

鳥取県中部北栄町の微動特性急変部における地盤構造推定

鳥取大学 正会員 ○野口 竜也 鳥取大学 非会員 黒岩 綾香 鳥取大学 学生会員 今津 慶大
鳥取大学 正会員 西村 武 鳥取大学 正会員 香川 敬生

1. はじめに

2016 年鳥取中部の地震により、鳥取県北栄町由良地区では軽微な建物被害が生じたが被害発生箇所には地域性がみられた¹⁾。これは建物の耐震性だけでなく地盤構造の違いによる震動特性の影響も考えられる。この地域では微動観測が実施されており²⁾、その結果から水平動と上下動のスペクトル比 (H/V) の卓越周期や周期特性が急激に変化する箇所がみられ、これは地盤構造の違いを反映していると考えられる。そこで、本研究では地盤構造の急変が想定される箇所において稠密な微動観測を実施し、地下構造の推定を試みた。また、同地域内で地震観測を実施し、地震動特性の分析と地盤構造の推定を行った。

2. 観測

微動観測としては、対象地域において、道路沿いに直線上に 11 台の地震計 (3 成分加速度計, JU410) を不規則に配置して同時観測を行った。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。地震計の配置は 11 台の地震計を直線 (1 箇所は L 字状) に配置し、頂点と重心の距離は 1~128m とした。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、2022 年 4 月 22 日~ (継続中) に、対象地域内にある住宅の玄関の基礎の上に地震計を設置した。観測機器としては、3 成分の加速度型地震計 CV-374A (東京測振) を用いて、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³⁾ 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) を求め卓越周期を読み取り、その分布図 (図 1) 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。なお、第 1 層、2 層

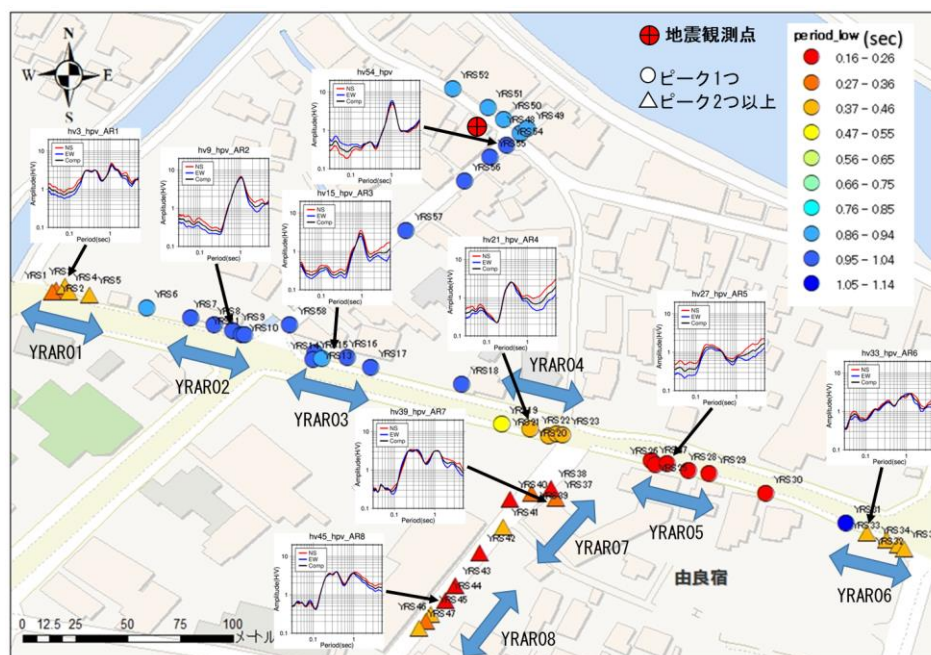


図 1 アレイ中心の H/V と卓越周期分布 (短周期側)

