

## 熊本地震により被災した 阿蘇大橋地区の斜面防災対策への支援について

島田 徹(国際航業株式会社、技術サービス本部防災部部長)

2016年4月に発生した熊本地震は、熊本県と大分県で相次いで発生した内陸直下型の地震であり、220名(震災関連死を含む:2017年4月現在)を超える多数の死者のほか、道路・河川などの社会インフラ、熊本城などの文化財にも甚大な被害を与えた。阿蘇大橋地区は、国道57号(豊後街道)が阿蘇カルデラにさしかかる箇所であり、地震に伴い道路の北側の斜面が大規模に崩壊し、国道57号やJR豊肥本線、国道325号にかかる阿蘇大橋を含む周辺一帯が壊滅する被害を受けた(写真-1)。国道57号は熊本市街と阿蘇カルデラを結ぶメインルートであり、阿蘇山の急峻な地形に阻まれて代替できる迂回ルートが迂遠なため、地域に与えた影響は甚大であり、当該地区の早急な復旧が求められた。

阿蘇大橋地区の斜面防災対策は、斜面崩壊の拡大によって斜面下方で行う工事に危険が及ばないように、応急的な対策を行うことが求められた。しかし、強い地震によって地盤が緩み多くの亀裂が崩壊地の周辺で確認されていたほか、引き続き発生する余震や梅雨や台風などの豪雨により斜面崩壊の拡大が懸念され、崩壊地内での作業はすべて無人化による施工で進められることになった。

斜面防災対策は、国土交通省九州地方整備局のもと株式会社熊谷組が調査・計画・設計および施工を実施している。本稿を執筆している2017年4月現在、既に斜面防災対策の応急的な対応は概成している状況にある。ここでは、株式会社熊谷組のもと最新のリモートセンシング技術によって支援した国際航業株式会社の対応を紹介する。



写真-1 阿蘇大橋地区の被災状況(国際航業株式会社・株式会社パスコ共同撮影)

## ■地震後の地形の正確な把握について

熊本地震では直下型地震のため地盤に強い振動が作用したと思われ、山腹斜面には多数の崩壊や地すべりが発生した。また、崩壊には至らなかったものの、強い地震動により地盤が緩み、地表面に大きな亀裂や段差などが生じている箇所も多数あった。このような斜面の変状などを精密に把握するため、航空機に搭載したレーザー計測装置により、精密な地形モデルを作成した（図-1）。

また、阿蘇大橋地区の斜面崩壊では、国道57号やJR豊肥本線周辺の地盤が大きく抉り取られるように変化していたため、応急対策を検討するためにも、精密な地形モデルが対策検討の基礎的なデータとして用いられた。

## ■余震および降雨による崩壊拡大のモニタリング

熊本地震では、強い余震活動が継続し、本震により緩んだ地盤が再崩落することが懸念された。また、地震後の降雨によって斜面崩壊が拡大することも懸念された。実際に、2016年6月の豪雨では、斜面崩壊が拡大し、無人施工のための建設機械の進入道路が土砂に埋まる事態になり、こうした斜面の変化を継続的にモニタリングすることが求められた。しかし、崩壊地の内部に立ち入ることは危険が伴うため、小型のドローン（マルチロータータイプのUAV）を用い、遠隔操作により危険エリアに立ち入らずに調査を行うことになった。ドローンによる撮影は、6月28日から1月6日までの期間に計6回行なっている。図-2は、ドローンを用いて取得してデータから作成した地形差分を示している。

なお、このような計測により、土留盛土工や頭部排土（ラウンディング）などの施工状況も詳細に把握することができ、工事の進捗状況を確認する上で役立てることができた。

## ■斜面崩壊頭部の不安定土砂の排除の検討

崩壊斜面の頭部に不安定な状態で残存している落ち残りの土砂を排除することが求められた。施工は遠隔操作の建設機械をワイヤーロープによって斜面上部から懸下させて施工した。施工に際して、どこまでの土砂を排除する必要があるかを検討する必要があったが、危険エリア内への立ち入りができなかったための施工計画に

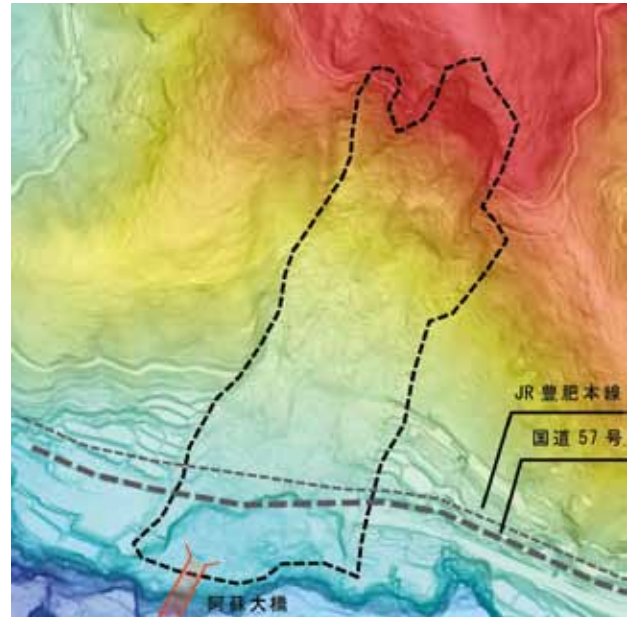


図-1 地震直後に航空レーザー計測により取得した阿蘇大橋地区の地形モデル

差分解析図(10/27UAV計測DSM - 5/14LP計測DEM)



