

平成 28 年熊本地震 阿蘇大橋地区斜面防災対策工事における取組み

九州支店 阿蘇無人化作業所 佐藤 裕治

1. はじめに

平成 28 年 4 月 16 日の熊本地震により熊本県阿蘇郡南阿蘇村立野地区で大規模斜面崩壊が発生した。崩壊規模は長さ約 700m、幅約 200m にわたった崩壊で、斜面下部に位置する国道 57 号と JR 豊肥本線が約 300m の区間に渡り遮断し、国道 57 号に接続する阿蘇大橋（国道 325 号）も落橋した。なお、被災前後の LP 計測データの標高差解析によって崩壊土砂量は約 50 万 m^3 と推測される。また、崩壊斜面の上部にはあらゆる所に開口亀裂や段差が発生し、滑落斜面は切り立って急傾斜の斜面になっており、降雨、余震等により更なる崩壊の危険性があった。写真-1, 2 に震災当初の写真を示す。

2. 観測・監視体制の整備

対策工事に先立ち、余震や降雨による不安定土砂の挙動を把握するため、地震計や雨量計の設置に加え、崩壊斜面の周辺に伸縮計や地盤傾斜計等を設置し、計測した。計測データによる監視をするとともに、定点カメラによる視覚的監視をしている。なお、地震動や雨量、各観測計器に基準値を設け、基準値超過時の作業中止基準を定め運用している。

3. 崩壊地内への工事用道路の整備

5 月 5 日の工事着手とともに先行したのは、崩壊斜面中腹への工事用道路の整備である。工事用道路は土留盛土を施工、維持管理するために造成した。阿蘇地域は年間降水量が 3,200mm と全国平均の約 2 倍の多雨地域であることや、崩壊地内は黒ボクと呼ばれる比較的新しい火山灰質粘性土が多く含まれている崩壊土砂であり、降雨等により水分を含むと泥濘化し重機足場が不安定になることと、濃霧による視界不良など、着手から梅雨明けまでの間の稼働率は 5 割以下であった。写真-3 に降雨による泥濘化状況を示す。

斜面内は立入禁止区域であるため、無人化重機で土質を改良し、崩壊土砂に含まれる岩魂や倒木を除去しながらの施工であったが、これまで、様々な無人化施工現場に携わったオペレータの経験と技術により困難を乗り越えた。

4. 崩壊斜面中腹への土留盛土の施工

工事用道路の設置完了後に斜面中腹に設置する上下 2 段で、長さ約 200m の土留盛土に着手した。この土留盛土は斜面頭部に残る不安定土砂の崩壊による二次災害を防止するものであり、落石シミュレーションによる跳躍等を考慮し、盛土高は 3m とし、斜面上部の堆積土砂の除石作業が盛土上で可能なように盛土幅員 5m を確保した。上段盛土は 8 月 31 日、下段は 10 月 22 日に築造が完了した。

5. 頭部工事用道路

頭部工事用道路の当初設計延長は約 1,700m で頭部不安定土砂を搬出するための工事用道路である。土質は崩壊斜面と同様黒ボクが多く占めている。頭部工事用道路にアクセスするための村道も被災しており、着工時は村道を啓開してから着手している。平成 28 年 5



写真-1 震災当初写真



写真 2 震災当初写真



写真 3 降雨による泥濘化

月に開始し、工事中止期間が4か月あったが、平成29年9月に完成予定である。

6. 斜面頭部への作業機械への空輸

土留盛土（上段）の完成後、頭部不安定土砂の除去に着手した。しかし、斜面頭部へのアクセス道路は地震により寸断されていた。そのため、資機材搬入が不可能なことから、斜面下から山頂部までの標高差約400m間をヘリコプターで空輸した。ヘリコプターは最大重量3tまでの空輸が可能であり、先行して単体で3t以下の0.1m³級BHを2台空輸し、頭部に25m四方のヘリポートを造成した。その後、分解組立式1.0m³BHや高所法面掘削機等を空輸し、組立てたことで、頭部不安定土砂の除去作業の体制を整えた。

7. 斜面頭部の不安定土砂の除去

土留盛土（上段）が完了したことを受け、8月31日より斜面頭部の不安定土砂の除去（以下、ラウンディングという）に着手した。ラウンディング範囲は、周辺の地質調査やUAV計測の結果から、緊急的に除去する範囲を決定した。滑落崖周辺の地形的に凸部となる表層（黒ボク）や土砂化した岩屑堆積物、浮石、転石を対象とした。施工は高所法面掘削機の空輸（分解組立）が可能で、施工時に横方向への移動が可能な利点を持つセーフティクライマー工法を採用し、3台の高所法面掘削機を遠隔操作で施工した。除去前後のUAV差分解析から除去した不安定土砂量は約17,000m³となっている。写真-4にラウンディング状況を示す。

8. 豪雨により発達したガリー浸食部の対策

震災後2か月が経過した6月18日～21日にかけて連続雨量432.0mm、最大時間雨量87.5mmの集中豪雨により、斜面上部の縁辺部にて軟弱な表層の流出、ガリー浸食の拡大が発生した。ガリー浸食部の頭部には不安定な岩魂や凝灰角礫岩の風化部が露出し、崩壊による二次災害の危険性が高いことから緊急的な除去作業を実施した。なお、施工は斜面下部への垂直方向の作業であることや斜面頭部への重機進入路が整備されたことを受け、ロッククライミング工法を採用し、0.45m³級BHのロッククライミングマシンで除去作業した。写真-5にガリー浸食部対策状況を示す。



写真4 ラウンディング状況

9. 崩壊斜面下部での有人施工着手

更なる崩壊による二次災害を防止するため、緊急的に対策が必要であった頭部の不安定土砂およびガリー浸食部岩魂等の除去作業が完了したため、12月26日に阿蘇大橋地区復旧技術検討会による、①斜面頭部等の不安定土砂除去の完了②有人施工時の作業中止（崩壊地からの退避）基準の設定③斜面監視員による目視監視体制設備などの有人施工着手に向けた環境設備が整ったことを現地で確認した。1月より土留盛土（下段）より下部での有人施工が可能となり、崩壊地の状況確認および交通インフラ復旧のための各種調査（測量・地質調査等）を有人作業している。写真-6に崩壊斜面全景を示す。



写真5 ガリー浸食部対策状況

10. おわりに

今回、大規模斜面の緊急的対策において発注者、学識者、協力会社、設計会社、熊谷組が一体となって、逐次判明する被災状況や調査結果に応じた対応方策の議論を重ねるなど、試行錯誤しながら進めてきた。災害復旧に求められる迅速さと、日々変化する現場に柔軟に対応し、多方面からの英知を集めて有人施工の環境を整えることができた。



写真6 崩壊斜面(平成29年8月)