

[論文 No. GR2]

「地すべり災害におけるアンカー工の地質リスク回避事例」

株式会社 ソイル・ブレーション 三宅雅生
(地質リスク・エンジニア 登録番号第 71)

1. 事例の概要

本事例は、地すべり災害対策工のアンカー工事実施工前に、断層破碎帯のチェックボーリング(斜めボーリング)を実施し、施工時における地質リスクを回避した事例である。

平成 30 年 7 月の西日本豪雨災害により、本事例地のある県内においても、斜面崩壊や地すべり等の自然災害が多く発生した。本事例での地すべりブロックの規模は、幅 35m、高さ 20m、斜面長 43m で、馬蹄形の後退性地すべりである(図 1 参照)。

対象地の基盤岩は中生代ジュラ紀の領家変成岩である泥質雲母片岩であり、表層は崩積土層により被覆されている。

地すべりブロック中央部の主測線上で 3 本の調査ボーリングを実施した結果、上部から層厚 2~4m の崩積土層、風化・土砂化が進行した強風化岩層(DL 級~DH 級)、軟岩層(CL~CM 級)が確認された。また、地すべりブロック最下段部の Bor. No. 1 地点においては、GL-22.0m まで DL 級主体の断層破碎帯が確認された。地すべりブロック末端部では、地すべり防止対策工として、アンカー工を打設する計画となったため、断層破碎帯の分布厚さが設計・施工上の問題となった(図 2 参照)。

