

K-NET 長岡の弱震度データに関する一考察

長岡技術科学大学 非会員 橋本啓太
長岡技術科学大学 正会員 宮木康幸

1. 研究概要

地震大国日本では、多くの地点で地盤構造や地盤の振動特性を把握することが急務である。そのため、ボーリング調査が行われるが、この調査は、大掛かりでコストが高く、時間もかかり、広範囲にわたって調査をするのは難しい。そこで、時と場所を選ばず、低コストで簡単に観測が可能である常時微動計測が広く利用され、H/V スペクトルから地盤構造や地盤の振動特性を推定することが行われている。

一方、大きな地震が発生した際に、その震源やマグニチュードを知り、地震防災に寄与するため、独立行政法人・防災科学技術研究所では強震観測網(K-NET, KiK-net)を常時運用している。その観測地点では、ボーリング調査が行われ、地盤構造や地盤の振動特性が明確にされていることが多い。

しかし、K-NET, KiK-net で記録されたデータと常時微動データの関係については、はっきりしない点が多い。一つには、常時微動はランダム方向からの表面波を計測しており、その大きさは加速度に換算して高々1gal程度であり、強震観測網では数十 gal から数千 gal の地震動を対象としていることが挙げられる。さらに、強震観測網では大きな地震が発生した時のみ記録しているが、常時微動ではその時以外の時間に計測されていることが挙げられる。

本研究では、強震観測網で記録された弱震度データ(常時微動の測定加速度に近い極小さな振動)には常時微動と同様な性質があるのではないかと考え、両データの H/V スペクトルを比較することによって、強震観測網のデータと常時微動データの関係を明確にすることを目的とした。

2. 常時微動データの処理方法

(1) 使用する常時微動観測記録

処理方法を検討には、K-NET³⁾小千谷地点で計測した微動記録を用いる。そして、その記録波形から車両などによるノイズを取り除き、定常的な波形を選別して使用した。一般に、H/V スペクトル比の計算式は(1)式によって表される⁴⁾。本研究ではこれを使用した。

$$\frac{H}{V} = \frac{\sqrt{f_{NS}^2 + f_{EW}^2}}{f_{UD}} \quad (1)$$

ここで、H：水平動スペクトル、V：上下動スペクトル、 f_{NS} ：NS(南北)成分のフーリエ・スペクトル、 f_{EW} ：EW(東西)成分のフーリエ・スペクトル、 f_{UD} ：UD(上下)成分のフーリエ・スペクトルである。

(2) 処理方法の検討

検討の結果、計測時間が2分で、20.48秒(サンプリング間隔0.01秒、サンプル数2048個)のデータを半分ずつオーバーラップして10個抽出し、データごとにフーリエ・スペクトルを算出する。続いて、各成分を振動数ごとに平均して、その後平滑化(平滑化にはParzenウィンドウ²⁾を用いる)を行う。最後にH/Vスペクトルの計算を行うという方法が卓越周波数を安定して推定できるため、この処理方法を用いることにした。

3. 処理方法の妥当性の検討

KiK-net 小千谷地点で計測した常時微動を前章で決めた処理方法を用いて解析した。

KiK-net 小千谷には、土質データ(ボーリング調査結果)が掲載されているので、層厚とせん断速度、密度から地盤の周波数応答を求めることができ⁵⁾、これから地盤の固有振動数を推定できる。推定した結果、図-1に示のように、土質データから求めた周波数応答スペクトルの卓越振動数と常時微動から求めた卓越振動数と非常に近い値であった。

このことから、常時微動データに関する処理方法は、妥当だと言える。

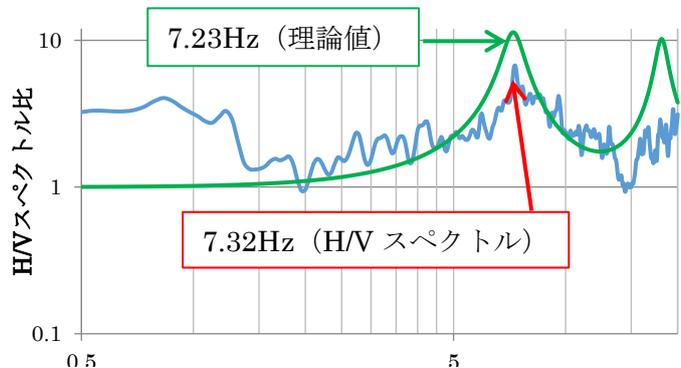


図-1 常時微動データの卓越振動数とボーリング調査データからの理論的卓越周波数

4. 弱震度データの抽出方法と選定の検討

K-NET 長岡（長岡雪氷防災研究センター）地点での弱震度データと同地点で計測した常時微動データから算定される H/V スペクトルの比較を行った。つまり、弱震度データの最大加速度と H/V スペクトルを算定する時間の基準が異なった場合、どのように H/V スペクトルに影響するかを調べた。なお、H/V スペクトルを算定するデータはサンプリング間隔 0.01 秒、サンプル数 2048 個とした。

まず、弱震度データの H/V スペクトルを算定する時間の基準に着目し図-2 に示すような検討を行った。これには、最大振幅を中心に前後 1024 個ずつデータを抽出する方法(case1)、地震の揺れが終わったと考えられる時刻から前の 2048 個データを抽出する方法(case2)、S 波が到達したと考えられる時刻から 2048 個データを抽出する方法(case3)の 3 種類で検討を行った。その結果、case3 が妥当であるとわかった。

