

# 105 急傾斜地斜面の振動特性の常時微動に基づく推定

足利工業大学工学部 ○篠 泉  
 富士コンサルタンツ 大原伸吾

**1. はじめに** 斜面での地震動をその斜面の振動特性を考慮して想定し、地震時斜面崩壊の発生を予測することはほとんど行われていない。したがって、斜面の振動特性をも加味した地震時斜面崩壊の予測ができれば、より適切な斜面崩壊の危険度評価が行えるものと考えられる。そこで、斜面の振動特性を調べる方法として、比較的手軽に実施できる常時微動測定を利用した方法を用いることにし、これまで足利市周辺にあるいくつかの急傾斜地の斜面において常時微動測定を実施してきた<sup>1, 2)</sup>ので、それらの結果に基づき推定した急傾斜斜面の振動特性について報告する。

**2. 常時微動の測定とデータ解析** 急傾斜地崩壊危険箇所の中から、地形や地質の資料などのある地点を常時微動の測定地点として選定した。ここ

表-1 測定地点名, 斜面の傾斜度, 測点条件

測定地点名	斜面傾斜度	測定年月		測点数	測点間隔(m)
		擁壁設置前	(擁壁設置後)		
東山 A	30°	1996年11月	(1998年11月)	6(7)	5~12
東山 B	30°	1996年11月	(1998年11月)	6(8)	5~14
蔦ヶ入	20°	1998年11月	(1999年12月)	7(8)	3~11

(注) 東山の A, B は区別のために便宜的につけた。また、擁壁設置後の測定数は( )の中に示した。

では、表-1 に示す三地点 (すべて足利市五十部町) での常時微動測定について報告することにする。表-1 には測定地点名, 測定斜面の平均的な傾斜度, 測定年月, 測点数, 測点間隔を示してある。これら三地点では、斜面崩壊防止処置である擁壁が設置される前と後とで常時微動測定を行っている。通常、測点は斜面のふもとに1点 (測点1とする)、斜面上に5~6点設けた (低い方から測点2, 3, ...とする)。なお、各測定斜面の特徴は、東山 A はふもと近くの急傾斜な部分で基盤岩の上にある被覆層が厚いこと、東山 B と蔦ヶ入では被覆層の厚さがより上方の測点位置で厚いことである。

サーボ型速度計を用いて、原則として、基準となる測点1と他の測点でそれぞれ水平2方向 (斜面の傾斜方向と等高線方向) と鉛直方向の計3方向の常時微動を同時測定した。各測点において30秒間の測定を3~5回ずつ行った。測定データよりフーリエスペクトルを算出し、各測点の常時微動のスペクトルを測点1の常時微動のスペクトルで除した比を測定データごとに求め、それらの幾何平均として得た平均スペクトル比を用いて、各測点の振動特性を評価した。

**3. 東山 A における測定結果** 対象斜面は、基盤岩 (チャート) が被覆層でおおわれたもので、被覆層の厚さは、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0.9mである。図-1は、擁壁設置前の測定より、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たものである。なお、図中では省いているが、測点4, 5のスペクトル比は測点6のスペクトル比とほぼ同じである。5~20Hz程度では測点2, 3の常時微動のフーリエ振幅が測点1のものをほとんど上回っている。これらの測点がふもと近くで、斜面の傾斜がより急な部分の近くに位置しているためと考えられる。同様な傾向が等高線方向、鉛直方向の常時微動に関しても認められた。

もたれ式コンクリート擁壁が測点2~3付近の斜面をややけずり設置された。擁壁設置後における測定より、測点1に対する測点2, 3, 7の傾斜方向微動のスペクトル比を示したのが、図

-2である。擁壁設置後は測点数を増やしたが、測点2, 3, 7はそれぞれ擁壁設置前の測点2, 3, 6と同じ位置に

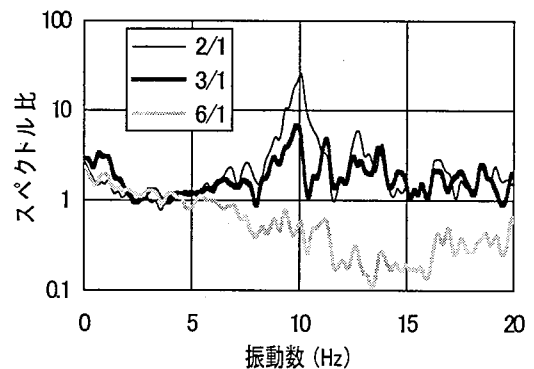


図-1 測点1に対する各測点での常時微動のスペクトル比 (東山 A, 傾斜方向, 擁壁設置前)

ある。測点2におけるスペクトル比が図-1と違い、ほとんど1程度となっている。測点3, 測点7でのスペクトル比の形状も図-1とはかなり異なっている。これら振動特性の変化は擁壁設置により生じたものと考えられる。