図-2 ドローンを用いて継続的に計測した斜面の変化状況（差分解析図）

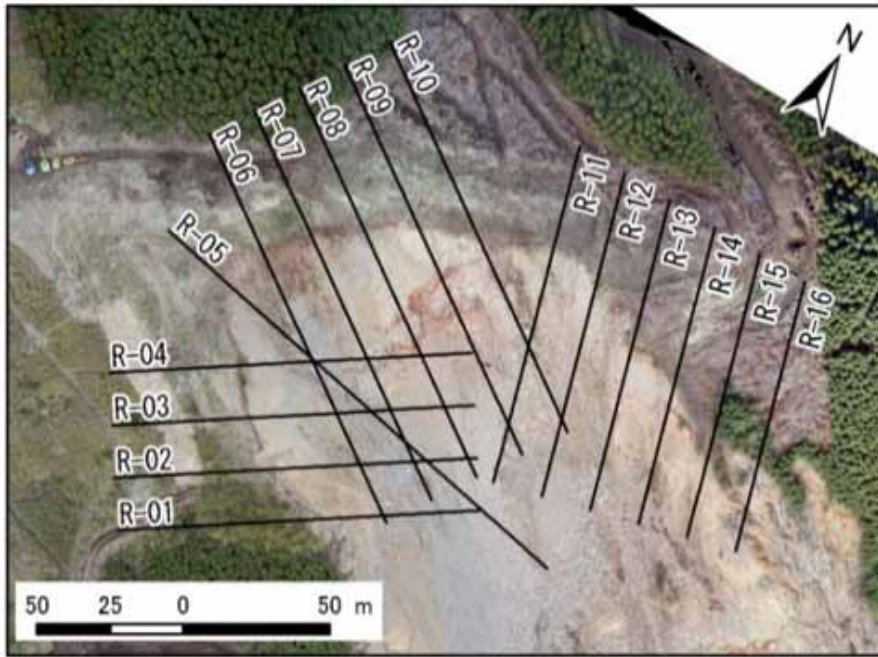


図-3 不安定な落ち残り土砂の排除を検討するために配置検討した断面位置

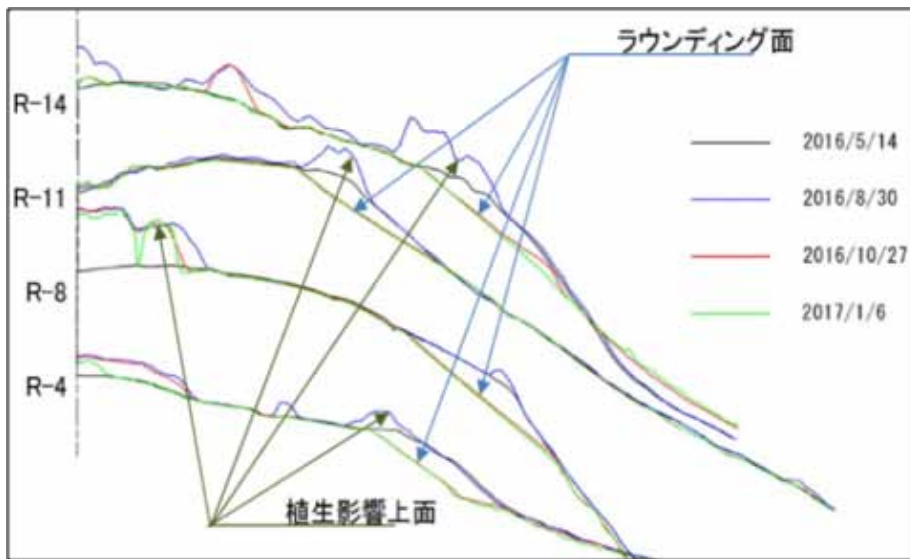


図-4 不安定な落ち残り土砂を排除範囲の検討結果

必要な情報が得られなかった。そこで、前述のドローンを用い、より細密な撮影により詳細な地形モデルを作成し、排除範囲の検討に役立てた(図-3および4)。

以上に紹介した阿蘇大橋地区の斜面防災対策にあたっては、高知大学大学院教授笹原克夫先生ほか5名の委員から構成される阿蘇大橋地区斜面防災対策施工委員会(表-1)の意見・助言を受け、国土交通省九州地方整備局のもと、株式会社熊谷組の技術スタッフを中心に、国際航業株式会社、日本工営株式会社、八千代エンジニアリング株式会社の技術スタッフが英知を集めて検討を重ね、実施した。自然災害による被害は深刻であり甚大であるが、防災や減災、迅速な復旧や復興のため技術者の果たすべき役割は大きい。今回の取り組みでは、多くの技術者同士の連携が迅速かつ適切な対策に貢献したと思う。

表-1 阿蘇大橋地区斜面防災対策施工委員会の構成

役職	氏名	所属等	専門分野
委員長	笹原克夫	高知大学大学院教授	砂防学・斜面防災工学
委員	北園芳人	熊本大学名誉教授	地盤工学
委員	安福規之	九州大学大学院教授	地盤工学
委員	羽田靖史	工学院大学大学院准教授	機械システム工学
委員	山元弘	元土木研究所	機械システム工学
委員	西田健	九州工業大学大学院准教授	機械システム工学