

鳥取平野の微動観測データを用いた 2 点間空間自己相関法の検証

鳥取大学 学生会員 野口竜也

鳥取大学 正会員 西田良平

1. はじめに

地震動特性を把握するには S 波速度構造が重要である。その調査方法には、反射法や屈折法などの地震探査法や PS 検層などが多く用いられている。しかし、これらの方法では観測や解析に手間がかかり、それに伴ってコストも高くなる。また調査の必要性が高い都市部などでの適用が困難である。これらの問題に対し有効な方法として、微動を利用した探査法がある。これは、高感度の地震計を複数用いて同時に微動を観測（アレー観測）して、微動に含まれるレイリー波の位相速度を求め、地下構造を推定する方法である。このアレー観測で得られたデータの解析には、地震計を 4 台以上用いた空間自己相関法（SPAC 法）が利用されている。SPAC 法を利用するにあたり、円の中心点および円周上に複数の地震計を等間隔に並べるという制約があり、観測が困難な場合が少なくない。この問題を解決するために、紺野¹⁾は 2 つの地震計のみを用いて、位相速度を求める方法を提案した。この報告ではアレー半径約 30m までの適用例では従来の SPAC 法の結果と良い対応が見られ、この手法の有効性を示唆している。本研究では、1999 年 1 月に鳥取平野で行ったアレー観測²⁾の微動データを用いて、この手法の有効性および適用範囲を調べた。

2. 微動データ

微動データは、鳥取平野において上下動成分の地震計（固有周期 1 秒）4 台を用いてアレー半径 3, 10, 30, 60m で観測を行ったものである。地震計は図 1 に示すように、中心局に 1 台残りの 3 台を円周上に正三角形となるよう配置した。サンプリング周波数は 100Hz で観測時間は 1 アレーごとに 45 分～1 時間とした。アレー観測は 5 ヶ所で行われており、今回は鳥取市の城北高校のグラウンド（JHK）で観測したデータを用いた。JHK の観測は周辺が市街地であったため 23:15～4:45 の静かな時間帯で行っている。従来の SPAC 法によって表 1 に示す地下構造モデルが得られている。

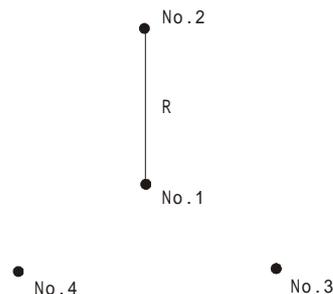


図 1 アレー配置図

3. 2 点間空間自己相関法による解析

SPAC 法によれば ω を角振動数、 r を地震計間隔、 k を基本モードレイリー波の波数、第 0 次ベッセル関数を $J_0(kr)$ とすると、位相速度 $c(\omega)$ は次式で定義されている。

$$c(\omega) = \omega r / J_0^{-1}(\text{Re}[\text{coh}(\omega, r)]) \quad (1)$$

一方、紺野¹⁾は 2 点間のコヒーレンスの実数部 $\text{Re}[\text{coh}]$ の最小値 $\min[\text{Re}[\text{coh}]]$ を $\cos(kr)$ とおき、位相速度 $c(\omega)$ を次式で定義し 2 点間空間自己相関法とした。

$$c(\omega) = \omega r / \cos^{-1}(\min[\text{Re}[\text{coh}(\omega, r)]]) \quad (2)$$

本研究では、この (2) 式に従い位相速度を求めた。

コヒーレンスは各アレー半径で約 1 時間の記録の中から微動記録を見てノイズの含まれていない 40.96 秒の区間を 10 区間選り出し算出した。このときの平滑化は 0.3Hz のパーゼンウィンドウを用いている。図 3 は R-3m と R-30m の No.1-No.2 方向で得られた $\text{Re}[\text{coh}]$ を重ねて示したものである。周波数が高くなるにつれらつきが大きくなる傾向にあり、これはその他の場合でも同様であった。

