

肘折地区で発生した崩壊斜面における変動監視

発注者 新庄河川事務所
受注者 奥山ボーリング株式会社
業務名 大蔵村肘折地区地すべり性崩壊地質調査
発表者 主任技術者 伊藤 和広



1. はじめに

本業務は、平成24年4月10日に発生した肘折地区の崩壊斜面において、崩壊の実態を把握するために、地質調査及び地すべり計器の設置・観測を緊急的に実施したものです。4月10日以降も背後斜面に変状が認められたことから、周辺斜面を含めた斜面の監視や応急工事及び調査が併行して実施され、崩壊拡大範囲の予測、被害想定等が必要とされました。ここでは、変動監視と崩壊予測、被害想定について紹介します。



図-1 業務実地位置

2. 発生した崩壊の概要

平成24年4月10日の崩壊（以下、1次すべりと呼びます）は、長さ約100m、幅約60m、最大深度約25m、移動した土量は約5.2万 m^3 と推察され、約60m移動し銅山川を閉塞しました（図-2参照）。さらに5月13日、東側の背後斜面が拡大する形で崩壊（以下、2次すべりと呼びます）し、崩壊土砂は再度銅山川を閉塞しました（図-2参照）。2次すべりの規模は、長さ約170m、幅約60m、最大深度約35mで、新たに移動した土量は約7.8万 m^3 と推定されました。なお、写真-1に示している1次すべりの下流側の土砂と雪は東側の急斜面から崩壊したものです。



図-2 崩壊範囲平面図



写真-1 1次すべり崩壊直後の空中斜め写真

3. 変動監視方法

3.1 変動監視手段

1次すべり発生後、変動監視手段として、定点杭・地盤伸縮計（図-3）の他、監視員による斜面の目視点検を実施、緊急に掘削した1本の調査ボーリングに、パイプ歪計・地下水位計を設置してデータ収集を継続しました。変動監視機器位置を図-4に示します。

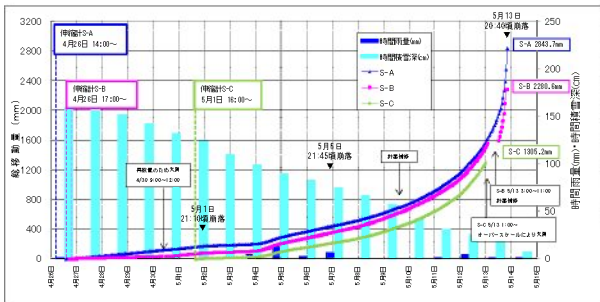


図-3 地盤伸縮計変動図

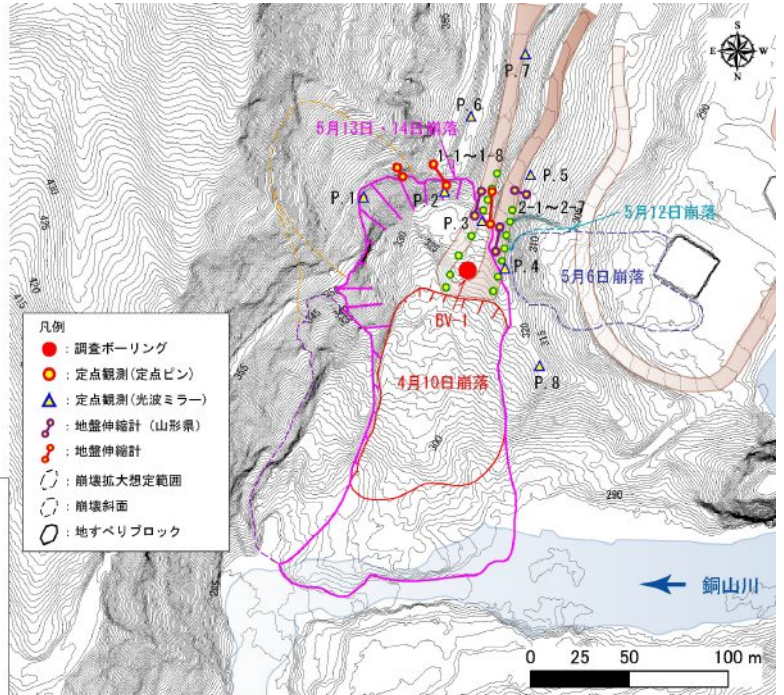


図-4 変動監視計器位置図

3.2 変動監視に必要とされた事項と対応

1次すべり発生後も変動が継続する斜面に立ち入って、調査ボーリングや計器観測・測量を実施しなければならず、観測データについては毎日の定期報告と変化が生じた場合の報告が求められました。このため、①迅速性、②情報の共有、③安全管理が重要事項となりました。

