

Ⅲ－11

強震動のH/Vスペクトルにみられる地盤の地震時増幅特性

東北工業大学	学生会員	○望月雅広
々	正会員	神山 真
々	正会員	松川忠司

1 はじめに 一般に、強震動は震源特性、伝播経路、ローカルサイトの3要因によって支配されることが知られている。従って、強震動の予測はこれらの要因をバランスよく考慮してなされる必要がある。このうち、構造物挙動に関係する周期帯域ではローカルサイトの影響が特に重要であるといわれている。ローカルサイトの影響は地盤の地震時応答計算では増幅スペクトルとして関与するが、これをいかに評価するかが問題となる。このため、種々の方法が試みられているが、地震記録を利用した経験的手法の有効性が注目を集めている。特に、地震記録の水平動成分と鉛直動成分の単純なスペクトル比が地盤の増幅スペクトルを近似的に与えるとの指摘以来、この簡易法について多くの議論がなされている^{1)・2)}。本研究では著者らが整備をすすめてきた強震記録データベースを用いて、この簡易法の有効性を検証することを試みた。ここでは、水平動スペクトル(H)の鉛直動スペクトル(V)に対するスペクトル比をH/Vスペクトルと略称する。

2 強震記録データセットと経験的増幅スペクトル

これまで、著者らは我が国で得られているSMAC強震記録のデータベース化をすすめてきた。これらは大型計算機はもとよりマイコンシステムでも利用されるように整備されている。さらに、これらの強震記録を用いて種々の検討を行ってきたが、このうち震源、伝播経路、観測点毎のローカルサイトの影響を分離する統計解析モデルを開発して、強震記録観測点の増幅スペクトルを経験的に求めている³⁾。このような増幅スペクトルをここでは経験的増幅スペクトルと呼ぶことにする。本研究では強震記録の水平成分と鉛直成分から簡単に求められるH/Vスペクトルを経験的増幅スペクトルと比較することによりH/Vスペクトル法の有効性を検証した。図1に強震記録データベースの観測点と地震震央分布を示す。図1のように、ここでの強震記録データは26観測点における水平成分と鉛直成分から成る357個の記録で構成されている。

3 H/Vスペクトルの算定と経験的増幅スペクトルとの比較

本研究の強震記録データセットは1地震ごとに水平動2成分、鉛直動1成分を有する。従って、H/Vスペクトルは1地震毎に2個得られることになる。ここではデータ数の拡張をねらい1地震における2個のH/Vスペクトルを別個のデータとして扱った。各記録の主要動を対象にフーリエスペクトルを求め、Gaussian Filteringによるスムージングを施したうえで、H/Vスペクトルを算定した。図2は観測点MIYAKOを例に全ての地震記録によるH/Vスペクトルを重ね書きしたものである。図2に示すように、H/Vスペクトルは地震条件によって変動するが、卓越周期には地震条件にはよらない共通の傾向が認められる。図3は図2におけるH/Vスペクトルの平均と1標準偏差の変動幅を示したものである。特に、周期0.2秒付近の卓越周期部分では変動幅が小さく地震条件によるH/Vスペクトル振幅の変動は相対的に少ないことがわかる。ここでは、このように各観測点毎に求められる平均H/Vスペクトルを考察の対象とした。一方、経験的増幅スペクトルは震源、伝播経路、観測点条件を一意的に分離するため、図1の観測点OHFUNATOをReference siteとして、これを基盤条件として求められている³⁾。従って、H/Vスペクトルと経験的増幅スペクトルを厳密に比較するためには、OHFUNATOでの平均H/Vスペクトルで各観測点の平均H/Vスペクトルを除いてOHFUNATOを基盤条件として求める必要がある。このような処理を施したH/Vスペクトルが経験的増幅スペクトルと全観測点について比較された。ここでは、紙面の関係から代表的5観測点(MIYAKO,HACHINOHE,MURORAN,SHIOGAMA,HOSOSHIMA)の比較結果を図4～図8に示す。これらの比較をみると、観測点によ若干違いがみられるものの、H/Vスペクトルは増幅度、卓越周期の両面から統計的増幅スペクトルとよく対応していることがわかる。ただし、SHIOGAMAでは卓越周期に一致が認められるものの、増幅度においては系統的な差がみられる。因に、SHIOGAMAは他の4観測点に比較して、極端に軟弱なシルト層を有する。このようなことから、総じてH/Vスペクトルは表層地盤の増幅特性を第一近似的に反映するが、その度合いは地盤条件によって変動することが示唆される。なお、他の観測点における比較でも図4～図8と同様な程度の一致性が認められる。

