

平成24年度

後志利別川で発生した地すべりと 斜面監視について

函館開発建設部工務課 ○溝口 昭吾
西藤 浩二
中根 賢志

平成24年4月、後志利別川の上流山付き区間（K P 2 9 付近）右岸斜面で地すべりが発生し、低水路河道を閉塞したことから、緊急的に現地を復旧する応急対策工事を実施している。本報では、今回発生した地すべりの発生要因や機構等について考察するとともに、現地で実施した斜面観測・監視体制の構築状況について報告するものである。

キーワード：自然災害、危機管理、災害復旧

1. はじめに

後志利別川は、その源を北海道瀬棚郡今金町の長万部岳（標高972m）に発し山間部を流下し、今金町、せたな町2町の市街部を流貫し日本海に注ぐ、幹川流路延長80km、流域面積720 km²の一級河川である。

平成24年4月19日、河口から上流29km付近の山付き区間において後志利別川の右岸側斜面で地すべりが発生。地すべりによる斜面崩落の規模は、斜面方向最大約200m、流水方向最大約160mと大規模なものであり、移動土砂量は約41万m³と推定され、この内、約4万5千m³の土砂が後志利別川の低水路河道を閉塞した。



図-1 箇所図

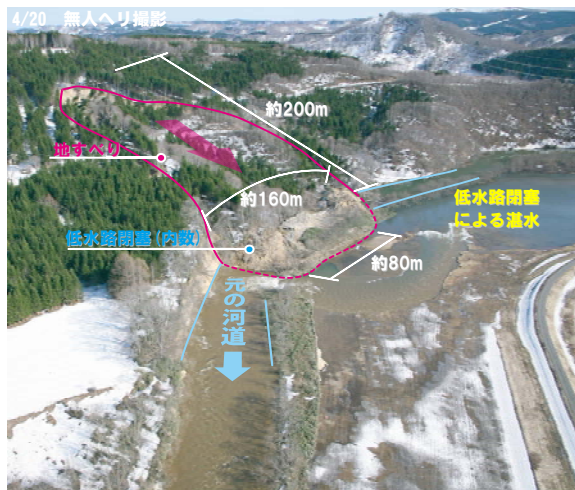


図-2 地すべり全景写真

Syogo mizoguchi, kouji saitou, satoshi nakane

周辺人家等への被害は発生しなかったが、流水の堰上げによる河川水位上昇と高水敷侵食の進行により、氾濫被害を発生する恐れがあったことから、緊急的に現地を復旧する応急対策工事を実施している。

本報では、今回発生した地すべりの発生要因、機構等について考察するとともに、斜面が再移動する危険性がある中で工事を実施するうえで現地で執った斜面観測および監視体制の構築状況について報告するものである。

2. 発生要因と機構

(1) 気象による要因

平成24年のアメダス（今金）における積雪深の状況を見ると、例年であれば無くなる4月上旬に50cm近くの積雪が残っている。図-3に示すとおり発災直前の約1週間で急激に融雪が進んでおり、斜面の土中間隙水が一気に上昇・飽和したことが推察される。

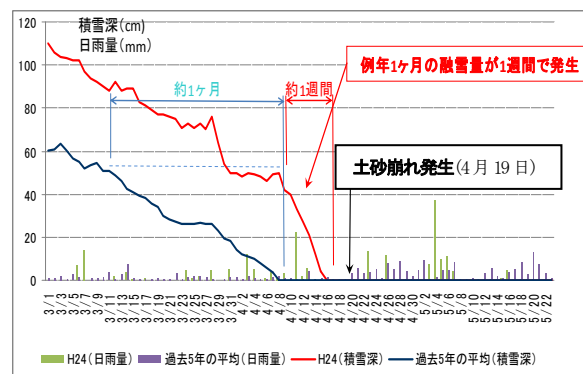


図-3 積雪深・日雨量の推移（アメダス（今金））

(2) 地質・地形による要因

当該斜面周辺の地質は、新第三紀後期中新世～鮮新世にかけての黒松内層～八雲層の境界付近に相当する

泥岩～シルト岩を主体とし、凝灰岩を挟在する風化しやすい性質を持っており、背斜構造の西翼にあたることから、地質面は川に向かって傾斜(周辺露頭で15～20°程度)する流れ盤状を呈している。

