

愛媛大学大学院 学生会員 ○藤井 琢也
 愛媛大学大学院 フェロー 森 伸一郎
 愛媛大学大学院 正会員 河野 幸一

1. はじめに

四国においては、主要都市を結ぶ幹線道路や中山間地に散在する多くの集落を結ぶ道路は斜面下に位置することが多く、斜面の地震時危険度評価は、四国において重要な課題である。しかし斜面の耐震性評価や振動特性については研究も多くなく、未解明な分野である。国土交通省愛媛県松山河川国道事務所の管轄する国道を対象とした平成 17 年度 大規模地震道路危険度判定手法検討業務委託報告書では愛媛大学 森・藤本により経験的地質学的手法として豪雨に対する斜面の危険度指標であるランクと地震被災割合の関係などが明らかにされた。本研究では経験的地質学的手法から明らかにされたランクと被災割合の関係や芸予地震後の斜面変状の有無に着目して理論的な観点より道路斜面の上部の水平動と下部の水平動での常時微動の振動特性を把握するために、斜面の常時微動測定を実施する。

2. 調査地の概要および選定条件

図-1 に愛媛県の主要国道 196 号、11 号、33 号の位置と常時微動測定を実施した箇所を示す。今回の調査では、松山第一、第二管内の防災点検業務報告書を基に行っており、各調査箇所には、点検抽出基準のアルファベット A (落石崩壊)、B (岩石崩壊) のどちらか、また三桁の整理番号が記してある。調査地の選定方法は、まず点検された各道路斜面より勾配、高低差、ランクに着目する。ランクが等しく勾配、高低が類似したもので芸予地震後の点検により変状が認められた箇所とそうでない箇所を対象にして防災点検報告書中の防災カルテ様式 A、B から現場付近の情報を得る。そして実際に現場を前もって下見しておき、最終的に調査が可能であると判断した箇所の常時微動測定を実施する。判断した基準としては斜面の上部に登れるか否かということで判断する。図-1 に示すように国道 196 号沿線菊間町周辺をエリア 1、国道 11 号沿線さくら三里周辺をエリア 2、国道 33 号沿線三坂峠周辺をエリア 3、上浮穴郡柳谷村周辺をエリア 4 とした。エリア 1 では 3 箇所、エリア 2 では 6 箇所、エリア 3 では 7 箇所、エリア 4 では 8 箇所、計 24 箇所を調査する。

3. 測定条件と解析手法

常時微動測定機は測定周波数が 0.5~20Hz である速度計 CR4.5-2S (以降センサーとする) を使用する。斜面上部の常時微動を観測するセンサーには 100m の通信用ケーブルを使用し、斜面下部のセンサーには 50m の通信用ケーブルを使用する。またセンサーを設置する箇所は斜面上部は露岩の上かもしくは軟弱な表層を掘り起こし比較的硬い土の上に設置する。斜面下部のセンサーは道路脇に設置する。また センサーの X 方向を斜面直角方向、Y 方向を斜面平行方向とする。測定はサンプリング周波数 100Hz で 330s、つまり 33000 個のデータを複数回採取した。全ての採取したデータにおいて、通行車両の振動を除く処理を行ってから、

