

I-682

アレー観測された常時微動から推定される釧路気象台の地下構造

清水建設 正会員 片岡俊一
川瀬 博

1. はじめに 1993年釧路沖地震をきっかけに、釧路市周辺の地盤の増幅特性を常時微動を用いて評価することを目的として、震災予防協会の「表層地質が地震動に及ぼす影響に関する委員会」を母体とした「釧路沖地震に関わる合同微動観測グループ」が組織された。本報告は、このグループの活動の一環である「釧路気象台での高密度微動同時観測」に我々が参加した際のデータをもとに、地下構造をいわゆる微動探査法により推定したものである。

2. 観測概要 気象台構内における合同観測は、図1に示すような観測点配置で、8機関が参加して行なわれた。観測時刻は、1993年8月21日の16時、17時、19時の3回で、各回最低5分間の観測を行なった。観測時間が昼間から夕刻であり、気象台周辺は一般に交通量が多いので、観測データには交通振動の影響が強く入っていると考えられる。また、各機関の相対時間差を求めるためにJJYも記録している。さらに、地震計の相対差を把握するために、前もって全観測器に対するハドルテストも行なった。なお、気象台構内における組織的な常時微動観測は、種々の理由からこれ1回となってしまったために、合同観測のデータは全面的に公開される予定である。観測状況や合同観測グループの活動の詳細については、文献1)を参照されたい。

我々は、気象台の裏庭を中心としたS12,S14,S16,S17,S18,S19,S20の7点を担当した。データは各設定観測時に約5分間を基本データ長さとして2セット、計6セット観測した。更に、合同観測終了後に気象台表庭のS1,S3,S4,S6,S9,S10,S11にセンサーを配置して、4セットのデータを得た。

3. 周波数一波数解析結果 得られたデータの全長を対象として、最尤法²⁾により周波数一波数スペクトル(以下f-kスペクトルと呼ぶ)を求めた。表庭と裏庭に分けて、各f-kスペクトルでピークを与える波数を整理し、その求めた平均と標準偏差とを位相速度に直して図2に示す。図には、最小観測点間隔から定まる最小検知可能速度と、最大観測点間隔の2倍と言われている最大検知可能速度³⁾も記入してある。検知可能と判断される範囲にある6Hzから8Hzでは位相のパラツキも小さく、位相速度は精度良く推定されていると考えられる。また図には、田治米⁴⁾により推定された気象台地下構造モデルの表層2層の厚さを5m, 8mとした結果も示してあるが、f-k解析から求められる位相速度はこれよりかなり早い。さらに、裏庭の方が、表庭より位相速度が6~8Hzの範囲では約100m/sほど早い。図3は、f-kスペクトルから求められる波動の到来方向をまとめたものであるが、裏庭では交通量が多いことを反映して、気象台の南にある主要道路からの波動がほとんどである。一方、表庭では波動は南の道路に加えて、北西側からも到来していることが分かる。

4. 地下構造の推定 初期モデルとしては、基本的に田治米によるものを用い、周辺の地盤のPS検層結果⁵⁾から田治米のモデルの400m/sの層を480m/sとし、さらにその下部にS波速度780m/sの層⁶⁾を仮定したものを用いる。まず、表庭で観測された位相速度を満たすように試行錯誤的にS波速度と層厚を変化させた。次に、この速度構造を基に裏庭における観測値を満たすように、層厚を変化

