

保守現場における航空レーザ計測技術を活用した斜面管理手法の一考察

西日本旅客鉄道株式会社 広島土木技術センター 正会員 ○衛藤 一平
非会員 古賀 小百合

1. 土砂災害管理の現状

当センターが管理する広島県内の鉄道沿線では、近年を見ても H26 年・H28 年に多数の土砂災害が発生するなど、県内全線区にわたって斜面災害のリスクを有している。これらのリスクを抽出し、より安全・安定な輸送を確保することが我々の使命である。現行の斜面管理では、沿線斜面の現地踏査から得られた情報を一元化した平面図（以下「斜面防災カルテ」（図 1））を基に着眼点を整理し、定期的な検査によってリスクを抽出している。リスクが認められる箇所は重点的に警備を行う対象（以下「重点警備箇所」）として整理し、降雨時に当該箇所の監視・警備を行うことで列車の安全運行の確保に努めている。一方、現地踏査を中心とする方法では植生の繁茂や踏査可能な範囲に制限があることなどから、不安定な地形を漏れなく正確にとらえることには限界がある。そこで今回は、正確な地形データが得られる航空レーザ計測技術を試験的に導入し、現状の斜面管理の精度向上に向けてその有効性を検討した。

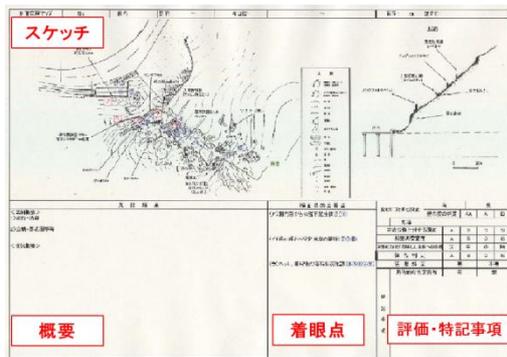


図 1：斜面防災カルテ

2. 航空レーザ計測の導入

今回は災害事例の多い呉線を対象として航空レーザ計測を試験的に導入した。航空レーザ計測には一般的に次のような特徴が挙げられる。1)植生・構造物などを取り除いた正確な地表面形状を三次元で確認できる 2)正確な横断面を連続的に確認できる（図 2） 3)三次元計測データが得られる 1)。現段階では 3)の標高データを利用した斜面災害に対する解析システムが構築さ

れていないため、今回は 1)・2)の特徴に着目し、三次元で確認した地形情報から得られた情報を整理した。

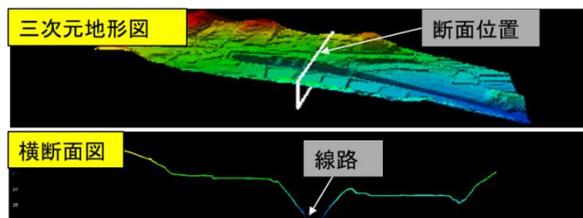


図 2：航空レーザ計測による地形図と横断面図

3. 航空レーザ計測による土砂災害の要因分析

近年発生した土砂災害事例 9 箇所を対象に、災害発生につながったと考えられる要因を斜面防災カルテ・航空レーザ計測結果からそれぞれ抽出し整理した。

(1) 分析事例 1：切土斜面からの土砂流入箇所

当箇所は風化した流紋岩類の地質からなる山地裾部を切り取った区間である。崩壊跡により形成された集水地形の下流に砂防堰堤が施工されているが、H28 年の豪雨により切土上部が崩壊して土砂流出し、崩土は線路際まで到達した。図 3 に今回比較した地形図を示す。まず、斜面防災カルテの記述を整理すると以下の 3 点の要因が読み取られる。1)全体に風化流紋岩が分布する 2)斜面中腹に崩壊跡があり崩壊や土砂流入の恐れがあるが、砂防堰堤が整備されているため線路への影響は小さい 3)砂防堰堤背面には 8 割程度土砂が堆積している。1)～3)の情報から、不安定な地質や崩壊跡の有無、現在の砂防堰堤背面の状態などが読み取れる。一方で砂防堰堤上部の崩壊跡の規模や形状・ガリーの存在は読み取れず、発生する土砂流出の規模や砂防堰堤の効果を読み取ることが難しい。結果的に土砂流出が発生しても線路への影響は小さいと判断している。次に、航空レーザ計測の結果から判読される事項を整理する。4)複数のガリー侵食が崩壊跡に向かって伸びている 5)当該箇所・隣接箇所に崩壊跡の存在と規模が明確に認められる。航空レーザ計測によれば、雨水の集中流下から源頭部付近の崩壊を招く恐れのある地形条件がより強く読み取れる。加えて、崩壊跡の形状を正確にとらえることで次なる崩壊の規模をある程度予

