

I-412 実地震記録からみた地盤の振動特性

東京大学生産技術研究所 正員 佐藤 暢彦
東京大学生産技術研究所 正員 片山 恒雄

◆ はじめに 東京大学生産技術研究所では同所千葉実験所構内の約300mを一辺とする三角形の領域において、3成分加速度地震計44台を用いた高密度アレー地震観測を実施している。昭和60年10月4日、東京で震度Vという56年ぶりの地震が発生した。そのとき千葉の震度はIVであった。さらに、その約1か月後の11月6日に千葉の震度がIIIという地震が発生した。いずれの地震についても良好な記録を得ることができた。前者はおおよそ千葉の北方30km(深さ78km)に発生したマグニチュード6.1の地震であり、本観測によって記録された地表15点の最大加速度は60~110galであった。後者はおおよそ千葉の南方30km(深さ59km)に発生したマグニチュード5.0の地震であり、地表の最大加速度は50~80galであった。本文は、上記2つの地震の際に、1つの点の地表から40m深さの鉛直方向の地震計アレーで記録されたデータを用いて、地盤の振動特性に関して考察するものである。なお、以下では前者の地震を地震A、後者を地震Bとよぶ。図-1に観測点の地盤性状と地震計の埋設位置を示す。

◆ 地盤の卓越振動数 図-2は2つの地震による地表点の水平2方向の記録のフーリエ振幅を示している。地震Aではおおよそ2.5Hz, 6Hz, 4.5Hz, 8Hzという順序で卓越しているが、方向によって卓越する振動数が幾らかずれている。地震Bの場合、4.5Hz位が最も卓越し、次いで7.5Hz, 2.5Hz, 6Hz前後にもみられ、方向による差は地震Aの場合よりも大きい。これは入力地震動の差の表れの結果と理解することもできる。そこで、地表のフーリエ振幅を地中40mのそれで割った値、すなわち、1種の応答倍率を示したものが図-3である。大きい倍率を与える振動数はおおよそ2.5Hz, 5.5Hz, 8.5Hzにあり、地震によっても方向によっても差は小さい。言い換えれば、本観測点において地盤の振動の増幅特性は地震の違い、方向の違いによって異なるものでなく、地盤の固有の特性が表れていると考えられる。

◆ 地盤の振動モード 記録された加速度波形を中心振動数に対して $\pm 10\%$ の幅をもつバンド・パス・フィルターを通して分解し、同じ中心振動数に対する時々刻々異なる深さの振幅分布を示した一例が図-4である。他の地震、他の方向についてもほぼ同じ結果を得ており、地盤がきれいなモードで振動していることが分かる。低い振動数では深さ方向に一樣な振幅分布を示しているが、振動数が増加するにつれて様子が変わってくる。2.5Hz位で40m深さに最初の節ができ、振動数の増加につれてその節が上方に移動し、5.7Hz位で40m深さに2番目の節が発生し、そして9Hz位で3番目の節が発生している。

◆ 考察 図-3の応答倍率、図-4の振動モードから、地盤が固有の振動特性をもっていることは明らかである。それでは、本観測地区の地盤の固有振動特性はどのようなものかということになる。図-3の3つの卓越がほぼ当地盤の増幅特性を表していると簡単に結論づけることには問題がある。振動モードの節の表れ方の性質からみて、どのような深さにも節を発生させる振動数が存在しうるから、その深さに対する地表の振幅比は当然その振動数で卓越することになる。すなわち、地震動の入力点としてみなす地中の点の選び方次第で、応答倍率を卓越させる振動数をいかようにも得ることができる。一方、図-4の振動モードはどの振動数においても各深さ間の位相差は0度か180度に近い値をもち、それらの中間の値をもっていない。例えば地盤が図-3のような3つの固有振動をもっていると仮定すれば、それらの中間の振動数においては色々の位相差をもつモードが存在してもいいわけであり、図-4のように全てがきれいな形になるとは考えにくい。本来、地盤の固有振動は数多く存在してもおかしくないが、これらの内、工学的に重要な地震波の増幅現象を起こす地盤の周期については、幾つかの地震において表れやすい共通の周期を見出すとか、波動インピーダンスが高いというようなはっきりした境界を入力点として求めた応答倍率から推定するという方法で検討する必要がある。

◆ おわりに 本研究は、文部省科学研究費補助金(一般研究A、59420034)による研究の一部であることを付記する。

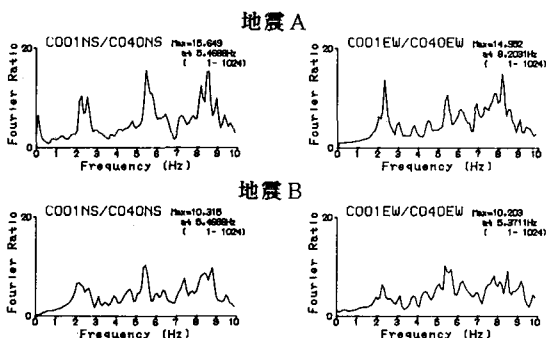


図-3 地表点の地中40m に対するフーリエ振幅の比

