

山岳道路斜面の地震被害予測における地震動斜面増幅の影響評価

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
 愛媛大学工学部 学生会員 堂上 祐治
 愛媛大学工学部 正会員 河野 幸一

1. はじめに

森・藤本¹⁾は、2001年芸予地震の影響を受けた松山管内の国道斜面を対象に、豪雨対象の道路防災総点検及び防災カルテとの関連を統計分析し、藤井・森²⁾は同地域の斜面の振動特性を常時微動測定による把握し、堂上³⁾は、それらを統合して判別分析による被災判別式と被災確率に基づく道路斜面地震リスク評価法を開発した。

本論文では、その地震リスク評価法において地震動の要因を取り入れるに当たり、通常の間帰式で予測される地盤上での地震動以上に、斜面特有の地震動特性を考慮することが重要であることを議論する。

2. 対象箇所

図-1に地質図上に松山管内の斜面点検箇所を示す。防災カルテにより管理されている松山管内の落石・岩盤崩壊に着目した斜面点検箇所は360である。この内、芸予地震により被災した斜面は29箇所であった。図では、被災・非被災を区別して描いている。ここで、被災とは、落石・岩盤崩壊を指す。図-2に司・翠川の距離減衰式により推定される地盤上の加速度と地震被災割合を示す。加速度の大きさと逆の相関があり、このままでは斜面の地震被災の分析に適さない。図-3に地質別被災割合を示す。震央距離に関わらず被災割合は地質に依存している様子がわかる。

そこで、本研究では地域性を代表する地質に着目し、藤井・森²⁾による測定結果に追加測定して、5つの地質に対応する斜面22箇所における常時微動測定に基づき、地震被災割合と地震動の斜面での増幅特性の相関について検討した。

3. 測定箇所と測定方法

図-4に測定斜面位置を示す。測定箇所では斜面上部と斜面下部に振動計を設置し、2点同時測定を行なっている。常時微動測定には測定周波数が0.5~20Hzで平坦なゲインの3成分の速度型振動計を用いており、0.01秒間隔で200秒~330秒間測定した。斜面から見て道路方向(斜面方向)をX方向、それと直角の方向(斜面平行方向)をY方向、鉛直方向をZ方向とした。

4. 検討方法

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、平均化したスペクトル比にバンド幅0.5HzのParzenウィンドウを施した。

増幅率は斜面下部に対する斜面上部の水平方向スペクトル比(H/Hスペクトル比)より求めた。増幅率を求める際、測定箇所のほとんどで明瞭なピークが読み取れず、1Hzより高振動数側で徐々にフーリエスペクトル比が大きくなり、その後、徐々に小さくなっているようであった。そこで、1Hzから20Hzまでのフーリエスペクトル比を平均し、さらに斜面方向と斜面平行方向の平均を取ったものを、斜面の平均増幅率とした。