キーワード 稠密微動観測, 微動特性, 地盤構造, 2016 年鳥取県中部の地震

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

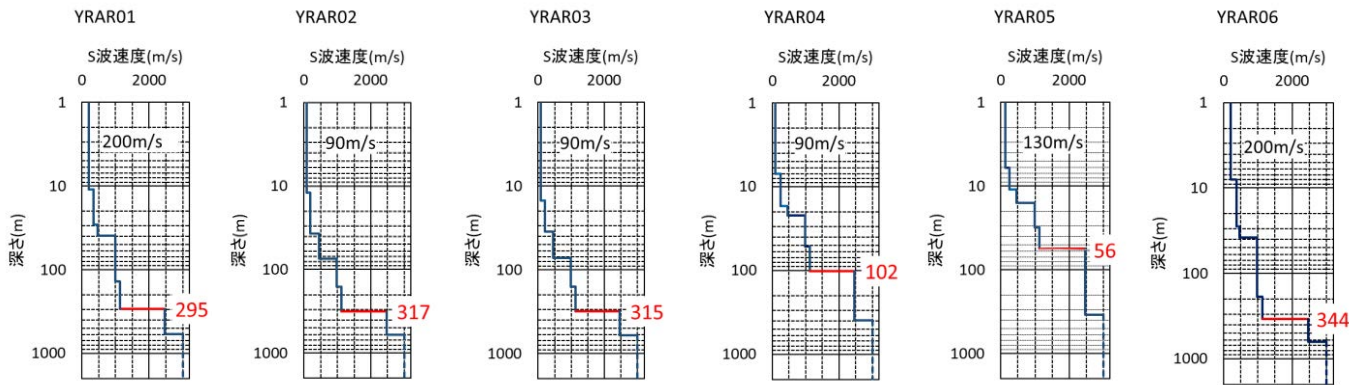


図 2 YRAR01～06 の S 波速度構造（図中の黒字；最上層の S 波速度，赤字；深部基盤の深さ）

目は位相速度分散をみて，深部構造は後述の地震観測点で推定した地盤構造モデルを基にして推定した．その結果，58 地点の H/V，9 箇所の直線アレイ観測点の地盤構造モデル（図 2）を得ることができた．

地震観測については，2022 年 4 月 22 日～10 月 28 日に，観測点から 200km 圏内で発生し，震度 2 以上を観測した 6 個の地震記録を解析した．データ処理としては，地震記録から各成分の S 波部分の 40.96 秒を切り出し，その両端にコサインテーパーを施した．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 3）を求め，6 地震の H/V を平均して，拡散波動場理論⁴⁾⁵⁾によりハイブリットヒューリスティック法⁶⁾によるインバージョンで地盤構造を推定した．

4. 卓越周期と地盤構造

微動のアレイ中心の H/V と卓越周期分布（図 2）の特徴は以下の通りである．H/V の形状としては YRAR02，03，04，05 と地震観測点周辺で明瞭な周期 1 秒～0.5 秒付近で 1 つのピーク，YRAR01，07，08 では 0.2～0.3 秒と 1 秒付近に明瞭な 2 つのピーク，YRAR06 ではなだらかなピークが 1 秒付近にみられる．東西方向（YRAR01～06）の S 波速度構造（図 2）より，YRAR02，03，04 で最上層が Vs=90m/s と低速度であること，YRAR04，05 では深部の Vs=2500m/s 相当層上面までの基盤の深さが急激に浅くなっている．このことから，浅部と深部の地盤構造が，かなり狭い範囲で急激に変化する地域であることがわかる．

地震動の H/V（図 3）では，1 秒付近に明瞭なピーク，0.2～0.4 秒付近でも小さい複数のピークがみられる．この図には地震観測点横（YRS54）の微動の H/V も重ねて示しているが，0.2～0.4 秒付近の複数のピークはみられない．推定された地盤構造モデル（表 1）より，Vs=90m/s の層が 13m 存在しており，第 2 層を含む工学的基盤（Vs=500m/s）までの軟弱地盤層の層厚は 40m を超えることがわかる．この地域では 2016 年鳥取中部の地震で特に建築年数の古い建物で被害が多く発生していたことから，地盤震動特性が被害に影響したと思われる．

5. まとめ

鳥取県北栄町由良地区で，微動観測及び地震観測を実施した．その結果，微動観測からは卓越周期分布，地盤構造モデル，地震観測からは，地震動の H/V と深部地盤構造が得られた．そこか，ごく表層と深部で地盤構造が急変していることがわかった．

参考文献

1) 香川，地震ジャーナル，2017，2) 野口・他：土木学会論文集，2019，3) I.Cho et al.：J. Geophys. Res.，2006，4) Kawase et al.，Bull. Seism. Soc. Am.，2011，5) 安井・他，土木学会論文集，2013，6) 山中，物理探査，2007．

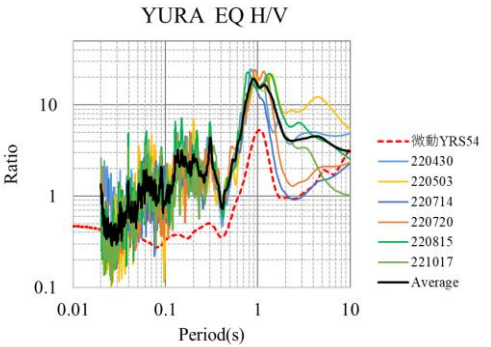


図 3 地震動の H/V

表 1 地震動による地盤構造モデル

層厚(m)	ρ(t/m³)	Vs(m/s)	Vp(m/s)	h
13.0	1.60	1312	90	0.08
28.1	1.72	1474	227	0.01
36.7	1.85	1788	460	0.03
87.1	2.06	2212	984	0.04
155.8	2.11	3721	1128	0.02
290.8	2.45	4985	2468	0.03
∞	2.56	5500	3000	0.01