

I-B 214

兵庫県南部地震の際に大阪平野で観測された
やや長周期地震動の伝播性状

清水建設（株） 正会員 片岡俊一
正会員 横田治彦

1. はじめに 以前より、大阪平野では地震動の観測結果から、主要動に遅れて周期1~2秒の波動が現われることが知られており、「あとゆれ」¹⁾と呼ばれている。この「あとゆれ」は堆積層の境界で生成された表面波と考えるのが自然であろう。しかしながら、大阪平野のやや長周期地震動の特性を議論するためには、観測データが少なかつたことは、否めない。一方、1995年兵庫県南部地震の際に大阪平野で観測された波はやや長周期に富んだものであり、多くの機関の好意により多数の記録が公開されている。本報告は地震動記録をアレー解析することで、伝播方向と速度を求め、観測された地震動の波動種別を検討したものである。

2. 観測記録の一般的特性

図1は関西地震観測研究協議会による大阪市福島区の福島観測点の記録である。これは速度波形であるが、実体波部分と後続位相部分とで最大振幅がほぼ同じであることがわかる。また、図示していないが、減衰定数5%の速度応答スペクトルでは周期

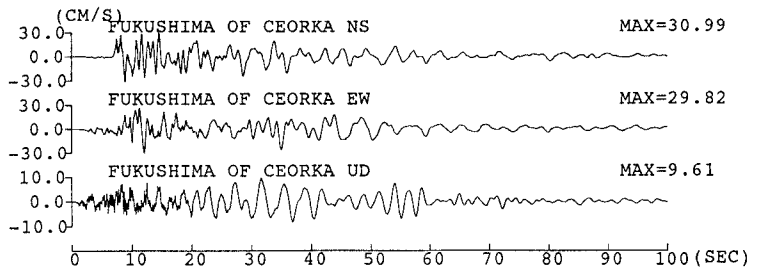


図1 関西地震観測研究協議会による福島の観測記録

2~5秒の範囲で約70cm/sと相当強い地震動である。また上下動で顕著であるが、主要動後20秒後（図の30~40秒）に周期3~5秒程度の波が分散性状を有して現われていること、さらに遅れて周期3秒程度の波群が現われていることが見て取れる。なお、図の記録の先頭は5時46分59秒である。周期約5秒の成分が卓越しているのは、大阪平野中心部の観測記録では共通なものであること、周期3秒程度の上下動の波群は大阪平野全域で観測され、約250m/s程度で北から30度西の方向から中心部に向けて伝播していることが分かっている²⁾。

3. 周波数一波数スペクトルによる位相速度 上述したように、周期約3秒の波群は約250m/sで伝播していると考えられるが、周期約5秒の波群がどのように伝播しているかを、福島観測点付近の記録を用いて検討してみる。図2は、検討に用いた観測点の配置である。観測点配置は不規則であり、#5と#6はかなり近い位置にあるが、平均的には最小観測点間隔は1km強と考えられ、空間的な分解能は波長で2km強程度と想定される。#2を除く各観測点の記録では起動時刻が報告されているが、ここでは以下のように時刻を再吟味した。つまり、大阪平野中心部の観測点の内、時計の精度が良いと思われるもののP波初動の時刻と震央距離との関係を求め、これにより#2,#4,#5のP波初動の時刻を求めた。

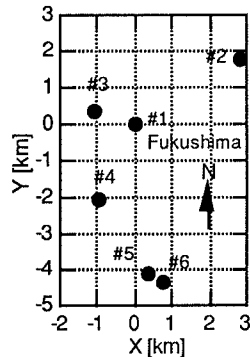


図2 アレー解析に用いた観測点の配置。

解析区間長は40秒とし、スペクトルは対象とした振動数を中心に2個隣までの値（±0.05Hz）を用いて平滑化した。周期5~6秒程度が卓越している区間（図1の15~55秒）における0.16Hz、0.21Hz、0.26Hzの周波数一波数スペクトル（以下F-Kスペクトル）を図3に示す。これによると、この周波数の波は概ね北西の方向から0.9km/s~1.2km/sの位相速度で伝播していることが分かる。観測点からの震央の方位は約260度であり、波動の到来方向はこれとはやや異なっている。位相速度が逆分散になっているが、この原因については不明である。また、周期3秒前後の波については、45秒~75秒の区間で西から位相速度2.1km/sで伝播している結果となった。しかしながら、下に述べる手順で検討した限りこれ以外の区間では、多くのピークが見られたり、空間的なエアリングを起こしていたりで、ピークを抽出することはできなかった。

