

微小地震観測による 岩盤斜面の脆弱性評価

森 伸一郎¹・佐古 昇大²

¹フェロー 愛媛大学 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町 3)

E-mail: mori@chime-u.ac.jp.

²学生会員 愛媛大学 大学院理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町 3)

E-mail: sako.shota.15@cee.chime-u.jp

岩盤斜面の脆弱性評価は、踏査や目視による地形と地質に基づく地質の構造化・セグメント化が実施され、崩壊に対する安定性や危険性を定性的に評価することが一般的であり、定量的な評価がされていないことが問題である。本研究は岩盤斜面の振動特性に着目し、微小地震による評価手法の有効性を示すことを目的とした。愛媛県南予地方の海岸線近くを通る主要道路沿いの急傾斜の岩盤斜面を調査対象にし、過去に崩壊した箇所を含む区域内の斜面に 6 測線を設け、微小地震による相対的なゆれやすさを評価した結果を示す。本調査地の微動レベルは低く、微小地震観測にとっては好都合である。微小地震の最大速度値とフーリエスペクトルのピーク値により評価し、岩盤斜面における微小地震観測の有効性を示す。

Key Words: rock slope, measuring of the vibration, vulnerability, Micro Earthquake

1. はじめに

山岳地の多い日本では、道路が急傾斜の岩盤斜面に隣接することが多い。そのため、落石・岩盤崩落は道路防災上の重点対策項目であり、定期的に防災点検が実施されている¹⁾。その崩壊危険度は地形や地質などの地点固有特性（素因）と地震や降雨などの外的条件（誘因）で捉えられている。一般には踏査と目視による定性的な評価が行われており、現行の崩壊危険度評価は定量的な判断基準が確立していないことが現状である。

国土技術政策総合研究所は、地震時の急傾斜地の危険度評価は斜面勾配や最大地震加速度に寄与することを定量的に反映している²⁾。この方法では、外力である地震動は平地での地震動を考慮しており、斜面の特性としては斜面勾配として考慮されているのみであり、他の地形・地質の特性は考慮されていない。

森ら(2012)³⁾は、地すべり土塊の三次元形状と地震応答特性の評価をするにあたり、微動観測と微小地震観測を行い研究しており、最終的に微小地震観測を採用している。地すべり地においては、集落を構成する人口が少なく、振動源となる交通や機械振動などもないため、微動レベルが低く、計測器の電気ノイズのレベルと拮抗しており、微動観測が調査法として成立しないことが背景に

ある。したがって、地すべり地以外でも過疎地域で地盤が硬質な場合には、微動レベルが低い分、微小地震観測が有効な手段となる。

深田ら(2013)⁴⁾は斜面問題に振動測定を利用した研究を行っているが、落石危険度の判定を評価しており、岩盤斜面を対象としていない。また、独立行政法人土木研究所は、岩盤斜面において振動測定を行い、不安定岩盤ブロックの抽出方法を提案している⁵⁾。振動源として常時微動と車両走行振動を採用し、速度振幅、卓越振動数、オービット等で安定度評価している。

筆者らの提案する評価法では、勾配以外の地点固有特性として振動特性に着目する。振動特性は、現象としての地震時の増幅特性のみならず、弾性論からは振動応答特性を決定づける表層地質や深層までの地質を総合的に評価するものである。

本研究における岩盤斜面は、落石防護網が設置されており、踏査することも弾性波探査をすることもできないため、振動測定による方法を採用した。岩盤の風化や亀裂が進展すると、それに伴い見かけの剛性が低下することが考えられる。見かけの剛性が低下すると、岩盤の振幅が増加、または固有振動数が低下する。したがって、岩盤斜面の振動特性を特定し、相対的な崩壊危険度として結びつけることができると考えられる。これにより、

急傾斜地の崩壊危険度指標として評価を適用する。

当初、相対的な振動増幅率を評価するために微動観測を実施したが、測定の結果、本調査地の岩盤斜面の微動レベルは低く対象測定点の全てに微動を利用することは困難であることがわかった。したがって、微小地震観測が有効であると考えた。

地震に対する斜面各点の応答は、同一入射波動場とみなせる波動場での応答であるので、斜面各点の振動特性、あるいは増幅特性と捉えることができる。したがって、評価したい斜面各点で同時地震観測を行い、複数の異なる地震に対する応答を評価することで、相対的な崩壊危険度評価が可能となる。すなわち、多数の地震計を用いた多点同時地震観測は、最善な方法である。本研究では2つの地震計を用いて、1つを常に同じ地点（基準点）、他の地震計を他の地点に順次設置し、多期間繰り返し観測により、基準点に対する相対的な応答特性（増幅特性）を評価する。

2. 岩盤斜面における微小地震観測

(1) 観測対象とする岩盤斜面

本研究で微小地震観測を実施した岩盤斜面は愛媛県南予地方の海岸線近くを通る主要道路沿いの急傾斜の道路斜面であり、仏像構造線近傍の石灰岩、チャート、砂岩、泥岩よりなり、チャートが露出する急崖斜面である。

