

表面波探査による鳥取県東部震度観測点における地盤構造推定

鳥取大学工 学生会員 ○西原 正典

鳥取大学工 正会員 野口 竜也

応用地質株式会社 林 宏一

1. はじめに

構造物の建設、自然災害、地震災害等の防災、都市計画などで、地下構造を把握することは重要である。地下構造を探査する場合、ボーリングや重力、電磁気などを利用して地質層序や密度、電気伝導度といった地下構造を推定する方法があるが、地震の増幅特性や振動特性を予測する場合、弾性波（P 波、S 波）速度構造を求めるが重要となる。弾性波速度構造を求めることは、地震動予測にとって重要なデータとなる。

レーリー波（表面波）の伝播速度は地盤の S 波速度構造の影響を強く受けることから、レーリー波の位相速度を求めるその分散曲線を解析することにより地盤の S 波速度を求めることが試みられてきた。このようなレーリー波の位相速度を用いた物理探査手法として、表面波探査法が存在する。表面波探査とは、地表面に沿って伝播する表面波を観測し、その分散性を利用して地盤構造、特に S 波速度構造を推定する手法である。

本研究では、表面波探査を用いて鳥取県東部における役場等に設置されている震度観測点および防災科学研究所強震観測網（K-NET）での地盤構造を推定することを目的とする。

2. 基礎理論

重錘落下などのインパルス震源により励起された波を、測線上に展開された多数の地震計で取得し周波数領域で見かけ速度に応じて積分することにより、時間－距離の領域の観測波形を、直接周波数－位相速度の領域に変換する方法がある(Multi-channel Analysis of Surface Waves)。この多チャンネル解析は、解析する全トレースの中から考えられる全ての 2 トレースの組み合わせを抽出して計算したクロスコリレーションの和と考える。しかし、クロスコリレーションの中心位置がそれぞれ異なる場所に存在するために、解析区間内で速度構造が変化した場合に位相速度の決定精度が悪くなると考えられる。そこで、クロスコリレーションの中心位置が同じデータの組み合わせを使用して解析する。これを CMP 解析という。

CMP 解析を行うにあたり、クロスコリレーションの中心位置が同じデータの組み合わせだけを使用すると、多くの 2 トレースの組み合わせが無駄になってしまう。そうすると、解析に用いるトレースが少なくなり精度が悪くなる。そこで、起振点の異なるデータのうち、クロスコリレーションの中心位置が同一となるデータについて解析を行うことにより分散曲線を求める。

3. 観測

観測には、応用地質の McSEIS-SXW を用いた。振源は重さ約 10 kg のカケヤを用いて人工的に起振した。受振器は固有周波数 4.5Hz の速度型ジオフォンである。受振点は 1 m および 2 m 間隔にジオフォンを 12 ～ 24 個設置し、11 ～ 46 m の測線で観測を行った。サンプリングレングスは 1000 μ sec、メモリー長（データサンプル数）は 1024 ワードで観測を行った。McSEIS-SXW、受振器ジオフォン、テイクアウトケーブル、バッテリーを配置し、接続する。最初の起振を測線開始点の外側（－1 m）で行う。その後、順にジオフォンの間を起振していき波形を記録していく。

鳥取市気象台、鳥取市 K-NET、鹿野町役場、鹿野町 K-NET、用瀬町、若桜町、倉吉岩倉気象庁、倉吉市 K-NET の 8 地点で観測を行った。

4. 解析

全ての波形データの中から2つのトレースの中間点が等しい（CMP）組み合わせを抜き出し、そのクロスコリレーションを計算する。得られた各 CMP に対して周波数領域の位相速度イメージを計算し、分散曲線を求める。計算した分散曲線には、ノイズや高次の表面波等の影響により、使えないデータが含まれている場合がある。そういった不要なデータを削除する。修正した分散曲線から一次元の S 波速度構造を求め、それをインバージョンし、二次元 S 波速度構造を推定する。

5. 結果および考察

表面波探査により、深度 20m 程度までの S 波速度構造を求められる。各地点において近傍のボーリングデータ等と比較する。

若桜町、倉吉岩倉気象庁については、表面波探査による観測記録から解析を行うことはできなかった。表層に基盤岩が露出しており、地盤が固く分散を示さなかったと考えられる。

鹿野町、用瀬町では解析を行った他の地点より S 波速度が速い結果となった。これは、鹿野町や用瀬町では基盤岩が露出しているためだと考えられる。

6. まとめ

- 1) 基盤岩の露出している鹿野町や用瀬町では、S 波速度が速くなった。
- 2) 若桜町および倉吉岩倉気象庁では、表面波探査による解析を行うことができなかった。地盤が固く、分散を起こさなかったためと考えられる。
- 3) 倉吉岩倉気象庁、若桜町については他の物理探査法を用い探査する必要があると考えられる。
- 4) 地震動予測には地盤による増幅倍率を推定する必要がある。それは、深さ 20~30m 程度の S 波速度と相関があり、S 波速度より地盤による増幅倍率を求めることができる。今回の観測により各地点で推定された S 波速度構造から、地盤による増幅倍率を推定し、地震動予測に繋げることが可能と考えられる。
- 5) 今後の課題として、今回の結果の信頼性、妥当性を他の構造探査と比較することにより検討していく必要がある。

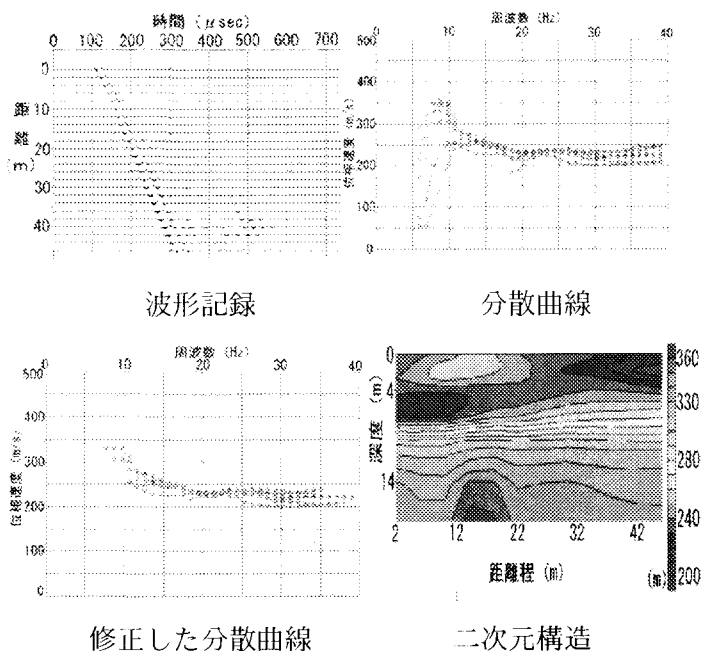


図1. 解析の流れ（用瀬町）

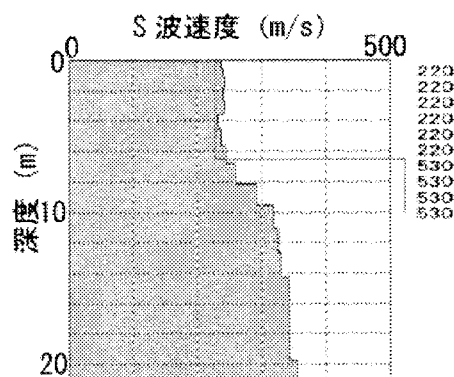


図2. S 波速度構造（用瀬）