

微動探査によるインドネシア・パル市における地盤構造推定

Determination of underground structure in Palu City, Sulawesi, Indonesia
by microtremor observations

福田大地, 野口竜也, 小野 祐輔,香川敬生 鳥取大学
良元 泰雄, 清野純史,Rusnardi Rahmat Putra 京都大学

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といわれている。
- ・周辺地域にはボーリングデータ等の地盤情報がほとんどない。
- ・地震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。

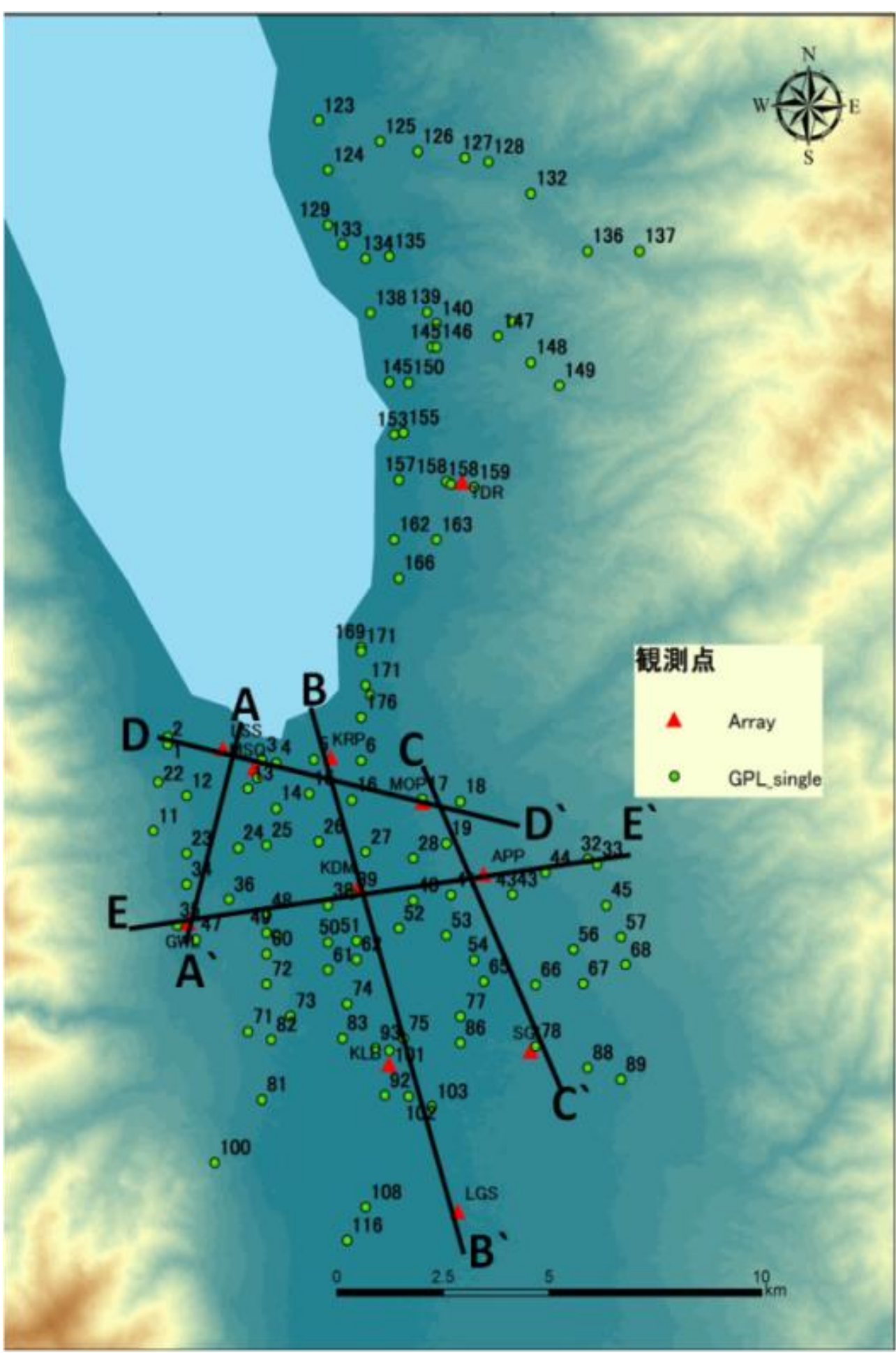


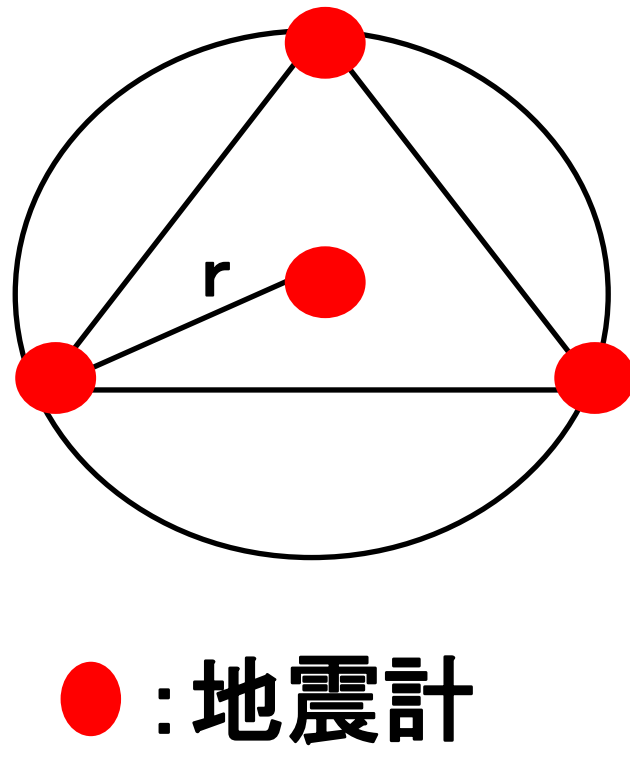
図1 観測点と測線

2.観測概要

○3成分単点観測

観測日	観測機器	観測点数	観測時間	サンプリング 周波数	フィルター
2012.5.29 ～ 2012.5.31	GPL	116点	10分 ～ 20分	100Hz	50Hz
	CV374	20点			—

三角形アレイ



○アレイ観測

観測日	サイト名	観測 機器	アレイ 形状	アレイ 半径(r)	観測 時間	サンプリング 周波数	フィルター