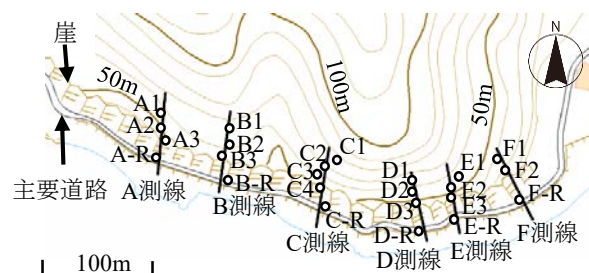
図-1 に対象斜面の地形と A から F の測線を示す。北側が山、南側が海に面している。また、図-2 に東側から撮影した調査対象の写真を示す。岩盤山体の卓越振動数は岩盤斜面高さと同様の幅の間では同一であると仮定し、岩盤高さ以上の間隔を置いて測線を設定した。結果的に約 300m の区間に A～F までの 6 測線を設けたため、測線間隔は約 60m である。

図-3 に独自に測定した UAV による各測線の断面図を示す。およそ崖の高さは 30～70m である。

本調査地では 2016 年 6 月に D 測線と E 測線の間で崩壊が発生しており、2018 年の西日本豪雨でも崩壊が発生している。

(2) 微小地震観測の方法

使用した地震計は、近計システム社製の動コイル型の 3 成分一体型速度計 KVS-300 で、固有振動数が 2Hz で、コンデンサーシャントにより広い振動数領域で平坦な利得特性を有している。また、データロガーは近計システム社製の EDR-X7000 で、乾電池駆動で連続観測する。18 ビットの AD 変換でサンプリング振動数 250Hz で記録し、GPS 時計により 1ms 未満の刻時誤差の精度を有している。KVS-300 と EDR-X7000 の組み合わせでは、乾電池駆動の



地図は地理院地図 <http://maps.gsi.go.jp/>

図-1 調査地の斜面と測定位置図



図-2 調査対象斜面の写真

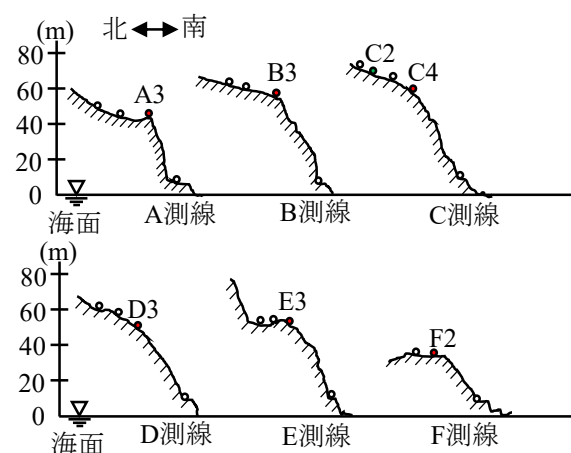
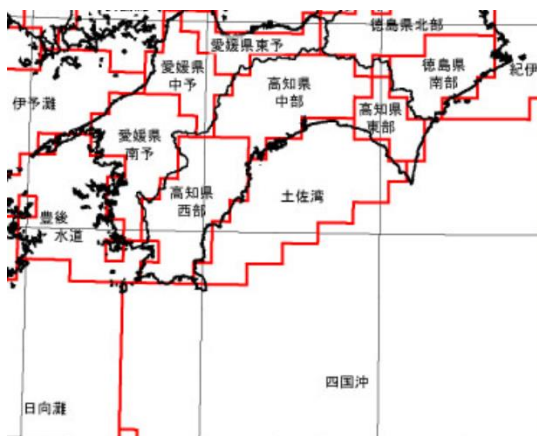


図-3 独自に測定した UAV による断面図



図-4 地震計設置状況



気象庁

<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/joho/region/index.html>

図-5 四国地方の震央地名図(気象庁)

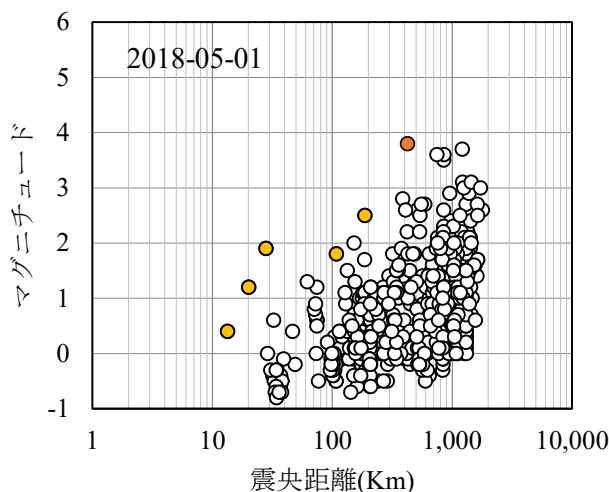
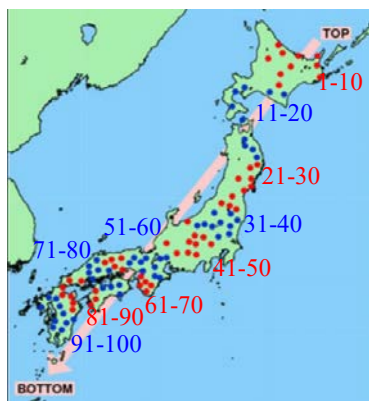


