

ヤンゴン市における推定地盤構造を考慮した強震動予測の試行
 Trial of estimation of strong ground motion in Yangon City
 by using the estimated subsurface velocity structure

○松下隼人・松島信一

○Hayato MATSUSHITA, Shinichi MATSUSHIMA

In Yangon City, the biggest city of the Republic of the Union of Myanmar, we conducted microtremor array observations. From the observed data, we estimated the subsurface velocity structure model at Yangon University. Then, we interpolated the velocity structure estimated from microtremor horizontal-to-vertical spectral ratios, to construct a 3-D velocity structure model. Regarding the source model, we mainly referred to the parameters of Tsutsumi and Sato (2009) and the so-called “recipe” for strong motion simulation. By using these models, we simulated strong ground motion in Yangon City for earthquakes occurring on the Sagaing fault and evaluated the velocity waveform. One of the two models that we calculated is the simulation of Bago earthquake in 1930. The second model is a hypothetical one that may be the largest earthquakes that affect Yangon City.

1. はじめに

ミャンマー連邦共和国の最大都市であるヤンゴン市は、国内を南北に縦断する Sagaing 断層の西方 20km に位置しているが、建築物は十分な耐震対策が取られていない状態であることが想定される。そのため、今後発生する地震による強震動を適切に評価し、建築物の安全性に反映させる必要がある。本研究では微動観測に基づいて推定した地下構造モデルと Tsutsumi and Sato (2009)等を参照した震源モデルを作成し、強震動予測を行った。

2. 地下構造モデルの構築

ヤンゴン市内の複数地点で常時微動アレイ観測を実施し、nc-CCA 法 (Tada and Cho,2006)により Rayleigh 波位相速度を求めた。解析には BIDO (Cho et al., 2010)を利用した。ヤンゴン大学で得られた Rayleigh 波位相速度を Ballard (1964)の方法により地震基盤相当までの S 波速度構造に変換した後、層状に分割し基本の地下構造モデルとした。続いて、GMT (Wessel and Smith,1998)の surface 関数を用いて廣川ら(2014)の微動の観測水平上下スペクトル比から推定した 1 次元地下構造モデルを補間して 3 次元に拡張し、ヤンゴン市内全域の地下構造モデルを構築した。S 波速度 $V_s=1200\text{m/s}$ 以深の層は水平成層を仮定し、ヤンゴン市外の郊外地域については十分に情報がないため表 1 のように $V_s=800\text{m/s}$ の層が露頭している水平成層構造を仮定した。図 1 に市内の $V_s=800\text{m/s}$ の層の下端

深さコンターとヤンゴン大学を通る東西方向の断面図を示す。

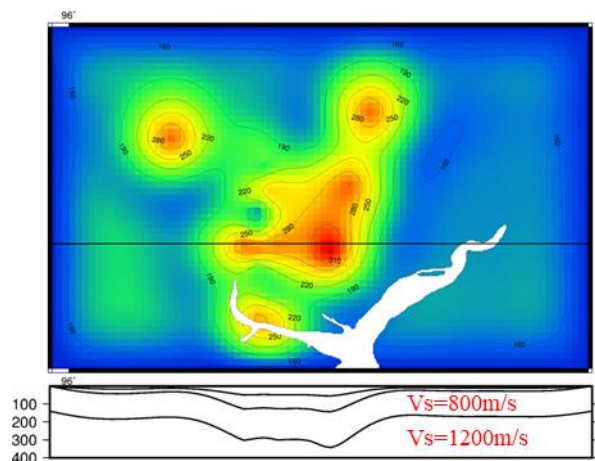


図 1 $V_s=800\text{m/s}$ の層の下端深さと断面図(m)

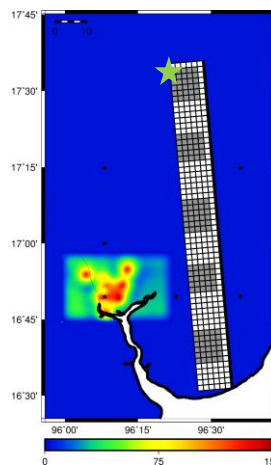


図 2 Tsutsumi モデルのアスペリティ配置と $V_s=800\text{m/s}$ の上端深さ(m)

表 1 地下構造モデル

市内 下端深 度[m]	市外 下端深 度[m]	V_s [m/s]
50	0	330
120	0	520
310	140	800
1200	1030	1309
1500	1330	1800
3000	2830	2410
-	-	3300

3. 震源モデル

ここでは、2つの震源モデルを想定した。1つは1930年に発生したBago地震をTsutsumi and Sato (2009)が推定したパラメタを用いて再現したモデル(Tsutsumiモデル)、もう1つは日本の強震動予測レシピ(入倉・三宅, 2001)に基づき、今後ヤンゴン市付近で起こりうる最大級のモデルを想定したモデル(想定モデル)である。図2にTsutsumiモデルのアスペリティ配置(傾斜角 90° であるが、仮想的に傾斜角を 0° として投影)と $V_s=800\text{m/s}$ の層の上端深さを示す。