2012.5.29	MOP	HS1	三角形	3m 10m 30m	10分 ～ 20分	500Hz	30Hz
	LSS						
2012.5.30	MSQ						
	KRP						
	LGS						
2012.5.31	KLБ						
	KDM						
	GWL						
	APP						
	SGI						

3.解析

○3成分単点観測

観測波形

観測波形ノイズの少ない区間を抽出
・1区間20.48秒
・10区間前後を抽出

フーリエ変換しフーリエスペクトルを求める
・FFT(高速フーリエ変換)を用いる
・logで平滑化(係数bを20とした)
(紺野克昭(1995))

H/Vスペクトルを求める

1.水平動2成分のスペクトルを相乗平均
2.1と上下動スペクトルの比をとる

(TremorData Viewを使用)

○アレイ観測

観測波形

位相速度分散曲線の作成
微動解析ツールBIDOver2.0を使用
・1区間10.24秒 ・バンド幅0.3Hz
・10区間を抽出 ・CCA法

地盤構造モデルの設定

層厚の設定

理論曲線

整合性の確認

○:一致

地盤構造の決定

- ・H/Vから卓越周期を読み取り(図2), H/Vの卓越周期コンターマップを作成した(図3)。
- ・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、層厚を変化させてモデリングを行った(図5)。

