

## 周波数波数パワースペクトル特性とコヒーレンスから推定される位相速度との関係について

### Phase velocity estimated from the Spatial Autocorrelation method and frequency-wavenumber spectrum

# 早川 崇[1], 佐藤 俊明[1]

# Takashi Hayakawa[1], Toshiaki Sato[2]

[1] 大崎総研

[1] OHSAKI RESERCH INSTITUTE, INC., [2] Ohsaki Research Institute, Inc.

微動は時間的な制約がなく計測が容易なため、地盤探査において多用されている。コヒーレンスは観測点間の位置関係と周波数波数パワースペクトルの形状から決定される。微動の場合、周波数波数パワースペクトル形状は表面波の影響を大きく受けるため、結局コヒーレンスから表面波の位相速度を推定することが可能となる。本報告は周波数波数パワースペクトルの形状がコヒーレンスに与える影響をしらべ、周波数波数パワースペクトル形状とコヒーレンスから推定される位相速度との関係について考察した。

微動は時間的な制約がなく計測が容易なため、地盤探査において多用されている。コヒーレンスは観測点間の位置関係と周波数波数パワースペクトルの形状から決定される。微動の場合、周波数波数パワースペクトル形状は表面波の影響を大きく受けるため、結局コヒーレンスから表面波の位相速度を推定することが可能となる。この代表例が空間自己相関法である。本報告は周波数波数パワースペクトルの形状がコヒーレンスに与える影響をしらべ、周波数波数パワースペクトル形状とコヒーレンスから推定される位相速度との関係について考察した。

微動がほぼ表面波で構成されることは多くの人に認められているところである。また多くの場合基本モードが卓越することも、地表が主な加振源とすればその刺激係数を考えると妥当と思われる。従って周波数波数パワースペクトルの多くが、表面波基本モードの波数  $k_0$  ( ) の円周上  $k_0 = \sqrt{k_x^2 + k_y^2}$  に存在しているといえる。しかし微動の到来方向  $\theta = \tan^{-1}(k_y/k_x)$  に関しては、空間自己相関法のように全方位から均等に到来するとみなせられるのか、ある特定の方向から主に到来するかは現時点では十分な検討がなされていない。もちろん時間を十分に長く取れば空間自己相関法のような仮定も成立する可能性が高くなるが、現状の計測時間ではどのような方位分布であるかは明らかではない。本報告では微動が、ケース1：到来方向が偏っている場合、ケース2：全方向からほぼ均等に到来する場合、ケース3：ケース1とケース2の中間の場合、について周波数波数パワースペクトルをモデル化し、各々の場合についてコヒーレンスを計算した。

周波数波数パワースペクトルのモデル化は、まず地盤モデルを仮定し基本モードの理論分散曲線をもとめた。パワースペクトル形状は単峰で、半径が基本モードの波数  $k_0$  ( ) 上で0度の方向にピークをおいた。また形状は円周方向および半径方向に正規分布とした。到来方向の偏りは、円周方向の標準偏差  $\sigma_\theta$  を変えることにより表現した。上記1)の場合は標準偏差  $\sigma_\theta = 30^\circ$ 、2)の場合は  $180^\circ$ 、3)の場合は  $60^\circ$ とした。半径方向の標準偏差はこれまでの波数スペクトル実測値をふまえて適当な値 ( $\sigma_r = k_0(\text{ )} \times 0.2$ ) を用い、ケース1~ケース3で一定とした。なお標準偏差  $\sigma_\theta$ 、 $\sigma_r$  は全振動数で同じとした。コヒーレンスを計算した観測点は基準を原点とし、基本モードエアーリー相の波長を  $\lambda$  とすると約  $0.2\lambda$  おきに3点、0度方向と90度方向に配置した。

計算の結果、コヒーレンスは同じ観測点間でみるとケース1の場合がもっと高くなり、ケース3、ケース2の順番で低下した。また空間自己相関法と同じく基本モードの波数  $k_0$  を半径としたリング状のパワースペクトル(以後ケース4)によるコヒーレンスと比較した。この場合理論的に算出が可能でコヒーレンスは  $J_0(k_0 \times r)$  となる( $r$ は観測点間の距離)。その結果ケース2が最もケース4に近くなり、ケース3、ケース1の順番にコヒーレンスがケース4に比べさらに高くなる傾向が得られた。従って到来方向が偏っている場合コヒーレンスが高くなり、これを自己相関法の仮定でみると位相速度が速く見積もられてしまう可能性がある。