

第Ⅲ部門

地盤情報 (DB) と GIS を用いた草津市内の地盤特性

立命館大学大学院理工学研究科	学生員	○長谷川 央
立命館大学理工学部	フェロー会員	早川 清
大阪大学大学院工学研究科	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では、滋賀県内に設置されている強震計によって、震度 5 (最大加速度 1 4 5 gal) の横揺れが記録された。この地震以降、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ている。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のツールである。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。これらの結果を地盤情報 DB と結びつけるために、分析および視覚的表現を容易にする GIS (地理情報システム) を用いてサイスミックゾーニングマップを構築した。

2. 研究の概要

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多少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。地盤種別を見てみると、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。

①測定場所

草津市内で 100 箇所の測定を行った。主な測定場所は公園、神社、グラウンドなどで、状況は比較的人工的な整備がされていない表層の、明らかな外乱がない場所である。

②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。

Nakaba Hasegawa, Kiyoshi Hayakawa, Yasunori, Nabesima, Syuji Honda

3. 研究結果及び考察

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No、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No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。



図.1 500m×500m メッシュ分割図

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。これらのどちらを用いるかは、草津市の地盤種別などを参考に決定していたが、地盤の特性値 T_G と比較してみると、必ずしもそれが正しいとは言えない事がわかった。図.2 は、表.1 をグラフ化したものである。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。しかし、1 次、2 次ピークがある地点では、どちらか 1 つの卓越周期に近い傾向が見られる。地質図や地形分類図だけでは広域な判定になってしまうので、その地点の卓越周期を判定するには困難である。したがって、ボーリングデータなしでは、1 次、2 次ピークの判定が困難なことから、ピークが 2 つ現れる場合は、再度測定時間帯などを変え定点観測をおこない、1 次ピークだけを抽出する必要がある。図.3 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 付近に集中しており、木造戸建住宅の固有周期に近いことがわかった。図.4 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。

4. 結論

①卓越周期の 1 次、2 次ピーク判定は、困難なので、再度測定定点観測を行い、1 次ピークだけを抽出する必要がある。
②草津市は卓越周期 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。よって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。
③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 500m×500m のような広域なメッシュをさらに細分化することが望ましい。

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.4

表.1 卓越周期の測定値と計算値

測点No.	卓越周期測定値(sec)		計算値(sec)
	1次ピーク	2次ピーク	T_G
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

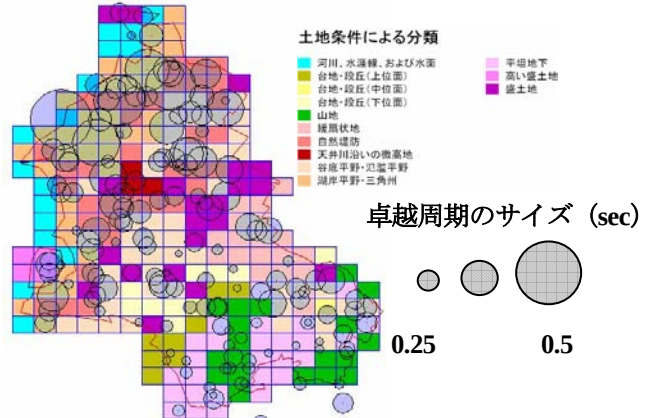


図.4 GIS を用いた測定結果

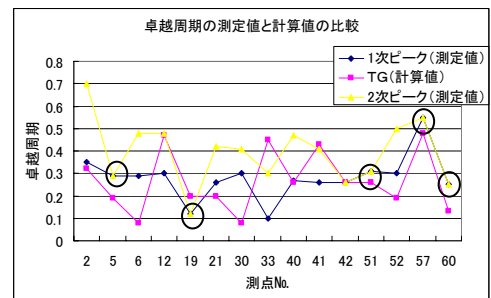


図.2 卓越周期の比較

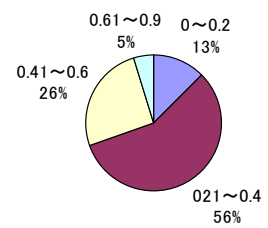


図.3 卓越周期分布図