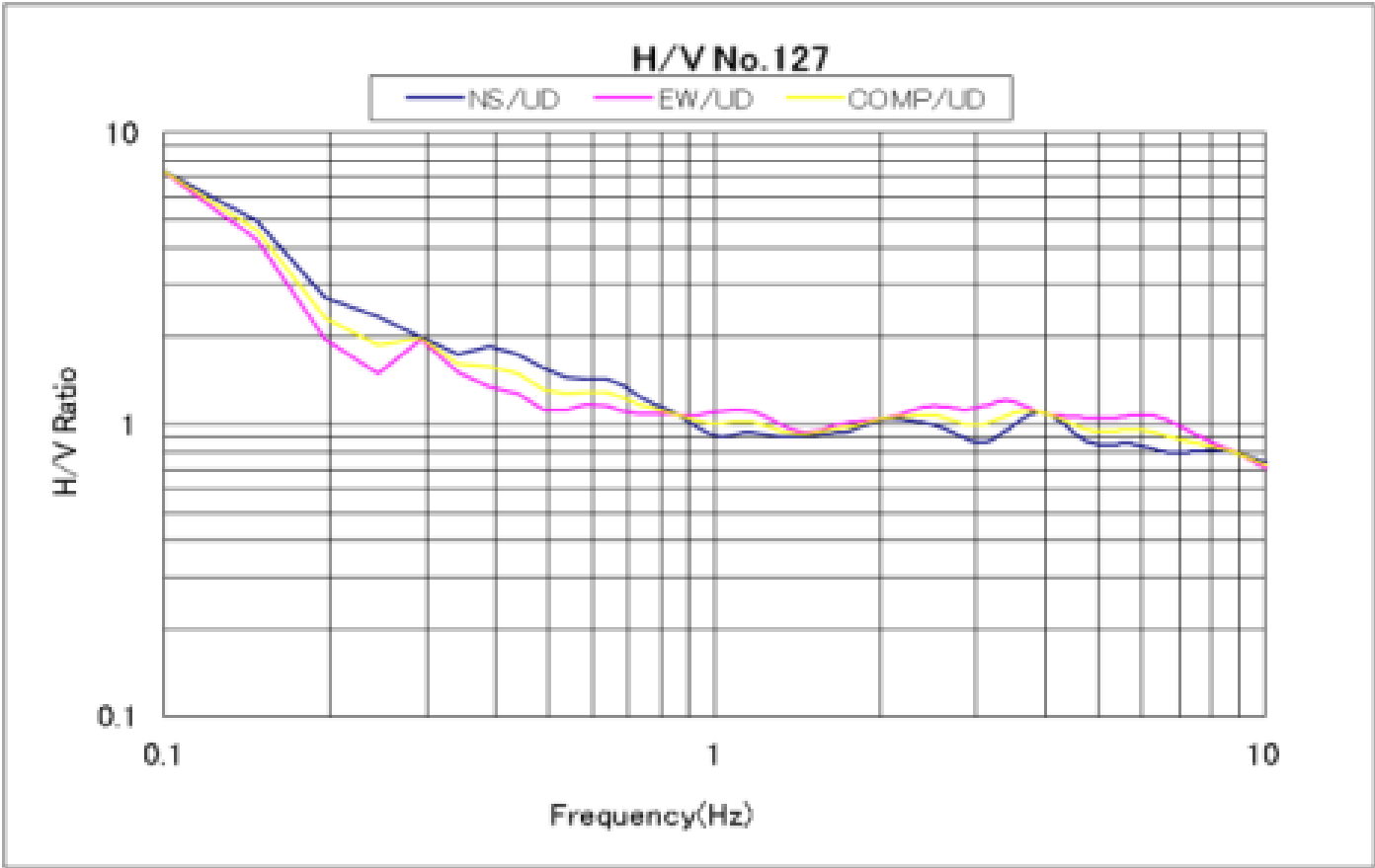
