

## 数値実験に基づく不規則基盤面形状推定のための長周期微動水平/上下比のインバージョン

### Inversion of microseism H/V spectral ratio for determining the boundary shape of a basin structure

# 上林 宏敏 [1]

# Hirotooshi Uebayashi[1]

[1] 広国大

[1] Hiroshima Intl. University

堆積盆地の不規則基盤面形状推定のための長周期微動(脈動; 周期1~10s)のインバージョンについて示す。今回は仮想的に作られた2次元盆地構造モデルを対象に数値実験による本手法の検証を行う。逆解析のアルゴリズムの主要部分には遺伝的アルゴリズム(GA)が使われる。既に1次元地下構造の推定にGAが山中他(1995)などにより用いられているが、2次元モデルでは水平方向への媒質の変化を定義しなくてはならないので、探索空間がより広くなる。そこで、できる限り空間分解能を下げず、探索空間を広げないようにするため、対象領域の階層化(Aoi et al., 1995)とサブモデル分割化を導入した。

階層構造(hierarchy)の導入。粗いグリッドサイズで大まかな基盤深度を探索し、徐々にグリッドサイズを小さくする。また、探索空間(基盤深度)の上下限を拘束条件として導入する。さらに、逆解析に用いる周波数帯域をグリッドサイズに応じて下限周波数を固定しておき、上限周波数を高周波数側にシフトさせる。これにより低い階層における予測誤差曲面が滑らかになり、局所解への収束を避け易くなると考えられる。サブモデルの導入。微動と地震のH/Vスペクトルの周波数特性が良く一致することが不規則地下構造領域においても示されている。この事象は2成分間の比をとることで震源や伝播経路の影響がキャンセルされ、観測点周辺の地下構造の影響をクローズアップさせていることを示唆している。従って、対象全領域(グローバルモデル)を水平方向に列なる幾つかのサブモデルに分割し、サブモデルごとに逆解析を試みる。そして、得られた解を当該サブモデルの新しい地下構造モデルとして更新される。逆解析されるサブモデルは、順次隣接するサブモデルにシフトしてゆく。このとき、他のサブモデルは以前のステップで既に得られた解に固定されている。M個のサブモデルの逆解析が終了した後、再度最初のサブモデルから順次逆解析を行う。この操作をあるNd回数繰り返す。一方、観測点は均等なスパンで設置され階層に関わらず一定値とする。適応度関数は観測と試行計算によるHVスペクトルの(観測値で規準化)残差の周波数積分値であるmisfitの逆数に空間重み関数(サブモデル中央の観測点で最大値を持つ正規分布関数)を乗じ、それらを更に空間積分(観測点数の総和)した値とする。GAにおいて、期待値とエリート保存戦略を併用した。交叉確率を0.6とし、2点交叉とした。突然変異確率はある世代数まで世代数に比例変化させ、それ以上を0.05と固定する。

順解析は周波数領域FEM(P-SV)を用いた。FEMモデルにおいて、推定される盆地構造を細かなグリッドに分割し、この領域を粗いグリッドからなる基盤媒質で囲む。盆地構造外側の基盤層からレイリー波が一樣に(2次元問題なので左右から)同じ振幅で入射するものと仮定する。これら入力動に対する堆積層上の観測点での複素伝達関数が計算される。複素伝達関数の水平および上下成分の絶対値の比からH/Vスペクトルが求められる。

図は3つの階層に対する逆解析結果から得られたターゲットと最適解の基盤面形状を示している。それぞれの階層における計算パラメータは次である。低位階層から順に、対象周波数は0~0.29Hz, 0~0.54Hz, 0~0.78Hz, グリッドサイズ(分解能)は0.6, 0.3, 0.15km, サブモデル数Mは2, 3, 4個, 繰り返し回数Ndは3, 3, 3, 各サブモデルにおける更新世代数は75, 50, 40とした。グレーの線で表したターゲットと実線で表した推定結果を比較すると、階層が高くなるに従って、残差が小さくなるのが分かる。また、破線で示されたサブモデルのつなぎ部分においても基盤面が滑らかに変化しており、ターゲットに良く馴染んでいる。図の上側はターゲットと各階層における最適解から計算されたH/Vスペクトルの比較を幾つかの観測点について示している。グレーの線で表したターゲットに黒い実線で表した高位階層モデルから得られた値が良く一致している。破線や点線で表された低位・中位階層の値はターゲットに比べ最大、数十パーセント程度の差が生じている。一般的に高周波数ほど、この差が大きくなる傾向がある。以上の結果から、高い分解能と探索の効率化の両立において、グリッドサイズにおける階層化と基盤面深度の上下限に関する拘束条件、更に盆地構造全体のサブモデル分割化の導入が大きく寄与することが分かった。

参考文献) 上林, 堆積盆地基盤面形状推定のための長周期微動水平/上下スペクトルの逆解析, 建築学会構造系論文集, No.603, 2006.5(掲載予定)

