

○清水建設 正会員 片岡俊一  
松井正宏  
佐藤俊明

**1. はじめに** 昨年の本学会で、ESG国際シンポジウムのブラインドプレディクションサイトで、同時観測した微動の類似性について報告した<sup>1)</sup>。間隔を20mとした観測の結果、この程度の間隔では卓越振動数、スペクトル形状は変化しないが、スペクトル振幅がかなり異なり、相関性(コヒーレンス)も低下していた。今回は、同じ場所で、さらに間隔の短いアレー観測を行ったので、距離による特性の変化(空間相関)について報告する。

**2. 観測概要** 観測点は図-1に示すように、前回の報告とほぼ同じ場所に十字形に5点展開した(図中の観測点Cが、前回のE1観測点にほぼ対応)。

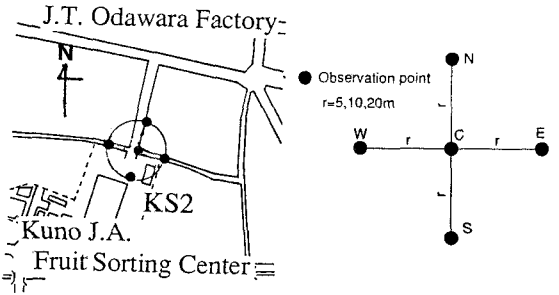


図-1 観測点配置図

この観測点配置で、3成分同時観測をアレーの半径(図中のr)を5, 10, 20mと変化させて行った。用いた微動計は、約1Hzより高振動数で平坦な特性を持つ速度型である。測定は21時から23時の間であったが、周辺を通る車は少ないながらもあった。解析用データは、明らかに車両の通過に伴う振動部分と判断される部分を除き、サンプリング振動数100Hzで、継続時間163.84秒の区間をA/D変換することにより作成した。

この地域は足柄平野の縁の小さな谷地形を成しており、東西方向が谷の縦断方向で、KS2から南北に各々約500m行くと尾根になる。地下探査結果ではKS2から南に向かって表層が厚くなる傾向がみられ、微動の卓越振動数の変化も、これに対応している。また、地下探査結果、微動観測結果をみても東西方向には地盤構造の顕著な変化は見られない<sup>2)</sup>。

**3. 各観測点のスペクトル**

図-2は、観測した微動のパワースペクトルを距離毎、成分毎に区分して重ね描いたものである。スペクトルは、データ全長をFFTし、バンド幅0.25HzのParzenウィンドウで平滑化して求めた。水平動の卓越振動数が2Hz付近にあること、上下動は3~5Hzの成分が優勢であるが、顕著なピークが無いことなどの特徴は前回の観測と同じである。各スペクトルを比較すると、最も距離が短いr=5mでは観測点EのNS成分を除いて、各成分毎にほぼ同じであることがわかる。一方r=20mの場合、

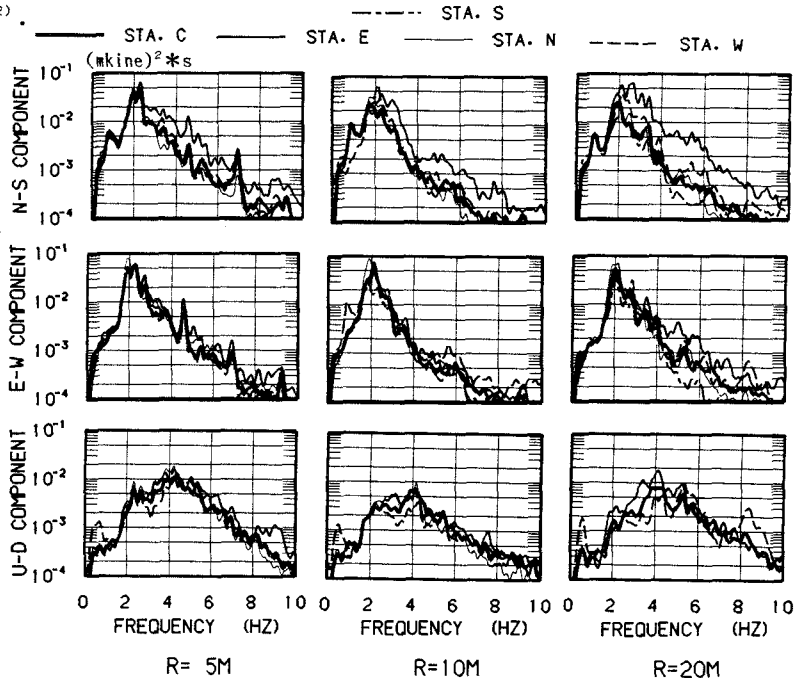


図-2 各観測点の常時微動のパワースペクトル

NS成分では観測点E,Wの振幅が他と異なっており,EW成分ではピーク付近は同じであるが,観測点Eの振幅が他と少し異なる.そこで,統計的手法を用いてスペクトルの等価性を検定を試みた<sup>3)</sup>.基準とするスペクトルはCのものとし,検定範囲を水平動では1~3Hz,上下動は3~5Hzとした結果を表-1に示す.図-2から推測されるように,r=10mの場合は観測点E,WのNS成分が,r=20mの場合はE,WのNS成分とWのUD成分が,各々観測点Cの対応するものと等価でないことが分かる.前回の結果と比較すると,等価でないと判断された観測点,成分が異なっている.このことより,等価であるか否かはその地点に依存せずに,ほかの要因に依存していることが推察される.

