

1. 事例の概要

本事案は、第三紀の堆積岩が分布する地域において、道路建設に伴う切土のり面を対象に、流れ盤状に存在する亜炭層や断層による崩壊の可能性を事前に検討し、詳細な地質調査および必要最小限の対策工によって、安全に道路を完成させた事例である。

調査地では、新設する道路（農道）が峠部分を両切りのり面で通過する計画であった（図1）。当初計画では特にのり面对策をせず、標準のり面勾配で切土する計画であったが、上から2段目の小段を掘削中に西側のり面において、流れ盤で存在していた亜炭層をすべり面とする小崩壊が発生した。その際に地質技術者が現地周辺を踏査した結果、このまま切土を進めた場合、深部に存在する別の亜炭層や断層をすべり面とする大規模な岩盤すべりの発生リスクが高いと考えられた。したがって詳細な地質調査（調査ボーリングや切土のり面観察等）を実施し、岩盤すべりの範囲を特定する事で、効率の良い対策工の配置（受圧盤+アンカー工）を計画・施工し、工事中の安全を確保しながら道路を完成させた。

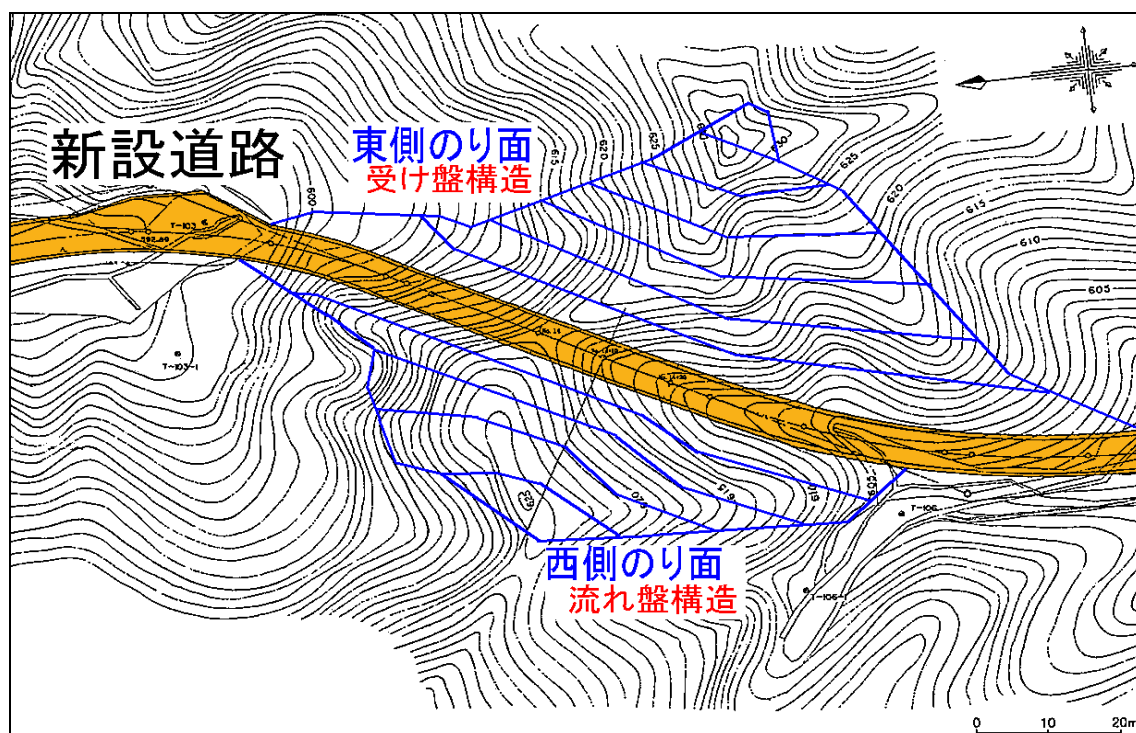


図1. 調査地の地形（峠部を両切りのり面で通過）

2. 事例分析のシナリオ

本事案の経緯フロー図を図2に示す。

(1) 詳細調査の検討

調査地に分布する砂岩・礫岩は、未風化部が硬質な岩盤であったことから、当初は地質的な問題は無いと考え、地質調査をほとんどせずに切土工事が進められていた。しかし、工事の初期段階（2段目掘削の途中）でのり面の端部で小崩壊が発生した事から、地質技

