

GPS データに基づいた弾性定数逆解析

Elastic Constant Inversion based on GPS velocity

飯沼 卓史 [1]; 堀 宗朗 [1]; 加藤 照之 [1]

Takeshi Iinuma[1]; Muneo Horii[1]; Teruyuki Kato[1]

[1] 東大地震研

[1] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo

GEONET のデータに基づき、日本列島の地殻の不均質性を評価するために、弾性定数逆解析手法を開発し、これを 2000 年鳥取県西部地震の震源域を含む、中国地方東部に適用した。

解析の対象となる線形等方不均質弾性体 B が二次元平面応力状態にあるものと仮定する。B の表面において変位速度の観測されるノード (GPS 観測点に相当) が多数存在し、変位速度場が得られているものとする。B の小部分をブロックとして、その中ではポアソン比が一定になっているものと考え、これを変位速度から求める。ブロックを互いに重なり合うように多数定義し、各ブロックに対して求めたポアソン比を重ね合わせることで、物体全体のポアソン比分布を再現する。

各ブロックにおいて、応力の釣り合い式からポアソン比と変位速度の空間微分との関係式が得られる。この微分係数がわかれば、ポアソン比に関する連立方程式が成立し、これを解くことでそのブロックにおけるポアソン比を推定できる。しかしながら、GPS 観測に含まれる誤差のため、直接的に空間微分を求めることは精度面で困難である。そこで、変位速度場をテイラー級数展開を用いて表現し、その空間微分を推定することとした。ブロック内の各ノードでの変位速度は、ブロック中心での変位速度場の微係数と、各ノードの座標を元とする多項式の積を、ある次数まで足し合わせたものとなる。ここで、各ノードでの変位速度を並べたベクトルを考えれば、微係数ベクトルと、座標の多項式を要素とする行列との積で表現できるので、特異値分解をこの行列に適用することで微係数ベクトルを推定することができる。この際、一つのブロックに含まれるノードの数は、最終的に求まるポアソン比分布を、その空間変化も含めた釣り合い式に代入することで得られる予測誤差をもとに決定する。また、特異値分解およびテイラー展開を打ち切る次数は最大特異値と最小特異値との差を、相対観測誤差と比較することで決定する。

実際のデータに適用する前に、いくつかの仮定したポアソン比分布に対する再現性を見た結果、推定誤差は 0.01 ~ 0.03 程度と良好であった。また、変位速度場の空間微分を直接的に求める手法での解析も行ったところ、変位速度の誤差が大きい場合において本手法の優越性を示す結果を得た。

中国地方東部に本手法を適用した。使用したデータは 1997 年から 2002 年までのもので、適当な時系列処理を施し、変位速度場を求めた。これをもとに、地震前後に期間を分けて解析を行ったところ、ポアソン比分布が有意に変化していることがわかった。原因としては地震に伴う流体の移動などが考えられる。また、解析領域東部では、レシーバー関数解析から求まっている V_p/V_s と齟齬が認められたが、この地域で地震が少ないことから、応力伝搬の面で孤立しているために生じている可能性がある。