

地震時斜面崩壊に及ぼす地盤加速度の影響評価手法

国土技術政策総合研究所　○萬徳昌昭・松本直樹・内田太郎・桜井亘
パシフィックコンサルタンツ(株)　高橋千明

1. はじめに

平成 28 年に発生した熊本地震では強い揺れを観測した西原村、南阿蘇村、阿蘇市等を中心に、190 件にも達する斜面崩壊が発生した。こうした中山間地域を震源とした内陸直下型地震は過去からも多く発生し、深刻な土砂災害が引き起こされているが、国土技術政策総合研究所では、地震による山腹斜面の崩壊危険度を評価するため、平成 7 年兵庫県南部地震の六甲山地を対象として検討を行い、地震時斜面崩壊危険度評価を行うことができるシステムを開発している。

本研究では、平成 28 年熊本地震による崩壊特性を分析し、大規模地震による斜面崩壊危険度評価のために、地震加速度が地盤へ与える影響に関する評価手法を見直し、新たな危険度評価手法の提案を行うとともに、有効性を検証するものである。

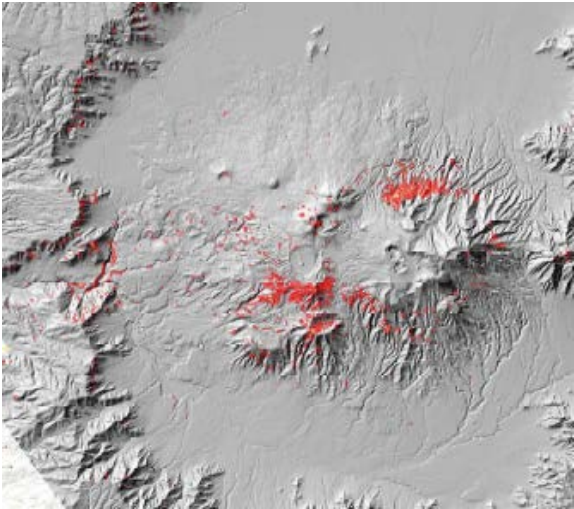


図-1 平成 28 年熊本地震での斜面崩壊分布

2. 検討方法

本研究では、平成 28 年熊本地震における崩壊特性を分析して崩壊面積率と加速度の関係に整理した。また、既往の平成 16 年中越地震、平成 20 年岩手宮城内陸地震及び平成 28 年熊本地震を対象として斜面勾配と崩壊面積率の関係、最大加速度が地震時斜面崩壊に及ぼす影響を定式化した。これらの知見を用いた新たな斜面崩壊危険度評価手法として立案するとともに、モデルサイトへの適用を行って有効性の検証を行った。

2.1 平成 28 年熊本地震における崩壊特性の分析

地形データ及び加速データの収集整理を行い、10mメッシュの数値標高データを作成して各メッシュにおける勾配・最大加速度について国総研資料第 204 号¹⁾による方法を用いて算出・整理を行った。これらから崩壊面積率の算出を行い、勾配ごとの最大加速度を崩壊面積率の関係を整理・分析した。

その結果、斜面勾配 5° 以下と斜面勾配 60° 以上の場合を除き斜面勾配が高くなるに従い崩壊面積率が高くなり、その関係は一次関数で表現できることが分かった。また、最大加速度、最大速度及び SI 値が上昇するに従い崩壊面積率が上昇することも把握できたが、用いる地震動指標により、ある値を境に崩壊面積率が急激に上昇するなどの違いが見られた。

2.2 最大加速度が地震時斜面崩壊に及ぼす影響の定式化

平成 16 年中越地震（対象面積 740km²）、平成 20 年岩手宮城内陸地震（対象面積 590km²）、平成 28 年熊本地震（対象面積 700km²）を対象として、斜面勾配と崩壊面積率の関係から、最大加速度が地震時斜面崩壊に及ぼす影響を定式化した。

表－1 各地震の分析より得られた評価式

対象とした地震動	評価式
平成 28 年熊本地震 (熊本式)	$\log(P) = 0.0503I + f(a) - 5.97C$ $f(a) = 0.0006a - 4.130$
平成 16 年中越地震 (中越式)	$\log P = 0.0325I + f(a) - 3.86C$ $\begin{cases} f(a) = 0.0022a - 4.644(a \leq 900) \\ f(a) = -2.554(1000 < a) \end{cases}$
平成 20 年岩手・宮城地震 (岩手・宮城式)	$\log(P) = 0.0465I + f(a) - 5.518C$ $f(a) = 0.0065a - 10.189$

平成 28 年熊本地震では、データにバラつきがあるものの、加速度が上昇するに従い崩壊面積率が上昇する傾向が把握できた。平成 16 年中越沖地震では、最大加速度 500～1500gal の範囲で加速度が上昇するに従い崩壊面積率が上昇する傾向が把握できるとともに、最大加速度 900gal で加速度の影響が一定になることが分かった。