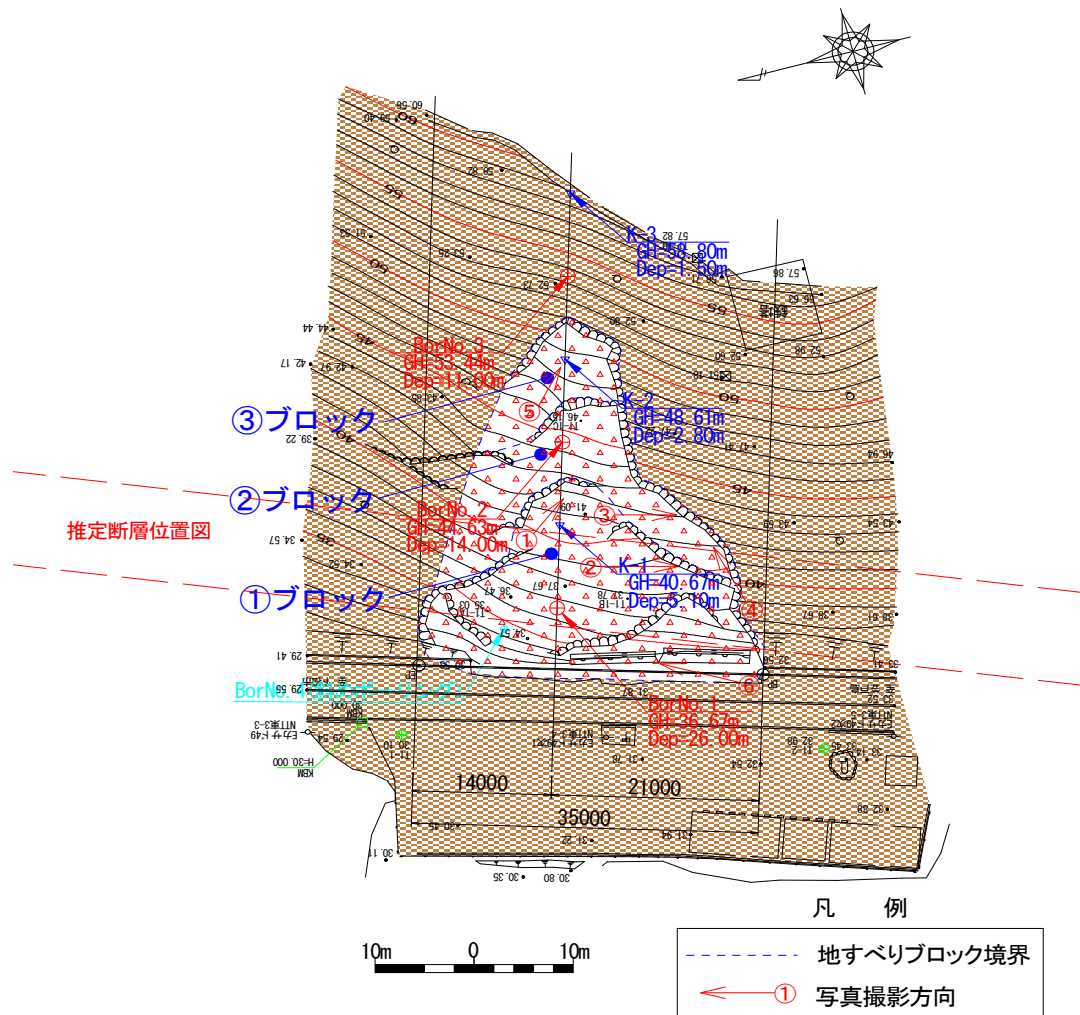


図 1 被災ブロック平面図

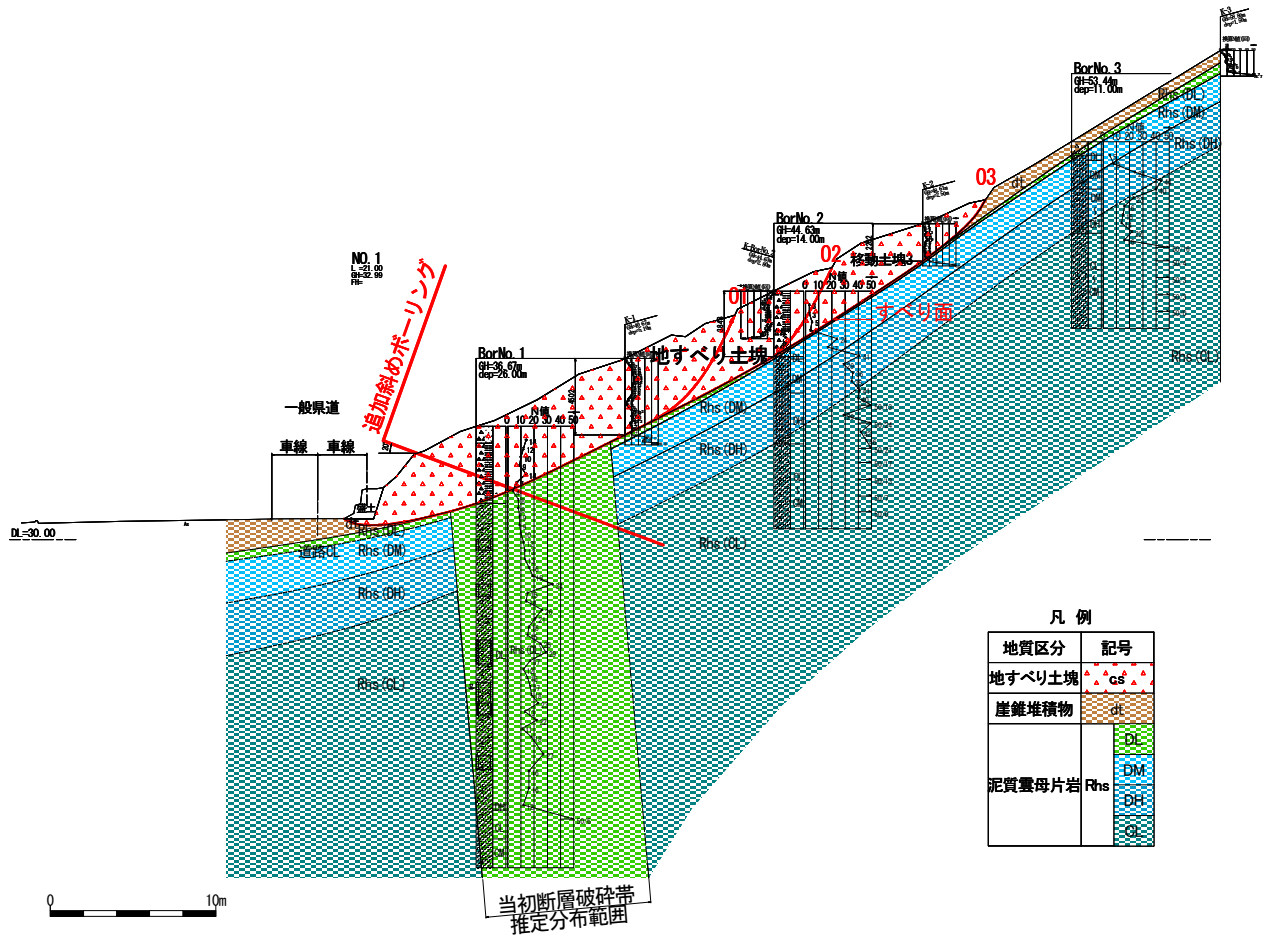


図2 主側線の地質断面図

表1 地層凡例

地質時代		地層区分	記号	岩級区分	土質区分	N値 (平均N値)	記事
新生代	第四紀 完新世	地すべり土塊	cs	—	粘性土 ～砂質土	7～14 (8)	φ20mm程度までの角礫を混入する粘性土～砂質土主体。一部、基盤岩の風化土(移動土塊)。
		崖錐堆積物層	dt	—	礫混じり土	—	φ10mm程度までの泥質片岩角礫を混入するシルト質細砂。
中生代	ジュラ紀	泥質雲母片岩	Rhs	DL	砂質土	4～34 (16)	断層破砕帯が主体。粘性土～砂質土～礫混じり土状で採取。
				DM	礫混じり土	8～44 (24)	礫～岩片状コア。岩芯は指圧による破砕が可能。
				DH	軟岩	29～115 (53)	礫～岩片状コア。岩芯は指圧砕不能であるがナイフで傷付け可。
				CL		71～250 (138)	岩片～柱状コアN値≥100～貫入不能。
				CM	中硬岩	貫入不能	柱状コア主体。岩芯は新鮮で硬い。

写真 1～写真 6 に変状写真を示す。地すべりブロックの形状の根拠となる明瞭な変状が確認された。



写真 1 ①ブロック中央滑落崖状況



写真 2 ①ブロック中央～右側滑落崖状況



