

京都大学大学院 学生員 〇家入龍太

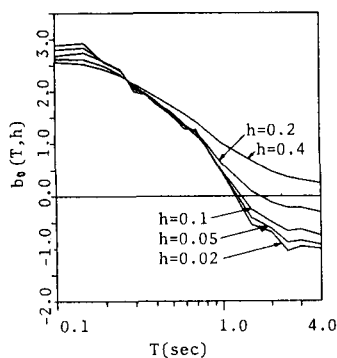
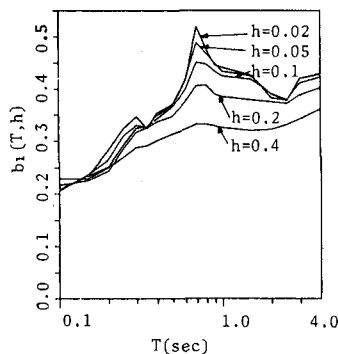
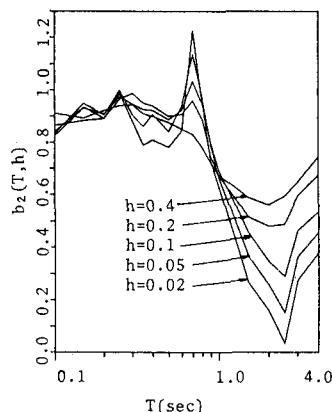
京都大学工学部 正 員 亀田弘行

1. 本研究の概要 本研究では対象地震動として加速度応答スペクトルに着目し、固有周期 $T$ 、減衰定数 $h$ をもつ構造物ごとに加速度応答のアテニュエーション特性を求める。つぎに地盤の標準貫入試験によって得られる $N$ 値を用いて地盤の軟弱さを定量的に表わす地盤パラメータを定義し、これによってアテニュエーション特性を補正し、加速度応答スペクトルによるマイクロゾーニングを行なう。解析に用いた強震記録はわが国の沖積および洪積地盤上で得られたものに基線および計器特性による補正と施した補正記録で合計82成分であり、このうちの58成分は観測地点における $N$ 値データが得られている。応答スペクトルのアテニュエーション特性はこれまでも<sup>1),2)</sup>研究されてきたが、本研究ではマイクロゾーニングと一体化した手法として改めて論じようとするものである。

2. 加速度応答スペクトルのアテニュエーション特性 構造物の固有周期 $T$ (sec)と減衰定数 $h$ がある値に固定したとき、入力する強震記録ひとつひとつについて最大加速度応答 $SA(T, h)$ ( $g$ )が算出される。これと各強震記録のマグニチュード $M$ 、震央距離 $\Delta$ (km)をもとに重回帰分析することにより式(1)で示されるような $SA(T, h)$ のアテニュエーション特性が求められる。

$$\log \hat{SA}(T, h) = b_0(T, h) + b_1(T, h) \cdot M - b_2(T, h) \cdot \log(\Delta + 30) \quad (1)$$

ただし $\hat{SA}(T, h)$ は $SA(T, h)$ の推定値であり、 $b_0(T, h)$ 、 $b_1(T, h)$ 、 $b_2(T, h)$ は $(T, h)$ ごとに定まる回帰係数である。図1～3に解析結果を示す。

図-1 回帰係数  $b_0(T, h)$ 図-2 回帰係数  $b_1(T, h)$ 図-3 回帰係数  $b_2(T, h)$ 

また図-4に① $M=6.0$ ,  $\Delta=60$ (km), ② $M=7.8$ ,  $\Delta=60$ (km), ③ $M=7.8$ ,  $\Delta=180$ (km)の各 $M, \Delta$ に対するアテニュエーション式(1)の計算結果を示した。図1～4より加速度応答スペクトルのアテニュエーション特性は地震動の一般的性質をよく反映していることがわかる。すなわち $M$ の大きな地震ほど長周期成分が卓越し、また短周期成分は長周期成分よりも距離減衰が大きいという地震波の性質が応答スペクトルにおいても同様の性質として現れていることがわかる。

3. 地盤条件が応答スペクトルに及ぼす影響 アテニュエーション特性に地盤条件による補正を加えるため、

後藤・鹿田・杉戸<sup>3)</sup>によって提案されたN値による地盤パラメータ  $S_L$  をもとに、これを応答スペクトル用に正規化した  $S_n^*$  を用いる。加速度応答の推定値  $\hat{S}_A(T, h)$  と観測値  $S_A(T, h)$  により式(2)のような地盤パラメータを用いた回帰式を定義する。

$$\log U(T, h) = A_{mo}(T, h) + A_{ms}(T, h) \cdot S_n^* \quad (2)$$

こゝに  $U(T, h) = S_A(T, h) / \hat{S}_A(T, h)$ ,  $S_n^* = (S_L - \beta') / (1/r_{u2} - \beta')$ ,  $A_{mo}(T, h)$   $A_{ms}(T, h)$  は  $(T, h)$  ごとに定まる定数。  $\beta'$  は  $T_0 = 0.5(\text{sec})$ ,  $h_0 = 0.05$  のとき  $\log U(T_0, h_0) = 0$  となる  $S_L$  の値。  $r_{u1} = 0.021$ ,  $r_{u2} = 0.10$ ,  $T = \text{sec}$

$$S_L = \int_0^{d_0} \exp(-r_{u1} \cdot N(x)) \cdot \exp(-r_{u2} \cdot x) dx \quad (3)$$