術者が現地を確認し、西側のり面は流れ盤構造（10° 傾斜）であり、さらに別の亜炭層や断層が存在する可能性が考えられた。そこで、施主である県担当者と地質技術者が協議した結果、このまま無対策で切土を進めた場合、別の亜炭層や断層がのり面に出現して、大規模な崩壊が発生する可能性が高いと考え、詳細な地質調査を行うこととした。

(2) 詳細調査

調査ボーリングをのり面の中央と左右の小段で行い、さらに地中の変位を把握する目的で孔内傾斜計を設置した。ボーリング結果から地質断面図を作成し、地下深部に他の亜炭層や断層が存在する事を確認された。ただし、それらの連続性は不明な点が多い（亜炭層はその層厚が大きく膨縮することから、まずは孔内傾斜計を測定しながら切土工事を観測施工で進め、変位が増加するようであれば、崩壊防止の対策工を検討することとした。また、切土によって新たに出現するのり面を詳細に観察し、地質構造の推定に役立てることとした。

(3) 切土工事の観測施工

切土工事が最後の1段まで進んだ段階で流れ盤で存在するC-2 亜炭層とF-3 断層の位置で孔内傾斜計に変位が観測された。さらに切土工事が進むにつれ地中の変位が増加することから、このまま切土工事を進めれば崩壊が発生すると判断し、対策工を設計することとした。

(4) 対策工の範囲検討

のり面の詳細観察から、C-2 亜炭層はF-1 断層によって切断されていることが判明した（図3）。また、C-2 亜炭層やF-3 断層ものり面中央付近では計画道路面よりも下位に位置することから、その範囲では崩壊は発生しないと考え、対策工の範囲から除外することとした（図4）。

(5) 対策工の逆巻き施工

対策工は逆巻き施工が可能な「受圧板（PC フレーム）＋アンカー工」とした。また、施工順序として、すでに出来ている下から2段目ののり面にアンカー工を施工した後に、際下段の切土工事を再開した。切土工事中も孔内傾斜計によって地中の変位を確認しながら、工事を安全に進められるように努めた。

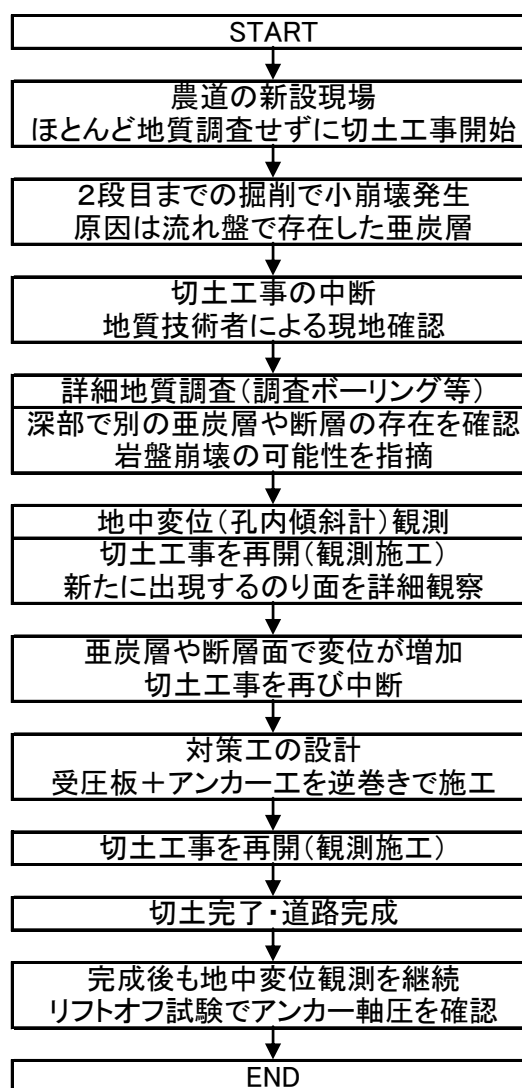


図2. 本事案の経緯フロー図

(6)切土工事完了後の観測・確認

切土工事完了後もしばらく地中変位観測を続け、地中の変位が増加しないことを確認した。また、アンカー工に設計緊張力以上の応力がかかっているか確認する目的で、アンカー工のリフトオフ試験を行い、軸圧が適切である事を確認した。

