

I-456

アレー観測により得られた表面波の位相速度

日本鋼管㈱土木建築技術部 正員 大石 博
 横須賀市水道局 鎌田 晟雄
 日本鋼管㈱中央研究所 正員 関口 宏二

1. はじめに

構造物の長大化に伴い、耐震性検討における表面波波長の取扱いが重要になりつつある。この様な観点から、特に、1秒～10秒程度の表面波波長の位相速度の把握のため、表層・泥岩層にわたる地盤の三次元アレー地震観測を実施している。ここでは、1983年4月より1985年12月までに得られた地震波形のうち震度の大きい8つの地震に関して、検討した結果を報告する。

2. 三次元アレー地震観測

本地震観測の観測地点は、横須賀市富士見町（富士見地点）、横須賀市安浦町（安浦地点）、横須賀市三春町（三春地点）の三地点であり、これらの地点の相互的な関係を、図1に示す。なお、三地点間の距離は、安浦地点と三春地点が、940m、安浦地点と富士見地点が、515m、富士見地点と三春地点が、750mである。

図2に、各地点間の断面図を示す。安浦地点・三春地点付近には、埋積谷が存在している。また、富士見地点は、海岸より急激に盛り上った丘陵部にある。なお、観測地点にあらわれている泥岩層は、一軸強度が40～100Kg/cm²であり、弾性波速度は、 $V_s = 500 \sim 850 \text{ m/sec}$ 、 $V_p = 1560 \sim 1800 \text{ m/sec}$ である。

図2に示す様に、富士見地点には、地盤のG.L. -1m・-5m・-73mの三深度に、三成分サーボ型加速度計（FG3・FG2・FG1）を設置している。安浦地点には、地盤のG.L. -3m・-21m・-48mの三深度に、加速度計（YG3・YG2・YG1）を設置している。三春地点には、地盤のG.L. -2m・-15m・-48mの三深度に、加速度計（MG3・MG2・MG1）を設置している。三地点の各々三個の加速度計は、表層・表層と泥岩層との境界・泥岩層内であり、FG1とYG1とMG1の加速度計は、東京湾平均海水面（T.P.）に関しては、同一深度である。

3. 地震観測において得られた表面波の位相速度

表1に示す8つの地震において得られた表面波の位相速度と表面波の理論分散曲線とを比較することにする。図3に、観測地点における表面波の位相速度（実線）と群速度（破線）の理論分散曲線を示す。Rayleigh波に関しては、0.244Hz, 0.549Hz