キーワード：微動，2 点間空間自己相関法，位相速度

連絡先：〒680 - 8552 鳥取市湖山町南 4 - 101 TEL：0857 - 31 - 5641 FAX：0857 - 31 - 5635

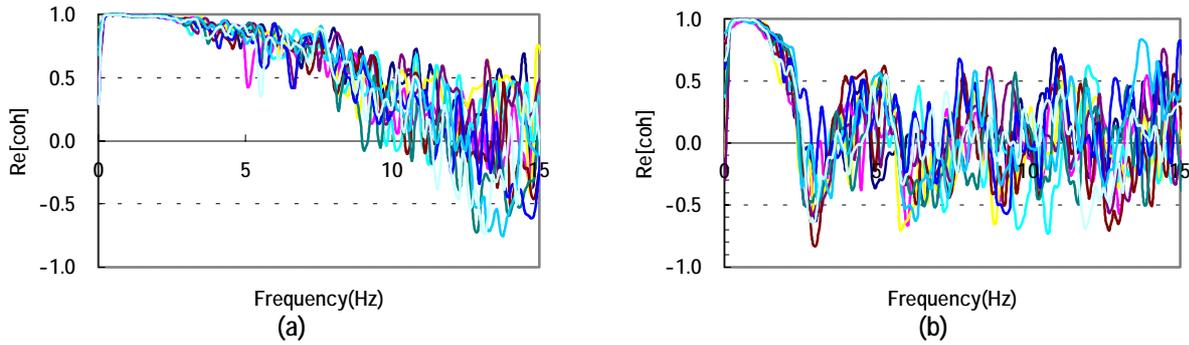


図3 コヒーレンスの実数部 $\text{Re}[\text{coh}]$; (a)R-3m の No.1-No.2,(b)R-30m の No.1-No.2

4. 位相速度の比較

各アレー半径の3方向で得られたコヒーレンスの実数部の最小値 $\min[\text{Re}[\text{coh}]]$ を(2)式に代入して周波数ごとの位相速度を求めた。図4は3方向の位相速度とSPAC法で得られた位相速度を重ねて示したものである。R-3m, R-30mでは3方向とSPAC法とがよく一致している。R-10mは2Hz, R-60mは1Hzあたりまで3方向とSPAC法が比較的一致している。R-60mについては, No.1-No.4方向がその他の2方向に比べ1Hz以下で分散の程度が大きく違っており, SPAC法と比較してもかなり違った結果を示している。全般的には, SPAC法とは3方向いずれの場合でも比較的よい一致が見られた。

5. まとめ

今回鳥取平野の微動記録を用いて2点間空間自己相関法の検証を行った結果, 3, 10, 30, 60mの地震計間隔では従来のSPAC法との一致がよく, この手法が有効であることがわかった。

参考文献: 1)紺野克昭; 地下構造推定に用いる2点間空間自己相関法についての基礎的研究, 第54回土木学会年次講演会 2)野口竜也ほか; 常時微動観測による鳥取市の地下構造探査, 第54回土木学会年次講演会

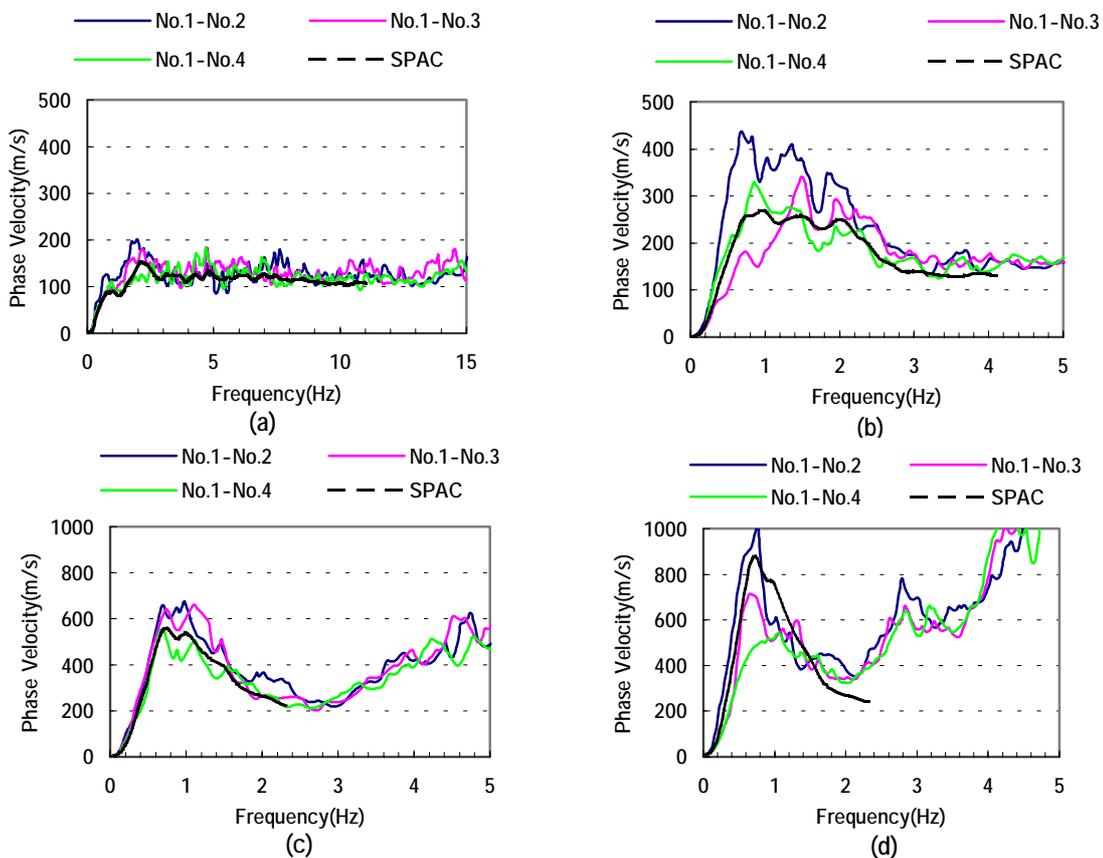


図4 位相速度の比較 ; (a)R-3m,(b)R-10m,(c)R-30m,(d)R-60m