

I - 394

常時微動実測による東京都区内のサイスミックゾーニング

北海道開発局	正 員	遠藤 達哉
東京工業大学総合理工	正 員	大町 達夫
東京工業大学総合理工	正 員	年縄 巧

【はじめに】

地盤振動特性を推定するためには、従来、ボーリング調査やP S 検層など地盤資料を用いる方法が多く用いられている。しかし、ある広がりを持った地域の多数の地点で効率よく推定するためには、簡便性に着目すると常時微動の利用が有利である。従来、地盤の周期の推定には水平動スペクトルが用いられてきたが、水平動スペクトルは振動源の変動状況によっては適切に地盤振動特性を推定することが難しい場合がある。中村は「地表における常時微動の水平動スペクトルと上下動スペクトルの比で表層地盤の増幅特性が近似できる」と提案している¹⁾。しかし、理論的裏付けが不十分なので、主としてその理由に対して素朴な疑問が投げかけられている。そこで本研究は、その手法の妥当性を調べるとともに、常時微動を実際に東京23区内の546地点で測定し、それらの結果を用いてサイスミックゾーニングを試みる。

【常時微動の測定と記録の解析】

東京都区内の全中学校546点および既存のP S 検層実施点15点を測定点に選り常時微動を実測した。測定装置としてPIC86(〈財〉鉄道総合技術研究所製)とSPC-35(東京測振製)をいずれも1秒計として使用した。各測定点では、PIC86の場合サンプリング周波数60Hzで約34秒間、SPC-35の場合50Hzで40秒間の測定を3回行った。記録した波形のうち外乱の少ない約17秒間に対してフーリエ変換を行い、水平動2成分を合成し、0.2HzのParzen Windowを5回かけて平滑化し、その後水平成分を上下成分で除してスペクトル比を求めた。3回の測定で得られるフーリエスペクトルとスペクトル比は形状が他と特に異なるものを除き相加平均をとり、その地点でのスペクトル比を決定した。なお、複数の地点で両方の測定装置を用いて常時微動測定を行いスペクトル比がほぼ同一の形状、値を示すことを確認したので、どちらの装置を用いた測定結果も同様に扱った。

【理論増幅率とスペクトル比の比較】

スペクトル比から地盤の増幅率を推定する方法の妥当性を検討するため、P S 検層データとS H波重複反射理論とから求められる地盤の基本周期と常時微動の水平動スペクトル、スペクトル比を比較した。図1には計算による基本周期とスペクトル比の卓越周期の関係を示し、図2には基本周期と水平動スペクトルの卓越周期の関係を示す。図1、2で両者の周期が一致する場合を破線で示す。図1で×で示した点はほぼ直線関係にあり破線に対して約3倍の傾きを与えることから、2次モードの周期とも考えられる。図1で×で示した点を除外すると相関係数は0.94であり、図2で×で示した点(図1で×で示した点)を除外すれば0.89であった。

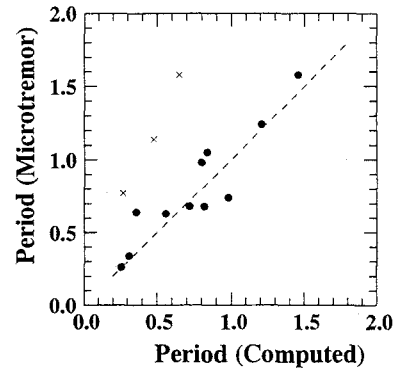


図1 スペクトル比の卓越周期と基本周期

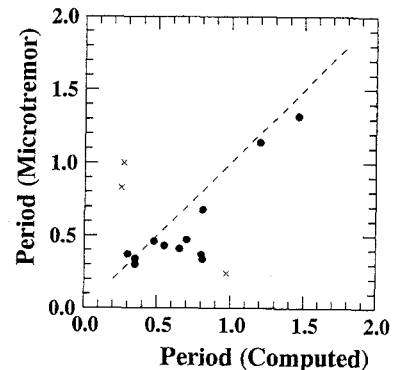


図2 水平動スペクトルの卓越周期と基本周期

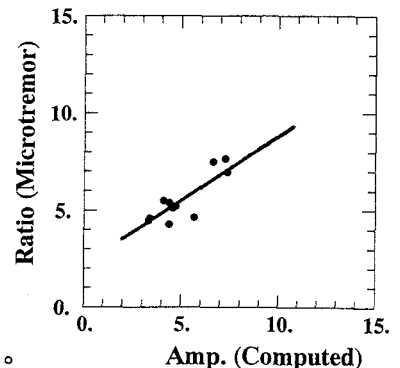


図3 スペクトル比の値と理論増幅率

このことから地盤振動特性の推定にはスペクトル比を用いる方がより精度よく推定できるといえる。図3には図1中に●で示した12地点について、理論増幅率とスペクトル比の卓越周期での値の関係を示す。実線は理論増幅率と今回の測定で得られたスペクトル比から回帰した直線である。図3からスペクトル比と地盤の増幅率が1対1の関係をもち、スペクトル比を用いて地盤の増幅率を推定することができると考えられる。

