

経験的グリーン関数法を用いた 2000 年鳥取県西部地震の 震源のモデル化と強震動シミュレーション

飛鳥建設 正会員 池田 隆明 京都大学 釜江 克宏

飛鳥建設 正会員 三輪 滋 京都大学 入倉孝次郎

1. はじめに

2000 年 10 月 6 日に発生した鳥取県西部地震では、本震及び余震での地震動波形が防災科学技術研究所の K-net¹⁾と KiK-net²⁾によって得られた。ここでは、経験的グリーン関数法³⁾⁴⁾を用いたフォワードモデリングにより、震源のモデル化と断層近傍の強震動シミュレーションを行った。

2. 断層のモデル化

震源モデルについては、関口・岩田⁵⁾、堀川⁶⁾、井出⁷⁾、Yagi and Kikuchi⁸⁾により既に発表されている。本検討ではこれらのモデルのうち、関口・岩田のモデルを初期モデルとして用い、すべり量の大きい震源の南側と上方の 2 カ所にアスペリティを設定し、各アスペリティをサブイベントと考えた多重震源として取り扱った。図-1 に震源モデルを表-1 に観測記録との一致度から設定した震源パラメータを示す。アスペリティの面積は南側が 49km²、上方が 35km²の合計 84km²である。菊池・山中の Mo(=9.6 × 10²² dyne・cm)⁹⁾から Somerville et al.¹⁰⁾の経験式を用いてアスペリティの面積を推定すると 105km² となり、設定モデルは少し小さめであるものの、ほぼ経験式に従った大きさと考えられる。評価されたアスペリティの応力降下量はともに 160bar となり、Somerville et al の経験式から計算される応力降下量(100bar 程度)に比較してやや大きめである。

3. 波形合成条件

波形合成は、震源から半径 70km 以内の観測地点を対象とした。図-2 に震源断層と検討対象地点を示す。KiK-net については、地中での地震動記録を対象とした。波形合成では二つのアスペリティのみから強震動が生成されると仮定し、各アスペリティは震源に最も近い部分から放射状に破壊伝播するとした。また震源から各アスペリティの破壊開始地点までの距離に応じて破壊開始時間の差を考慮した。

経験的グリーン関数に用いた余震は、Mj3.9(余震-1)と Mj4.2(余震-2)の二つである(表-2)。地震モーメントは防災科学技術研究所の FREESIA Project¹¹⁾による結果を使用した。応力降下量はコーナー周波数を断層ごく近傍の SMNH01(余震-1)および TTRH02(余震-2)の地中の記録から求めた震源変位スペクトルから読みとり Brune の式¹²⁾によ

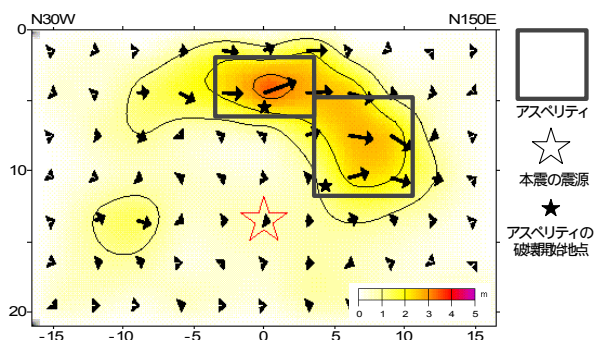


図-1 検討に用いた震源モデル
(関口・岩田のすべり分布⁵⁾を加筆・修正)

表-1 震源パラメータ

	設定値	
発生日時	2000/10/6 13:30 頃	
M _{JMA}	7.3	
走 向 ⁵⁾	150deg.	
傾 斜 ⁵⁾	90deg.	
すべり角 ⁵⁾	0deg.	
地震モーメント ⁹⁾	9.6 × 10 ²⁵ dyne・cm	
破壊領域面積	468km ²	
	南側アスベリティ	上側アスベリティ
面 積	49km ²	35km ²
上端深さ	4.2km	2.1km
地震モーメント	2.72 × 10 ²⁵ dyne・cm	1.52 × 10 ²⁵ dyne・cm
応力降下量	160bar	160bar
破壊伝播速度	2.8km/s	2.0km/s

