

吉 高 専 正 員 中 辻 隆
北 大 正 員 芳 村 仁
道 土 木 部 伊 藤 蔵 吉

1. まえがき 昭和46年以来、道並びに北大により、厚岸大橋(北海道東部厚岸町)近傍の地盤に地震計が地表及び地中(-25, -47, -68 m)に設置されて強震観測が行なわれている。前回、これまでに得られている記録をもとに地表及び基盤(約-60 m地点に泥岩支持基盤)におけるフーリエスペクトル、あるいは増幅度スペクトルなどについて考察を行なったが、今回引き続き、主に当該地盤における、S波、Love波、Rayleigh波の挙動などについての解析を行なったので報告したい。図-1は、本解析に用いた地震A(昭和48年6月根室半島沖地震)の震央分布とその地震諸元であるが、その震央は、橋軸に対して真横方向に位置している。(強震記録の水平成分は橋軸及び橋軸直角方向である。) また表-1は 計算に用いた地盤の土質定数である。

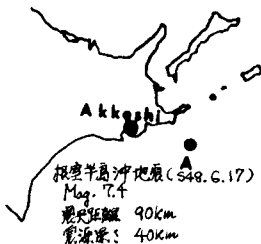


図-1 地震A(根室半島沖地震)

NO	深さ(m)	密度(g/cm^3)	$V_s(\text{m}/\text{s})$	$V_p(\text{m}/\text{s})$
1	3	1.8	140	1000
2	10	1.8	65	1000
3	3	1.8	155	1000
4	5	1.8	105	1000
5	4	1.8	275	1500
6	2	1.8	290	1500
7	7	1.8	215	1500
8	5	1.8	340	1500
9	8	1.8	255	1500
10	12	1.8	360	1500
11		2.6	1500	3000

表-1 土質定数

2. S波, Love波, Rayleigh波の挙動

図-2に地震Aの橋軸及び橋軸直角方向記録のフーリエスペクトルを示した。図-3は、S波の重複反射理論から求められた支持基盤に対する地表面の増幅度スペクトルである。また図-4と図-5は、それぞれLove波、Rayleigh波の分散曲線である。図-2において、おおよそ、1 Hz, 2 Hz, 3.2 Hz 付近に卓越が見られるが、これらは、S波の増幅度スペクトルにおける増幅度を極大にする周波数と、またLove波あるいはRayleigh波の分散曲線における群速度を極小にする周波数とほぼ対応している。このことから、当該地盤においては、S波、Love波、Rayleigh波はともにほぼ同じような周波数で卓越し得る事が予想される。

Love波、Rayleigh波の基本モードの分散曲線において群速度が極小となっている0.9 Hz成分に対して以下の検討を行なった。即ち、この成分

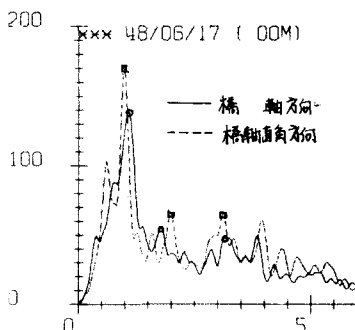


図-2 フーリエスペクトル(地震A)

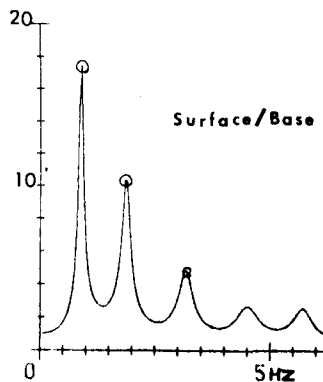


図-3 増幅度スペクトル(S波)

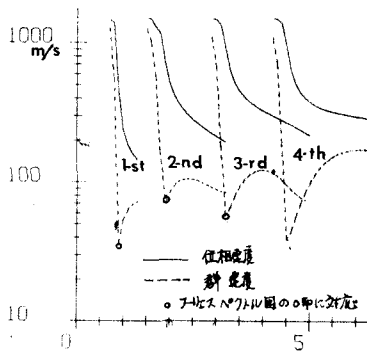


図-4 Love波の分散曲線

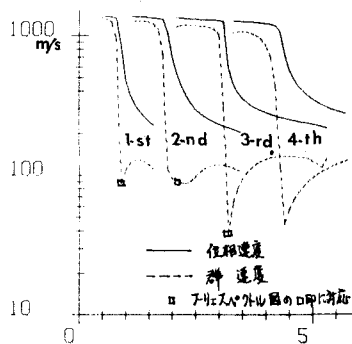


図-5 Rayleigh波の分散曲線

がS波、Love波あるいはRayleigh波として地盤中を伝播していると仮定した時の地盤内の変位、応力状態を比較し図-6に示した。(1)(2)は地盤の各深さ位置における変位を地表変位との比で表わしたものであり、(4)は地表変位 $v(0)$ を1とした場合の T_{yz} (図では、全層厚 H 、剛性係数 G で無次元化)の深さ方向分布である。

