

気象庁八戸市湊町観測点の地下構造推定

弘前大学 正会員 片岡俊一

1. はじめに

気象庁八戸測候所（現在の八戸市湊町観測点）で得られた 1994 年三陸はるか沖地震の記録とそれ以前の記録の卓越周期の変化から、地盤の剛性低下の検討がなされている¹⁾。著者らも、最近起きた地震の記録も用いて、卓越振動数の変化の状況を把握した²⁾。しかしながら、卓越振動数の変化から剛性の変化を知るためには、地盤の S 波速度構造が必要である。そこで、地震観測点の近傍で微動のアレー観測を行い、地盤の S 波速度について検討した。以下に、その結果を記す。

2. 対象地点の地盤概要

八戸市湊町観測点は舌状に延びた台地の端部に位置し、台地の下との比高は約 20m である。文献³⁾に掲載されている対象地点の地盤概要を図 1 に再掲する。深さ 10m 程度までは火山灰質粘土、ロームと火山由来の土であり、N 値も小さい。深さ 10m 以深では凝灰岩が堆積している。

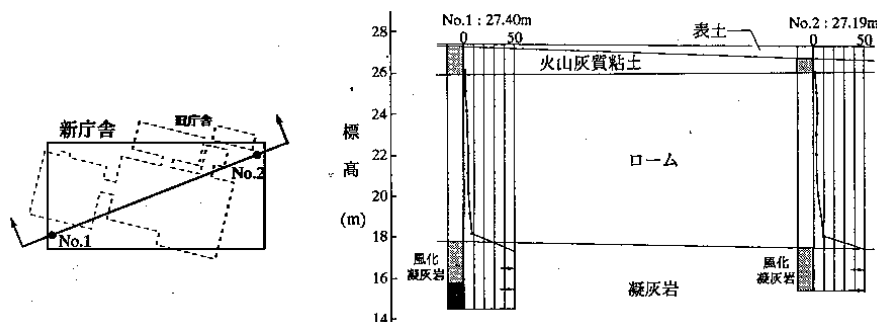


図 1: 八戸市湊町観測点の地盤断面図。文献 3) から引用

文献 1) では地震時の有効ひずみを推定しているが、最大速度とひずみに関係から、表層の S 波速度を 160 ~ 170m/s 程度に仮定していると思われる。

3. アレー探査と逆解析

正三角形の頂点と重心の位置に鉛直成分のみの微動計（ANET 社製，CR4.5-2SV）を設置し、キーエンス社製のデータロガー NR-2000 につなぎ、サンプリング振動数を 200Hz として 40000 個のデータを取得する計測を 3 回行った。正三角形は重心から頂点までの距離を 6m とした。

位相速度は SPAC 法により求めた。重心と頂点間で求められる SPAC 係数から求めた位相速度と頂点間で求められる SPAC 係数から求めた位相速度を独立に扱った。各計測で妥当と思われる振動数範囲を取り出し、位相速度の平均と分散を求めた。観測された位相速度を図 1 に示す。

先に述べたように文献 2) では表層の速度を 160m/s 程度と仮定している。一方、観測分散曲線の高振動数域での速度は 140m/s 程度であるので、表層の S 波速度は 140m/s 程度となり文献 1) の値は適切ではない。念のために、S 波速度 160m/s の表層と基盤の 2 層構造で位相速度を求めて図 2 に示すが（One lay.），適切でないことが分かる。

結局、表層部分を層区分に対応して分割した後に速度を試行錯誤的に変化させて、表 1 の速度分布を得た。これに

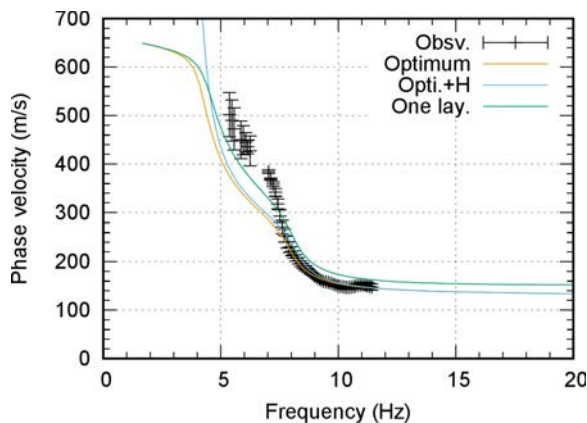


図 2 観測位相速度および最適モデルによる位相速度

キーワード 微動アレー探査, S 波速度, 地震時応答

連絡先 〒036-8561 弘前市文京町 3, kataoka@hirosaki-u.ac.jp

よる理論位相速度を図1（図中の Optimum）に示すが、8Hz 以上では良い一致が見られている。

7.5Hz より低い振動数で観測と理論が対応しない理由として、次のことを考えている．振動数 7.5Hz の時の観測位相速度は約 250m/s であるので、波長は約 35m となる．一方で、対象地点は U 字型に延びた台地の端部であり、台地の幅はせいぜい 200m である。つまり、台地の幅は 7Hz の Rayleigh 波の約 6 波長分しかない。この状況では水平成層を仮定した波動の考えが成立し難いと考えられる。念のため、基盤の S 波速度を 2 倍とした例も計算してみたが（図 1 の Opti.+H），7Hz 付近では最適構造の位相速度と大きく異ならない。

