

微動H/Vスペクトルを用いた地震動特性 の評価法に関する研究

荏本孝久¹・山本俊雄¹・服部秀人²・岩楯敞広³

¹正会員 神奈川大学工学部（〒221-8686 横浜市神奈川区六角橋3-27-1）

E-mail:enomoto1@kanagawa-u.ac.jp

²正会員 長野工業高等専門学校（〒381-8550 長野市徳間716）

³正会員 東京都立大学大学院（〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1）

対象地域の地盤構造や地震動伝播特性を把握することは地震防災上重要な課題である。本研究では、表層の地震動特性を評価する方法として比較的簡便で有効性が認められている常時微動観測より得られた H/V スペクトルを活用する方法を検討した。ここでは、H/V スペクトルを統計回帰分析によって導かれる最大加速度の距離減衰式を用いて地震動の地盤特性による増幅率の大きさと比較するとともに、横浜市神奈川区において実測された 12 地点 5 地震の地震動特性の実測値と H/V を用いた理論値との比較検討を行った。

Key Words : Seismic wave characteristics, Spectral characteristics, Microtremor, H/V spectra, Theoretical spectrum

1. はじめに

1995 年阪神・淡路大震災以後、各方面で新たな地震防災対策の検討が行われており、その中でも対象地域の地盤構造や地震動伝播特性を把握することは地震防災上重要な課題である。

本研究では、地震動特性を評価する方法として地盤特性の情報をボーリング調査に比べ比較的観測や解析が簡便で有効性が認められている常時微動観測より得られた H/V スペクトルを活用する方法を検討した。ここでは、H/V スペクトルを統計回帰分析によって導かれる最大加速度の距離減衰式を用いて地震動の地盤特性による増幅率の大きさと比較するとともに、横浜市神奈川区において実測された 12 地点 5 地震の地震動特性の実測値と H/V を用いた理論値との比較検討を行った。

2. 微動と強震動のH/Vスペクトル

微動は神奈川区 12 地点(k-01~k-12)において、NS 成分、EW 成分、UD 成分の 3 成分を 15 分間隔に 3 分間（180 秒）計 2 回観測し、交通振動などの非正常なノイズの部分を避け H/V スペクトル解析を行った。強震動データは微動観測地点と同じ場所にある横浜市高密度強震計ネットワークより、表-1 に示す 5 地震のデータを対象として、スペクトル解析を行った。図-1 に k-01 地点の微動と 5 地震の強震動の H/V スペクトルを重ねた結果を示す。

図より 1 秒以下の周期特性が極めて良く一致しており、両者の地盤地震動特性の整合性が認められる。

表-1. 対象とした地震リスト

地震番号	地震発生時刻	震源緯度	震源経度	M	震源深さ
1	1999年05月22日 09時48分11秒	35.5	139.1	4.4	20
2	1999年09月13日 07時56分41秒	35.6	140.2	5.1	80
3	2000年02月11日 20時57分03秒	35.5	139	4.4	20
4	2000年04月10日 06時30分48秒	36.2	140.1	4.9	60
5	2000年06月03日 17時54分48秒	35.7	140.8	5.8	50

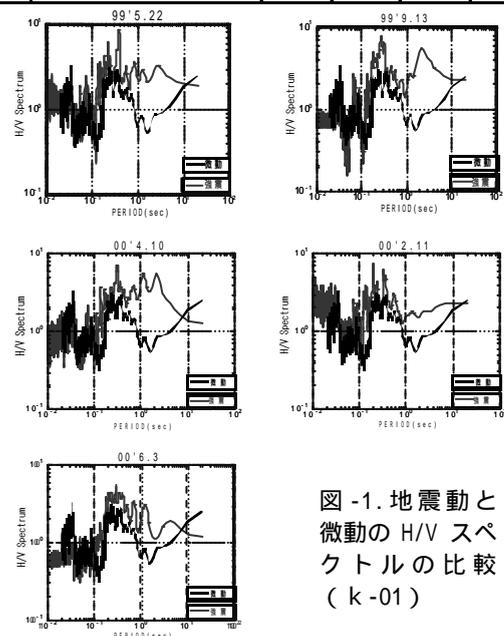


図-1. 地震動と微動の H/V スペクトルの比較 (k-01)

2. 地震動特性の評価

2-1 スペクトル特性の比較

神奈川県 12 地点で観測された 5 地震の強震動スペクトルを最大加速度の理論値にもとづいて算定する。理論スペクトルには式(1)を用いた。

$$|U(\omega)| = \frac{R_{qf}}{4} \frac{1}{V_c^3} \frac{1}{r} M_0(\omega) \quad (1)$$

V_c ; S 波, P 波速度
 ρ ; 密度
 R ; ダブルカップルのラディエーション
 $M_0(\omega)$; 震源スペクトル
 r ; 断層からの距離

