

断層近傍における強地震動予測法に関する研究

岐阜大学 学生員○洞谷元司 正会員 杉戸真太 学生員 古本吉倫

中部電力 電力技術研究所 杉山 武

1. まえがき

これまでの強震動予測に関する研究の中で、非正常地震動を気象庁マグニチュード(M_J)、震央距離(Δ)より経験的に推定する手法が提案されている¹⁾。この手法の基礎となる強震動記録のデータベースには、震源近傍における大きな加速度記録が含まれていなかったため、断層近傍特有の地震動特性をうまく表現できないことが指摘されていた。本研究ではまず、兵庫県南部地震およびそれ以降の震源近傍での加速度記録を加えることを含めて、データベースを検討し直した。また、解放基盤での強震動データセットとするにあたりせん断剛性と減衰定数の周波数依存性を考慮した手法 FDEL²⁾ を用いた。さらに、震央距離(Δ)を震源距離(R)に改めた。その結果の一部を報告する。

2. 解析方法

2.1 基盤地震動算出方法

ここでは、 V_s で 500~700m/sec 程度の岩質層の上面を工学的基盤とする。従来用いられてきた SHAKE ではなく、FDEL を用いて基盤地震動を推定した。

2.2 解放基盤面での地震動データベース

解放基盤面での地震動が推定できるデータのうち、基盤での A_{max} が 20gal 以上のデータを対象とした。データは、従来のモデルで用いられていたものに加えて、兵庫県南部地震や最近では K-Net³⁾ などのデータを用いた。データ総数は 114 成分。全データのマグニチュード-震源距離の関係を図-1、最大加速度-震源距離の関係を図-2 に示す。

2.3 非正常地震動予測モデル (EMP-IB モデル)

非正常性を有する地震動 $x(t)$ は、次式で表現できる。

$$x(t) = \sum_{k=1}^n \sqrt{4\pi \cdot G_x(t, 2\pi f_k) \Delta f} \cdot \cos(2\pi f_k t + \phi_k) \quad (1)$$

(ここに、 Δf : 周波数の刻み幅、 ϕ_k : $t=0$ における位相 ($0 \sim 2\pi$ の一様乱数)、 $G_x(t, 2\pi f_k)$: 時刻 t 、周波数 f_k における非正常パワースペクトル⁴⁾)

(1) 式の非正常パワースペクトル $G_x(t, 2\pi f_k)$ を次式で表現する。

$$\sqrt{G_x(t, 2\pi f)} = \begin{cases} 0 & ; 0 \leq t \leq t_s \\ \alpha_m(f) \frac{t - t_s(f)}{t_p(f)} \exp \left[1 - \frac{t - t_s(f)}{t_p(f)} \right] & ; t_s < t \end{cases} \quad (2)$$

(ここに、 $\alpha_m(f)$: 強度パラメータ、 $\sqrt{G_x(t, 2\pi f)}$ の最大値、 $t_s(f)$: 時間パラメータ、 $G_x(2\pi f)$ の立ち上がり時間、 $t_p(f)$: 継続時間パラメータ、 $t_s(f)$ から最大値に至るまでの時間)

2.4 回帰分析結果

回帰分析手順を図-4 に示す。従来の研究で使用された 91 成分(case1)と今回使用した 114 成分(case2)に基づく結果の比較を行った。図-5, 6 は与えられた震源距離とマグニチュードに対する強度パラメータ α_m の周波数依存性を表す。図-5, 6 より推定するマグニチュードを大きくすると、マグニチュード決定に寄与する 1Hz 前後より低い周波数領域で従来に比べ α_m の増加率が大きくなるという傾向が鮮明にモデルに含まれ

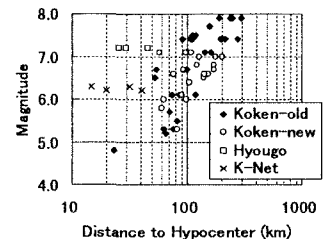


図-1 マグニチュード-震源距離

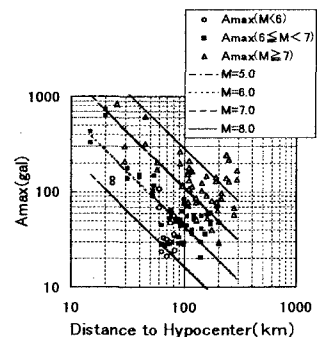


図-2 最大加速度-震源距離

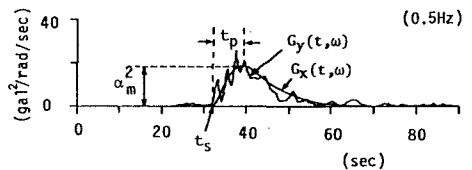


図-3 非正常パワースペクトルのモデル化

ようになった。また、回帰式まわりのデータのばらつきを対数正規分布と想定して算出される変動係数も case2 の場合の方が全周波数で減少した(図-7)。シミュレーション波形とそれに対応する実記録の加速度波形およびフーリエスペクトルを比較した(図-8,9)。case2 によるシミュレーション地震動は高振動数成分よりも中振動数以下の成分が相対的に卓越し、case1 で従来指摘された高周波数成分の異常な卓越もないことがわかった。