周辺には地すべり地形が密集しており、今回、地すべりを発生した斜面は、これらに取り囲まれる位置にある。また、後志利別川が蛇行する中で、いわゆる攻撃斜面に位置し、河岸部ではこれまでも侵食が進行していたと考えられる。



図-4 空中写真判読結果(地形図)

当該地すべりの端部には、高さ8m程度の高まりが認められ、最大の特徴となっている。この高まりを構成する崩積物の内部には河床礫や河床に露出していたことを示す岩石の模様(リップルマーク)、地すべりの面粘土(スリッケンライン付)など深部の地質が隆起した痕跡を含んでおり、地すべり先端が河床以下のレベルに潜り込んだ際に破壊された地すべり移動体の破砕物と河床の地質が隆起したもののみからなると考えられる。

これらのことより、風化帯の厚い既往の地すべりおよびその周辺部の物理的な性質が劣化していたところに、今春の融雪が引き金となって崩壊。その端部は河床以下の深部に潜り込んで停止し、当初の河床を隆起させたものと考えられる。



図-5 全景写真



図-6 地すべり端部写真

なお、空中写真判読の結果、斜面中央の滑動ブロックは破壊、変形せずに斜め下流(N78W)方向に移動しており、移動距離は平均で29m程度であった。

また、ボーリング調査の結果、シルト岩の内部20～30mの深度に、地表面とほぼ並行した構造で薄い凝灰岩が挟在しており、この岩層に今回の地すべり面を確認している。



平成23年11月撮影

平成24年4月撮影

図-7 崩壊前後空中写真比較

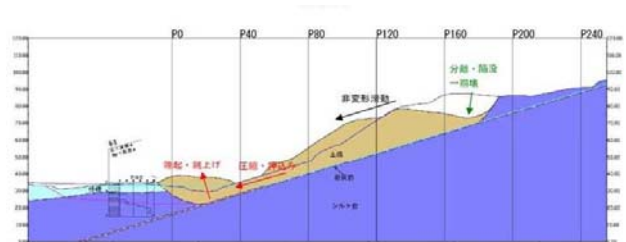


図-8 地すべり発生機構の概念図

3. 監視体制

(1) 観測方法及び監視体制

現地においては、地すべり発生の翌日から対策工事を開始している。これは、緊急調査の結果により、「豪雨や大地震といった顕著な誘因がない限り、河川の閉塞を招くような大規模な再滑動の懸念は低い」との判断に基づくものではあったが、十分な地質調査や解析が整わない中で現地作業を進める上で、現地の安全管理および施

工管理のため計器等を用いた斜面の監視と管理基準の整備が必要となった。

観測機器の設置や対策工事の進捗状況に併せて、段階的に次のような体制を構築した。(各段階における監視項目を表-1に示す) このうち第2段階および第3段階においては要領およびマニュアルを作成した。

	監視体制移行のタイミング	目視	専門技術者の常駐	光波測量	雨量計	水位計	斜面崩壊検知センサー	歪み計
第1段階	斜面崩落発生直後	○	○	○				
第2段階	切替水路(暫定)現地監視機器		○	○	○	○	○	○
第3段階	応急対策工事完了及び安定解析による検証							○

表-1 各段階による監視項目

地すべり発生直後からの【第1段階】では、緊急的に河川敷地へ入らなくてはならない状況であったが、光波測量や各計測器の設置準備ができていないことから、コンサルタントの地質技術者が現地斜面を登攀してポイントを目視により観察するという方法をとった。3日目からは光波測量による挙動観測を開始しているが、まだ、この段階では、斜面状況に関する情報も少なかったことから、地質の専門技術者を常駐させ、異常発生時には随時現地で対応方針を立案することとした。

なお、応急対策工事は、左岸堤防の堤脚保護や切替水路の掘削など斜面对岸側での作業に限定して実施している。併せて、第二段階に向け必要な計測器の手配と管理基準の検討等、体制整備の準備を進めた。

【第2段階】では、光波測量のほかに、雨量計、水位計、斜面崩壊検知センサー、歪み計の設置が順次進められ、現地の24時間監視が可能となり、基準値を超過すると自動で担当担当職員の携帯電話に通知され、現場内でサイレンが流れる警報システムについても構築した。