算定される工学的基盤面での強震動は 12 地点ではほぼ同様な値をとるので、地震ごとの平均値より評価した。平均した理論スペクトルを図-2 に示す。この基盤スペクトルに常時微動の H/V スペクトル比を乗じた結果を地表面での強震動スペクトルの理論値とし、実測値と比較した結果を図-3 に示した。両者の周期特性は比較的良く整合する。

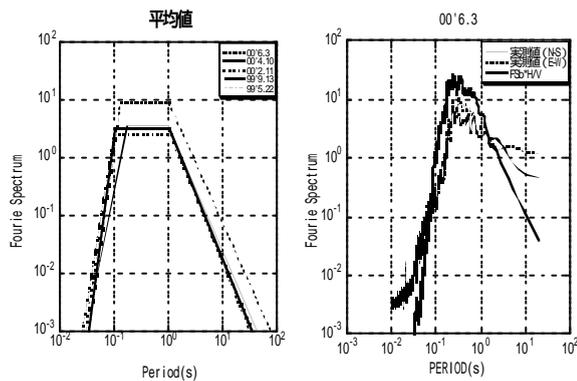


図-2 加速度理論スペクトル (工学的基盤レベル)

図-3 地震動の加速度スペクトルの比較

4-2 最大加速度値の比較

最大加速度値を算定するにあたって、表層地盤の H/V スペクトルによる増幅率を検討する。本報では表-2 に示した 3 地震の最大加速度分布を k-net 情報から抽出し、1 種地盤と 2 種地盤の距離減衰の結果より(2 種/1 種)で地盤の増幅率を検討した。神奈川県での 5 地震の震央距離は 50 km-100km であり、その距離で見ると(2 種/1 種)の比は 3 地震とも約 1.5 倍程度となった。一方、神奈川県 12 地点の微動の H/V スペクトル比から最大加速度に影響すると考えられる周期範囲(0.1 - 1 秒)の平均値及び H/V の最大値を比較し結果を図-4 に示す。図より H/V の平均値は、ほぼ距離減衰式から得られる増幅率に一致し、H/V が表層地盤の増幅率に対応するものと考えられる。このため本研究では、基盤面での最大加速度の理論値に H/V スペクトルの最大値を乗じたものを地表面の最大加速度の理論値とした。理論値と実測値を比較した結果を図-5 に示した。図より H/V スペクトル比を用い

た理論値が比較的よく実測値と対応する傾向が認められた。

表-2. 増幅率の検討対象とした 3 地震

	鳥取県西部	芸予	静岡県中部	
発生日	00' 0,6	01' 3,24	01' 4,3	
マグニチュード	7.3	6.9	5.9	
震源地	北緯	35.27°	34.10°	34.99°
	東経	135.35°	132.70°	138.11°
震源深さ(km)	11	60	33	

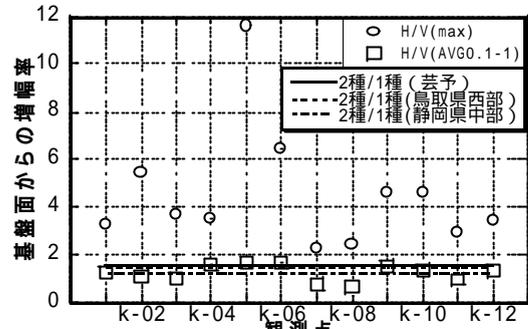


図-4 H/V スペクトルによる観測点別の増幅率

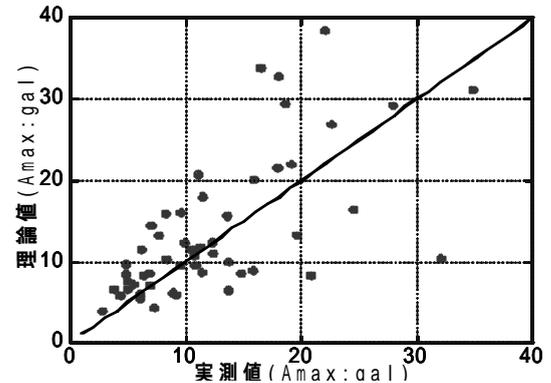


図-5 実測値と理論値の比較

4. まとめ

本研究の結論を以下にまとめる

神奈川県 12 地点における常時微動の H/V スペクトルと強震動の H/V スペクトルの周期特性は良く一致し、表層地盤の影響が大きいものと考えられる。神奈川県 12 地点 5 地震の強震動スペクトルと最大加速度について理論的な基盤スペクトルに常時微動の H/V スペクトルを乗じた理論値の結果を比較するとスペクトル特性および最大加速度は実測値と比較的良く整合した。

謝辞：本研究を進めるにあたり、k-net データを利用した。記して、御礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 地域特性を考慮した地震動予測・日本建築学会地盤震動シンポジウム(1999)
- 2) 鳥取県西部地震被害調査報告書・大林組技術研究所(2001)
- 3) 福島美光, 田中貞二, 渡辺孝英・震源域における地震動強さの統計的考察・日本建築学会(1993)