

地震被害を受けた補修道路斜面の常時微動測定による振動特性評価

愛媛大学大学院 学生会員○藤本 創士

愛媛大学大学院 フェロー 森 伸一郎

1. はじめに

近い将来、南海・東南海地震の発生が危惧されており、大規模地震発生時における道路の安全性評価と対策が喫緊の課題である。橋梁等の構造物については、耐震性評価と補強対策が実施されている一方、道路斜面については評価する手法が十分には確立されておらず、地震リスク評価法や効果的な対策が期待されている。大規模地震発生時における道路機能の重要性は新潟県中越地震でも再確認された。道路斜面の連続的罹災による道路機能の低下とその影響評価、すなわち地震リスク評価が特に重要である。

そこで、過去に被災した斜面について常時微動測定を行い、斜面の振動特性を評価するため、本研究では1997年3月26日の鹿児島県北西部地震、2004年10月23日の新潟県中越地震で被災した斜面を検討した。

2. 測定地点と測定方法

図-1に鹿児島県北西部地震時に被災し、測定を行った地点を示す。図-2に新潟県中越地震時に被災し、測定を行った地点を示す。測定箇所数は鹿児島県さつま町宮之城を中心とする3地点、新潟県中越地震の震源域周辺の3地点である。鹿児島県の測定地点は交通量も少なくかなり静穏な状況であった。これに対し、新潟県の測定地点は主要国道に隣接しており、頻繁に車が往来する状況の1地点であった。常時微動測定器は測定周波数が0.5~20Hzであり、3成分の感振器が内蔵された振動計を用いており、測定は0.01秒間隔で200秒~330秒間行った。測定箇所は斜面下部、斜面中腹、斜面上部に設置し、単点測定もしくは2~3点の同時測定を行った。写真-1に地点201非被災側斜面の測定状況を示す。写真-2に地点201の被災状況写真上に今回測定した位置を重ね合わせたものを示す。写真の崩壊跡に位置する場所で測定を行ったものを被災側、同斜面の崩壊跡に位置しない場所で測定を行ったものを非被災側とした。鹿児島、新潟の両県共に道路に沿う斜面であるため、写真の手前方向をX方向、左方向をY方向、上方向をZ方向とした。

3. 検討方法

通行車両による大振幅部分のデータは切り取って解析を行った。通行車両の影響の小さい静寂部分の時刻歴データを0.01秒×2048個=20.48秒単位で切り出し、それを1セグメントとした。切り出したセグメントをつなぎ合わせたものをフーリエ解析対象時刻歴データとし、セグメントごとにフーリエ解析を行い、それを平均化してスペクトル比を求め、バンド幅0.5HzのParzenウィンドウを施した。水平方向の斜面下部スペクトルに対する斜面中腹もしくは斜面上部の水平方向スペクトル比(H/H

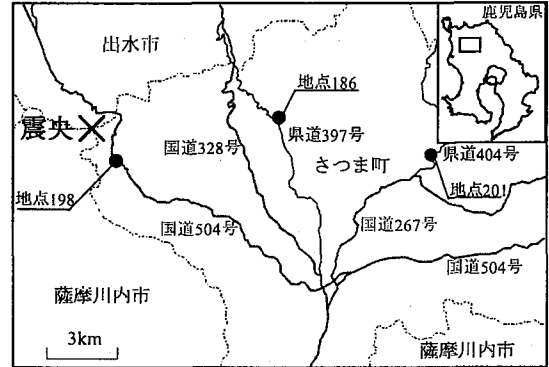


図-1 1997年鹿児島県北西部地震時被災地

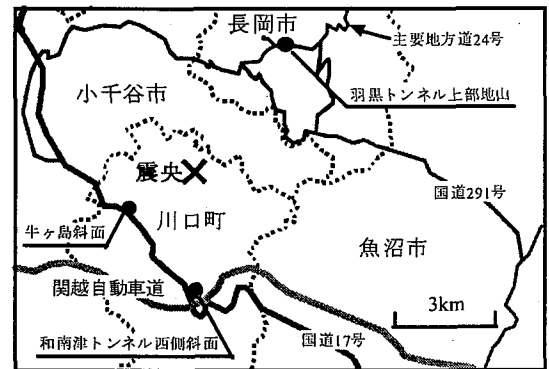


図-2 2004年新潟県中越地震時被災地点

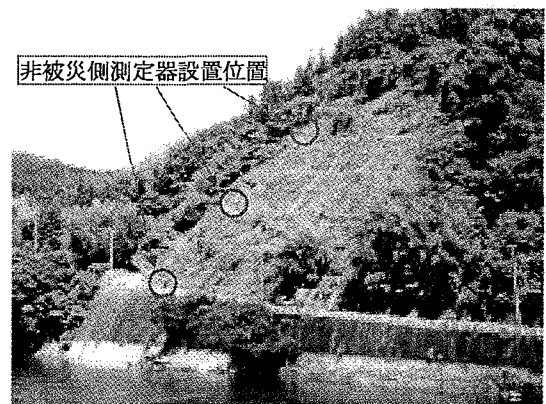


写真-1 県道404号沿い地点201測定時の状況
(2006年7月)



写真-2 県道404号地点被災時の状況201状況
(1997年3月) (鹿児島県川内土木工事事務所提供)

