

常時微動を用いた草津市内の地盤特性

立命館大学 学生会員 長谷川 央
立命館大学 フェロー会員 早川 清
明石工業高等専門学校 正会員 鍋島 康之
(株)日建ソイルリサーチ 正会員 本田 周二

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震以降、全国の各自治体では地震被害想定の見直しをしており、滋賀県内の草津市でも地震防災対策が懸案実行となってきた。しかしながら、この地域の地盤特性に関して整備・公開されている地盤情報は、必ずしも十分とは言えない現状にある。今後、南海地震や琵琶湖西岸の断層地震の発生も推測されており、地震による被害想定確立のためには、この地域の地盤特性を調査しておく必要が有ろう。

本研究では、地盤特性に非常に密接な関係にあることが認識されている常時微動に注目した。常時微動は地震計をセットすればいつでも簡単に計測することができるので、ある特定の振動特性を把握するには非常に有効的なツールである。滋賀県内の草津市を対象地域として、500m×500mのメッシュ分割を行い、初めに常時微動を用いた地盤特性の検討を行った。そして、滋賀県内の寺院と木造住宅の常時微動測定を行い、木造建造物の振動特性を明らかにし、草津市内の地盤との関連性を考察した。

2. 研究概要

2.1 草津市内の地盤特性

草津市内の大部分は、琵琶湖の南東岸に広がる低平な沖積低地によって占められている。市域の南東端に位置する丘陵と山地が、草津市域の標高区分の変化を与えているだけで、標高250mを超えるところはみられない。地盤種別をしてみると、草津市の地盤は南東から北西に向かって、岩盤地盤、洪積地盤、沖積層地盤というように、徐々に地盤が軟らかくなっている。

2.1.1 測定概要

常時微動測定においては、一般的に換振器、増幅器および記録器などの機器が必要となる。本研究ではそれらを備えた簡易振動計 SPC-35N、サーボ型速度計を用いて測定を行った。

測定場所

草津市内で100箇所の測定を行った。主な測定場所は人工的な整備がされていない地層で、明らかな外乱がない場所である。また、7箇所の寺院、2箇所の木造住宅でも測定した。

測定方法

測定はサーボ型速度計を水平にし、方角を合わせる方法で行った。簡易振動計 SPC-35N を10分間で30,000ポイント(50Hz)採取できるように設定し、3成分(EW:東西、NS:南北、UD:垂直)の波動成分を測定する。

2.1.2 FFT解析(高速フーリエ変換解析)

常時微動を測定後、各測定点より得られた30,000ポイントのなかで、外乱の影響を受けていない8,192ポイントを選びフーリエスペクトル分析を行う。これは、微動の波形の中にどのような周波数の波が、どのくらいの振幅で存在するかを知るための手法である。下式よりH/Vスペクトル比を算出する。

$$H/V = \sqrt{(EW^2 + NS^2)/(2UD^2)}$$

EW:東西、NS:南北、UD:垂直グラフ化されたH/Vスペクトル比のピークを選び、その周期を卓越周期と推定する。また、NS、EW、UD各成分の卓越周期も調べておく。

3. 研究結果および考察

測定地点は、全100箇所(図.1)で行なった。測定した常時微動結果の信頼性・有効性を検討するために、ボーリングデータから得られた地盤情報をもとに地盤の特性値 T_G を算出した。¹⁾表.1に代表測点、測定値(1次ピーク・2次ピーク)、計算値 T_G を記載している。測定はボーリングデータのある地点を選出し、草津市一体を網羅している。

キーワード 常時微動, 卓越周期, 地盤特性, FFT解析,

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市 立命館大学 理工学研究科 rd019058@se.ritsumei.ac.jp (N. Hasegawa)

全 100 地点から算出した卓越周期を確認したところ、1次ピーク、2次ピークがある地点は、半数以上の 55 地点あった。これより、1次ピークしかない測定地点(グラフ上では丸印)は計算値 T_G と近似していることが読み取れる。図.2 に測定を行った全データの卓越周期の分布図を示す。周期 0.21 ~ 0.4sec が 56% を占め、非常に多いことがわかる。また、その中でも 0.27 ~ 0.37sec 付近に集中していた。図.3 に GIS を用いた測定結果を示す。これより草津市の南東から北西へ向かうにつれて卓越周期が長くなっているのが読み取れる。これは草津市の地形・地質に起因しているので卓越周期の有効性が読み取れる。

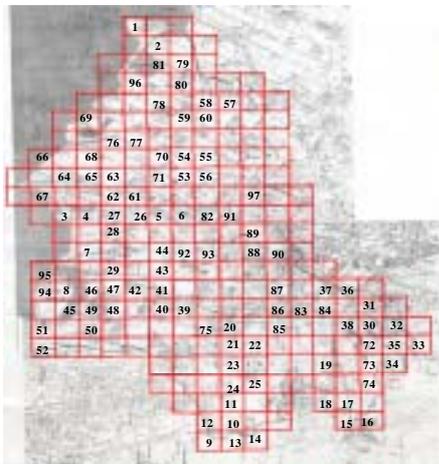


図.1 500m x 500m メッシュ分割図

表.1 卓越周期の測定値と計算値

測点	卓越周期測定値(sec)		計算値(sec)
	1次ピーク	2次ピーク	
2	0.35	0.7	0.32
5	0.29		0.19
6	0.29	0.48	0.08
12	0.3	0.48	0.47
19	0.12		0.2
21	0.26	0.42	0.2
30	0.3	0.41	0.08
33	0.1	0.3	0.45
40	0.27	0.47	0.26
41	0.26	0.41	0.43
42	0.26		0.26
51	0.31		0.26
52	0.3	0.5	0.19
57	0.55		0.48
60	0.25		0.13

