

常時微動観測での地盤特性の推定について

東京理科大学 学生員 藤本 浩志

東京理科大学 正会員 東平 光生

1. はじめに

近年、地盤の地震動を知る為に様々なアプローチで解析が行われてきた。実際に地震動を観測し解析プログラムにかけ地盤構造を推定したり、プログラムを用いて仮想の地盤モデルを作ることにより実際の地盤の揺れを再現したりである。また、常時微動を観測することで観測点の地下構造の推定をし、地盤の特徴を見つけ出すことも行われている。^{*1}しかし、常時微動は震源の特定が難しく、波群構成が複雑なので観測したデータの扱いが難しい。一方、常時微動は非常に観測が簡単で、安いコストで地下構造を推定で来る特徴がある。本研究では、常時微動観測の地震の研究への有効性を、スペクトルデータの再現性の観点で検討する。

2. 観測方法

微動観測は観測地点 1 点に、微動測定器を 3 器（水平 2 器、鉛直 1 器）設置して行った。観測地点は千葉県野田市東京理科大学理工学部グラウンド内である。観測に用いた微動測定器(株)東京測振のサーボ式速度計 VSE-15D である。微動測定器を水平 2 成分（東西、南北）、鉛直 1 成分になるように一枚の平板に固定し、その平板を水平器で水平になるように設置した。また、サンプリング周波数は 50Hz とした。観測時間は人工的な微動の影響を極力少なくするために午前 0:00~午前 5:00 とし、1 回分の観測時間は約 80 秒として 50 回行った(データ数は 4096 個である)。データはノートパソコンの HDD に記録した。

3. 解析方法

速度計で観測したデータを積分することで変位に変換する。得られた変位データのトレンドを除去し^{*2}、その後、FFT^{*3}によりフーリエスペクトルに変換する。更に、そのフーリエスペクトルのスペクトル推定誤差を少なくするため、平滑化^{*3}。平滑化にあたっては Parzen のウィンドウを用い、バンド幅は 0.2Hz とする。バンド幅に関しては、一番スペクトルの特性がでていいると思われるものを選択する。この様にして得られたフーリエスペクトルの一例を **fig.1**, **fig. 2** に示す。時刻歴は時間帯、天気などの影響によってその振幅が異なる。また、フーリエスペクトルにもその影響は残り、フーリエスペクトルに再現性はあまり見うけられない。そこで、各成分毎に 1Hz 以下で、卓越していると考えられる周期を選定し、50 回の観測でどの振動数が何回卓越したかを表す度数分布表を示すことにする。各成分が何回卓越したのかを **table.1** に示す。更に、この度数分布表の推定誤差を少な

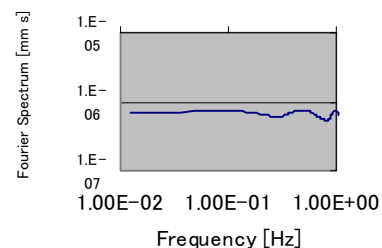


fig.1 An example of Fourier Spectrum of vertical element

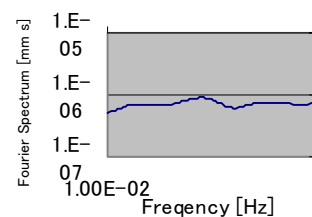


Fig.2 An example of Fourier Spectrum of horizontal element

くするために、平滑化をする。平滑化にあたっては、こちらはデータ数が少ないため、Hanning のウィンドウを用いる。今回は Hanning のウィンドウを 2 回かけるに留める。データの特徴が一番出ていると思われる回数であるからである。この様にして得られたグラフを **fig.3**, **fig.4** に示す。

4. 結果

fig.3 は鉛直成分の分布表である。全体的にまばらであるが、0.45Hz 付近と 0.6Hz 付近に集中している様子がわかる。また、今回は一つの周期に集中してはいないが、0.85～0.95Hz 付近にも平均的に集中している。**Fig.4** は水平成分 2 成分を重ねたものである。

この 2 成分を比較してみると、比較的似通ったグラフを示していると判断できる。特に 0.2Hz, 0.5Hz, 0.65Hz 付近で卓越周期が一致している。また、他の周期でも似たような分布をしている。しかし、0.75Hz 付近では、東西方向のみが卓越周期となっている点が異なっているところがある。

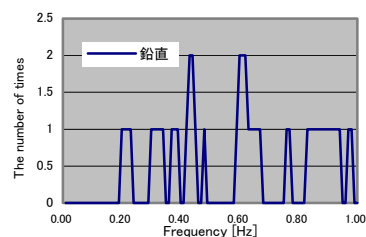


fig.3 各周波数での卓越周期のあった度数(鉛直)

成分	データ数
水平成分 (南北方向)	140
水平成分 (東西方向)	140
鉛直成分	146

Table.1 各成分での卓越周期の個数

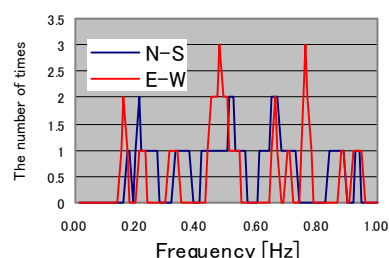


Fig.4 各周波数での卓越周期のあった度数(水平)

5. 考察

以上の結果より考えられることは、水平方向は東西方向、南北方向にあまり関係なく、同じような固有振動数を持つことが確認できる。つまり、水平方向の地盤特有の性質が出ていると考えられる。また、水平方向で成分に関係なく、同じような特性がでるもう一つの原因として、震源の特定の難しい常時微動ではあるが、その震源の分布がランダムで等方的に分布しているとも考えられる。よって、水平方向のスペクトルを表示するときに、東西方向と南北方向のユークリッド距離を用いることで水平方向のスペクトルとすることは妥当だと考えられる。しかし、スペクトルは時間変動するので、時間・天気・季節などのパラメーターを設定することが必要であると考えられる。

また、鉛直方向に関しては、水平方向との類似性があまりないと考えられる。

最後に、今後の課題として、

- (1) 水平方向と鉛直方向との関連性
- (2) 低振動数領域の観測をするための観測時間の延長

を考えている。

(※1) 松井達郎・梅沢夏実・巻島秀男：地下構造推定のための空間自己相関法の適応性に関する検討，物理探査学会論文集 Vol.49 No.1 (1996)，pp28-41

(※2) 日野幹雄：スペクトル解析・朝倉書店 pp.183-187，(1977)

(※3) 大崎順彦：新・地震動のスペクトル解析入門・鹿島出版会 (1994)

Keyword フーリエスペクトル・卓越周期

〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 Tel 0471-24-1501 (内線 4055) Fax 0471-23-9766