

## 神戸市三宮地区の微動特性

正会員 ○新井 洋\*<sup>1</sup>  
同 時松 孝次\*<sup>2</sup>  
同 岩田 暁洋\*<sup>3</sup>

## 1. はじめに

1995年兵庫県南部地震によって兵庫県南部沿岸地域は壊滅的な打撃を受けた。しかし、その被害様相は一様ではない。例えば三宮駅を中心とする東西幅わずか3kmの地区では、元町～三宮で建物の倒壊・大破などが集中しているが、隣接する葺合、花隈では被害が軽微な地点が多い(図-1)<sup>1)</sup>。このことから、地表での地震動特性に局地的差異があったことが推測され、その原因の1つとして表層地盤特性の影響が考えられる。そこで、神戸市三宮地区の被害と表層地盤特性の関係について予備的検討を行うため、微動観測を行った。本報では、そのスペクトル特性について報告する。

## 2. 微動の移動観測

図-1に示す神戸市三宮地区35点で微動の移動観測を行った。微動計は3成分(鉛直および水平2成分)の速度計を用いた。観測波形は増幅後、サンプリング周波数100HzでA/D変換(16ビット)し、ノートパソコンに記録した。この際、波形が定常性を保っていると考えられる区間を選び、1地点につき各成分2048ポイントのデータを12波程度作成した。このデータセットから、FFTにより各成分の速度フーリエスペクトルを求めた。

## 3. 微動の水平鉛直スペクトル比が最大となる周期分布

微動はその振源や伝播経路の影響を強く受け、その卓越周期が必ずしも地盤特性と対応しない場合がある。微動の3成分データから微動源特性を除去し、地盤特性のみを抽出する手法として、微動の水平鉛直スペクトル比<sup>2)</sup>が提案されている。そこで、すべての観測点でスペクトル比を求め、その形状と周期特性について検討した。なお、水平動スペクトルは水平2成分のフーリエスペクトルの相乗平均とした。図-2に、観測対象地区を東西、南北に横断する2測線(図-1, A-A', B-B')に沿う観測点のスペクトル比を示す。ほとんどの観測点でスペクトル比は周期3~5秒程度で大きな値をとる。これは深度約600~1000mに存在するといわれる岩盤(花崗岩)とそれ以浅の地盤のコントラストを反映したものと考えられる。より浅い構造を反映する周期1秒以下のスペクトル比の形状に着目すると、元町～三宮の被害が甚大な地域で、0.6~0.8秒に単一かつ明瞭なピークが認められる(例えば図-2a, No. 16, 19、図-2b, No. 8, 18)。これに対し、被害の比較的軽微な地域ではピークが複数個あったり不明瞭である場合が多い(例えば図-2a, No. 15, 23、図-2b, No. 1)。確認のため、全観測点について周期1秒以下でスペクトル比が最大となる周期を図-1に重ねて示す。なお、(-)はピー