写真 3 ②ブロック右側方滑落崖状況 (1)



写真 4 ②ブロック右側方滑落崖状況 (2)



写真 5 ③ブロック最上部滑落崖状況



写真 6 地すべり土塊押し出しによる重力式擁壁の破損状況

2. 事例分析のシナリオ

(1) 背景

地すべり対策工としては、まず、横ボーリング工による地下水排除工を採用し、現況安全率(H.W.L.)から安全率を5%上昇させることとした。次に、抑制工である排土工の採用を考えたが、地すべりブロックの上部に鉄塔があり、排土の掘削ラインが鉄塔基礎付近まで影響するため、対策工から除外した。また、抑え盛土工の採用も考えたが、保全対象道路の縦断勾配の変更が困難であったことから、対策工から除外した。

したがって、抑止工である杭工とアンカー工の2案を考え、比較検討を行った結果、経済性及び施工性に優れたアンカー工を採用することにした(目標安全率はPFs=1.15)。

アンカー工の設計においては、アンカーの定着地盤位置が重要となるが、地すべりブロック末端部で確認された断層破碎帯の分布層厚は不明(露頭状況等から層厚10m程度と推定)なため、適切なアンカー長の設定が困難であるという地質リスクが生じた。

(2) 地質リスク回避についての検討

上記の地質リスクに対して、発注者と協議し、詳細設計前に、アンカー定着岩盤の分布状況を把握するための斜めボーリングを実施することを提案し、了解を得た。調査結果を図3に示す。

