

# 現地発生土を利用した農地地すべり対策事例

(株)ソイル・プレーン ○藤井 健一  
三宅 雅生  
渡辺 一

## 1. はじめに

平成22年7月13日～15日の豪雨(累積雨量260mm)により,山口県内の県道沿いで農地地すべりが発生した。この地すべりにより農地や水路が崩壊し,軟泥化した地すべり土砂が県道付近まで流出した。また,地すべりブロックの頭部にある農道への影響が認められたため,早急に測量や地質調査を行い,復旧工法の提案を行った。復旧工での盛土材料は,経済性等を考慮し,地すべり土砂(以下,現地発生土という)を利用した。

本稿では,上記農地地すべりの調査,解析,対策工の検討事例について報告する。

## 2. 調査地の概要

調査地は,頂部標高200～300mの周南丘陵の西北端にあり,北方には標高500～700mの周防山地が迫っている。調査地周辺には,N-S方向,NE-SW方向並びにNW-SE方向の顕著な3系統のリニアメントが判読され,調査地はNE-SWに伸びるリニアメント上に位置する。

調査地の主な基盤地質は,中生代トリアス紀の周防変成岩の結晶片岩(泥質片岩～塩基性片岩)である(図-1参照)。

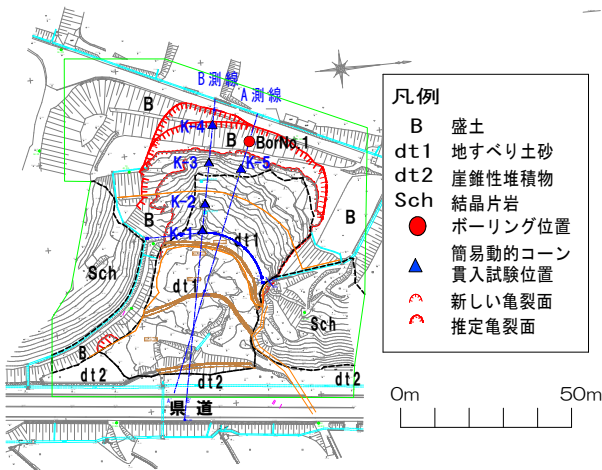


図-1 調査地の地形・地質及び被災状況

調査地内で行った現地踏査並びにボーリング調査結果及び,簡易動的コーン貫入試験結果等により,以下のことが判明した。

- 1)今回発生した地すべりの規模は,幅約35m,高さ約20m,斜面長約43mで,最大すべり厚さは約6mである。
- 2)平面的な地すべり形態は馬蹄形～円形で,すべり面形態は椅子型～階段状である。
- 3)地すべり地の地層構成は,表-1の4層に大別される。

表-1 地すべりの地層構成

| 地層         | 土質                  | N値(平均N値)                 |
|------------|---------------------|--------------------------|
| B:盛土       | 礫混じりシルト質砂～礫混じり砂質シルト | 0.4～13.6(4.7)            |
| dt1:地すべり土砂 | 礫混じり土～砂質土～粘性土       | 0.2～3.6(1.3)             |
| dt2:崖錐性堆積物 | 礫混じり砂質シルト           | 0.8～20(7.9)              |
| Sch:結晶片岩   | 砂質シルト～シルト質砂         | 13～44(24):風化土<br>50以上:軟岩 |

- 4)すべり面は,主にN値4以下の軟質な盛土及び崖錐性堆積物内に形成されている。
- 5)地すべり地内では,常時15L/分程度の多量の湧水がある。
- 6)地すべりブロック頭部の農道路肩には引張り亀裂が見られ,後退性のすべり(2次すべり)が進行している(図-2参照)。

