

I-B 228

斜面における常時微動の測定例

足利工業大学工学部 正会員 篠 泉

1. はじめに 1995年兵庫県南部地震では、阪神・淡路地区における山地や山地に隣接した傾斜地で数多くの斜面崩壊や地すべりが発生した。これら地盤災害の発生を左右する要因の一つに、対象地点における地震動の強さがあげられる。これまでの斜面崩壊等の発生予測に際しては、傾斜地の斜面での地震動をその斜面の振動特性まで加味して想定することはほとんどなかった。そこで、従来用いられている斜面の地形、地質等に加えて、常時微動測定を通じて把握した斜面の振動特性をも考慮した斜面崩壊の予測ができれば、より適切な地震時斜面崩壊の危険度評価が行えることとなる。そのための基礎資料を得ることを目的として、兵庫県南部地震後の神戸市、西宮市にある傾斜地や足利市内の急傾斜地の斜面で常時微動を測定したので、その結果を報告する。

2. 測定とデータ解析の方法 常時微動の測定はサーボ型速度計を用いて行った。この換振器の感度特性は0.3Hz以下では振動数が小さいほど低下する。各測点ごとに水平2方向（斜面の傾斜方向と等高線方向）と鉛直方向の計3方向を同時測定した。各測点における3つの測定データ（すべて30秒間）から、それぞれフーリエスペクトルを求め（バンド幅0.4HzのParzenスペクトルウィンドウで平滑化）、各振動数ごとにフーリエ振幅の算術平均を計算して平均（フーリエ）スペクトルを得た。なお、測定はいずれの地点においても正午から午後4時半頃までの約1～3.5時間で行っており、以下の検討では測定時刻による常時微動の振幅の相違は無視している。

3. 神戸市東灘区住吉山手における測定 兵庫県南部地震発生より1ヶ月余りが経過した1995年2月26日に、住吉山手9丁目の斜面（傾斜約10度）にある住宅地において常時微動を測定した。この地点は、ごく近くで斜面崩壊が発生し、避難勧告が出たところである。地盤は花崗岩よりなるが、住宅地の造成にあたり、切り取りや盛土が行われたものと思われる。斜面の直下（ふもとと呼ぶことにする）、ふもとから約10m高い住宅地斜面の中腹、約30m高い住宅地上端部の3点に測点を設けた。図1は、上端部での微動の平均スペクトルをふもとでの微動の平均スペクトルで除して得たスペクトル比を示したものである。約20Hz以下では、上端部のスペクトルがふもとのスペクトルを上回ることが多い。また、中腹でも上端部と同様な傾向が認められた。

4. 西宮市仁川百合野町の地すべり崩壊現場における測定 1995年2月24日に、ふもと（地すべり移動土塊先端近く）、ふもととの高低差約30mの斜面頂部1（崩壊でできた崖近く）、頂部2（頂部1より水平に20m離れる）の3点で測定を行った。なお、頂部1、2はふもとと水平距離で約260～280m離れている。図2は頂部2のふもとに対する微動のスペクトル比であるが、1を上回ることが多い。頂部1についても頂部2と同様な傾向が認められた。ふもとより頂部で微動が大きい要因として、地震で地すべりが生じて斜面頂部がより切り立っ

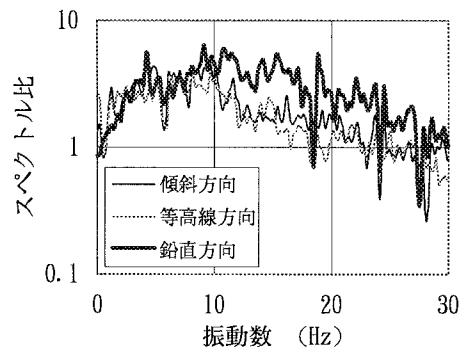


図1 住宅地上端部のふもとに対する常時微動のスペクトル比（住吉山手）

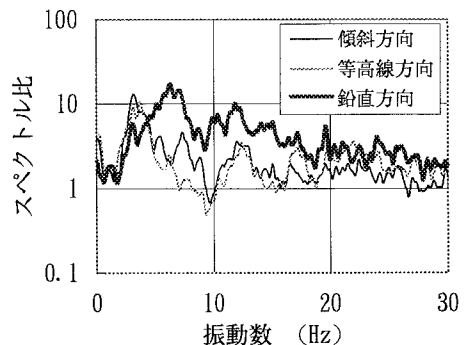


図2 頂部2のふもとに対する常時微動のスペクトル比（仁川）

た形状になったことが考えられるが、崩壊前においてもある程度頂部の方が大きく揺れやすかったことが予想される。また、中腹でも上端部と同様な傾向が認められた。

5. 足利市内の急傾斜地の斜面における測定 栃木県により指定されている足利市内の急傾斜地崩壊危険箇所の中で最も危険性の高いAランクの地点の中から、地形や地質の資料などが揃っている本城2丁目と五十部町東山の2地点を選定し、測定を行うことにした。測点はふもとに1点（測点1）、斜面上に4～5点設けた（低い方から測点2, 3, 4, 5, 6とする）。

