

# レーザプロファイラー技術の活用による 道路防災点検について

見明 啓吾

相模原市 都市建設局 道路部 路政課 (〒252-5277 神奈川県相模原市中央区中央2丁目11番15号)

平成30年の台風第24号の影響により、国道413号において、大規模な土砂災害が発生したことから、本路線の山間部を対象に、斜面地の調査及び点検を実施した。本調査は、航空レーザ計測により、要注意箇所を抽出を行うことで調査の精度向上や効率化を図っており、道路防災点検としては新しい取組みと考えている。本稿では、調査結果を踏まえた災害発生メカニズムの考察と同様の災害が想定される箇所の抽出について発表する。

キーワード 道路防災点検, 航空レーザ測量, 土層強度検査棒, 地形判読

## 1. はじめに

平成30年の台風第24号の影響により、国道413号において、大規模な土砂災害が発生した。被災箇所は年に一度、道路防災カルテ点検で現地を確認していたが、崩壊が発生した斜面は、点検範囲の道路敷より水平距離で100m以上山側の保安林であり、大規模な崩壊を予測することができなかった。そこで、同様の土砂災害が発生する危険性がある箇所の把握を目的とし、点検及び調査を実施することとした。



図-1 発災箇所の UAV 画像 (10月10日撮影)

## 2. 台風第24号の災害の概要

発災場所は、道路上方の自然斜面地であり、台風第24号が通過した10月1日未明に発災したもので、図-2のように連続雨量が251.5mm、時間最高雨量は59mm/hを観測し、発災までの4時間で160mm以上の降水量を記録した。また、最大瞬間風速は付近の観測所で42.2mを観測した。

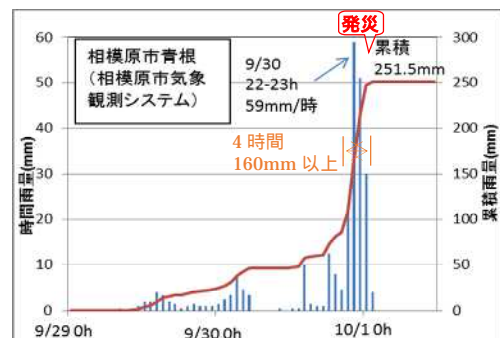


図-2 発災までの降水量

崩壊が発生した周辺の地形は、幅80m奥行き150m程度の0次谷(一次谷より上流の源頭部の集水地形)で、35度から40度程度の斜面勾配である。道路から滑落崖までの比高差は約100mであった。地質は新第三系の安山岩を基盤とし、それらを火山灰(ローム)が被覆している。(図-3)

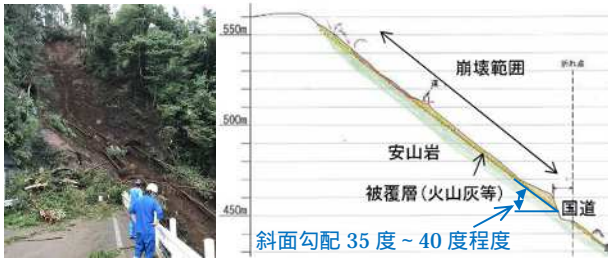


図-3 発災後の状況及び発災箇所の断面図

この地形条件が、火山灰等の被覆層の安息角に近い適度な勾配であったため、火山灰等の未固結堆積物が流れ落ちることなく付着したような状況となっていたものと考えられる。

以上のことから、今回の災害は、豪雨により、飽和度が上昇した火山灰等の未固結堆積物が不安定化し、崩壊に至ったものと推測した。

既往文献<sup>1)</sup>によると、この地域には過去の富士山や箱根の噴火による火山灰の堆積の層厚が合計 85 ~ 140cm 程度分布しているものとされており、被災箇所露頭の状況は、図-4 の火山灰層が、層厚 1.3m 程度確認することができ、概ね文献と一致した。



図-4 被災斜面の露頭状況写真

### 3. 点検・調査方法の検討

国道 413 号の山間部は、尾根や谷などの浸食で形成された地形が広範囲に分布しているため、災害箇所と類似する斜面が他にも存在する可能性があるこ

とから、類似した斜面を効率的かつ見逃しが少なく把握可能な手法を検討することとした。

飽和度上昇に伴う斜面崩壊が想定される地形を探すためには、集水地形の把握に加え、未固結堆積物の層厚調査を要するが、全てを現地調査により確認することは膨大な労力が必要であり、困難である。

このことから、広範囲の山間地の地形調査で最も有効であると考えた手法が、航空機（回転翼機）を用いた精度の高いレーザ計測の結果から地表面の状態をあらわにするレーザプロファイラー技術を活用した地形判読である。

