

常時微動測定による福岡市中心部の 浅部地盤構造の推定

檜橋 秀衛¹

¹正会員 九州産業大学教授 工学部建築学科 (〒810-0024 福岡市東区松香台2-3-1)

E-mail:narahashi@ip.kyusan-u.ac.jp

福岡市中心部の警固断層近傍において微動アレイ測定・波形解析により地盤浅部のS波速度構造を推定した。本研究の結果は、同地域で得られているボーリング調査や速度検層の結果とほぼ一致するものである。また、やや稠密に微動の3成分観測とH/Vスペクトル解析を行い、その卓越周期と表層地盤の速度構造の関連性について検討した。本調査・研究によるH/Vスペクトルの卓越周期は、洪積層以浅の表層地盤の特性を反映していると考えられる。

Key Words : microtremor, array measurement, S-wave velocity estimation, Kego-fault, H/V spectra

1. はじめに

筆者ら¹⁾は、福岡地盤図²⁾に取りまとめられていた地盤構造を反映した木造家屋の被害推定を福岡市中心部について行っていたが、2005年福岡県西方沖地震の際この想定が概ね妥当であることが分かった。

地震被害に対する表層地盤の影響は顕著であり、地盤構造を精度良くかつ比較的簡便に把握できるならば地震防災に資するところが大きい。常時微動のH/Vスペクトルについての先駆的研究³⁾などが契機となり、警固断層近傍についても常時微動を利用した地盤構造推定の研究が盛んに行われている^{4) 5) 6)}。

近年、筆者も微動測定・解析システム(応用地質(株)McSEIS-MT NEOほか)を利用する機会に恵まれた。本研究では、手始めとして、警固断層近傍の2地点における微動アレイ観測・解析を行い表層地盤のS波速度構造を推定した。また、16地点で微動のH/Vスペクトルを求め、その卓越周期の値および地域分布を既往研究と比較した。ともに、興味深い結果が得られたので報告する。

2. 測定・解析概要

2012年10月31日および11月10日に須崎公園(表1および図3のNo.12)、12月12日に天神中央公園(同No.13)において、それぞれ、上下動1成分のサーボ型

加速度計4台から成る正三角形アレイを設定して微動測定を行った。1辺のサイズは30m、50mおよび100mの3種類とし、アレイ中心および頂点の位置はGPSアンテナ(Trimble製)ほかを用いて定めた。各アレイサイズについて測定時間は60分間、サンプリング間隔は0.01秒である。測定波形の相互相関関数より得られた位相速度分散曲線の逆解析から、須崎公園および天神中央公園における地表から深さ100m程度まで表層地盤のS波速度構造が推定された。

また、2012年9月26日から11月18日にかけて表1に示す16地点において3成分サーボ型加速度計を用いて常時微動測定を実施した。測定地点は都市公園などの空き地内であるが、それぞれの測定時間帯は朝方から日中にかけての30分間であり周辺の人通りや交通量は少なくなかった。波形データのサンプリング間隔は0.01秒である。水平2成分および上下1成分の測定波形より各観測点におけるH/Vスペクトルを計算した。

3. 結果及び考察

(1) 微動アレイによる表層地盤のS波速度構造

須崎公園(No.12)で得られた、地表から深さ100mまでの表層地盤のS波速度構造を図1(b)に示す。比較のため、No.12に近いK-NET観測点FKO006における速度検層によるS波速度構造を図1(a)に示す。また、天神中

中央公園 (No.13) で得られた S 波速度構造を図 2(b)に示す。やや離れているが CIT 福岡ビルにおける速度検層による S 波速度構造を図 1(a)に示す。

