

I-B 224

常時微動を用いた宝塚市域の地盤特性の評価

東京工業大学 総理工 正員 年縄 巧
学生員 渡部 義之

1. はじめに

1995年兵庫県南部地震では、震度7の地域が帯状に広がり、その東限は兵庫県宝塚市まで達した。激震地域及びその周辺の地盤特性を評価するために、ESG研究グループを中心として合同微動観測グループが組織され、神戸市及びその周辺地域を14区に分けて常時微動測定が行われた。著者等は、13区（宝塚市域）を担当し、1995年8月7～10日にかけて微動測定を行い同地域の地盤特性を評価したので、本稿ではその結果を報告する。

2. 地盤・地質環境

宝塚市は兵庫県の西北部に位置し、北は丹波山地、西は六甲山地に囲まれており、平野と北部の山地は、有馬・高槻構造線で区切られている。この地域は、河川が山地部から南部に向かって流下し、平野部は主に段丘下位面で形成され、その上に扇状地が発達している。大正12年の地形図によれば、集落は主に扇状地上に発達しており、段丘下位面は水田に使用されていた。山地部は急傾斜地が主であるが、近年の宅地造成で一部が平坦化されている。

3. 定点観測

図1に観測点位置を示す。図中、▲は定点観測点、●は移動観測点、■は地盤資料が得られている地点を示す。定点観測点は山地部上と武庫川東岸上に設け、1時間毎に5分間の微動成分を24時間観測した。図2に定点観測点（BIZA）で測定された常時微動のEW成分のスペクトルを3時間毎に描いたものを細線で、それらを平均したものを太線で示す。各時刻のスペクトルは、20.48秒の記録のフーリエ振幅スペクトルを0.5HzのParzen windowでスムージングしたものを3サンプルについて相加重平均することによって求めた。

図2を見ると微動成分は、周期2秒付近と0.3秒付近にピークを持ち、0.3秒以下の時間変動が大きいことがわかる。同地点でのEW成分を上下成分で除したものを図3に示す。細線、太線は図2のものに対応している。図2の微動成分に見られた周期2秒付近のピークは残るが、0.3秒付近のピークは消え、0.2～1秒

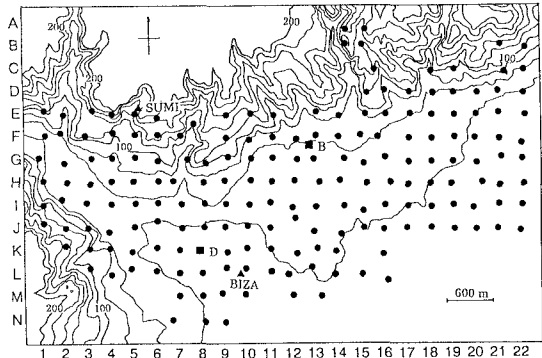


図1 宝塚市域における常時微動観測点位置図

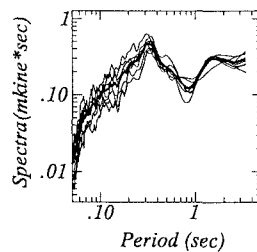


図2 定点(BIZA)における常時微動のスペクトルの時間変動

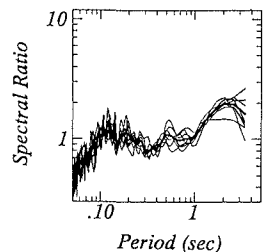


図3 定点(BIZA)における常時微動のH/Vスペクトルの時間変動

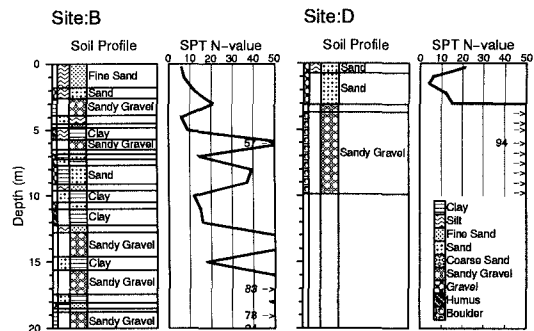


図4 点B、Dの土質柱状図

の帯域のスペクトル比振幅は平坦になる。これは0.2～1秒の帯域の微動成分が水平、上下両成分に現れたため、比を取ることによってこの周期帯域の成分が相殺されたためである。図4にB、Dでの土質柱状図を示す。定点BIZAに近いDでは、浅い砂層の下に玉石層があり、この構造では0.1～1秒の周期帯域には顕著な地盤特性は表れない。定点BIZAがDと同様な地下構造を有していると仮定すると、図2に見られた0.3秒付近の微動成分は交通振動等によって発生したものであり、この付近の地盤特性によって励起されたものではないと考えることができる。また、図2の0.3秒以下の周期成分に見られた時間変動は、比を取るによってばらつきが小さくなった。

