

第Ⅲ部門 草津市内の地形特性と常時微動の関係

立命館大学理工学部 学生員 ○経種健司
 立命館大学理工学部 正会員 早川 清
 (株)日建設計シビル 正会員 本田周二
 明石工業高等専門学校 正会員 鍋島康之

1. 研究目的

日本列島はその成り立ちの特殊性から、これまで多くの地震に見舞われ被害を被ってきた。また、南海・東南海地震の今後 30 年以内の発生予想をきっかけに、さらに滋賀県においては花折断層・琵琶湖西岸断層帯の活動を加えて危惧する動きが見られるようになり、今後も起こり続ける地震による被害を減らすため、地盤特性の観点を持った防災マップの作成が求められるようになった。

本研究では、常時微動の解析により滋賀県草津市の各所における土地の揺れやすさを推定し、地図上にその分布状況を詳細に整理することによって今後の地震防災に役立てることを目標としている。しかしこれまで用いてきたマップの作成手法においては、数多くの問題点が指摘されてきた。

そこで今回は、中でも特に大きな問題として取り上げられた地盤条件を無視したランダムな代表点選定法に注目し、その妥当性すなわち地形特性と常時微動との関係の追究および、これまでに用いてきた常時微動の測定・解析方法の特徴を見出すことを目的に研究を進めてきた。

2. 研究方針

地盤の卓越周期マップ（分布図）の作成手順は、滋賀県草津市内を 500m 四方のメッシュに区切り、そのメッシュごとに常時微動測定を実施後、解析結果（卓越周期）を GIS を用いて地図上に整理するというものである。下図は作成されたマップの例である。

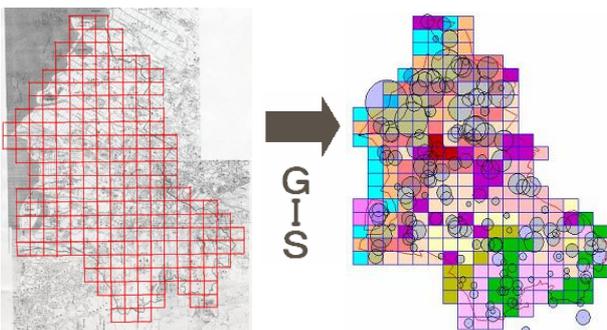


図-1. 滋賀県草津市の卓越周期分布図

本研究では、メッシュ内の常時微動測定結果が地盤条件によって影響されるかを調査し、地盤条件ごとの解析結果に差異が現れていなかった場合にはこれまで用いてきたメッシュごとの代表点選定法は妥当であるとし、逆に差異が現れていた場合には地盤条件を無視したランダムな代表点の選定は不適切であると扱うこととして、これらマップの作成手法の妥当性および特徴を地盤条件の観点から追究した。

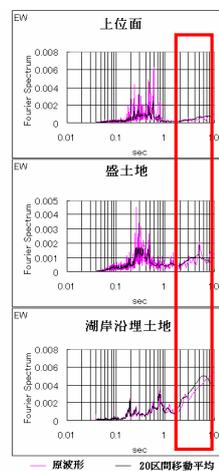
3. 研究方法

国土交通省国土地理院発行の数値地図 25,000 土地条件図を用い、草津市内で条件に当てはまるメッシュ（多様な地盤条件が混在し、なおかつ表層厚さ等それ以外のパラメータが比較的一様であるようなメッシュ）を検索し、そのメッシュ内で地盤条件ごとに常時微動を測定、解析結果（卓越周期およびフーリエスペクトル）を比較した。

4. 結果および考察

4-1. フーリエスペクトルについて

各メッシュで得られた結果を地盤条件の組合せに注目して比較したところ、測定結果に差が見られる地盤条件の組合せと、ほとんど差を見ることのできない地盤条件の組合せが存在していることが明らかとなった。



左図は前者の組合せの例である。差は主に周期頻度曲線上に現れ、図中の枠で囲まれた部分を見ると、地盤条件が比較的良好な上位面からやや軟弱な盛土地、軟弱な湖岸沿埋土地へと変わるにしたがい、やや長周期帯にピークが現れてくる様子が確認できる。また、卓越周期が徐々に長くなっていく様子も明確に現れている。

図-2. 差の生じた地盤条件の組合せ例

一方、下図は測定結果にほとんど差を見ることのできなかつた地盤条件の組合せである。多様に存在する地盤条件を、比較的良好な地盤(上枠)、やや軟弱な地盤(中枠)、軟弱な地盤(下枠)に分類し、それぞれの地盤条件から得られたフーリエスペクトルを分類ごとに整理し、まとめている。この図から、同じ分類に属する地盤条件を有した地盤から得られるフーリエスペクトルおよび卓越周期は、地盤条件によらず、近似した波形および値をとると考えられる。

