

I - 13

常時微動に基づく雫石盆地の地下深部構造の推定

日本大学工学部 学 O須佐 慎 谷島 崇夫

日本大学工学部 正 中村 晋

1.はじめに

1998年9月3日に発生した岩手県北部地震¹⁾は、東西圧縮西傾斜の逆断層がその震源機構であると推定されているさらに、極震源域近傍で震度6弱を記録したこと、観測された記録より雫石盆地内で表面波の影響と推定される波群が認められたことなどがこの地震の特徴であるといえる。この特性の生成機構を把握するためには、雫石盆地における地震動の伝播特性の解析が必要となる。このことから、微動を利用して雫石盆地における地盤構造を評価することを目的とした。

2.観測の概要目的と地盤構造評価方法

観測は、図-1に示す地点においてアレー観測と単点観測を実施した。ここで、アレー観測は、地盤構造に依存する表面波の位相速度を検出し、地盤構造を推定するための観測である。アレー配置は、半径150mの円形配置とした。測定は、中心点と円周上の2点同時観測を円周上の点を移動させて5回実施した。単点観測は12地点で、水平2成分(NS,EW)及び上下動成分の3成分の測定を実施した。いずれの観測においても、サンプリング周波数は100Hzとし速度成分の測定を1点につき3分間実施した。

地盤構造の評価は、まず観測記録から空間自己相関関数(Spac)法を用いて位相速度の分散曲線を求める。一方で地盤モデルを仮定しそれから得られる理論分散曲線と比較し、試行錯誤的に観測点周辺の深部地盤モデルを推定する。他地点ではSpac法により評価した地盤モデルをベースに、観測記録から求めた微動の水平動と上下動のフーリエ振幅比(H/Vスペクトル)と比較し、地盤構造を推定する。

3. Spac 法による地盤構造評価

まず、観測された記録に基づき円振動数 ω 毎に空間自己相関係数 $\rho(\omega)$ を次式により算出する²⁾。

$$\rho(\omega) = (2\pi)^{-1} \int_0^{2\pi} \left\{ \text{Re} [S_{xy}(\omega, \theta)] / [S_x(\omega) S_y(\omega)]^{1/2} \right\} d\theta$$

$\rho(\omega)$ は、中心点および円周上の点で観測された微動のコーヒレンスの実数部を方位平均することにより行われる。

ここで、 $S_{xy}(\omega, \theta)$ は2点間のクロススペクトル、

$S_x(\omega), S_y(\omega)$ は各々中心点および円周上の点のパワースペクトルである。この際、各スペクトルは、バンド幅0.2HzのParzen Windowを用いて平滑化した。

また、 $\rho(\omega)$ は、次式に示すように極座標空間における2点間の空間自己相関関数であり、第1種0次のベッセル関数の定義より次式のように表すことができる。ここで、 r はアレー半径、 $c(\omega)$ は周波数 f での位相速度である。

$$\rho(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \exp(irk(\omega) \cos(\theta - \phi)) d\theta = J_0(r\omega / c(\omega))$$

したがって、各 $\rho(\omega)$ の値に対応するベッセル関数のアーギュメント $x(=r\omega / c(\omega))$ を定め、次式より ω 毎の $c(\omega)$ を算出した。

$$c(\omega) = r\omega / x$$

ここで、得られた位相速度と周期の関係を図-2に示す。この分散曲線を満足するような地盤構造を試行錯誤に推定した。また、推定した地盤構造モデルを表-1に示す。これより、基盤層のS波速度を2000m/sと仮定した結果、基盤深度は800mであると推定される。

4. H/V スペクトルによる地盤構造評価

H/Vスペクトルは、観測記録よりノイズの少ない区間を選定し、水平成分と鉛直成分の比として算出したフーリエスペクトル比を平均することにより求めた。ここで、水平成分は、水平2成分より求めたベクトルスペクトル³⁾とした。ここでのフーリエスペクトルを求める際の平滑化には、バンド幅0.2HzのParzen Windowを使用した。図-3,4は、EW.6における波形記録とH/Vスペクトルと周期の関係を示す。これより、短周期側では、ほぼ0.1~0.5secにて卓越がみられ、長周期側では、0.6~3.0secに卓越がみられる。次に図-5に卓越周期と観測点の関係を示す。図中の横軸は、西側の観測点から図-1での波線に沿った水平距離を表す。基盤層までの層厚は、卓越している長周期側の周期が長いほど深いと推定されるこれよりEW.4から基盤層が東側辺で浅くなる傾向が認められる。