4. 強震動予測手法

強震動予測には防災科学技術研究所が公開しているGMS(青井ら, 2004)を使用した。格子間隔はモデル上部1kmを50m、以深を150mの不連続格子とした。時間刻みは0.005秒で15000タイムステップまでの計算を行った。有効振動数は1.3Hz以下である。断層の破壊は図2に示す☆印から同心円状に 2.5km/s の速さで進展すると仮定した。

5. 強震動予測結果

ヤンゴン大学では破壊開始から35秒ほどでS波が到達し40秒間揺れに見舞われる。最大速度は 20cm/s 弱である。図3にTsutsumiモデルで計算されたヤンゴン大学での速度波形を示す。図4には、 $V_s=800\text{m/s}$ の層の下端深さのコンターと地表面最大速度分布NS成分を示す。東側は断層に近い最大速度が大きな値になっているが、図の中心付近の $V_s=800\text{m/s}$ の層が深くなっている地点でも比較的大きな値となっている。これは地盤の増幅による影響だと推測される。図5に大きな最大速度が得られた3地点の地震基盤からモデル最上面までの伝達関数のNS成分を示す。

6. まとめ

ヤンゴン市内で微動観測を行った。アレイ観測の結果から、ヤンゴン大学直下に基本となる地下構造のモデルを構築した。廣川ら(2014)が作成した1次元地下構造モデルを補間しヤンゴン市内全域の3次元地下構造モデルに拡張した。震源は1930年の大地震と将来発生しうる最大級の地震の2つのモデルを想定した。これらの地下構造モデルと震源モデルを使用し強震動シミュレーションを行い、ヤンゴン大学での速度波形と地表面最大速度分布を計算した。2つのモデルとも $V_s=800\text{m/s}$ の層が深くなっている地域で増幅が見られた。

7. 謝辞

本研究は科研費JP16H05649の助成を受けた。ヤンゴン市での観測には京都大学防災研究所の川瀬博教授、Monyawa大学のMyo Thant教授、Yangon Technological大学のTun Naing教授および京都大学、Yangon大学、Mandalay大学、Dagon大学の教員・学生に多大な協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 青井・早川・藤原, (2004), 物理探査
Ballard R. F. and Jr, (1964), U.S. army engineer waterways experiment station
廣川・松島・川瀬, (2014), 第14回JAEEシンポジウム
入倉・三宅, (2001), 地学雑誌
Tada T. and Cho I., (2006), J. Geophys. Res
Tada T., I. Cho, and Y. Shinozaki, (2010), Proc. 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering
Tsutsumi H. and Sato T., (2009), Bull. Seismol. Soc.
Wessel P. and W.H.F. Smith, (1998), Eos, Trans. American Geophys. U.

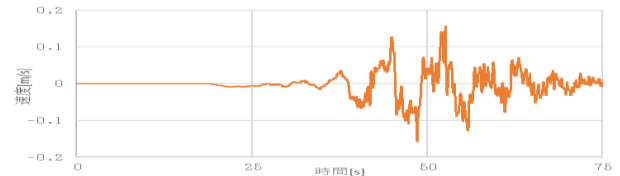


図3 ヤンゴン大学での速度波形 NS 成分 (m/s)

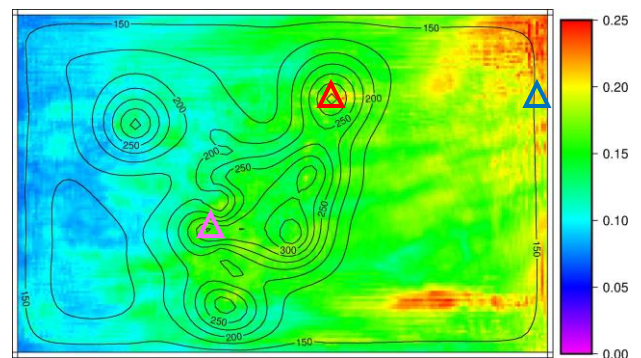


図4 $V_s=800\text{m/s}$ の層の下端深さコンター(m)と地表面最大速度分布 NS 成分(m/s)

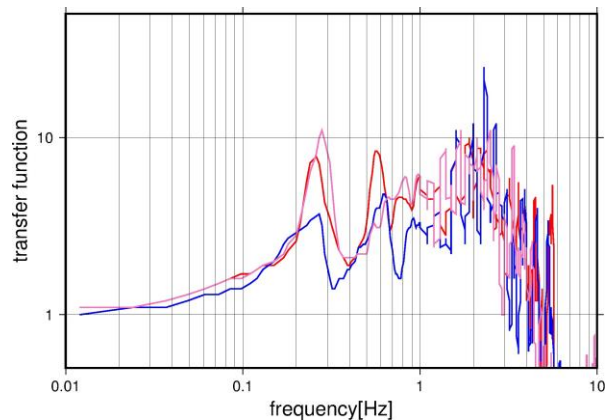


図5 図4に示す3地点の伝達関数 (NS 成分)