

第 I 部門

大阪平野における高密度地震観測システムの構築

神戸大学大学院工学研究科 学生員 ○水上 昌信
 神戸大学大学院工学研究科 正会員 鋤田 泰子
 京都大学防災研究所 正会員 後藤 浩之
 エイト日本技術開発 正会員 福島 康宏

1. はじめに

地震時に盆地では周期数秒から 10 秒程度に卓越した表面波が励起され、さらに盆地内に長時間留まるため、実体波だけでなく表面波も構造物に影響を与えと考えられる。とくに、大阪平野における南海トラフ巨大地震などの海溝型地震による長周期地震動への地震対策は喫緊の課題となっている。しかし、観測波に基づく表面波分析の研究は行われているものの、S 波の重複反射理論のように表面波を理論的に推定する方法は発展途上といえる。大阪平野における表面波の伝播特性を明らかにするためにも高密度の観測体制を構築する必要がある。本研究では、大阪市福島区内で地震計を設置し、観測を開始したので、その内容を報告する。

2. 観測体制の構築

既往研究において地震時に顕著な表面波が確認されていた関西地震観測研究協議会¹⁾の地震観測点福島(FKS)の周辺に、3 台の地震計を設置して、地震観測を開始した。図-1 に FKS 周辺の地震計の設置位置を示す。OSA、OSB はそれぞれ福島小学校、海老江東小学校の倉庫内に設置し、OSC は海老江下水処理場内に設置した。このような設置場所により、OSA、OSB、FKS で半径約 600m の三角形アレイ、OSC、OSB、FKS で半径約 700m の三角形アレイを形成し、多方向から入射する波形の分析が可能になった。OSA、OSB は 2017 年 9 月 21 日から観測を開始した。OSC は 2017 年 10 月 20 日から設置したがノイズが多いため、2018 年 1 月 17 日に 30m ほど南西に移設した。

本研究で使用する地震計の仕様を表-1 に示す。地震計は(株)東京測振の速度型地震計 CV-910 を使用した。検出器はサーボ型速度計(VSE-11)で、サンプリング周波数は 100Hz に設定した。新たに(株)aLab 製のロガーを外付けし、GPS によって時刻を同期するとともに、24 時間連続観測する波形を IT 強震計サーバアプリケーションを介して 1 分間の波形ごとにネットワーク経由でサーバに送信され、リアルタイムで観測を確認することができる。

3. 常時微動観測

地震計設置と同時に設置箇所周辺で常時微動観測を行った。図-2 は OSA での観測結果を示しており、(a)は地震計 CV-910 を用いた H/V スペクトル比、(b)は白山工業(株)の微動計 JU410 を用いた H/V スペクトル比を示している。両方の計測器で、同じ時刻から 163.84 秒間取り出し、比較的振幅が落ち着いている 3 区間から算出した。H/V スペクトル比を比較すると、約 0.5Hz 以上の高振動数域では類似したスペクトルを示している。また、地震計の CV-910 では 0.2 から

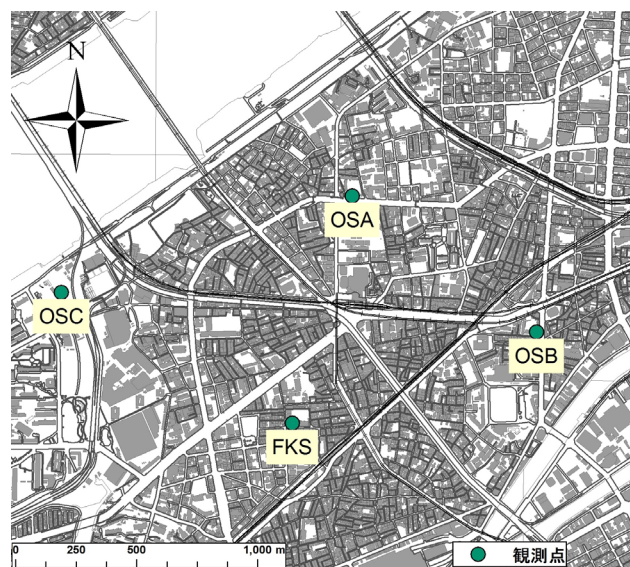


図-1 地震計設置位置

表-1 地震計の仕様

形式	CV-910
測定周波数範囲	0.025-70Hz
検出器	サーボ型速度計(VSE-11)
記録成分数	9成分(内加速度3成分)
最大記録範囲	±1000gal
AD変換分解能	16bit
サンプリング周波数	100Hz
外形寸法(突起物含まず)	474(W)×302(D)×260(H) mm

Masanobu MIZUKAMI, Yasuko KUWATA, Hiroyuki GOTO and Yasuhiro FUKUSHIMA

kuwata@kobe-u.ac.jp

0.5Hzにおいても H/V スペクトル比が安定していることを確認した。現在、地震計を設置した小学校内では改修工事が行われているため昼夜での H/V スペクトル比の比較も行ったが、ノイズの影響は大きくなかったことを確認している。