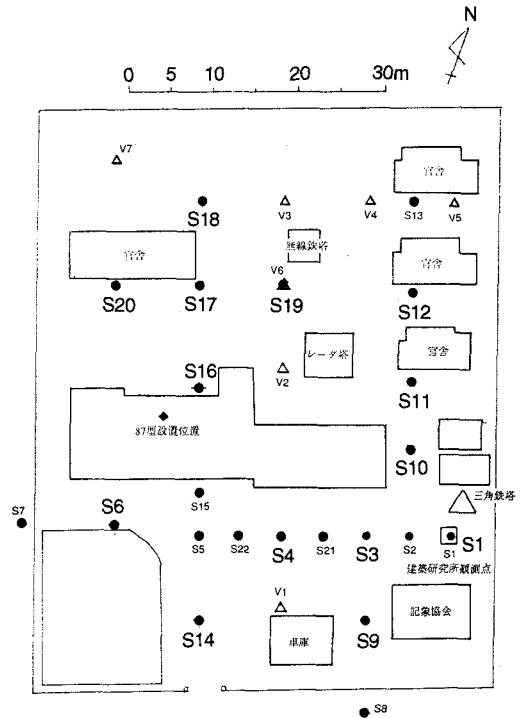


図1 観測点配置.

図2に示す。図には、最小観測点間隔から定まる最小検知可能速度と、最大観測点間隔の2倍と言われている最大検知可能速度³⁾も記入してある。検知可能と判断される範囲にある6Hzから8Hzでは位相のパラツキも小さく、位相速度は精度良く推定されていると考えられる。また図には、田治米⁴⁾により推定された気象台地下構造モデルの表層2層の厚さを5m, 8mとした結果も示してあるが、f-k解析から求められる位相速度はこれよりかなり早い。さらに、裏庭の方が、表庭より位相速度が6~8Hzの範囲では約100m/sほど早い。図3は、f-kスペクトルから求められる波動の到来方向をまとめたものであるが、裏庭では交通量が多い

ことを反映して、気象台の南にある主要道路からの波動がほとんどである。一方、表庭では波動は南の道路に加えて、北西側からも到来していることが分かる。

4. 地下構造の推定 初期モデルとしては、基本的に田治米によるものを用い、周辺の地盤のPS検層結果⁵⁾から田治米のモデルの400m/sの層を480m/sとし、さらにその下部にS波速度780m/sの層⁶⁾を仮定したものを用いる。まず、表庭で観測された位相速度を満たすように試行錯誤的にS波速度と層厚を変化させた。次に、この速度構造を基に裏庭における観測値を満たすように、層厚を変化

表1 推定した地下構造

Layer No.	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Thickness of foreground (m)	Thickness of background (m)
1	120	300	5	4
2	240	600	8	6
3	480	1800	5	1
4	780	2200	infinite	infinite

させた。表1に推定結果を示し、図4に推定地下構造から得られる分散曲線と観測結果とを比較して示す。最下層の2層は浦幌層に対応すると考えられるので、480m/sは風化の結果とも考えられる。但し、これらのモデルは6～8 Hzの範囲で決まったもので、浦幌層の深度と速度とをより精度良く推定するためには、これより低い振動数の位相速度を精度良く推定する必要がある。

5. まとめ 釧路地方気象台構内で行なわれた合同観測の際に分担した観測と、その後に独自に行なった観測データから地下構造を評価した。より精度高く地下構造を推定するためには、アレーの大きさを変化させる必要がある。そのためには合同観測結果は有用であると考えられるので、今後追加検討する予定である。

なお、観測に当たっては渡辺孝英、佐藤俊明、林康裕、佐武直紀、各位の協力を得た。

参考文献 1)瀬尾和大（研究代表者），地震時の地盤震動特性評価のための微動の活用に関する研究，平成5年度科学研究費補助金〔試験研究(B)(1)〕成果報告書，194p，1994.3. 2)Capon, J., High-Resolution Frequency-Wavenumber Spectrum Analysis, Proc. of the IEEE, vol.57, No.8, pp.1408-1419, 1969.8. 3)佐藤智美他，アレー観測微動による都市部における地下構造探査法（その2）検知限界に対する検討と地下構造，日本建築学会大会梗概集，1994.9. 4)田治米鏡二，弾性波探査，広尾沖地震における釧路の強震記録と構造物の被害について，pp.54-59, 1969. 5)瀬川秀恭他，釧路市における常時微動観測と地震時の地盤応答特性，地震時の地盤震動特性評価のための微動の活用に関する研究，平成5年度科学研究費補助金〔試験研究(B)(1)〕成果報告書，pp.137-140, 1994.3. 6)宮腰研他，微動探査による釧路市の地下構造の推定，地震時の地盤震動特性評価のための微動の活用に関する研究，平成5年度科学研究費補助金〔試験研究(B)(1)〕成果報告書，pp.163-166, 1994.3.

