

7-9 2007年能登半島地震の破壊過程(第一報)

Source Process of the 2007 Noto Hanto earthquake (quick report)

産業技術総合研究所

Geological Survey of Japan, AIST

本報告では、2007年3月25日午前9時42分頃に能登半島で発生した能登半島地震の破壊過程を、強震記録を用いて推定した結果を報告する。

データ

(独) 防災科学技術研究所の K-NET 及び KiK-net で収録された強震記録を使用した。観測点分布を図1に示す。現時点では、能登半島地震の震源域の地下構造に関する情報は多くはない。そこで、速度構造が実際のものとはずれていることによる影響を小さくするため、震央距離が小さい(40 km 以下)観測点のみを使用した。

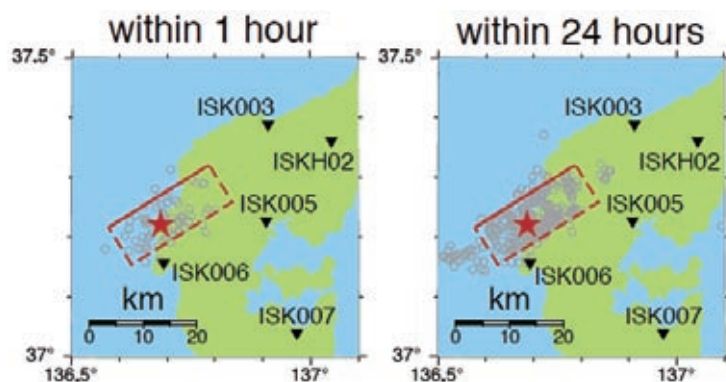
加速度の原記録に 0.1-1 Hz のバンドパスフィルターを通した後、数値積分を2度行い、変位波形としたものをデータとして使用した。

方法

理論波形は、水平成層構造を仮定し、reflectivity法(Takeo, 1985)により合成した。波形解析には、Yoshida and Koketsu (1990)で提唱された手法と同様に、断層をいくつかの小断層に分割し、各小断層ごとのすべり量と破壊開始時刻を同時に求める非線形波形インバージョン法を使用した。

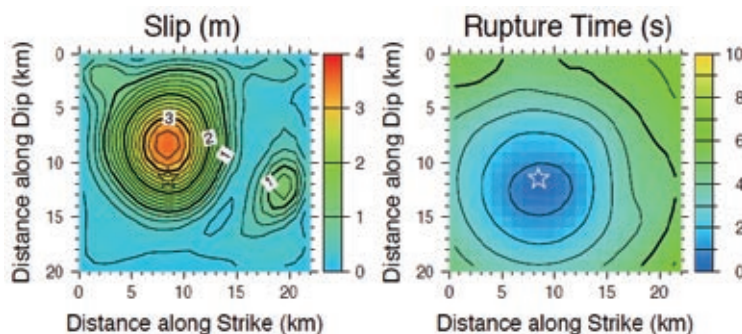
仮定した断層モデルと速度構造

気象庁の一元化震源による震源パラメータを、破壊開始点として仮



第1図 破壊過程の推定に使用した観測点の位置(▼)、仮定した断層の位置を矩形で示す。但し、上縁のみ実線で表記。能登半島地震の本震の震央(★)と余震の震央(灰色の○)も併せて示す。左の図は本震発生後1時間以内、右の図は24時間以内に発生した余震(M \geq 2.5)を表示。時間が経つと、断層の走向方向に余震域が拡大したことが読み取れる。

Fig.1 Maps showing aftershock distribution within one hour (left) and 24 hours (right). The inverted triangles are for stations used in inversion analysis for a fault model.



第2図 (左)すべり量分布。コンター間隔は0.2 mで、1 mごとに線が太い。(右)破壊開始時刻の分布。コンター間隔は1秒。いずれの図も、星印は破壊開始点を示す。

Fig.2 A fault model derived from inversion analysis of strong motion data. The distributions of slip amount and rupture time are shown in left and right panel, respectively.

定した。深さは約 11km である。本震発生後 1 時間以内の余震分布（第 1 図左）を参考に、断層の長さを 22 km，幅を 20 km とした。発震機構は，USGS のモーメントテンソル解を元に，余震分布と傾斜方向が調和的な節面を採用した。走向，傾斜角，すべり角の値はそれぞれ 58°，60°，117° である。小断層の大きさは 1 km × 1 km とした。

理論波形を合成する際に仮定した速度構造は，京都大学防災研究所地震予知研究センターの北陸地震観測所において，微小地震の震源決定に使用している P 波速度構造を元にしてしている。S 波速度は，P 波速度と S 波速度との比が 1.73 であるとして計算した。

