

斜面崩壊確率評価式を用いた和歌山県南部集落の地震時孤立性評価

法政大学大学院 学生会員 ○西田 佳佑
正会員 酒井 久和

1. 研究の背景・目的

地震で斜面崩壊することにより、道路、鉄道が寸断されると孤立集落が発生する。南海トラフ巨大地震は、今後 30 年間の発生確率が 60～70%と非常に高く、孤立集落の発生を抑制するための対策は急務である。しかし、限られた予算内で全ての道路において対策を行うのは不可能であるため、対策費用が少額である道路を選定して補強することが効果的であると考えられる。崩壊確率が小さい斜面は、仮に斜面崩壊が発生したとしても被害は小さく、簡単な復旧工事によって早期に緊急車両が通行可能になると想定される。

そこで本研究では、地震により崩壊する危険がある斜面を事前に把握して、危険箇所に補強工事を行うことで孤立集落の発生を抑制することを目的とし、南海トラフ巨大地震で大きな被害が予想されている和歌山県の道路ネットワークを対象として孤立性の評価手法の有効性を検討する。

2. 研究の方法

本研究は和歌山県（飛び地である北山村を除く）を研究対象地域とし、斜面崩壊確率の評価に必要なデータの収集を行う。斜面崩壊確率の評価に必要なデータは、地震動データ、標高データ、地質図、道路防災点検データで、次に、収集したデータを用いて斜面崩壊確率評価に代入するためのデータを求める。特に地震動データについては、内閣府の「南海トラフの巨大地震モデル検討会」において検討された南海トラフ巨大地震の工学的基盤における強震動波形データを基に地形ごとの地盤増幅を考慮して、PGV, PGA を算定する。最後に、斜面の崩壊確率評価式と上記データを使用し、和歌山県の道路の途絶確率を求め、それをもとに孤立性を評価する。

3. 地震動データの作成

入手した強震動波形データは約 200 メッシュについて推定されており、本検討で使用する約 5000 メッシュ全てについて地震動波形データが得られている訳ではなかった。そのため、強振動データの面内挿を行い、足りないデータを補足した。そこから最大加速度、最大速度を求め、それぞれ NS, EW, UD の 3 成分を合成し、さらに、得られた強振動データから地形ごとの地盤増幅を考慮し、PGV, PGA を算出した。算出した PGV, PGA の分布図を図 1 に示す。

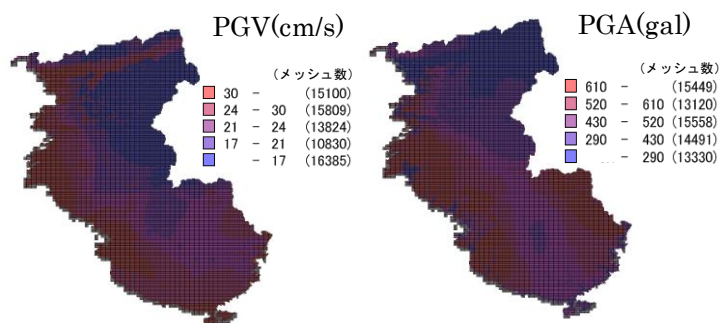


図 1 PGV と PGA の分布図

4. 斜面崩壊確率評価式

三橋は、兵庫県南部地震における兵庫県六甲全山を対象にした斜面被害から、ロジスティック回帰分析を用いて斜面の崩壊確率評価式を提案した。斜面の崩壊確率評価式を式 (1) に示す。

$$y = \frac{1}{1 + \exp\{-(-9.349 + 0.005373PGA + 0.063 \text{ 勾配} + 100.1 \text{ 地質図})\}} \cdots \cdots (1)$$

y : 崩壊確率, PGA : 地表面最大加速度(gal), 勾配 : 斜面勾配(°),

地質図 : 岩石類に基づき 1～3 にランク付け

キーワード 斜面崩壊, 確率評価式, 集落, 孤立性評価

連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学 地震防災研究室 TEL 03-5228-1442

和歌山県南部地域を対象として式(1)に基づいて斜面崩壊確率を算出した。和歌山県の道路防災点検データで対策工が必要と判断されている地点が多い県道 229 号を通る経路と、43 号と 44 号を通る経路の二つの経路がある新宮市熊野川町赤木から古座川町三尾川の道路ネットワークを含む和歌山県南部地域の崩壊確率を図 2 に示す。

