

常時微動 H/V スペクトルによる地震動増幅スペクトルの一推定法

東北工業大学

正会員

○神山 眞

々

正会員

松川忠司

1. はじめに

地震動特性は大別して、震源特性、伝播経路特性およびローカルサイト効果の3要因によって支配されることが知られている。このうち、ローカルサイト効果の影響はとりわけ大きく、この要因により地震被害が決えられることが多い。従って、ローカルサイト効果の影響、特にローカルサイト効果に起因する増幅スペクトルを前もって予測する手法の確立が望まれる。この目的のためには多くの手法が考えられるが、容易に観測でき、ローカルサイト効果を総合的に取りこめる常時微動は有力候補の一つであろう。ここでは常時微動による地震動増幅スペクトル算定手法の確立を目的とする著者らの研究の一環として、H/V スペクトル利用の一方法について報告する。

2. ローカルサイト効果による強震動増幅スペクトルの算定と常時微動 H/V スペクトルの修正

常時微動の H/V スペクトルによる強震動増幅スペクトルの予測手法を確立するためには、先ずターゲットとなる強震動そのものの増幅スペクトルが一定の信頼度をもって知られていなければならない。ここでは、著者らによって進められているアレー観測システム Small-Titan の記録利用により経験的に求められた増幅スペクトルを考察対象とした。

Small-Titan による増幅スペクトル算定はS波主要動のフーリエスペクトルを対象として一般化逆解析法により既に算定されているが¹⁾、ここではより広範な地震動特性を考慮して改めて増幅スペクトルを別手法で求めた。同観測システムは1998年より観測が継続されていて、これまで約400の地震による記録を得ている。このうち、同観測システムを構成する20観測点(図-1)で記録されている震央距離70km以上の条件を満足する49地震による記録から求められた減衰定数0.05の速度応答スペクトル(水平動二成分スペクトルのベクトル合成)を利用してスペクトル比法により全20観測点の増幅スペクトルを経験的に求めた。一方、常時微動のH/Vスペクトルは通常の3成分記録のフーリエスペクトルからベクトル合成の水平動スペクトルHと鉛直動スペクトルVの比として求められた。このようなH/Vスペクトルを異なる時間で繰り返して求めて、それらを平均して各観測点の常時微動H/Vスペクトルとした。図-2は以上のように求められた強震動増幅スペクトルと常時微動H/Vスペクトルを代表的観測点で比較したものである。これまで多くの研究者が指摘しているように²⁾、卓越周期の一致など、スペクトル形状に両者の同一性がみられるが、スペクトル振幅には大きな差が存在する。そこで以下のような常時微動H/Vスペクトルが形状のみならずスペクトル振幅においても強震動増幅スペクトルと一致するように常時微動H/Vスペクトルのスムージングとスペクトル振幅の修正法を検討した。

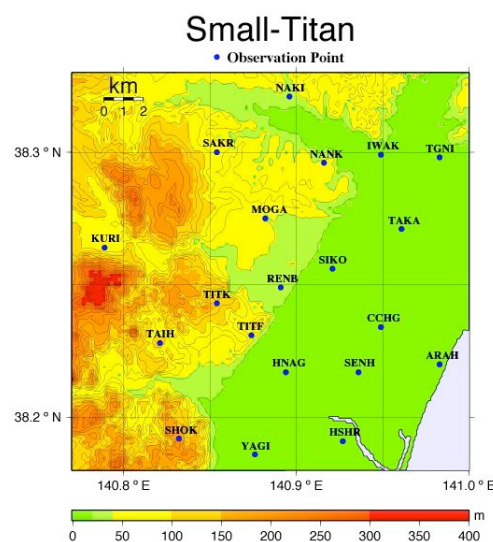


図-1 Small-Titan 観測点配置

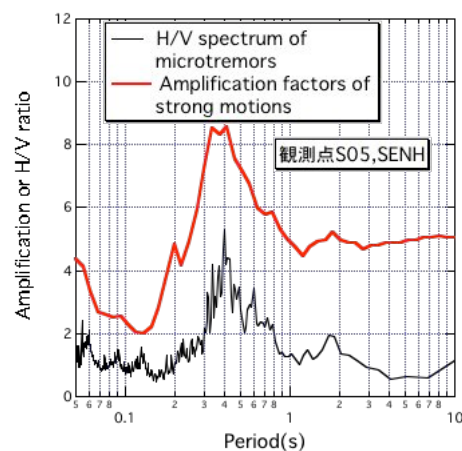


図-2 強震動と常時微動 H/V スペクトル

キーワード 強震動, 増幅スペクトル, 常時微動, H/V スペクトル, サイト増幅, ローカルサイト条件

連絡先 〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学工学部環境情報工学科 TEL 022-229-1151

常時微動 H/V スペクトルのスムージングは試行錯誤の上、項数 500 の二項式スムージング法³⁾を用いた。図-2 の常時微動 H/V スペクトルに適用した結果が図-3 に例示されている。図-3 にみられるように、スムージングの適用により、H/V スペクトルのピーク、谷が全体に平滑化されるが、二項式スムージングの安定性により源スペクトルの本質は然程失われることなく、異常ピークが修正される特性をもつ。このようにスムージングされた H/V スペクトルでも強震動増幅スペクトルとスペクトル振幅において大きな違いが相変わらず存在する。そこで、その違いを修正する経験的方法を検討した。

