

一般国道230号無意根大橋付近で発生した大規模地すべりと緊急対応

Large-scale landslide occurred near by Muine bridge of route 230 and its emergency project

北海道開発局 札幌開発建設部 正 員 ○佐藤昌志
 北海道開発局 札幌開発建設部 村上昌仁
 北海道森林管理局 田之畑忠年
 北海道森林管理局 河合芳郎
 ㈱構研エンジニアリング 中山敦智

まえがき

一般国道230号無意根大橋の上流約150m付近の薄別川右側斜面で平成12年5月15日に地すべりが確認された。図-1に地すべり発生位置を示す。地すべりは、長さ約550m、幅50~90mで末端部ほど広がりをもち、崩落した土塊は推定約20万立方メートルと大規模なものである。

地すべりは前述した薄別川右側斜面の山稜部直下に滑落崖を形成し、その先端部は薄別川にまで達した。

この崩落土砂によって薄別川は堰き止められて、上流部ではダムが形成されるまでに至った。中腹から崩壊土砂の一部が無意根大橋方向に分岐し、この土塊はP-4橋脚とP-3橋脚との間をすり抜けるように薄別川に達した。その規模は長さ約200m、幅50mである。幸いにも無意根大橋には直接的な被害はなかったが、橋脚間の崩落土砂は停止する徴候がなく、さらに上部の多量の崩落土砂が二次的に移動する可能性が考えられたこと、および地すべり最上部の滑落崖での小崩落が確認され、橋梁への影響が懸念されたことから早急に対策を講じなければならなくなった。

本発表は、地すべりの概要と現道の円滑な交通確保を行うために講じた緊急対応について報告するものである。

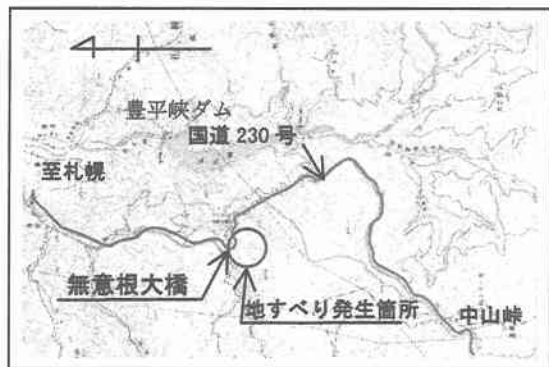


図-1 位置図

1. 現地の状況とその評価

崩壊が発生した直後、現地の状況を観察した結果、崩壊土砂の移動が治まる様子が認められず現地踏査の実施も困難な状態であった。また、崩壊の発生源は地形的に橋梁付近からは見通し

が利かない箇所であり、大規模な崩壊のため全容の把握にも困難を極めた。写真-1に崩壊地全景の写真を示す。



写真-1 崩壊地全景写真 (H12/5/15撮影)

ヘリコプターによる上空からの現地視察を行い、崩壊の実態を把握することを行った。

その結果、崩壊直後の状況は以下に示すような内容であることが判明した。

- ① 今回の崩壊箇所を含む一帯は、長さ約700m、幅約350mもの大規模地すべり地形を呈している。この内、今回の崩壊はその中央部（長さ約550m、幅約70~80m）で発生している。
- ② 上部から流出した土砂は大きく分けて薄別川上流部と無意根大橋側に分かれて堆積している。崩壊土砂は最初に薄別川上流部に流れ、続いてオーバーフローした土砂が分岐して無意根大橋側に流れたものと推定される。
- ③ 滑落崖直下、ならびに中腹より下端にかけては大量の土砂が堆積している。堆積土砂は崩壊直も停止する徴候がなくまた、泥濘化が著しいため豪雨、あるいは長期的な長雨が続いた場合には、堆積土砂が大きく再移動する可能性が十分に考えられる。

2. 地すべりの発生原因

2.1 崩壊履歴

本地すべりは広範囲に渡って多量の土砂を流出させたが、その外周部には過去に発生したと考えられるさらに大規模な地すべり地形が確認できる。頭部滑落崖の上部は比較的平坦な地形が広がり、陥没地形、段差地形、明瞭な開口亀裂ならびに立木の傾斜（過去の地すべり徴候を示すとおもわれる根曲がり）などさまざまな地すべり地特有の現象が多発している。上記のような地すべりの活動履歴を把握するため国道230号線が供用される以前から現在に至るまでの空中写真を判読した。