さらに、弱震度データの最大加速度が 5Gal 以上のものを 6 データと 5gal 以下のものを使用して、弱震度データの大きさの影響を調べた結果を図-3、図-4 に示す。

以上の結果から、S 波が到達したと考えられる時刻から 2048 個データを抽出する方法(case3)で弱震度データの最大加速度が 5gal 以下のものを用いると、常時微動から推定される H/V スペクトルと一致することがわかった。

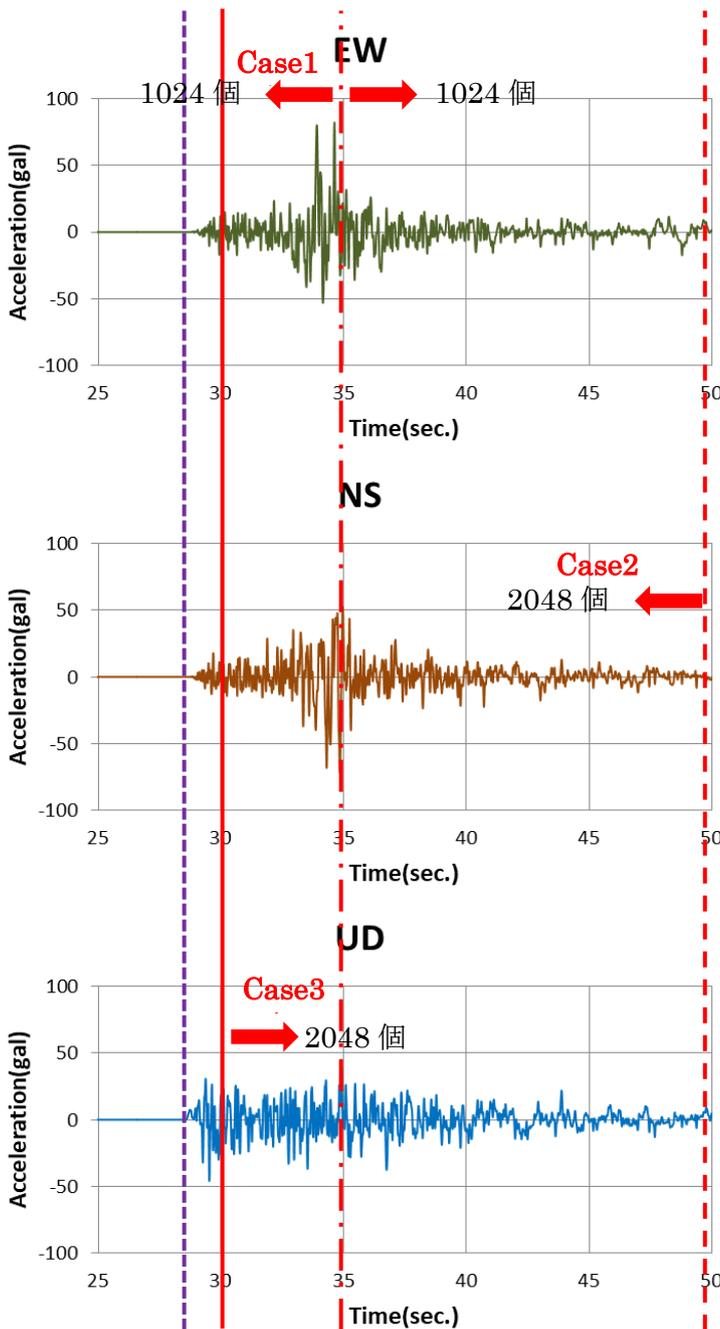


図-2 弱震度データの抽出方法

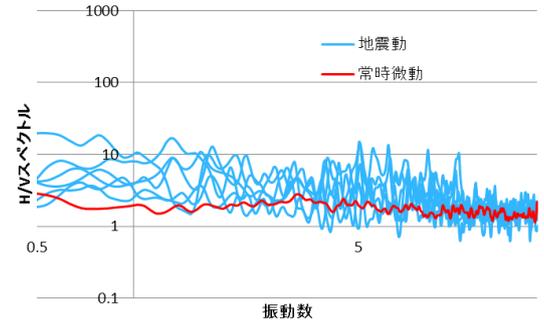


図-3 最大加速度 5gal 以上の場合

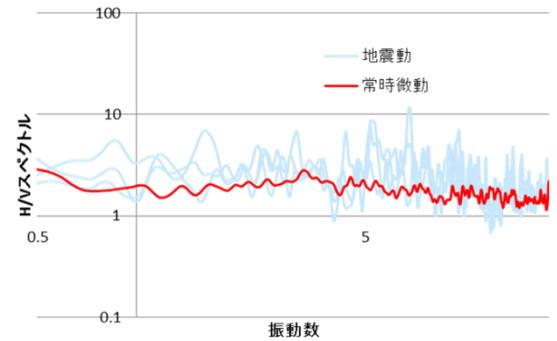


図-4 最大加速度 5gal 以下の場合

- 1) 微動の利用技術：日本地震工学会 微動利用技術研究委員会
- 2) 大崎順彦著：新・地震動のスペクトル解析入門，1995 年 11 月 20 日第 2 刷発行，鹿島出版会
- 3) 防災科学研究所 強震観測網(K-NET, KiK-net)：
<http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>
- 4) 時松孝次，新井洋：レイリー波とラブ波の振幅比が微動の水平鉛直スペクトル比に与える影響，日本建築学会構造系論文集 第 511 号，69-75，1998 年 9 月
- 5) 大崎順彦著：新・地震動のスペクトル解析入門，1995 年 11 月 20 日第 2 刷発行，鹿島出版会