

林道工事で発生した地すべりの調査・対策検討事例

— 河川シフトを伴う押え盛土工法 —

REPORT 技術第2部 防災地質課 小岩 晃 RCCM(地質)
宿田 浩司 技術士(総合技術監理部門,
建設部門,応用理学部門)



小岩 晃



宿田 浩司

概要

本稿は、林道改修工事で確認された切土のり面の変状が地すべりと特定され、資料調査・現地踏査・ボーリング調査・地すべり観測を経てその規模や機構を明らかにし、対策工の設計を行った事例報告である。

業務では、地すべり対策工として押え盛土を計画したが、業務地が狭小な谷底という地形条件のため、対策工の施工には河川線形シフトと対岸斜面の一部を切土する必要が生じた。資料調査では、対岸斜面を含む業務地周辺に多くの地すべり地形が確認され、切土によって新たに斜面が不安定化することが懸念された。

本稿では、このような事例のもと、地すべり調査の流れと対策工選定に至る技術的判断について報告する。

キーワード 林道切土、地すべり調査・観測、押え盛土、横ボーリング、対岸斜面切土、

1. はじめに

業務地は、道央の芦別市内にあり、平成25年6月に林道工事が着工され同年11月に竣工した。

当該地の地形は、最も低位にやや切り立った河岸を持つ幅数mの狭小な自然河川が流れており、河川の両岸は河床からの比高が約70mの比較的緩い斜面からなる。林道は、河川沿いに河床から比高3m程度の位置に斜面の末端を切り盛りして整備されている。

工事記録等から、林道施工中の平成25年9月に切土のり面の小崩壊が報告され、11月には道路のクラック、のり面の崩壊や膨らみ、湧水が確認された。その後、12月初旬にかけて馬蹄形に発達した斜面上のクラックに設置した地表変位計測装置(抜き板)で最大5cm程度の変位を確認した。これによって、一連の斜面の変状は「地すべり」であると推察された。

資料調査によると、当該地すべり地周辺の地質は、古第三紀の石狩層群(最上階)に属する芦別層からなり、砂岩泥岩の互層を主体として炭層を挟んでいる。両岸斜面は、河川を中心軸とした向斜構造であることから流れ盤であり、周辺には地すべり地形が散在している。

以降に、地すべり調査結果と狭小な沢地内での対策工選定に至る詳細を示す。

2. 地すべり調査・機構解析

(1) 現地踏査

現地踏査は、机上での地すべり地形判読結果の確認や現地での地すべりの範囲・形状、運動方向・機構などの把握を目的に実施した。

踏査の結果、斜面には今回活動したと思われる新しい亀裂や段差を含むブロックと、さらにこのブロックを包括して斜面上方に広

がる大きなブロックを確認した。前者は「新規地すべりブロック(Ld-1)」、後者は「旧地すべりブロック(Ld-2)」と区分し、現地状況からLd-1はLd-2の一部が再活動したものと推察した(図-1参照)。

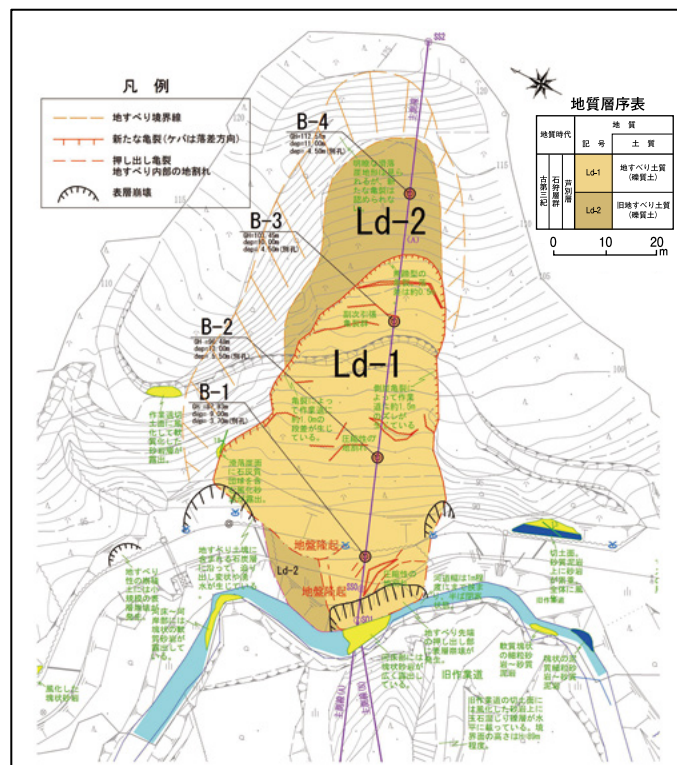


図-1 地すべり平面図

(2) ボーリング調査

ボーリング調査の目的は、斜面表層から深部までの地質状況をコア採取によって直接観察することや、すべり面の特定、さらに地すべり観測機器の設置である。調査は、活動の兆候が見られた

