

1. 事例の概要

本事例は、河川付け替えを目的とした切土箇所において、地すべりによる変状が発生したため、直ちに追加調査と対策検討を行ない、法面の切り直しとグラウンドアンカー工による対策工を施工したものである。

対象区間の切土のり面は事前調査を行なっておらず、標準勾配による切土で設計されていた。切土を中段まで終えた段階で、上位の畑にクラックが入り、のり尻付近に盛り上がり等の変状が生じたため、応急対策として押え盛土を施工し、追加調査・解析・対策工設計を行なった。また、安定した状況で工事を進めるように、対策工事中に観測施工を行なった。

この地質リスクの発現によって、約 3100 万円の追加対策工事費が必要となり、工期も約 8 ヶ月延長し、結果として供用が遅れるなどの影響が出た。

この事例は、工事着手後に対策工が必要となった点では地質リスクが発現した事例であるが、追加調査結果から早急にすべり面を確定し、変位観測を行なって大規模な地すべりを未然に防いだことは地質リスクを回避した事例とも言える。

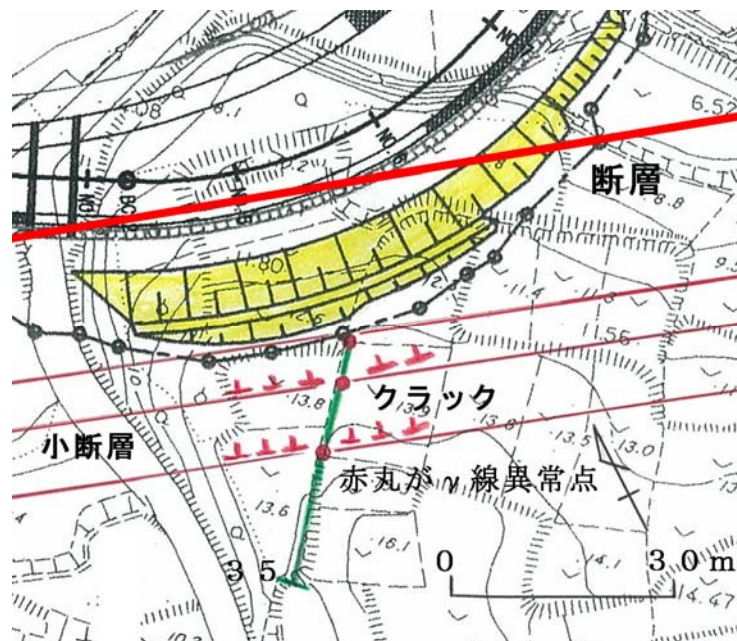


図1 調査位置図（クラック位置と小断層分布）

2. 事例の分析

(1) リスク発現に至るプロセス

法面掘削は、8月末より始められ、11月始めに中段までの掘削が完了した。その直後に、切土法面上方の畑に開口亀裂が発生し、切土のり尻に押し出しの圧縮亀裂を確認し

た。直ちに伸縮計を設置し、応急対策として押え盛土を施工したところ変位は収束傾向となった。掘削完了時の法面観察では、測点 No.6 付近では WNW 方向の小規模（破碎幅：約 2m）な断層破碎帯が認められた（図 1）。上下変位量が約 6m の断層を境として、北側と南側の地層が異なり、当初掘削法面に分布していた砂岩がなくなり、法面下部には風化泥岩が出現していた。

変状発生の素因としては、すべり面になり得る風化頁岩層が、左岸斜面に対して流れ盤となる地質構造を形成していた。誘因としては、斜面をすべり面となる地層付近まで掘削したために、すべり土塊の抵抗部分が除去され不安定化し、弱層がすべり面となって地盤が変動した。

以上のように変位発生は本掘削が誘因と考えられたため、急遽追加調査を行なうと共に、地すべり機構の把握および対策工の検討を行なった。その結果を踏まえて、傾斜計による動態観測を行ないつつ対策工を施工し、大規模な地すべりには至らなかった。

