

宮城県大崎市古川地区高密度地震観測網を利用した 常時微動 H/V スペクトル比による地震動推定法に関する研究

金沢大学大学院 学生会員 ○堀川翔平
金沢大学理工研究域 正会員 村田 晶
金沢大学理工研究域 正会員 宮島昌克

1. はじめに

常時微動を利用し地震動の推定を試みる研究は多く行われており、丸山ら¹⁾は、地震観測点における地震記録と常時微動観測結果に基づいて、近傍の地震観測点の加速度波形およびフーリエスペクトルを推定し、実際の記録と比較した。その結果、かなりの精度で推定が可能であったが、短周期成分に関しては、スペクトル推定の精度が低下することがわかった。また、伝播経路を考慮していないため、少し離れた点で推定すると精度が低下することがわかった。大熊ら²⁾は、常時微動 H/V スペクトル比を用いて 1 地点の地震記録から他点における地震動を推定する手法について、速度応答スペクトルを推定して水平動と上下動の増幅度などの実観測データとの比較から、その利用可能性を検討した。その結果、基準点が硬い地盤上の観測点である場合、山間部や内陸部のように基準点の地盤構造に近い地盤に対してはよい推定結果が得られ、沖積層などが堆積する軟らかい地盤に対しては速度応答スペクトルが小さく推定される傾向があることがわかった。

このように常時微動の H/V スペクトル比を利用し地震動の推定が行われているが、その多くは近傍の強震観測点データ同士での比較をもって整合性をとっており、実際に適用した場合どの程度推定できているかという詳細な整合性を把握できていない。そこで本研究では宮城県大崎市古川地区で行われている高密度地震観測網のデータを利用し、地震観測点近傍での地震動推定の適用範囲を把握するとともに、推定精度の向上を試みる。

2. 古川地区における常時微動 H/V スペクトル比

古川地区において常時微動観測した K-NET 及び JMA 観測点および古川高密度観測網 36 個の観測点を図 1 に示す。ここで、H/V スペクトル比の算出に関しては、NS, EW, UD 成分それぞれに対して、安定している 1 成分につき、微動が安定している部分 2048 ポイント (20.48 秒) を 1 単位とする 5 個のデータファイルを作成する。これら 5 個の時間領域のデータファイルは、フーリエ変換の後、ノイズの影響を減らすため、加算平均し、バンド幅 0.4Hz の Parzen Window により平滑化する。また水平成分に関しては NS 成分, EW 成分の相乗平均での値とする。以上により求めた水平成分を鉛直成分で除した値を H/V スペクトルとする。

既往の研究(例えば⁴⁾)では H/V スペクトル比の卓越周期を地盤の固有周期として近似できるとされている。そこで、算出した H/V スペクトル比の卓越周期を大町, 紺野らの方法⁵⁾を用いて判読し、スプライン補間により面的に補間したものを図 2 に示す。図の青線で示したところは被害の程度が大きかった箇所である。固有

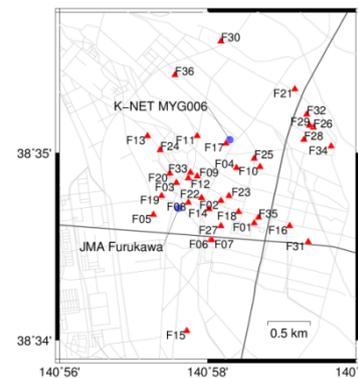


図 1 古川地区地震観測点³⁾

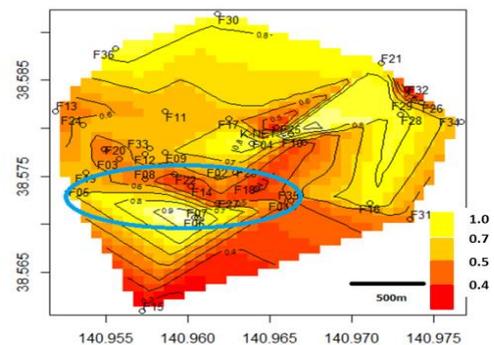


図 2 常時微動 H/V スペクトル比による地盤固有周期モデル

周期が大きいほど軟弱な地盤とするならば、被害程度が多かった地盤の固有周期は比較的大きい値となっている。しかしながら、常時微動を利用した地盤特性の把握だけでは地震被害との相関性が取れているとはいえ、地震動特性の推定も求められる。

