

地震ハザード評価のための表層地盤の増幅特性に関する研究

長岡技術科学大学 皆川敦也 長岡技術科学大学 正会員 池田隆明
 北陸先端科学技術大学院大学 郷右近英臣 長岡技術科学大学 松本拓未

1. はじめに

本研究はヤンゴンにおける地震リスク対策について、増幅特性評価に焦点を当てる。ミャンマー中央部にはサガイン断層が縦断しており、また近傍にはプレート境界が存在するため、大地震の発生が懸念されている。地盤の増幅特性は地形区分やボーリング、微動等を用いて評価する。地震による被害には地表面の揺れが大きく影響することが考えられる。既往研究における地盤の増幅特性は、表層地盤における最大速度の評価が主として行われている。我々の研究では、最大加速度の増幅特性について評価し、ヤンゴンにおける地震リスク対策の有用性のある検討を行うことを目的とする。

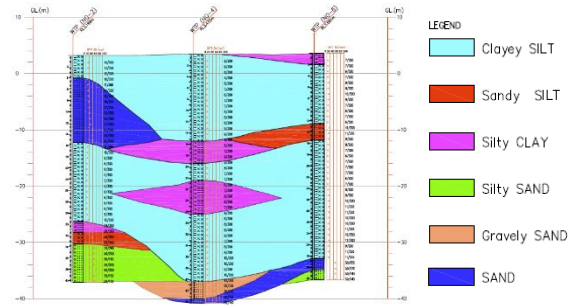


図-1 ヤンゴンのボーリング柱状図

表-1 選定地点の土質条件と N 値

観測点コード	土質条件		表層厚(m)以下の時の N 値				
		その他	25	30	35	40	45
AICH06	砂質土	シルト	15.6	52.7	52.7	125.0	125.0
AICH09	砂質土	シルト、砂岩	15.6	125.0	125.0	125.0	125.0
AKYH17	砂質土	礫、砂、粘土	15.6	15.6	421.9	421.9	421.9

2. 検討手法

2.1 検討概念

基盤と地表に地震計が設置されている鉛直アレー観測記録を用いて、加速度と速度の増幅率を求める。しかし、ヤンゴン市には鉛直アレー地震観測が行われていないため、日本で行われている鉛直アレー観測の記録を利用することとした。また、増幅率は地震動レベルに影響を受けるため、地震動レベルが異なる複数の地震記録を使用する。速度時刻歴波形については加速度時刻歴波形を積分して算出する¹⁾。

2.2 増幅率と関係式の算出

ヤンゴンにおけるボーリング柱状図より、表層厚 N 値 50 を基盤としたところ、地質条件は砂と粘土を主としており、表層厚は 25m~45m と非常に柔らかい地盤であることが分かった。図-1 にあるヤンゴンの柱状図を示す。そこで、日本における強震観測網 (KiK-net²⁾) の強震データを用いて、ボーリング柱状図の地質条件と S 波速度から、ヤンゴンの地質条件と類似した地点を選定した。選定基準としては、表層厚 45m までの土質が砂質土、もしくは粘土やシルトが

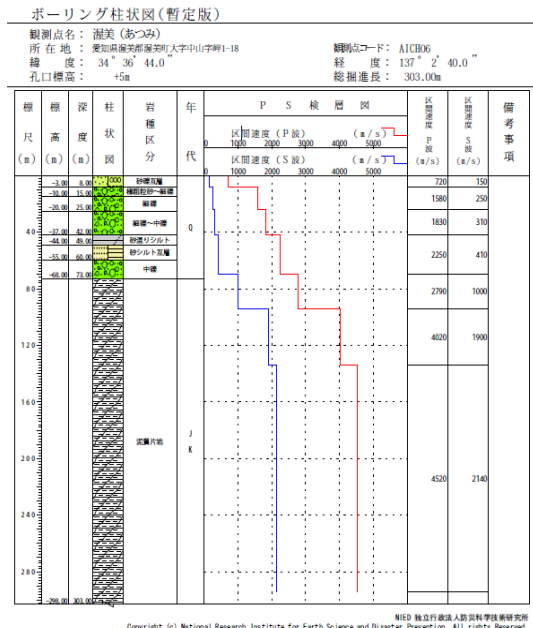


図-2 ボーリング柱状図(AICH06)

含まれているもの、S 波速度により算出した N 値が相対的に小さいものとした。表-1 にそれぞれの土質条件と N 値の算出結果、図-2 に AICH06 のボーリング柱状図を示す。KiK-net の観測施設は、全国約 700 か所に配置され、各観測施設には観測用の井戸が掘削しており、地表と基盤の双方に強震計が設置されている。選定した地点は愛知県渥美(AICH06)、愛知県豊橋(AICH09)、秋田県中仙 (AKYH17) の 3 地点で

ある。AICH06 と AICH09 を図-3 に示す。両方において海沿いに配置されており、海に面しているヤンゴンの地形とも類似するため、選定地点として適していると言えるのではないかと考えられる。

