

○ 建設省土木研究所 正員 川島 一彦

〃 〃 相沢 興

〃 〃 高橋 和之

1. まえがき

強震記録の特性は地盤条件の影響を強く受けるため、記録の解析に際しては地盤条件を正しく考慮することが必要とされる。一般に強震計(地盤上)設置点の地盤調査は行われている例が少なく、多数の観測点の地盤条件を評価するためには、他の方法で地盤条件を推定することが必要とされる。ここでは、地盤上の強震記録を用いて、その応答スペクトル特性から地盤条件を推定する手法を提案するものである。

2. 地盤分類法

地盤条件の違いを表層地盤内の地震動の増幅特性の違いと考えると、 S_A 表層地盤の振動応答は次式で表わされる。

$$M(T)_i = E^*(T)_i \cdot G_0(T) \quad (1)$$

ここで、 $M(T)_i$ 、 $E^*(T)_i$ は i 番目の地震による地表面での地震動特性および基盤での地震動特性、 $G_0(T)$ は表層地盤の増幅特性、 T は周期である。同一箇所を複数回 (N 回とする) の記録

が得られているとし、式(1)を N 回の地震に対して平均すると、

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N M(T)_i = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E^*(T)_i \right] \cdot G_0(T) \quad (2)$$

N が十分大きく、かつ、 N 回の地震の特性が適当にばらついているとすれば、 $\frac{1}{N} \sum E^*(T)_i$ は周期 T に対して比較的变化の少ない関数となることを期待される。この場合には、式(2)から

$$\sum_{i=1}^N M(T)_i \propto G_0(T) \quad (3)$$

となり、 $\sum_{i=1}^N M(T)_i$ は $G_0(T)$ を近似することになる。ここでは、式(1)の $M(T)_i$ として、加速度応答スペクトル倍率 $\beta(T)_i$ を用いることとした。

3. $\beta(T)$ による地盤分類

67観測地点で得られた2@197組の水平成分加速度記録をもとに、式(3)の $\sum \beta(T)_i$ を個々の観測点ごとに求めた。これより平均応答スペクトル倍率 $\bar{\beta}(T) = \frac{1}{N} \sum \beta(T)_i$ の形状を分類すると表1に示すようにタイプ1～3に分類されることがわかった。これをもとに、 $\bar{\beta}$ スペクトルが最も卓越する周期(1次ピーク T_1)、2番目に卓越する周期(2次ピーク T_2)、 $\bar{\beta}$ スペクトルの肩に相当する周期 T_s (図1参照)を求めた。図2は T_1 、 T_2 、

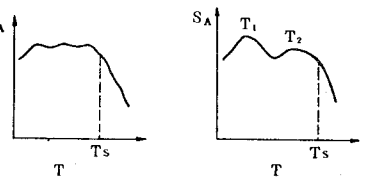


図-1 肩部周期の定義

表-1 平均加速度応答スペクトル倍率 $\bar{\beta}(T)$ の形状と特徴

タイプ	$\bar{\beta}$ スペクトルの形状	特 徴
タイプ1		- 単一の鋭いピークを有し、ピークの周期は0.2秒以下 0.2秒以下の $\bar{\beta}$ 値は周期 T の増加とともに急激に単調減少する。ただし、両対数グラフ上で、$\bar{\beta}(T) \sim T$ の関係が上向きにややふくらんだものもある。
タイプ2-1		単一のゆるっくりしたピークを有し、ピークの周期は0.2～0.6秒。
タイプ2-2		2つの明瞭なピークを有しており、短周期側のピークの特徴はタイプ1とよく似ている。長周期側のピークの周期は0.2～0.6秒。 - 短周期側のピークが卓越するものと、長周期側のピークが卓越するものがある。
タイプ3-1		単一のゆるっくりしたピークを有し、ピークの周期は0.6秒以上。
タイプ3-2		明瞭なピークが存在せず、周期0.6秒程度もしくはそれ以上までスペクトル値は比較的大きい値を保っている。
タイプ3-3		2つのピークを持っており、長周期側のピークは0.6秒以上。 - この場合には、タイプ2-2と違って短周期側のピークはタイプ1のように鋭くない場合が多い。
タイプ3-4		2つのピークを持っており、長周期側のピークは0.6秒以上。 - タイプ2-1と判断に迷う場合もあるが、タイプ2-1とするには長周期側のピーク(ふくらみ)が大きいもの。

T_s を観測点ごとにプロットしたものである。また、図3は $\bar{\beta}(T_1)$, $\bar{\beta}(T_2)$, $\bar{\beta}(T_s)$ を示したものである。これらを地盤調査に基づき地盤種別がはっきりわかっている10地点(Site NO. 4, 6, 7, 13, 14, 16, 19, 20, 24, 34)に対して検討すると、地盤条件とはっきりした相関がないことがわかった。