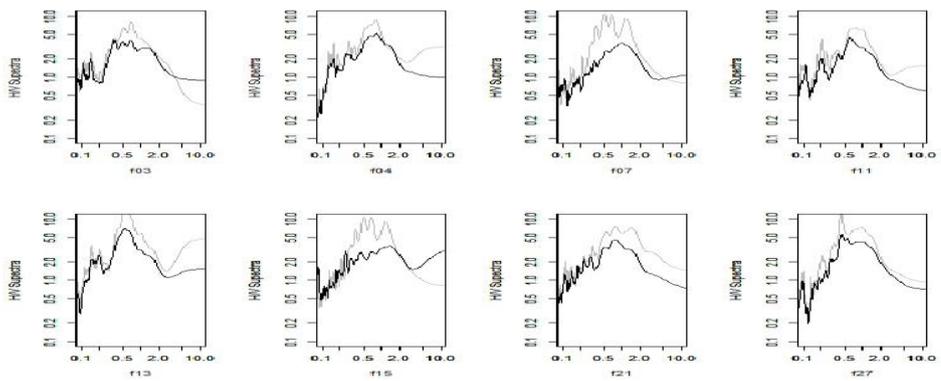


図3 常時微動 H/V スペクトル比と地震動 H/V スペクトル比の比較(横軸: Period(s), 太線: 常時微動 H/V スペクトル比, 細線: 地震動 H/V スペクトル比)

3. 地震動推定

丸山ら¹⁾の定式化では、地震動と常時微動の H/V スペクトル比は等しく、かつ 2 地点の地表面鉛直地震動のスペクトル特性は等しいという仮定のもと、推定点及び地震観測点の 2 地点間の常時微動 H/V スペクトル比の比が相対的な増幅度であるとしている。そこで、古川観測点で無作為に選定した 8 か所において常時微動 H/V スペクトル比と地震動 H/V スペクトル比を比較したものを図 3 に示す。確かに、ピーク形状は比較的似ているものの、振幅に関してみてみれば、ほとんどのものが地震動 H/V スペクトルのものより常時微動 H/V スペクトル比の振幅の方が小さい結果となった。すなわち、この観測事実をできるだけ考慮した定式化の必要性がある。すなわち、次式のような補正係数が必要となる。

$$\left(\frac{H}{V}\right)_M^{E/O} = \frac{\left(\frac{H}{V}\right)_M^E}{\left(\frac{H}{V}\right)_M^O} = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{\left(\frac{H}{V}\right)_E^E}{\left(\frac{H}{V}\right)_E^O} = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{V_E^O}{V_E^E} \cdot \frac{H_E^E}{H_E^O} = \alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot \left(\frac{H_E^E}{H_E^O}\right)$$

ここで、上の添字の E 及び O は推定点、地震動観測点、下の添字の M 及び E は常時微動、地震動を表す。α, β はそれぞれ振幅、ピーク周期に関する補正係数とする。今後は、古川高密度観測での観測データと常時微動のデータを用いて補正係数を決め既往の定式よりも精度の高い地震動推定を試みる。

4. まとめ

本研究では高密度地震観測網で常時微動を行った。そのデータを利用し、従来の地震動推定法の詳細な整合性をみるとともに、地震動及び常時微動 H/V スペクトル比は完全に等しいものではないという仮定のもと推定法の改良をする。

謝辞

本研究を進めるにあたり、K-NET 及び Kik-net でのデータを利用させていただきました。また現地の観測にあたりましては京都大学防災研究所の後藤浩之氏、また古川高密度地震観測プロジェクトに参加の皆様にご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 丸山喜久・山崎文雄: 常時微動の H/V スペクトル比を用いた地震動推定法の提案, 土木学会論文集, No. 675/I-55, pp. 261-272, 2001.
- 2) 大熊裕輝, 松岡昌志: 宮崎県における常時微動 H/V スペクトル比を用いた地震動の推定, 土木学会論文集, No. 696/I-58, pp. 261-272, 2002.
- 3) 大崎市古川高密度地震観測プロジェクト, <http://sn.catfish.dpri.kyoto-u.ac.jp/index.html>, 2013 年 12 月 13 日アクセス
- 4) 時松孝次, 宮寺泰生: 短周期微動に含まれるレイリー波の特性と地盤構造の関係, 日本建築学会構造系論文報告集, 第 439 号, pp.81-87, 1992.
- 5) 大町達夫, 紺野克昭, 遠藤達哉, 年縄 巧: 常時微動の水平動と上下動のスペクトル比を用いる地盤周期推定方法の改良と適用, 土木学会論文集, No.489, I-27, pp. 251-260, 1994.