

I - B281 微動H/Vから推定される地盤震動特性の物理探査データに基づく検討
-京都市下京区KRP地点の場合-

大阪ガス(株) 正会員 小川安雄 正会員 清水謙司
京都大学フェロ-会員 土岐憲三 (財)大阪土質試験所 宮腰 研
(株)大林組技術研究所 正会員○前島大吾 正会員 江尻讓嗣

1. まえがき

地表で観測した常時微動の水平成分と鉛直成分のスペクトル比(以下 H/V)から地震時の表層地盤増幅特性を評価する手法は、その簡便性と実用性から鉄道施設¹⁾や自治体²⁾等のマイクロ-モニタ³⁾に利用されている。

大町等³⁾はH/Vの理論的根拠を明確にするために、深度80m以浅の表層地盤のPS検層データに基づく理論増幅特性と微動H/Vの比較検討を実施しその適用性を考察している。ここでは、P波型震動源を用いた反射法探査と微動アレー観測の両者により求められた精度の高いやや深い地盤の速度構造に基づく理論増幅特性と微動H/Vを比較することにより表層地盤増幅特性の検討を試みたので報告する。

2. 微動アレー観測によるS波速度構造の同定

図-1に示すKRP地点では、北村等⁴⁾により反射法探査が実施され表-1に示す深度約600mまでのP波速度構造が明らかになっている。一般に地震動にはS波成分が卓越することから、表層地盤のS波増幅特性を支配するS波速度構造の同定を微動アレー観測に基づき実施した。KRP地点を中心として半径200m(S), 400m(M), 800m(L)の3種類の正三角形アレーを展開して微動の鉛直成分の測定を行った。各アレーで7測点をGPS時計により時刻を同期させた観測を実施し、観測結果を拡張空間自己相関法(SPAC法)⁵⁾により分析し周波数ごとの

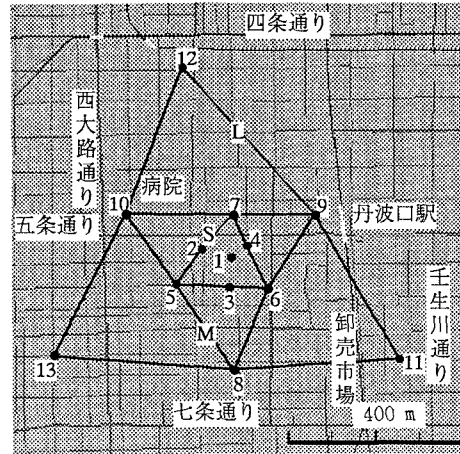


Fig.1 recording sites around KRP

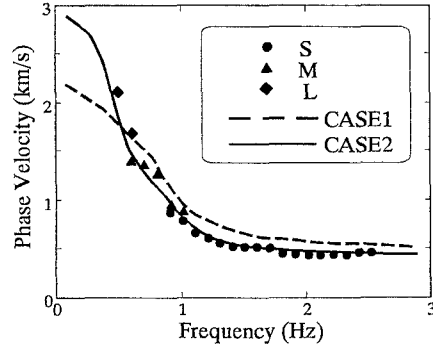


Fig.2 plot of observed phase velocities and theoretical dispersion curve

Table1. Underground structure (case1)

thickness (m)	P-wave velocity (km/s)	S-wave velocity ⁶⁾ (km/s)	density (tonf/m ³)
49	1.80	0.45	1.70
130	2.00	0.62	1.80
65	2.20	0.77	1.80
239	2.40	1.04	2.00
136	2.70	1.23	2.10
∞	4.00	2.50	2.30

Table2. Underground structure (case2)

thickness (m)	P-wave velocity (km/s)	S-wave velocity (km/s)	density (tonf/m ³)
49	1.80	0.45	1.70
130	2.00	0.50	1.80
65	2.20	0.70	1.80
239	2.40	1.04	2.00
136	2.70	1.23	2.10
100	4.00	2.50	2.30
∞	5.40	3.20	2.70

