

経験的地震動評価手法を用いたヤンゴン市の地震ハザード評価

長岡技術科学大学 横江 佳人
長岡技術科学大学 正会員 池田 隆明
長岡技術科学大学 松本 拓未
長岡技術科学大学 皆川 敦也

1. はじめに

ヤンゴン市は人口約 500 万人をかかえるミャンマー最大の都市である。ヤンゴン市の地震危険度は高く、近くにはミャンマーの中央部を約 1500km にわたり縦断する Sagaing 断層が位置している。そこで、ヤンゴン周辺に想定震源を設定し、経験的手法の EMPR を用いてヤンゴン市内の基盤地震動を推定する。推定した基盤地震動に、表層地盤の増幅特性を乗じて地表の地震動を評価する。

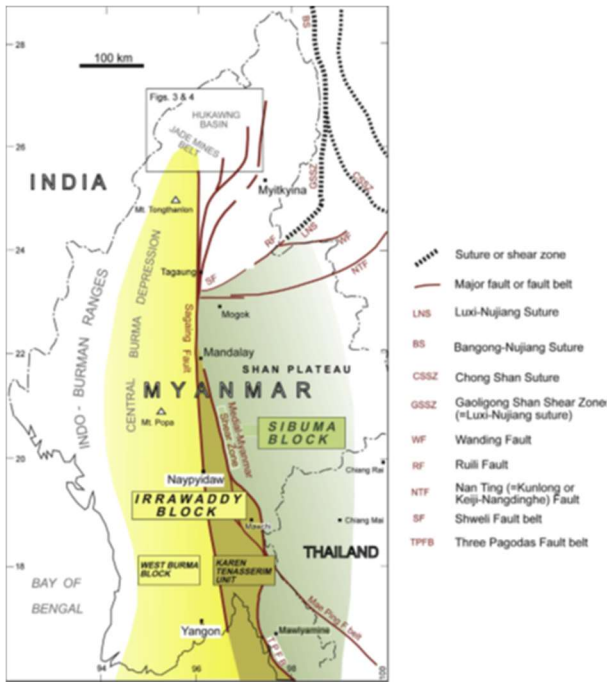


図-1 横ずれ断層帯を示すミャンマーの概略図

2. 想定地震動

表-1 に想定震源のパラメータを示す。ヤンゴン市周辺で発生する内陸型地震を想定した。またマグニチュードの大きさは過去の 1930 年に起きた Pyu 地震を参考に M7.3 に設定した。図-2 は想定地震の場所を示している。図-1 にヤンゴン市内と Sagaing 断層の位置を示す。今回は、ヤンゴン市周辺で起きる内陸型地震を想定しているため、Sagaing 断層の南側を目標で想定震源として地図上にプロットした。サイトと想定震源の距離は、約 25km である。サイトから想

定震源までの距離は UTM (Universal Transverse Mercator) 図法を用いて求めた。UTM 図法は、円筒図法の一つで、一枚の紙を円筒に丸めて、東西方向に水平に保ち、その中に地球をはめ込んで、地球の中心と地上面上の点とを結んだ直線が円筒と交わる点に印をつけて、円筒を展開した図法である。投影誤差を小さくするために、経度方向に 6 度ごとに回転させ、合計 60 個のゾーンに分割して書くゾーンの範囲をそれぞれの中央経度を中央子午線とした横メルカトル図法で投影している図法である。また、地球楕円体は測地基準系 1980 (GRS80) 楕円体を使用した。断層の大きさは 30km×15km とした。また、断層の長さ L を決める式(1)として松田の式(1975)を使用した。また、今回断層の幅 W は長さ L の半分と定義した。断層の傾斜角は、90° に設定した。横ずれ断層で発生する地震を想定した。震源深さは一番浅い地点を基準にして 10km と設定した。地震モーメント M₀ は Kanamori ら(1977)によるモーメントマグニチュードと地震モーメントの関係式(2)より設定した。なおモーメントマグニチュード M_w は中央防災会議(2004)の式(3)を使用した。

$$\text{Log } L = 0.6M - 2.9 \quad (1)$$

$$\text{Log } M_0 = 1.5M_w + 9.1 \quad (2)$$

$$M_w = 0.88M + 0.54 \quad (3)$$

ただし、L は断層の長さ (km) , M はマグニチュード, M_w はモーメントマグニチュード, M₀ は地震モーメント (N・m) を示す。

3. 解析方法と結果

強震動評価には Earthquake Motion Prediction on Rock surface model (以下 EMPR) を使用した。杉戸らによって提案された非定常強振動予測モデルである。V_s=500-600m/s の工学的基盤レベルでの地震動を評価できる。EMPR には震源距離とマグニチュードよ