4. 移動観測

定点観測の結果から、H/V スペクトル比は時間依存性が少なく、地盤特性を評価する指標として利用できると判断し、移動観測点におけるH/V スペクトル比を求めた。図5にE-M×8-13のH/V スペクトル比を示す。定点BIZAで見られた1秒以上のピーク周期は、山地上の点を除く多くの点で見られる。0.1～1秒の周期帯域では、山地部（E線）及び山地際（G線）の点でピークを持つ点があるが、山地から遠ざかる点では、定点BIZAと同様に明瞭なピークを持たない。点Bは、G-11あるいはF-11に近い山地際の点であるが、図4の土質柱状図を見れば明らかに、地下15m程度までに砂層や粘土層のような軟弱層が堆積しており、点Dの土質柱状図とは大きく異なる。すなわち、山地部周辺では軟弱層が堆積している地域があり、この軟弱層がスペクトル比の0.1～1秒の周期帯域のピークの成因と考えられる。山地上の0.1～1秒の周期帯域でピークが見られる点は造成地上に位置している点であり、盛土のような人工地盤の影響を受けているものと考えられる。山地から離れた観測点に見られた周期1秒以上のピークの成因は明らかではないが、更に深い堆積層が影響している可能性がある。図6に全観測点のH/V スペクトル比の卓越周期(T_p)とそのピーク値(A_p)を示す。ピーク値は1～5の値を示すものがほとんどである。卓越周期は、0.1～0.3秒付近の帯域と1秒程度以上の帯域に群があり、図5で見たようにそれぞれ山地際の地域と山地から遠ざかった地域に対応している。

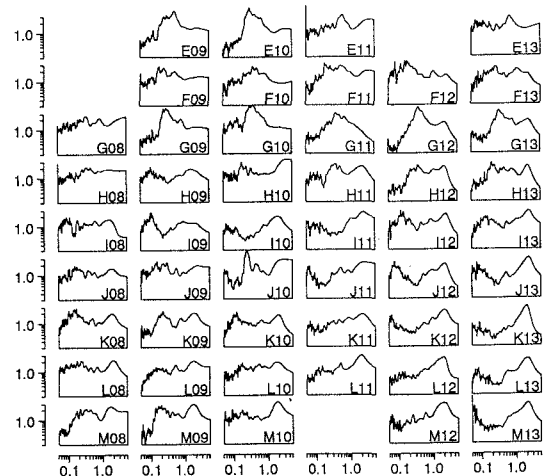


図5 H/V スペクトル比の空間分布(E-M×8-13)

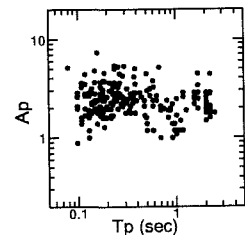


図6 H/V スペクトル比の卓越周期(T_p)とピーク値(A_p)

4. おわりに

宝塚市域で微動測定を行い、この地域の地盤特性を評価した。その結果、山地際の地域では0.1～0.3秒付近に卓越周期を持つ点が多く、これは表層(10～20m程度)の軟弱層の影響と考えられること、山地から離れた地域では、0.1～1秒付近の周期帯域に顕著な地盤特性を持たないこと、山地部を除く多くの点で周期1秒以上のピークが見られ、これらは厚い堆積層の影響を受けている可能性があること、等がわかった。

尚、本研究は、科学研究費総合研究A（研究代表者：藤原悌三，課題番号：07300005）の補助を受けている。測定には東京工業大学翠川三郎教授，松岡昌志助手，芝浦工業大学紺野克昭講師，(株)奥村組杉本博史氏，中山学氏及び東京工業大学，芝浦工業大学の大学院生，学部生の協力を得た。用いた微動計の一部は東京工業大学大町達夫教授から借用した。記して謝意を表する次第である。