**4. 東山Bにおける測定結果** この斜面での被覆層厚は、測点1で1.0m, 測点2で3.1m, 測点3で2.8m, 測点4で3.4m, 測点5で3.5m, 測点6で5.0mとなっている。基盤岩はチャートである。図-3は、擁壁設置前における測定から求めた測点1に対する測点2, 4, 6の傾斜方向微動のスペクトル比を示したものである。測点3, 5でのスペクトル比は測点4でのスペクトル比と似ているため図では省いた。いずれの測点とも約8Hz以上でスペクトル比が1を上回り、特に測点6でのスペクトル比が大きい。これは、測点1に比べて斜面上の測点では被覆層が厚く、測点6でもっとも厚くなっているためと考えられる。同様な傾斜方向が、等高線方向、鉛直方向の常時微動に関しても認められた。

東山Bでは重力式コンクリート擁壁が測点2の測点1寄りに設置された。擁壁設置後における測定の結果より、擁壁付近での振動は斜面のふもと(測点1)程度に小さくなること、斜面上方の測点でのスペクトル比も擁壁設置前とは異なることが確認できた。

**5. 蔦ヶ入における測定結果** 対象斜面は砂岩からなる基盤岩とその被覆層から構成されており、被覆層厚は、測点1で1.2m, 測点2で3.6m, 測点3で3.2m, 測点4で3.5m, 測点5で3.9m, 測点6で3.7m, 測点7で5.0mである。擁壁設置前の時点での測定から得た測点1に対する測点2, 5, 7の傾斜方向微動のスペクトル比を示したのが、図-4である。図中では省いているが、測点3, 4, 6でのスペクトル比は測点5でのスペクトル比とほぼ同じである。対象とする振動数範囲においては、どの測点のスペクトル比も1程度以下である。図-1, 3で認められた特定の振動数でスペクトル比がきわめて大きくなるようなことはない。斜面の傾斜度が全般的に小さいためと考えられる。

重力式コンクリート擁壁が設置された後の測定からは、東山A, Bと同様に振動特性の変化が確認できた。

**6. まとめ** 足利市内の急傾斜地の斜面において常時微動を

測定した結果、ふもと近くで斜面の傾斜が急となる部分や被覆層の厚い部分で常時微動の(フーリエ)振幅が大きく、斜面の他の部分に比べてより大きく揺れる傾向のあることが確認できた。また、擁壁設置により、斜面の振動特性は、擁壁付近のみならず斜面の上方でも変化することが明らかになった。

**謝辞** 栃木県足利土木事務所の河川砂防課等の方々には、急傾斜地に関する種々の資料を提供して頂き、また、常時微動の測定に際して色々と便宜を図って頂きました。ここに記して謝意を表します。

**参考文献** 1) 篠 泉・大原伸吾：傾斜地の斜面における常時微動の測定例，足利工業大学研究収録，No. 28, pp. 187-194, 1999年。 2) 大原伸吾・篠 泉：急傾斜地斜面の振動性状の常時微動を用いた推定，土木学会第25回地震工学研究発表会講演論文集，第1分冊，pp. 229-232, 1999年。

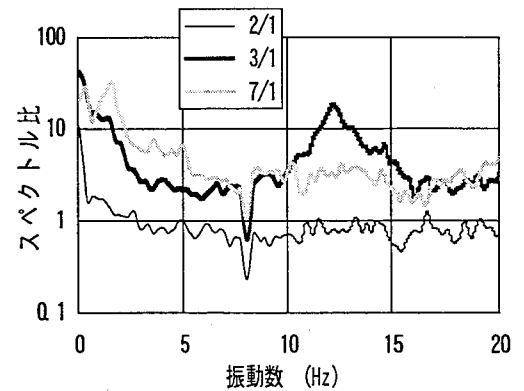


図-2 測点1に対する各測点での常時微動のスペクトル比(東山A, 傾斜方向, 擁壁設置後)

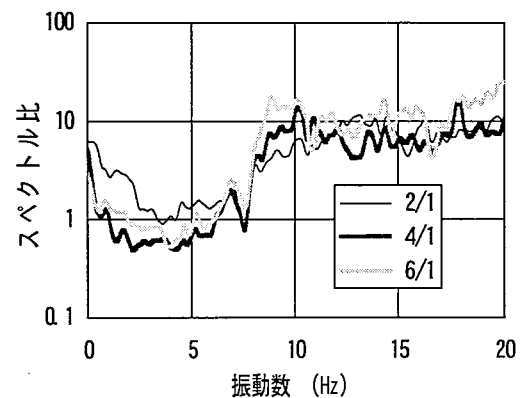


図-3 測点1に対する各測点での常時微動のスペクトル比(東山B, 傾斜方向, 擁壁設置前)

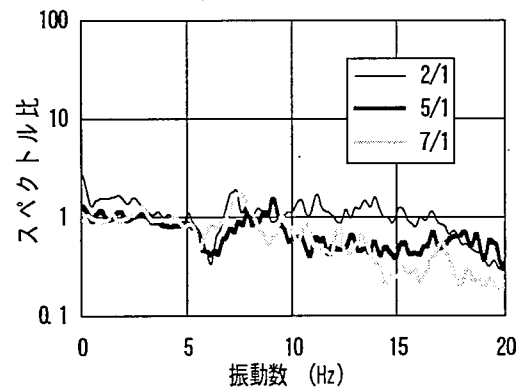


図-4 測点1に対する各測点での常時微動のスペクトル比(蔦ヶ入, 傾斜方向, 擁壁設置前)