キーワード：航空レーザ計測，維持管理，斜面防災

住所：広島市東区二葉の里 3 丁目 8-21 広島土木技術センター TEL：082-261-3422 FAX：082-261-3428

測でき、下流の砂防堰堤の堆積状態を「望ましくない」とする判断根拠にもなり得たと考える。

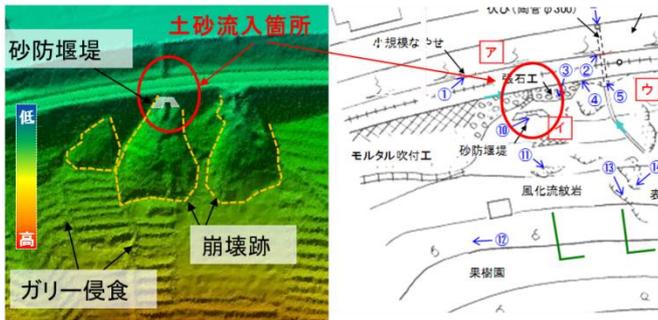


図 3：航空レーザ計測（左）と斜面防災カルテ（右）事例 1
(2) 分析事例 2：切土斜面の崩壊箇所

当箇所は扇状地内の両切土区間であり、H22年の豪雨によって約 2000m³の土砂が崩壊した箇所である。当該のり面は張コンクリート工が施されており、崩壊時にのり面に大きな亀裂が発生していた状況などから、のり面工背面への浸透水が崩壊の主な原因であるとされている。図 4 に今回比較した地形図を示す。まず斜面防災カルテの記述を整理すると、以下の 3 点の要因が読み取られる。1)地質は粗粒の花崗岩と風化流紋岩からなる 2)張コンクリートに水平方向のひびわれが存在する 3)のり肩上部は平地(畑)であり、排水こうは整備されていない。以上の記述から、風化した土砂の存在、のり面工の不安定な状態、のり肩部に雨水が浸透しやすいことなどが読み取れる。一方で豪雨時に当該箇所に水が集まる要因を読み取ることはできなかった。次に航空レーザ計測結果から読み取れる情報を整理すると 4)山地に囲まれた扇状地地帯を切り取っており、当該線路の両切土部に向かって周辺地盤の勾配が低くなるということが読み取れる。ここから、一帯の山地から流出した水が線路方向に集中する広域の集水地形であることが読み取れた。航空レーザ計測によって、斜面防災カルテや現地踏査では把握しきれない広域的な勾配を捉えることができた一例である。

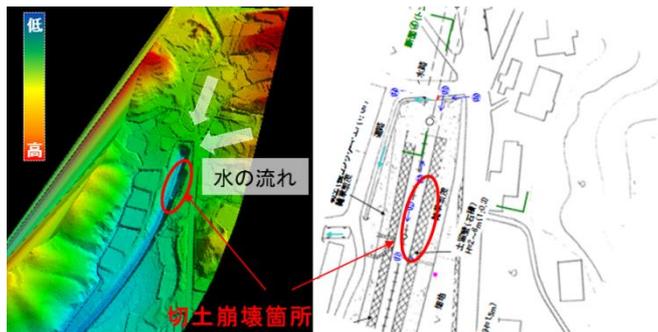


図 4：航空レーザ計測（左）と斜面防災カルテ（右）事例 2

(3) 結果の整理

同様の分析を災害箇所 9 事例について行い、斜面防災カルテ・空中写真等から判読できた要因と、航空レーザ計測結果から判読できた要因をそれぞれまとめた(表 1)。この結果から、斜面防災カルテでは地質、構造物の種類と状態、植生や湧水の有無などの周辺環境の状態を把握する情報が充実していることが確認された。さらに航空レーザ計測を活用することで、広域的な土地の高低差や、侵食・崩壊跡などの地形変化、構造物の規模などを正確にとらえることができた。これにより平面図や現地踏査ではつかみづらい水の流れや、崩壊の規模を推定しやすいことなどが確認できた。

表 1：災害要因の整理

	斜面カルテ	航空レーザ計測
地質	■風化花崗岩・風化流紋岩の分布 ■礫質の多い扇状地地帯	□ゆるい傾斜からなる扇状地地帯末端の切土
集水地形	■等高線から判断した集水エリア	□崩壊などによる地形変化を考慮した集水地形 □広域の土地の高低差 □道路勾配
地形的変化	■侵食・崖錐堆積物・崩壊跡の有無	□侵食・崖錐堆積物・崩壊跡の有無(抜け漏れなく)・正確な規模・位置
構造物の種類と状態	■構造物の有無と種類 ■構造物のひび割れ(位置・形状・大きさ) ■排水こうの有無・堆積状況	□構造物の位置・形状・規模
植生	■崩壊箇所上部に竹林が分布	-
湧水	■のり面工からの湧水	-

4. 結論

今回は 9 箇所の災害事例を元に、航空レーザ計測を活用することで新たに把握できる要因を分析した。これまでの現地踏査中心の管理では、地点ごとの状況をつなぎ合わせながら全体を把握しようと試みるものであるため、地形変化の有無や規模・形状の把握精度に限界があった。航空レーザ計測を活用することで、地形全体を抜け漏れなく正確に、かつ直感的に把握できることから新たな要因を把握することが可能になった。今後は、航空レーザ計測を活用した継続的な災害事例分析を行い、着眼点を蓄積していく。その結果重点警備箇所の精度を向上させ、災害時の更なる安全・安定輸送の確保に努めていきたい。

<参考文献>

1)新名恭仁,牧澄枝,棚野博,大野勝正,佐田一徹,白杵伸浩,「航空レーザ計測技術の斜面防災への活用に向けた取り組み」,施設技術 vol2, 2016, p25-30