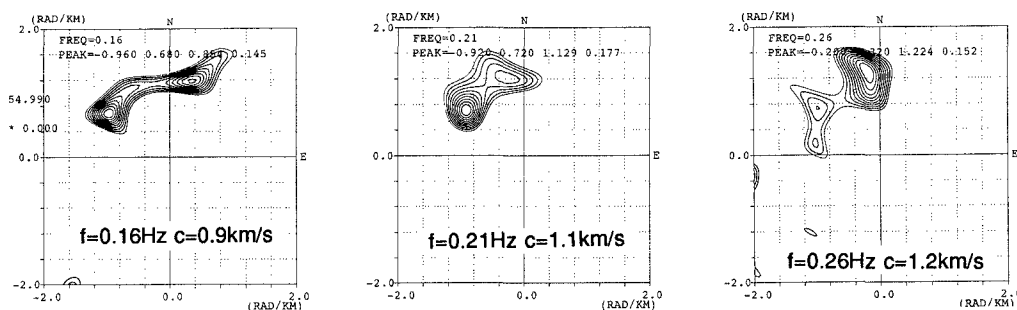


図3 解析対象区間を図1の15~55秒とした周波数-波数スペクトル。波数は到来方向に直してある。

さらに、図1の15秒目から10秒づつずらしながらF-Kスペクトルを求め、振動数0.16Hz, 0.21Hz, 0.26Hzの波の伝播速度と方向を整理したものが図4である。これによると、この振動数成分の波は、到来方向が徐々に東により、速度が遅くなっていることが分かる。このことは、この振動数成分の波が断層で直接生成されたものではなく、盆地生成表面波であることを推測させる。なお、観測点配置が整形でないことから、到来方向の厳密な議論は出来ないと考えている。

4. 想定されている地下構造との関係 図5は、香川・他³⁾により整理された大阪盆地の地下構造のモデルで福島直下の地盤構造を算出したものから算出したRayleigh波の分散曲線である。なお、図5には、前節で求めた位相速度もプロットしてある。前述したように、F-K解析から求められる位相速度は逆分散しているが、0.26Hzの位相速度は地下構造と対応している。大阪盆地は基盤構造の傾斜が比較的急激であるために、観測記録から求められる位相速度は必ずしも観測点直下の構造を平行成層とした理論値とは合わないと考えられるが、ここで観測された位相速度と提案されている地下構造は対応しているものと考えられる。

また、周期5秒程度の波が卓越していたことと0.2HzがRayleigh波のAiry相であることも対応していることも図から分かる。

5. まとめ 大阪平野で観測された地震動をアレー解析した結果、到来方向は初期の段階では北西であり、後半部では北に回り込むことが分かった。この伝播速度はほぼ地下構造から算出されるRayleigh波の位相速度と対応している。波群の伝播解析¹⁾等も考慮にいれて判断すると、観測された波動はRayleigh波であることは間違いないであろう。しかしながら、観測点の北西方向には今回活動した断層が位置するので、平野中心部で観測された地震動が、断層から生成された波動であるか、盆地端部で生成したものかは、断層モデルを用いた走時解析を行わないと厳密には判断できず、今後の課題としたい。

謝辞 ここで使用した地震記録は、気象庁によるもの及び関西地震観測研究協議会の会員間のデータ交換制度を利用したものである。観測記録の提供各機関の努力と好意に心から感謝する。また、(財)大阪土質試験所の香川敬生氏には大阪盆地の地下構造を算出するプログラムを提供して頂いた。記して謝意を示す。

参考文献 1) 鳥海勲, 平野の地震動特性について, 第4回日本地震工学シンポジウム, 129-137, 1975. 2) 横田・片岡・他, 1995年兵庫県南部地震における大阪平野の地震動特性, 建築学会大会梗概集(関西), 1996. 3) 香川・他, 大阪堆積盆地における深部地盤構造のモデル化, 第22回地震工学研究発表会講演概要, pp.199-202, 1993.7.

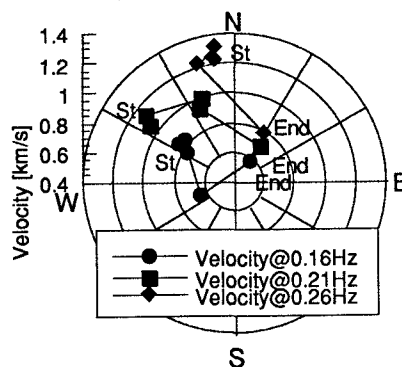


図4 区間毎に求めた波動の到来方向。Stから始まりEndで終わる。

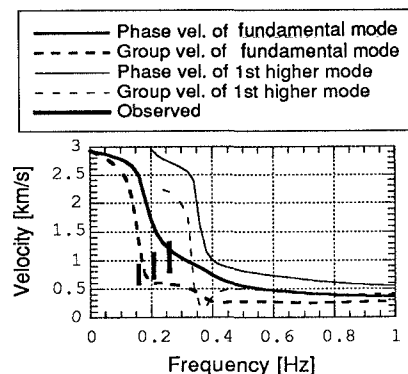


図5 大阪盆地の地下構造から算出したRayleigh波の分散曲線。