

### ①事例の概要

鹿児島県において平成13年に発生した道路災害の地すべり対策工事中に、(図1参照)平成13年災(Aブロック)を挟む形で隣接して、平成15年災(B・Cブロック)地すべりが発生した事例を紹介する。

本道路災害は、平成13年9月の集中豪雨(144mm/h)により発生した、地すべりである。地すべりの規模は、Aブロック(W=40m,L=60m)であった。平成13年11月の災害査定において、不安定土塊を除去し、道路を守るための対策工法である排土工+グランドアンカー工法が採択された。

平成14年5月より復旧工事に着手、逆巻き工法によるアンカー工や現場吹付法枠工等の法面工で対策工事が約70%が完成していた。

平成15年2月の時点において、Bブロック(W=58m,L=54m)・Cブロック(W=40m,L=38m)の変状が確認された。両ブロックの変状は、累積拡大傾向にあったため、工事施工の安全性より工事中止とした。さらに、変状の拡大を防ぐため、Bブロック末端部に押さえ盛土の応急工事を施工した。

その後、地質調査を実施し、地すべりの動態観測をおこない、地すべり解析を行った。図1に地すべりブロックの分割図を示す。また、図2~4に各ブロックの対策工法の図面を示す。

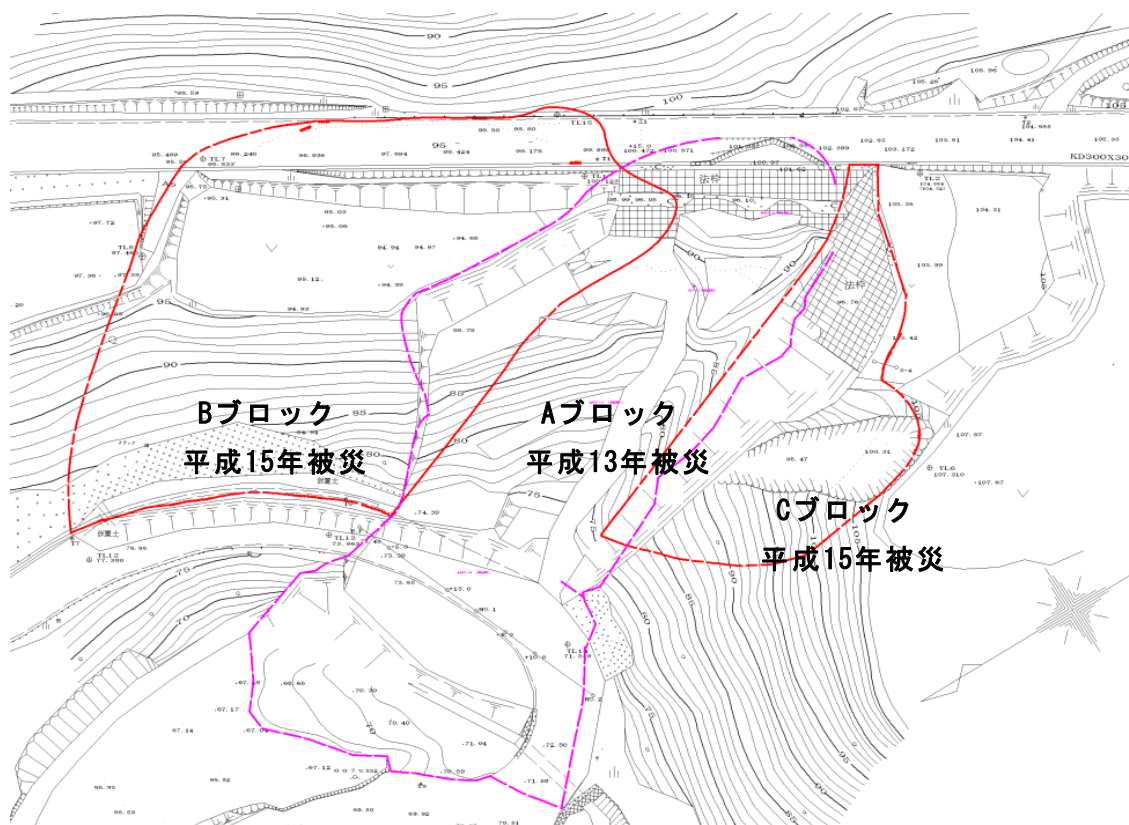


図1 地すべりブロック分割図





## ②事例分析のシナリオ

本事例は、地すべり対策工法として経済性を重視した排土工を採択したため、新たな地すべり災害を誘発する地質リスクが発現した現場であった。

地質リスクの発現の原因は以下の点が考えられた。

- i. 調査地に分布する古第三紀中期の砂岩頁岩互層は、風化が進行し軟質化した地質であった。さらに、当該地の風化岩盤部も亀裂が多く存在している。さらに、亀裂の状態は、隙間状～開口状で白色の凝灰質粘土を挟在していた。前述の地質的要因が斜面変動を誘発しやすいと考えられる。
- ii. 地方自治体の担当者は、平成13年以前にBブロック末端付近で斜面変動により、水路が変形した状況を把握していた。しかし、平成13年の被災時点においては、所属課が他部署であったため、情報の連携が円滑に行われなかった。
- iii. 排土工法は、少量の施工でも土塊バランスが崩れるケースがあり、新たな斜面変動を引き起こすリスクを抱えた対策工法である。平成13年災では、大規模な土工を計画しており、対策工法選定時点での地質リスクの評価が低かったため、妥当性に欠ける結果となったと考えられた。

本報告では、後述の2つの仮定条件により地質リスクをマネジメントしたケースと実際に起こった事例を比較して分析することとした。

仮定A:平成13年調査の段階において、脆弱な地質や大規模な排土工法に対するリスクが十分に認識されており、隣接地域の過去の斜面変動履歴が把握された。

仮定B:予備調査が十分に実施されて、対策工法が土塊を存置する工法を選定した。

## ③データ収集分析

筆者は、当該現場の担当技術者として平成13年と平成15年の調査設計業務に携わっており、対策工事の施工時も発注者から設計変更等の協議を受ける立場であった。また、当時の地質調査報告書や災害協議資料等が現存しており地質リスク発生の経過について当事者として検証することが可能である。

平成13年の地質調査時点では、砂岩頁岩層の風化が進行していることや凝灰質粘土の存在については、把握していた。しかし、同様の地質が分布する周辺地域において、過去に地すべりを含む、大規模な斜面変動の履歴は確認されなかったため、特に、大きなリスクを内包することは考慮していなかった。

