

宮城県土木部道路課 ○佐々 真也
 宮城県農林水産部水産業基盤整備課 遠藤 学
 株式会社 復建技術コンサルタント 菊地 良昭
 株式会社 建設技術研究所 松浦 努

1. 事例の概要

本事例は、国道 108 号（宮城県大崎市鳴子温泉大畑地内）において 2007 年 2 月 17 日に発生した地すべり災害の対策工事を対象にしている。起こりうるトラブルを事前に予測し地質リスクマネジメントを実施することで、経済性で優れた“（斜面）アンカー工+（道路）原型復旧案”という工法を選択し、大幅なコスト縮減を達成できたもの（タイプ A）である。

崩落が発生した箇所は、図 1 に示すように宮城県北と秋田県を結ぶ主要幹線道である国道 108 号上である。国道 108 号は、鬼首リゾート地区と首都圏仙台圏を結ぶ観光道路となっており、また、鳴子温泉と鬼首地区を結ぶ唯一の生活道路ともなっている。地すべりによる通行止めにより、国道 108 号の利用者は、仮設道路完成までの 45 日間の期間、通行止区間を大きく迂回しなければならなかった。

当該地すべりの範囲や発生メカニズムは、発生直後の地表地質踏査により明らかになった。その結果を図 2 に示すが、当該地すべりは山体の緩みが下部斜面から上部斜面に波及し、不安定化が徐々に広がっていく、岩盤クリープ的なメカニズムで発生したものであると推定された。崩壊にいたる要因は次のとおりである。

【素因】

- ・江合川の浸食により、山体に緩みが発生、助長されていった。
- ・地すべりの移動方向と一致する流れ盤傾斜の割れ目が存在していた。
- ・当該地すべり末端に崩壊地（崩壊時期不明）が存在していた。

【誘因】

- ・地すべり末端の崩壊により、不安定化が上部斜面に波及し、長い時間をかけ徐々にクリープ的な変形が蓄積され、応力に耐えられなくなり当該地すべりが発生した。



図 1 地すべり災害箇所

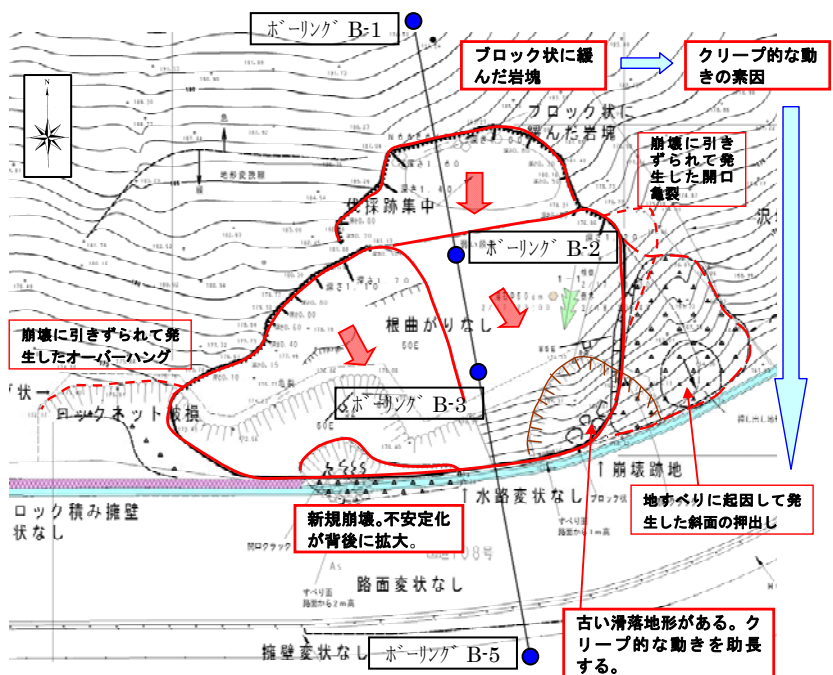


図 2 地すべりによる崩壊位置と調査位置図

2. 事業分析のシナリオ

設計業務では、斜面の対策工事、および道路の災害復旧工事として、図3の対策工法比較図に示す3案を比較検討している。

第1案“(斜面对策) 押え盛土(1.2) + (道路復旧) 現道腹付け拡幅”