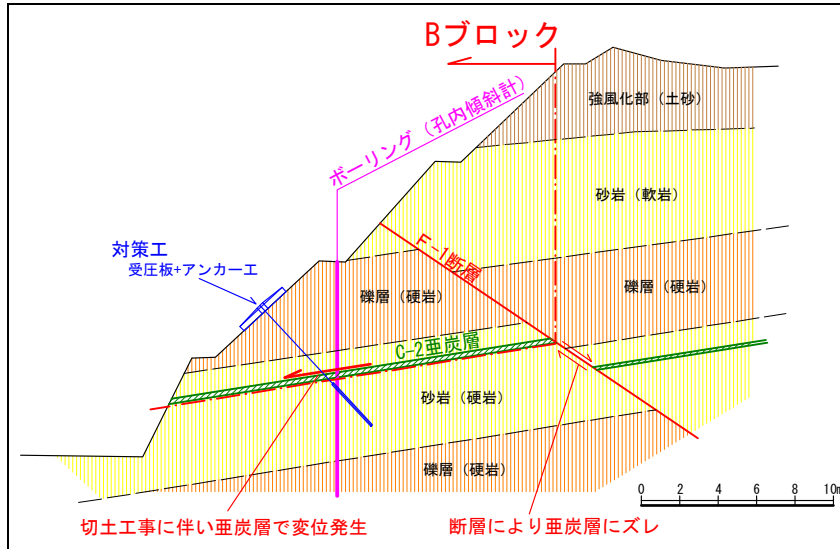


図3. 地質断面図 (Bブロック)

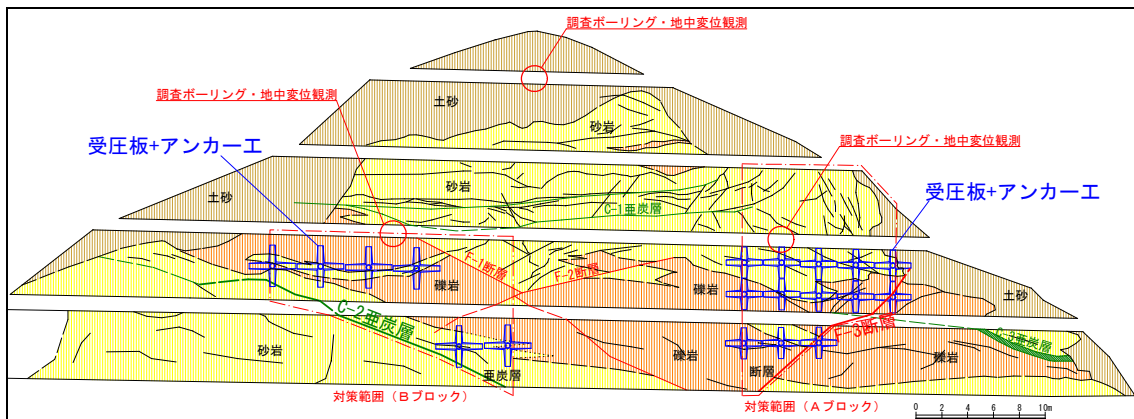


図4. 西側のり面 (正面図)

3. データ収集分析

本事案における最大の課題は、事前の調査で崩壊の形態や規模を正確に推定して過不足のない対策工を設計し、逆巻き施工で工事中の安全を確保しながら道路を完成させることであった。また、切土工事を中断していることもあり、敏速な調査・設計、対策工の施工が必要であった。

本事案では、調査ボーリングをのり面中央の測線だけではなく、左右の測線でも実施することで地質構造を立体的に把握し、さらに切土工事中に新たな切土面を随時観察することで、地質断面図の精度を向上させることで、対策工の必要範囲の特定が可能となった。また、切土工事中も地中変位を高精度な孔内傾斜計で観測することで、工事中の安全を確保できたと言える。

4. マネジメントの効果（リスクの計量化）

マネジメントの効果を表現するため、想定されるケース別に調査・設計費および対策工事費を試算した。

①無対策で切土工事を進めた場合

のり面の大規模崩壊（崩壊土砂：3万 m³）の対応に、用地追加買収，崩積土砂の撤去・運搬，のり面工（場合によってはアンカー工を追加）が必要：費用は6000万円以上になる考えられる。

②概略調査のみでのり面全面にアンカー工を施した場合

調査・設計費：800万（ボーリング1孔，観測無し）
対策工事費：5500万円（アンカー工：50本）

③詳細調査を行った場合（本事案）

調査・設計費：1300万（ボーリング3孔，観測施工）
対策工事費：2200万円（アンカー工：19本）

①無対策の場合，大規模な岩盤崩壊によって，崩積土の処分やのり面工を行う必要がある。また，崩壊の滑落崖より背面斜面についての調査や対策工も必要になる事も考えられ，費用はさらに増加する可能性がある。