図-1 松山管内の国道斜面の点検と被災箇所

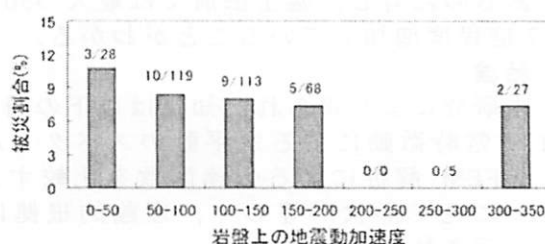


図-2 地盤上の加速度と地震被災割合

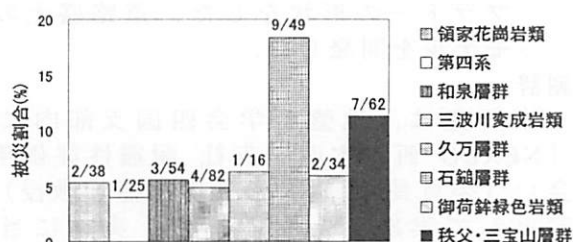


図-3 地質別の地震被災割合

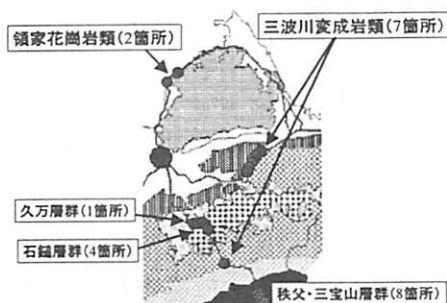


図-4 測定斜面位置

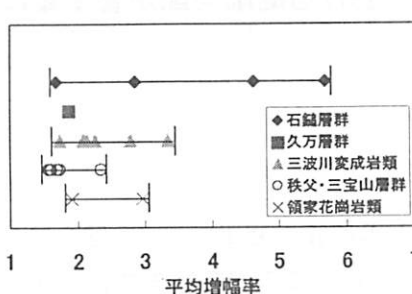


図-5 地質別の平均増幅率

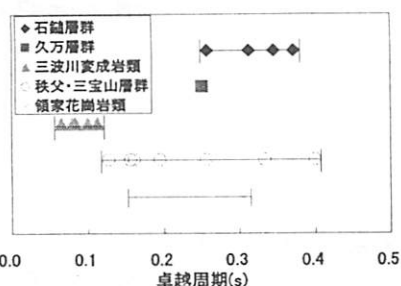


図-6 地質別の卓越周期

次に、卓越振動数は、藤井・森²⁾によれば、H/H 比のピークと H/V 比のピーク振動数は概ね一致することが示されているので、より鮮明に読みとれる H/V フーリエスペクトル比で卓越する振動数を斜面の卓越振動数とし、その逆数を斜面の卓越周期とした。

5. 検討結果

図-5 に地質別の平均増幅率を示す。平均増幅率は石鎚層群でばらつくものの、その範囲は地質に依存しているように思われる。図-6 に地質別の卓越周期を示す。平均増幅率と同様にその範囲は地質に依存しているように思われる。これらは、風化のしやすさやその程度あるいは風化層厚に依存しているものと判断される。

そこで、地質ごとに増幅率と卓越周期を平均化したものを採用することとし、地質別増幅率 (A)、地質別卓越周期 (T) をそれぞれ算出した。

図-7 に地質ごとの平均増幅率 (A) と被災割合の関係を示す。また、図-7 に地質別増幅率と卓越周期の積 AT と被災割合の関係を示す。両者とも相関が高く、特に後者の方がより高い。したがって、地盤の加速度よりも斜面の増幅特性の方が相関は高く、これを考慮することが重要であることがわかる。岩盤の加速度 (R) に A を乗じた RA は斜面の加速度に、また AT を乗じた RAT は斜面の速度に対応づけられることから、危険度判定にはこれらが有効であると考えられる。藤本ら³⁾は、これを反映した。

6. 結論

芸予地震の松山管内の事例分析によれば、国道斜面の地震被災は、地盤の加速度よりも斜面の増幅特性の方が相関は高く、斜面の平均増幅率と卓越周期の範囲は地質に依存している。そのため、斜面の地震危険度評価には、斜面の増幅特性を考慮した地震動指標を考慮することが望ましい。

謝辞 本研究は、国土交通省四国地方整備局委託業務 (受託者: 愛媛大学防災情報研究センター、森 伸一郎) として実施しました。実施に際し松山河川国道事務所の皆様には大変お世話になりました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 森 伸一郎, 藤本 創士: 道路斜面の豪雨に対する点検結果を利用した地震リスク評価の可能性, 第 12 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.570-573, 2006.11
- 2) 藤井 琢也, 森 伸一郎: 2001 年芸予地震で影響を受けた斜面の常時微動による振動特性, 第 42 回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1847-1848, 2007.
- 3) 藤本 創士, 森 伸一郎, 堂上 祐治, 河野 幸一: 山岳道路斜面の地震被害評価手法の開発, 第 43 回地盤工学研究発表会発表講演集, 2008 (投稿中)

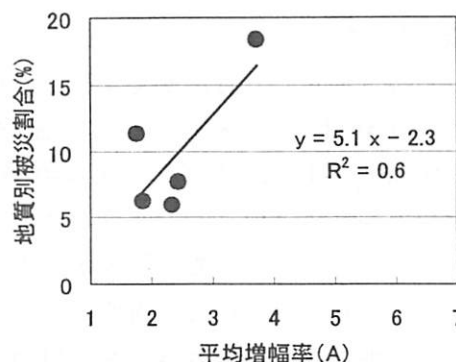


図-7 地質別の増幅率 A と地質別被災割合の関係

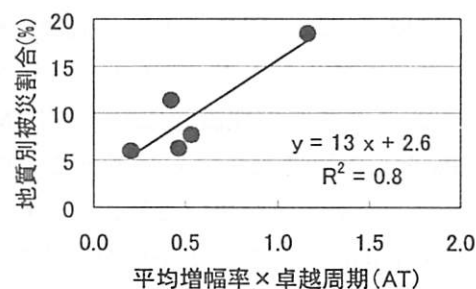


図-8 地質別増幅率と卓越周期の積 AT と地質別被災割合の関係