

広島西部山系における斜面監視システムの構築

国土交通省 中国地方整備局 太田川河川事務所 瀧口茂隆・光井伸典
独立行政法人 土木研究所 内田太郎・秋山浩一・伊藤洋輔

1. 背景

土砂災害に対する警戒避難の判断基準は、降雨量を指標として運用が進んでいるが、事前に避難が勧告された事例は必ずしも多くないのが実態である。その理由の1つとして、土砂災害は突然発生し災害発生直前まで切迫性を感じにくいといったことがあげられている¹⁾。一方、その地域周辺で土砂災害が発生し始めているといった情報をリアルタイムで入手できれば、行政も住民も自らの危険として認識し、避難行動につながりやすいと考えられる。しかし、土砂災害の発生に関する情報は基本的には目視による確認によってのみ得られており、リアルタイムで入手するのは困難な状況にある。そのため、機能を斜面崩壊の発生検知に限定し、安価かつ長期間メンテナンスなしで、斜面に容易に設置可能な斜面崩壊検知センサーの開発が行われてきた²⁾。

斜面崩壊検知センサーは、安価かつ長期間メンテナンス不要であるものの膨大にある崩壊のおそれのある斜面を全て監視することは困難である。そこで、崩壊のおそれが相対的に高い場所に優先的にセンサーを設置することができれば、より効率的・効果的に監視することができると考えられる。また、広島西部山系の土石流危険渓流は流域面積が小さく、土石流発生から谷出口に達するまでの時間が短く、通常の流下区間における土石流検知に加えて、少しでも早く危険を察知する手法を開発することが、工事の安全管理上、重要である。

そこで、太田川河川事務所は土木研究所と連携し、土砂災害に関する警戒避難技術の高度化および流域面積が小さい溪流における工事中の安全管理技術の高度化を目指し、表層崩壊発生危険度評価手法と斜面崩壊検知センサーを組合せ、新たな監視技術の検討を行った。

2. 表層崩壊発生危険度評価

2. 1 手法の概要と適用性の検証

表層崩壊の発生危険度評価はH-SLIDER法³⁾を用いて実施した。H-SLIDER法は、実測の地形、土層厚等を入力し、①間隙水圧が定常状態、②地下水の流れはダルシー則に従う、③無限長斜面安定解析で安全率が1.0となった時点で表層崩壊が発生する、④地表流による侵食現象は生じない、と仮定し、表層崩壊が発生する可能性がある最小の降雨強度(r_c)を算出し、 r_c の大小で表層崩壊の危険度を評価する手法である。

ここでは、広島西部山系内の宮内地区を対象とし検討を行った。同流域内には、1999年6月に発生した表層崩壊が3箇所存在する。まず、簡易貫入試験を実施し、土層厚の分布を求めた。その上で、表層崩壊跡地内については、周辺の地表面地形から崩壊前の地表面地形を推定し、実測の基岩面地形を用いて、崩壊前の土層厚を算出した。 r_c の算出結果を図1に示す。図に示したとおり、崩壊地内の r_c の値は崩壊地外に比べて概ね小さく、崩壊の危険度を評価できていることを確認した。

2. 2 監視候補斜面の抽出

図1に示した r_c の算出結果より、1999年に崩壊が発生していない斜面のうち、図1に破線で示した範囲の r_c が小さくこの範囲を監視候補斜面とした。さらに、崩壊地内は依然として不安定な土砂が堆積しており、図1に点線で示した範囲に比較的厚く不安定な土砂が堆積していたことから、この範囲も監視候補斜面に加えた。

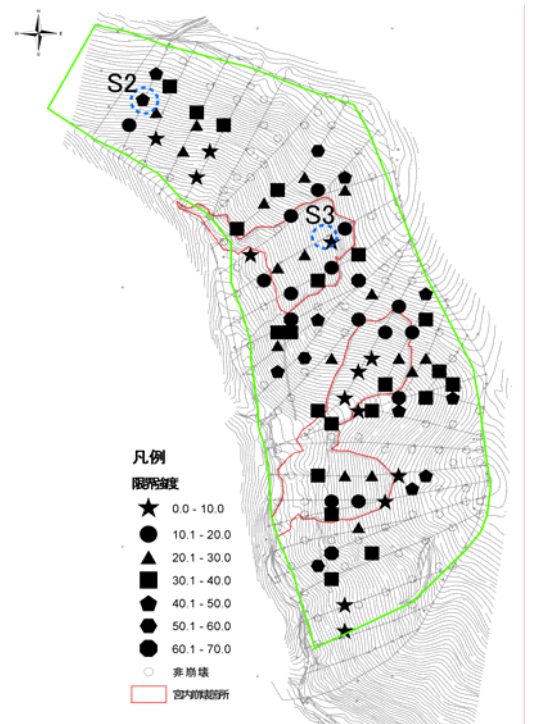


図1 危険度評価(r_c の算出)結果

3. 斜面崩壊検知センサーの配置計画の立案

3. 1 無線通信試験の実施

次に、崩壊検知センサーの無線通信可能距離は、伝搬経路上に存在する植生、地形などの状況によって大きく左右されるため、宮内地区において無線通信試験を実施した。試験には、転倒検知方式で特定小電力無線（1mW）を用いた斜面崩壊検知センサー（詳細は参考文献²⁾ 参照）を用いた。試験は、図 2 に示す通り、監視候補斜面のB2、B3に加えて、無線機能の確認のため、図 2 に示す 5 地点で実施した。試験では、センサーから発する無線信号の受信レベルを測定した。