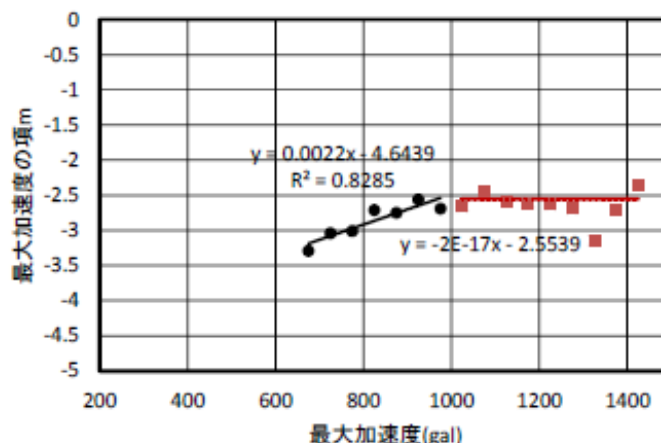
平成 20 年岩手・宮城内陸地震では、最大加速度の範囲が 700～1100gal と比較的狭く、加速度が上昇するに従い崩壊面積率が上昇する傾向が把握できたが、加速度の影響が一定となる現象は現れなかった。

2.3 新たな斜面崩壊危険度評価手法の作成及び検証

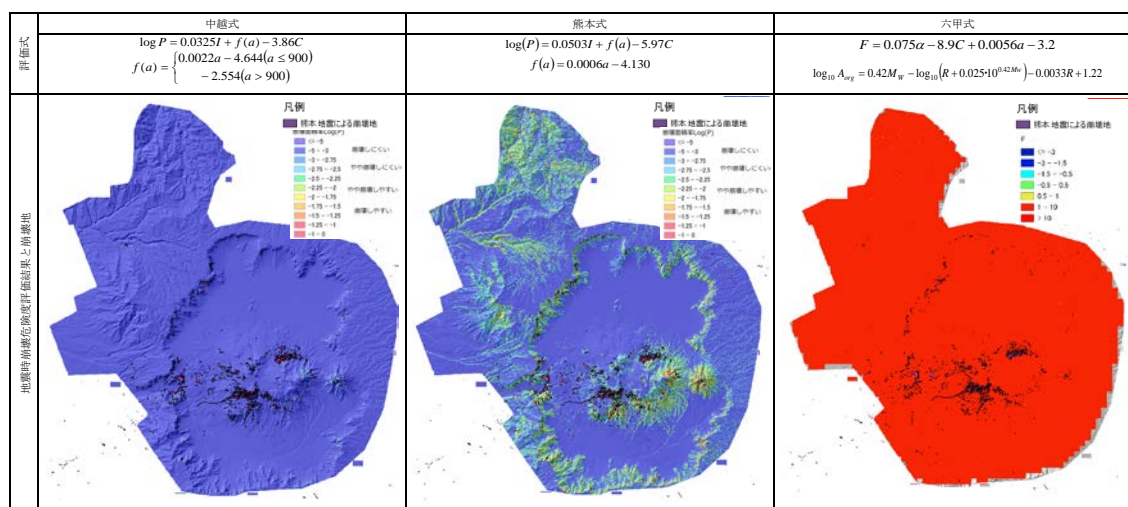
平成 28 年熊本地震、平成 16 年中越地震、平成 20 年岩手・宮城内陸地震の崩壊分析より得られた各評価式を表－1 に示す。本研究で作成した 3 つの評価式のうち、データ数が最も多く、幅広い加速度帯をカバーするとともにバラつきの少なかった中越式を新たな地震時斜面危険度評価式として選定した。

熊本地震の分析結果から、図－2 に示すような最大加速度が大きくなるのに従い、崩壊面積率の値は大きくなる傾向があり、最大加速度が 900gal を超えると一定値に近づいていく特性があることがわかったが、これを評価式に反映させている。

この評価式を用いて平成 28 年熊本地震の評価を行った結果を図－3 に示す。



図－2 熊本地震の分析結果から得られた崩壊面積率の特性



図－3 熊本地震を対象とした 3 評価式による評価

既往の六甲式では対象領域全域が崩壊メッシュとなっていたが、一方、中越式による評価では、崩壊地の的中率は 53.4%、非崩壊地の的中率は 98.1%ときわめて高い結果となった。

3. 今後の課題

今回、既往地震の地形データと観測データの整理分析を行い、強震域での実績を踏まえた評価手法の見直し、崩壊面積率による評価を実施した。今後、モデルサイトでの実証を行うとともに、社会実装されるための取り組みを合わせて検討し、地域に役立つ研究として取りまとめていく予定である。

参考文献

- 1) 内田ら：地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究、2004 年 11 月国土技術政策総合研究所資料第 204 号。