図-6 震央距離-マグニチュードグラフ



<http://www.hinet.bosai.go.jp/mtrace/?tm=2018050123&pv=1H&eq=&LANG=ja>

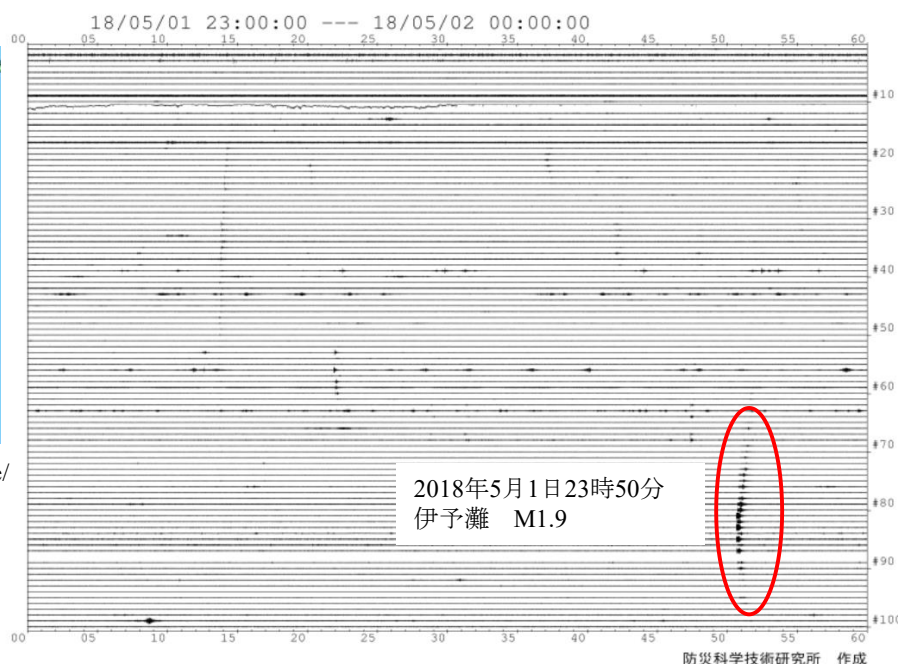


図-7 100 トレース連続波形画像 (防災科学技術研究所)

稠密長期間微小地震観測用に開発されており、軽量で、徹底的な消費電力低減が施されている。乾電池パックにより約1ヶ月の連続観測が可能であり、必要な測定記録を後で抽出することができる。しかし、現地でモニターはできないため、有効な記録が取れているかどうかは現地で判断することは不可能である。

図-4 に地震計を設置した状況の写真を示す。微小地震観測は長期間であり、降雨により測定機器に水が侵食するのを防ぐため、乾電池パックおよびデータロガーをプラスチック製のケースに入れ、それをビニールシートで覆い観測を行った。地震計には褐色ポリカーボネート製の折り畳み式箱型の風除けを被せ、風除けにはコンクリート製の重しを載せた。観測では、サンプリング振動数は250Hzであり、NS成分が斜面直交、EW成分が斜面

平行方向に設置した。

観測では2台の地震計を用いて1台をC2(基準点)に固定し、他の1台を比較点として各測線での斜面上方の最も崖寄りの点(A3, B3, C4, D3, E3, F2)に設置して2点同時地震観測を行った。比較点に設置した地震計は1週間程度観測したのち、順次移設した。

(3) 地震の特定および選択方法

a) 観測した地震の特定方法

日本周辺では気象庁により1日に200~2000程度の地震が検知されている。それらの地震の中で、SN比の大きな記録、観測地点でできるだけ大きい振幅の地震動記録を分析対象とする必要がある。気象庁のホームページの震源リスト⁹⁾で、地震観測記録を確認した。そこには

2 日前までの震源リストや震央分布図が日単位で掲載されている。その日単位の震源データで得られる震央地名やマグニチュードの情報などから判断し、観測地点で大きな地震動が望める地震を選択し分析対象とした。ここでは、各地点で少なくとも 5 地震の記録を対象として分析する。

b) 分析対象とした地震の選択方法

気象庁による四国地方周辺の震央地名を、図-5 に示す。観測地点に近い震央地名は「豊後水道」と「愛媛県南予」である。続いて近いのは、「伊予灘」、「愛媛県中予」、「高知県西部」、「日向灘」、「安芸灘」である。震央地名が「豊後水道」、「愛媛県南予」、「伊予灘」でマグニチュードの大きい地震が望める。そのため、これらの震央地で発生した地震を重点的に選択した。

図-6 に一例として、2018 年 5 月 1 日に日本全国で観測された地震の震央距離とマグニチュードの関係を示す。地震観測地点と地震の震源位置から、震央距離と震源距離を計算し、震央距離とマグニチュードを散布図にプロットしたものである。○は 1 つの地震を表しており、その中を着色しているものは、観測が望まれる地震動である。このようにすると、マグニチュードが小さくても震央距離が近い地震、あるいは震央距離が離れていてもマグニチュードの大きい地震は観測が可能と推測できる。

また本研究では、防災科学技術研究所の Hi-Net 高感度地震観測網⁹⁾も参考にした。その中の高感度版 100 トレース連続波形画像は、日本全国から選んだ 100 の観測地点の記録を 1 時間分の連続波形で見ることができる。図-7 に、100 トレース連続波形の観測点位置と波形画像の例を示す。最上部の 10 観測点を赤点、次の 10 観測点を青点、さらに次の 10 観測点を赤点という規則で示してある。波形は北（北海道）の観測点から南（九州）の順で上から下に並べられており、横軸は時間（分）を表している。同図の波形は、2018 年 5 月 1 日 23 時から翌日 0 時までの 1 時間分の記録である。気象庁の震源リストから、5 月 1 日 23 時 50 分に伊予灘でマグニチュード 1.9 の地震が発生しており、同図の赤丸で囲った箇所に地震波が記録されているのを確認できる。図-8 に、四国地方の観測点位置図を示す。地震観測地点（図中の青点）は、#81 砥部、#83 日吉、#85 津島（いずれも図中の赤点）の観測点の近くに位置している。つまり、これらの観測点で記録できた地震動が、本観測地点でも観測しうる可能性があり、分析対象とする地震の選定の参考にした