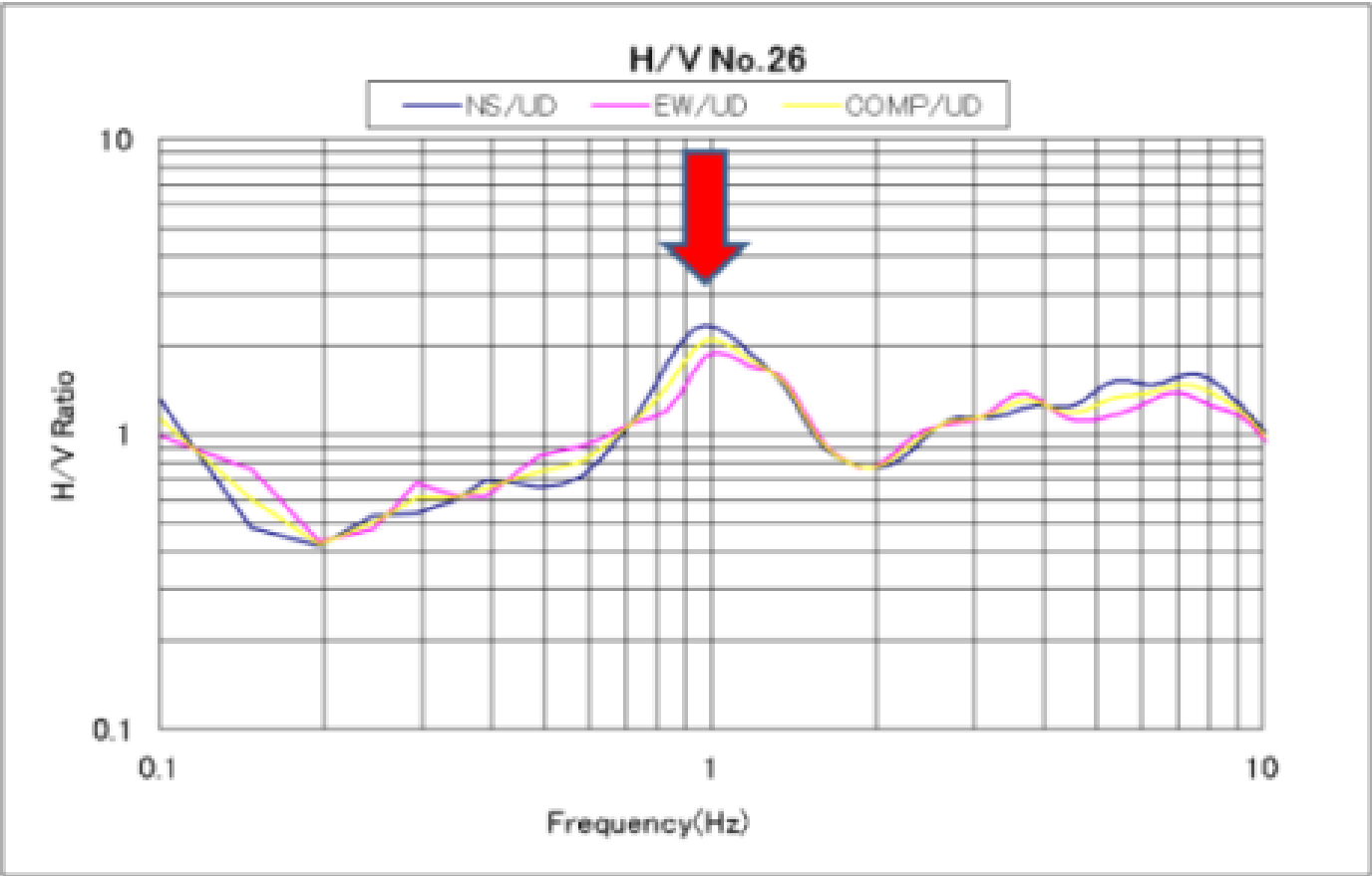