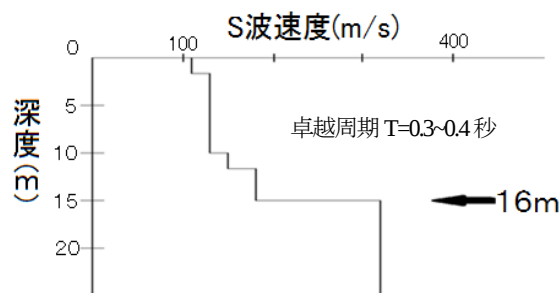


図 1(a) K-NET 観測点 FK006 の表層地盤の速度検層による S 波速度構造

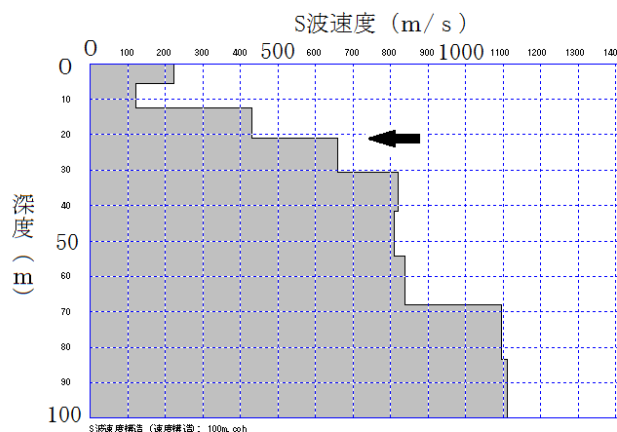


図 1(b) 須崎公園 (No.12) において微動アレイ観測・解析により推定された S 波速度構造

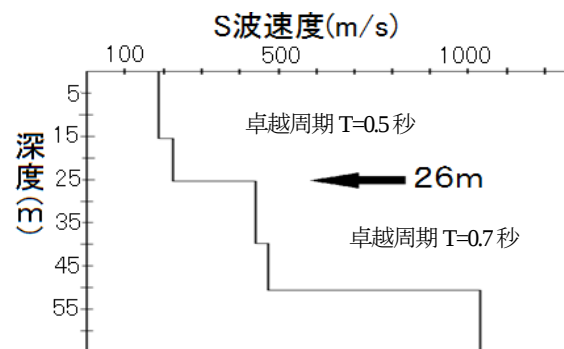


図 2(a) 福岡市中央区大名 2-4-12 (CIT 福岡ビル) における S 波速度構造

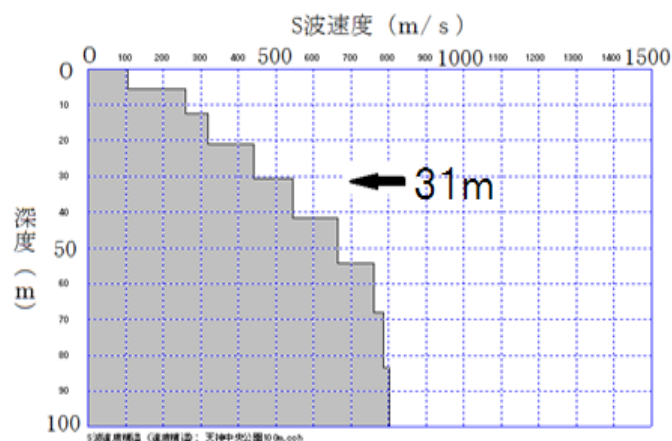


図 2(b) 天神中央公園 (No.12) において微動アレイ観測・解析により推定された S 波速度構造

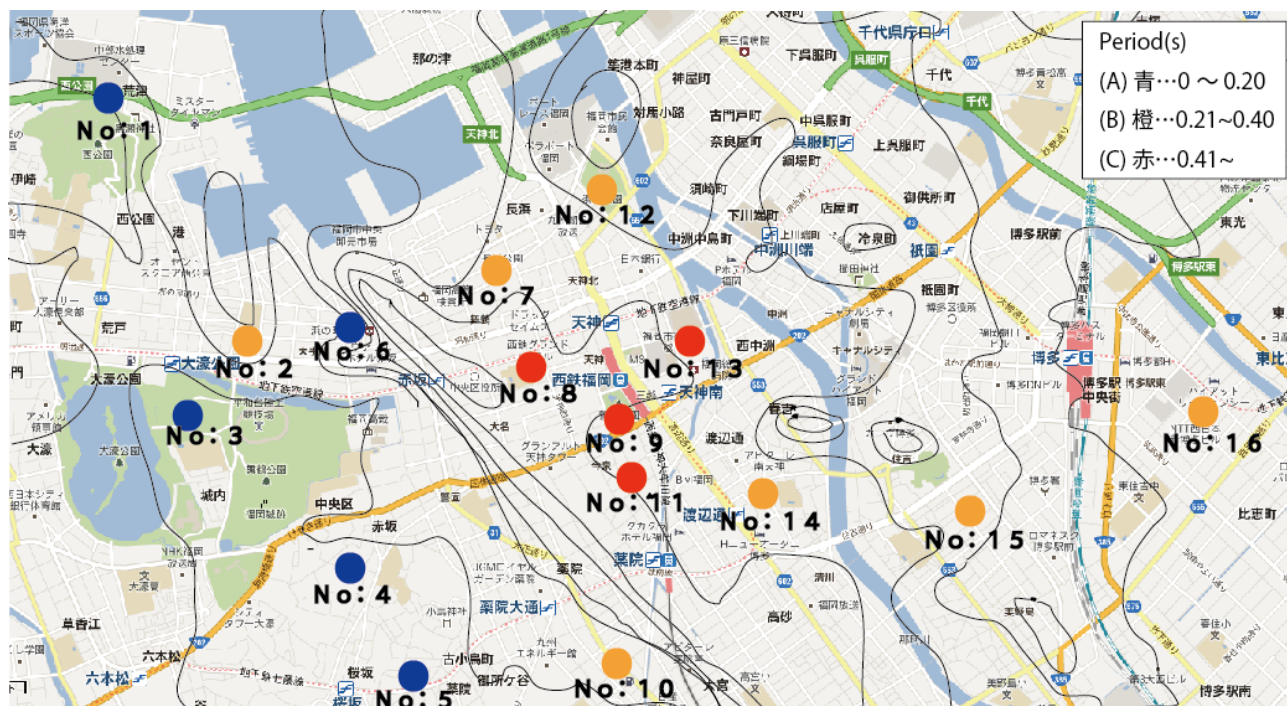


図 3 微動観測点および HV スペクトルの卓越周期 (青 : 0.2 秒以下, 橙 : 0.21~0.40, 赤 : 0.41 秒以上) . コンターは福岡地盤図²⁾の基盤岩等深度線 (単位 m) .

