

1. はじめに

経験的グリーン関数を用いた波形インバージョンにより 2004 年新潟県中越地震 (Mj6.8) の破壊過程を推定した。対象周期は 1-5 秒とした。

2. インバージョンの方法

グリーン関数としては、メカニズム解 (www.fnet.bosai.go.jp) の本震との類似性を考慮し、2004 年 10 月 24 日 9:28 に発生した余震 (Mj4.8) の記録を用いることとした。余震の記録が早い段階で公開された K-NET の 34 地点から、表層地盤の非線形挙動の影響が懸念された NIG019 (小千谷) と余震記録の S/N 比が十分でなかった FKS030, GIF007, ISK001, ISK004, ISK005, ISK007, ISK008 を除外し、残りの 26 地点における EW 成分と NS 成分の速度波形、計 52 成分をインバージョンのターゲットとした。これらの観測点を図-1 に示す。インバージョンには本震波形の S 波を含む 10 秒間を用いた。インバージョンで仮定した断層面の位置を図-1 に示す。この断層面は、気象庁の震源 (北緯 37.288 °, 東経 138.870 °, 深さ 13km) を含むように設定し、走向は 212 °, 傾斜は 50 °, 長さ 40km, 幅 20km とした。この領域がすべて滑ったと考えているわけではなく、取りこぼしがないように少し大きめに設定している。

インバージョンは Hartzell and Heaton (1983) の方法に基づいている。40km x 20km の断層を 40 x 20 の小断層に分割し、それぞれの小断層では破壊フロント通過後の 3.0 秒間に 6 回のすべりが許されるものとした。各々のすべりによるモーメント解放量が余震モーメントの何倍であるかを未知数としてインバージョンを行う。破壊フロントは気象庁の震源から同心円状

に速度 1.8km/s で広がるものとした。基盤の S 波速度は 3.5km/s とした。インバージョンには非負の最小自乗解を求めるためのサブルーチン (Lowson and Hanson, 1974) を用いた。また、すべりの時空間分布を滑らかにするための拘束条件を設けた。観測波と合成波を比較する際には記録のヘッドに記載された絶対時刻の情報を用いている。

表-1 本震と余震のパラメタ

	発生日時*	北緯*	東経*	深さ*	Mj*	走向**	傾斜**	滑り角**	Mw**
				(km)		(°)	(°)	(°)	
本震	2004/10/23 17:56:0.3	37.288	138.870	13.0	6.8	212	47	93	6.6
余震	2004/10/24 09:28:4.0	37.213	138.895	12.0	4.8	210	53	95	4.6