(4) 微小地震観測の結果

a) 速度時刻歴最大振幅による評価

表-1 に観測した微小地震の諸元を示す。各比較点および基準点で観測した地震のうち、振幅が大きい順に 5 地震、計 30 地震を採用した。一例として、図-9 に基準



<http://www.hinet.bosai.go.jp/mtrace/plotMap100.php?tm=2019021419&LANG=ja>

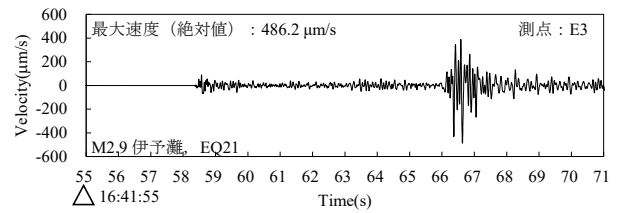
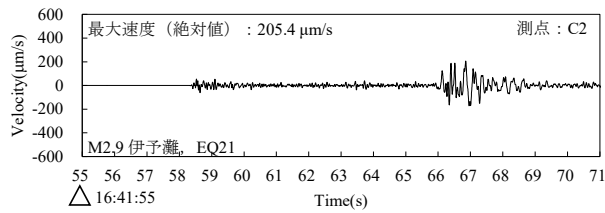
図-8 四国地方の Hi-net 観測点位置図

表-1 観測した地震動の諸元

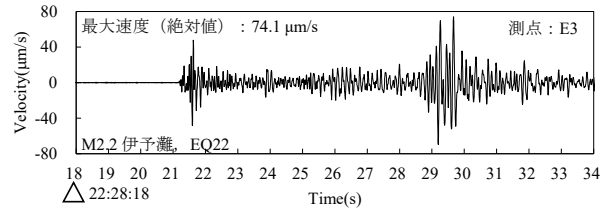
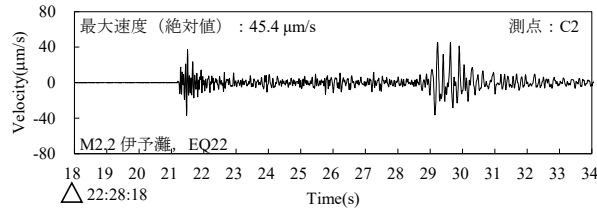
地震番号	地震発生日時	震央地名	Mjma	震央距離 (km)	観測地点	
					基準点	比較点
EQ1	2018/5/1 23:50	伊予灘	1.9	27.9	C2	A3
EQ2	2018/5/2 5:03	伊予灘	2.3	53.7	C2	A3
EQ3	2018/5/7 5:18	豊後水道	1.1	8.9	C2	A3
EQ4	2018/5/5 18:57	愛媛県南予	2	41.8	C2	A3
EQ5	2018/5/8 2:54	豊後水道	1.5	19.5	C2	A3
EQ6	2018/5/15 7:27	愛媛県南予	1.3	26.5	C2	B3
EQ7	2018/5/16 9:41	愛媛県南予	1.6	28.1	C2	B3
EQ8	2018/5/16 13:13	愛媛県南予	1.1	10.5	C2	B3
EQ9	2018/5/12 4:55	豊後水道	1	38.0	C2	B3
EQ10	2018/5/12 6:16	豊後水道	1.3	36.8	C2	B3
EQ11	2018/5/18 14:13	愛媛県南予	1.7	14.6	C2	C4
EQ12	2018/5/22 9:38	愛媛県南予	1.5	28	C2	C4
EQ13	2018/5/23 21:30	豊後水道	1.1	11.5	C2	C4
EQ14	2018/5/19 0:14	伊予灘	1.1	27.3	C2	C4
EQ15	2018/5/23 1:37	豊後水道	1	20.4	C2	C4
EQ16	2018/5/26 2:33	豊後水道	1.3	21.1	C2	D3
EQ17	2018/5/27 17:24	豊後水道	1.8	22.9	C2	D3
EQ18	2018/5/27 21:29	豊後水道	1.6	17.4	C2	D3
EQ19	2018/5/27 12:09	豊後水道	1.3	23.2	C2	D3
EQ20	2018/5/30 23:04	豊後水道	1.3	28.8	C2	D3
EQ21	2018/6/1 16:41	伊予灘	2.9	45	C2	E3
EQ22	2018/6/7 22:28	伊予灘	2.2	38.6	C2	E3
EQ23	2018/6/11 16:24	豊後水道	1.9	9.5	C2	E3
EQ24	2018/6/3 3:00	豊後水道	1.1	54.9	C2	E3
EQ25	2018/6/8 12:47	豊後水道	0.9	6.2	C2	E3
EQ26	2018/4/9 23:01	愛媛県中予	0.8	39.3	C2	F2
EQ27	2018/4/10 14:15	豊後水道	1.4	33.7	C2	F2
EQ28	2018/4/10 16:33	愛媛県南予	1.8	31.1	C2	F2
EQ29	2018/4/10 3:17	豊後水道	1	45.4	C2	F2
EQ30	2018/4/10 10:54	日向灘	1.3	70.0	C2	F2

点 C2 と比較点 E3 で同時観測した 5 地震の NS 成分速度時刻歴を示す。伊予灘 M2.9 の地震 (EQ21) が最も最大速度が大きくなっており、どの地震においても最大速度は C2 よりも E3 で大きい傾向が見られる。表-1 に示す基準点と各比較点でそれぞれ観測した地震の速度時刻歴波形から最大速度を読み取り、基準点に対する各比較点の最大速度振幅比の算出を行った。振幅比が大きいほど相対的に揺れやすいと考えることができる。