また、平成13年災のアンカー工事は、計画排土量の2/3程度の土塊を除去した段階にて、施工を実施した。アンカー工を打設するのり面の一部の地質が非常に悪いため表層崩壊が発生して、アンカー打設のり面の形成が困難となった。そこで、アンカー打設のり面の一部において切土補強土工法を採用した。表層崩壊であったため、当該地全体の排土工法へのリスク発現を予見するには至らなかった。

さらに、平成13年当時に発注者や地元住民への聞き取り調査の段階で、隣接斜面の変状は確認できなかった。

本事例では、地質リスクの存在は漠然とした意識下に存在したが、具体的な対策を取るまでには至らなかった。また、発注者においても、災害復旧工事では経済性が優先されることがあり、両者とも地質リスクを正しく把握していなかったと考えられる。

#### ④ マネージメント効果

事前に斜面変状発生地の地質リスクを考慮した、調査費用のコスト増加分と排土を最小化した対策工事の概算費用の合計と実際に掛かった費用の比較を表1にまとめて示す。

表1 地すべり変動拡大発生対策費用比較表

|                       | 実際                        |         | リスクの発現を<br>予見した場合の見込       |
|-----------------------|---------------------------|---------|----------------------------|
| 工事期間                  | 平成13年9月～平成16年6月<br>(34箇月) |         | 平成13年9月～平成14年12月<br>(15箇月) |
| 調査・測量<br>設計費用<br>(千円) | H13                       | 12,600  | 25,000                     |
|                       | H15                       | 29,500  |                            |
|                       | 小計                        | 42,100  |                            |
| 対策工事費<br>(千円)         | H13                       | 70,700  | 200,000                    |
|                       | H15                       | 220,000 |                            |
|                       | 小計                        | 290,700 |                            |
|                       | 合計                        | 339,100 | 225,000                    |
|                       | 差                         | 114,100 |                            |

