

I-421

表面波の性質を利用した地盤探査法の埋立地における適用例

東京電力(株) 正会員 福島 啓介 矢野 康明
 佐藤工業(株) 正会員 〇末富 岩雄 松原 智樹

1. はじめに 近年、表面波の性質を利用することにより簡易に地盤構造を推定する手法が注目されている。これは表面波探査法と常時微動のアレー観測を行う方法（以後、微動アレー探査法と呼ぶ）に大別される。表面波探査法は、地表面上で鉛直加振を行うと、ある程度離れた地表面上ではレイリー波が卓越することを利用して、人工的に振動を与え各周波数における2点間の到達時間差から位相速度の分散曲線を算出するものである。振動の与え方により、起振器を用いる定常加振と重錘落下や打撃による衝撃加振に大別される。微動アレー探査法は、常時微動の鉛直成分にはレイリー波が卓越することを利用して、微動のアレー観測を行いF-Kスペクトル法や空間自己相関法により位相速度の分散曲線を算出するものである。各手法の特徴を表-1に示す。数十mまでの深度を対象とする場合、起振器を用いた表面波探査法が最も有効であるが、運搬・経費等に難がある。簡易な探査を行うために本研究では、埋立地において各手法による地盤探査を実施し、浅部（高振動数）を衝撃加振による表面波探査法、それより深いところ（低振動数）を微動アレー探査法で推定する方法の可能性について検討を行った。

2. 探査方法 1)表面波探査法 図-1(a)

に示すように2点で鉛直成分を測定した。測定には携帯用振動計（SPC-35F）を用いた。加振源としては、起振器（定常加振）とカケヤによる杭の打撃（衝撃加振）を用いた。サンプリング間隔は500Hzとし、定常加振の場合、 $D_1=10\text{m}$ 、 $D_2=5\text{m}$ 、衝撃加振の場合、 $D_1=5\text{m}$ 、 $D_2=2\text{m}$ とした。2点の記録のクロススペクトルから位相差を求めることにより、位相速度を算出した。

2)微動アレー探査法 図-1(b)に示すように円周上の5点で鉛直成分を測定し、円の中心で3成分を測定した。半径9mと50mでサンプリング間隔を500Hzとして実施した。半径9mの場合10秒間、半径50mの場合20秒間を1区間として解析した。F-Kスペクトル解析（最尤法⁹⁾により位相速度を算出した。

3. 測定結果 微動の水平／鉛直スペクトル比⁹⁾を図-2に示す。レイリー波の理論値とよく対応しており、微動中にレイリー波が卓越していると考えられる。各手法について約10区間の分散曲線を算出した。その平均値と標準偏差をP-S検層モデルによる理論値と合わせて図-3に示す。衝撃加振の場合、8～30Hz、定常加振の場合、4Hz以上、半径9mの微動アレーの場合、4～8Hz、半径50mの場合、2.25～5Hzで安定した値が得られている。2.25～3.75Hzを半径50mの微動アレーによる値、4～6Hzを定常加振による表面波探査法の値を用いて、逆解析⁹⁾を行った。P-S検層による

表-1 各手法の特徴

	運搬性	所要時間	対象深度	経費	用地
衝撃加振による表面波探査法	○	○	×	○	○
定常加振による表面波探査法	×	△	△	×	△
微動アレー探査法	○	△	○	○	×

