

山地における構造物周辺斜面の地震時表層崩壊危険度評価手法について

香川大学工学部 正会員 長谷川修一
 香川大学大学院 学生会員 ○佐々木 良
 香川大学工学部 正会員 野々村敦子
 四国総合研究所 非会員 池田 倫治

1. はじめに

来る南海地震では、広域で斜面崩壊が多発し、山岳地に建設されている送電用鉄塔、携帯電話などの移動基地局、テレビ塔、電波反射板に斜面崩壊の影響が及ぶと停電や情報通信機能などに支障が長期化する可能性がある。

地震時の斜面崩壊予測方法は、過去の地震による崩壊実績から地形等の要素と崩壊地分布の関係に基づく経験的手法と土質調査などから斜面を構成する地盤の強度定数を求め、斜面安定解析を行う解析的手法に分けられる。後者の解析的手法は、詳細な地盤情報や地形情報を用いることから信頼性は高いが、広域を対象とするのは困難である。従って、広域を対象とした地震による斜面崩壊危険箇所の予測手法としては、地形など一般的に入手可能なデータを用いる経験的手法が実用的である。本研究では、内田ら(2004)の判別式¹⁾に基づき、地震時の表層崩壊により影響を受ける可能性が高い構造物を広域的かつ効率的に抽出する手法を検討した(図1)。

2. 数値標高モデルの選定

本研究では、日本全域が整備されており入手が容易な北海道地図株式会社により2万5千分の1地形図の等高線から作成された10mメッシュ数値標高モデル(DEM)を用いた。

3. 地形量の算出と最大加速度の推定

本研究ではGISソフトILWISを用いて10mメッシュDEMの解析により斜面勾配と平均曲率を算出した。ここでの斜面勾配は、各メッシュの水平面からの傾きを示す地形量である。平均曲率は、地形の凹凸の指標として用いられるもので、曲面上のある点を通る全ての測地線の曲率の最大値と最小値の平均として定義される量である。最大加速度は、内閣府中央防災会議の専門調査会による南海地震を想定した模擬強震動波形から推定した。

4. 地震による表層崩壊危険度評価

算出した斜面勾配と平均曲率、推定した最大加速度を説明変数とした内田ら(2004)の判別式(式1)¹⁾から判別得点F値を算出した。

$$F = 0.075 \times [\text{斜面勾配} (^{\circ})] - 8.9 \times [\text{平均曲率}] + 0.0056 \times [\text{最大加速度} (\text{cm/s}^2)] - 3.2 \quad (1)$$

