

マレーシア・ペナン島における微動探査を用いた地盤構造の推定 Estimation of Ground Structure By Microtremor Observation in Penang Island, Malaysia

濱崎 翔平^{1*}, Tze Liang LAU², 盛川 仁¹, 小倉 祐美子¹
Shohei Hamasaki^{1*}, LAU, Tze Liang², MORIKAWA, Hitoshi¹, OGURA, Yumiko¹

¹ 東京工業大学, ² マレーシアサイエンス大学

¹Tokyo Institute of Technology, ²Universiti Sains Malaysia

2004年12月26日に発生したスマトラ島沖地震は、マグニチュード(Mw)9.1を記録し、各地に甚大な被害をもたらした。マラッカ海峡を挟んでスマトラ島の北東側に位置するマレー半島でも揺れが感じられた。その後もスマトラ島沖では頻繁に大きな地震が発生しており、クアラルンプールやジョージタウンなどのマレーシアの都市でも揺れが感じられ、地震に慣れていない人々の混乱が問題となっている。

元来、マレー半島南部とボルネオ島北部を領域とするマレーシアは地震被害の少ない地域である。しかし、マレーシア政府は近年頻繁に起こるスマトラ島沖での地震を受け、構造物に対する耐震設計基準の本格的な導入を検討しており、導入に向けた様々な調査、研究が進められつつある。こうした背景のもとで、構造物を支える地盤構造についても、地震動予測の観点から新たに調査、研究の機運が高まっている。

本調査では、マレー半島北西に位置するペナン島を対象地域として、地盤構造の推定を目的とした微動アレー観測を行った。マレーシア有数の都市であるジョージタウンを中心としたペナン島は、東海岸地域を中心にコンドミニアムやホテルなどの超高層ビルや大型商業施設が立ち並んでいる。しかし、多くの構造物は地震を十分には考慮していない設計であり、どのような地盤構造の上に建設されているのかも必ずしも明らかではない。そこで本調査では、ペナン島東海岸地域を中心に地盤構造が構造物に与える影響を明らかにし、また、耐震設計基準導入における地震動マイクロゾーニングを進めるための基礎資料とすべく微動探査を行った。微動探査は、2012年7月31日から8月14日にかけての15日間で実施した。アレー観測は、東海岸地域を中心に16サイト計34アレーを構成した。空間自己相関法(SPAC法)による解析を行うために、アレーは正三角形の中心と頂点からなる4点で構成され、これら4点での同時観測を行った。

解析では、SPAC法を用いてRayleigh波の位相速度の分散曲線を推定し、さらに逆解析によって観測地点でのS波速度構造を推定した。理論分散曲線の計算は、地盤構造を平行成層であると仮定し、Haskellのマトリクス法を用いて行った。また、各アレーの中心点における微動の水平成分と鉛直成分のスペクトル比(以下、H/Vとする)を求めた。

サイトPDE(北東部の海沿いの公園)では、3アレーを構成して観測を行った。SPAC法により推定した分散曲線を用いて速度構造モデルを推定すると、表層50m程度までのS波速度が220m/s、それ以深のS波速度が500m/s以上という結果となった。次に、推定された速度構造モデルの妥当性を観測されたH/Vと速度構造モデルのRayleigh波の基本モード楕円率との比較によって検討した。結果として、推定された速度構造モデルはある程度は妥当なものであると考えられる。また、第2層を基盤と見なして1/4波長則を適用したときの卓越周期とH/Vより得られる卓越周期はよい対応を示していると考えられる。

全サイトにおけるH/Vに基づいた卓越周期の推定では、海に近い地点ほど卓越周期が長周期側になることが明らかになった。また、ほとんどのサイトにおいて、H/Vの卓越周期がはっきりと見えることから、S波速度コントラストの大きい地盤構造であることが推定される。H/Vにより得られた各サイトの地盤の卓越周期は多くの建物の固有周期と一致する範囲となり、このような地盤特性が建物に大きな被害をもたらすことが考えられる。今後さらに地盤構造を明らかにしたうえで、地震動予測を進めていく必要がある。

謝辞:本研究の観測においては、Universiti Sains Malaysiaの学生諸氏および東京工業大学学部生の中村翔平氏の協力を得た。また、本研究の一部は(独)国際協力機構(JICA)によるSpecial Research Program for Alumni Members(SRA)の支援を受けた。

キーワード: 空間自己相関法, 微動探査, H/Vスペクトル比, マレーシア

Keywords: SPAC method, Microtremor observation, H/V spectrum, Malaysia