5. 孤立性の評価

本研究では、新宮市熊野川町赤木と古座川町三尾川を対象として、地域の孤立性の検討事例を示す。道路防災点検データで対策工が必要であると判断されている斜面のメッシュを抽出し、その斜面における崩壊確率によって途絶確率を求めることにより孤立性を評価する。孤立性評価の対象となる道路ネットワークを図 3 に示す。また、経路 1 と経路 2 の途絶確率を求めた結果を図 4 と表 1 に示す。ここで、仮に 10 地点の斜面に対して対策工を施すだけの費用があるとしたとき、どちらの経路の斜面に対策工を施すべきかを考える。経路 1 に対策工を施したとしても、経路 1 の途絶確率は 99.19%と依然非常に高い値を示している上、崩壊確率が 20%を超える斜面のいくつかにも対策工を施せずそのままになってしまう。しかし、経路 2 に対策工を施したとすると、経路 2 の途絶確率は 79.30%と施工前に比べると 10%以上低くなり、崩壊確率が 10%を超える全ての斜面に対して対策工が施せる。途絶確率は下がっているとはいえ、低いとは言えないが、三橋の研究では崩壊確率と土砂流動域には中程度の相関が示されており、崩壊確率が高くなる斜面ほど崩壊の規模が大きくなると結論付けている。したがって、経路 2 の崩壊確率が高い斜面に対して対策工を施すことで、集落が孤立する可能性を少しだが抑えることができる上、仮に斜面崩壊が発生しても規模は小さく済み、小規模の崩壊は過去の震災の例から 1 日程度で緊急車両が通行可能になると考えられ、斜面崩壊数の期待値が 1.6 である経路 2 は 1~2 日で緊急車両が通行可能になると期待される。経路 2 の対策工を施すべき 10 箇所の位置を図 5 に示す。

6. 結論

本研究では、和歌山県南部地域を対象に集落の地震時の孤立性評価法を検討した。地表面最大加速度、勾配、斜面の地質を求め、斜面崩壊確率評価式を用いて斜面の崩壊確率を算出し、道路ネットワークの途絶確率を求めた。求めた途絶確率をもとに、和歌山県南部集落の孤立性を評価した。また、評価結果をもとに対象の道路ネットワークについて対策箇所の提案を示した。

参考文献

- ・三橋遼太郎：統計分析による兵庫県南部地震時の斜面崩壊に伴う土砂流動規模の推定，法政大学卒業論文，2016，03.
- ・国土交通省：東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）について，2011，07.

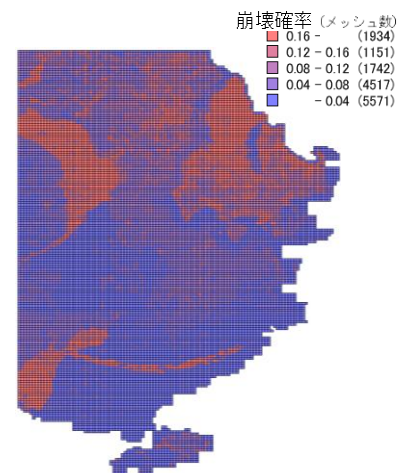


図 2 斜面崩壊確率分布図

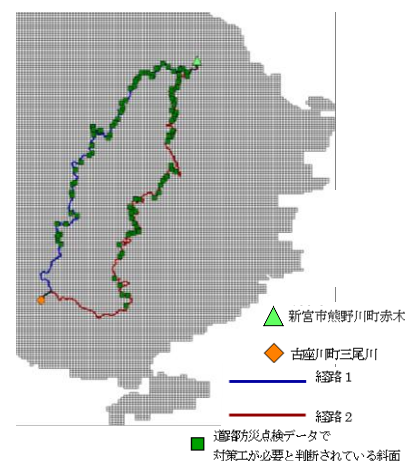


図 3 対象となる道路ネットワーク

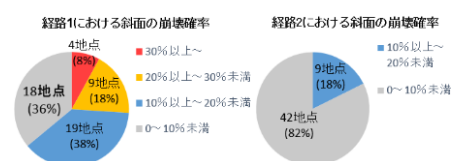


図 4 二つの経路における斜面の崩壊確率

表 1 孤立性評価の結果

	途絶確率 (%)	10地点の斜面に対して対策工を施した場合の途絶確率 (%)	対策後崩壊確率 10%を超える斜面の地点数	対策前斜面崩壊数の期待値	対策後斜面崩壊数の期待値
経路1	99.98	99.19	22	7.4	4.4
経路2	93.70	79.30	0	2.7	1.6

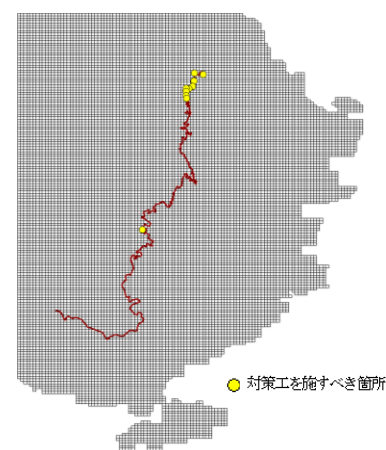


図 5 対策工を施すべき位置