

微動H/Vの方位依存性を考慮した三方断層周辺の地下構造の推定

福井大学 工学研究科 学生会員 ○国谷努
 福井大学 工学研究科 正会員 小嶋啓介
 福井大学 工学技術部 正会員 伊藤雅基

1. 研究目的

福井県の若狭町を南北に縦断する三方断層は東側隆起の逆断層であり、西の沈降側には三方五湖を含む低地が広がり、東の隆起側は標高が高く扇状地や段丘面から成る丘陵が分布している。これらのことから三方断層周辺は基盤の食い違いを含む不整形構造であることが予想されるが、そのS波速度や堆積層厚さなどは不明な点が多い。

本研究では、三方断層の西側の平野部を対象とし、常時微動の直線アレイと単点3成分観測を行い、Rayleigh波位相速度とH/Vスペクトルを求め、それらに基づいて地下構造の推定を試みる。また近年注目されている、微動H/Vの方位依存性について考慮し、基盤の傾斜方向についての検討を行う。

2. 常時微動観測

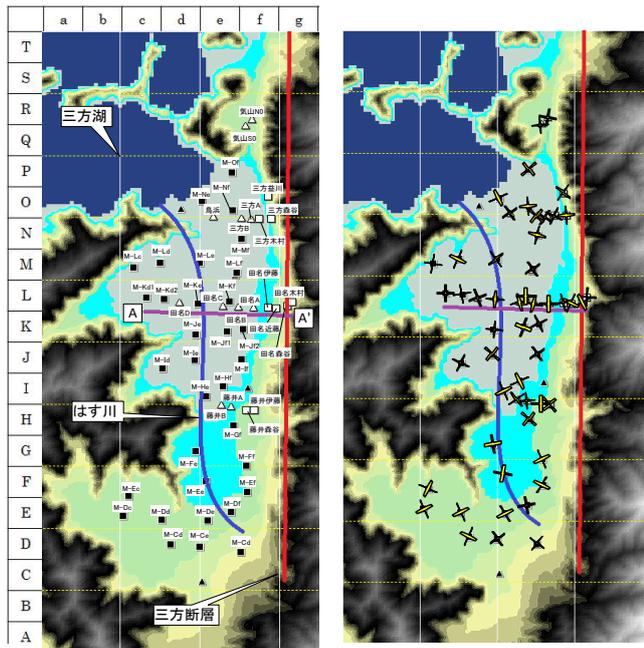


図1 三方断層と常時微動観測地点(左)と傾斜方向(右)

観測対象地域を図1(左)に示す。図中の□と△は2015年に行った1点3成分観測点と直線アレイ観測の中心点である。また、■と▲はそれぞれ2012年に行った1点3成分観測点と円形アレイ観測点を示している。微動観測はLennartz社製の3成分加速度計LE3Dに白山工業(株)製のDATAMARK-LS8000SHをケーブルで接続し、サンプリング周波数は100Hzで観測

時間は2012年では約9分30秒、2015年では約7分間計測した。

3. H/Vスペクトルおよび基盤傾斜方向の推定

得られたデータからノイズの少ない区間を抽出し、水平動の二乗平均を上下動で基準化したH/Vスペクトル比を算出し、卓越周期の判読を行った。荻原・野畑¹⁾は、不整形地盤モデルに等方的な加振を行ったシミュレーション波形について、NSとEW成分を回転させたXとY成分のスペクトル比を求め、両者の誤差が最少となる方向から傾斜方向が推定されている可能性を示した。本研究では、三方断層周辺で実施した3成分観測で、この仮定についての検討を試みる。実際に観測される微動では、加振源の偏りなどの影響も大きいと考えられるが、ここでは次のような手順で水平鉛直スペクトル比と、地形および基盤の傾斜方向との関係について検討を行った。まず、NSとEW成分を5度刻みで回転させた成分をX,Yとし、X/VおよびY/Vを求める。次いで、X/VとY/Vとの残差を評価し、最小となる角度を求める。この角度では、X,Y成分ともに基盤の傾斜の影響が同じとなり、その方向から±45度が傾斜方向および等高線方向であるとする。

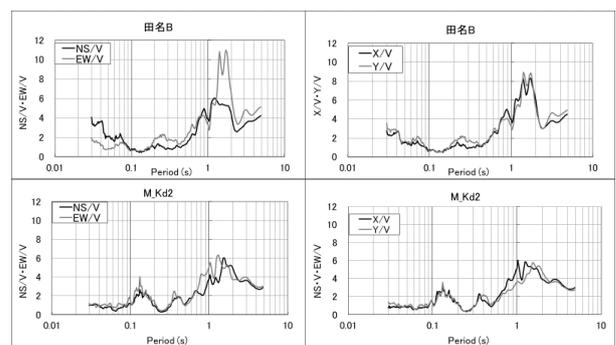


図2 NS/V · EW/V と X/V · Y/V スペクトルの比較

図2(左)は図1のAA'測線上の2地点のスペクトル比の比較である。平野中央のM-Kd2地点ではNS/VとEW/Vが概ね等しく等方的であるのに対し、断層に近い田名BではNS/Vに比べてEW/Vは、ピーク周期ならびに振幅ともに異なっていることが確認できる。右列は水平2成分を回転させ、2成分の差を最少としたときのスペクトル比である。X/VとY/V