第2案“(斜面对策) 押え盛土(1.05) + (道路復旧) 仮設道路活用”

第3案“(斜面对策) アンカー工 + (道路復旧) 原形復旧”

この内第2案は、地質状況によらず用地補償費が高く経済性の劣る案であった。したがって、本事例では地質状況により工事費が変動する第1案と第3案について、地質リスクマネジメントの観点で効果を検討する。

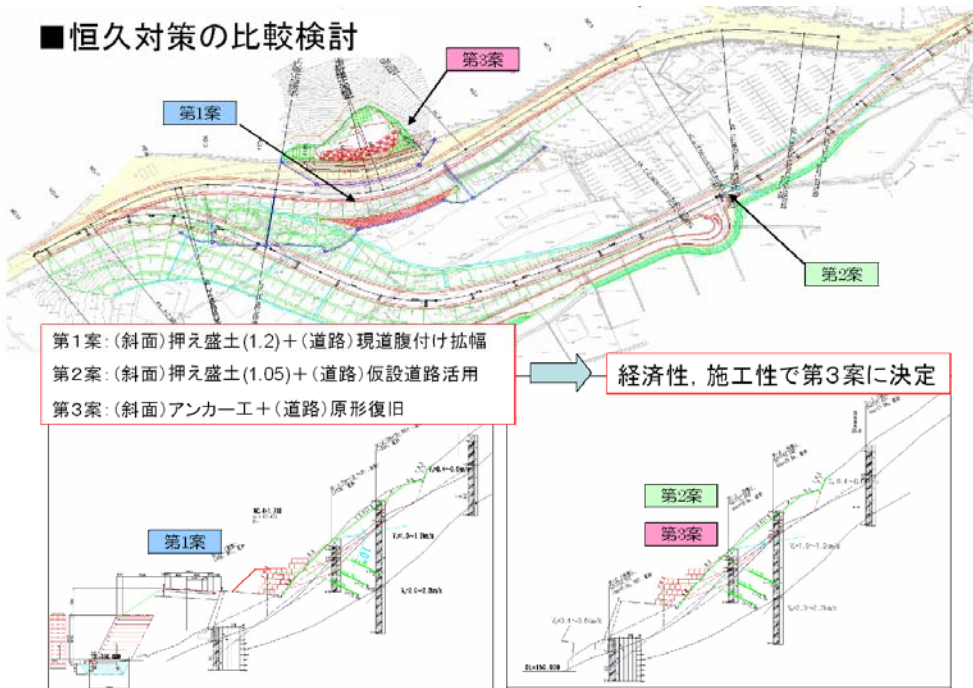


図3 対策工比較検討図

広域的な地形の特徴から、当該地すべりを包含する大規模地すべりが存在する可能性が指摘された(独立行政法人 土木研究所)。

当該地すべりのみを対象にアンカーを計画すると、大規模地すべりの活動により、アンカーが破壊する、またはアンカーが抜けるなどの状況が発生し、アンカーの機能自体が損なわれる可能性が想定された。つまり、当該斜面对策として、アンカー工法が適用できるのかが課題となった。