(1)(2)の図から、当該地盤においては、SH波とLove波SV波とRayleigh波では、その変位分布にほとんど差異が生じていない事が分る。これは、0.9Hz成分に対するLove波、Rayleigh波の相速度 C が、基盤層を除いて各層のS波速度(v_s)より大きいために(図-4、図-5)変位振幅が指数関数的に減少するのは基盤層のみである事によるものと思われる。Love波の位相速度が小さい1.3Hz成分に対する変位分布を(3)に示した。この位相速度では多くの地層が表面波としての性質をもつが、この成分が、当該地盤においてはそれ程強く卓越しないので、地盤挙動への影響は小さいものと考えられる。

実際に記録された地震波について、上記の検証を付したのが図-7である。地表橋軸方向での記録波形(1)の全周波数成分のうち、Love波の基本モードの主要部(0.7~1.3Hz)を抜き取り出し、それらが(2)SH波、あるいは(3)Love波であると仮定して地中-3m地点での変位波形を求めて見ると両者の波形にほとんど差異を認める事は出来ない。これは、地震波形に含まれているLove波成分の影響が小さい事を意味している。応力分布についても同様の傾向を知る事が出来る。

しかしながら、(1)の波形には表面波としての成分も含まれている。(4)は(3)と同様にして求めた T_{yz} の波形であるが、表面波成分が波群を構成して伝播しているのを見る事が出来る。

3. まとめ 支持基盤より上の地層においては、S波表面波ともに同じ挙動を示し、当該地盤が基本的には支持基盤とその上の軟弱層がなる二層構造である事が確認された。取留層での地震波の伝播は鉛直に入射するS波として仮定しても誤差は小さいと思われる。

参考文献 (1) Haskell; Bull. Seism. Soc. Amer. Vol. 43, 1953
(2) Gazetas et al; ASCE, vol. 105, GT12, DEC, 1979
(3) Schnabel et al; SHAKE; Univ. Calif. EERC-72-12, 1972
(4) 佐藤; 弾性波動論, 岩波書店

(5) 神山; 土木学会論文報告集 第250号, 1976
(6) 中辻, 芳村; 土木学会地震工学部論文報告集 vol. 37 昭和56年2月

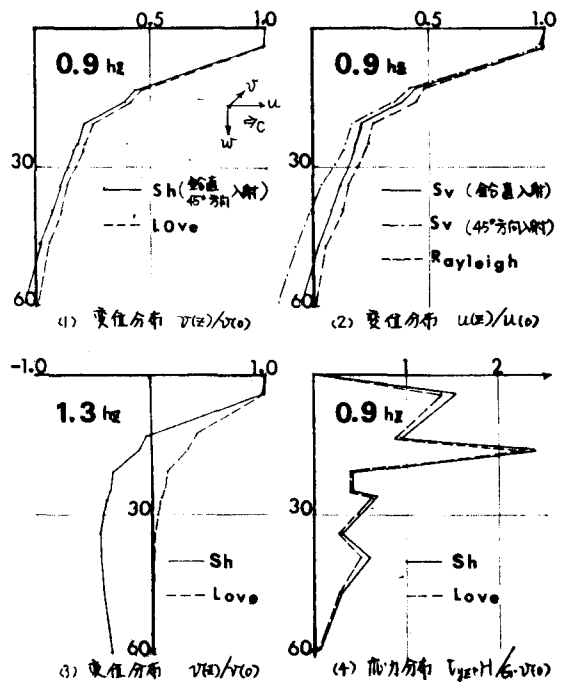


図-6 地盤内でのS波、Love波、Rayleigh波の挙動

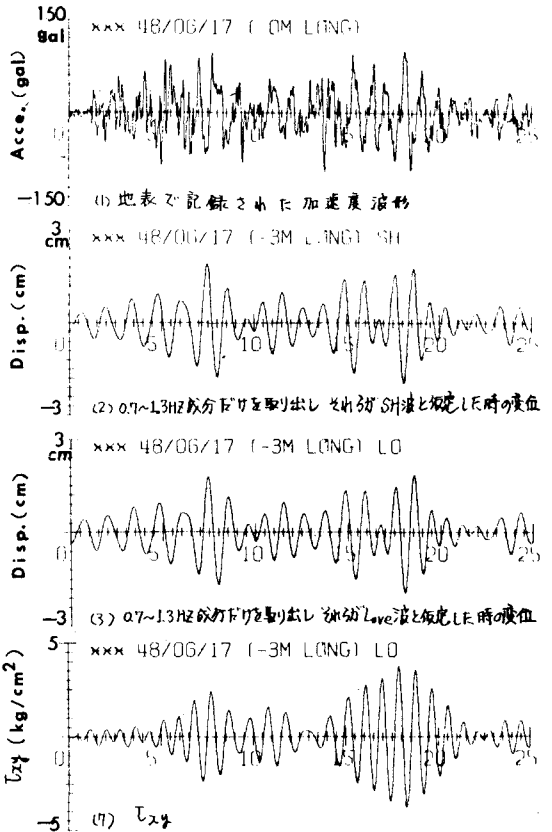


図-7 観測波形によるS波とLove波の挙動比較