

海溝型地震を対象とした震源過程のインバージョンについて

岐阜大学 正会員○久世益充・杉戸真太・能島暢呂 岐阜大学大学院 坪田琢也

1. はじめに

2001年の中央防災会議¹⁾による東海地震の想定震源域の見直しを契機に、東海地域に大被害を及ぼすと予想される東海、東南海地震といった海溝型地震に対する防災意識が高まってきている。地震被害の軽減を目指すには、こうした想定地震に対する震度予測や被害想定結果に基づく事前の耐震化対策が重要である。一方、地震発生直後に的確に初動体制が確立されれば、被害拡大を大きく軽減すると思われる。このためには、発生直後に得られる限られた情報から震源過程を推定し、それに基づく詳細な震度分布を早い段階で知ることが重要である。本研究では、想定東海地震が発生した場合を仮定し、各地の強震記録より算出される加速度パワーの時刻歴を用いた震源過程のインバージョン法⁵⁾の適用性について、シミュレーション波形を用いて検討した。震源過程のインバージョンについては、文献2~4の先駆的な研究があるが、本研究では、加速度パワーの時刻歴特性の再現性に着目したインバージョンを試みた。

2. 震源過程推定法の概要⁵⁾

震源過程推定法の概略を図1に示す。図に示すように、ここでは震源位置（緯度・経度・深さ）、断層位置（長さ・幅・走向・傾斜角）は予め与えられているとして推定を行う。STEP Iでは、震源位置、マグニチュード M 、断層位置と各地点の観測記録を用いて、著者ら⁶⁾の手法により地震モーメント M_0 、断層の破壊伝播速度 v_r を推定する。なお、この段階では断層面上のパワー放出は一律と仮定している。次にSTEP IIでは、与えられた断層パラメータにより算出した加速度パワーの時刻歴を用いてインバージョンを行い、アスペリティと等価なパラメータ

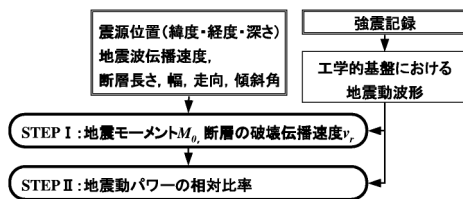


図1 震源過程推定法の概要

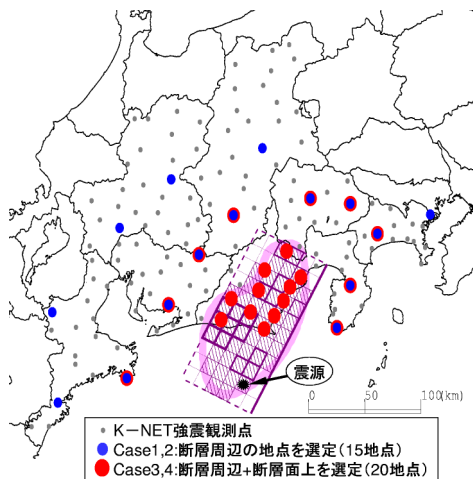


図2 想定震源域周辺のK-NET観測点と選定地点

である断層面上の地震動パワーの相対比率を推定する。地震動パワーの相対比率は、断層を同じ面積の小断層に分割した場合、各小断層の地震モーメントのほぼ0.4乗に比例することが明らかになっている⁷⁾。

3. 想定東海地震を対象とした震源過程推定結果

想定東海地震の断層モデルと解析に使用した地点を図2に示す。ここでは、想定震源域周辺のK-NET観測点⁸⁾で記録が得られた場合を想定し、地震動予測法EMPR⁷⁾により算出した工学的基盤面上の地震動波形を用いることとした。

想定東海地震の断層パラメータを表1に示す。断層パラメータは中央防災会議発表のデータを基に設定した。インバージョンについては、断層パラメータの違いや解析に用いる地点選定条件が推定結果に与える影響を見るため、表2に示す想定東海地震と同じ地震モーメント M_0 、断層の破壊伝播速度 v_r を与えた場合(Case1,3)、図1の手順に従って推定した M_0 、 v_r を与えた場合(Case2,4)の計4ケースで解析を行った。

表2の解析条件で推定したアスペリティ分布を図3に示す。(a)と比較して、想定東海地震と同じ M_0 、 v_r を与えた(b),(d)は“なすび型”の想定震源域をおおまかに推定できていることを確認できたが、アスペリティの大きな領域を捉えることができなかった。次に、推定した M_0 、 v_r を用いた(c),(e)では(a)と異なる分布形状となり、想定東海地震の震源域を推定できなかった。対象とした想定東海地震の震源域が非常に大きなことから、個々の小断層からの地震動パワーの寄与率を的確に推定することが難しいと思われる。また、表2に示した M_0 、 v_r の推定結果を見ると、Case2,4では v_r が想定東海地震と異なることから、 v_r を適切に与えられなかったことも一因と思われる。

