

I-B 241 兵庫県南部地震の強震域における最大地動分布の推定

大阪市 正会員 塩見 祐二
京都大学防災研究所 正会員 佐藤 忠信

1、はじめに

震源近傍の地域における地震動を推定するため、震源断層の破壊過程や表層地盤の増幅特性を考慮した地震動の推定手法を示す。本手法を用いて兵庫県南部地震の強震域である神戸市街地の最大地動分布を推定し、観測記録や震度分布より得られる地震動をどの程度説明することができるかについて検討を加える。また求められた最大地動分布を観測記録を用いて補正することを試みる。

2、震源断層の破壊過程に基づく地震動の合成

図1に示すように震源断層を様な破壊の伝播を仮定した矩形断層とし、破壊過程を断層面上に発生する小地震の地震動 $u_{0S}(t)$ の時間的ずれ t_{ij} 、 t_{ijk} を考慮した重ね合わせで表現すると、大地震の地震動 $u_{0L}(t)$ は次式のように表すことができる。

$$u_{0L}(t) = \sum_{i=1}^{n_L} \sum_{j=1}^{n_W} u_{0S}(t - t_{ij}) + \sum_{i=1}^{n_L} \sum_{j=1}^{n_W} \sum_{k=1}^{(n_D-1)n'} \frac{1}{n'} u_{0S}(t - t_{ijk}) \quad (1)$$

小地震 $u_{0S}(t)$ には理論的に求められるGellerの震源スベクトルによるものを用いた。

式(1)をフーリエ変換すると、大地震のフーリエスペクトル $U_{0L}(\omega)$ 、大地震のパワースペクトル $P_{0L}(\omega)$ が求められ、パワースペクトルのモーメント $\lambda_m (m=1,2,3)$ の関数であるピーク係数 p を用いて地震動の最大値の期待値 $u_{\max}$ が推定できる。

$$u_{\max} = p\sqrt{\lambda_0} \quad (2)$$

また基盤岩の内部減衰を表す Q 値には、S波の後に続くコーダ部分の減衰 Q_c 値を用いた。

3、表層地盤の増幅特性を考慮した最大地動の推定

表層地盤の増幅特性として、基盤面からN値50程度の工学的基盤面までの深層地盤は入力地震動の周波数特性に大きな影響を及ぼさないと考えられ、伝達関数 $H_d(\omega)$ は周波数によらず一定値とする。工学的基盤面から地表までの浅層地盤による伝達関数 $H_s(\omega)$ は推定点ごとにボーリング資料を用いてモデル化し、重複反射法によって求められる。これらの伝達関数を用いて地表面における地震動のフーリエスペクトル $U_{gL}(\omega)$ は基盤における地震動のフーリエスペクトル $U_{rL}(\omega)$ から次のように表すことができる。

$$U_{gL}(\omega) = H_s(\omega)H_d(\omega)U_{rL}(\omega) \quad (3)$$

解析で表層地盤は線形挙動を有するとして扱っているが、臨海部の軟弱地盤では地盤の非線形性が大きいいため、せん断弾性係数 G や減衰定数 h のひずみ依存性を考慮して等価線形解析を行う。地盤内に発生するせん断ひずみ γ の評価には各層中央におけるひずみの最