①迅速性

業務の指示を受け、緊急に作業を実施する必要がありました。このため、現地踏査実施後、監視機器の配置提案を行って、翌日には定点観測を開始し、毎日定時までデータ処理・報告を継続しました。調査ボーリングについては、変動を警戒しながら施工可能な位置を選定し、当日乗り込み、2日でパイプ歪計設置まで全て完了させました。この他、斜面の目視点検は24時間体制で監視を継続し、斜面に変化があった場合には速やかに報告するものとなりました。

②情報の共有

応急対策工事や他調査が併行されており、関係者全てに情報共有が求められました。定点・地盤伸縮計観測結果については、2次すべり発生後までの間、毎日、定時に関係者へメール送信するとともに、斜面監視により変化を発見した場合には状況写真や概要図も送信し情報共有を図りました。地盤伸縮計データについてはweb上で共有し、規定値を超えた場合には担当各位にメールを自動配信し、現地には警報・赤色灯の点滅で知らせました。

③安全管理

事務所と変動監視時の安全監視運用（案）を作成し、安全確保を図りました。基準値や規制条件を厳しくすると、現地の計器観測や斜面監視が出来ないため、ぎりぎりの線を協議して作業を実施しました。定点観測の際には、斜面監視員が小石の落下や、それに伴う音などで崩壊の前兆に気づき、危険を回避できた事もありました。

肘折地区における変動監視時の安全監視運用（案）

◆路上における機械ボーリング作業及び現場作業について

- ・地すべり現象の前兆（小石の落下、山鳴り、顕著な湧水など）があった場合は、監督職員と協議し作業を中止する。
- ・作業当日の朝に降雨があれば、観測は中止とするが、小雨の場合については、監督職員と協議し決定する。
- ・既往観測計器（山形県 S-1, S-2）で警報（4 mm/hr 以上）が出て地盤変動が生じている場合には、現地に立ち入らないことを原則とする。

4. 崩壊予測・被害想定

崩壊斜面下方での渡河施設応急工事への影響、隣接斜面への影響、肘折温泉街への影響とその対応策検討のため、変動監視結果に基づく崩壊予測・被害想定が必要とされました。

①崩壊予測

- ・現地踏査及び観測データに基づき、次の段階で崩壊拡大する範囲、土量、土砂流下方向・範囲を想定し、随時報告しました（図-5）。また、斎藤(1986)の図解法の基礎方程式を用い地盤伸縮計のデータから崩壊時間を想定し、随時報告しました（図-6）。
- ・崩壊後計測された LP データを用いて想定したすべり面で崩壊シミュレーションを実施し、土砂移動範囲と閉塞高さを想定しました（図-7）。

②被害想定

- ・想定した河道閉塞高さをもとに、上流域にある肘折温泉街も含めた湛水被害範囲を予測し、報告しました（図-8）。この湛水予想等に基づき、銅山川上流右岸への大型土のうによる応急的な築堤、排水ポンプ設備等の検討が実施されております。

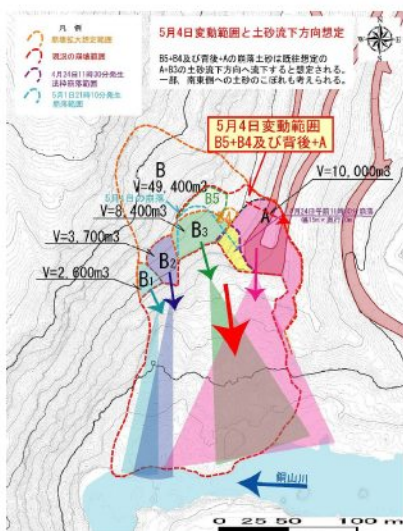


図-5 崩壊拡大予測(5月4日報告)

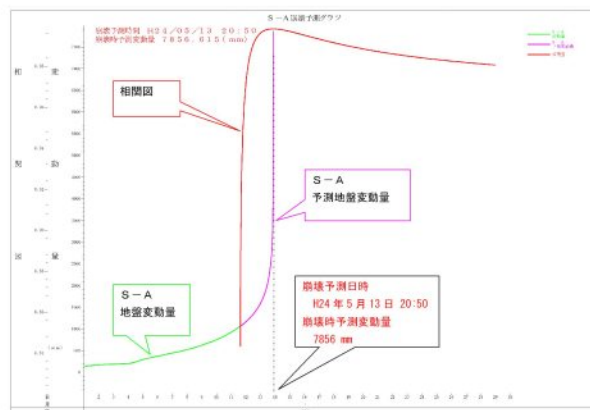


図-6 斎藤(1986)の図解法の基礎方程式を用いた崩壊時間の予測図(5月11日報告)

斎藤迪孝(1986): 斜面崩壊発生時期の予知に関する研究, 鉄道技術研究報告, No. 626(施設編第 267 号), pp. 1-53.