判読結果は、撮影記録が残されている昭和39年から現在に至るまで今回の地すべりとほぼ同様な箇所でも過去にも数回の活動した履歴があったことが確認された。写真-2に昭和51年撮影時の写真事例を示す。

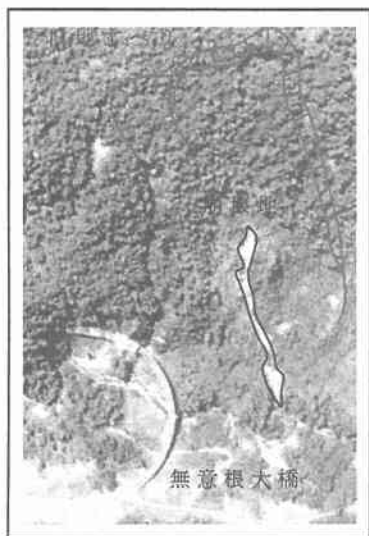


写真-2 昭和51年（供用後）

2.2 無意根大橋周辺の地質特性

崩壊地の周囲一帯は変質の影響を受けた地質構造になっており、基盤岩は原岩の組織を完全に失っているものと、やや原岩が判別可能なものがある。露岩部では珪化変質、粘土化変質および変質の程度が弱いものとに概ね分けられる。

珪化変質を受けている岩盤は、硬質でしばしば尾根地形を形成しているところに分布している。粘土化変質を受けている岩盤は、崩壊地上部の側崖付近と滑落崖頭部周辺および無意根沢頭部滑落崖（今回の崩壊地側の一部）に分布している。滑落崖頭部には比高約30mの崖面に帯状の範囲で確認しているが、滑落の規模が大きいほど粘土化変質を受けている傾向がある。写真-3に滑落崖頭部の写真を示す。地山の性状は指を押すと容易に刺さるほど軟質なところもあり、水を含んでいるところでは泥濘化している。特に、斜面上部の滑落崖では広範囲にわたって白色・青灰色・黄色・橙色など原色に近い粘土

化した地山となっている。地山から採取した試料を用いてX線分析を行った結果、変質の影響を受け、スメクタイトと呼ばれる水を含むと膨潤する性質の粘土鉱物の存在が明らかになった。



写真-3 頭部滑落崖周辺の状況

変質の程度が弱い岩盤は、無意根沢の上部を除く未崩壊地の中中部～下部の沢地形を形成しているところに分布する傾向がみられる。崩壊地周囲の地形は概ね南北方向に尾根と沢が交互に形成されている特徴があり、それらは珪化変質部と変質の程度が弱い部分にそれぞれ対応しているように見える。また崩壊規模の大きい斜面上部ほど変質が著しいことなどを考えると、変質の分布状態と崩壊箇所は密接な関連性があると考えられる。

2.3 気象条件

今回の地すべり発生に至る背景として、融雪水の関与が挙げられる。図-2に平成12年3月から5月の発生直後までの無意根道路テレメーターによる換算雨量を示した。表より、4/20、5/2、5/12の3回融雪のピークがあり、特に発生3日前の5/12では100mmを越す記録が得られている。また、無意根大橋の東約3kmに位置する豊平峡ダムにおける融雪期最大流入量も過去数年間と比較すると極めて多いことなど、今春の無意根周辺地域は比較的短期間に融雪が急速に進行したような、まれにみる異常気象であったといえる。

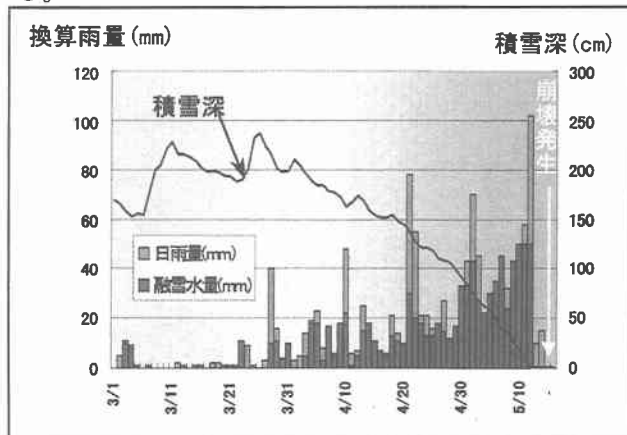


図-2 換算雨量と積雪深グラフ

3. 緊急対応として行った対策工

3.1 対策工の選定理由

発生直後の調査により、このまま地すべりを放置しておくは無意根大橋に影響をおよぼす可能性が極めて大きいと考えられた。従って橋梁を守り通行の安全を確保するため、緊急に対応する必要があると判断された。