強震データの観測記録より、地表強震計の EW, NS 方向の最大加速度、基盤強震計の EW, NS 方向の最大加速度からそれぞれの合力を算出した。表-2 に各観測点の記録開始時刻と基盤と地表の最大加速度水平合力を示す。加速度の最大値は同時刻に発生したと仮定している。最大加速度の時刻歴波形をフーリエ変換による周波数領域での積分方法により、速度の時刻歴波形に変換した。フーリエスペクトルの周波数のフィルタリングとして、1Hz のハイパスフィルターを用いた。速度波形も加速度と同様に、水平方向の合力を算出した。以下の式により増幅率を算出した。

$$ARV_A = \frac{A_{Smax}}{A_{Bmax}}, ARV_V = \frac{V_{Smax}}{V_{Bmax}}$$

ARV_A : 最大加速度増幅率,
A_{Smax} : 地表最大加速度, A_{Bmax} : 基盤最大加速度
ARV_V : 最大速度増幅率,
V_{Smax} : 地表最大速度, V_{Bmax} : 基盤最大速度

3. 検討結果

図-4 に横軸に最大加速度の増幅率、縦軸に最大速度の増幅率をプロットし、最小二乗法を用いて、線形近似により関係式を算出した。関係式より最大加速度と最大速度の増幅率は右上がりの関係にあると言える。

4. まとめ

最大加速度の増幅率と最大速度の増幅率の関係を鉛直アレー観測記録を用いて検討した。その結果、両者に相関性がみられた。今後、対象とする振動数範囲の限定や、日本の評価地点を増やすなどの検討を行い、最大加速度の増幅率と最大速度の増幅率との関係について精度を向上させる必要がある。また、本研究における増幅率の算出は詳細に行う方法ではないが、両者の関係式を用いて、今後の地盤の増幅特性の新たな評価対象として必要性があると考えられる。本研究の成果をヤンゴンにおける増幅特性に関する研究の有用性の拡大に繋げていく方針である。

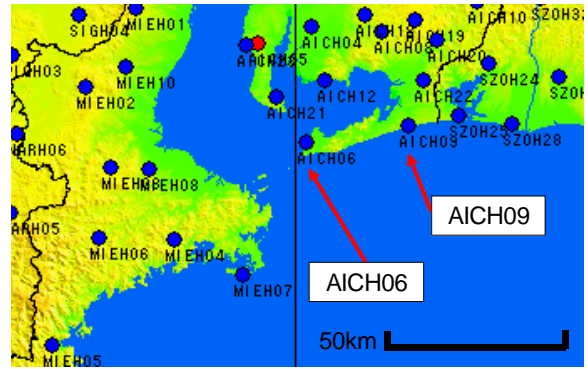


図-3 選定地点位置(AICH06, AICH09)

表-2 観測点の記録開始時刻と最大加速度水平合力

観測点	記録開始時刻	最大加速度水平合力(gal)	
		基盤	地表
AICH06	2009/5/25 20:26	1.80	5.61
	2003/1/19 4:50	2.48	17.05
	2009/3/20 8:30	3.94	10.78
	2010/7/21 6:19	4.74	25.40
	2004/9/7 8:29	8.63	29.78
	2007/4/15 12:19	7.59	35.17
AICH09	2001/4/4 0:04	0.99	6.78
	2014/11/22 22:08	0.97	6.29
	2009/2/18 6:47	1.38	6.09
	2018/10/7 10:14	6.17	23.05
	2018/8/14 20:51	6.93	22.79
AKYH17	2001/4/3 23:57	5.73	31.15
	2015/10/6 18:32	0.68	5.32
	2015/7/16 22:13	1.08	5.65
	2003/7/18 12:32	1.15	6.27
	2011/6/11 22:20	4.57	22.85
	2011/5/24 19:46	6.88	24.78
	2011/4/15 7:55	4.70	25.96

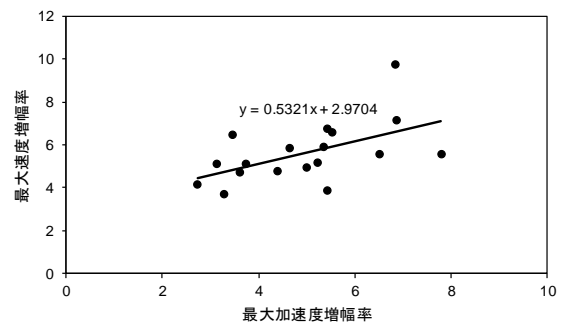


図-4 増幅率の関係

謝辞

- 1) 伊津野和行:「加速度波形の周波数領域での積分」VBA マクロ(2015.12.2 作成)
<http://www.ritsumei.ac.jp/se/rv/izuno/software.html>

参考文献

- 2) 防災科研 K-NET, KiK-net (NIED K-NET, KiK-net)
<https://www.doi.org/10.17598/NIED.0004>