

道路斜面地震リスク評価における評価要因の寄与度

愛媛大学工学部 学生会員 ○堂上 祐治
 愛媛大学大学院 フェロー 森 伸一郎
 愛媛大学大学院 学生会員 藤本 創士

1. はじめに

南海地震などの大規模地震時には多くの斜面災害が想定されており、地震後の復旧活動の生命線となる道路にとっては道路斜面の地震危険度評価が重要である。

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用いた要因の内、被害判別の寄与度を検討する。

2. 検討内容

地震被害予測に有効な要因として、地震の揺れ、地質、地形、変状履歴、技術者の判断が挙げられる。森・藤本¹⁾はこれらの要因と被災割合との関連性を明らかにした。これに着目して、堂上³⁾は、線形判別関数による方法とマハラノビスの距離による方法の2方法により、2つの地震被災判別式を導き、地震被害予測式として提案した。地震被災判別式に用いた指標は、総点検時の評点(x_1)、道路管理履歴における変状確認回数を点検回数で除した割合である変状の確認頻度(x_2)、岩盤上の加速度 R に斜面の地質別増幅率 A と斜面の卓越周期 T を乗じた $RAT(x_3)$ 、平均傾斜角(x_4)の4変量である。

図-1に評点、図-2に変状の確認頻度、図-3に RAT 、図-4に平均傾斜角のそれぞれについて被災割合との関係を示す。いずれの変量も被災割合との間に概ね正の相関が見られ、被災予測に有効であることがわかる。しかし、地震動に関する変量である RAT は、その他の地震動指標よりも優れていることから採用されたが、相関があまり良くないので寄与が小さいこと、また、平均傾斜角はゆらぎのない正の相関であるため寄与が大きいことが予見される。しかも、どの変量が判別式に最も寄与しているかはこれらの図からは判断できない。

被災判別式を被災予測式として活用するためには、他の地震による被害判別への適用による検証や各要因の寄与の程度の検討が不可避である。そこで、後者を検討する。

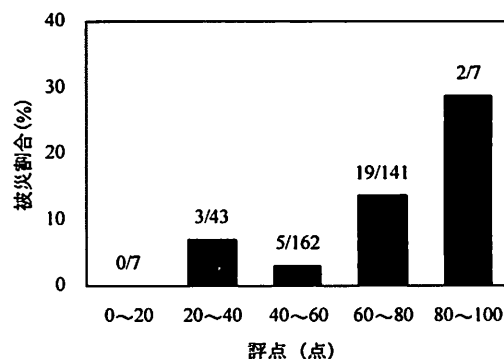


図-1 評点と被災割合との関係

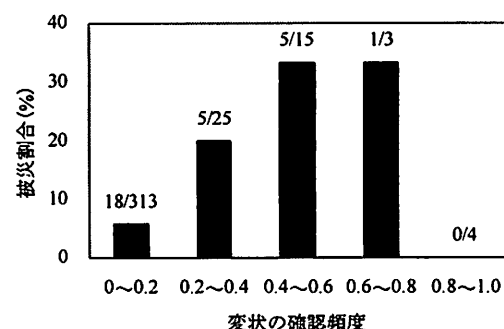


図-2 変状の確認頻度と被災割合との関係

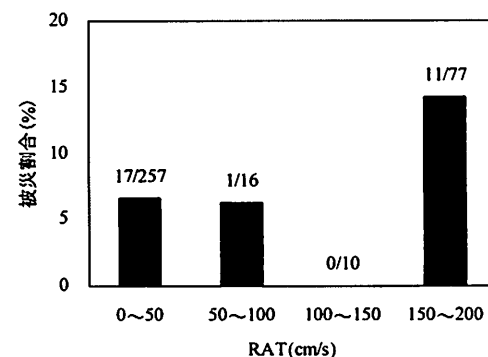
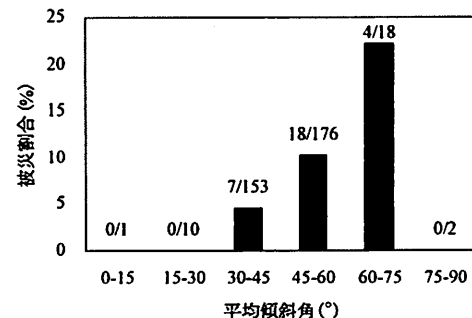
図-3 RAT と被災割合との関係