4.おわりに

本研究では、Spac法を用い深部地盤構造を推定したが、

〈参考文献〉

- 1) 中村 晋: 岩手県北部地震(1998.9.3)による被害と地震動特性, No.35, 東北地域災害科学研究, pp87-92, 1999,3
- 2) 松岡 達郎・梅沢 夏美・巻島 秀夫: 地下構造推定のための空間自己相関法の適用性に関する検討, 物理探査, 第 49 巻, 第 1 号, pp26-41, 1996
- 3) 中村 晋: ベクトルスペクトルによる地震動の増幅特性評価, 土木学会論文集, No.519, pp161-173, 1995,3

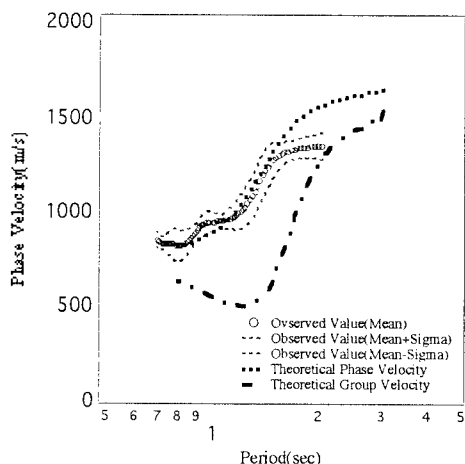
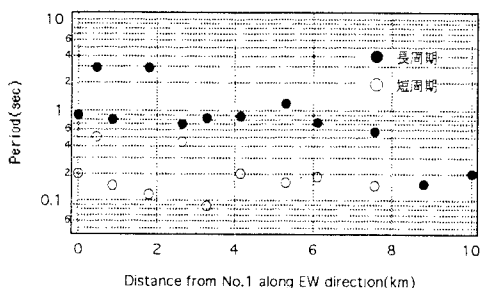


図-2 位相速度分散曲線の観測値と理論値の比較

表-1 地盤構造モデル

層(No.)	層厚(m)	Vs(m/s)	質量密度(t/m ³)
1	400	800	2
2	400	1400	2.3
3	-	2000	2.5



図一5 卓越周期と観測地点の関係

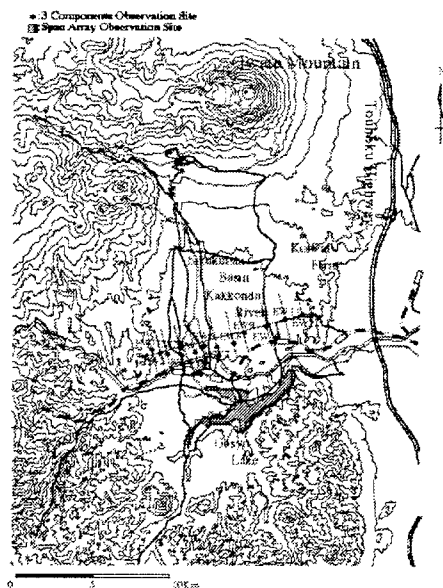


圖-1 観測地点概要

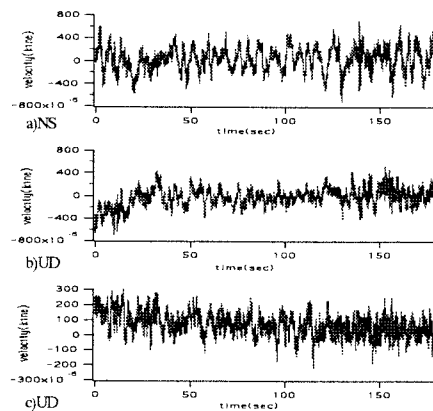


図-3 EW.6における速度時刻歴

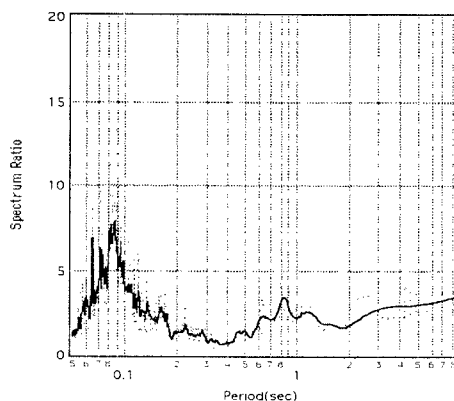


図-4 EW.6におけるUVスペクトル