一方、図4は $\bar{\beta}(0.2)$, $\bar{\beta}(0.7)$, $\bar{\beta}(2)$ を示したものである。 $\bar{\beta}(0.2)$ および $\bar{\beta}(2)$ の場合には地盤条件との対応ははっきりしないが、 $\bar{\beta}(0.7)$ はよい対応関係があることがわかる。これは、27秒付近が道示の地盤種別による1, 2, 3, 4種地盤ごとのスペクトルの分離がよいためであり、地盤種別と行う1つの指標にほると考えられる。

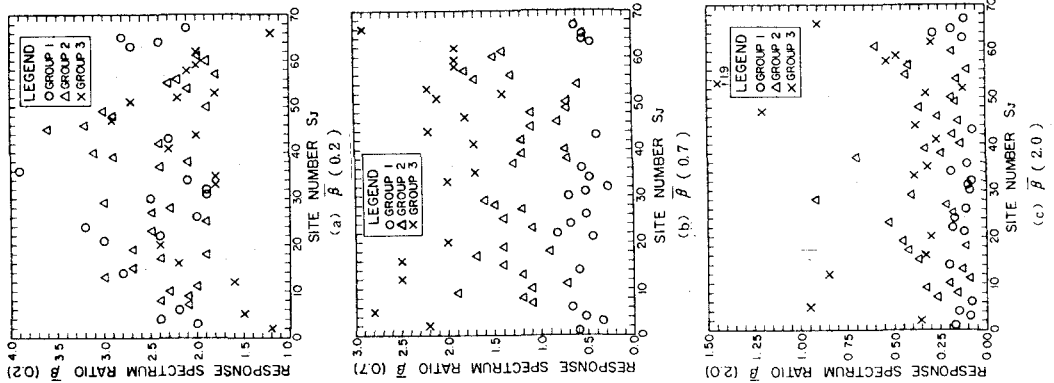


図-4 $T=0.2, 0.7, 2$ 秒に対する $\bar{\beta}(T)$ スペクトル

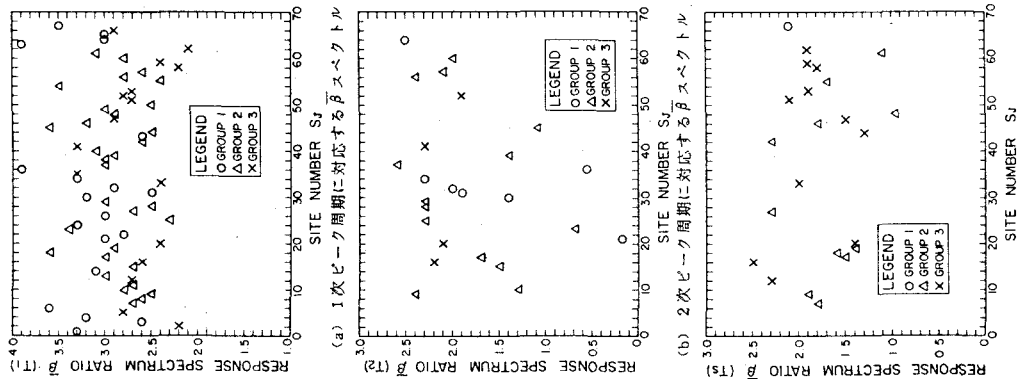


図-3 T_1, T_2, T_s に対応する $\bar{\beta}(T)$ スペクトル

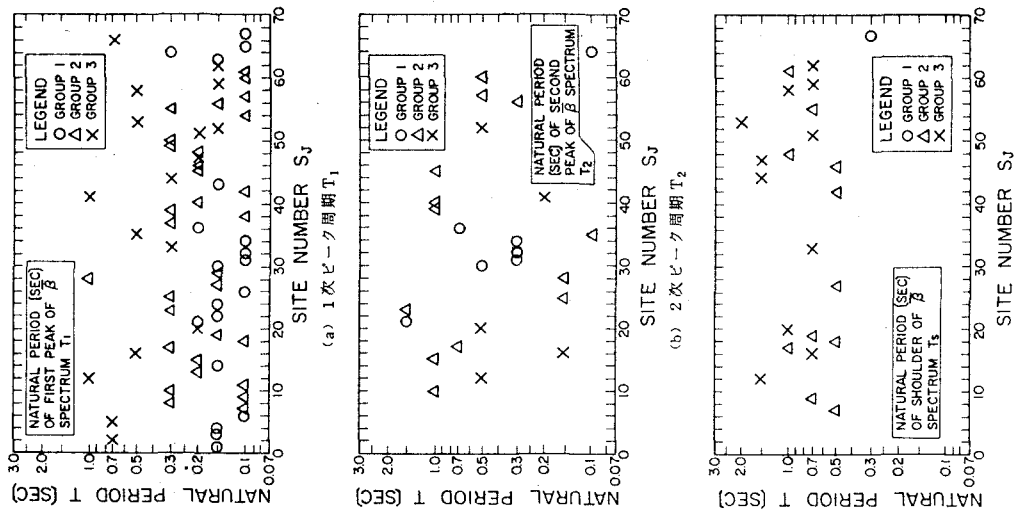


図-2 1次ピーク周期 T_1 , 2次ピーク周期 T_2 , 肩部周期 T_s