併せて、監視の方法や基準値を定めた要領を作成し、現地はこれに従って対応することとした。(表-2 監視体制管理基準(第2段階時)に示す。)

なお、応急対策工事は、切替水路の暫定掘削を完了し流路が安定したことから、仮橋を設置し、対岸崩落斜面側での保護対策工事等に着手している。

また、【第2段階(後期)】には、現地にコンサルが常駐することを前提としていた前述の要領を改訂し、工

事施工業者による現場管理を目的とした「後志利別川斜面監視マニュアル」を作成している。その内容は、主として施工業者により通常時に行うべき作業、異常発生時の対応、および作業再開にあたり安全と判断される状態の目安等からなっている。なお、異常発生時には、地すべりが変動した場合のほか、計器の誤操作や地すべりの誘因となる豪雨や大地震等の発生時も含めた。



図-9 観測機器配置図

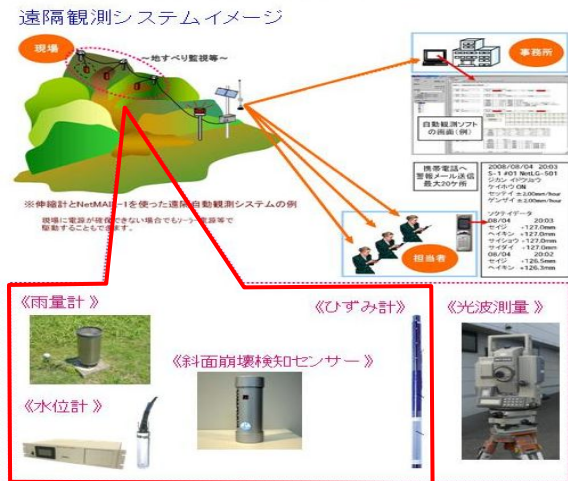


図-10 遠隔システムイメージ図

(2) 観測機器の設置目的と基準値の設定

水位計・雨量計は河川水位上昇にともなう斜面端部に対する浸食及び降雨など地すべりの誘因となる事項を把握するため設置した。また、歪み計・光波測量は滑り面及び地山の平行移動量を把握し再崩落の兆候をいち早く察知するため設置している。また、斜面崩壊検知センサーは、斜面端部の崩壊の有無を確認するため設置している。

なお、水位計の管理基準値については、レベルを2段階に分け低水路満杯水位と同水位から-30cmに設定した。雨量計及び光波測量は「(財)高速道路調査会(昭和63年2月)」より、歪み計は「地すべり観測便覧」より基準値を準用している。なお、斜面崩壊検知センサーは仕様

より基準値を設定できないため、センサー仕様の30°を基準値としている。

(3) 応急対策工事完了～現在の監視体制

これら監視体制の元、現地の応急対策工事は6月上旬に完了した。また、安定解析等による斜面の安全性も確認されたことから斜面崩壊検知センサー、水位計、雨量計による観測については終了。光波測量についても基準位置に目印を残し終了し、以降は、歪み計のみでの監視体制を継続している。【第3段階】

なお、これまで歪み計の数値に顕著な変動はなく、基準1000 μ s/日に対して、観測開始からの累積値でも100 μ s未満である。

なお、歪み計による計測に統合したのは、地山内部における微少な変状の発生、すなわち地すべりの再滑動の前兆を早い段階で捉えることが可能であるためである。また、降雨や地震等による微少な反応の有無やその際の変状発生深度を捉えることにより、土塊の長期的な挙動（地山内部の地下水位を含む）を把握し、土塊の安全性を確認・検証する事ができる。

また、光波測量基準位置の目印を残すことによって、仮に異常気象が発生した場合や歪み計計測データに変状が認められた場合に、再度ミラーを設置することで今回までの光波測量に継続した形で地形の変化を確認することが可能であり、今後も現地を管理する上での判断基準の一つとして使用できるようにした。

