

阿蘇大橋地区の斜面崩壊における緊急砂防対策について 6 —地震により発生する崩壊危険箇所の判定に関する一考察—

基礎地盤コンサルタンツ株式会社 正会員 ○永川 勝久
国土交通省九州地方整備局河川部 非会員 島本 卓三
国土交通省九州地方整備局河川部 非会員 与那嶺 淳
基礎地盤コンサルタンツ株式会社 非会員 樽石 静
鹿児島大学農学部砂防研究室 非会員 地頭藺 隆

1. はじめに

平成 28 年の熊本地震により、熊本県阿蘇郡南阿蘇村の国道 57 号、国道 325 号(阿蘇大橋)並びに JR 豊肥本線を巻き込んだ大規模な斜面崩壊が発生した。崩壊斜面の滑落崖には、黒ボクや岩屑堆積物がオーバーハングした状態にあり、落石及び滑落崖周辺に残る不安定土砂崩壊の危険性が指摘されていた。そのため崩壊斜面内では、二次災害防止の観点から立入り規制が継続され、有人による復旧工事着手のための環境整備が喫緊の課題であった。

従来より、地震等により崩壊が発生しやすい地形的特徴として、凸型、遷急線付近、急勾配斜面、高標高部等が指摘されているが、本稿では、当該事例において、LP データを用いた『地形解析』により、前述した危険箇所の判定条件と合致しているか、検討を行った結果を報告する。

2. 地形解析結果

2.1 解析方法

崩壊前後の地形情報(航空レーザデータ)を用い、以下の三種類の図面を作成した。

1. CS 立体図(戸田, 2012)(作成: 鹿児島大学砂防研究室): GIS ソフトを利用し、標高レイヤ、傾斜レイヤ、曲率レイヤにそれぞれ異なる色調で彩色し、複数のレイヤを重ねて透過処理解析
2. 傾斜区分図(勾配別の斜面の分布状況を示す: 前後の傾斜変化により解析)
3. 標高差分図(崩壊前後の標高の差分を解析)

使用した主な LP データは、以下の通りである。

- 崩壊前: 九州中部航空写真・レーザ測量業務(2010 年 4 月～6 月)測量成果 DEM
- 崩壊後: 航空レーザ測量 DEM(国際航業(株)自主計測 2016 年 4 月 17 日)なお、地震に伴う地殻変動により DEM 間のずれが生じたため、標高差解析の実施に際しては DEM ずれ量の推定および補正処理(小林, 2011)を実施している。

2.2 解析結果

1) CS 立体図: 崩壊前においては、斜面中腹に凸型地形を有する急斜面(遷急線と遷緩線で囲まれた部分(標高 600～650m 付近))が帯状に分布していた。特に崩壊した箇所は、過去の崩壊を示す”すり鉢状の地形”が明瞭に認められる。また、遷急線の上側の地形では、林道付近で斜面下方にやや凸型のトップリング地形が読み取ることが可能で、岩盤クリープを生じていた可能性も指摘されている(平成 28 年度 砂防学会講習会プログラム「熊本地震から学ぶ地震と土砂災害」)(図 1 (1) 参照)。

2) 傾斜区分図: 崩壊前においては、遷急線より下側斜面中腹の急斜面は 50° 以上の急崖斜面を呈し、崩壊後 30° 程度の緩勾配になっている。また、崩壊地内の急斜面に凸型地形が明瞭に認められる。急崖斜面の下方斜面には、二つの遷緩線が認められる(図 1 (2) 参照)。

3) 標高差分図: 崩壊の最大厚さは、約 25m であった。また、尾根部は 1～2m 程度沈下し、崩壊地外では斜面中腹の急斜面にてはらみ出しが生じている。とくに、大分側崩壊隣接部でははらみ出しが大きい(図 2 参照)。

キーワード 平成 28 年熊本地震、阿蘇大橋、砂防災害関連緊急事業、地形解析、LP データ

連絡先: 〒550-0011 大阪市西区阿波座 1 丁目 11 番 14 号 基礎地盤コンサルタンツ株式会社関西支社 06-6536-1781

3. 崩壊に関する考察

LP データ解析の結果、以下の点が明らかになった。①崩壊前の斜面の傾斜分布図を見ると、崩壊前に斜面中腹～上部に帯状に急崖ゾーン(遷急線と遷緩線:上側で囲まれた部分)が連続して明瞭に分布。②急崖ゾーンは大分側から熊本側にかけて出現高度が徐々に上がり、崩壊区間では、旧崩壊現象の影響を受けてその前後より急傾斜。③急崖ゾーンより上側の斜面は平行斜面から凸型斜面の地形の特徴が認められ、岩盤クリープ現象が生じていた可能性が高い。

以上の地形解析の結果に加え、ボーリング調査等から急崖部は亀裂発達する安山岩が分布し、ゆるみが生じやすく、岩質が不良である事が判明した(図3参照)。さらに、高密度弾性波探査の結果に基づくと、地山弾性波速度(P波)の1km/sの低速度部の表層約20~25m程度が今回崩壊した事が明らかになった。また、崩壊頭部では「くしの歯状」の地山弾性波速度の落ち込みが70°前後で崩壊崖面に傾斜しており、この低速度帯となる弱層(亀裂に沿った緩み等)を利用して頭部は崩壊した可能性が示唆される。

