

微動観測と MASW 手法から求めた表層速度構造の空間変動とその地震動への影響 Spatial variations derived from microtremors and MASW method and their influence to strong motion characteristics

○小阪宏之・川瀬博・松島信一

○Hiroyuki KOSAKA、 Hiroshi KAWASE、 Shinichi MATSUSHIMA

The so-called MASW technique is the one of the method to estimate shallow subsurface S-wave velocity structures. We conducted the MASW explorations and microtremor observations at three strong motion observation stations where borehole earthquake observation have been conducted and so P-S logging results in the boreholes had been released. On the PARI Onahama site, we found that there are component disparity of the microtremor H/V spectral ratio (MHVR) and peak dominant frequency variation depending on the observation point. Using the S-wave velocity structures obtained from the MASW explorations and the available logging data, we carried out the theoretical comparison on the MHVR based on the diffuse wave field theory with the observed MHVR of microtremors.

1. はじめに

地震動は地表面までの伝播過程の中において、特に表層地盤で大きく増幅され、地上の構造物に大きな被害をもたらす。そのため、正確な表層地盤構造特性を把握する事は非常に重要であり、種々の物理探査手法の開発がおこなわれてきた。中でも、表層地盤の S 波速度構造について簡便に計測が可能で、面的な評価が出来る多チャンネル表面波探査法(以下、MASW)は地盤調査に比て用いられるようになってきている。また、常時微動観測を用いた探査も、起振が不要であり、持ち運びが簡便な微動計のみで行えるという簡便性からよく用いられている。ここでは、複数のボアホール強震観測点で MASW の計測及び微動観測を行い、公開されているボーリング調査データによる地下構造との整合性について検討し、地下構造の空間変動による地震動への影響について調査した。

2. 検討対象サイト

今回 MASW 及び微動の計測を行ったのは、防災科学技術研究所の基盤強震観測網 (KiK-Net) KSRH10 及び港湾地域強震観測網 (PARI) の仙台及び小名浜の計 3 ヶ所である。各観測点では地表と地中に観測点が設置されており、地中観測点設置時のボーリング調査により、表層地盤の速度構造が公開されている。ここでは特に観測地震動記録の H/V スペクトル比(以下、EHVR)の成分差が顕著であっ

た PARI 小名浜サイトの結果について紹介する。EHVR の成分差を Fig. 1 に示す。PARI 小名浜サイトの MASW 測線図及び後述する 3 地点の微動計測位置を Fig. 2 に示す。微動観測点 O-1 は地震観測点の直近である。

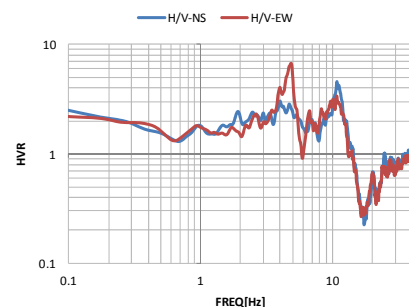


Fig. 1 PARI Onahama EHVR.

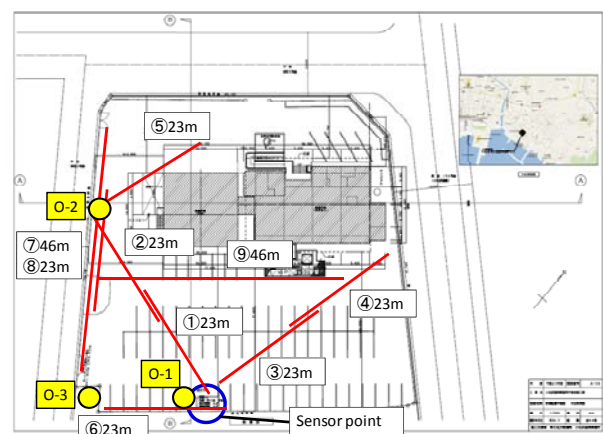


Fig. 2 MASW observation lines and microtremor observation representative points.