4. 課題と対応

(1) 監視体制構築にあたっての課題

今回の対応において、初期の監視体制【第1段階】では、コンサル地質技術者による目視のみによる監視の期間が2～3日間あった。この際正確な観測を行う上で簡易な観測計器の設置等も検討すべきであり、監視者の安全確保を考えると、早急に光波測量等による離隔箇所からの観測体制の整備を図るべきであったと考える。また、今回、主要な遠隔監視機器は札幌開発建設部からの申し入れがあり短時間で整備することができた。今後に向けて、他建設部等の保有資機材の把握等、必要な資機材を迅速に確保、設置可能な体制を整備しておくことが改めて必要と考える。

設置機器	段階	管理基準				基準値
		現場作業者	函館開発建設部の体制	金河川事務所での対応	一般住民への対応	
斜面崩壊検知センサー	-	工事中 断・立入り規制	警戒体制	警戒体制 パトロール(1回/2hr)	自治体への連絡	センサー発動(センサーは30°傾斜で発信)
歪み計	-	工事中 断・立入り規制	警戒体制	警戒体制 パトロール(1回/2hr)	2日連続で変位が確認された場合は自治体へ連絡	1000 μ m/日
光波測量	レベルB	警戒・立入り規制 検討	注意体制	注意体制 パトロール(1回/1日)	-	10～100mm以上
	レベルA	工事中 断・立入り規制	警戒体制	警戒体制 パトロール(1回/2hr)	自治体への連絡	100mm以上
水位計	レベルB	警戒・立入り規制 検討	注意体制	注意体制 パトロール(1回/1日)	-	H=33.76m(レベルA-0.3m)
	レベルA	工事中 断・立入り規制	警戒体制	警戒体制 パトロール(1回/2hr)	自治体への連絡	H=34.06m(排水路満杯時水位)
雨量計	-	工事中 断・立入り規制	警戒体制	警戒体制 パトロール(1回/2hr)	自治体への連絡	連続雨量10mm
気象予報	-	警戒・立入り規制 検討	注意体制	注意体制 パトロール(1回/1日)	-	25mm/hr
地震対応	レベルB	警戒・立入り規制 検討	注意体制	注意体制 パトロール(1回/1日)	-	震度4
	レベルA	工事中 断・立入り規制	警戒体制	警戒体制 パトロール(1回/2hr)	自治体への連絡	震度5以上

表-2 監視体制管理基準(第2段階時)

(2) 地すべり安定解析結果

現地調査結果に基づき、今回の応急対策工事後の斜面安定解析を実施した結果、既に斜面が崩壊した現在の状況において、当該斜面の安定性が確保されていることを確認できている。

ただし、地すべり土塊は今回の崩落により全般的にゆるんだ状況となっていることが考えられ、滑動ブロック外縁部等の急崖斜面を形成している部分などでは降雨や地震時に部分的な崩壊が発生することは否めない。また、安定計算結果はあくまでも現況地形を維持していることを前提としたものであり、今後、末端部の浸食等により地形変化が起きた場合は、現在のバランスが損なわれ地すべりが再滑動する恐れがある。

また、今回の応急対策工事では緊急に暫定の河道切替を実施しているが、閉塞前河道の断面復旧には至っていないため、当該区間では、依然として流下能力が不足している状況である。

将来的な斜面安定および河道断面確保には本格的な復旧対策工事の実施が必要であるとともに、工事完了まで

引き続き現地の監視を継続していく必要がある。

5. まとめ

現在、現地では河道閉塞発生前の流下断面を確保する工事を実施中であり、並行して北海道の治山事業による斜面对策工事も行われる予定である。

本報では、地すべりによる河道閉塞という、これまで経験することがなかった災害事象に対し、関係各位の支援等を受けつつ、一部試行錯誤しながら対応した経過等についてとりまとめ報告した。

本文でも触れたが、後志利別川周辺には、今回斜面以外にも地すべり危険地形が多数存在していることが分かっている。また流域内に限らず、大規模土砂災害等の危機管理対応に万全を期するため、今回の経験を踏まえた体制整備等を進めていきたい。

謝辞：本災害の対応を行うにあたり御協力いただいた、関係各位に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 気象庁：気象庁観測データ(アメダス(今金))
- 2) 社団法人 地すべり対策技術協会、
地すべり観測便覧編集委員会：地すべり観測便覧(平成8年10月)
- 3) 財団法人 高速道路調査会：地すべり危険地における動態観測施工に関する研究(その3) 報告書(日本道路公団委託)(昭和63年2月)