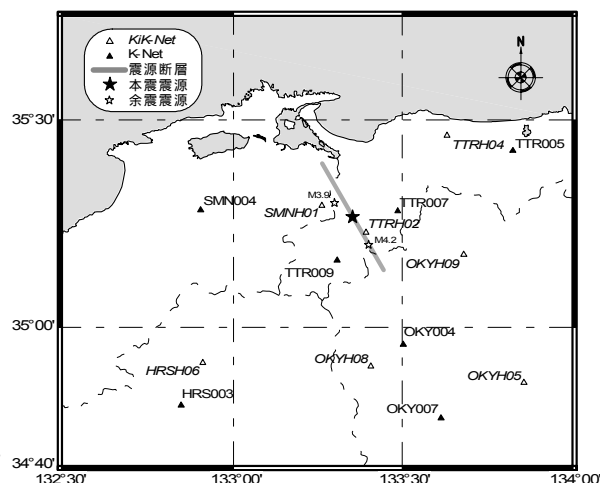


図-2 震源断層と検討対象地点

表-2 余震の震源パラメータ

余震	発生日時	震源	震源深さ	M _{JMA}	地震モーメント ¹²⁾	応力降下量
1	2000/10/7 6:22 頃	35.3N 133.3E	12km	3.9	5.44 × 10 ²¹ dyne・cm	32bar
2	2000/10/17 22:17 頃	35.2N 133.4E	12km	4.2	2.84 × 10 ²² dyne・cm	23bar

震源モデル、経験的グリーン関数法、強震動、アスペリティ、シミュレーション、断層近傍

千葉県東葛飾郡関宿町木間ヶ瀬 5472 Phone 0471-98-7553 Fax 0471-98-7586 e-mail takaaki_ikeda@tobishima.co.jp

り評価した．応力降下量の比は二つのアスペリティともに，余震-1 が 5，余震-2 が 7 とした．余震記録はフィルター処理を施し無効な長周期成分を除去した．地震規模に依存するとした高周波遮断周波数を経験式¹³⁾より求め補正した．また，震源放射特性の違いはここでは符号のみを考慮した．

4．波形合成結果

検討地点のうち，図-3 に断層近傍の SMNH01，TTRH02，TTR007，TTR009 の合成結果を観測記録と比較して示す．TTRH02 のみ余震-2 を用い，それ以外は余震-1 を用いている．震源のごく近傍の SMNH01 および TTRH02 では速度波形の一致度は大変高く，特に断層破壊の指向性効果によるパルス状の波形が良く再現できている．振幅の最大値については多少の差異が見られる地点はあるものの概ね一致しているが，最大値に大きく寄与する応力降下量については，二つのアスペリティは同じとしているなど，設定精度については十分でないため，今後さらに検討を進めていく必要がある．震源から少し離れた TTR007 と TTR009 については，加速度および速度波形の継続時間や包絡形状の一致度は高い．