図2 H/V ①ピークが読み取れた代表例(左)
②ピークが読み取れなかった代表例(右)

4.結果・考察①

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)。

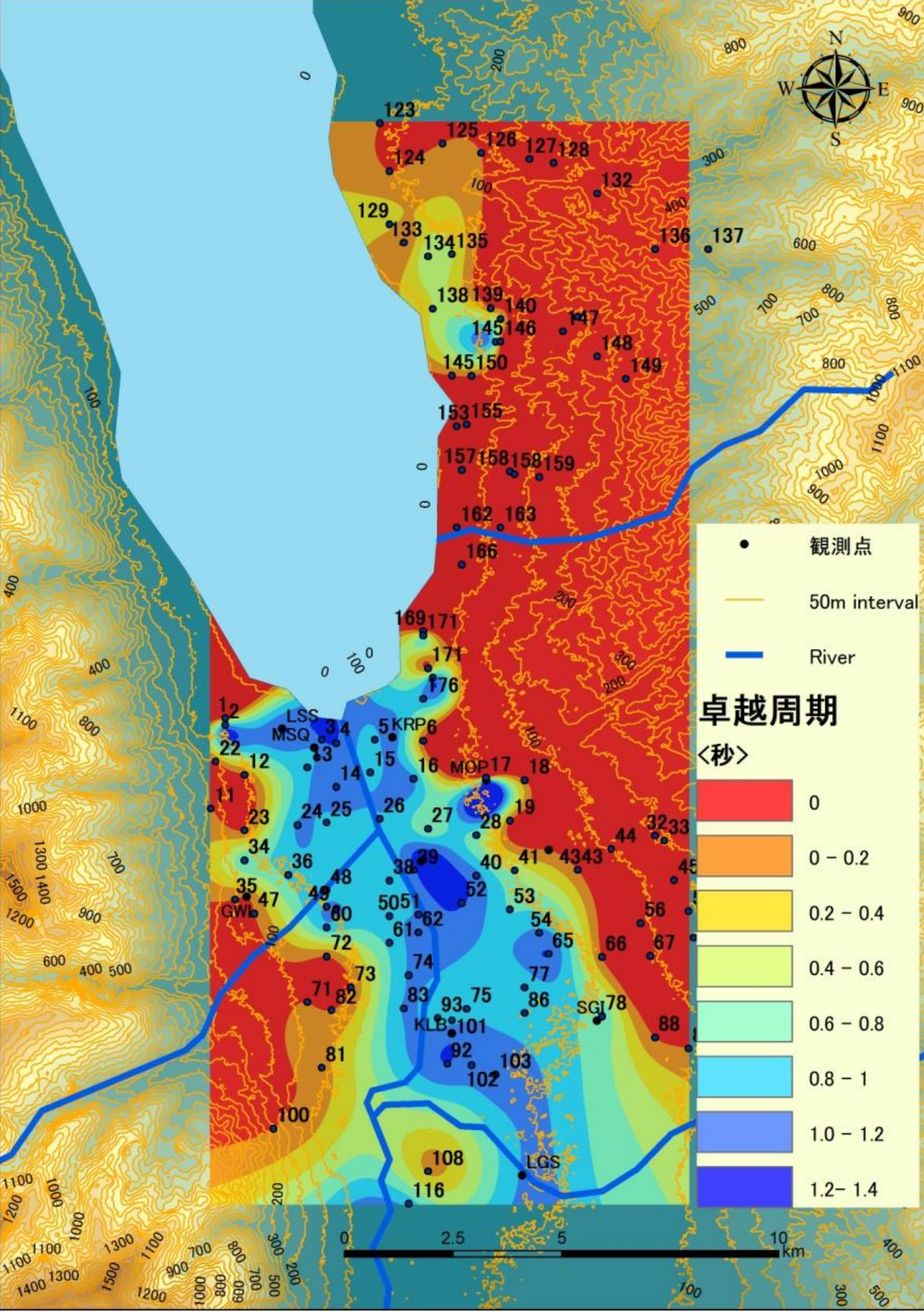


図3 H/Vのピーク周期分布

5.結果・考察②

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Vs=200m/s以下であるのに対しAPP、GWLではVs=300m/sとなった。APP、GWLの2地点は山地に近く、Vs=200m/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以下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秒ならば表層厚は約60mと推定される。