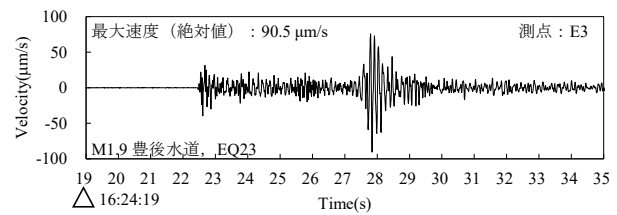
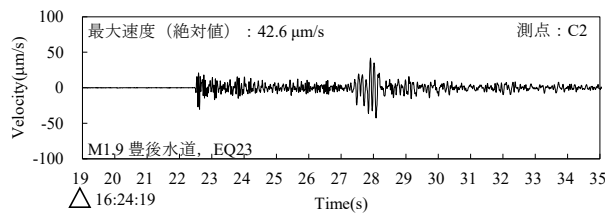
図-10 に各測点の NS 成分の最大速度振幅比の棒グラフを示す。図中の棒グラフの左から順に EQ1~EQ30 の最大速度振幅比を示している。また、図中の□は、各比較点における 5 地震の最大速度振幅比の平均値を表して



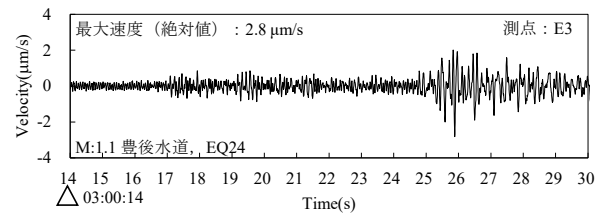
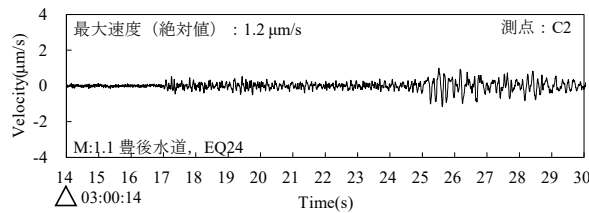
(a) 基準点 C2, 比較点 E3 における地震動 (M2.9伊予灘, EQ21) の NS 成分速度時刻歴



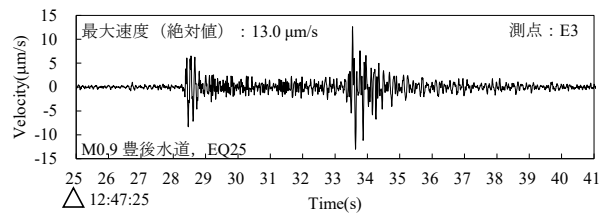
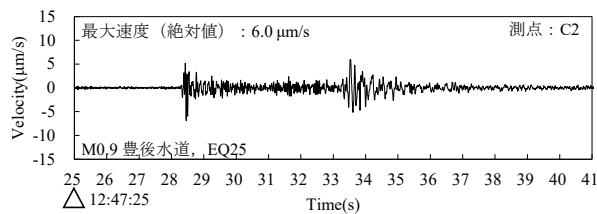
(b) 基準点 C2, 比較点 E3 における地震動 (M2.2伊予灘, EQ22) の NS 成分速度時刻歴



(c) 基準点 C2, 比較点 E3 における地震動 (M1.9豊後水道, EQ23) の NS 成分速度時刻歴



(d) 基準点 C2, 比較点 E3 における地震動 (M1.1豊後水道, EQ24) の NS 成分速度時刻歴



(e) 基準点 C2, 比較点 E3 における地震動 (M0.9豊後水道, EQ25) の NS 成分速度時刻歴

図-9 基準点 C2 と比較点 E3 で同時観測した 5 地震の速度時刻歴(NS 成分)

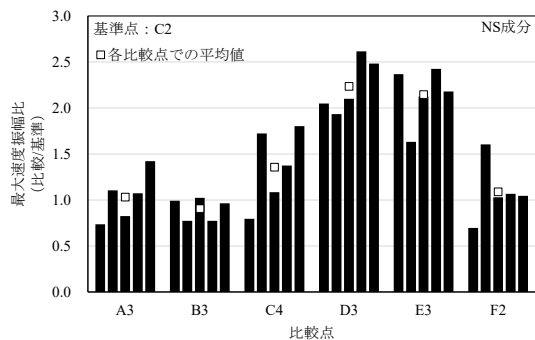


図-10 速度時刻歴最大振幅比(NS 成分)

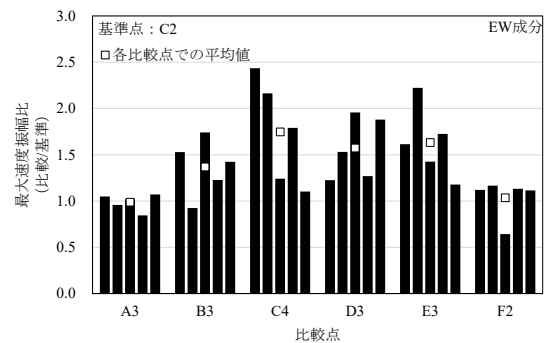


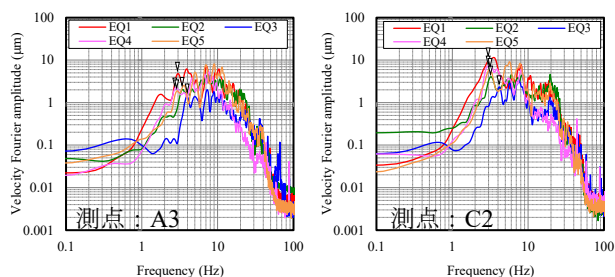
図-11 速度時刻歴最大振幅比(EW 成分)

