

インドネシア・パル市における微動探査

鳥取大学 学生会員 ○福田 大地 鳥取大学 正会員 香川 敬生 京都大学 非会員 Rahmat Rusnardi
鳥取大学 正会員 野口 竜也 京都大学 非会員 良元 泰雄
鳥取大学 正会員 小野 祐輔 京都大学 正会員 清野 純史

1. はじめに

インドネシアのパル市の近海では複数のプレート境界が存在し、またパル市街地の西側を活断層が走っていることから大地震が起こる可能性が高い。

そのための対策に必要な資料として地盤構造の情報は大変重要である。そこで本研究では、微動のアレイ観測と3成分単点観測の実施により、パル市の地盤構造の推定を目的とする。

2. 観測

微動の3成分単点観測は加速度計 GPL-6A-3P、速度計 CV374V を用いて水平2成分(NS, EW)、上下1成分(UD)の3成分の観測を126点で行った。

アレイ観測では速度計 HS-1(上下動)を4台使ってアレイ半径3m~30mとして10地点で行った。アレイ形状は円の中心に1台と円周上の正三角形頂点に1台ずつ配置し観測した。観測点を図1に示す。

3. 解析

3成分単点観測記録から車などのノイズの少ない20.48秒間を10区間前後選択し、FFT(高速フーリエ変換)を用いてフーリエ変換し、3成分のフーリエスペクトルを求め、水平2成分を相乗平均し上下ペクトル(H/V)を求めた。このH/Vから卓越周期を読み取り(図2)、H/Vの卓越周期のコンターマップを作成した(図3)。

アレイ観測記録については、観測波形記録から10.24秒の波形を10区間選定し、CCA法¹⁾²⁾を用いて位相速度分散曲線(図5)を求めた。得られた位相速度分散曲線から、レイリー波基本モードの位相速度を用いたフォワードにより3~5層の地盤構造の推定を行った。なお、フォワードでは各層のS波速度を基準にP波速度、密度の物理パラメータを決め、層厚を変化させて試行錯誤でモデリングを行った(図5)。