(出典)*は気象庁,**はF-NET(www.fnet.bosai.go.jp)による

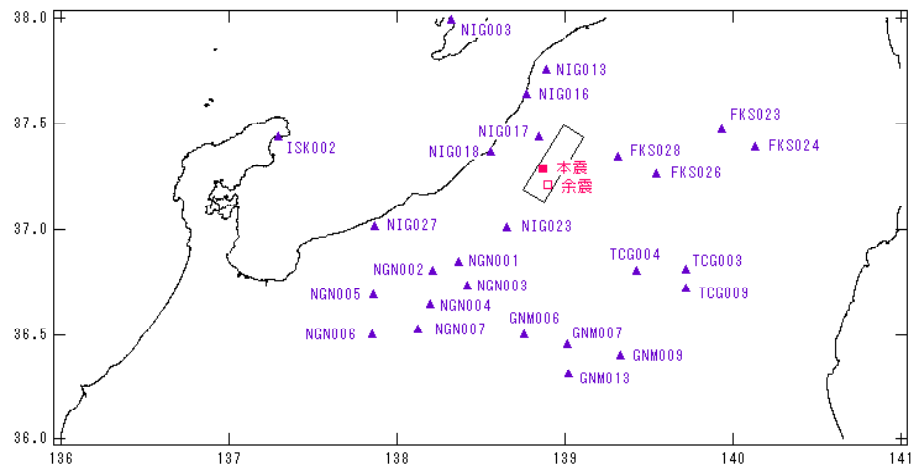


図-1 インバージョンに用いた観測点と仮定した断層面

3. インバージョンの結果と考察

図-2 にインバージョンの結果として得られた最終すべり量の分布を示す。同図に示すように、破壊開始点 (気象庁の震源) から、破壊はやや南寄りの上方向かって進展したと推定され、その進展した先に一個のアスぺリティを有する震源モデルが得られた。ここでのインバージョンでは、直接には各々の小断層におけるモーメント解放量の余震モーメントに対する比が明らかになるだけであるが、余震のモーメントとして F-NET (www.fnet.bosai.go.jp) の値 (Mw=4.6) を仮定することにより図-2 の最終滑り量分布を求めた。なお、図-2 の最終滑り量分布に対応するモーメントマグニチュードは Mw=7.0 とやや大きめであり、この点については今後さらに検討を要する。

インバージョンに用いた観測点における観測波と合成波の比較を図-3 に示す。ハッチングをした部分がインバージョンに用いた部分である。観測波と合成波の一致はある程度満足のものである。インバージョンに用いなかった後続位相についてもある程度再現されているが、これは、盆地生成表面波の生成を含むサイト特性が、本震と余震との間で共有されているためであると解釈することができる。インバージョンに用いなかった観測点での観測波と合成波の比較を図-4 に示すが、これらの地点でも波形の再現性は比較的良好である。ただし震源近傍のNIG017（長岡）などでは波形の再現性が十分でないため、本モデルの震源近傍への適用性については今後さらに検討を要する。

謝辞

本解析では防災科学技術研究所の K-NET, KIK-NET および F-NET のデータを使用しました。記して謝意を表します。

参考文献

Hartzell, S.H. and Heaton, T.H.(1983): Inversion of Strong Ground Motion and Telesismic Waveform Data for the Fault Rupture History of the 1979 Imperial Valley, California, Earthquake, Bull. Seism. Soc. Am., Vol.73, pp.1553-1583.

Lowson, C.L. and Hanson, R.J.(1974): Solving Least Squares Problems, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

