

斜面の地形変位観測と崩壊発生に向けた監視観測体制の構築 - 山形県姥湯温泉地区における検討 -

Observing topographical displacement of the slope and distributing real-time hazard information in Ubayu hot spring

佐藤要¹, 手代木裕司¹, 須田洋平¹, 岩崎 智治^{2*}, 稲葉 千秋², 手束宗弘², 西村智博², 武智国加², 戸上愛²
Sato Kaname¹, Yuji Tesirogi¹, Yohei Suda¹, Tomoharu Iwasaki^{2*}, Chiaki Inaba², Munehiro Tezuka², Tomohiro Nishimura², Kunika Takechi², Ai togami²

¹ 国土交通省福島河川国道事務所, ² 国際航業株式会社
¹Fukushima office of River and National H, ²KokusaiKogyo Co.,Ltd.

1. 検討の概要

山形県米沢市南東部に位置する姥湯温泉周辺は、大規模な温泉変質地帯となっており、岩盤の風化・変質による裸地化の進行と経年的な落石・崩落に伴う岩壁・岩峰や崖錐斜面の不安定化が顕著で、平成以降でも大規模な斜面崩壊が2回発生し、温泉施設に大きな被害を与えている。また、温泉施設は最も近い集落から10km以上離れた山間地に位置しており、豪雨等による広域土砂災害が発生すると孤立する可能性が指摘されている。

本検討では、斜面崩壊に関連する斜面の変位を事前あるいは直後に検知し、住民・観光客が自主避難を行う際の判断に役立つ情報を提供することを目的として、以下のような実証検討を行った。

- 地上型レーザースキャナを用いた地形計測により2年間の地形変化量を把握
- 高精度 GPS センサーによる斜面の地形変位に関する継続的な観測
- 斜面崩壊検知センサーによる崩壊発生の直接監視
- 雨量計による雨量観測および地形変位との関連の検討
- 監視観測情報の即時配信による情報共有

2. 斜面の地形変化量の把握

斜面を直接監視するにあたって、機器の設置箇所や不安定化しやすい部分を特定する目的で、地上型レーザースキャナにより高精度な地形データを取得した。また、経年的な地形変化を把握するために、1回目のデータ取得から約2年後に同じ範囲のデータを再取得し、差分解析を行うことにより地形変化量を可視化した。

その結果、平成18年の崩壊で生じた馬蹄形の崩壊地周辺で、急崖部では侵食が進行し、その直下では鉛直方向に最大50cm程度土砂の堆積が進行している状況が確認できた。また、単発的な落石の発生源や崩落規模についても精度良く把握できた。

3. 最新の機器を利用した斜面の監視観測

温泉湧出地点周辺で継続的に不安定化が進行していると考えられる斜面内に、高精度 GPS センサーを4基設置し、斜面の変位進行状況を観測した。また、同様の範囲に斜面崩壊検知センサーを25基設置し、崩壊発生を瞬時に検知する監視体制を構築した。これらの監視観測機器と併せて雨量計を設置することにより、崩壊発生や斜面の変位と雨量の関係についても検討できるようにした。

機器設置から2年間観測を続けているが、GPS センサーでは各地点とも斜面下方に向かって十数 mm 変位していることが観測され、降雨時に変位が進行するケースも観測された。一方、斜面崩壊検知センサー設置範囲では崩壊が発生していないため、現時点では崩壊の検知情報は取得できていない。

4. 監視観測情報の共有

高精度 GPS センサーの観測データは、専門の監視センターにて24時間監視しており、基準値以上の変位が観測された場合には関係者にメール・電話で通報することとなっている。また、雨量が一定の基準を超過した場合や斜面崩壊検知センサーが発報した場合には、現地でサイレンおよび回転灯が作動して警報を発するほか、メールにて自動的に関係者に情報が送信される仕組みを採用しており、即時に情報が共有できる体制となっている。

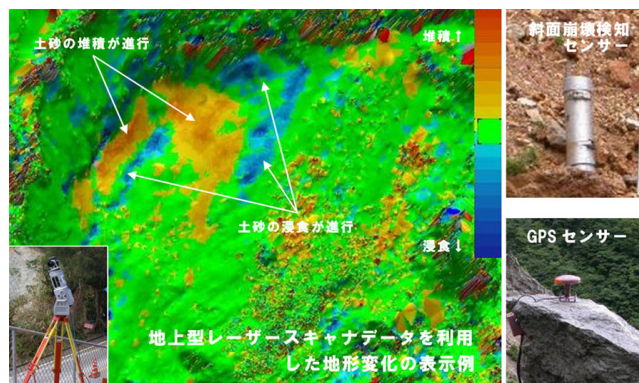
5. まとめと今後の展望

地上型レーザースキャナでは数 cm オーダーの地形まで詳細に取得できることから、計測対象範囲が限定的であれば精度良く地形状況を記録できる。また、計測時期の異なるデータを用いて差分解析を行うことにより、地形の経年変化が精度良く把握でき、斜面が不安定化する地形変化プロセスを面的・三次元的に可視化することが可能となった。

監視観測機器を用いた観測では、高精度 GPS センサーにより斜面の断続的な変位が観測された。変位の発生は季節や降雨との関連が示唆されるデータが得られていることから、さらに長期の観測によりその特性が明確になる可能性がある。また、雨量計と斜面崩壊検知センサーを含む監視観測機器、その情報を即時配信するシステムを実用化したこと

により、住民が身の回りで起きている状況を知り、自ら判断して避難行動を起こすための支援という、土砂災害の減災に向けた新たなソフト対策の選択肢を示せた。

なお、検討対象地区は豪雪地帯に位置しており、冬期の立ち入りが制限されることから、冬期のデータが取得できていないのが課題である。



キーワード: レーザー計測, 差分解析, GPS センサー, 斜面崩壊検知センサー
Keywords: Laser Scanning, Increment, GPS Sensor, Slope failure Detection Sensor