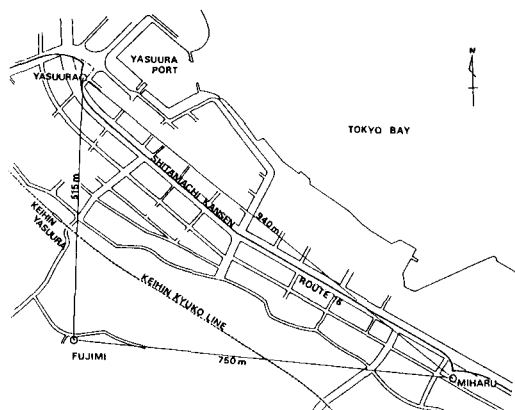


図1 地震観測地点位置図

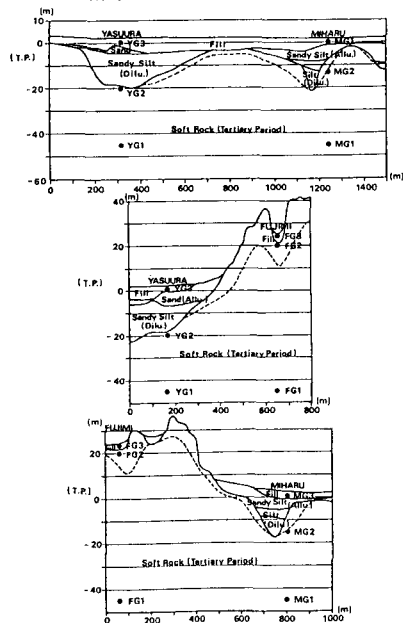


図2 地盤断面図と観測計器配置図

0.793Hzにおいて群速度が極値を示しており、Love波に関しては、0.122Hz、0.464Hz、0.867Hzにおいて群速度が極値を示している。

気象庁発表の震源地を基に震央方向・震央直角方向に変換した加速度波形に関し、バンドパスフィルターと相互相関関数とを併用する方法（手法Ⅰ）と非定常パワースペクトルを用いた位相速度検出法（手法Ⅱ）により求められた位相速度と、Rayleigh波・Love波の理論分散曲線とを比較する。図4に、前述の8つの地震に関し、手法Ⅰにより求められた位相速度（○印）・手法Ⅱにより求められた位相速度（△印）と、表面波の位相速度の理論分散曲線とを比較したものを示す。図4より明確な様に、震央方向の波形に関しては、観測波形より求められた0.10～0.21Hzの位相速度が、Rayleigh波の一次モードの理論分散曲線に、0.21～0.40Hzの位相速度が、Rayleigh波の二次モードの理論分散曲線に、0.40～0.70Hzの位相速度が、Rayleigh波の三次モードの理論分散曲線にほぼ一致した値を示している。また、震央直角方向の波形に関しては、観測波形より求められた0.10～0.15Hzの位相速度は、Love波の一次モードの理論分散曲線に、0.25～0.43Hzの位相速度は、Love波の二次モードの理論分散曲線に、0.43～0.70Hzの位相速度は、Love波の三次モードの理論分散曲線にほぼ一致した値を示している。

図3に示す様に、群速度が極小になる振動数は、高次モードの方が高振動数になる傾向がある。また、表面波は群速度が極小となる振動数において表面波の振幅が極大になる性質を持っている。そこで、表面波の*i*次モードより*i*+1次モードに変化する振動数としては、*i*次モードの群速度が極小になる振動数と*i*+1次モードの群速度が極小になる振動数の中間値が考えられる。いまこの考え方を本地震観測地点に適用すると、図3より、Rayleigh波のモード次数変化点は、0.24Hz・0.39Hzに、Love波のモード次数変化点は、0.29Hz・0.67Hzとなる。これらのモード次数の変化点は、図4に示す観測された位相速度のモード次数が変化する振動数の値とほぼ一致している。

また、この様な傾向は、本観測地点においてのみにあらわれているのではなく、川崎市における地震観測結果や埼玉県吉川町における地震観測結果においても、同様の結果が得られている。

4. あとがき

今後も、地震記録の蓄積につとめ、地震時に出現する表面波の位相速度について検討していきたいと考えている。最後に、本地震観測の計画と実施にあたり、貴重な御指導・御助言を賜った京都大学防災研究所土岐憲三教授に対し、深く感謝の意を表わすものであります。

表1 解析対象地震の諸元

	event	date	epicenter	magnitude	focus depth (km)	epicentral distance (km)
1	Kanagawaken Seibu	1983. 8. 8	139.0°E 35.5°N	6.1	30	84
2	Tohkaisho Harukaoki	1984. 1. 1	137.0°E 33.3°N	7.4	400	327
3	Kanagawa Yamanashi Kenkyo	1984. 2. 14	139.1°E 35.6°N	5.4	20	60
4	Torishima Kinkai	1984. 3. 6	139.0°E 29.1°N	7.0	400	673
5	Naganoken Seibu	1984. 9. 14	137.5°E 35.8°N	5.9	0	201
6	Bohsou Nantohoki	1984. 9. 19	141.8°E 33.9°N	6.7	45	248
7	Ibaraki Chiba Kenkyo	1985.10. 4	140.2°E 35.8°N	6.2	78	85
8	Chibaken Chubu	1985.11. 6	140.2°E 35.4°N	5.1	59	53

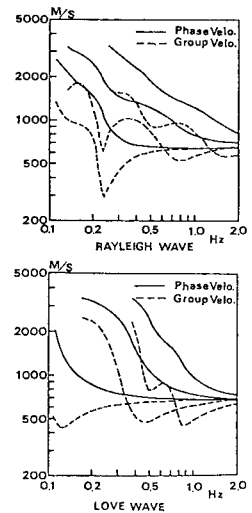


図3 表面波の理論分散曲線

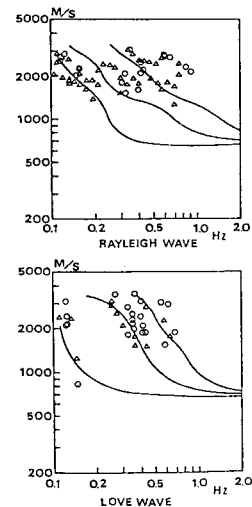


図4 観測された位相速度と理論分散曲線との比較