キーワード: H/Vスペクトル, 三方断層, 傾斜方向, 方位依存性, アレイ観測

連絡先 〒910-8507 福井大学 福井県福井市文京3丁目9-1 福井大学工学部建築・都市環境工学科地震工学研究室

のスペクトルがほぼ重なっており、傾斜の影響が同程度含まれた角度が存在することが確認できる。

同様にして各観測点で、X/V と Y/V が最少となる方向を求め、その方向から±45度の方向を傾斜方向とし、図1(右)の+印で示す。多くの観測点で算出された方向は、等高線の法線および接線方向に対応しており、微動の水平鉛直スペクトル比は地形の影響を受けている可能性が示唆される。

4. 逆解析によるS波速度構造の推定

1)直線アレイ観測地点 図1の△地点では、農道などで、3成分微動計を不等間隔に設置する直線アレイ観測を実施している。これに拡張SPAC法を適用し、Rayleigh波位相速度を求めた。また、中心と両側の最も離れた2地点でのH/Vスペクトルも算出されている。本研究ではこれらの情報が同時に与えられるとし、表層から100, 200, 350, 600, 1200(m/sec)の5つの層が水平方向に連続すると仮定し、中心点の層厚と各層の傾斜角の推定を試みる。なお、S波速度および各地点の層厚の初期値は、福井県の地盤モデルを考慮したうえで、位相速度曲線から近似的に得られる深さごとのS波速度分布から設定した。図3は田名棚B地点の中心点の位相速度曲線、図4にH/Vスペクトルを示す。それぞれ観測値を○、初期値を灰色線、最適値を実線で示す。

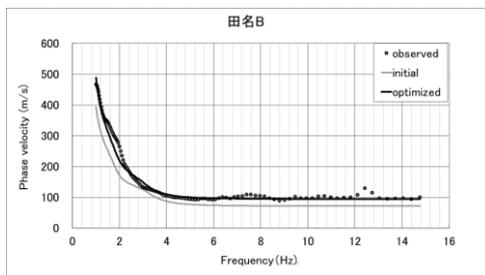


図3 観測および理論位相速度曲線

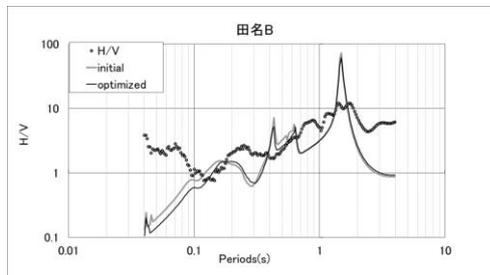


図4 観測および理論H/Vスペクトル

初期値より算出した理論位相速度曲線 (initial) から最適した位相速度曲線 (optimized) が、観測位相速度曲線 (observed) に対してほぼ重なっており、精度よく最適化が行われていることが確認できる。

H/V スペクトルについては、ピーク周期付近では、理論H/Vスペクトルと観測H/Vスペクトルのピークは概ね一致しているが、短周期側ではややばらつきが大きく、表層の不均一性や表面波以外の成分の寄与を再現できていない可能性がある。

2)単点3成分観測点 H/V スペクトルのみをターゲットとし、前節と同様の地下構造の推定を行った。S波速度構造の初期モデルと最適モデルを図5に示す。同様の推定をすべての観測点で実施し、若狭町周辺の地下構造の推定を行った。その結果の一例として図6にA-A'測線の断面図を示す。

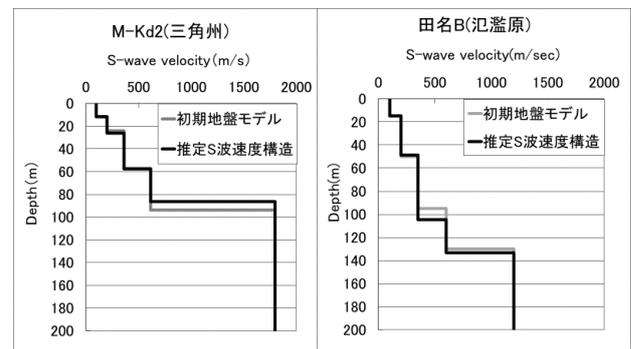


図5 推定S波速度構造

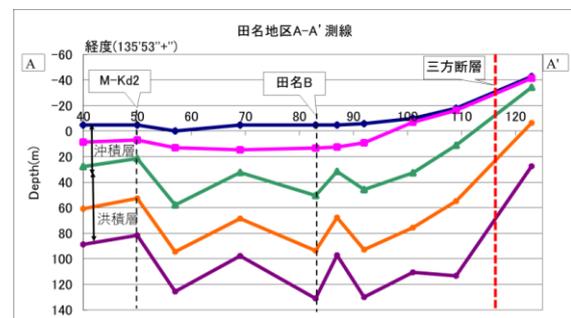


図6 A-A'の断面図

図6により平野中心部では軟弱層(100m/s)が厚く、端部の扇状地が存在する場所では軟弱層が薄く存在していることが分かる。また、第四紀層全体が三方断層の存在する付近を境に東側で薄く、西側で厚くなっている傾向が認められる。

5. あとがき

微動H/Vスペクトルの方位依存性についてはいくつかの観測値点で確認でき、求められた傾斜方向は等高線の接線及び法線方向に対応しており、地形学的知見と矛盾がない結果が得られたといえる。

参考文献

- 1) 萩原・野畑: 不整形地盤構造における微動H/Vスペクトルの解析的検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 603-604, 2018, 9