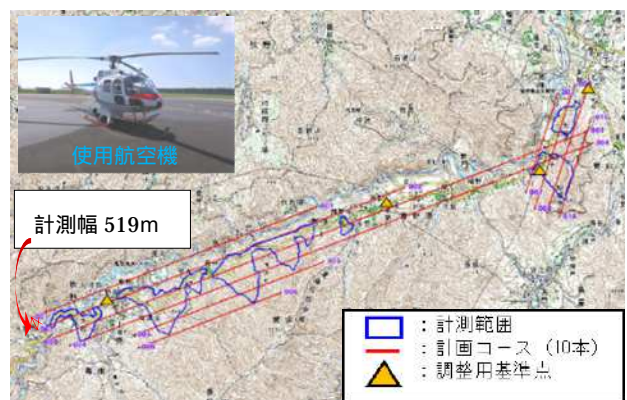


図-5 使用航空機及び計測計画コース図

計測範囲については、国道 413 号の山間部全線において、道路への影響が想定される斜面崩壊範囲及び土石流の流域界を含めた範囲の地形形状を計測することを目的とし、図-5 に示す計測コースを設定した。

表-1 に航空レーザ計測諸元を示す。

表-1 航空レーザ計測諸元

項目	単位	設定値
レーザ 発射回数	Hz	100,000
スキャン角度	度	± 30
飛行速度	km/h	100
飛行対地高度	m	450
計測点間隔	m	約 0.5
デジタル地上画素寸法	cm	約 11

今回の調査では、航空レーザ計測の数値標高モデルから各種地形図を作成し、0次谷かつ土砂が堆積するのに適度な勾配となる斜面のほか、落石のおそれがある箇所等も抽出するため、0.5m四方のメッシュの範囲に1点以上の密度でスキャンすること(図-6)で、より細かい地形情報を取得することとした。

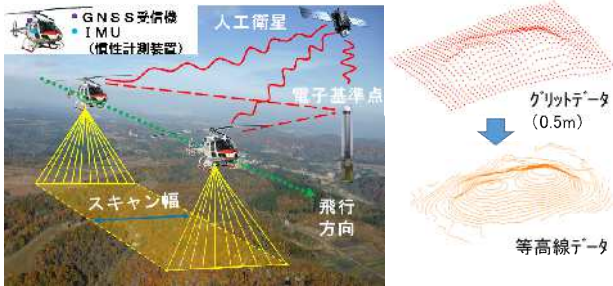


図-6 航空レーザ計測の概念図

#### 4. 点検・調査の実施

レーザ計測と同時に空中写真を撮影し、正射投影に変換したオルソ画像と、グリッドデータにより作成した立体画像である地形起伏図(図-7)から、地形判読を行い、要注意箇所の抽出を行った。



図-7 地形起伏図

オルソ画像からは、荒廃地、倒木、構造物等の地物を確認し、地形起伏図からは、崩壊地、沖積錐等の微地形の読み取りを行い、地形判読を実施し、その結果を縮尺2500分の1のコンター図にまとめていく作業により、要注意箇所を抽出した。(図-8)