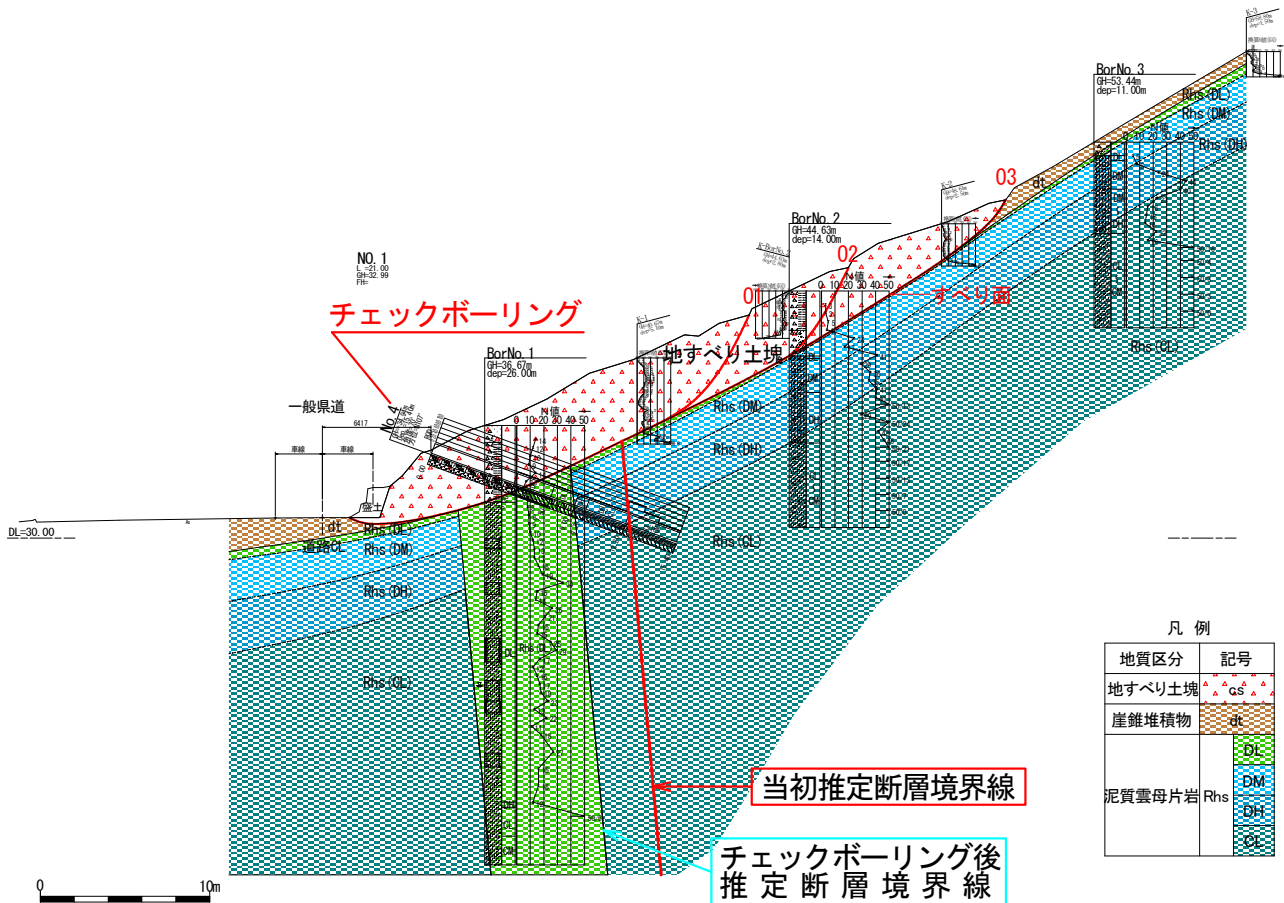


図3 チェックボーリング後の地質断面図

3. データ収集分析

地すべりブロック末端部において、下向き20°の斜めチェックボーリングを実施し、アンカー定着岩盤の出現位置の確認を行った。チェックボーリングの結果、断層破碎帯の分布(層厚6.9m)やアンカー工の定着層が当初設計位置よりも浅い位置で分布していることを確認することができた。対策工の詳細は図4に示すとおりである。