いる。各測点でばらつきはあるが、安定した結果が得られた。ここで、平均値を指標とすると、D3、E3、C4で大きく、A3、B3、F2で小さいと評価できる。

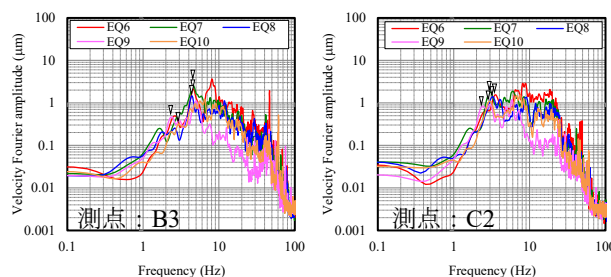
図-11に各測点のEW成分の最大速度振幅比の棒グラフを示す。平均値に着目すると、C4、D3、E3で大きく、A3、F2で小さい。

これらのことより、D3、E3、C4で地震動最大振幅が

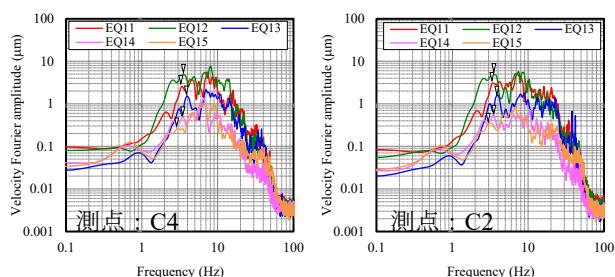
大きく、A3、F2で小さい傾向が確かめられた。よって、地震動最大速度に関してはD3、E3、C4で揺れやすく、A3、F2で揺れにくいと評価できる。前述の通り、D測線とE測線の間で2016年と2018年に崩壊が発生している。D、E測線が相対的に脆弱性の高い測線であるという今回の評価と、それに整合する崩壊が2度あったことは、ある程度の妥当性を示せたと考えられる。



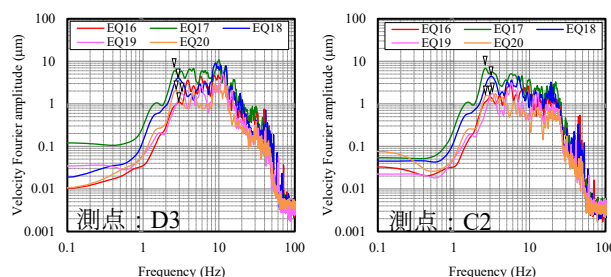
(a) 基準点 C2, 比較点 A3 におけるフーリエスペクトル



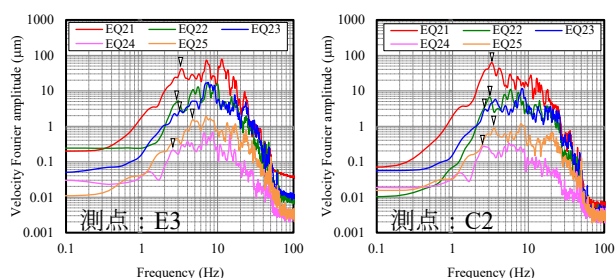
(b) 基準点 C2, 比較点 B3 におけるフーリエスペクトル



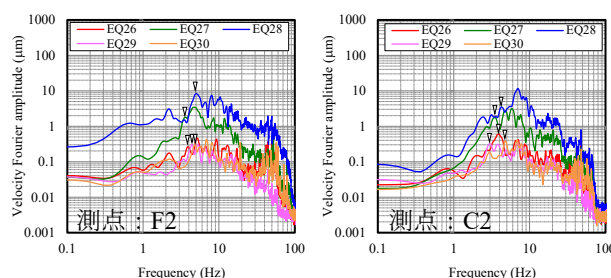
(c) 基準点 C2, 比較点 C4 におけるフーリエスペクトル



(d) 基準点 C2, 比較点 D3 におけるフーリエスペクトル



(e) 基準点 C2, 比較点 E3 におけるフーリエスペクトル



(f) 基準点 C2, 比較点 F2 におけるフーリエスペクトル

図-12 各比較点と基準点における地震動のフーリエスペクトル

b) スペクトル振幅による評価

地震動の速度時刻歴をフーリエ解析し、フーリエスペクトルを求めた。解析では、対象地震動のP波とS波を含むように16.384秒間の速度時刻歴波形を抽出し、1セグメントでオーバーラップなしでフーリエ解析を行い、フーリエスペクトルを求めた。フーリエスペクトルはParzenウィンドウのバンド幅0.5Hzで平滑化した。

各比較点と基準点C2で観測した地震のフーリエスペク

トルを図-12に示す。微小地震のフーリエスペクトルは広い振動数範囲でピークが見られる。岩盤斜面の表層部の固有振動は短周期になる、地震動の低振動数領域での卓越は岩盤斜面全体の振動特性を反映するものと考えた。前述のような観点で、比較点と基準点の地震動のフーリエスペクトルからそれぞれ、最も低振動数のピークにおける卓越振動数とスペクトル振幅を読み取った。さらに、地震ごとに基準点に対する比較点のピークにおけ