これらの地形的特徴は、以前から指摘された点であるが、地震動が増幅する山頂部斜面凸部付近に地山不良部が合わせて分布していた事が、被災の要因と考えられる。とくに、当該崩壊部分は急崖ゾーンの上側斜面に土塊が残存していたことが、当該地区の被災が大規模化した大きな要因と考えられる。

4. おわりに

今回、各種解析方法により被災前後のLPデータによる標高や傾斜、微地形等の比較を行った。その結果、地震災害で一般的に言われている凸型、遷急線付近、急勾配斜面、高標高部等同様の地形特徴で壊れている事が明らかになった。この地形的特徴と地質的に尾根部に多量の不安定土塊が存在し、その下位の急崖部の地山が不良(浸食には強いが地震には弱い)であった事が大きな被災になった要因として挙げられる。以上、地震により発生する崩壊危険箇所の検討・評価には、LPデータによる

地形解析と地質解析結果により、その要因がさらに明瞭になり双方の解析・検討結果が重要かつ有効だと考える。

参考文献：戸田堅一郎(2012) 航空レーザ測量データを用いた微地形図の作成. 砂防学会誌 65 (2) : 51-55

小林容子(2011) レーザ差分解析精度向上に向けた DEM 水平位置補正および差分対象範囲の検討. 第33回測量調査技術発表会

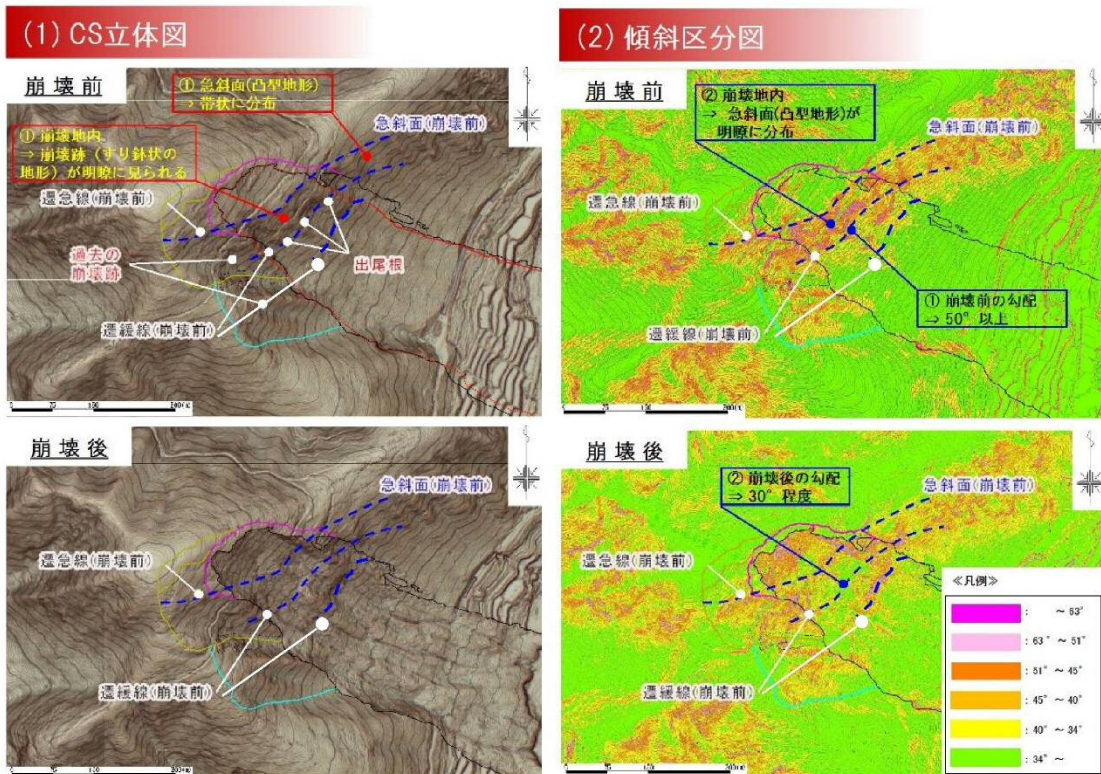


図1 LP データ解析結果① (1)CS 立体図 (2) 傾斜区分図



図2 LP データ解析結果② (3) 標高差分図

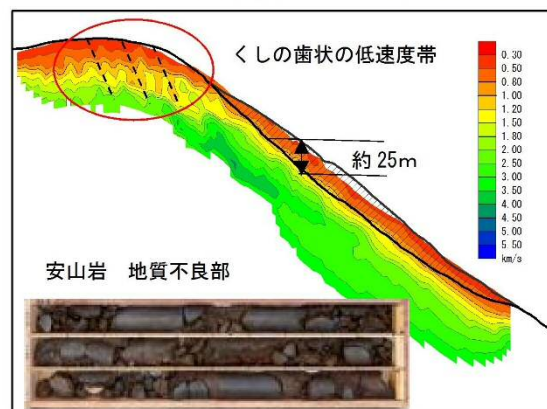


図3 高密度弾性波探査結果と岩質不良な安山岩