表1 想定東海地震の断層パラメータ

震源位置	緯度	34° 12' 10"
	経度	137° 56' 20"
断層	長さ L (km)	145*
	幅 W (km)	70*
	面積 (km ²)	7536**
	走向 θ (度)	207.0
	傾斜角 δ (度)	16.4
地震モーメント M_0 (dyne · cm)	1.10 × 10 ²⁸	
モーメントマグニチュード M_W	7.96	
破壊伝播速度 v_r (km/sec)	2.70	
地震波伝播速度 v_{prop} (km/sec)	3.82	

* 断層の長さとは幅は、想定断層面を包含する長方形で表した値を示す。

** 断層面積は破壊部分の面積を示す。

表2 解析条件

(a) 断層周辺の15地点を選定(図2, ●の地点)

	Case1	Case2
地震モーメント M_0 (dyne · cm)	1.10 × 10 ²⁸	0.97 × 10 ²⁸
破壊伝播速度 v_r (km/sec)	2.70	2.91

(b) 断層周辺及び断層面上の20地点を選定(図2, ●の地点)

	Case3	Case4
地震モーメント M_0 (dyne · cm)	1.10 × 10 ²⁸	1.01 × 10 ²⁸
破壊伝播速度 v_r (km/sec)	2.70	3.25

キーワード：海溝型地震、インバージョン、アスペリティ、加速度パワーの時刻歴

連絡先：〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 TEL：058-293-2427

図4に、Case1,2の加速度パワーの時刻歴を示す。比較のため、想定東海地震と同じ M_0, v_r を与え、震源域を包含する長方形で表した断層面上でアスペリティを一定として算出した加速度パワーの時刻歴を図4(a)に示す。図3に示したように、インバージョン結果は想定東海地震のアスペリティ分布を再現できなかったが、加速度パワーの時刻歴で見ると想定東海地震の波形(赤線)を再現できていることが確認できた。Case3,4についても同様の結果が得られた。

4 ケースの推定結果を用いて、想定震源域周辺の K-NET 観測点 (136 地点) を対象に工学的基盤面上の計測震度を算出した結果を図5に示す。愛知、岐阜、三重、長野では想定東海地震の計測震度をほぼ再現できていることがわかる。一方、断層面上や断層の破壊伝播方向の山梨、静岡、神奈川では、他県と比べ誤差が大きい、0.5 程度以内の誤差で計測震度を再現できていることを確認できた。

4. おわりに

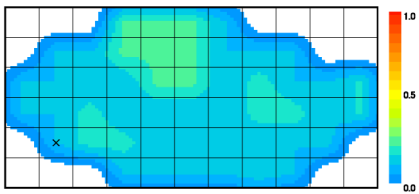
本研究では、著者らによる加速度パワーの時刻歴を用いた震源過程推定法⁵⁾を想定東海地震に適用した。地点選定条件や地震モーメント M_0 、断層の破壊伝播速度 v_r の異なる4ケースで解析を行った結果、断層面が非常に大きな場合にはアスペリティ分布を正しく推定することが難しいことが示された。ただ

し、大まかに推定されたアスペリティ分布に基づき算定した地震動加速度パワーの時刻歴や各地の計測震度といった指標についてはある程度のレベルで再現できていることが確認できた。

今後、地点選定条件や M_0, v_r の与え方によるインバージョン結果の推定精度について考察し、アスペリティ分布をよりの確に推定するための解析条件を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 中央防災会議：東海地震に関する専門調査会, <http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/tokai/index.html>
- 2) Hartzell, S.H. and Heaton, T.H.: Inversion of Strong Ground Motion and Teleseismic Waveform Data for the Fault Rupture History of the 1979 Imperial Valley, California Earthquake, Bull. Seismol. Soc. Am., 83, pp.1095-1114, 1983.
- 3) Kakehi, Y. and Irikura, K.: Estimation of High-Frequency Wave Radiation on the Fault Plate by the Envelope Inversion of Acceleration Seismograms, Geophys. J. Int. 125, pp.892-900, 1996.
- 4) Nakahara, H., Nishimura, T., Sato, H. and Ohtake, M.: Seismogram envelope inversion for spatial distribution of high-frequency energy radiation from the earthquake fault: Application to the 1994 far east off Sanriku earthquake, Japan, Journal of Geophysical Research, Vol.103, No.B1, pp.855-867, 1998, 10.
- 5) 久世益充, 杉戸真太, 能島楊呂, 柳生健治: 強震動加速度記録を用いた1999年台湾集集地震における震源過程のインバージョン, 土木学会第26回地震工学研究発表会, pp.537-540, 2001.8.
- 6) 久世益充, 杉戸真太, 能島楊呂, 古本吉倫: 断層の破壊方向を考慮した即時広域強震動分布推定法の検討, JCOSSAR2000 論文集, pp.229-236, 2000.11.
- 7) Sugito, M., Furumoto, Y. and Sugiyama, T.: Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra, 12th World Conference on Earthquake Engineering, 2111/4/A, CD-ROM, 2001.
- 8) 防災科学技術研究所ホームページ, K-NET, <http://www.k-net.bousai.go.jp/>



