

立命館大学大学院理工学部研究科 学生会員 ○繁松 省吾

立命館大学大学院理工学部研究科 学生会員 西本 一隆

立命館大学理工学部 フェロー 早川 清

1. はじめに

兵庫県南部地震では滋賀県内でも震度4が記録されており、今後の地震防災対策が望まれている。本研究では、地盤の耐震性を判定するための一手法として、草津市内において常時微動測定を実施した。常時微動と草津市内の地質柱状図から推定される地盤の固有周期、地震応答解析プログラムによる応答解析との比較を行ない、草津市地域の地盤サイズミックゾーニング化を目指している。

2. 常時微動の測定概要

Fig.1に示すように、滋賀県草津市内において、表層に人工的な整備がされていない場所63箇所での常時微動測定を実施した。各測点において、東西(EW)及び南北(NS)の水平方向2成分、垂直方向(UD)1成分の合計3成分について同時に10分間の測定を行う。測定機器としては、簡易振動計SPC-35N、サーボ型速度計、外部電源としてバッテリーを使用した。各成分について、外部攪乱の影響をなるべく受けていない時間帯を選定し、FFT解析によるスペクトル分析を行う。そしてこれらの3成分各々のフーリエスペクトルから、H/VスペクトルのグラフをFig.2のように作成し、周期0.1~1秒の範囲で平滑化したスペクトルから卓越周期を求めた。また、地質柱状図が存在する箇所については、次項3で述べる推定式と地震応答解析の結果との比較を行なった。

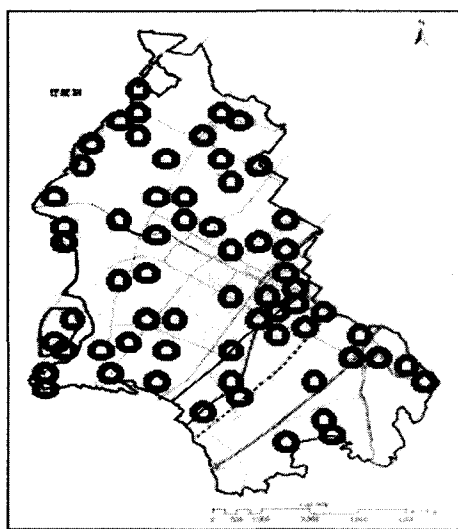


Fig.1 草津市内の常時微動測定地点

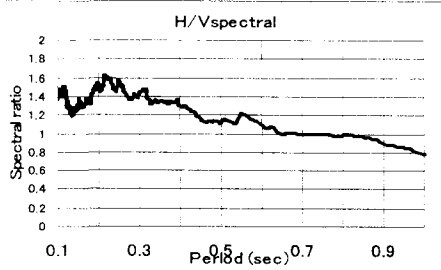


Fig.2 H/Vスペクトルグラフ例

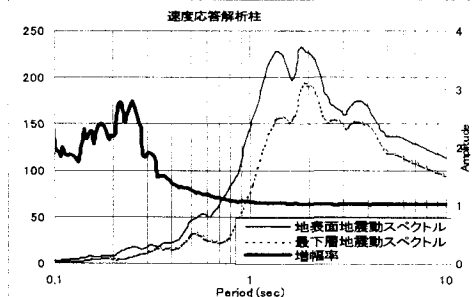


Fig.3 速度応答スペクトルの増幅率

3.1 解析結果および考察

地盤の固有周期の推定は、次式により算定をおこなった。

$$T_G = 4H/V_s \quad (1) \quad V_s = 9.7N^{0.314} \quad (2)$$

T_G : 固有周期 (sec)、 N : N 値、 H : 層厚 (m)、 V_s : せん断波速度 (m/sec)

次に、草津市及び周辺地域の地質柱状図から模擬地盤を作成した。ここでは、表層から1層～4層までに分類し、まとめた層の平均N値から式(2)を用いて各層のS波速度を求めた。これらの情報を基に、K-shake上の模擬地盤に地震波を基盤層から入力し、重複反射理論に基づく地震応答解析を行った。代表例をFig.3に示す。基盤層と表層の速度応答スペクトルから、地盤振幅増幅特性の把握を試みた。今回の地震波形には、阪神淡路大震災時にポートアイランド（GL-80mのNS成分）で測定されたものを使用している。