緊急対策工においてまず行わなければならないのは、無意根大橋の先端まで到達した崩壊土砂の再移動を防ぐ対策工である。

河川が一気に増水すると浸食力を増すことなども懸念された。これらを踏まえて対策工を選定した際のポイントを下記に示す。

- ① 河川の洗掘に対して強固なものとする。
- ② 地すべり土塊中の地下水を排出しやすいものとする。
- ③ 地すべり土塊への押さえ効果を兼ねて荷重の大きいものとする。
- ④ 施工速度が速く、施工時の安全性を考慮したものとする。

3.2 崩壊土砂に行った対策工

この崩壊土砂の末端部は融雪水で増水した薄別川の洗掘を直接受けており、時間の経過とともに地すべりの末端部が失われ不安定化し、P-3が危険な状態となる。写真-4 に崩壊直後の土砂到達状況を示す。

また、上流部にダムアップした土砂の決壊が懸念され、河川が一気に増水すると浸食力を増すことなども懸念された。これらを踏まえて対策工は、地すべり土塊の再移動を防ぐ措置として斜面法尻部の根固め工（鋼製樁）が選定された。写真-5 に鋼製樁の施工状況を示す。

これは崩壊土砂の末端部を薄別川の洗掘から防止し、地すべりへの押さえ効果の減少を防止するものである。

この工法はさらに上方斜面の地すべりの再移動を防止することに結びつくもので、今後引き続き行わなければならない次の対策工を検討する上で有効な手段と考えた。



写真-4 崩壊土砂到達状況（崩壊直後）

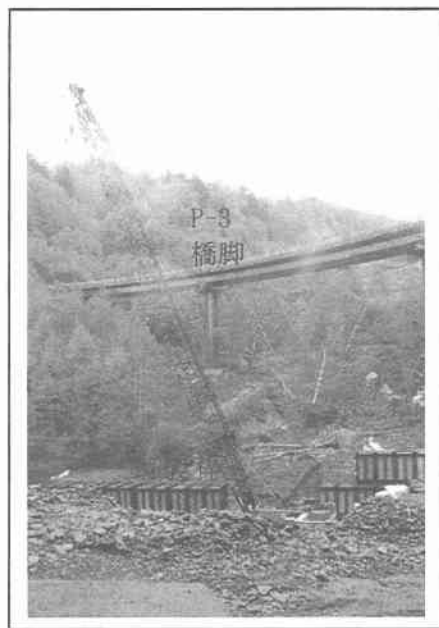


写真-5 鋼製樁施工状況

3.3 無意根大橋に行った対策工

続いて、橋梁本体に対して行わなければならない対策として不安定土塊が万が一再移動を開始した際に、今以上の外力が橋脚に与えた場合に備えることを検討した。

本検討に先立ち、無意根大橋の弾性立体解析を大学に依頼し、通常であれば最低 2~3 ヶ月以上を要する解析を 5 日程度の日数で実施することで早急な対処方法の確立に至った。

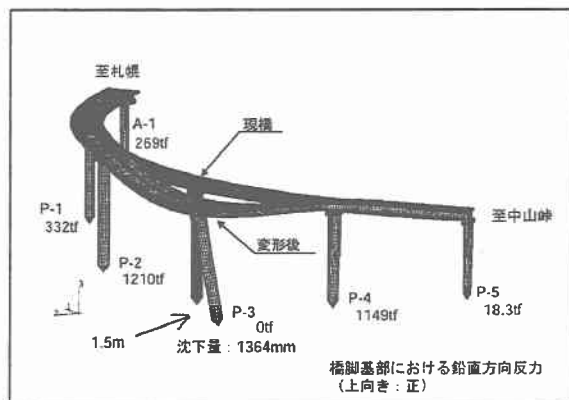


図-3 落橋時の極限解析

解析を行った結果、図-3 に示すように P-3 橋脚下部が地すべり土塊の再移動により薄別川方向に 1.5m 変位すると仮定した場合、桁および橋脚張出部において、部分的に降伏する力所がみられ、橋梁の倒壊が予想された。また、地すべり発生直後は、崩壊斜面に立ち入ることが困難な状態であることから、地すべり土塊に対する直接的な対策工が法尻部の根固め工以外無理な状態であった。よって、最悪な状況を憂慮し、橋梁の倒壊時間の遅延を考え、解析結果をもとに橋梁の補強を緊急的に行った。