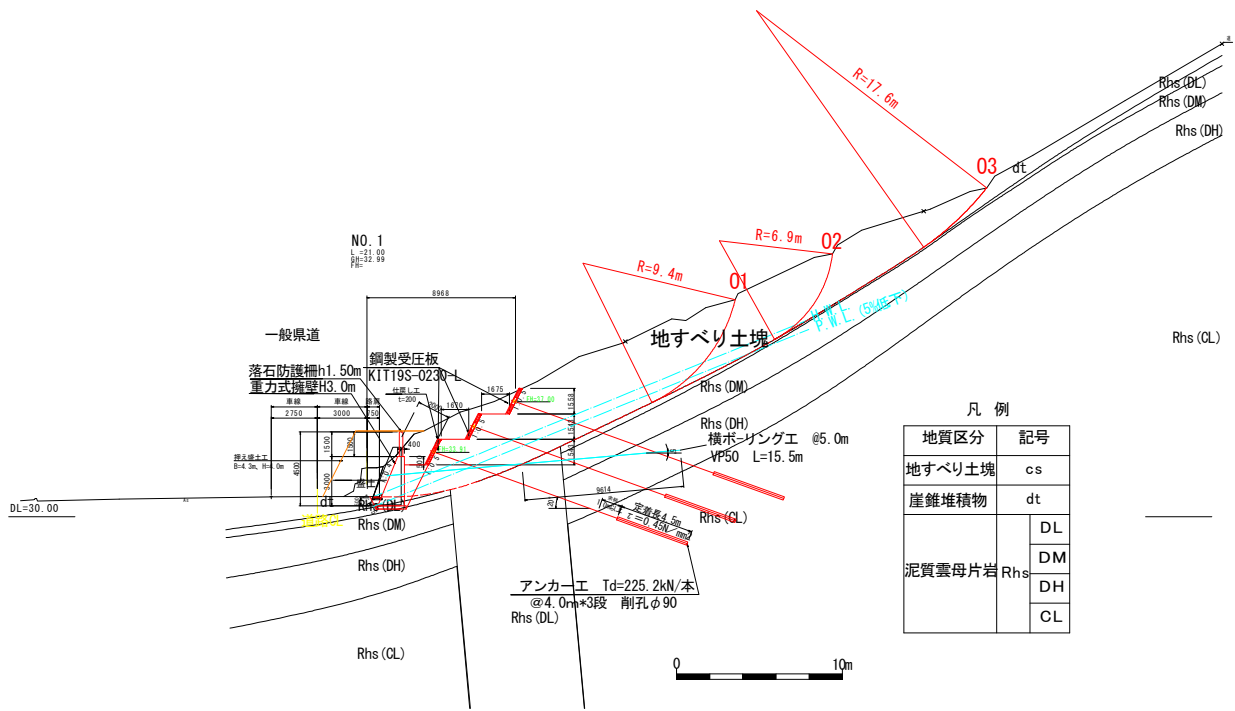


図4 対策工標準断面

4. マネジメント効果

本事例では断層破碎帯の分布厚さ及びアンカー工の定着岩盤の分布位置が不明であるという地質リスクに対して、斜めボーリングを追加したことで、工事費の削減及び工事における工期遅延を回避できたことは大きな成果であったと考えている。リスク対策としての斜めボーリングを行わなかった場合の当初工事費は、アンカー長が長くなるため、実際の工事費(変更工事費)よりも、約700千円工事費が高くなった。また、施工時にチェックボーリング(斜めボーリング)を行う場合には、変更設計を行った後にアンカー材を注文する必要があるため、大幅な工期延期が必要となる。

災害対策事業においては、災害査定のためのテストを早急に終えた後、速やかに次の対策工事に移る必要がある。本事例ではリスク対策を行ったことで、適切な地すべり対策工事の算出が行えたこと、また、テスト後、速やかに地すべり対策工事に移行できたことから、マネジメント効果は大きかったものと評価している。本事例のマネジメント効果を以下に示す。

A型マネジメント効果 = ①当初工事費 - ③変更工事費 - リスク対応費用である。

① 当初工事費

アンカー工 + 鋼製受圧板 + 横ボーリング工 + 重力式擁壁 : 65,500千円

② リスク対応費用

チェックボーリング : 2,600千円

③ 変更工事費 : 64,800千円

$$\begin{aligned}
 \text{マネジメント効果} &= \text{①} - \text{③} - \text{②} \\
 &= 65,500 \text{千円} - 64,800 \text{千円} - 2,600 \text{千円} \\
 &= -1,900 \text{千円}
 \end{aligned}$$

5. データ様式の提案

本事例は、「地質リスクを回避した事例(A型)」に分類されるものであり、様式を整理し、次頁に添付する。

A. 地質リスクを回避した事

大項目	小項目	データ	
対象工事	発注者	県	
	工事名	—	
	工種	地すべり対策工事	
	工事概要	横ボーリング工+アンカー工 +待受け擁壁	
	① 当初工事費	65,500 千円	
	当初工期	—	
リスク回避事象	予測されたリスク発現時期	地質調査・設計時	
	予測されたトラブル	アンカー定着岩盤位置の変更	
	回避した事象	アンカー長の変更	
	工事への影響	変更設計による工期延期	
リスク管理の実際	判断した時期	詳細設計前	
	判断した者	地質調査・設計会社の管理技術者	
	判断の内容	斜めボーリングによる断層破碎帯の厚さ及びアンカー定着岩の確認	
	判断に必要な情報	アンカー定着岩盤	
リスク対応の実際	内容	追加調査	チェックボーリング
		修正設計	アンカー工
		対策工	アンカー工延長、数量
	費用	追加調査	2,600 千円
		修正設計	—
		対策工	—
		② 合計	2,600 千円
変更工事の内容	工事変更の内容	アンカー工の延長、数量	
	③ 変更工事費	64,800 千円	
	変更工期	—	
	間接的な影響項目	—	
	受益者	道路管理者、道路利用者、納税者	
リスクマネジメントの効果	費用(①-③-②)	-1,900 千円	
	工期	30 日以上	
	その他	断層破碎帯厚さ及びアンカーの定着岩盤位置を事前に把握し、工事費の削減及び工期遅延を回避した。	