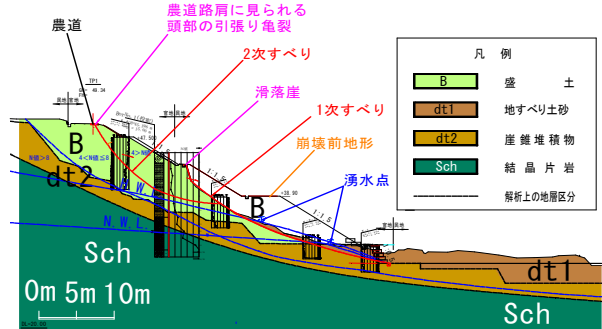


図-2 地すべり解析断面

## 3. 地すべり発生メカニズム

本地すべりは崩壊性の地すべりであり,現地調査結果から地すべりが発生した素因と誘因は,以下のように考えられる。

### (1) 素因

- 1)地すべり地内には,地すべり(崩壊)が生じやすい軟質な盛土及び崖錐性堆積物が分布していること。
- 2)地すべりブロック背後は平坦地となっており,降雨が地下に浸透しやすい。また,地すべり地は谷地形を呈しており,降雨や浸透水が集まりやすい地形環境にあること。
- 3)無降雨時でも多量の湧水があることから,リニアメント上での脆弱地山(岩盤)からの供給水の存在が考えられること。

### (2) 誘因

- 1)降雨が斜面内に浸透し,斜面土の単位体積重量が増加し,すべり力が増大したこと。
- 2)集中豪雨時に斜面内の地下水位が急上昇し,すべり面付近での間隙水圧が増大してすべり抵抗力が低減したこと。

4. 現地発生土の盛土材としての利用

当初、現地発生土は残土処分し、良質な新規盛土材を購入する予定であったが、残土処分費が高額となるため、現地発生土を盛土材として利用することとした。

(1) 現地発生土の土質特性

現地発生土の土質特性を表-2に示す。

表-2 現地発生土の土質特性

| 土粒子の密度<br>$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> ) | 自然含水比<br>$w_n$ (%) | 粒度組成  |       |        | 日本統一分類<br>(分類記号) | 締固め特性                                 |               | コーン指数<br>$q_c$ (kN/m <sup>2</sup> ) |
|---|--------------------|-------|-------|--------|------------------|---------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
|   |                    | 礫分(%) | 砂分(%) | 細粒分(%) |                  | $\rho_{dmax}$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | $W_{opt}$ (%) |                                     |
| 2.781                                   | 32.2               | 30    | 15    | 55     | 砂礫質細粒土<br>(FSG)  | 1.622                                 | 19.6          | 147                                 |

表に示すように、現地発生土の自然含水比は最適含水比よりもかなり大きく、締固めにくい土である。また、コーン指数は147kN/m<sup>2</sup>であるので、現況のままでは超湿地ブルドーザ(コーン指数200kN/m<sup>2</sup>以上<sup>1)</sup>が必要)、でも走行が困難な土である。

(2) セメント固化材による土質改良

現地発生土を盛土材として利用するため、セメントあるいは石灰添加による土質改良を行うことを考えた。

当初は、農地としての利用を考え石灰の採用を考えたが、復旧後の盛土は農地として利用しないことになったため、以下の理由によりセメントを添加することとした。

- 1) 土粒子を凝集、団粒化して砂質土状に近い性状に改良できるため、盛土材としてトラフィカビリティの確保及び締固めが行いやすくなる。
- 2) また、現地発生土が粘性土から砂質土化することにより透水性が高くなり、浸透水が排出しやすくなる。
- 3) 生石灰を使用する場合には、発熱するため、施工時の注意が必要である。また、500kg以上の取扱いまたは貯蔵については、最寄りの消防署へ届出が必要となる。

(3) セメント固化材の種類及び添加量

セメント固化材は、六価クロムの溶出等を考慮し、高炉セメント B 種を採用した。セメント固化材の添加量は、配合試験により重機(普通ブルドーザ15t 級程度)のトラフィカビリティが確保できる強度(コーン指数500kN/m<sup>2</sup>)として、60kg/m<sup>3</sup>とした。なお、六価クロム溶出試験を行った結果、0.03mg/L と基準値(0.05mg/L<sup>2)</sup>)以下の値であった。

