

鳥取県弓ヶ浜半島の地盤被害と微動特性について

野口竜也¹・西田良平²・足立正夫³・荒井猛⁴

¹学生会員 工修 鳥取大学大学院工学研究科博士後期課程 (〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南 4-101)

²正会員 理博 鳥取大学教授 工学部土木工学科 (〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南 4-101)

³正会員 鳥取県立米子工業高等学校教諭 (〒683-0052 鳥取県米子市博労町 4-220)

⁴正会員 東伯町役場 (〒689-2392 鳥取県東伯郡東伯町徳万 591-2)

2000年10月6日の鳥取県西部地震によって、弓ヶ浜半島の南東部の夜見町付近では、一部で液状化による地盤被害が見られた。この付近の集落では一部住宅にも被害があったが、この住宅の隣近所では全く被害がみられず、これらの原因を探るために、この付近一帯において南北方向に3成分の微動観測およびアレイ観測を実施し、被害を受けた住宅についても微動観測を行った。その結果は次のとおりである。1) H/Vのピーク周期は、0.4~1.3秒で北に行くほど周期が長くなる傾向が見られた。2) 地盤の堆積層の層厚は約90mであった。3) 住宅の固有周期は約0.3秒であった。今回の観測による解析結果からは、微動による地盤特性と被害との明白な関係は見られなかった。よって、今後より詳細な検討が必要である。

Key Words: 2000 Tottoriken-seibu Earthquake, Yumigahama peninsula, damage, microtremor, ground characteristic

1. はじめに

2000年10月6日の鳥取県西部地震によって、弓ヶ浜半島の南東部の夜見町付近では、大きな被害こそなかったが、一部の地域で液状化による地盤被害が見られた。付近の集落では一部の住宅が被害を受け、浄化槽の浮上、水道管の破損、建物が傾斜する被害があった。この住宅の隣近所では全く被害が見られなかった。これらの原因としては、地盤特性が関与していると考えられる。

そこで本研究では、地盤特性を調べるために、この付近一帯で微動観測を行った。また、建物と地盤の震動特性との関連性をみるために、被害のあった住宅についても微動の観測を実施した。

2. 観測および解析

観測点は南北に約500m間隔で6地点とし、観測は単点3成分観測を行った(図1)。また、表層地盤の速度構造を把握するために、No.3において10~60mの間隔でアレイ観測を行った。サンプリング周波数は200~500(Hz)、観測時間は約10~20分間とした。地震計は、単点3成分観測ではUP-255S(固有周期5秒)、アレイ観測ではPK110(固有周期1秒)を使用した。地盤上の