Ld-1で3孔(B-1~B-3)、兆候が見られないLd-2で1孔(B-4)とした。

各孔の表層3.5~6.5mは、褐色を呈し、標準貫入試験のN値が1~17(平均6.5~8.0)で土砂や強風化泥岩や強風化砂岩からなる。一方、深部は、暗灰色を呈し、N値が50以上、弱~未風化で片状~短棒状、下部は短棒~棒状コアが主体となる。

コア観察やN値等の情報から、すべり面は強度差(N値の差)をもった強風化帯の下面であると推定した(写真-1参照)。

すべり面(推定)



写真-1 ボーリングコア(B-2)によるすべり面の推定

(3)地すべり観測

パイプ歪計と地下水位計等による観測を約3ヶ月実施した。結果、平成26年9月16~19日の降雨(6.5~21.0mm/h, 累積60mm)でB-1~B-3孔に88~219 μ sの累積変動(潜在変動)が確認され、変動した歪計深度はボーリング調査で推定したすべり面深度と一致した。なお、Ld-2のB-4孔では、特異な変動が無かったため旧地すべりブロックと断定した(表-1、図-2参照)。

表-1 歪変動種別一覧表(地すべり対策便覧より)

変動種別	日変動絶対値(μ)	累積変動絶対値(μ /月)	変動形態		すべり面存在の可能性	総合判定
			累積傾向	変動形態		
確定変動	10^2 以上	5×10^3 以上	顕著	累積変動	あり	確定すべり面
準確定変動	10^2 以上	10^3 以上	やや顕著	累積変動	〃	準確定すべり面
潜在変動	10^2 以下	10^2 以上	ややあり	累断攪回 積続乱帰	〃	潜在すべり面
異常変動	10^2 以上	10^3 以上	なし	断攪回 続乱帰	なし	地すべり以外の要因

