

ミャンマーにおける常時微動および地震動を用いた強震動予測のための地盤構造の推定
 Estimation of underground structures for strong ground motion prediction
 using microtremors and ground motions in Myanmar

○廣川夕貴・川瀬博・松島信一・Myo THANT・Tun NAING

○Yuki HIROKAWA, Hiroshi KAWASE, Shinnichi MATSUSHIMA, Myo THANT, Tun NAING

This study focuses on S-wave velocity structures in some Myanmar cities, Yangon, Mandalay, Bago and Sagaing. These cities are located along the Sagaing fault, which is expected to cause large scale earthquakes in the near future. As a measure against this situation, we investigate subsurface S-wave velocity ground structures based on the horizontal-to-vertical spectral ratios (HVRs) of microtremors and ground motions as well as phase velocity estimation from array microtremor observation.

1. はじめに

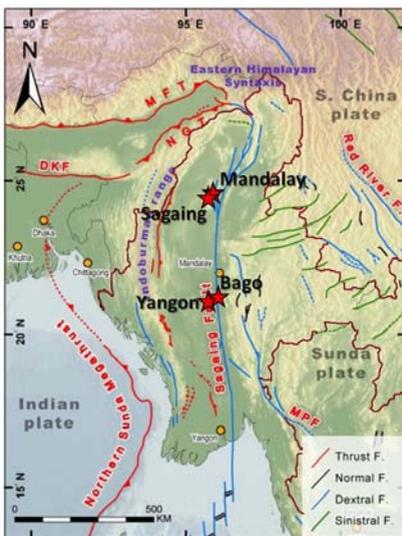


図1 対象都市とサガイン断層

ミャンマーは、プレート境界近傍の地震多発地域に位置している。特に、国土中央を走るサガイン断層は活動度が高く、また近い将来に大地震が発生することが予測されている。そこで本研究はこ

のサガイン断層近傍に位置する Yangon、Mandalay、Bago、Sagaing (図1 参照。) について、サガイン断層を震源とした地震による強震動の予測に必要な、地盤の S 波速度構造の推定を行う。地盤の S 波速度構造の推定のため、常時微動の速度アレイ観測および地震動の観測を実施した。

2. 常時微動観測の概要

常時微動の速度アレイ観測を、Bago 市、Yangon 市 Yangon 西部県 Dagon 群区内、Mandalay 市内、Sagaing 市内、Yangon 市内 (以降、それぞれ BGO、YGN、MDY、SGG、YGN と表記する。) の 5 地点にて実施した。観測には、サーボ型速度計 VSE (株式会社東京測振製) とデータ収録装置 Datamark LS8800 (白山工業株

式会社製) により構成されたシステム 4 台を用いた。アレイ形状は中心観測点 1 点、同心円上 3 点の円形アレイで、アレイ半径は 120m~800m とした。

3. 常時微動観測の解析

観測された常時微動の速度記録から Rayleigh 波の位相速度分散曲線および微動の水平上下スペクトル比 (以降、微動 HVRs と表記する。) を算出する。

いずれも計算区間を 40.96s として計算を行った。解析に先立ち非定常ノイズの影響を排除するため、ローパス・ハイパスの Chebyshev filter I (等リップル通過帯域型) を適用し、RMS 値の変化に基づいて定常とみなせる計算区間の抽出を行うといった前処理を施した。

Rayleigh 波の位相速度分散曲線の推定には SPAC 法を採用した。得られた分散曲線に Ballard の方法を用いることで図 2 に示す S 波速度構造を簡易的に得た。いずれの観測地点においても工学的基盤と見なせる層を含めた S 波速度構造が得られたが、地震基盤までは至っていない。

また本研究では微動 HVRs を式(1)のように定義し計算を行った。

$$\text{HVRs}(\omega) = \sqrt{\frac{S_x + S_y}{S_z}} \quad (1)$$

ここで、 S_x 、 S_y 、 S_z はスペクトル解析により得られた水平 2 成分と上下成分のパワースペクトルである。図 3 に得られた微動 HVRs を示す。DGN および YGN では低振動数側のピークがなだらかな丘状となっており、深部の S 波速度が漸増していることが示唆されている。また、BGO、MDY、SGG については