6地点での3成分観測記録は水平上下スペクトル比¹⁾(以下、H/Vと称す)、アレイ観測記録はSPAC法²⁾を用いて解析を行った。

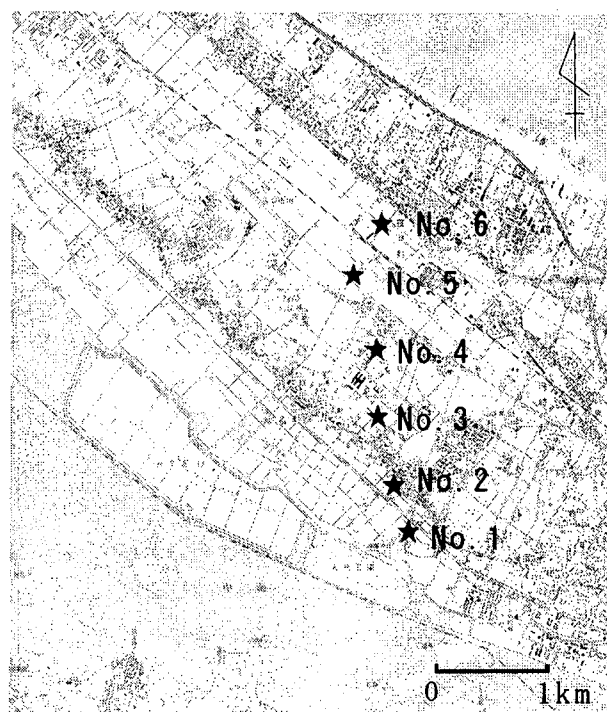


図-1 観測点位置図

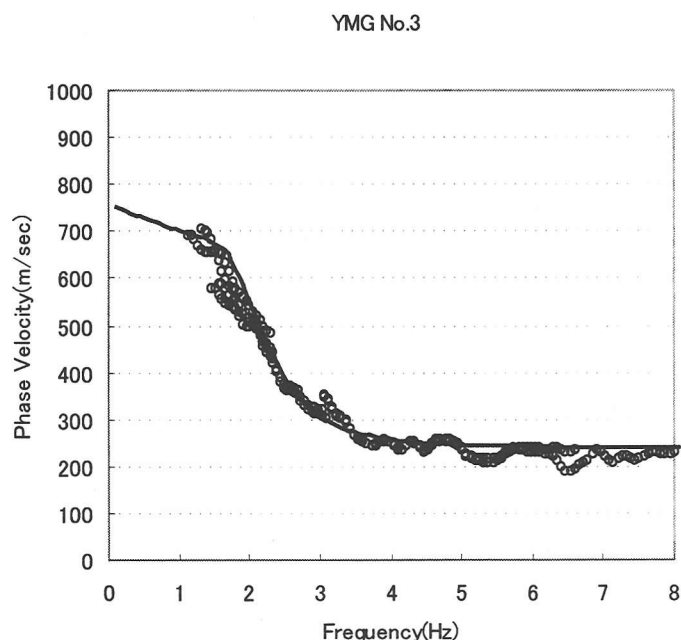


図-2 位相速度の分散曲線

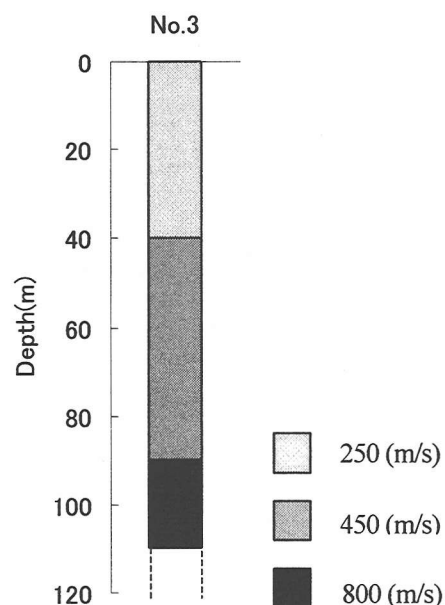


図-3 S波速度構造の柱状図

住宅の観測は、地盤と1階および2階の床の上で3成分の同時観測を行った。サンプリング周波数は500(Hz)、約5分間の観測を行った。住宅の記録は1階/地盤、2階/地盤で水平動のスペクトルの比をとり、住宅の固有周期を特定した。なお、この住宅の位置は No.3 から南に約200mの地点である。

3. 結果および考察

(1) 地盤構造の推定

図2にアレイ観測記録から得られた位相速度の分散曲線を示す。プロットが観測値、実線が表1に示す地盤構造モデルによる理論分散曲線である。この地点に近い側線の地盤断面図³⁾を参考にして、地盤構造モデルを2層の堆積層と基盤岩層の3層モデルとして推定を行った。表1に推定された地盤モデルを、図3にS波速度構造の柱状図を示す。軟弱地盤と考えられる $V_s=250$ (m/sec)の層は40(m)と厚く、400(m/sec)の堆積層を合わせた層厚は90mとなることがわかった。よって、この地域での地震動の増幅率はかなり大きくなると予想される。No.1は基盤岩が露頭する山の麓であることから、この点からNo.3にかけて堆積層が厚くなっていることが推定できる。

図4に示すH/Vのピーク周期は、No.1が0.36(sec)で最も周期が短く、No.5で周期が1.4(sec)と最も長い。図5にEW成分のH/Vのピーク周期分布を示した。No.1からNo.3にかけて周期が長くなる傾向がみられる。この地域で表層の速度が大きく変わらないと考えると、

表-1 地盤構造モデル

層厚(m)	密度(g/cm ³)	Vs(m/sec)	Vp(m/sec)
40	1.8	250	1600
50	1.9	450	1800
∞	2.1	800	2200

H/Vのピーク周期は基盤深度によって変動する。よって、基盤形状はNo.1からNo.3にかけて基盤深度が急激に深くなり、No.3からNo.6にかけてはあまり変化がないと推定できる。

(2) 住宅の微動特性

図6に示す住宅の2階と地盤の水平動のスペクトル比をみると、ピーク値は全体的に正面方向より側面方向のほうが大きいことがわかる。明瞭なピークはいくつかが見られるが、0.02(sec)付近のパルス上のピークは、ノイズによるものと考えられる。これを除く顕著なピーク(矢印の位置)で最大のピーク周期は、正面および側面の両方向とも0.28(sec)である。このことから、住宅の1次固有周期は約0.3(sec)と考えられる。

