

Ⅲ－26

不整形地盤の高密度常時微動観測について

東北工業大学 正会員 ○松川 忠司
東北工業大学 正会員 神山 眞

1 はじめに

地震時における被害は諸々の影響の総合効果によって決まり、特に局所的地盤条件が大きな影響を及ぼす。1995年兵庫県南部地震以来「都市地震防災地盤図」の整備が叫ばれている由縁である。この「都市地震防災地盤図」はこれまでのいわゆる表層の地盤地質に関する情報はもとより、深度500mないし1000m程度の深部の地質データ等をデータベースとして整備しようというものであるが、大がかりな調査に伴う予算的な措置などを考えるとかなりの年数を要することが予想される。一方、常時微動は観測点近傍の表層地盤の影響を強く受けた振動で、適切な解析をすることによって、特に表層地盤による影響を抽出することができると考えられている。著者らもこれまで常時微動の基礎的な研究を数多く行っており、特に常時微動と地盤構造、地震動特性との相関に着目してきたが、これまでの常時微動観測は、数100mの間隔で、あるいは独立した単一の地点に対して行われる場合が多く、狭い地域での常時微動特性の変動についてはあまり議論されてこなかった。本報告は典型的な不整形地盤の造成地で、5mメッシュを基本にした高密度の観測点を設定し、狭い地域で実測の振動はどのような挙動を示すのか、常時微動の観測結果をもとに考察したものである。

2 常時微動観測地点および観測方法

今回、観測の対象とした場所は東北工業大学三ツ沢キャンパスのサッカー場を中心にした所で、標高40～80m、地質的には青葉山丘陵に属し、主に新第三紀鮮新世仙台層群（大年寺層、向山層、竜ノ口層、亀岡層）と第四紀更新世の青葉山層が分布している所である。図1に常時微動の観測点配置図を示す。この観測地域は、造成を行った際の地盤、地質の資料が豊富に揃っている所でもある。図2に造成前の岩盤等高線（大年寺層）の3次元等高線図を示す。この図から、この場所は切り盛りを有する典型的な不整形地盤の造成地であることがわかる。

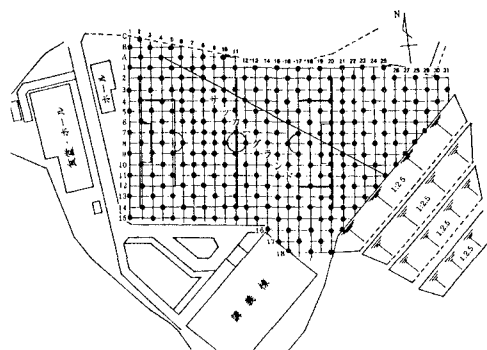


図1 観測点配置図

常時微動の観測は1997年10月6日から10月22日まで、天候状態などに配慮して慎重に行われた。用いた常時微動計は小型サーボ型速度計付き携帯用振動計（SPC35）で、観測はそれぞれの地点で3成分（水平動NS成分、水平動EW成分、鉛直動UD成分）、交通振動の少ない時間（深夜、早朝）を見計らって合計247点、一観測につき速度振動120秒間の観測を基本に実施された。

3 解析結果および考察

上述のようにして得られたデジタル記録のうち乱れが少なく最も安定している20.48秒間のデータ3成分を同時刻で数区間抽出し、それらのフーリエスペクトルと波形振幅についての解析を行った。

(1) 常時微動の周期特性

最初に、このようにして求めたフーリエスペクトルをもとに常時微動の周期特性についての考察を試みた。ここでは水平動成分の方向性があまりみられなかったので、NS、EW成分をベクトル合成して水平動H成分スペクトルを算出した。また、水平動H成分と鉛直動V成分の比H/Vスペクトルも同時に求めた。まず図1に示してある測線の推定地質断面図とスペクトルを比較検討した。その結果、ばらつきはあるものの、それぞれ共通した周期特性を有し、また不整形な地盤構造に伴うと思われる周期の変動がみられた。ここで得られた代表的なスペクトル比（H/V）と常時微動波形（速度水平動NS成分）の例を図3に示す。図3の上段は切り盛りが殆ど無い地点、中段は浅い盛土地点、下段は深い盛土地点の例であるが、これらの図からこの常時微動の周期特性と波形特性は、不整形な地盤構造をある程度まで反映する傾向のあることがわかる。

次に全観測点の卓越周期の変動に注目すると、狭い地域であるにも拘わらず地点により大きく変動するものの、

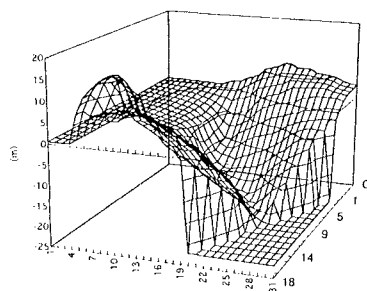


図2 岩盤等高線（3次元表示）

ある一定の傾向がみられることが示された。更に詳しく周期特性についての検討を試みることにし、ここではこれらスペクトルをある周期帯域に分割し、それぞれの周期帯域における最大スペクトル振幅、平均スペクトル振幅を算出して周期毎に全観測点でのスペクトル振幅がどのように変動するのか比較検討した。スペクトルの分割は全対象周期範囲（0.08～3.2秒）を対象に $\log 0.1 \sim \log 1.0$ 秒を n 分割した幅 w を求め、その w をそれぞれの周期帯域幅とした。またその周期帯域の最小周期と最大周期の相乗平均をとって代表周期とした。分割数 n は10分割と5分割を設定し、それぞれのスペクトル振幅を算出した。その分割（ $n=10$ ）の例を図4に示す。