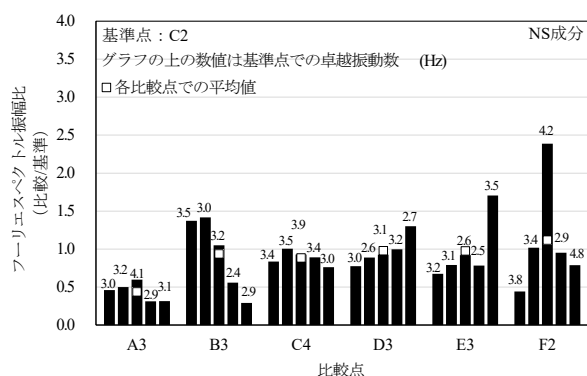


図-13 ピークにおけるスペクトル振幅比(NS成分)

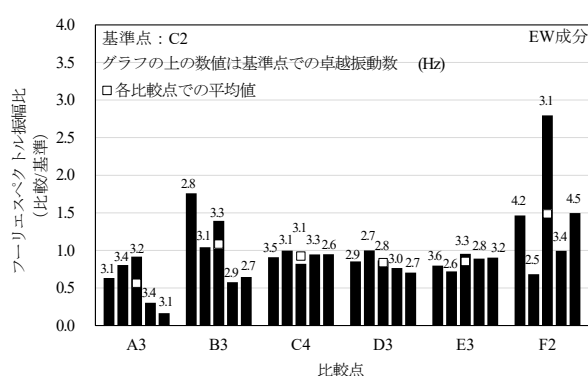
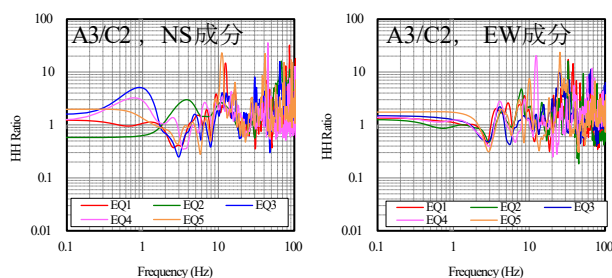
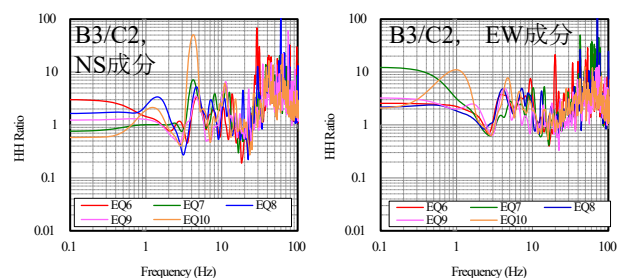


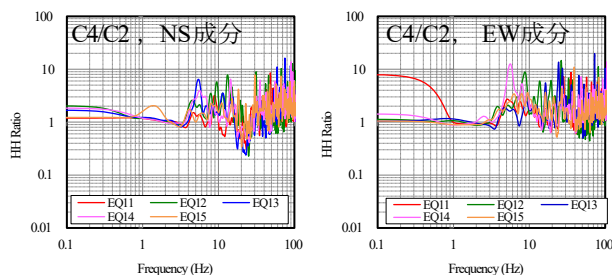
図-14 ピークにおけるスペクトル振幅比(EW成分)



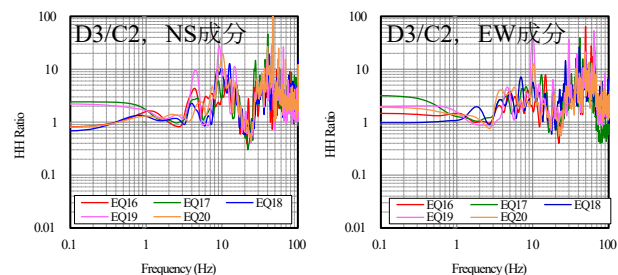
(a) C2に対する比較点 A3 のフーリエスペクトル比



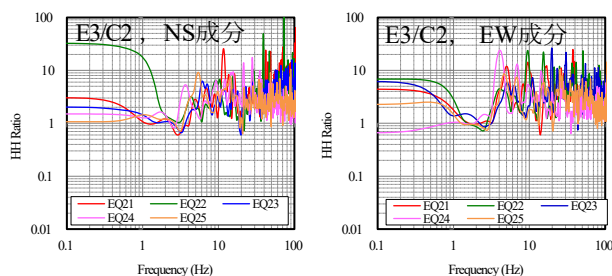
(b) C2に対する比較点 B3 のフーリエスペクトル比



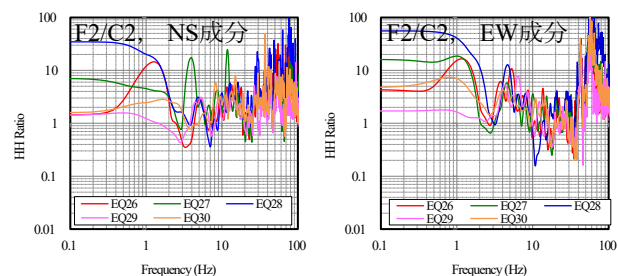
(c) C2に対する比較点 C4 のフーリエスペクトル比



(d) C2に対する比較点 D3 のフーリエスペクトル比



(e) C2に対する比較点 E3 のフーリエスペクトル比



(f) C2に対する比較点 F2 のフーリエスペクトル比

図-15 基準点に対する各比較点のフーリエスペクトル比

るスペクトル振幅比を求めて大きさを比較した。図-12に読み取ったピークを▽で示している。

図-13にNS成分のスペクトル振幅比の棒グラフを、図-14にEW成分のスペクトル振幅比の棒グラフを示す。棒グラフの上には、読み取った卓越振動数を示している。図中の棒グラフの左から順にEQ1～EQ30のピークスペクトル振幅比を示している。図-13よりNS成分では、B3、D3、F2で振幅比のばらつきが大きい、他の測点