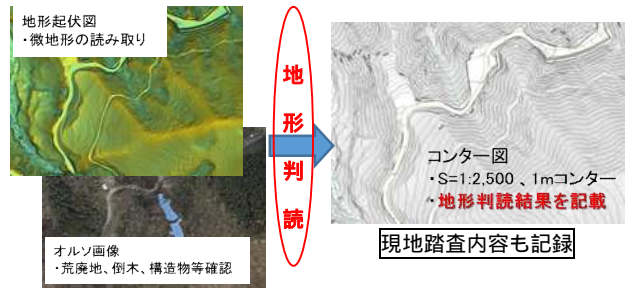


図-8 地形判読作業内容

抽出した要注意箇所は、現地調査を実施し、被災箇所の類似斜面では、土層強度検査棒(図-9)により、火山灰等の被覆層の層厚の確認を行った。

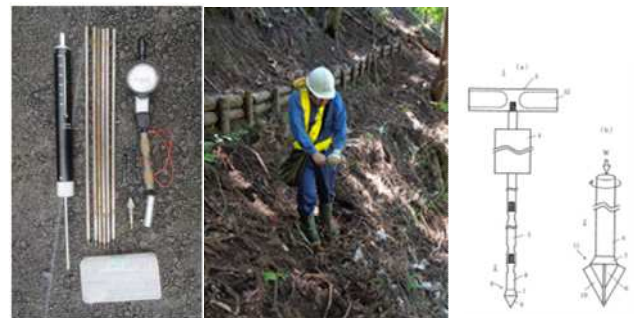


図-9 土層強度検査棒

#### 5. 点検・調査の結果

レーザプロファイラ技術を活用した地形判読をすることで、現地調査箇所を絞り込めるため、調査及び作業の効率化を図ることが可能となった。

この点検・調査で抽出した災害箇所の類似斜面の事例を、図-10に示す。

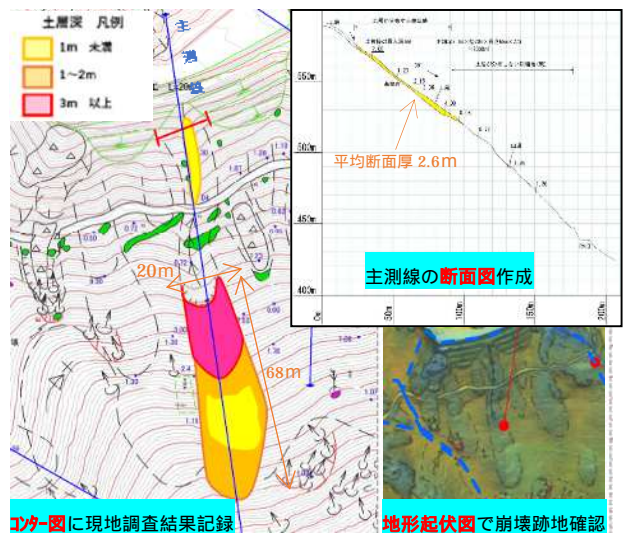


図-10 災害箇所の類似斜面の抽出例

地形起伏図により、点線部に崩壊跡地とみられる地形が読み取れ、集水地形の中央部を主測線（コンター図中青色線）とし、断面図を作成した。勾配は40度程度で、斜面上層部の層厚が平均2.6m程度と厚いことを現地調査で確認した。想定崩壊範囲は深さ2.6m、幅20m、長さ68m程度となる。

また、災害箇所と類似斜面の他に、地形起伏図の読み取り及び地表調査により、道路から離れた場所で、転石・浮石等が確認でき、これまで、徒歩等による道路点検で抽出されていなかった、岩盤崩壊に伴う落石が懸念される箇所も数箇所抽出できた。

岩盤崩壊などの土砂移動現象が疑われる箇所については、崩壊機構や対策検討のために、無人航空機（UAV）を使用して、より詳細な地形形状を計測する（地図情報レベル250）予定であったが、今回の調査では、不安定岩塊の分布が確認できるなど、回転翼機による計測データでも十分な精度の地形起伏図（図-11）が得られたことから、UAVによる計測を行わず、現地の地表調査により、浮石・転石の大きさや形状、安定度を把握することとした。

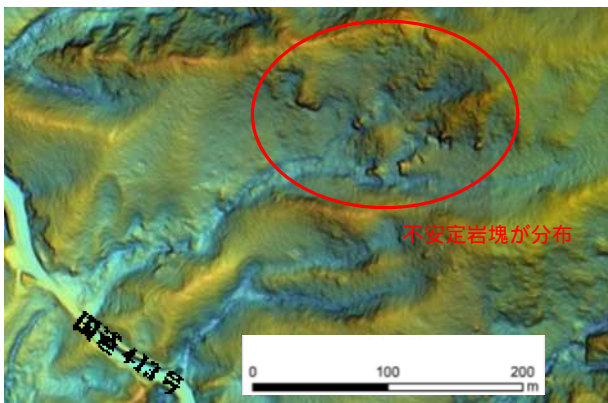


図-11 地形起伏図から抽出した落石危険箇所

抽出箇所については、安定度調査を実施し、カルテを作成するとともに、崩壊した際の土砂量の算出や、落石エネルギー等を算出し、応急対策工の検討及び常時観測計画の立案を行った。

## 6.まとめ

本調査は、レーザプロファイラー技術を活用した地形判読による要注意箇所の抽出から、現地踏査及び土層強度検査棒による確認を行い、危険箇所の抽出を実施したものであり、道路防災点検としては先進的な手法といえる。広範囲の調査を要する山間地の路線において、従来の縮尺2500分の1の地形図や空中写真等による机上調査から絞込みを行う手法と比較し、本調査手法は、写真等では捉えられない樹木を透過した地形情報が取得できることにより、確実性や、効率性の観点からも有効であった。

レーザプロファイラー技術を活用した地形判読は、担当技術者の経験や技量に委ねられているところが課題であるが、AI技術を活用する研究が進められているため、今後は効率化や判読精度の向上も期待できる。

また、抽出したデータは、道路防災事業の調査・設計だけでなく工事やその後の維持管理、バイパスの検討の基礎資料としても活用が可能である。定期的なデータ取得が可能であれば、周辺斜面の変状把握にもなり、安全性向上につながるものと考えられる。

おわりに、今回の地形判読では、地図情報レベル500のグリッドデータで効果が見込めたことから、今後のレーザスキャナ機器の技術革新や飛行計画の工夫（回転翼機の使用）などにより、一般公開される基盤地図情報データとして、地図情報レベル500程度のデータを広域的かつ定期的に取得できるようになれば、様々な防災・減災の取り組みやインフラの整備・維持管理などに広く活用できるものと考えられる。

## 参考文献

- 1) 町田洋・新井房夫(1992), 火山灰アトラス - 日本列島とその周辺