3. MASW 計測

Park et al. (1999) によって提案された MASW は表面波探査手法の一つであり、多チャンネルで得られた各波形データの相関を取る事によって実体波や高次モードなどのノイズを精度よく除去できる解析手法である。PARI 小名浜観測点の Fig.2 で示した Line⑧及び Line⑥の解析結果を Fig.3 に示す。互いに大きく得られた構造が異なっており、Line⑧の地下に逆転層がある事がわかる。

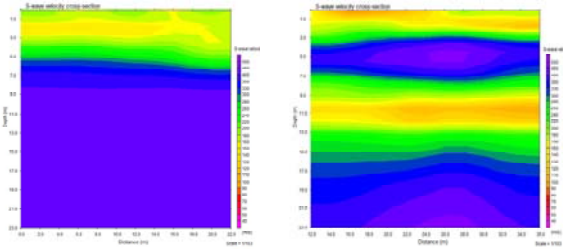


Fig.3 MASW investigation results. Left contour shows Line⑥ result and right contour shows Line⑧ result. Cold colore layer indicates faster S-wave velocity than the warm colored layer.

4. 微動 H/V スペクトル比

敷地内で常時微動観測を行った。Fig.1 の微動観測点 0-1、0-2、0-3 の観測記録より算出した微動 H/V スペクトル比(以下 MHVR)を Fig.4 に示す。0-1、0-2 観測点では、共に 5Hz の辺りに顕著な成分差が現れているが、2 次ピークの周波数がシフトしている。また、観測点間の距離はわずか十数 m であるが、0-3 観測点で観測された記録は成分差が少なく、0-1、0-2 観測点で観測された MHVR と全く異なる結果となった。

次に、Sánchez-Sesma et al. (2011) の拡散場理論に基づき、公開記録の最表層に今回の MASW 結果を仮定したモデルを用いて理論 MHVR を求め、各波形との比較を行った。Fig.5 に示す。この結果、0-3 の微動 MHVR を説明できる構造により近い構造

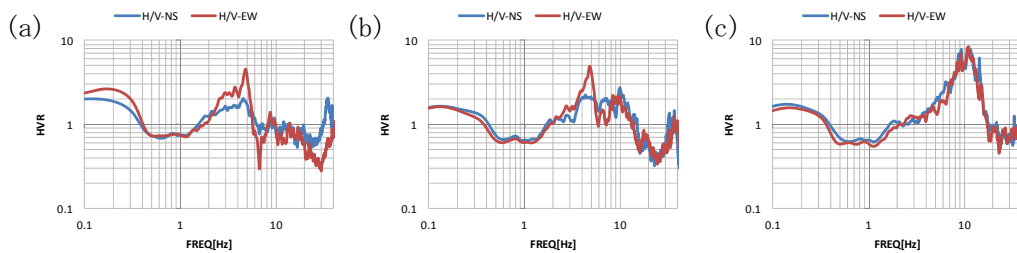


Fig.4 MHVR observation results. (a) 0-1 point (b) 0-2 point (c) 0-3 point

である事が分かった。観測点の PS 検層結果は地下 11m、MASW により検知できるのも地下約 20m 程度であり、それ以深に大きな成分差を引き起こす不整形構造が存在していると考えられる。また、MASW によって検出された地下 10m 辺りの逆転層については、2 次ピークに影響を与えていると考えられる。

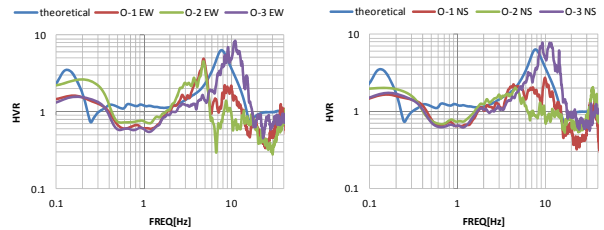


Fig.5 Comparison of theoretical MHVR and observation MHVR.

5. まとめ

PARI 小名浜観測点において、MASW 計測と微動計測を行った。敷地内は約 50m×50m 程度の広さであるが、計測位置による微動観測記録と MASW 計測結果の変化により、地下に不整形構造がある事が分かった。発表時にはその不整形構造が地震動にどのような影響を与えるかについても考察を加える。

6. 参考文献リスト

- 1) Park, C. B., D. M. Richard, and J. Xia : Multichannel Analysis of Surface Waves, GEOPHYSICS, Vol.64, No.3, 1999, pp.800-808.
- 2) Sánchez-Sesma, F. J., M. Rodríguez, U. Iturrarán-Viveros, F. Luzón, M. Campillo, L. Margerin, A. García-Jerez, M. Suarez, M. A. Santoyo, and A. Rodríguez-Castellanos : A Theory for Microtremor H/V Spectral Ratio: Application for a Layered Medium, Geophysis. J. Int., 2011, doi : 10.1111/j.1365-246X.2011.05064.x.