そこで、アンカーの定着部に大規模地すべりの影響を受けた脆弱部が分布しな

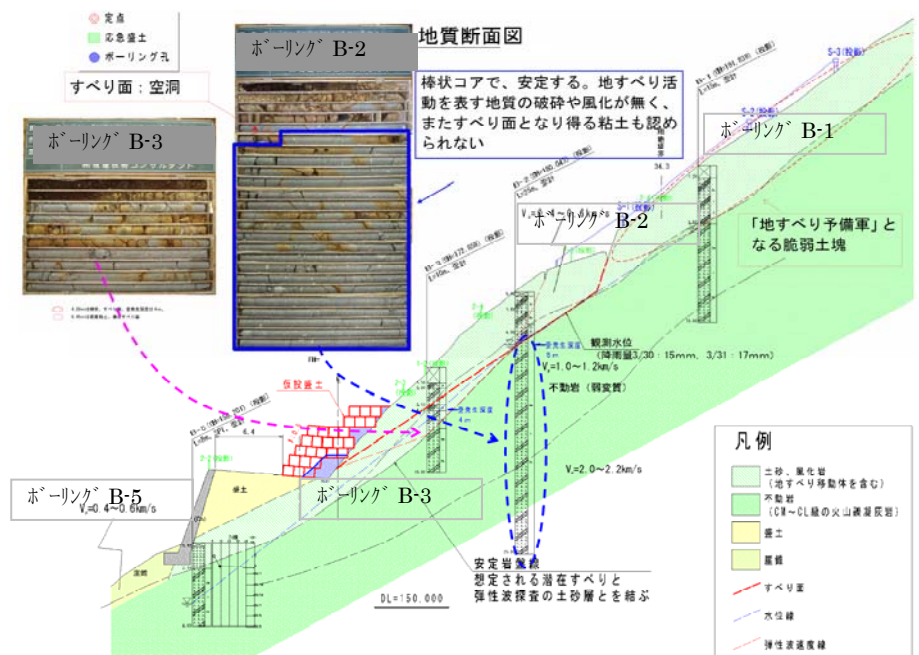


図4 地質断面図

いのか、深部の地質状況を確認するため地質調査を実施した。調査結果を図4の地質断面図に示す。ボーリング B-2 及び、B-3 とともに、深部は棒状コアを呈し、破碎部や著しい風化（土砂）が無く、すべり面もなく、大規模地すべりが存在しないことを確認できた。特に、B-2 孔において深部の地質状況を確認していることが、マネジメントに活かされた。

以上の結果、地質調査により“大規模地すべりが存在しない”ことを確認できたことで、第1案より経済性の高い第3案（最終案）を選択し、大幅なコスト縮減が達成できた。

3. データ収集分析

地すべり発生（リスク発現）の原因については、既往調査設計報告書を収集し分析した。地質調査費については、実績値を用いた。工事費は、既往調査設計報告書の比較検討資料より引用した。なお、本事例においては、協議資料・論文・および事例報告など多くの資料がありデータが充実していたため、分析するに十分なデータを収集することができた。

図5の対策工標準断面図に示すように、地質調査ではボーリング調査、弾性波探査、および地すべり観測を実施している。この内、表1にマネジメントによる地質調査内容の比較表に示すように、B-2孔を通常10m程度計画するところを、掘進長25mの長尺ボーリングとして計画、実施した。

ボーリングコア観察の結果得られる地質情報と、弾性波探査結果で得られる速度層区分、地すべり観測によって得られる変位データを、相互に入念に解析することですべり面の深度を確定することができた。

表1 マネジメントによる地質調査内容の比較表

	マネジメントを行わなかった 仮の地質調査内容	マネジメントによる 地質調査内容
ボーリング B-2	掘進長 10m	掘進長 25m（長尺ボーリング） （深部の緩みを確認）