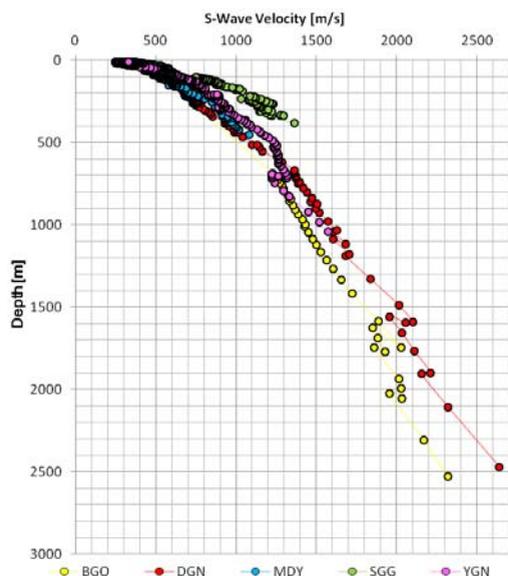


図2 Ballardの方法によるS波速度構造換算値

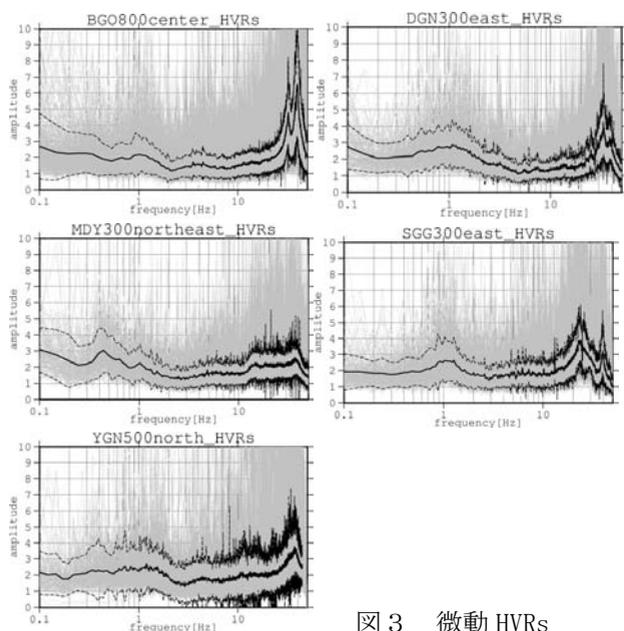


図3 微動HVRs

低振動数側にピークが見られインピーダンスコントラストの大きい層の存在が伺える。いずれの結果も前回調査時に実施した加速度計による微動観測結果とピーク振動数の値を含めて類似している。

4. 地震動観測の概要

地震動観測を、Bago 市内、Mandalay 市内 2 地点、Yangon 内 (以降、それぞれ BGOuniv、MDYdep、MDYpri、YGNdep と表記する。) の 3 都市 4 地点にて実施した。地震動観測には、3 成分加速度地震計 ITK を用いた。

5. 地震動観測の解析

まず、継続観測記録の中から時刻歴波形の振幅値の変化に基づいた地震動波形の切り出しを行う。

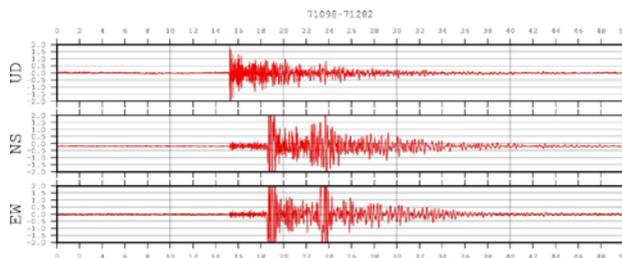


図4 BGOuniv で得られた地震動波形の例

地震動波形の確認を行ったところ、図4に示すように、BGOuniv の地震動波形にはS波の約4.5秒後に同振幅の後続動が見られた。これは地下構造によるものと推定される。

6. まとめ

ミャンマーのサガイン断層沿いに位置する都市において常時微動および地震動の観測を行った。常時微動観測から得た Rayleigh 波の位相速度分散曲線より、S 波速度構造を簡易的に推定した。また微動 HVRs を算出し、既往調査結果との合致を確認した。BGOuniv での地震動の時刻歴波形からは地下構造による S 波の後続動が見られ、原因の考察を進めていく。また、得られた簡易 S 波速度構造と微動 HVRs および地震動 HVRs を合わせて用いることで、より高精度の S 波速度構造を推定してゆく。

7. 参考文献

- 1) Aki, K (1957) Space and time spectra of stationary stochastic waves, with spatial reference to microtremors, Bull. Earthq. Res. Inst, 35, 415-456.
- 2) Ballard, R. F., Jr. : Determination of soil shear moduli at depth by in-situ vibratory techniques, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Miss., Misc. Paper, 1964, No. 4-691.

8. 謝辞

現地調査に際しては京都大学防災研究所およびヤンゴン大学から多くの関係各位にご協力頂きました。また本研究の一部は JICA AUN/SEED-net の CRC プロジェクト (研究代表者 : Tun Naing) および文部科学省・研究大学強化促進事業による京都大学融合チーム研究プログラム (SPIRITS) 国際型、また文部科学省による「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の支援により実施しました。ここに記して感謝の意を表します