では同程度で安定している。平均値を指標とすると、A3以外は大きな差が見られないが、F2、E3、D3で大きいと言える。図-14よりEW成分では、A3、B3、F2でばらつきが大きい。平均値を指標とすると、B3、F2で大きく、A3が最小となる。

c) フーリエスペクトル比

相対的な増幅特性を確かめるために、基準点に対する比較点の地震動フーリエスペクトル比を求めた。図-15

に基準点 C2 に対する各比較点の地震動のフーリエスペクトル比 (NS 成分と EW 成分) を示す. Parzen ウィンドウバンド幅 1.0Hz で平滑化した.

(a) については, NS 成分では 5 地震共に 11Hz 付近にピークが見られ, EW 成分では 4Hz 付近と 7.5Hz~12Hz でピークが見られる. (b) については, NS 成分では 4~5Hz 付近にピークが現れており, EQ10 では 50 倍程度の増幅がある. EW 成分では 4Hz 付近に増幅が見られる. (c) については, NS 成分では 4Hz~6Hz, EW 成分では 5.5Hz~9Hz で増幅が見られる. (d) については, NS 成分で 5 地震ともに明瞭なピークが 4Hz 付近と 10Hz 付近で見られる. (e) については, NS 成分で 10Hz 付近, EW 成分で 4~5Hz 付近と 10Hz 付近に増幅が見られる. (f) については NS 成分で 11Hz~17Hz で増幅が見られ, EW 成分では 5Hz 付近で増幅している.

これらの結果より, 4~5Hz と 10Hz 付近で増幅する傾向が確認できる. また, 最大速度振幅比が大きかった D3 と E3 は 10Hz 付近の増幅が顕著にみられる. 岩盤形状や表層厚など, 地形・地質的要因による増幅が考えられる.

3. まとめ

本研究で以下のことが分かった.

- (1) 微小地震観測によって観測された地震動の速度時刻歴について, 最大振幅比は斜面の揺れやすさを反映していた. また, D 測線と E 測線で評価の前後で 2 度の崩壊があり評価結果と崩壊事態が整合しており, 評価法としての可能性を示せた.
- (2) 観測された地震動の低振動数域でのピークの卓越振動数とスペクトル振幅について, 基準点に対する振幅比は安定していた.

- (3) 基準点に対する比較点のフーリエスペクトル比より, 各比較点では 4~5Hz と 10Hz 付近で増幅する傾向が確認できた. 今後とも詳細な検討が必要である.

謝辞: 本研究の一部は, 愛媛県の業務で愛媛建設コンサルタントと連携して実施したものであり, 調査の実施に協力していただきました. 記して謝意を表します.

参考文献

- 1) 大津宏康・大西有三・西山哲・竹山雄一郎: 岩盤崩落による社会経済的損失を考慮したリスク評価に関する研究, 土木学会論文集 No.708, III-59, p.187, 2002, 6.
- 2) 国土技術政策総合研究所: 地震時の急傾斜地崩壊危険度評価マニュアル (案) (個別箇所における危険度評価手法) に関する研究, 国総研資料第 511 号, 2009.
- 3) 森伸一郎・大竹秀典: 微小地震観測による地すべり土塊の三次元形状と地震応答特性の評価, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.68, No.4 (地震工学論文集第 31-b 巻), p.1395-1406, 2012.
- 4) 深田隆弘・谷口達彦・渋谷啓: 振動測定に基づく斜面上転石の落石危険度評価方法の提案, 土木学会論文集 C (地圏工学), Vol.69, No.1, p.140-151, 2013.
- 5) 独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループ地すべりチーム: 不安定岩盤ブロック抽出のための岩盤斜面振動計測マニュアル (案), 土木研究所資料第 4051 号, 2007, 7.
- 6) 気象庁: 震源リスト
http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/daily_map/index.html
- 7) 気象庁: 地震情報で用いる震央地名 (日本全体図)
<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/joho/region/index.html>
- 8) 防災科学技術研究所: Hi-Net 高感度地震観測網 高感度版 100 トレース連続波形画像
<http://www.hinet.bosai.go.jp/ntrace/?tm=&pv=&eq=&LANG=ja>

(Received?)
(Accepted?)

EVALUATION ON VULNERABILITY OF ROCK SLOPE USING MICROEARTHQUAKE OBSERVATION

Shinichiro MORI and Shota SAKO

The vulnerability assessment of rock slope is carried out by structuring and segmenting the geology based on topography and geology based on reconnaissance and visual observation. The problem is that it has not been evaluated properly. This study focuses on vibration characteristics and shows that the evaluation of rock slopes by microearthquakes is effective. We surveyed the steep rock slope along the main road passing near the coastline in the Nanyo region of Ehime Prefecture, and set up six survey lines on the slope in the area including the place where it had collapsed in the past, and the relative ease of microearthquakes. The evaluation results are shown below. The effectiveness of microearthquake observation on rock slopes is shown by evaluating the max velocity of a microearthquake and the peak value of the Fourier spectrum.