

微動観測による吉岡温泉地域の地下構造推定

鳥取大学工学部土木工学科	正会員	○西田良平
シンワ技研コンサルタント株式会社		加藤浩一
鳥取大学工学部土木工学科	正会員	野口竜也
鳥取大学工学部土木工学科	学生員	吉川大智

1. 研究の目的

本研究は、アレイ観測と H/V 観測による微動観測から吉岡温泉地域の地下構造の推定を目的とする。

2. 微動と地下構造

微動とは、地球表面の至る所に恒常的に存在する振幅の非常に小さい地表面の振動の総称である。発生源としては交通機関や工場施設などの人工的なものから、海洋の波浪、風、火山活動などの自然現象によるものなど多岐にわたる。

微動は、実体波である P 波、S 波と表面波であるレイリー波、ラブ波の集合であると考えられている。その微動の中にはその観測点の地下構造を反映する様々な情報、例えば、複雑な微動源の情報、微動の伝播経路の情報や観測場所の地下構造の情報などが含まれていると考えられている。一般に、短周期微動（周期 1 秒以下）は地下数十 m までの浅い地盤構造を反映し、長周期微動（周期 1 秒から十数秒）は地下数百 m から数 km までの深い構造を反映するとされている。

3. 地下構造推定の基本原理

微動発生源の多くは地表や海底面にあり、微動中の波のパワーは実体波より表面波のほうが圧倒的に多いと考えられる。したがって微動から表面波を検出できれば、その特性の解析により地下構造の推定ができる。

解析方法としては、アレイ観測から得た波形記録より表面波の位相速度を検出し、その分散特性から地下構造を推定する SPAC 法、水平動と上下動のスペクトル比 H/V をとり、地表での表面波の粒子軌跡として検出し、その形状、ピーク周期などから地下構造を推定する方法などがある。

4. 観測点

今回、研究対象としたのは吉岡温泉地域である。アレイにおける観測は、六反田西方に明瞭に認められる低ブーゲー域の YOS、高ブーゲー域が見られる温泉中心街の SPA、SPA とともに吉岡断層を挟むような矢橋の YHG、YHG とともに SPA を挟むような温泉街入り口の ENT に観測点サイトを取った。YOS ではアレイ半径を 500、250、125m の大アレイと、30、10、3m の小アレイの観測を行った。ENT、SPA、YHG では大アレイの 125m と 30、10、3m の小アレイの観測を行った。図 1 にアレイ観測の観測点位置を示す。

H/V は、吉岡温泉の谷 Y-LINE (No.1~17) と長柄の谷 N-LINE (No.18~27) の 2 測線の観測を行った。観測点 No.2~14 については、高ブーゲー域や吉岡断層の走向地帯であることに注目し、100m 間隔で観測を行った。他の観測点間については 300m で行った。図 2 に H/V 観測の観測点位置を示す。

5. 解析と解析結果

5-1. アレイ観測 (SPAC 法)

観測された波形記録から空間自己相関係数 $\rho(f)$ を求める。この $\rho(f)$ の値を周波数ごとに Bessel 関数 $J_0(x)$ の値と照らし合わせ、2 つが一致したところの Bessel 関数アーギュメント x から各周波数の位相速度が計算できる。この位相速度の分散曲線から地下構造モデル (S 波速度構造) を求める。

5-1-1. 地下構造モデル解析

S 波速度構造はレイリー波の位相速度から直接求めることはできない。ここではいわゆるインバージョン法を使う。そのおおよその基本的手順は、(1) 既存の資料を参考にして、数層からなる地下構造モデルの S 波速度と各層の厚さを仮定し、そのモデルの位相速度を計算する。(2) 計算結果を観測から得た位相速度と比較する。両

者に差がある場合、その差が観測値全体について極小になるように、順次仮定したモデルの各層の S 波速度や厚さを修正する。図 3 に YOS での位相速度の分散曲線、理論分散曲線と構造モデルを示す。

5 - 2. H/V

観測された波形記録を FFT を用いてフーリエ変換し、NS、EW、UD 方向の 3 成分ごとそれぞれに平均して各観測点 3 成分のフーリエスペクトルを求める。このフーリエスペクトルから H/V が得られる。H/V の形状が基盤と表層のコントラスト、H/V のピーク周期が基盤深度を表しているとされている。図 4 に各測線のピーク周期を示す。

6. まとめ

解析結果を考察すると、吉岡温泉と長柄の谷基盤深度の違い、吉岡温泉以北のデルタ地帯の基盤の落ち込み、温泉地域の基盤の特異な形状などを推測することができる。温泉の湧出機構についても議論できる解析結果ではなかろうか。



図 1 アレイ観測の観測点

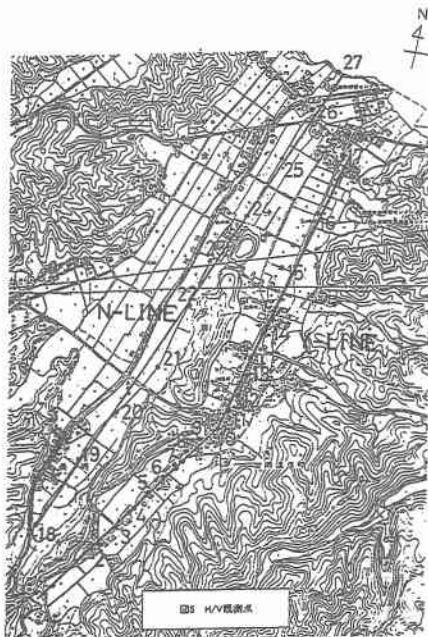
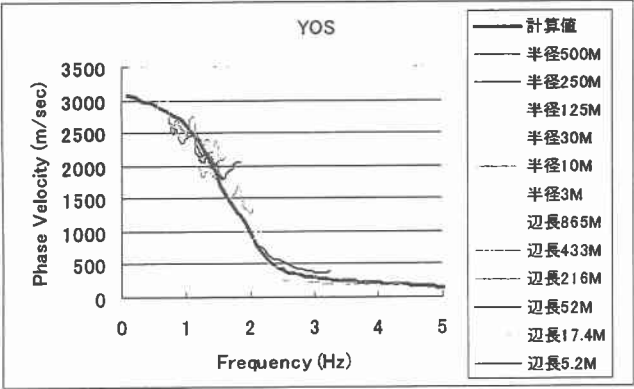


図 2 H/V 観測の観測点



ρ (g/cm ³)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	層厚 (m)
1.7	1400	100	10
1.8	1620	300	14
1.9	2060	700	85
2.1	2940	1500	130
2.4	5140	3500	∞

図 3 YOS の理論分散曲線と構造モデル

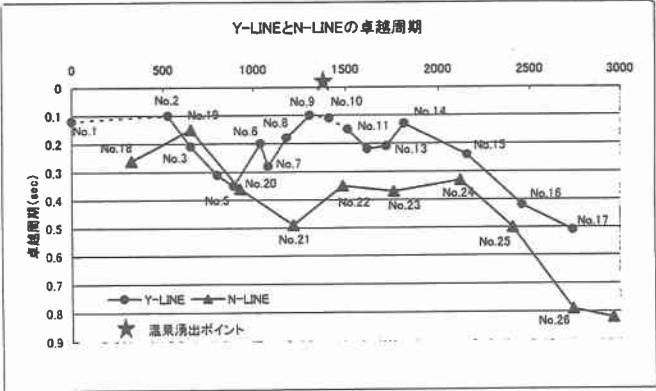


図 4 各測線の卓越周期