

強震波形から推定した 2004 年新潟県中越地震の震源過程

Source Process of the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake Estimated from the Waveform Inversion of Strong Motion Records

浅野 公之[1]; 岩田 知孝[1]

Kimiyuki Asano[1]; Tomotaka Iwata[1]

[1] 京大・防災研

[1] DPRI, Kyoto Univ.

1. はじめに

2004 年 10 月 23 日 17 時 56 分に発生した 2004 年新潟県中越地震では、震源域周辺の強震観測点で大きな加速度、速度が観測された(青井・他, 2004)。このような強震動が生成された過程を詳細に分析し、強震動生成の物理に関する知見を蓄積するためには、実際に観測された強震記録を用いた震源や地盤構造などのモデル化が必要である。本研究では、その第一歩として、強震記録を用いた波形インバージョン解析により、2004 年新潟県中越地震の震源過程を推定した。

2. 解析手法

予備的な解析から、対象地域では複雑な地下構造をなしており、全観測点に共通な 1 次元水平成層構造モデルを与えることでは、適切なグリーン関数を評価できないことが分かった。そのため、インバージョン解析に先立って、余震(2004/11/1 04:35, Mj5.0)の波形記録を用い、強震観測点ごとに地下構造モデルを推定することにより、グリーン関数の精度向上を試みた。具体的には、Ji et al. (2000)によって提案されている評価式を目標関数とし、遺伝的アルゴリズムによって各層の層厚を推定した。グリーン関数の計算には、離散化波数積分法(Bouchon, 1981)及び透過反射係数行列法(Kennett and Kerry, 1979)を用いた。震源インバージョン解析は、Sekiguchi et al. (2000)によるマルチタイムウィンドウを用いた線形波形インバージョン法によって実施した。データは、加速度記録を速度記録に積分し、0.1-1.0Hz の帯域通過フィルターを適用したものの S 波到達 1 秒前から 12 秒間を使用した。観測点は震源域周辺の K-NET 及び KiK-net の 16 観測点を使用した。断層面は、F-net のメカニズム解及び余震分布を参照し、走向 212 度、傾斜角 47 度、長さ 30km、幅 20km を仮定し、これを 2km×2km の小断層で分割した。破壊開始点は、気象庁一元化震源カタログによる震源位置に固定した。各小断層でのすべりは、ライズタイム 1.0 秒の smoothed ramp function を 0.5 秒間隔に 6 個並べることで表現している。また、時空間の平滑化を行うとともに、すべり角は 90 度±45 度に拘束した。平滑化の適切な強さは ABIC によって判断している(Sekiguchi et al., 2000)。

3. 結果

インバージョンによって推定された最終すべり分布から、破壊は破壊開始点から浅い方向に向かって広がったことがわかる。大きなすべりは破壊開始点近傍に集中しており、その他の領域でのすべりは大きくはないという結果が得られた。地震モーメントは 1.24×10^{19} Nm (Mw6.7)、最大すべり量は 3.8m となった。各観測点での合成波形による観測波形の再現性は、概ね良好である。なお、第 1 タイムウィンドウの破壊をトリガーする同心円の最適な伝播速度は 1.9km/s (震源域の S 波速度の 55%)と推定された。このことから、破壊伝播速度が平均的な内陸地殻内地震のそれに比べ遅く、破壊がスムーズに進展しなかったことがいえる。また、Ripperger and Mai (2004)の方法を用いて、最終すべり分布から静的応力変化を計算したところ、すべりの大きい領域での応力降下量は 30MPa 程度とやや大きい値が得られた。これらから、短周期の強震動が震源から強く励起された可能性が考えられ、より短周期の成分を含む広帯域の解析が、2004 年新潟県中越地震の強震動生成過程を把握する上で必要であることが分かった。今後、地下構造のモデル化についても、例えば、多くの余震記録から得られる R/V レシーバー関数を用いるなど(例えば、宮腰・他, 2002)により、より信頼性の高い地下構造モデルを構築する必要があると考えている。

謝辞: 本研究の実施にあたり、独立行政法人防災科学技術研究所の K-NET 及び KiK-net の強震記録、F-net のモーメントテンソル解、気象庁の一元化震源カタログを使用しました。貴重な観測網の維持に関わられる皆様の不断の努力に感謝いたします。