5. 対策工の検討

(1) 対策工の抽出

復旧対策工法は、4章で述べた現地発生土を盛土材として利用することを前提にした上で、以下の条件を考慮して工法の抽出を行った。

- 1) N 値<4の軟弱な盛土及び崖錐性堆積物は全て撤去し、新規盛土との馴染みを良くするために、段切を行う。
- 2) 地山から新規盛土への地下水の浸透防止及び地下水位上昇を抑制するため、H.W.L. 以深の地山の表面に基盤排水層(0.5mの碎石層)と地下排水溝(集水管)を設置する。

3) 安定解析での計画盛土の目標安全率(常時)は  $P \cdot F_s=1.1^3)$  とする。

4) 安定解析で用いる盛土のせん断強度は、セメント改良による強度増加は見込まない。

以上述べた点を考慮し、対策工法として以下の4案を考えた。

- ①安定処理土(盛土勾配1:1.5~1.8)+水平排水層(碎石)
- ②安定処理土(盛土勾配1:1.5~1.8)+水平排水層(ジオテキスタイル)
- ③安定処理土(盛土勾配1:1.8)+岩塊盛土+水平排水層(碎石)
- ④安定処理土(盛土勾配1:1.5)+水平排水層(碎石)+補強土壁工。

(2) 対策工の比較検討

上記4案に対して対策工の比較検討を行った。検討結果は表-3に示すとおりであり、当地では施工性や経済性等に優れた第2案の「安定処理土(1:1.5~1.8)+ジオテキスタイル」を採用した(図-4参照)。

表-3 対策工の比較

| 工法名  | 第1案<br>安定処理土<br>+水平排水層(碎石) | 第2案<br>安定処理土<br>+水平排水層<br>(ジオテキスタイル) | 第3案<br>安定処理土<br>+岩塊盛土<br>+水平排水層(碎石) | 第4案<br>安定処理土<br>+補強土壁工<br>+水平排水層(碎石) |
|------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 施工性  | ○                          | ◎                                    | △                                   | △                                    |
| 経済性  | ○                          | ◎                                    | △                                   | △                                    |
| 安全性  | ○                          | ◎                                    | ○                                   | ○                                    |
| 工期   | ◎                          | ○                                    | ◎                                   | △                                    |
| 総合評価 | ○                          | ◎                                    | △                                   | △                                    |

※評価: ◎:良い, ○:普通, △:やや悪い

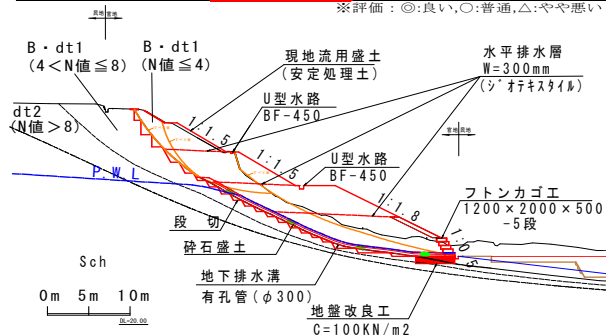


図-4 対策工の標準断面図

6. おわりに

今回、セメント安定処理した現地発生土を盛土材として利用することで、新規盛土材を購入する場合と比較して、約7割もコストダウンを図ることができた。このことから、今後は一般的には盛土材等として不適当と思われる土に対しても、再利用できる手段はないかを常に考えていく所存である。また、このことが我々地質技術者ができる社会貢献の1つであると考えている。

《引用・参考文献》

- 1) (社)日本道路協会:道路土工要綱(平成21年度版),p.287,平成21年6月.
- 2) 独立行政法人土木研究所編:建設発生土利用技術マニュアル第3版,p.14,平成15年9月.
- 3) 農林水産省農村振興局防災課:農地・農業用施設・海岸等 災害復旧事業の復旧工法 2005年版,p.344,平成17年4月.