(2) H/V スペクトルの卓越周期

福岡市中心部の 16 観測点における微動の H/V スペクトルの卓越周期を表 1 にまとめて示している。図 1 は、これらの卓越周期を(A)0.20 秒以下、(B)0.21～0.40 秒、(C)0.41 秒以上の 3 ランクに区分・色分けしてそれぞれの観測点の位置に表示したものである。既往の研究³⁾でも指摘されているように H/V スペクトルの卓越周期は警固断層の東西で明瞭に異なっている。図中のコンターは福岡地盤図⁴⁾による基盤岩等深度線 (m) であるが、表層地盤の厚さと卓越周期の値には定性的には関連があるものと考えられる。本研究において H/V スペクトルの卓越周期が最も大きかったのは今泉公園 (No.11) の 0.67 秒であった。

No.12 の卓越周期 0.34 秒は、図 1 (a) の深さ 15m 前後に見られる S 波速度 300～400m/s の境界に対応している。また、No.13 の卓越周期 0.53 秒は図 2 (a) の深さ 25m 前後の S 波速度 400～500m/s の境界に対応している。

表 1 福岡市中心部警固断層周辺の 16 地点における微動の H/V スペクトルの卓越周期

No	測定地点	卓越周期 (s)	No	測定地点	卓越周期 (s)
1	荒津公園	0.16	9	警固神社	0.53
2	箕子公園	0.38	10	薬院公園	0.21
3	舞鶴公園	0.20	11	今泉公園	0.67
4	赤坂緑地公園	0.13	12	須崎公園	0.34
5	警固南公園	0.11	13	天神中央公園	0.53
6	浜の町公園	0.20	14	春吉公園	0.37
7	長浜公園	0.37	15	住吉公園	0.33
8	西鉄グラウンドホテル前	0.59	16	中比恵公園	0.27

4. 結論

(1) 須崎公園 (No.12) と天神中央公園 (No.13) における微動アレイ観測および解析により、地表より深さ

100m 程度までの地盤の S 波速度構造が推定された。洪積層の下の方化基盤岩類 (花崗岩または古第三紀堆積岩) の S 波速度には若干ばらつきが認められ、No.12 で $V_s=1,200\text{m/s}$ 程度、No.13 で $V_s=800\text{m/s}$ 程度であった。

(2) 微動の H/V スペクトルの卓越周期は、警固断層東側で 0.5 秒を超える地点が多く、西側ではほぼ 0.2 秒以下となるなど、既往研究の結果と概ね対応している。

(3) 須崎公園 (No.12) と天神中央公園 (No.13) の H/V スペクトルの卓越周期は、その場所の洪積層以浅の表層地盤の卓越周期に対応するものと考えられる。

(4) No.13 において、深さ 100m 以深の方化岩類の S 波速度を確認することは今後の課題としたい。

謝辞：微動測定には九州産業大学建築学科平成 24 年度卒業生 西村和久、藤野恭平、道添良太、恵一真各氏の協力を得た。記して謝意を表する。なお、本研究の微動測定・解析には McSEIS-MT NEO ほかを用いた。

参考文献

- 1) 表俊一郎、楢橋秀衛：木造家屋の被害予測、福岡市に係る震災の調査研究について (報告書) 第 7 章、福岡市防災会議震災専門委員会、1986。
- 2) 福岡地盤図作成グループ：福岡地盤図 附図、九州地質調査業協会、1981。
- 3) 中村豊：H/V スペクトルの基本構造、物理探査学会第 3 回地震防災シンポジウム、2008。
- 4) 戸ノ崎総一：常時微動と地盤震動解析による警固断層近傍の地盤条件の推定、千葉大学卒業論文、2006。
- 5) 澁谷龍典：微動観測による H/V スペクトル比を用いた伏在断層の推定に関する研究- 警固断層を例として -、九州大学修士論文、2009。
- 6) 山田伸之、山中浩明、元木健太郎：福岡市中央区天神地区の表層地盤の S 波速度構造、地震第 2 輯第 62 巻、2009、pp.109-120。

(?)

S-WAVE VELOCITY OF THE GROUND AND H/V SPECTRUM NEAR KEGO FAULT IN FUKUOKA, JAPAN, BASED ON MICROTREMOR MEASUREMENT

Hidemori NARAHASHI

S-wave velocity profiles of subsurface layers down to about 100 meters deep have been estimated with microtremor array measurement at two sites near the Kego Fault in Fukuoka, Japan. H/V spectral ratio of microtremor also has been investigated at the 16 sites including the two above mentioned, respectively, and concluded that the peak period of H/V spectrum should be affected mainly by the sedimentary layers over the weathered rock at the site.