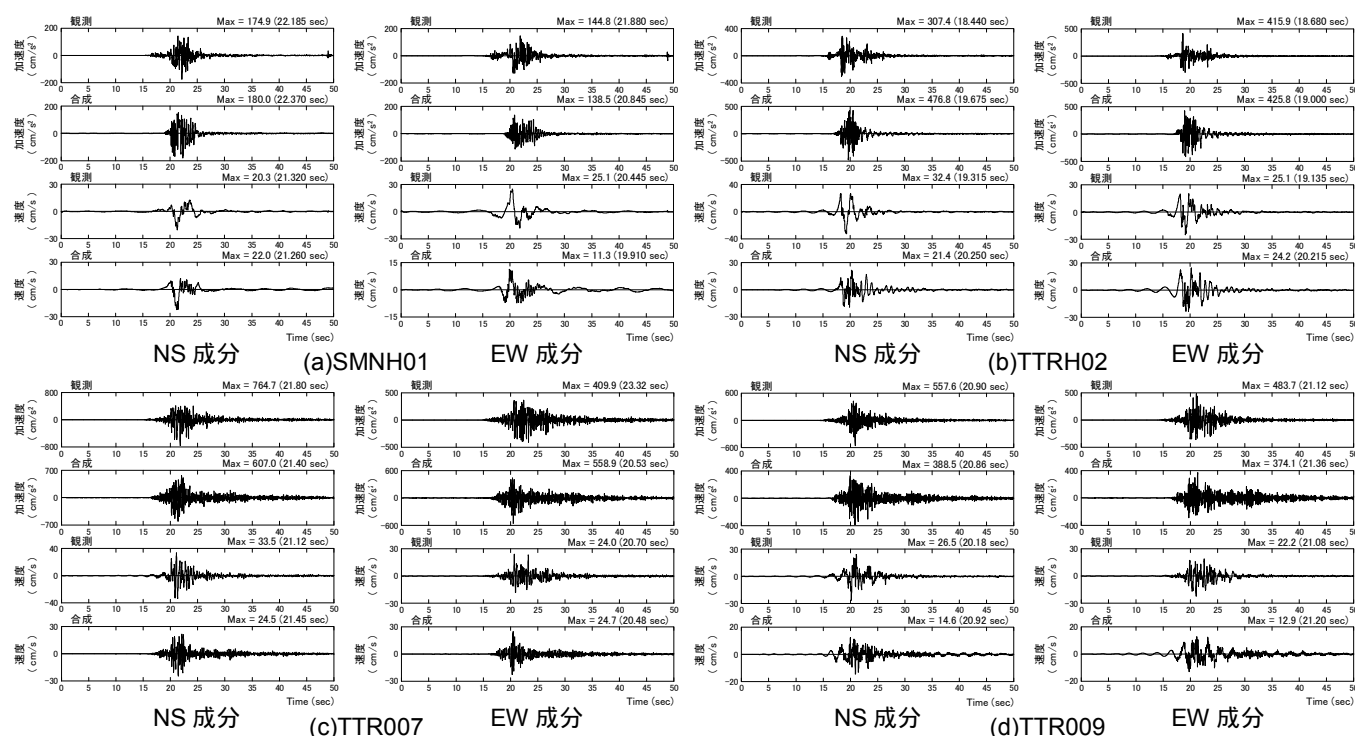


図-3 観測波形と合成波形との比較

5．まとめ

鳥取県西部地震の震源近傍を含めた観測記録は震源の南側と上方の二つのサブイベントからの強震動によって説明できることがわかった．また，アスペリティの大きさは，Somerville et al.による経験的特性化によってほぼ説明できると考えられた．今後，アスペリティ以外の背景領域の影響，震源放射特性の影響， f_{max} の定量化などについての検討を行うとともに，得られたモデルに基づき，震源近傍域での強震動をハイブリッド法によって評価する予定である．

謝辞：本検討では防災科学技術研究所の K-net，KiK-net の記録を使用させていただきました．

参考文献：1) 防災科学技術研究所：強震観測網，<http://www.k-net.bosai.go.jp/>，2) 防災科学技術研究所：基盤地震観測網，<http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>，3) Irikura, K.: Prediction of strong acceleration motion using empirical Green's function, Proceedings. 7th Japan Earthquake Symposium, pp.151-156, 1986., 4) 釜江宏克, 入倉孝次郎: 1995 年兵庫県南部地震の断層モデルと震源近傍における強震動シミュレーション, 日本建築学会構造系論文集, 第 500 号, pp.29-36, 1997. 5) 関口春子, 岩田知孝: K-net, KiK-net 地震記録を用いた断層破壊過程の推定, <http://sms.dpri.kyoto-u.ac.jp/iwata/trr.source.html>, 6) 堀川晴央: 2000 年鳥取県西部地震の断層モデル, <http://www.aist.go.jp/~horikawa/2000Tottori/source.html>, 7) 井出 哲: 鳥取県西部地震の近地地震波による解析, <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ide/TTR/trr1.html>, 8) Yagi, Y. and Kikuchi, M.: Source Rupture Process of the Tottori-ken Seibu earthquake of Oct. 6, 2000, <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/yuji/tottori/>, 9) 菊池正幸, 山中佳子: 遠地実体波解析, 10月6日鳥取県西部の地震(M7.3), EIC 地震学ノート, No.93s, 2000.10.6, http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/EIC/EIC_News/001006.html, 10) Somerville, P. G., Irikura, K., R. Graves, Sawada, S., Wald, D. J., N. Abrahamson, Iwasaki, Y., Kagawa, T., N. Smith and A. Kowada: Characterizing crustal earthquake slip models for the prediction of strong ground motion, Seismological Research Letters, 70, pp.59-80, 1999., 11) Brune, J. N.: Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes, J. Geophys. Res., Vol.75, pp.4997-5009, 1970., 12) 防災科学技術研究所：地震素過程と地球内部構造の解明に関する総合研究(FREESIA Project), <http://argent.geo.bosai.go.jp/freesia/index-j.html>, 13) Faccioli, Ezio: A study of strong motions from Italy and Yugoslavia in terms of gross source properties, Geophys. Monograph, 37, Maurice Ewing, AGU, 6, pp.297-309, 1986.