○は制約が少ないことを、×は制約が多いことを意味する。

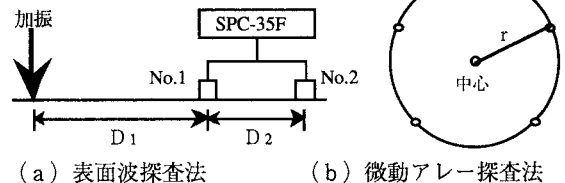


図-1 地震計の配置

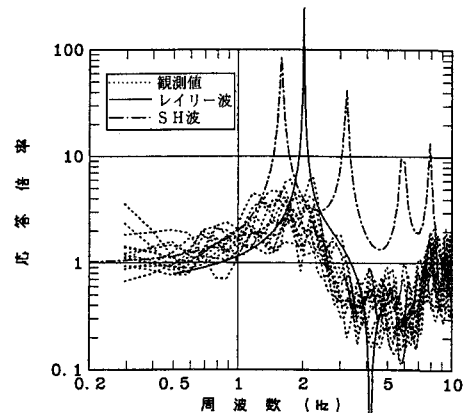


図-2 微動の水平／鉛直スペクトル比

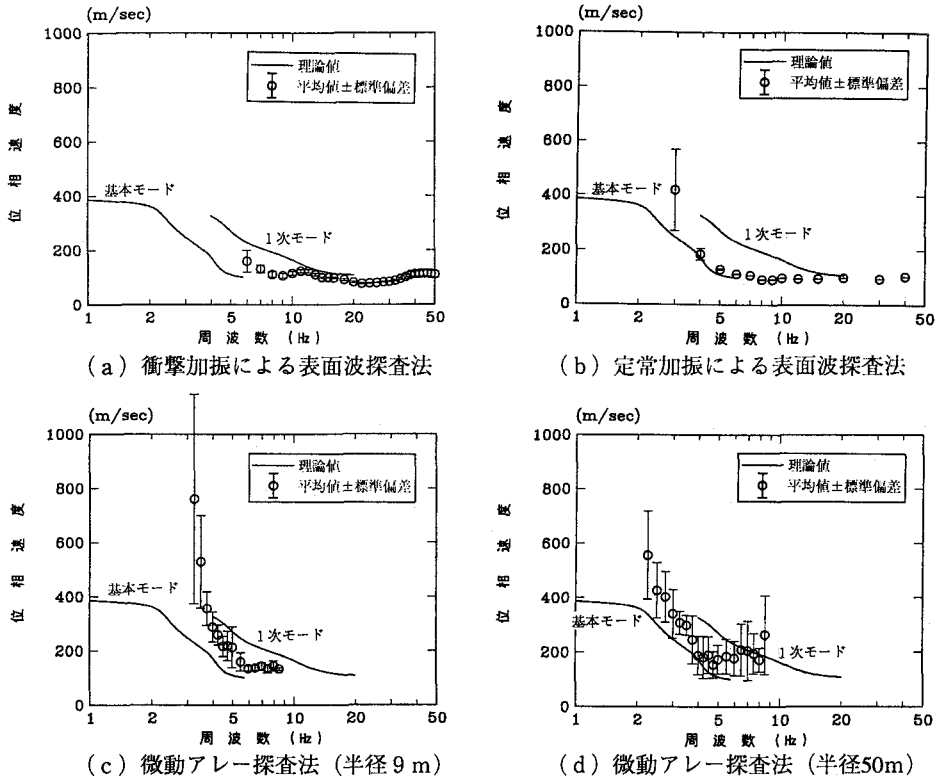


図-3 各手法による位相速度の分散曲線

値を初期値とした。得られた分散曲線を図-4に、S波速度構造を図-5に示す。基盤のS波速度を大きくすることにより2~3Hzにおける位相速度が大きくなり観測値に近づいている。このことは、3Hz以下の微動は深度50mより深い構造の影響を受けていることを示唆していると考えられる。

4. おわりに 表面波探査

法と微動アレー探査法を併用することにより、表面波の性質

を利用した地盤探査法の適用範囲を拡張できると考えられる。F-Kスペクトル解析および逆解析法には、大阪工業大学・堀家先生、(財)大阪土質試験所・香川氏によるプログラムを使用させていただいた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 堀家正則；微動の位相速度及び伝達関数の推定，地震，第33巻，pp.425~442，1980年
- 2) 中村豊；常時微動観測に基づく表層地盤の地震動特性の推定，鉄道総研報告，Vol.2，No.4，pp.18~27，1988年
- 3) Horike, M.; Inversion of Phase Velocity of Long-Period Microtremors to the S-Wave Velocity Structure down to the Basement in Urbanized Areas, J. Phys. Earth, Vol.33, pp.59-96, 1985

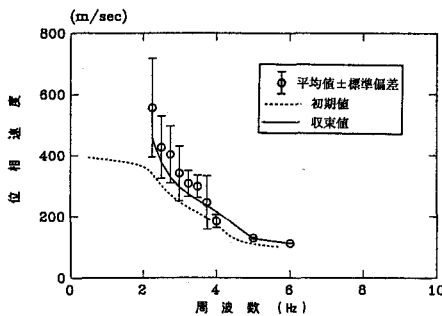


図-4 逆解析による分散曲線

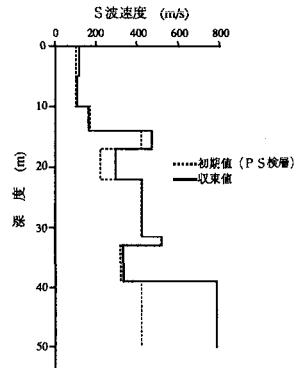


図-5 逆解析によるS波速度構造