4. 考察

上記の考えから台地上での探査で基盤層の速度を求めることは難しいと考え、台地上と下で微動を同時観測し、地震波干渉法の考えを取り入れて、台地下から台地上への微動の伝播を捉えることを試みた。台地上の東京測振社製 CV-374AV を設置し、台地下に同社製 VSE-15D を設置して 3 時間の連続観測を行った。台地下のデータの収集には、同社製 CV-375 を利用し、台地の上下で GPS を利用することにより同時刻のデータを得た。

10 分間のデータを用いてクロススペクトルを求め、2 地点間の位相差を求めた。3 時間分の結果を EW 成分に限って図 2 に示す。図から約 12Hz で位相差が 0 となっていることが分かる。この位相差を 2π と考えると、台地の下から上までの時間差は約 0.08s となる。推定した地下構造に示した基盤の S 波速度はこの時間差と対応する。

以上の結果より得られた速度構造から Rayleigh 波の上下水平動振幅比を求めた、微動の結果と比較して図 3 に示す。ピーク振動数は概ね合っているが、完全には一致しない。また、谷の形状やその振動数もやや異なっている。

5. まとめ

気象庁八戸測候所の S 波速度分布を微動を利用して推定した。その結果、最表層から 120m/s、150m/s、160m/s と分布していると推定された。

謝辞

アレー微動計測には片岡研究室の学生に手伝ってもらった。表面波の特性計算には防災科研が公開しているソフト⁴⁾を利用した。記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 加藤・他：三陸はるか沖地震にける八戸測候所の地盤震動特性，建築学会大会講演概要集，21136，271-272，1995。
- 2) 片岡・田口：気象庁八戸市湊町観測点で観測された地震動記録の卓越振動数と最大速度振幅との関係について，第 52 回地盤工学研究発表会，1745-1746，2017。
- 3) (社) 地盤工学会：平成 6 年（1994 年）三陸はるか沖地震災害調査報告書，地盤工学会，261p，1996。
- 4) 先名・藤原：微動探査観測ツールの開発 その 1，防災科学技術研究所研究報告，第 313 号，2008

表 1 推定した地下構造

層厚	S波速度	密度	P波速度
1.5	120	1.6	270
5.5	150	1.6	442
2.6	160	1.6	1500
2	450	1.85	1800
-1	700	1.85	2300
(m)	(m/s)	(g/cm ³)	(m/s)

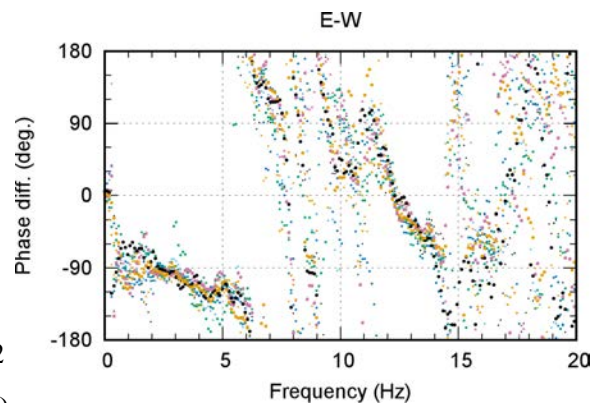


図 3 台地の下と上との位相差

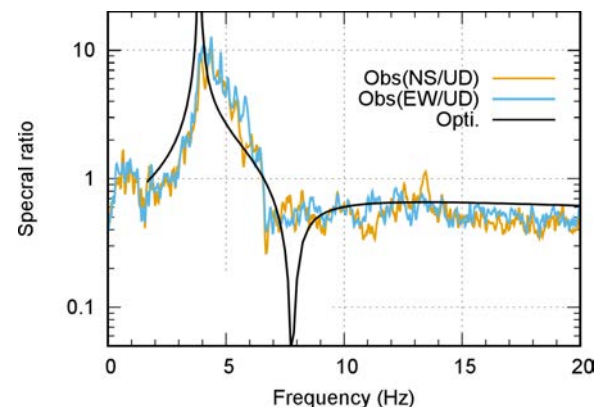


図 4 微動の上下水平動スペクトル比と最適構造の際の Rayleigh 波の上下水平動比