3. まとめ

EMP-IB モデルの修正にあたり、断層近傍の強震動データを追加し、基盤地震動を FDEL で求めた。また、震央距離を震源距離に改めた。それにより、断層近傍特有の特性を表せるようになった。今後、断層の重ね合わせを用いて巨大地震の地震動を予測する EMP-IIB モデルの改良を行う。

<参考文献>

- 1) Sugito, M. and Kameda, H : Prediction of Nonstationary Earthquake Motion on Rock Surface, Proc. of Jsee Structural Eng./Earthquake Eng. Vol.2, No.2 October 1985
- 2) 杉戸真太・合田尚義・増田民夫：周波数特性を考慮した等価ひずみによる地盤の地震応答解析法に関する一考察，土木学会論文報告集，No.493/Ⅲ-27, pp.49-58, 1994.6
- 3) K-Net ホームページ：http://www.k-net.bosai.go.jp/
- 4) 亀田弘行：強震地震動の非定常パワースペクトルの算出法に関する一考察，土木学会論文報告集，第235号，1977, pp.55-62

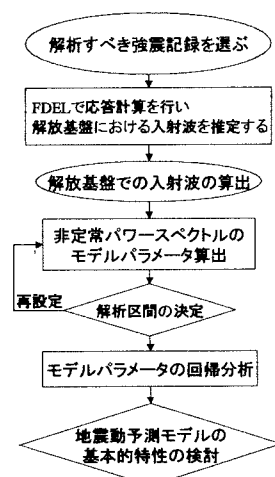


図-4 回帰計算手順

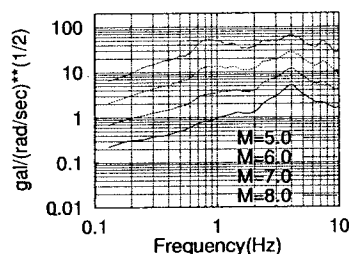


図-5 case1 R=30(km)

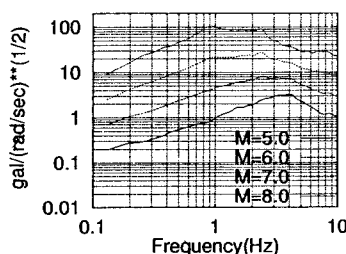


図-6 case2 R=30(km)

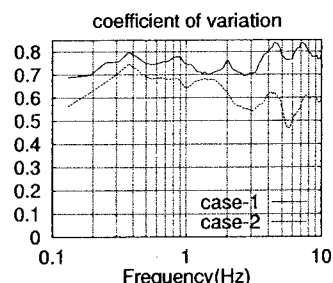
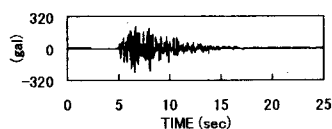
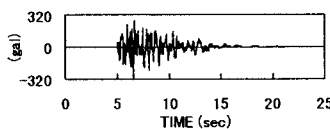


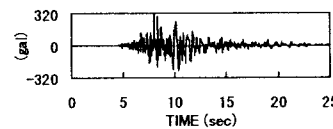
図-7 変動係数



(a) case-1

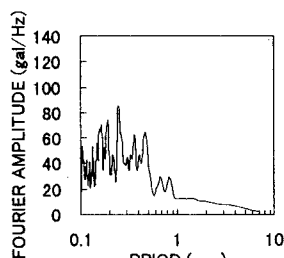


(b) case-2

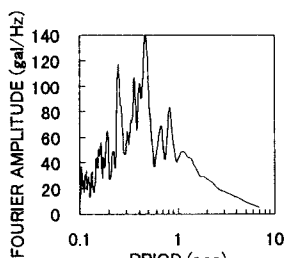


(c)宮之城観測点 (N-S 成分)

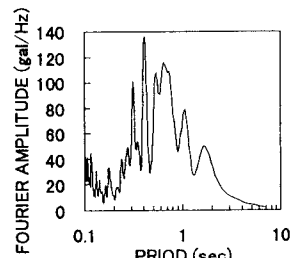
図-8 シミュレーション地震動と工学的基盤での地震動の比較 (M=6.3, $\Delta=12.5$ km, R=14.8km)



(a) case-1



(b) case-2



(c)宮之城観測点 (N-S 成分)

図-9 シミュレーション地震動と工学的基盤での地震動のフーリエスペクトルの比較 (M=6.3, $\Delta=12.5$ km, R=14.8km)