図-2 の代表的な観測点の比較でも明らかなように、常時微動 H/V スペクトルはスペクトル振幅のレベルこそ異なれ、全体のスペクトル形状は強震動増幅スペクトルに相似する。したがって、周期に関係なく、常時微動 H/V スペクトルの振幅に一定の係数を乗ずれば、強震動増幅スペクトルに近似することが期待できる。この係数を求めるために周期 0.05 秒～10.0 秒の周期範囲での強震動増幅スペクトルと常時微動平滑化 H/V スペクトルそれぞれの平均スペクトル振幅を求めて、両者の比 R を検討してみた。この検討を Small-Titan の 20 観測点で検討した結果、この比 R は明らかに常時微動の卓越周期 T と正の相関をもつことが認められた。その相関関係を図示したのが図-4 である。図-4 では全 20 観測点の結果に対数線形回帰を仮定した回帰式も与えられている。結局、常時微動観測により卓越周期と平滑化 H/V スペクトルが与えられれば、図-4 の回帰式からスペクトル振幅の増減係数が与えられるので、これを平滑化 H/V スペクトルに乗ずれば、常時微動による強震動増幅スペクトルが簡易的に予測できることになる。紙面の関係から 20 観測点全部の比較は困難であるが、代表的観測点について、このように予測された増幅スペクトルとスペクトル比法により実測記録から求められた強震動増幅スペクトルの比較結果が図-5 に示されている。

3. むすび

紙数の関係から十分な論述ができないが、常時微動による増幅スペクトル推定の簡易的な手法を提示した。今後は、この手法の妥当性を他の観測点への適用により確かめていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 荘司, 神山: 土木学会論文集, No. 703, p237-253, 2002. 2) Lachet & Bard: J. Phys. Earth, 42, p377-397, 1994. 3) Marchand & Marmet: Review of Scientific Instruments, 54(8), p1034-1041, 1983

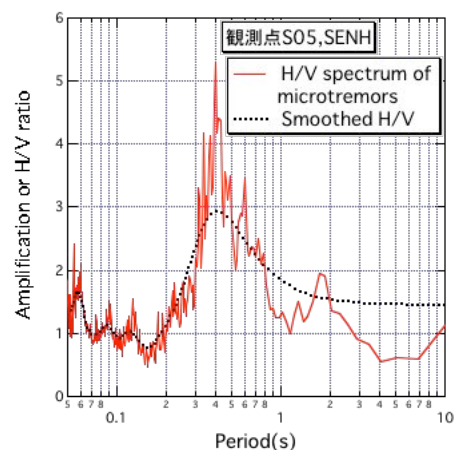


図-3 H/V スペクトルのスムージング

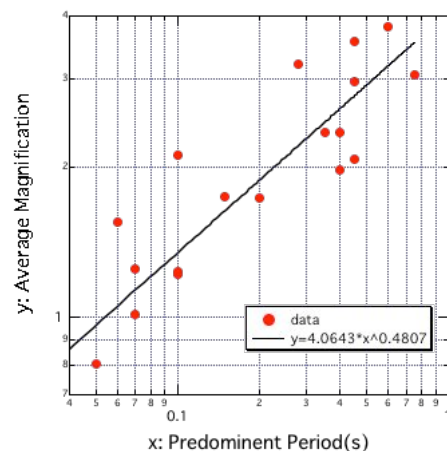


図-4 スペクトル比 R と卓越周期 T の関係

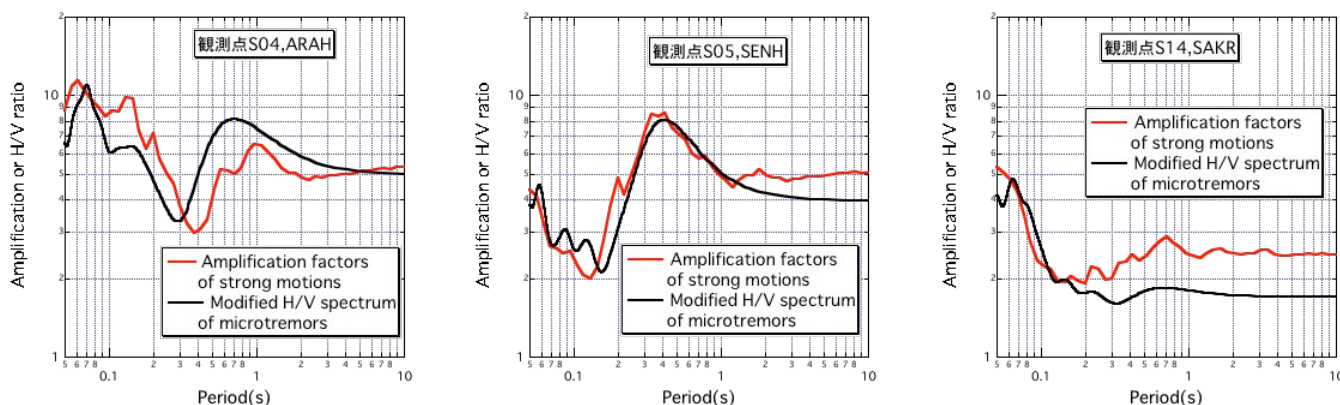


図-5 強震動増幅スペクトルと常時微動の修正 H/V スペクトルの比較(代表例)