り地震動を推定する EMPR- I モデルと各種断層パラメータ, 破壊伝播速度, 断層から着目点までの地震波伝播速度, 小断層ごとのモーメント分配率などの入力可能な EMPR- II がある. 本研究では EMPR- II を使用した. 断層面を 18 (6×3) に分割し, 破壊開始点を変更する 18 のシリーズを計算した. 小断層ごとのモーメント分配率は 1.0 とし, 震源破壊の不均一性は考慮していない. 破壊伝播速度, S 波速度は 2.7km/s, 3.5km/s と標準的な値を設定した. 表-2 に強震動予測の結果を示す. 最大加速度は 388.8cm/s² である. 表層の増幅率を 2 と仮定すると, 地表の最大加速度は 600cm/s² を超える. 図-3(a),(b) に最大加速度と最少加速度の場合の時刻歴波形を示す. 最大加速度が記録されたのは, 小断層がサイトへ向かう方向に破壊され, 揺れの時間が短くまとまった地震動であることが分かる. 一方, 最小加速度が記録されたのは, 小断層がサイトへ離れる方向に破壊され, 加速度がある程度一定のまま比較的長く揺れる地震動であることが分かる. このように評価された地震動には震源破壊特性の影響が表れている.

4. まとめ

Sagain 断層を想定し, ヤンゴン市から 25km 離れた場所に M7.3 の規模を持つ想定震源を設定し, 非常強振動予測モデル EMPR を用いて工学的基盤面における強震動予測を行った. EMPR に用いるヤンゴン市から想定地震までの距離は UTM 座標系を使用し算出した. 想定震源のパラメータは既往の文献を参考にした. その結果, 最大加速度は, 388cm/s² であった. 表層の増幅率を 2 と仮定すると地表の最大加速度は 600cm/s² を超えることが分かった.

今後, ヤンゴン市内の地盤増幅率の詳細な検討および地表地震動の推定, 断層破壊の不均一性を考慮した想定地震の設定を行い, 地震動評価の高精度化に基づく地震時脆弱性評価を行う予定である.

表-1 想定地震の震源パラメータ

座標	16.8547N, 96.4283 E
マグニチュード (M)	7.3
モーメントマグニチュード (Mw)	7.0
断層の大きさ (L×W)	30km × 15km
震源深さ	10km
断層の走向・傾斜	0 度, 90 度
地震モーメント (M ₀)	3.52 × 10 ¹⁹ Nm

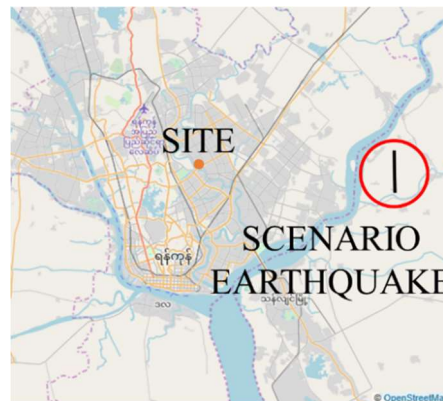


図-2 対象地点と想定地震の位置関係

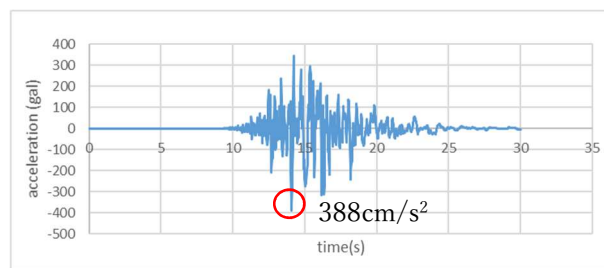


図-3(a) 最大加速度波形

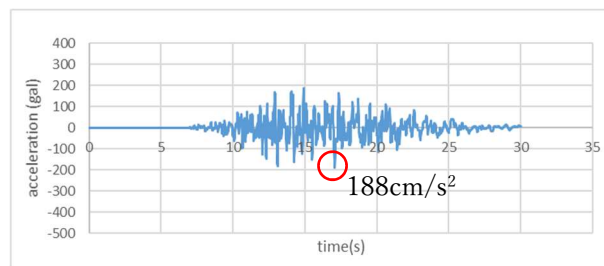


図-3(b) 最小加速度波形

表-2 強震動予測の結果

	Max.	Ave.	Ave.+1σ
加速度 (cm/s ²)	388.8	280.1	328.9
速度 (cm/s)	43.2	28.4	35.6

参考文献

- [1] Michael, F. R. et al.: The role of strike-slip faulting in the history of the Hukawng Block and the Jade Mines Uplift, Myanmar, Proc. Geologists' Association, 130, 2, 126-141, 2019.
- [2] Sugito, M. et al.: Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra, 12WCEE, 2000.
- [3] 松田時彦, 活断層から発生する地震の規模と周期について, 地震 2, 28, 269-283, 1975.
- [4] 中央防災会議: 第 12 回「首都直下地震対策専門調査会」資料 2-2「地震ワーキンググループ報告書」, 2004.