この式は、兵庫県南部地震の際に六甲山地の崩壊分布実績により提案された経験式である。F値<0の場合崩壊の危険性はほぼなく、F値 ≥ 0 となれば崩

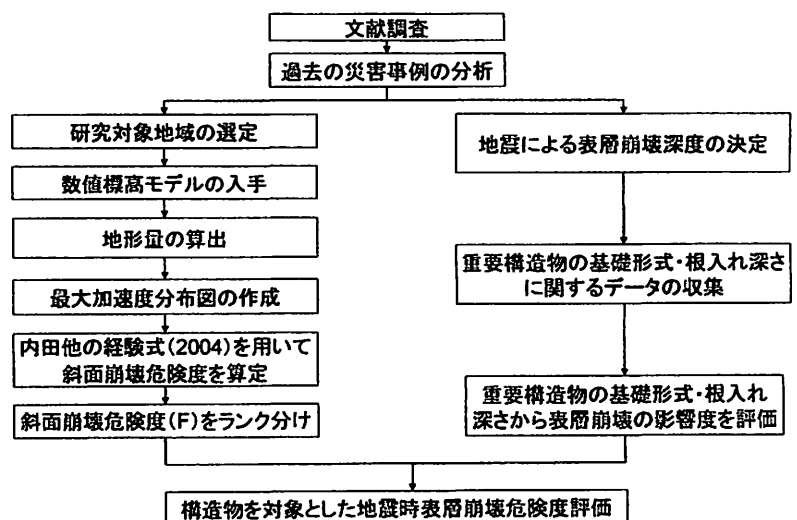


図1 研究フロー

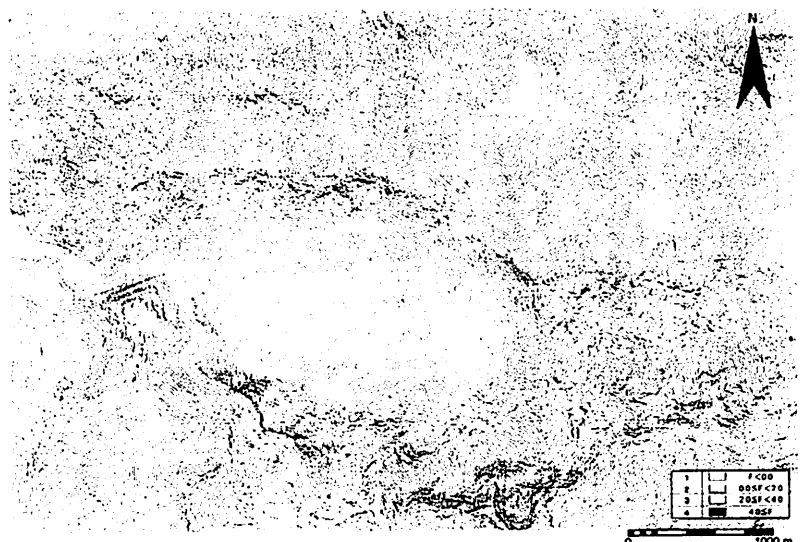


図2 地震による表層崩壊発生危険度分布

壊の危険性がある。F 値の値が大きくなるほど崩壊発生確率が高くなる傾向があるとされている。本式は、花崗岩地帯の崩壊事例に基づいているが、小山内ら(2005)により新潟県中越地震²⁾および西村ら(2008)により新潟県中越沖地震³⁾でも表層崩壊に対して有効性が確認されている。

地震による表層崩壊危険度分布図の例を図2に示す。図2では、F 値を4 ランクに分け表示する(表1)。

5. 構造物周辺斜面の表層崩壊危険度評価

構造物周辺斜面に影響を及ぼす危険性のある表層崩壊の評価方法の検討を行う。評価方法としては図3に示すように構造物の中心位置がある1ピクセルを対象として評価を行う方法と構造物の中心位置の1ピクセルとその周辺8つのピクセルを合わせた9ピクセルを対象として評価を行う方法の2つで検討を行う。構造物の幅や周辺で発生した崩壊の影響を考慮できることから9ピクセル評価が妥当と判断される。

6. 地震時の表層崩壊が構造物へ及ぼす影響度評価

地震時の表層崩壊が構造物へどの程度影響を及ぼすかについて検討を行う。地震時の表層崩壊深度を過去の地震の崩壊深分布⁴⁾から2mと仮定する。そして構造物の基礎形式、基礎の根入れ深さなどに基づき、表層が2m欠除した場合の残存根入れ深度から三段階に影響度ランク分けを行う(表2)。

7. 構造物を対象とした地震時表層崩壊危険度評価

地震時の構造物周辺斜面の表層崩壊危険度ランクおよび地震による表層崩壊の重要構造物への影響度ランクに基づき、構造物を対象とした地震時表層崩壊危険度評価を行う(表3)。ランクAからDにつれて危険度が高くなっていく。

8. まとめと今後の課題

本研究では、山地における構造物周辺斜面の地震時表層崩壊危険度評価手法について提案し今後は、実際に構造物を対象とした地震時表層崩壊危険度評価を行い、その適用性を検討する必要がある。なお、本手法は表層崩壊を対象としており、今後は地すべりや大規模崩壊に関する検討も必要である。

参考文献：

1) 内田太郎, 片山正次郎, 岩男忠明, 松尾修, 寺田秀樹, 中野泰雄, 杉浦信男, 小山内信智：地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究, 国土技術政策総合研究所資料, 204, p.91, 2004.
2) 小山内伸智・他：地震に起因する土砂災害対策の現状と課題, 土木技術資料 Vol.47, No.12, pp.24-29, 2005
3) 西村俊明, 野々村敦子, 山中稔, Ranjan Kumar Dahal, 長谷川修一：地形量に基づく斜面崩壊予測手法は新潟県中越沖地震による斜面崩壊地点を予測できるか, 土木学会四国支部平成 20 年自然災害フォーラム論文集, pp.31-36, 2008.
4) 中村浩之, 土屋智, 井上公夫, 石川芳治, 地震砂防, p.82, 古今書院, 2000.

表1 構造物周辺斜面の表層崩壊危険度ランク分け

崩壊の危険性	色	ランク	F値
低 ↑ 高	○	1	$F < 0.0$
	○	2	$0.0 \leq F < 2.0$
	○	3	$2.0 \leq F < 4.0$
	●	4	$4.0 \leq F$

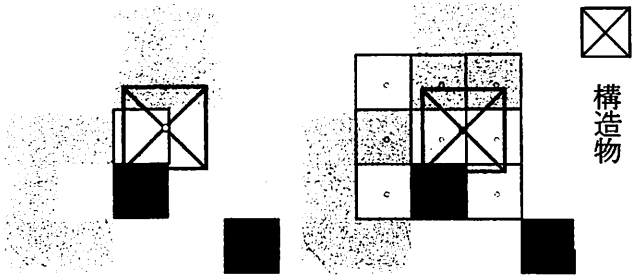


図3 左：1ピクセル評価, 右：9ピクセル評価

表2 構造物への影響度ランク分け(案)

ランク	構造物への影響度	残存根入れ深さx(m)
a	なし	$5.0 \leq x$
b	少し影響あり	$3.0 \leq x < 5.0$
c	あり	$x < 3.0$

表3 構造物を対象とした地震時表層崩壊危険度評価(案)

		地震による構造物周辺斜面の表層崩壊危険度			
		ランク1	ランク2	ランク3	ランク4
の構 影 造 響 物 度 へ	ランクa	A	A	A	A
	ランクb	A	A	B	C
	ランクc	A	B	C	D