図-4 平均傾斜角と被災割合との関係

3. 地震被害判別式における変量の寄与の検討

線形判別式であれば、各変量の係数そのものが寄与を表しているの、被害予測式としての特徴としては、変量の変動幅に対する判別値への変動量を比較すればよい。式(1)に線形判別式³⁾を示す。

$$F = -5.8 + 0.039x_1 + 4.1x_2 + 0.0076x_3 + 0.053x_4 \quad (1)$$

評点が100～30で判別値が4～1.5、同様に変状確

認頻度が0.8～0.2で3～1、RATが200～50で1.5～0.4、平均傾斜角が75～30で4～1.5となる。すなわち、RATの寄与が小さく、評点や傾斜角の寄与が大きいことがわかる。

本論文では、先に提案された2つの方法により開発された判別式に対して同様に検討できるよう、変量の寄与の検討には、4変量のうち1変量を除き、3変量で再び地震被災判別式を算出し、的中率と被害判別率の変化に着目する。的中率とは、正しく判別されたデータ数を全データ数で除したものであり、被害判別率とは、実際に被災した斜面が被害と判別される割合である。

表-1に提案式と今回の検討結果より算出した的中率と被害判別率を示す。3変量を用いたマハラノビスの距離による判別式の的中率と被害判別率に着目すると、平均傾斜角(x_4)を除いた場合が顕著に低い。したがって、堂上らの提案式³⁾では、平均傾斜角が最も寄与している。その他の変量に関しては、的中率の違いはわずかであり、有意な差は認められない。一方、3変量を用いた線形判別関数による判別式の的中率に着目すると、変状の確認頻度(x_2)を除いた場合が低い。したがって、堂上らの提案式³⁾では、それが最も寄与している。その他の変量に関しては、的中率の違いはわずかであり、有意な差は認められない。

2つの方法により導かれた地震被害判別式で寄与の程度の比較を行うと、寄与順は2方法で異なっている。外力すなわち被害誘因である地震動指標のRAT(x_3)に着目すると、両手法で被害素因に関連する他の変量と比べ、寄与度が低い。特に線形判別式ではRATを除いた3変量による方が提案式より率が向上する。これは、斜面の地震被害が誘因よりも素因により強く影響されるとともに、地震の発生メカニズムの特異性や斜面という地形地質などに起因して、地震動指標が実態を反映して適切に評価されていない可能性がある。一方、変状の確認頻度が2つの方法でともに高く、変状履歴が地震被災との関連が強いことがわかる。このことは、普段の道路管理における履歴の蓄積と分析が重要であると言える。また、直感的に理解しやすい線形判別式では評点も寄与が高く、総点検の際の地質技術者の判断結果も重要であり、評価の標準化と蓄積が望まれる。

4. 結 論

道路斜面地震リスク評価における評価要因の寄与の程度を検討した。得られた結論は以下の通りである。

- (1) 地震被災判別式では、マハラノビスの距離によるものでは平均傾斜角が、線形判別関数によるものでは変状の確認頻度が最も寄与している。
- (2) 地震被災判別式では、誘因である地震動指標よりも素因に関わる指標が寄与しており、地震動指標の検討や改善が必要である。

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、松山河川国道事務所の皆様には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平成19年度発表講演集、pp.1847-1848、2007。
- 3) 堂上 祐治、森 伸一郎、藤本 創士：2001年芸予地震における被害分析に基づく道路斜面地震リスク評価法の開発、第43回地盤工学研究発表会平成20年度発表講演集、2008（投稿中）

表-1 提案式と今回の検討結果より算出した的中率と被害判別率

		マハラノビスの距離		線形判別関数	
		的中率(%)	被害判別率(%)	的中率(%)	被害判別率(%)
提案式 ³⁾	x_1, x_2, x_3, x_4	76.7	72.4	74.7	72.4
	x_1, x_2, x_3	64.2	69.0	75.6	69.0
	x_1, x_2, x_4	76.1	72.4	76.4	79.3
	x_1, x_3, x_4	72.2	69.0	68.9	72.4
	x_2, x_3, x_4	77.5	72.4	74.2	69.0