(3) 住宅と地盤特性の関係

住宅の地盤のH/Vは上下成分のデータが欠損していたため利用できなかった。住宅はNo.2とNo.3の中間に位置にしており、それぞれのH/Vのピーク周期は0.9(sec)と

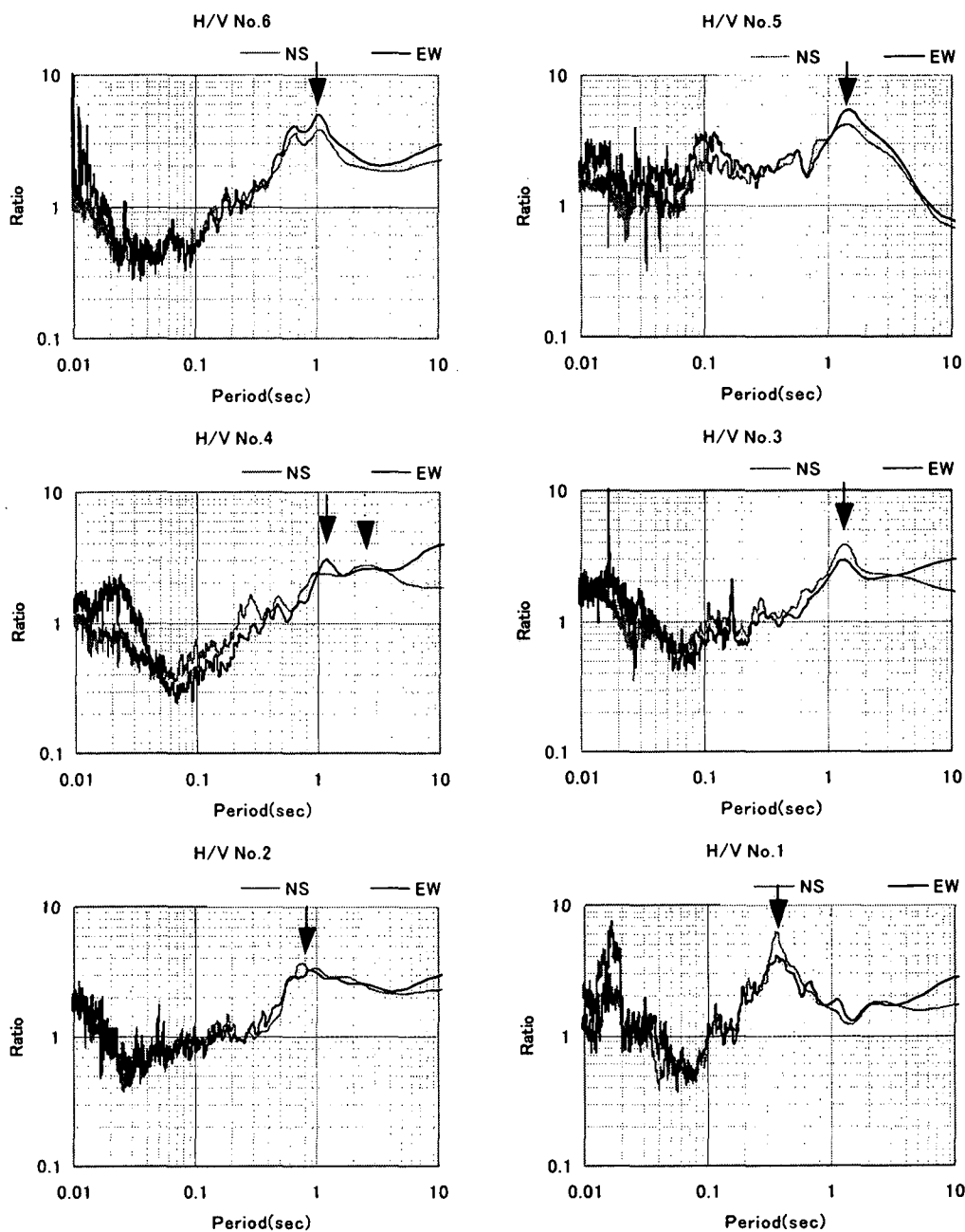


図-4 各観測点のH/V

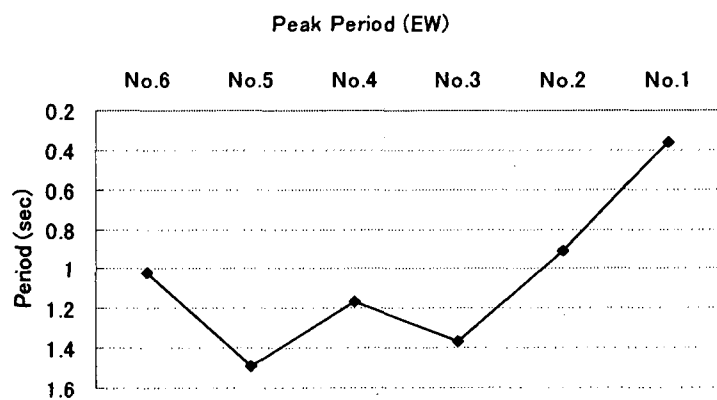


図-5 H/Vのピーク周期分布 (EW成分)

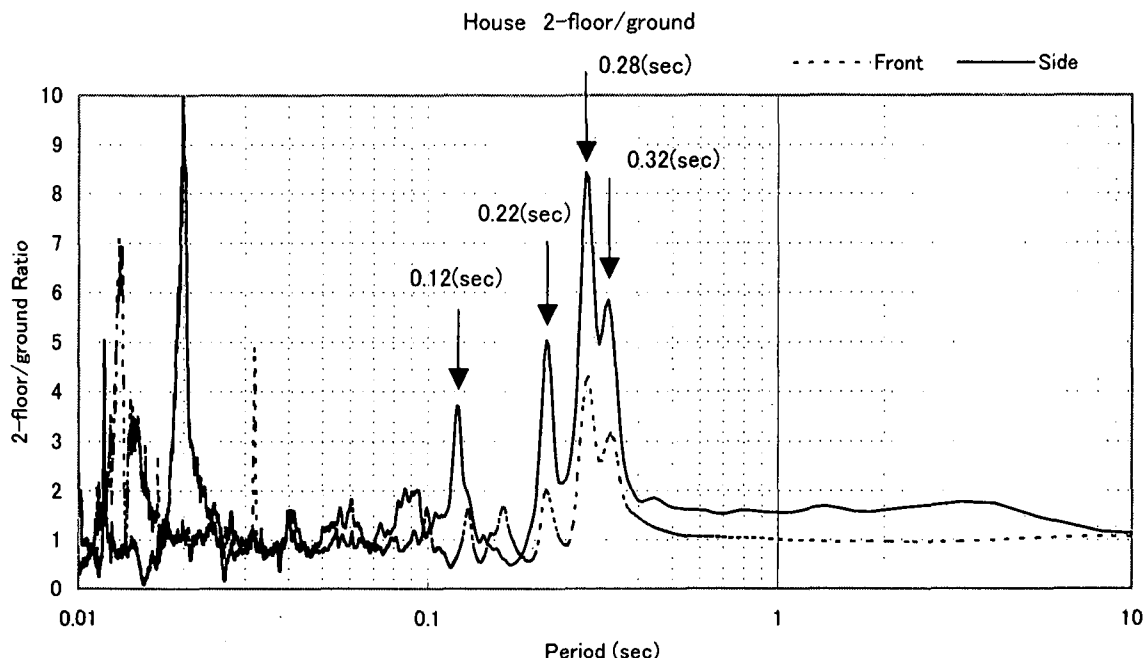


図-6 住宅の水平動スペクトル比

1.3(sec)であることから、この地点では約1(sec)程度のピーク周期となると思われる。そうすると、地盤と建物の固有周期は大きく異なることになり、この住宅が共振作用によって特別に被害を受けたとは考えにくい。しかし、基盤構造がNo.1からNo.3にかけて急激に変化していることから、2次元的な基盤形状の影響が一つ原因として考えられる。

4. まとめ

鳥取県西部地震で被害が局地的に起こった地域で微動観測を行った。また、被害のあった住宅についても微動観測を行い、地盤特性との関係を調べた。その結果、地盤と住宅の周期特性から、その被害を起こした原因は特定できなかった。しかし、2次元的な基盤形状の影響が示唆された。今後、更に多くの点で地盤構造を求め、数値

シミュレーションを行うなど、より詳細な検討が必要である。

謝辞：観測および解析を行う上で、鳥取大学大学院の吉川大智氏をはじめ、多くの方にご協力頂いた。ここに記して感謝する。

参考文献

- 1) 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.
- 2) Aki・K: Space and time spectra of stationary stochastic waves, with special reference to microtremors, Bull.Earthq.Res.Inst., 35, pp415-456, 1957.
- 3) 木山英郎・藤村尚: '96 鳥取地盤図, 地盤工学会中国支部, 1996.