と考えられ、層厚は 30m 程度である。移動体の面的な層厚分布をみるために、H/V の卓越周期と領域内のアレイ地点の 2 層目までの平均 S 波速度から 1/4 波長則に基づき層厚を推定した。領域 A では複数の小規模な地すべり箇所が厚く、領域 B は変化が少ない。領域 C では全体に層厚が大きく、滑落崖に近い場所で 50m を超える地域がみられる。

地震動の H/V (図 4) より、0.2 秒付近 (青矢印) と 0.8 秒付近 (赤矢印) にピークがみられる。0.2 秒付近のピークは微動の H/V (図 1) にもみられる。0.8 秒付近のピークは、崖錐の堆積層の下部の深部地盤の影響と思われる。地盤構造モデル (表 2) より、堆積層直下の岩盤層に $V_s=600, 800m/s$ 層が 0.8 秒付近のピークに対応していると考えられる。

5. まとめ

地すべり地域の鳥取市佐治地区において、微動探査及び地震観測を実施した結果、微動観測からは、卓越周期分布、移動体の地盤構造と層厚分布が得られた。また、地震観測からは、地震動の H/V と移動体下部の深部地盤構造が得られた。

参考文献

- 1) 防災科学技術研究所: 地すべり地形分布図, 2) 紺野・大町: 土木学会論文集, 1995, 3) I.Cho et al.: J. Geophys. Res., 2006, 4) Kawase et al., Bull. Seism. Soc. Am., 2011.

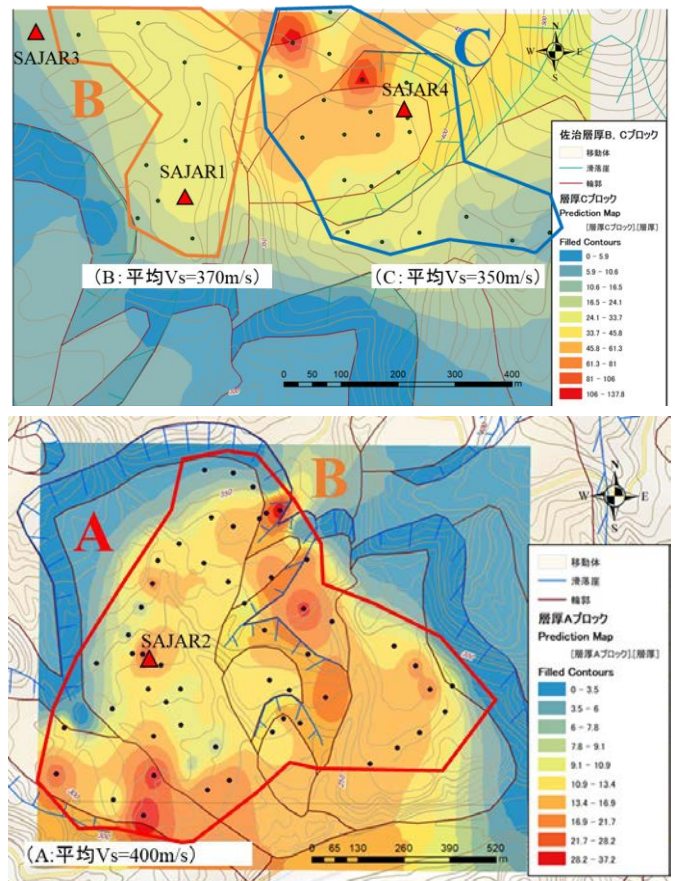


図 3 層厚分布

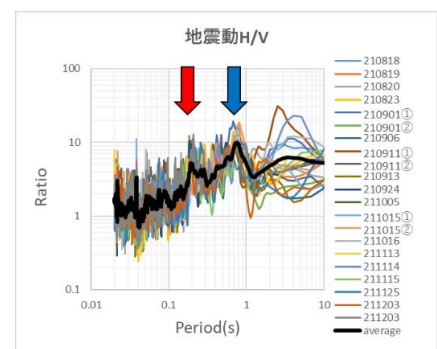


図 4 地震動 H/V

表 2 地震動による地盤構造モデル

SAJAR1(地震動モデル)					
層厚 (m)	ρ (g/cm^3)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	h	h [7.5/ V_s]
11	1.8	1510	200	0.038	
25	1.9	1790	450	0.017	
40	2.1	1960	600	0.013	
70	2.2	2180	800	0.009	
1800	2.5	4500	2100	0.004	
∞	2.6	5500	3000	0.003	