②概略調査のみの場合は，対策工範囲の絞り込みが出来ず，結果的に過大な対策工となって，費用が増加するものと考えられる。

③本事案では，調査・設計費は増加したが，地質構造を詳細に把握した上で対策工を必要最小限にしたので，対策工費用がかなり縮小できたと言える。

このような検討ケースを調査・設計費と対策工事費で比較すると図5のようになる。③のケースでは①や②のケースよりも調査・設計費が多いものの，対策工事費を大きく削減できたので，トータルコスト（総費用）は縮小できたと言える。

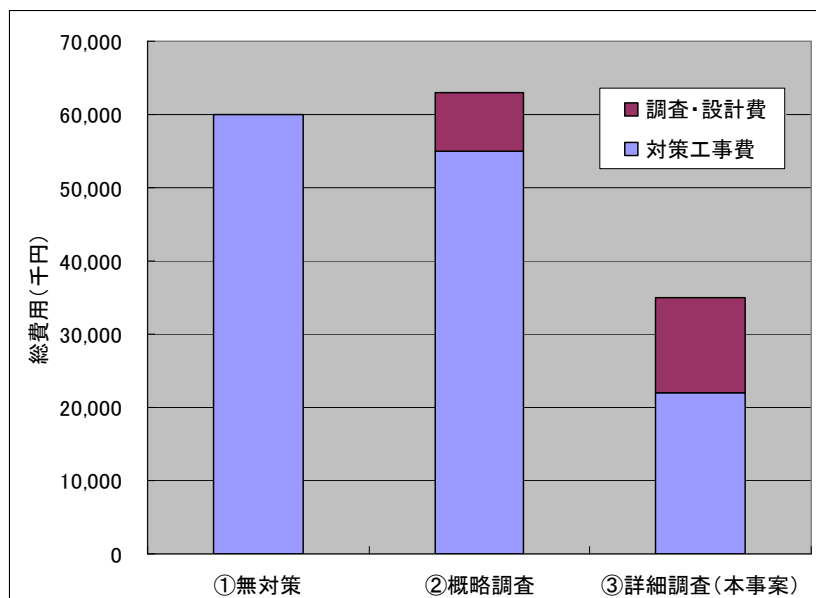


図5. 総費用比較図

5. データ様式の提案

以上の検討結果をA表に記入した。

本事案では、当初予定の無かった調査および対策工を追加することで、大規模崩壊のリスクを除去した事例である。「リスクマネジメントの効果」について、総費用も大きく縮減できたと言えるが、切土工事中の安全を確保できたことも大きな効果である。費用や工期の縮減だけの評価ではなく、数字では表しにくい「安全性」についてもあわせて評価する必要があるであろう。

A. 地質リスクを回避した事例

大項目	小項目	データ	
対象工事	発注者	県農道整備事務所	
	工事名	—	
	工種	農道建設	
	工事概要	切土工事	
	①当初工事費	不明	
	当初工期	2年後の完成予定であった	
リスク回避事象	予測されたリスク発現時期	最初の小崩壊後、地質技術者が現地を確認した段階	
	予測されたトラブル	切土のり面の大規模岩盤崩壊	
	回避した事象	のり面および背後斜面の岩盤崩壊	
	工事への影響	調査、対策のために切土工事を中断	
リスク管理の実際	判断した時期	切土の観測施工時(地中変位増加した段階)	
	判断した者	県担当者および地質技術者	
	判断の内容	無対策で切土を続けると大規模崩壊の恐れが高い	
	判断に必要な情報	詳細な地質構造の把握 地中の変位観測結果	
リスク対応の実際	内容	追加調査	調査ボーリング3孔、孔内傾斜計観測
		修正設計	アンカー工詳細設計
		対策工	受圧板+アンカー工の逆巻き施工
	費用	追加調査	900万円
		修正設計	400万円
		対策工	2200万円
		②合計	3500万円
変更工事の内容	工事変更の内容	アンカー工の逆巻き施工	
	③変更工事費	—	
	変更工期	当初の道路完成予定から半年遅れた	
	間接的な影響項目	切土工事中の安全確保	
	受益者	農道通行車両	
リスクマネジメントの効果	費用効果 (無対策の場合と事前に対策を施した場合の差)	岩盤崩壊が発生した場合、用地追加買収や崩積土砂の撤去・運搬、のり面工等で6000万円以上 差額2500万円以上	
	工期	道路完成が1年以上は遅れたと考えられる	
	その他	—	