

強震波形を用いた2007年能登半島地震の震源過程: 断層面北東浅部のすべりの検討

Source Process of the 2007 Noto Hanto Earthquake Estimated from Strong Motion Inversion: Validation of the northeast shallow slip

初山 将 [1]; 引間 和人 [2]; 纈纈 一起 [1]

Sho Momiyama[1]; Kazuhito Hikima[2]; Kazuki Koketsu[1]

[1] 東大・地震研; [2] 東大地震研および応用地質(株)

[1] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo; [2] ERI and Oyo Corp.

1. はじめに

2007年3月25日9時42分頃、能登半島西岸付近を震源とするMj 6.9の内陸地殻内地震が発生した。気象庁や防災科学技術研究所によると、震源メカニズム解は横ずれ成分を含む逆断層型であるとされている。この地震では、最大震度6強が観測されるなど能登半島を中心に強い揺れが生じ、輪島市、穴水町などに大きな被害をもたらされた。このような大きな揺れをもたらした地震の震源過程を調べることは強震動生成を知るうえで重要と考え、Yoshida et al. (1996)の手法に基づき、近地強震波形を用いたマルチタイムウィンドウ線形インバージョンを行って震源過程を推定した。

2. 使用した強震波形

震央から80 km以内のK-NET、KiK-net観測点のデータを利用したが、能登半島東岸には非線形性の応答が見られる観測点(ISK005, ISK007など)があり、それらは使用しなかった。また、後に述べる速度構造インバージョンにおいて観測波形の再現性の低かった観測点(TYM005, TYM007など)も使用しなかった。よって解析にはK-NET 4地点、KiK-net 地中3地点、計7観測点21成分に、0.05 ~ 1.0 Hzのバンドパスフィルターをかけ積分して速度波形とし、P波到着1秒前からS波到着後13秒までを用いた。

3. 地下構造モデル

グリーン関数の計算に使う地下構造モデルは、防災科学技術研究所J-SHISによる砺波平野の深部地下構造モデルとIto and Wada (2002)を参考に、観測点ごとに一次元水平構造を設定し、さらにこの構造を、余震記録を用いた速度構造インバージョン(Hikima and Koketsu, 2005)によって改良したものをを用いた。この速度構造インバージョンでは、初期モデルでS波速度の変化が激しい浅い部分(深さ5 kmまで)を層の厚さを0.5 ~ 1.0 km、それ以深ではS波速度の変化が大きいところで層を分割し、S波速度を未知数として速度構造を求めた。なお、深さとともにS波速度が大きくなるような拘束条件を課している。P波速度、密度は、求められたS波速度からLudwig et al. (1970)をもとに求めた。

4. 断層モデル

破壊開始点は気象庁一元化震源に基づき、北緯37.221°、東経136.686°、深さ10.7 kmとした。余震分布とF-netの震源メカニズム解を参考に、走向58°傾斜66°、断層面の大きさは破壊開始点から浅い方向へ11 km、深い方向へ7 km、北東方向、南西方向にそれぞれ15 kmと設定し、これを2 km × 2 kmのサブフォルトに分割して解析を行った。各サブフォルトでは、破壊開始点を中心にある一定の速度で広がる円が到着してから0.5秒ごとに10回のすべりが許される。この断層の地上トレースは、片川・他(2005)において探査された活断層のうち、F14・F15とほぼ一致する。

5. 結果・議論

破壊開始点付近にすべり量が大きな領域が認められ、その最大すべり量は4.0 mとなった。また、0.1 km/sごとのグリッドサーチの結果、破壊開始点から同心円状に広がる破壊の第一タイムウィンドウの伝播速度は2.8 km/sとなった。なお、求められた地震モーメントは 1.86×10^{19} Nm (Mw6.8)となった。

破壊開始点付近の他に、断層面北東浅部にややすべりの大きい領域が認められた。この領域は被害の大きかった輪島市街や、輪島市門前鹿磯地区で見つかった道路の亀裂に近く、震源過程を考える上で重要である。そこで、得られたすべり分布をもとに、この部分が計算波形のどの部分に寄与するかを調べた。その結果、このすべりは波形のうち、独立した位相を説明するものではなく、中心付近のすべり量では説明できない振幅を補う程度であった。さらにこのインバージョン結果の断層モデルと、北東部分のすべりを除いたモデルにおける地殻変動を、Okada (1985)の方法でフォワード計算し、GPSの観測結果と比較した。この比較においては穴水で北東浅部のすべりを除いたモデルが優位であった。現時点の結果では北東部のすべり領域はインバージョンの誤差による可能性があり、グリーン関数を改良し、解析を進める必要があると考えられる。