4 S/Vスペクトルの有効性に対する理論的検討

上述のようにS/Vスペクトルは表層地盤による増幅特性を第一近似的に求めるのに、ある程度有効であると考えられるが、これを理論的に検討してみた。H/Vスペクトルを与える地震波動としてRayleigh波、SV波、P波など考えられるが、ここでの平

均H/Vスペクトルが強震記録の主要動を対象としていることから、SV波による寄与が大きいと推定される。そこで、各観測点の地盤構造を考慮してSV波の斜め入射による理論応答計算を行い、表面における水平動と鉛直動のスペクトル比を理論的に算定した。図9はMIYAKOにおける例を示したものである。図9はSV波の入射角20度による理論S/Vスペクトルを示したものである。図9と図4の比較からSV波入射により説明がつくことがわかる。

5 まとめ

S/Vスペクトルは非常に簡単に求められるにも拘わらず、思ったよりも良好に表層地盤による増幅特性を与える。あくまでも、第一近似という条件のもとで増幅特性推定に利用できると考えられる。

参考文献 1) 中村ほか、第7回日本地震工学シンポジウム論文集(1982)、 2) Lermo etc.,BSSA, Vol.83,No.5,1993、 3) Kamiyama,Proc. JSCE, No.386,1988

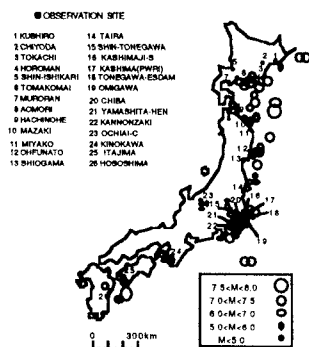


図1 強震記録観測点と震央分布

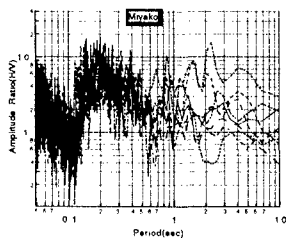


図2 H/Vスペクトルの重ね書き
(観測点MIYAKO)

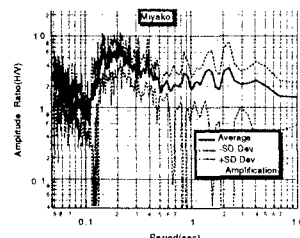


図3 平均H/Vスペクトルと変動幅
(観測点MIYAKO)

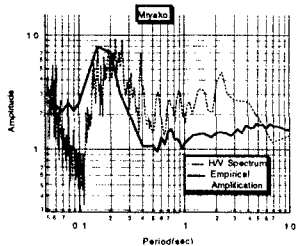


図4 平均H/Vスペクトルと統計
増幅スペクトルの比較 (MIYAKO)

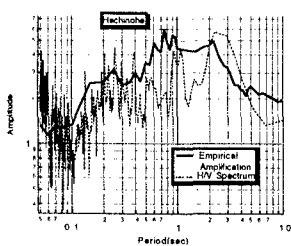


図5 平均H/Vスペクトルと統計
増幅スペクトルの比較 (HACHINOHE)

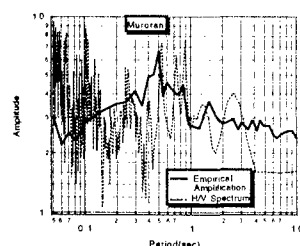


図6 平均H/Vスペクトルと統計
増幅スペクトルの比較 (MURORAN)

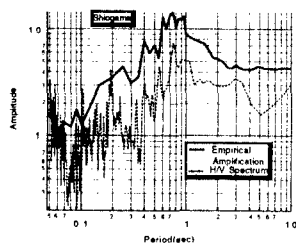


図7 平均H/Vスペクトルと統計
増幅スペクトルの比較 (SHIOGAMA)

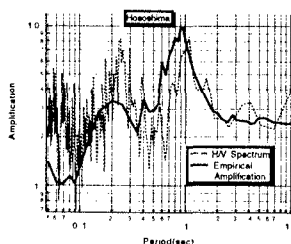


図8 平均H/Vスペクトルと統計
増幅スペクトルの比較 (HOSOSHIMA)

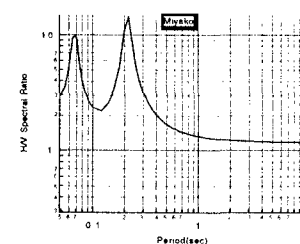


図9 SV波の斜め入射(20度)に
よる理論SVスペクトル (MIYAKO)