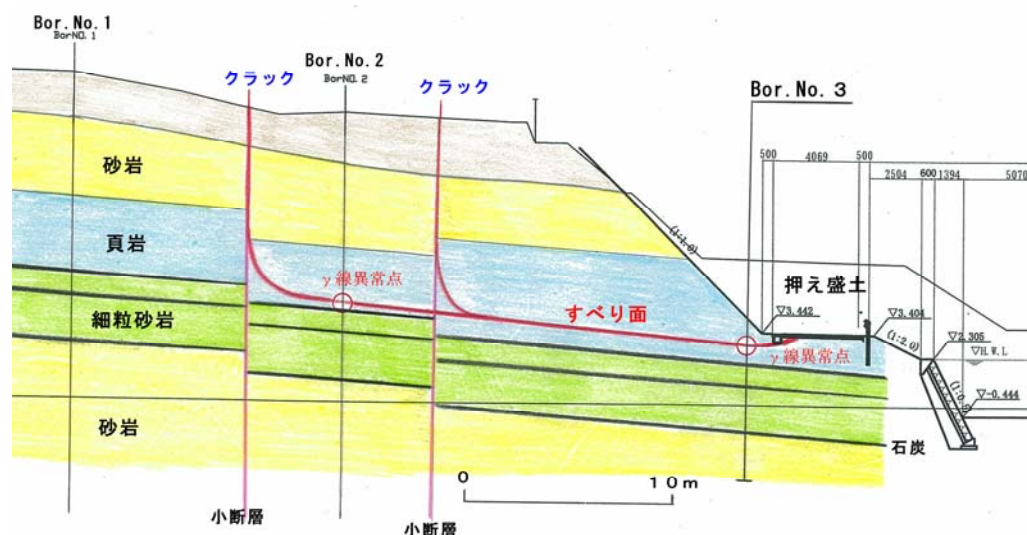


図 2 地すべり形態図

(2)想定されるリスクマネジメント

①設計時

設計段階で事前調査を行なって法面に分布する風化頁岩層と断層を把握できていれば、適切な法面設計ができたと思われるが、本事例でもリスクマネジメントには適切な地質調査が重要であることが判る。

②施工時

護岸基礎掘削時には、地層分布状態から対象区間の地質リスクを判断し、掘削時の切土法面の挙動を観測してリスク管理をしている。施工時においては、実際の掘削状況や地盤の挙動などの情報がリスクマネジメントでは重要となる。

3. データ収集分析

(1) データ収集

本事例で収集したデータは次の通りである。

- ・ リスク発現現象の内容，経緯
- ・ 追加地質調査データ
- ・ 地すべり解析データ
- ・ 対策工設計
- ・ 対策工概算工事費

(2) データ分析

切土のり面に対して，事前に地質調査は実施されていない。追加調査はボーリング3箇所，傾斜計設置2箇所である。今回は，対策工検討を早急に実施する必要があったため，すべり面と地すべり形態の早期決定が重要な課題であった。通常すべり面決定は，コア観察や傾斜計観測による。堆積軟岩である頁岩では目視によるすべり面決定は困難であった。また，応急処置で押え盛土を施工しているため，傾斜計によるすべり面決定もすぐに行なえなかった。今回は，これらの問題を克服するためにボーリングコアを用いてコア γ 線測定を行ない，すべり面を特定した。また，地表 γ 線測定を実施してクラックが小断層起源であることを明らかにし，表層部での地すべり形態を把握した。これらのデータを分析し，対策が必要な範囲・深度を決定した。