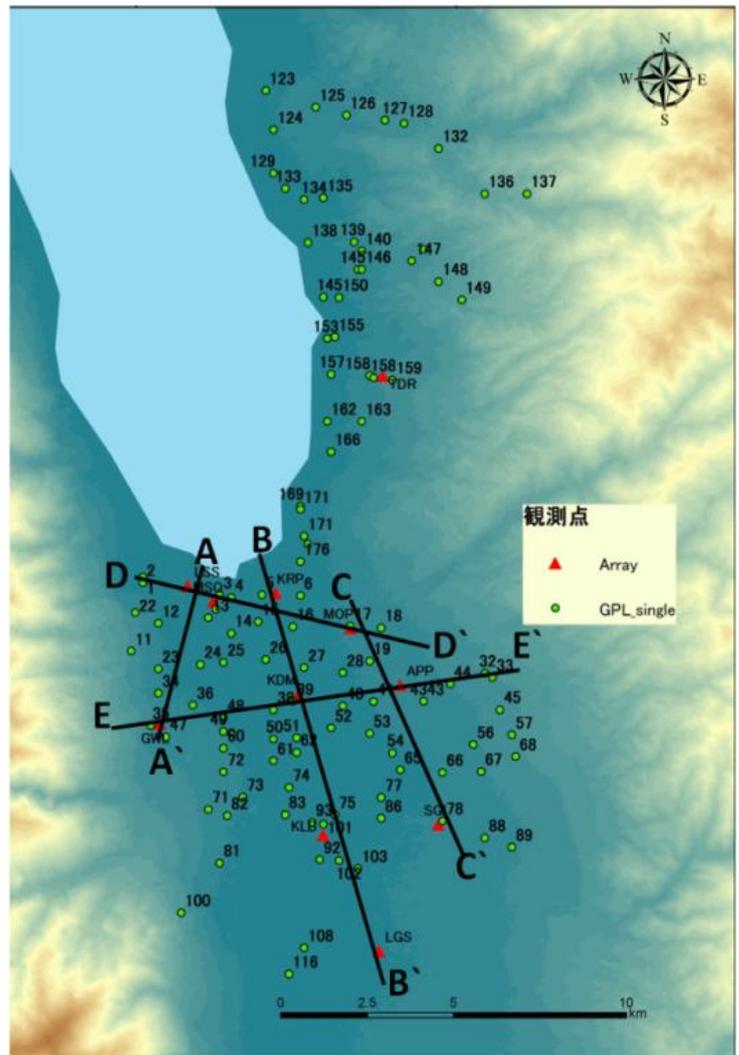


図1 観測点と測線

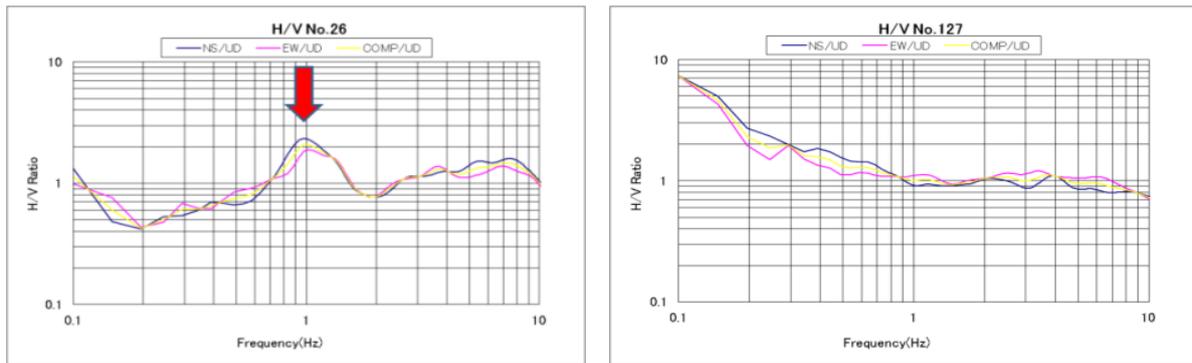


図 2 H/V (①ピークが読み取れた代表例(左) ②ピークが読み取れなかった代表例(右))

4. 結果

H/V の卓越周期については、平野部では卓越周期が 1 秒前後となる領域が広範囲に見られ最大で 1.5 秒程度であった。山地に近い地点ではピークは短周期側になり不明瞭であった。卓越周期 1 秒前後の地点は、地質図(図 4)より沖積層の地域に集中しており山地境界部で卓越周期が急激に短周期側に変化している(図 3)。

