

1. はじめに

近年、新潟県中越地震や岩手・宮城内陸地震などの大きな地震が発生し、それにより多くの崩壊が引き起こされている。その素因として、地質や地形などの崩壊発生地周辺の環境が上げられるが、それらに作用し崩壊を誘発するのは、最大加速度、周波数特性、継続時間などの特性を持った地震動そのものである。例えば周波数特性によっては、大きな加速度が作用しても崩壊が起きなかったり、その逆も起こり得たりする。

そこで、これらの性質の中で周波数特性に注目する。地震動は様々な周波数の振動が合成されたものであり、卓越した振幅があるとき、その周波数を卓越周波数という。また、表層部の地盤もそれぞれ固有の振動しやすい周波数を持っており、この卓越周波数と固有周波数が一致すると共振が起こり、地盤は不安定化する。

そこで本研究では、新潟県中越地震における周波数特性に注目し、地震動が入力された時の地表の揺れやすさを明らかにする。そして、その揺れやすさが山地斜面における崩壊発生にどのように影響するのかを検証する。

2. 調査と解析方法

2.1 調査対象地震

新潟県中越地震では、第三紀の比較的新しい堆積岩で崩壊・地すべりが多発した。(独)防災科学技術研究所の強震観測網(K-NET)で得られた各観測点における地震動の卓越周波数は、小千谷 1.5Hz、小出 4Hz、十日町 4.5Hz、長岡 4.5Hz であった。

2.2 調査地と調査方法

芋川流域を含む旧山古志村で地質ごとの地盤の揺れやすさを、常時微動を用いて調べた。常時微動とは、風雨、波浪等の自然現象や、工場、交

通等の人間活動が発生原因の様々な振動成分を含む微細な揺れである。その常時微動の水平動(H)と上下動(V)のスペクトル比(H/V)をとることで、地盤の固有周波数特性を求めた(中村、1988)。

地質を砂岩、砂岩泥岩互層、海成シルト・砂及び礫、暗灰色塊状泥岩に分類し、地質ごとに 2 地点、各地点 10 分間、東西・南北・上下方向の常時微動を観測した。

2.3 解析方法

計測した東西、南北方向の記録を合成して水平面内での振動を求め、上下、水平 2 成分の記録を ECTRAL-ANALYZER-SPCANA-Ver.4.71 により高速フーリエ変換した(サンプリング間隔 0.01s、データ数 4096、フィルタ処理 0.5-35Hz、平滑化 1 回)。これらのスペクトルから比(水平/上下)を求め、表層で卓越する周波数を特定した。

3. 結果と考察

微動の H/V スペクトル比で卓越する周波数は表-1 のようになった。これより、砂岩は約 1-2Hz、砂岩泥岩互層は約 3-4Hz で卓越している。海成シルト・砂及び礫は 2 箇所の観測点で共通する固有周波数はなく、これは層厚の地域的変化が激しく、その影響を受けている可能性がある。また、暗灰色塊状泥岩でも 2 箇所の観測点で共通する固有周波数はないが、1 箇所目が工事等のノイズを含んでいると考えられ、2 箇所目の 2-3Hz に近い値が暗灰色塊状泥岩の固有周波数と考えられる。例として砂岩、砂岩泥岩互層の H/V スペクトル比を図-1、図-2 に示す。

また、地質ごとの崩壊面積率(田中、2007)と各地質の物理的性質(野崎、1995)との対比を図-3 に示す。横軸は地質年代順で、右に行くほど地質は古くなる。図-3 より、強度が強いほど崩壊面積率も大きく、また、暗灰色塊状泥岩を除くと密

度が大きいほど崩壊面積率も大きくなっている。一般に脆性的な強度が強いほど短周期の振動に応答しやすいが、図-3 を見ても強度の大きい地質ほど固有周波数の値が大きくなっている(但し、海成シルト・砂及び礫は前述の理由から、固有周波数の信頼性が小さい)。したがって地質の物理的性質(脆性、塑性)と固有周波数の間に何らかの関係があると考えられる。

また、本震と比較すると、小出、十日町、長岡で入力された地震動の卓越周波数(4-4.5Hz)と崩壊面積率の大きい砂岩泥岩互層の固有周波数の値が近く、強度の強い地質で崩壊面積率が高いのは地震動による揺れの増幅があったと考えることもできる。

4. おわりに

新潟県中越地震の災害地では、各地質で固有周波数を持っているといえる。しかし、本震の卓越周波数と地盤の固有周波数の比較は、本震観測地と微動観測地の地質や地盤条件等に大きな違いがあり、直ちにそれらを対比して、地震動と地盤の揺れやすさの関係を崩壊の発生・不発生に結びつけることはできない。

今後、よりノイズの少ない環境下での精度の高い計測や、利用できるデータ数の増加が課題として挙げられる。また、地質の強弱は、侵食や風化などの違いにより、地形の差となって現れるため、地質の強弱を、地質図だけでなく、地形からも判断する必要がある。

引用文献

- 中村 豊(1988): :常時微動計測に基づく表層地盤の地震動特性の推定、鉄道総研報告、Vol.2、No.4、p.18-27
- 田中 将徳(2007):中越地震で発生した崩壊及び地すべりの森林 GIS を用いた特性分析、新潟大学修士論文
- 野崎 保(1995):新潟県下における母岩の力学特性(後編)、地すべり、第32巻、第2号、p.17-25

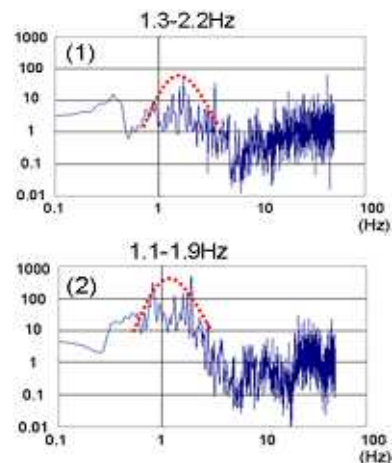


図-1 砂岩での H/V スペクトル比

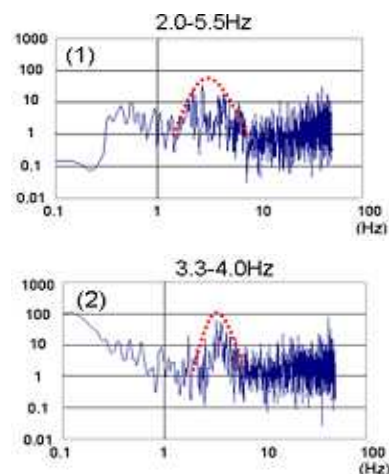


図-2 砂岩泥岩互層での H/V スペクトル比

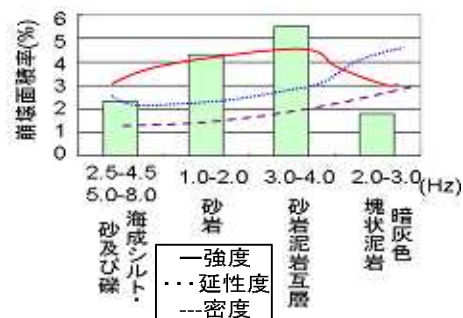


図-3 崩壊面積率と地質の物理的諸性質との対比

表-1 微動の H/V スペクトル比のピーク

地質	卓越周波数(Hz)
砂岩	1.3-2.2
	1.1-1.9
砂岩泥岩互層	2.0-5.5
	3.3-4.0
海成シルト・砂及び礫	5.0-8.2
暗灰色塊状泥岩	2.6-4.6
	0.8-1.4
	2.0-3.0