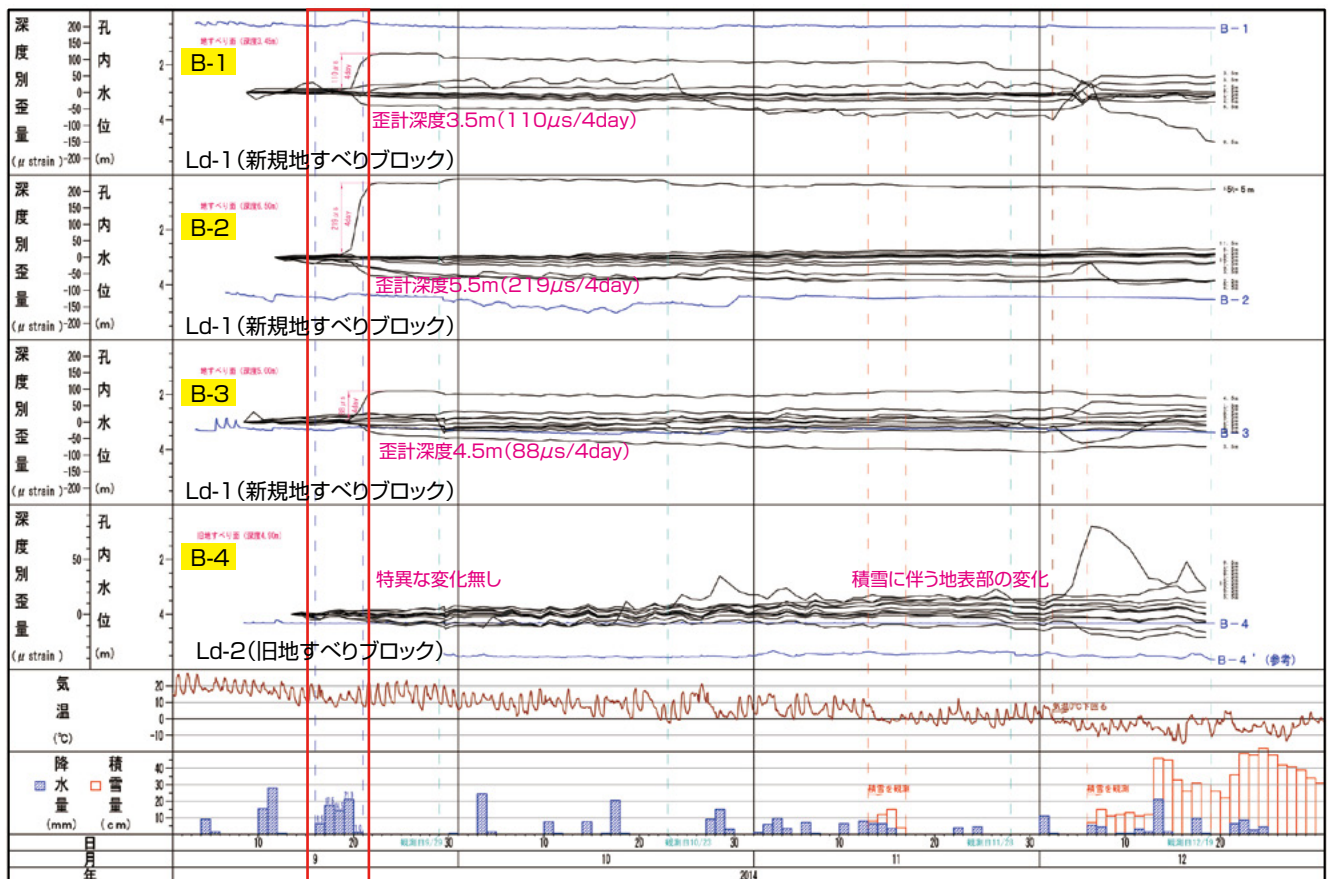


図-2 地すべり観測結果

(4)地すべり機構解析(発生のメカニズム)

調査の結果、今回の地すべり活動は、次のような機構で発生したと判断される。

素因: 当該地は、芦別層(砂岩泥岩の互層(挟炭層))が流れ盤を形成し、過去に活動した旧地すべりブロックである。

誘因: 斜面末端で行われた「林道の切土工事」や切土直後の「降雨(地下水位上昇)」によって旧地すべり移動土塊の抵抗力が減少した。

3. 地すべり対策と新たな問題点

地すべり対策は、地すべりの誘因となる豪雨・長雨・融雪等による地下水の供給を低減する工法として効果的な「地下水排除工(横ボーリング孔)」と、経済性・即効性・発生土利用の観点から「押え盛土」を採用した。しかし、計画安全率($F_{sp} \geq 1.10$)を満足する押え盛土の形状によって次のような問題が生じた。

押え盛土を行うには、河川を対岸方向にシフトする必要があり、これによって対岸斜面の一部に切土が生じる。業務地周辺は地すべりが多く分布し、対岸斜面の背後にも地すべり地形が確認され、地すべりが切土範囲まで達している場合は、新たに斜面の不安定化を招く可能性があった(図-3、図-4参照)。

このため、対岸でのボーリング調査や地すべり観測も視野に入れ、地形判読やより詳細な踏査を実施した。

その結果、切土が発生する半島状にせり出した斜面上には、狭小ながら平坦面がみられた。また、斜面側面の崖には砂岩とこれを覆う拳大~人頭大の玉石を含む礫層が確認された。

このことから、当該斜面は、河岸段丘で構成される安定的な地山であることが明らかになり、切土を行っても背後斜面は不安化し

ないことが確認された(写真-2参照)。以上、そのような判断のもと、押え盛土形状により定まる河川護岸及び林道付け替えの詳細設計を行った。



写真-2 対岸斜面の露頭状況(写真奥が地すべり地)