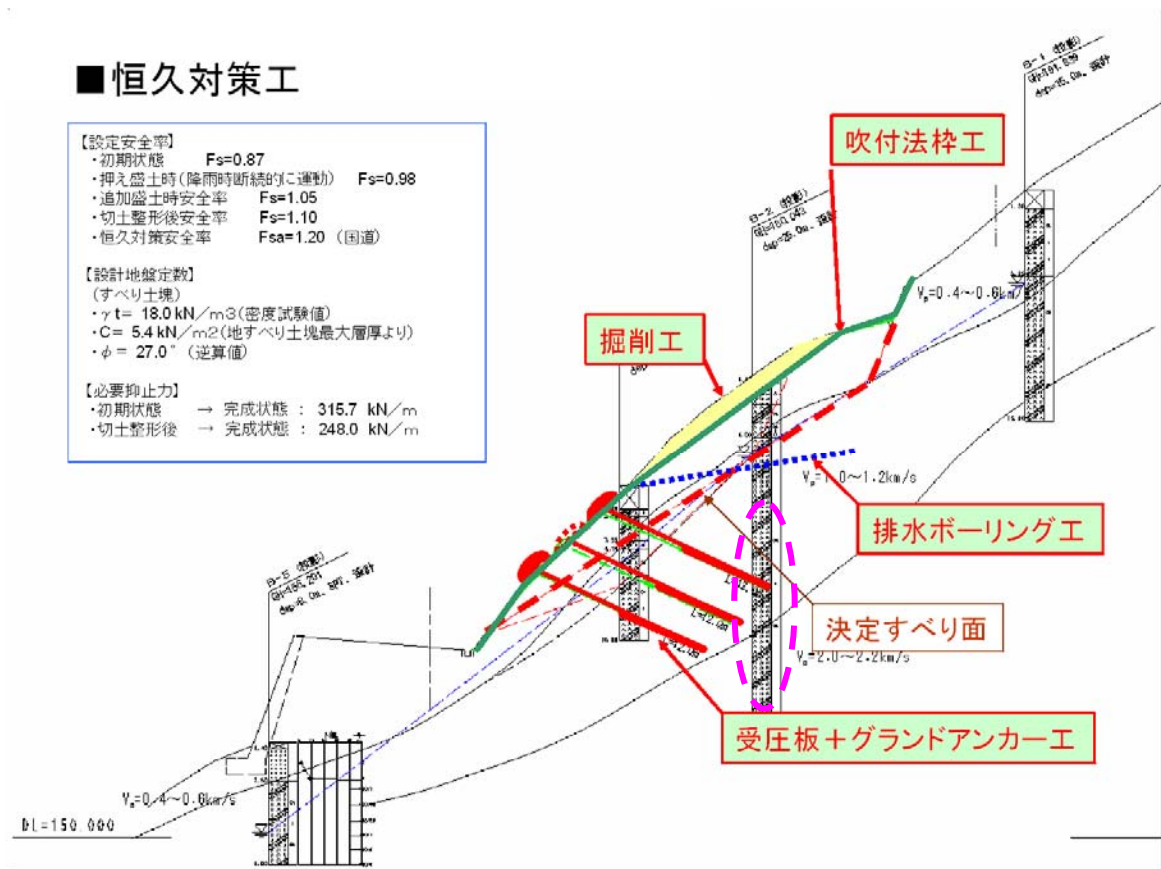


図5 対策工 標準断面図

4. マネジメント効果

リスクの計量化は、表2に従い実施し、その結果マネジメントの効果は、表2に示すように97,000千円と計量された。第一案大規模地すべりを想定した仮の工事費(押さえ盛土案)497,000千円(表2の①)から、対応費用(地質調査費)3,000千円(表2の②)と第3案マネジメント後の費用397,000千円(表2の③)の合計を差し引いた差がマネジメント効果である。

$$\text{マネジメント効果} = \text{【第1案：表2の①大規模地すべりを想定した仮の工事費】} \\ - \text{【表2の②対応費用：地質調査費】} + \text{【第3案：表2の③マネジメント後の最終工事費】}$$

なお、交通遮断損失の算出は次式を用い、内訳は表3の交通遮断損失算出内訳表に示すが、本事例では仮設道路完成までの期間が、マネジメントによらず同一であったことから、交通遮断損失に差は生じなかった。

表2 マネジメント効果算定表

ケース	内容	工事費	備考
①大規模地すべりを想定した仮の工事費	工事費	497,000千円	
	交通遮断損失*	(45日):491,000千円	
	計	1,147,000千円	
②対応費用	工事費	地質調査費:3,000千円	
	交通遮断損失	0千円	
	計	3,000千円	
③マネジメント後の費用	工事費	397,000千円	
	交通遮断損失*	(45日):491,000千円	
	計	1,047,000千円	
リスクマネジメントの効果(①-(②+③))	工事費	97,000千円	
	交通遮断損失	0千円	
	計	計:97,000千円	

