

微動探査に基づく鳥取県内の地すべり地域における地盤震動特性および地盤構造

鳥取大学 正会員 ○野口 竜也 鳥取大学 非会員 島田 敦史
鳥取大学 学生会員 西村 武 鳥取大学 正会員 香川 敬生

1. はじめに

地すべり地域の地盤構造を調査することは、その地域での斜面災害のハザードを考える上で重要である。本研究では、防災科学技術研究所¹⁾が発行する地すべり地形分布図に基づき、鳥取県内の3地域（北条島、楠城、雨滝）において、防災科学技術研究所により地すべり地形に判定された地域で微動探査を実施し、地盤震動特性を把握した。また、地盤構造を推定し、地すべりの移動体の層厚分布を調べた。

2. 観測

3成分単点観測として、北条島35点、楠城28点、雨滝17点を100m~200m間隔で計80点行った。アレイ観測として、北条島で2点(HSAR01, HSAR03)、楠城(NSAR01)、雨滝(AMAR01)の計4点で実施した。観測機器は3成分一体型の加速度型地震計JU410(白山工業)を使用した。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1~20mとした。また、微動のパワーが小さいことが予想されたため、外側の地震計から約5mの位置で大人3~4名がジャンプして人工的に振動を与え、その波形を観測した。サンプリング周波数は200Hz、観測時間は単点観測1地点、アレイ毎に10分~15分間とした。

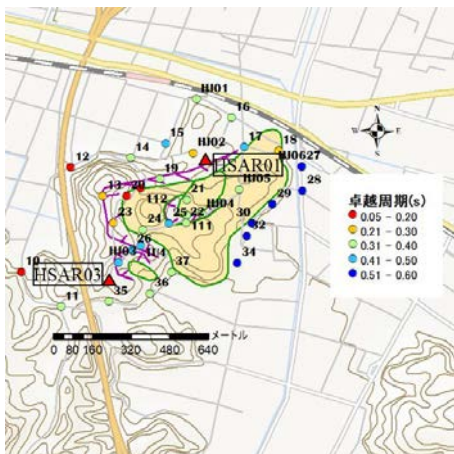


図1 卓越周期分布(北条島)

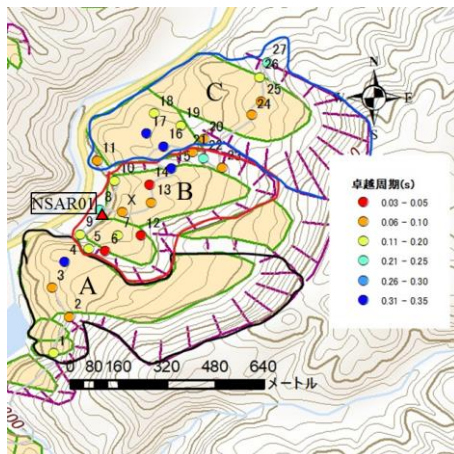


図2 卓越周期分布(楠城)

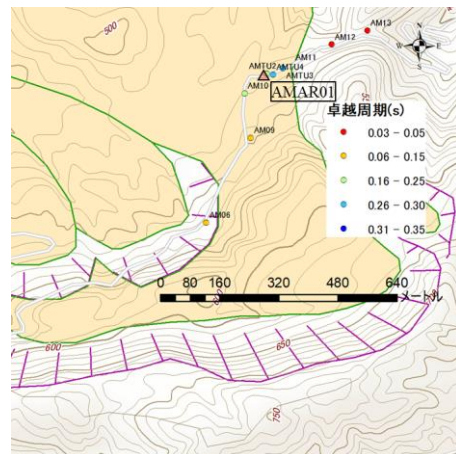


図3 卓越周期分布(雨滝)

3. 解析

3成分単点観測の記録については、非定常的な部分を除く安定した20.48秒間の区間を目視により10区間以上選定し、FFTにより各成分のフーリエスペクトルを求め、平均スペクトルを求めた。スペクトルの平滑化には係数20のLogウィンドウ²⁾を用いた。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(以下、H/Vスペクトルと称す)を求め、卓越周期を読み取った(図1, 図2, 図3)。

微動のアレイ観測の同時記録については、CCA法³⁾に基づき位相速度を推定した。セグメント長10.24秒の観測記録のRMS値より10区間以上を自動抽出で選択、それらの区間のパワ

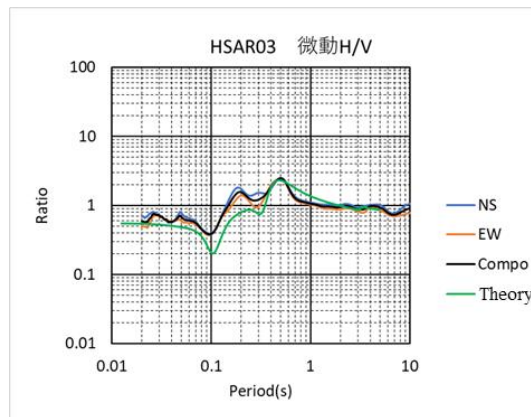


図4 H/V (HSAR03)