以上のようにして求めた代表周期によるスペクトル振幅は、周期によって様相が大きく変動するものの、ある特定の周期で地形急変部（崖）で大きな振幅を与え、また地盤構造をよく反映する傾向が認められた。図5はH/Vスペクトルの代表周期約0.3秒のコンター出力の例である。カラー出力でないので見にくくなっているが、地盤構造と比較的よく対応する傾向が認められ、また測点1911近傍でかなり大きい振幅が表われていることがわかる。この図からここでの地盤構造は図2に示された岩盤等高線より複雑に変化している可能性が示唆された。そこで再度旧地形図を参照してみると、この地点の地中付近には岩盤等高線図には表われていない沢二カ所が存在していることが確認され、急変する地盤構造によって周期特性が大きく変動する可能性のあることが示唆された。

以上より、ここでの周期特性は周期帯域によって様相が大きく変動するものの、急変する地盤変状を含め、不整形な地盤構造をより明確に反映する周期が存在する可能性が示された。

（2）常時微動波形の振幅特性

常時微動波形の振幅特性も地盤特性に影響されることが知られており、著者らは従来よりこの振幅値（最大振幅、絶対値平均振幅、rms振幅）に着目してきた。スペクトルと同様にここでもNS、EW成分を合成して水平動H成分を算出し、観測日時の違いによる波形振幅のばらつきを少なくすることを考慮して、水平動Hと鉛直動Vの振幅比H/Vで正規化してそれぞれの最大振幅比、絶対値平均振幅比、rms振幅比を求めた。図6にrmsH/rmsVのコンター出力の例を示す。この図から狭い地域にも拘わらず波形振幅比は大きく変動するものの、地盤構造と比較的よく対応する傾向が見られ、また切り盛りに挟まれる部分で大きな振幅を与えていることがわかる。

4 まとめ

不整形地盤の高密度常時微動観測を行ない、常時微動の周期特性および波形振幅特性と、不整形な造成地盤構造を比較考察した。その結果、これら常時微動特性は地盤構造と比較的よく対応し、ある特定の周期においては不整形の地盤構造をより明確に反映することが示された。特に、急変する地盤構造が地中に存在する場合、その地表では常時微動の周期特性に大きな影響を及ぼす可能性があることが示唆された。

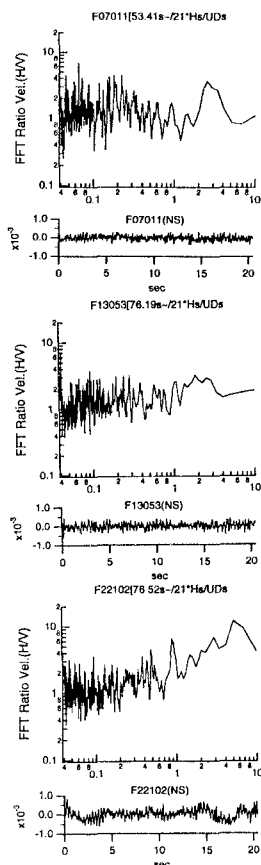


図3 代表的地点のH/VスペクトルとNS成分波形の例

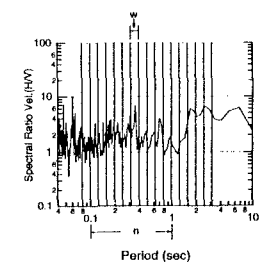


図4 スペクトルの分割の説明図（ $n=10$ の例）

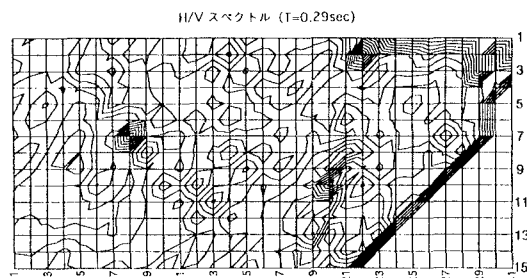


図5 H/Vスペクトルの代表周期約0.3秒のコンター図

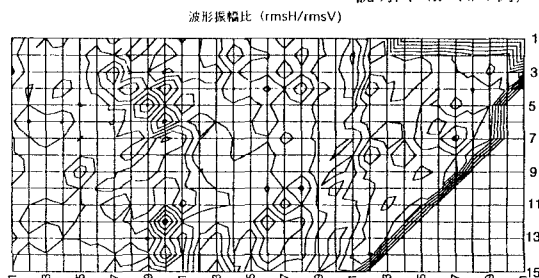


図6 波形振幅比（rmsH/rmsV）のコンター図