本城2丁目で測定を行った斜面の傾斜度は約 30° 、各測点間の斜面に沿った距離は1-2間が6.0m、2-3間が5.7m、3-4間が7.9m、4-5間が8.6mとなっており、基盤岩（チャート）の上にある被覆層の厚さは測点1が2.2m、測点2が3.6m、測点3が3.9m、測点4が4.5m、測点5が4.2mである。なお、測定日は1995年10月25日である。図3は測点1に対する測点2, 4, 5の傾斜方向微動のスペクトル比を示している。なお、測点3のスペクトル比は測点2とほぼ同様である。測点4, 5では約8Hz以上のスペクトル比が大きくなっている。その要因として、①これらの測点は斜面の上方で被覆層が他よりやや厚く、また、地表面付近が腐植土のような軟らかい土で覆われていたこと、②測点2, 3は斜面の傾斜がゆるくなる場所にあること、などが考えられる。なお、等高線方向、鉛直方向に関しても同様の傾向が認められた。

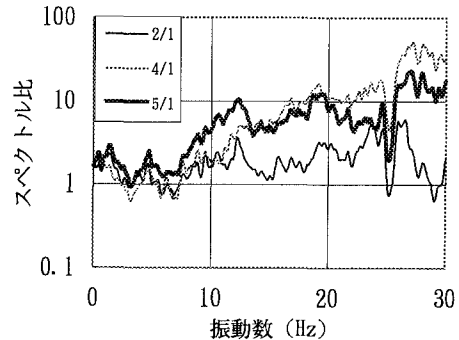


図3 測点1に対する各測点の常時微動のスペクトル比（本城、傾斜方向）

1995年11月13日に測定を実施した五十部町東山の斜面の傾斜度は約 30° 、各測点間の斜面に沿った距離は1-2間が8.9m、2-3間が5.0m、3-4間が11.7m、4-5間が11.7m、5-6間が12.5mであり、被覆層厚は、測点1で0.3m、測点2で2.8m、測点3で2.8m、測点4で2.7m、測点5で0.9m、測点6で0.5mとなっている（基盤岩はチャート）。図4は測点1に対する測点2, 3, 6の傾斜方向微動のスペクトル比をそれぞれ示している。なお、測点4, 5のスペクトル比は測点6とほぼ同様であるが、測点4のスペクトル比がやや大きめである。約12Hz以下では測点2, 3の方が測点1よりも大きなスペクトル比となっており、等高線方向、鉛直方向に関しても同様な傾向が認められた。測点2, 3の被覆層厚は測点4と同程度であるから、これらの測点で特に被覆層が厚いためというより、それらの位置がふもと近くで斜面の傾斜がより急になる場所付近にあるために、このような結果が得られたものと考えられる。

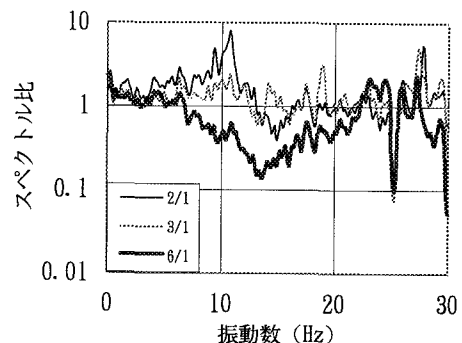


図4 測点1に対する各測点の常時微動のスペクトル比（五十部、傾斜方向）

6. まとめ 阪神地区の傾斜地の斜面における測定から、ふもとより頂部等の上部の方が常時微動が大きくなることが確認できた。また、足利市内の急傾斜地の斜面で常時微動を測定した結果、表層に軟らかい土がある場合や斜面の傾斜が急な部分においては常時微動が大きくなる傾向が認められた。

謝辞 阪神地区の傾斜地における常時微動測定は、足利工業大学建築学科の太田外氣晴教授と元大学院生の竹原崇夫氏の協力の下に行われた。また、栃木県足利土木事務所の河川砂防課、企画調査課の方々には、足利市内の急傾斜地に関する種々の資料を提供して頂き、さらに、斜面での常時微動測定に際して色々と便宜を図って頂いた。ここに記して謝意を表します。