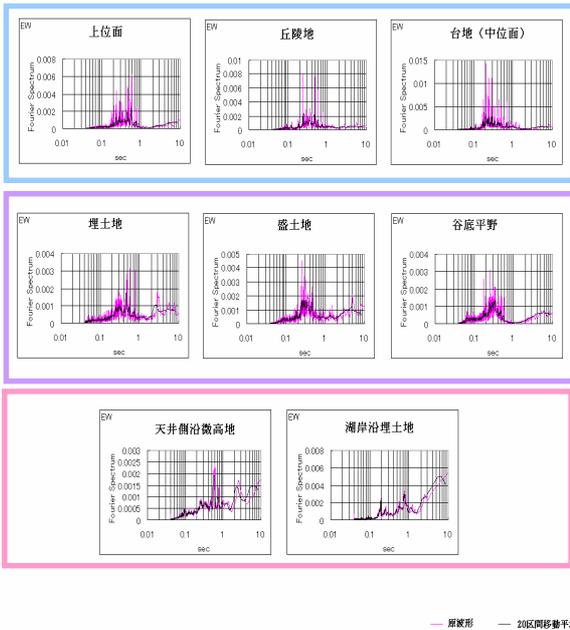


図-3. 差の生じなかつた地盤条件の組合せ例(分類別)

また、上述したようなある程度大きく異なる地盤条件どうしの組合せであっても、それら地盤条件の遷移が、狭い範囲に留まる小規模なものであった場合には、得られる解析結果において目立った差異を確認することはできなかつた。

以上から、地盤条件の違いが常時微動測定結果に影響を及ぼすためには「分類を越えた幾つかの地盤条件が大規模な変化を伴って1つのメッシュ内に混在している。」という条件を満たしている必要があると考えられる。

4-2. データ処理方法について

理論式からも推察できるように、一般に、常時微動はあらゆる地盤条件の違いを含むものであると考えられている。にも関わらず上記のような条件付けが行われた要因として、本研究では2つの可能性を取り上げ、それについて検証した。

1つは、測定対象とした常時微動の波長と、地盤条件を決定付けている表層地盤厚さとの mismatch という、測定方法に問題のあった可能性である。しかし、これについて検証を行ったところ、両者は比較的対応している、という結果を得た。

もう1つは、地盤条件の細かな違いによって生じる微動の差異を、波形・卓越周期に反映することができなかつた、という解析方法に問題のあった可能性である。解析に用いたFFTアナライザの設定(サンプリング区間とハニングウィンドウ)を様々に変化させ解析を行ったところ、ある設定では顕著に現れていた波形が、異なる設定ではほとんど確認できなくなる等、解析時の設定が結果にいかにか大きな影響を与えるかを確認することができた。またこのことから、今回用いた解析方法が、地盤条件の細かな違いによって生じる微動の差異を、結果として視覚化・数値化する能力を有していないものであった可能性は極めて高い、と考えることができる。

また、今回の常時微動測定では振動計の測定精度を50 Hzに設定したが、地盤条件の違いによって生じる波がこれよりも短い波長で現れていた可能性も考えられることから、このことを含め、地盤条件と常時微動との関連性については今後より深く議論されるべきと考えられる。

5. 結論

以上から、地盤条件の違いから生じる微小な差異を常時微動は含むものであると仮定すると、本研究で用いた常時微動の測定・解析方法には地盤条件と常時微動の関係性を捉える上で以下のような特徴を持っていると考えられる。

- 大きな地盤条件の違いのみを結果に反映する。
- 大きな地盤条件の違いであっても、それが小規模に生じている場合には差が反映されない。

このことから、100m や 50m メッシュのように細かい差異を追う必要のある卓越周期マップ作成には適さず、その際は、新たな測定・解析手法導入を検討する必要があると考えられる。

また、先述した条件付けを考慮し、現行の方法を用いて今後500mメッシュ卓越周期マップを作成する場合には以下の4点に留意してメッシュの代表点を選定することが望ましいと考えられる。

- メッシュ内に異なる分類が混在していない場合、ランダムな代表点選定は一定の信頼を有する。
- 異なる分類に属する地盤条件が混在している場合、より支配的な箇所を代表点の候補区域とする。
- 2つ以上の分類が同程度の割合でメッシュ内に混在している場合は分類別にゾーンに分割する。
- いずれの場合においても代表点の候補地を複数箇所定め、全測定結果を総じて代表値とする。