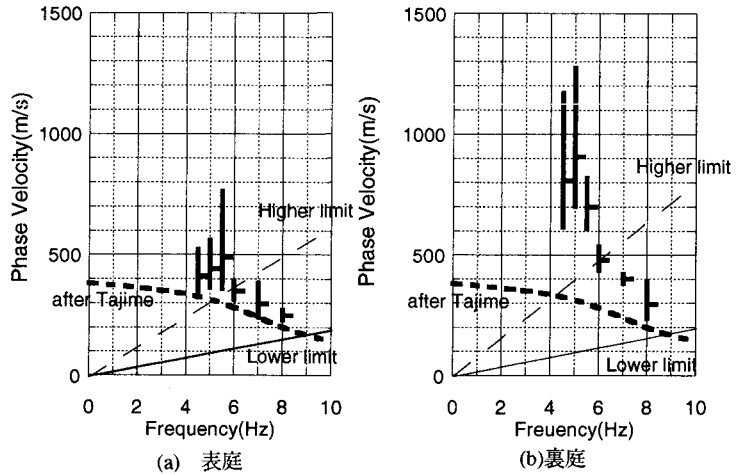


図2 f-kスペクトルから求められた位相速度の平均と平均±標準偏差。

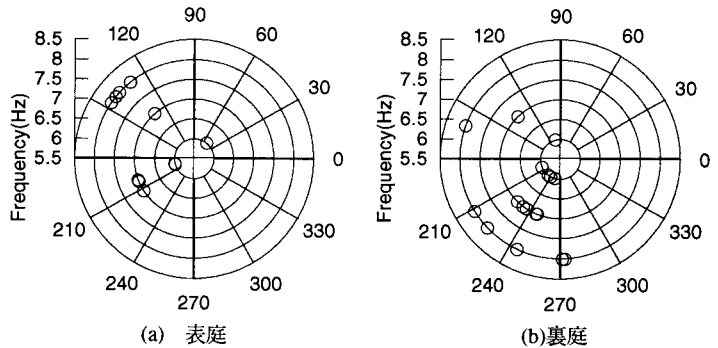


図3 f-kスペクトルから求められた波動の到来方向

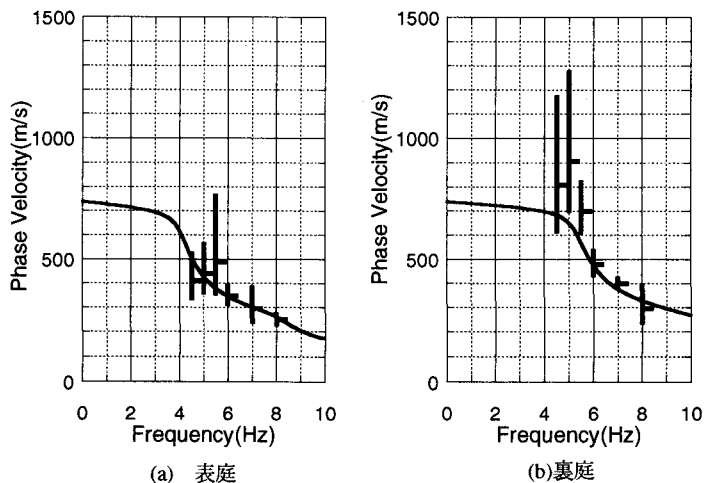


図4 観測値と推定した地下構造による分散曲線との比較