

山形自動車道 中の沢地区に接する地すべり地帯で実施した 航空レーザー計測の効果について

東日本高速道路(株)	法人会員	大林 正和
東日本高速道路(株)	法人会員	多田 誠
(株)ネクスコエフ・コリアン 東北		安田 賢哉
国際航業(株)	法人会員	高見 智之
国際航業(株)	法人会員	福島 昇

1. はじめに

山形自動車道の西川 IC～月山 IC 間に位置する中の沢地区は、新第三紀中新世の堆積岩類・火山砕屑岩類の脆弱岩地帯にあり、約 20ha にも及ぶ大規模な地すべり地帯である（図 1）。この地区は建設当初より動態観測と地すべり対策工を実施してきているが、その効果により地すべり挙動は年々減少しつつある。しかし、あまりにも大規模であるため現在計測中のパイプ歪計等で捉えられる挙動と現地測量による地表面挙動とが必ずしも関連していない状況が見受けられ、今後の対策工の検討にも大きな影響を及ぼす可能性がある。本報文は、原因を解明すべく航空レーザー計測を用いて詳細な地形データを取得し、その効果について報告するものである。

2. 背景と目的

中の沢地区における調査は、平成 2 年度より地すべり動態観測として、数多くの調査・観測孔が設置され、同時に設置された変位杭や GPS 観測点、基準点測量等の継続的な監視が行われ、観測を開始後最大 1m ほどの移動が確認されているところもある。さらに、地すべり縁辺部に当たる風明山トンネルでは、平成 8 年度にトンネル坑口上部に地すべりを確認し、それ以降対策工及び各種観測や調査が実施されてきた。

しかし、当地区の地すべり末端部はダム貯水域に水没していること、緩傾斜面に発達する複数の地すべりブロックが複雑に絡め合う構造となっていることから、未だに地すべりの全容の把握に至っていないのが現状である。

このような状況のもと、公共性の高い高速道路を維持・管理していくには、地すべりの現況を長期間継続して把握し、地すべり機構の解明、追加対策の有無判定及び対策工設計に資することが目標となるが、これらにたどり着くためには幾つかの調査手法を用いて総合的に解析し評価する必要がある。そこで、今回は航空レーザー技術を用い、地すべり地帯の現況詳細地形を取得することで、地すべり地形の抽出・再検討を目的とした。なお、今回の計測は現地位置情報の初期値を得ることになるため、今後の計測と比較・検討する際の基礎資料となり得る。

航空レーザー計測は、近年の機器の改良・普及により装置の精度が向上したため、広範囲を短時間に精度良く位置情報を取得できる上、計測後のデータ処理も容易になる等の利点がある。さらに、通常の現地測量に比較してコスト的に割安であり、コスト縮減の効果も大きい。

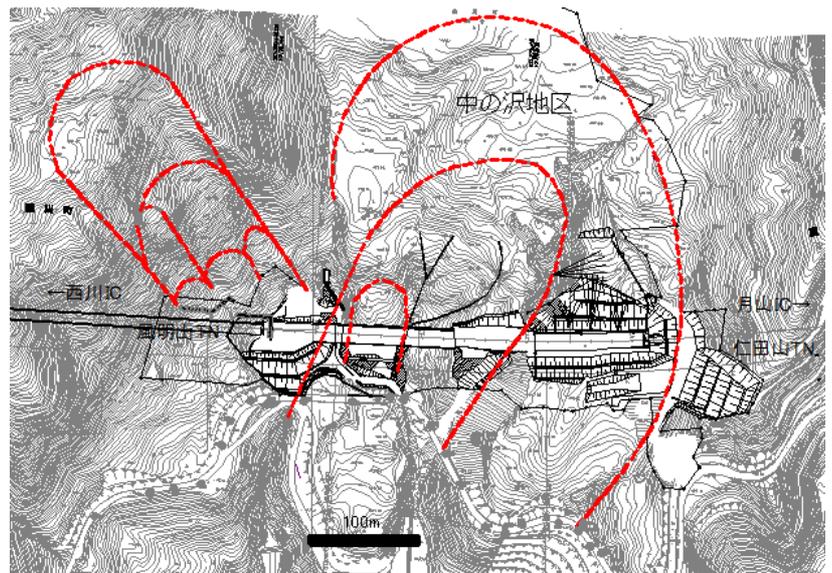


図 1 中の沢地区地すべり平面図（中央部が高速道路）

3. 航空レーザーの実施

航空レーザー計測を行うにあたっては、計測時期やレーザー点密度に注意した。特に、レーザー点密度は対象が山間部で植生が多い地区なので50cm四方に1点以上で実施した。計測データからDEM(数値標高モデル)に換算し、これから等高線図や傾斜量図・デジタルオルソフォト(歪の無いデジタル写真)等の地形解析図を作成した。これらの解析図を活用し、地すべりブロックの地形判読・抽出を行った。