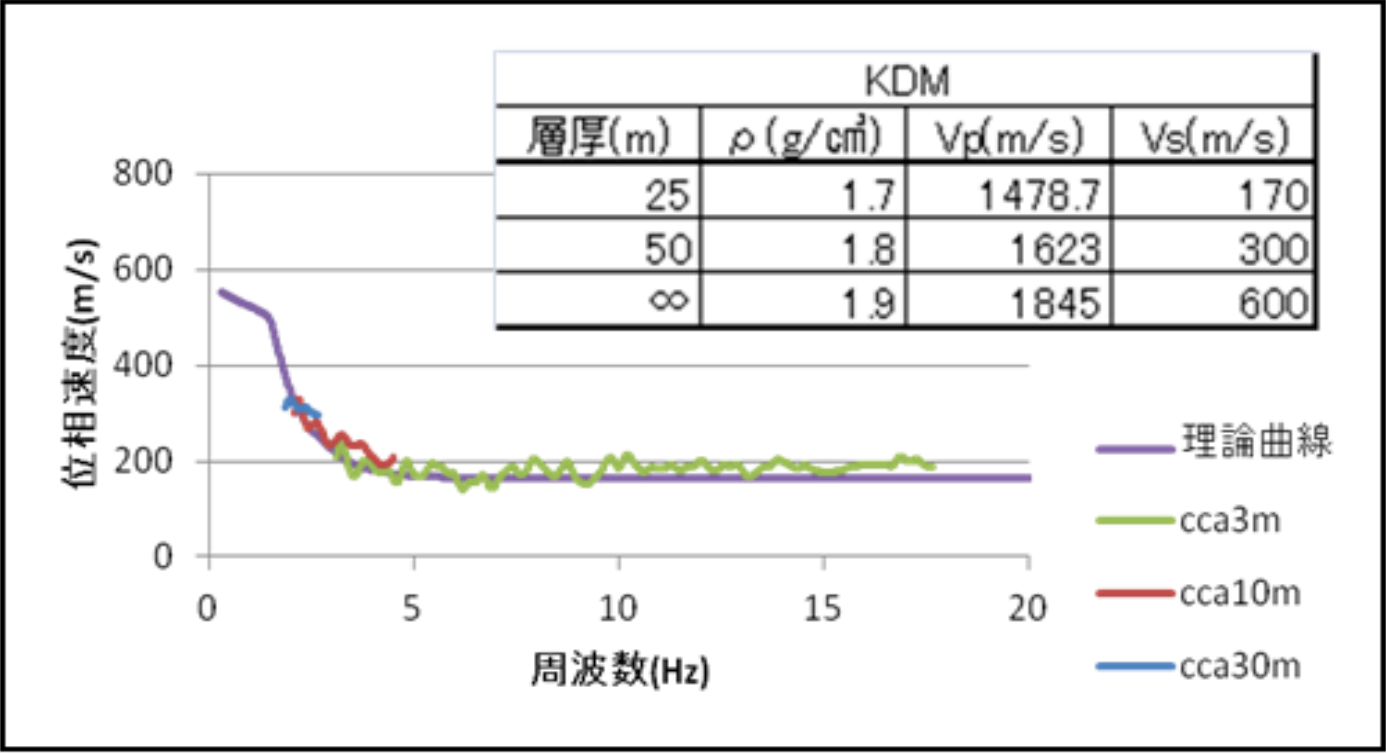
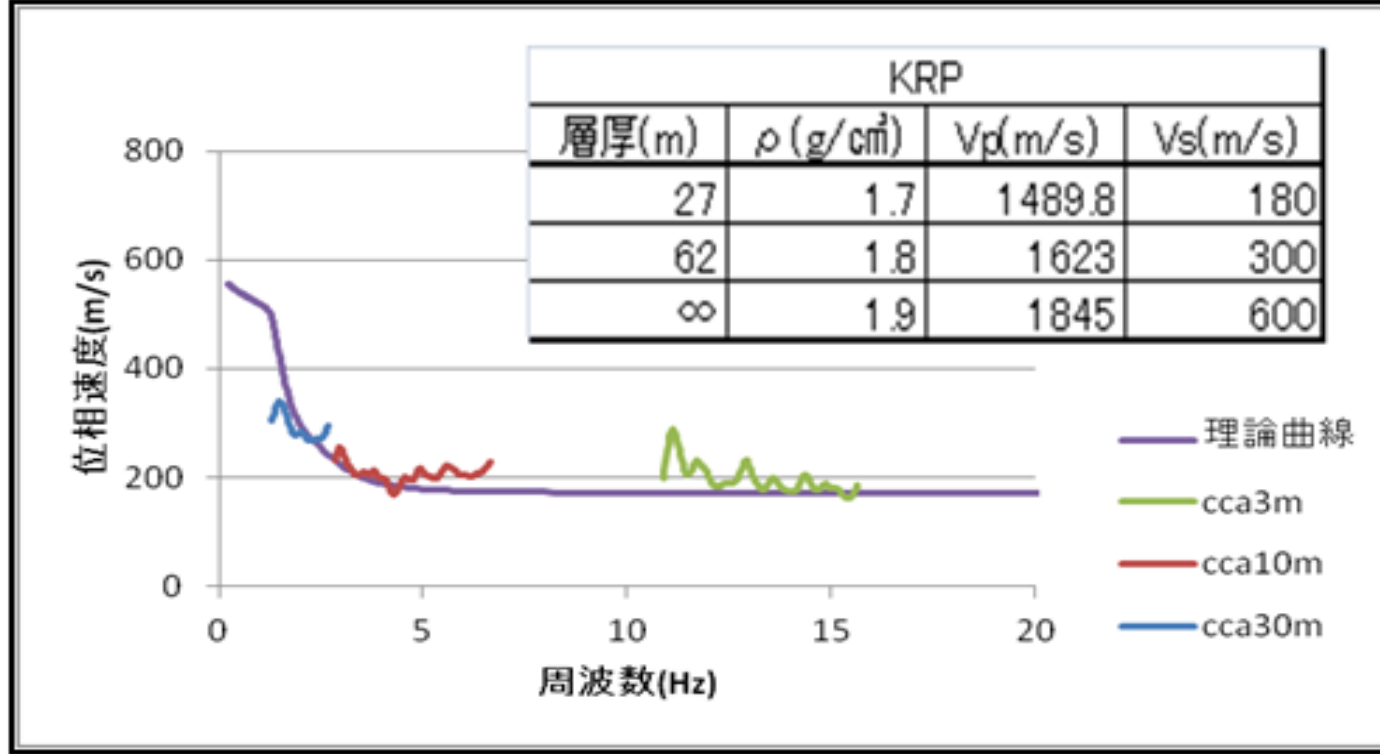


