

強震記録を用いた 2004 年新潟県中越地震の本震・余震群の震源過程解析

Source processes of the Mid Niigata prefecture Earthquakes in 2004 inferred from strong motion data

引間 和人[1]; 瀧澤 一起[2]

Kazuhito Hikima[1]; Kazuki Koketsu[2]

[1] 応用地質(株)および東大地震研; [2] 東大・地震研

[1] Oyo Corporation & ERI; [2] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo

2004 年新潟県中越地震では川口町に設置された計測震度計で震度 7 が観測されるなど、非常に大きな地震動を生じた。また、10 月 23 日 17:56 に発生した M6.8 の本震の直後には 18:03, 18:11, 18:34(最大余震)と連続して M 6 クラスの余震が発生し、さらに 10 月 27 日 10:40 には本震域の東側で M6.1 の余震が発生するなど、規模の大きな余震を含む余震活動が非常に活発であった。我々は、本震・余震で生じた強震動の生成原因の解明を目指し強震観測記録を用いて震源過程解析を行った。さらに、得られた断層配置、すべり量分布をもとに本震・余震の相互関係についての検討も行った。

1. 解析データ・解析方法

強震観測記録としては、新潟県、福島県、群馬県に設置された KiK-net の 12 観測点の地中地震計波形記録を使用した。観測された加速度波形に 0.02~0.5Hz のバンドパスフィルタをかけ積分した速度波形を 0.5s 間隔でリサンプリングしたものを解析に使用した。

震源インバージョンに先立ち、より規模の小さな余震の波形記録を用いて観測点ごとに一次元速度構造インバージョンを行い、それにより得られた速度構造を用いてグリーン関数の計算を計算した。この速度構造インバージョンは対象地震のメカニズムは F-net によるものを仮定し、仮定した速度層の層厚を求めるものである。グリーン関数の計算には Kohketsu (1985)を地中地点に対して計算するように改良したものをを用いた。さらに、気象庁一元化検測値を用いて Double-Difference 法 (Waldhauser and Ellsworth, 2000)により震源再決定を行い、この結果を震源バージョンに使用し、また得られたすべり分布と余震分布との比較に用いた。

震源インバージョン解析は Yoshida et al. (1996)の方法によった。本震・余震の断層面はそれぞれ予備解析として行った遠地実体波による解析結果や F-net によるメカニズム解を採用し、2 つある節面のそれぞれに断層面を設定した上で震源の深さを変えながらインバージョンを行い、観測波形と計算波形との残差の値や特徴的な位相の一致を考慮して最終的な断層面を採用した。

2. 解析結果

本震と 18:34 の最大余震は北北東 - 南南西走向のほぼ並行な断層面であるが最大余震の方が東に位置している。ともに傾斜角 50 度程度の西傾斜の逆断層である。本震の地震モーメントは $9.9e18\text{Nm}$ (Mw 6.6) であり、破壊開始点付近に存在するアスぺリティでの最大すべり量は 1.5m 程度である。最大余震の地震モーメントは $3.2e18\text{Nm}$ (Mw 6.3) と求まった。アスぺリティは破壊開始点付近にあり、主要な破壊は南部に伝播したと考えられる。最大すべり量は 1.0m 程度となった。一方、東に位置する 10/27 の余震は走向が北東 - 南西方向の東傾斜の逆断層であり、本震とはほぼ共役の位置関係にある。さらに、この余震の延長と最大余震の交差するあたりで発生した 10 月 23 日 18:03 の余震も東傾斜の断層面上で発生した可能性が高い。これらの断層面は余震分布から推定されるものとほぼ一致している。解析の結果、規模の大きな地震はそれぞれ別の断層面で発生しており、震源域は複雑な断層系を形成していることがわかった。

3. 考察

本震のアスぺリティは震度 7、震度 6 強が観測された川口町、小千谷市の直下にあたる。また、最大余震では、本震で震度 6 弱だった十日町市で震度 6 強が観測されるなど、震源域よりも南部での震度が大きかったが、このことは破壊が南部に伝播した影響を受けた可能性がある。

一方、求まったすべり分布をもとに Okada (1992) のプログラムを使って断層面上の静的応力変化を計算すると、本震、最大余震のそれぞれの断層面付近で地震発生後数日間に発生した余震は応力降下量が小さいか負になる場所で多く発生しているように見える。さらに、本震のすべり分布をもとに最大余震型の断層に対する CFF を計算してみると、最大余震の破壊開始点付近を含むアスぺリティ付近で正值を取るなど、先行して発生した地震のすべりが続発する地震の発生に強く影響を及ぼしていることが示唆される。

本研究では、強震記録を使用しているが、解析には数秒以上のやや長周期の波形を用いており、強震動の生成原因を検討するためにはより短周期までの解析結果が望まれる。しかし、既に予備的なトモグラフィ解析などから(例えば、東京大学地震研究所・地震予知連資料)震源域で速度構造が大きく変化していることが示唆されており、これらを考慮したグリーン関数を用いて震源インバージョンを行うことが必要になる。