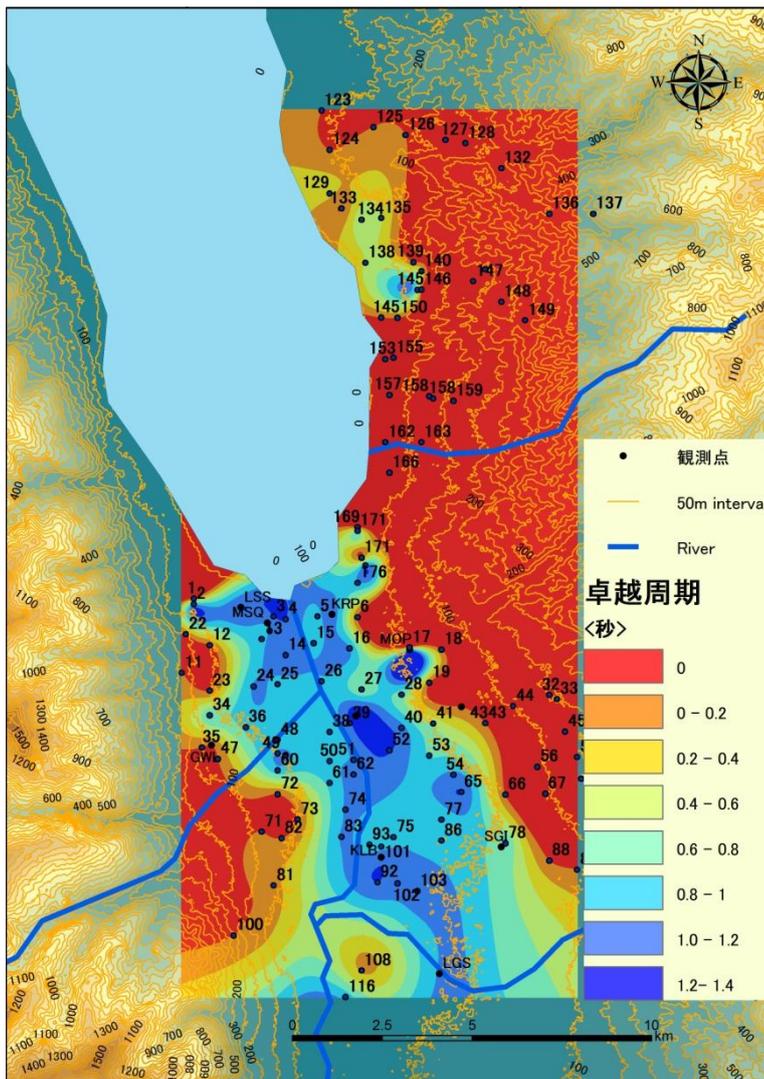


図 3 H/V のピーク周期分布

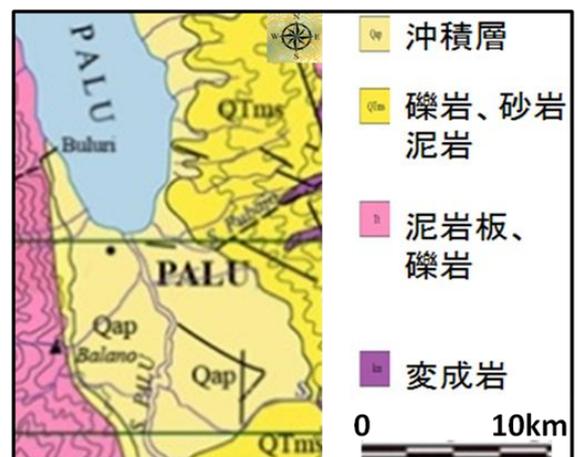


図 4 表層地質図

S 波速度構造モデル(図 5)について、8 地点では第 1 層目が $V_s=200\text{m/s}$ 以下であるのに対し APP、GWL $V_s=300\text{m/s}$ となった。APP、GWL の 2 地点は山地に近く、 $V_s=200\text{m/s}$ 以下の層が欠損していると考えられる。これら S 波速度構造モデルの妥当性を確認するために、観測 H/V と得られた地盤モデルによるレイリー波基本モードの理論 H/V との比較を行った結果、LSS、MSQ、KRP、KDM、SGI で観測 H/V と理論 H/V の卓越周期がほぼ一致した。このことより、これらの点でモデルが適切に推定出来ていることを確認した。また、これら 5 点のモデルより 1/4 波長則を用いて

2層モデルによる表層の層厚を推定すると、H/Vの卓越周期がVs=600m/s以浅の堆積層の層厚に対応していることがわかった。もし卓越周期1秒ならば表層層厚は約60mと推定される。

S波速度構造を図1の測線の通り柱状図(図6)に示すと、南北方向のA-A'側線、B-B'側線、C-C'側線ではSGI、LGSを除いてVs=600m/s以浅の堆積層は山地側の南に行くにつれて薄くなっており、また東西方向のD-D'側線、E-E'側線でも、両端の山に近い地点で薄くなっているのが分かる。よって、山地に近づくにつれて堆積層が薄くなっていることを示している。

