

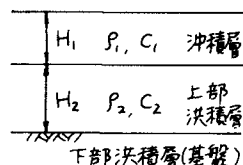
1. まえがき

都市圏における震害予測やそれに対する対策の樹立のためには、発生する地震の想定とそれによる地震動の推定が行われている必要がある。この後段においては表層地盤の地震応答解析が一般に行われるが、そのためには当該地点の地盤定数を知る必要がある。しかるに、広い地域にわたって標準貫入試験以上の詳細な地盤調査が数メートル程度の密度で行われているのは極く稀な例であろう。また、横波速度や密度に関するデータが得られていても数メートル程度の範囲内でもそれらの値は不規則に変動すると考えねばならない。そこで、本研究では都市圏を数メートルのメッシュで覆った場合、一つのメッシュ内では横波速度をある平均値と分散を持つ確率変数と考え、そのような地盤の応答を応答スペクトルにより評価した。その際、応答スペクトルも各周期ごとにある平均値のまわりで分布するものとして取り扱い、大阪市内を対象として想定地震に対する地盤表面での速度応答と加速応答について検討を行った。

2. 地盤モデル

大阪市内を500m四方のメッシュで覆い、各メッシュごとにその沖積層厚 H と上部洪積層の厚さを大阪地盤図¹⁾により定め、下部洪積層を地震基盤とした。また、沖積層については粘性地盤と砂質地盤とに分類し、密度 ρ_1 と ρ_2 とはそれぞれ管内では一定とした。沖積層の横波速度 C_1 は大阪地盤での実測例²⁾に基づいて、粘性地盤では平均値が150m/sec、標準偏差55m/secとし、砂質地盤では165m/sec、標準偏差45m/secとした。上部洪積層については、350m/sec、標準偏差を55m/secとした。図-1に示すような2層系の地盤におけるオ1次およびオ2次の固有周期は次式の T についての根から得られる。

$$\tan\left(\frac{2\pi H_1}{C_1 T}\right) \cdot \tan\left(\frac{2\pi H_2}{C_2 T}\right) = \frac{\rho_2 C_2}{\rho_1 C_1} \quad (1)$$



$$\left. \begin{array}{l} T^{(1)}(C_1, C_2) \\ T^{(2)}(C_1, C_2) \end{array} \right\} = \text{func.}(\rho_1, \rho_2, H_1, H_2; C_1, C_2) \quad (2) \quad \text{図-1 地盤モデル}$$

である。 C_1, C_2 は各メッシュ内では正規分布に従うものとし、 C_1, C_2 はともに平均値の前後で標準偏差の3倍までの値を対象とし、この領域を15に区別して、 C_1 と C_2 の組み合わせごとに固有周期 $T^{(1)}$ と $T^{(2)}$ とを定めた。

3. 応答スペクトル

国土開発技術センターによる277成分の強震記録による応答スペクトル³⁾において、マグニチュード M と震央距離 Δ とが表-1の組合せであるものを想定地震とし、オ2種地盤での加速度応答スペクトルならびにこれから算定した減速度応答スペクトルを示したのが図-2、図-3である。応答スペクトル SV は想定地震区分 K と固有周期 T との関数であるから、応答値 $S(K, C_1, C_2)$ は次式で近似表示できると考えられる。

表-1 想定地震区分

	Magnitude	Distance
K:1	7.9 - 7.5	200 - 120
K:2	7.5 - 6.8	120 - 60
K:3	6.8 - 6.1	60 - 20

$$S(K; C_1, C_2) = \sqrt{\sum_{i=1}^2 \{SV[K, T^{(i)}(C_1, C_2)]\}^2} \quad (3)$$

一方、これらの応答スペクトルは数量化理論により推定した結果であるが、推定値に対する実測値の比³⁾は任意の周期に対してほぼ対数正規分布に近い分布を示している。すなわち、応答スペクトルによる推定値を μ とすると、応答値 x の確率密度 g を次式で表わす。

$$g(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \exp \left\{ -\frac{(\log x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right\} \quad (4)$$