図5 位相速度分散曲線と地盤構造モデルの例

6.結果・考察③

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以下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。

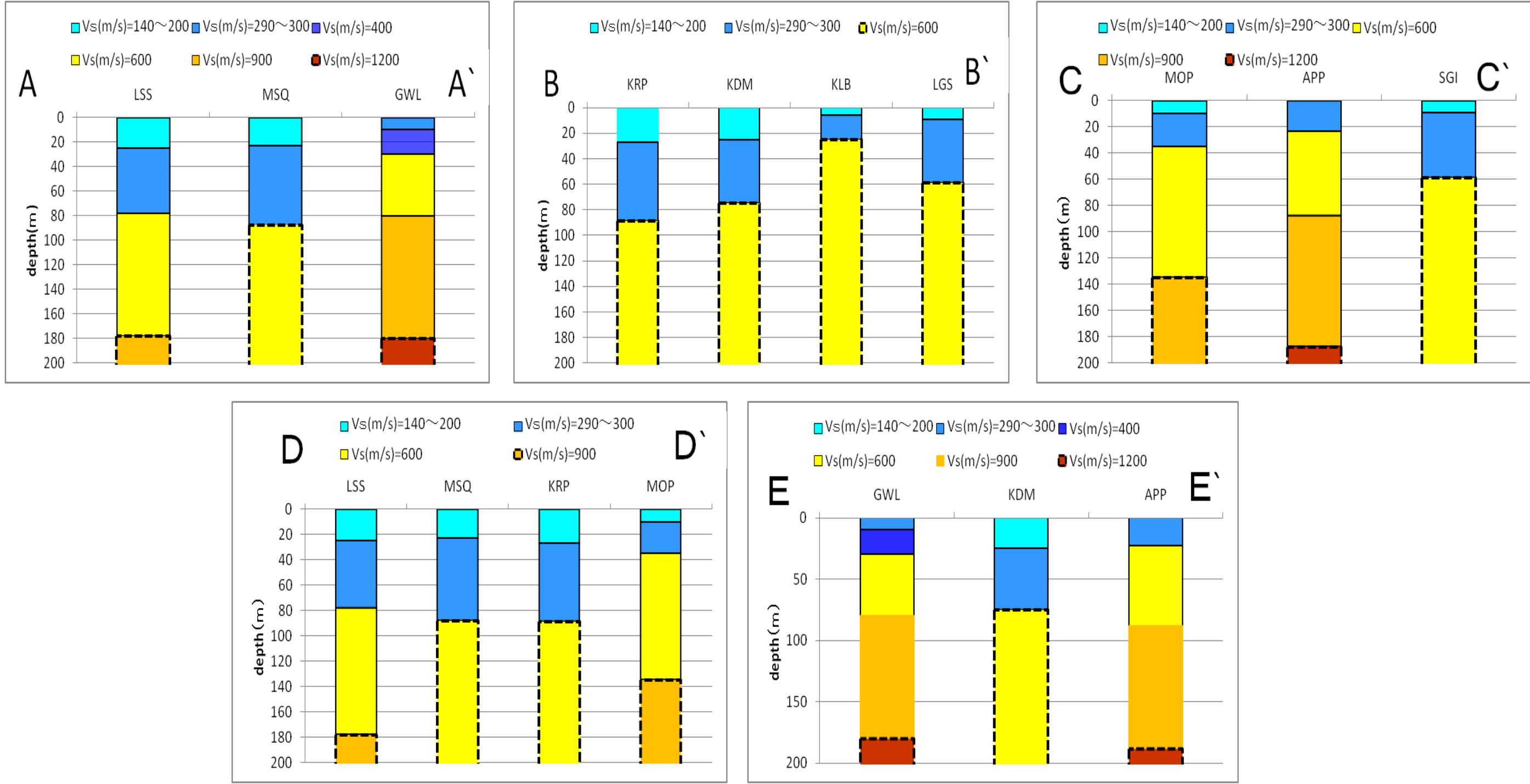


図6 S波速度構造柱状図

7.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Vs=600m/s以下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の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