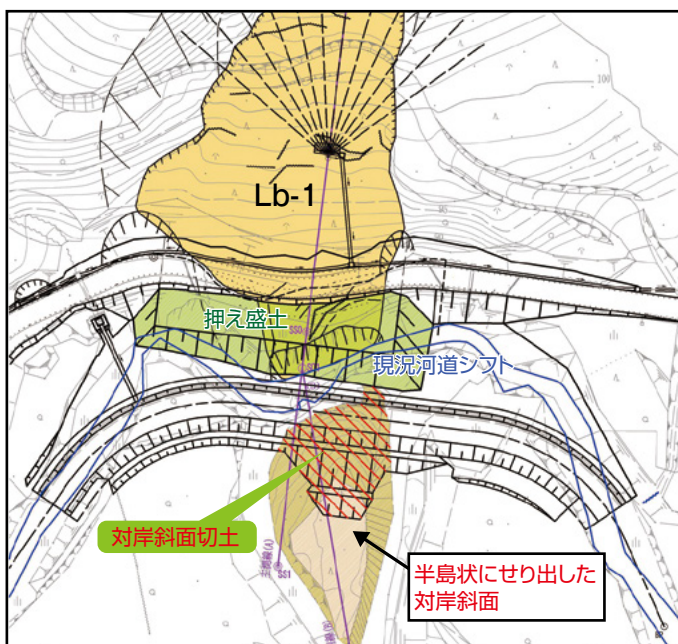


図-3 押え盛土に伴う対岸斜面の切土

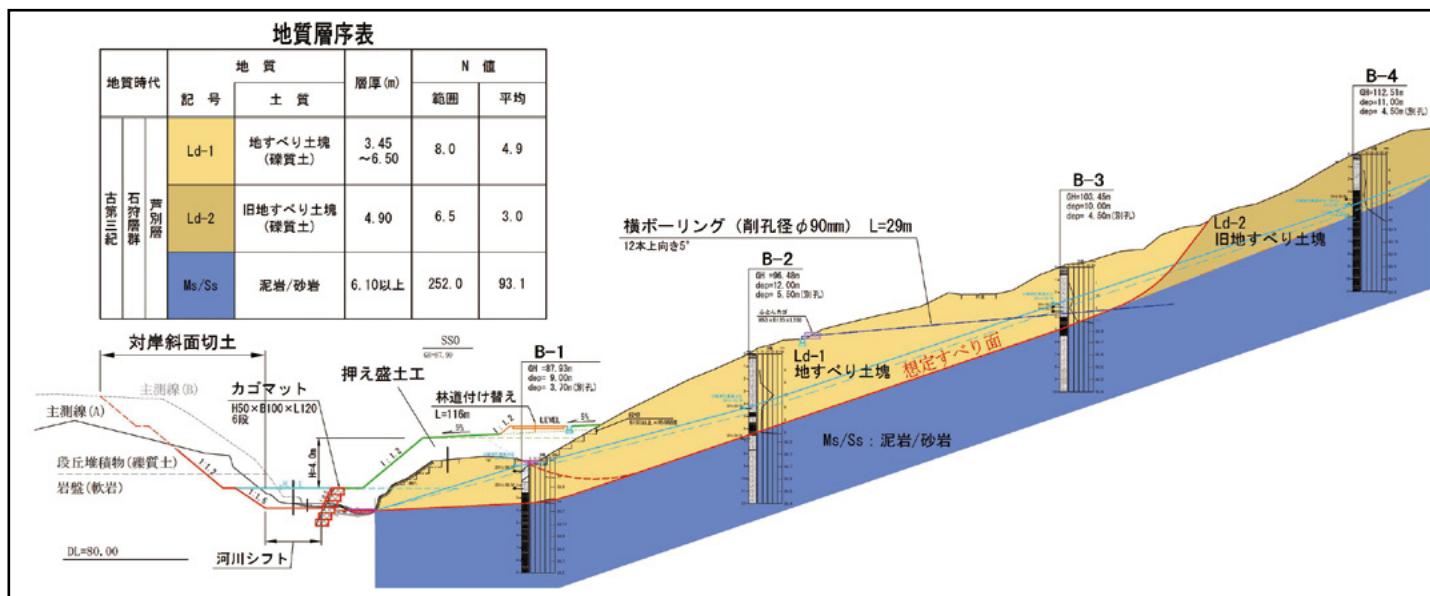


図-4 地すべり断面と対策工



4. おわりに

当該地すべり対策工事は、平成27年度に着工し単年で完了した。当社では、竣工して初の融雪期を迎えた地すべり対策施設の機能・防止効果などを確認するため、平成28年度5月末に現地視察を行った。本稿でもその一部を紹介し施設が健全であることを報告する(表-2参照)。

一般に押え盛土は、確実で経済性に優れ、維持管理容易性も高いことから積極的に採用される工法である。一方、現実的には地形や用地的制約から採用に至らないケースも多数あり、本業務地のように末端が河川である場合は、治水安全性の確保や河川管理者との協議、河川改修の委託設計業務の工程も加わりより一層難しいケースと言える。

しかし、本業務では河川管理者が林道管理者と同じ行政機関(町)であったことや対策工設計の早期に当社河川技術者を参画させたことから、迅速に河川改修計画を立案でき、最適案である押え盛土が採用できた。