ここに、 σ は標準偏差である。上式中の μ として式(3)の δ を用い、 C_1, C_2 の密度関数をそれぞれ $P^{(1)}(C_1), P^{(2)}(C_2)$ とすれば、各メッシュごとの最大応答値の密度関数 $P^{(K)}(x)$ は次式で求められる。

$$P^{(K)}(x) = \int_0^\infty \int_0^\infty g\{x; \delta(K; C_1, C_2), \sigma\} P^{(1)}(C_1) P^{(2)}(C_2) dC_1 dC_2 \quad (5)$$

4. 適用例

$P^{(1)}(C_1), P^{(2)}(C_2)$ をいずれも正規分布とし、式(5)を数値積分により求め、超過確率10%に対する応答値を各メッシュごとに算出して図示したのが図4.5である。図4.5はそれぞれS.Vとして図2,3の $K=1$ の場合に対応している。速度応答値においては、洪積台地から軟弱な沖積層の厚い地盤地帯への遷移領域における応答値が高いことが注目される。また、加速度応答においては洪積地盤での応答値が高く、軟弱地盤では低いという一般的傾向が認められるが、その差が極めて大きいことが特徴的である。

参考文献 1)大阪地盤図,コロ社. 2)大阪地盤,土質工学会. 3)耐震技術に関する研究開発総合報告書,国土開発技術研究センター

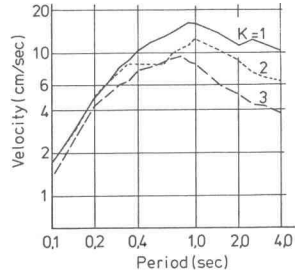


図-2 想定地震ごとの速度応答スペクトル

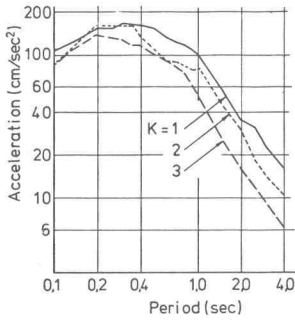


図-3 想定地震ごとの加速度応答スペクトル

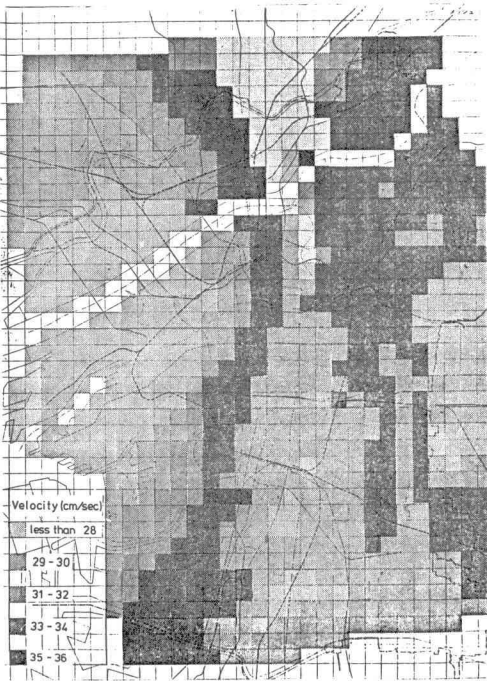


図-4 地表面での応答速度(K=1, 超過確率10%)

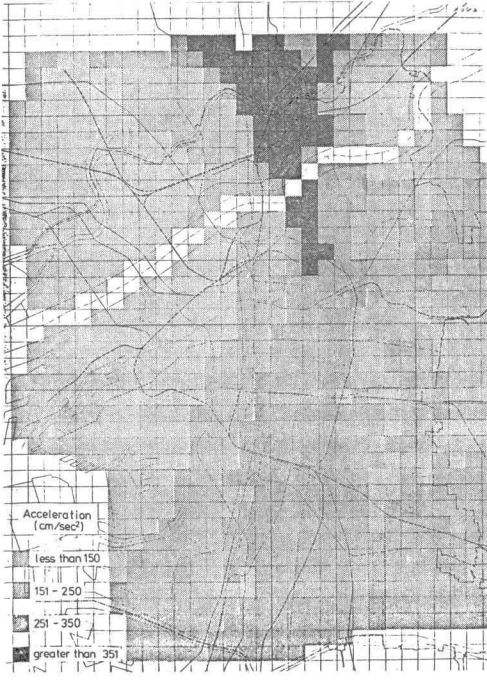


図-5 地表面での応答加速度(K=1, 超過確率10%)