こゝに  $N(x)$ : 地下  $x(\text{cm})$  におけるN値,  $d_0$ : ボーリング深さ, である。また式(2)において  $C_{mo}(T, h) = 10^{A_{mo}(T, h)}$ ,  $C_{nm}(T, h) = 10^{A_{ms}(T, h)}$  とおくことにより, 式(2)を変形して式(4)が得られ, これを式(1)に乗ずることにより地盤条件による補正が行なわれる。

$$C_S(T, h) = C_{mo}(T, h) \cdot \{C_{nm}(T, h)\}^{S_n^*} \quad (4)$$

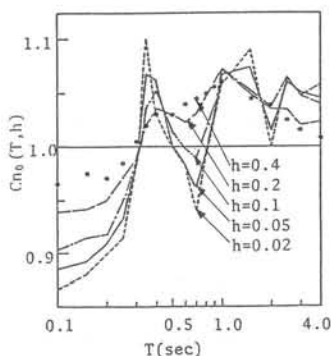


図-6 マイクロゾーニングのための係数  $C_{mo}(T, h)$

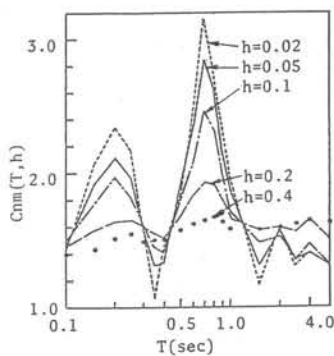


図-7 マイクロゾーニングのための係数  $C_{nm}(T, h)$

図-5にアテニュエーション式(1)と地盤条件を考慮した式(2)まわりの変動係数の比較を示す。これを見ると地盤条件を考慮したときのばらつきはアテニュエーション式まわりのばらつきをかなり下回っていることがわかる。特に  $T = 0.4 \sim 2.0(\text{sec})$  の範囲においてはばらつきは著しく減少している。また図-6, 7に  $C_{mo}(T, h)$ ,  $C_{nm}(T, h)$  の計算結果を示す。本手法を用いて京都市域を震央とする  $M = 6.4$  の仮想地震に対し、 $T = 0.5(\text{sec})$ ,  $h = 0.05$  の場合のマイクロゾーニングを試みた結果を図-8に示す。

#### 参考文献

- 1) 片山恒雄・岩崎敏男・佐伯光昭: 地震動加速度応答スペクトルの統計解析, 土木学会論文報告集, 第275号, 昭.53.7, pp. 29-40.
- 2) M.D. Trifunac: Proc. ASCE, vol. 104, NO EM5, Oct. 1978.
- 3) 後藤尚男・鹿田弘行・杉戸真大: 地震動の最大地動予測におけるN値を用いた地盤条件の評価法について, 土木学会論文報告集, 第317号, 昭.57.1, pp. 69-78.

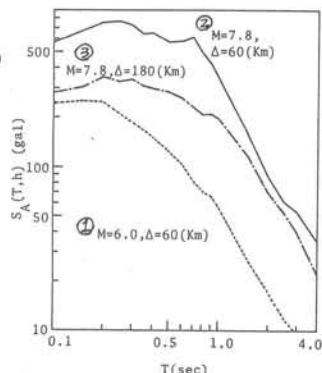


図-4 加速度応答スペクトルのアテニュエーション特性

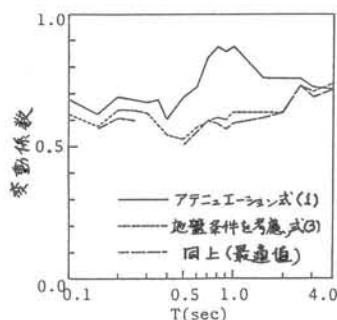


図-5 推定式まわりの応答スペクトルのばらつき

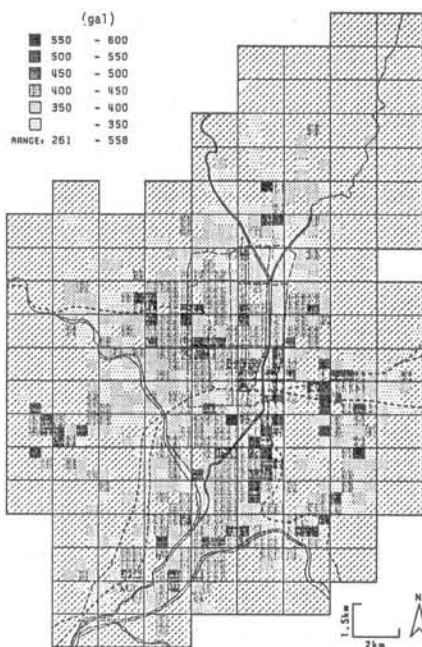


図-8 地盤条件を考慮した加速度応答の分布。  
 $T = 0.5(\text{sec})$ ,  $h = 0.05$ . 京都市。