スペクトル比)から増幅率を検出しようとする場合、ピーク(山)より高い振動数側でスロープが続きやがてディップ(谷)が現れるとき、そのピークを増幅率とした。しかし、ピークが明瞭でないため、ウィンドウを施す前後の両者を比較しながら増幅率を判断した。また、速度時刻歴から斜面下部、斜面中腹、斜面上部の水平方向2成分の実効値求めた。実効値の算出方法は、まず速度時刻歴の平均値を求め、ドリフト補正を行う。次に測定データ数の速度振幅の2乗和を求める。それを測定データ数で割る。そして、それらの平方根をとったものが実効値である。各測定器設置位置の平均的な速度振幅の大きさがこの実効値に対応するものとして評価した。

4. 検討結果

図-3 に時刻歴波形の一例を示す。図は鹿児島県の地点201 非被災側の斜面上部、中腹部、下部の時刻歴波形である。斜面下部よりも中腹、上部の速度振幅が大きいことはもちろんであるが、最も速度振幅の大きいのは斜面中腹であることが確認できる。図-4 に同地点中腹部のウィンドウ処理前の振動数と H/H スペクトル比の一例を示す。図-5 にウィンドウ処理後の振動数と H/H スペクトル比の一例を示す。斜面中腹部の卓越部は明瞭なピークは現れていないが、ウィンドウ処理前のピークとディップから卓越部が読み取れる。表-1 に各地点における実効値と増幅率を示す。実効値に着目してみると、新潟県では斜面上部が他の測定位置よりも大きな値を示しているが、鹿児島県では斜面中腹部が大きな値を示している。地震被害の補修斜面であっても、補修が充分ではなく斜面中腹が不安定な状態である可能性がある。増幅率に着目してみても、実効値と同様の傾向を示している箇所がほとんどであった。これより実効値と増幅率には相関があることが確認できた。

5. 結論

鹿児島県と新潟県において斜面の常時微動を測定し、得られた知見は次の通りである。

- (1)実効値を比較した結果、鹿児島の一部の補修斜面では中腹部が不安定である可能性がある。
- (2)実効値と H/H スペクトル比には一部で相関が確認できた。

6. 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。また、鹿児島県土木部道路維持課の皆様、鹿児島県川内土木事務所の皆様には被災時の写真、地図をご提供いただきました。記して謝意を表します。

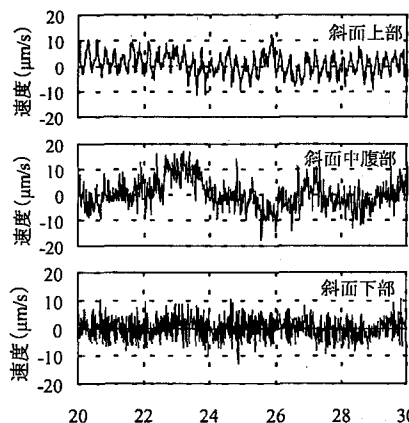


図-3 地点 201 非被災側斜面速度時刻歴波形

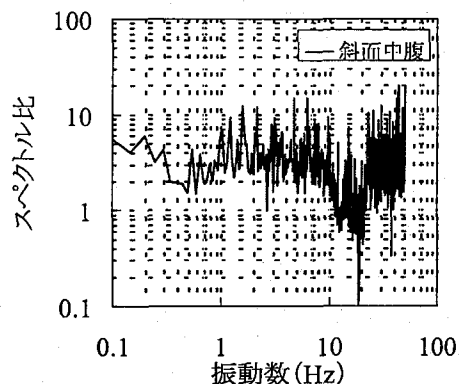


図-4 地点 201 非被災側振動数と H/H スペクトル比の関係 (ウィンドウ処理前)

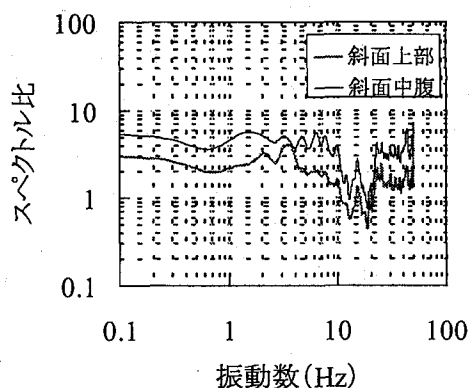


図-5 地点 201 非被災側振動数と H/H スペクトル比の関係 (ウィンドウ処理後)

表-1 各地点における実効値と増幅率

	斜面上部		斜面中腹部		斜面下部
	実効値	スペクトル増幅率	実効値	スペクトル増幅率	
県道397号沿い地点186南側	0.66	卓越せず			0.25
県道397号沿い地点186北側	0.30	卓越せず			0.25
国道504号沿い地点198南東側	0.62	卓越せず	0.82	2.5	0.26
国道504号沿い地点198北西側	0.65	卓越せず			0.25
県道404号沿い地点201被災側	0.42	2.2	0.70	4.0	0.36
県道404号沿い地点201非被災側	0.46	3.0	0.72	5.0	0.40
国道17号沿い牛ヶ島斜面	2.38	3.0	1.71	1.3	1.21
国道17号沿い和南津斜面北側	2.98	4.0			2.34
国道17号沿い和南津斜面南側	3.07	卓越せず			2.36
羽黒トンネル上部地山	3.69		3.89		0.83