keyword: 微動 H/V 地盤増幅特性 微動アレー観測 反射法探査

連絡先 〒204 東京都清瀬市下清戸4-640 (株)大林組 技術研究所 tel 0424-95-0957

位相速度を求めた。 λ の展開長を考慮し周波数0.5～3Hzの範囲で図-2にマークで示す分散曲線を作成した。同図中の破線は反射法探査によるP波速度構造から経験式⁹⁾により推定したS波速度構造を使用して求めたレイリ-波の理論分散曲線(CASE1)で、観測値に比較して周波数0.6Hz以上で位相速度が大きく逆に周波数0.6Hz以下では位相速度が小さいという差が見られる。そこでP波速度、層厚、密度は表-1の反射法探査によるものに固定し、S波速度を変数として観測位相速度を最も満足するようなS波速度構造を求めた(表-2)。第2層のS波速度を0.50km/sにまた第3層を0.70km/sとし、反射法探査による地盤構造の最下層の下にS波速度3.2km/sの層を追加したものである。図-2の実線がこの時のレイリ-波の理論分散曲線(CASE2)で、これは微動 λ -観測による分散曲線を旨く説明する。 λ -展開長の関係から0.5Hz以下の観測結果については精度が保証されないためS波速度3.2km/sの層の上面深度は特定できないが、0.5Hz付近の観測位相速度を説明するためには最下層にこの層の存在が必要となる。

3. 微動H/VとS波増幅特性の検討

KRP地点における微動測定から得られた水平成分と鉛直成分のスペクトル比H/Vを図-3に実線で示す。水平成分はNSとEW方向の速度を測定し、両者から求めた2次元フーリエ振幅スペクトル⁷⁾を水平方向のスペクトルとして用いた。H/Vは0.3HzのParzenWindowにより平滑化してある。H/Vのピークは周期1.6秒付近に有りその値は2.8である。これがどの地層を基盤とした時の増幅特性に相当するかを検討するため、表-3の地盤モデルにおいて基盤となる地層を変えてS波増幅特性(地表面振幅/基盤入射波振幅の2倍)を求めた。減衰はすべての層で1%とした。表-3の地盤モデルには同地点のボーリング柱状図を参考に最表層に層厚4m、S波速度0.1km/sの層を追加してある。図-3の一点鎖線はS波速度1.04km/sの層を基盤とした場合のS波増幅特性を示している。この場合が前述の微動H/Vのピーク値およびそれを生ずる周期に最も良く一致する。H/Vの1秒以上の周期の増幅特性はこの層を基盤としたときのものを表していると考えられる。しかし、短周期側で理論値にかなり増幅が見られるのに対しH/Vではほとんど増幅をしていない。図-3中の破線は最表層の層厚4mの軟弱層が無い場合の増幅特性であるが、短周期側もH/Vに比較的合致している。若松等⁷⁾は、多数の地点における微動測定から求めた微動H/Vを検討し高次の増幅率がこの方法では評価できない場合があること指摘しており、H/Vの振幅値の意味も含めて今後の検討課題である。

参考文献 1) 中村他：地表面震動の上下成分と水平成分を利用した表層地盤特性推定の試み、第7回日本地震工学シンポジウム、PP.265-270,1986、2) 若松他：微動から見た大阪平野の地盤震動特性、日本建築学会、第24回地盤震動シンポジウム、PP.21-34,1996、3) 大町他：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、4) 北村他：深層地下構造探査と地震動シミュレーション(深層反射法探査)、第52回土木学会年次学術講演会、1997、5) 宮腰他：微動探査法における推定可能な微動中の表面波位相速度の波長範囲、物理探査学会、第94回講演論文集、PP.178-182,1996、6) 狐崎他：京大防災研年報、第14A,PP.203-215,1971、7) 若松他：短周期微動の水平上下スペクトル比による地盤増幅特性評価の可能性に関する研究、日本建築学会構造系論文集、No.471,PP.61-70,1995

Table3. Underground structure model

thickness (m)	S-wave velocity (km/s)	density (tonf/m ³)
4	0.10	1.70
49	0.45	1.70
130	0.50	1.80
65	0.70	1.80
239	1.04	2.00
136	1.23	2.10
981	2.50	2.30
∞	3.50	2.70

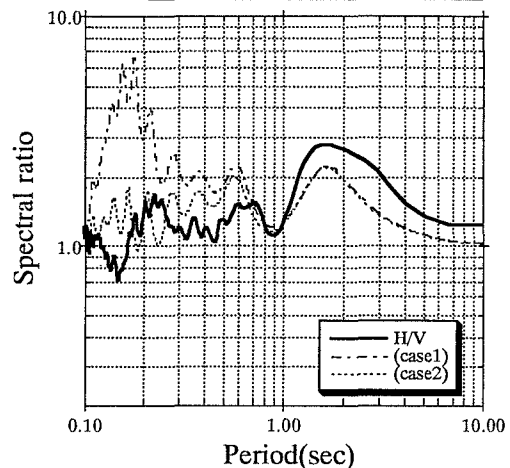


Fig.3 Comparison of site amplifications