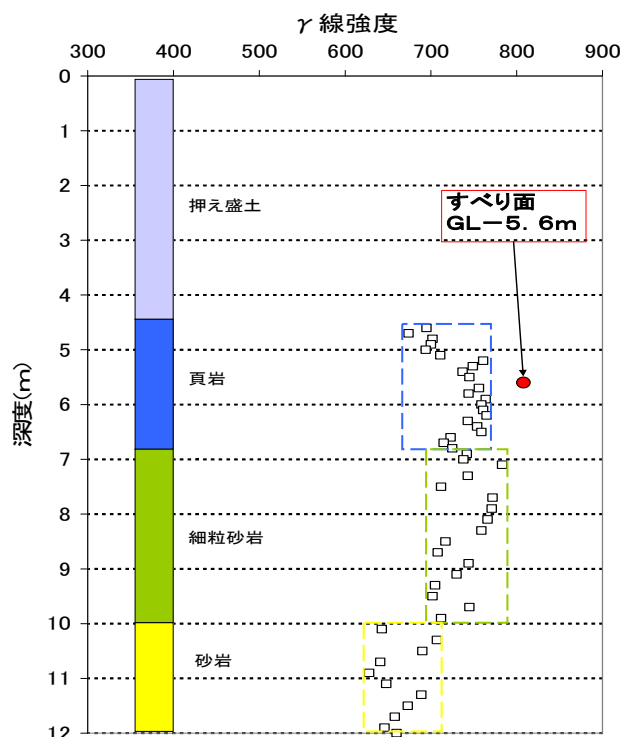


図3 ボーリングコア γ 線測定結果図

対策工は，グランドアンカー工とし，その対策工事費は約3100万円となっている。また，追加調査・解析・設計費を含めると追加費用は総額で4000万円となっている。

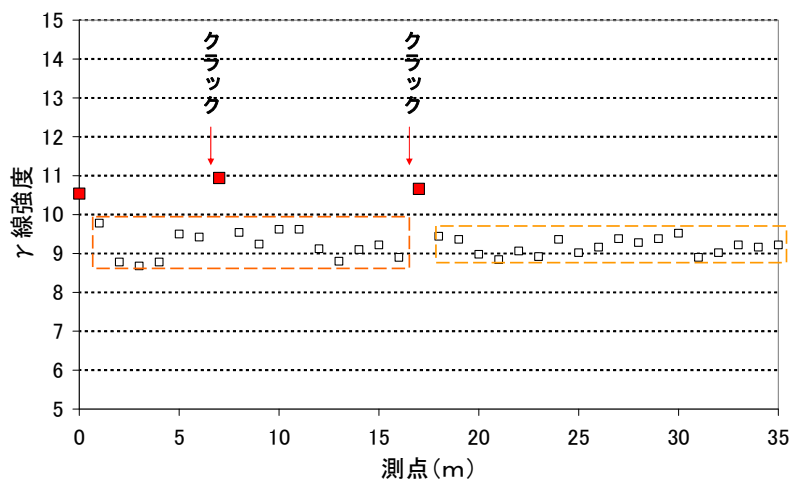


図4 地表 γ 線測定結果図

4. マネジメントの効果

(1) リスクの計量化

リスクデータ表に示すように、追加調査（地質調査）を事前に行なっていれば、対策工費 3100 万円が掛からなかったとの判断が出来る場合に、マネジメント効果があったとなる。しかし、当該区間のように小断層で地層の不連続が生じていた場合、必要最低限の調査・設計が事前に来たかどうかをいうことは、かなり難しい判断である。

一般論として、法面工事で崩壊や地すべりなどを起こした場合、事前に対策をしていた場合より、大がかりな対策工が必要である。その観点に立ち、事前の調査で対応していれば、多少おさえられた可能性がある。

(2) リスクマネジメントの方法

前記のように予測が困難な地すべりの兆候が出た場合には、地質の専門家の意見を参考に施工時に動態観測を行ない、最悪のシナリオに至らないような対応を講じることも地質リスクマネジメントの一手法であると考えられる。

(3) マネジメントの効果

マネジメント効果として事業費の大幅な増加、工期の延長を回避することが可能と考えられる。地質リスクマネジメントが安全で経済的な工事に寄与することはできると言える。

5. データ様式の提案

以上の検討データを C 表原案に記入した。

[参考文献]

- 1) 吉村辰朗(1992)：活断層調査のための γ 線測定方法，活断層研究，No. 10，p. 73-83.
- 2) 吉村辰朗・間野道子(2005)：ボーリングコアの γ 線強度・帯磁率測定によるすべり面検出，地すべり，42，3，p. 12-18.

C. 発現した地質リスクを最小限に回避した事例

大項目		小項目		データ
対象工事		発注者		国交省
		工事名		河川付替工事
		工種		切土
		工事概要		切土のり面工事
		①当初工事費		1300万円
		当初工期		—
発 現 し た リ ス ク	リスク発現事象	リスク発現時期		工事中
		トラブルの内容		切土のり面掘削終了直後に、クラック・のり尻の押し出し等の変形が生じ、地すべりの兆候が現れ、対策が必要となった。
		トラブルの原因		調査不足(当該地域における事前調査なし)
		工事への影響		追加対策工事, 工期延長
	追加工事の内容	追加調査の内容		ボーリング 3 本, 傾斜計設置, コアγ線測定
		修正設計内容		—
		対策工事		切土とグラウンドアンカー工
		追加工事		—
		追加費用	追加調査	550万円
			修正設計	350万円
			対策工	3100万円
			追加工事	—
	②合計		4000万円	
	延長工期		8ヶ月	
間接的な影響項目		供用時期の延期		
負担者		施主		
最 小 限 に 回 避 し た リ ス ク	リスク回避事象	予測されたリスク発現時期		工事中
		予測されたトラブル		地すべり
		回避した事象		地すべり
		工事への影響		工事の中断, 手戻り
	リスク管理の実際	判断した時期		工事中
		判断した者		地質技術者, 施工者
		判断の内容		① 護岸基礎の掘削により, 当該区間の安定性の低下 ② 掘削時の地中変位より, 地すべり変動の発生の有無
	判断に必要な情報		施工データ, 地盤データ, 地盤動態観測データ	
	リスク対応の実際	内容	追加調査	傾斜計による地中変位観測
			修正設計	
対策工				
費用		追加調査	180万円	
	修正設計			

		対策工	
		③合計	180万円
回避しなかった場合	工事変更の内容	大規模地すべりの発生により、地すべり土砂の撤去、安定対策は不可避。	
	④変更後工事費	算定困難	
	変更後工期	1年	
	間接的な影響項目	供用時期の遅れ、用地の追加買収、地元とのトラブル。	
	受益者	施主	
	費用④－(①+②+③)	算定困難	
リスクマネジメントの効果	工期		
	その他		