

I-B 491 最大加速度記録を用いた断層位置推定法の兵庫県南部地震(1995)への適用

和歌山工業高等専門学校 正会員 ○辻原 治
 徳島大学工学部 学生員 江川 智之
 徳島大学工学部 正会員 沢田 勉

1. はじめに

地震発生後、被害の程度を早期に把握する方法の一つとして、各地域の地震動の強さを推定することが考えられる。近年、気象庁から地震発生後比較的早く各地の震度が発表されるようになったが、少数の観測点における計測値から地域全体の様子を表すには限界がある。そこで、計器の設置されていない場所の地震動の強さを推定することが必要となる。

従来、マグニチュードと点震源の情報から地域の地震動強度の分布を推定する方法がよく用いられている。この方法では、断層の広がり方が考慮されていないため、とくに震源域の地震動強度を評価しきれない。

本研究では、地震発生後に断層を線分とみなして、最大加速度記録からその両端点の経緯度を推定する方法¹⁾において、より安定し、かつ精度の高い推定値が得られるよう方法を改良し、兵庫県南部地震に適用した。

2. 断層位置の同定問題の定式化

図-1に示すように、地震断層を直線で表すことができ、 n 個の地点で最大加速度が得られているものとする。このとき、地震断層位置の同定問題は次式の最適化問題に置き換えることができる。

$$S(X) = \sum_{i=1}^n p_i \{ \log A_i(X) - \log A_i \}^2 \rightarrow \min \quad (1)$$

ここに、 X は未知変数を表し、この問題では断層端点の東経および北緯 $E_{01}, N_{01}, E_{02}, N_{02}$ である。 $A_i(X)$ は、それらの未知変数とマグニチュードおよび断層の深さの関数として距離減衰式から計算される最大加速度であり、本研究では Fukushima and Tanaka の距離減衰式²⁾を用いた。 p_i は重み係数である。また、 (E_i, N_i) 、 A_i および R_i は、それぞれ地震計設置点 i の経緯度、最大加速度記録および点 i より断層までの最短距離を表す。

ところで、図-1に示す断層線が地震発生後に発表される震央 (E_0, N_0) を通ることを考慮すると、次式が

$$N_{01} + \frac{N_0 - N_{01}}{E_0 - E_{01}}(E_{02} - E_{01}) - N_{02} = 0 \quad (2)$$

成り立つ。式(2)を条件として、式(1)を未定係数法により解くことができる。推定された未知変数、すなわち X の最確値 X^a の信頼性(分散)は次式で評価できる。

$$\sigma_{x_j^a}^2 = Q_{jj}^{-1} \sum_{i=1}^n p_i \{ \log A_i(X^a) - \log A_i \}^2 / (n-3) \quad (3)$$

ここに、 Q_{jj}^{-1} は次式で表される行列 Q における逆行列の第 i 行、第 j 列の係数を表す。

$$Q^{-1} = N^{-1} - N^{-1}C^T(CN^{-1}C^T)^{-1}CN^{-1}$$

$$C = \{ -(N_0 - N_{01})(E_0 - E_{02}) / (E_0 - E_{01})^2, (E_0 - E_{02}) / (E_0 - E_{01}), (N_0 - N_{02}) / (E_0 - E_{01}), -1 \}$$

$$N = A^T P A$$

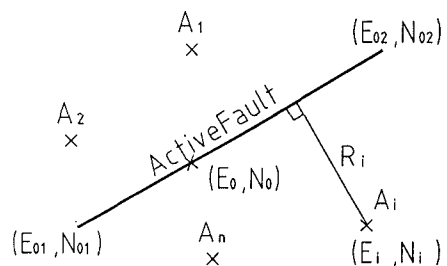


図-1 地震断層と観測点の位置関係

キーワード：断層位置、同定、距離減衰式、推定誤差、兵庫県南部地震

連絡先：〒644-0023 和歌山県御坊市名田町野島 77 TEL 0738(29)8455 FAX 0738(29)8469

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nm} \end{bmatrix}, \quad P = \begin{bmatrix} p_1 & & & 0 \\ & p_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & p_n \end{bmatrix}, \quad a_{ij} = \frac{\partial \log A_i(X)}{\partial x_j}$$

3. 兵庫県南部地震（1995）の記録への本手法の適用

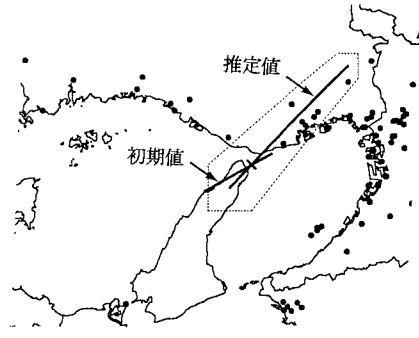
文献3）に示される最大加速度記録のうち，地表（G.L.）で得られたデータをもとに，地盤種別を考慮し断層の推定を行う。図－2に地震計配置を黒丸で示す。

震央の経緯度は東経 135.038 度，北緯 34.595 度で，マグニチュードは 7.2，震源深さは 0 km とした。以下，同定結果について述べる。

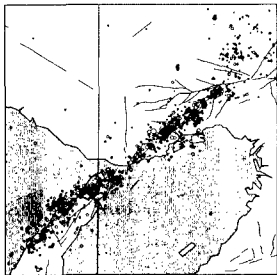
観測点の断層からの距離と推定精度について事前に検討を行ったところ，観測点の距離が遠くなるほど推定精度が悪くなるという知見が得られた。そこで，一般に断層からの距離が近いと最大加速度が大きいと考えられることから，今回の計算では最大加速度に比例した大きさの重みを付けて計算を実行した。図－3に推定された断層および断層端点の標準偏差で囲まれる領域をそれぞれ実線と点線で示す。推定された断層線は図－4に示す余震分布⁴⁾と概ね対応しているが，北東側に若干長く伸びているのはディレクティビティの影響とも考えられる。推定された断層に基づき，各観測点について断層からの距離と最大加速度の関係を距離減衰式とともに図－5に示す。距離減衰式まわりのデータのばらつきは，標準偏差で 0.250 であった。今後，合理的な重みの付け方について検討する必要がある。



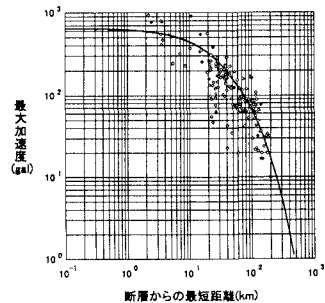
図－2 地震計の配置



図－3 推定された断層の位置と標準偏差



図－4 地震発生後 1 ヶ月間の余震分布⁴⁾



図－5 距離減衰式まわりのデータのばらつき

参考文献

- 1) 辻原 治，沢田 勉，谷口 亜希子：距離減衰式に基づく断層位置の即時推定について，第 10 回日本地震工学シンポジウム（1998）論文集，pp.3367-3372
- 2) Y. Fukushima and T. Tanaka：A New Attenuation Relation for Peak Horizontal Acceleration of Strong Earthquake Ground Motion in Japan, Bulletin of the Seismological Society of America，Vol.80, pp.757-783, 1990.
- 3) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会：阪神・淡路大震災調査報告，共通編－2，1編 地震・地震動，2編 地盤・地質，社団法人土木学会，pp.179-182, 1998
- 4) 前掲 3)の p.80.