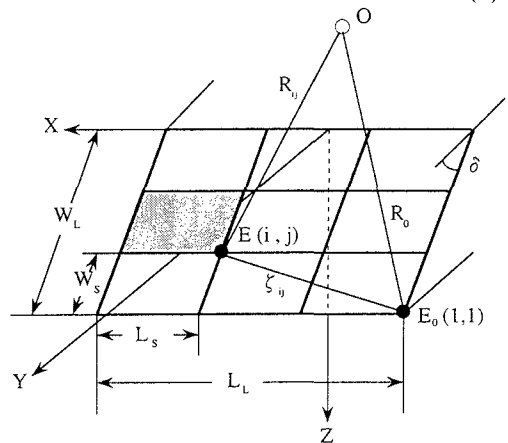


図1 震源断層モデル

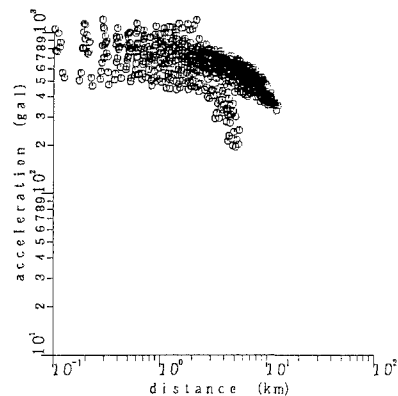


図2 地表面の最大加速度の距離減衰

大値の期待値を用い、誤差1%以下まで収束計算を行った。兵庫県南部地震における稍長周期の実体波の観測記録を用いて求められた菊池モデル、震源近傍の強震動記録の逆解析による入倉モデルの2つの震源モデルについて、神戸市街地における最大加速度分布を求めた。また最大加速度と震源断層からの距離の関係について検討を加えた。図2は推定される最大加速度の距離減衰特性である。地盤条件の違いによりばらつきはあるが、地震動の強度は震源近傍ではほぼ一定となるというこれまでの地震について知られている特性を表すことができています。

4、観測記録を用いた最大加速度分布の補正

求められた最大加速度の推定値は兵庫県南部地震の代表的な観測点において記録された最大加速度と比べて図3に示すように全体に比較的良好な対応を示しているが、かなり異なっている地点もある。そこで観測点において推定値と観測値の差 ΔA_m を求め、図4のように観測点によって作られる三角形内の点の推定値と観測値の差の内挿値 $\Delta A(x, y)$ を線形に内挿すれば、推定値 $f_a(x, y)$ に対して補正值 $f_e(x, y)$ を

$$f_e(x, y) = f_a(x, y) + \Delta A(x, y) \quad (4)$$

のように設定することができる。こうして観測点では観測値に一致するように推定した最大加速度分布を補正することができる。入倉の震源モデルについて観測値を用いて補正した神戸市街地の最大加速度分布が図5である。強い地震動の領域は東西に細長く広がり、本地震の強震域の特性を表すことができています。しかし地盤の不整形構造による増幅を考慮せず単純にモデル化しているため、観測された震度分布と比較して南北方向に幅が広く現れている。

参考文献

- 1) Irikura, K. : Prediction of strong acceleration motions using empirical Green's function, Proc. 7th Earthq. Eng. Symp., pp.151-156, 1986.
- 2) Kiureghian, A. D. : Structural response to stationary excitation, J. of Eng. Mech. Div., ASCE, pp.1195-1213, 1981.
- 3) 神戸市：神戸の地盤、1980.

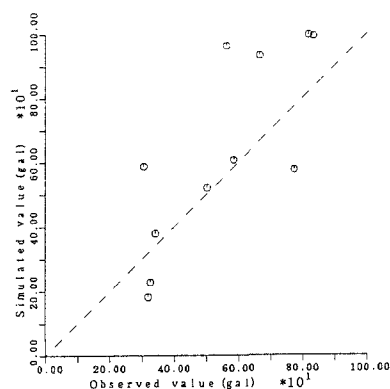


図3 最大加速度の観測値-推定値関係

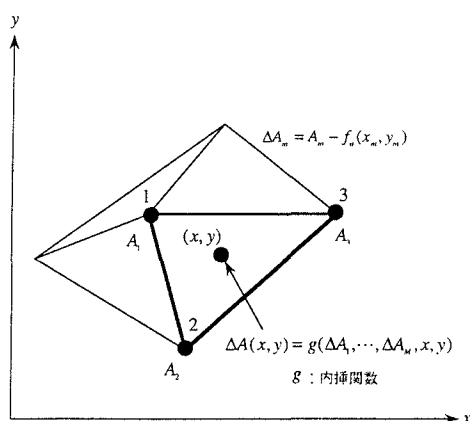


図4 観測値を用いた最大加速度の補正法

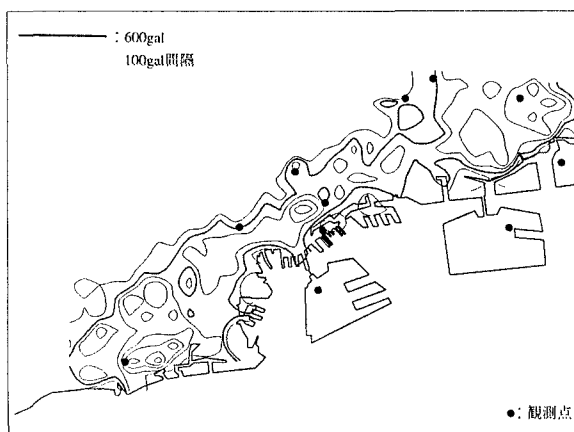


図5 観測値により補正された推定最大加速度分布