

佐藤工業(株)○中村晋,末富岩雄,吉田望

1.はじめに 1995年1月17日に発生にした兵庫県南部地震は最近北海道近海で発生している地震に比べ規模(Mj)が7.2と小さいものの震源(深さ14km)が神戸市や西宮市などの被災地にかなり近い都市直下であることから未曾有の大被害をもたらした。一方、この地震では関西地震観測研究協議会が阪神地域で整備を進めていた神戸大学をはじめとする地震観測点で強震記録が得られた。

ここでは、まず震源に近い神戸市内の硬質地盤上にある3地点で観測された地震動の周波数特性を比較する。次に、兵庫県南部地震で観測された神戸大学の記録と1983年日本海中部地震(Mj:7.8)の不老不死温泉($\Delta=72\text{km}$), 1993年釧路沖地震(Mj:7.8)の厚岸港($\Delta=44\text{km}$)の硬質地盤で観測された記録の周波数特性との比較を行う。

2.兵庫県南部地震で観測された地震動の特性 ここでは、岩盤(花崗岩)中に観測点のある神戸大学、せん断波速度が300m/s以上の地盤中(GL-83m)に観測点のあるポートアイランドおよび神戸市中央区の台地上にあり、前の2つの観測点に比べ軟質地盤上の観測点である神戸海洋気象台の3地点で観測された記録の特性を示す。図-1に各地点で観測された水平2成分の加速度記録より求めたベクトルフーリエスペクトル(ベクトルスペクトル¹⁾をフーリエスペクトルの次元で表したものを示す。その検討にはBolt²⁾が地震動の継続時間を定義する際に用いた二つの時刻間の記録を用いた。その際、その抽出された記録には時間フィルター(余弦テーパーウィンドウ)処理を施している。以後、応答スペクトルを除くスペクトル解析にはこれと同様な処理を行い、抽出した区間を検討区間と呼ぶ。神戸海洋気象台を除いた2地点では、1.0~2.0秒および0.3~0.4秒に卓越がみられる。神戸海洋気象台では、0.7秒および他地点と同様に0.35秒に卓越がみられる。岩盤上の観測点に対する他2地点の地震動増幅特性を明かにするため、神戸大学に対する他2地点のベクトルフーリエスペクトル比を図-2に示す。いずれも、周期0.4秒以下の短周期側に3倍以上の地震動増幅みられる。神戸海洋気象台では周期0.7秒にも増幅が認められる。

3.既往の地震で観測された地震動の周波数特性との比較 まず、水平動の特性について2つの地震と比較する。神戸大学、不老不死温泉および厚岸港で観測された水平2成分の記録より求めたベクトルフーリエスペクトルの比較を図-3に示す。周期0.4~0.7秒より短周期側のスペクトル振幅は、神戸大学の記録が他2地震の記録に比べ、地震規模の違いに起因して小さな値となっている。次に、3地点の水平2成分より求めた2次元速度応答スペクトル($\eta=5\%$)の比較を図-4に示す。不老不死温泉のスペクトルは周期0.7~0.15秒を除き神戸大学の値と良く一致し、厚岸港のスペクトルは周期0.5秒より長周期側で神戸大学の値より小さな値となっている。

次に、水平動と上下動の関係について2つの地震と比較する。3地点で観測された記録の鉛直動と水平動のフーリエスペクトル比を図-5に示す。ここで、水平動は水平2成分の記録に基づくベクトルフーリエスペクトル、鉛直動の分析には水平動の検討区間と同じ区間を用いた。神戸大学では周期0.2秒より短周期側で鉛直動が水平動の4倍程度の値となっているものの他の2地点では周期によらずほぼ1.0以下となっている。次に、上下動と水平動の有するパワーの時間変化の違いを把握するため、累積エネルギーと時刻の関係³⁾の比較を図-6に示す。水平動のパワーは水平2成分の自乗和として算出した。神戸大学では水平動と上下動のパワーの変化がほぼ同じ時刻、つまり振幅の大きな波がほぼ同一時刻に到達していることを意味する。一方、他の2地震の記録はいずれも上下動のパワーの増加が水平動より5~10秒程度早く生じている。これは、上下動のエネルギー変化はまずP波の到達により生じ、S波の到達以降はほぼ同じ様な割合で変化していることが分る。

4.あとがき 兵庫県南部地震で観測された地震動のうち岩盤中の神戸大学の記録は、他地点および他地震との比較により以下の様な特徴を有している。1)他地点の水平動は周期0.7秒および0.35秒より短周期側で4倍以上の増幅が見られる。他地震に比べ、2)水平動は周期0.7秒ないし0.4秒より短周期側で小さな値となっている。3)上下動は周期0.2秒より短周期側で水平動より大きく、水平動と同程度の時刻に主要な振幅が到達している。1995年兵庫県南部地震の観測記録については、気象庁87型電磁式強震計波形データの神戸海洋気象台での記録、神戸市のポートアイランドの記録および関西地震観測研究協議会による神戸大学の記録を使用した。関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1)中村晋:ベクトルスペクトルによる地震動の増幅特性評価とその適用,土木学会論文集(投稿中),1995, 2)Bolt, B. A. : Duration of Strong Ground Motion, Proc. of Fifth W.C.E.E., p.1301~1313, 1973, 3)Trifunac, M.D., A., G., Brady: Study on the Duration of Strong Earthquake Ground Motion, B.S.S.A., Vol.65, p.581~626, 1975