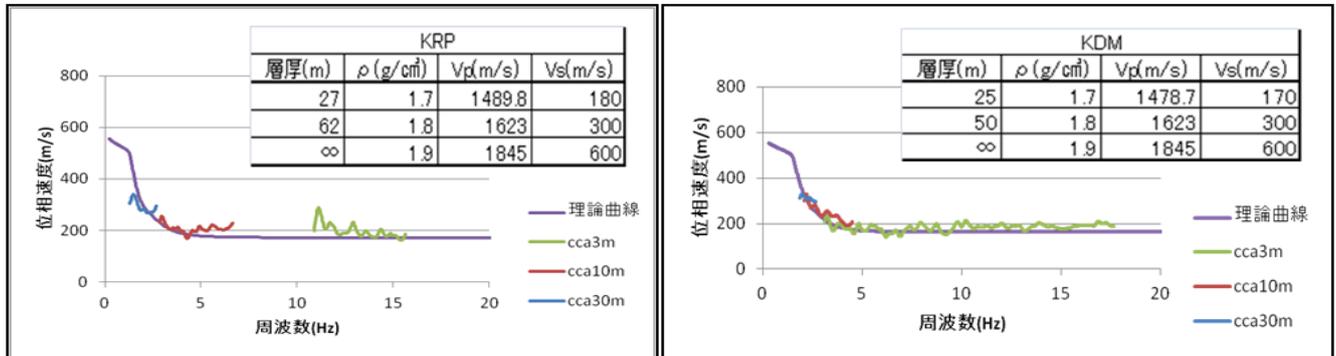


図5 位相速度分散曲線と地盤構造モデルの例

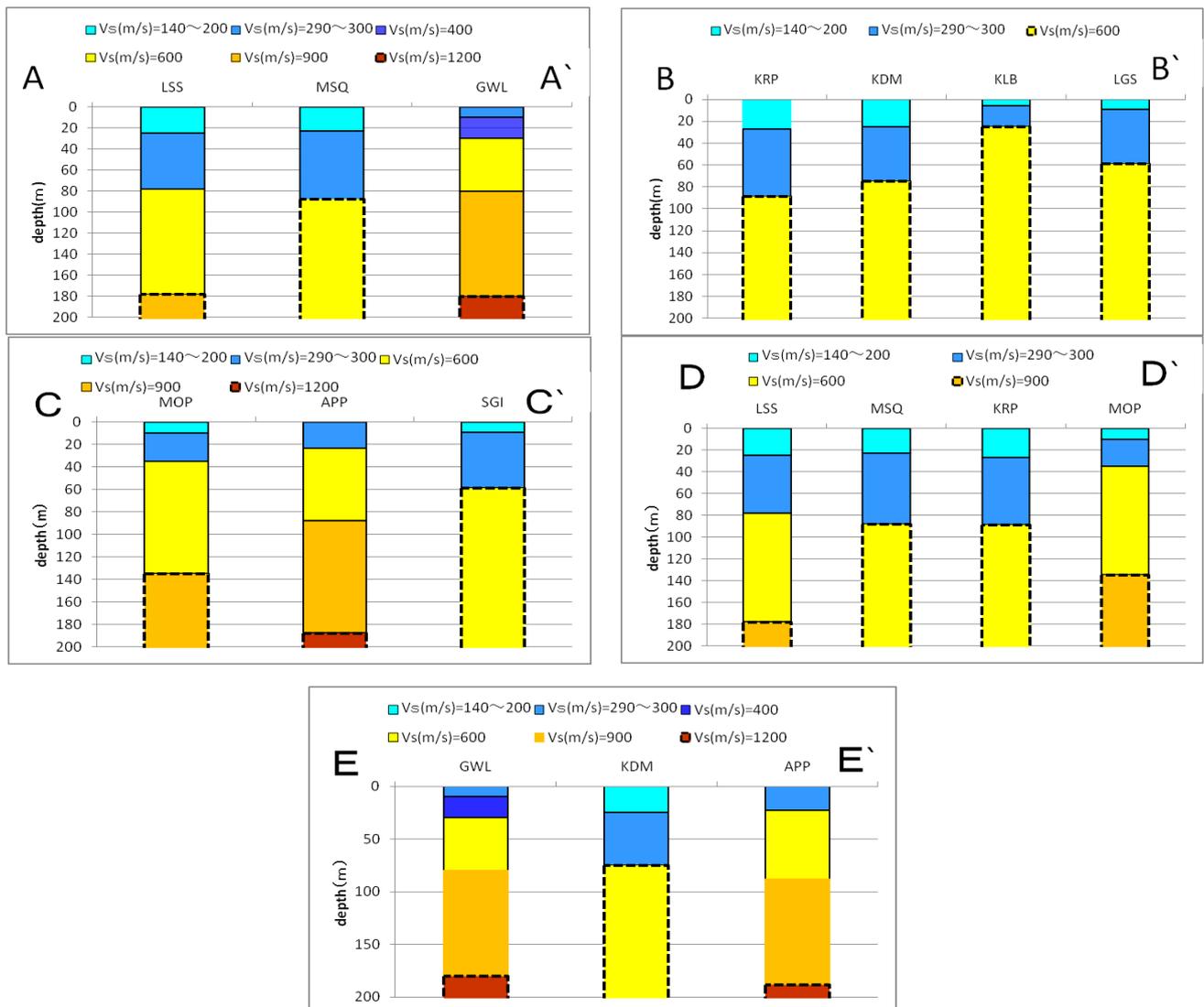


図6 S波速度構造柱状図

5.まとめ

本研究では、微動のアレイ観測と3成分単点観測の実施により、インドネシア・パル市の地盤構造の推定を行った結果以下のことがわかった。

- (1) H/V の卓越周期は沖積層の平野部で1秒前後の地域が広く分布しており、山地や山地境界部ではピークが短周期側で不明瞭となることが分かった。
- (2) 10地点について3~5層の地盤構造モデルが推定できた。このモデルより、H/Vの卓越周期が $V_s=600\text{m/s}$ 以浅の堆積層の層厚に対応していることがわかった。また南北・東西方向の断面で堆積層の層厚をみると、山地に近づくにつれて薄くなっていることがわかった。

参考文献

- 1) Cho, I. T, Tada, and Y. shinozaki (2006) :Centerless circular array method : Inferring phase velocities of Rayleigh waves in broad wavelength ranges using microtremor record, J. Geophys. Res. 111, B09315, doi:10. 1029/2005JB004235.
- 2) 多田卓・澤入雅弘・篠崎祐三(2007) : 極小微動アレイ観測による表面波位相速度の推定
その1. CCA法、ノイズ補正CCA法、CCA円位相法、pp265-266