KG-NET・関西圏地盤研究会²⁾の関西圏地盤ライブラリーから地震計が含まれる250m×250mメッシュのモデル柱状図を引用し、そのN値から道路橋示方書に基づいて地盤の固有周期を算出した。モデル柱状図の固有周期とCV-910で観測された微動H/V スペクトル比の卓越周期を表-2に示す。地震計の設置した地域では0.6～0.7s付近の固有周期であることがわかる。微動記録は昼夜の時間帯でそれぞれ10分間×3セットを用いた。1セットにおいて振幅が落ち着いている継続時間20.48秒のデータを10区間抽出し、H/V スペクトル比を求め、スペクトル比の算術平均からそのセットのH/V スペクトル比を求めた。さらに、昼夜各3セットのスペクトル平均から卓越周期を求めた。FKSでは夜間の時間帯で長周期に卓越したデータが見られたため1セット除外して求めた。地震計の含まれる地盤メッシュの固有周期とH/V スペクトル比の卓越周期には0.1s程度固有周期が大きい地点があるが、全体として大きな差は見られず整合していることが確認できた。

4. 観測波形

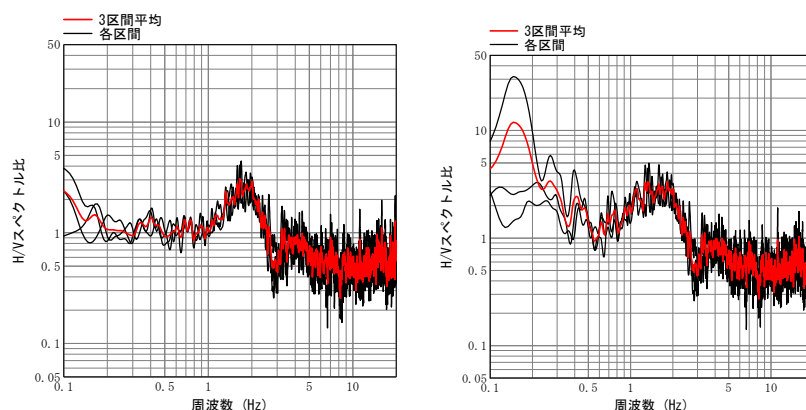
地震計設置後の2017年12月3日5時38分に観測点付近で震度1の地震が観測された。図-3にOSAで観測されたNS成分の加速度時刻歴と非定常スペクトルを示す。表面波固有の分散性の性質を利用して、瞬間フーリエスペクトルの極大値分布により表面波成分を特定でき、かつ分離できると考えられる。しかし、本記録では長周期成分に瞬間フーリエスペクトルが見られず、波形分離が困難であることがわかる。2018年2月現在までに観測点付近で表面波の分析に適当な地震は観測されていないが、今後、表面波が観測されれば分析を行い、適宜報告していく予定である。

5. まとめ

大阪平野における表面波の伝播特性を明らかにするために、関西地震観測研究協議会のFKS周辺にアレイ状に地震計を設置し、高密度の観測体制を構築した。観測点周辺の地盤の固有周期は0.6～0.7sであり、微動のH/V スペクトル比の卓越周期ともほぼ整合した。2018年2月現在までに観測点付近で表面波の分析に適当な地震記録は観測されていないが、観測を継続して適宜報告していく。

【謝辞】関西地震観測研究協議会より、FKSの観測記録を提供して頂いた。また、本研究の一部は、科研費（基盤C）（代表：鋤田泰子）に支援されている。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】1) 関西地震観測研究協議会 CEORKA <http://www.ceorka.org/>, 2) KG-NET・関西圏地盤研究会 <https://www.kg-net2005.jp/index.html>



(a) H/V スペクトル比(CV-910) (b) H/V スペクトル比(JU410)

図-2 OSAでの微動観測結果(2017/09/21;12:45～13:00)

表-2 地盤固有周期とH/V スペクトル比の卓越周期

	OSA	OSB	OSC	FKS
地震計の含まれる地盤メッシュの固有周期(s)	0.57	0.63	0.72	0.67
H/V スペクトル比の卓越周期(s)	0.57	0.54	0.62	0.69

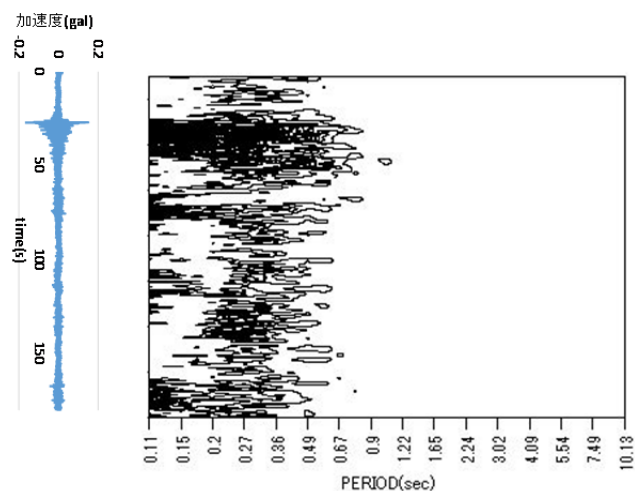


図-3 観測波の非定常スペクトル図

(OSA, 2017/12/03; 5:38 の地震)