

地盤特性と考慮した非定常強震地震動の予測モデル

京大工学部 正会員 亀田弘行  
 京大工学部 正会員 杉戸真太  
 京大工学部 学生員 ○浅村忠文

1. まえがき 構造物設計地点において予測される強震地震動の諸特性は、震源機構、伝播経路、および表層地盤の震動特性など多くの要因により影響を受けるものである。これらの要因と地震動の諸特性との関係を推定し、設計地点での地震動を予測することは、耐震工学上きわめて重要な問題である。先の研究<sup>(1)</sup>においては、マグニチュードおよび震央距離が設定された場合の一般的な沖積地盤上での地震動の予測モデルを提案した。本研究においては、個々の地点の地盤の伝達関数を粘性減衰を考慮して重複反射理論により求め、これを予測モデルに取り入れることによりモデルの信頼性が向上することを確認し、設計地点における非定常強震地震動を予測する方法を提案した。

2. 特定の地盤特性と考慮した予測モデル

先の研究<sup>(1)</sup>においては、強震地震動の非定常パワースペクトル<sup>(2)</sup>と、図-1に示すように3つのパラメータ $\alpha_m$ 、 $t_p$ 、 $t_s$ により決定される関数を用いてモデル化し、各振動数におけるモデルパラメータをマグニチュード $M$ および震央距離 $\Delta$ (km)に対して次に示す形で回帰分析した。

$$\log \hat{\alpha}_m = B_0 + B_1 \cdot M - B_2 \cdot \log(\Delta + 30) \dots (1)$$

$$\hat{t}_p = P_0 + P_1 \cdot M + P_2 \cdot \log(\Delta + 30) \dots (2)$$

$$\hat{t}_s = S_0 + S_1 \cdot \Delta \dots (3)$$

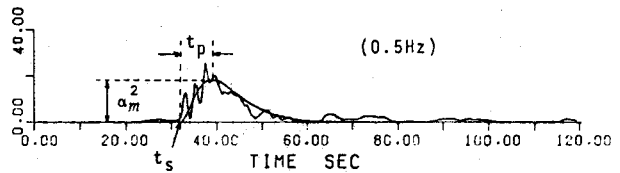


図-1 非定常パワースペクトルとモデル関数

3つのモデルパラメータの中で強度パラメータ $\alpha_m$ は地盤の震動特性の影響を受けやすいので、 $\alpha_m$ に関して地盤特性による補正を行なう。実地震記録より得られた強度パラメータ $\alpha_m(f)$ を式(1)より得られた強度パラメータ $\hat{\alpha}_m(f)$ で正規化して、振動数軸上におけるばらつきの変化を表わす関数 $U_s(f)$ を次式により求めた。

$$\alpha_m(f) = C_0 \cdot U_s(f) \cdot \hat{\alpha}_m(f) \dots (4)$$

$$U_s(f) = \alpha_m(f) / C_0 \cdot \hat{\alpha}_m(f) \dots (5)$$

ただし、 $C_0$ は地震動のパワーのばらつきを表わす定数と見なし、対数振動数軸上における $\alpha_m(f)$ と $\hat{\alpha}_m(f)$ との面積比とした。図-2は関数 $U_s(f)$ の一例およびその地点の地盤の伝達関数 $A(f)$ を示したものである。同図より、地盤の伝達関数を強度パラメータ $\hat{\alpha}_m(f)$ の補正に用いることが有効であると考えられる。

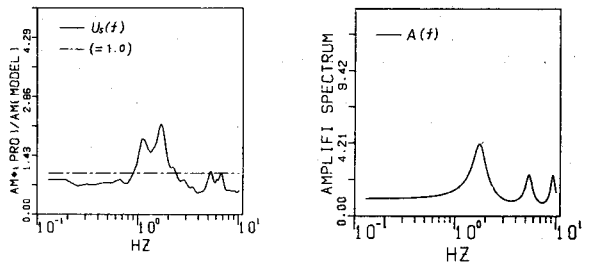


図-2 関数 $U_s(f)$ と伝達関数 $A(f)$  (衣浦)

地盤の伝達関数を正規化して関数  $U(f)$  と求めるために、正規化の規準となる平均的な地盤の伝達関数  $E(f)$  を次の仮定により与えた。

(仮定1) 平均的な沖積地盤の伝達特性は考慮する振動数域 ( $0.13 \sim 10.03$  Hz) において一定である。すなわち、基準とする伝達関数  $E(f) = A_1$  ( $A_1$  は定数) である。