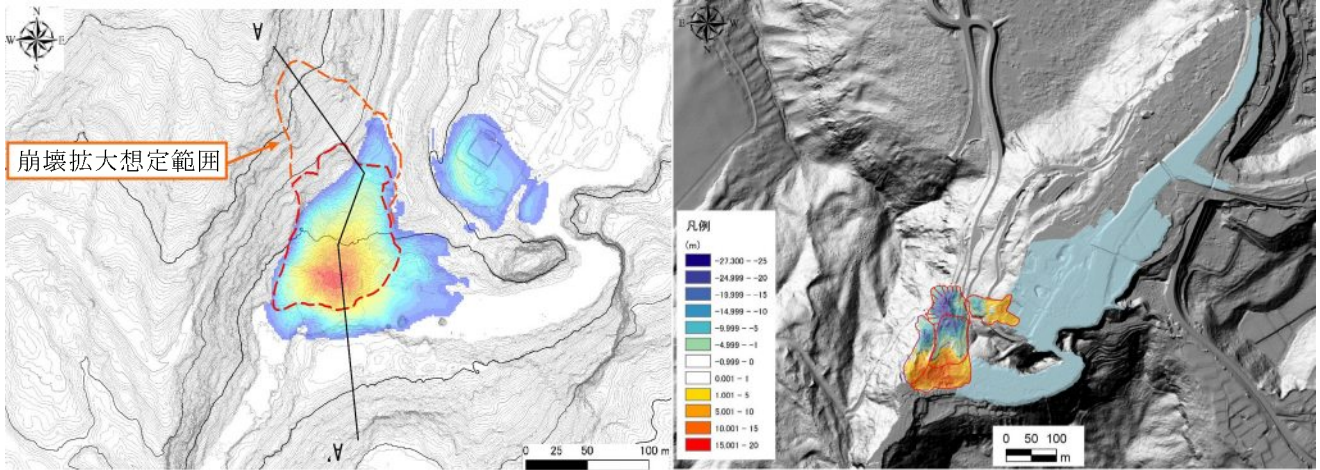


図-7 崩壊シミュレーション結果図(5月4日報告) 図-8 崩壊前後のLPデータの差分による平面図と浸水被害範囲(EL=289.00m)

5. おわりに

変動している斜面の監視では、人が斜面に立ち入らなくとも、変動状況の情報が無線やネット環境を介してリアルタイムで共有できるシステムを構築することが理想的です。現在、肘折地区においては、地盤伸縮計、パイプ歪計、地下水位計などネットを介してリアルタイムで情報が共有できるようなシステムを構築し運用しています(図-9)。

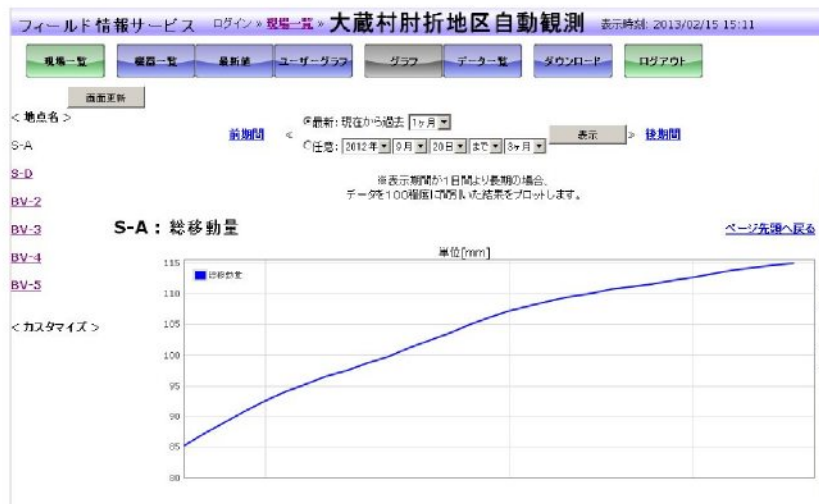


図-9 web 閲覧システムの例

最後に、肘折地区では2次すべり崩落までの間、国土交通省による24時間監視体制が敷かれ、事務所の職員の方々が交代しながら常駐されていました。職員の方々には、現地で稼働する工事や各調査の調整、事務所との情報共有、また、現地状況に対応した的確な指示を頂き、無事業務を遂行することができました。ここに感謝の意を表します。