**4. 空間的な相関性** 波動の空間的な相関を検討することは,長大構造物の設計用入力だけでなく,波動そのものの特性を把握するためにも重要なことである.地震動を対象として,コヒーレンスの空間的な分布についての研究も盛んに行われているので,同様な傾向が常時微動で得られるかを検討してみた.図-3は,観測点CとEのEW成分のコヒーレンスを描いたものであるが,一般に言われているように距離が離れるほど,振動数が高くなるほどコヒーレンスが低下していることが分かる.ただし,全ての場合がこのようではなく,場合によっては対象振動数全域でコヒーレンスが,0に近い場合もあった.この場合の直接の原因は,両者の間の位相の対応が悪いことであるが,なぜ位相の対応が悪いのかは不明である.

一般にコヒーレンスの空間分布は,距離と振動数で表現されている.しかしながら,相対距離を波長で表現するとコヒーレンスの低下が,振動数に依存しなくなることが報告されている<sup>4)</sup>.そこで,微動同士のコヒーレンスの距離の依存性を波長で整理してみた.ただし,コヒーレンスそのものは0.25Hz程度の平滑化でも変化が大きいので,その包絡を用いた.r=10mの時の,EW成分についての結果を図-4に示す.ここで,波長はLove波の位相速度から定めている.低下の度合いは,地震動と同様に振動数に依存せず,またばらつきは小さくなっている.ただし,コヒーレンスは,地震動の場合は1波長程度離れると0になると言われているが<sup>4)</sup>,微動の場合はそれ以前で0になるようである.地震動より,短距離でコヒーレンスが低下することは,図-2で見たように各点のスペクトルが同じであることから,複数の振動源の影響であると考えられる.事実,周波数一波数スペクトルで本データを見ると,複数の方向から波動が到来していることが報告されている<sup>5)</sup>.

**5. おわりに** アレー間隔を5m~20mとして,3成分の常時微動を同時に5点で観測した.前回の結果も踏まえると,限られた場所の微動の検討であるが,次のことが指摘できよう.

- 1)卓越振動数はこの程度の観測点間隔では変化しないが,スペクトル振幅は変化する.
- 2)スペクトル振幅は,統計的に判断しても等価でないこともある.
- 3)統計的に等価なスペクトルが得られたとしても,両者のコヒーレンスが悪いこともある.
- 4)コヒーレンスは距離が遠いほど,振動数が高いほど低下するが,距離を波長で整理すると,振動数に依存しない傾向になる.

表-1  $\chi^2$ 検定(有意水準0.1)から判断される観測点Cに対するスペクトルの等価性

	Sta.	r=05m	r=10m	r=20m
NS-Comp.	E	○	×	×
	N	○	○	○
	W	○	×	×
EW-Comp.	S	○	○	○
	E	○	○	○
	N	○	○	○
UD-Comp.	W	○	○	○
	S	○	○	○
	E	○	○	○

(○:等価を示す)

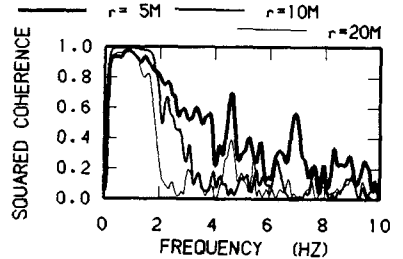


図-3 観測点CとEとの2乗コヒーレンス(EW成分)

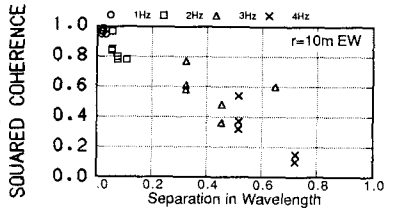


図-4 波長と2乗コヒーレンス(r=10m,EW成分)との関係

参考文献 1)片岡:近接観測点の常時微動の類似性について,土木学会第46回年次講演会,pp.1288-1289,1991年9月. 2)Japanese National Working Group on ESG, Ashigara Valley Blind Prediction Test, 1991. 3)Bendat J.S. and A.G. Piersol, Random Data:Analysis and Measurement Procedures, John Wiley & Sons, 1971 (日本語訳,得丸英勝他共訳「ランダムデータの統計処理」,培風館). 4)Toksoz et al.:Effect of lateral heterogeneities on seismic motion, Proc. of International Symp. on the ESG, 1992.3. 5)松井他:地盤の短周期常時微動に関する研究,建築学会学術講演会投稿中,1992.