(a) 想定東海地震のアスペリティ分布

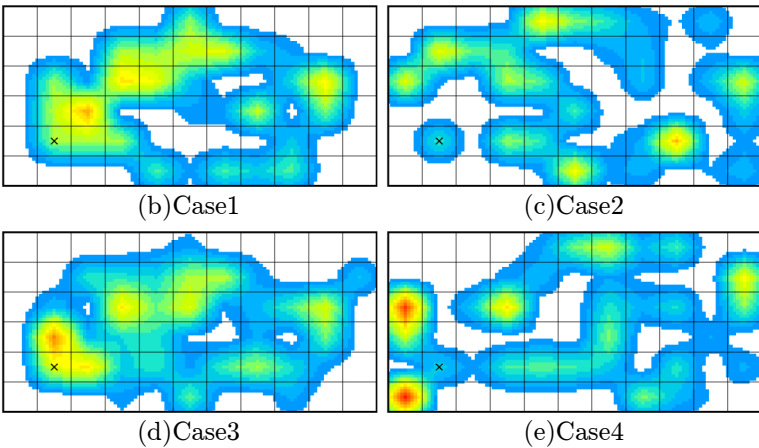
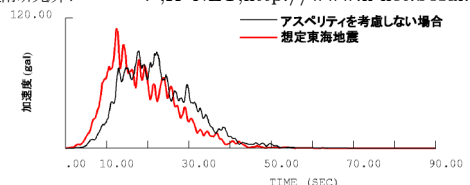
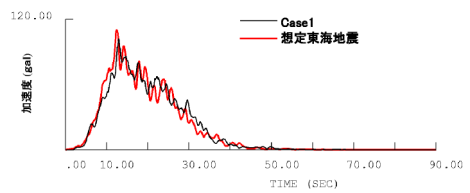


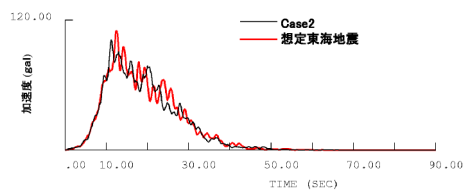
図3 アスペリティ分布の比較



(a) アスペリティを考慮しない場合



(b) Case1



(c) Case2

図4 加速度パワーの時刻歴の比較(飯田地点)

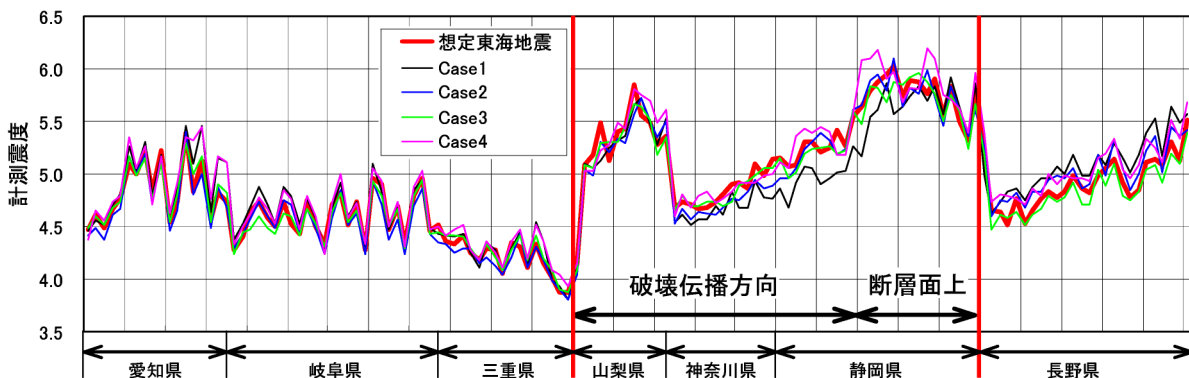


図5 計測震度の比較