※表3 交通遮断損失算出内訳参照

交通遮断損失(円/日)

$$= \text{交通量(台/日)} \times \text{迂回による増加時間(分)} \times \text{車種別時間価値単価(円/台・分)}$$

図6に示すように、乗用車と小型貨物車は、鳴子-花山-鬼首という迂回ルート(表3のB2b)をとっており、平常時の所要時間20分に対し80分かかっているため、60分が迂回による増加時間である。ただし、この迂回ルートは道路幅が狭いことから、バスや普通貨物車は通れなかった。バスや普通貨物車は、鳴子-新庄-湯沢-鬼首という迂回ルート(表3のB2a)を取っており、通常の所要時間20分に対し120分かかっているため、100分が迂回による増加時間である。

これに、それぞれの交通量(台/日)と車種別時間価値単価(円/台・分)を乗じることにより、日あたりの交通遮断損失が算出できる。本事例では、日あたり11,000千円の損失で、通行止め期間45日間を累計すると、約491,000千円の損失となる。



図6 迂回ルート概念図

なお、表3に示す交通量は平成17年度 全国道路街路交通情勢調査をもとにしており、すべての交通が鬼首を目的地としている仮定で積算している。また、交通遮断損失は、費用便益分析マニュアル（国土交通省道路局；H20.11）による「走行時間短縮便益」を引用し、算定した。

表3 交通遮断損失算出内訳表

	乗用車	小型貨物	バス	普通貨物	合計
A：交通量 (台/日)	1,473	606	34	679	—
B(=B2-B1)：(分) 迂回による増加時間	60		100		—
B1：平常時の所要時間(分) (鳴子・鬼首)	20		20		—
B2a：迂回の所要時間(分) (鳴子・新庄・湯沢・鬼首)	—		120		—
B2b：迂回の所要時間(分) (鳴子・花山・鬼首)	80		—		—
C：車種別時間価値単価 (円/台・分)	40.10	47.91	374.27	64.18	—
D(=A×B×C)： 日当り交通遮断損失(千円/日)	3,544	1,742	1,273	4,358	10,916
E(=D×45)：45日の 累計交通遮断損失(千円)	159,482	78,390	57,263	196,102	491,237

出典：平成17年度 全国道路街路交通情勢調査

5. データ様式の提案

本事例は、A表を用いて記入した。当初工事費（網かけ部）のところに「回避しなかった場合の工事費＝大規模地すべりを想定した仮の工事費（497,000千円）：図2の第1案」を採用した。最終工事費は、図2の第3案を採用した。2. 事業分析のシナリオを記述する上でA表は、項目（当初工事費）の解釈（大規模地すべりを想定した工事費）を変えるだけで、そのまま適用することができた。

表4 A表. 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		宮城県
	工事名		R108号大畑地区地すべり対策工事
	工種		地すべり対策工
	工事概要		斜面对策工事、道路復旧工事
	①大規模地すべりを想定した仮の工事費		497,000千円
	仮の工期		—
リスク回避事象	予測されたリスク発現時期		—
	予測されたトラブル		—
	回避した事象		—
	工事への影響		—
リスク管理の実際	判断した時期		地すべり発生直後
	判断した者		宮城県
	判断した内容		地質調査により“大規模地すべりが存在しない”ことが確認できたことにより、第1案(押え盛土)より経済性の高い第3案(最終案:アンカー工法)を選択した。
	判断に必要な内容		ボーリングコア、地すべり変位データ、弾性波速度
リスク対応の実際	内容	追加調査	深部の地質状況を確認するための長尺ボーリング。大規模地すべりを想定していない場合に比べ、掘進長15m追加(10→25m)して提案。
		修正設計	なし
		対策工	なし
	②費用	追加調査	3,000千円
		修正設計	0千円
		対策工	0千円
		合計	3,000千円
最終工事の内容	工事変更の内容		なし
	③最終工事費		397,000千円
	最終工期		10ヶ月
	間接的影響項目		交通遮断損失: 仮設道路供用までの45日間の間接損失として491,000千円を計上。
	受益者		宮城県
リスクマネジメントの効果	費用＝①－(②+③)		97,000千円
	工期		—
	その他		—