各対策工と設置した位置および工法の概要を表-1に示し、図-4には緊急対策工概略図を示した。

表-1 対策工種とその目的

対 策 工	対策位置	工 法 の 概 要
ブラケット工	P-2,4橋脚	橋梁張出し部の補強により上部工変形を抑制する。
桁反力対策工	P-1,5橋脚	P-3橋脚変状時の上部工変形を抑制する。
コンクリート充填	P-3,4橋脚	橋脚(中空鋼管)付け根部をコンクリート充填により剛性を増す。
コンクリート巻き立て	P-3,4橋脚	鋼管中空部から補強部への剛性を変化させることにより、橋脚の応力度分布を滑らかにする。
仮ベント工	P-2,5橋脚	P-3橋脚損傷時の落橋防止のため、荷重負担増となる橋脚に対する補助支点として機能する。
死荷重軽減舗装切削	P-2～4区間	P-2～4区間の舗装を切削し死荷重を軽減することによる橋梁への影響を減少させる

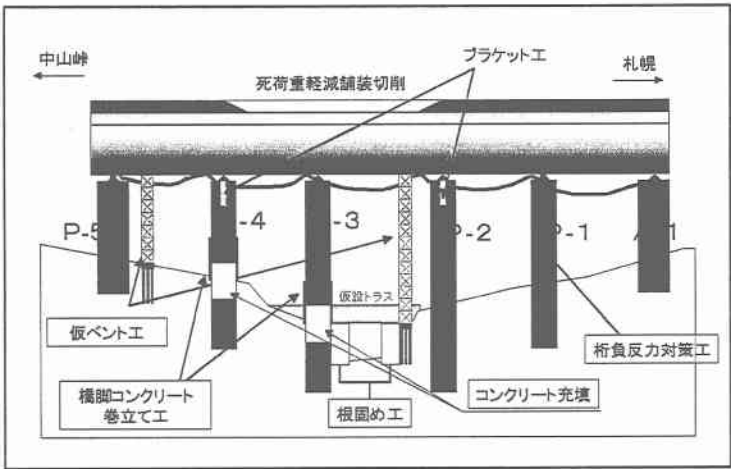


図-4 緊急対策工概略側面図

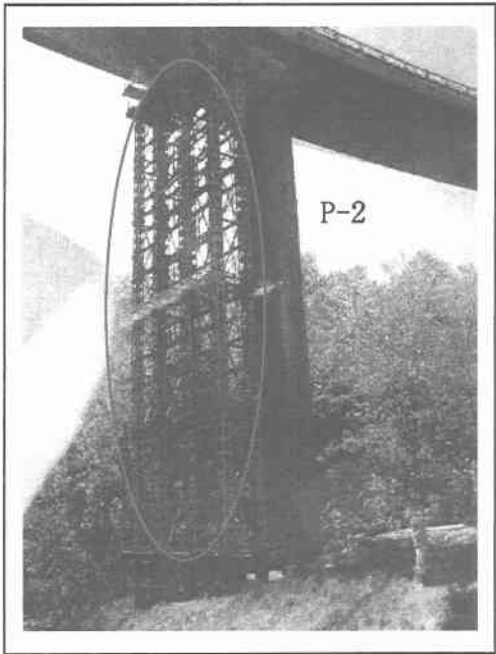


写真-6 仮ベント工設置状況

4. まとめと結果

平成 12 年 5 月 15 日に無意根大橋上流付近で発生した地すべりは、一般国道 230 号沿線では近年まれにみるほどの大規模なものであった。

幸いにも、崩壊発生時には橋梁に直接的な被害がなく最悪の状態には至らなかったが、現地の状況は想像を絶するものであった。また、発生当時は有珠山の災害と重なったこともあり、道央と道南とを結ぶ陸路としての本路線の重要さから「安全な通行の確保」が唯一無二の絶対条件であった。

以上のことを踏まえて緊急対策を行う前提条件として、『限られた時間内で、崩壊土砂ならびに橋梁に対して最悪の状態を想定し、かつ適切な対処方法』を講じることが掲げられた。

今回施工した緊急対策工は、いずれも橋梁に直接影響をおよぼすと考えられる要因について緊急的に対応したものである。

ただし崩壊地に残されている地すべり土塊の危険性や、拡大要因を取り除くことなどを考慮すると、当年度秋の長雨や次年度春の融雪期に向けて円滑な交通を確保するためには十分でなく、引き続き応急対応へと移行した。