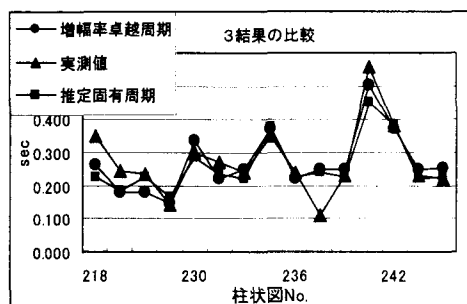


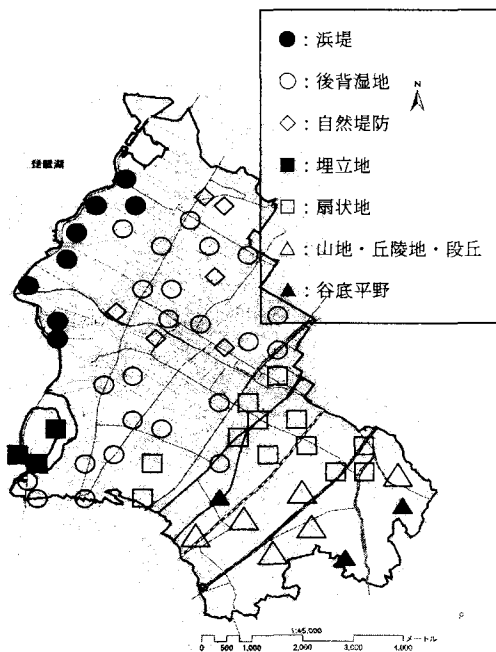
Fig.4 実測値と既存データ解析結果の比較

3.2 常時微動の実測値と卓越周期の推定値との比較

Fig.4に示すように、推定式による固有周期と地震応答解析の増幅率から得られる卓越周期は、ほぼ一致していることがわかる。次に、これらの結果と常時微動の実測値結果から得られた卓越周期を比較すると、ほぼ一致する傾向にあることが分かる。卓越周期に多少の誤差が見られる原因として沖積層が地質柱状図の深度よりも厚いため本来の卓越周期が得られていない、地質柱状図が作成された時期以降、地盤特性そのものが改変された可能性等が挙げられる。

3.3 常時微動実測結果と地形との関係

草津市内の地形は、Fig.5、6のように大きく6つに分類することができる。また、今回求めた常時微動63箇所の卓越周期を、Fig.5に示した。地図の記号は測点が存在する地域の地形を示したものである。各地形の地盤に相当する一般的な固有周期は、Fig.6の矢印で表わした範囲にある。また棒グラフは、卓越周期の範囲を示したものである。これらを比較すると、地形区分による固有周期と実測の卓越周期がほぼ一致していることがわかる。しかし帰帆島は本来埋立地であるので卓越周期は0.55(sec)～0.80(sec)に存在するはずが、0.4(sec)～0.5(sec)の間に存在している。これは帰帆島が大規模な造成地であり、地盤改良が十分に施されているからであると考えられる。



4. まとめ

- ①推定式による固有周期および地震応答解析による卓越周期は、常時微動の実測結果とよく対応した。このことから、常時微動は地盤特性を十分に含んでいると考えられる。
- ②沖積層が厚いほど卓越周期は長くなり、薄いほど短くなる傾向にある。
- ③常時微動測定から得られた卓越周期より、ある程度の地形分類をすることが可能である。

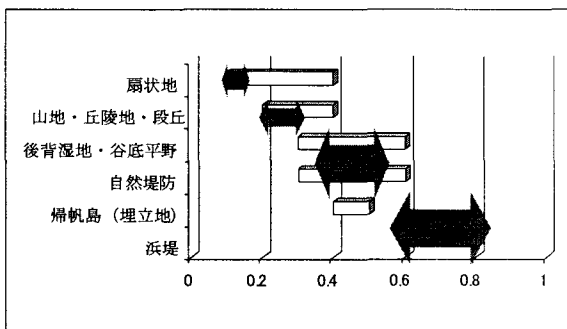


Fig.6 草津市内の地形と常時微動の関係