4. 航空レーザーの評価

高レーザー点密度の計測により精度の高いDEMを得ることができ、下記の様な利活用が可能となった。

- 1) 全体像の客観的把握：カラー標高傾斜図や鳥瞰図(図2)を作成し全体を俯瞰することで、斜面上の地すべり地形の全体像を把握することができる(回転やストレッチが自由)。
- 2) 地すべり微地形・ブロックの詳細把握：傾斜量図を作成することで、地すべり地形特有の段差や凹地等の微地形の抽出が容易となり、その位置や形状を客観的に把握することができる。また、これらの微地形から、地すべりブロックを詳細に区分し把握することができる。
- 3) 微地形からの変動評価：微地形の分布・形状・開析状況から、地すべりブロックの変動特性を推定することが可能となる。
- 4) 地すべり断面図への地形反映：断面図ですべり面形状を推定する際に、滑落崖の正確な位置と地形勾配から頭部のすべり面の傾斜角を精度良く推定ことができ、末端位置も遷緩線から推定が可能となる。

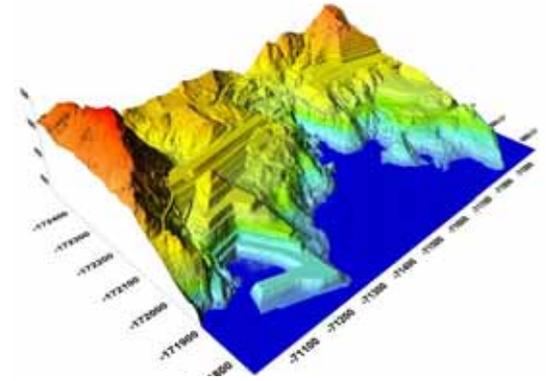


図2 鳥瞰図(橋梁部はフィルタリングにより除去)

5. 今後の展開について

航空レーザー計測からのDEMを活用することにより、現在道路斜面の滑落崖や凹地等の複雑な地形や段差等の微地形を客観的に抽出し、地すべりブロックの推定までに至っている。今後、以下のような項目について展開する計画である。

- 1) 地すべりブロック再区分と変動評価：詳細な地形解析および地表変動計測データから、地すべりブロックの変動特性と評価を行う。
- 2) 経時変化の把握：航空レーザー計測を繰り返し実施することで前回のデータとの差分を取り、微細な地形変化を経時変化として読み取ることが可能となる。
- 3) 3次元地質モデルの作成：ボーリングデータ等と組み合わせることで、3次元的な地質モデルを構築でき、あらゆる角度からのスライス断面図の作成が可能となる(図3)。また、モデルに土質定数や水位データを与えることで安全率を3次元的に把握できると共に、ハザードマップの作成も可能となり、これに対応した計測管理体制を検討する。
- 4) 業務の効率化：詳細地形図・デジタルオルソフォトを活用することにより現地状況をいち早く把握できるため、次回の現地作業が効率的に実施でき、それによる精度の向上も期待できる。一方、CADとの相性も良く、解析されたデータの可視化が容易となる。

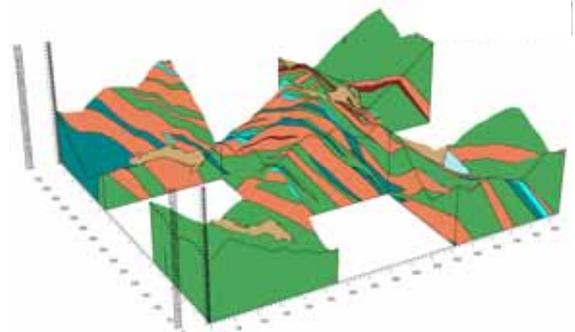


図3 3次元地質モデルの例

また、航空レーザー計測の利用は地すべりに留まらず、以下のような方面への応用も考えられる。

- 5) 積雪深の把握：積雪時に計測を実施し、無雪時のデータと比較することで雪庇や雪崩の発生予想等に活用できる他、融雪量も推定でき、春先の地下水水位上昇予測や集水井増設等の排水工検討の一助となり得る。

今後さらに中長期的な斜面管理のために、航空レーザー計測を繰り返し実施し、地すべり変動や人工改変などの斜面変化の面的な把握と監視に関して研究を進めていきたい。