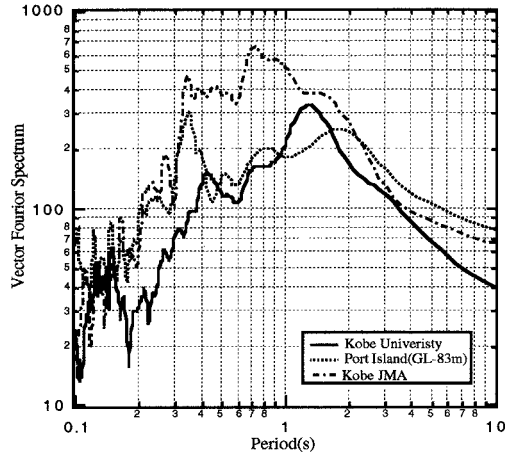


図-1 兵庫県南部地震における硬質地盤のベクトルフーリエスペクトル

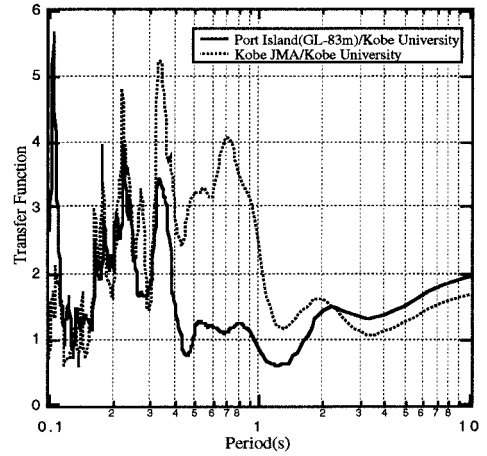


図-2 神戸大学に対するポートアイランドおよび神戸海洋気象台のベクトルフーリエスペクトル比

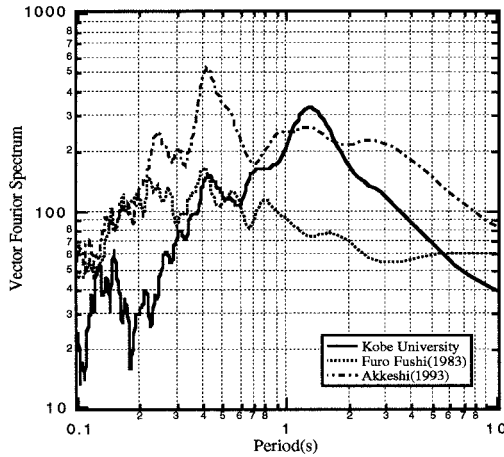


図-3 神戸大学と他2地震における硬質地盤のベクトルフーリエスペクトル

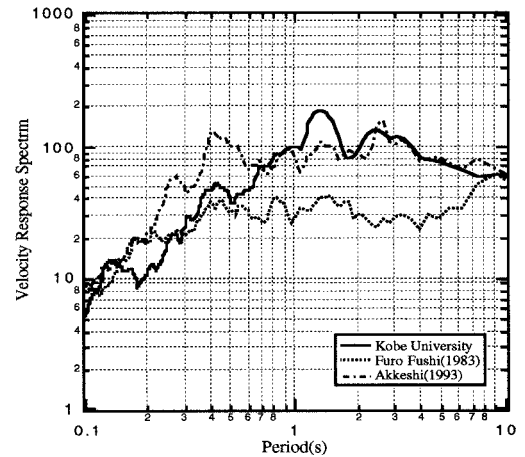


図-4 神戸大学と他2地震における硬質地盤の2次元速度応答スペクトル

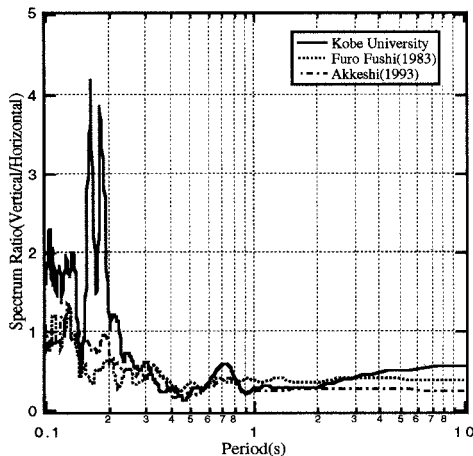


図-5 神戸大学と他2地震における硬質地盤の鉛直動と水平動のベクトルフーリエスペクトル比

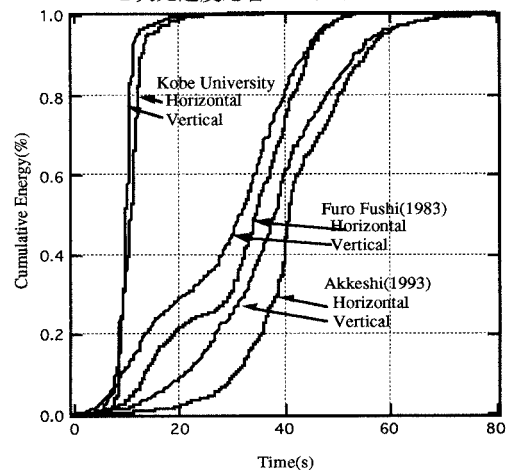


図-6 神戸大学と他2地震における硬質地盤の累積エネルギー