【強震観測記録とスペクトル比の比較】

1987年千葉県東方沖地震の強震観測地点における基盤での最大速度振幅を距離減衰式を適用して求め、強震記録の最大速度振幅をそれで除することで強震観測地点の増幅率を求め、スペクトル比と比較した。距離減衰式はOhsaki et al.のSoft Rockでの式²⁾を用いた。図4は強震記録と距離減衰式によって求めた増幅率とスペクトル比の関係をプロットしたものである。図4から両者がかなり良い相関を持つことがわかる。

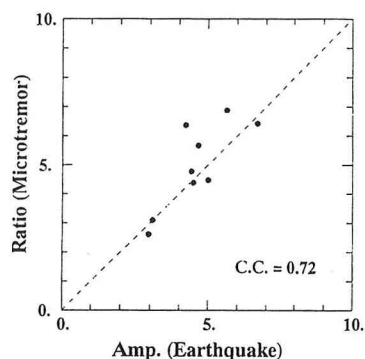


図4 強震観測記録による増幅率とスペクトル比の値

【東京都区内のサイスミックゾーニング】

中学校を拠点とした常時微動の測定結果から東京都区内でのスペクトル比の卓越周期の分布は図5のようになった。背景は国土数値情報から読み取った表層地盤を表し、斜線は沖積粘土、メッシュは沖積砂、縦線はロームである。下町では全般に卓越周期1.0秒程度以上を示している。それと対照的に山の手では周期0.3秒前後の周期を示している。図6には、常時微動から得られたスペクトル比の値の分布を示す。スペクトル比の値の分布には下町と山の手で大きな違いはみられない。

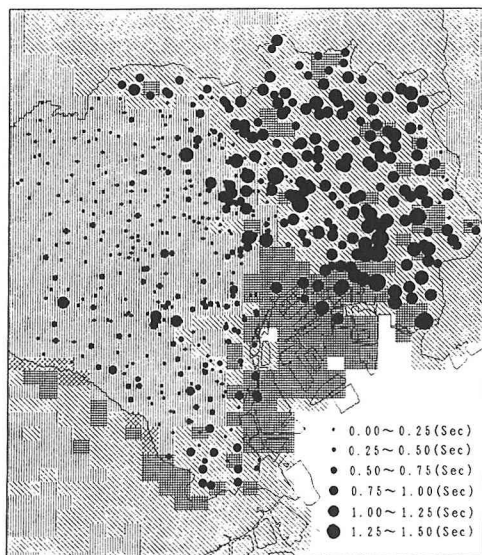


図5 東京都区部の卓越周期の分布

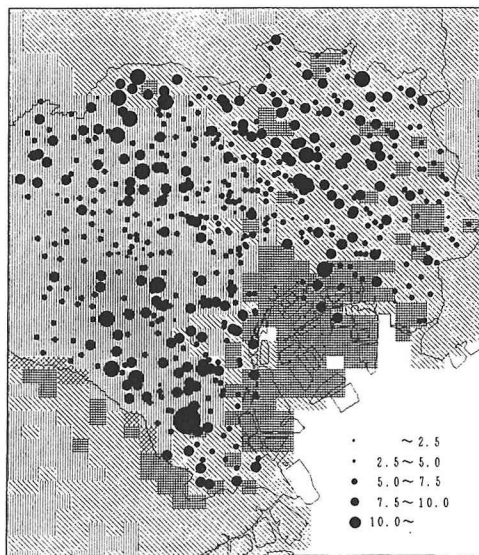


図6 東京都区部のスペクトル比の値の分布

【まとめ】

- 1) 常時微動のスペクトル比の卓越周期はS H波の重複反射理論を用いた地盤の理論周期とよく一致する。
- 2) 卓越周期でのスペクトル比の値とS H波の重複反射理論を用いた理論増幅率は1対1の関係を持つ。
- 3) 強震観測記録と距離減衰式から求めた増幅率とスペクトル比の値の間には良い相関がある。
- 4) 常時微動の測定から東京都区内の卓越周期の分布、スペクトル比の値の分布を示した。

【参考文献】1)中村豊(1990):サンフランシスコ湾岸地域における常時微動測定、土と基礎、38-11、2)Y. Ohsaki et al.(1980):Spectral Characteristics of Hard Rock Motions、Proceedings of the 7th WCEE Vol.2