試験結果を図 2 に示す。S1-A は、受信レベルが 108～118mV と小さかった。これは、フレネルゾーン（センサ～受信機間を結ぶ、無線伝搬範囲を示す回転楕円体）内における遮蔽面積（直線見通し上に存する尾根部が相当する）の割合が、図 3 に断面図を示したように大きいためと考えられる。S1-B については S1-A に近い位置条件ながら、距離が遠いこと、標高が高いことなどにより遮蔽面積の割合が小さくその影響を回避できているものと考えられる。S2～S5 については大きな地形遮蔽もなく、高い受信レベルを得られた。これらの結果により、宮内地区のノイズレベルが 100mV であることから、受信レベルが 120mV の箇所は通信可能であったとすれば、S1-B 及び S2～S5 においては斜面崩壊検知センサーの適用が可能であると言える。

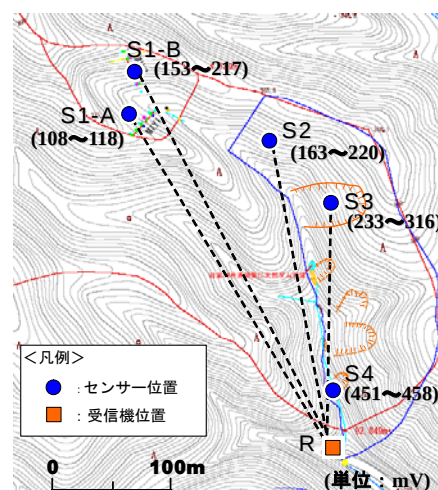


図 2 無線通信試験の位置図と結果
図中の数字は受信レベル

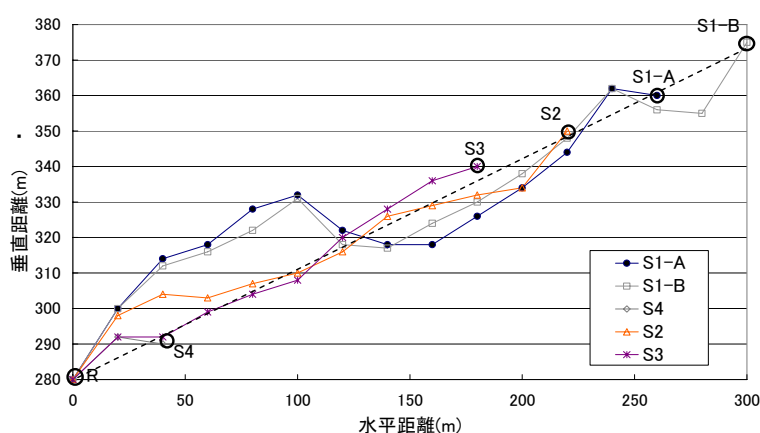


図 3 各センサ～受信機間の地形断面図

3. 2 配置計画の作成

以上の結果より、監視斜面候補の S2、S3 を含む S1-B 及び S2～S5 の 4 箇所にセンサーを設置し、R 地点（図 2）に受信機をおくこととした。その上で、検知情報を事務所及び工事関係者へ伝達するために、図 4 に示すシステムを設計した。

4. おわりに

本報告では、新たな技術（危険度評価手法、斜面崩壊検知センサー）を活用し、十分に行われてこなかった、斜面の監視について、新たな手法を検討した。今後は実際にセンサーの設置・試験運用し、ここで検討した仕組みの有効性・問題点について検討いきたいと考えている。

【参考文献】 1)国土交通省砂防部ホームページ：土砂災害警戒避難ガイドライン検討委員会、第 1 回説明資料、2) 柳町ほか（2008）土砂災害の警戒避難支援のための斜面崩壊検知センサの開発、平成 20 年度砂防学会研究発表会概要集 236-237、3)田村ほか（2009）表層崩壊に起因する土石流の発生危険度評価マニュアル（案）、土木研究所資料 No.4129

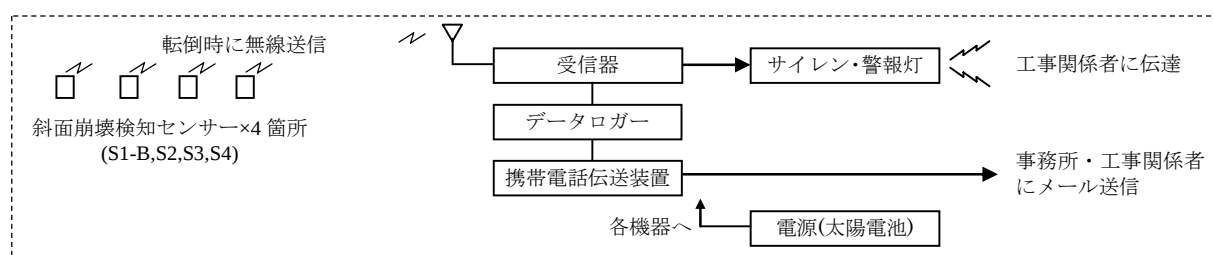


図 4 システムの構成図