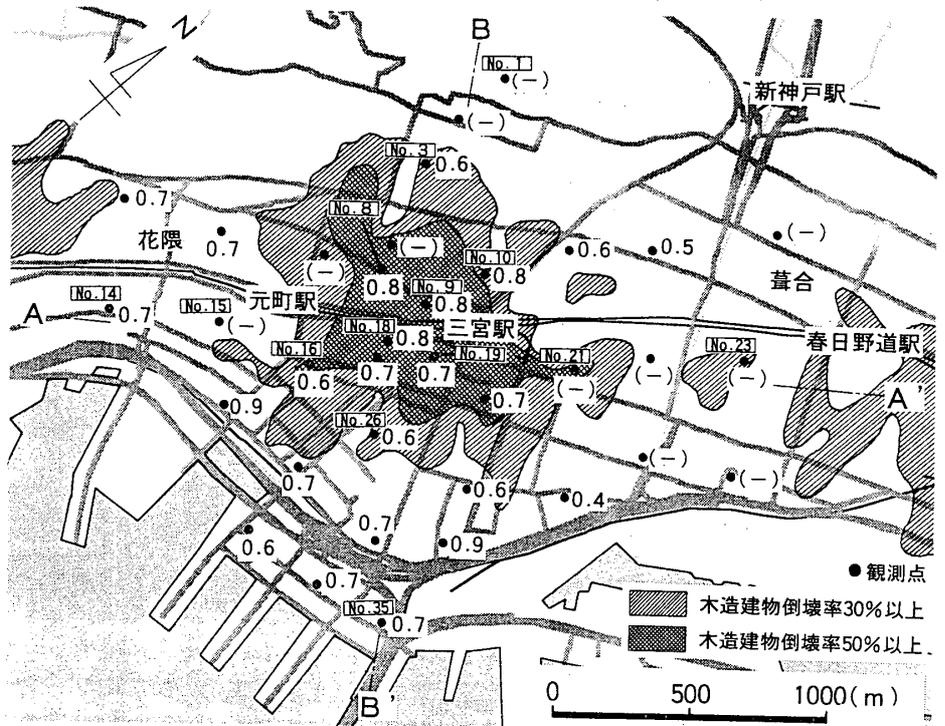


図-1 微動観測点と水平鉛直スペクトル比が1秒以下で最大となる周期分布

Characteristics of Microtremors in Kobe-Sannomiya area.

Hiroshi ARAI, Kohji TOKIMATSU and Akihiro IWATA

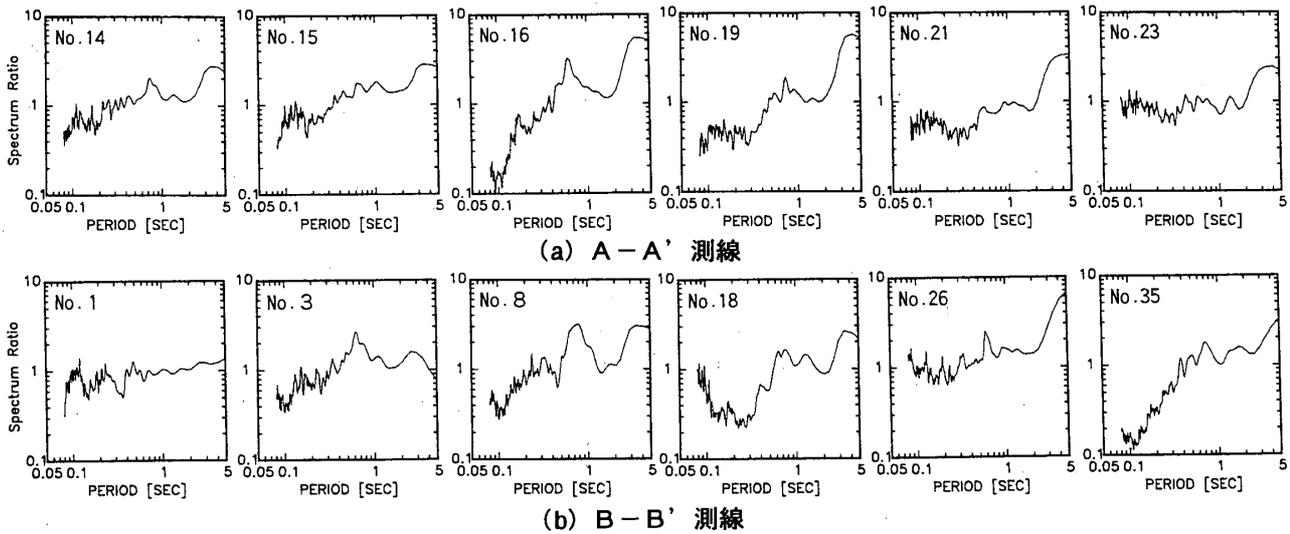


図-2 水平鉛直スペクトル比の例

クが不明瞭であることを示す。被害が甚大な三宮駅付近に、周期0.8秒の観測点が集中し、上記の傾向がある程度確認される。以上から、微動の水平鉛直スペクトル比が0.6~0.8秒に明瞭なピークを持つ地域と、被害甚大な地域にある程度のある関係のことが示唆される。