キーワード 微動探査, 地盤構造, 地すべり地域, 鳥取県

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 2 地盤構造モデル

HSAR01				HSAR03			
Thickness (m)	ρ (g/cm ³)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Thickness (m)	ρ (g/cm ³)	Vp (m/s)	Vs (m/s)
1.5	1.7	1420	120	3	1.6	1450	145
6	1.9	1500	200	4	1.7	1480	170
100	2.0	1950	600	13	1.8	1620	300
200	2.1	2300	900	15	1.9	1730	400
∞	2.2	2600	1200	35	2.0	1840	500
				150	2.1	2170	800
				∞	2.2	2280	900

AMAR01				NSAR01			
Thickness (m)	ρ (g/cm ³)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Thickness (m)	ρ (g/cm ³)	Vp (m/s)	Vs (m/s)
5	1.6	1460	130	6	1.7	1460	200
8	1.7	1570	250	15	1.8	1560	350
100	1.9	1970	600	100	1.9	1970	600
250	2.1	2300	900	250	2.1	2300	900
∞	2.2	2620	1200	∞	2.2	2620	1200

ースペクトルをバンド幅 0.3Hz のパーゼンウィンドウで平滑化したのち平均し、位相速度分散曲線を推定した。この位相速度分散曲線とアレイ中心の H/V(図 4: HSAR3 の例)を用いて、フォワードにより地盤構造を推定した(表 1)。

4. 地盤卓越周期と地盤構造

卓越周期分布については、以下の通りである。北条島地域(図 1)では、滑落崖(紫線の領域)や山地では 0.1 秒程度で短周期、移動体(黄緑線・クリーム色の領域)や平地では 0.2~0.5



図 5 層厚分布(北条島)

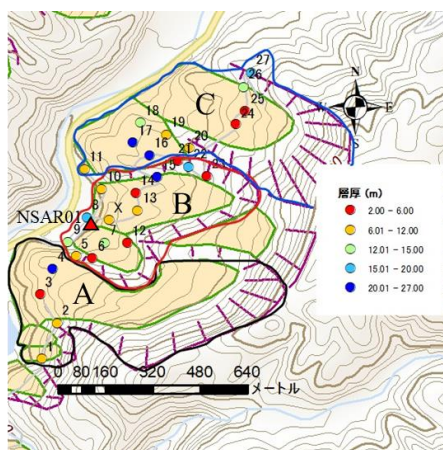


図 6 層厚分布(楠城)

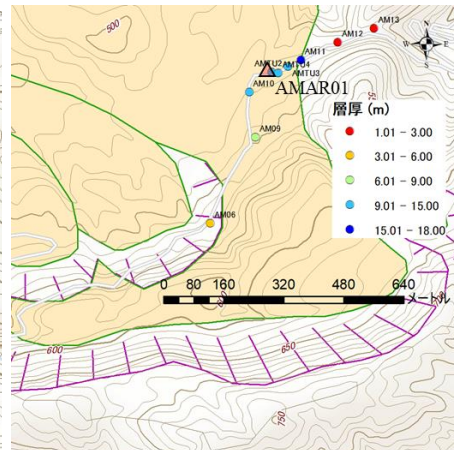


図 7 層厚分布(雨滝)

秒程度で長周期になる傾向がある。楠城地域(図 2)では、3 つブロック(A, B, C)で地すべりの領域が確認できるが、どのブロック内でも滑落崖(紫線の領域)や移動体(黄緑線・クリーム色の領域)に関係なく、0.1~0.3 秒の範囲で短周期、長周期の地点がランダムに分布している。雨滝地域(図 3)では、滑落崖(紫線の領域)では卓越周期は H/V が平らで読み取れず、移動体(黄緑線・クリーム色の領域)で 0.1~0.3 秒程度である。表層地質としては、北条島は安山岩、楠城は安山岩が主体で泥岩が局所的に分布、雨滝は安山岩と凝灰角礫岩となっている。

表 1 の地盤モデルより、移動体の堆積層の S 波速度は 120m/s~350m/s である。また、元の地山の S 波速度も風化などの影響で徐々に速度が変化していると考えられる。H/V の卓越周期が移動体の堆積層の層厚に対応していると考え、1/4 波長則に基づき層厚を推定した。層厚分布としては以下の通りである。北条島(図 5)では、移動体の中央から南西部にかけて厚くなり最大で 30m を超える。楠城(図 6)では、ブロック B と C の標高が下がるにつれ厚くなり最大で 20m を超える。雨滝(図 7)では、西側にかけて厚くなり最大で 15m を超える。

5. まとめ

地すべり地形分布図に基づき、鳥取県内の 3 地域において、地すべり地形に判定された地域で微動探査を実施した結果、各地域において、微動の卓越周期分布と地盤構造モデル、移動体の堆積層の層厚分布を得ることができた。今後はこれらの結果を用いて、地すべりのハザードや地震地すべりの予測に繋げていく予定である。

参考文献

- 1) 防災科学技術研究所, 1:50,000 地すべり地形分布図, 2) 紺野克昭, 大町達夫, 土木学会論文集, 1995, 3) I.Cho, T.Tada and Y.Shinozaki : J. Geophys. Res., 111, B09315, 2006.