想定されたリスクに対する対策は、以下のように想定した。

- 1) 凝灰質粘土層の存在を考慮し、周辺地域の地質調査と斜面変動計測等を行う。
- 2) 発注者や地元住民の情報により、抑え杭+横ボーリング工法で土工を最小とする工法の選定を行う。

平成13年と平成15年の災害復旧にかかった費用は339,100千円であった。リスクを想定して、調査を行い最小限の土工で抑え杭を主体とした地すべり対策工法を選定した場合を想定すると費用効果の差は、114,100千円となると推定される。

また、工期が1年以上延期されることとなり、当該路線が通学路であったため、迂回路を通学することで40分程度の時間的損失を地元の児童生徒に長期間負担させた。

本事例は、災害復旧事業であるため、当該年内に査定が終了することが必須条件となっている。さらに、調査費用や対策工法もコストが優先される。そのため、対策工法選定時点では、現場における技術者の地質リスクに対する安全性への感覚的な要素は排除され、フローと計算のみでの工法選定が機械的に採用されることが多い。

地質技術者は、地質リスクを正しく評価し、発注者に定量的な地質リスクの存在を提示して、リスクについて正しい理解を求めることが重要と思われる。

#### ⑤ データ様式の提案

本事例では、地質リスクの存在に対して、既存の情報収集を丁寧に行うことの重要性を感じた。また、リスクが発現することで時間的ロスが生じることを地元住民への影響を含めた観点で考えることの必要性を感じたため、表2を作成した。

表2 B. 地質リスクが発現した事例

| 大項目          | 小項目                | データ                   |   |
|--------------|--------------------|-----------------------|---|
| 対象工事         | 発注者                | 市                     |   |
|              | 工事名                | 13災〇〇線道路災害復旧業務        |   |
|              | 工種                 | 道路災害地すべり対策工事          |   |
|              | 工事概要               | 地すべり                  |   |
|              | ①_ 初工事費            | 830,300,000円          |   |
|              | 当初工期               | 平成14年12月              |   |
| リスク発現事象      | リスク発現時期            | 排土工実施後                |   |
|              | トラブルの内容            | 地すべりの誘発               |   |
|              | トラブルの原因            | 排土工                   |   |
|              | 工事への影響             | 工事中止、調査・設計の追加         |   |
| 追加工事の内容      | 追加調査の内容            | 調査ボーリングN=10本 L=160.0m |   |
|              | 修正設計内容             | 設計業務                  |   |
|              | 対策工事               |                       |   |
|              | 追加工事               | 排土工+横ボーリング工           |   |
|              | 追加費用               | 追加調査                  | 29,500,000円                                       |
|              |                    | 修正設計                  | 上記に含まれる   |
|              |                    | 対策工                   | アンカー工   |
|              |                    | 追加工事                  | 220,000,000円                                      |
|              | ②合計                | 249,500,000円          |   |
|              | 延長工期               | 17箇月                  |   |
|              | 間接的な影響項目           | 生活道路・通学路の通行止め         |   |
| 負担者          | 市, 国               |                       |   |
| リスク管理の理想像    | 対応(すべき)時期          | 当初調査時                 |   |
|              | 対応(すべき)者           | 発注者、コンサルタント           |   |
|              | 対応(すべき)内容          | 既存資料の調査               |   |
|              | 判断に必要な情報           | 既往変状の確認               |   |
|              | リスクの説明             | 発注者                   | 既存の変状等の聞き取り範囲の確認<br>地質リスクについてシナリオを想定した必要経費等の定量的説明 |
|              |                    | 地元住民                  | 工期と迂回路設定のリスク説明                                    |
|              | 対応費用               | 調査                    | 25,000,000円                                       |
|              |                    | 対策工                   |   |
|              |                    | ③合計                   | 25,000,000円                                       |
|              | 想定工事               | 工事概要                  | 抑え杭+横ボーリング工                                       |
|              |                    | ④工事費                  | 200,000,000円                                      |
| 工期           |                    | 15箇月にて完成              |   |
| リスクマネジメントの効果 | 費用 $((①+②)-(③+④))$ | 114,100,000円          |   |
|              | 工期                 | 19箇月短縮                |   |
|              | その他                |                       |   |