(仮定2) 各地点の伝達関数の振動数成分ごとの相乗平均より平均的な伝達関数を求める。

図-3 に各々の仮定により正規化された伝達関数  $A^*(f)$  を示し、図-4 にはこれらの仮定に基づいて補正された強度パラメータ  $\hat{\alpha}_m^*(f)$  を示した。

### 3. 予測モデルによるサンプル地震動

先の研究<sup>(1)</sup>において、モデルパラメータの回帰式のまわりでのばらつきを考慮し、乱数をを用いたモンテカルロ法によりサンプル地震動を得た。

本研究においては、強度パラメータ  $\alpha_m$  のばらつきは地盤特性を導入することにより低減し、式(4)に示す振動数に依存しない定数  $C_0$  のみと強度パラメータ  $\alpha_m$  のばらつきと考えた。図-5 はサンプル地震動の一例である。また表-1 は、和島の地盤特性を取り入れた場合と地盤を特定しない場合のサンプル地震動群より得た地震強度パラメータの平均  $\mu$ 、標準偏差  $\sigma$  および変動係数  $\delta$  を示しており、地盤特性導入により各々のばらつきが低下し、予測モデルの信頼性が向上したと考えられる。

表-1 地震強度パラメータの平均値  $\mu$ 、標準偏差  $\sigma$ 、変動係数  $\delta$

地震強度 サンプルパラメータ 地震動群		最大加速度 Amax (gal)	最大速度 Vmax (kine)	最大変位 Dmax (cm)	全パワー Pt (gal <sup>2</sup> sec)
和島地盤 (仮定2)	$\mu$	94.819	10.167	3.663	1.835
	$\sigma$	31.997	3.339	1.424	1.531
	$\delta$	0.337	0.328	0.389	0.834
地点特定せず	$\mu$	130.158	8.942	2.848	3.020
	$\sigma$	53.798	3.718	1.313	2.640
	$\delta$	0.413	0.416	0.461	0.874

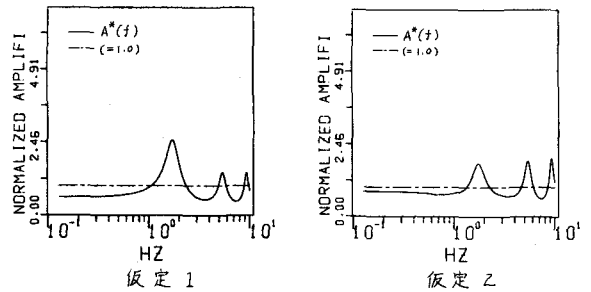


図-3 正規化された伝達関数  $A^*(f)$  (衣浦)

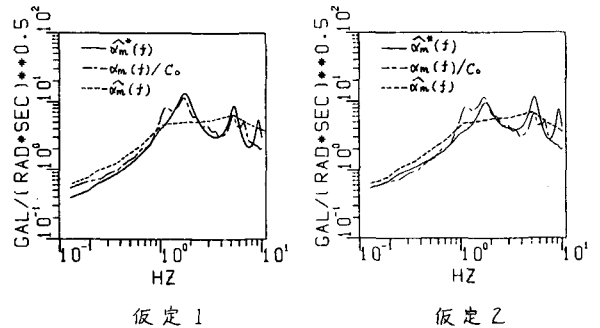


図-4 補正された強度パラメータ  $\hat{\alpha}_m^*(f)$  と  $\alpha_m(f)/C_0$ . (S-585 NS 衣浦)

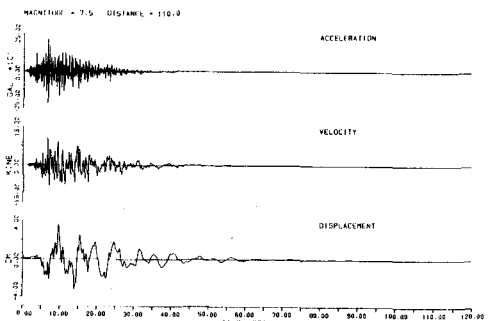


図-5 サンプル地震動 (青森地盤)  
(マグニチュード 7.5, 震央距離 110.0 km)

(1) 亀田 杉戸; 第5回日本地震工学シンポジウム講演集, 昭53.11, pp.41-48.

(2) 亀田; 土木学会論文報告集, 第235号, 昭50.3, pp.55-62.