今後も、複合的な判断が求められるケースでは、当社の総合的な技術力で顧客要求に応えていきたい。

番号/施設等	施設等の写真/確認結果
① 護岸上(かごマット) 押え盛土工	 <ul style="list-style-type: none"> ■押え盛土のり面・天端、付け替え林道に変状無し。 ■旧河道の線形・狭小部の解消、かごマットの設置により、地すべり末端部の洗掘防止が図られている。
② 対岸斜面の切土	 <ul style="list-style-type: none"> ■押え盛土及び河道シフトによる対岸斜面切土。 ■切土面や背後地盤に、はらみ・陥没など、地すべり性の変状無し。

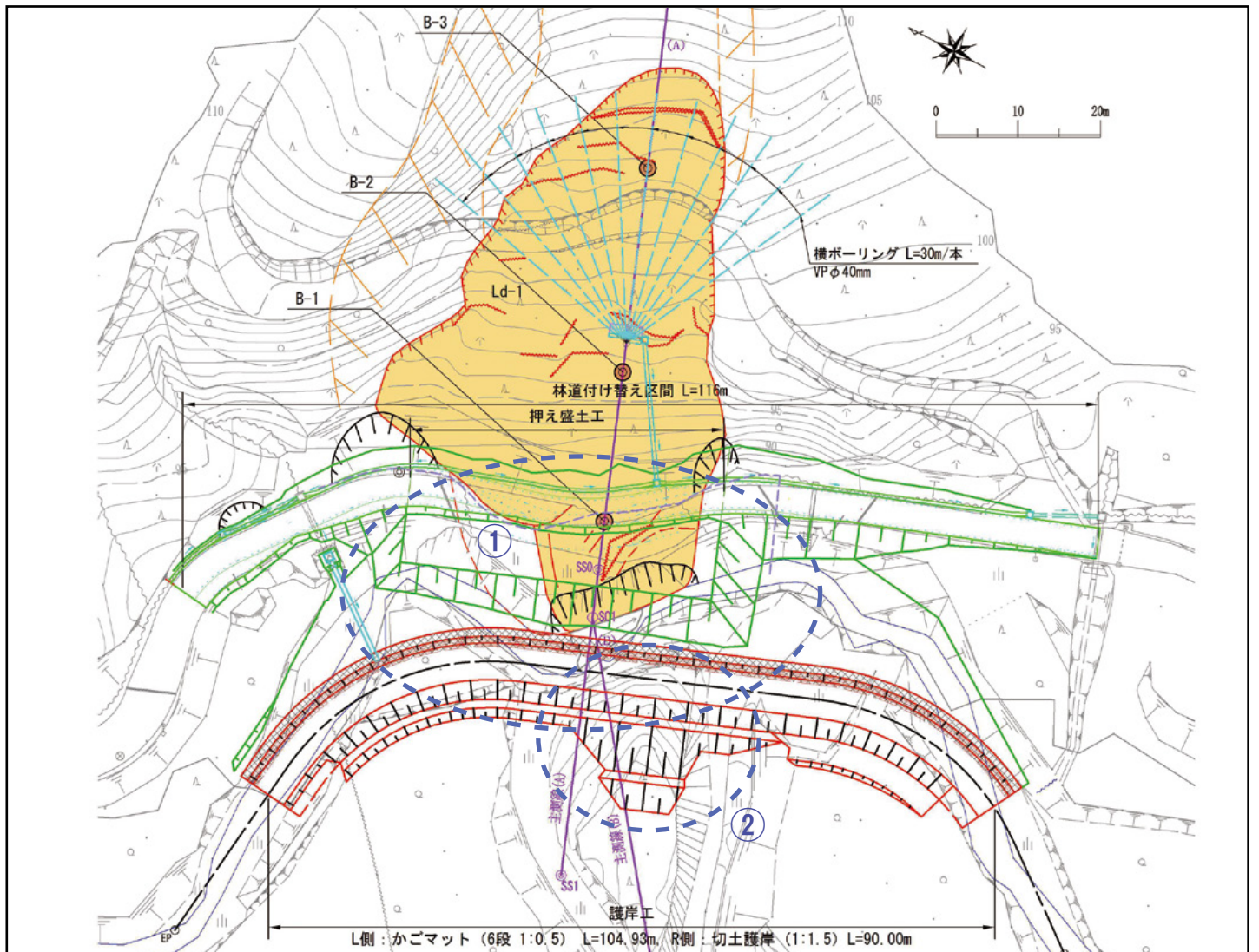


図-5 地すべり対策平面図