経験的地震動評価手法を用いたヤンゴン市の地震危険度評価

長岡技術科学大学　　　　横江　佳人
長岡技術科学大学　教授　池田　隆明

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 断層が位置しており過去に多くの地震被害を受けている．SATREPS というプロジェクトで，松本ら（2020）によりヤンゴン市内の地盤増幅率の推定といった研究が進められているが，これらの研究で扱う基盤地震動が詳細に求められていないという問題がある．そこで本研究では，基盤地震動分布を詳細に求めることを目的とする．

２．基盤の地震動の影響

詳細な基盤の地震動分布を求めるためには，基盤の地震動は，何に対して影響を受けるかということを知る必要がある．後の章で詳しく述べるが，断層の不均質性や断層破壊の指向性の影響，どのような強震動予測手法を選定するか，どのような断層パラメータを使用するのか，断層をどの位置に想定するのかについて知る必要がある．2 章では，これらについてまとめた．

２.１ 断層の不均質性・断層破壊の指向性効果

兵庫県南部地震では，図-1 に示すように非常に振幅の強い３つのパルスによる地震波が大きな被害を与えた．この観測された地震波は断層の不均質性，断層破壊の指向性効果の影響を受けたことが既往の研究で知られている．そのため，基盤の地震動分布を知るためには，この二つの特性は考慮しなければならない．

２.２ 強震動予測手法の選定

今回，強震動予測手法を選定する基準として，実績があること，指向性効果・断層の不均質性を考慮できることを基準とし，EMPR（Earthquake Motion Prediction on Rock Surface）を使用することとした．EMPR は杉戸らにより開発された経験的強震動予測手法で，断層の不均質性・破壊開始点を考慮でき，愛知県をはじめとした各自治体における地震被害システムに活用されている手法である．

２.３ 断層パラメータの設定

強震動評価には，震源に関しての断層面積や地震モーメントなどのパラメータや，SMGA の位置や個数などのパラメータを決定することが重要である．今回は，今までの研究成果をまとめたガイドラインの様なものである強震動予測レシピ（以下レシピと呼ぶ）を参考に決定した．

２.４ 断層の位置

地震動を想定する上で，活断層が実際に存在する場所を想定しなければ強震動予測の意味はない．そこで，表-1 に示す過去の地震履歴や地質についての文献を調べ，今回は 6 つの断層を想定した．

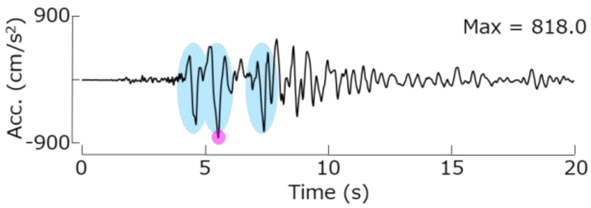


図-1 兵庫県南部地震の観測波形

表-1 ミャンマーの過去の地震履歴

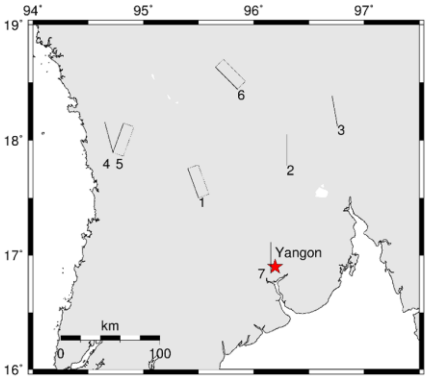
年	場所	M
1929/8/8	Swa	7
1930/5/5	Bago	7.3
1930/12/4	phyu	7.5
1946/9/12	Tagaung	7.5
1956/7/16	Sagaing	7.0
1975/7/8	Bagan	6.8
1991/1/5	Tagaung	7.1

３．対象断層と検討ケース

2 章でも述べたように，今回は対象断層を 6 つで考えた．また，参考として，ヤンゴン市で直下の M7 クラスの地震が起きた計 7 ケースを考えた．各ケースのパラメータ及びヤンゴン市との相対的位置を表-2，図-2 に示す．また， SMGA 及び破壊開始点はレシピに従い，標準なケースを考え 1 地震につき 8 ケースの 56 ケースの計算を行った．