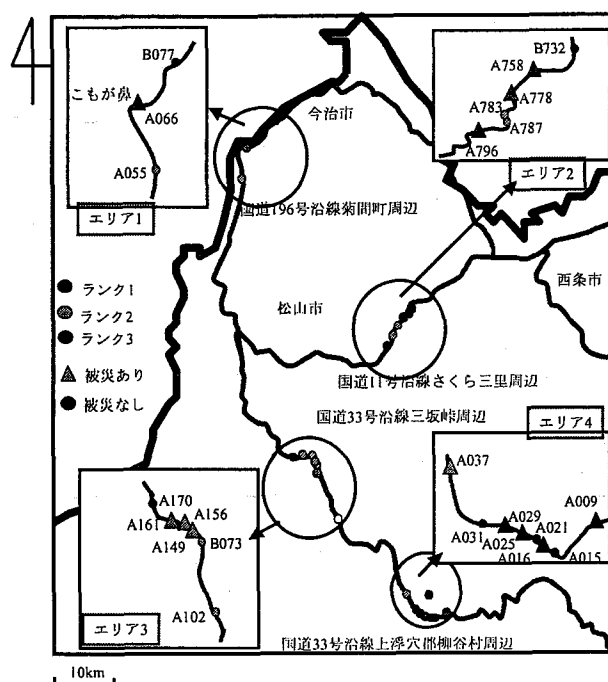


図-1 常時微動測定実施箇所全体図

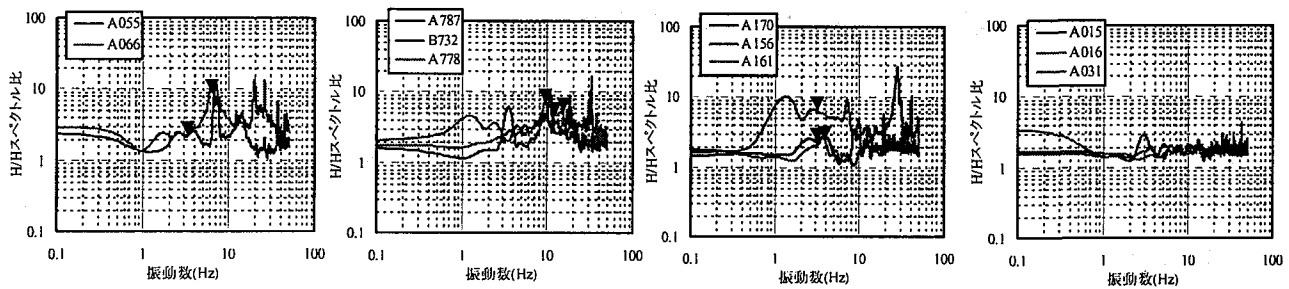


図-2エリア1 H/Hフーリエスペクトル比 図-3エリア2 H/Hフーリエスペクトル比 図-4エリア3 H/Hフーリエスペクトル比 図-5エリア4 H/Hフーリエスペクトル比
(上部/下部 斜面直角方向) (上部/下部 斜面直角方向) (上部/下部 斜面直角方向) (上部/下部 斜面直角方向)

ドリフト補正をし、アベレーシングを行ない、フーリエスペクトルを算出する。さらにそれらより H/H フーリエスペクトル比を求め、バンド幅 1.0Hz で Parzen ウィンドウを施す。

4. 測定結果と考察

斜面下部に対する斜面上部のフーリエスペクトル比をここでは H/H 比と言う。振動方向としては斜面直角方向と斜面平行方向の成分を測定したが、ここでは斜面直角方向についてのみ対象とする。図-2 にエリア 1 における H/H 比を示す。エリア 1 では、1 次の卓越振動数 3.0~6.0 の間で常時微動の増幅が見られたのが特徴的である。その増幅率は 2.0~ 6.0 の間で推移している。図-3 にエリア 2 における H/H 比を示す。エリア 2 では 1 次の卓越振動数 10.0~13.0Hz の間で常時微動の増幅が見られたのが特徴的である。その増幅率は 4.0~6.0 の間で推移している。図-4 にエリア 3 における H/H 比を示す。エリア 3 では 1 次の卓越振動数 3.0~4.0 の間で常時微動の増幅が見られたのが特徴的である。その増幅率は 3.0~6.0 の間で推移している。図-5 にエリア 4 における H/H 比を示す。エリア 4 では全体的に常時微動の卓越振動数と増幅は見られない。結果を利用して、斜面の危険度指標ランクと増幅率の関係を示したものが図-6 である。ランク 1 は危険度が一番高いと定められた斜面であるが、ランクと増幅率にははっきりとした相関が得られない。次に図-7 には調査を実施したエリアごとの 1 次の卓越振動数を示す。それぞれ 1 次の振動数がエリアごとに分布が異なっている様子がわかる。

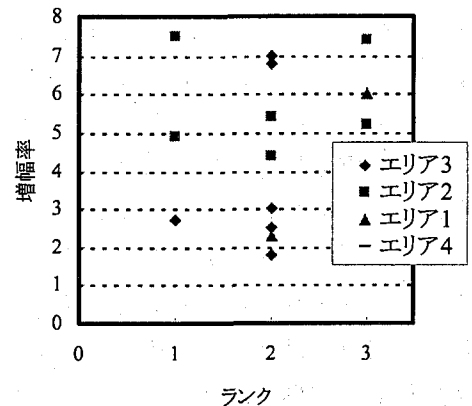


図-6 ランクと増幅率の関係

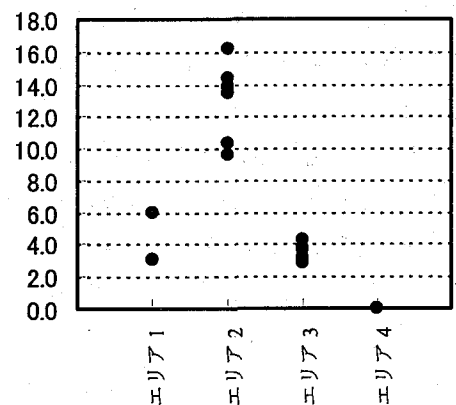


図-7 エリアと振動数の関係

5. 結論

愛媛県の国道沿線道路斜面での常時微動測定で得られた知見は次の通りである。

- (1) ランクと増幅率には相関がない。
- (2) エリア 2, エリア 3 ではそれぞれ高振動数側、低振動数側で常時微動の 1 時卓越が確認される。エリア 4 では卓越振動数が見られない。エリアごとに振動特性が異なることが見られる。

謝辞

本研究は、平成 18 年度大規模地震道路危険度判定手法検討業務として実施したものです。国土交通省四国地方整備局松山河川国道事務所の皆様にはご協力を頂きました。誠にありがとうございました。