解析結果

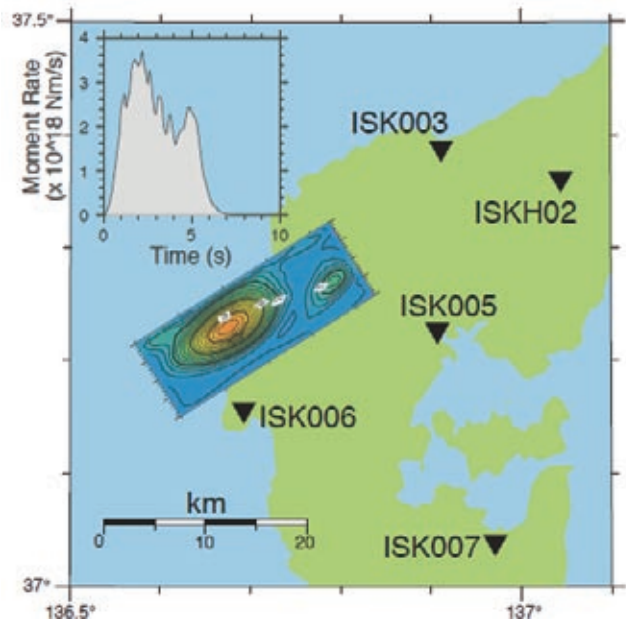
得られたすべり量分布及び破壊開始時刻の分布を第 2 図に示す。図に星印で示した破壊開始点の直上に，大きなすべりがある領域（アスペリティ）があり，浅い方に広がっている。また，破壊開始点の北東側に，すべり量，空間的な広がりともに小さいアスペリティが推定された。

最大すべり量は 3.6 m 近くで，地震モーメントは 1.3×10^{19} Nm (Mw6.7) であった。得られた地震モーメントの値は，USGS の 9.1×10^{18} Nm よりは大きい，Global CMT で得られた値 (1.4×10^{19} Nm) とは調和的である。

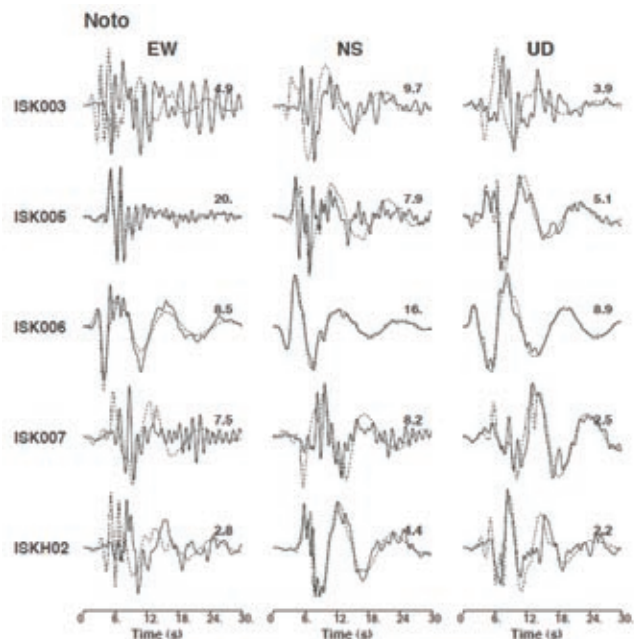
地震モーメントや最大すべり量が大きく得られているのは，今回仮定した速度構造が最上層でも S 波速度が 3 km/s を超える，岩盤が露出したような構造になっている影響も考えられる。

本報告で得られたすべり分布を地図上に表示したものを第 3 図に示す。主要なアスペリティは海に，小さい方のアスペリティは輪島市門前町の南東付近に位置する。また，陸側にあたる浅部では，大きなすべりが生じておらず，地表調査で地震断層による顕著な変状が見つからないことと調和的である。

同じ図のモーメント解放率の時刻歴を見ると，破壊は 7 秒ほどで終了していることがわかる。モーメント解放の最初で最大のピークは 2 秒付近に見られる。5



第 3 図 本報告で得られたすべり分布を地図上に重ねたもの。左上はモーメント解放率の時刻歴。
Fig.3 The derived slip distribution imposed on a geographic map. The derived moment rate function is also shown at upper left.



第 4 図 観測波形（実線）と合成波形（破線）との比較。数字は最大振幅（単位は cm）を表す。
Fig.4 Comparison of observed waveforms (solid curves) and synthetic ones (dashed curves).

秒付近で再度ピークが見られるのは、小さい方のアスペリティの破壊に伴うピークである。

観測された波形と合成波形との比較を第4図に示す。震源断層近傍で振幅が大きく、かつ堆積層が薄いと考えられる ISK006 では総じて波形の合いは良い。他の観測点においては、南北成分は合っているが、東西成分では不一致が目立つ。特に、ISK003 と ISK007 においては、観測波形に見られる高周波成分を再現できていない。これらの波形の特徴は、堆積層内での多重反射などの堆積層による影響であると考えられる。同地域の地質構造を考慮しつつ、余震記録などを使って速度構造を検討することが今後の課題の1つである。

(堀川晴央)

謝 辞：強震記録は同研究所の K-NET 及び KiK-net によるものを使用した。震源データは気象庁一元化データを使用した。図は GMT (Generic Mapping Tools: Wessel and Smith, 1995) を使用した。以上、記して感謝いたします。