表−2 各断層パラメータ

名前	ケース数	対象断層	長さ L(km)	幅 W(km)	走向 (°)	傾斜角 (°)
Scenario earthquake1	Case1-8	WeestBogo-yoma fault			340	45
Scenario earthquake2	Case9-16	Sgaing fault hypecenter Bago			0	90
Scenario earthquake3	Case17-24	Sgaing fault hypecenter Pyu			350	90
Scenario earthquake4	Case25-32	Thahtay Chaung fault	30	15	345	90
Scenario arthquake5	Case33-40	Pathein fault			20	45
Scenario earthquake6	Case41-48	Paungde fault			315	45
Scenario earthquake7	Case49-56	Hypocenter Yangon city			0	90



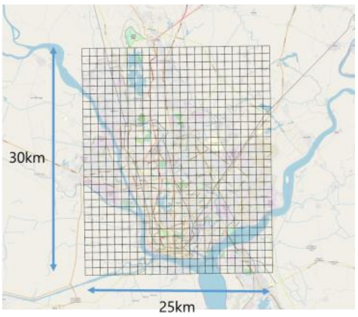
図−2 断層とヤンゴン市の相対的位置

4. 対象評価地点

対象評価地点は，図-3 に示すように，ヤンゴン市の中心部をカバーできること，松本（2020）のデータの範囲に極力収めることを基準として横 25km×縦 30km の 1km 間隔のメッシュで区切った．また，地盤増幅率は，松本（2020）は Ward で区切り評価しているため，メッシュに変換しなければならない．そこで石田ら（2001）の以下の方法により変換した．

$$y=\Sigma_i((1/\gamma_i^2)\cdot y_i)/\Sigma_i(1/\gamma_i^2) \quad (1)$$

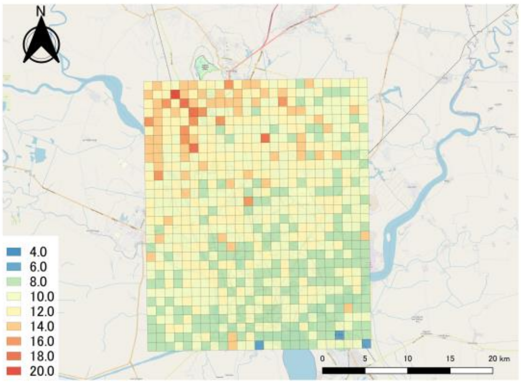
ここで, y は補間値, yi は参照地点 i における参照値, γi は参照地点 i から補間計算地点までの距離(km), Σi は補間計算に用いる参照地点 i に関する合計



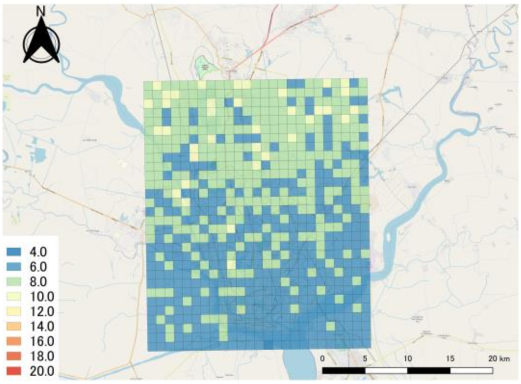
図−3 対象評価地点

5．結果とまとめ

図-4，図-5 にシナリオ 1 の破壊開始点が異なるケースを示す．図-4 は，北側から破壊したケースで，図-5 は南側から破壊したケースである．図-2 を振り返ると，シナリオ 1 は，ヤンゴン市より北側にあり，走向もほぼ南北の方向を向いていることもあり，北から南への破壊が，断層の指向性効果を受けることが分かる．その点から，図-4，図-5 を見ると，結果として反映されていることが分かる．最後に，問題視していた基盤地震動が 30kine 一律との比較であるが，本研究で求めた値は，全体的に 30kine よりも低くなった．これは，本研究は過去の地震を参考としており，過去の地震は，ヤンゴン市よりも遠くで起きた地震が多く，距離による減衰が大きいためと考えられる．そのため，過去の地震から見れば，30kine 一律であるといった結果は少し大きい値であると考えられる．



図−4 北側から破壊したケース



図−5 南側から破壊したケース

参考文献

[1]松本　拓未，ヤンゴン市内の地盤増幅率の推定

[2] Sugito, M. et al.: Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra, 12WCEE, 2000.