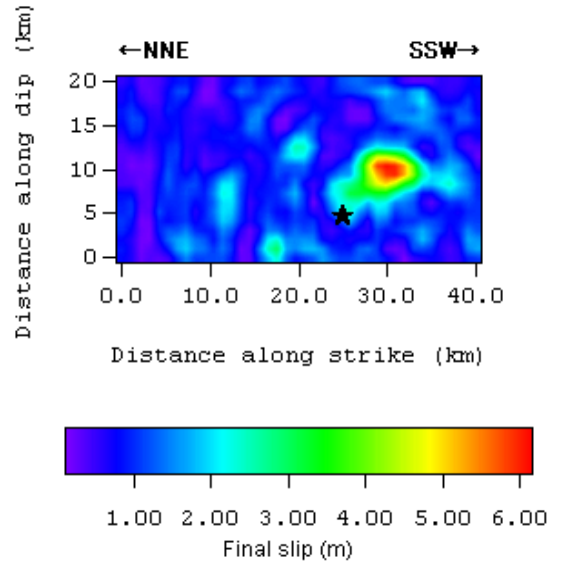


図-2 インバージョンの結果として得られた最終すべり量の分布（★は気象庁の震源）

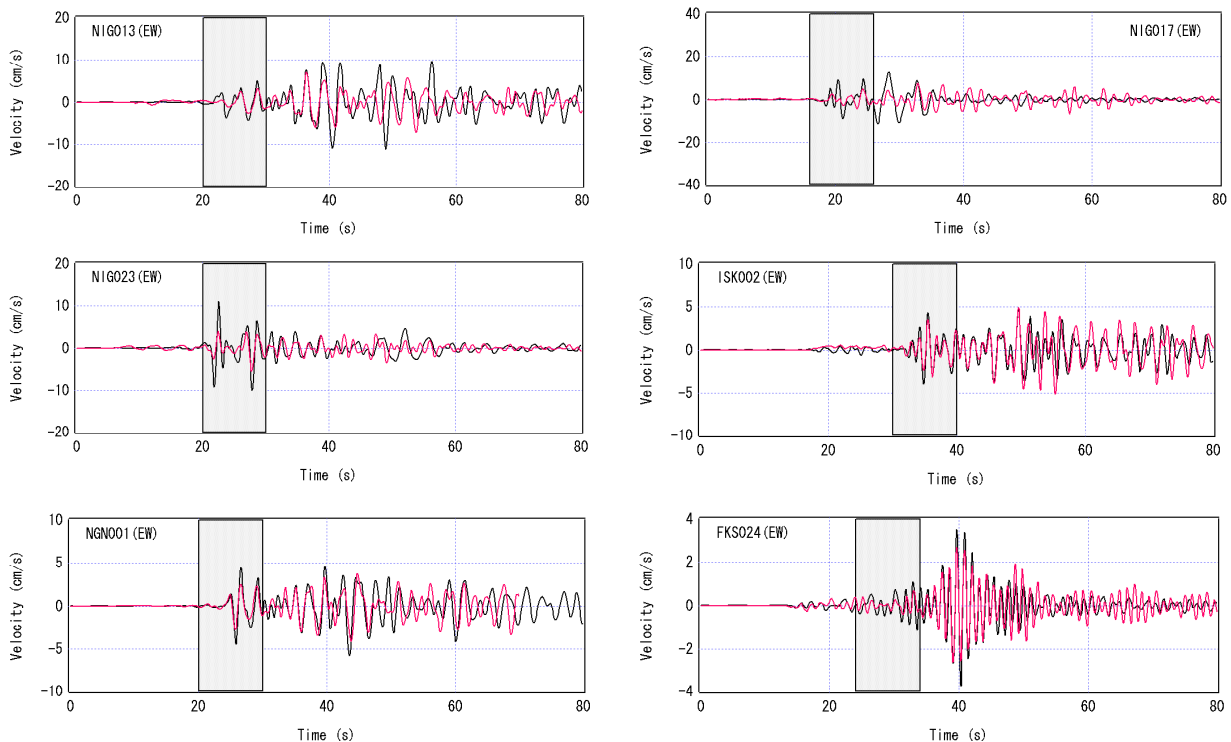


図-3 インバージョンに用いた観測点での波形の再現性（新潟県の巻，長岡，津南，石川県の正院，長野県の飯山，福島県の中野）（赤は合成波）

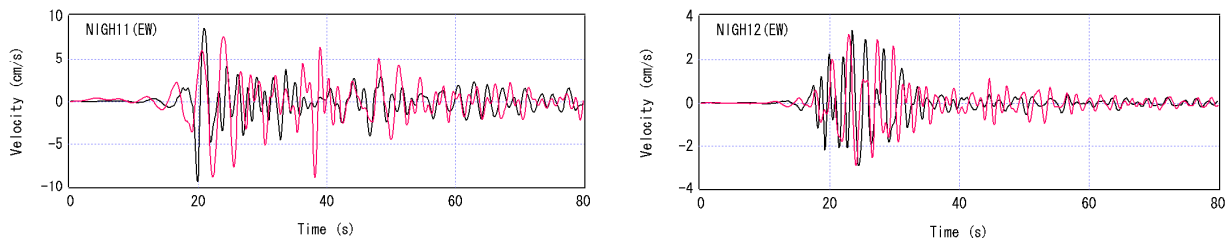


図-4 インバージョンに用いなかった観測点での波形の再現性（新潟県の川西と湯之谷）（赤は合成波）