4. 三宮駅付近の地盤S波速度構造推定

微動のスペクトル比の周期特性はレイリー波水平鉛直振幅比の周期特性を示し、その最大となる周期は地盤せん断振動の固有周期と対応するという報告もある<sup>3)</sup>。スペクトル比が0.6~0.8秒に明瞭なピークを示す三宮駅付近では、対応する固有周期を持つと考えられる8~12階建ての建物が数多く倒壊・大破している。そこで、三宮駅付近の観測点No. 19の微動観測結果と調和するような地盤構造をボーリングやP/S検層結果を参考に図-3のように仮定し、レイリー波水平鉛直振幅比と地盤の固有周期を求めた。図-4に、求めたレイリー波理論振幅比を観測スペクトル比と重ねて示す。理論振幅比は観測結果と良く対応している。また、地盤の1次固有周期は、深度725m以深の岩盤(花崗岩)を基盤層と考えたとき4.1秒、深度45mの第3紀層上面を基盤層上面と考えたとき0.6秒となり、観測スペクトル比がピークを示す周期4.1秒、0.7秒とそれぞれ対応する。このことから、観測スペクトル比の0.6~0.8秒のピークは、洪積層と第3紀層のコントラストによるものと考えられる。

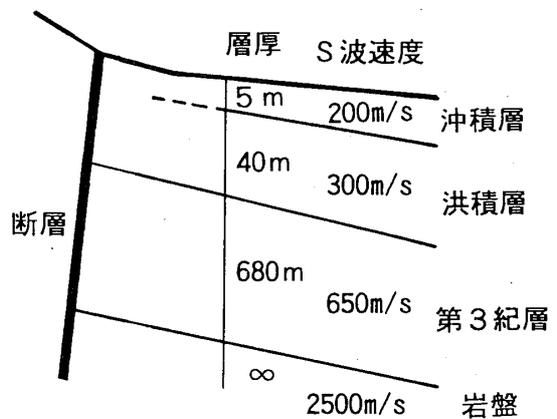


図-3 三宮駅付近の推定地盤構造

5. まとめ

神戸市三宮地区において微動の3成分移動観測を行い、そのスペクトル特性について検討した。その結果、微動の水平鉛直スペクトル比が0.6~0.8秒に明瞭なピークを持つ地域と、被害甚大な地域にある程度のある関係のことが示唆された。このスペクトル比のピークは、深度約45mに推定される洪積層と第3紀層のコントラストによるものと考えられる。

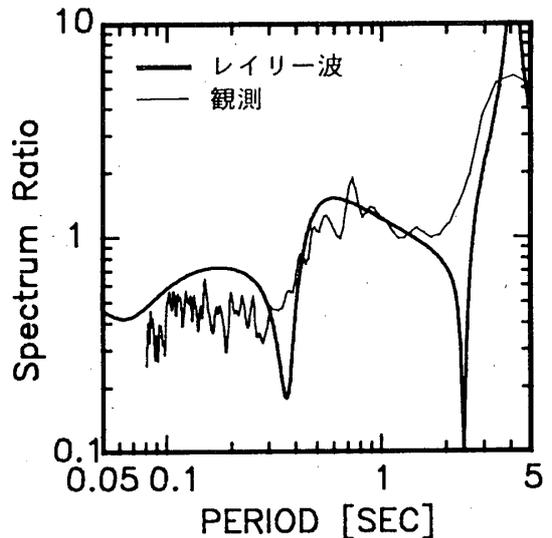


図-4 レイリー波振幅比と観測スペクトル比

【参考文献】 1) 1995年兵庫県南部地震阪神大震災災害調査報告書, 中央開発(株), 1995. 3. 2) 中村, 上野: 地表面震動の上下成分と水平成分を利用した表層地盤特性推定の試み, 第7回日本地震工学シンポジウム講演集, pp. 265-270, 1986. 3) 時松, 宮寺: 短周期微動に含まれるレイリー波の特性と地盤構造の関係, 日本建築学会構造系論文報告集, 第439号, pp. 81-87, 1992.

\*1 東京工業大学大学院生 日本学術振興会特別研究員  
 \*2 東京工業大学工学部建築学科 教授・工博  
 \*3 東京工業大学大学院生

Graduate Student, Tokyo Inst. of Tech., JSPS Research Fellow  
 Prof., Faculty of Engineering, Tokyo Inst. of Tech., Dr. Eng.  
 Graduate Student, Tokyo Inst. of Tech.