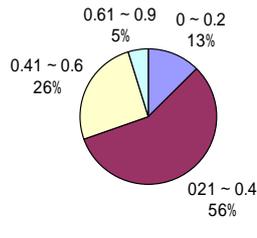


図.2 卓越周期分布図

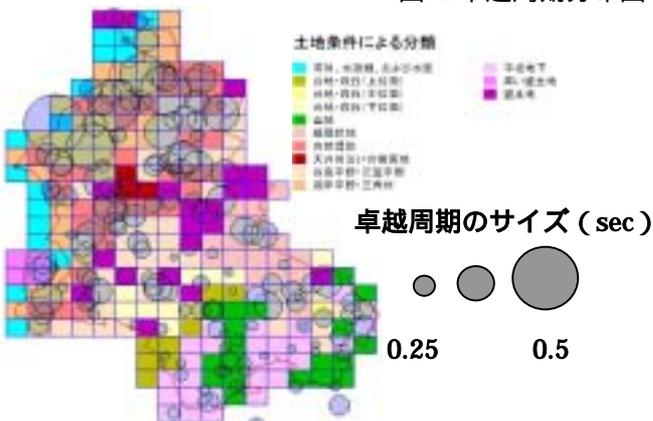


図.3 GIS を用いた測定結果

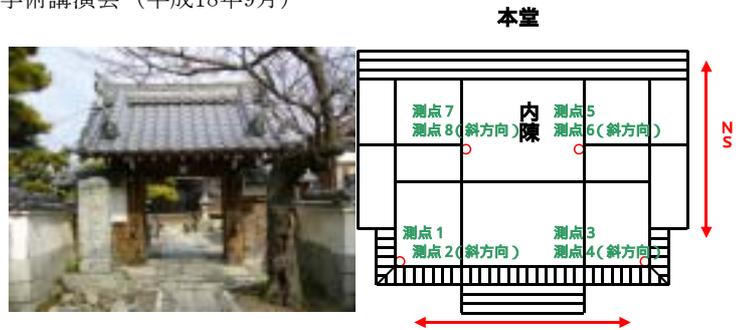


図.4 浄勝寺と測定地点

表.2 浄勝寺測定結果

	浄勝寺 固有周期(sec)							地盤
	測点1	測点2	測点3	測点4	測点5	測点6	測点7	
NS	0.35	0.36	0.36	0.36	0.37	0.42	0.19	
EW	0.42	0.44	0.37	0.35	0.42	0.36	0.21	
右上方		0.36	0.37	0.35	0.42	0.36	0.22(U)	
右下方		0.35	0.35	0.35	0.4	0.4	0.2(H/V)	

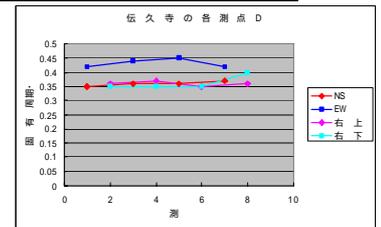


図.5 測定結果

表.2 に浄勝寺での常時微動測定結果を記載した。また、図.5 はそれをグラフ化したものである。これより浄勝寺

では、固有周期が 0.32 ~ 0.41 付近であり、EW 方向の固有周期が高い結果が得られた。寺院は一般的な建物に比べて開口部が大きく、開口部に水平な面 (EW 面) のほうが開口部に垂直な面 (NS 面) よりも壁量が少ないため剛性が弱いと考えられる。EW 方向のほうが大きい期値を示したのは 7 つの寺院の内 5 つ寺院に見られた。また、地盤が軟らかい場所に位置する寺院ほど固有周期が大きく、地盤が硬い場所に位置する寺院ほど固有周期が小さくなる傾向が見られた。

4. 結論

常時微動測定が、その地点での卓越周期の判定に有効であることが考察できた。将来は広域なメッシュをさらに細分化することが望ましい。草津市の常時微動測定に伴い卓越周期 0.27 ~ 0.37sec 付近に集中しており、木造戸建住宅の固有周期に近いことがわかった。これより、草津市の木造戸建住宅は地震動などによって共振するおそれが高いと想定できる。寺院は、固有周期の大きさを比較すると、EW 方向 > NS 方向という結果が顕著に現れた。大きな開口部を一つの面に持ち、構造も比較的単一であるためと考えられる。寺院の固有周期は地盤によって左右される。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会：道路示方書、同解説 V 耐震設計論、pp.43.